

中核 **CX** 核电送出工程

环境影响报告书

建设单位：国网山东省电力公司

环评单位：中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

2025 年 3 月

目 录

1 前言	1
1.1 山东电网现状	1
1.2 烟台电网现状	2
1.3 工程建设必要性	2
1.4 建设项目概况及特点	2
1.5 设计工作过程	3
1.6 环境影响评价工作过程	4
1.7 关注的主要环境问题	4
1.5 环境影响报告书主要结论	5
2 总则	6
2.1 编制依据	6
2.2 评价因子与评价标准	13
2.3 评价工作等级	17
2.4 评价范围	18
2.5 环境敏感目标	20
2.6 评价重点	24
3 建设项目概况与分析	30
3.1 项目概况	30
3.2 项目占地及土石方	35
3.3 施工工艺和方法	38
3.4 主要经济技术指标	42
3.5 选址选线环境合理性分析	42
3.6 环境影响因素识别与评价因子筛选	80
3.7 生态环境影响途径分析	83
3.8 工程设计环境保护措施	84
4 环境现状调查与评价	90
4.1 区域概况	90
4.2 自然环境	90

4.3 电磁环境现状评价	95
4.4 声环境现状评价	99
4.5 陆域生态环境现状评价	101
4.6 地表水环境现状评价	101
5 施工期环境影响评价	102
5.1 陆域生态环境影响评价	102
5.2 声环境影响分析	102
5.3 大气影响分析	104
5.4 固体废物影响分析	105
5.5 地表水环境影响分析	106
5.6 海洋环境影响分析	109
6 运行期环境影响评价	110
6.1 电磁环境影响预测与评价	110
6.2 声环境影响预测与评价	185
6.3 地表水环境影响分析	190
6.4 固体废物影响分析	190
6.5 对环境敏感目标的影响分析	190
7 陆域生态影响评价	193
7.1 生态现状调查与评价	193
7.2 生态影响分析与预测	249
7.3 生态影响防护与恢复措施	269
8 海洋环境影响评价	285
8.1 自然环境概况	285
8.2 海洋环境现状调查与评价	350
8.3 海洋生态环境影响预测与评价	466
8.4 海洋生态环境风险评价	480
8.5 海洋环境保护措施	482
9 环境保护设施、措施分析与论证	486
9.1 设计阶段的环境保护设施、措施分析	486

9.2 环境保护设施、措施的经济、技术可行性分析	486
9.3 环境保护设施、措施	486
9.4 环保设施、措施投资估算	492
10 环境管理与监测计划	494
10.1 环境管理	494
10.2 环境监测	498
11 评价结论	501
11.1 工程概况	501
11.2 环境现状	501
11.3 环境影响预测与评价	504
11.4 环境保护设施及措施	507
运营 11.5 政策、规划及相关法规的相符性分析	512
11.6 环境管理与监测计划	513
11.7 公众意见采纳与否的说明	513
11.8 综合结论	514
附图 1 项目地理位置图	515
附图 2 工程线路路径图	516
附图 3 项目区水系分布图	517
附图 4 电磁和声环境敏感目标与线路位置关系图	518
附图 5 与烟台市沿海防护林省级自然保护区（海阳段）位置关系图	548
附图 6 与莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤水产种质资源保护区、 生态保护红线（莱阳市境内）位置关系图	549
附图 7 与海阳市生态保护红线相对位置关系示意图	550
附图 8 与白沙河饮用水源保护区（规划）位置关系图	551
附图 9 与英武店村水源保护地位置关系	552
附图 10 与祥东村饮用水源位置关系	553
附图 11 工程评价区卫星影像图	554
附图 12 工程评价区土地利用图	555
附图 13 工程评价区植被类型图	557

附图 14 工程评价区生态系统类型图	559
附图 15 工程评价区样方、样线分布图	561
附图 16 工程沿线重要物种分布图	565
附图 17 线路杆塔一览图	567
附件 1 环评委托书	571
附件 2 工程核准批复	572
附件 3 工程可研批复	578
附件 4 烟台市自然资源和规划局选址意见	586
附件 5 海阳市海洋发展和渔业局用海预审意见	588
附件 6 海阳市自然资源局和规划局生态保护红线内允许有限人为活动认定 意见	589
附件 7 莱阳市自然资源和规划局生态保护红线内允许有限人为活动认定意 见	590
附件 8 跨越烟台沿海防护林省级自然保护区路径协议	592
附件 9 跨越莱阳五龙河省级湿地公园路径协议	593
附件 10 跨越莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区路径协议	594
附件 11 现状监测报告	596
附件 12 电磁环境类比检测报告（张北-雄安工程）	619
附件 13 声环境类比检测报告(锡盟~胜利工程)	639
附表 1 本项目声环境影响评价自查表	656
附表 2 本项目生态影响评价自查表	657
附表 3 海洋生态环境影响评价自查表	658
附表 4 样方调查表	661
附表 5 动物样线调查记录表	683
附表 6 浮游植物名录	691
附表 7 浮游动物名录	696
附表 8 底栖生物名录	701
附表 9 潮间带生物名录	706

1 前言

1.1 山东电网现状

山东电网是一个以火电为主的电网，现已覆盖全省 16 个地市。山东电网最高交流电压等级为 1000kV，最高直流电压等级为 ± 800 kV，通过“十交三直”500kV 及以上线路与华北、东北、西北电网相连，分别通过 500kV 黄骅~滨州双回、辛安~聊城双回线路及 1000kV 海河~泉城双回、邢台~曹州双回、邢台~泉城双回线路接至华北电网，通过 ± 800 kV 扎鲁特~广固直流线路与东北电网相连，通过 ± 800 kV 伊克昭~沂南直流、 ± 660 kV 银川东~胶东直流线路与西北电网相连。目前山东电网形成以交流特高压电网为支撑、交流 500kV 密集环网为主网架，直流换流站深入负荷中心的网架结构。

截至 2023 年底，山东省电源总装机容量 211520MW，同比增长 11.57%。其中燃煤装机 106443MW，占全省总装机容量的 50.3%；燃气装机（不含沼气发电）598MW，占全省总装机容量的 0.3%；水电装机 4074MW（含抽水蓄能 4000MW，常规水电 74MW），占全省总装机容量的 1.9%；风电装机 25911MW，占全省总装机容量的 12.2%；光伏装机 56925MW，占全省总装机容量的 26.9%；核电装机 2650MW，占全省总装机容量的 1.3%；生物质（含沼气发电、垃圾发电）装机 4398MW，占全省总装机容量的 2.1%；储能装机 3983MW，占全省总装机容量的 1.9%；其他（三余，余热、余压、余气）装机容量 6538MW，占全省总装机容量的 3.1%。

截至 2023 年底，全省拥有 1000kV 变电站 5 座，变电总容量 36000MVA，线路长度 2317km（山东境内）； ± 800 kV 换流站 2 座，额定输送功率均为 10000MW， ± 660 kV 换流站 1 座，额定输送功率 4000MW，境内直流线路长度 1544km；500kV 变电站 63 座，变电总容量 120000MVA，线路长度 12216km；220kV 变电站 508 座，变电总容量 19478MVA，220kV 线路长度 38917km。

2023 年，山东省全社会用电量 7966 亿 kWh，同比增长 5.4%；全社会最大负荷 128080MW，同比增长 1.1%。2023 年，山东省共接纳省外来电 1479 亿 kWh，最大受电 26980MW。

电网存在主要问题：

(1) 全省燃煤机组容量占总容量的 50.3%，电源结构有待进一步改善。

(2) 系统调峰压力较大，随着新能源装机的持续增加，新能源消纳与电网调峰矛盾呈持续加剧态势。

(3) 输电走廊资源日益紧张，前期工作难度增大。

1.2 烟台电网现状

烟台电网位于山东电网的东北部，供电范围为烟台全域。截至 2023 年底，烟台市电网内拥有 500kV 变电站 6 座，分别是光州站、栖霞站、莱阳站、牟平站、罗峰站、烟台开关站，变电总容量 12250MVA；220kV 变电站 53 座（含 3 座风电场汇集站），变电总容量 21320MVA，220kV 线路总长度 4217km。110kV 变电站 175 座，变电总容量 17202MVA，110kV 线路总长度 3847km。35kV 变电站 197 座，变电总容量 4439MVA，35kV 线路总长度 3933km。

1.3 工程建设必要性

烟威地区是山东省的核电基地，2027 年烟威核电规划投产 8050MW，此外，山东在烟威海域规划约 15600MW 海上新能源，根据烟威电网电力平衡分析，烟威电网属于电力富裕区，仅依靠 500kV 电压等级无法保证电力的完全送出。将烟威电网与主网间的联系升压为交流 1000kV，近期既可以满足中核 CX 核电站电力送出的需要，也可以满足烟台威海电网电力外送的需要，同时为远期规划的核电项目和海上风电提供接入条件。因此，中核 CX 核电送出工程的建设是十分必要的。

1.4 建设项目概况及特点

1.4.1 建设项目概况

中核 CX 核电送出工程（以下简称“本工程”）主要建设内容包括：新建中核 CX 核电～海阳西 1000kV 线路，新建线路长度 2×41km，均采用单回路架设，线路起于中核 CX 核电站，止于拟建 1000 千伏海阳西开关站。线路途经烟台市海阳市（2×19km）、烟台市莱阳市（2×22km）。本工程的接入系统示意图见图 1.1-1。

拟建的 1000kV 海阳西开关站属于烟威 1000 千伏特高压交流输变电工程，不属于本项目内容，本次不做评价。

本工程总投资 84773 万元，其中环保设施及措施投资约 1350.5 万元，环保投资占工程总投资的 1.59%。

本项目计划于 2025 年 6 月开工建设，2026 年 10 月建成投运，建设期 17 个月。



图 1.1-1 本工程的接入系统示意图

1.4.2 项目特点

本工程为特高压交流输变电工程。工程施工期可能产生一定的生态环境影响、施工扬尘、施工废水、施工噪声、固体废物以及水环境影响，特别是对工程涉及的沿海省级防护林自然保护区（海阳片区）、莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线的生态环境影响；施工期生态保护及恢复是施工期环境保护的重要内容。工程运行期主要环境影响为电磁环境、声环境影响等。另外本项目输电线路约 $2\times 5.6\text{ km}$ 位于丁字湾海域，施工期对海洋环境影响也是本次环评关注的重点。

1.5 设计工作过程

本项目设计工作由山东电力工程咨询院有限公司完成：

2024 年 9 月 30 日，本工程启动可行性研究工作；

2024 年 11 月 29 日，电力规划设计总院对本工程可行性研究收口报告进行了评审，并于 2024 年 12 月 9 日以电规电网〔2024〕2654 号文出具了本工程可研报告评审意见；

2024 年 12 月 31 日国家电网有限公司以文件《国家电网有限公司关于山东烟威等 7 项 1000、500 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2024〕31）号对本项目可行性研究报告进行了批复；

2025 年 1 月 2 日山东省发展和改革委员会以文件《山东省发展和改革委员会关于国网山东省电力公司中核核电送出工程项目核准的批复》（鲁发改项审〔2025〕1 号）对本项目进行了核准。

1.6 环境影响评价工作过程

2024 年 10 月，中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司（以下简称“东北院”）作为环评中标单位，承担中核 CX 核电送出工程环境影响评价工作，并于 2024 年 10 月 14 日，在国网山东省电力公司官网开展了环境影响首次公示。自接受环评任务后，在建设单位和设计单位的大力配合下，环评单位收集了工程可研报告及相关设计资料，对项目沿线地区进行了现场踏勘，对工程所经区域的自然环境、生态环境、海洋环境、电磁环境、声环境、水环境等进行了调查，委托山东华瑞兴环保科技有限公司对工程沿线的电磁、声环境质量现状进行了监测；委托山东省环科院环境检测有限公司开展了生态专题评价；委托青岛海洋工程勘察设计院开展了海洋专题评价。在此基础上，环评单位对资料和数据进行了处理和分析，通过类比分析和理论计算，对本工程环境影响进行了分析与评价，最终编制完成了本工程环境影响报告书（征求意见稿），并于 2024 年 12 月 30 日起进行了征求意见稿的网络公示、报纸公示及现场张贴公示。

1.7 关注的主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）、环境影响评价技术导则 生态影响（HJ 19-2022）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）及输变电工程施工期、运行期环境影响特性，本工程关注的主要环

境问题如下：

施工期：施工产生的扬尘、噪声、废水、固体废物对周围环境的影响，施工对生态保护红线、饮用水源保护区、湿地公园、自然保护区、水产种质资源保护区等生态敏感目标的影响；施工期对海洋环境的影响。

运行期：运行产生的工频电场、工频磁场及噪声对环境敏感目标及周围环境的影响；对生态保护红线、饮用水源保护区、湿地公园、自然保护区、水产种质资源保护区、海洋生态环境的影响。

1.5 环境影响报告书主要结论

（1）本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中新型电力系统技术及装备：1000 千伏及以上交流输变电类项目，属于“鼓励类”，符合国家产业政策；

（2）根据国家《“十四五”电力发展规划》（发改能源〔2021〕1869 号）、《山东电网“十四五”发展规划报告》（2021 年），本工程符合电网规划；

（3）本工程符合《关于发布 2023 年生态环境分区管控的动态更新成果的通知》（烟台市生态环境委员会办公室，2024 年 4 月 7 日）的相关要求；

（4）本工程针对大气、废水、噪声、固废及生态环境、海洋环境等采取措施后，施工期对周围环境的影响在可接受范围内；

（5）本工程线路跨越莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区，烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段），均取得了地方主管部门的“原则同意”意见，在采取相应措施后，本工程对生态环境敏感目标的影响在可接受范围内；

（6）本工程环境敏感目标处工频电场、工频磁场及声环境的现状监测结果均满足相应的标准；

（7）采取措施后，本工程投运后产生的工频电场、工频磁场、噪声均符合标准的要求，对环境敏感目标及环境敏感区的影响满足标准要求；

因此，从生态环境影响的角度来看，在落实了工程设计和本工程环境影响报告书中提出的各项生态环境保护 and 污染防治措施和要求后，本项目建设环境可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起修订版施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日起修正版施行）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起修正版施行）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日起修正版施行）；
- (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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起修订版施行）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日起修订版施行）；
- (8) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月 1 日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年 4 月 23 日起修正版施行）；
- (10) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日起修正版施行）；
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起修订版施行）；
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日起修正版施行）；
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日起修订版施行）；
- (14) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日起修正版施行）；
- (15) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日起修订版施行）；
- (16) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日起修订版施行）；
- (17) 《电力设施保护条例》（2011 年 1 月 8 日起修订版施行）；
- (18) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起修订版施行）；
- (19) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日起修订版施行）；

(20) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日起修订版施行）；

(21) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修订，2024 年 1 月 1 日起施行）；

(22) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日施行）；

(23) 《中华人民共和国渔业法实施细则》（2020 年 3 月施行）；

(24) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 9 月 1 日起修订版施行）；

(25) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日起修订版施行）。

2.1.2 部委规章及规范性文件

(1) 《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 月印发）；

(2) 《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》（中共中央办公厅、国务院办公厅 2019 年 6 月印发）；

(3) 《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）；

(4) 《关于进一步加强生物多样性保护的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅 2021 年 10 月印发）；

(5) 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅 2024 年 3 月印发）；

(6) 《环境影响评价公众参与办法》（2018 年生态环境部令第 4 号）；

(7) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年生态环境部令第 9 号）；

(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2020 年生态环境部令第 16 号）；

(9) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年原环境保护部令第 16 号修正）；

(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年国家发展和改革委员会

委员会令第 7 号)；

(11) 《电力设施保护条例实施细则》(2024 年国家发展和改革委员会令第 11 号修订)；

(12) 《全国主体功能区规划》(国务院，国发〔2010〕46 号)；

(13) 《全国生态功能区划》(修编)(原环境保护部 中国科学院公告 2015 年第 61 号)；

(14) 《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 3 号)；

(15) 《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号)；

(16) 《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)；

(17) 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(生态环境部，国环规生态〔2022〕2 号)；

(18) 《国家级自然公园管理办法(试行)》(国家林业和草原局，林保规〔2023〕4 号)；

(19) 《关于进一步优化环境影响评价工作的意见》(生态环境部，环环评〔2023〕52 号)；

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

(21) 《“十四五”噪声污染防治行动计划》(生态环境部，环大气〔2023〕1 号)；

(22) 《陆生野生动物重要栖息地名录》(第一批)(国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号)；

(23) 《生态环境分区管控管理暂行规定》(生态环境部，环评〔2024〕41 号)；

(24) 《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》(国家林业和草原局公告 2023 年第 17 号)；

(25) 《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，环规财〔2018〕86号）；

（26）《关于加强生态保护监管工作的意见》（生态环境部，环生态〔2020〕73号）；

（27）《“十四五”生态保护监管规划》（生态环境部，环生态〔2022〕15号）；

（28）《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021—2035年）》（国家林业和草原局，林护发〔2022〕122号）；

（29）《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024—2030年）》（国家发展改革委 财政部 国家林草局，发改农经〔2024〕798号）；

（30）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（国家海洋局，2012年7月施行）；

（31）《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号）；

（32）《水产种质资源保护区管理暂行办法》原农业部令第3号；

（33）《山东省人民政府关于印发山东省国土空间规划（2021-2035年）的通知》（鲁政发〔2023〕12号）。

2.1.3 地方法规、规划及规范性文件

（1）《山东省电力设施和电能保护条例》，山东省人民政府，2024年5月30日修订；

（2）《山东省生态环境建设与保护规划纲要》，山东省人民政府，2001年9月23日施行；

（3）《山东省水土保持条例》，2024年1月20日山东省第十四届人民代表大会常务委员会第七次会议修正；

（4）《山东省辐射污染防治条例》，2014年山东省人大常委会公告第37号，2014年5月1日施行；

（5）《关于发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（鲁水保字〔2016〕1号），山东省水利厅，2016年1月27日发布；

（6）《山东省环境保护厅关于建设项目涉及生态保护红线有关事项的通知》（鲁环发〔2018〕124号）；

(7)《山东省环境保护厅建设项目环境影响评价审批监督办法》的通知(鲁环发〔2018〕190号)；

(8)《山东省环境保护厅关于印发优化环评审批服务助推重大项目建设的若干措施的通知》(鲁环发〔2020〕17号)；

(9)《山东省人民政府关于印发山东省国土空间规划(2021—2035年)的通知》(鲁政发〔2023〕12号)；

(10)《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》(鲁环委办〔2021〕35号)；

(11)《山东省生态环境委员会办公室关于修订山东省“十四五”海洋生态环境保护规划的通知》(鲁环委办〔2022〕5号)；

(12)《山东省海洋环境保护条例》(2018年11月30日山东省十三届人大常委会第七次会议修订)；

(13)《烟台市海岸带保护条例》(自2020年3月1日起施行)；

(14)《山东省近岸海域环境功能区划(2016—2020年)》，鲁环函〔2016〕472号；

(15)关于建立实施山东省海岸建筑退缩线制度的通知(鲁自然发〔2022〕2号)；

(16)《山东省自然资源厅关于做好过渡期国土空间规划服务保障工作的通知》，鲁自然资字〔2023〕88号；

(17)《山东省国土空间规划(2021—2035年)》(鲁政发〔2023〕12号)

(18)《烟台市国土空间总体规划(2021—2035年)》(鲁政字〔2023〕192号)；

(19)《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》鲁政字〔2020〕269号；

(20)《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》(烟政发〔2021〕7号)；

(22)《关于发布2023年生态环境分区管控的动态更新成果的通知》(烟台市生态环境委员会办公室，2024年4月7日)。

(23)《烟台市饮用水水源保护条例》2023年9月27日山东省第十四届人民代表大会常务委员会第五次会议批准的《烟台市人民代表大会常务委员会关于

修改〈烟台市饮用水水源保护条例〉〈烟台市城市供水条例〉的决定》修正）；

（24）《烟台市海洋生态环境保护条例》2022 年 9 月 21 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议批准；

（25）《山东省自然保护地整合优化方案》（2023 年 4 月）；

（26）《烟台市自然保护地整合优化方案》（2023 年 3 月）。

2.1.4 评价技术导则及规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）；

（3）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（4）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（5）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（7）《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）；

（8）《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ 2035-2013）；

（9）《生物多样性观测技术导则》（HJ 710-2014）；

（10）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

（11）《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；

（12）《土地利用现状分类标准》（GB/T 21010-2017）；

（13）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（14）《生态保护红线监管技术规范 生态状况监测（试行）》（HJ1141-2020）；

（15）《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；

（16）《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；

（17）《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ 624-2011）；

（18）《自然保护地生态环境调查与观测技术规范》（HJ 1311-2023）；

（19）《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）；

（20）《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统服务功能评估》

(HJ1173-2021)；

- (21) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)；
- (22) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007)；
- (23) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)；
- (24) 《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2020)；
- (25) 《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》(HJ1300-2023)；
- (26) 《海水水质标准》(GB3097-1997)；
- (27) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)；
- (28) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)；
- (29) 《围填海工程填充物质成分限制》(GB 30736-2014)；
- (30) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552- 2018)；
- (31) 《流域水污染物综合排放标准第 5 部分：半岛流域》(DB / 37 3416.5-2018)；
- (32) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)；
- (33) 《山东省生态环境厅关于做好海洋工程建设项目施工期环境影响跟踪监测监管工作的通知》(鲁环函〔2019〕408 号)。

2.1.5 工程设计规程规范

- (1) 《1000kV 架空输电线路设计规范》(GB50665-2011)；
- (2) 《1000kV 交流架空输电线路设计技术规定》(Q/GDW 10178-2017)。

2.1.6 环境质量标准及污染物排放标准

- (1) 《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)；
- (2) 《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)；
- (3) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；
- (4) 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)；
- (5) 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)；
- (6) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)；
- (7) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)；
- (8) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)；
- (9) 《环境噪声监测技术规范噪声测量值修正》(HJ 706-2014)；

(10) 《输变电工程电磁环境监测技术规范》(DL/T334-2021)；

(11) 《流域水污染物综合排放标准 第 5 部分：半岛流域》(DB37/3416.5-2018)。

2.1.7 工程资料

(1) 《中核 CX 核电送出工程可行性研究报告》(山东电力工程咨询院有限公司, 2024 年 12 月)；

(2) 《关于报送中核 CX 核电送出工程可行性研究报告评审意见的报告》(电网[2024] 750 号)；

(3) 《国家电网有限公司关于山东烟威等 7 项 1000、500 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》(国家电网发展[2024] 31 号)；

(4) 《山东省发展和改革委员会关于国网山东省电力公司中核核电送出工程项目核准的批复》(鲁发改项审[2025] 1 号)。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

本工程为输变电项目, 依据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020) 和《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)、《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 等, 各阶段评价因子如下。

2.2.1.1 施工期

(1) 声环境：昼间、夜间等效声级, L_{eq} ；

(2) 生态环境：野生动物组成、生态习性、分布范围、种群结构；植物物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量；生境类别、生境质量状况、连通性与破碎化情况；生态系统结构、生态系统功能；生物多样性状况；主要保护对象类别、分布；自然遗迹多样性、完整性等；

(3) 地表水环境：pH、COD、BOD₅、NH₃-H、石油类；

(4) 大气环境：TSP；

(5) 海洋环境：海水水质、海洋沉积物、海洋生态、生物多样性、生物质量等。

2.2.1.2 运行期

- (1) 声环境：昼间、夜间等效声级， L_{eq} 。
- (2) 生态环境：动物组成、分布范围、种群状况；植物物种组成、群落结构；生境类别、生境质量状况；主要保护对象类别、分布；自然遗迹多样性、完整性等。
- (3) 电磁环境：工频电场、工频磁场。

2.2.2 评价标准

根据环境功能区划和输变电工程环境影响特点，本工程环境影响评价执行标准见表 2.2- 1。

表 2.2- 1 电磁环境影响评价标准

评价因子	评价标准	标准来源
工频电场	以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值。 交流架空线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。	GB8702-2014
工频磁场	以 100μT 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。	

表 2.2- 2 声环境、地表水环境、固体废物评价标准

评价项目	评价标准		标准来源
声环境	质量标准	本工程位于乡村区域，根据《海阳市人民政府办公室关于印发海阳市声环境功能区划分方案的通知》（海政办发〔2023〕13 号）、《莱阳市人民政府办公室关于印发<莱阳市声环境功能区划分方案>的通知》（莱政办便函〔2024〕1 号），线路沿线未划分声环境功能区，本工程声环境质量标准依据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）等文件，村庄执行 1 类声环境质量标准（夜间 45dB（A）、昼间 55dB（A））；集镇执行 2 类声环境质量标准（夜间 50dB（A）、昼间 60dB（A））；独立于村庄、集镇之外的工业、仓储集中区执行 3 类（夜间 55dB（A）、昼间 65dB（A））；交通干线两侧执行 4 类标准（其中 4a 类：夜间 55dB（A）、昼间 70dB（A）；4b 类：夜间 60dB（A）、昼间 70dB（A））。	GB3096-2008
施工噪声	排放标准	夜间：55dB（A）、昼间：70dB（A）	GB12523-2011

评价项目	评价标准		标准来源
水环境	质量标准	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）相关水域标准。	GB3838-2002
	排放标准	施工期废污水排放执行《流域水污染物综合排放标准 第5部分：半岛流域》（DB37/3416.5-2018）相关标准	DB37/3416.5-2018
固体废物	排放标准	一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）	GB 18599-2020、GB18597-2023

表 2.2- 3 海洋环境评价标准

评价因子	评价标准		标准来源
海水水质标准	质量标准	《海水水质标准》（GB 3097-1997）二类标准	GB 3097-1997
海洋沉积物	质量标准	《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）一类标准	GB 18668-2002
海洋生物体质量标准	质量标准	双壳贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）一类标准；其他软体动物、甲壳动物和鱼类等的重金属、石油烃评价参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C	GB 18421-2001

据《烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，项目位于丁字湾鲁岛渔业用海区，根据《海水水质标准》（GB 3097-1997）海水水质执行二类标准；并对照《山东省近岸海域环境功能区划（2016—2020 年）》，根据“就高不就低”的原则，项目所在丁字湾旅游休闲娱乐区（A5-36）采用第二类海水水质标准。海洋沉积物质量执行第一类标准、双壳贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）一类标准；其他软体动物、甲壳动物和鱼类等的重金属、石油烃评价参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C。具体评价标准值见表 2.2-4。

表 2.2- 4 海水水质标准（GB3907-1997）（单位：mg/L，pH 除外）

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.010
项目	锌	镉	铬	汞	砷	铅	
二类	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030	≤0.005	

表 2.2- 5 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）

序号	指标	标准值
		一类
1	汞（×10 ⁻⁶ ）≤	0.20
2	镉（×10 ⁻⁶ ）≤	0.50
3	铅（×10 ⁻⁶ ）≤	60.0
4	锌（×10 ⁻⁶ ）≤	150.0
5	铜（×10 ⁻⁶ ）≤	35.0
6	铬（×10 ⁻⁶ ）≤	80.0
7	砷（×10 ⁻⁶ ）≤	20.0
8	有机碳（×10 ⁻⁶ ）≤	2.0
9	硫化物（×10 ⁻⁶ ）≤	300.0
10	石油类（×10 ⁻⁶ ）≤	500.0
11	六六六（×10 ⁻⁶ ）≤	0.50
12	滴滴涕（×10 ⁻⁶ ）≤	0.02
13	多氯联苯（×10 ⁻⁶ ）≤	0.02

表 2.2- 6 海洋生物体质量标准（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	贝类* 一类标准	软体动物**	甲壳类**	鱼类**
铬≤	0.5	/	/	/
铜≤	10	100	100	20
锌≤	20	250	150	40
砷≤	1.0	1	1	1
镉≤	0.2	5.5	2.0	0.6
汞≤	0.05	0.3	0.2	0.3
铅≤	0.1	10	2.0	2.0
石油烃	15	20	20	20

*引用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的标准

**引用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 中的标准

注：由于双壳类软体动物以外的其他生物体中铬无评价标准，因此不对双壳类以外的其他生物体中铬进行评价。

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境影响评价

本工程新建 1000kV 交流输电线路，边导线地面投影外两侧 20m 范围内有电磁环境敏感目标。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本工程电磁环境影响评价等级为一级。

2.3.2 声环境影响评价

《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）规定：建设项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达 3dB(A)~5dB(A)（含 5dB(A)），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），或受影响人口数量变化不大时，按三级评价。

本工程输电线路沿线位于乡村地区，涉及位于 1 类、2 类、3 类、4 类区，根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021），符合两个级别的划分原则，按较高级别的评价等级评价，确定本工程声环境影响评价工作等级为二级。

2.3.3 生态环境影响评价

本项目一档跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内、莱阳市境内）、莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、烟台沿海省级防护林自然保护区（海阳段），其中胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）、莱阳五龙河省级湿地公园（迁徙鸟类的重要停歇地）、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区，3 处敏感区保护范围重叠。

本工程跨越敏感区全部采用一档跨越方式通过，敏感区范围内无永久和临时占地，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中 6.1.2 和 6.1.6 规定，线路跨越莱阳五龙河省级湿地公园（迁徙鸟类的重要停歇地）、沿海省级防护林自然保护区段生态评价等级为二级；其余区段评价生态评价等级为三级。

本工程输电线路生态影响评价等级见表 2.3-1。

表 2.3-1 输电线路生态影响评价工作等级

线路涉及区域		位置关系	评价等级	评价依据
生态红线	胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线	跨越	三级	HJ 19-2022, 6.1.2 c、6.1.6
种质资源	莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区	跨越	三级	HJ 19-2022, 6.1.2 a、6.1.6
自然保护区	烟台沿海省级防护林自然保护区（海阳段）	跨越	二级	HJ 19-2022, 6.1.2 a、6.1.6
自然公园	莱阳五龙河省级湿地公园（迁徙鸟类的重要停歇地）	跨越	二级	HJ 19-2022, 6.1.2 b、6.1.6
其他	其余区段	/	三级	

注：重要生境为重要物种的天然集中分布区、栖息地，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。

2.3.4 地表水环境影响评价

输电线路运行期无废污水产生，本次仅针对施工期的废水及施工过程对地表水体的环境影响进行分析。

2.3.5 海洋环境影响评价

本项目海上架空线路位于丁字湾海域，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），本项目拓宽围堤长度约 6.373km，属于大于 2km 的非透水线性水工构筑物；海域中立塔 17 基，用海面积 2.91hm²，属于小于 100hm² 的其他用海；海域段路径长度 2×5.6km；综合判断，本工程海洋环境影响评价等级为 1 级。

2.4 评价范围

2.4.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），1000kV 架空输电线路电磁环境影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 50m 范围内。

2.4.2 声环境

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 声环境》（HJ2.4-2021），1000kV 架空输电线路声环境影响评价范围为边导线地面投影外两侧各 50m 范围内。

2.4.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），线路跨越生态敏感区时，以线路跨越段向两端外延 1km、线路边导线地面投影外两侧各 1km 内的带状区域为评价范围，其余输电线路段以线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域为评价范围。

本工程生态评价范围见图 2.4-1。

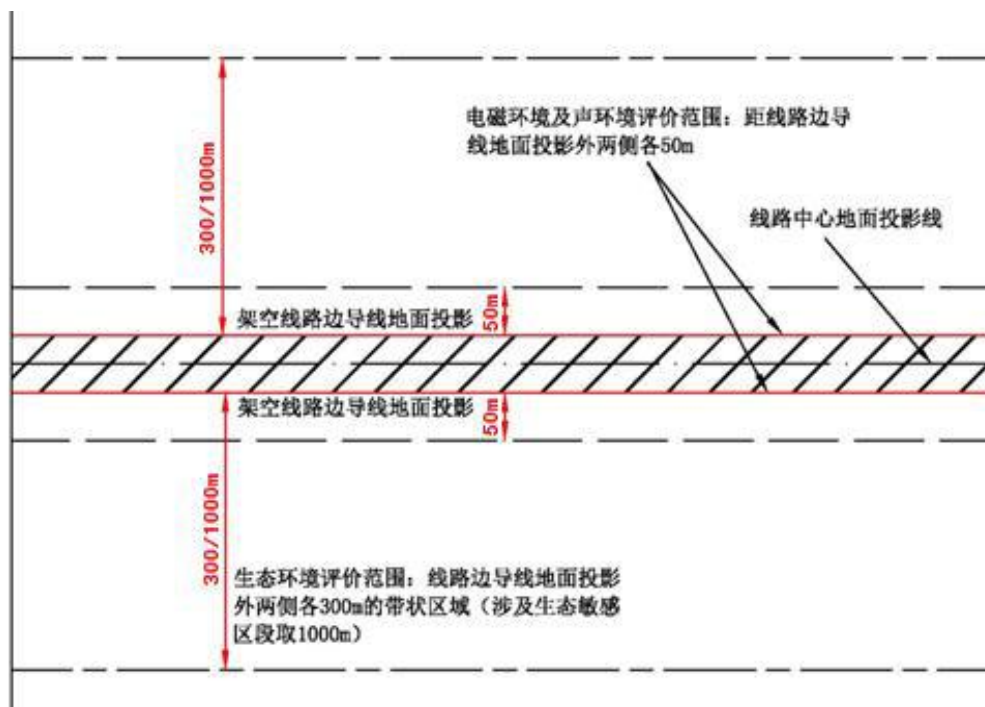


图 2.4-1 线路生态评价范围示意图

2.4.4 地表水环境

本工程输电线路正常运行期间无废水产生；本项目不涉及地表水环境风险，仅对施工期废水处理进行分析。施工期废污水主要为塔基基础开挖和浇筑期间设备冲洗和基础养护等施工废水及施工人员的生活污水。施工废水经沉淀后循环利用，不外排。施工人员租住在施工点附近的村庄，日常产生的生活污水纳入当地的生活污水处理系统处置。

2.4.5 海洋环境

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流

向扩展距离的 1/2 为宜。

本项目位于丁字湾近岸海域，评价范围为以项目外缘线为起点沿丁字湾向外海延伸 15km，顺岸向两侧各延伸 15km，西、北侧至山东省管理岸线，海域评价范围总面积约 299km²，控制点坐标见表 2.4- 1、评价范围见图 2.4- 2。

表 2.4- 1 海域评价范围拐点坐标（CGCS2000）

控制点	纬度	经度
A	36°28'04.193"	120°54'29.328"
B	36°25'48.758"	120°57'11.064"
C	36°37'04.109"	121°11'34.279"
D	36°39'45.624"	121°08'22.059"

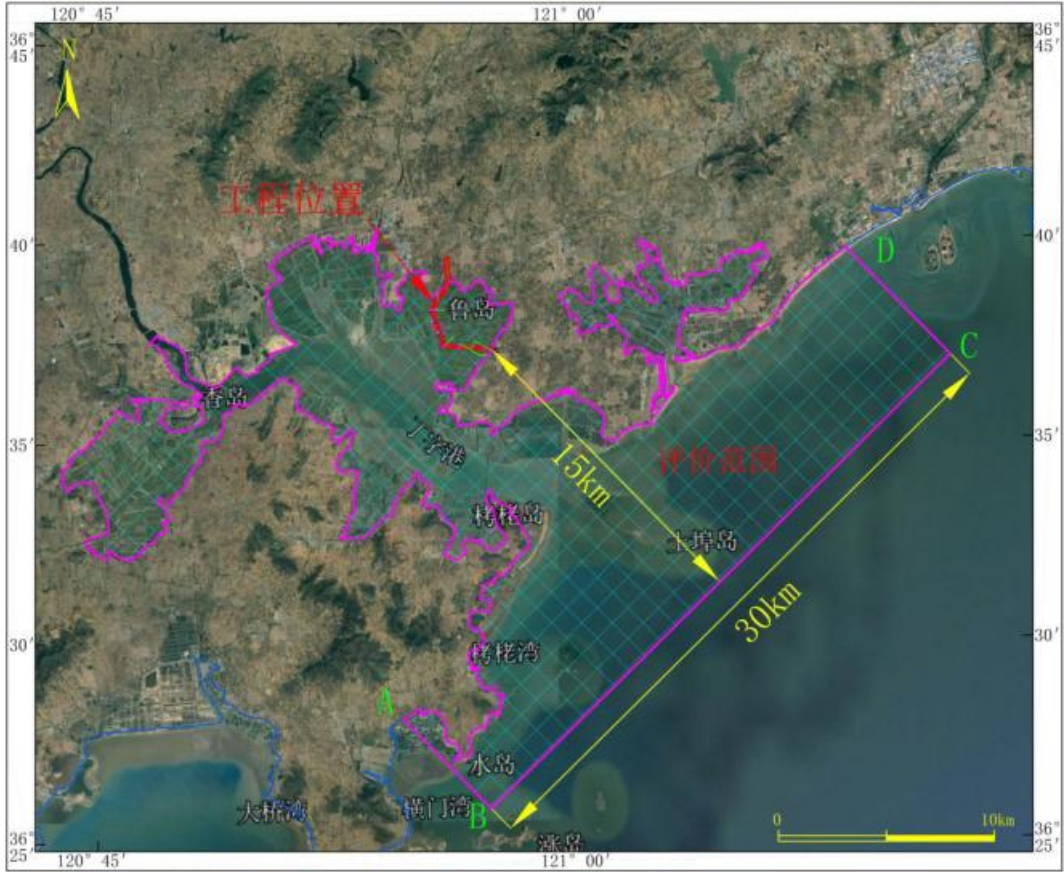


图 2.4- 2 本项目海洋环境评价范围图

2.5 环境敏感目标

2.5.1 生态环境敏感目标

通过收资和现场调查，本工程涉及跨越自然保护区 1 处、湿地公园 1 处、水

产种质资源保护区 1 处以及胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线 2 处、规划的饮用水源保护区 1 处。

本工程跨越的生态敏感区、生态保护红线见表 2.5- 1~表 2.5- 2 表 2.5- 1，线路与敏感区的位置关系见附图 5~附图 10。

表 2.5-1 本工程跨越的生态敏感区

序号	类别	名称	行政区	级别	保护范围	批复情况	主管部门	主要保护对象或类型	与本项目的 位置关系	备注
1	自然保护区	沿海省级防护林自然保护区	烟台市 海阳市	省级	保护区总面积 35913 hm ² ，其中，核心区面积 4515 hm ² ，缓冲区面积 4334 hm ² ，实验区面积 27064 hm ² 。	国务院，国办函（2009）92 号	山东省 林业局	/	一档跨越实验区，长度 2×0.3km	
2	湿地公园	莱阳五龙河省级湿地公园	烟台市 莱阳市	省级	保护区总面积 1364.7hm ² 。其中，生态保育区面积 953.15 hm ² ，恢复重建区面积 345.05hm ² ，宣教展示区 37.46hm ² ，合理利用区 20.52hm ² ，管理服务区 8.52hm ² 。	国家林业和草原局，林湿发（2017）151 号	山东省 林业局	湿地资源、野生动物及其栖息地	一档跨越恢复重建区，长度 2×0.28km。	莱阳五龙河省级湿地公园与五龙河鲤国家级水产种质资源保护区位置重叠
3	水产种质资源保护区	莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区	烟台市 莱阳市	国家级	五龙河鲤国家级种质资源保护区位于莱阳市五龙河流域，总面积 866.178hm ² ，其中核心区面积 370.169hm ² ，实验区面积 496.009hm ² ，保护区特别保护期为每年的 4 月-6 月。	农办渔（2013）56 号	农业 农村部	五龙河鲤	一档跨越核心区，长度 2×0.28km	

表 2.5-2 本工程跨越的生态保护红线

行政区划	生态保护红线名称	生态保护红线类型	跨越生态保护红线长度（km）	立塔数量	备注
山东省烟台市 海阳市	胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线	生物多样性维护	1×0.113	一档跨越	/
山东省烟台市 莱阳市			2×0.28	一档跨越	与莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区位置重叠
小计			0.673km		

表 2.5-3 本工程评价范围内的生态敏感区

序号	名称	行政区	保护对象	级别	与本项目的位 置关系
1	烟台娘娘山地方级森林自然公园	烟台市莱阳市	森林风景资源和生物多样性	市级	线路北侧约 0.21km

2.5.2 水环境敏感目标

本工程不涉及已批复的饮用水水源保护区等水环境敏感目标，但跨越规划中的白沙河饮用水源保护区，跨越情况见表 2.5-4。

表 2.5-4 本工程跨越的饮用水水源保护区

序号	名称	行政区	与本项目的位 置关系	备注
1	白沙河饮用水源保护区（规划）	山东省烟台市海阳市	线路一档跨越准保护区， 跨越长度 0.04km	规划的饮用水源保护区（未批复）

本工程评价范围内的饮用水水源保护区见表 2.5-5。

表 2.5-5 本工程评价范围内的饮用水水源保护区（评价范围内）

序号	名称	行政区	与本项目的位 置关系
1	祥东村集中式饮用水水源	山东省烟台市海阳市行村镇	线路南侧约 0.25km
2	英武店村集中式饮用水水源	山东省烟台市海阳市行村镇	线路东北侧约 0.3km

2.5.3 电磁和声环境敏感目标

本项目线路评价范围内共计有 20 处电磁环境敏感目标和 17 处声环境敏感目标，共计 85 户。本工程电磁和声环境敏感目标情况详见表 2.5-6。线路与敏感目

标的位置关系见附图 4。

2.5.4 海洋环境敏感目标

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态功能与价值较高，且遭受损害后较难恢复其功能的海域，分为重要敏感区和一般敏感区。重要敏感区主要包括依法依规划定的国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域。一般敏感区主要包括河口、海湾、海岛，重要水生生物天然集中分布区、栖息地及产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道（以下简称“三场一通道”），特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等），水产种质资源保护区，海洋自然人文历史遗迹和自然景观等。海洋环境敏感目标见表 2.5-7。

2.6 评价重点

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），各要素评价等级在二级及以上时，应作为评价重点。

根据本工程的环境影响评价工作等级，本工程评价重点为生态环境、电磁环境、声环境影响、海洋环境及环境保护对策与措施。

表 2.5-6 本工程 1000kV 交流输电线路电磁和声环境敏感目标

序号	行政区	位置	功能	评价范围 内户数	建筑物楼 层及结构	建筑物 高度	最近建筑物 楼层及结构	与工程的最近 位置关系	环境影 响因子	架线方式
1	莱阳市穴 坊镇	程格庄村	住宅*	1	1 层平顶	3m	1 层平顶	L 线 N8m	E、B、N	单回路
2		永安村	住宅	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 S24m	E、B、N	两单并行 （外侧）
			看护房*	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 N11m	E、B、N	两单并行 （外侧）
3		西富山村	看护房	4	1 层坡顶	3m	1 层平顶	R 线 N8m	E、B、N	单回路
			住宅*	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 N14m	E、B、N	单回路
4		佳威铝木门窗 生产基地	工厂*	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 S28m	E、B	单回路
5		东富山村	住宅*	8	2 层平顶	6m	1 层坡顶	R 线 N23m	E、B、N	单回路
6	莱阳市高 格庄镇	湾头村	看护房*	5	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 WS8m	E、B、N	两单并行 （外侧）
			住宅	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 NE34m	E、B、N	两单并行 （内侧）
7		东曲坊村	看护房*	5	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 N11m	E、B、N	单回路与 500kV 核 神线路并 行（外侧）
8	莱阳市羊 郡镇	北道头村	住宅*	1	1 层平顶	3m	1 层平顶	L 线 N50m	E、B、N	单回路
9		翟家庄村	住宅*	6	1 层坡顶、 平顶	3m	1 层坡顶	R 线 N11m	E、B、N	单回路
			看护房	1	1 层坡顶	3m	1 层平顶	R 线 N27m	E、B、N	单回路
10		后羊郡村	看护房*	5	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 S12m	E、B、N	单回路

序号	行政区	位置	功能	评价范围 内户数	建筑物楼 层及结构	建筑物 高度	最近建筑物 楼层及结构	与工程的最近 位置关系	环境影 响因子	架线方式
11	海阳市行 村镇	田村	看护房*	4	1 层平顶	3m	1 层平顶	L 线 WS8m	E、B、N	单回路
			住宅	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 S31m	E、B、N	单回路
12		祥东村	看护房*	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 WN39m	E、B、N	与 500kV 核神线路 并行（内 侧）
			看护房*	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 WN40m	E、B、N	与 500kV 核神线路 并行（内 侧）
			住宅	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 ES43m	E、B、N	单回路
13		西小滩村	住宅	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 S47m	E、B、N	单回路
			看护房*	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 N11m	E、B、N	单回路
14		泊子村	看护房*	3	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 N22m	E、B、N	单回路
15		行村一村	看护房*	3	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 S8m	E、B、N	两单并行 （内侧）
			养殖	1	1 层平顶	3m	1 层平顶	L 线 E29m	E、B、N	单回路
16		水发众兴海阳 水务有限公司	办公楼*	1	2 层坡顶	6m	2 层坡顶	R 线 N15m	E、B	单回路
17		英武店村	住宅*	13	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 NE11m	E、B、N	单回路
			看护房	1	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 ES28m	E、B、N	单回路
18		寺头村	看护房*	1	1 层平顶	3m	1 层平顶	L 线 E19m	E、B、N	单回路

序号	行政区	位置	功能	评价范围内户数	建筑物楼层及结构	建筑物高度	最近建筑物楼层及结构	与工程的最近位置关系	环境影响因子	架线方式
19		鲁岛村	看护房*	2	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	L 线 W18m	E、B、N	单回路
20	海阳市辛安镇	卓格庄村	看护房*	4	1 层坡顶	3m	1 层坡顶	R 线 S8m	E、B、N	两单并行（内侧）

1) 本工程环境敏感目标为根据当前设计阶段线路路径调查的环境敏感目标，可能随工程设计阶段的不断深化而变化，下同。

2) 工程拆迁范围的建筑物不列为环境敏感目标，不进行评价，下同。

3) “与工程的位置关系”指输电线路边导线地面投影距环境保护目标的最近水平距离，下同。

4) 影响因子释义：E—工频电场，B—工频磁场，N—噪声，下同。

5) 架线方式中“单回路”是指本期工程 2 条线路中对中间距大于 100m 架设段；“两单并行”指本期工程 2 条线路中对中间距小于 100m 架设段，其中“外侧”指敏感目标位于 2 条线路外，“内侧”指敏感目标位于 2 条线路间；“单回路与 500kV 核神线路并行”指本工程线路与已建 500kV 核神线中对中间距小于 100m 架设段，其中外侧”指敏感目标位于 2 条线路外，“内侧”指敏感目标位于 2 条线路间；

6) *为本工程电磁、噪声现状监测点位。

表 2.5-7 海洋评价范围内环境敏感目标及环境保护要求

类别	编号	名称	位置关系	距离(km)	保护要求
保护区	1	莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区	W	4.26	海水水质执行 GB3097-1997 一类标准、沉积物执行 GB18668-2002 一类标准、海洋生物质量执行 GB 18421-2001 第一类标准；
	2	山东海阳万米海滩海洋资源国家级海洋特别保护区	E	11.23	
生态保护红线	3	丁字湾湿地重要滩涂及浅海水域生态保护红线	S	0.97	
	4	烟台海阳万米海滩海岸侵蚀极脆弱区生态保护红线	E	13.2	
围海养殖	5	海阳市行村镇鲁岛村民委员会围海养殖	E 施工便道紧邻	距线路 0.39	海水水质达到 GB 3097-1997 中的第二类标准，沉积物达到 GB18668-2002 中的第一类标准，海洋生物质量执行 GB 18421-2001 第一类标准
	6	海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖	占用	占用	
	7	海阳市行村镇三里庄村民委员会围海养殖	W	0.06	
	8	海阳市辛安镇辛庄村村民委员会围海养殖	E	1.22	
	9	海阳市辛安镇大山所村民委员会围海养殖	N	1.07	
	10	海阳市辛安镇埠后村民委员会围海养殖	N	0.77	
	11	海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖	占用	占用	
	12	海阳市行村镇何家村民委员会围海养殖	W	0.26	
	13	青岛九方集团有限公司围海养殖	W	0.23	
	14	海阳市辛安镇南马家村民委员会围海养殖	S	0.47	
	15	海珍品围海养殖项目一期工程	SE	3.79	
	16	田横镇北雄崖所村委围海养殖	SE	5.39	

类别	编号	名称	位置 关系	距离 (km)	保护要求
开放式养殖	17	李仁文浅海底播养殖	SE	6.58	
	18	山东海益宝水产股份有限公司滩贝养殖	E	12.04	
海岛	19	鲁岛	E	0.83	海岛生态系统和周边地形地貌
	20	麻姑岛	W	3.91	
	21	白马岛	SW	6.27	
	22	海阳鸭岛	S	4.51	
	23	栲栳东岛	SE	7.56	
	24	香岛	W	12.93	

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目一般特性

本工程主要建设内容包括：新建 2 回中核 CX 核电站～海阳西开关站 1000kV 线路，均采用单回路架设，线路起于烟台海阳市境内的中核 CX 核电站，止于烟台莱阳市境内拟建的 1000kV 海阳西开关站。新建线路长度约 2×41km，线路途经烟台市海阳市（2×19km）、烟台市莱阳市（2×22km）。

拟建的 1000kV 海阳西开关站属于烟威 1000 千伏特高压交流输变电工程，不属于本项目内容，本次不作评价。

本工程的一般特性见表 3.1- 1，工程地理位置示意图见附图 1。

表 3.1- 1 工程一般特性表

工程名称		中核 CX 核电送出工程
建设地点		山东省烟台市海阳市、莱阳市
建设性质		新建
建设内容		中核 CX 核电站-海阳西开关站 1000kV 线路
中核 CX 核电—海阳西开关站 1000kV 线路	电压等级	1000kV
	线路长度	新建线路长度约 2×41km
	导线和地线型号	导线采用 8×JL1/LB20A-630/45 铝包钢芯铝绞线。 本工程“三跨”段地线采用两根 OPGW-170 复合光缆，其余段地线采用一根 OPGW-170 复合光缆和一根 JLB20A-170 铝包钢绞线。
	杆塔型式	单回路直线塔采用“IVT”串型酒杯塔 109 基，耐张塔采用干字型塔 52 基。
	塔基数	161 基，其中陆域 144 基，海域 17 基。
占地面积		永久占地 12.93hm ² 临时占地 42.38hm ²
工程总投资		84773 万元
环保投资		1350.5 万元
计划投产日期		2026 年 10 月

3.1.2 线路概况

线路起于烟台海阳市境内的中核 CX 核电站，止于烟台莱阳市境内拟建的

1000kV 海阳西开关站。新建线路长度约 $2 \times 41\text{km}$ ，均采用单回路架设。线路途经烟台市海阳市（ $2 \times 19\text{km}$ ）、烟台市莱阳市（ $2 \times 22\text{km}$ ）。其中线路在陆域长度为 $2 \times 35.4\text{km}$ ，在海域长度为 $2 \times 5.6\text{km}$ 。

本工程 1000kV 主线路在各行政区内的路径长度见表 3.1-2，陆域和海域内路径长度见表 3.1-3。

表 3.1-2 本工程 1000kV 输电线路途经行政区域线路长度一览表

序号	市	长度 km	县（区）	长度 km
1	烟台市	2×41.0	莱阳市	2×19.0
2			海阳市	2×22.0

表 3.1-3 本工程 1000kV 输电线路途经陆域、海域线路长度一览表

序号	区域	长度 km
1	陆域	2×35.4
2	海域	2×5.6

3.1.3 推荐路径方案描述

线路自中核 CX 核电站向西出线后，穿越华能光伏场（规划）后右转向西北架设，穿越融进光伏场（规划）后右转向东北架设，穿越锐阳光伏场（规划）后向北架设，跨越烟台沿海防护林省级自然保护区、潍荣高铁、威青高速公路，向西跨越白沙河，此后向西经周家庄村南，跨越 500kV 核神 I、II 线，在东羊郡村北再次跨越潍荣高铁，平行 500kV 核神 I、II 线向西走线，在桥头村北跨越 500kV 核神 I、II 线，向西跨越五龙河、S209 省道、500kV 崂山-莱阳线路，在教各庄村北转向西北，接入海阳西开关站。本工程线路路径图见附图 2。

3.1.4 导线和地线

本工程全线均为 10mm 冰区，基本风速包括：27m/s、29m/s；海拔高度均小于 2000m。

（1）导线

导线推荐采用 8×JL1/LB20A-630/45 铝包钢芯铝绞线，分裂间距 400mm。

（2）地线

本工程“三跨”段地线采用两根 OPGW-170 复合光缆，其余段地线采用一根 OPGW-170 复合光缆和一根 JLB20A-170 铝包钢绞线。

3.1.5 导线对地和交叉跨越距离

(1) 导线对地距离

根据本工程设计资料和《1000kV 架空输电线路设计规范》(GB50665-2011), 本工程输电线路导线对地面的最小距离应符合表 3.1-4 规定的数值。

表 3.1-4 1000kV 输电线路导线最小对地距离

场所		垂直距离 (m)	计算条件
		单回路	
居民区		27	导线最大弧垂
非居民区	农业耕作区	22	导线最大弧垂
	人烟稀少的非农业耕作区	19	导线最大弧垂
交通困难区		15	导线最大弧垂
步行能达的山坡峭壁、岩石的净空距离		13	导线最大风偏
步行不能到达的山坡峭壁, 岩石的净空距离		11	导线最大风偏
对林区考虑树木自然生长高度的垂直距离		14	导线最大弧垂
对绿化区防护林带的净空距离		10	导线最大风偏
对果树、经济作物, 城市绿化灌木、 城乡行道树木的垂直距离		16	导线最大弧垂

注: 根据《1000kV 架空输电线路设计规范》, 居民区是指工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇等人口密集区; 非居民区指居民区以外地区。

(2) 交叉跨越

本工程与铁路、道路、河流等交叉最小垂直距离应符合表 3.1-5 规定。

表 3.1-5 1000kV 输电线路与铁路、道路、河流等交叉最小垂直距离

跨越物名称		最小垂直或净空距离
		单回路
铁路	至轨顶	27
	至承力索或接触线	10 (杆顶 16)
公路	至路面	27
通航 河流	至五年一遇洪水位	14
	至最高航行水位桅顶	10
	至最高航行水位	24

跨越物名称		最小垂直或净空距离
		单回路
不通航河流	至百年一遇洪水位	10
	冬季至冰面	22
电力线	至导线或避雷线	10
	至杆顶	16
通信线		18
建筑物	最小垂直距离	15.5
	最大风偏情况下最小净空距离	15
架空特殊管道		18

3.1.6 杆塔和基础

(1) 杆塔

本工程单回路直线塔推荐采用“IVT”串型酒杯塔，耐张转角塔推荐采用干字型塔，具体塔型图见附图 17。

本工程 1000kV 输电线路全线共用铁塔 161 基，包括直线塔 109 基，耐张塔 52 基。其中陆域 144 基，海域 17 基。

(2) 基础

全线基础因地制宜采用灌注桩基础、挖孔基础、嵌岩桩基础。

3.1.7 主要交叉跨越

本工程不跨越油气管线设施，全线的主要交叉跨越情况见表 3.1-6。

表 3.1-6 本工程 1000kV 交流线路重要交叉跨越一览表

跨越项目	跨越次数	备注
500kV 电力线	2 条共 4 次	500kV 核神 I/II 线（2 次）、500kV 崂山-莱阳（2 次）
220kV 电力线	3 条共 6 次	220kV 桃辛/锐桃线（2 次）、220kV 桃五线（2 次）、220kV 神牵线/神五 II 线（2 次）
110kV 电力线	3 条共 6 次	110kV 龙丁线/丁湾 I 线（2 次）、110kV 行村线（2 次）、110kV 龙丁线/龙郡线（2 次）
高速铁路	2 处共 3 次	潍荣高铁
高速公路	1 处共 2 次	G1813 威青高速
省道	2 处共 4 次	S202 省道（二级公路、2 次）、S209 省道（二级公路、2 次）
县乡道	6 处共 12 次	X091 县道（一级公路、4 次）、X091 县道（2 次）、X089 县道（2 次）、X080 县道（2 次）、X082 县道（2 次）、Y024 乡道（2 次）

跨越项目	跨越次数	备注
较大河流（不通航）	7 处共 14 次	白沙河（2 次）、英武店河（2 次）、五龙河（2 次）、王埠河（2 次）、贤友河（2 次）、羊郡河（2 次）、朱皋河（2 次）

3.1.8 线路并行情况

本工程 1000kV 线路路径全长 2×41km，两个单回路平行走线，本工程的 2 条中对中间距小于 100m 的总长度约为 8.9km，最小并行间距 90m。

本工程输电线路与 500kV 核神 I/II 线并行总长度约 4.7km，最小并行间距 80m。本工程线路并行情况见表 3.1-7。

表 3.1-7 本工程输电线路与其他 330kV 及以上交流线路并行情况

序号	并行线路名称	并行线路最近中心距离（m）	并行段长度（km）	并行段行政区划
1	500kV 核神 I/II 线	80	4.7	山东省烟台市海阳市、莱阳市
2	本工程 2 条线路并行	90	8.9	山东省烟台市海阳市、莱阳市
3	本工程 2 条线路同时与 500kV 核神 I/II 线并行	90	120	山东省烟台市莱阳市

3.1.9 与其他线路的交叉跨越情况

本工程输电线路与其他电力线（电压等级 330kV 及以上）的交叉跨越情况见表 3.1-8。

表 3.1-8 本工程输电线路与其他 330kV 及以上交流线路的交叉跨越情况

序号	交叉跨越线路名称	电压等级	交叉次数	交叉形式	架线形式		交叉地点
					本工程	交叉线路	
1	500kV 核神 I/II 线	500kV	2	跨越	单回路	同塔双回	莱阳市东曲坊村西南、海阳市祥东村东北
2	500kV 崂山-莱阳线	500kV	2	跨越	单回路	单回	莱阳市程格庄村东北
							
与 500kV 核神 I/II 线跨越处现状					与 500kV 崂山-莱阳线跨越现状		

3.2 项目占地及土石方

3.2.1 项目占地

(1) 生态敏感区内占地

本工程线路跨越沿海防护林省级自然保护区（海阳段）1 次、莱阳五龙河省级湿地公园（莱阳市五龙河鲤国家级水产种子资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳境内））1 次、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳境内）1 次，均采用架空线路一档跨越，敏感区内不立塔，不设置牵张场地和施工便道等临时占地。

(2) 工程占地

根据设计提供的塔基根开等设计资料，本工程永久占地为线路塔基占地，临时占地主要包括施工场地、牵张场、临时道路、跨越施工场地等占地。本工程总占地 55.31hm^2 ，其中永久占地 12.93hm^2 ，临时占地 42.38hm^2 。以海域、乔木林地、果园、旱地、公共设施用地为主。

本工程土石方总量为 32.59万 m^3 ，总挖方 11.17万 m^3 （其中表土剥离量 2.08万 m^3 ），总填方 21.42万 m^3 （其中表土回覆量 2.08万 m^3 ），借方 10.25万 m^3 ，土方来源为中核山东核能有限公司中核 CX 核电工程。本工程无弃土，剥离表土及开挖土全部回覆利用。

表 3.2-1 工程征占地情况统计表

项目分区		海域		陆域								征地属性		按行政区分类		总计
				林地		园地		耕地		公共管理与公共服务用地						
		水面上	水面以下	乔木林地		果园		旱地		公用设施用地						
				永久	临时	永久	临时	永久	临时	永久	临时	永久	临时	海阳市	莱阳市	
缓坡丘陵 区	塔基及塔基施工区			0.77	2.06	0.70	2.00	5.59	17.23	0.09	0.28	7.15	21.57	11.31	17.41	28.72
	牵张场地区								6.00				6.00	2.64	3.36	6.00
	跨越施工场地区				0.40		0.22		1.50				2.12	1.02	1.10	2.12
	施工道路区				1.13		0.84		10.72				12.69	5.85	6.84	12.69
	小计			0.77	3.59	0.70	3.06	5.59	35.45	0.09	0.28	7.15	42.38	20.82	28.71	49.53
海域	塔基及塔基施工区	0.11	3.18									0.11		0.11		0.11
	施工道路区	5.67										5.67		5.67		5.67
	小计	5.78	3.18									5.78		5.78		5.78
总计		5.78	3.18	0.77	3.59	0.70	3.06	5.59	35.45	0.09	0.28	12.93	42.38	26.60	28.71	55.31

表 3.2-2 土石方平衡及流向

单位: 万 m³

分区		分类	开挖	回填或 回覆	调入方		调出方		借方		弃方	
					数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
缓坡丘陵区	塔基及塔基施工区	表土	2.04	2.04								
		土石方	3.20	3.20								
		小计	5.24	5.24								
	施工道路区	表土	0.04	0.04								
		土石方	0.88	0.88								
		小计	0.92	0.92								
海域	塔基及塔基施工区	表土										
		土石方	5.01	4.21			0.80	海域施工道路区				
		小计	5.01	4.21			0.80					
	施工道路区	表土										
		土石方		11.05	0.80	海域塔基及 塔基施工区			10.25	中核山东核能有限公司中核 CX 核电工程		
		小计		11.05	0.80				10.25			
工程总计		表土	2.08	2.08								
		土石方	9.09	19.34	0.80		0.80		10.25			
		小计	11.17	21.42	0.80		0.80		10.25			

3.3 施工工艺和方法

3.3.1 陆域施工工艺和方法

本工程施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。

（1）施工组织

1) 施工场地布设

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，施工放线牵引的牵张场布置，另外是跨越铁路、公路、高架线路等重要设施的施工场地。

2) 施工材料运输

本工程大型设备运输尽量利用项目沿线已有的高速公路、国道、省道、县道。当现有道路不能满足工程设备和材料运输要求时，需要在原有的乡、村道路上拓宽或加固以满足运输要求，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易道路。山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，可采用施工索道运输材料，减少因修建施工道路引起的水土流失及树木砍伐。

3) 施工力能供应

线路工程施工过程中用电采用自备小型柴油发电机提供施工电源。线路工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中根据塔基周边水源情况确定取水方案，塔基附近有水源的，可就近取用，如塔基附近无任何水源，则可考虑采用水车就近输送水源来满足施工用水。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的城市通讯设施，通常采用无线电通信方式。

（2）施工工艺流程及方法

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、铁塔组立、架线几个阶段；采用机械施工与人工施工相结合的方法进行。

1) 基础施工

在基础施工中按照设计要求进行施工，特别注意隐藏部位浇制和基础养护，专职质检员必须严把质量关，逐基对基础进行验收。

在基础施工阶段，基面土方开挖时，施工单位要注意铁塔不等腿及加高的配置情况，结合现场实际地形进行，不贸然大开挖。开挖基面时，上坡边坡一次按

规定放足，避免在立塔完成后进行二次放坡。当减腿高度超过 3m 时，注意内边坡保护，尽量少挖土方，当内边坡放坡不足时，需砌挡土墙。尽量缩短基坑暴露时间，一般随挖随浇基础，同时做好基面及基坑排水工作，保证塔位和基坑不积水。对于嵌岩桩基础的基坑开挖，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不采用大开挖、大爆破的方式，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。

本工程线路海阳段涉及部分滨海滩涂区域，根据现阶段设计资料，结合滨海滩涂区域面积大小和所处位置综合考虑，杆塔基础施工主要采用以下两种工艺：

2) 铁塔组立

铁塔组立按照线路施工规范要求进行施工。工程铁塔组立施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。线路杆塔组立及接地工程施工流程见图 3.3- 1。

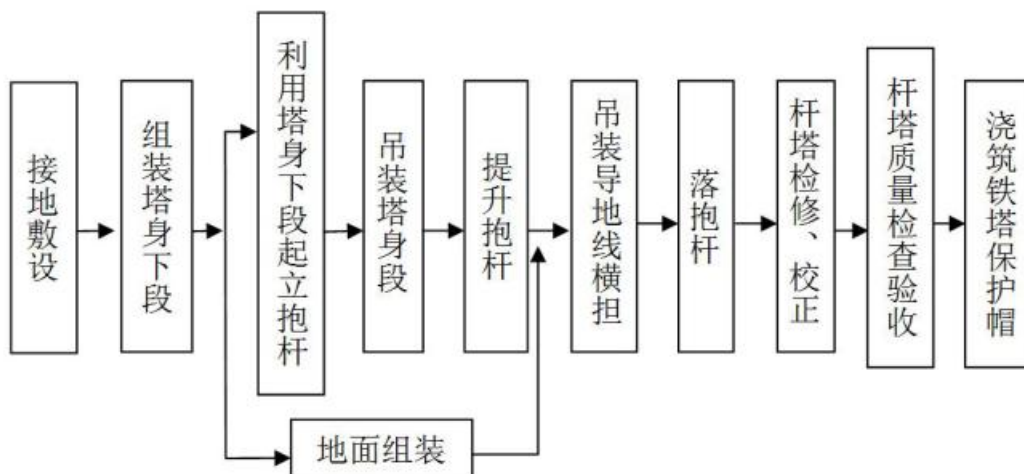


图 3.3- 1 输电线路铁塔组立及接地工程施工流程图

3) 架线

输电线路施工目前国内外普遍采用张力架线方式，该方法是指利用牵引机、张力机等施工机械展放导线，使导线在展放过程中离开地面和障碍物而呈架空状态，再用与张力放线相配合的工艺方法进行紧线、挂线及附件安装等。在展放导线过程中，展放导引绳需由人工完成，导引绳一般为尼龙绳，重量轻、强度高，在展放过程中仅需清理出很窄的临时通道，对树木和农作物等造成的影响很小，

且在架线工程结束后即可恢复到原来的自然状态。

采用上述的张力架线方法，由于避免了导线与地面的机械摩擦，在减少了对农作物、树木损失的前提下，也可以有效减轻因导线损伤带来的运行中的电晕损失及对周围环境的电磁环境影响强度。架线施工流程见图 3.3- 2。

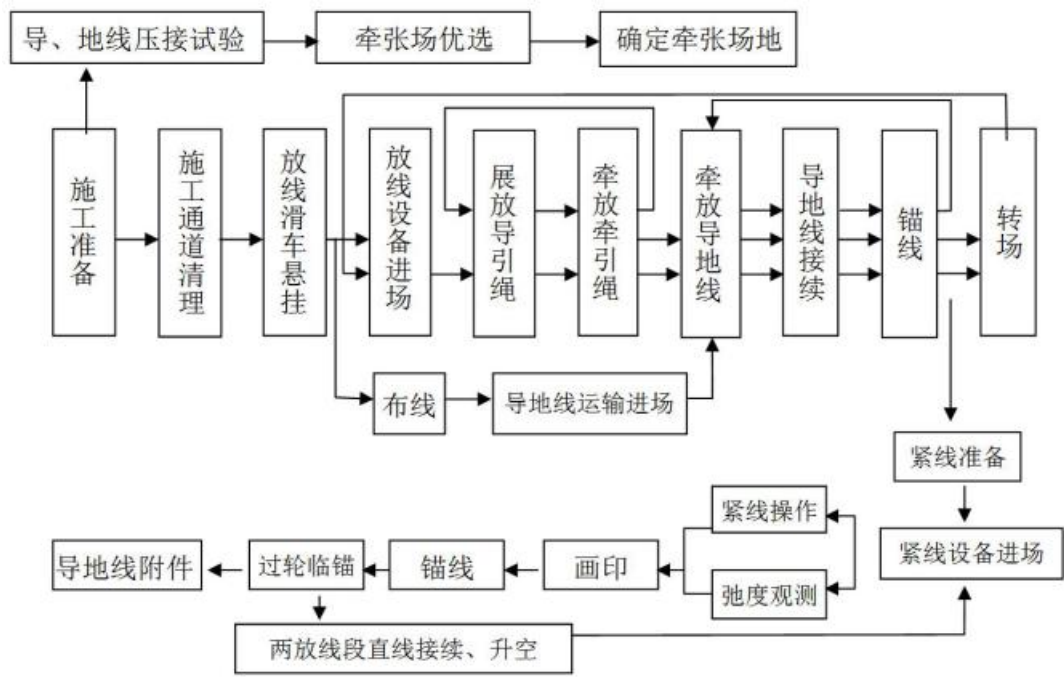


图 3.3- 2 输电线路架线施工流程图

3.3.2 海域施工工艺和方法

- (1) 海域施工进场方式
- 1) 适用于本工程的进场方式
- 因本工程所处海域水深较浅，池塘水深约 1.0-2.0m，因船舶及钢浮箱吃水深度较大，不适合利用船舶及钢浮箱进行物料及施工机械、器具的运输；填土修路及铺设钢板施工作业面平台成为本工程可行的进场方式。
- 2) 路面宽度的确定
- 施工道路路面宽度受进场机械宽度控制。进场大型机械主要有挖掘机、轮式运输车、旋挖（或冲孔）钻机、泵送混凝土罐车、起重机等，上述机械最大宽度约 3.5m。同时考虑养殖池塘进场路周边都是水面（非陆地）的特殊性，施工道路两侧按照比机械最大宽度各宽出 0.5m，因此，施工道路沿现有塘埂路一侧顺既有坡度拓宽，路面宽度按 4.5m 考虑。

施工道路拓宽处均位于现有围海养殖堤埂两侧区域，总长度为 6.4km 左右，平均宽度 4.5m 左右，高度 3.0m，项目建设完成后施工便道永久保留，可以方便线路投运后的运维检修，在线路投运后仍能发挥重要作用。

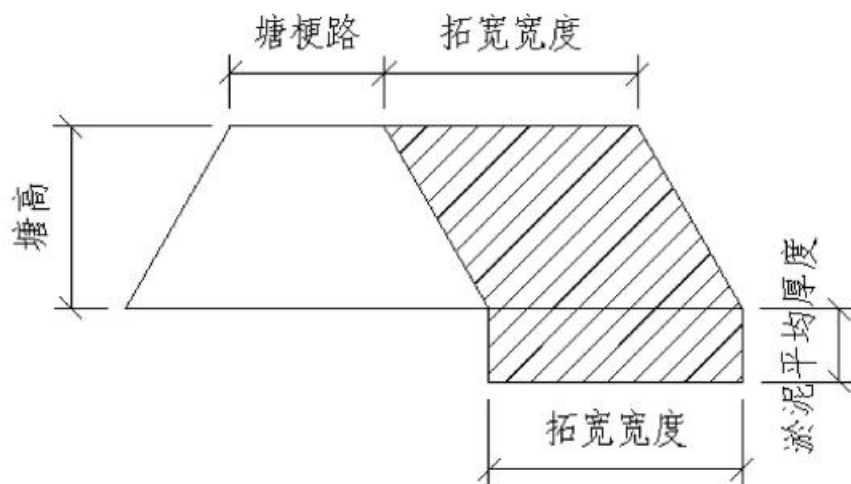


图 3.3-3 典型滨海滩涂水产养殖池施工道路示意图（按塘深 $H=2\sim 2.5\text{m}$ ）

（2）钢板施工平台修筑方案

钢板施工平台施工前将池塘中水全部排出，考虑到池塘底部淤泥并无承载力的客观情况，需要首先将池底淤泥（约 0.5m 厚）清除，淤泥挖至周边晾晒，然后在清理后的池塘底铺垫两层钢板形成具有一定承载能力的施工作业面平台，在此作业面上完成基础及杆塔施工，施工完成后前期清除的池底淤泥（约 0.5m 厚）平整施工区塘底。

（3）施工工艺和方法

1）整体工程施工工序

工程位于滨海滩涂养殖池塘区域，项目整体施工流程如下：

施工便道建设→施工平台搭建→基础施工机械就位→线塔基础施工→线塔组立→输电导线架设→主其他电气设备安装调试→施工建设场地恢复。

2）施工便道施工

项目施工便道施工较为简单，为常规施工方法，施工时在已有堤埂两侧或一侧拓宽 2-4m，采用土石方运输车直接填筑，挖掘机整平压实。

3）基础施工

施工场地整理→桩基定位→灌注桩成孔、浇注→基础垫层浇制→钢筋绑扎、预埋件排管等→基础立模→承台混凝土基础浇筑→混凝土养护→去除模板。

4) 铁塔组立与架线

与陆域工艺相同。

5) 钢板施工平台拆除

塔架及电线施工完成后，需对铺设的钢板施工平台进行拆除，并恢复至海域原貌。拆除过程采用挖掘机配合吊车进行，需注意保护塔基桩基不受影响。

3.4 主要经济技术指标

本工程总投资 84773 万元，其中环保设施及措施投资约 1350.5 万元，环保投资占工程总投资的 1.59%。

本工程计划于 2025 年 6 月开工，2026 年 10 建成投运，建设期 17 个月。

3.5 选址选线环境合理性分析

3.5.1 选址选线环境合理性

3.5.1.1 路径方案选择原则

(1) 根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、冰区、交通、林木、矿产、地震地磁台站、油气管线和其他障碍设施，以及交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

(2) 充分征求沿线政府及有关部门对路径方案的意见和建议，避开机场、军事设施、城镇规划、大型工矿企业及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

(3) 在经济合理的前提下尽量避开恶劣地质区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段，尽量避让特重冰区、微地形微气象区，林木密集覆盖区等。

(4) 合理利用现有国道、省道、县道及乡村公路，改善交通条件，方便施工和运行。

(5) 在路径选择中，应尽量避免城镇规划区和工业区、人口密集区，尽量减少房屋拆迁，减少对生态环境、群众生产、生活的影响，充分体现以人为本、保护环境意识。

(6) 减少交叉跨越已建送电线路，特别是高电压等级的送电线路，以降低

施工过程中的停电损失,提高运行的安全可靠。路径选择应充分考虑到特高压、500kV、220kV 等电压等级电力线的规划,既保证工程线路的经济合理,同时应兼顾同期或远期其他线路路径的走向。

(7) 综合协调本线路与公路、铁路及油气管线及其它设施之间的关系,统筹考虑线路路径方案。

(8) 根据海阳西开关站推荐站址与进出线规划,并考虑已建的中核 CX 核电站站址与进出线规划,合理考虑两站之间的路径规划。

3.5.1.2 单双回路方案选择

本项目线路回路数选择主要受核电送出安全性、电网系统安全、舞动影响、保障负荷、环境保护等多因素影响。同塔双回架线方式与 2 条并行单回路相比,存在如下问题:

从保证系统频率稳定及电压稳定的角度,山东电网负荷体量相对较小,主网架结构较薄弱,供电线路较长,稳定水平较低,因此发生电网故障对于系统供电安全影响较大。与此同时,山东地区随着新能源机组的大规模并网,目前已存在一定程度的电压支撑能力不足问题。

若本工程输电通道同塔双回架设(含部分同塔),发生倒塔、跨线等故障导致 2 回 1000 千伏线路同时退出运行,容易发生连锁故障导致系统崩溃,导致系统频率进一步降低,被迫切除大量负荷。同塔双回架设方案难以保障核电送出的安全性。

山东电网目前将负荷保供视为最优先保障的内容,任何情况下均不允许出现大面积失负荷情况,首先便是要保障系统频率稳定,避免因电网故障导致大规模切机、切负荷,同时保证系统电压稳定。

本项目输电通道全线采用单回路架设,发生倒塔故障后仅 1 回 1000 千伏线路退出运行,无需采取切机、切负荷等安全控制措施,对于系统安全稳定影响明显小于同塔双回方案。因此,从保证系统频率稳定及电压稳定的角度来看,在线路实施具备条件的情况下,应该采用单回路方案。

3.5.1.3 海域架设方式选择

本项目海域部分为滩涂养殖区,不涉及海面,不具备修建 GIL 管廊条件,同时由于国内尚无 1000kV 特高压线路采用海底电缆布设的案例及技术条件,因

此本项目海域段采用架空线路方式唯一。

3.5.1.4 线路路径方案选择

根据海阳西 1000kV 开关站、中核 CX 核电站位置，线路路径整体呈东西方向走线，受中核 CX 核电站平面布局及光伏发电影响，西侧与光伏发电之间空间狭窄不具备走线条件，本期出线必须向西在丁字湾海域走线。结合航空线两侧的主要影响因素和沿线政府意见，本工程线路拟定了南、北两个路径方案。结合中核 CX 核电站的平面布置及出线规划，本工程线路由 CX 核电站西北侧出线，若在航空线南侧选线则距离莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区较近，保护区内大部分区域保持着未开发的原始状态，生态功能十分重要，且在进入中核 CX 核电站前需要穿越更长距离的生态保护红线。因此在规划选线阶段，在尽量减少大范围占用海域的前提下，在航空线北侧拟定南、北 2 条路径方案。受线路两侧矿区、文物遗址、新能源规划以及城镇（村庄）规划等限制性因素影响，两方案均不可避免的湿地公园、自然保护区等生态敏感区。

（1）南方案（推荐方案）

详见“3.1.3 推荐路径方案描述”。

（2）北方案（比选方案）

线路路径从中核 CX 站出线后，向北沿海域边界走线，至辛庄村向西至桃林村南向北，跨越 220kV 线路、莱荣高铁、G1813 威青高速至英武店村南向西北，跨越 500kV 海光送出线路、S202 省道、白沙河、500kV 核神 I、II 线、莱荣高铁至东薛村南，向西南至湾头村西，向西跨越五龙河、220kV 线路、S209 省道、500kV 唠莱线至西大格庄南，向北接入海阳西开关站。

本项目线路路径比选方案见图 3.5-1。



图 3.5-1 线路路径比选方案示意图

(3) 方案比选

表 3.5-1 线路路径局部方案综合比选表

项目	南方案（推荐方案）	北方案（比选方案）	比选结果
长度（km）	2×41	2×43	南方案优
架设方式	单回路	单回路	相同
杆塔数量	161	165	南方案优
经过行政区	烟台市海阳市、莱阳市	烟台市海阳市、莱阳市	相同
曲折系数	1.27	1.27	相同
海拔高度	0~300m	0~300m	相同
地形划分	平地：23% 丘陵 63% 河网/泥沼： 14%	平地：23% 丘陵 63% 河网/泥沼： 14%	相当
交通及运输条件	交通良好，涉滨海滩涂区域交通较差	交通良好，涉滨海滩涂区域交通较差	相当
房屋拆迁	房屋 21300m ²	房屋 25120m ²	南方案优
涉及的生态敏感区	跨越沿海省级防护林自然保护区 0.6km（2×0.3km）、跨越莱阳五龙河省级湿地公园/五龙河鲤国家	跨越沿海省级防护林自然保护区 0.6km（2×0.3km）、跨越莱阳五龙河省级湿地公园/五龙河鲤	南方案优

项目	南方案（推荐方案）	北方案（比选方案）	比选结果
	级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）0.56km（2×0.28km）、跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）1×0.133km、跨越规划的白沙河饮用水水源保护区准保护区 0.04km。	国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）0.56km（2×0.28km）、跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）1.157km（0.793km+0.367km）、跨越规划的白沙河饮用水水源保护区二级保护区约 0.4km（2×0.2km）、准保护区 2.96km（2×1.48km）。	
地方政府意见	均已取得相关部门原则同意意见。	均已取得相关部门原则同意意见。	相同
电磁和声环境敏感目标数量	电磁环境敏感目标 21 处、声环境敏感目标 19 处	电磁环境敏感目标 27 处、声环境敏感目标 23 处	南方案优

1）从工程技术经济角度

通过对比，从工程技术经济的角度，南、北方案的曲折系数、地形条件、交通条件基本相似。但南方案在路径长度短 2×2km，且杆塔数量少 4 基，占地更少。北方案线路两侧养殖及看护用房较多，涉及拆迁数量更大，协调难度更大。

因此，从工程技术经济角度考虑，南方案路径更优。

2）从生态环境保护角度

南、北方案均一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）、莱阳五龙河省级湿地公园、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，但北方案较南方案跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线长度增加约 597m，且南方案采用一档跨越的方式跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，而北方案需在生态保护红线内立塔 2 基。另外南方案仅 1 条线路一档跨越规划的白沙河饮用水水源保护区的准保护区，跨越长度 0.04km，而北方案 2 条线路同时跨越水源保护区的二级保护区，跨越长度约 200m，穿越准保护区 1.48km，立塔 4 基，对水源保护区影响更大。另外北方案的电磁环境敏感目标增加 6 处、声环境敏感目标增加 4 处。因此，从生态环境保护角度考虑，南方案路径更优。

综上所述，南方案在工程技术经济、生态环境保护层面较优，本工程路径方案推荐采用南方案。

3.5.2 与国家政策、规划的相符性分析

3.5.2.1 与国家产业政策的相符性分析

本工程为 1000kV 特高压输变电工程，属于国家发展和改革委员会令第 7 号发布的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“新型电力系统技术及装备：1000 千伏及以上交流输变电”类项目，属于“鼓励类”，符合国家产业政策。

3.5.2.2 与电网规划的相符性分析

根据《“十四五”电力发展规划中期滚动调整意见》（发改能源〔2023〕1688 号）中核 CX 1000kV 交流线路工程已纳入国家规划。该工程建成后，将保障中核 CX 核电站的电力外送需要，进一步完善山东省特高压骨干网架。

3.5.3 与地方城乡规划的相符性分析

本项目在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及自然资源等部门的意见，对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；同时避开了居民集中区、海洋特别保护区、风景名胜区等环境敏感区。本工程已取得工程所在地自然资源、林草等主管部门对线路路径选线的原则同意意见，本工程建设与沿线区域的城乡规划不冲突。沿线主管部门意见落实情况见表 3.5-2。

表 3.5-2 本工程各主管部门意见落实情况一览表

序号	单位	协议意见和要求	对意见的落实情况
1	烟台市生态环境局	线路陆域范围涉及烟台市生态环境分区管控方案中的穴坊镇优先保护单元、行村镇优先保护单元及其他一般管控单元，海域范围涉及丁字湾鲁岛渔业用海区，不涉及饮用水水源保护区。请你单位落实烟台市生态环境分区管控要求，尽量避免穿越环境敏感区，确实无法避免的，应对路线方案进行唯一性论证，同时加强施工期的环境管理，配套建设相应的风险防范措施。同时，项目建设应符合自然保护地、生态保护红线有关法律法规和管理制度要求，我局将对相关情况做好生态环境监督工作落实上述要求的前提下，我局原则同意	项目符合环境管控单元相关管控要求，线路路径设计优化尽量减少穿（跨）越环境敏感区，无法避免的进行了方案比选和论证。见章节 3.5。
2	莱阳市自然资源和规划局	原则同意你单位报送的线路路径方案，提出以下回复意见： 1.该工程项目方案涉及穿越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，请依法依规办理相关手续。 2.该项目不涉及压覆矿。 3.该线路路径跨越莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区核心区。根据《中华人民共和国渔业法》《水产种质资源保护区管理暂行办法》《环境保护部农业部关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86 号）等相关规定，需开展专题论证。建议业主单位补充项目工程对保护区影响的专题论证报告，并经农业农村部渔业渔政管理局审查通过后，再予项目实施。 该项目经莱阳市国土空间规划委员会 2024 年第 4 次执委会会议审议通过，同意该项目选址。该项目主要涉及铁塔组立，无新增建设用地，符合山东省发展和改革委员会等 8 部门发布的《关于印发〈关于简化优化电网项目审批流程的实施意见〉的通知》（鲁发改基础〔2019〕1218 号）文件要求，符合经山东省人民政府批复同意的《莱阳市国土空间规划（2021—2035 年）》。	1.线路跨越生态保护红线，已按要求开展有限人为活动论证，并取得莱阳市自然资源和规划局的论证意见见附件； 2.项目已开展跨越五龙河鲤国家级水产种质资源保护区的专题论证，正在逐级报送审查。

序号	单位	协议意见和要求	对意见的落实情况
3	莱阳市林业局	原则同意你单位报送的调整后线路路径方案，复函如下： 1.该工程调整后线路路径在我市境内穿越五龙河省级湿地公园，开工前需依法办理占用（跨越）湿地公园相关手续。 2.该工程调整后线路路径不涉及我市辖区范围内的自然保护区，但是空中跨越部分林地、全口径湿地，如果新建塔基占用林地、全口径湿地，开工前需依法办理用地手续。	1. 项目已开展跨越五龙河省级湿地公园专题论证，并取得专家评审意见； 2. 建设单位开工前按规定办理相关占用林地、湿地手续。
4	烟台市生态环境局莱阳分局	1.原则同意你单位报送的线路路径方案。 2.线路路径方案未穿越沐浴水库及团旺千吨万人水源地保护区。 3.按照国家环境保护相关法律法规，开展相关环境影响评价工作。	/
5	海阳市自然资源和规划局	该工程部分线路位于生态保护红线内、自然保护区核心区外。项目施工前需按照《山东省自然资源厅山东省生态环境厅关于加强生态保护红线管理的通知》（鲁自然资发〔2023〕1号）要求，取得“符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”作为相关活动开展依据。	项目已按照相关要求开展了跨越生态保护红线有限人为活动论证，并取得了符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。见附件。
6	海阳市林业局	原则同意你单位报送的线路路径方案，具体复函如下： 1、该工程路径在我市境内跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）及部分林地，工程建设单位应按国家或地方有关规定办理相关手续； 2、线路施工所涉及林木采伐、林地使用等事项，建设开工前应按国家规定办理相关手续，按照国家相关规定标准进行赔偿，严禁未批先建	1.项目已开展跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）专题论证，正在组织审查。 2.建设单位按规定办理林木采伐、林地使用手续。
7	烟台市生态环境局海阳分局	原则同意你单位报送的线路路径方案，你单位应按照国家环境保护相关法律法规开展相关工作。	/

3.5.4 与生态敏感区相关法律法规相符性分析

本工程跨越的生态敏感区包括烟台沿海省级防护林自然保护区（实验区）、莱阳市五龙河省级湿地自然公园、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳段、海阳段）、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区（核心区）以及规划的白沙河饮用水水源保护区（准保护区）。

本工程评价范围内的敏感区包括祥东村集中式饮用水水源、英武店村集中式饮用水水源。

3.5.4.1 烟台沿海防护林省级自然保护区

（1）自然保护区概况

1) 地理位置及范围

烟台沿海防护林省级自然保护区位于烟台市境内，地理坐标在东经 $119^{\circ}37'1.85''\sim 121^{\circ}55'26.12''$ ，北纬 $36^{\circ}35'30.22''\sim 37^{\circ}49'46.05''$ 之间，北邻渤海，东、南靠黄海，西与青岛市、潍坊市接壤，东与威海市毗邻。涉及芝罘区、开发区、莱山区、高新区、牟平区、莱州市、招远市、龙口市、蓬莱市、海阳市和莱阳市，共计 11 个市、区。

2) 保护区成立批复

1998 年，烟台市人民政府以烟政函〔1998〕50 号文《关于建立烟台市沿海防护林自然保护区的批复》批准成立自然保护区。2006 年 6 月，山东省人民政府批准烟台沿海防护林自然保护区晋升为省级自然保护区，涉及芝罘区、莱山区、高新区、开发区、牟平区、龙口市、莱阳市、莱州市、蓬莱市、招远市、海阳市 11 个区（市）的沿海地段，包括海岸基干林带、适合发展基干林带的地段、入海河口湿地及近海岛屿防护林。经 2011 年及 2019 年两次调整后，最终确定保护区总面积为 14046.3hm^2 。

3) 保护对象和功能区划

烟台沿海防护林省级自然保护区是以保护森林生态系统为宗旨，集生物多样性保护、科研、宣传、教育、生态旅游和资源可持续利用为一体的森林生态系统类型自然保护区。

保护区主要保护对象为海岸生境下的黑松、刺槐森林植被及其生态系统、生物多样性、野生动植物资源。保护区总面积为 14046.3hm^2 ，其中，核心区面积

2329.6hm²，占保护区总面积的 16.59%；缓冲区面积 1160.2hm²，占总面积的 8.26%；实验区面积 10556.5 hm²，占总面积的 75.15%。

（2）本工程与自然保护区的位置关系

本工程 1000kV 线路一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）实验区，跨越长度为 2×0.3km，不立塔。

本工程与烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）的位置关系见图 3.5- 2。



图 3.5- 2 输电线路与烟台市沿海防护林省级自然保护区（海阳段）位置关系图

（3）路径不可避免性论证

根据中核 CX 核电站的平面布置及出线规划，本项目线路自中核 CX 核电站出线后须经过丁字湾海域总体向西走线，无法在保护区东侧进行绕行。若在新村镇西侧走线避让保护区（绕行方案 1），则需跨越包含危险化学品、易燃易爆等工业企业同时大范围穿越行村镇城镇开发边界，不满足当地规划要求。若从羊郡镇西侧避让自然保护区（绕行方案 2），不仅跨越羊郡镇城镇建成区、规划的渔光互补光伏发电区，同时大大增加海域使用范围，对海洋生态环境影响更大。线路跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）限制因素见图 3.5- 3。



图 3.5-3 线路跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）限制因素示意图

(4) 推荐方案环境合理性分析

推荐路径在考虑行村镇、羊郡镇的城镇开发边界以及新能源规划的前提下，一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）实验区，不在保护区范围内立塔，不会在地面形成阻隔，不会切断自然保护区内生境的连通性。

在施工期间将严格划定施工范围，严禁向自然保护区倾倒废水及固体废物等，同时加强对施工人员的环保培训。在严格落实污染防治措施的要求下，可有效减轻对自然保护区的影响。路径方案避开了城镇规划区及居民集中区，尽可能地缩短了线路路径长度和塔基数量，减小了房屋拆迁量和工程占地面积，最大限度地降低了对当地生态环境和电磁环境的影响。从环境保护角度分析，推荐路径方案合理。

同时根据《山东省自然保护地优化整合方案》（2023 年 4 月）、《烟台市自然保护地整合优化方案》（2023 年 3 月）、《海阳市自然保护地整合优化方案》（2023 年 4 月），自然保护地整合优化整合后该处自然保护区将调出自然保护地。

(6) 主管部门的意见

本工程线路跨越自然保护区的专题论证报告已完成，相关审批流程正在办理。根据《中核 CX 核电送出工程跨越烟台沿海防护林省级自然保护区生态影响专题

报告》（山东海美依项目咨询有限公司，2025 年 3 月），本工程建设和运行期应严格遵守生态环境保护要求，积极做好植被恢复和生态补偿工作，降低工程建设对区内生物物种和生态环境的影响。在采取相关生态保护措施后，本工程建设对烟台沿海防护林省级自然保护区的影响较小，可接受。

3.5.4.2 莱阳五龙河省级湿地自然公园（莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内））

线路跨越的莱阳五龙河省级湿地自然公园（恢复重建区）、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区（核心区）、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）分布重叠，本项目线路路径一档跨越，跨越长度 0.28km，本环评合并论述线路路径的环境合理性。

（1）莱阳五龙河省级湿地自然公园概况

1）地理位置及范围

莱阳五龙河省级湿地公园呈南北走向的狭长区域。规范范围主要为五龙河主干道及其支流蚰河、清水河，北起莱阳与栖霞交界处，南至五龙河入海口，地理坐标为东经 120°39'12.505"~120°50'45.198"，北纬 36°38'26.318"~37°8'18.309"，总面积 2273.8hm²。

2）功能分区

根据湿地公园的规划目标，在分析湿地公园自然资源和建设条件的基础上，将湿地公园各组成部分按其不同功能要求、不同发展序列有机组合，将湿地公园划分为保育区、恢复重建区、合理利用区 3 个功能分区，其中，生态保育区面积为 228.1hm²，占湿地公园面积比例 10.03%；恢复重建区面积为 272.3hm²，占湿地公园面积比例 11.98%；合理利用区面积为 314.1hm²，占湿地公园面积比例为 13.81%。

3）保护区成立批复

2005 年 5 月，莱阳市人民政府批准成立了五龙河县级湿地公园，2006 年 2 月五龙河湿地公园通过实际评审，原烟台市林业局以烟林发〔2006〕37 号文批准建立了市级湿地公园。2006 年 9 月 18 日，原山东省林业局以鲁林保字〔2006〕153 号文批准建立莱阳五龙河省级湿地公园，批复面积为 814.5hm²。

（2）莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区概况

1) 地理位置及范围

莱阳市五龙河鲤国家级种质资源保护区位于莱阳市五龙河流域,保护区特别保护期为每年的4月~6月。莱阳五龙河其上游有白龙河、蚬河、清水河、墨水河和富水河五大支流,汇集于五龙河口,即形成五龙河,其流向由北向南,最后流入大海,汇于丁字湾。保护区分为核心区和实验区。

2) 保护对象和功能区划

主要保护对象为五龙河鲤等。保护区总面积866.178hm²,其中核心区面积370.169hm²,实验区面积496.009hm²。

3) 保护区成立批复

2013年6月17日,原农业部以“农办渔〔2013〕56号”批准建立了五龙河鲤国家级种质资源保护区。

(3) 本工程与莱阳五龙河省级湿地自然公园(莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线(莱阳市境内))的位置关系

本工程线路一档跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园(莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线(莱阳市境内))跨越长度约2×0.28km,不立塔。项目与上述区3处敏感区的位置关系见图3.5-4。



图 3.5-4 本工程与莱阳五龙河省级湿地公园位置关系图

(4) 路径不可避让性论证

莱阳五龙河省级湿地自然公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）呈南北走向，长约 121km。而本工程线路结合中核 CX 核电站和海阳西开关站的选址，线路总体呈东西走向。

由于莱阳五龙河省级湿地公园南北跨度较大，若线路向北侧绕行完全避开湿地公园，需跨越莱阳市全境后进入海阳市境内再向东、向南接入中核 CX 核电站，预估线路长度增加 100 余公里，且曲折系数过大，不具备实施可行性。若从南侧绕行，线路将长距离跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）、距离莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区较近，对生态环境影响更大。因此，本工程一档跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园、五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）路径唯一。线路跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园（迁徙鸟类重要停歇地）、五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）限制因素见图 3.5- 5。



图 3.5- 5 线路跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）限制因素示意图

（5）环境合理性分析

采用一档跨越莱阳五龙河省级湿地公园的方式，不在保护范围内立塔，不会在地面形成阻隔，不会切断湿地公园内生境的连通性。且推荐路径总体路径最短，对生态环境影响最小。

在施工期间将严格划定施工范围，严禁向湿地公园倾倒废水及固体废物等，同时加强对施工人员的环保培训。在严格落实污染防治措施的要求下，可有效减轻对湿地公园的影响。从环境保护角度分析，推荐路径方案合理。

（6）主管部门的意见

本工程线路跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园的专题论证报告已完成并取得了专家评审意见，相关审批流程正在办理。

根据《中核 CX 核电送出工程跨越莱阳五龙河省级湿地公园生态影响专题报告》（山东海美依项目咨询有限公司，2025 年 3 月）中分析结论“本工程建设期和运行期应严格遵守生态环境保护要求，积极做好植被恢复和生态补偿工作，降低工程建设对区内生物物种和生态环境的影响。在采取相关生态保护措施后，从生态影响角度分析，本工程建设可行”。

本工程线路跨越五龙河鲤国家级水产种质资源保护区专题论证报告已完成，相关审批流程正在办理。根据《中核 CX 核电送出工程项目对五龙河鲤国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》（鲁东大学 2025 年 1 月）中分析结论“本工程在施工中不与保护区的水体直接接触，对保护区的水环境状况与生态功能影响较小，在全面落实环保措施和风险防范措施的前提下，对保护区影响在可承受范围内”

本工程线路跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内），已按照《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）《关于加强生态保护红线管理的通知》（鲁自然资字〔2023〕1 号）等文件要求，开展了生态保护红线内允许有限人为活动的论证，并取得莱阳市自然资源局关于本项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。

3.5.4.3 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》相符性分析

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》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。”

本项目输电线路采用一档跨越的无害化方式从空中通过莱阳五龙河鲤国家级水产种质,不在保护区范围内立塔,工程建设不会损害保护区功能。本项目按照水产种质资源保护区相关管理要求,编制了项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告。此外,工程将加强对施工队伍的管理和水域保护管理,不在保护区水域捕鱼,保护区两侧塔基附近划定施工范围,并制定相应的风险防范措施等保护措施的情况下,该项目的建设不会对跨越的水产种质资源保护区产生影响,因此项目建设与《水产种质资源保护区管理暂行办法》相符。

3.5.4.4 与《中华人民共和国自然保护区条例》的相符性

根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条:“在自然保护区的核心区和缓冲区内,不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内,不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施;建设其他项目,其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。”

本工程属于国家“十四五”电力发展规划中的国家重点建设项目,经多方案的路径方案比选和优化后,仍不可避免地跨越了烟台沿海防护林省级自然保护区(海阳段)实验区,输电线路跨越自然保护区段路径方案已取得地方主管部门出具的同意意见。在严格按照本环评报告书提出的各项污染防治和生态影响减缓措施后,可将工程建设对自然保护区的不利环境影响降至最低,对生态环境影响较小,工程建设与《中华人民共和国自然保护区条例》的相关要求不相冲突。

3.5.4.5 与《山东省地方级自然公园管理办法(试行)》等相关文件的相符性

根据《山东省地方级自然公园管理办法(试行)》第二十一条:“地方级自然公园范围内除国家和省重大项目外,仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动:(一)自然公园内居民和其他合法权益主体依法依规开展的生产生活及设施建设。(二)符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设。(三)符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设。(四)法律法规和国家政策允许在自然公园内开展的其他活动。”第二十二条:“在地方级自然公园内开展国家和省重大项目建设,第二十一条(三)(四)项的设施建设,自

然公园规划确定的索道、滑雪场、游乐场等对生态和景观影响较大的项目建设，以及考古发掘、古生物化石发掘、航道疏浚清淤、矿产资源勘查等活动，应当报经山东省自然资源厅（省林业局）同意。地方级自然公园所在地林业主管部门应加强对设施建设必要性、方案合理性、设施建设对自然公园影响等的审查，并组织专家论证。地方级自然公园管理单位应当加强对相关活动和设施建设的监督，督促有关单位和个人严格执行相关法律法规的规定，依法办理相关手续。”第二十三条：“地方级自然公园建设项目应当符合自然公园规划，国家和省重大项目除外。项目建设应当符合相关技术规范要求，坚持不占、少占和集约用地原则，严格控制建设项目规模和强度。”

本工程输电线路一档跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园，不占用自然公园内的土地，跨越施工过程中不在湿地公园管理范围内取水、排污，不会对自然公园及其生态功能产生破坏，属于符合生态保护红线管控要求的有限人为活动，符合《山东省地方级自然公园管理办法（试行）》等相关规定要求。

3.5.4.6 跨越生态敏感区、水环境敏感区协议情况

本工程跨越生态敏感区、水环境敏感区的路径方案均已取得相关行政主管部门的同意意见，协议情况详见表 3.5- 3。

表 3.5- 3 本工程跨越生态敏感区协议情况一览表

序号	敏感区名称	出文单位	文号或时间	协议意见	对意见的落实情况
1	莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区	莱阳市自然资源局	2024 年 11 月 6 日	该线路路径跨越莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区核心区。根据《中华人民共和国渔业法》《水产种质资源保护区管理暂行办法》《环境保护部农业部关于进步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发[2013]86 号)等相关规定，需开展专题论证。建议业主单位补充项目工程对保护区影响的专题论证报告，并经农业农村部渔业渔政管理局审查通过后，再予项目实施。	已开展专题论证报告编制，审批手续正在办理。
2	烟台沿海省级防护	海阳市林业局	2024 年 9 月 29 日	原则同意线路路径方案，该工程路径在我市境内跨越烟台沿海	已开展专题论证报告的

序号	敏感区名称	出文单位	文号或时间	协议意见	对意见的落实情况
	林自然保护区（海阳段）			省级防护林自然保护区（海阳段），工程建设应按国家或地方有关规定办理相关手续。	编制，建设单位正在办理相关审批手续。
3	莱阳五龙河省级湿地公园	莱阳市林业局	2024 年 10 月 30 日	原则同意线路路径方案，该工程路径在我市境内跨越五龙河省级湿地公园，开工前需办理占用（跨越）湿地公园相关手续。	已开展专题论证报告的编制，并取得了专家评审意见，相关审批手续正在办理。

3.5.5 与生态保护红线相关政策的相符性分析

本工程在分别烟台市莱阳市、海阳市境内跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线。

3.5.5.1 线路跨越生态保护红线不可避让性分析

（1）胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线概况

胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，主导生态功能为生物多样性维护。区内生态系统以森林生态系统为主。

（2）本项目与生态保护红线的位置关系

本项目线路跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）0.28km、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）0.113km，均一档跨越，不立塔。

跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内）为莱阳五龙河省级湿地公园，位置关系及不可避让分析与莱阳五龙河省级湿地公园相同，不做重复分析。

本项目与胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）的位置关系图 3.5- 6。

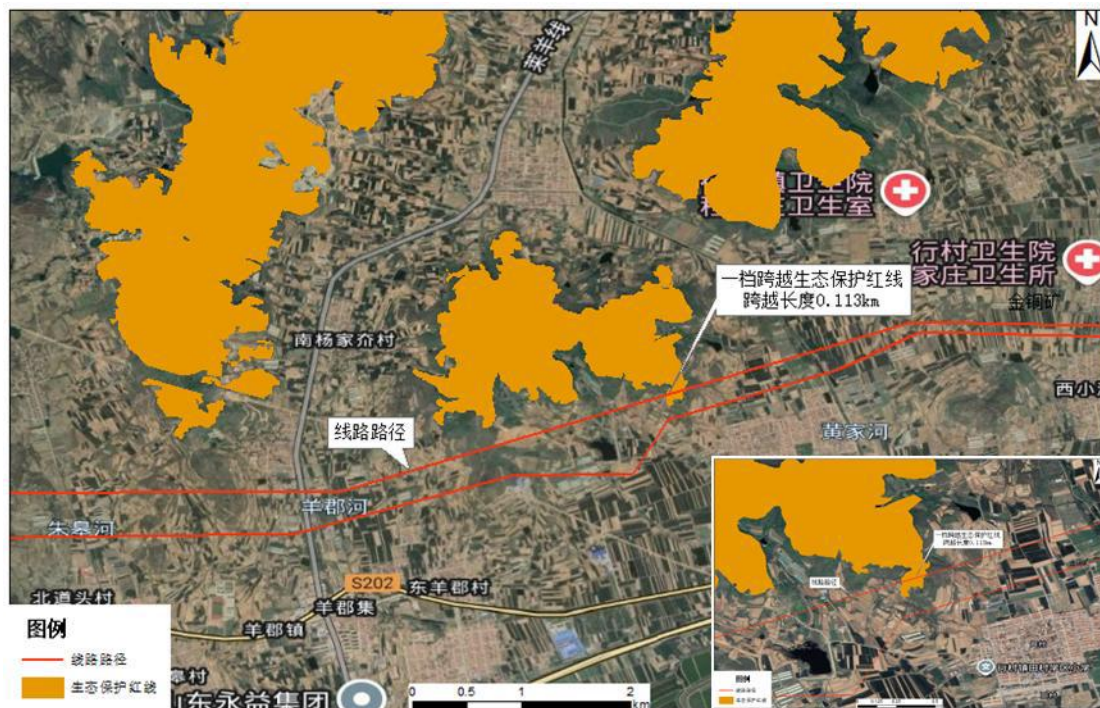


图 3.5-6 本工程与海阳市生态保护红线相对位置关系示意图

(3) 路径不可避免性分析

推荐路径方案该段基本平行于已建的 500kV 核神 I、II 线，为保证线路之间的安全距离必须跨越生态保护红线。该处生态保护红线在此处连续分布，且南北跨度较大。若向北绕行避让生态保护红线，预计增加线路长度约 30km，且沿线涉及大量的电磁和声环境敏感目标以及文物遗址。

线路若向南偏移避让生态保护红线，则需连续与已建的 500kV 核神 I/II 线进行交叉跨越，同时需要对祥东村和田村北侧的大量居民进行拆迁，协调难度较大。

若向继续向南绕行避让生态保护红线、祥东村和田村，则需在祥东村南侧狭窄的空间通过，且占用大面积的海域范围，对生态及海洋环境影响更大。

综合考虑，采用一档无害化跨越生态保护红线为最优路径。



图 3.5- 7 本工程与跨越海阳市生态保护红线不可避免限制性因素示意图

（4）推荐方案环境合理性分析

综合考虑以上限制性因素，推荐路径采用一档跨越，不在红线内立塔、设置临时施工场地，同时线路路径基本平行于已建的 500kV 核神 I、II 线，减少了线路走廊的开辟，环境影响较小。跨越红线处施工采取合理优化施工方案，禁止在生态保护红线范围内设置临时占地等措施后，项目对生态保护红线影响可降至最低。通过上述措施，本工程建设对生态保护红线的影响较小。因此从环境保护角度分析，推荐路径方案合理。

本工程线路跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内），已按照《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）《关于加强生态保护红线管理的通知》（鲁自然资字〔2023〕1 号）等文件要求，开展了生态保护红线内允许有限人为活动的论证，并取得海阳市自然资源局关于本项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。

3.5.5.2 与《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》的相符性分析

《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》（环环评〔2016〕150 号）中第一（一）条：“...除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、

航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。”

本工程属于长距离、跨区域、高电压等级的输电基础设施项目，不属于工业项目和矿产开发等污染型项目，不属于严控的开发建设活动，因此本工程建设符合环环评〔2016〕150号文的相关要求。

3.5.5.3 与《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》的相符性分析

根据《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》（环规财〔2018〕86号）中第二（五）条：“...对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化跨越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

本工程属于长距离、跨区域的线性基础设施项目，线路选线阶段在综合考虑地方规划、环境敏感区等多方限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。基于输电线路塔基呈点状间隔占地的特点，对不可避让跨越生态保护红线的线路段，采取一档跨越的方式，不在生态保护红线内立塔及占地、优化基础型式、优化施工工艺、加强施工期和运行期管理、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，可以无害化方式跨越生态保护红线，将项目建设对生态保护红线的影响降至最低，因此本工程建设与环规财〔2018〕86号文的要求相符。

3.5.5.4 与《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》的相符性分析

根据《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 厅字〔2019〕48号）中第二（四）条：“...生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：...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建设、防洪和供水设施建设与运行维护...”

本工程作为国家战略部署的重点线性基础设施项目，不属于开发性、生产性建设项目；项目在选址选线 and 设计阶段进行了多次优化调整，尽可能地避让了沿线的生态保护红线、国家公园、自然保护区、自然公园、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，但由于输电距离长、自然环境复杂、综合考虑地方规划、环境敏感区等多方限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。本工程已征得相关行政主管部门的同意意见，因此本工程建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2019〕48 号文的要求。

3.5.5.5 与《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）》的相符性分析

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）中第一（一）条：“...生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行...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...”第一（二）条：“加强有限人为活动管理，上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护区的，应征求林业和草原主管部门或自然保护区管理机构意见。”

本项目作为国家重大基础设施项目，不属于开发性、生产性建设活动；输电线路作为典型的线性工程，在选址选线阶段进行了多次优化调整，确实无法完全避让沿线的生态保护红线，对于穿跨越的自然保护区、饮用水水源保护区等区域，本项目已征得相关行政主管部门的同意意见，符合相关法律法规要求。工程在设计前期已根据地方自然资源主管部门要求，将项目用地布局及规模衔接所在地国

土空间规划，因此本项目建设符合自然资发〔2022〕142 号文的要求。

综上分析，本工程为国家重大线性基础设施项目，项目选址选线阶段避让了各类自然保护地的核心保护区等禁止建设区，符合现行法律法规要求，通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，项目建设符合现行的生态保护红线相关管理要求。

3.5.6 与烟台市“三线一单”生态环境分区管控政策的相符性分析

根据《关于发布 2023 年生态环境分区管控的动态更新成果的通知》（烟台市生态环境委员会办公室，2024 年 4 月 7 日），烟台市划分优先保护、重点管控、一般管控三大类共 443 个环境管控单元。优先保护单元主要涵盖生态保护红线等生态空间管控区域，该区域以绿色发展为导向，严守生态保护红线，严格执行各类自然保护地、河湖岸线、海岸线管理要求等。重点管控单元主要涵盖人口密集的中心城区和各级各类工业园区（集聚区），资源开发强度大或污染物排放强度高的区域。该区域重点推进产业布局优化、转型升级，提高资源利用效率，加强突出生态环境问题治理、污染物排放控制和环境风险防控。一般管控单元执行区域生态环境保护的基本要求，合理控制开发强度。

根据烟台市生态环境管控单元图，本工程涉及烟台市优先保护单元和一般管控单元，本工程为输变电项目，营运期无废水、废气和固废产生，对生态环境影响较小。本工程建设符合《关于发布 2023 年生态环境分区管控的动态更新成果的通知》相关要求。

本工程与烟台市环境管控单元图的位置关系见图 3.5-8。

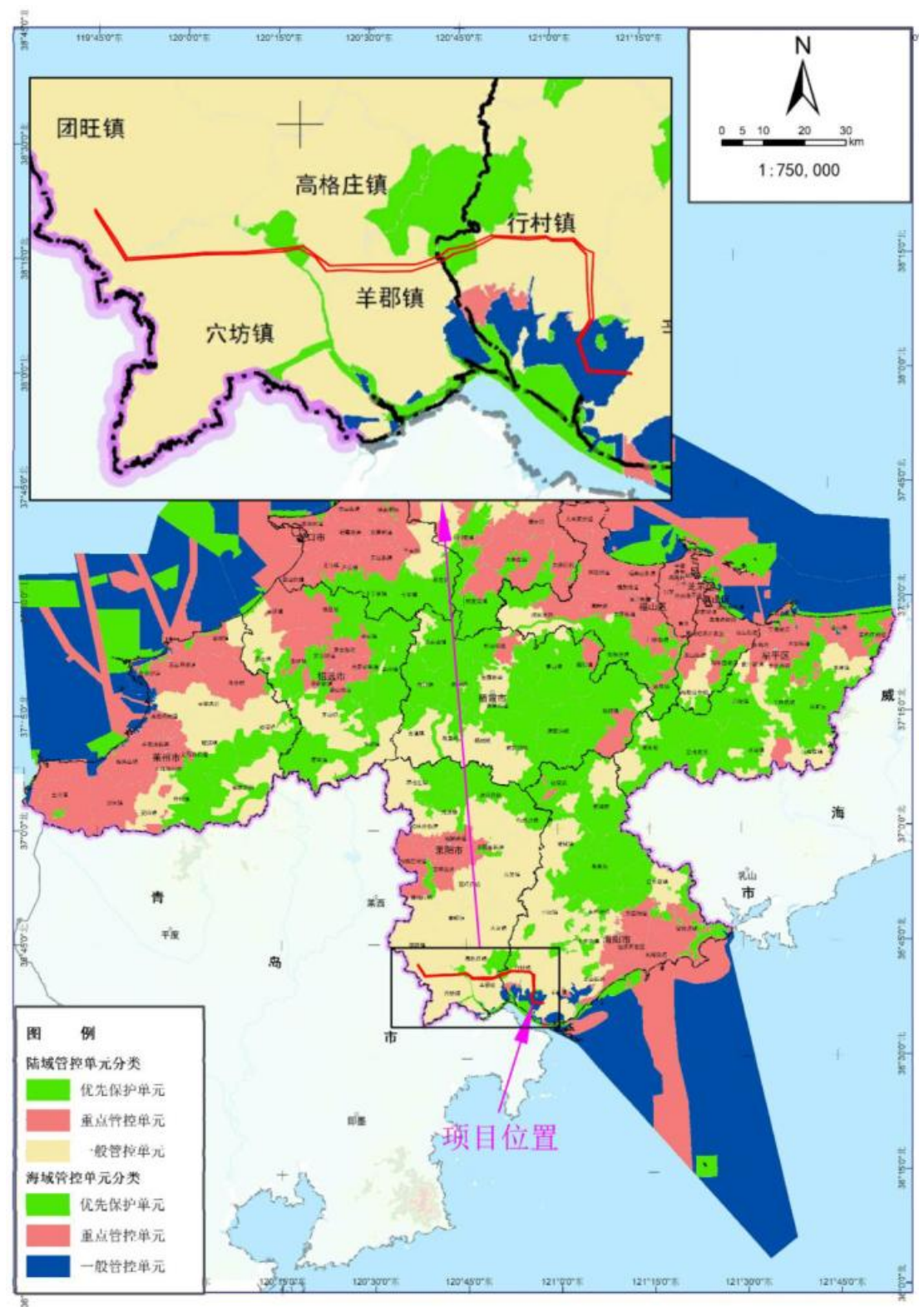


图 3.5- 8 本工程与烟台市环境管控单元相对位置关系示意图

本工程涉及生态敏感区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 年版）符合性分析：

(1) 本线路在胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳市境内）、烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）各跨越 1 次，跨越处涉及烟台市海阳市行村镇。环境管控单元编码 ZH37068710009，属于优先保护单元，涉及生态保护红线和自然保护区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）陆域准入清单符合性分析见表 3.5-4。

表 3.5-4 涉及生态环境敏感区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）符合性分析

管控类别	管控要求	项目情况	符合性
空间布局约束	生态保护红线按照《山东省自然资源厅山东省生态环境厅关于加强生态保护红线管理的通知》要求管理；一般生态空间严格按照《自然生态空间用途管制办法（试行）》执行，原则上按照限制开发区域管理；烟台沿海防护林地方级自然保护区执行《中华人民共和国自然保护区条例》要求。	项目为输电线路，无废水、废气、固废排放，线路不涉及生产活动。运行期不涉及能源、水及土地资源消耗。本项目不涉及环境准入负面清单，线路跨越生态保护红线和烟台沿海防护林地方级自然保护区，已按要求开展相关论证。	符合
污染物排放管控	海水养殖与盐场需要控制生产规模，优化产业工艺，严格控制水体污染，禁止侵蚀滩涂湿地；严格落实大气污染物达标排放、总量控制、环保设施“三同时”、在线监测、排污许可等环保制度。	项目为输电线路工程，无废气、废水、固废排放。	符合
环境风险防控	执行烟台州市级生态环境准入清单环境风险防控要求。新建项目产能技术工艺、装备水平和节能减排指标必须达到国内先进水平以上。所有新上项目建设必须满足区域污染物排放和产能置换总量控制刚性要求。新项目一旦投产，被整合替代的老项目必须同时关停。倒逼新旧动能及时转换，严格控制高耗能行业和产能过剩行业新增产能，对确有必要新建的，按国家要求实施减量置换。	项目为输电线路工程，无废气、废水、固废排放。	符合
资源开发效率要求	全面实施节约用水集中行动，推进县域节水型社会达标建设。继续大力推广节水新技术、新工艺、新设备，鼓励节约用水、循环用水，提高水的重复利用率，开展公共机构节水型单位创建和节水宣传工作。	项目为输电线路工程，无耗水。	符合

(2) 本工程线路跨越莱阳五龙河省级湿地公园，此处与莱阳市五龙河鲤国

家级水产种质资源保护区、莱阳市生态保护红线范围重合。跨越处涉及烟台市莱阳市穴坊镇。环境管控单元编码 ZH37068210011，属于优先保护单元，涉及生态保护红线和自然保护区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）陆域准入清单符合性分析见表 3.5- 5。

表 3.5- 5 涉及生态环境敏感区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）符合性分析

管控类别	管控要求	项目情况	符合性
空间布局约束	烟台五龙河地方级湿地公园严格按照《国家湿地公园管理办法》管理；生态保护红线按照《山东省自然资源厅山东省生态环境厅关于加强生态保护红线管理的通知》要求管理；一般生态空间严格按照《自然生态空间用途管制办法（试行）》执行，原则上按照限制开发区域管理。	项目为输电线路，无废水、废气、固废排放，线路不涉及生产活动。运行期不涉及能源、水及土地资源消耗。本项目不涉及环境准入负面清单，线路跨越生态保护红线和烟台沿海防护林地方级自然保护区，已取得主管部门认定意见。	符合
污染物排放管控	水养殖与盐场需要控制生产规模，优化产业工艺，严格控制水体污染，禁止侵蚀滩涂湿地；严格落实大气污染物达标排放、总量控制、环保设施“三同时”、在线监测、排污许可等环保制度。	项目为输电线路工程，无废气、废水、固废排放。	符合
环境风险防控	执行烟台市市级生态环境准入清单环境风险防控要求。新建项目产能技术工艺、装备水平和节能减排指标必须达到国内先进水平以上。所有新上项目建设必须满足区域污染物排放和产能置换总量控制刚性要求。新项目一旦投产，被整合替代的老项目必须同时关停。倒逼新旧动能及时转换，严格控制高耗能行业和产能过剩行业新增产能，对确有必要新建的，按国家要求实施减量置换。	项目为输电线路工程，无废气、废水、固废排放。	符合
资源开发效率要求	全面实施节约用水集中行动，推进县域节水型社会达标建设。继续大力推广节水新技术、新工艺、新设备，鼓励节约用水、循环用水，提高水的重复利用率，开展公共机构节水型单位创建和节水宣传工作。	项目为输电线路工程，无耗水。	符合

（3）本线路海域范围涉及烟台市海阳市行村镇丁字湾鲁岛渔业用海区，环境管控单元编码 HY370600300281，属于一般管控单元，涉及海域的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）近岸海域准入清单符合性分析见表 3.5- 6。

表 3.5- 6 涉及生态环境敏感区的线路与烟台市生态环境准入清单（2023 版）符合性分析

管控类别	管控要求	项目情况	符合性
空间布局约束	/	/	符合
污染物排放管控	加强海洋环境监测和综合治理，防治渔港和养殖废水污染。加强渔业资源养护，合理控制海水养殖密度，防止海域富营养化。	本工程为输电线路，运营期不排放污染物。	符合
环境风险防控	/	/	符合
资源开发效率要求	/	/	符合

3.5.7 与《全国生态功能区划》的符合性

本工程涉及《全国生态功能区划》（修编版）中的生态功能一级区、二级区、三级区分别为产品提供功能区-农产品提供功能区-山东半岛农产品提供功能区。

3.5.8 工程用海的合理性分析

3.5.8.1 工程用海需求

本工程总用海面积 8.9641hm²，塔基用海方式为透水构筑物，用海面积 2.9100hm²；配套道路用海方式为非透水构筑物，在现状道路基础上进行改扩建，用海面积 5.6681hm²，长度约 6.373km，上顶宽 4.5m，下底宽 8.5m；钢板施工平台依托塔基周边布设，用海方式为透水构筑物，用海面积 0.3860hm²；钢板施工平台为施工期用海，在施工完成后拆除。塔基和钢板施工平台不占用海岸线，配套道路建设占用海岸线人工岸线 30.91m，不占用自然岸线，不形成有效岸线。

界址点坐标采用 CGCS2000 坐标系，中央经线为 121°E。宗海图见图 2.4-1~2.4-9。目前项目已取得用海预审意见。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事

业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本工程用海属于电力工业用海，塔基设计使用年限为 60 年，因此，塔基和配套道路按照海域使用管理规定申请最高用海期限 50 年。

本项目施工期共 2 年，为保证项目施工的用海合法合规性，钢板施工平台用海期限应覆盖项目整个施工阶段，因此，申请施工平台用海期限 2 年。

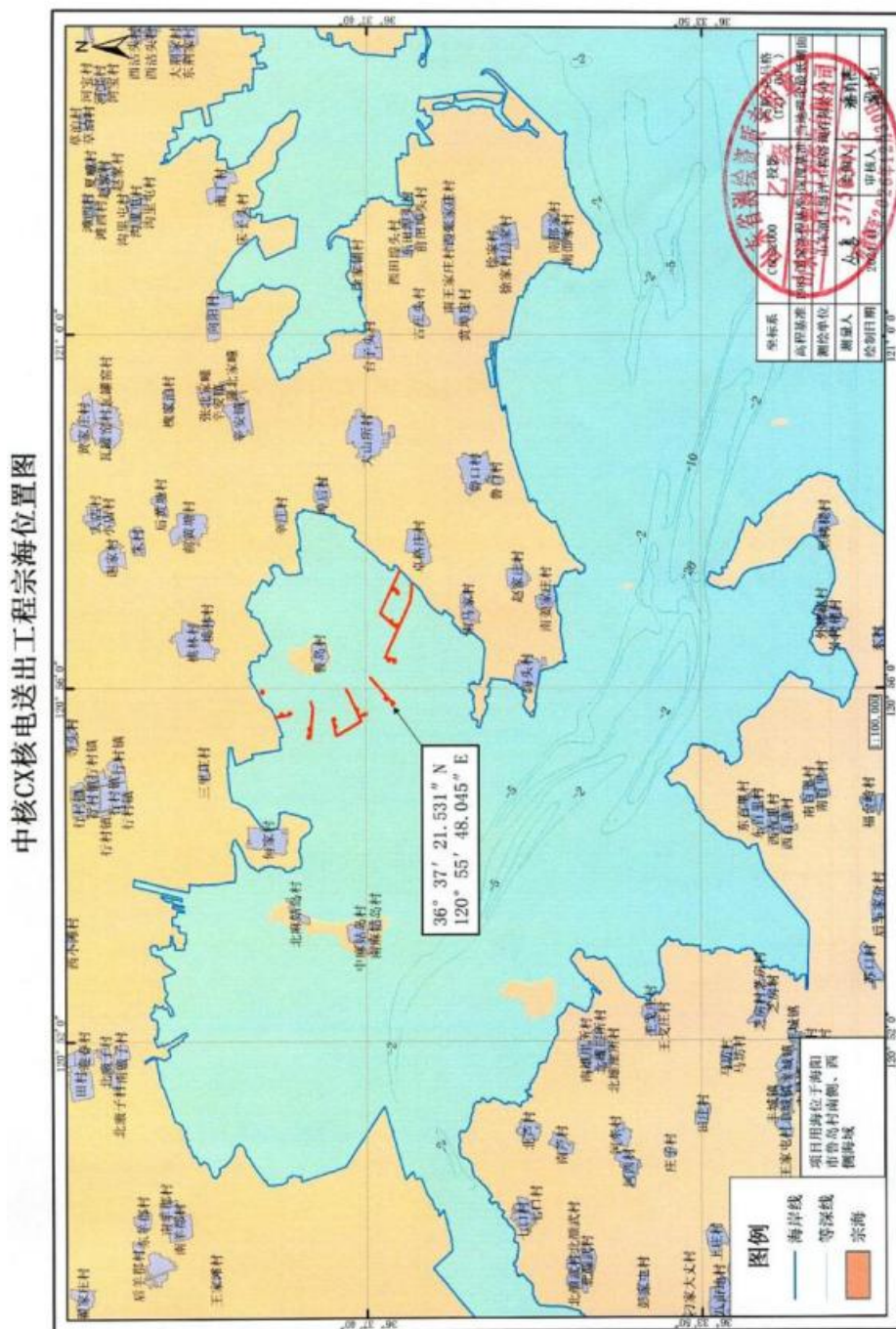


图 3.5-9 宗海位置图

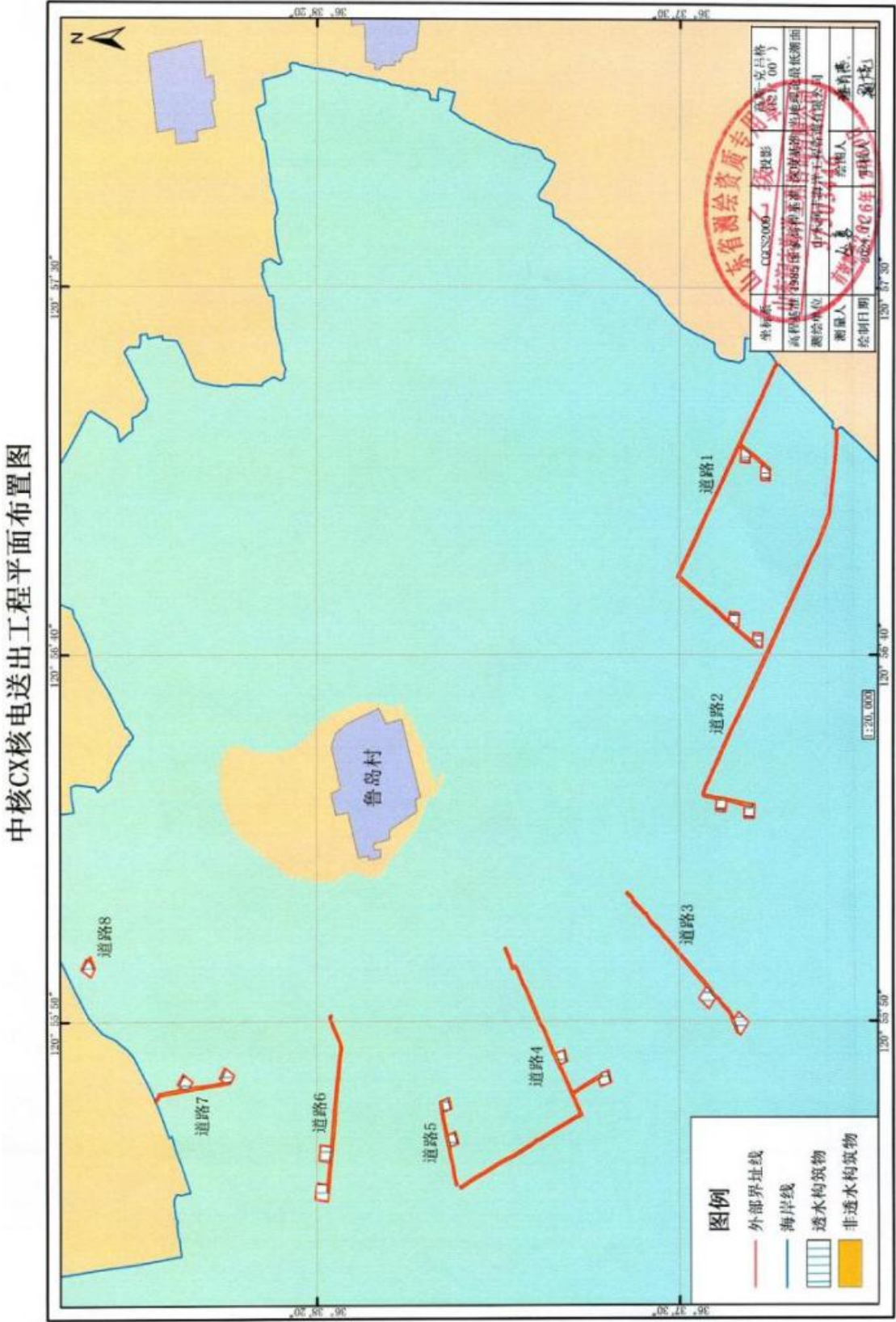


图 3.5- 10 宗海平面布置图

3.5.8.1 用海选址的区位和社会条件适宜性分析

（1）区位条件适宜性

项目建设于烟台市海阳市丁字湾北侧海域。海阳位于青岛、烟台、威海三座沿海城市之间的中心地带，并与日韩隔海相望，三边的区位让它成为胶东半岛重要的交通枢纽和“节点”城市，也让海阳享有烟青威三市产业项目外溢的红利。

海阳市正按照烟台市“双碳”发展战略，聚力将丁字湾“双碳”智谷打造成胶东经济圈融合发展先行区、国家首个零碳产业示范区和中日韩新能源合作先导区，目前初步规划了“一馆一所四区”的功能区划，瞄准七大重点战略方向，力争建成全省首个“绿电”城市，在全国率先实现“碳达峰、碳中和”。

随着近年来经济迅速发展，用电负荷增长较快，项目建设 1000kV 网架结构，能够满足烟台威海电网电力外送的需要，为规划的核电项目提供接入条件，项目选址此处区位条件优越。

（2）社会条件适宜性

1）政策规划适宜性

本项目为输电线路工程，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类项目，符合国家产业政策，符合《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》《烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）》等相关规划，项目选址合理。

2）基础设施适宜性

①交通

海阳市交通区位优势明显，位于山东半岛南部，东邻乳山、牟平，西接莱阳，北连栖霞，南濒黄海，西南隔丁字湾与即墨相望。海阳市是胶东半岛重要的交通枢纽。境内蓝烟铁路横贯东西，青威高速公路、烟青一级公路、烟凤一级公路以及青石公路、荣兰公路和 309 国道纵横交错；方圆 120 千米之内有烟台、威海、青岛三处机场和三处大型港口，境内还有海阳港以及大埠圈等渔商港口，海陆空交通方便。

项目建设紧邻 G1813 国道，交通便利。

②施工条件

本工程所在地交通便利，本工程施工所需施工用水水源从附近村落引入。施工所需水泥、砂、石、钢材均可在当地购买，且运输极为方便。

工程周边地区拥有多家具有相应工程资质、经验丰富并且配备大型专用施工设备的施工企业，完全具备承建本工程的能力。这为本工程的施工创造了良好的条件。

综上所述，项目所在区域的区位条件优越、社会条件良好，具有优越的施工条件及供水、供电等基础设施，基础设施条件能够满足项目建设的需要，项目选址此处合理。

3.5.8.2 用海选址的自然资源和生态环境适宜性分析

(1) 自然条件

项目所在区域多年平均气温为 11.9℃，年降水量 700mm 左右。海域潮流性质主要为规则半日潮流型，潮流运动形式以往复流为主。项目所在区域水文气象条件适宜项目建设和后期运营。

场址地貌为淤泥质土，场地地形平缓开阔，北部为平原山地地区，南部为黄海海域。总体地势西高东低，坡度不大。场区区域构造稳定，无其它不良地质作用发育。项目选址区域地质条件适宜。

(2) 生态环境适宜性

项目区海域生态环境状况良好，基础生产力与生物群落结构正常，表明海域生态系统尚处于良好的循环状态。项目建设对生物资源造成一定损失，建设单位需根据相关法律法规进行补偿。

综上分析，项目建设海域自然条件好，地质条件好，生态资源适宜性良好，具备建设工程的基本条件。

3.5.8.3 用海选址与周边海域其它用海活动的适应性分析

(1) 项目选址与周边养殖区的适应性分析

项目占用海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖、海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖，此外还包括东侧施工便道紧邻的海阳市行村镇鲁岛村民委员会围海养殖。工程施工过程中可根据养殖周期合理调整施工时序，可于 10 月底海虾收获后开始，次年 4 月底完成海工项目施工，可减少围对围海养殖的影响。

施工期间产生的生活污水利用农村厕所收集外运作农肥，不排海。故项目施工期间不会对周边其他养殖区产生影响。因此，项目选址此处与周边养殖区用海活动相适应，不会对养殖区的管理和开发带来明显影响。

（2）与光伏用海的适宜性分析

项目 2 基线塔位于烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）用海范围内，施工便道紧邻烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目。烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）未进行建设，烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目进行了部分建设，目前，项目施工不会对光伏用海区造成影响，但建设单位应加强与光伏用海单位接触，跟踪光伏建设进展，合理协调本工程与光伏项目建设的关系。

（3）项目选址与保护区的适应性分析

项目距离西侧莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区最近距离约 4.26km，距离东侧山东海阳万米海滩海洋资源国家级海洋特别保护区最近距离约 11.23km，距离较远，项目建设不会对周边保护区产生影响。

因此，项目选址此处与周边用海活动相适应。

3.5.8.4 海域段选线路径比选

经向海阳市发改局收资了解，中核 CX 核电西侧丁字湾海域内规划了成片的光伏（涉及锐阳、华能、融进等），部分规划光伏已经建设完成，发改局要求避让已建光伏，同时尽量减少占用海域及减少对规划光伏厂区的影响。结合海域段已建光伏及规划光伏情况，考虑了东方案、中方案及西方案三个局部路径方案，路径方案见图 3.5- 11，对三个方案进行了比较，详见表 3.5- 7。

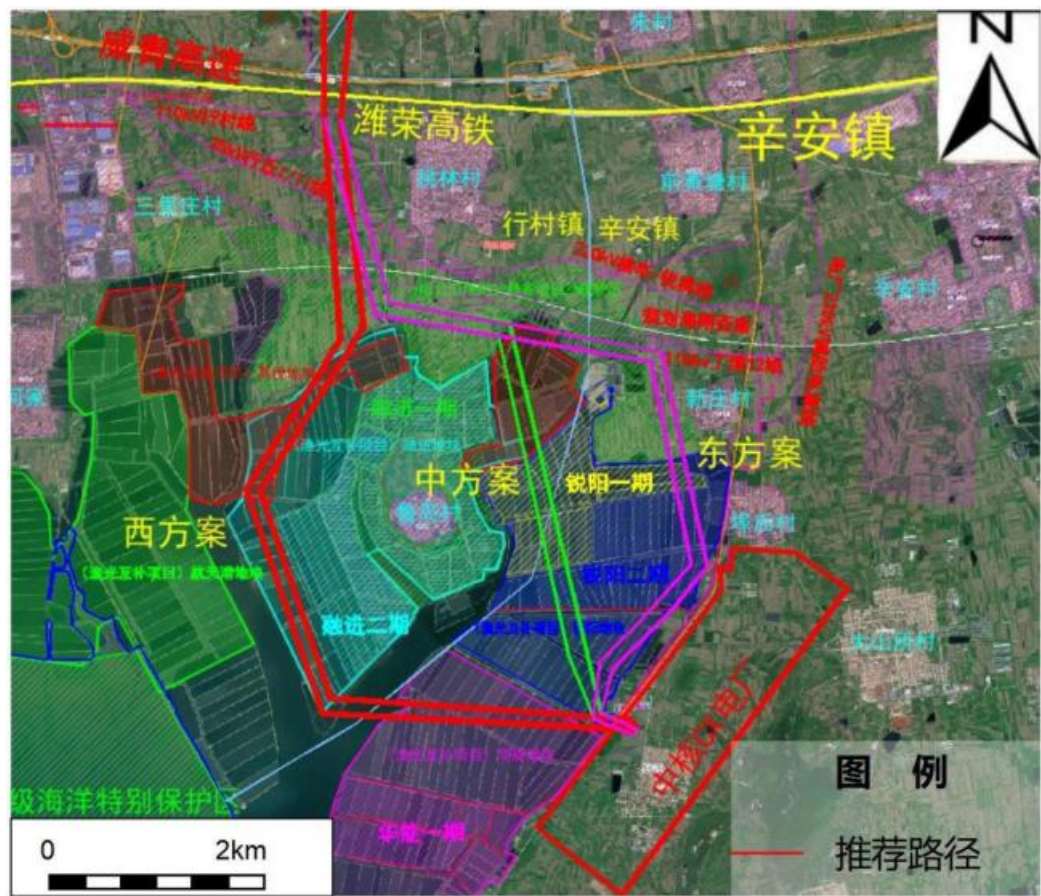


图 3.5- 11 东方案、中方案及西方案局部路径示意图

表 3.5- 7 东方案、中方案及西方案对比表

类别		西方案	中方案	东方案
路径长度（km）		2×7.4	2×6.0	2×7.3
杆塔数量（基）		28	26	30
海域段	路径（km）	2×1.8	2×2.5	2×4.8
	塔数（基）	17	14	22
海域段已建光伏立塔	路径（km）	0	2×1.3	2×1.3
	塔数（基）	0	6	3
海域段规划光伏立塔	路径（km）	2×5.6	2×2.2	2×1.2
	塔数（基）	17	6	5
养殖塘立塔	塔数（基）	17	12	8
穿越光伏场		华能（规划）、融进（规划）、锐阳（规划）	锐阳（现有、规划）	锐阳（现有、规划）

类别	西方案	中方案	东方案
光伏赔偿费用（万元）	不涉及已建光伏	9000	3000
线路静态投资（不含光伏赔偿） （万元）	11085	9817	11249
线路静态投资（含光伏赔偿） （万元）	11085	18817	14249
当地部门（单位）的意见	政府同意	锐阳光伏明确反对	锐阳光伏明确反对

西方案：路径与东方案长度相当，海域段路径最长，跨越锐阳光伏规划场区；穿越华能、融进光伏规划场区并立塔，上述立塔位置所占用的规划光伏场区未取得海域确权。距离村庄民房较远，一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）。

中方案：路径最短，穿越锐阳光伏场区，在光伏已建场区内立塔数量 6 基，穿越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段），需在保护区内立塔 3 基。

东方案：路径与西方案长度相当，穿越锐阳光伏的规划场区和已建场区，海域段路径最短，但涉及已建光伏场区中立塔 3 基，跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段），需要在保护区内立塔 3 基。

按照海阳市政府意见，线路不占用已建光伏场区、远离村庄及厂房以降低协调难度，同时减少烟台沿海防护林省级自然保护区的占用，降低生态影响，海域段推荐西方案。

3.5.8.5 《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》的符合性

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，工程位于丁字湾旅游娱乐区（SD236CIII），水质保护目标为Ⅲ类，执行《海水水质标准》（GB/T14848-2017）三类标准；工程在《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》中的位置见图 3.5-12。

本项目施工期和运营期产生的污水统一收集后进行处理，不向海域排放，不会对海水水质产生明显影响，本项目为中核 CX 核电项目电力外输线路，整个项目投产后可缓解我省的电力需求缺口，同时节约煤炭、石油等常规资源，降低传统废水、固废等污染物的产生，项目建设不会增加所在海域海水水质负担，建设符合《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》。

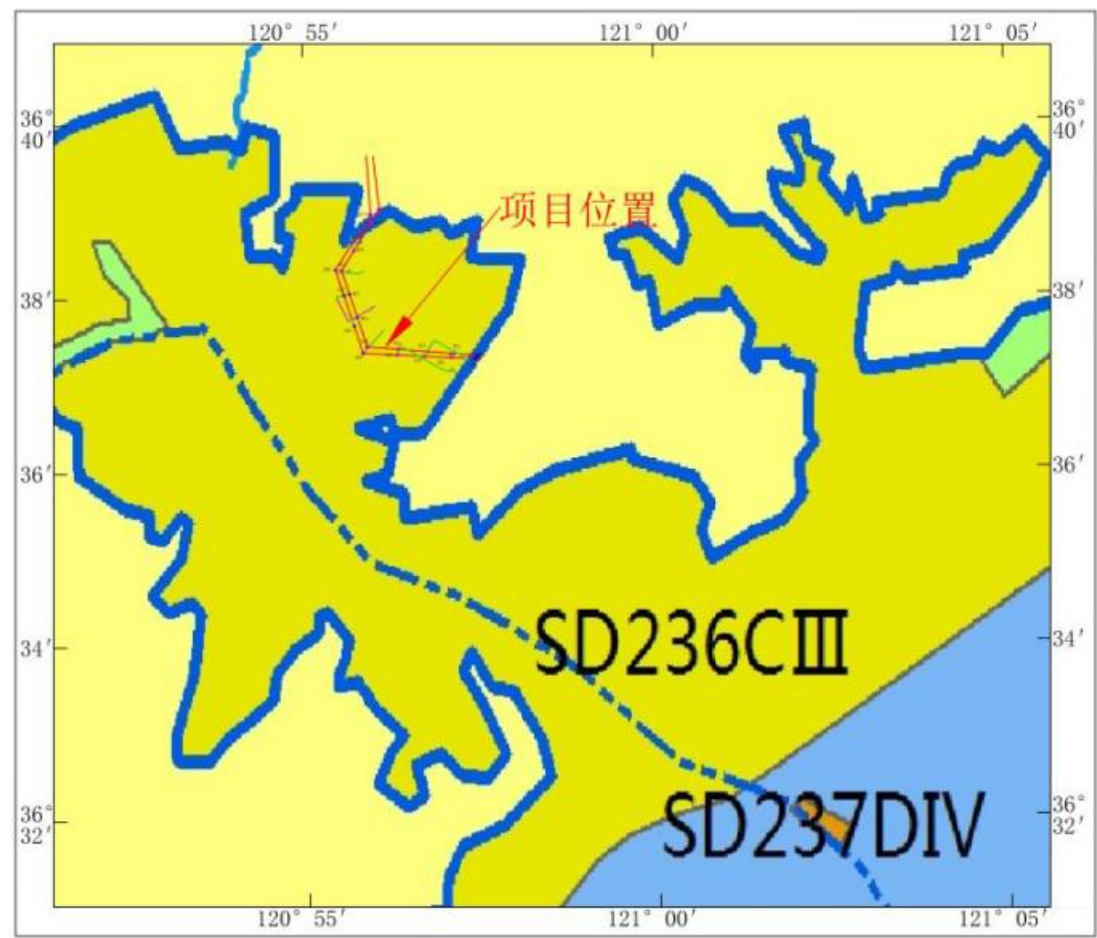


图 3.5- 12 工程在《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》中的位置

表 3.5- 8 《山东省近岸海域环境功能区划登记表（2016-2020 年）》

功能区代码	名称	地理位置	功能类别	水质保护目标
SD236CIII	丁字湾旅游娱乐区	丁字湾内及口门 四至： 120°43'58.17"--121°13'16.59"; 36°27'24.83"--36°41'7.93"	C	III

3.5.8.6 《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性

2021 年 10 月 9 日，省生态环境委员会办公室印发了《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》（鲁环委办〔2021〕35 号）。2022 年 1 月 7 日，生态环境部等 6 部委联合印发了《“十四五”海洋生态环境保护规划》，对征求意见稿中部分任务进行调整优化。基本原则为“生态优先，绿色引领；锚定目标。梯次推进；问题导向，精准施策；系统治理，协调联动；多元共治，落实责任”。“以陆海统筹的总氮污染控制为重点，强化陆、岸、海系统治理，减少污染入海通量，改善重点河口海湾水动力条件，推动近岸海域劣四类水体持续减少，清洁海域面积不

断增加。”“坚持保护优先、自然恢复为主的方针，严守海洋自然生态安全边界，修复恢复典型海洋生态系统，保护海洋生物多样性，强化海洋生态监管，维护海洋生态系统健康。”

本项目为输电线路工程，施工便道、钢板施工平台和桩基均在养殖池内建设，与外界水系相隔，不会占用、影响海水流通途径，对水动力、冲淤环境和海水水质影响较小。综上，项目建设符合《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

3.5.8.7 与山东省《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析

根据《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》，项目位于海洋开发利用空间。

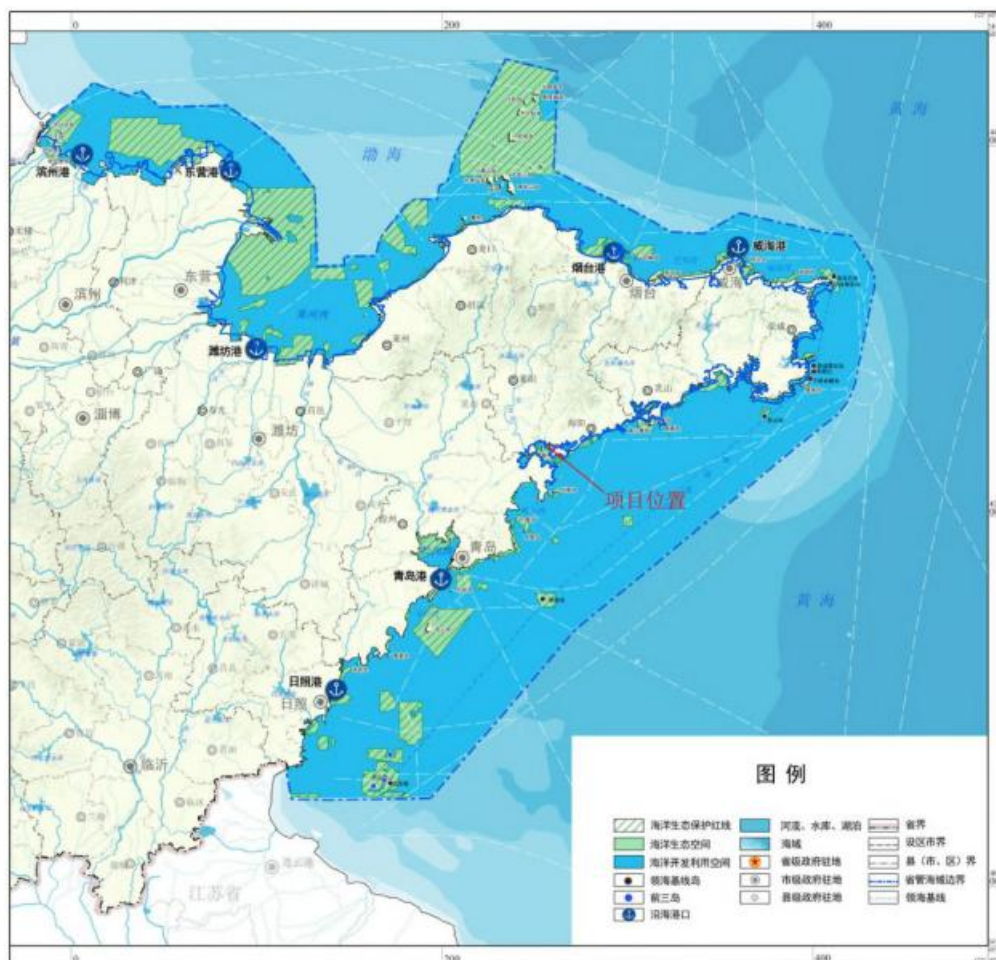


图 3.5-13 项目与海洋“两空间一红线”分布图叠置图

项目不位于“三区三线”中的生态保护区内，距离生态保护区最近距离约 0.97km。本项目建设输电线路项目，项目在原有养殖池内部进行建设，施工期间产生的废水及垃圾统一收集后集中处理，不向海域排放，运营期间本身不产生污

染物，对海域及滩涂湿地影响较小，且项目与生态保护区之间有堤坝阻隔，不会对周边其产生影响。综上，项目建设符合《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》。

3.5.8.8 《烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

根据《烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，项目位于丁字湾鲁岛渔业用海区内，该区的空间用途准入要求为：本区域的基本功能为渔业用海，不影响渔业用海基本功能和近岸景观风貌的前提下，兼容渔光互补用海及相应配套的电缆管线用海，兼容路桥隧道用海。生态保护重点目标为：保护海湾和河口湿地生态系统。开发利用方式为：严格限制改变海域自然属性。必要的基础设施建设宜采用透水构筑物的用海方式。海域保护修复要求：河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。修复湿地生态，恢复潮汐通道过水能力。加强海洋环境监测和综合治理，合理控制海水养殖密度，加强渔业资源养护。



图 3.5- 14 与烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）叠置图

空间用途准入：本项目为输电线路工程，项目塔基和配套道路占用部分养殖

空间，塔基占用范围较小，配套道路在原养殖堤坝基础上进行拓宽、对养殖空间占用相对较小，围海养殖仍继续进行养殖，不影响渔业用海基本功能，符合该区“本区域的基本功能为渔业用海，不影响渔业用海基本功能和近岸景观风貌的前提下，兼容渔光互补用海及相应配套的电缆管线用海，兼容路桥隧道用海”的空间用途准入要求。

开发利用方式：本项目施工便道、钢板施工平台和桩基均在养殖池内建设，施工便道在现有养殖堤坝基础上进行拓宽，对周边海域自然属性改变较小，符合本区“严格限制改变海域自然属性。必要的基础设施建设宜采用透水构筑物的用海方式”的用海方式要求。

生态保护重点目标和海域保护修复：工程施工期间产生的废水及垃圾统一收集后集中处理，不向海域排放。工程运营期主要用于电力的输送，线路投运后主要进行线路的运维检修，不设定劳动定员，不设固定工作人员岗位，没有生活污水产生；工程运营期主要用于电力的输送，线路投运后进行线路的运维检修会产生少量保养固废，主要为废旧电线、器件等，收集后由生产厂家回收再利用，不会对海水水质产生明显影响；项目在现有养殖池内部进行建设不会对外侧海湾、河口湿地产生影响，因此项目用海符合该区的生态保护重点目标要求和海域保护修复要求。

综上，项目用海符合《烟台市国土空间总体规划（2021—2035 年）》。

3.5.9 与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性分析

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）具体要求，本工程线路选线时尽可能对环境敏感区进行了避让，确实无法避让时对线路路径进行了生态环境比选论证，并尽量采取无害化方式通过。本工程输电线路选线已尽量避开居民密集区域；输电线路路径尽量避让了集中林区，经过林木密集地段时采用高跨方式以减少林木砍伐。因涉及自然保护区、自然公园、生态保护红线等生物多样性密集区域，本工程开展了生态环境现状调查，避让了保护对象的集中分布区。因此，本工程在选址选线时满足输变电建设项目环境保护技术相关要求。

在本工程设计阶段，对于跨越自然保护区、自然公园等自然保护地的线路段，将会采取进一步优化塔基定位、尽可能减少跨越敏感区长度、减少塔基占地面积、控制导线高度等措施以减小不利环境影响，输电线路将因地制宜选择合适的架设

高度、杆塔塔型、导线参数等；邻近环境敏感目标时，采取避让或增加导线高度等方式减少电磁环境影响；本工程将按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复措施；输电线路将因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区采用全方位长短腿与不等高基础设计，无法避让集中林区时将采取高跨设计，以减少林木砍伐，保护原生生态环境；对于进入敏感区的输电线路，制定相应的保护方案。

在本工程施工阶段，将落实设计文件、环评文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护要求；进入自然保护区、自然公园等自然保护地以及生态保护红线等环境敏感区的线路段，建设单位将加强施工过程的管理，开展环境保护培训，明确保护对象和保护要求，严格控制施工影响范围，确定适宜的施工方式，减少对环境保护对象的不利影响。

本环评对本工程的设计、施工、运行阶段也提出了相应的环境保护措施要求，推动环境保护“三同时”制度的落实，因此，本工程建设符合《输变电建设项目环境保护技术要求》的相关规定。

3.6 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.6.1 环境影响因素识别

3.6.1.1 施工期

本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、土地占用等。

（1）施工噪声

各类施工机械噪声可能对周围居民生活产生影响。

（2）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露，车辆运输等可能引起扬尘对周围环境产生暂时性、局部性影响。

（3）施工废水

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。

（4）施工固体废物

施工过程中产生的建筑垃圾、钻渣以及生活垃圾不妥善处理时会对环境产生

不良影响。

（5）陆域生态影响

施工噪声、施工占地、水土流失等各项环境影响因素均可能对生态环境产生影响，陆域生态环境影响见“第七章 陆域生态影响评价”专章。

（6）海洋环境影响

工程对海洋环境的生态影响因素，主要是工程建设造成水动力环境变化、冲淤环境变化、生态环境变化等。工程各阶段环境影响因素识别见表 3.6- 1。

表 3.6-1 项目环境影响因素识别一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	影响产生环节	影响程度与分析评价深度
施工期	海洋生态环境	底栖生物	施工便道、基础建设	+
		鱼卵、仔鱼	施工便道、基础建设	+
		浮游生物	施工便道、基础建设	+
		游泳动物	施工便道、基础建设	+
	海水水质	生活污水、施工废水	施工人员、施工过程产生	++
	海洋水文动力	潮流	施工便道、基础建设	+
	海洋沉积物	底质	施工便道、基础建设	+
	海洋地形地貌	海洋地形地貌	施工便道、基础建设	+
	声环境	噪声	机械、车辆机械作业	++
	大气环境	机械、车辆机械尾气，施工烟尘	机械、车辆机械作业	++
	固体废物	建筑垃圾、钻渣、生活垃圾	施工人员产生	++
运营期	电磁环境	工频电场、工频磁场	输电线路产生	++
	声环境	噪声	导线、金具产生的电晕放电噪声	+
	海洋生态环境	海洋生态环境	施工便道和桩基占用	++

十 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；

++ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

3.6.1.2 运行期

本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、固废等。

（1）工频电场、工频磁场

输电线路运行时产生工频电场、工频磁场。

（2）噪声

输电线路运行噪声主要来源于导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）废水

输电线路运行期无废水产生。

（4）固体废物

输电线路运行期无固体废物产生。

3.6.2 评价因子筛选

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），结合本工程的特点，筛选出本工程的评价因子如下：

3.6.2.1 施工期

声环境：昼、夜间等效声级， L_{eq} ；

大气环境：TSP；

地表水环境：pH、COD、BOD₅、NH₃-N、石油类；

生态环境：野生动物组成分布范围、种群结构；植物物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量；生物多样性状况；主要保护对象类别、分布；景观等；

海洋环境：流海水水质、海洋沉积物、海洋生态、生物多样性、生物质量等。

3.6.2.2 运行期

电磁环境：工频电场、工频磁场；

声环境：昼、夜间等效声级， L_{eq} ；

3.7 生态环境影响途径分析

本工程施工过程中，输电线路塔基等施工活动，会带来永久和临时占地，从而使微区域地表状态及场地地表植被发生改变，对区域生态造成不同程度影响。

主要表现在以下几个方面：

(1) 输电线路塔基施工需进行挖方、填方等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度破坏，降低覆盖度，可能形成裸露疏松表土，导致土壤侵蚀；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等，如果不进行必要防护，可能会影响植被生长，加剧土壤侵蚀与水土流失，导致生产力下降和生物量损失。

(2) 杆塔的现场组立及牵张放线需占用临时用地，因施工需要会新修部分临时道路，工程土建施工弃渣的临时堆放也会占用少量场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失。

(3) 施工期间，施工人员出入、运输车辆的来往、施工机械的运行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。

(4) 施工期间，旱季容易产生少量扬尘，可能会对附近农作物产生影响。

(5) 本工程输电线路跨越自然保护区、湿地公园、生态保护红线，对植被与野生动物的影响。

(6) 工程生态环境影响主要是施工便道建设和桩基的建设会占用和破坏海洋生物资源的栖息环境，将会对海洋生态资源造成损害，导致海洋生物量的损失。

3.8 工程设计环境保护措施

3.8.1 规划设计阶段采取的环保措施

(1) 路径选择

工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关主管部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

综合考虑施工及运行维护的方便，最大可能地靠近现有公路，利用现有的交通条件并减少线路长度，减少线路转角、方便施工和运行。

尽可能避让自然保护区等生态敏感区；尽量避开沿线的成片林区，对无法避让的林区分按高塔跨越通过，对零星树木根据树种及作用采取跨砍结合以跨为主的方案，减少林木砍伐，防止水土流失，保护沿线自然生态环境。

(2) 生态环境

路径选择时应尽量避让生态保护红线区、植被覆盖茂密等区域，对未能避让的林区采用高跨的方式通过。

山丘区输电线路采用全方位高低腿铁塔、改良型基础、紧凑型设计，尽量少占土地、减少土石方开挖量及水土流失，保护生态环境。

设计中应严格执行尽量不占、少占基本农田的用地原则，在下一设计阶段优化工程塔基用地，进一步降低占用的基本农田、耕地面积，且占用耕地要以边角田地为主。

强化对线路涉及的环境敏感区段的塔基优化工作。例如线路在通过生态保护红线段时应尽量选择跨越方案，如确需立塔应减少在敏感内的杆塔数量；杆塔和基础型式选型时应尽量采用掏挖式基础，避免使用大板基础，减少施工扰动强度；杆塔定位时，应尽量选择植被稀疏处。

导线垂悬弧度设计应与树木森林保持一定的水平与垂直防护距离。

下阶段设计时，应继续优化线路路径及塔位，尽量选择植被稀疏处及生态价值较低的土地立塔，最大限度减轻植被破坏，降低生态影响。

（3）电磁环境和声环境

对居民点首先采取避让措施，确实无法避开的，在满足设计规程的前提下，尽量抬高架线高度，以减少电磁和噪声的影响，确保线路边导线 7m 外、电磁环境敏感目标处的工频电场强度不大于 4kV/m，工频磁感应强度不大于 100μT。

合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

根据《1000kV 架空输电线路设计规范》（GB50665—2011）中的规定，严格控制线路导线对地距离和交叉跨越距离。确保输电线路满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）要求。

（4）水环境

输电线路跨越水体时，采用一档跨越的方式，避免在水体中立塔。

（5）海洋生态环境

设计阶段严格划定施工作业范围，禁止非施工设备和车辆机械进入，避免任意扩大施工范围。对施工方案进行合理优化，选择科学合理的施工方法和顺序，

减少施工对海洋环境的影响。

3.8.2 施工期采取的环保措施

(1) 水环境

1) 施工期间施工场地要尽量远离水体, 并划定明确的施工范围, 不得随意扩大, 施工临时道路要尽量利用已有道路。

2) 施工时应先设置拦挡措施, 后进行工程建设。跨越大中型河流架线时尽量采用无人机放线等先进的施工放线工艺。

3) 施工中临时堆土点应远离跨越的水体。

4) 采用商品混凝土, 不在施工场地设置混凝土拌和站。

5) 合理安排工期, 抓紧时间完成施工内容, 避免雨天施工。

6) 河流两岸的塔基尽量利用地形采用全方位高低腿设计, 塔基周围修筑护坡、排水沟等工程措施, 线路尽量采用一档跨越, 不在水体中立塔。

7) 塔基施工用电使用的自备小型柴油发电机底座下应铺设毛毡或橡胶垫, 防止遗漏的柴油污染土壤及地下水。

(2) 大气环境

输电线路属线性工程, 由于开挖工程量小, 作业点分散, 施工时间较短, 单塔施工周期一般在 2 个月内, 影响区域较小, 对周围环境影响只是短期的、小范围的, 并且能够很快恢复。对于施工扬尘, 建议采取以下环保措施:

1) 线路塔基基础开挖过程中, 应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度, 对施工场地内松散、干涸的表土, 也应定时、及时洒水或采取临时覆盖措施防止起尘。

2) 加强材料转运、存放与使用的管理, 合理装卸, 规范操作, 对于易起尘的材料应采取覆盖措施。

(3) 声环境

塔基挖土填方、基础施工、杆塔组立等施工阶段, 主要噪声源有挖掘机、电锯及汽车等, 这些施工设备运行时会产生较高的噪声。另外, 在架线施工过程中, 各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声, 其声级值一般小于 70dB(A)。各施工点施工量小, 施工时间短, 单塔累计施工时间一般在 2 个月以内, 施工噪声影响随着施工活动的结束而消失。同时应对运输车辆司机进行严

格的培训教育，禁止随意鸣笛，避免噪声对附近居民产生影响。

（4）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。明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，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，使工程建设产生生活垃圾处于可控状态。

海域区灌注桩基础产生的泥浆通过泥浆处理专用车进行压滤与固化，经处理后的泥饼用于后续的海域施工道路的填筑。

本工程输电线路沿线拆迁的建筑垃圾根据当地实际情况优先考虑综合利用，若无法综合利用，则运至就近的建筑垃圾场地集中堆置或按当地相关部门要求堆放在指定场地，不得自行随意堆放。施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被或复耕。

（5）生态环境

1) 生态系统的保护措施

①灌丛生态系统保护措施

加强对施工队伍的管理，严格遵守各项规章制度，加强对施工人员的环境保护教育，增强环保意识，避免施工机械、人员对占用场地周围其他灌草地的破坏。施工结束后，及时进行植被恢复，并选用当地的优势灌草丛进行恢复。

②湿地生态系统保护措施

严禁向工程附近的水体排放施工废水；要求施工机械和车辆尽量到专门的清洗点或修理点进行清洗和修理，防止对湿地生态系统造成污染。及时清除水域周边的施工废弃物，减少对水体的影响。油料等物料不得随意堆放，并采取防范措施，防止雨水冲刷进入水体。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，须及时对油污进行处置，防止对水体造成污染。

③农田生态系统保护措施

对于占用的农业用地，在施工中应保存表层的土壤，分层堆放，施工结束后，分层回填，及时复耕。

严格各项规章制度，教育施工人员注意保护环境、增强其环保意识，避免施工机械、人员对占用场地周围其他农田的破坏。

④城镇/村落生态系统保护措施

工程占用城镇/村落生态系统时，应严格控制在规划范围内，对原有的植被和动物栖息地造成破坏的应及时恢复。施工前应对施工人员进行环保知识和意识的宣传教育，在施工期尽量减少垃圾和污水的排放，并妥善处理。

2) 动、植物保护措施

①合理规划施工便道、牵引场地、材料堆放处等临时场地，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区域的植被造成碾压和破坏。农田立塔时，可充分利用村村通道路以及田间小道。

②在林地、耕地较为集中分布的区段立塔时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复，临时表土堆场应采取临时防护措施。

③植被恢复的总体思路：对施工道路区、施工营地区等临时占地的植被恢复时，应先将施工前掘取的地表土进行铺放，保证这些区域土壤结构的恢复，从而保障植被恢复措施的有利进行。再根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案。

④在水域及附近两栖爬行类动物活动较频繁，所以要做好施工污水的处理工作，禁止将施工废水排入水体。施工材料的堆放也要远离水源，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中，以免对这些动物的生境造成污染。

⑤合理安排，科学组织施工

鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，工程施工设备的选取上要选择噪声较低的型号，并合理安排强噪声施工行为的时间，尽量减少施工噪声对野生动物的干扰，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。同时，加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，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。

(6) 海洋生态环境

在满足施工技术要求的前提下尽可能减少施工设备对滩涂压占范围，划定设备的作业施工行驶带，禁止设备在行驶带外穿行。

施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在滩涂上随意排放和丢弃，加

强施工期生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置,严禁向海域倾倒各种垃圾与排放废污水,减少对周边水质、生态环境的影响。

3.8.3 运行期采取的环保措施

(1) 因地制宜制定和实施各项生态环境监督管理计划,重点为农业生态和水源涵养的保护。

(2) 不定期地巡查线路各段,制定合理的巡护路线,保护生态环境不被破坏,保证保护生态与工程运行相协调;对线路巡线工作人员,应加强环境保护意识教育,爱护保护区一草一木,严禁猎杀野生动物,禁止非法砍伐林木。

(3) 加强巡护人员生态保护意识,制定适当的奖惩制度,杜绝肆意破坏区域内生态环境的现象发生。

(4) 加强线路巡护,及时进行维修,在危险位置建立各种警告、防护标识,杜绝安全隐患,以防电力事故的发生导致当地生态环境遭到严重破坏。

(5) 对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作,帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

(6) 加强运行期间的环境管理及环境监测工作,及时发现问题并按照相关要求及时处理。

(7) 加强海洋生态环境监测。

3.8.3 环境保护措施资金情况

在工程设计阶段,本工程拟采取的环境保护措施投资都已纳入工程投资估算。在可研评审过程中,本工程的可研环保措施投资已通过了技术经济领域的专家评审。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

本工程建设地点位于烟台市海阳市、莱阳市。

海阳市位于山东半岛南部，东邻乳山、牟平，西接莱阳，北连栖霞，南濒黄海，西南隔丁字湾与即墨相望。介于东经 120°50′~121°29′，北纬 36°16′~37°10′之间，土地总面积 1909 平方千米，海域面积 1829km²，海岸线长 212km。

莱阳市地处山东半岛中部，蓝（村）烟（台）铁路中段，位于东经 120°31′~120°58′，北纬 36°34′10″~37°10′。东邻海阳市，西接莱西市，北界招远市，南邻即墨区，东南隅濒黄海丁字湾。东西最大横距 35 千米，南北最大纵距 65km，总面积 1732km²。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

本工程线路起自中核 CX 核电站，止于拟建的海阳西 1000kV 开关站，自东南向西北走线，途经烟台市海阳市、莱阳市。沿线除起点附近为滨海滩涂地外，总体表现为剥蚀丘陵、山前斜坡地、山间平地。

	
滨海滩涂地	山间斜坡地



图 4.2- 1 沿线地形地貌典型照片

4.2.2 地质

拟建线路所经地区分布的主要断裂有 3 条，均为非全新活动断裂，对拟建线路的影响较小，新构造活动性弱，地震活动性也不强，历史地震震中距工程场地相距较远。在区域构造上处于一个相对稳定的地质环境中，适宜工程建设。线路处于中朝准地台和内蒙古兴安华力西地槽褶皱带交界部位。从区域上看，拟选线路途经区域总体属于地震活动带中相对稳定和基本稳定地段，适宜建设。根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）及《山东省建设工程抗震设防条例》，拟建线路沿线地震地震动峰值加速度为 0.10g，相应的地震基本烈度为 7 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s（对应II类场地），设计地震分组为第三组。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），在 II 类场地条件下，线路所经地区的基本地震动峰值加速度 0.05g~0.20g，相应的地震基本烈度为 VI~VIII 度。

线路沿线经过的地貌单元有山间平地、丘陵、低山、中低山及平原。沿线岩土层主要分布有第四系人工填土、第四系全新统海积冲积层地层、第四系全新统冲洪积地层，第四系全新统残坡积层、岩性主要为素填土、淤泥质粉质黏土、中粗砂、粉质粘土等，下伏基岩为白垩系青山群八亩地组安山岩、白垩系砂岩、泥岩。

线路涉及滨海滩涂段，地下水类型为海水，一般处于淹没状态。其余线路段地下水类型为第四系孔隙潜水、基岩裂隙水。

地下水对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋具微~弱腐蚀性。地下水位

以上场地土对混凝土结构、钢筋混凝土结构具有微~弱腐蚀性。

4.2.3 水文特征

本工程途径山东省烟台市海阳市、莱阳市，先后跨越丁字湾海域、白沙河、黄家河、羊郡河、朱皋河，五龙河、贤友河、王埠河等。

(1) 丁字湾

丁字湾位于山东半岛南部沿海，东、南接黄海，西、北接半岛内陆，属于半封闭型狭长潮控海湾。受海洋调节显著，海洋性气候特点表现突出，降水充沛，年主导风向为 S、NW 向。

(2) 白沙河

本线路于海阳市泊子村南约 200m 和 300m 处东南-西北向两次平行跨越白沙河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，河道总长 42km，流域面积 221km²。线路跨越断面处河道顺直，无滩地，左岸以混凝土路为堤，右岸以沙石土路为堤，堤防完整，堤高约 2m，左堤顶宽约 10m，右堤顶宽约 5m。

(3) 五龙河

线路于莱阳市东富山村南约 200m 和 300m 处东-西向两次平行跨越五龙河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致。线路跨越处河道宽约 270m，深约 5m，两岸堤防完整，两堤以土路为堤，堤顶宽约 5m，堤高约 3.5m，河道顺直稳定。五龙河河道干流的防洪能力提高到 20 年一遇。

(4) 其他水文情势

线路于寺头村东北约 200m 和 300m 处东南-西北向两次平行跨越英武店河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，线路跨越处河宽约 10m。

线路于祥东村北约 150m 和 250m 处两次平行跨越黄家河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，线路跨越处河宽约 30m。

线路于北道头村北约 600m 和 700m 处跨越朱皋河，两次平行跨越朱皋河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，河宽约 15m

线路于吕仙庄村东北约 400m 和 500m 处共五次跨越贤友河，五次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，线路跨越处河宽约 10m。

线路于程格庄北约 500m 和 600m 处两次平行跨越王埠河，两次跨越处距离较近，河道水文条件基本一致，线路跨越处河宽约 10m。

项目区河流水系图见附图 3。

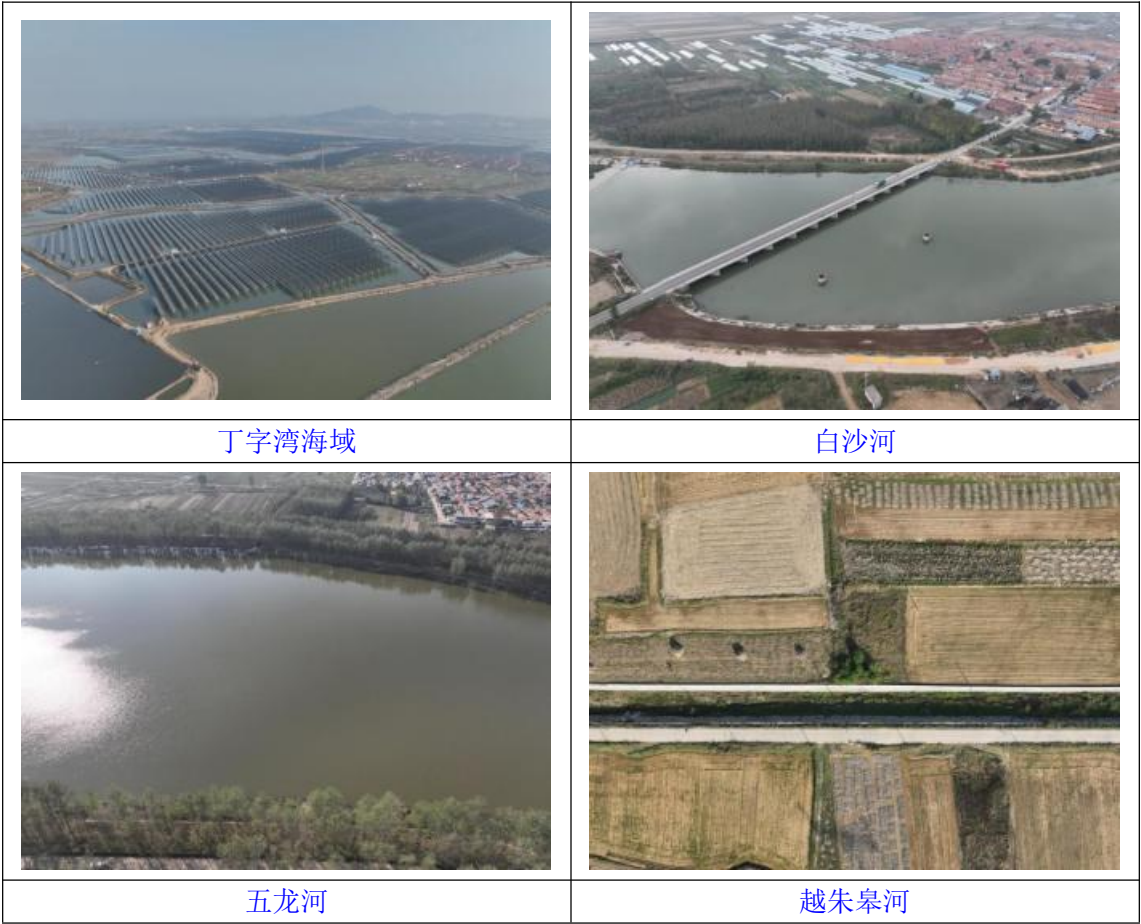


图 4.2-2 线路跨越主要河流、海域现状



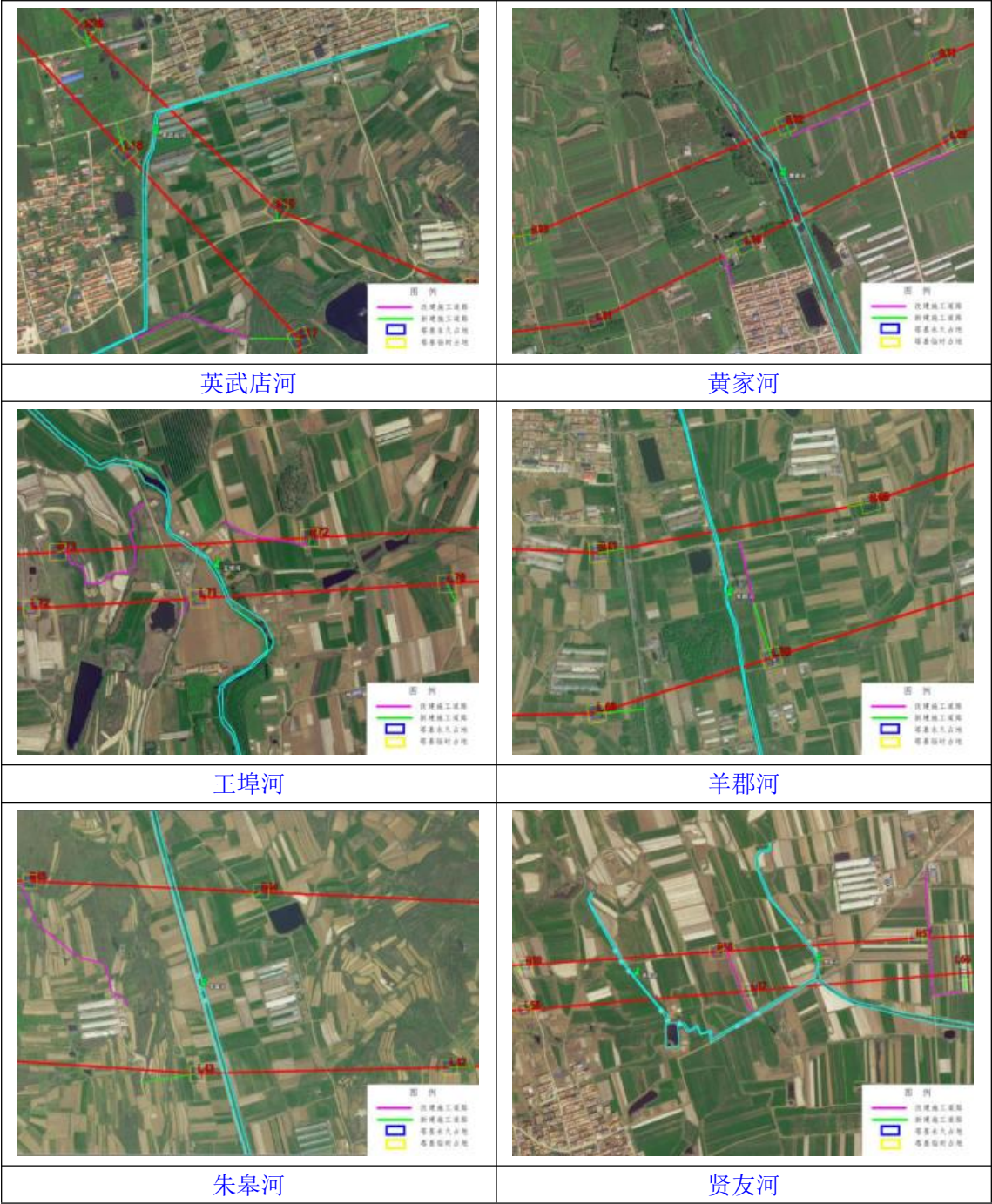


图 4.2- 3 线路跨越河流施工布置情况

4.2.4 气候气象特征

海阳市属暖温带东亚季风性大陆气候区，四季分明，气候温和，寒暑显著，昼夜温差小，无霜日期长，雨量集中，夏季多雨，干湿季和季风进退均较明显，降水时空分布不均，光照充足，气候资源丰富。莱阳市地处北温带东亚季风区，属大陆季风型半湿润性气候。具有光照充足，四季分明，春季风多易旱，夏季炎

热多雨，秋季昼暖夜凉，冬季寒冷干燥的特点。工程沿线气象特征见表 4.2- 1。

表 4.2- 1 工程沿线气象特征值一览表

市级行政区	县级行政区	多年平均气温(°C)	极端最高气温(°C)	极端最低气温(°C)	多年平均蒸发量(mm)	多年平均降水量(mm)
烟台市	海阳市	12.3	37.6	-13.7	170~200	695.7
	莱阳市	12.0	40.0	-20.5	1200	655.6

4.3 电磁环境现状评价

4.3.1 监测因子

工频电场、工频磁场

4.3.2 布点原则

本工程电磁环境现状监测点位在现场踏勘调查沿线电磁环境敏感目标的基础上确定，具体布点原则如下：

（1）输电线路沿线电磁环境敏感目标，在满足监测条件的前提下，选择距离线路最近的建筑物，在建筑物外靠近线路侧进行监测。

（2）在 2 处 1000kV 交流线路与 500kV 交流线路交叉跨越处进行布点监测。

（3）敏感目标为多层的，有阳台或用于居住、工作或学习的平台（以下简称“平台”），且阳台或平台具备监测条件，则对环境敏感目标阳台或平台进行监测。

（4）在线路沿线不受人为活动干扰及其他电磁设施干扰处设置监测点位，留作背景值。

4.3.3 监测频次

各监测点位监测 1 次。

4.3.4 监测时间、监测环境及运行工况

本工程电磁环境和声现状监测时间和监测环境情况见表 4.3- 1。

表 4.3- 1 本工程电磁环境和声现状监测时间和气象参数一览表

日期		温度(°C)	相对湿度(%RH)	天气	风速(m/s)
11 月 20 日	夜间	2.4~3.7	74.2~77.6	多云	1.0~1.3
11 月 21 日	昼间	11.8~14.3	36.7~49.3	晴	1.8~2.2

日期		温度 (°C)	相对湿度 (%RH)	天气	风速 (m/s)
	夜间	3.8~4.5	70.3~73.1	晴	1.0~1.3
12 月 01 日	昼间	14.6~16.1	38.2~49.3	晴	1.2~1.5
	夜间	3.6~6.4	68.7~74.1	多云	0.9~1.2
12 月 02 日	昼间	2.5~5.2	40.7~51.4	晴	1.6~2.4
	夜间	-1.4~0.6	65.3~69.7	多云	1.0~1.4
12 月 03 日	昼间	4.8~6.2	40.3~55.4	晴	1.0~1.7
	夜间	0.6~2.3	53.4~58.1	晴	0.9~1.4
12 月 04 日	昼间	7.2~10.3	33.2~45.6	多云	1.5~2.1
	夜间	1.2~3.8	45.1~62.7	多云	1.1~1.4
12 月 05 日	昼间	7.0~10.2	29.7~46.8	多云	1.4~2.2
12 月 16 日	昼间	5.2~8.1	26.3~31.4	晴	1.0~1.6
	夜间	-1.4~-1.0	61.7~68.5	多云	0.8~1.1

4.3.5 监测单位

监测单位：山东华瑞兴环保科技有限公司

本工程各电磁环境现状监测单位通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。各监测单位质量管理体系包括：

1) 人员管理

2) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

3) 记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。

本工程环境现状监测使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。从事电磁环境现状监测的单位均具有从事电磁环境监测的资质。

4.3.6 监测方法及仪器

4.3.6.1 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

4.3.6.2 监测仪器

监测仪器见表 4.3- 2，仪器检验有效期为校准日期起一年。

表 4.3- 2 电磁监测仪器一览表

仪器设备名称	设备型号	设备编号	校准单位	测量范围	校准日期	仪器状态
综合场强仪（工频）	NBM550+EHP-50F	JC02-01	中国计量科学研究院	5mV/m-100kV/m; 0.3nT-10mT; 1Hz-400kHz	2024.3.5	合格

4.3.7 监测结果

输电线路沿线环境敏感目标处的监测结果见表 4.3- 3，本工程与 500kV 交流线路交叉跨越处监测结果见表 4.3- 4。

表 4.3- 3 本工程 1000kV 输电线路沿线环境敏感目标处电磁环境现状监测结果

序号	监测点位名称	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)	备注
1	烟台市莱阳市穴坊镇程格庄村	8.130	0.2735	
2	烟台市莱阳市穴坊镇永安村	7.068	0.0087	
3	烟台市莱阳市穴坊镇西富山村	0.589	0.0022	
4	佳威铝木门窗生产基地	0.476	0.0028	
5	烟台市莱阳市穴坊镇东富山村（一层）	2.279	0.0045	
	烟台市莱阳市穴坊镇东富山村（二层）	1.369	0.0036	
6	烟台市莱阳市高格庄镇湾头村	1.481	0.0185	
7	烟台市莱阳市高格庄镇东曲坊村	4.152	0.0529	
8	烟台市莱阳市羊郡镇北道头村	5.529	0.0239	
9	烟台市莱阳市羊郡镇翟家庄村	8.788	0.0836	
10	烟台市莱阳市羊郡镇后羊郡村	3.252	0.0130	
11	烟台市海阳市行村镇田村	12.94	0.0582	
12	烟台市海阳市行村镇祥东村 1	120.3	0.4131	监测点位附近为 500kV 核神线间，导致结果偏大
	烟台市海阳市行村镇祥东村 2	39.22	0.6847	
13	烟台市海阳市行村镇西小滩村	0.858	0.0039	
14	烟台市海阳市行村镇泊子村	2.654	0.0050	
15	烟台市海阳市行村镇行村一村	3.788	0.0030	
16	水发众兴海阳水务有限公司（一层）	0.586	0.0081	

序号	监测点位名称	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	备注
	水发众兴海阳水务有限公司 (二层)	0.182	0.0038	
17	烟台市海阳市行村镇英武店村	89.52	0.2753	监测点位附近存在 1 条 220kV 桃五线, 导致结果偏大
18	烟台市海阳市行村镇寺头村	1.771	0.0309	
19	烟台市海阳市行村镇鲁岛村	0.077	0.0012	
20	烟台市海阳市辛安镇卓格庄村	0.381	0.0011	

表 4.3-4 本工程与 500kV 交流线路交叉跨越处电磁环境现状监测结果

序号	交叉跨越线路名称	交叉地点	监测点位名称	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	备注
1	500kV 崂山-莱阳线	烟台市莱阳市穴坊镇程格庄村东北侧	L 线跨越点	4475	4.519	线高 21m
			R 线跨越点	2862	2.964	线高 17m
2	500kV 核神 I、II 线	烟台市海阳市行村镇祥东村东北侧	跨越点	2353	2.214	线高 22m

表 4.3-5 本工程与 500kV 交流线路交叉跨越处电磁环境现状监测结果

序号	监测点位名称	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	备注
1	线路沿线背景值(海阳西开关站进线处)	0.080	0.0022	

4.3.8 评价及结论

本工程 1000kV 交流输电线路沿线各环境敏感目标处的工频电场强度监测值范围为 0.029V/m~120.3V/m, 工频磁感应强度监测值范围为 0.0011μT~0.6847μT, 均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的公众曝露控制限值要求。

本工程 1000kV 交流输电线路与沿线 500kV 交流输电线路交叉跨越处工频电场强度监测值范围为 2325V/m~4475V/m, 工频磁感应强度监测值范围为 2.214μT~4.519μT, 均低于 10kV/m、100μT。

本工程周边除已建成的 500kV、220kV 等电力线外无其他影响电磁监测结果的其他重要或较大的电磁设施。

4.4 声环境现状评价

4.4.1 监测因子

昼间、夜间等效连续 A 声级。

4.4.2 布点原则

本工程声环境现状监测点位在现场踏勘调查沿线声环境敏感目标的基础上确定，具体布点原则如下：

输电线路沿线声环境敏感目标，在满足监测条件的前提下，选择距离线路最近的建筑物，在建筑物外靠近线路侧进行监测。多层敏感目标针对不同楼层进行监测。

在线路沿线不受人为活动干扰处设置监测点位，留作背景值。

4.4.3 监测频次

每个监测点位昼、夜各监测 1 次。

4.4.4 监测时间、监测环境

本工程声环境现状监测时间和监测环境情况见表 4.3- 1。

4.4.5 监测单位

本工程声环境现状监测单位同电磁环境现状监测单位一致。

4.4.6 监测方法及仪器

4.4.6.1 监测方法

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）。

4.4.6.2 监测仪器

监测仪器见表 4.4- 1，仪器检验有效期为检定日期起一年。

表 4.4- 1 噪声监测仪器一览表

仪器设备名称	设备型号	设备编号	检定单位	所属单位	测量范围	检定日期	有效日期	仪器状态
多功能声级计	AWA 6228 +	JC05 -01	中国计量科学研究院	山东华瑞兴环保科技有限公司	20dB~142dB	2024.3.6	2025.3.5	合格
声校准器	AWA 6021 A	JC06 -01			94dB/114dB	2024.3.13	2025.3.12	合格

4.4.7 监测结果

本工程 1000kV 输电线路沿线环境敏感目标处的监测结果见表 4.4-2。

表 4.4-2 本工程 1000kV 输电线路沿线环境敏感目标处声环境现状监测结果

序号	监测点位名称	噪声 dB (A)		执行标准
		昼间	夜间	
1	烟台市莱阳市穴坊镇程格庄村	40	38	1 类
2	烟台市莱阳市穴坊镇永安村	41	38	1 类
3	烟台市莱阳市穴坊镇西富山村	42	38	1 类
4	烟台市莱阳市穴坊镇东富山村（一层）	41	38	1 类
	烟台市莱阳市穴坊镇东富山村（二层）	40	36	1 类
5	烟台市莱阳市高格庄镇湾头村	42	38	1 类
6	烟台市莱阳市高格庄镇东曲坊村	43	38	1 类
7	烟台市莱阳市羊郡镇北道头村	41	37	1 类
8	烟台市莱阳市羊郡镇翟家庄村	43	38	1 类
9	烟台市莱阳市羊郡镇后羊郡村	41	36	1 类
10	烟台市海阳市行村镇田村	41	36	1 类
11	烟台市海阳市行村镇祥东村	43	38	1 类
12	烟台市海阳市行村镇西小滩村	42	37	1 类
13	烟台市海阳市行村镇泊子村	40	36	1 类
14	烟台市海阳市行村镇行村一村	41	36	1 类
15	烟台市海阳市行村镇英武店村	40	36	1 类
16	烟台市海阳市行村镇寺头村	41	36	1 类
17	烟台市海阳市行村镇鲁岛村	40	36	1 类
18	烟台市海阳市辛安镇卓格庄村	40	36	1 类

表 4.4-3 本工程 1000kV 输电线路沿线声环境现状背景监测结果

序号	监测位置	噪声 dB(A)		执行标准
		昼间	夜间	
1	线路沿线背景值（海阳西开关站进线处）	39	36	1 类

4.4.8 评价及结论

本工程 1000kV 交流输电线路沿线各声环境敏感目标处的昼间为 41dB(A)~43dB(A)、夜间为 36dB(A)~38dB(A)，声环境背景值昼间为 39dB(A)、夜间为 36dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。

4.5 陆域生态环境现状评价

见报告书第 7 章《陆域生态环境影响评价》专章。

4.6 地表水环境现状评价

4.6.1 跨越地表水体

本工程涉及的具有水环境功能区划的地表水体概况见表 4.6- 1。

表 4.6- 1 本项目输电线路跨越的地表水体概况

序号	行政区	名称	跨域地点	经过水体方式	地表水环境质量现状	地表水环境质量标准	是否涉及饮用水源保护区
1	莱阳市	五龙河	莱阳市穴坊镇东富山村东南侧	一档跨越	IV	IV	否
2	海阳市	白沙河	海阳市行村镇泊子村南侧	一档跨越	/	/	是（规划）

根据烟台市重点河流水质状况（2024 年 1 月~2024 年 12 月），五龙河水质受季节影响较大，大多时间段为 III 类、IV 类水质，偶尔出现 V 类水质。

4.6.2 饮用水水源保护区

本工程输电线路一档跨越规划的白沙河饮用水源保护区准保护区。评价范围内分布 2 处乡镇级集中式饮用水源地。

本工程与烟台市水系位置关系见附图 3。

5 施工期环境影响评价

5.1 陆域生态环境影响评价

见报告书第 7 章《陆域生态环境影响评价》专章。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 声源情况及预测

输电线路在施工期的场地平整、挖土填方、铁塔组立、架线等几个阶段中，主要噪声源有挖掘机、桩机、混凝土振捣器及交通运输噪声等，设备噪声源强详见表 5.2-1。

此外，线路在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其 10m 处声压级一般小于 70dB(A)。

表 5.2-1 施工期主要噪声源源强一览表

序号	阶段*	主要施工设备	声压级 (距声源 5m, 单位 dB(A))
1	土建施工	液压挖掘机	86
		重型运输车	86
		静力压桩机	73
		混凝土振捣器	84
2	设备进场运输	重型运输车	86

注：施工所采用设备一般为中等规模，参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)，选用适中的噪声源源强值。

预测模式采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021) 中点声源几何发散衰减模型。

点声源随传播衰减按下式计算：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 201g(r/r_0) \quad (1)$$

式中：Lp(r)-预测点处声压级，dB；

Lp(r0)-参考位置 r0 处的声压级，dB；

r-预测点距声源的距离，m；

r0-参考位置距声源的距离，m。

根据公式（1）中的施工噪声预测模式进行预测，计算出与声源不同距离处的施工噪声水平预测结果见表 5.2-2。

表 5.2-2 距声源不同距离施工噪声水平 单位：dB(A)

施工机械	10m	20m	30m	40m	50m	60m	80m	100m	120m	140m	160m
液压挖掘机	82.0	76.0	72.5	70.0	68.0	66.4	63.9	62.0	60.4	59.1	57.9
混凝土振捣器	79.5	73.5	70.0	67.5	65.5	63.9	61.4	59.5	57.9	56.6	55.4
静力压桩机	70.5	64.5	61.0	58.5	56.5	54.9	52.4	50.5	48.9	47.6	46.4
重型运输车	82.0	76.0	72.5	70.0	68.0	66.4	63.9	62.0	60.4	59.1	57.9
牵张机绞磨机	70.0	64.0	60.5	58.0	56.0	54.4	51.9	50.0	48.4	47.1	45.9

由表 5.2-2 可知，在位于液压挖掘机、混凝土振捣器、静力压桩机、重型运输车、牵张机绞磨机距离分别大于 50m、40m、20m、50m、20m 时，白天施工噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中昼间 70dB(A) 要求。输电线路施工作业主要在昼间进行，同时通过采用低噪声施工机械设备、合理布局施工设备、加强施工管理、文明施工等措施，施工噪声对周边环境的影响可以控制在可接受范围内。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在 1 个月以内，随着施工的结束，施工噪声的影响也随之结束。

5.2.1 拟采取的环保措施

（1）建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入项目造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任。

（2）施工单位应当制定噪声污染防治实施方案。

（3）施工设备噪声水平应满足国家相关标准，鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、国家市场监督管理总局 公告 2023 年 第 12 号）中所列低噪声设备，或采取带隔声、消声设备的机械，控制噪声源强。

（4）位于声环境敏感目标附近的塔基，施工场地应布置在院里敏感目标一

侧，必要时采取硬质围挡进行隔离。施工尽可能安排在白天，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(5) 合理安排车辆运输路线，优先使用低噪声运输工具，加强进出场地运输车辆管理，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

采取上述措施后，线路施工噪声的影响是可以接受的。

5.3 大气影响分析

5.3.1 大气污染源概况

输电线路的塔基在施工时，由于土地裸露产生的局部、少量二次扬尘，可能对周围环境产生暂时影响，但塔基建成后对裸露土地进行绿化即可消除。另外，输电线路塔基在施工中，由于汽车运输使用临时施工道路，将使施工场地附近二次扬尘增加，但由于输电线路施工强度不大，基础开挖量小，对环境空气的影响范围和程度小，且绝大部分施工点都远离居民住宅。

在项目的施工阶段，尤其是施工初期，土石方的开挖和道路运输都将产生扬尘污染，特别是久旱无雨的大风天气，扬尘污染更为突出。施工开挖、车辆运输等产生的粉尘短期内将使局部区域空气中的 TSP 明显增加。对土、石料、水泥等可能产生扬尘的材料，在运输时用防水布覆盖。

5.3.2 拟采取的环保措施

为尽量减少输电线路施工期扬尘影响，施工期应采取如下扬尘污染防治措施：

(1) 施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防止扬尘污染。施工场地应定期洒水抑尘，当出现风速过大等不利天气状况或重污染天气应急响应期间，应停止施工作业。

(2) 施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。

(3) 线路塔基基础开挖过程中，应及时洒水使施工区域保持一定湿度。

(4) 施工过程中, 建设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, 应当进行绿化、铺装或者遮盖。

(5) 施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

(6) 加强施工期间移动源污染控制, 项目施工期运输车辆采用新能源或国五及以上排放标准, 非道路移动机械采用新能源或国三及以上排放标准。

采取上述措施后, 本项目施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

5.4 固体废物影响分析

5.4.1 主要污染源分析

建设期固体废弃物主要为施工过程中施工人员产生的生活垃圾以及线路建筑垃圾及钻渣; 产生的固体废物若不妥善处置, 会污染环境。

5.4.2 拟采取的措施

为尽量减少输电线路施工期固体废物对环境的影响, 施工期应采取如下防治措施:

(1) 施工单位应按照水土保持方案要求开展施工, 临时土石方应集中堆放、及时回填, 以减少弃土弃渣的产生。本项目剥离的表土全部回覆项目区表层用于植被恢复或复耕; 输电线路区基础开挖产生的余土运至渣场堆放, 其余平摊于塔基范围内回填、夯实、平整, 就地利用, 施工结束后进行土地整治或复耕, 严禁就地倾倒压占塔基征地范围外植被或顺坡溜弃。

(2) 为避免施工及生活垃圾对环境造成影响, 在工程施工现场应做好施工机构及施工人员的环保培训; 明确要求施工过程中产生的生活垃圾、拆迁建筑垃圾分开收集, 严禁混堆; 生活垃圾应采用垃圾桶收集, 并集中堆放, 堆放处应采取必要的围护、地面防渗处理, 避免垃圾飞扬及污染土壤和地下水; 建筑垃圾应及时清运出施工场地; 施工单位应与有独立法人资格的清运单位签订规范的生活垃圾及建筑垃圾清运协议, 理清环保责任; 严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填。

(3) 施工现场不设置施工营地, 施工人员的生活垃圾由施工人员自行收集后带回租住地, 统一交由当地环卫部门清运, 禁止在施工现场随意丢弃。

(4) 输电线路施工中临时堆土点应远离水体, 及时采取挡护措施; 严禁向

附近水体排放工程弃土、废泥浆、废弃的混凝土、生活垃圾等施工废物。

(5) 施工临时占地采取隔离保护措施, 如铺设彩条布、草垫或棕垫, 防止施工活动破坏地表植被; 施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除, 以免影响后期土地功能和植被恢复, 做到“工完、料尽、场地清”。

(6) 海域区灌注桩基础产生的泥浆通过泥浆处理专用车进行压滤与固化, 经处理后的泥饼用于后续的海域施工道路的填筑。

采取以上措施后, 本项目施工期产生的固体废物对环境的影响可以接受。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 水环境污染源概况

线路工程在施工期, 对水环境的影响主要是施工产生的污废水及施工人员在此期间产生的生活污水。线路施工过程中的废污水主要是机械设备冲洗、基础养护、泥浆池废水和施工人员的生活污水等。施工废水和生活污水中含有悬浮物 SS、COD、BOD₅、氨氮等污染物, 废污水进入附近土壤或者水体会引起土壤生产能力下降和水体服务功能减退等不良影响。此外, 施工固体废物处置不当进入周边水体也会造成水域污染。

5.5.2 拟采取的一般性保护措施

为尽量减少对水环境的影响, 施工期应采取如下水污染防治措施:

(1) 泥浆池结合现场实际进行防渗封闭, 避免污染周边农田或土壤; 泥浆池四周沿地面设置安全防护栏与绿色钢丝网, 做好警示标志的设置;

(2) 现场人员进驻现场前, 学习《中华人民共和国环境保护法》和当地环保部门关于污水排放标准的有关条款, 熟悉地方环保政策规定或行政要求;

(3) 钻孔多余的弃渣(废泥浆)应放置到指定地方, 不得任意堆砌在施工场地内或者直接向施工现场周边水塘、河流排放、随意倾倒, 应依法合规处置废泥浆, 避免污染周边环境。废泥浆可采用罐车送到处理场进行合规处理; 也可以待钻渣沉淀后, 委托专业施工队伍(土方队)统一处理, 或者利用施工场地的空地, 围堰防渗处置后存储泥浆, 待泥浆沉淀脱水后, 用干石灰搅拌成干土, 用拉土车外运进行处置;

5.5.3 跨越河流的保护措施

线路工程在施工期,对水环境的影响主要在线路塔基基础开挖和基础浇筑期间。一方面由于场地扰动,开挖面和临时堆土因未及时防护或防护不当可能产生水土流失;另一方面是施工人员在此期间产生生活污水;另外,由于未及时清理建筑垃圾或生活垃圾,也可能对附近水体造成污染。

本项目线路跨越河流等水体施工时拟采取如下措施:

(1) 加强施工期间人员管理,禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

(2) 各类施工场地要远离水体,并划定明确的施工范围,不得随意扩大施工范围,禁止侵占河道。

(3) 合理安排工期和施工工序,避免雨天施工。基础施工阶段,开挖过程中的临时堆土、钻渣等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施,防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

(4) 线路采用一档跨越方式通过水体,不在河流内岸和水体中立塔,不会对跨越水体构成影响。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进的展放工艺,避免涉水施工。

(5) 施工中临时堆土点应远离跨越的水体,不得在水体附近和河道范围内设置临时堆土点。

由于输电线路属线性工程,单塔开挖工程量小,作业点分散,施工时间较短,单塔施工周期一般在两个月内,影响区域较小;且输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点,每个施工点的施工人员住地租用当地农村民房,不新建施工营地,施工人员产生的生活污水利用租住民房既有的化粪池进行处置,不会对当地水环境造成影响;部分靠近城镇的施工住地,生活污水纳入当地污水管网并进入污水处理厂(站)处置,不会对水环境造成影响。

施工期间在采取施工管理、文明施工、合理布置、防止漫排等环境管理措施和污染防治措施后,不会对线路附近地表水环境造成影响。

5.5.4 跨越饮用水水源保护区的保护措施

(1) 设计阶段避让措施

按照《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》和地方相关规定,不得在饮用水水源地一级保护区范围内立塔,尽量减少在

二级保护区和准保护区内的立塔数量。依据环评工作要求,设计方案进一步优化,优化后线路完全避让了 2 处饮用水水源保护区。

(2) 施工期污染防治措施

本项目输电线路沿线跨越了 1 处规划的饮用水水源保护区准保护区。对水源保护区来说,比较重点的是其使用功能不受影响。

线路在施工期间,塔基建设可能对水源保护区产生的影响主要包括:塔基建设时,需要清理占地区域的植被;临时堆放的开挖土方或开挖面未及时采取防护措施,雨水冲刷后易造成水土流失,可能会影响水源保护区水质;施工过程产生的施工废水,主要污染物为悬浮物,若处理不当一旦流入保护水体,也可能影响其水质;施工迹地附近如未及时清理建筑垃圾或生活垃圾,也可能对水源保护区造成水体污染。

由于工程通过跨越的方式经过白沙河饮用水水源保护区准保护区,无涉水工程,对水体功能基本无影响。

在工程施工期需采取相关针对性的保护措施,如不在水源保护区范围内弃土弃渣或设置牵张场等临时施工占地,控制施工废水排放,实施异地处置,避免雨天施工,确保不会影响到保护区的水源水质。施工后及时做好临时占地的植被修复,加强占地生态维护和管理,不会造成明显的不利生态影响。

线路在运行期无废水、废渣等污染物产生,不会向受保护水体排放污染物,也不会对饮用水源保护区的水质产生影响。

本项目建设采用逐步推进式点状施工方式,不会造成长距离的生态阻隔而影响野生动物的迁徙;保护段施工和运行将采取更严格的生态管理措施,实施全方向的监测工作,开展更全面生态修复,极大减轻了对保护区的影响。通过采取合理措施,能确保无害化跨越水源保护区。施工与运行不会对水源敏感区整体性和连续性产生影响。

5.5.4 线路临近饮用水水源保护区的保护措施

(1) 为做好线路附近饮用水水源保护区的保护工作,建设单位应开展环境监理工作,开工前将输电线路穿(跨)越的以及距输电线路较近的饮用水水源保护区作为环境监理工作的重点,予以高度重视。

(2) 项目开工前环境监理应对临近保护区段的线路路径方案进行复核,确

保线路路径和塔基不落入保护区内。

(3) 开工前，环境监理应向施工单位进行环境保护工作交底，明确保护区边界范围，检查该区段的施工方案和施工组织方案，确保施工临时占地不落入保护区内。

(4) 加强施工期间的环境保护管理工作，做好水土保持工作，避免向保护区内排放施工废水、倾倒弃土弃渣，以及其他破坏保护区内生态环境的活动。

5.6 海洋环境影响分析

详见第 8 章海洋环境影响评价。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本工程输电线路电磁环境影响预测采用类比监测和模式预测相结合的方式；本工程 1000kV 交流输电线路与 500kV 核神 I/II 线在莱阳市东曲坊村西南、海阳市祥东村东北方向、500kV 崂山-莱阳线在莱阳市程格庄村东北方向交叉跨越；在莱阳市西曲坊村南侧、海阳市田村北侧并行（中对中距离小于 100m）。交叉跨越和并行分别采用类比监测和模式预测的方式。

6.1.1 电磁环境影响类比分析

6.1.1.1 类比对象选择

输电线路电磁环境影响类比分析选择运行稳定、已通过竣工环境保护验收的电力线路进行类比，通过类比对象的电磁环境监测结果，类比预测本工程的电磁环境影响水平，并对理论计算结果进行验证。

类比对象应保证与本工程输电线路电压等级相同、导线回数 and 架线型式相同，以及运行工况、导线排列方式、架线高度等类似。

本工程 1000kV 交流输电线路均为单回路架设，分为 1000kV 单回路架设段、2 条 1000kV 单回路并行架设段及 1 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I/II 线并行架设段三种情景。

对于 1000kV 单回路架设段和 2 条 1000kV 单回路并行架设段，选取张北～雄安 1000kV 交流输电线路（家定 I 线、家定 II 线）作为本工程的类比线路。类比线路与本工程线路的对比见表 6.1-1。

2 条 1000kV 线路并行段的电磁影响一般大于 1 条 1000kV 线路与 1 条 500kV 线路并行段的电磁影响，因此本工程 1 条 1000kV 单回路与 1 条 500kV 核神 I/II 线并行段的电磁影响不做单独类比分析。

表 6.1-1 本工程输电线路与类比线路特性对比表

参数	本工程	张北～雄安 1000kV 交流输电线路	可比性分析
电压等级	1000kV	1000kV	相同

参数	本工程	张北~雄安1000kV交流 输电线路	可比性分析
输送功率（单回）	4200MW	5300MW	大于本项目
架线型式	单回路、单回路并行	单回路、单回路并行	相同
运行回数	单回路 单回路并行（最小间距 90m）	单回路 单回路并行（最小间距 92m）	相似
导线型号	8×JL1/LB20A-630/45	8×JL/G1A-630/45	相似
子导线直径	33.8mm	33.8mm	相同
子导线分裂数	8	8	相同
子导线分裂间距	400mm	400mm	相同
架线高度	设计规范：单回 22m、27m	监测断面处：29m	实际架线高度一般高于 规范要求
地理位置	山东	河北	相近

两个输电线路的电压等级、架线型式、运行回数、子导线直径、子导线分裂数和分裂间距相同，输送功率相当，导线型号和地理位置相近，设计规范相同，设计规范架线高度小于类比工程，但是通常实际建设高度大于设计规范要求，与类别对象高度相当，因此，张北~雄安 1000kV 交流输电线路与本工程输电线路具有可比性。

本次所选类比线路架设高度与拟建工程输电线路存在一定差异（表中类比线路架设高度为实际架设高度，拟建项目输电线路高度为设计确定的导线对地最低高度），在其他条件相同的情况下，导线的对地高度会影响工频电场强度和工频磁感应强度的大小，但不会影响导线周围的电磁环境影响变化规律。本项目电磁环境影响评价采用理论预测与类比监测相结合的方式开展，且主要采用理论预测值作为输电线路电磁环境影响预测评价的评价依据。根据后文类比线路实际监测结果与理论计算结果的对比，本线路所选类比线路理论预测结果均比实际监测结果值更大，采用理论预测值作为输电线路电磁环境影响预测评价的评价依据更保守。

6.1.1.2 类比监测及监测结果分析

类比监测数据引自《张北~雄安（北京西）1000kV 特高压交流输变电工程

竣工环境保护验收调查报告》（2020 年 12 月）及湖北博润雅检测科技有限公司 2020 年 11 月 4 日针对张北~雄安 1000kV 特高压交流输变电工程出具的检测报告。

（1）监测布点

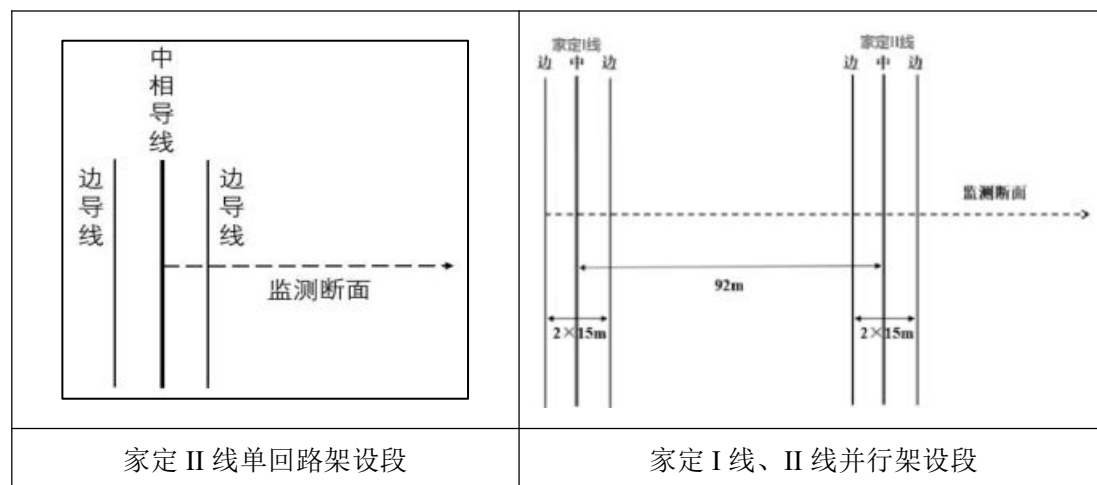


图 6.1-1 类比工程输电线路监测断面布设示意图

（2）监测单位、监测仪器及方法标准

监测单位：湖北博润雅检测科技有限公司。

监测仪器：见表 6.1-2。

表 6.1-2 监测仪器情况一览表

设备名称	设备编号	测量范围	检定编号	检定有效日期
工频场强仪 SEM-600	S-0150	0.01V/m~100kV/m 0.1nT~10mT	CAL(2020)-(JZ)-(0051)	2020.4.8~2021.4.7
	I-1116	0.01V/m~100kV/m 0.1nT~10mT	XDdj2020-02124	2020.6.7~2021.6.6

监测方法标准：《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）。

（3）监测环境及运行工况

监测时间：2020 年 9 月 3 日（保定市）、9 月 7 日（张家口市）。

监测环境：9 月 3 日：晴，气温 18~22℃，相对湿度 40%~58%；9 月 7 日：晴，气温 22~28℃，相对湿度 43%~51%。监测期间运行工况见表 6.1-3。

表 6.1-3 张北~雄安 I、II 线（1000kV 家定 I、II 线）监测期间运行工况

名称	日期	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
家定 I 线	2020.9.3	1053-1073	190-579	262-1007	119-319

名称	日期	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
家定 II 线	2020.9.3	1054-1074	171-553	265-1009	152-302
家定 I 线	2020.9.7	1053-1071	184-586	258-1022	154-300
家定 II 线	2020.9.7	1053-1073	166-561	261-1023	158-305

(4) 监测结果及分析

张北~雄安单回路和单回路并行监测断面监测结果见表 6.1-4~表 6.1-5。

表 6.1-4 家定 II 线单回路段监测断面监测结果与理论计算值一览表

监测位置	工频电场强度 (kV/m)		工频磁感应强度 (μ T)	
	监测值	对应参数模式预测值	监测值	对应参数模式预测值
家定 II 线中心导线下	1.0848	1.8533	2.0918	3.531
家定 II 线中心导线外 2m	1.3221	2.0252	2.0796	3.469
家定 II 线中心导线外 4m	1.4666	2.3753	2.0476	3.407
家定 II 线中心导线外 6m	1.6078	2.8209	2.0114	3.331
家定 II 线中心导线外 8m	1.8363	3.2987	1.9728	3.239
家定 II 线中心导线外 10m	2.0815	3.764	1.9114	3.134
家定 II 线中心导线外 12m	2.2182	4.1838	1.8695	3.016
家定 II 线边导线下	2.5203	4.5343	1.8015	2.888
家定 II 线边导线外 2m	2.8188	4.7996	1.7268	2.75
家定 II 线边导线外 4m	2.9574	4.9723	1.6854	2.607
家定 II 线边导线外 6m	3.1591	5.0524	1.629	2.46
家定 II 线边导线外 8m	2.9776	5.0463	1.575	2.311
家定 II 线边导线外 10m	2.7979	4.9649	1.4837	2.164
家定 II 线边导线外 12m	2.8038	4.8218	1.4121	2.021
家定 II 线边导线外 14m	2.9210	4.6314	1.3608	1.883
家定 II 线边导线外 15m	2.7079	4.5228	1.2947	1.816
家定 II 线边导线外 20m	2.4205	3.9075	1.1641	1.509
家定 II 线边导线外 25m	2.1856	3.2724	1.0295	1.251

监测位置	工频电场强度 (kV/m)		工频磁感应强度 (μT)	
	监测值	对应参数 模式预测值	监测值	对应参数 模式预测值
家定 II 线边导线外 30m	2.0968	2.6975	0.9351	1.04
家定 II 线边导线外 35m	1.9917	2.2103	0.8459	0.869
家定 II 线边导线外 40m	1.7168	1.8115	0.7568	0.731
家定 II 线边导线外 45m	1.4798	1.4902	0.6699	0.62
家定 II 线边导线外 50m	1.3241	1.233	0.5939	0.529

表 6.1-5 家定 I 线、家定 II 线并行段工频电磁场监测结果与理论计算值一览表

监测位置	工频电场 (kV/m)		工频磁场 (μT)	
	监测值	对应参数 预测值	监测值	对应参数 预测值
家定 I 线边导线下	2.9496	4.5343	3.3225	3.005
家定 I 线间距边导线 1m	3.5732	4.3689	3.0225	3.072
家定 I 线间距边导线 2m	3.3165	4.1838	3.1935	3.137
家定 I 线间距边导线 3m	3.1641	3.9813	3.3195	3.198
家定 I 线间距边导线 5m	2.7593	3.5352	3.3568	3.313
家定 I 线间距边导线 7m	2.3463	3.0589	3.4474	3.413
家定 I 线间距边导线 9m	1.7363	2.5906	3.5137	3.498
家定 I 线间距边导线 11m	1.5122	2.1835	3.5821	3.568
家定 I 线间距边导线 13m	1.5411	1.9114	3.6617	3.621
家定 I 线间距边导线 14m	1.7762	1.8519	3.6939	3.642
家定 I 线距中心导线下	2.2178	1.8533	3.6728	3.658
家定 I 线间距边导线 16m	2.7388	1.916	3.6917	3.67
家定 I 线间距边导线 17m	3.2697	2.0345	3.6482	3.678
家定 I 线间距边导线 19m	3.4162	2.4008	3.6385	3.681
家定 I 线间距边导线 21m	3.954	2.8746	3.6304	3.666
家定 I 线间距边导线 23m	3.837	3.3952	3.6321	3.635
家定 I 线间距边导线 25m	5.0653	3.919	3.6393	3.586

监测位置	工频电场 (kV/m)		工频磁场 (μ T)	
	监测值	对应参数 预测值	监测值	对应参数 预测值
家定 I 线间距边导线 27m	5.6908	4.4134	3.598	3.522
家定 I 线间距边导线 29m	5.0925	4.8529	3.5401	3.442
家定 I 线距边导线下	4.7897	5.0461	3.5128	3.397
并行线路之间 1m	5.1735	5.2194	3.4088	3.349
并行线路之间 2m	6.0476	5.3716	3.3603	3.298
并行线路之间 3m	5.1246	5.5021	3.3339	3.244
并行线路之间 4m	5.1137	5.6109	3.3054	3.189
并行线路之间 5m	6.5593	5.6981	3.2451	3.131
并行线路之间 6m	6.2447	5.7645	3.2072	3.073
并行线路之间 7m	6.3999	5.8111	3.095	3.013
并行线路之间 8m	6.166	5.8392	2.9631	2.953
并行线路之间 9m	6.405	5.8504	2.8698	2.893
并行线路之间 10m	6.9258	5.8463	2.7762	2.833
并行线路之间 11m	6.7962	5.8287	2.7288	2.773
并行线路之间 12m	5.7138	5.7995	2.6777	2.715
并行线路之间 13m	5.4404	5.7606	2.4374	2.658
并行线路之间 15m	5.0717	5.6608	2.2671	2.548
并行线路之间 20m	4.9438	5.3584	2.0605	2.314
并行线路之间 25m	4.6228	5.1027	1.9278	2.154
并行线路之间 30m	4.4499	4.9844	1.8792	2.082
并行线路之间 35m	4.0082	5.036	1.7821	2.101
并行线路之间 40m	4.0971	5.2439	1.7832	2.21
并行线路之间 45m	3.4475	5.543	1.7408	2.4
并行线路之间 50m	3.5785	5.7995	1.7121	2.652
并行线路之间 54m	3.5993	5.8392	1.8038	2.877
并行线路之间 56m	3.1196	5.7645	1.8459	2.99

监测位置	工频电场 (kV/m)		工频磁场 (μT)	
	监测值	对应参数 预测值	监测值	对应参数 预测值
并行线路之间 58m	3.1561	5.6109	1.9548	3.1
并行线路之间 60m	2.9455	5.3716	2.0199	3.202
家定 II 线边导线下	2.8102	5.0461	2.0205	3.296
家定 II 线间距边导线 2m	3.2298	4.6413	2.0021	3.377
家定 II 线间距线边导线 4m	2.4071	4.1717	2.0095	3.445
家定 II 线间距线边导线 6m	2.1298	3.6589	2.1150	3.497
家定 II 线间距线边导线 8m	1.8882	3.1321	2.1388	3.534
家定 II 线间距线边导线 10m	1.5691	2.6286	2.1384	3.554
家定 II 线间距线边导线 12m	1.3471	2.1996	2.1387	3.557
家定 II 线间距线边导线 14m	1.1945	1.916	2.1479	3.544
家定 II 线间距线中心导线下	1.0848	1.8533	2.0918	3.531
家定 II 线间距线边导线 18m	1.3221	2.0252	2.0796	3.469
家定 II 线间距线边导线 20m	1.4666	2.3753	2.0476	3.407
家定 II 线间距线边导线 22m	1.6078	2.8209	2.0114	3.331
家定 II 线间距线边导线 24m	1.8363	3.2987	1.9728	3.239
家定 II 线间距线边导线 26m	2.0815	3.764	1.9114	3.134
家定 II 线间距线边导线 28m	2.2182	4.1838	1.8695	3.016
家定 II 线边导线下	2.5203	4.5343	1.8015	2.888
距家定 II 线边导线 2m	2.8188	4.7996	1.7268	2.75
距家定 II 线边导线 4m	2.9574	4.9723	1.6854	2.607
距家定 II 线边导线 6m	3.1591	5.0524	1.629	2.46
距家定 II 线边导线 8m	2.9776	5.0463	1.575	2.311
距家定 II 线边导线 10m	2.7979	4.9649	1.4837	2.164
距家定 II 线边导线 12m	2.8038	4.8218	1.4121	2.021
距家定 II 线边导线 14m	2.921	4.6314	1.3608	1.883
距家定 II 线边导线 15m	2.7079	4.5228	1.2947	1.816

监测位置	工频电场 (kV/m)		工频磁场 (μT)	
	监测值	对应参数 预测值	监测值	对应参数 预测值
距家定 II 线边导线 20m	2.4205	3.9075	1.1641	1.509
距家定 II 线边导线 25m	2.1856	3.2724	1.0295	1.251
距家定 II 线边导线 30m	2.0968	2.6975	0.9351	1.04
距家定 II 线边导线 35m	1.9917	2.2103	0.8459	0.869
距家定 II 线边导线 40m	1.7168	1.8115	0.7568	0.731
距家定 II 线边导线 45m	1.4798	1.4902	0.6699	0.62
距家定 II 线边导线 50m	1.3241	1.233	0.5939	0.529

家定 I 线单回路断面监测点位中工频电场强度监测值最大为 3.1591kV/m，位于边导线外 6m 处，其它监测值随着与边导线距离的增加而逐渐减小；工频磁感应强度监测值最大为 2.0918 μT ，位于中心导线投影处，其它监测值总体随着与线路中心距离的增加而逐渐减小。监测结果显示，工频电场强度均小于 10kV/m，工频磁感应强度均小于 100 μT 。

家定 I 线、II 线单回路并行段断面监测点位中工频电场强度监测值最大为 6.9258kV/m，位于并行线间，靠近家定 I 线内侧边导线侧，其它监测值随着与边导线距离的增加而逐渐减小；工频磁感应强度监测值最大为 3.6939 μT ，大概位于家定 I 线中心线投影处，其它监测值总体随着与线路中心距离的增加而逐渐减小。监测结果显示，工频电场强度均小于 10kV/m，工频磁感应强度均小于 100 μT 。

(5) 类比监测结果与理论计算结果的对比

按照电磁环境类比监测时同样工况条件对类比对象进行理论计算预测，并与实测值分析比较，以验证理论预测的可信性。实际监测值与模式预测值的对比见表 6.1-4~表 6.1-5。由模式预测结果和实际监测结果的比较可知，其变化趋势总体一致。且理论计算结果整体于实际检测值，因此，采用线路模式预测计算进行电磁环境预测分析并制定相应的电磁防治措施，可以保障线路运行后工频电场强度和磁感应强度满足相应的标准限值要求。类比线路理论预测结果与实际检测值变化趋势对比见图 6.1-2~图 6.1-4。

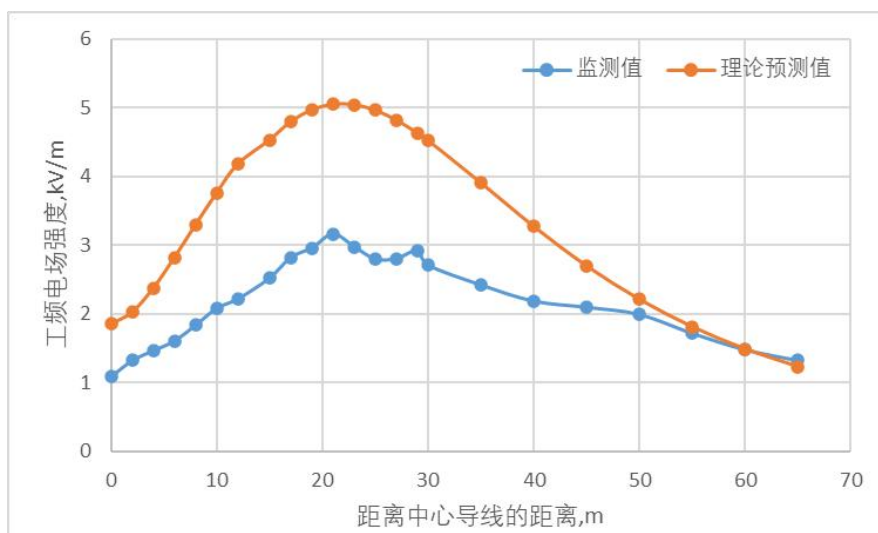


图 6.1-2 单回路工频电场强度理论计算结果与实测结果对比图

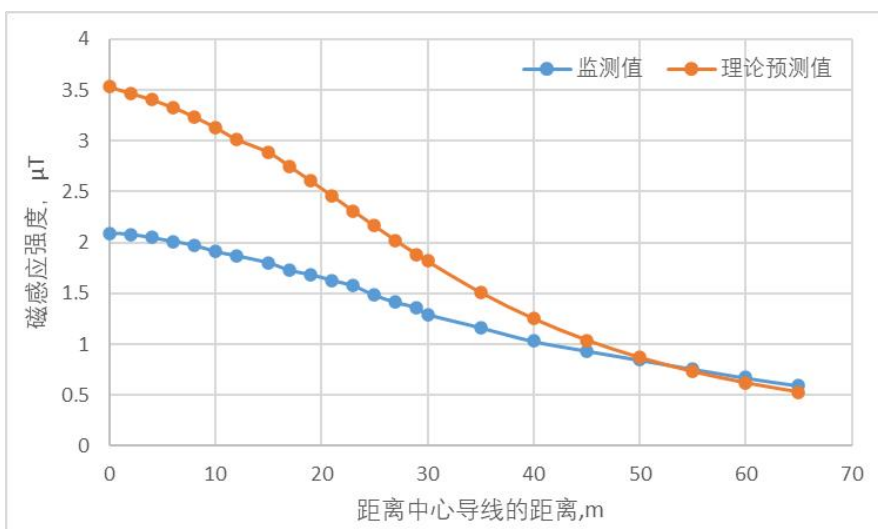


图 6.1-3 单回路磁感应强度理论计算结果与实测结果对比图

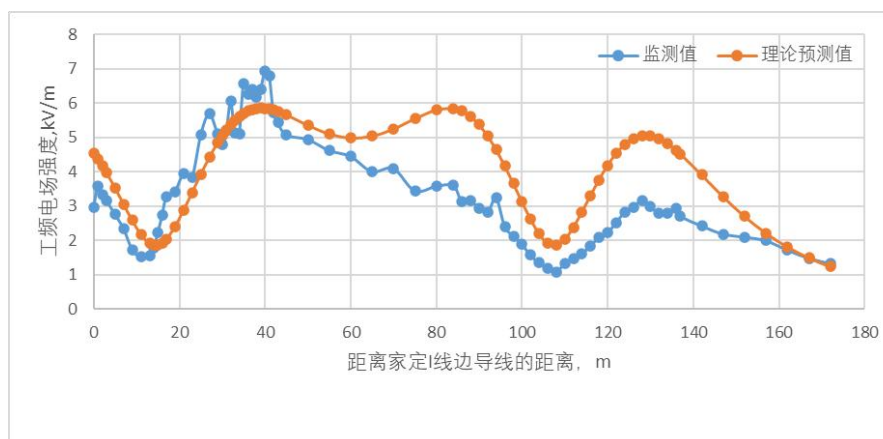


图 6.1-4 单回路并行工频电场强度理论计算的结果与实测结果对比情况

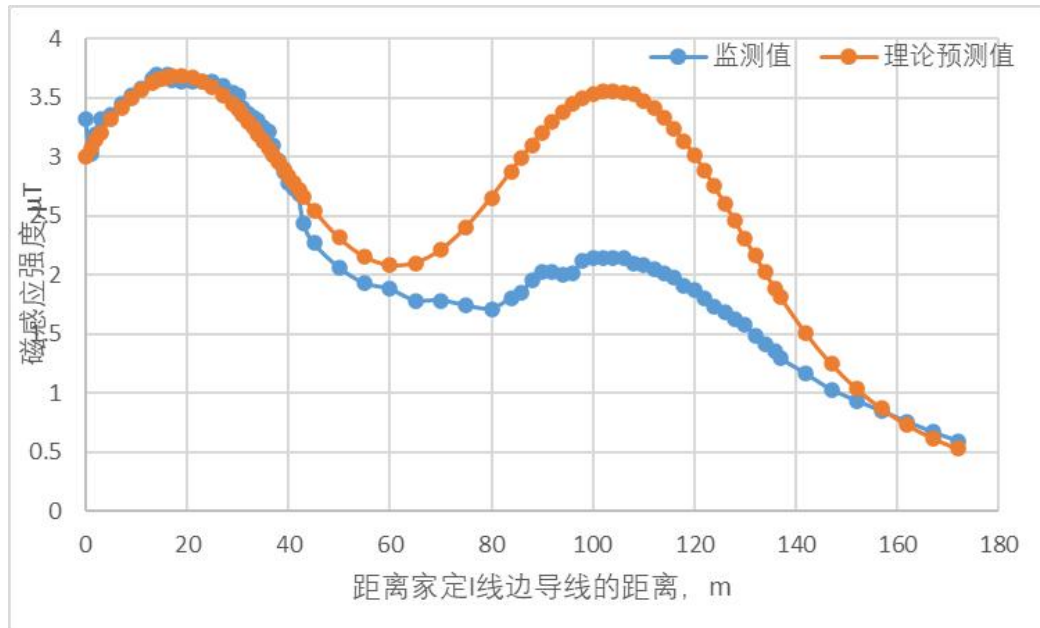


图 6.1-5 单回路并行磁感应强度理论计算的结果与实测结果对比情况

6.1.2 输电线路电磁环境影响模式预测及评价

6.1.2.1 预测计算模式

本工程输电线路的工频电场、工频磁场影响的理论计算依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）推荐的附录 C、D 计算模式进行。

6.1.2.2 预测代表性

输电线路运行产生的工频电场、工频磁场由导线的线间距离、导线对地高度、导线型式和线路运行工况（电压、电流等）决定的，受导线直径和所处海拔影响较小。预测时考虑线路对地面人员的影响，即预测地面上 1.5m 的工频电场强度、工频磁感应强度。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求：预测塔型选择时，可主要考虑线路经过居民区时的塔型，也可按保守原则选择电磁环境影响最大的塔型。一般说来，输电线路相间距离较大的塔型下工频电场强度较相间距离较小的塔型下略大，边导线外高场强区范围略宽。本工程电磁预测在综合考虑全面性和保守原则的基础上选择典型塔型预测电磁影响。

针对 1000kV 单回路和 2 条 1000kV 单回路并行段，选取了电磁环境影响最大和最小的直线塔型，即边导线间距最大的 ZB31105A 塔和边导线间距最小的 ZB29102A 塔进行预测；针对 2 条 1000kV 单回路并行段，选取最小并行间距 90m。

6.1.2.3 预测方案

本工程电磁环境敏感目标主要为 1 层建筑，也有少量 2 层建筑，无可达阳台或平台，本项目工频电场和工频磁场预测点位高度按 1.5m、4.5m 和 7.5m 考虑。

电磁预测导线高度考虑设计规范中的居民区和非居民区导线最小对地距离，并按 1m 为步长逐步抬升导线对地高度至非居民区工频电场强度小于 10kV/m、居民区边导线 7m 外工频电场强度小于 4kV/m 为止。

为安全起见，本次理论预测结果分别针对居民区、非居民区预留 8%~10%的安全裕度。

本工程 1000kV 输电线路电磁预测参数详见表 6.1- 6，预测塔型示意图见图 6.1- 6~图 6.1- 7。

表 6.1- 6 本工程 1000kV 输电线路电磁预测参数一览表

序号	项目	参数
1	电压等级	1000kV
2	导线型号	8×JL1/LB20A-630/45
3	子导线直径	33.8mm
4	子导线分裂数	8
5	子导线分裂间距	400mm
6	导线排列方式	单回路：水平排列 C B A 单回路并行：水平排列：C B A C B A
7	输送容量	4200MW
8	导线最低对地距离	1000kV 单回线路：22m、27m。
9	预测塔型	边导线间距最大塔型：ZB31105A 边导线间距最小塔型：ZB29102A
10	2 条 1000kV 线路并行间距	线路中对中间距 90 米
11	预测点高度	地面以上 1.5m、4.5m、7.5m

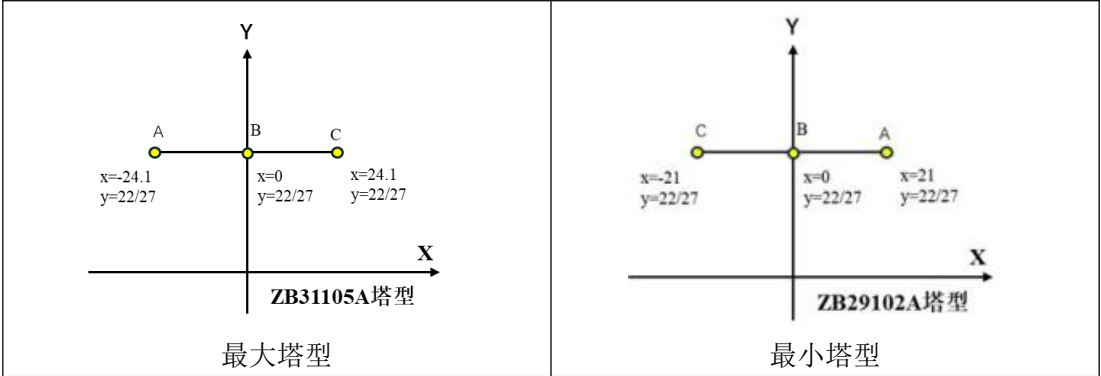


图 6.1- 6 1000kV 单回路段塔型预测示意图

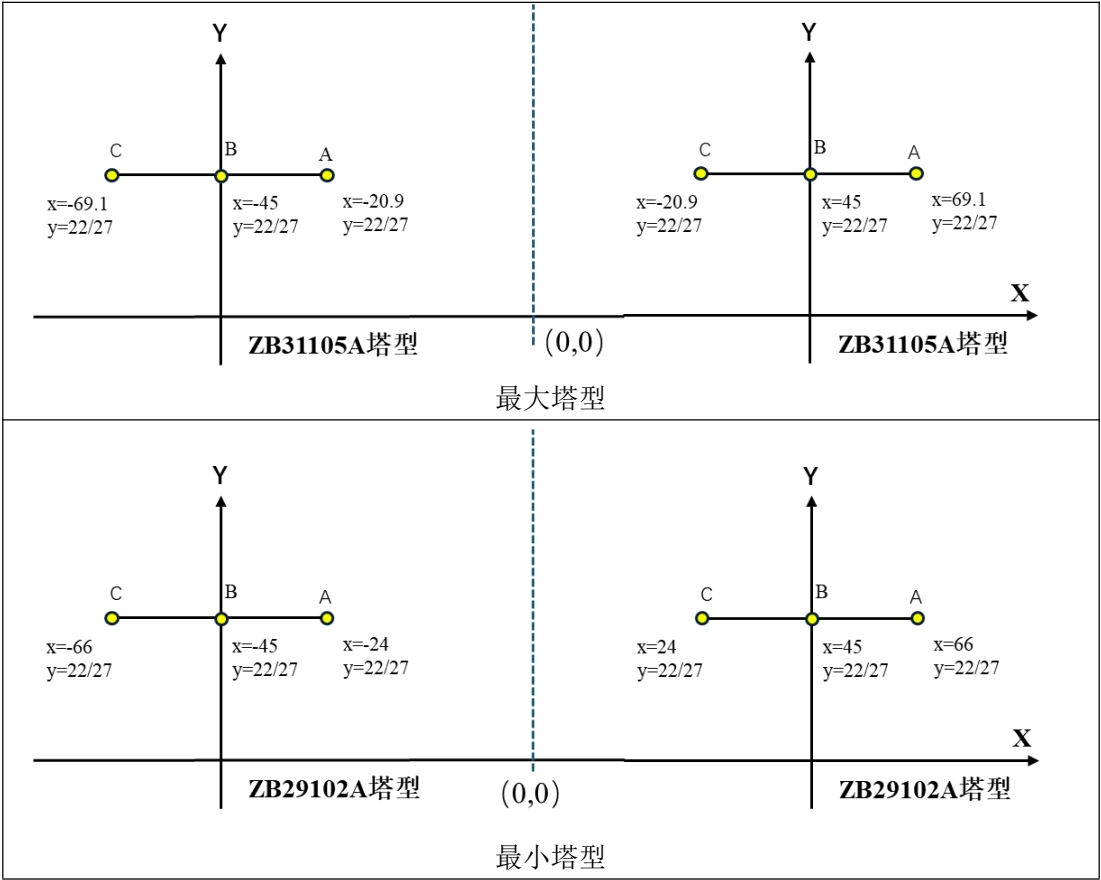


图 6.1- 7 1000kV 单回路并行段塔型预测示意图

6.1.2.4 单回路段电磁环境影响预测结果及评价

本工程 1000kV 输电线路采用单回路架设段电磁环境影响模式预测结果见表 6.1- 7~表 6.1- 8。不同导线对地高度及不同高度预测点处工频电场强度、磁感应强度及 4kV 等值线图见图 6.1- 8~图 6.1- 15。

表 6.1-7 1000kV 单回路架设段工频电场强度预测结果（最大塔型）

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	42m	43m	22m	23m	27m			41m	42m	43m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-75	1.303	1.33	1.414	1.41	1.401	1.472	1.465	1.458	3.7	3.67	3.53	3.64	3.74	2.98	3.06	3.14
-70	1.597	1.625	1.704	1.699	1.689	1.691	1.679	1.667	4.26	4.21	4.02	4.17	4.3	3.32	3.42	3.52
-65	1.982	2.007	2.07	2.065	2.054	1.941	1.922	1.905	4.94	4.88	4.62	4.81	5	3.71	3.84	3.97
-60	2.489	2.508	2.532	2.528	2.518	2.222	2.193	2.17	5.79	5.7	5.35	5.62	5.88	4.16	4.32	4.48
-55	3.164	3.166	3.113	3.112	3.109	2.526	2.486	2.457	6.87	6.74	6.24	6.61	6.99	4.66	4.86	5.07
-50	4.058	4.025	3.828	3.837	3.852	2.84	2.787	2.753	8.23	8.05	7.32	7.86	8.42	5.22	5.48	5.75
-45	5.219	5.12	4.676	4.707	4.766	3.138	3.073	3.036	9.97	9.69	8.63	9.41	10.25	5.84	6.16	6.51
-40	6.649	6.434	5.602	5.677	5.826	3.383	3.308	3.274	12.14	11.71	10.18	11.3	12.58	6.5	6.9	7.34
-35	8.196	7.812	6.463	6.612	6.915	3.527	3.447	3.424	14.74	14.1	11.91	13.5	15.41	7.19	7.67	8.21
-34	8.488	8.065	6.607	6.774	7.115	3.54	3.46	3.439	15.29	14.61	12.27	13.97	16.03	7.32	7.83	8.38
-33	8.763	8.301	6.736	6.921	7.303	3.546	3.466	3.449	15.86	15.12	12.64	14.44	16.65	7.46	7.98	8.56
-32	9.016	8.516	6.848	7.052	7.475	3.545	3.466	3.454	16.43	15.64	13	14.91	17.28	7.59	8.13	8.73

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	42m	43m	22m	23m	27m			41m	42m	43m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-31	9.24	8.705	6.941	7.163	7.629	3.537	3.46	3.452	17	16.16	13.36	15.38	17.91	7.73	8.29	8.9
-30	9.431	8.863	7.011	7.253	7.761	3.522	3.447	3.444	17.56	16.67	13.72	15.84	18.54	7.86	8.43	9.07
-29	9.583	8.985	7.057	7.318	7.868	3.5	3.428	3.43	18.12	17.17	14.07	16.3	19.16	7.99	8.58	9.24
-28	9.69	9.067	7.078	7.357	7.947	3.471	3.401	3.41	18.67	17.67	14.41	16.75	19.76	8.12	8.73	9.41
-27	9.747	9.106	7.071	7.368	7.996	3.434	3.368	3.383	19.2	18.15	14.75	17.19	20.35	8.24	8.87	9.57
-26	9.752	9.098	7.037	7.35	8.014	3.39	3.328	3.35	19.7	18.61	15.08	17.61	20.91	8.36	9.01	9.73
-25	9.702	9.043	6.975	7.303	8	3.339	3.282	3.311	20.19	19.05	15.39	18.01	21.44	8.48	9.14	9.88
-24	9.596	8.94	6.885	7.228	7.954	3.28	3.229	3.266	20.64	19.47	15.69	18.4	21.93	8.6	9.27	10.03
-23	9.436	8.791	6.769	7.125	7.877	3.216	3.17	3.216	21.06	19.86	15.98	18.76	22.39	8.71	9.4	10.17
-22	9.226	8.599	6.628	6.996	7.773	3.144	3.105	3.161	21.45	20.22	16.25	19.09	22.81	8.82	9.52	10.31
-21	8.971	8.368	6.466	6.846	7.644	3.068	3.035	3.1	21.81	20.55	16.51	19.41	23.2	8.93	9.64	10.45
-20	8.678	8.105	6.285	6.677	7.495	2.985	2.96	3.036	22.14	20.86	16.74	19.7	23.54	9.03	9.75	10.57
-15	7.037	6.639	5.284	5.741	6.66	2.52	2.539	2.675	23.31	22	17.7	20.79	24.74	9.46	10.24	11.12

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	42m	43m	22m	23m	27m			41m	42m	43m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-10	6.326	5.942	4.633	5.169	6.205	2.043	2.112	2.317	23.95	22.65	18.3	21.44	25.37	9.77	10.59	11.51
-5	6.986	6.414	4.622	5.208	6.33	1.677	1.79	2.057	24.31	23	18.63	21.78	25.74	9.96	10.8	11.74
0	7.497	6.819	4.741	5.341	6.495	1.537	1.67	1.963	24.44	23.12	18.73	21.9	25.88	10.02	10.87	11.81
5	6.986	6.414	4.622	5.208	6.33	1.677	1.79	2.057	24.31	23	18.63	21.78	25.74	9.96	10.8	11.74
10	6.326	5.942	4.633	5.169	6.205	2.043	2.112	2.317	23.95	22.65	18.3	21.44	25.37	9.77	10.59	11.51
15	7.037	6.639	5.284	5.741	6.66	2.52	2.539	2.675	23.31	22	17.7	20.79	24.74	9.46	10.24	11.12
20	8.678	8.105	6.285	6.677	7.495	2.985	2.96	3.036	22.14	20.86	16.74	19.7	23.54	9.03	9.75	10.57
21	8.971	8.368	6.466	6.846	7.644	3.068	3.035	3.1	21.81	20.55	16.51	19.41	23.2	8.93	9.64	10.45
22	9.226	8.599	6.628	6.996	7.773	3.144	3.105	3.161	21.45	20.22	16.25	19.09	22.81	8.82	9.52	10.31
23	9.436	8.791	6.769	7.125	7.877	3.216	3.17	3.216	21.06	19.86	15.98	18.76	22.39	8.71	9.4	10.17
24	9.596	8.94	6.885	7.228	7.954	3.28	3.229	3.266	20.64	19.47	15.69	18.4	21.93	8.6	9.27	10.03
25	9.702	9.043	6.975	7.303	8	3.339	3.282	3.311	20.19	19.05	15.39	18.01	21.44	8.48	9.14	9.88
26	9.752	9.098	7.037	7.35	8.014	3.39	3.328	3.35	19.7	18.61	15.08	17.61	20.91	8.36	9.01	9.73

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	42m	43m	22m	23m	27m			41m	42m	43m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
27	9.747	9.106	7.071	7.368	7.996	3.434	3.368	3.383	19.2	18.15	14.75	17.19	20.35	8.24	8.87	9.57
28	9.69	9.067	7.078	7.357	7.947	3.471	3.401	3.41	18.67	17.67	14.41	16.75	19.76	8.12	8.73	9.41
29	9.583	8.985	7.057	7.318	7.868	3.5	3.428	3.43	18.12	17.17	14.07	16.3	19.16	7.99	8.58	9.24
30	9.431	8.863	7.011	7.253	7.761	3.522	3.447	3.444	17.56	16.67	13.72	15.84	18.54	7.86	8.43	9.07
31	9.24	8.705	6.941	7.163	7.629	3.537	3.46	3.452	17	16.16	13.36	15.38	17.91	7.73	8.29	8.9
32	9.016	8.516	6.848	7.052	7.475	3.545	3.466	3.454	16.43	15.64	13	14.91	17.28	7.59	8.13	8.73
33	8.763	8.301	6.736	6.921	7.303	3.546	3.466	3.449	15.86	15.12	12.64	14.44	16.65	7.46	7.98	8.56
34	8.488	8.065	6.607	6.774	7.115	3.54	3.46	3.439	15.29	14.61	12.27	13.97	16.03	7.32	7.83	8.38
35	8.196	7.812	6.463	6.612	6.915	3.527	3.447	3.424	14.74	14.1	11.91	13.5	15.41	7.19	7.67	8.21
40	6.649	6.434	5.602	5.677	5.826	3.383	3.308	3.274	12.14	11.71	10.18	11.3	12.58	6.5	6.9	7.34
45	5.219	5.12	4.676	4.707	4.766	3.138	3.073	3.036	9.97	9.69	8.63	9.41	10.25	5.84	6.16	6.51
50	4.058	4.025	3.828	3.837	3.852	2.84	2.787	2.753	8.23	8.05	7.32	7.86	8.42	5.22	5.48	5.75
55	3.164	3.166	3.113	3.112	3.109	2.526	2.486	2.457	6.87	6.74	6.24	6.61	6.99	4.66	4.86	5.07

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	42m	43m	22m	23m	27m			41m	42m	43m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
60	2.489	2.508	2.532	2.528	2.518	2.222	2.193	2.17	5.79	5.7	5.35	5.62	5.88	4.16	4.32	4.48
65	1.982	2.007	2.07	2.065	2.054	1.941	1.922	1.905	4.94	4.88	4.62	4.81	5	3.71	3.84	3.97
70	1.597	1.625	1.704	1.699	1.689	1.691	1.679	1.667	4.26	4.21	4.02	4.17	4.3	3.32	3.42	3.52
75	1.303	1.33	1.414	1.41	1.401	1.472	1.465	1.458	3.7	3.67	3.53	3.64	3.74	2.98	3.06	3.14
最大值(kV/m)	9.756	9.108	7.079	7.368	8.014	3.546	3.467	3.454	24.44	23.12	18.73	21.9	25.88	10.02	10.87	11.81
最大值处距线路走廊中心距离(m)	-26.4	-26.7	-27.7	-27.1	-25.9	-32.6	-32.5	-31.8	0	0	0	0	0	0	0	0
距边导线距离 (m)	2.3	2.6	3.6	3.0	1.8	8.5	8.4	7.7	线下	线下	线下	线下	线下	线下	线下	线下

表 6.1-8 1000kV 单回路架设段工频电场强度预测结果（最小塔型）

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-75	1.105	1.13	1.209	1.206	1.198	1.29	1.287	1.283	3.15	3.12	3.01	3.09	3.17	2.63	2.7	2.76
-70	1.348	1.374	1.453	1.448	1.44	1.492	1.485	1.477	3.61	3.57	3.42	3.54	3.64	2.94	3.02	3.1
-65	1.664	1.69	1.76	1.755	1.745	1.727	1.714	1.701	4.17	4.13	3.92	4.08	4.22	3.29	3.4	3.5
-60	2.079	2.101	2.148	2.143	2.133	1.998	1.976	1.958	4.88	4.81	4.53	4.74	4.94	3.71	3.84	3.97
-55	2.63	2.643	2.637	2.634	2.627	2.302	2.27	2.245	5.76	5.67	5.28	5.57	5.86	4.18	4.35	4.53
-50	3.363	3.353	3.249	3.251	3.254	2.631	2.587	2.555	6.89	6.75	6.19	6.61	7.03	4.72	4.94	5.17
-45	4.331	4.276	3.993	4.009	4.039	2.968	2.909	2.873	8.33	8.12	7.31	7.91	8.54	5.33	5.61	5.92
-40	5.569	5.43	4.849	4.895	4.985	3.278	3.206	3.17	10.16	9.84	8.66	9.53	10.49	6	6.36	6.76
-35	7.03	6.754	5.73	5.833	6.037	3.512	3.43	3.402	12.44	11.95	10.23	11.49	12.95	6.72	7.17	7.67
-34	7.332	7.021	5.895	6.012	6.248	3.544	3.462	3.436	12.94	12.42	10.57	11.92	13.5	6.87	7.34	7.86

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-33	7.63	7.284	6.051	6.185	6.455	3.571	3.488	3.465	13.47	12.9	10.92	12.36	14.07	7.01	7.51	8.06
-32	7.921	7.538	6.197	6.348	6.655	3.591	3.507	3.488	14.01	13.39	11.26	12.81	14.66	7.16	7.68	8.25
-31	8.199	7.778	6.33	6.499	6.846	3.604	3.521	3.506	14.55	13.89	11.62	13.26	15.27	7.31	7.84	8.44
-30	8.461	8.002	6.448	6.636	7.024	3.609	3.527	3.517	15.11	14.39	11.97	13.72	15.88	7.45	8.01	8.63
-29	8.699	8.203	6.548	6.756	7.187	3.607	3.526	3.522	15.67	14.9	12.33	14.19	16.51	7.6	8.18	8.82
-28	8.91	8.378	6.628	6.856	7.331	3.596	3.518	3.519	16.24	15.42	12.68	14.65	17.13	7.74	8.34	9.01
-27	9.085	8.52	6.685	6.934	7.454	3.578	3.502	3.51	16.8	15.93	13.03	15.12	17.76	7.88	8.5	9.2
-26	9.221	8.627	6.719	6.987	7.552	3.55	3.478	3.493	17.36	16.43	13.38	15.57	18.38	8.02	8.67	9.38
-25	9.311	8.693	6.726	7.014	7.622	3.514	3.446	3.469	17.91	16.93	13.72	16.02	18.99	8.16	8.82	9.57
-24	9.351	8.716	6.707	7.014	7.664	3.469	3.405	3.437	18.44	17.41	14.06	16.46	19.58	8.3	8.98	9.74
-23	9.339	8.692	6.659	6.985	7.675	3.415	3.357	3.398	18.96	17.88	14.38	16.89	20.15	8.43	9.13	9.92

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-22	9.272	8.621	6.584	6.928	7.656	3.353	3.301	3.352	19.45	18.32	14.7	17.3	20.7	8.56	9.28	10.09
-21	9.15	8.503	6.481	6.842	7.606	3.282	3.237	3.299	19.92	18.75	15	17.69	21.21	8.68	9.42	10.25
-20	8.976	8.34	6.353	6.731	7.527	3.203	3.166	3.24	20.36	19.15	15.29	18.05	21.69	8.8	9.56	10.41
-15	7.543	7.047	5.432	5.893	6.837	2.709	2.723	2.868	22.09	20.76	16.5	19.56	23.54	9.33	10.16	11.1
-10	6.267	5.86	4.49	5.058	6.163	2.126	2.208	2.444	23.1	21.75	17.31	20.5	24.59	9.72	10.6	11.6
-5	6.29	5.748	4.067	4.731	5.977	1.61	1.77	2.101	23.63	22.26	17.76	21	25.12	9.96	10.87	11.9
0	6.618	5.971	4.024	4.721	6.019	1.388	1.589	1.967	23.8	22.42	17.9	21.15	25.29	10.04	10.96	12
5	6.29	5.748	4.067	4.731	5.977	1.61	1.77	2.101	23.63	22.26	17.76	21	25.12	9.96	10.87	11.9
10	6.267	5.86	4.49	5.058	6.163	2.126	2.208	2.444	23.1	21.75	17.31	20.5	24.59	9.72	10.6	11.6
15	7.543	7.047	5.432	5.893	6.837	2.709	2.723	2.868	22.09	20.76	16.5	19.56	23.54	9.33	10.16	11.1
20	8.976	8.34	6.353	6.731	7.527	3.203	3.166	3.24	20.36	19.15	15.29	18.05	21.69	8.8	9.56	10.41

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
21	9.15	8.503	6.481	6.842	7.606	3.282	3.237	3.299	19.92	18.75	15	17.69	21.21	8.68	9.42	10.25
22	9.272	8.621	6.584	6.928	7.656	3.353	3.301	3.352	19.45	18.32	14.7	17.3	20.7	8.56	9.28	10.09
23	9.339	8.692	6.659	6.985	7.675	3.415	3.357	3.398	18.96	17.88	14.38	16.89	20.15	8.43	9.13	9.92
24	9.351	8.716	6.707	7.014	7.664	3.469	3.405	3.437	18.44	17.41	14.06	16.46	19.58	8.3	8.98	9.74
25	9.311	8.693	6.726	7.014	7.622	3.514	3.446	3.469	17.91	16.93	13.72	16.02	18.99	8.16	8.82	9.57
26	9.221	8.627	6.719	6.987	7.552	3.55	3.478	3.493	17.36	16.43	13.38	15.57	18.38	8.02	8.67	9.38
27	9.085	8.52	6.685	6.934	7.454	3.578	3.502	3.51	16.8	15.93	13.03	15.12	17.76	7.88	8.5	9.2
28	8.91	8.378	6.628	6.856	7.331	3.596	3.518	3.519	16.24	15.42	12.68	14.65	17.13	7.74	8.34	9.01
29	8.699	8.203	6.548	6.756	7.187	3.607	3.526	3.522	15.67	14.9	12.33	14.19	16.51	7.6	8.18	8.82
30	8.461	8.002	6.448	6.636	7.024	3.609	3.527	3.517	15.11	14.39	11.97	13.72	15.88	7.45	8.01	8.63
31	8.199	7.778	6.33	6.499	6.846	3.604	3.521	3.506	14.55	13.89	11.62	13.26	15.27	7.31	7.84	8.44

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
32	7.921	7.538	6.197	6.348	6.655	3.591	3.507	3.488	14.01	13.39	11.26	12.81	14.66	7.16	7.68	8.25
33	7.63	7.284	6.051	6.185	6.455	3.571	3.488	3.465	13.47	12.9	10.92	12.36	14.07	7.01	7.51	8.06
34	7.332	7.021	5.895	6.012	6.248	3.544	3.462	3.436	12.94	12.42	10.57	11.92	13.5	6.87	7.34	7.86
35	7.03	6.754	5.73	5.833	6.037	3.512	3.43	3.402	12.44	11.95	10.23	11.49	12.95	6.72	7.17	7.67
40	5.569	5.43	4.849	4.895	4.985	3.278	3.206	3.17	10.16	9.84	8.66	9.53	10.49	6	6.36	6.76
45	4.331	4.276	3.993	4.009	4.039	2.968	2.909	2.873	8.33	8.12	7.31	7.91	8.54	5.33	5.61	5.92
50	3.363	3.353	3.249	3.251	3.254	2.631	2.587	2.555	6.89	6.75	6.19	6.61	7.03	4.72	4.94	5.17
55	2.63	2.643	2.637	2.634	2.627	2.302	2.27	2.245	5.76	5.67	5.28	5.57	5.86	4.18	4.35	4.53
60	2.079	2.101	2.148	2.143	2.133	1.998	1.976	1.958	4.88	4.81	4.53	4.74	4.94	3.71	3.84	3.97
65	1.664	1.69	1.76	1.755	1.745	1.727	1.714	1.701	4.17	4.13	3.92	4.08	4.22	3.29	3.4	3.5
70	1.348	1.374	1.453	1.448	1.44	1.492	1.485	1.477	3.61	3.57	3.42	3.54	3.64	2.94	3.02	3.1

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			39m	40m	41m	22m	23m	27m			39m	40m	41m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
75	1.105	1.13	1.209	1.206	1.198	1.29	1.287	1.283	3.15	3.12	3.01	3.09	3.17	2.63	2.7	2.76
最大值 (kV/m)	9.353	8.716	6.727	7.018	7.676	3.609	3.528	3.522	23.8	22.42	17.9	21.15	25.29	10.04	10.96	12
最大值处 距线路走廊中心距离(m)	-23.7	-24	-25.2	-24.5	-23.1	-29.8	-29.6	-28.8	0	0	0	0	0	0	0	0
距边导线距离 (m)	2.7	3	4.2	3.5	2.1	8.7	8.5	7.7	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内

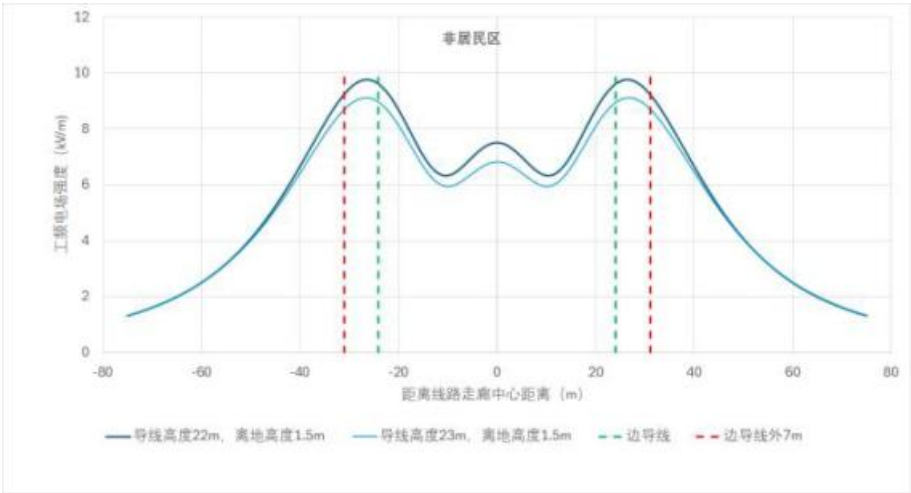


图 6.1- 8 1000kV 单回路段工频电场强度变化趋势（非居民区）（最大塔型）

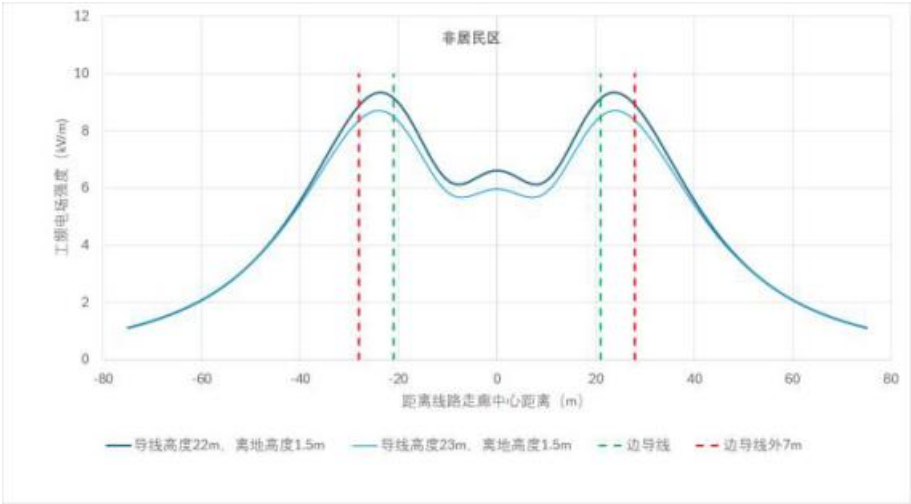


图 6.1- 9 1000kV 单回路段工频电场强度变化趋势（非居民区）（最小塔型）

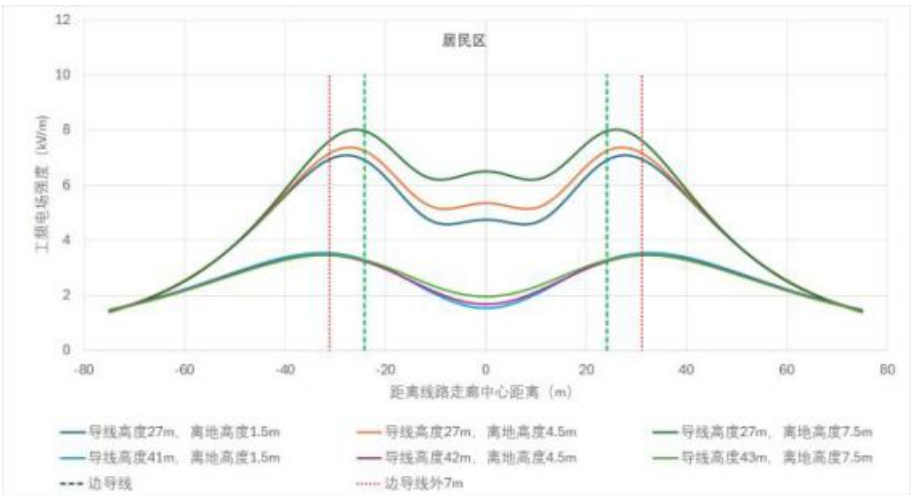


图 6.1- 10 1000kV 单回路段工频电场强度变化趋势（居民区）（最大塔型）

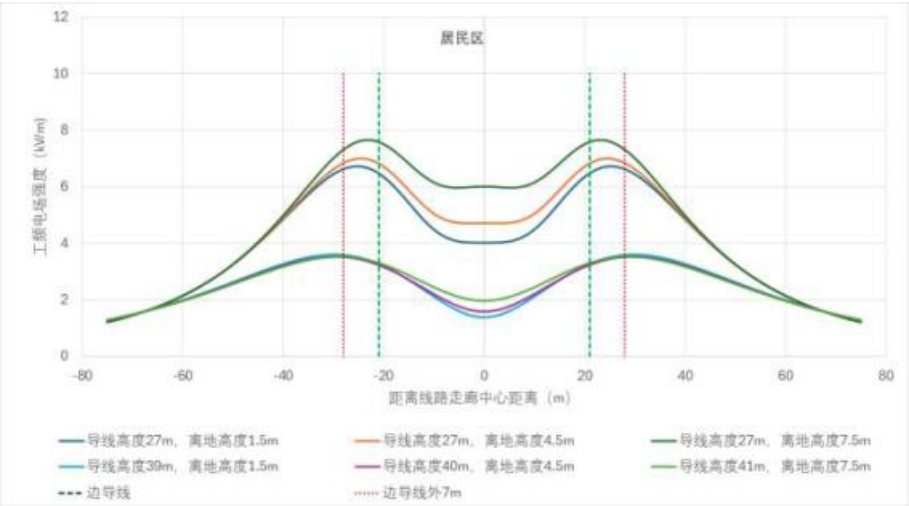


图 6.1- 11 1000kV 单回路段工频电场强度变化趋势（居民区）（最小塔型）

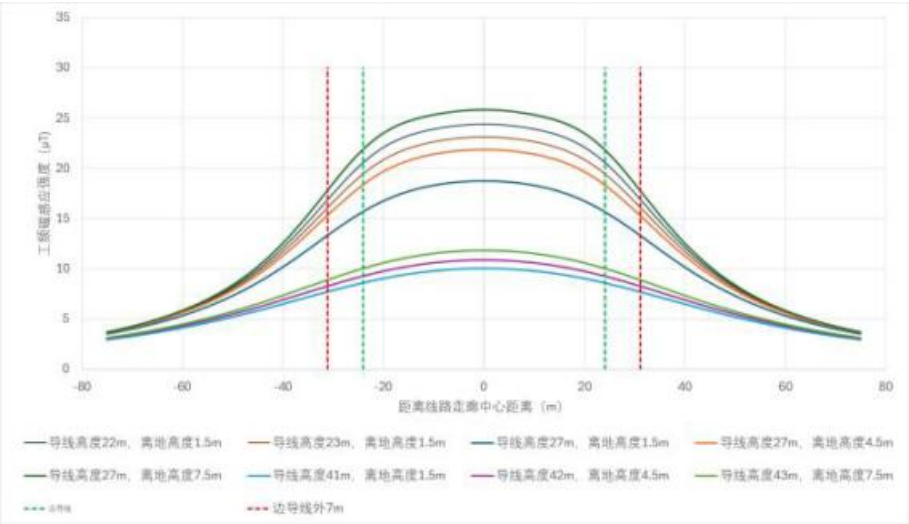


图 6.1- 12 1000kV 单回路段磁感应强度变化趋势（最大塔型）

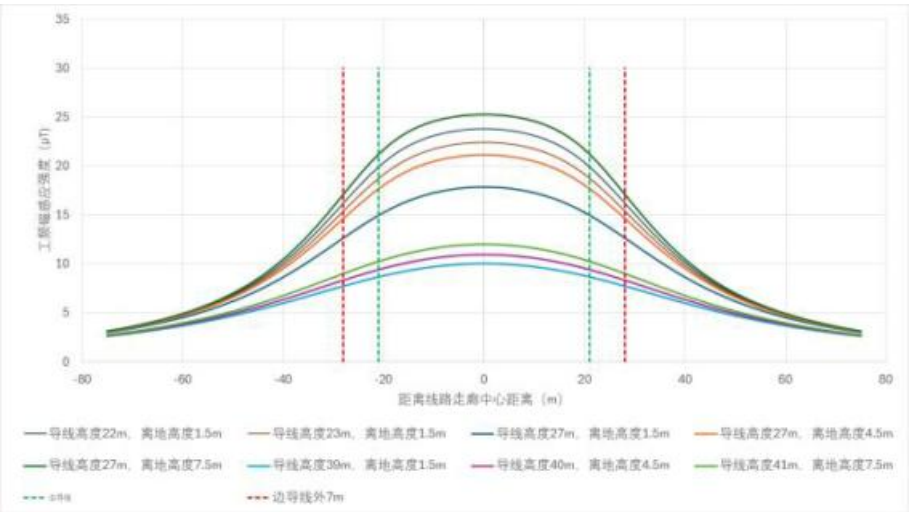


图 6.1- 13 1000kV 单回路段磁感应强度变化趋势（最小塔型）

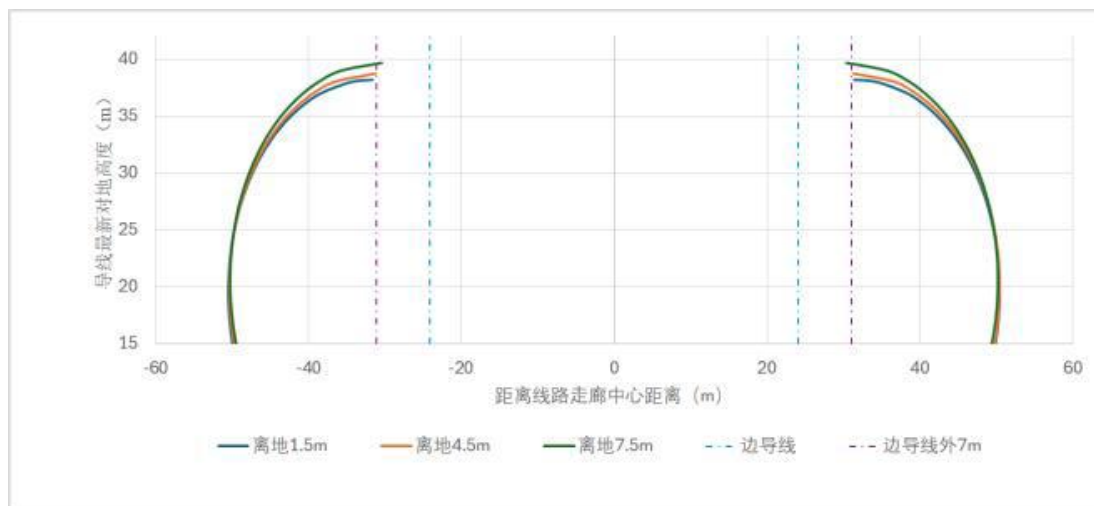


图 6.1-14 单回路 4kV/m 的导线最低对地高度等值线（最大塔型）

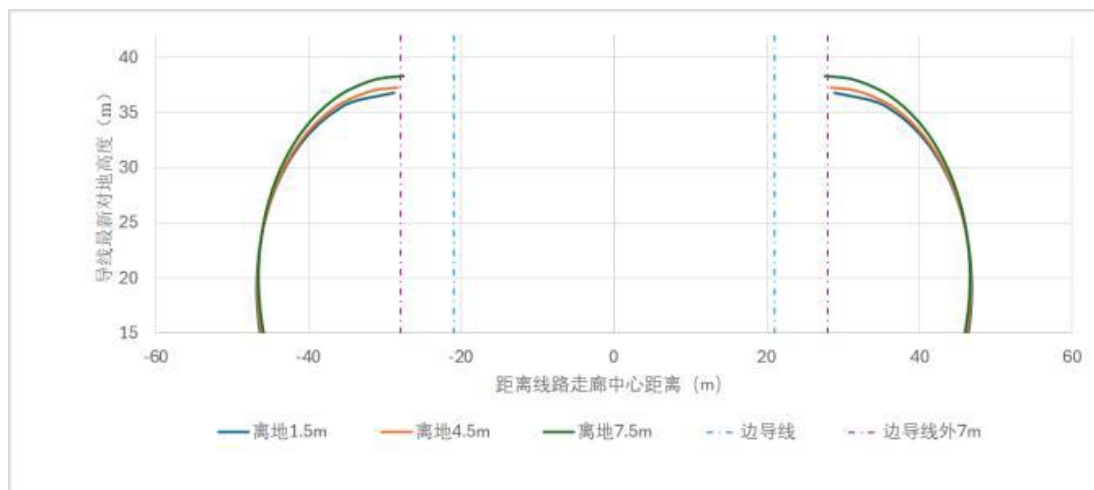


图 6.1-15 单回路 4kV/m 的导线最低对地高度等值线（最小塔型）

由单回路电磁环境影响预测结果可知：

（1）工频电场强度

1）非居民区

导线最小对地距离 22m 时，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.765kV/m；最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.353kV/m，均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中“架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度控制限值为 10kV/m”的要求。

考虑安全裕度，需抬升导线对地高度至 23m，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.108kV/m，最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为

8.716kV/m。

2) 居民区

考虑安全裕度，最大塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 7.079kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m；

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.368kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m；

③距地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 8.014kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 43m。

考虑安全裕度，最小塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 6.727kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 39m；

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.018kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 40m。

③距地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 7.676kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。

(2) 磁感应强度

导线最小对地距离 27m 时，最大塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 18.73 μ T、21.90 μ T、25.88 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

导线最小对地距离 27m 时，最小塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 17.9 μ T、21.15 μ T、25.29 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

6.1.2.5 1000kV 单回路并行段电磁环境影响预测结果及评价

本工程 1000kV 输电线路采用单回路架设段电磁环境影响模式预测结果见表 6.1- 9~表 6.1- 10。

表 6.1- 9 1000kV 单回输电线路并行段电磁预测结果

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-120	1.38	1.407	1.494	1.489	1.48	1.551	1.551	1.543	4.42	4.38	4.22	4.34	4.45	3.61	3.74	3.83
-115	1.679	1.707	1.788	1.783	1.772	1.768	1.769	1.757	5	4.95	4.74	4.9	5.05	3.97	4.13	4.24
-110	2.068	2.094	2.159	2.153	2.141	2.014	2.016	1.999	5.72	5.65	5.37	5.58	5.79	4.37	4.58	4.72
-105	2.58	2.599	2.625	2.62	2.609	2.287	2.292	2.269	6.6	6.51	6.12	6.41	6.7	4.82	5.08	5.26
-100	3.258	3.261	3.209	3.208	3.203	2.58	2.59	2.561	7.7	7.57	7.02	7.43	7.84	5.32	5.65	5.88
-95	4.155	4.123	3.928	3.936	3.949	2.88	2.897	2.863	9.08	8.88	8.1	8.68	9.28	5.87	6.28	6.57
-90	5.319	5.22	4.777	4.808	4.865	3.162	3.189	3.153	10.8	10.5	9.38	10.21	11.1	6.45	6.96	7.34
-85	6.749	6.535	5.706	5.78	5.927	3.392	3.433	3.399	12.91	12.46	10.86	12.03	13.37	7.04	7.68	8.15
-80	8.297	7.913	6.57	6.717	7.017	3.528	3.584	3.559	15.37	14.71	12.46	14.1	16.07	7.63	8.39	8.96

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-79	8.588	8.167	6.715	6.88	7.218	3.54	3.599	3.577	15.89	15.18	12.79	14.53	16.65	7.74	8.53	9.12
-78	8.863	8.403	6.845	7.028	7.407	3.546	3.608	3.59	16.41	15.66	13.11	14.95	17.23	7.85	8.66	9.28
-77	9.117	8.619	6.958	7.16	7.58	3.545	3.611	3.597	16.93	16.13	13.43	15.38	17.81	7.96	8.8	9.43
-76	9.342	8.808	7.051	7.272	7.734	3.539	3.608	3.598	17.45	16.59	13.75	15.8	18.38	8.07	8.93	9.58
-75	9.534	8.967	7.123	7.363	7.867	3.526	3.598	3.593	17.96	17.05	14.06	16.21	18.95	8.17	9.05	9.73
-74	9.686	9.09	7.171	7.429	7.975	3.507	3.582	3.582	18.46	17.5	14.36	16.62	19.51	8.27	9.17	9.87
-73	9.794	9.173	7.193	7.47	8.055	3.481	3.559	3.564	18.94	17.93	14.65	17.01	20.04	8.36	9.29	10.01
-72	9.853	9.214	7.189	7.482	8.105	3.448	3.53	3.54	19.4	18.34	14.93	17.38	20.56	8.45	9.4	10.14
-71	9.859	9.208	7.157	7.467	8.124	3.409	3.494	3.51	19.83	18.73	15.2	17.73	21.04	8.54	9.51	10.26
-70	9.811	9.155	7.097	7.422	8.111	3.363	3.451	3.474	20.23	19.1	15.45	18.06	21.49	8.62	9.61	10.38
-65	8.801	8.232	6.422	6.806	7.609	3.046	3.149	3.211	21.76	20.5	16.45	19.35	23.14	8.95	10.03	10.87
-60	7.169	6.773	5.43	5.87	6.762	2.621	2.741	2.849	22.49	21.21	17.02	20.03	23.88	9.13	10.27	11.15
-59	6.901	6.529	5.249	5.703	6.616	2.529	2.654	2.771	22.56	21.28	17.09	20.1	23.96	9.15	10.29	11.18

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-58	6.684	6.327	5.087	5.556	6.489	2.436	2.565	2.693	22.62	21.34	17.14	20.16	24.01	9.16	10.31	11.21
-57	6.529	6.176	4.949	5.432	6.387	2.342	2.477	2.614	22.67	21.39	17.18	20.21	24.05	9.17	10.32	11.22
-56	6.442	6.081	4.838	5.335	6.311	2.25	2.389	2.537	22.7	21.42	17.21	20.24	24.08	9.17	10.33	11.23
-55	6.423	6.043	4.753	5.264	6.262	2.158	2.302	2.46	22.72	21.44	17.22	20.26	24.1	9.16	10.32	11.23
-54	6.466	6.057	4.696	5.219	6.238	2.067	2.217	2.386	22.73	21.45	17.23	20.27	24.12	9.15	10.31	11.22
-53	6.56	6.116	4.663	5.198	6.236	1.979	2.135	2.313	22.74	21.46	17.23	20.27	24.13	9.13	10.3	11.21
-52	6.692	6.207	4.651	5.195	6.251	1.892	2.054	2.242	22.74	21.45	17.21	20.27	24.13	9.11	10.27	11.19
-51	6.846	6.319	4.653	5.206	6.279	1.809	1.977	2.175	22.73	21.44	17.19	20.25	24.13	9.08	10.24	11.16
-50	7.005	6.438	4.664	5.225	6.313	1.729	1.904	2.11	22.71	21.42	17.16	20.23	24.12	9.04	10.21	11.12
-45	7.429	6.749	4.665	5.251	6.385	1.392	1.597	1.841	22.5	21.19	16.88	19.98	23.93	8.77	9.92	10.83
-40	6.784	6.202	4.367	4.959	6.091	1.21	1.429	1.685	22.04	20.72	16.4	19.51	23.48	8.35	9.47	10.36
-35	5.899	5.498	4.12	4.693	5.784	1.245	1.446	1.673	21.34	20.02	15.68	18.8	22.77	7.78	8.85	9.71
-30	6.391	5.968	4.521	5.034	6.042	1.454	1.621	1.793	20.37	19.03	14.69	17.81	21.83	7.07	8.07	8.88

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-25	7.865	7.258	5.314	5.769	6.698	1.693	1.834	1.956	18.98	17.65	13.41	16.44	20.44	6.22	7.12	7.87
-20	8.66	7.963	5.764	6.174	7.022	1.839	1.966	2.06	17.06	15.81	11.84	14.68	18.43	5.26	6.05	6.72
-15	8.06	7.459	5.503	5.866	6.602	1.836	1.959	2.049	14.8	13.71	10.13	12.7	16	4.23	4.89	5.48
-14	7.794	7.228	5.369	5.724	6.438	1.818	1.941	2.033	14.36	13.29	9.8	12.31	15.51	4.03	4.66	5.23
-13	7.493	6.965	5.213	5.56	6.255	1.796	1.918	2.013	13.92	12.88	9.47	11.93	15.04	3.82	4.43	4.98
-12	7.163	6.676	5.038	5.38	6.057	1.769	1.891	1.99	13.5	12.49	9.16	11.56	14.58	3.61	4.2	4.74
-11	6.813	6.367	4.849	5.186	5.849	1.738	1.861	1.964	13.09	12.11	8.85	11.2	14.15	3.41	3.97	4.5
-10	6.448	6.045	4.648	4.983	5.636	1.705	1.829	1.937	12.71	11.76	8.56	10.87	13.74	3.21	3.75	4.27
-9	6.078	5.715	4.441	4.776	5.421	1.67	1.795	1.908	12.36	11.43	8.29	10.56	13.36	3.02	3.54	4.05
-8	5.709	5.386	4.232	4.569	5.211	1.634	1.76	1.879	12.04	11.13	8.04	10.27	13.01	2.83	3.33	3.83
-7	5.35	5.064	4.026	4.367	5.009	1.598	1.726	1.85	11.75	10.85	7.81	10.02	12.69	2.66	3.14	3.64
-6	5.008	4.758	3.829	4.175	4.821	1.564	1.693	1.823	11.49	10.61	7.61	9.79	12.42	2.49	2.96	3.45
-5	4.693	4.475	3.647	4	4.651	1.533	1.663	1.799	11.27	10.4	7.43	9.59	12.18	2.35	2.8	3.29

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-4	4.414	4.224	3.485	3.846	4.505	1.505	1.637	1.777	11.09	10.23	7.28	9.42	11.99	2.22	2.66	3.15
-3	4.182	4.016	3.351	3.719	4.385	1.483	1.616	1.76	10.94	10.1	7.16	9.29	11.83	2.11	2.55	3.04
-2	4.007	3.858	3.25	3.624	4.297	1.466	1.6	1.747	10.84	10	7.08	9.2	11.72	2.03	2.47	2.95
-1	3.897	3.76	3.187	3.566	4.243	1.455	1.59	1.739	10.78	9.94	7.03	9.15	11.66	1.98	2.41	2.9
0	3.86	3.727	3.165	3.546	4.225	1.452	1.586	1.736	10.75	9.92	7.01	9.13	11.63	1.97	2.4	2.88
1	3.897	3.76	3.187	3.566	4.243	1.455	1.59	1.739	10.78	9.94	7.03	9.15	11.66	1.98	2.41	2.9
2	4.007	3.858	3.25	3.624	4.297	1.466	1.6	1.747	10.84	10	7.08	9.2	11.72	2.03	2.47	2.95
3	4.182	4.016	3.351	3.719	4.385	1.483	1.616	1.76	10.94	10.1	7.16	9.29	11.83	2.11	2.55	3.04
4	4.414	4.224	3.485	3.846	4.505	1.505	1.637	1.777	11.09	10.23	7.28	9.42	11.99	2.22	2.66	3.15
5	4.693	4.475	3.647	4	4.651	1.533	1.663	1.799	11.27	10.4	7.43	9.59	12.18	2.35	2.8	3.29
6	5.008	4.758	3.829	4.175	4.821	1.564	1.693	1.823	11.49	10.61	7.61	9.79	12.42	2.49	2.96	3.45
7	5.35	5.064	4.026	4.367	5.009	1.598	1.726	1.85	11.75	10.85	7.81	10.02	12.69	2.66	3.14	3.64
8	5.709	5.386	4.232	4.569	5.211	1.634	1.76	1.879	12.04	11.13	8.04	10.27	13.01	2.83	3.33	3.83

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
9	6.078	5.715	4.441	4.776	5.421	1.67	1.795	1.908	12.36	11.43	8.29	10.56	13.36	3.02	3.54	4.05
10	6.448	6.045	4.648	4.983	5.636	1.705	1.829	1.937	12.71	11.76	8.56	10.87	13.74	3.21	3.75	4.27
11	6.813	6.367	4.849	5.186	5.849	1.738	1.861	1.964	13.09	12.11	8.85	11.2	14.15	3.41	3.97	4.5
12	7.163	6.676	5.038	5.38	6.057	1.769	1.891	1.99	13.5	12.49	9.16	11.56	14.58	3.61	4.2	4.74
13	7.493	6.965	5.213	5.56	6.255	1.796	1.918	2.013	13.92	12.88	9.47	11.93	15.04	3.82	4.43	4.98
14	7.794	7.228	5.369	5.724	6.438	1.818	1.941	2.033	14.36	13.29	9.8	12.31	15.51	4.03	4.66	5.23
15	8.06	7.459	5.503	5.866	6.602	1.836	1.959	2.049	14.8	13.71	10.13	12.7	16	4.23	4.89	5.48
20	8.66	7.963	5.764	6.174	7.022	1.839	1.966	2.06	17.06	15.81	11.84	14.68	18.43	5.26	6.05	6.72
25	7.865	7.258	5.314	5.769	6.698	1.693	1.834	1.956	18.98	17.65	13.41	16.44	20.44	6.22	7.12	7.87
30	6.391	5.968	4.521	5.034	6.042	1.454	1.621	1.793	20.37	19.03	14.69	17.81	21.83	7.07	8.07	8.88
40	6.784	6.202	4.367	4.959	6.091	1.21	1.429	1.685	22.04	20.72	16.4	19.51	23.48	8.35	9.47	10.36
45	7.429	6.749	4.665	5.251	6.385	1.392	1.597	1.841	22.5	21.19	16.88	19.98	23.93	8.77	9.92	10.83
50	7.005	6.438	4.664	5.225	6.313	1.729	1.904	2.11	22.71	21.42	17.16	20.23	24.12	9.04	10.21	11.12

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
51	6.846	6.319	4.653	5.206	6.279	1.809	1.977	2.175	22.73	21.44	17.19	20.25	24.13	9.08	10.24	11.16
52	6.692	6.207	4.651	5.195	6.251	1.892	2.054	2.242	22.74	21.45	17.21	20.27	24.13	9.11	10.27	11.19
53	6.56	6.116	4.663	5.198	6.236	1.979	2.135	2.313	22.74	21.46	17.23	20.27	24.13	9.13	10.3	11.21
54	6.466	6.057	4.696	5.219	6.238	2.067	2.217	2.386	22.73	21.45	17.23	20.27	24.12	9.15	10.31	11.22
55	6.423	6.043	4.753	5.264	6.262	2.158	2.302	2.46	22.72	21.44	17.22	20.26	24.1	9.16	10.32	11.23
56	6.442	6.081	4.838	5.335	6.311	2.25	2.389	2.537	22.7	21.42	17.21	20.24	24.08	9.17	10.33	11.23
57	6.529	6.176	4.949	5.432	6.387	2.342	2.477	2.614	22.67	21.39	17.18	20.21	24.05	9.17	10.32	11.22
58	6.684	6.327	5.087	5.556	6.489	2.436	2.565	2.693	22.62	21.34	17.14	20.16	24.01	9.16	10.31	11.21
59	6.901	6.529	5.249	5.703	6.616	2.529	2.654	2.771	22.56	21.28	17.09	20.1	23.96	9.15	10.29	11.18
60	7.169	6.773	5.43	5.87	6.762	2.621	2.741	2.849	22.49	21.21	17.02	20.03	23.88	9.13	10.27	11.15
65	8.801	8.232	6.422	6.806	7.609	3.046	3.149	3.211	21.76	20.5	16.45	19.35	23.14	8.95	10.03	10.87
70	9.811	9.155	7.097	7.422	8.111	3.363	3.451	3.474	20.23	19.1	15.45	18.06	21.49	8.62	9.61	10.38
71	9.859	9.208	7.157	7.467	8.124	3.409	3.494	3.51	19.83	18.73	15.2	17.73	21.04	8.54	9.51	10.26

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
72	9.853	9.214	7.189	7.482	8.105	3.448	3.53	3.54	19.4	18.34	14.93	17.38	20.56	8.45	9.4	10.14
73	9.794	9.173	7.193	7.47	8.055	3.481	3.559	3.564	18.94	17.93	14.65	17.01	20.04	8.36	9.29	10.01
74	9.686	9.09	7.171	7.429	7.975	3.507	3.582	3.582	18.46	17.5	14.36	16.62	19.51	8.27	9.17	9.87
75	9.534	8.967	7.123	7.363	7.867	3.526	3.598	3.593	17.96	17.05	14.06	16.21	18.95	8.17	9.05	9.73
76	9.342	8.808	7.051	7.272	7.734	3.539	3.608	3.598	17.45	16.59	13.75	15.8	18.38	8.07	8.93	9.58
77	9.117	8.619	6.958	7.16	7.58	3.545	3.611	3.597	16.93	16.13	13.43	15.38	17.81	7.96	8.8	9.43
78	8.863	8.403	6.845	7.028	7.407	3.546	3.608	3.59	16.41	15.66	13.11	14.95	17.23	7.85	8.66	9.28
79	8.588	8.167	6.715	6.88	7.218	3.54	3.599	3.577	15.89	15.18	12.79	14.53	16.65	7.74	8.53	9.12
80	8.297	7.913	6.57	6.717	7.017	3.528	3.584	3.559	15.37	14.71	12.46	14.1	16.07	7.63	8.39	8.96
85	6.749	6.535	5.706	5.78	5.927	3.392	3.433	3.399	12.91	12.46	10.86	12.03	13.37	7.04	7.68	8.15
90	5.319	5.22	4.777	4.808	4.865	3.162	3.189	3.153	10.8	10.5	9.38	10.21	11.1	6.45	6.96	7.34
95	4.155	4.123	3.928	3.936	3.949	2.88	2.897	2.863	9.08	8.88	8.1	8.68	9.28	5.87	6.28	6.57
100	3.258	3.261	3.209	3.208	3.203	2.58	2.59	2.561	7.7	7.57	7.02	7.43	7.84	5.32	5.65	5.88

距线路走廊中心距离(m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
105	2.58	2.599	2.625	2.62	2.609	2.287	2.292	2.269	6.6	6.51	6.12	6.41	6.7	4.82	5.08	5.26
110	2.068	2.094	2.159	2.153	2.141	2.014	2.016	1.999	5.72	5.65	5.37	5.58	5.79	4.37	4.58	4.72
115	1.679	1.707	1.788	1.783	1.772	1.768	1.769	1.757	5	4.95	4.74	4.9	5.05	3.97	4.13	4.24
120	1.38	1.407	1.494	1.489	1.48	1.551	1.551	1.543	4.42	4.38	4.22	4.34	4.45	3.61	3.74	3.83
最大值(kV/m)	9.863	9.217	7.195	7.482	8.124	3.546	3.611	3.598	22.74	21.46	17.23	20.27	24.13	9.17	10.33	11.23
最大值处距线路走廊中心距离(m)	-71.4	-71.6	-72.7	-72.1	-70.9	-77.5	-77	-76.3	-52.8	-53.1	-53.8	-53.4	-52.1	-56.5	-55.9	-55.5
距边导线距离 (m)	2.3	2.5	3.6	3	1.8	8.4	7.9	7.2	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内

表 6.1-10 1000kV 单回输电线路并行段电磁预测结果（最小塔型）

距线路走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-120	1.175	1.2	1.283	1.279	1.271	1.367	1.364	1.359	3.77	3.74	3.61	3.71	3.8	3.15	3.22	3.29
-115	1.422	1.449	1.531	1.526	1.517	1.568	1.56	1.552	4.26	4.22	4.05	4.18	4.3	3.47	3.56	3.65
-110	1.743	1.769	1.842	1.837	1.826	1.8	1.786	1.773	4.86	4.8	4.58	4.75	4.91	3.83	3.94	4.06
-105	2.163	2.186	2.234	2.229	2.217	2.064	2.042	2.023	5.59	5.52	5.21	5.44	5.66	4.23	4.38	4.52
-100	2.718	2.731	2.727	2.724	2.715	2.358	2.326	2.301	6.5	6.4	5.97	6.29	6.61	4.69	4.87	5.06
-95	3.455	3.445	3.342	3.344	3.345	2.673	2.63	2.599	7.64	7.49	6.89	7.34	7.79	5.2	5.43	5.67
-90	4.425	4.37	4.088	4.104	4.132	2.991	2.935	2.9	9.08	8.86	8	8.64	9.31	5.75	6.04	6.35
-85	5.664	5.526	4.946	4.991	5.079	3.281	3.212	3.177	10.88	10.54	9.3	10.22	11.23	6.34	6.7	7.09
-80	7.124	6.849	5.829	5.93	6.133	3.496	3.419	3.391	13.07	12.57	10.78	12.09	13.61	6.93	7.38	7.87
-79	7.426	7.117	5.994	6.11	6.344	3.525	3.448	3.422	13.56	13.01	11.1	12.49	14.13	7.05	7.52	8.03
-78	7.724	7.379	6.151	6.283	6.551	3.549	3.471	3.448	14.05	13.46	11.41	12.9	14.68	7.17	7.65	8.18
-77	8.015	7.633	6.297	6.447	6.751	3.567	3.489	3.47	14.55	13.92	11.73	13.32	15.23	7.28	7.78	8.34

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-76	8.294	7.874	6.431	6.598	6.942	3.579	3.501	3.485	15.07	14.38	12.05	13.74	15.8	7.4	7.92	8.49
-75	8.555	8.097	6.549	6.736	7.121	3.583	3.506	3.495	15.58	14.85	12.37	14.16	16.37	7.51	8.04	8.64
-74	8.794	8.299	6.65	6.856	7.284	3.581	3.505	3.498	16.1	15.31	12.68	14.58	16.95	7.62	8.17	8.79
-73	9.004	8.474	6.731	6.957	7.429	3.571	3.497	3.495	16.62	15.78	12.99	15	17.53	7.72	8.29	8.93
-72	9.18	8.617	6.79	7.036	7.552	3.553	3.482	3.486	17.13	16.23	13.3	15.41	18.1	7.83	8.41	9.07
-71	9.316	8.724	6.824	7.09	7.651	3.528	3.459	3.469	17.63	16.68	13.6	15.82	18.66	7.93	8.53	9.21
-70	9.407	8.791	6.833	7.119	7.722	3.495	3.43	3.446	18.11	17.12	13.89	16.21	19.2	8.02	8.64	9.34
-65	9.079	8.446	6.47	6.842	7.629	3.211	3.172	3.229	20.2	18.99	15.15	17.9	21.52	8.42	9.12	9.9
-60	7.655	7.161	5.559	6.008	6.931	2.757	2.759	2.871	21.5	20.2	16	19.01	22.94	8.69	9.43	10.28
-59	7.332	6.869	5.351	5.817	6.767	2.652	2.664	2.787	21.67	20.36	16.12	19.16	23.12	8.72	9.47	10.33
-58	7.027	6.592	5.146	5.63	6.61	2.543	2.565	2.701	21.82	20.49	16.22	19.28	23.26	8.75	9.51	10.37
-57	6.756	6.342	4.951	5.454	6.463	2.432	2.464	2.614	21.93	20.61	16.31	19.39	23.39	8.77	9.53	10.41
-56	6.532	6.128	4.77	5.294	6.333	2.319	2.362	2.526	22.03	20.7	16.38	19.48	23.48	8.78	9.55	10.43

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-55	6.363	5.959	4.607	5.152	6.222	2.205	2.259	2.437	22.11	20.77	16.43	19.55	23.56	8.78	9.56	10.45
-54	6.255	5.839	4.466	5.031	6.133	2.092	2.157	2.349	22.16	20.83	16.47	19.6	23.62	8.78	9.56	10.46
-53	6.206	5.769	4.348	4.934	6.065	1.979	2.056	2.263	22.21	20.87	16.5	19.64	23.67	8.78	9.56	10.45
-52	6.209	5.742	4.253	4.857	6.017	1.868	1.957	2.179	22.24	20.89	16.51	19.66	23.7	8.76	9.55	10.45
-51	6.252	5.751	4.178	4.8	5.986	1.76	1.86	2.097	22.25	20.9	16.51	19.67	23.72	8.74	9.53	10.43
-50	6.321	5.783	4.121	4.759	5.968	1.656	1.768	2.02	22.25	20.9	16.5	19.66	23.72	8.71	9.5	10.4
-45	6.559	5.91	3.957	4.639	5.916	1.238	1.401	1.713	22.08	20.71	16.27	19.46	23.57	8.46	9.25	10.14
-40	6.095	5.542	3.816	4.489	5.747	1.13	1.29	1.603	21.59	20.22	15.76	18.96	23.08	8.05	8.81	9.69
-35	5.878	5.454	4.018	4.619	5.772	1.371	1.465	1.706	20.77	19.39	14.96	18.14	22.26	7.47	8.19	9.03
-30	6.997	6.476	4.774	5.277	6.291	1.742	1.769	1.928	19.52	18.17	13.84	16.94	21.01	6.73	7.4	8.18
-25	8.277	7.611	5.516	5.944	6.834	2.041	2.026	2.128	17.73	16.46	12.41	15.3	19.13	5.87	6.46	7.17
-20	8.393	7.743	5.668	6.029	6.775	2.163	2.131	2.208	15.47	14.35	10.76	13.33	16.69	4.9	5.41	6.04
-15	7.25	6.763	5.121	5.421	6.021	2.083	2.06	2.139	13.13	12.19	9.09	11.33	14.14	3.88	4.32	4.87

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-14	6.924	6.477	4.947	5.238	5.816	2.046	2.028	2.11	12.7	11.79	8.77	10.95	13.66	3.68	4.1	4.64
-13	6.58	6.173	4.757	5.041	5.6	2.003	1.99	2.077	12.28	11.41	8.47	10.59	13.21	3.47	3.89	4.41
-12	6.225	5.856	4.556	4.835	5.378	1.956	1.949	2.041	11.89	11.04	8.18	10.25	12.79	3.27	3.67	4.19
-11	5.863	5.532	4.346	4.622	5.154	1.905	1.905	2.003	11.52	10.7	7.9	9.93	12.39	3.07	3.47	3.97
-10	5.5	5.205	4.132	4.407	4.931	1.852	1.859	1.963	11.18	10.38	7.65	9.63	12.02	2.88	3.26	3.76
-9	5.142	4.881	3.916	4.192	4.713	1.797	1.811	1.922	10.86	10.09	7.4	9.36	11.68	2.69	3.07	3.56
-8	4.793	4.565	3.703	3.982	4.504	1.743	1.764	1.882	10.58	9.82	7.18	9.1	11.38	2.51	2.88	3.37
-7	4.46	4.261	3.496	3.781	4.308	1.689	1.718	1.844	10.33	9.58	6.99	8.88	11.1	2.34	2.7	3.19
-6	4.148	3.976	3.301	3.593	4.127	1.639	1.675	1.807	10.1	9.37	6.81	8.68	10.87	2.18	2.54	3.03
-5	3.863	3.716	3.122	3.423	3.965	1.592	1.636	1.775	9.91	9.2	6.66	8.51	10.67	2.03	2.39	2.88
-4	3.614	3.488	2.965	3.275	3.827	1.552	1.602	1.747	9.76	9.05	6.53	8.37	10.5	1.9	2.26	2.76
-3	3.408	3.299	2.835	3.154	3.716	1.518	1.574	1.724	9.64	8.93	6.43	8.26	10.37	1.8	2.16	2.65
-2	3.252	3.157	2.738	3.063	3.633	1.494	1.553	1.707	9.55	8.85	6.36	8.18	10.28	1.72	2.08	2.58

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-1	3.156	3.069	2.677	3.007	3.583	1.478	1.54	1.696	9.5	8.8	6.32	8.14	10.22	1.67	2.03	2.53
0	3.123	3.038	2.657	2.989	3.566	1.473	1.536	1.693	9.48	8.79	6.3	8.12	10.2	1.65	2.02	2.52
1	3.156	3.069	2.677	3.007	3.583	1.478	1.54	1.696	9.5	8.8	6.32	8.14	10.22	1.67	2.03	2.53
2	3.252	3.157	2.738	3.063	3.633	1.494	1.553	1.707	9.55	8.85	6.36	8.18	10.28	1.72	2.08	2.58
3	3.408	3.299	2.835	3.154	3.716	1.518	1.574	1.724	9.64	8.93	6.43	8.26	10.37	1.8	2.16	2.65
4	3.614	3.488	2.965	3.275	3.827	1.552	1.602	1.747	9.76	9.05	6.53	8.37	10.5	1.9	2.26	2.76
5	3.863	3.716	3.122	3.423	3.965	1.592	1.636	1.775	9.91	9.2	6.66	8.51	10.67	2.03	2.39	2.88
6	4.148	3.976	3.301	3.593	4.127	1.639	1.675	1.807	10.1	9.37	6.81	8.68	10.87	2.18	2.54	3.03
7	4.46	4.261	3.496	3.781	4.308	1.689	1.718	1.844	10.33	9.58	6.99	8.88	11.1	2.34	2.7	3.19
8	4.793	4.565	3.703	3.982	4.504	1.743	1.764	1.882	10.58	9.82	7.18	9.1	11.38	2.51	2.88	3.37
9	5.142	4.881	3.916	4.192	4.713	1.797	1.811	1.922	10.86	10.09	7.4	9.36	11.68	2.69	3.07	3.56
10	5.5	5.205	4.132	4.407	4.931	1.852	1.859	1.963	11.18	10.38	7.65	9.63	12.02	2.88	3.26	3.76
11	5.863	5.532	4.346	4.622	5.154	1.905	1.905	2.003	11.52	10.7	7.9	9.93	12.39	3.07	3.47	3.97

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
12	6.225	5.856	4.556	4.835	5.378	1.956	1.949	2.041	11.89	11.04	8.18	10.25	12.79	3.27	3.67	4.19
13	6.58	6.173	4.757	5.041	5.6	2.003	1.99	2.077	12.28	11.41	8.47	10.59	13.21	3.47	3.89	4.41
14	6.924	6.477	4.947	5.238	5.816	2.046	2.028	2.11	12.7	11.79	8.77	10.95	13.66	3.68	4.1	4.64
15	7.25	6.763	5.121	5.421	6.021	2.083	2.06	2.139	13.13	12.19	9.09	11.33	14.14	3.88	4.32	4.87
20	8.393	7.743	5.668	6.029	6.775	2.163	2.131	2.208	15.47	14.35	10.76	13.33	16.69	4.9	5.41	6.04
25	8.277	7.611	5.516	5.944	6.834	2.041	2.026	2.128	17.73	16.46	12.41	15.3	19.13	5.87	6.46	7.17
30	6.997	6.476	4.774	5.277	6.291	1.742	1.769	1.928	19.52	18.17	13.84	16.94	21.01	6.73	7.4	8.18
35	5.878	5.454	4.018	4.619	5.772	1.371	1.465	1.706	20.77	19.39	14.96	18.14	22.26	7.47	8.19	9.03
40	6.095	5.542	3.816	4.489	5.747	1.13	1.29	1.603	21.59	20.22	15.76	18.96	23.08	8.05	8.81	9.69
45	6.559	5.91	3.957	4.639	5.916	1.238	1.401	1.713	22.08	20.71	16.27	19.46	23.57	8.46	9.25	10.14
50	6.321	5.783	4.121	4.759	5.968	1.656	1.768	2.02	22.25	20.9	16.5	19.66	23.72	8.71	9.5	10.4
51	6.252	5.751	4.178	4.8	5.986	1.76	1.86	2.097	22.25	20.9	16.51	19.67	23.72	8.74	9.53	10.43
52	6.209	5.742	4.253	4.857	6.017	1.868	1.957	2.179	22.24	20.89	16.51	19.66	23.7	8.76	9.55	10.45

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
53	6.206	5.769	4.348	4.934	6.065	1.979	2.056	2.263	22.21	20.87	16.5	19.64	23.67	8.78	9.56	10.45
54	6.255	5.839	4.466	5.031	6.133	2.092	2.157	2.349	22.16	20.83	16.47	19.6	23.62	8.78	9.56	10.46
55	6.363	5.959	4.607	5.152	6.222	2.205	2.259	2.437	22.11	20.77	16.43	19.55	23.56	8.78	9.56	10.45
56	6.532	6.128	4.77	5.294	6.333	2.319	2.362	2.526	22.03	20.7	16.38	19.48	23.48	8.78	9.55	10.43
57	6.756	6.342	4.951	5.454	6.463	2.432	2.464	2.614	21.93	20.61	16.31	19.39	23.39	8.77	9.53	10.41
58	7.027	6.592	5.146	5.63	6.61	2.543	2.565	2.701	21.82	20.49	16.22	19.28	23.26	8.75	9.51	10.37
59	7.332	6.869	5.351	5.817	6.767	2.652	2.664	2.787	21.67	20.36	16.12	19.16	23.12	8.72	9.47	10.33
60	7.655	7.161	5.559	6.008	6.931	2.757	2.759	2.871	21.5	20.2	16	19.01	22.94	8.69	9.43	10.28
65	9.079	8.446	6.47	6.842	7.629	3.211	3.172	3.229	20.2	18.99	15.15	17.9	21.52	8.42	9.12	9.9
70	9.407	8.791	6.833	7.119	7.722	3.495	3.43	3.446	18.11	17.12	13.89	16.21	19.2	8.02	8.64	9.34
71	9.316	8.724	6.824	7.09	7.651	3.528	3.459	3.469	17.63	16.68	13.6	15.82	18.66	7.93	8.53	9.21
72	9.18	8.617	6.79	7.036	7.552	3.553	3.482	3.486	17.13	16.23	13.3	15.41	18.1	7.83	8.41	9.07
73	9.004	8.474	6.731	6.957	7.429	3.571	3.497	3.495	16.62	15.78	12.99	15	17.53	7.72	8.29	8.93

距线路 走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
74	8.794	8.299	6.65	6.856	7.284	3.581	3.505	3.498	16.1	15.31	12.68	14.58	16.95	7.62	8.17	8.79
75	8.555	8.097	6.549	6.736	7.121	3.583	3.506	3.495	15.58	14.85	12.37	14.16	16.37	7.51	8.04	8.64
76	8.294	7.874	6.431	6.598	6.942	3.579	3.501	3.485	15.07	14.38	12.05	13.74	15.8	7.4	7.92	8.49
77	8.015	7.633	6.297	6.447	6.751	3.567	3.489	3.47	14.55	13.92	11.73	13.32	15.23	7.28	7.78	8.34
78	7.724	7.379	6.151	6.283	6.551	3.549	3.471	3.448	14.05	13.46	11.41	12.9	14.68	7.17	7.65	8.18
79	7.426	7.117	5.994	6.11	6.344	3.525	3.448	3.422	13.56	13.01	11.1	12.49	14.13	7.05	7.52	8.03
80	7.124	6.849	5.829	5.93	6.133	3.496	3.419	3.391	13.07	12.57	10.78	12.09	13.61	6.93	7.38	7.87
85	5.664	5.526	4.946	4.991	5.079	3.281	3.212	3.177	10.88	10.54	9.3	10.22	11.23	6.34	6.7	7.09
90	4.425	4.37	4.088	4.104	4.132	2.991	2.935	2.9	9.08	8.86	8	8.64	9.31	5.75	6.04	6.35
95	3.455	3.445	3.342	3.344	3.345	2.673	2.63	2.599	7.64	7.49	6.89	7.34	7.79	5.2	5.43	5.67
100	2.718	2.731	2.727	2.724	2.715	2.358	2.326	2.301	6.5	6.4	5.97	6.29	6.61	4.69	4.87	5.06
105	2.163	2.186	2.234	2.229	2.217	2.064	2.042	2.023	5.59	5.52	5.21	5.44	5.66	4.23	4.38	4.52
110	1.743	1.769	1.842	1.837	1.826	1.8	1.786	1.773	4.86	4.8	4.58	4.75	4.91	3.83	3.94	4.06

距线路走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			40	41	42	22m	23m	27m			40	41	42
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
115	1.422	1.449	1.531	1.526	1.517	1.568	1.56	1.552	4.26	4.22	4.05	4.18	4.3	3.47	3.56	3.65
120	1.175	1.2	1.283	1.279	1.271	1.367	1.364	1.359	3.77	3.74	3.61	3.71	3.8	3.15	3.22	3.29
最大值 (kV/m)	9.451	8.815	6.833	7.123	7.776	3.583	3.507	3.498	22.25	20.9	16.51	19.67	23.72	8.79	9.56	10.46
最大值处距线路走廊中心距离(m)	-68.7	-69	-70.2	-69.5	-68.1	-74.8	-74.7	-74	-50.4	50.6	-51.4	50.8	-50	-54.6	-54.1	-53.6
距边导线距离(m)	2.7	3	4.2	3.5	2.1	8.8	8.7	8	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内	边导线内

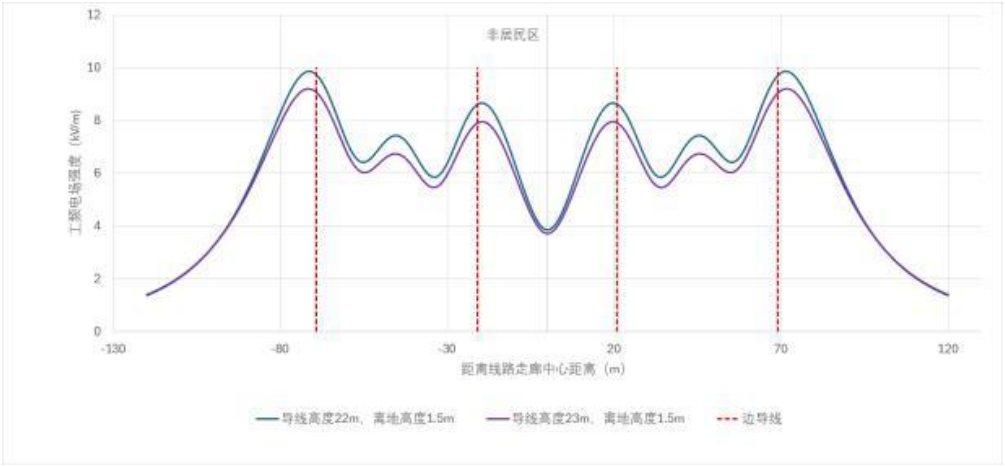


图 6.1- 16 2 条 1000kV 单回输电线路并行段工频电场强度变化趋势
（非居民区）（最大塔型）

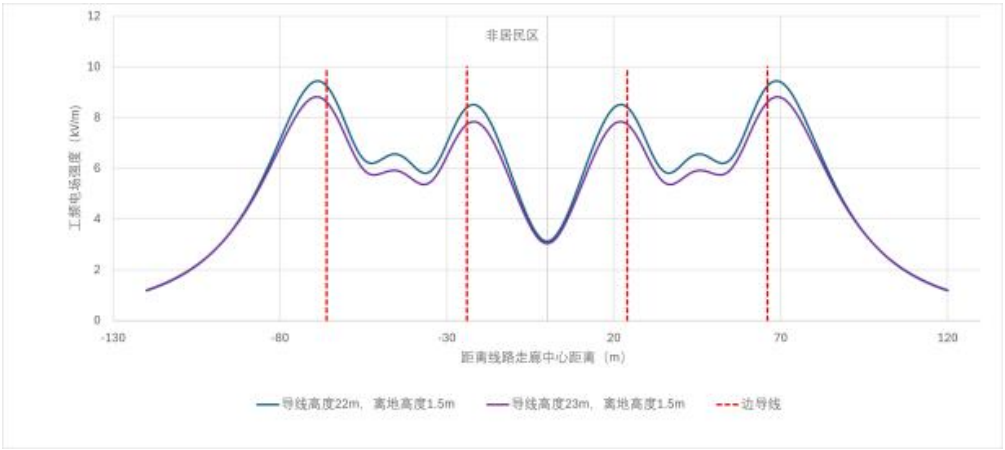


图 6.1- 17 1000kV 单回输电线路并行段工频电场强度变化趋势
（非居民区）（最小塔型）

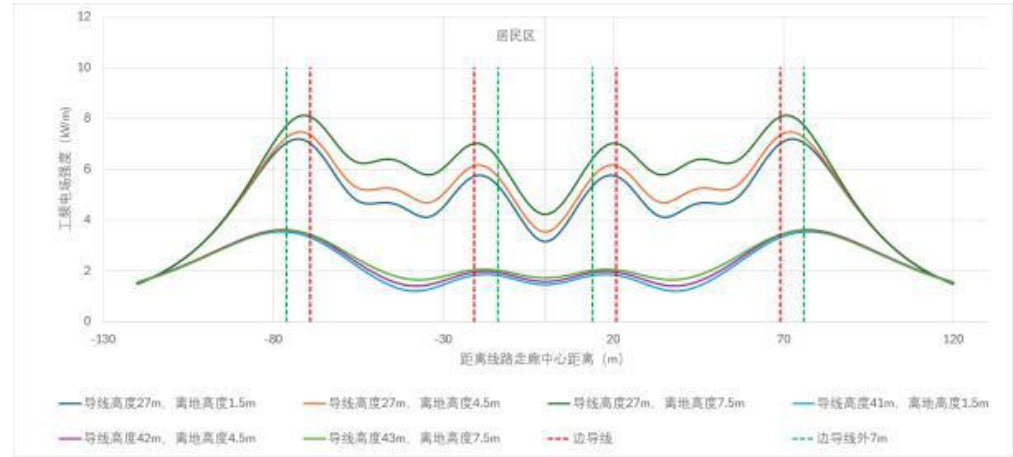


图 6.1- 18 1000kV 单回输电线路并行段工频电场强度变化趋势
（居民区）（最大塔型）

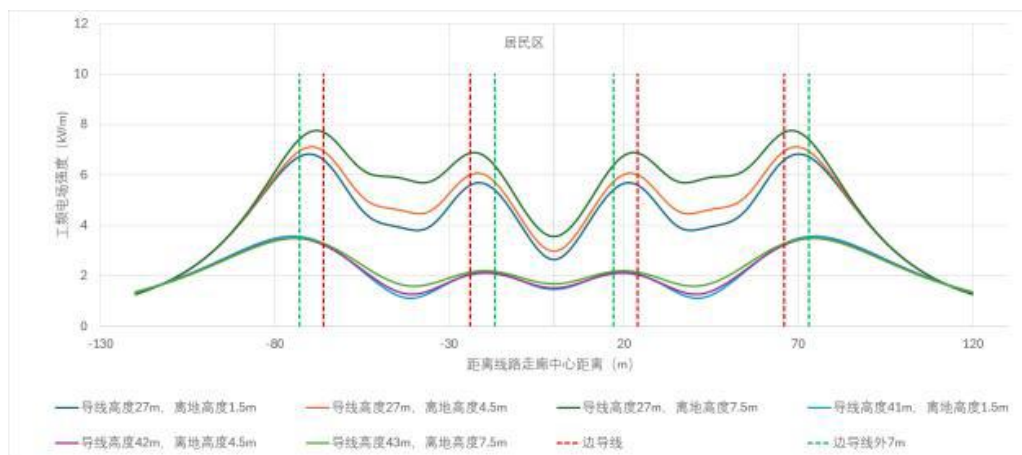


图 6.1-19 1000kV 单回输电线路并行段工频电场强度变化趋势
(居民区) (最小塔型)

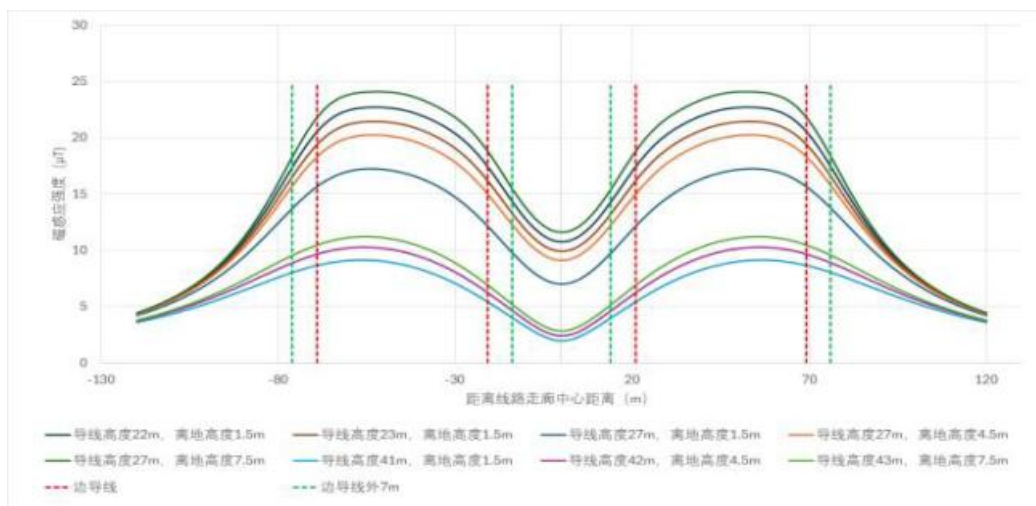


图 6.1-20 1000kV 单回路磁感应强度变化趋势 (最大塔型)

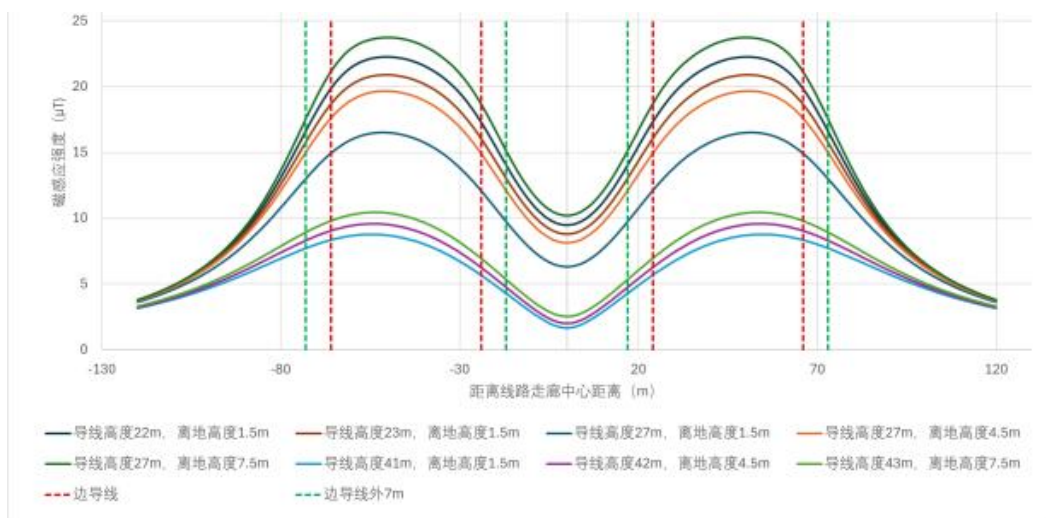


图 6.1-21 1000kV 单回输电线路并行段磁感应强度变化趋势 (最小塔型)

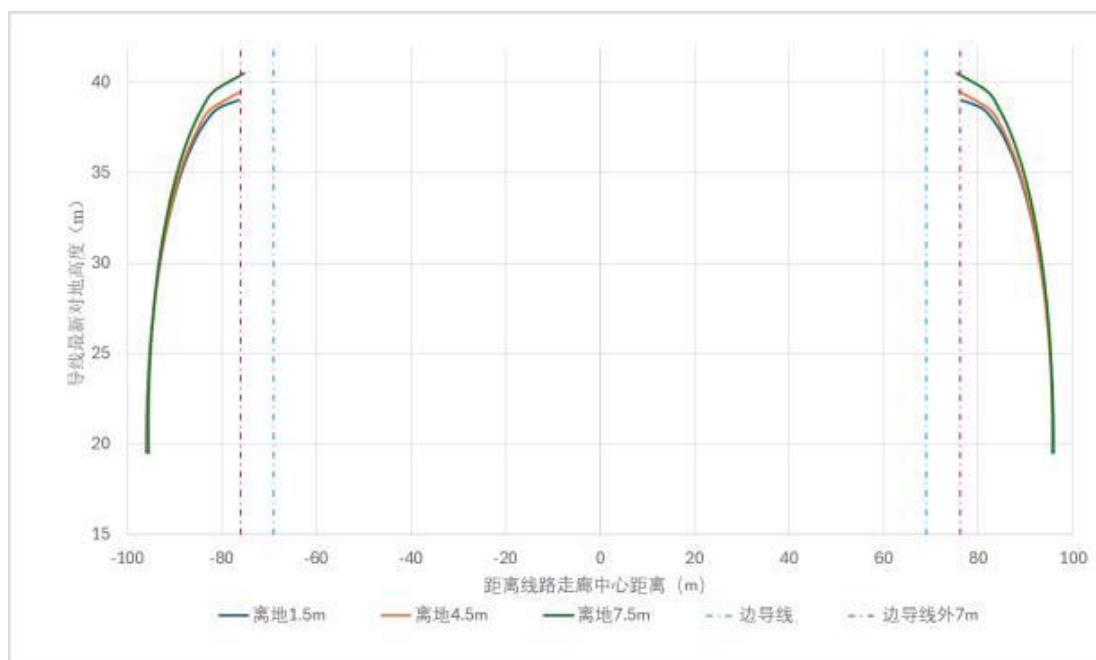


图 6.1-22 1000kV 单回输电线路并行段 4kV/m 的导线最低对地高度等值线
(最大塔型)

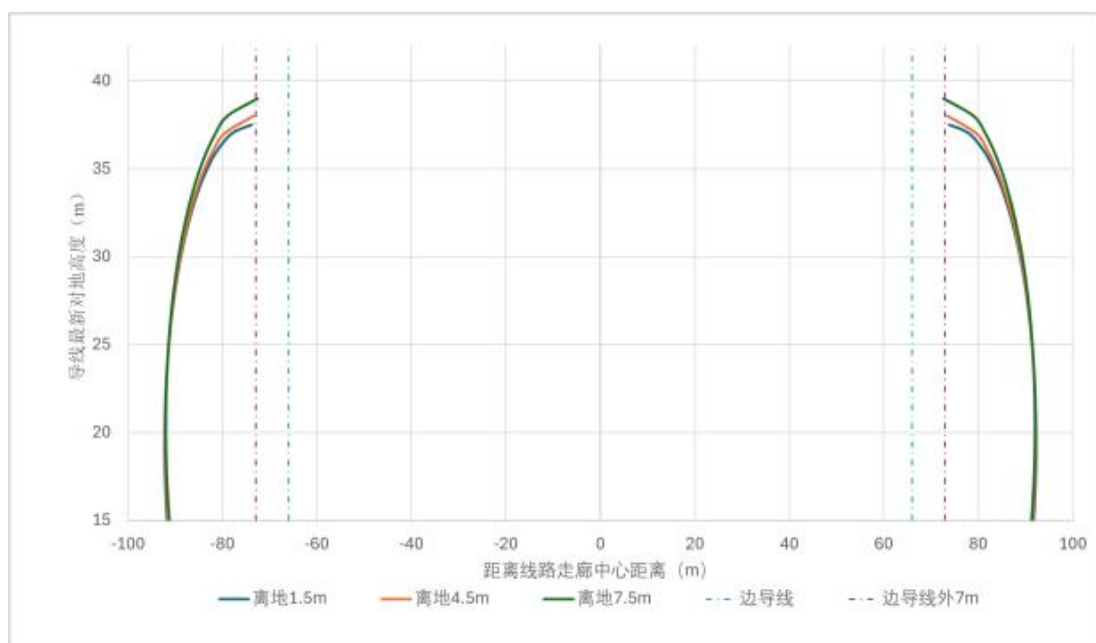


图 6.1-23 1000kV 单回输电线路并行段 4kV/m 的导线最低对地高度等值线
(最小塔型)

由单回路并行段电磁环境影响预测结果可知:

(1) 工频电场强度

1) 非居民区

导线最小对地距离 22m 时，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.863kV/m；最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.451kV/m，均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中“架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度控制限值为 10kV/m”的要求。

考虑安全裕度，需抬升导线对地高度至 23m，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.217kV/m，最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 8.815kV/m。

2) 居民区

考虑安全裕度，最大塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 7.195kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.482kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。

③距地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 8.124kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 43m。

考虑安全裕度，最小塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 6.833kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 40m。

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.123kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。

③距地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 7.776kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。

(2) 磁感应强度

导线最小对地距离 27m 时，最大塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 17.23 μ T、

20.27 μ T、24.13 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

导线最小对地距离 27m 时，最小塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 16.51 μ T、19.67 μ T、23.72 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

6.1.2.6 1000kV 单回路与 500kV 核神 I/II 线并行段电磁环境影响预测结果及评价

本工程 1000kV 单回路线路架设段与 500kV 核神 I/II 线并行段，选取最小并行间距 80m

本工程 1000kV 输电线路与 500kV 核神 I/II 线并行电磁预测参数见表 6.1- 11。

表 6.1- 11 本工程 1000kV 输电线路与 500kV 核神 I/II 线并行度电磁预测参数一览表

序号	项目	本工程拟建 1000 kV 单回线路	500kV 核神I、II线
1	电压等级	1000kV	500kV
2	导线型号	8×JL1/LB20A-630/45	4×JL/LB20A-630/45
3	子导线直径 (mm)	33.8	33.7
4	子导线分裂数	8	4
5	子导线分裂间距 (mm)	400	500
6	架设方式	单回路	同塔双回路
7	导线排列方式	水平排列 C B A	垂直逆相序排列
8	输送功率	4200	2050
9	导线最低对地距离 (m)	22m、27m	实际最小对地高度 22m
10	并行间距	80m（中对中）	
11	预测点高度	距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高	

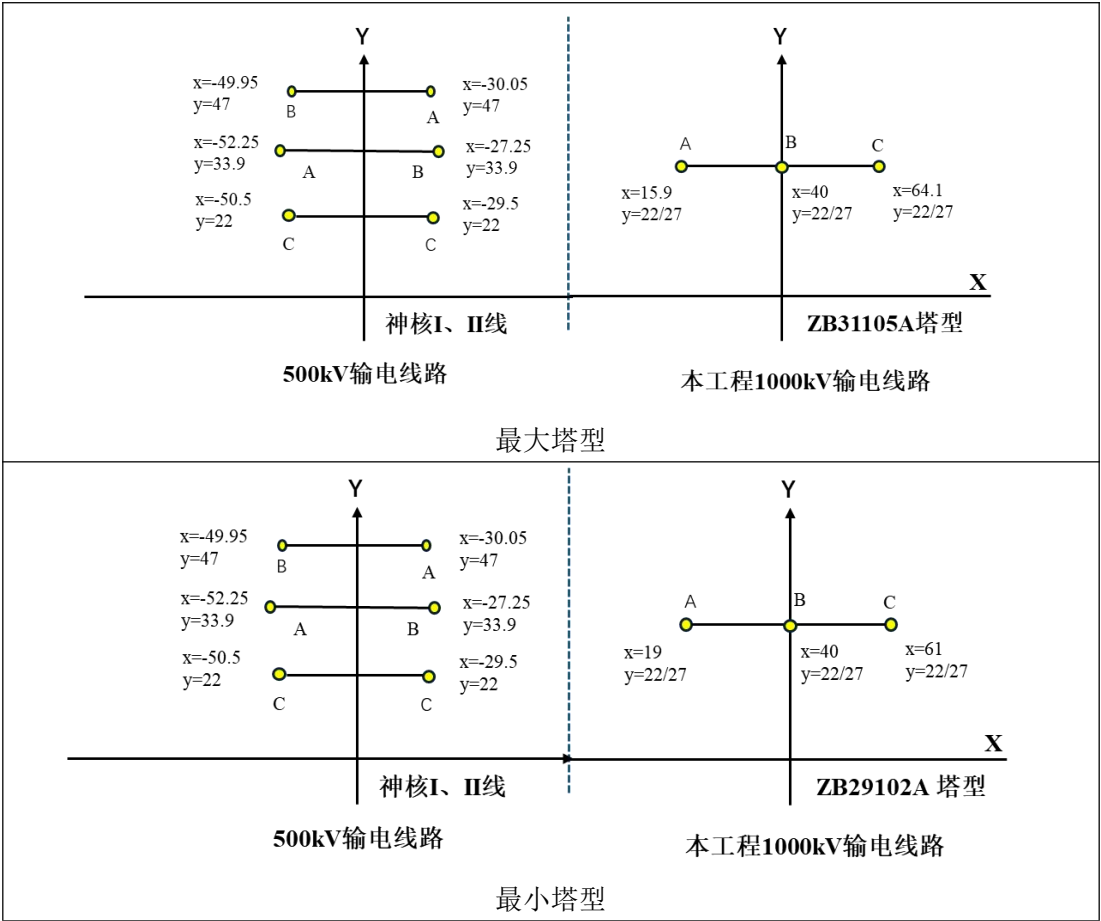


图 6.1- 24 1000kV 单回路与 500kV 线路并行叠加预测示意图

本工程 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段电磁环境预测结果见表 6.1- 12~表 6.1- 13。

表 6.1-12 本工程 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段电磁环境预测结果（最大塔型）

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-115	0.288	0.289	0.293	0.295	0.298	0.313	0.314	0.319	2.67	2.68	2.71	2.81	2.9	2.81	2.91	3.01
-110	0.297	0.298	0.303	0.306	0.311	0.324	0.327	0.334	2.99	2.99	3.03	3.15	3.27	3.14	3.26	3.39
-105	0.301	0.302	0.308	0.312	0.321	0.332	0.336	0.346	3.36	3.37	3.41	3.57	3.72	3.53	3.69	3.86
-100	0.299	0.3	0.307	0.314	0.329	0.333	0.34	0.356	3.81	3.82	3.86	4.07	4.27	4	4.2	4.42
-95	0.29	0.292	0.299	0.313	0.337	0.328	0.341	0.366	4.35	4.36	4.4	4.67	4.94	4.55	4.83	5.11
-90	0.286	0.288	0.295	0.318	0.358	0.326	0.347	0.388	4.99	5	5.05	5.41	5.78	5.22	5.59	5.97
-85	0.322	0.324	0.331	0.365	0.424	0.358	0.391	0.45	5.77	5.79	5.84	6.33	6.83	6.03	6.52	7.04
-80	0.466	0.467	0.471	0.513	0.587	0.487	0.529	0.605	6.71	6.72	6.78	7.45	8.17	6.99	7.66	8.4
-75	0.769	0.77	0.771	0.817	0.904	0.776	0.824	0.913	7.82	7.84	7.9	8.83	9.86	8.12	9.06	10.12
-70	1.267	1.267	1.266	1.322	1.43	1.265	1.322	1.433	9.11	9.12	9.18	10.48	11.99	9.42	10.73	12.27
-65	1.982	1.981	1.98	2.058	2.217	1.975	2.055	2.216	10.5	10.52	10.57	12.36	14.58	10.81	12.61	14.86
-60	2.872	2.871	2.868	2.993	3.257	2.863	2.988	3.254	11.85	11.86	11.9	14.26	17.39	12.11	14.47	17.63

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-55	3.761	3.76	3.757	3.933	4.329	3.752	3.929	4.326	12.87	12.87	12.89	15.66	19.58	13.04	15.81	19.71
-50	4.387	4.385	4.382	4.556	4.95	4.38	4.554	4.948	13.31	13.3	13.28	16.01	19.79	13.35	16.04	19.77
-45	4.629	4.627	4.623	4.719	4.903	4.627	4.722	4.905	13.25	13.23	13.17	15.41	17.99	13.14	15.33	17.85
-40	4.613	4.611	4.606	4.653	4.699	4.621	4.666	4.709	13.19	13.16	13.04	14.93	16.64	12.9	14.74	16.41
-39	4.592	4.59	4.585	4.636	4.69	4.602	4.651	4.703	13.23	13.19	13.06	14.95	16.66	12.89	14.73	16.41
-38	4.565	4.563	4.558	4.617	4.694	4.579	4.636	4.709	13.28	13.24	13.1	15.02	16.8	12.9	14.77	16.52
-37	4.532	4.529	4.524	4.597	4.708	4.549	4.619	4.726	13.36	13.31	13.16	15.14	17.06	12.92	14.85	16.74
-36	4.49	4.488	4.482	4.573	4.728	4.512	4.598	4.749	13.45	13.4	13.23	15.29	17.41	12.95	14.97	17.05
-35	4.439	4.436	4.431	4.541	4.749	4.465	4.571	4.773	13.56	13.5	13.31	15.48	17.85	13	15.11	17.43
-34	4.376	4.373	4.368	4.5	4.764	4.407	4.534	4.791	13.68	13.62	13.41	15.7	18.35	13.05	15.28	17.86
-33	4.3	4.297	4.292	4.447	4.767	4.337	4.485	4.798	13.8	13.74	13.51	15.93	18.88	13.1	15.45	18.32
-32	4.208	4.205	4.2	4.377	4.753	4.252	4.42	4.786	13.94	13.87	13.62	16.17	19.41	13.15	15.62	18.77
-31	4.099	4.096	4.092	4.289	4.716	4.15	4.337	4.752	14.07	13.99	13.72	16.4	19.92	13.2	15.78	19.19

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-30	3.973	3.97	3.966	4.182	4.653	4.031	4.235	4.69	14.19	14.11	13.82	16.61	20.38	13.23	15.92	19.56
-29	3.828	3.825	3.822	4.054	4.561	3.895	4.112	4.599	14.31	14.22	13.91	16.8	20.78	13.25	16.04	19.85
-28	3.665	3.661	3.659	3.905	4.44	3.74	3.968	4.478	14.41	14.32	13.98	16.96	21.09	13.26	16.11	20.07
-27	3.484	3.481	3.479	3.737	4.293	3.568	3.804	4.329	14.5	14.4	14.03	17.07	21.31	13.24	16.14	20.18
-26	3.287	3.284	3.283	3.551	4.123	3.38	3.622	4.154	14.57	14.46	14.07	17.15	21.44	13.21	16.13	20.21
-25	3.076	3.074	3.074	3.351	3.933	3.178	3.424	3.958	14.63	14.51	14.09	17.19	21.48	13.15	16.08	20.14
-20	1.959	1.957	1.954	2.303	2.939	2.046	2.319	2.844	14.67	14.51	13.94	16.85	20.65	12.57	15.27	18.77
-15	1.509	1.495	1.404	1.826	2.491	1.072	1.439	1.991	14.52	14.32	13.56	16.09	19.15	11.7	13.98	16.67
-10	2.495	2.445	2.186	2.477	2.981	1.089	1.405	1.836	14.51	14.25	13.26	15.47	17.99	10.81	12.7	14.76
-5	4.06	3.946	3.443	3.645	4.018	1.773	1.959	2.194	14.91	14.55	13.23	15.29	17.59	10.08	11.7	13.35
0	5.843	5.616	4.734	4.913	5.257	2.405	2.533	2.65	15.84	15.34	13.57	15.68	18.05	9.57	11.03	12.44
5	7.659	7.263	5.873	6.08	6.497	2.847	2.953	3.01	17.33	16.63	14.26	16.58	19.31	9.27	10.67	11.94
10	9.09	8.512	6.625	6.896	7.461	3.063	3.164	3.2	19.18	18.25	15.18	17.84	21.11	9.15	10.53	11.74

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
15	9.502	8.836	6.74	7.078	7.795	3.043	3.15	3.196	20.99	19.84	16.15	19.13	22.92	9.14	10.54	11.72
20	8.585	8.007	6.166	6.557	7.375	2.814	2.935	3.016	22.35	21.08	16.97	20.17	24.23	9.19	10.61	11.79
25	7.035	6.632	5.258	5.709	6.618	2.447	2.592	2.728	23.17	21.86	17.56	20.84	24.94	9.24	10.67	11.85
30	6.391	6.003	4.679	5.204	6.225	2.048	2.229	2.431	23.61	22.29	17.89	21.2	25.31	9.24	10.69	11.85
35	7.065	6.492	4.695	5.271	6.38	1.738	1.958	2.219	23.82	22.47	18.01	21.34	25.49	9.19	10.62	11.77
40	7.563	6.884	4.808	5.401	6.547	1.618	1.859	2.146	23.75	22.39	17.9	21.22	25.4	9.05	10.45	11.57
45	7.029	6.457	4.666	5.248	6.367	1.739	1.964	2.232	23.36	22.02	17.58	20.85	24.95	8.83	10.19	11.27
50	6.334	5.95	4.645	5.18	6.216	2.074	2.26	2.473	22.75	21.43	17.05	20.25	24.27	8.53	9.82	10.84
55	7.008	6.613	5.266	5.724	6.644	2.526	2.675	2.82	21.92	20.61	16.32	19.42	23.39	8.15	9.36	10.31
60	8.633	8.063	6.251	6.643	7.462	2.976	3.097	3.179	20.69	19.42	15.33	18.26	22.07	7.7	8.81	9.68
61	8.924	8.324	6.43	6.81	7.608	3.056	3.172	3.243	20.37	19.12	15.1	17.97	21.73	7.6	8.69	9.54
62	9.178	8.553	6.59	6.958	7.735	3.13	3.242	3.303	20.03	18.8	14.85	17.66	21.35	7.5	8.57	9.39
63	9.387	8.744	6.73	7.085	7.838	3.2	3.307	3.358	19.65	18.45	14.59	17.34	20.94	7.4	8.44	9.25

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
64	9.546	8.892	6.844	7.187	7.913	3.263	3.366	3.408	19.25	18.08	14.32	16.99	20.49	7.3	8.31	9.1
65	9.651	8.994	6.933	7.261	7.958	3.319	3.419	3.452	18.83	17.69	14.04	16.63	20.02	7.19	8.18	8.95
66	9.7	9.048	6.994	7.307	7.971	3.369	3.464	3.49	18.38	17.28	13.75	16.25	19.52	7.08	8.05	8.79
67	9.694	9.054	7.027	7.324	7.952	3.412	3.503	3.521	17.91	16.85	13.45	15.86	18.99	6.98	7.92	8.64
68	9.636	9.015	7.033	7.312	7.902	3.448	3.535	3.546	17.42	16.41	13.14	15.45	18.44	6.87	7.78	8.48
69	9.528	8.932	7.011	7.272	7.822	3.476	3.559	3.564	16.91	15.96	12.83	15.04	17.87	6.75	7.64	8.32
70	9.376	8.809	6.964	7.206	7.714	3.497	3.577	3.575	16.4	15.49	12.51	14.62	17.3	6.64	7.5	8.16
75	8.136	7.753	6.412	6.561	6.865	3.498	3.558	3.535	13.8	13.14	10.89	12.48	14.41	6.08	6.8	7.34
80	6.584	6.372	5.547	5.623	5.774	3.351	3.394	3.36	11.43	10.97	9.34	10.49	11.8	5.51	6.11	6.54
85	5.151	5.055	4.619	4.651	4.711	3.103	3.132	3.095	9.44	9.13	7.97	8.78	9.66	4.97	5.46	5.8
90	3.988	3.958	3.77	3.779	3.796	2.803	2.821	2.787	7.85	7.63	6.8	7.38	7.98	4.47	4.86	5.13
95	3.094	3.099	3.054	3.053	3.052	2.488	2.499	2.47	6.59	6.44	5.83	6.25	6.67	4.02	4.33	4.54
100	2.421	2.442	2.474	2.47	2.461	2.184	2.189	2.167	5.6	5.49	5.04	5.34	5.64	3.61	3.86	4.02

距线路走廊 中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
105	1.915	1.942	2.012	2.007	1.998	1.903	1.905	1.89	4.81	4.73	4.39	4.61	4.83	3.25	3.45	3.58
110	1.532	1.561	1.647	1.643	1.634	1.653	1.653	1.644	4.18	4.11	3.85	4.02	4.18	2.94	3.1	3.2
115	1.24	1.268	1.358	1.355	1.347	1.434	1.434	1.428	3.66	3.61	3.4	3.53	3.66	2.66	2.79	2.87
最大值 (kV/m)	9.704	9.058	7.034	7.324	7.971	4.645	4.722	4.995	23.83	22.48	18.01	21.34	25.5	13.35	16.14	20.21
最大值处距 线路走廊中 心距离(m)	66.4	66.6	67.7	67.1	65.9	-42.9	-45	-48.1	36.4	36	35.1	35.3	36.2	-50.1	-26.7	-26.2
距边导线距 离 (m)	2.3	2.5	3.6	3	1.8	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	0.5	2.2	2.7

表 6.1-13 本工程 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段电磁环境预测结果（最小塔型）

距线路走廊中心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度			最小设计高度	达标高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m	离地高度 1.5m	离地高度 4.5m	离地高度 7.5m
-115	0.237	0.235	0.228	0.23	0.233	0.199	0.201	0.202	3.11	3.11	3.08	3.14	3.2	2.98	3.04	3.09
-110	0.241	0.239	0.231	0.234	0.24	0.202	0.205	0.208	3.51	3.5	3.47	3.55	3.63	3.36	3.44	3.51
-105	0.24	0.238	0.23	0.235	0.245	0.2	0.205	0.212	3.98	3.97	3.94	4.05	4.16	3.82	3.93	4.02
-100	0.232	0.23	0.223	0.231	0.248	0.193	0.202	0.216	4.55	4.54	4.5	4.65	4.8	4.36	4.52	4.65
-95	0.221	0.219	0.212	0.228	0.255	0.187	0.202	0.227	5.23	5.22	5.18	5.39	5.59	5.03	5.24	5.43
-90	0.223	0.222	0.218	0.243	0.286	0.205	0.228	0.267	6.05	6.04	6	6.29	6.58	5.83	6.12	6.4
-85	0.288	0.288	0.289	0.321	0.377	0.293	0.322	0.371	7.05	7.04	6.99	7.41	7.83	6.81	7.23	7.63
-80	0.469	0.47	0.475	0.51	0.573	0.49	0.521	0.578	8.26	8.25	8.19	8.8	9.43	8	8.6	9.2
-75	0.801	0.802	0.809	0.847	0.919	0.829	0.864	0.931	9.7	9.69	9.63	10.51	11.45	9.42	10.29	11.21
-70	1.32	1.321	1.328	1.376	1.471	1.35	1.395	1.485	11.36	11.35	11.29	12.56	14.01	11.08	12.34	13.75
-65	2.054	2.056	2.063	2.136	2.284	2.084	2.155	2.298	13.16	13.15	13.1	14.9	17.09	12.89	14.68	16.84
-60	2.969	2.971	2.978	3.098	3.353	2.996	3.115	3.367	14.86	14.86	14.82	17.22	20.39	14.63	17.03	20.18

距线路 走廊中 心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-55	3.897	3.899	3.907	4.079	4.466	3.921	4.093	4.478	16.11	16.11	16.1	18.91	22.85	15.96	18.79	22.74
-50	4.587	4.59	4.598	4.765	5.143	4.607	4.774	5.152	16.6	16.61	16.63	19.31	22.95	16.56	19.29	22.99
-45	4.935	4.939	4.949	5.03	5.18	4.951	5.033	5.186	16.5	16.52	16.58	18.68	20.99	16.58	18.76	21.16
-40	5.089	5.094	5.106	5.126	5.119	5.095	5.118	5.116	16.36	16.39	16.48	18.28	19.89	16.57	18.44	20.13
-39	5.113	5.118	5.13	5.15	5.148	5.115	5.139	5.142	16.36	16.39	16.49	18.31	19.98	16.6	18.49	20.23
-38	5.135	5.14	5.153	5.178	5.192	5.134	5.164	5.182	16.37	16.4	16.52	18.38	20.17	16.64	18.58	20.44
-37	5.154	5.16	5.173	5.208	5.248	5.15	5.189	5.236	16.38	16.42	16.54	18.47	20.45	16.69	18.7	20.74
-36	5.171	5.177	5.191	5.237	5.314	5.162	5.215	5.297	16.4	16.44	16.58	18.59	20.79	16.74	18.84	21.11
-35	5.184	5.19	5.204	5.265	5.383	5.17	5.237	5.362	16.41	16.46	16.61	18.72	21.16	16.8	19	21.53
-34	5.19	5.197	5.211	5.287	5.448	5.171	5.254	5.423	16.42	16.46	16.63	18.84	21.55	16.85	19.16	21.96
-33	5.19	5.196	5.211	5.301	5.504	5.163	5.262	5.474	16.41	16.46	16.64	18.95	21.91	16.89	19.31	22.38
-32	5.18	5.187	5.202	5.305	5.544	5.147	5.259	5.508	16.38	16.43	16.63	19.03	22.22	16.91	19.43	22.75
-31	5.161	5.168	5.183	5.295	5.562	5.119	5.242	5.522	16.32	16.38	16.59	19.07	22.45	16.91	19.52	23.06

距线路 走廊中 心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
-30	5.13	5.138	5.153	5.271	5.555	5.079	5.209	5.509	16.24	16.3	16.53	19.05	22.59	16.89	19.56	23.27
-29	5.089	5.097	5.111	5.231	5.521	5.026	5.16	5.468	16.12	16.19	16.44	18.98	22.61	16.83	19.54	23.37
-28	5.036	5.044	5.058	5.174	5.457	4.961	5.093	5.399	15.97	16.04	16.31	18.85	22.5	16.75	19.47	23.35
-27	4.973	4.981	4.995	5.103	5.367	4.884	5.011	5.302	15.77	15.86	16.15	18.65	22.27	16.63	19.34	23.21
-26	4.901	4.909	4.921	5.017	5.252	4.796	4.913	5.179	15.55	15.64	15.95	18.39	21.92	16.48	19.14	22.96
-25	4.821	4.829	4.84	4.92	5.117	4.698	4.802	5.036	15.29	15.38	15.71	18.07	21.46	16.29	18.89	22.59
-20	4.385	4.393	4.388	4.364	4.316	4.135	4.152	4.17	13.54	13.67	14.13	15.76	17.97	14.94	16.93	19.6
-15	4.098	4.099	4.055	3.95	3.726	3.622	3.571	3.429	11.49	11.65	12.22	12.97	13.86	13.24	14.47	15.99
-10	4.165	4.147	4.015	3.893	3.639	3.303	3.234	3.038	9.71	9.9	10.54	10.52	10.32	11.63	12.23	12.88
-5	4.672	4.612	4.312	4.225	4.05	3.186	3.136	2.959	8.82	8.99	9.55	9.02	8.08	10.38	10.57	10.67
0	5.628	5.487	4.896	4.873	4.831	3.206	3.191	3.056	9.31	9.37	9.53	8.97	7.96	9.65	9.66	9.49
5	6.939	6.661	5.633	5.695	5.824	3.271	3.292	3.201	11.27	11.1	10.55	10.42	10.1	9.42	9.46	9.28
10	8.307	7.847	6.289	6.455	6.802	3.284	3.338	3.289	14.3	13.83	12.31	12.93	13.67	9.6	9.83	9.81

距线路 走廊中 心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
15	9.146	8.527	6.557	6.831	7.416	3.166	3.251	3.248	17.8	16.99	14.42	15.88	17.8	10.03	10.52	10.75
20	8.824	8.188	6.2	6.568	7.349	2.877	2.992	3.048	21.04	19.94	16.45	18.66	21.61	10.55	11.3	11.78
25	7.421	6.926	5.313	5.769	6.703	2.436	2.587	2.72	23.45	22.17	18.08	20.81	24.4	11.04	12.02	12.7
30	6.208	5.8	4.428	4.994	6.093	1.926	2.127	2.355	24.91	23.56	19.18	22.2	26.09	11.41	12.55	13.39
35	6.305	5.762	4.076	4.736	5.975	1.496	1.76	2.081	25.63	24.26	19.76	22.93	26.96	11.61	12.86	13.8
40	6.679	6.031	4.087	4.776	6.063	1.359	1.652	2.011	25.79	24.41	19.89	23.12	27.22	11.62	12.93	13.93
45	6.38	5.839	4.162	4.816	6.048	1.618	1.87	2.182	25.48	24.12	19.64	22.87	26.96	11.44	12.76	13.78
50	6.373	5.965	4.594	5.153	6.245	2.117	2.312	2.535	24.76	23.42	19.03	22.21	26.27	11.09	12.38	13.38
55	7.638	7.142	5.527	5.983	6.918	2.666	2.817	2.955	23.54	22.23	18.02	21.08	25.04	10.57	11.79	12.74
60	9.058	8.423	6.438	6.812	7.602	3.131	3.251	3.322	21.59	20.4	16.61	19.37	22.99	9.91	11.03	11.89
61	9.23	8.584	6.564	6.922	7.68	3.205	3.321	3.38	21.1	19.96	16.28	18.96	22.46	9.77	10.86	11.7
62	9.351	8.701	6.666	7.007	7.729	3.273	3.383	3.432	20.59	19.48	15.94	18.52	21.91	9.62	10.68	11.51
63	9.417	8.771	6.74	7.063	7.749	3.332	3.438	3.477	20.05	18.99	15.58	18.07	21.32	9.47	10.5	11.3

距线路 走廊中 心距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
64	9.429	8.794	6.787	7.091	7.737	3.384	3.485	3.514	19.49	18.48	15.22	17.61	20.7	9.31	10.32	11.1
65	9.388	8.771	6.806	7.091	7.695	3.428	3.524	3.545	18.91	17.95	14.84	17.12	20.06	9.16	10.13	10.89
66	9.298	8.705	6.798	7.064	7.624	3.464	3.555	3.569	18.32	17.41	14.46	16.63	19.41	9	9.94	10.67
67	9.163	8.599	6.764	7.01	7.526	3.492	3.579	3.585	17.71	16.87	14.07	16.13	18.74	8.83	9.75	10.45
68	8.988	8.456	6.706	6.932	7.404	3.511	3.594	3.593	17.11	16.31	13.68	15.63	18.07	8.67	9.55	10.23
69	8.778	8.282	6.626	6.833	7.26	3.523	3.602	3.595	16.5	15.76	13.29	15.12	17.4	8.5	9.35	10.01
70	8.54	8.081	6.527	6.713	7.097	3.528	3.602	3.59	15.9	15.21	12.9	14.62	16.74	8.34	9.16	9.79
75	7.113	6.837	5.811	5.912	6.114	3.45	3.503	3.473	13.04	12.59	10.99	12.21	13.61	7.51	8.17	8.68
80	5.657	5.517	4.932	4.977	5.064	3.243	3.278	3.24	10.62	10.33	9.27	10.1	11.01	6.7	7.23	7.62
85	4.422	4.366	4.078	4.094	4.121	2.959	2.981	2.943	8.68	8.51	7.81	8.37	8.95	5.95	6.36	6.66
90	3.456	3.445	3.336	3.337	3.338	2.646	2.659	2.625	7.17	7.06	6.61	6.98	7.36	5.27	5.59	5.82
95	2.723	2.734	2.724	2.72	2.711	2.335	2.342	2.315	5.99	5.92	5.62	5.88	6.13	4.67	4.91	5.09
100	2.171	2.192	2.234	2.229	2.217	2.045	2.048	2.027	5.06	5.02	4.82	5	5.17	4.14	4.33	4.46

距线路 走廊中心 距离 (m)	工频电场强度 (kV/m)								工频磁感应强度 (μT)							
	非居民区		居民区						非居民区		居民区					
	最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度			最小 设计 高度	达标 高度	最小设计高度			达标高度		
	22m	23m	27m			41m	41m	42m	22m	23m	27m			41m	41m	42m
	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m	离地 高度 1.5m	离地 高度 4.5m	离地 高度 7.5m
105	1.754	1.779	1.845	1.839	1.828	1.784	1.785	1.77	4.33	4.3	4.17	4.3	4.41	3.69	3.83	3.93
110	1.436	1.461	1.536	1.532	1.522	1.555	1.554	1.545	3.74	3.72	3.64	3.73	3.81	3.29	3.4	3.48
115	1.191	1.215	1.291	1.287	1.279	1.357	1.356	1.35	3.26	3.25	3.2	3.26	3.32	2.95	3.03	3.1
最大值 (kV/m)	9.431	8.794	6.806	7.095	7.749	5.171	5.262	5.522	25.79	24.42	19.9	23.13	27.22	16.91	19.56	23.38
最大值 处距线 路走廊 中心距 离(m)	63.7	64	65.2	64.5	63.1	-34.4	-32.8	-31	39.1	39.1	39.1	39.5	39.8	-31.4	-29.7	-28.6
距边导 线距离 (m)	2.7	3	4.2	3.5	2.1	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	边导 线内	0.9

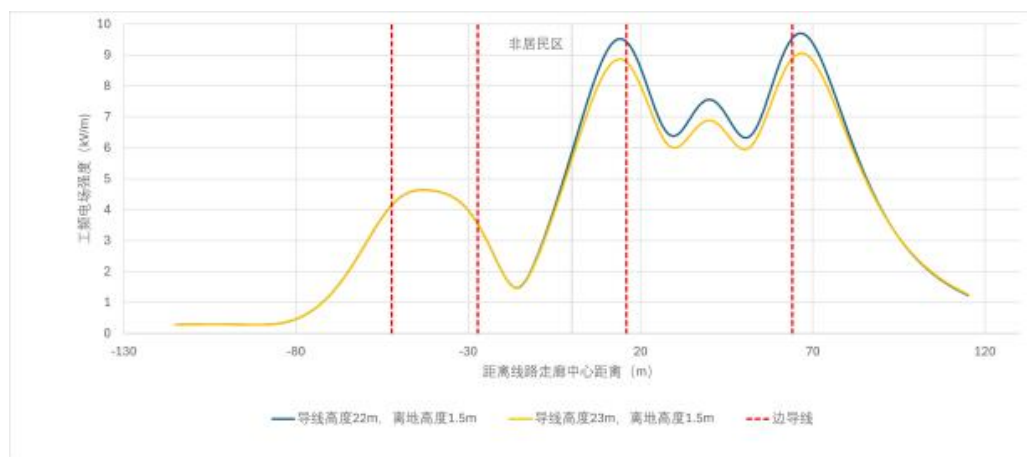


图 6.1-25 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段工频电场强度变化趋势
(非居民区) (最大塔型)

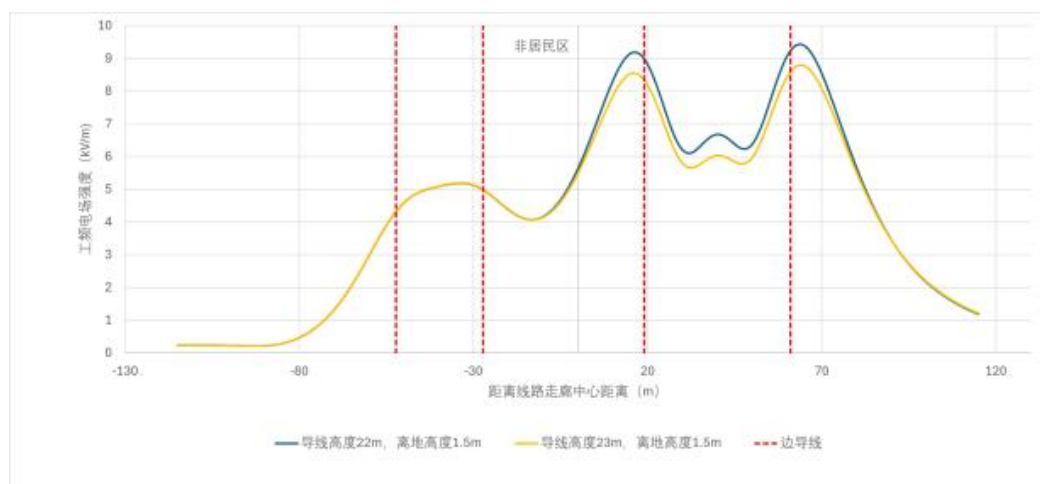


图 6.1-26 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段工频电场强度变化趋势
(非居民区) (最小塔型)

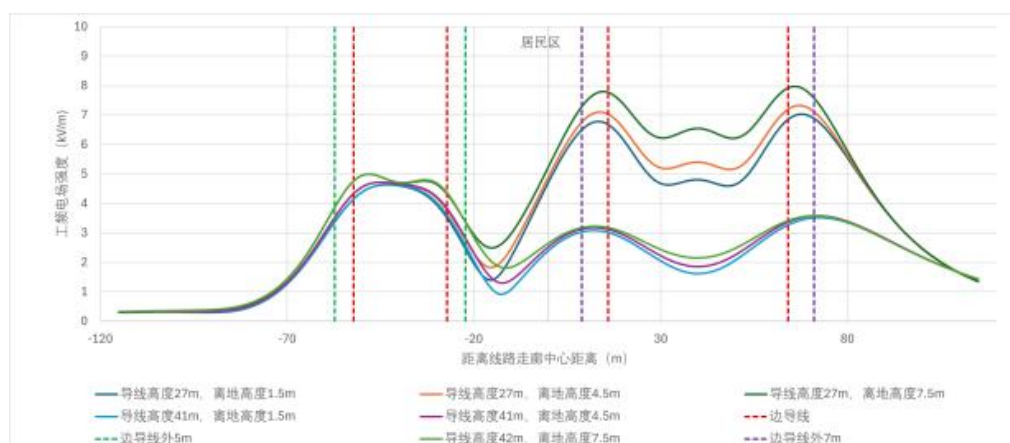


图 6.1-27 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段工频电场强度变化趋势
(居民区) (最大塔型)

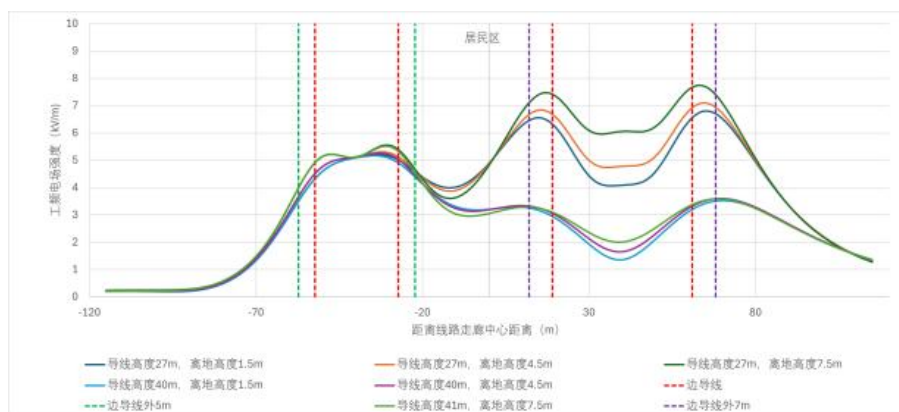


图 6.1-28 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段工频电场强度变化趋势
(居民区) (最小塔型)

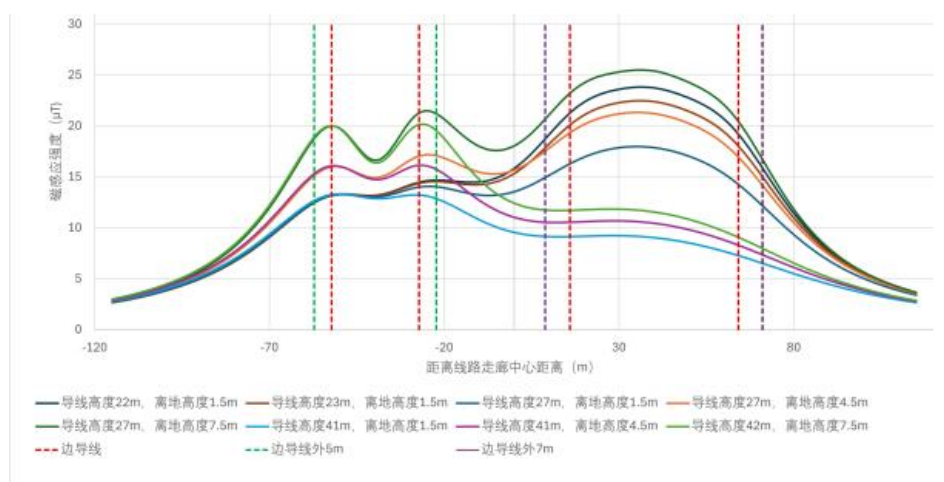


图 6.1-29 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段磁感应强度变化趋势
(最大塔型)

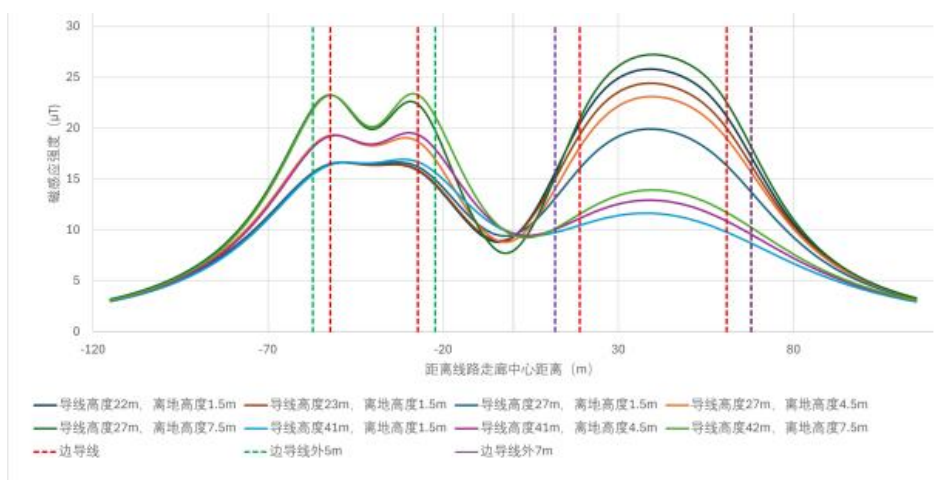


图 6.1-30 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段磁感应强度变化趋势
(最小塔型)

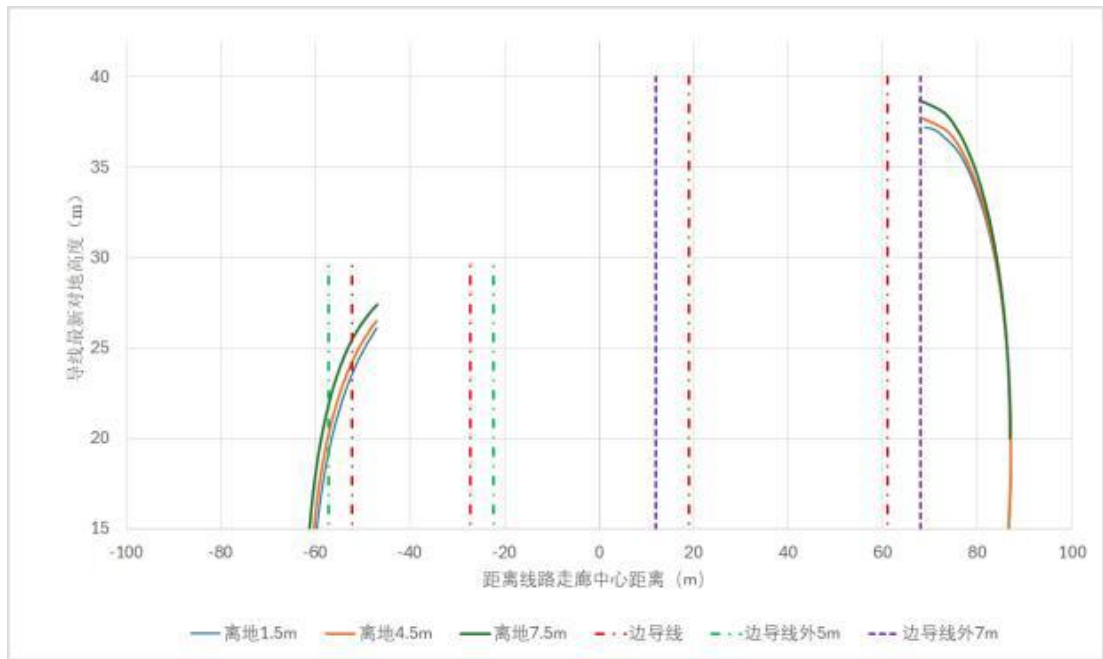


图 6.1- 31 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段 4kV/m 的导线最低对地高度等值线（最大塔型）

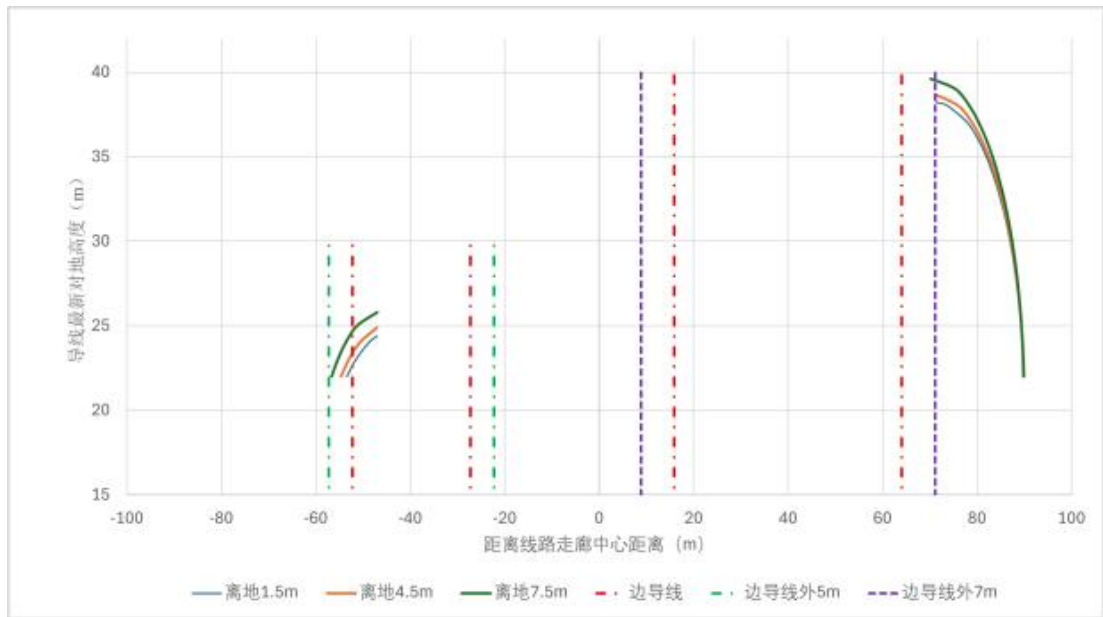


图 6.1- 32 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段 4kV/m 的导线最低对地高度等值线（最小塔型）

由 1000kV 单回路与 500kV 核神线并行段电磁环境影响预测结果可知：

（1）工频电场强度

1）非居民区

导线最小对地距离 22m 时，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为

9.704kV/m；最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.431kV/m，均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中“架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度控制限值为 10kV/m”的要求。

考虑安全裕度，需抬升导线对地高度至 23m，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.058kV/m，最小塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 8.794kV/m。

2) 居民区

考虑安全裕度，最大塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 7.034kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.324kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m；

③距设地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 7.971kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。

考虑安全裕度，最小塔型导线最小对地距离 27m 时，不同离地高度工频电场强度及达标高度如下：

①距地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 6.806kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 25m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 40m；

②距地面 4.5m 高处最大工频电场强度为 7.095kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 25m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 40m；

③距设地面 7.5m 高处最大工频电场强度为 7.749kV/m，小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 27m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。

(2) 磁感应强度

导线最小对地距离 27m 时，最大塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 18.01 μ T、21.34 μ T、25.50 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

导线最小对地距离 27m 时, 最小塔型评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处 (2 层楼房)、7.5m 高处 (3 层楼房) 工频磁感应强度最大值分别为 19.9 μ T、23.13 μ T、27.22 μ T, 均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

6.1.2.7 2 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I/II 线并行段电磁环境影响预测结果及评价

本工程在东曲坊村南侧存在 2 条 1000kV 单回路线路架设段与 500kV 核神 I/II 线并行情形, 并行长度约 110m, 3 条线路间最小并行间距约 90m。3 条线路并行段无电磁和声环境敏感目标, 本次预测仅针对最大塔型, 离地高度 1.5m 的电磁环境叠加影响进行预测 (非居民区)。预测参数见表 6.1-14。

表 6.1-14 本工程 1000kV 输电线路与 500kV 核神 I/II 线并行度电磁预测参数一览表

序号	项目	本工程拟建 1000 kV 单回线路	500kV 核神I、II线
1	电压等级	1000kV	500kV
2	导线型号	8×JL1/LB20A-630/45	4×JL/LB20A-630/45
3	子导线直径 (mm)	33.8	33.7
4	子导线分裂数	8	4
5	子导线分裂间距 (mm)	400	500
6	架设方式	单回路	同塔双回路
7	导线排列方式	水平排列 C B A	垂直逆相序排列
8	输送功率	4200	2050
9	导线最低对地距离 (m)	22m、27m	实际最小对地高度 22m
10	并行间距	90m (中对中)	
11	预测点高度	距离地面 1.5m	

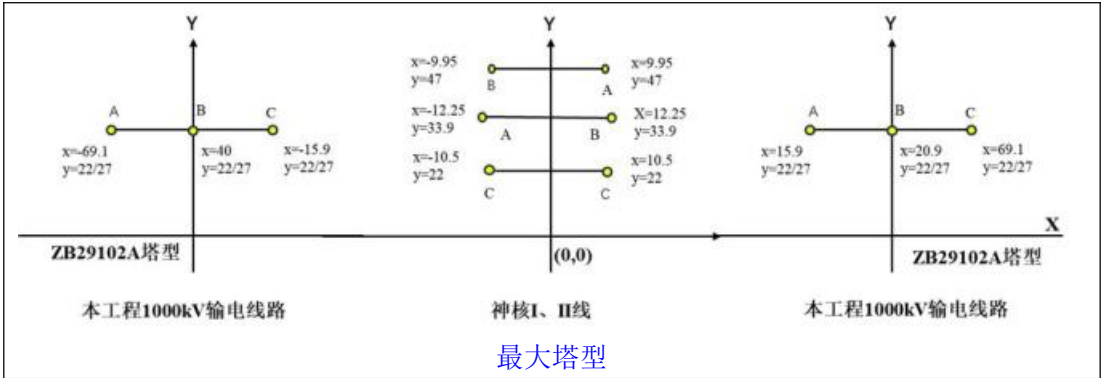


图 6.1- 33 1000kV 单回路与 500kV 线路并行叠加预测示意图

本工程 2 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I/II 线并行段电磁环境预测结果见表 6.1- 15。

表 6.1- 15 本工程 2 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段电磁环境预测结果（最大塔型）

距线路走廊 中心距离 (m)	非居民区			
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度	达标高度
	22m	23m	22m	23m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m
-180	0.71	0.732	2.79	2.76
-175	0.85	0.875	3.09	3.06
-170	1.027	1.054	3.45	3.41
-165	1.253	1.282	3.89	3.84
-160	1.546	1.575	4.41	4.35
-155	1.929	1.956	5.05	4.97
-150	2.435	2.456	5.85	5.74
-145	3.109	3.113	6.84	6.69
-140	4.003	3.973	8.1	7.88
-135	5.166	5.069	9.69	9.37
-130	6.598	6.385	11.66	11.2
-125	8.149	7.766	14.01	13.34
-120	9.388	8.821	16.55	15.64

距线路走廊 中心距离 (m)	非居民区			
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度	达标高度
	22m	23m	22m	23m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m
-119	9.54	8.944	17.05	16.09
-118	9.648	9.027	17.54	16.53
-117	9.706	9.066	18.01	16.96
-116	9.711	9.059	18.47	17.37
-115	9.662	9.005	18.9	17.76
-110	8.643	8.073	20.67	19.41
-105	7.016	6.62	21.82	20.52
-100	6.332	5.949	22.6	21.29
-95	7.017	6.445	23.23	21.9
-94	7.187	6.578	23.34	22.01
-93	7.333	6.695	23.45	22.11
-92	7.446	6.785	23.54	22.2
-91	7.518	6.843	23.63	22.29
-90	7.544	6.864	23.71	22.36
-89	7.523	6.848	23.78	22.43
-88	7.456	6.795	23.84	22.49
-87	7.348	6.71	23.89	22.54
-86	7.207	6.598	23.92	22.58
-85	7.043	6.47	23.95	22.61
-80	6.387	6	23.95	22.62
-75	7.082	6.681	23.7	22.38
-70	8.705	8.13	23.04	21.74
-65	9.718	9.056	21.74	20.58
-60	9.44	8.866	19.9	18.97
-55	8.192	7.801	17.95	17.27

距线路走廊 中心距离 (m)	非居民区			
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度	达标高度
	22m	23m	22m	23m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m
-50	6.619	6.397	16.33	15.86
-45	5.142	5.033	15.27	14.94
-40	3.903	3.859	14.82	14.58
-35	2.917	2.906	14.92	14.74
-30	2.24	2.244	15.47	15.33
-25	2.121	2.126	16.3	16.18
-20	2.695	2.696	17.12	17.02
-15	3.581	3.58	17.56	17.48
-10	4.317	4.317	17.37	17.31
-5	4.714	4.714	16.74	16.7
0	4.894	4.896	16.18	16.15
5	4.985	4.989	15.83	15.82
10	4.895	4.902	15.26	15.29
15	4.508	4.518	14	14.05
20	3.948	3.961	12.04	12.13
25	3.485	3.498	9.81	9.93
30	3.31	3.319	7.76	7.91
35	3.505	3.5	6.36	6.51
40	4.095	4.058	6.11	6.2
45	5.087	4.985	7.25	7.2
50	6.437	6.221	9.52	9.28
55	7.965	7.579	12.57	12.09
60	9.213	8.643	16.03	15.25
65	9.509	8.849	19.36	18.3
70	8.513	7.94	21.99	20.75

距线路走廊 中心距离 (m)	非居民区			
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度	达标高度
	22m	23m	22m	23m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m
75	6.913	6.516	23.71	22.41
80	6.275	5.89	24.73	23.42
85	7	6.427	25.29	23.96
86	7.175	6.566	25.35	24.03
87	7.325	6.687	25.4	24.07
88	7.442	6.781	25.44	24.11
89	7.517	6.842	25.46	24.13
90	7.546	6.867	25.46	24.14
91	7.527	6.853	25.45	24.13
92	7.463	6.803	25.43	24.11
93	7.358	6.721	25.4	24.08
94	7.22	6.613	25.35	24.04
95	7.059	6.488	25.29	23.98
100	6.422	6.037	24.87	23.57
105	7.132	6.734	24.17	22.88
110	8.758	8.186	22.97	21.71
111	9.049	8.447	22.64	21.4
112	9.302	8.676	22.28	21.06
113	9.511	8.866	21.88	20.69
114	9.669	9.014	21.45	20.29
115	9.773	9.115	20.99	19.86
116	9.823	9.17	20.5	19.42
117	9.817	9.177	19.98	18.95
118	9.76	9.138	19.44	18.46
119	9.653	9.056	18.89	17.95

距线路走廊 中心距离 (m)	非居民区			
	最小设计高度	达标高度	最小设计高度	达标高度
	22m	23m	22m	23m
	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m	离地高度 1.5m
120	9.502	8.934	18.32	17.44
125	8.27	7.885	15.43	14.81
130	6.726	6.511	12.77	12.36
135	5.3	5.2	10.54	10.28
140	4.14	4.107	8.75	8.58
145	3.248	3.249	7.35	7.23
150	2.573	2.591	6.24	6.16
155	2.065	2.09	5.35	5.3
160	1.679	1.706	4.64	4.61
165	1.383	1.409	4.07	4.05
170	1.153	1.177	3.6	3.58
175	0.972	0.995	3.2	3.19
180	0.828	0.848	2.87	2.86
最大值 (kV/m)	9.827	9.179	25.46	24.14
最大值处距 线路走廊中 心距离(m)	116.4	116.6	89.9	90

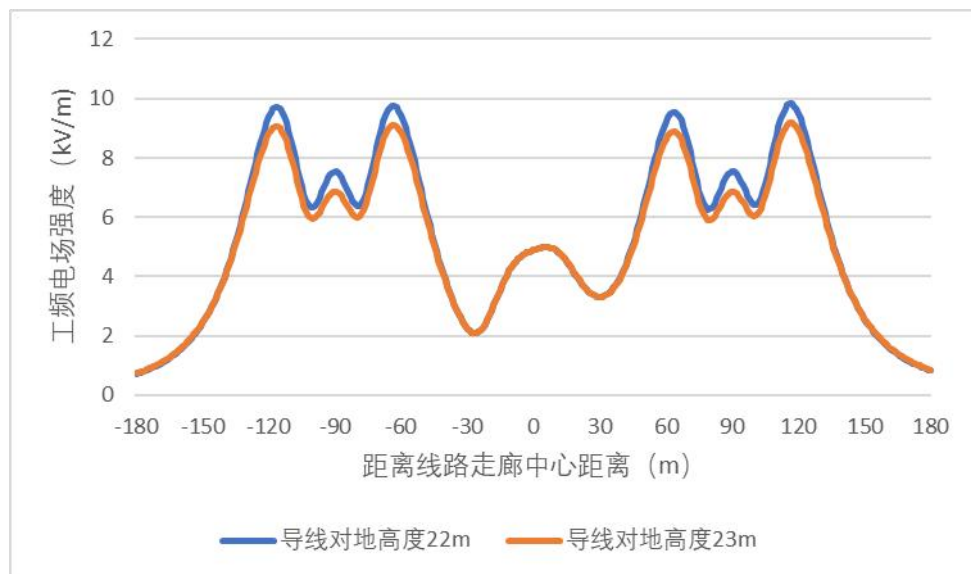


图 6.1-34 2 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段磁感应强度变化趋势

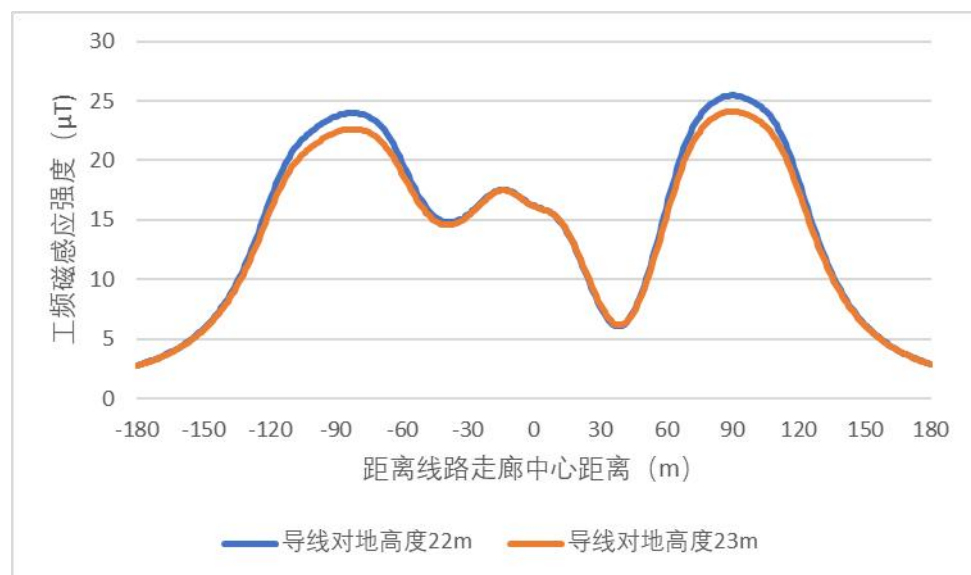


图 6.1-35 2 条 1000kV 单回路与 500kV 核神 I、II 线并行段磁感应强度变化趋势

由 1000kV 单回路与 500kV 核神线并行段电磁环境影响预测结果可知：

(1) 工频电场强度

导线最小对地距离 22m 时，地面 1.5m 高处最大工频磁感应强度为 9.827kV/m；能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中“架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度控制限值为 10kV/m”的要求。

考虑安全裕度，需抬升导线对地高度至 23m，地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.179kV/m。

(2) 工频磁感应强度

导线最小对地距离 22m 时，地面 1.5m 高处最大工频磁感应强度为 25.46 μT；导线最小对地距离 23m 时，地面 1.5m 高处最大工频磁感应强度为 24.14 μT；均满足公众曝露限值 100μT 要求

6.1.2.7 交叉跨越的影响分析

本工程 1000kV 交流输电线路与沿线 500kV 输电线路交叉跨越 4 次，交跨形式包括 1000kV 单回路跨越 500kV 单回路、1000kV 单回路跨越 500kV 同塔双回路。交叉跨越处无电磁环境敏感目标，交叉跨越处的电磁环境影响采用类比分析的方式对 1000kV 交流线路与 500kV 交流线路交叉跨越通过时的电磁环境影响进行分析。类比对象分别采用南阳～荆门～长沙 1000kV 交流输电线路和张北～雄安 1000kV 交流输电线路，两工程均已建设完成并通过竣工环境保护验收，两个工程沿途多次交叉跨越 500kV 交流线路，与本工程 1000kV 交流线路交叉跨越 500kV 交流线路有很强的可比性。对照表及类比工程监测值见表 6.1- 16。类比工程监测数据引自《南阳～荆门～长沙 1000kV 特高压交流输变电工程竣工环境保护验收调查报告》（2023 年 7 月）和《张北～雄安（北京西）1000kV 特高压交流输变电工程竣工环境保护验收调查报告》（2020 年 12 月）。

表 6.1- 16 1000kV 线路与 500kV 线路交叉跨越类比分析对照表

跨越类型	本工程交叉跨越	类比工程交叉跨越	交叉跨越处监测结果	
			电场强度 kV/m	磁感应强度 μT
1000kV 单回路跨越 500kV 单回路	跨越 500kV 崂山-莱阳线（崂山-莱阳线最小对地线高 17m，本工程线路最小对地线高 63m）	张北-雄安 1000kV 线路跨越 500kV 海万线（被跨线高 13m，跨越线高 64m）	6.479	6.907
1000kV 单回路跨越 500kV 同塔双回路	跨越 500kV 核神 I/II 线（核神 I/II 线对地线高 22m，本工程线路最小对地线高约 65m）	南阳-荆门 1000kV 线路跨越 500kV 南奚 I/II 线（被跨线高 17m，跨越线高 63m）	9.250	2.025

根据上表本项目与与核神 I/II 线、崂山-莱阳线的交叉跨越高度相似，被跨越的架设形式及电压等级一致，类比对象与本项目跨越情况具有类比行，类比可行。

两种交叉跨越情形的类比工程交叉跨越处工频电场强度监测值分别为 6.479kV/m、9.250kV/m，工频磁感应强度监测值分别为 2.025 μ T、6.907 μ T，小于 10kV/m 和 100 μ T。因此，根据类比本工程，本工程拟建 1000kV 交流输电线路与 500kV 交流输电线路交叉跨越处能够满足 10kV/m 和 100 μ T 的标准。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 评价方法

采用已经运行的 1000kV 交流输电线路声环境监测结果，类比预测本工程的声环境影响水平。类比对象应保证电压等级相同、导线回数相同，以及运行工况、导线排列方式、导线型号、对地距离、边导线间距离等类似。

本项目输电线路架设方式包括单回路及两条单回路并行架设。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求，输电线路噪声预测拟类比目前已建成相同电压等级的输电线路。由于本工程的单回路和单回路并行段的最大塔型相同，一般情况下，单回路并行段的噪声影响大于单回路段，本次类比选择单回并行段进行类比。

类比对象选择与本项目建设规模、电压等级、容量、架线型式、环境条件及运行工况类似的锡盟～胜利 1000kV 特高压交流输变电工程，类比条件对比见表 6.2-1。

数据引自《锡盟～胜利 1000kV 特高压交流输变电工程建设项目竣工环境保护验收调查报告》。监测单位为电力系统电磁兼容和电磁环境研究与监测中心，监测时间为 2017 年 9 月 6 日。

表 6.2-1 本工程与类比工程特性对比表

参数	本工程	锡盟～胜利	可比性分析
电压等级	1000kV	1000kV	相同
容量	4200MW	6000MW	小于类比项目
架线形式	单回路、2 条单回并行	单回路、2 条单回并行	相同
线高	一般非居民地区单回塔最小对地距离 22m（设计规范值）	单回塔最小对地距离 34.0m	相似（实际建设一般高于设计规

参数	本工程	锡盟～胜利	可比性分析
			范值)
地理位置	山东省烟台市内	内蒙古锡林郭勒盟境内	环境条件具有一定相似性
运行工况	1000kV 电压等级	1000kV 电压等级	相同

输电线路产生的噪声主要与线路电压等级、架设方式以及大气环境条件等因素有关，类比工程输电线路与本工程新建线路电压等级、架设方式以及大气环境条件均相似，本工程新建线路导线弧垂距离设计规范值小于类比工程，但是实际建设高于设计规范值，前文电磁预测结果，在居民区导线最小对地高度为 41m 高于类比工程，因此，类比输电线路的噪声监测结果能够较好的反应本工程新建线路运行后产生的噪声影响。

6.2.2 类比线路监测及监测结果分析

- (1) 监测因子
- 等效连续 A 声级。
- (2) 监测布点原则
- 输电线路衰减断面：在输电线路下方周围地势平坦开阔、无其它建筑物遮挡，具备断面监测条件的位置布设衰减监测断面。类比工程断面测点布点见图 6.2- 1。

表 6.2- 2 锡盟～胜利工程输电线路声环境衰减监测断面位置

序号	运行杆塔号	线路类型	线高
1	胜锡 I、II 线 260#～261#	两个并行单回路段	34.0m

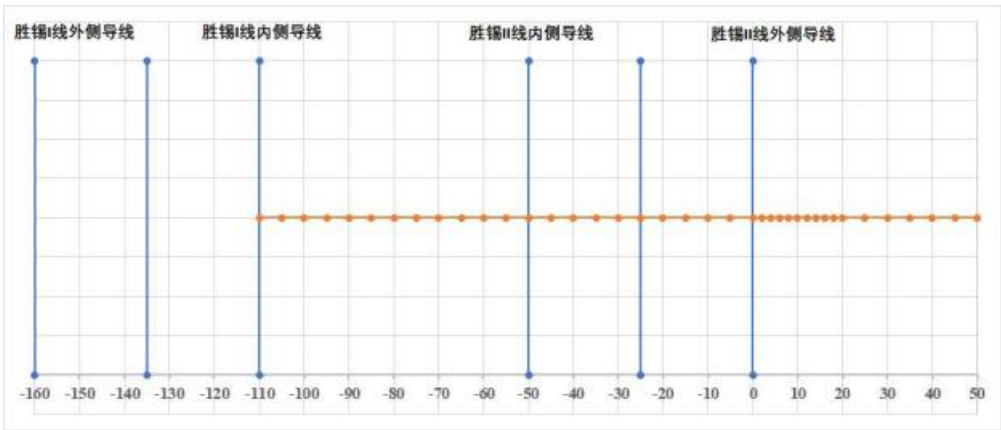


图 6.2- 1 类比工程并行单回路断面测点布点图

监测单位：电力系统电磁兼容和电磁环境研究与监测中心。

监测仪器：见表 6.2-3。

表 6.2-3 类比监测采用的仪器和设备表

设备名称	设备型号	校/检单位	测量范围	校/检日期	仪器状态
声级计	B&K2250	中国舰船研究设计中 心检测校准实验室	16.6dB~140dB	2017.03.03	合格

监测方法标准：《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《架空送电线路可听噪声测量方法》（DL501-2017）。

（4）类比监测环境条件及运行工况

类比对象监测环境条件见表 6.2-4，运行工况情况见表 6.2-5。

表 6.2-4 输电线路断面监测时间及环境条件

序号	测量点名称	测量时间	气象参数		
			气温（℃）	湿度（%）	风速（m/s）
1	胜锡 I、II 线 260#~261#	2017-09-06	26.0~27.0	35.0~36.0	0.5~0.6

表 6.2-5 输电线路监测期间运行工况

名称	有功功率（MW）	无功功率（MVar）	电流（A）	电压（kV）
2017 年 9 月 6 日				
胜锡 I 线	-2.31~-4.29	-598.07~-673.84	380.50~334.83	1043.08~1019.55
胜锡 II 线	-1.14~-3.06	232.98~145.29	132.17~78.89	1043.87~1020.28

（5）类比监测结果

噪声类比监测结果见表 6.2-6。

表 6.2-6 单回路并行输电线路声环境衰减断面监测结果

序号	与胜锡 II 线外侧边导线投影的距离（m）	测量结果 dB(A)	备注
1	-110.0	39.1	胜锡 I 线内侧边导线投影处
2	-105.0	38.8	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 5.0m 处
3	-100.0	38.8	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 10.0m 处
4	-95.0	38.6	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 15.0m 处
5	-90.0	38.5	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 20.0m 处

序号	与胜锡 II 线外侧边导线投影的距离 (m)	测量结果 dB(A)	备注
6	-85.0	38.4	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 25.0m 处
7	-80.0	38.4	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 30.0m 处
8	-75.0	38.4	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 35.0m 处
9	-70.0	38.5	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 40.0m 处
10	-65.0	38.6	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 45.0m 处
11	-60.0	38.7	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 50.0m 处
12	-55.0	38.9	胜锡 I 线内侧边导线投影向胜锡 II 线方向 55.0m 处
13	-50.0	38.9	胜锡 II 线内侧边导线投影处
14	-45.0	39.1	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 5.0m 处
15	-40.0	39.1	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 10.0m 处
16	-35.0	39.2	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 15.0m 处
17	-30.0	39.1	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 20.0m 处
18	-25.0	39.1	胜锡 II 线中相导线投影处
19	-20.0	39.1	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 30.0m 处
20	-15.0	38.9	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 35.0m 处
21	-10.0	38.8	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 40.0m 处
22	-5.0	38.7	胜锡 II 线内侧边导线投影向胜锡 II 线外侧边导线方向 45.0m 处
23	0	38.4	胜锡 II 线外侧边导线投影处
24	2.0	38.3	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 2.0m 处
25	4.0	38.2	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 4.0m 处
26	6.0	38.1	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 6.0m 处
27	8.0	38.1	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 8.0m 处
28	10.0	38.0	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 10.0m 处
29	12.0	37.8	胜锡 II 线外侧边导线投影外侧 12.0m 处

序号	与胜锡Ⅱ线外侧边导线投影的距离（m）	测量结果 dB(A)	备注
30	14.0	37.7	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 14.0m 处
31	16.0	37.7	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 16.0m 处
32	18.0	37.5	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 18.0m 处
33	20.0	37.4	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 20.0m 处
34	25.0	37.2	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 25.0m 处
35	30.0	37.0	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 30.0m 处
36	35.0	36.8	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 35.0m 处
37	40.0	36.5	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 40.0m 处
38	45.0	36.2	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 45.0m 处
39	50.0	36.2	胜锡Ⅱ线外侧边导线投影外侧 50.0m 处

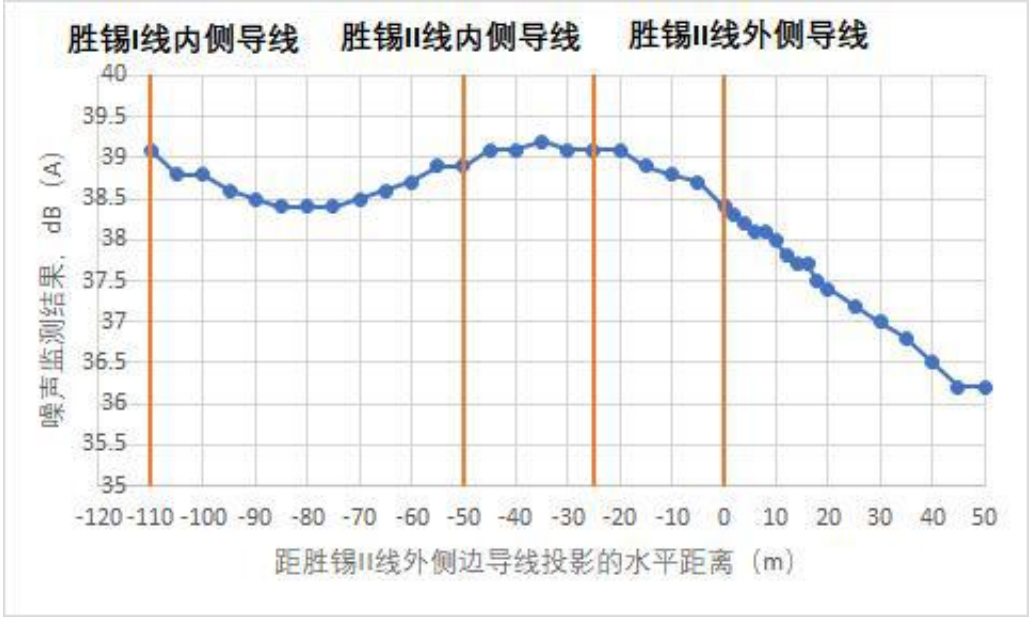


表 6.2- 7 单回路并行输电线路声环境衰减断面

（6）类比监测结果评价

胜锡线衰减断面声环境监测结果：类比线路衰减断面噪声监测值范围为 36.2dB(A)~39.2dB(A)，输电线路噪声衰减断面监测结果总体呈现随着与输电线路距离的增加，噪声值逐渐减小的趋势，但衰减的幅度不大。

类比线路衰减断面的噪声监测结果能够满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准限值。因此，通过类比分析，本项目线路投运后其噪声

影响能够满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）相应标准限值要求。

6.2.3 声环境影响预测与评价结论

通过类比分析，本项目 1000kV 特高压交流线路工程投运后对周围声环境质量贡献值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准限值要求。

6.3 地表水环境影响分析

本工程输电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。

6.4 固体废物影响分析

本工程运行期输电线路运行期无固体废物产生。

6.5 对环境敏感目标的影响分析

声环境敏感目标噪声预测值采用类比线路衰减断面相应距离处的检测值。通常情况 2 条 1000kV 单回路并行段的噪声影响大于 1000KV 单回路、1000kV 与 500kV 并行段，因此，采用类比对象衰减断面对应距离处的噪声检测值作为 1000KV 单回路、1000kV 与 500kV 并行段不同距离敏感目标的预测值合理且保守。

输电线路沿线电磁环境敏感目标根据理论预测结果所得，当线路经过居民房屋，根据环境影响预测，在采取抬升线高等相应的环境保护措施后，输电线路邻近民房时线路沿线各环境敏感目标处的电磁环境预测结果见表 6.5- 1。

表 6.5-1 环境敏感目标处电磁环境预测结果

序号	行政区	名称 (村组)	建筑物高度	与工程的最 近位置关系	架线方式	工频电 场强度, kV/m	工频 磁感 应强度, μT	达标 线高, m	敏感目 标噪声 贡献值 dB(A)	敏感目标噪 声现状值 dB(A)		敏感目标噪 声预测值 dB(A)		达标 情况
										昼间	夜间	昼间	夜间	
1	莱阳市 穴坊镇	程格庄村	3m	L 线 N8m	单回路	3.545	10.53	42	38.1	40	38	42	41	达标
2		永安村	3m	R 线 N11m	两单并行(外侧)	3.528	7.4	42	37.9	41	38	43	41	达标
3		西富山村	3m	R 线 N8m	两单并行(外侧)	3.545	10.53	42	38.1	42	38	43	41	达标
4		佳威铝木门窗 生产基地	3m	L 线 S28m	单回路	3.579	7.49	28	/	/	/	/	/	达标
5		东富山村	6m	R 线 N23m	单回路	3.599	7.58	36	37.3	41	38	43	41	达标
6	莱阳市 高格庄 镇	湾头村	3m	L 线 WS8m	单回路	3.545	10.53	42	38.1	42	38	43	41	达标
7		东曲坊村	3m	L 线 N11m	单回路	3.498	6.08	41	37.9	43	38	44	41	达标
8	莱阳市 羊郡镇	北道头村	3m	L 线 N50m	两单并行(外侧)	1.467	3.62	27	36.2	41	37	42	40	达标
9		翟家庄村	3m	R 线 N11m	两单并行(内侧)	3.527	7.19	41	38.8	43	38	44	41	达标
10		后羊郡村	3m	L 线 S12m	单回路与 500kV 核神线路并行 (外侧)	3.509	7.05	41	37.8	41	36	43	40	达标
11	海阳市 行村镇	田村	3m	L 线 WS8m	单回路	3.545	7.59	41	38.1	41	36	43	40	达标
12		祥东村	3m	L 线 WN19m	单回路	3.496	12.37	30	37.5	43	38	44	41	达标
13		西小滩村	3m	R 线 N11m	单回路	3.527	7.19	41	37.9	42	37	43	40	达标
14		泊子村	3m	R 线 N22m	单回路	3.555	6.52	36	37.3	40	36	42	40	达标
15		行村一村	3m	R 线 S8m	单回路	3.545	10.53	42	38.1	41	36	43	40	达标

序号	行政区	名称 (村组)	建筑物高度	与工程的最近位置关系	架线方式	工频电场强度, kV/m	工频磁感应强度, μT	达标线高, m	敏感目标噪声贡献值 dB(A)	敏感目标噪声现状值 dB(A)		敏感目标噪声预测值 dB(A)		达标情况
										昼间	夜间	昼间	夜间	
16		水发众兴海阳水务有限公司	6m	R 线 N15m	单回路	3.593	7.82	41	/	/	/	/	/	达标
17		英武店村	3m	R 线 NE11m	单回路	3.527	7.19	41	37.9	40	36	42	40	达标
18		寺头村	3m	L 线 E19m	与 500kV 核神线路并行 (内侧)	3.574	6.64	38	39.1	41	36	43	41	达标
19		鲁岛村	3m	L 线 W18m	与 500kV 核神线路并行 (内侧)	3.524	5.77	40	39.1	40	36	43	41	达标
20	海阳市 辛安镇	卓格庄村	3m	R 线 S8m	单回路	3.545	10.53	42	38.1	40	36	42	40	达标

注：采用插值法计算距线路不同距离处敏感目标的噪声贡献值。

(1) 工频电场、工频磁场

本工程输电线路最小对地高度满足章节 6.6.2 要求高度前提下，沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度范围为 1.476~3.599kV/m，小于 4000V/m，工频磁感应强度范围为 3.62~12.37 μT 小于 100 μT 。预计本工程线路运行后在评价范围内的所有环保目标处的工频电场强度、工频磁感应强度均小于 4000V/m、100 μT 。

(2) 噪声预测结果

线路工程运行后，线路环境敏感目标的预测值昼间为 42~44dB(A)、夜间为 40~41dB(A)，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类标准限值要求。

7 陆域生态影响评价

7.1 生态现状调查与评价

识别拟建工程施工期、运营期对当地环境生态的影响性质和影响程度，以便有针对性地开展生态影响的评价工作。根据拟建工程的建设内容、工艺特点以及沿线地区的生态现状及环境特点，对拟建工程的生态影响因子进行识别与筛选，见表 7.1- 1。

表 7.1-1 环境生态影响识别与因子筛选表

建设时期	受影响的对象	评价因子	施工内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围种群、数量、种群结构、行为等	项目施工活动及场地占用使占地范围内土地性质及利用类型改变，直接造成项目及影响区植被及部分微小生物被破坏或导致死亡，使区域种群交流活动在一定程度上受到阻隔，间接造成区域种群数量减少，间接使种群结构发生变化，施工活动直接对区域野生动物行为产生一定程度的干扰	短期可逆	弱
	生境	生境面积、质量	项目施工活动直接造成项目及影响区的区域生境受到影响，间接降低生境面积和质量，造成区域生境一定程度上的破碎化	短期可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构	项目施工活动及土地占用等行为，直接使区域物种减少，破坏了群落关系，使物种组成和群落结构发生变化	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	项目施工活动及土地占用等行为，直接降低区域植被覆盖，降低区域生产力和生产量，破坏生态系统功能，降低占地区域物种丰富度，间接对区域生态系统均匀度和优势度造成一定程度的影响	短期可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	项目施工活动及土地占用等行为，对区域生物多样性有一定的影响，在一定程度上破坏了生物优势度等	短期可逆	弱

建设时期	受影响的对象	评价因子	施工内容及影响方式	影响性质	影响程度
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	项目线路穿越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线等生态敏感区，对敏感区内土地利用、农业、水土流失、动物繁衍、植物多样性、水生生物、景观等造成一定程度的影响	短期可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	项目施工活动及土地占用等行为，直接改变了区域景观多样性，在一定程度上破坏了景观完整性	短期可逆	弱
运营期	对植物影响分析	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	偶发性的检修或者发生输电线路的破损、断裂、短路，造成火灾；倒塔事故时，直接降低区域植被覆盖，降低区域生产力和生产量，破坏生态系统功能，降低占地区域物种丰富度，间接对区域生态系统均匀度和优势度造成一定程度的影响	偶发可逆	弱
	对野生动物影响分析	物种组成、群落结构	本工程输电线路对鸟类阻隔影响不大，但是不排除会有个别迷鸟撞击输电线路的可能性，对区域野生动物物种组成、群落结构有一定的影响。	偶发可逆	弱

由上表可知，拟建工程施工期和运营期对环境生态产生的影响方式和影响程度有所不同。工程施工期的影响主要通过施工扰动产生的，属于直接影响，而且影响性质属于负面的。根据识别，工程施工期对生态的各个方面均会产生不利影响，其中对土地利用、植被覆盖度、生物量方面的影响尤为突出，即工程建设将会降低植被覆盖度、降低物种丰富度，给项目占地及周边影响区域物种、生境、生物群落、生态系统等方面带来一定程度的影响。

项目建设完成后，工程沿线塔基开挖敷设占用的临时占地，施工期结束前均已将原土层按原有方式回填并进行整理，并恢复原有土地利用类型，复耕或复原原有植被。对环境生态的负面影响已经显著减轻，生态环境将得以恢复改善。随着时间的推移，区域物种、生境、生物群落、生态系统等逐渐丰富、优化，区域生态环境逐渐恢复。

工程运营期的影响主要通过已建线路或日常维护扰动产生的，属于直接影响。通过加强设备维护，防止风险发生。降低人员活动对评价区生态的扰动，可将运

营期生态影响降至最低。

7.1.1 土地利用现状调查

本次评价根据实地调查结果,参照《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017),将评价范围内土地划分为 15 个分类,表 7.1-2。

表 7.1-2 评价区土地利用解译分类

名称	含义
乔木林地	指乔木郁闭度 ≥ 0.2 的林地,不包括森林沼泽
其他草地	指树木郁闭度 < 0.1 ,表层为土质,不用于放牧的草地
水浇地	指有水源保证和灌溉设施,在一般年景能正常灌溉,种植旱生农作物的耕地。包括种植蔬菜等的非工厂化的大棚用地
茶园	指种植茶树的园地
农村宅基地	指农村用于生活居住的宅基地
公用设施用地	指用于城乡基础设施的用地。包括供水、排水、污水处理、供电、供热、供气、邮政、电信、消防、环卫、公用设施维修等用地
水库水面	指人工拦截汇集而成的总库容 ≥ 10 万立方米的水库正常蓄水位岸线所围成的水面
坑塘水面	指人工开挖或天然形成的蓄水量 < 10 万立方米的坑塘常水位岸线所围成的水面
河流水面	指天然形成或人工开挖河流常水位岸线之间的水面,不包括被堤坝拦截后形成的水库水面
铁路用地	指用于铁道线路、轻轨、场站的用地。包括设计内的路堤、路堑、道沟、桥梁、林木等用地
公路用地	指用于国道、省道、县道和乡道的用地。包括设计内的路堤、路堑、道沟、桥梁、汽车停靠站、林木及直接为其服务的附属用地
城镇村道路用地	指城镇、村庄范围内公用道路及行道树用地,包括快速路、主干路、次干路、支路、专用人行道和非机动车道,及其交叉口
农村道路	在农村范围内,南方宽度 $> 1.0\text{m}$ 、 $< 8\text{m}$,北方宽度 $\geq 20\text{m}$ 、 8m ,用于村间、田间交通运输,并在国家公路网络体系之外,以服务于农村农业生产为主要用途的道路(含机耕道)
设施农用地	指直接用于经营性畜禽养殖生产设施及附属设施用地;直接用于作物栽培或水产养殖等农产品生产的设施及附属设施用地;直接用于设施农业项目辅助生产的设施用地;晾晒场、粮食果品烘干设施、粮食和农资临时存放场所、大型农具临时存放场所等规模化粮食生产所必需的配套设施用地
裸土地	指表层为土质,基本无植被覆盖的土地

以 2024 年遥感影像作为源数据，基于 ArcGIS 平台，对其进行校准、拼接、切割等预处理，之后借助面向对象的遥感解译软件 eCogniton8.0，采用人机交互式解译法（即人员现场踏勘结合机器识别解译）提取土地利用数据，结果见表 7.1- 3、图 7.1-1。评价区内土地利用现状图见附图 12。

表 7.1- 3 评价区土地利用现状汇总

土地利用类型	面积（hm ² ）	占比
乔木林地	156.22	3.87%
其他草地	183.14	4.53%
水浇地	2395.34	59.31%
茶园	14.49	0.36%
农村宅基地	148.13	3.67%
公用设施用地	112.64	2.79%
水库水面	5.35	0.13%
坑塘水面	546.9	13.54%
河流水面	67.99	1.68%
铁路用地	4.87	0.12%
公路用地	2.34	0.06%
城镇村道路用地	6.05	0.15%
农村道路	18.68	0.46%
设施农用地	79.66	1.97%
裸土地	296.76	7.35%
合计	4038.56	100.00%

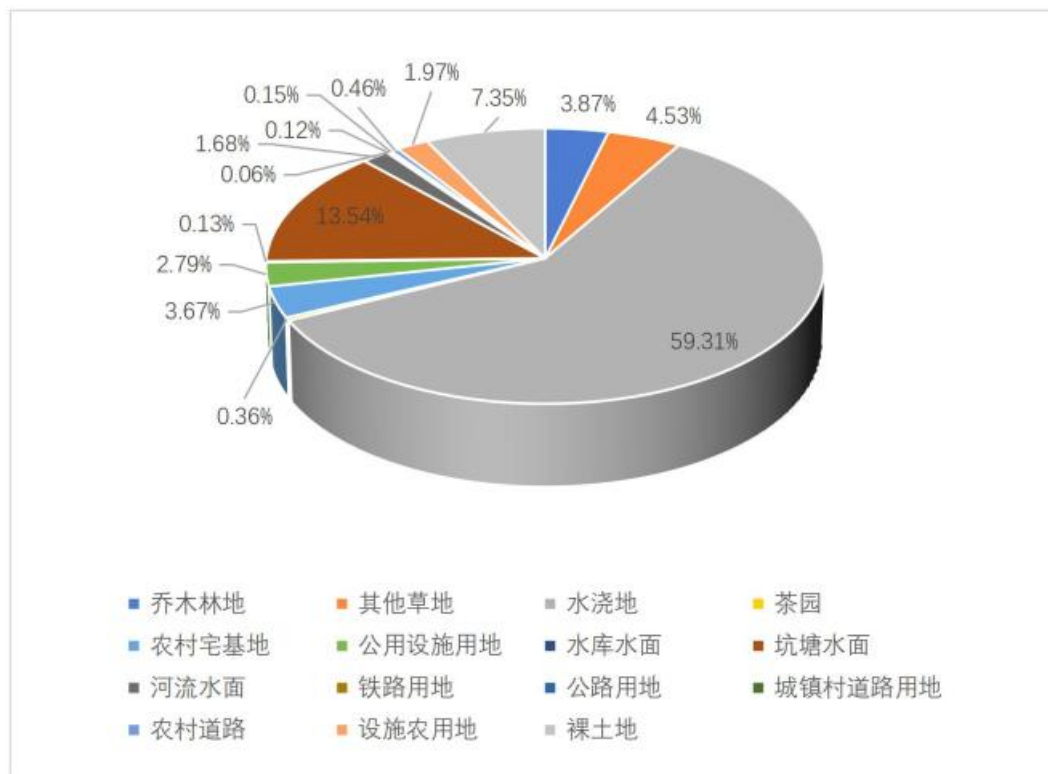


图 7.1-1 评价区内土地利用现状

评价结果表明，评价区总面积约为 4038.56hm²。评价区土地利用类型以水浇地为主，占评价区总面积的 59.31%，其次为坑塘水面、裸土地和其他草地，占比分别为 13.54%、7.35%和 4.53%，其他用地占比较少。

7.1.2 植被生态现状调查

7.1.2.1 总体概况

本项目途经山东省莱阳市及海阳市，穿越暖温带半湿润大陆性季风气候区，沿线区域地带性植被以经济作物、草原、草甸和灌丛为主，较少有乔木林地。物种多样性总体较低，在部分地段，如水分条件良好的湖泊湿地河边受人为干扰较小的地段，物种丰富度相对较高。

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011），按照植物区系划分原则，项目沿线所属植物区系为泛北极植物区。根据《中国植被》（吴征镒 1980）、《中国植被及地理格局 中华人民共和国植被图集（1:100 万）说明书》（上卷、下卷）张新时主编 2007），项目区在植物区划上位于半湿润森林带，项目线路沿线植被类型主要为暖温带落叶阔叶林。

（1）植物区系

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等 2011），按照植物区系划分原则，项目沿线所属植物区系主要为泛北极植物区，中国-日本森林植物亚区，华北植物地区，辽东、山东半岛植物亚地区。项目沿线地区的植物区系相对简单。区系组成及主要特征见表 7.1-4。

表 7.1-4 评价区植物区系划分

区域	亚区	地区	亚地区	主要特征	线路涉及行政区
泛北极植物区	中国-日本森林植物亚区	华北植物地区	辽东、山东半岛植物亚地区	气候条件：温带季风气候，四季分明，气候温和，夏无酷暑、冬无严寒。半岛西部温度高于东部，北部高于南部，沿海高于内陆。降水量在东部地区较多。 植物区系组成：山东半岛位于暖温带，有种子植物 134 科 526 属 1100 种。植物区系中既有南方的热带区系成分，也有东北的长白区系成分，使得本区的植物区系具有明显的过渡性。天然植被为暖温带落叶阔叶林，主要树种有栎类，如麻栎、櫟、枹等树，以麻栎最多。针叶树以日本赤松为代表。 植物分布：山东半岛植物区系具有植物种类比较丰富、区系成分复杂多样、植物区系起源古老和区系植物分布地区差异明显等特点。	烟台市

（2）植被区划

根据《中国植被》（吴征镒 1980）、《中国植被及地理格局 中华人民共和国植被图集（1:100 万）说明书》（上卷、下卷）（张新时 2007），项目线路沿线植被类型主要为暖温带落叶阔叶林，评价范围内植被区划见表 7.1-5。

表 7.1-5 评价范围内植被区划

地带	亚地带	植被区	植被小区	线路涉及行政区
暖温带落叶阔叶林地带	暖温带南部落叶栎林亚地带	鲁东山地丘陵植被区	胶东丘陵含东北成分植被小区	烟台市

（3）植被类型

根据《中国植被及其地理格局 中华人民共和国植被图集（1:100 万）说明书》（上卷、下卷）（张新时主编，2007），项目区域沿线植被类型（植被型）主要包括落叶阔叶林、针叶林、灌丛、沼泽水生植被及其它，评价区内植被类型见附

图 13。

(4) 植被覆盖度

本次评价基于遥感估算植被覆盖度，方法采用植被指数法。处理系统采用 ENVI（The Environment for Visualizing Images），在提取 NDVI 的影像上通过建模实现植被覆盖度的计算。从植被覆盖度的估算结果可以看出，本项目评价范围内基本属于较高和高度植被覆盖等级，低植被覆盖区域主要为水体和裸露地表，低植被和较低植被覆盖区域面积相对较少。

本项目所在区域人口众多，评价区人类活动密集，农业以及工业比较发达，绝大部分土地已被开发使用，水域相对面积较小，水系不发达，评价区林地多分布于田间、渠道、河流、道路两旁，植被覆盖度的估算结果符合该地区的生态环境特征。具体见评价区植被覆盖度统计见表 7.1- 6 及图 7.1-2。

表 7.1- 6 评价范围内植被覆盖度统计

覆盖度类型	覆盖度	面积（hm ² ）	占比%
低植被覆盖度	0%~20%	1342.63	33.25%
较低植被覆盖度	20%~40%	684.37	16.95%
中度植被覆盖度	40%~60%	946.08	23.43%
较高植被覆盖度	60%~80%	459.88	11.39%
高度植被覆盖度	80%~100%	605.6	15.00%
合计		4038.56	100.00%

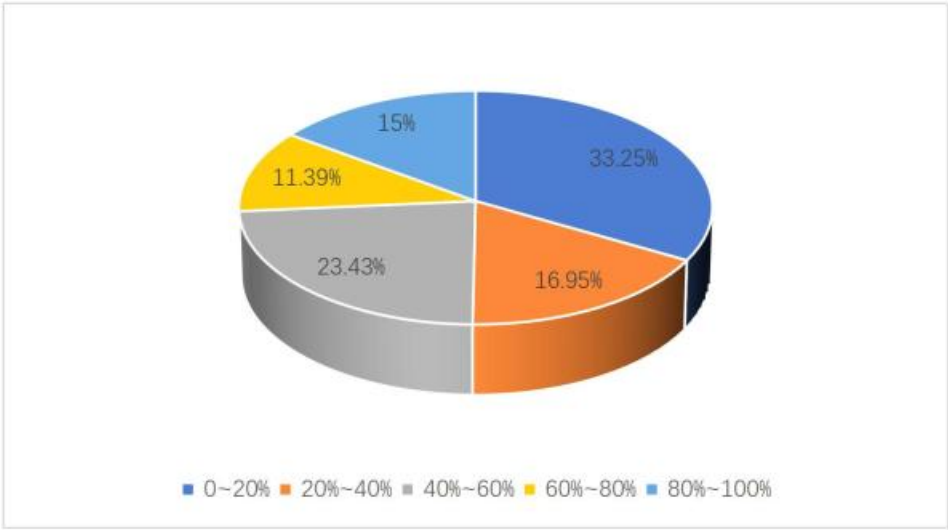


图 7.1- 2 评价区内植被覆盖度统计

7.1.2.2 植物群落现状调查

(1) 调查时间

根据项目沿线植被区划及植被地带性分布规律，对评价范围内植被和植物进行了详细的调查，调查时间为 2024 年 11 月。

(2) 调查内容与方法

根据导则要求与调查情况，选取若干具有代表性点位进行植物样方调查。本项目线路涉及生态敏感区统计信息详见表 7.1- 7。

表 7.1- 7 线路跨越生态敏感区情况

敏感区类别	行政区	名称	与项目位置关系	备注
自然保护区	烟台市	烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）	一档跨越，跨越长度 2×0.30km，不立塔	/
湿地公园		莱阳五龙河省级湿地公园	一档跨越，跨越长度 2×0.28km，不立塔	跨越位置敏感区位置重叠，评价范围相同
水产种质资源保护区		莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区		
生态保护红线		胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳境内）		
生态保护红线		东丘陵生物多样性维护生态保护红线（海阳境内）	一档跨越，跨越长度 1×0.113km，不立塔	/

1) 调查依据与原则

①对线路沿线两侧 300m，跨越生态保护红线和生态敏感区段两侧及两端 1000m 范围内主要植被类型进行调查，并按照技术导则要求评价区域内设置样方。

②植物样方布点涵盖重点施工区域、植被良好的区域、生态保护红线区、生态敏感区及周边区域，并考虑样方布点的均匀性，有针对性设置样方点。

③样方调查设计除考虑植被类型外，还考虑覆盖不同生境类型，同时山区样方结合海拔、坡向、坡位合理布设。

④根据线路沿线植被与地形特点，结合前期调查结果，在植物多样性高或一些生态敏感的地段做重点调查；反之，在一些物种多样性低，人为活动频繁的乡镇地段和耕作区做简要调查。

⑤调查中尽量避免非取样误差，避免选择路边易到之处和受人为活动干扰强烈的区域，两人以上进行观察记录，消除主观因素。

2) 调查内容及方法

评价人员首先广泛收集沿线植被资料，包括植物志、植被区系及植物名录、国家重点保护野生植物名录、植被类型图、线路周边区域的生态敏感区资料、典型植被生产力及主要植物群落生物量的相关参考文献等。

在此基础上，进行了现场调查，按照导则要求，设置典型样方，对植被类型及分布、植物群落组成及生长状况及重要植物物种资源现状进行调查。尤其是针对重点保护野生植物、古树名木等，野外调查、部门咨询、民间访问和市场调查相结合，确保摸清当地植物群落、保护物种和古树名木现状，保证调查的全面性与典型性。

调查样地设置要求如下：

①乔木样地

在林地中设置 20m×20m 样方。对样方中所有乔木（胸径≥5cm）进行每木检尺。在林地内灌木多样性较高地块设置一个 20m×20m 的灌木植物调查样方，并在草本植物多样性较高的地块设置一个 1m×1m 草本植物调查样方。调查内容包括：林地郁闭度，乔木的种类、株高、胸径、株数，灌木的种类、高度、盖度，草本植物种类、多度、高度、盖度。

②灌丛样地

灌丛样地和灌草丛样地的调查规格为 20m×20m，并在灌木样地内的草本植物多样性较高的地块设置 1 个 1m×1m 的草本植物调查样方。调查内容包括物种的种类、多度、高度、盖度等。

③草地和草丛样地

草地和草丛样地的样方面积为 1m×1m，记录内容包括草本植物的物种种类、高度、多度、盖度等。

④其它要求

在对每个样地进行调查时，还需记录该样地的地理坐标、海拔、坡度、坡位、坡向、土壤类型、人为扰动程度等。对现场调查中发现的保护植物、古树名木等，记录经纬度、周边位置信息并拍摄照片留存。

3) 植物样方布设情况

①样方设置情况

在调查范围内共设置了有代表性的样方 22 个，样方布设情况、主要植物名录见

表 7.1-8。据现场调查，烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）内，涉及线路调查范围内主要是农田，乔木分布较少且不成林，无法进行样方调查。评价区主要植物名录见表 7.1-9。

表 7.1-8 评价区内植物调查样方一览表

序号	群落类型	经纬度	海拔 (m)	坡度 (°)	坡位	坡向	规格	敏感区
							(m×m)	
1	狗尾草群落	120°37'25.32"E, 36°42'5.45"N	45.59	0°	-	-	1×1	一般区域
2	黑杨群落	120°39'5.315"E, 36°41'6.555"N	35.88	1°	-	西南 215°	20×20	
3	狗尾草群落	120°44'17.74"E, 36°41'9.07"N	9.29	0°	-	-	1×1	莱阳五 龙河省 级湿地 公园
4	狗尾草群落	120°44'28.511"E, 36°41'26.289"N	6.13	2°	-	东南 150°	1×1	
5	狗尾草群落	120°44'25.566"E, 36°40'58.411"N	8.76	2°	-	东北 24°	1×1	
6	黑杨群落	120°44'38.91"E, 36°41'10.22"N	8.2	0°	-	-	20×20	
7	黑杨群落	120°44'47.90"E, 36°41'10.81"N	8.89	0°	-	-	20×20	
8	黑杨群落	120°45'5.402"E, 36°41'25.648"N	12.57	0°	-	-	20×20	一般区域
9	马唐群落	120°48'12.92"E, 36°40'29.05"N	28.25	2°	-	西 251°	1×1	
10	黑松群落	120°50'36.73"E, 36°41'10.07"N	90.16	12°	中	东 110°	20×20	胶东丘 陵生物 多样性 维护生 态保护 红线
11	狗牙根群落	120°50'46.677"E, 36°40'58.006"N	49.68	10°	下	东南 128°	1×1	
12	黑松群落	120°50'53.399"E, 36°41'27.669"N	80.49	15°	山谷	南 171°	20×20	
13	黑松群落	120°51'0.80"E, 36°41'13.09"N	78.69	16°	下	南 202°	20×20	
14	狗牙根群落	120°51'21.197"E, 36°40'50.300"N	20.00	0°	-	-	1×1	
15	狗牙根群落	120°51'36.109"E, 36°41'20.705"N	12.23	0°	-	-	1×1	一般区域
16	黑杨群落	120°54'21.580"E, 36°41'28.223"N	7.71	1°	-	东南 133	20×20	
17	马唐群落	120°56'11.332"E,	3.79	2°	-	南 159°	1×1	烟台沿

序号	群落类型	经纬度	海拔 (m)	坡度 (°)	坡位	坡向	规格	敏感区
							(m×m)	
		36°39'3.385"N						海防护 林省级 自然保 护区
18	马唐群落	120°55'56.802"E, 36°38'54.343"N	4.31	2°	-	南 192°	1×1	
19	马唐群落	120°55'23.037"E, 36°39'3.508"N	3.00	0°	-	-	1×1	
20	狗尾草群落	120°57'10.957"E, 36°37'6.313"N	3.37	3°	-	西北 300°	1×1	
21	狗尾草群落	120°57'21.231"E, 36°37'17.343"N	3.00	2°	-	北 339°	1×1	
22	狗尾草群落	120°57'44.498"E, 36°37'39.753"N	6.68	1°	-	东南 150°	1×1	

备注：据现场调查，烟台沿海防护林省级自然保护区内，涉及线路调查范围内主要是农田，乔木分布较少且不成林，无法做样方。

表 7.1-9 评价区内主要植物名录一览表

科	属	种	拉丁名称
杨柳科	杨属	加拿大杨	<i>Populus canadensis</i>
		黑杨	<i>Populus nigra</i>
		毛白杨	<i>Populus tomentosa</i> Carrière
	柳属	垂柳	<i>Salix babylonica</i>
		旱柳	<i>Salix matsudana</i>
无患子科	栾属	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i>
	槭属	五角槭	<i>Acer pictum subsp. mono</i>
松科	松属	黑松	<i>Pinus thunbergii</i>
		赤松	<i>Pinus densiflora</i>
	落叶松属	落叶松	<i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Kuzen.
柏科	侧柏属	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>
	刺柏属	圆柏	<i>Juniperus chinensis</i>
榆科	榆属	垂枝榆	<i>Ulmus pumila</i>
		榆	<i>Ulmus pumila</i>
木犀科	梣属	红梣木	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>

科	属	种	拉丁名称
		白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>
	女贞属	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>
桦木科	桦木属	白桦	<i>Betula platyphylla</i>
壳斗科	栎属	栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i>
	栗属	栗	<i>Castanea mollissima</i>
大麻科	葎草属	葎草	<i>Humulus scandens</i>
胡桃科	胡桃属	核桃	<i>Juglans regia</i>
	枫杨属	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>
菊科	蒿属	茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i>
		黄花蒿	<i>Artemisia annua</i>
		艾	<i>Artemisia argyi</i>
		野艾蒿	<i>Artemisia lavandulifolia</i>
	苍耳属	苍耳	<i>Xanthium strumarium</i>
	蓟属	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i>
		野蓟	<i>Cirsium maackii</i>
	飞蓬属	小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>
卫矛科	黄杨属	大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i>
蔷薇科	石楠属	石楠	<i>Photinia serratifolia</i>
	蔷薇属	野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>
	李属	紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i>
		桃	<i>Prunus persica</i>
	苹果属	苹果树	<i>Malus pumila</i>
悬铃木科	悬铃木属	法桐（二球悬铃木）	<i>Platanus acerifolia</i>
苦木科	臭椿属	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>
豆科	槐属	国槐	<i>Styphnolobium japonicum</i>
		金枝槐	<i>Sophora japonica</i>
	紫穗槐属	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>
	刺槐属	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>

科	属	种	拉丁名称
苋科	藜属	藜	<i>Chenopodium album</i>
	牛膝属	土牛膝	<i>Achyranthes aspera</i>
鼠李科	枣属	枣	<i>Zizyphus jujuba</i>
唇形科	夏至草属	夏至草	<i>Lagopsis supina</i>
	牧荆属	黄荆	<i>Vitex negundo</i>
茄科	枸杞属	枸杞	<i>Lycium chinense</i>
莎草科	莎草属	香附子	<i>Cyperus rotundus</i>
柳叶菜科	月见草属	月见草	<i>Oenothera biennis</i>
车前科	车前属	车前	<i>Plantago asiatica</i>
香蒲科	香蒲属	香蒲	<i>Typha orientalis</i>
蓼科	酸模属	皱叶酸模	<i>Rumex crispus</i>
茜草科	拉拉藤属	拉拉藤	<i>Galium spurium</i>
禾本科	芦苇属	芦苇	<i>Phragmites australis</i>
	稗属	牛筋草	<i>Eleusine indica</i>
	狗牙根属	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>
	马唐属	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>
	狗尾草属	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>
	雀麦属	雀麦	<i>Imperata cylindrica</i>
	柳叶箬属	柳叶箬	<i>Isachne globosa</i>
	白茅属	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>
科	属	种	拉丁名称
杨柳科	杨属	加拿大杨	<i>Populus canadensis</i>
		黑杨	<i>Populus nigra</i>
		毛白杨	<i>Populus tomentosa</i> Carrière
	柳属	垂柳	<i>Salix babylonica</i>
		旱柳	<i>Salix matsudana</i>
无患子科	栾属	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i>
	槭属	五角槭	<i>Acer pictum subsp. mono</i>

科	属	种	拉丁名称
松科	松属	黑松	<i>Pinus thunbergii</i>
		赤松	<i>Pinus densiflora</i>
	落叶松属	落叶松	<i>Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen.</i>
柏科	侧柏属	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>
	刺柏属	圆柏	<i>Juniperus chinensis</i>
榆科	榆属	垂枝榆	<i>Ulmus pumila</i>
		榆	<i>Ulmus pumila</i>
木犀科	梣属	红梣木	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
		白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>
	女贞属	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>
桦木科	桦木属	白桦	<i>Betula platyphylla</i>
壳斗科	栎属	栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i>
	栗属	栗	<i>Castanea mollissima</i>
大麻科	葎草属	葎草	<i>Humulus scandens</i>
胡桃科	胡桃属	核桃	<i>Juglans regia</i>
	枫杨属	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>
菊科	蒿属	茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i>
		黄花蒿	<i>Artemisia annua</i>
		艾	<i>Artemisia argyi</i>
		野艾蒿	<i>Artemisia lavandulifolia</i>
	苍耳属	苍耳	<i>Xanthium strumarium</i>
	蓟属	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i>
		野蓟	<i>Cirsium maackii</i>
	飞蓬属	小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>
卫矛科	黄杨属	大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i>
蔷薇科	石楠属	石楠	<i>Photinia serratifolia</i>
	蔷薇属	野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>
	李属	紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i>

科	属	种	拉丁名称
		桃	<i>Prunus persica</i>
	苹果属	苹果树	<i>Malus pumila</i>
悬铃木科	悬铃木属	法桐（二球悬铃木）	<i>Platanus acerifolia</i>
苦木科	臭椿属	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>
豆科	槐属	国槐	<i>Styphnolobium japonicum</i>
		金枝槐	<i>Sophora japonica</i>
	紫穗槐属	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>
	刺槐属	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>
苋科	藜属	藜	<i>Chenopodium album</i>
	牛膝属	土牛膝	<i>Achyranthes aspera</i>
鼠李科	枣属	枣	<i>Zizyphus jujuba</i>
唇形科	夏至草属	夏至草	<i>Lagopsis supina</i>
	牧荆属	黄荆	<i>Vitex negundo</i>
茄科	枸杞属	枸杞	<i>Lycium chinense</i>
莎草科	莎草属	香附子	<i>Cyperus rotundus</i>
柳叶菜科	月见草属	月见草	<i>Oenothera biennis</i>
车前科	车前属	车前	<i>Plantago asiatica</i>
香蒲科	香蒲属	香蒲	<i>Typha orientalis</i>
蓼科	酸模属	皱叶酸模	<i>Rumex crispus</i>
茜草科	拉拉藤属	拉拉藤	<i>Galium spurium</i>
禾本科	芦苇属	芦苇	<i>Phragmites australis</i>
	稗属	牛筋草	<i>Eleusine indica</i>
	狗牙根属	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>
	马唐属	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>
	狗尾草属	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>
	雀麦属	雀麦	<i>Imperata cylindrica</i>
	柳叶箬属	柳叶箬	<i>Isachne globosa</i>
	白茅属	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>

②植物样方类型符合性分析

本项目评价范围内涉及多处生态敏感区，均为一档跨越。结合项目杆塔设立情况，本部分对样方设置位置、选地类型、设置数量进行符合性分析。

类型符合性分析

本项目为线性项目，进入生态敏感区按照生态导则进行二级评价开展样方调查的，应涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型，山地区域还应结合海拔段、坡位、坡向进行布设。根据植物群落类型设置调查样地。

本项目样方设置兼顾了乔木、灌木、草本等不同的植被类型，同时在一般区域及不同生态敏感区（主要考虑林地、灌丛等不同生境）均进行了样方布设。由于线路为一档跨越五龙河水域，建设过程距离水体较远，不涉及湿地占地，不产生水体扰动，本次不进行水生植物样方调查。综上所述，本次调查植物样方的设置符合生态导则的类型要求。

位置符合性分析

本项目评价范围内涉及多处生态敏感区，均为一档跨越。针对生态敏感区，本次植物样方调查位置优先考虑了项目施工可能会影响的区域，设置情况见下表。

表 7.1-8 植物样方位置符合性

序号	敏感区	群落类型	经纬度	设置位置
1	莱阳五龙河省级湿地公园	狗尾草群落	120°44'17.74"E, 36°41'9.07"N	L56 塔塔基建设处
2		狗尾草群落	120°44'28.511"E, 36°41'26.289"N	R57 塔北侧调查范围内
3		狗尾草群落	120°44'25.566"E, 36°40'58.411"N	L56 塔北侧调查范围内
4		黑杨群落	120°44'38.91"E, 36°41'10.22"N	R56 塔基建设处
5		黑杨群落	120°44'47.90"E, 36°41'10.81"N	R56 塔东北侧临时道路处
6		黑杨群落	120°45'5.402"E, 36°41'25.648"N	R54 塔南侧临时道路处
7	胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线	黑松群落	120°50'36.73"E, 36°41'10.07"N	R 线路下方
8		狗牙根群落	120°50'46.677"E,	L 线路下方

序号	敏感区	群落类型	经纬度	设置位置
			36°40'58.006"N	
9		黑松群落	120°50'53.399"E, 36°41'27.669"N	R34 塔塔基建设处
10		黑松群落	120°51'0.80"E, 36°41'13.09"N	L33 塔塔基建设处
11		狗牙根群落	120°51'21.197"E, 36°40'50.300"N	L33 塔南侧调查范围内
12		狗牙根群落	120°51'36.109"E, 36°41'20.705"N	R33 塔塔基建设处
13	烟台沿海防护林省级自然保护区	马唐群落	120°56'11.332"E, 36°39'3.385"N	R11 塔牵张场处
14		马唐群落	120°55'56.802"E, 36°38'54.343"N	L10 塔塔基建设处
15		马唐群落	120°55'23.037"E, 36°39'3.508"N	L10 塔西侧调查范围内
16		狗尾草群落	120°57'10.957"E, 36°37'6.313"N	L1 塔南侧调查范围内
17		狗尾草群落	120°57'21.231"E, 36°37'17.343"N	R1 塔塔基建设处
18		狗尾草群落	120°57'44.498"E, 36°37'39.753"N	R1 塔北侧调查范围内

本项目样方设置主要考虑了塔基建设处、线路下方、临时道路设置处、牵张场设置所能影响的区域，部分样方布设在评价范围内其他区域。综上所述，本次调查植物样方的设置位置具有代表性，且结合植被现状，项目建设对生态敏感区影响较小。

③植物样方数量符合性分析

本项目为线性项目，按照生态导则进行分段评价。跨越生态敏感区段生态影响评价等级为二级；其余区段生态影响评价等级为三级。按照生态导则要求，二级评价主要植被群落调查的数量每种不少于 3 个，三级为 1 个。

根据文献资料，结合现场实际调查，确定二级评价及三级评价区域主要植被群落共需要布设 12 个植物样方，实际调查中共设置了 22 个植物样方。本次调查植物样方的设置符合生态导则的数量要求，详见

表 7.1- 10。

表 7.1-10 植物样方数量符合性

评价等级	需布设数量	同类群落布设数量	符合性
二级	12	19	符合
三级	0	3	符合
总计	12	22	符合

(4) 主要植物群落类型及特征

依据现场调查结果,参考相关资料,对评价范围主要植物群落进行统计,详见表 7.1-11。

表 7.1-11 评价范围主要植物群落调查结果统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域
针叶林	常绿针叶林	典型常绿针叶林	黑松群系	山地丘陵区域
阔叶林	落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	黑杨群系	村庄、道路两侧
			栓皮栎群系	山地丘陵区域
			刺槐群系	山地丘陵区域
灌草丛	暖温带杂类草地	暖温带草丛	狗尾草群系	项目周边广泛分布
			马唐群系	项目周边广泛分布
			狗牙根群系	项目周边广泛分布
			白茅群系	项目周边广泛分布
沼泽与水生植被	草本与苔藓沼泽	沼泽植被	芦苇	河流、坑塘周边
			香蒲	河流、坑塘周边
栽培植被	灌木类型	茶树		山地及部分平原区域
	草本类型	大田作物型	小麦、玉米、水稻等	平原地区均有分布

主要植物群落的组成与特点如下:

1) 常绿针叶林

黑松 (*Pinus thunbergii*) 是一种常绿乔木,原产日本及朝鲜南部海岸地区,中国产地为东北和华东地区的沿海地带和华东、华中等地区引种栽培区。黑松

喜温暖至高温、适润至干燥、向阳之地，树性强健，生长缓慢，寿命长，耐寒、耐热、耐旱、耐瘠，最宜在土层深厚、土质疏松且含有腐殖质的砂质土壤处生长，也可在海滩盐土地方生长。在山东、江苏及浙江沿海地区用作造林树种。

评价区内沿线有分布，多为人工林。群落结构简单，乔木层高 20~30m，胸径 90~110cm，郁闭度 0.5~0.9，混生有少量山杨等，植株密度 1400-3200 株/ha。灌木层植物盖度为 50-90%左右，组成多为中生或耐旱的种类，如榆、胡枝子、锦带花等。草本植物层盖度 50-90%，物种丰富，以中生或耐旱种类为主，常见种马唐、苔草居多，其他常见种包括稗、狗尾草等。

2) 落叶阔叶林

①刺槐林

刺槐原产于北美，20 世纪初引进中国，是一种喜光的阳性树种，具有浅根性，根系发达，能在多种土壤类型中生长，包括酸性土、中性土及轻碱性土，尤其以石灰性土壤生长较好。

刺槐林在线路沿线均有分布。常为纯林，群落结构明显。群落郁闭度 0.4，乔木层优势种，平均高度 5m，平均胸径 9cm，植株密度为 700 株/ha。灌木层盖度约 50%，常见物种有酸枣等。刺槐林下草本植物稀疏、低矮，盖度 20%~30%，高 30 厘米~40 厘米。常见物种有狗牙根、大披针藁草。

②黑杨林

黑杨林在我国的分布非常广泛，东北、华北、西北、西南及华中地区的海拔 700~2100 m 中低山区可见到。在华北地区，它是栎林、油松以及其他阔叶林等采伐和火烧后出现的次生植被。

黑杨林常为纯林，也常有与桦木等种类混交的，形成混交林。评价区内，黑杨林在沿线阴坡坡麓、沟谷常成块状或带状分布。黑杨林通常林相整齐，群落结构比较简单，可明显分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层山杨占优势，伴生树种有栓皮栎、小叶朴等。森林郁闭度为 0.5-0.7，林分密度约为 1000 株/ha，平均高度 10-12m，平均胸径 13-15cm。灌木层覆盖率 20%~40%，灌木的种类因立地条件不同而异，常见物种有卫矛等。草本层覆盖度 40%~50%，常见物种有马唐、茜草、早开堇菜等。

③栓皮栎林

栓皮栎林是温带南部和暖温带北部落叶阔叶林中分布最广、面积大，具有代表性的类型。从海拔 500m 左右中低山到 1600m 都有分布。

评价区内栓皮栎林在沿线有分布，少量为保护较好的栓皮栎次生林，外貌整齐，群落发育良好。多为由于反复被砍伐而成为矮林。栓皮栎林很少有纯林，乔木层常伴其他树种，常见的有山杨、黑榆等。森林郁闭度为 0.3-0.9，植株密度为 500-1000 株/ha，平均胸径 8-16cm，平均树高 4-10m。灌木层覆盖度约 15%~90%，平均高度 0.55-1.0m，主要物种有春榆、黑榆、金花忍冬等。草本层覆盖度为 40%~80%，主要物种有马唐、白莲蒿、藜蒿、野菊等。

3) 暖温带杂类草地

①狗尾草草丛

狗尾草草丛生于温暖湿润气候区土质疏松肥沃的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草丛。评价区该草丛在沿线均有分布。狗尾草在群落中优势明显，盖度 30%~40%，平均高度 35-50cm，其他常见草本植物包括画眉草、藜、马唐、猪毛菜等。

②马唐灌丛

评价区内马唐灌丛在山坡有分布，通常在森林破坏后的阴山坡形成小面积的单优势群落。灌木层覆盖度约为 70%~80%，群落优势种为马唐，其他常见灌木植物包括胡枝子、冻绿等。草本植物覆盖度约为 40%~70%，常见草本植物包括大油芒、白莲蒿、大披针藁草等。

③狗牙根灌丛

狗牙根灌丛较耐旱，分布广泛。多生长于海拔 200~1200m 的阳坡褐土上，系落叶阔叶林退化形成的次生灌丛。在灌丛中，狗牙根一般高约 0.3~0.8m，覆盖度 40%~60%。除狗牙根，次优势种有山杏、绣线菊等，其他的灌木有黄刺玫、小叶鼠李、扁担杆子、野皂荚灌木亚菊等。草本植物主要有白羊草、蒿类、细叶藁草等。

④白茅丛

白茅丛分布于中、低海拔地区的山地阳坡、路旁、灌丛地等。评价区内沿线有分布。群落物种组成丰富，在群落中优势明显，盖度 30%~70%，平均高度 10-110cm，其他常见草本植物包括百里香狗尾草、大披针藁草桃叶鸦葱等。

4) 沼泽植被

① 芦苇

芦苇草丛是我国分布最广、面积最大的沼泽植被类型，在沿线的平原、湖泊、池沼、洼地及河流两岸的滩地都有分布。

芦苇生长环境为季节性积水的地带，自然水深变化很大，极不稳定。在水热条件相对较好的区域，芦苇在群落中优势明显，覆盖度约为 30%~90%，平均高度约 0.3—2.1m，草本植物丰富，常见物种有大狼把草、泥胡菜、香蒲、野菊、猪毛菜等。

② 香蒲

香蒲沼泽分布区和生态环境与芦苇沼泽极为相同，沿线均有分布，但是面积很小，分布非常零散。群落常年处于积水中，水深 0.3~1m，水质微碱性，土壤为腐殖质沼泽土。香蒲沼泽多为单优势群落。群落外貌绿色，草丛高 1~1.5m，盖度 30%~50%。常见的伴生植物有芦苇、车前、山马兰等。

5) 栽培乔木与草本

评价区茶园主要分布于山地及部分平原区域，均为人工种植。小麦玉米水稻等作物在评价区沿线平原中均有分布。

7.1.2.3 重要物种现状调查

根据相关资料记录和野外调查结果，本项目评价范围内无重要植物、濒危种、特有种和极小植物种群分布。

7.1.2.4 古树名木现状调查

依据国家林业和草原局发布的《山东省一级保护古树名木名录》及山东省发布的《山东省二级保护古树名木名录》及本项目调查范围，评价范围内无古树名木分布

7.1.2.5 外来物种现状调查

依据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003 年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010 年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014 年）、《中国外来入侵物种名单》（第四批，2016 年）、《中国外来入侵种》（李振宇与解焱，2002）、《重点管理外来入侵物种名录》（2023 年），根据现场实地调查并结合沿线生态敏感区相关调查报告、总体规划报告及沿线区域科研文献

资料，发现了一些外来入侵植物种。依据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003 年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010 年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014 年）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》（第四批，2016 年），根据历史资料和现场调查，本项目评价范围区域存在外来入侵植物的分布，见表 7.1-12。

表 7.1-12 沿线主要外来入侵植物

物种	拉丁名	原产地	入侵原因
喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	南美洲	20 世纪 30 年代末由侵华日军引种到中国，起先在上海市郊区栽培，用作军马饲料；50 年代，中国南方地区作为家畜牛、猪、羊的饲料加以推广
钻叶紫菀	<i>Symphyotrichum subulatum</i>	北美洲	最初在 1827 年在中国澳门被发现
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	北美洲	最初在 1857 年在中国香港被发现
一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	北美洲	最初在 1866 年在上海被发现
圆叶牵牛	<i>Ipomoea purpurea</i>	中美洲	1890 年，我国已经开始栽培圆叶牵牛，主要是人为引种而导致传播和扩散
小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>	北美洲	包括有意引入和无意引入两种方式。大多数外来植物都是通过人类活动无意引入的。有意引入主要用于农业生产、绿化等目的的引入，无意引入是随国际贸易、旅游和运输等途径引入。

喜旱莲子草：多年生草本，以茎节行营养繁殖，多生长在湿地周边，在田间沟渠大量繁殖，入侵湿地、草坪，破坏景观。

钻叶紫菀：草本，喜生于潮湿的土壤，沼泽或含盐的土壤中也可以生长，常沿河岸、沟边、洼地、路边、海岸蔓延，侵入农田危害棉花、花生、大豆、甘薯、水稻等作物，也常侵入浅水湿地，影响湿地生态系统及其景观。

鬼针草：草本，常生于农田、村边、路旁及荒地，是常见的旱田、茶园和果园的杂草，可能附着于人畜和货物携带到各处传播，影响产量。该植物是棉蚜的中间寄主。

小蓬草：一年生草本，我国各地均有分布，是我国分布最广的入侵物种之一。该植物可产生大量瘦果，蔓延极快，对秋收作物、果园和茶园危害严重，为一种常见杂草，通过分泌化感物质抑制邻近其他植物的生长。该植物是棉铃虫和棉蚜

象的中间宿主，其叶汁和捣碎的叶对皮肤有刺激作用

一年蓬：一年生或二年生草本，可产生大量具冠毛的瘦果，瘦果可借冠毛随风扩散，蔓延极快，对秋收作物、桑园、果园和茶园危害严重，亦可入侵草原、牧场、苗圃造成危害，也常入侵山坡湿草地、旷野、路旁、河谷或疏林下，排挤本土植物。

圆叶牵牛：一年生缠绕草本，主要为人为引种而引起的传播和扩散，旱田、果园及苗圃杂草，可缠绕和覆盖其他植物，导致后者生长不良。

7.1.3 动物生态调查

7.1.3.1 总体状况

世界陆地动物区系可划分为 6 个界，分别是澳洲界、新热带界、旧热带界、东洋界、古北界和新北界。中国动物地理区划涉及东洋界与古北界两个界，东洋界和古北界在我国的分界线为西起横断山脉北端，经过川北岷山及陕南的秦岭向东到达淮河一线。

古北界在我国可进一步分为东北区、华北区、蒙新区和青藏区；东洋界分为西南区、华中区和华南区，一共七个区。东洋界大致分布于长江中、下游以南，为亚洲东部热带动物现代分布的中心地区；古北界自东北经秦岭以北的华北和内蒙古、新疆至青藏高原，为旧大陆寒温带动物的现代分布中心地区。

本项目线路位于山东省烟台市，其评价区属古北界。评价区内主要生境类型包括林地生境、草地生境、湿地生境、农田生境、村镇生境。林地生境中植被相对高大，以乔木为主，主要以黑松、黑杨、栓皮栎为主；林地生境伴生有灌丛，主要有狗尾草、马唐、白茅等。草地生境中植被低矮，分布广泛，或处于林下，或于山顶、山谷中平缓的区域。湿地生境以湿生植物为主，例如芦苇、香蒲等，线路湿地生境主要集中在潍坊、青岛、烟台等地。农田生境主要为旱生农田，生境植被类型单一，但植被盖度较高，可作为野生动物食物资源。村镇生境为人类开发利用所在地，受人类生产生活干扰，野生动物分布极少。

7.1.3.2 调查内容、方法与样线分布

(1) 调查内容与方法

调查内容主要包括评价区陆栖野生动物，包括兽类、鸟类、爬行类以及两栖类的种类和数量、生态习性、分布范围等指标，同时记录栖息地状况。其中，重

点是保护物种和狭域性分布物种的种类、数量、分布范围、生态习性、变化情况及变化原因等。

调查方法包括实地调查、访问调查以及资料查阅三种方式。

实地调查是调查项目区的动物物种的数量、分布和生境选择。调查中主要采用样线法，记录评价范围内的物种分布、重要物种的种群现状以及生境的质量，包括栖息地的连通性、破碎化程度等。尤其是与输变电工程影响关系密切的鸟类，多在白天活动，容易受到调查人员干扰而飞离，所以调查中选择望远镜以及长焦距数码相机等工具进行现场观测。

同时，作为对现场调查的一个重要补充，也开展了一些访问调查。调查对象为当地林业及野生动物保护等相关工作者、当地居民、牧户等。通过调查了解当地动物的种类、数量、分布情况以及近年变化趋势等。为了尽可能获得客观信息，调查人员在访谈时避免诱导性提问。访谈时，先让访谈对象列举在当地见过哪些动物，再请其初步描述动物的形态特征和生活习性，最后提供动物图片供其辨认以确定具体种类。调查人员对访谈对象提供的信息进行综合分析，确定物种的有无。访谈法可以快速了解调查范围内野生动物的种类、大致数量及分布情况等信息，是对野外调查的重要补充。

为了解物种分布的季节性变化，还查阅了资料。通过查阅与评价区有关的科学研究或生物多样性相关的调查资料，包括发表的文献、各地动物志及新闻报道等，获取评价区不同物种分布的季节变化数据，有利于更全面和准确了解整个评价区动物状况。

实地调查、访问调查和查阅资料相结合，并通过专家分析归纳和总结，尽可能得出评价区动物物种、种群数量和分布资料，获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等不同生活史阶段的现状资料，同时了解其生境质量信息，为评价提供依据。调查时间为 2024 年 11 月。

（2）调查样线分布

1) 调查样线分布

根据不同类型生境分布，用可变距离样线法对各种生境中的动物进行统计调查。实地调查共设置 16 条动物样线，覆盖评价区不同生境、不同海拔、不同区域，详见下表和附图。

(2) 动物样线类型、设置位置、数量符合性分析

①样线类型分析

本项目为线性工程，进入生态敏感区的线路评价等级为二级，其余区段生态影响评价等级为三级。陆生生态二级评价开展样线调查的，应涵盖评价范围内不同的生境类型，每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条，除了收集历史资料外，二级评价尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。

②样线数量分析

本项目二级评价包含了湿地、村镇、林地、农田等不同生境类型，类型满足要求。本项目跨越三处生态敏感区应至少设置样线 8 条，实际设置 11 条；一般区域应至少设置 4 条，实际设置 5 条，数量满足要求。

③样线位置分析

本项目评价范围内涉及多处生态敏感区，均为一档跨越。针对生态敏感区，本次植物样方调查位置优先考虑了项目施工可能会影响的区域，设置情况见下表。

本项目样方设置主要考虑了塔基建设处、线路下方、临时道路设置处、牵张场设置所能影响的区域，部分样方布设在评价范围内其他区域。综上所述，本次调查植物样方的设置位置具有代表性，且结合植被现状，项目建设对生态敏感区影响较小。

表 7.1-13 动物样线位置符合性

样线 编号	敏感区	位置	坐标		设置位置
			起终点	经纬度	
4	莱阳五龙河省 级湿地公园	东富山村 附近	起点	120°44'10.572"E,3 6°40'41.747"N	L56 塔塔基建设处
			终点	120°44'21.464"E,3 6°40'59.403"N	
东富山村 附近		起点	120°44'25.094"E,3 6°40'59.775"N	莱阳五龙河省级湿地 公园西侧河岸处	
		终点	120°44'20.151"E,3 6°41'23.686"N		
6		东富山村 附近	起点	120°44'42.861"E,3 6°41'30.438"N	莱阳五龙河省级湿地 公园东侧河岸处
			终点	120°44'44.329"E,3 6°40'56.058"N	
7		东富山村	起点	120°44'56.920"E,3 6°40'54.757"N	L55,R56 塔临时道路

样线 编号	敏感区	位置	坐标		设置位置	
			起终点	经纬度		
		附近	终点	120°44'59.006"E,36°41'17.925"N	处	
9	胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线	田村附近	起点	120°51'13.039"E,36°40'55.315"N	R34 塔南侧临时道路处	
			终点	120°50'34.724"E,36°41'8.943"N		
田村附近		起点	120°51'33.201"E,36°41'3.554"N	L32 塔北侧调查范围内		
		终点	120°51'2.456"E,36°41'9.934"N			
田村附近		起点	120°51'22.850"E,36°41'8.262"N	R33 塔北侧调查范围内		
		终点	120°50'55.658"E,36°41'27.774"N			
13		烟台沿海防护林省级自然保护区	桃林村附近	起点	120°55'26.334"E,36°39'26.960"N	L12 塔东侧及线路下方区域
				终点	120°55'59.782"E,36°39'16.859"N	
桃林村附近	起点		120°56'23.961"E,36°39'24.048"N	R11 塔北侧生态敏感区内		
	终点		120°56'9.902"E,36°39'1.985"N			
桃林村附近	起点		120°55'59.782"E,36°38'56.346"N	L10 塔南侧施工道路处		
	终点		120°55'27.184"E,36°38'37.690"N			
16	卓格庄村附近		起点	120°56'58.259"E,36°36'52.427"N	L1、R1 塔施工道路处	
			终点	120°57'48.006"E,36°37'45.002"N		

7.1.3.3 生境与动物状况

评价区主要生境类型包括林地生境、草地生境、湿地生境、村镇生境、农田生境。评价范围内无重要物种的天然集中分布区及栖息地，无野生动物迁徙通道。参考《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021—2035 年）》，项目线路位于东部沿海鸟类迁徙和越冬区及黄河流域迁徙和越冬区。

评价区主要生境类型包括林地生境、草地生境、湿地生境、村镇生境、农田生境。

（1）林地生境

林地生境在线路全线皆有分布，分为天然林和人工林，山地丘陵区域的林地生境最为茂盛。这些区域地形崎岖，环境复杂，乔木植被丰富，包括温带落叶阔叶林以及温带针叶林等。由于水源较充足，土壤条件良好，林地生境植被覆盖度

高、连通性好，能够为动物提供更好的食物和隐蔽场所，同时也是各类动物的主要栖息地。平原地境内林地生境主要以人工林为主，整个沿线生态条件较好，海拔低，地势平缓，分布有杨树人工林、榆树人工林等。

山区植被密度高，林地丰茂且面积较大，乔木种类多，天然林和人工林交错分布，同时林地下层也生长有草本植物。在该区域，鸟类最为丰富和常见，其中有留鸟有最常见的喜鹊、麻雀、珠颈斑鸠、环颈雉等；夏候鸟有灰椋鸟、白鹡鸰等；冬候鸟有小鹀等；旅鸟有黄眉柳莺。其他哺乳类有褐家鼠、隐纹花松鼠；两栖爬行类有花背蟾蜍等。

平原区域林地生境主要以人工林为主，大面积林地较少。由于农田多，林地基本分布于农田边上，与农田镶嵌分布。内陆湖泊河流较多，水资源较丰富，林地也常分布在湿地生境中。林地生境整体环境较好，动物分布较多，但由于该省所在线路周边林地较为破碎，动物多为适应性强的物种，在农田、林地和湿地生境中交叉分布，鸟类最为丰富。留鸟有喜鹊、环颈雉、麻雀、灰喜鹊、珠颈斑鸠、戴胜等；夏候鸟有家燕、苍鹭等；冬候鸟有小鹀等。其他动物有哺乳类黑线姬鼠、东北刺猬等；两爬类有蓝尾石龙子、无蹼壁虎。

（2）草地生境

草地生境在全线均有分布，均为当地常见杂草，河边等水资源丰富区域分布有芦苇、白茅等草本。草地生境一般都与林地镶嵌分布，或分布于湿地边缘以及林缘，分布不连续，破碎化程度稍高，所分布的动物与林地和湿地多有重复，动物分布较少。

在草地生境中活动的主要是一些鸟类、鼠类以及爬行动物，动物种类与湿地和林地生境多有重复。其中鸟类中，留鸟有喜鹊、环颈雉、麻雀、戴胜等，夏候鸟有灰头鹀、白鹡鸰等，也有一些涉禽，如大白鹭以及苍鹭等，会到湿地边缘的草地中活动；冬候鸟有小鹀等。哺乳动物有黑线姬鼠、东北刺猬。两栖爬行类主要是蓝尾石龙子、山地麻蜥、无蹼壁虎以及比较耐旱的花背蟾蜍等。

（3）湿地生境

湿地生境包括河流湿地、湖泊湿地以及一些人工水域，如鱼塘、水田等，湿地生境在沿线分布较为广泛。湿地生态系统水资源条件好，植被类型丰富多样，是生态交错带，具有显著的边缘效应，栖息地类型也较为丰富，为动物提供了较

为良好的栖息场所。沿线湿地中芦苇草丛等植被占优势地位，周边林地和灌丛较少，农田多，人类干扰强度稍大。动物种类丰富，水鸟在湿地生境中最为常见，两栖类在该生境中也更为丰富。

沿线评价区大部分区域海拔低，地势平坦，水资源丰富，河流和湖泊众多，湿地内多分布有农田。湿地周边多种植人工林，生长有大量芦苇等湿生草丛，隐蔽性高。湿地生境水鸟较多，蛙类和蟾蜍类也比较丰富。鸟类中留鸟主要有凤头鹀、斑嘴鸭、绿头鸭等；夏候鸟有家燕、白骨顶、苍鹭、黑水鸡等。哺乳动物以大仓鼠和黑线姬鼠为主。两栖爬行类有无蹼壁虎、金线侧褶蛙、黑斑侧褶蛙、北方狭口蛙、花背蟾蜍、中华蟾蜍等。

（4）村镇生境

村镇生境主要为村庄及城镇，在评价范围内广泛分布，且评价范围内大部分地区海拔较低、地势平坦，村镇分布较为密集，与其他生境镶嵌分布，村镇生境周边分布有农田、林地等生境。村镇生境与其他生境联系密切，使栖息地多样性得到提高。村镇生境人类活动最为频繁，对动物的影响较大，且村镇生境食物资源较为匮乏，生境质量较差。

村镇生境内多分布一些适应性较强的动物，也有周边生境生存的鸟类进入村镇生境活动。鸟类主要为常见的喜鹊、麻雀、珠颈斑鸠等；哺乳类主要为黄鼬、小家鼠、刺猬等；爬行类主要为无蹼壁虎等。

（5）农田生境

农田生境在线路各段均有分布，与其他生境镶嵌分布，如林地和湿地生境等。农田生境主要是小麦等粮食作物，在农田的周围种植有人工林，以及一些自然生长的湿生芦苇草丛。农田生境容易与周围其他生境形成边缘效应，使栖息地多样性得到提高。然而由于农田生境人类活动较频繁，存在较多人为干扰，栖息地的连通性也较低，整体生境质量较差，植被多样性较林地、灌丛和湿地低。虽然农田生境可提供一定的食物资源，但动物分布并不丰富且与其他生境多有重复。

评价范围内农田以水浇地为主，因此除了一些常见的适应性强的鸟类，也会吸引一些涉禽到田里活动。鸟类中留鸟主要有喜鹊、戴胜等；夏候鸟有灰头鹀、家燕、小白鹭、苍鹭等；哺乳类有花鼠等。两栖爬行类有黄纹石龙子、无蹼壁虎、北方狭口蛙、花背蟾蜍、中华蟾蜍等。

7.1.3.4 鸟类保护动物分布状况

(1) 鸟类分布情况

本次调查项目所在区域范围内鸟类共 45 种，隶属 11 目 21 科。从居留类型来看，夏候鸟 18 种，占 40.0%，冬候鸟 7 种，占 15.56%，留鸟 12 种，占 26.66%，旅鸟 8 种，占 17.78%。以夏候鸟居多。项目所在区域内鸟类物种名录见表 7.1- 14。

表 7.1- 14 项目所在区域内鸟类物种名录

目	科	种	学名	保护级别	濒危级别	居留型
雀形目	雀科	树麻雀	<i>Passer montanus</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
	鹌鹑科	白鹌鹑	<i>Motacilla alba</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
	鹀科	白头鹀	<i>Pycnonotus sinensis</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
	山雀科	大山雀	<i>Parus major</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
	鸦科	喜鹊	<i>Pica pica</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
		灰喜鹊	<i>Cyanopica cyanus</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
		大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>	/	无危 (LC)	留鸟
	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
鹃形目	杜鹃科	四声杜鹃	<i>Cuculus micropterus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
鹤形目	秧鸡科	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		骨顶鸡	<i>Fulica atra</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
鸻形目	反嘴鹬科	黑翅长脚鹬	<i>Himantopus himantopus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		反嘴鹬	<i>Recurvirostra avosetta</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
	鸻科	环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
	鸥科	红嘴鸥	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		黑嘴鸥	<i>Larus saundersi</i>	国家一级、NBES	易危 (VU)	冬候鸟
		黑尾鸥	<i>Larus crassirostris</i>	NBES	无危 (LC)	冬候鸟

目	科	种	学名	保护级别	濒危级别	居留型
	蛎鹬科	蛎鹬	<i>Haematopus ostralegus</i>	NBES	近危 (NT)	冬候鸟
	鹬科	中杓鹬	<i>Numenius phaeopus</i>	NBES	无危 (LC)	旅鸟
		大杓鹬	<i>Numenius madagascariensis</i>	国家二级、NBES	濒危 (EN)	旅鸟
		大滨鹬	<i>Calidris tenuirostris</i>	国家二级	濒危 (EN)	夏候鸟
		黑腹滨鹬	<i>Calidris alpina</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		勺嘴鹬	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	国家一级、NBES	极危 (CR)	旅鸟
		小青脚鹬	<i>Tringa guttifer</i>	国家一级、NBES	濒危 (EN)	旅鸟
	鹭科	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
		绿鹭	<i>Butorides striata</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
		黄嘴白鹭	<i>Egretta eulophotes</i>	国家一级、NBES	易危 (VU)	夏候鸟
		大白鹭	<i>Ardea alba</i>	国家二级、NBES	近危 (NT)	夏候鸟
雁形目	鸭科	普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	NBES	无危 (LC)	冬候鸟
		绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>	NBES	无危 (LC)	旅鸟
		翘鼻麻鸭	<i>Tadorna tadorna</i>	NBES	无危 (LC)	旅鸟
		青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	国家一级 NBES	极危 (CR)	旅鸟
		罗纹鸭	<i>Anas falcata</i>	NBES	近危 (NT)	冬候鸟
		斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>	NBES	无危 (LC)	旅鸟
鸥形目	鸥科	普通燕鸥	<i>Sterna hirundo</i>	NBES	无危 (LC)	夏候鸟
佛法僧目	翠鸟科	翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
犀鸟目	戴胜科	戴胜	<i>Upupa epops</i>	NBES	无危 (LC)	冬候鸟
鸢形目	啄木鸟科	大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	NBES	无危 (LC)	留鸟
		灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	/	无危 (LC)	留鸟
鸽形	鸠鸽	灰斑鸠	<i>Streptopelia decaocto</i>	/	无危 (LC)	留鸟

目	科	种	学名	保护级别	濒危级别	居留型
目	科	山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	NBES	无危（LC）	冬候鸟
		珠颈斑鸠	<i>Spilopelia chinensis</i>	/	无危（LC）	留鸟
鹈形目	鹈科	白琵鹭	<i>Platalea leucorodia</i>	国家二级、NBES	无危（LC）	夏候鸟

(2) 保护动物分布情况

据资料记录和野外调查结果，统计了沿线重要动物，详见表 7.1- 15。

表 7.1- 15 沿线调查发现重要野生动物物种

序号	物种名称(中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况(是/否)
1	金线蛙 <i>Ranaplancyi</i>	省级	无危	否	坑塘、河流周边	历史资料	否
2	黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax hubeiensis</i>	省级	无危	否	坑塘、河流周边	历史资料	否
3	黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	省级	无危	否	林地、村庄附近	历史资料	否
4	苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	省级	无危	否	林地、农田、坑塘附近均有分布	现场调查	否
5	大白鹭 <i>Ardea alba</i>	省级	无危	否		现场调查	否
6	凤头鹀鹀 <i>Podiceps cristatus</i>	国家二级	无危	否	坑塘、河流附近	现场调查	否
7	环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	省级	无危	否	林地、农田附近	现场调查	否
8	黑枕黄鹀 <i>Oriolus chinensis</i>	省级	无危	否	林地附近	历史资料	否
9	黑嘴鸥 <i>Larus saundersi</i>	国家一级	易危	否	滩涂、河流、坑塘附近均有分布	历史资料	否
10	大杓鹬 <i>Numenius madagascariensis</i>	国家二级	濒危	否	滩涂、河流附近均有分布	现场调查	否
11	大滨鹬 <i>Calidris tenuirostris</i>	国家二级	濒危	否	滩涂、河流附近均有分布	历史资料	否
12	绿鹭 <i>Butorides striata</i>	省级	无危	否	林地、农田、坑塘、滩涂附近均有分布	历史资料	否
13	勺嘴鹬	国家	极危	否	坑塘、河流、海	历史资料	否

序号	物种名称(中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况(是/否)
	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	一级			滩附近		
14	小青脚鹬 <i>Tringa guttifer</i>	国家一级	濒危	否	坑塘、河流、海滩附近	历史资料	否
15	黄嘴白鹭 <i>Egretta eulophotes</i>	国家一级	易危	否	坑塘、河流、海滩附近	历史资料	否
16	青头潜鸭 <i>Aythya baeri</i>	国家一级	极危	否	坑塘、河流、滩涂附近	历史资料	否
17	白琵鹭 <i>Platalea leucorodia</i>	国家二级	无危	否	坑塘、河流、海滩附近	历史资料	否

1) 总体情况

由上表可见，总体上，评价范围内可能存在的国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物共 17 种，其中，国家一级重点保护野生动物 5 种，国家二级重点保护野生动物 4 种，省级重点保护野生动物 8 种。

2) 濒危种、特有种情况

根据《中国生物多样性红色名录》，结合现场调查，并参考评价范围内生态敏感区相关调查报告、总体规划报告及沿线区域科研文献资料可知，评价范围内可能分布有红色名录受威胁物种 23 种，其中濒危（EN）物种 2 种（黑脸琵鹭、团花锦蛇）、易危（VU）3 种（黑鹳、遗鸥、黑眉锦蛇）、近危（NT）18 种（白琵鹭、白尾鹳、游隼等）。

根据《中国生物多样性红色名录》（脊椎动物卷）以及《中国动物地理》和《中国陆生野生动物生态地理区划研究》，结合现场调查，并参考评价范围内生态敏感区相关调查报告、总体规划报告及沿线区域科研文献资料可知，评价范围可能分布有的特有野生动物 7 种，均为中国特有种。

野外记录评价区内部分鸟类，见图 7.1-3。



白骨顶



大白鹭



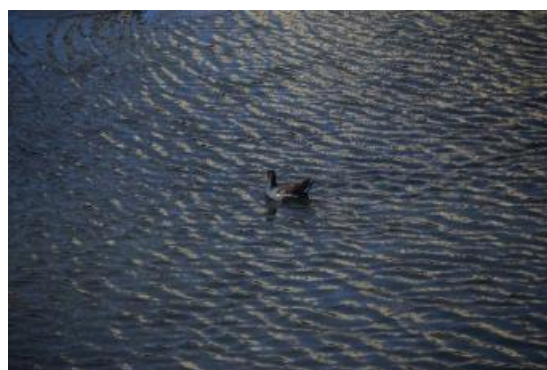
凤头鸕鹚



灰喜鹊



斑嘴鸭



黑水鸡



喜鹊



环颈雉

图 7.1-3 野外记录的评价区范围内鸟类

7.1.4 生态系统现状调查

7.1.4.1 总体情况

参考《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》(HJ1166-2021), 将输电线路评价范围生态系统划分为针叶林、阔叶林、草丛、耕地、园地、居住地、工矿交通、湖泊、河流、裸地生态系统。根据遥感解译数据, 统计出评价范围各类生态系统分布, 见下表 7.1-16。

表 7.1-16 评价区生态系统类型及面积统计表

生态系统分类	面积 (hm ²)	占比
针叶林生态系统	30.98	0.77%
阔叶林生态系统	125.24	3.10%
草丛生态系统	183.14	4.53%
耕地生态系统	2475	61.28%
园地生态系统	14.49	0.36%
居住地生态系统	148.13	3.67%
工矿交通生态系统	144.58	3.58%
湖泊生态系统	552.25	13.67%
河流生态系统	67.99	1.68%
裸地生态系统	296.76	7.35%
合计	4038.56	100.00%

由表 7.1-16 及附图可见, 评价区主要以耕地生态系统为主, 约占评价区总面积的 61.28%; 其次是湖泊生态系统和裸地生态系统, 面积占比分别为 13.67% 和 7.35%; 其他生态系统面积占比均较小。



图 7.1-4 评价区内生态系统类型统计

7.1.4.2 各类生态系统状况

(1) 森林生态系统

森林生态系统包含针叶林生态系统及阔叶林生态系统。是森林群落与其生存环境在物流、能流和信息流作用下形成具有一定结构、执行一定功能和自调控的自然综合体。森林生态系统是一个复杂的巨系统，具有丰富的物种多样性、结构多样性、食物链、食物网以及功能过程多样性等，能量转换和物质循环最旺盛，光合生产率与生物生产能力较高，形成了分化、分层、分支和交汇的复杂网络特征，因此其抗干扰能力强，种群的密度和群落的结构能够长期处于稳定的状态，生态效应最强，在生物多样性保护中具有重要意义。

根据现场踏勘与调研，结合遥感影像解译结果可知，评价区森林生态系统面积 156.22hm²，占评价区总面积的 3.87%。主要有温带山地针叶林（如华北落叶松林）、温性针叶林（如油松林）、暖温带落叶阔叶林（如栓皮栎林、山杨林）。同时，项目线路沿线各市均有人工林分布，如杨树林、旱柳林及果园（如板栗林、核桃林等）。

这些地区降水量较高，土壤条件良好，环境复杂多样，植被以高大乔木为主，植被覆盖度和物种丰富度均较高，生境丰富，能够为动物提供食物和隐蔽场所，是评价区哺乳动物相对较多的地带。森林生境具有较高的郁闭度和复杂的冠层结构，为鸟类物种的隐蔽场所，是鸟类重要的繁殖生境。森林生境的落叶和腐木支持了丰富的无脊椎动物和微生物，也是其他动物类群重要的隐蔽场所和食物来源。

因此，森林生态系统中的动物种类相当丰富，生物多样性高。

森林生态系统是陆地生态系统的主体，也是陆地三大生态系统类型之一。相较于其他生态系统，森林生态系统具有层次结构丰富、生物种类多样、生产力高等特点，具有更加复杂的空间结构和营养结构，是人类赖以生存的重要自然资源，也是应对全球温室效应、生物多样性丧失、生态平衡破坏等诸多环境问题和保护良好生态环境的重要基础。评价区森林生态系统的服务功能包括养分循环、食物生产、气体调节、调节气温、涵养水源、改良土壤、水土保持、净化环境、孕育和保存生物多样性等方面，相较于其它类型的生态系统，森林生态系统具有较强的生态服务功能。

（2）草丛生态系统

草丛生态系统是灌木植物、草本植物、动物和微生物与其无机环境组成的一个具有一定结构、功能和自我调节能力的整体。

根据现场踏勘，结合遥感影像解译，评价区草丛生态系统面积为 183.14hm²，占评价区总面积的 4.53%，线路沿线均有分布。主要为华北地区典型的温性落叶阔叶灌丛，类型丰富，如狗牙根灌丛、狗尾草灌丛等。

植株多为簇生，无明显主干，群落平均高度 1-3m，植被层郁闭，具有种类多、分布广、生产力高、耐旱等特点。动植物种类和数量仅次于森林和湿地，其种群密度和群落结构较为稳定。生态系统多与森林生态系统镶嵌分布，多生长于林下或者林缘，植被高度有所增加，植被盖度较高，植物生长状况变好。为小型动物提供食物和栖息的场所，植株较高的区域也为一些小型鸟类提供了隐蔽的繁殖场所。此生态系统中鸟类、哺乳类、两栖类和爬行类动物均有分布，鸟类种类和数量尤其丰富。

灌丛生态系统是仅次于森林陆地生态系统的土壤保持和碳固定的主体，一般情况下，单位面积土壤碳保持量和固碳能力也仅次于森林。其生态服务功能多样，包括有机质储存、固碳释氧、调节气候、水源涵养、水土保持、生物多样性保育等，在固定二氧化碳和群落演替中的地位不可替代，并且对区域生态环境保护和能源替代方面也有较大作用。沿线区域灌丛生态系统主要功能为水土保持、生物多样性保育等，在沿线区域中发挥不可或缺的生态作用。

（3）农田生态系统

农田生态系统包括耕地生态系统及园地生态系统。是人类为了满足生存需要,积极干预自然,依靠土地资源,利用农田生物与非生物环境之间以及农田生物种群之间的关系来进行人类所需食物和其他农产品生产的半自然生态系统。人类从自身利益出发,通过农业生态系统的信息反馈,利用其经济力量、技术力量和政策对农田环境和生物系统进行调节、管理和改造。构建合理的农田生态系统对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。

根据现场踏勘,结合遥感影像解译,评价区农田生态系统面积为 2489.49hm²,约占评价区总面积的 61.64%,沿线各地均有分布,分布范围较广。生态系统主要种植粮食作物(如玉米、小麦等)、经济作物(花生和红薯等)和果树(桃树、苹果树等)。

农田生态系统主要受日照、温度、湿度和降水等环境影响,其发展和演变除了受自然条件的制约,同时还受到社会规律的支配。农田生态系统为人工植被,包括栽培、种植的农作物以及一些伴生草本植物等,其群落结构简单,物种组成单一,抗干扰能力较弱,种群密度和群落结构较易发生改变,生态较为脆弱。其植被生境相对简单,人类活动比较频繁,人为干扰多样,生境质量相对较差,生物多样性较为单一,动物物种多样性较森林、灌丛、湿地等低。

农田生态系统及其生物多样性的存在,对于保护改善生态环境质量有着较为重要的作用和意义。农田生态系统作为城市生态系统与自然生态系统之间的缓冲区和生态库,不论是在空间位置还是自然程度上,均介于生物多样性程度最高的自然生态系统和最低的城市生态系统之间,可以作为一道屏障,为自然生态系统中生物的扩散提供空间和食物,发挥重要的缓冲作用。此外,农田生态系统可以提供农产品,为现代工业提供原料。也具有大气调节、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

(4) 城镇生态系统

城镇生态系统包含居住地生态系统及工矿交通生态系统。是居民与环境相互作用而形成的统一整体,也是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统,与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。

根据现场踏勘,结合遥感影像解译,城镇生态系统面积为 292.71hm²,约占

评价区总面积的 7.25%，沿线分布的村镇数量较少，规模不大。

与自然生态系统相比较，该生态系统具有人类影响主导、结构复杂、空间异质性强、生物种类和群落种类多样、社会经济驱动强烈等特点，在人类高强度的能流物流驱动下，生态系统的结构变化速度很快。居住地生态系统中的植被以人工种植的绿化植被为主。输电线路沿线的植被主要为居住地绿地和道路绿地，居住地生态系统植被少，人为活动强度高，生境状况较差，在此类生态系统下的陆生动物主要为喜与人类伴居的种类，两栖动物和爬行动物种类较少。

该生态系统对其他生态系统具有很大的依赖性，需要从其他生态系统中获取大量的物质和能量，生态相对脆弱，同时又将大量废物排放到其他生态系统中去，会对其他生态系统造成强大的冲击和干扰。居住地生态系统具有提供生活和物质生产的服务功能，如食物生产、原材料生产等；也具有满足人类精神生活需求的功能，如休闲娱乐、学习工作等；并有较少的与人类日常生活和身心健康相关的生命支持功能，如净化空气、减轻噪声等。

（5）湿地生态系统

湿地生态系统包含湖泊生态系统及河流生态系统。是由陆地和水域相互作用而形成的自然综合系统，湿地生态系统的物质循环、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。

根据现场踏勘结合遥感影像解译，评价区湿地生态系统面积为 620.24hm²，仅占评价区总面积的 15.35%，在项目沿线的各个区段呈零星分布，属于河流和水塘湿地植被，包括芦苇草丛、香蒲草丛等。在河流湿地沿岸分布有少量的灌丛，如旱柳灌丛、紫穗槐灌丛、柽柳灌丛等，多为人工种植的护岸植被。

湿地生态系统在评价范围内的分布面积小，但湿地生态系统及周边水资源条件好，且由于属于水陆交错带，具有显著的边缘效应，物种丰富度和群落盖度均比较高，栖息地质量较好。湿地生态系统内的植物物种生长状况较好，群落结构完整，各片层均发育良好，其种群的密度和群落的结构呈周期性变化。湿地生态系统为两栖类以及水鸟提供了重要栖息地。评价区湿地生态系统两栖类种类和数量较为丰富，鸟类种类和数量也较多，是区域生态结构的重要支撑。

易变性是湿地生态系统脆弱性表现的特殊形态之一，当水量减少至干涸时，湿地生态系统演替为陆地生态系统，当水量增加时，该系统又演替为湿地生态系

统,水文情况决定了生态系统的状态。湿地生态系统兼有水域和陆地生态系统的特征,其物质循环、能量流动和物种迁移与演变活跃,具有较高的物种多样性和生物生产力,生态功能极强,不仅提供大量资源产品,还具有显著的生态环境调节功能。一般而言,湿地在净化水质、调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用,被人们称为“地球之肾”、物种贮存库、气候调节器。输电线路沿线湿地,拥有丰富的动植物群落,发挥重要的水源涵养、生物多样性维持功能。

(6) 裸地生态系统

裸地生态系统是指那些植被覆盖稀少或完全没有植被覆盖的土地区域,这些地方的土壤暴露在外,通常由于自然原因或人类活动导致。裸地可以出现在各种环境中,包括干旱地区、沙漠边缘、高山地带、极地地区以及受到严重干扰的区域(如火灾后、采矿区、过度放牧后的草地等)。

根据现场踏勘,结合遥感影像解译,评价区裸地生态系统面积为 296.76hm²,占评价区总面积的 7.35%,在整个评价区范围内零星分布。植被类型极少。

裸地上土壤往往缺乏有机质,质地较为贫瘠。由于没有植被保护,土壤容易受到风蚀和水蚀的影响。土壤结构可能较差,通气性和排水性不好。气候干燥是形成裸地的一个重要原因,降水不足使得植物难以生长。能够在此生存的动植物种类相对较少。即使有生物存在,它们也多为适应极端条件的物种,比如耐旱植物、苔藓、地衣及一些小型无脊椎动物。由于缺乏植被,物质循环和能量流动的速度较慢。恢复过程漫长,需要时间来积累足够的有机物质并改善土壤条件。过度开垦、放牧、森林砍伐等人为因素可能导致土地退化,形成裸地。

针对裸地生态系统,采取适当的恢复措施是非常重要的。应选择适合当地环境的植物进行种植,以稳定土壤,减少侵蚀。通过物理屏障(如石墙)或者生物方法(如植树造林)防止进一步的土壤流失。

7.1.4.3 生物量计算

生物量是指在一定时间内、一定区域内地表面所有有机物质的总量,以 t/亩或 t/hm² 表示,包括植物与动物生物量的总和,其中动物生物量很小,本次调查仅调查和计算植物的生物量。植物的生物量反映了被固定的太阳辐射能的大小。

生态评价区植被调查是通过实地勘察、卫片解译、室内分析并结合收集的资料经综合分析而完成。卫片信息的提取过程如下:对选取欧洲航天局哨兵卫星

Sentinel2 的遥感影像资料，利用遥感图像处理软件进行解译，并经几何精校正、图像增强、进行融合，根据各类环境信息数据及相关图像处理软件进行综合分析，得到评价区内生态环境研究所需的相关数据。

由于人类活动的反复破坏，线路工程所在区域原生植被大部分已不复存在，目前存在的植被主要有耕地、森林（含园地）和草地。

（1）耕地生物量

评价区共有农田 2475hm²。调查期间耕地主要种植玉米及小麦，一年两季，复种指数可达到 1.5 左右。农作物的生物量计算公式为：

$$Bm=W \times (100-M)/(D \times 100)$$

式中：Bm—农作物总生物量(t/a)；

W—农作物果实总产量(t/a)；

D—农作物经济系数(无量纲)；

M—农作物果实含水率(%)。

玉米的经济系数取 0.5，小麦的经济系数取 0.45，由此可得到不同农作物的生物量，见表 7.1- 17。经计算，评价区农作物总生物量为 40051.64t/a，其单位面积生物量为 10.78t/hm²。

表 7.1- 17 评价区现状农作物生物量统计表

农作物种类	单产量 (kg/hm ²)	经济系数	含水量 (%)	播种面积 (hm ²)	生物量 (t)
玉米	6600	0.5	8	1727.2	20975.12
小麦	4700	0.45	8	1985.3	19076.52
合计	/	/	/	3712.5	40051.64

（2）乔木生物量

采用 20m×20m 样方进行随机调查取样（典型样方调查时获取的乔木种类主要是黑松），首先分类统计样方中每株树的胸径(m)，然后根据《山东省主要树种一元立木材积表》得到每株树干的体积值。即：

树干体积=（胸径/2）²×3.14×枝下高×该树种的形数

树干重量（t）=体积（m³）×比重（t/m³）

树干形数取均值 0.8，对于材质较坚硬的树种，如黑松、黑杨等，比重取 1.0t/m³，

其它树种比重取 $0.9\text{t}/\text{m}^3$ 。由于树木重量由根、茎、叶三部分组成，因此，整株树的生物量按树干重量的 1: 1.45 进行换算，然后将样方中所有树木的生物量相加，即可获得样方中树木的平均总生物量。

评价区内主要分布于森林和园地。森林以黑杨为主，就评价区平均状况来看，黑杨内树种树干胸径平均 0.2m，枝下高约 1.5m。平均每个 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 的样方内有树木 12 棵。园地主要是茶树，树干胸径约 4cm，枝下高约 0.8m。平均每个 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 的样方内共有茶树 20 棵。

根据公式计算得，人工林单位面积生物量约为 $65.56\text{t}/\text{hm}^2$ ，园地单位面积生物量约为 $2.10\text{t}/\text{hm}^2$ ，计算乔木生物量约为 10272.68t。

表 7.1- 18 森林生物量一览表

群落类型	单位面积生物量 (t/hm^2)	面积 (hm^2)	生物量 (t)
森林	65.56	156.22	10242.28
园地	2.10	14.49	30.40
合计	--	170.71	10272.68

(3) 草地生物量

项目区有草地 183.14hm^2 ，其单位面积的生物量取 $15\text{t}/\text{hm}^2$ ，则草地的生物量为 2747.1t，详见表 7.1- 19。

表 7.1- 19 草地生物量一览表

群落类型	单位面积生物量 (t/hm^2)	面积 (hm^2)	生物量 (t)
草地	15	183.14	2747.1

(4) 评价区现状总生物量

评价区的现状总生物量，应将农田、森林、园地和草地的生物量相加，及 53071.42t，见表 7.1- 20。评价区平均单位面积的生物量为 $25.79\text{t}/\text{hm}^2$ 。农田生物量占比较多，其次为草地及森林。

表 7.1- 20 评价区现状总生物量

植被类型	单位面积生物量 (t/hm^2)	面积 (hm^2)	生物量 (t)	生物量比例(%)
农田	10.78	3712.5	40051.64	75.47%
森林	0.0066	156.22	10242.28	19.30%

植被类型	单位面积生物量 (t/hm ²)	面积 (hm ²)	生物量 (t)	生物量比例(%)
园地	0.0002	14.49	30.4	0.06%
草地	15	183.14	2747.1	5.18%
合计	25.79	4066.35	53071.42	100.00%

7.1.4.4 生产力计算

植物总生产力是绿色植物在单位面积和时间内所累积的有机物数量，它代表从空气进入植被的纯碳量，反映了植被生产能力。总生产力转换的有机物一部分积累在植物体内，另一部分通过呼吸作用分解，为植物生长提供能量。用于物质积累的这部分生产力称为净初级生产力(NPP)，单位为 t/(hm²·a)。

净初级生产力(NPP)不仅是表征植物活动的重要变量，而且是判定生态系统碳汇和调节生态过程的主要因子，它直接反映植物群落在自然环境条件下的生产能力，也是生态现状质量评价的重要参数。在对本工程陆生生态评价区进行自然体系生产力评价中，数据主要来源于卫片解译，实地勘察、收集的现状资料，并采用了国内关于自然生态系统生产力和植被生物量的研究成果进行分析。通过CASA 模型计算净初级生产力（NPP）公式如下：

$$NPP(x,t) = APAR(x,t) \times \varepsilon(x,t)$$

式中：NPP——净初级生产力；

APAR——植被所吸收的光合有效辐射；

ε ——光能转化率；

t——时间；

x——空间位置。

选取适宜的参数，计算得知净初级生产力 8974t/a。

7.1.5 生态敏感区与生态保护红线现状调查

7.1.5.1 穿（跨）越与避让的生态敏感区总体情况

本项目跨越的生态敏感区包括莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区、烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线（莱阳市境内、海阳市境内）、白沙河饮用水源保护区（规划中），其中线路跨越莱阳五龙河省级湿地公园、莱阳市五龙河鲤国

家级水产种质资源保护区、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线(莱阳市境内)三者位置重叠。线路避让的祥东村集中式饮用水水源、英武店村集中式饮用水水源。

7.1.5.2 烟台沿海防护林省级自然保护区

(1) 保护区概况

根据《烟台沿海防护林省级自然保护区总体规划(2020-2029年)》，烟台沿海防护林省级自然保护区是以保护森林生态系统为宗旨，集生物多样性保护、科研、宣传、教育、生态旅游和资源可持续利用为一体的森林生态系统类型自然保护区。保护区主要保护对象为海岸生境下的黑松、刺槐森林植被及其生态系统、生物多样性、野生动植物资源。

经现场勘查，本项目跨越烟台沿海防护林省级自然保护区(海阳段)主要为农田。

(2) 生物多样性

烟台沿海防护林省级自然保护区植物种类丰富。根据调查，保护区内共记录维管植物 997 种(包括栽培植物)，隶属 126 科 497 属。其中被子植物 108 科 465 属 946 种，裸子植物 4 科 13 属 24 种，蕨类植物 14 科 19 属 27 种。

保护区内有国家 I、II 级重点保护植物 6 种，包括野玫瑰、中华结缕草、野大豆、紫椴、银杏和水杉。其中银杏、水杉有多年古树，长势良好。列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》的植物有 5 种，均隶属兰科，包括尾瓣舌唇兰、无柱兰、蜈蚣兰、绶草和羊耳蒜。列入《中国珍稀濒危植物红皮书》的植物有 5 种，包括刺楸、蒙古栎、黄耆、烟台补血草和杜仲。

保护区植被类型可划分为针叶林、暖温带落叶阔叶林、灌丛和灌草丛等 4 种。保护区内植被主要特点是植物区系多样，植物群落优势明显。可利用植物资源丰富，包括药用植物、野菜植物、淀粉植物、油脂植物、芳香油植物、纤维植物、单宁植物、蜜源植物、观赏植物等 9 类。

常见的“三有”野生动物包括蒙古兔(野兔)、环颈雉(野鸡)、刺猬、黄鼬(黄鼠狼)、壁虎、草蜥等。此外，还有二级保护动物如鸢(猫头鹰)、雀鹰、松雀鹰、苍鹰等。

(3) 本项目与保护区位置关系

线路一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段），跨越实验区，总长度 2×0.30km，不设立塔基。位置关系见附图 5。

线路一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区海阳片区，跨越实验区，总长度 2×0.30km，自然保护区内不设立塔基。本项目为两条单回线路并行，跨越处涉及 4 基杆塔，杆塔信息及临时占地信息详见表 7.1- 21。

表 7.1- 21 跨越烟台沿海防护林省级自然保护区海阳片区塔基信息表		
塔基编号	与生态敏感区方位-距离	占地面积
L11	自然保护区东侧 30m	单塔基占地面积约 635m ² ，塔基周边临时占地约 1078m ²
R12	自然保护区西北侧 110m	
L10（最近塔基）	自然保护区南侧 10m	
R11	自然保护区南侧 47m	
牵张场（L10 处）	自然保护区南侧 10m	单处牵张场占地约 246m ²
牵张场（R11 处）	自然保护区南侧 10m	
临时道路	不设置临时道路	/
		
跨越处塔基位置示意图		



（4）跨越段生态环境概况

1）沿线生态状况

烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）位于海阳市行村镇三里庄村东南侧，跨越段地势平坦，为平原地区。跨越段分布有一定量的植物和植被，多为农田和草地，生长状况较好，植被覆盖度高，栖息地质量相对较好，物种丰富度相对较高。沿线分布有交通道路，多为乡道，交错分布，零星分布着农户住宅和村庄，也一定量的农田和鱼塘，受到一定程度的人为干扰。

2）土地利用现状

根据全国土地利用/覆盖分类系统，结合评价区实际，本次评价共确定区分出以下 5 种土地利用和地表覆盖景观类型。

耕地：包括水浇地、旱田等。

林地：包括林地、其他林地等。

草地：包括林间、道路旁、坑塘边生长草本植物为主的草地等。

水域：包括沟渠、河流、坑塘水面等。

建设用地：包括公路用地、村庄等。

表 7.1- 22 跨越段评价区土地利用现状

土地类型	生态系统	面积（hm ² ）	占比（%）

土地类型	生态系统	面积 (hm ²)	占比 (%)
林地	森林生态系统	47.11	17.67
耕地	农田生态系统	173.93	65.23
草地	草地生态系统	15.47	5.80
水域	水域生态系统	22.43	8.41
建设用地	建设用地生态系统	7.71	2.89
合计		266.65	100

3) 植被和保护植物现状

根据优势种的差异，在线路沿线保护区内进行了详细的植物群落样方调查。结果显示，保护区内林地面积较大，自然条件优越，生物多样性较为丰富。主要群系有芦苇草丛、刺槐林、和农田。芦苇草丛中芦苇优势度明显，覆盖度约为30-90%，平均高度约0.3-2.1m，其他常见物种有藜、翅果菊、绿穗苋等。刺槐林、杨树林均为人工纯林。群落覆盖度较高，群落结构简单，乔木层物种组成单一，优势种优势度显著，平均覆盖度70%以上，灌木层缺失或少量个体，一般不形成明显层次，草本层物种组成略丰富，常见种包括马唐、狗尾草等。

根据查阅《国家重点保护野生动物植物名录》（2021）与现场调查，结合保护区资料，在保护区评价范围未发现保护野生植物。

4) 动物和保护物种现状

线路跨越保护区段生境主要为典型的湿地生境。沿线气候湿润，植被盖度较高，主要为湿生草本植物和水田，有少量灌丛和林地分布，动物种类和数量较多，多以喜湿型为主，鸟类数量相对较多，以水鸟为主。评价范围内鸟类主要有雀鹰、麻雀、苍鹭、喜鹊、灰鹤、黑水鸡、长嘴剑鸳等；两栖爬行类主要有蓝尾石龙子、中国林蛙、金线侧褶蛙、黑斑侧褶蛙等。

7.1.5.3 跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线

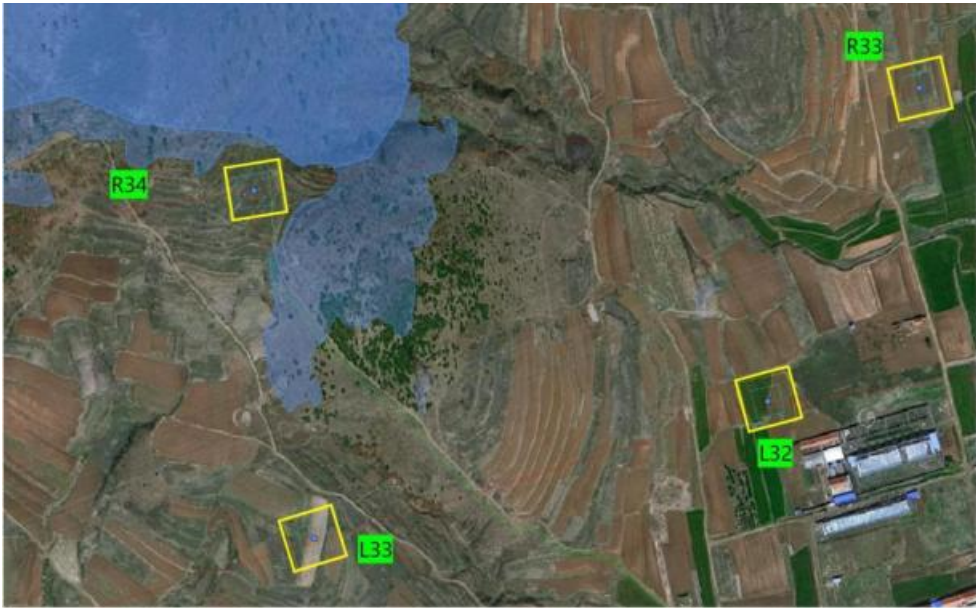
(1) 位置关系

线路在烟台市莱阳市跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，1000kV线路一档跨越，跨越长度为2×0.28km，不立塔；位置关系见附图6。

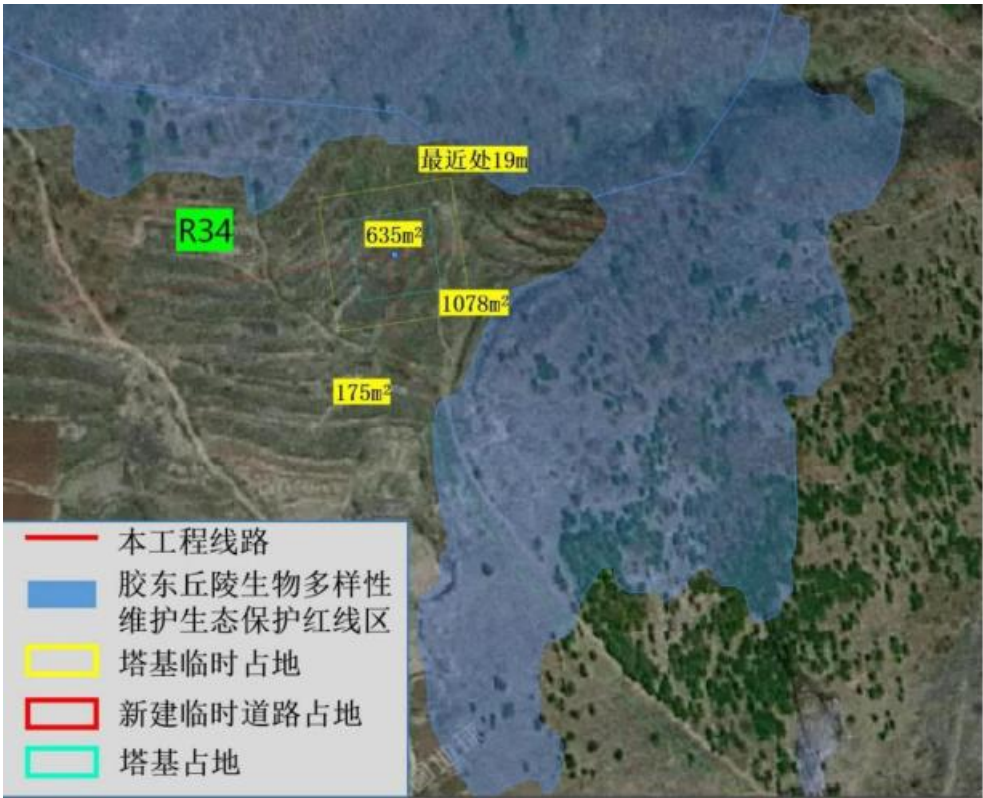
线路跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，1000kV线路两次一档跨越，在东富山村东侧跨越长度为2×0.28km，在田村西北侧跨越长度为0.113km，

生态敏感区内不设立塔基。跨越处涉及 5 基杆塔，杆塔信息及临时占地信息详见表 7.1- 23。

表 7.1- 23 跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线塔基信息表

跨越位置	塔基编号	与生态敏感区方位-距离	占地面积
东富山村东侧	L56	生态保护红线西侧 155m	单塔基占地面积约 635m ² ，塔基周边临时占地约 1078m ²
	R57	生态保护红线西侧 86m	
	L55	生态保护红线东侧 79m	
	R56（最近塔基）	生态保护红线东侧 70m	
田村西北侧	R34（最近塔基）	生态保护红线南侧 19m	
	R33	生态保护红线东侧 356m	
东富山村东侧	临时道路（R57 处）	生态保护红线西侧 86m	238m ²
	临时道路（R56 处）	生态保护红线东侧 70m	105m ²
	临时道路（L55 处）	生态保护红线东侧 79m	112m ²
田村西北侧	临时道路（R34 处）	生态保护红线南侧 19m	175m ²
/	牵张场	不设置牵张场	/
			

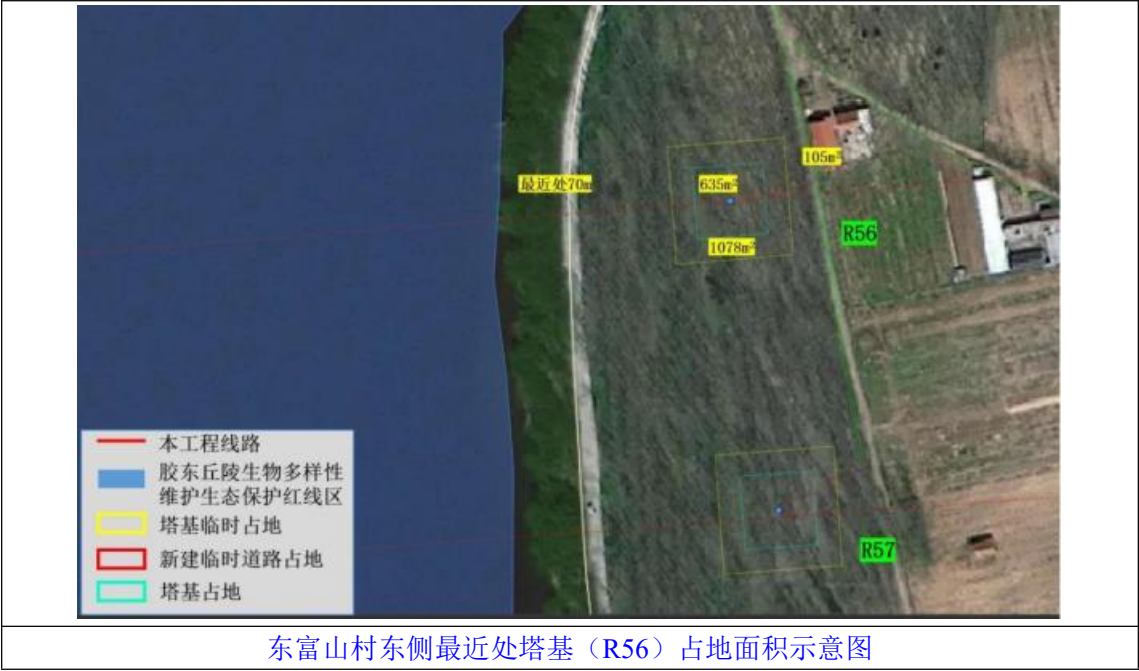
田村西北侧跨越处塔基位置示意图



田村西北侧最近处塔基（R34）占地面积示意图



东富山村东侧跨越处塔基位置示意图



2）环境概况

跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线沿线烟台市段以建设用地、水域和耕地为主。属大陆季风性半湿润性气候，光照充足，四季分明。春季风多易旱，夏季炎热多雨，秋季昼暖夜凉，冬季寒冷干燥。

3）土地利用现状

根据全国土地利用/覆盖分类系统，结合评价区实际，本次评价共确定区分出以下 5 种土地利用和地表覆盖景观类型。

耕地：包括水浇地、旱田等。

林地：包括林地、其他林地等。

草地：包括林间、道路旁、坑塘边生长草本植物为主的草地等。

水域：包括沟渠、河流、坑塘水面等。

建设用地：包括公路用地、村庄等。

表 7.1- 24 跨越段评价区土地利用现状

土地类型	生态系统	面积（hm ² ）	占比（%）
林地	森林生态系统	40.92	17.20
耕地	农田生态系统	155.42	65.31
草地	草地生态系统	7.74	3.25
水域	水域生态系统	26.18	11.00

土地类型	生态系统	面积 (hm ²)	占比 (%)
建设用地	建设用地生态系统	7.71	3.24
合计		237.97	1

4) 植被与保护植物调查

评价组在该段红线内进行了样方调查。调查结果显示,工程所在区域植被隶属于暖温带落叶阔叶林区域,但由于历史因素和人类活动的影响,境内原始天然植被已不复存在,现存植被均为次生植被,且以人工植被为主。天然次生植被主要为野生杂草群落,多见于路边、地埂和荒地上以及灌木林下,主要植物种类有葎草、苍耳等草本植物。工程跨越生态保护红线段植被类型主要为河道内芦苇及两侧的黑杨。

5) 动物和保护动物情况

在该区段设置样线进行了现场调查,并查阅了保护区相关资料。在现场调查期间,发现的动物主要为鸟类,包括喜鹊、灰鹊鸽、斑鸠、麻雀等。未发现国家 I 级重点保护动物、国家 II 级重点保护动物、中日协定保护鸟类、《濒危野生动植物种国际贸易公约》中动物、山东省重点保护野生动物,评价区保护动物分布较少。

7.1.5.4 跨越莱阳五龙河省级湿地公园

(1) 湿地公园概况

莱阳五龙河省级湿地公园呈南北走向的狭长区域。规范范围主要为五龙河主干道及其支流蚰河、清水河,北起莱阳与栖霞交界处,南至五龙河入海口。

(2) 生物多样性

根据《莱阳五龙河省级湿地公园总体规划(2018—2022 年)》,五龙河流域在中国植被区划中属于暖温带落叶阔叶林区域—暖温带落叶林地带—暖温带南部落叶栎林地带—山东丘陵栽培植被,赤松林、麻栎林区—胶东丘陵栽培植被,含东北成分的赤松林、麻栎林小区,公园植被可划分为针叶林、暖温带落叶阔叶林类型。

针叶林主要包括黑松林和赤松林,湿地区域内黑松林主要分布在周边山区,赤松林呈小片状分布于低山丘陵。暖温带落叶阔叶林主要为刺槐林、杨树林和灌丛。刺槐林多为人工林,种类组成比较简单,乔木层通常只有刺槐一种,偶尔可

见赤松、麻栎、栓皮栎等。杨树林主要为人工林，原始的黑杨基本被人为破坏，现存的杨树林多为近几年沿河工程造林形成的，林下一般无灌木层，草本植物也比较少，常见的有知风草，狗尾草、牛筋草等。灌丛是指以灌木为建群种或优势种所组成的一种植被类型，该流域的灌丛主要有胡枝子灌丛、连翘灌丛、黄荆灌丛、绣线菊灌丛等。

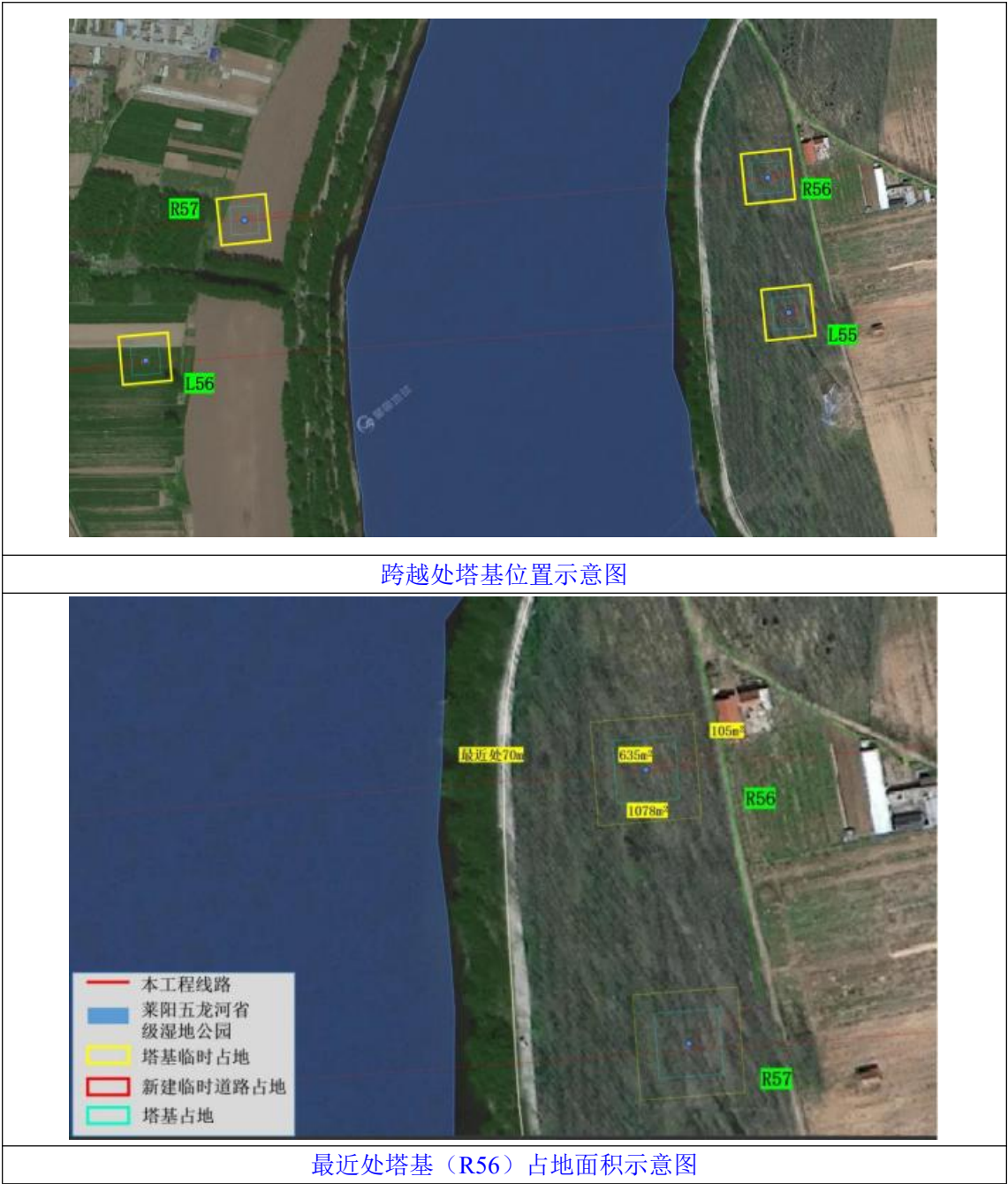
五龙河省级湿地公园地处胶东半岛南部，气候温暖湿润，物种资源丰富。共有各类植物 1200 余种，其中苔藓类 189 种，维管植物 759 种，其它低等植物 300 余种。公园分布有国家Ⅱ级重点保护植物 2 种，中华结缕草和野大豆。公园内有各类动物 2170 种，其中脊椎动物 429 种，无脊椎动物 1741 种，包括陆生无脊椎动物 1359 种、淡水浮游动物 128 种、海水浮游动物 37 种、甲壳类动物 107 种、湿地底栖动物 110 种、鱼类 30 种、陆生野生动物 350 种。其中陆生野生动物包括两栖类 7 种、爬行类 13 种、鸟类 206 种、兽类 18 种。

(3) 本项目与湿地公园位置关系

莱阳五龙河省级湿地公园划分为保育区、恢复重建区和合理利用区。本工程在烟台市海阳市穴坊镇东富山村东南侧跨越长度约 $2 \times 0.28\text{km}$ ，采用一档跨越方式，不在保护红线内设立塔基。本项目为两条单回线路并行，跨越处涉及 4 基杆塔，杆塔信息及临时占地信息详见表 7.1-25。

表 7.1-25 跨越莱阳五龙河省级湿地公园塔基信息表

塔基编号	与生态敏感区方位-距离	占地面积
L56	湿地公园西侧 155m	单塔基占地面积约 635m^2 ，塔基周边临时占地约 1078m^2
R57	湿地公园西侧 86m	
L55	湿地公园东侧 79m	
R56（最近塔基）	湿地公园东侧 70m	
临时道路（R57 处）	湿地公园西侧 86m	238m^2
临时道路（R56 处）	湿地公园东侧 70m	105m^2
临时道路（L55 处）	湿地公园东侧 79m	112m^2
牵张场	不设置牵张场	/



(4) 跨越段生态环境概况

1) 沿线生态状况

跨越段位于河谷平原区，周边地势平坦。湿地公园所在河道两侧以乔木、草本群落为主。河道内生态流量较差，部分时段处于断流状态，河岸乔木和河道内挺水植被发育较好，植被覆盖度较高。沿线交通较为便利，省道、乡道交错，湿地公园两侧分布有大量农田，较远处一些村庄分布，受到较高强度的农业耕作、交通运输等人为活动影响和干扰。

2) 土地利用现状

根据全国土地利用/覆盖分类系统, 结合评价区实际, 本次评价共确定区分出以下 5 种土地利用和地表覆盖景观类型。

耕地: 包括水浇地、旱田等。

林地: 包括林地、其他林地等。

草地: 包括林间、道路旁、坑塘边生长草本植物为主的草地等。

水域: 包括沟渠、河流、坑塘水面等。

建设用地: 包括公路用地、村庄等。

表 7.1- 26 跨越段评价区土地利用现状

土地类型	生态系统	面积 (hm ²)	占比 (%)
林地	森林生态系统	40.92	17.20
耕地	农田生态系统	155.42	65.31
草地	草地生态系统	7.74	3.25
水域	水域生态系统	26.18	11.00
建设用地	建设用地生态系统	7.71	3.24
合计		237.97	1

3) 植被和保护植物现状

根据调查可见, 评价区内木本植物主要为黑杨, 没有发现珍稀濒危物种, 所有木本植物在当地容易栽培, 区内没有发现古树名木; 草本植物资源较丰富, 主要为狗尾草, 未发现珍稀濒危物种。

湿地公园的水生维管植物, 随着水深的变化, 大致可分为 4 种植物带, 分别是漂浮植物带、挺水植物带、浮叶植物带和沉水植物带。在不同的植物带中, 有着不同的建群种和伴生种。评价区的水生维管植物主要为挺水植物带, 分布在评价区的沟渠沿岸, 主要植物种类是芦苇。

4) 动物和保护物种现状

在现场调查期间, 发现的动物主要为鸟类, 包括喜鹊、灰鹊鸽、斑鸠、麻雀等。线路跨越湿地公园段未发现国家 I 级重点保护动物、国家 II 级重点保护动物、中日协定保护鸟类、《濒危野生动植物种国际贸易公约》中动物、山东省重点保护野生动物, 评价区保护动物分布较少。

7.1.5.5 跨越莱阳市五龙河鲤国家级水产种质保护区

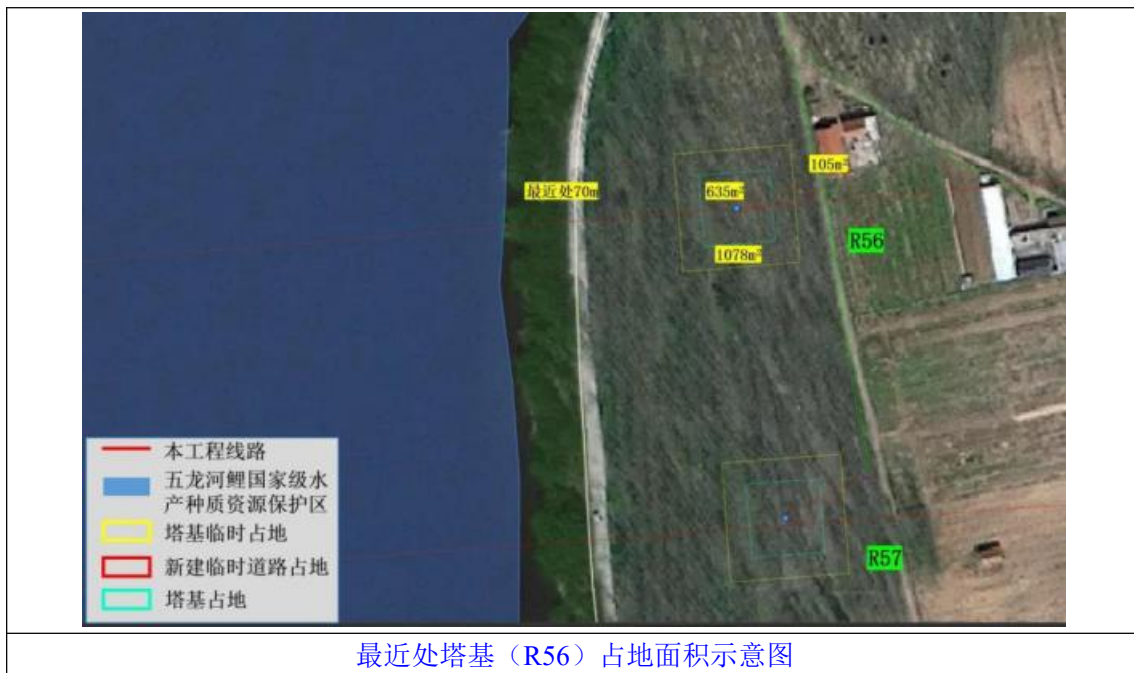
(1) 本项目与种质资源区位置关系

拟建项目跨越五龙河鲤国家级水产种质资源保护区核心区，长度约2×0.26km，本项目为两条单回线路并行，跨越处涉及4基杆塔，杆塔信息及临时占地信息详见表7.1-27。

表 7.1- 27 跨越五龙河鲤国家级水产种质资源保护区核心区塔基信息表

塔基编号	与生态敏感区方位-距离	占地面积
L56	种质资源保护区西侧 155m	单塔基占地面积约 635m ² ，塔基周边临时占地约 1078m ²
R57	种质资源保护区西侧 86m	
L55	种质资源保护区东侧 79m	
R56（最近塔基）	种质资源保护区东侧 70m	
临时道路（R57 处）	种质资源保护区西侧 86m	238m ²
临时道路（R56 处）	种质资源保护区东侧 70m	105m ²
临时道路（L55 处）	种质资源保护区东侧 79m	112m ²
牵张场	不设置牵张场	/

跨越处塔基位置示意图



（3）穿越段生态环境概况

1）沿线生态状况

种质资源区所在河道两侧以乔木、草本群落为主。河道内生态流量较差，部分时段处于断流状态，河岸乔木和河道内挺水植被发育较好，植被覆盖度较高。沿线交通较为便利，省道、乡道交错，湿地公园两侧分布有大量农田，较远处一些村庄分布，受到较高强度的农业耕作、交通运输等人为活动影响和干扰。

2）动物和保护物种现状

保护区主要生产养殖基地选择在五龙河流域两侧生态环境良好，无或不直接受工业三废及农业、城镇生活、医疗废弃物污染的地域。水源无污染，稳定充足。根据水生生态现状调查，浮游植物共监测到 7 门 66 种（属），浮游动物共检出 35 种，底栖生物共 15 种。滩地以芦苇与香蒲等组成的单纯性或混生性群落较为常见。本次调查共有鱼类 28 种，无国家、省级重点保护水生野生动物分布。鱼类调查以鲤、鲮条、似鳊、黄颡鱼、鲫鱼等小型鱼类为主，主要经济鱼类产量明显。

7.1.5.6 跨越海阳白沙河饮用水源保护区

白沙河发源于海阳市朱吴昆嵛山脉西南麓，流向西南，经过多个村庄，最终入丁字湾。本项目涉及海阳白沙河饮用水源保护区，一档跨越准保护区，跨越长度 $1 \times 0.04 \text{ km}$ 。位置关系见附图 8。

7.1.5.6 避让的 2 处村镇级集中式饮用水源地

(1) 祥东村集中式饮用水水源

祥东村集中式饮用水水源为地下水行饮用水源，位于行村镇祥东村，供水范围为祥东村，一级保护区范围为取水口周边半径 10m 的圆形区域，二级保护区取水口周边半径 100m 的圆形区域。本项目线路距二级保护最近距离 0.25km；位置关系见附图 10。

(2) 英武店村集中式饮用水水源

英武店村集中式饮用水水源为地下水行饮用水源，位于行村镇英武店村，供水范围为英武店村，一级保护区范围为取水口周边半径 10m 的圆形区域，二级保护区取水口周边半径 100m 的圆形区域。本项目线路距二级保护最近距离 0.3km；位置关系见附图 9。

7.1.6 沿线主要生态问题

(1) 水土流失现象突出

线路沿线地貌复杂多样，海拔相差较大，土壤为草甸土和栗钙土，受长期内外力作用，地表剥蚀严重，支离破碎，坡陡沟深，水土流失问题较为突出。由于植被较差，土质松散、粉沙含量高，受气候干旱多风、农业等因素影响，出现了风蚀为主的水土流失问题；

(2) 生境质量受到一定强度干扰

线路沿线长期以来受地理位置、气候、风沙、水蚀、盐碱、地下水位变化、水土流失和河流断流等不利自然因素以及牲畜超载、滥垦滥挖、项目建设等人为因素干扰，呈现林地、耕地和草地等用地转向城镇及工矿用地和水域及水利设施等用地的态势，使林地、草地和湿地等生境破坏程度的不断积累，承载的压力过大，使原来自我调节和抗拒自然灾害能力较强的森林、草地生境在整个区域生态系统中所占的比重有所缩小，自我调节和抗拒自然灾害能力差的次生生境面积则日益扩大，导致高等级生境质量面积减少，低等级生境质量面积增加，生境质量整体呈现下降的趋势。

(3) 生态服务功能下降

线路沿线有较多的林地和草地资源，林地与草地分布较广、面积较大，受海拔和地形等地理因素、风蚀和干旱等气候因素、鼠虫害和毒草繁衍滞生等生物因

素及不合理的开垦利用、项目建设和乱采滥伐等人为因素影响，森林覆盖率有所降低，草地与草场退化问题凸显，湿地破坏与河流断流现象突出，水土流失、土地沙化与土壤盐碱化等的累积作用，致使线路沿经地区水土保持、土壤侵蚀控制、气候调节、水源涵养、生物多样性维护和文化服务等生态系统服务功能下降，各生态系统的直接与间接生态价值减少。

7.2 生态影响分析与预测

7.2.1 土地利用影响分析

项目建设会占用一定面积的土地，使评价范围内的各类用地面积发生变化，可能导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况发生改变，从而对生态系统完整性产生一定影响。

本项目占地均为临时占地，包括线路的塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路等。在项目建设过程中，临时占地只发生在项目施工期间。这些临时占地如发生在生长期，则可能会破坏一部分林地、灌丛、草地和农作物等，对农、林业生产造成一定损失，也会使其它自然植被遭到一定程度的损伤。但项目结束后，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，本项目建设的临时占地对土地利用结构与功能影响不大。

综上，项目对沿线土地利用结构的影响可以接受，临时占地在施工后期会迅速恢复，不会带来明显的土地利用结构与功能变化。

7.2.2 植被生态影响分析

7.2.2.1 施工期植被生态影响分析

(1) 对森林植被的影响

森林植被在线路两侧分布较多，以针叶林和落叶阔叶林为主，森林相对茂密，植被盖度比较大。

在施工期，项目临时占地将会小范围占用一定量的林地，破坏局部群落的组成与结构，对评价区森林植被造成损失；而塔间线路占用林地上方的空间，不会对森林植被带来影响。项目将通过科学选址选线与严格论证，尽量占用人工林、灌丛、草丛、农田等，减少占用天然林，可以将损失降到最低。结合资料与实地调查得知，评价区内多为常见种，未调查到以国家珍稀、濒危、重点保护植物为

建群种的森林群落，调查到的国家重点保护植物和省级重点保护植物与线路均有一段距离，项目建设不会造成森林结构及保护物种、生境的严重破坏。且因为项目建设占地量不大，施工期短，造成的森林生物量与生产力损失量很小。森林植被多分布在环境较适宜的区域，恢复条件相对较好，天然更新能力极强，整体恢复能力与抗干扰能力较强，施工结束后，临时占地区域的林地生物量和生产力很快就可以实现恢复。

综上，输变电项目建设导致的小范围、局部干扰和线性扰动将不会对森林的生物多样性带来威胁，也不会造成大的生物量与生产力损失。但在施工过程中，建议对林木分布集中区域或有保护物种分布的区域采取围挡措施等，以免不当操作带来不利生态影响。

（2）对灌丛植被的影响

沿线的灌丛植被主要包括猪毛蒿灌丛、白茅灌丛、马唐灌丛、虎榛子灌丛、狗牙根灌丛等。

在施工期，会占用少量灌丛，造成少量生产力及生物量的永久损失，牵张场、跨越施工场地区、施工道路等临时占地也可能会导致小范围内灌丛结构轻微破坏。但沿线的灌丛分布分散，不会造成大面积破坏。且沿线灌丛耐寒性强，对土壤适应性强，灌丛受到破坏后易于自然恢复。受到人为扰动后，只要加强后期维护，减少人类活动干扰，不会对其造成不可逆影响。部分灌丛生长在坡度较大的深沟或陡坡，如施工管理不当，可能会产生影响，施工时需采取水土保持措施，避免影响水源涵养和水土保持生态功能。

（3）对湿地植被的影响

沿线涉及跨越河流湿地，湿地和湿生植被主要分布在河流湿地的两侧，主要为芦苇草丛，分布面积较小，群落结构简单，物种丰富度较低，生物量和生产力不高，湿生植物群落结构相对简单。对沿线河流等湿地，线路为一档跨越，不在河流湿地中立塔，临时占地不会占用河流湿地。在跨越水体段施工时，塔基基础开挖等产生的扬尘与施工人员生产生活产生的废水、废弃物等可能会对河岸带与河漫滩的湿生植被产生一定影响，但河岸带与河漫滩水分与土壤条件相对较好，湿地植被恢复能力极强，受扰后可以较快恢复，同时也将采取措施减轻以上影响。

因此，项目建设将不会对湿地植被产生明显的不利影响，不会影响湿地植被

的河水净化和生态缓冲等功能。

(4) 对栽培植被的影响

栽培植被线路广泛分布，以粮食作物为主。常见的粮食作物主要有小麦、玉米，均为常见粮食作物类型；经济作物主要为花生、土豆、甘薯、西兰花，在沿线也有一定分布。

在施工期，项目对农田植被的影响，主要体现在施工期干扰造成的生物量与生产力损失。塔基占地面积较小，且多占用田埂或边角地块，所带来的产量损失非常小，基本不影响粮食生产，更不会对农业生态造成明显不利影响。线路塔基实际占地仅限于 4 个支撑脚，塔下仍可种植，不会对农业生态产生明显影响。塔基建设可能会影响大型喷灌设备的使用，可以通过合理的选线将这种影响降到最低。项目临时占地可能会占用少量农田，短期内会影响粮食与经济作物的产量，但这种影响暂时、可恢复，结束后即可恢复原状。通过后期管理与恢复，对栽培植被的影响可以接受。

7.2.2.2 运行期植被生态影响分析

运行期内，导线下方的灌丛、灌草丛和栽培植被高度较低，不需要对这些植被进行修剪，对其植被和植物资源没有影响。但对导线下方高度较高的林木可能需要进行修剪，将对森林群落的生物量、生产力造成一定损失。但项目设计时，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，这些区域树木高度一般低于 15m，由于山腰、山脊或山顶等有利地形形成的高差，在塔位附近，树冠与导线之间的垂直距离通常超过 10m，不需要定期修剪树冠。山坳中的林木高度较半山、山脊和山顶处虽然更高，但是由于位置低凹，导线与山坳处的乔木树冠之间的垂直距离更大，故不需砍伐。且设计时已考虑了沿线树木的自然生长高度，并视情况采取在林区加高杆塔高度的措施，减少林木砍伐。项目运行可能会造成极少量生物量、生产力损失，对植物生态环境的影响轻微。

运行期的线路维修和巡检以人力和无人机巡检为主，巡线检修也会利用机耕道等已有道路，基本不破坏森林灌丛植被或栽培植被，对其影响可以接受，但运行期可能会踩踏部分草地植被，造成少量的生产力和生物量损失。而巡检扰动频率低，强度小，单次巡检时间短，草地植被即使受扰后也很快就会自然恢复，总体上项目运行对植被的影响可以接受。

7.2.2.3 对国家、省重点保护野生植物的影响

经调查,沿线评价范围内未发现重点保护野生植物。本项目建设对重点保护野生植物无占用影响。

7.2.2.4 对古树名木的影响分析

经调查,沿线评价范围内未发现古树名木。本项目建设不存在对古树名木的影响。

7.2.2.5 外来物种影响分析

评价范围内入侵植物的入侵机制具备种子量大、传播能力强、传播范围广、抗逆性强、适应性强等特点,部分入侵植物还具有化感作用。入侵植物的主要入侵方式为影响其他植物繁殖和生长,扩散方式多为人类农业生产活动扩散或随水流及风力传播。

本项目为线性项目。尽管施工对自然群落的破坏很小,但是施工活动带来的干扰也会在一定程度上降低群落对外来种入侵的抵抗力。同时,施工期沿线人流、车流量增加,可能会无意造成外来入侵植物的传播。外来物种在一定范围内若形成优势群落,将对土著物种产生一定的排斥,使区域内植物群落类型、结构、生物多样性受到一定的影响。因此需要加强外来入侵植物危害教育,施工中尽量选用本地的施工机械及材料,对施工器械定期彻底清理,加强施工机械的消毒,以避免外来入侵植物种子的无意扩散。施工过程中如果发现外来入侵物种植株,应及时处理。同时结合不同入侵种的入侵机制,采取针对性地防控措施。采取措施后,该影响可明显降低,总体上影响可以接受。

7.2.3 动物生态影响分析

7.2.3.1 施工期野生动物影响分析

(1) 对鸟类的影响

1) 项目占地的影响

项目塔基、施工简易道路、材料堆场、施工区域等会占用林地、草地和灌丛用地,会破坏鸟类生境,导致鸟类生境减少。在丘陵、山地中架设铁塔需要适当砍伐一些植被,在鸟类繁殖季节可能危害鸟卵和幼鸟,受影响的种类主要为常见的棕头鸦雀、麻雀、大山雀、褐头山雀、喜鹊、灰喜鹊、小鹁、灰头鹁等鸣禽;珠颈斑鸠、戴胜、山斑鸠、灰斑鸠、山噪鹛等喜地栖的鸟类;环颈雉、石鸡等陆

禽。生境破坏可能使其活动和觅食范围减小，但由于项目永久占地占评价区的比例很小，鸟类活动能力较强，这些鸟类很容易在附近区域找到替代生境，而临时占地在施工结束进行生态恢复后，仍可作为鸟类栖息地，项目占地对鸟类的影响可以接受。

2) 施工噪声的影响

鸟类一般对噪声较为敏感，施工期会存在一定的施工机械作业噪声和材料运输交通噪声，这些噪声可能会对栖息在施工区域及邻近区域的鸟类产生一定的趋避作用。受施工噪声影响，施工场地一定范围内将不再适合鸟类的栖息、觅食等活动。但由于鸟类的活动范围很大，行动迅捷，可替代的适宜栖息生境较多，可以就近寻找到其它适于栖息的地方。且由于塔基分布较为分散，单个塔基影响范围小，施工时间短暂，施工噪声在每个区域生境的持续时间短，施工噪声对鸟类的影响可以接受。

3) 水污染的影响

输电线路一档跨越五龙河，在河流水体边进行塔基施工时，如施工生产废水及生活污水未得到妥善处理，排放后可能会污染周边水体，从而影响湿地鸟类和傍水型鸟类的栖息环境，间接影响到鸟类的取水或取食。可能受影响的种类主要为游禽（如：斑嘴鸭、赤麻鸭等）和涉禽（如：苍鹭、大白鹭等），但线路对河流湿地为一档跨越，塔基占用湿地极少，影响范围和程度有限且短暂。通过合理的塔基选址，适宜的水污染防治、水土保持措施避免不良影响的产生。

4) 夜间施工灯光对鸟类的影响

一般情况下，夜间灯光会打乱自然环境的明暗循环规律，严重时可能会影响鸟类迁徙模式、觅食活动和繁殖过程。在夜间，特别是在低云、低雾、有雨天气情况下，较低高度飞行的鸟类可能会被灯光吸引而迷失方向，增加坠落和被猎捕的风险。但项目施工时，塔基施工物料需求有限，运输量小，且基本在白天运输，夜间光源比较少，基本不会对鸟类产生影响。同时，施工时段多集中在白昼，不夜间施工，且塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间较短，影响程度非常有限。即使因部分工序原因，必须在夜间施工，但由于施工机械少，灯光亮度低，光源数量少，对鸟类的危害较小，影响轻微。

5) 施工活动的影响

施工期线路周边人员变多，人为活动增加，会对栖息在施工区及邻近区域的鸟类产生一定干扰，但鸟类性情警惕，迁移能力较强，且施工区附近相似生境较多，鸟类很容易找到类似生境继续活动。施工扰动可能会使大部分鸟类因为施工噪声远离施工区域，小部分地栖和灌木林栖鸟类由于栖息地的丧失而迁移，项目评价区内鸟类种类和数量暂时性减少，但由于大多数鸟类会通过短距离迁移来避免伤害，且本项目的施工点较分散，施工结束后，对植被进行恢复与重建可使栖息地功能逐步恢复，影响鸟类生存的人为活动因素消失，迁移至周边生境中的鸟类会重新回到原生境。可见，项目施工活动会对鸟类产生轻微的短期影响，但长期影响较小。

（2）对水生生物的影响

1）项目占地的影响

本项目在河流湿地区域一档跨越，塔基不占用湿地和河流水体，不占用水生物栖息地，不会直接破坏鱼类、水生爬行动物等水生物栖息环境。极少量的水体内占地面积极其小，不会造成湿地面积的明显减少。施工临时占地不会占用湿地与水域，不会占用水生物的栖息地。

2）水污染与水土流失的影响

输电线路一档跨越五龙河，在河流水体边进行塔基施工时，如施工废水、施工临时堆土和施工人员生活污水未得到妥善处理，排放后可能会污染周边水体，从而影响鱼类、水生爬行动物等水生物的栖息环境，间接影响水生物的食物链网结构。本项目不在河流湿地立塔，不会干扰湿地水环境与栖息地生境。塔基施工期间会采取有效的污废水治理措施与水土保持工程与管理措施，不会向水体排污，不会造成水土流失，不会对水体水质产生影响，也不会对水生生物栖息环境产生不良影响，不会影响到水生生物。极少量的水中立塔施工，通过采取围隔措施，不对水体造成明显影响。项目运行期主要的检修活动不涉及水体，也不会向水体排污。项目建设与运行不会对水生生物产生影响。

（3）对两栖类的影响

1）施工占地的影响

本项目线路较长，塔基数量较多，但大都布置在裸地、农田、建设用地、荒地等其他用地上，一档跨越莱阳五龙河省级湿地自然公园、胶东丘陵生物多样性

维护生态保护红线、烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）等区域，项目不在水体中立塔，对两栖类生境占用影响小，少量的塔基施工，采取围隔措施后，干扰范围小，也基本不占用其生境。施工临时道路、牵张场地等临时占地会尽量避开山溪、沟渠、池塘等两栖类生境，即使小部分占用，随着生态恢复措施的实施，临时占地区植被进一步恢复，对其生境占用的影响将逐渐减小。

2) 水污染的影响

施工期场地平整等可能会在雨季造成水土流失，水域附近的塔基开挖、建设等活动产生的废水、施工人员生活污水、施工机械维修及油污跑冒滴漏产生的含油污水等，如果处理不当，会随雨水流入河流、坑塘或农田等两栖类栖息生境，造成局部生境污染和水质破坏。石灰、水泥、渣料等溶于水会造成水体 pH 值、无机盐浓度的改变，这对通过表皮吸水的蛙类有很大威胁，水体 pH 值、无机盐浓度的改变会破坏其体内的水盐平衡，导致其失水和积累盐分而死亡。通过严格落实施工期间的水污染防治措施，加强施工生产废水和生活污水收集清运与处理，在带油设备下方铺设吸油毡等集油措施，可大大降低对周边水环境的影响。

3) 施工噪声的影响

蛙类主要通过鸣声求偶，施工期噪声会对其求偶造成一定的干扰，使其求偶繁殖率降低。蛙类求偶时间一般为晚上或凌晨，本项目主要在昼间施工，避开了其繁殖时间，且在湿地水域等区域的施工工程量较小，施工时间短，施工噪声对其影响小。施工区域产生的项目噪声也将驱使两栖类向周围适宜生境迁徙，不会对两栖类的生存造成明显不利影响。

4) 夜间施工灯光对两栖动物的影响

通常来说，夜间灯光可能会干扰自然环境光暗交替的规律性，从而改变两栖类动物的行为和生境条件。由于两栖动物视觉敏感性高，其夜间活动更易受到光照变化的影响，如光照可能会阻碍两栖动物进出繁殖区；灯光也会干扰一些雄性两栖类动物的鸣叫，降低雌性对配偶的选择性，导致雌性倾向于快速交配以避免交配活动过长所增加的捕食风险。但项目塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间较短，施工时段主要集中在白昼，不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，由于塔基施工量较小，运行机械少，灯光亮度低，光源数量少，对两栖类动物的危害也比较小，影响十分轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强

度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对两栖动物影响轻微。

5) 人为活动干扰影响

施工区域人为活动增加会干扰两栖类的栖息、觅食等活动，将迫使两栖类迁移到周围适宜生境中生存，短暂减少该区域两栖生物的种类和数量；施工期间，进入周边适宜生境的两栖类可能使得其他物种的生存压力加剧，食物链结构改变。但从大范围来看，本项目属于点线型项目，仅在塔基附近造成极小范围的点状改变，没有显著改变两栖类在该区域的生境条件与物种数量。施工活动结束后，随着人为活动的消失，自然生态环境会逐渐恢复，项目建设对两栖类物种的影响将逐步消失。

(4) 对爬行类的影响

1) 施工占地的影响

项目塔基占地以及施工便道、牵张场地等临时占地占用林地、灌丛、荒地等用地，可能会减少部分陆生爬行类动物生境，对生境植被的破坏还可能对爬行类动物的食物可获得性产生轻微的影响；施工便道等线性占地将造成爬行类动物的生境破碎化程度增加，导致施工影响区内爬行动物离开原有的生境，迁移到施工区以外的替代生境中。但评价区内替代生境多，施工占地占区域总面积的比例极其小，项目占地对其生存不会造成明显威胁。

2) 水污染的影响

某些林栖傍水型爬行类的生存对水环境有一定依赖性，施工期间土石方作业及施工废水可能会导致水体污染，对其生境会造成一定程度的影响，可能会影响其栖息活动。但是这些影响比较短暂，施工过程也将严格执行各项水污染防治措施，且周边可替代生境多，不会影响爬行类生存栖息环境。

3) 施工噪声、人为活动的影响

施工作业产生的噪声和震动、施工人员的生产生活等活动会干扰爬行类捕食，并对其造成惊吓，迫使其迁出施工区域。由于施工工程量较小，单个塔基施工时间短，施工噪声不会对爬行类的生存造成明显不利影响。

4) 夜间施工灯光对爬行类的影响

通常情况下，夜间灯光可能会破坏昼夜交替规律，打乱自然光暗循环，并可能改变爬行动物的行为、生活节律与生境条件。灯光会影响爬行类动物的夜视效

果，光照时长变化也可能会扰乱其原本的生活规律。但项目塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间短，施工时段多集中在白昼，不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，由于塔基施工强度低，使用的机械数量少，灯光亮度低，光源数量少，对爬行类动物的危害很小，影响比较轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对爬行动物影响轻微。

（5）对兽类的影响

1）施工占地的影响

本项目塔基呈点状分布，占地面积比例小，影响范围小。项目对兽类影响主要体现在施工便道、施工生产生活区、牵张场等临时占地的影响，栖息地的占用使得兽类短暂离开施工占地，向其他的适宜生境迁移，周边类似的生境较多，兽类的生存基本不会受到影响，临时占地的影响可以接受。

2）施工噪声、人为活动的影响

施工机械噪声和交通运输车辆噪声等会干扰兽类的栖息、觅食等活动，使兽类迁移，兽类的迁移能力强，将使其避免施工造成的直接伤害，但同时受施工噪声影响迁移到它处的兽类，可能会因为争夺有限的生存空间，竞争压力变大，自然选择强度增加。施工期间，施工人员仅在一定范围内活动，且施工噪声传播范围有限，并不会影响其生存，这种暂时性施工活动更不会对其种群产生不良影响。施工人员活动留下的食物残渣和垃圾可能会吸引啮齿类在施工区域聚集，客观上增加其食物来源。总体上施工噪声、人为活动对兽类的影响可以接受。

3）夜间施工灯光对兽类的影响

一般来说，夜间灯光会打乱自然环境的明暗交替，并可能破坏昼夜节律，从而改变兽类动物的行为、生活节律与生境条件。夜间灯光会干扰兽类的作息和行为模式，影响其视觉，扰乱其生物钟，影响其觅食和繁殖等正常活动，甚至影响其迁徙路线。但项目塔基分布较为分散，周边可替代生境与迁徙路线多，单个塔基的施工时间较短，施工时段集中在白昼，基本不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，塔基施工强度不大，机械较少，灯光亮度低，光源数量少，对兽类危害也小，影响比较轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对兽类影响轻微。

7.2.3.2 运行期野生动物影响分析

(1) 对两栖、爬行类及兽类的影响

运行期，兽类、两栖类和爬行类等陆生动物的空间活动范围基本不会受到限制，输电线路塔基等占地对其生境和活动起着非常小的阻碍作用。小型陆生动物因本身的生物学特性，其活动范围较小，因而受到的限制更大，塔基等占地会对一些小型兽类栖息地造成一定破坏。但本项目输电线路为点状项目，根据地形差异，两塔之间距离一般为 300m-800m 左右，杆塔之间的区域为架空线路，造成的分离和阻隔作用相对较小，不会对陆生动物的生境和活动产生真正阻隔。项目运行后，陆生动物仍可自由活动和穿梭于线路两侧，对其行为和活动范围的影响可以接受，不会对其种群产生明显不利影响。人类活动的增加也会为小型陆生动物，如伴随人类居住生活的啮齿类动物等带来更多的食物来源。

输电线路运行期人为活动很少，活动以巡线为主，且巡线人员数量少，巡线时间短暂，其巡线活动有一定的时间间隔，不会有过于频繁的人类活动，对陆生动物栖息和繁衍的扰动和影响极其轻微。

(2) 对鸟类的影响

1) 对迁徙鸟类的影响

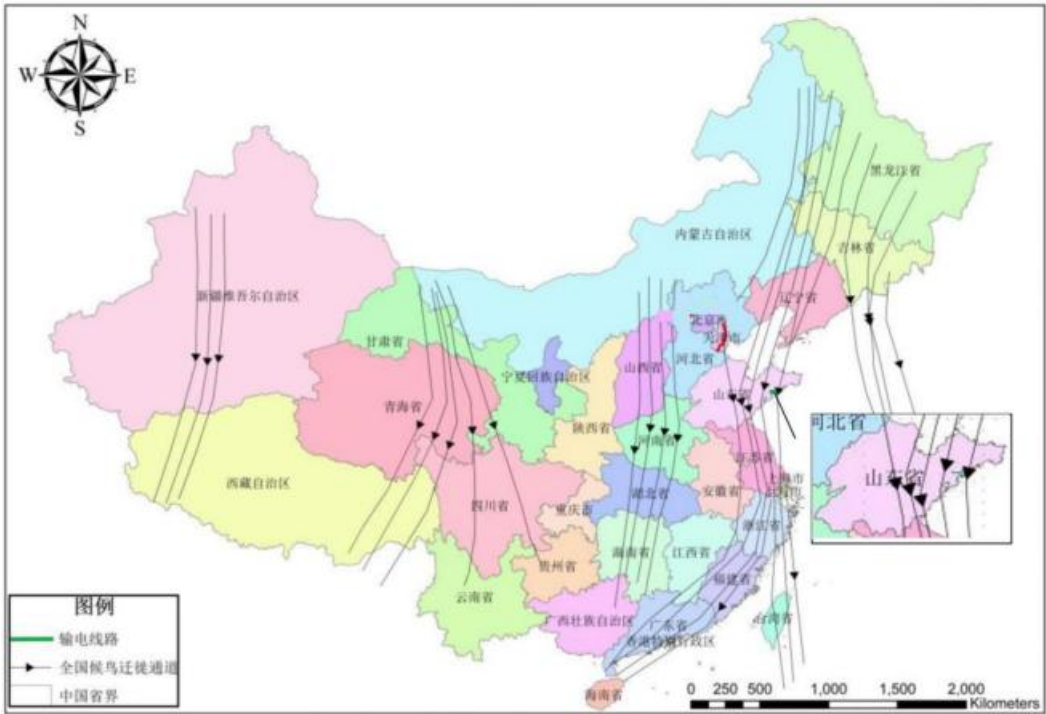
本项目沿线湿地与林地生境较多，候鸟和旅鸟较多，包括东方白鹳、黑鹳、灰鹤、苍鹭、白琵鹭、中白鹭、小白鹭、楔尾伯劳、绿头鸭、黑眉苇莺、北红尾鸲、灰棕鸟、东方白鹳、黑鹳、白枕鹤、灰鹤、红嘴鸥、西伯利亚银鸥、游隼等，输电线路杆塔较为高大，可能会对线路附近鸟类迁徙和飞行造成一定影响。

根据相关研究，输电线路常见的活动鸟类有鹳形目、隼形目、鹤形目、鸱形目、鸽形目、雨燕目及雀形目的鸟类。其中容易引起输电线路事故的为鹳形目的鹭科、鹳科，隼形目的鹰科、隼科，鹤形目的鹤科，鸽形目的鸠鸽科及雀形目的鸦科鸟类。本输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在飞行中撞到输电线路和杆塔受伤以及发生触电事故。鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约 100m-200m 的距离下避开。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。

本项目所在生态敏感区未进入《陆生野生动物重要栖息地名录》（第一批）公布的重要栖息地。根据《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021-2035 年）》

明确的山东莱阳五龙河湿地迁徙鸟类迁徙停歇地。这些区域附近的线路紧邻候鸟生境，大型鸟类的分布密度大，存在误撞线路等风险，尤其在不良天气条件下，这种风险就会加大，有可能会对鸟类造成影响，需要采取预防措施。

鸟类迁徙是候鸟在繁殖地与越冬地之间沿相对固定的路线定期往返的习性。参考国家林业和草原局于 2022 年 12 月颁布的《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021—2035 年）》，我国主要有 4 条候鸟迁徙路线，形成东部、中部、西部 3 个候鸟迁徙区。在西部迁徙区迁飞的候鸟中，来自内蒙古西部干旱草原、甘肃等地的干旱或荒漠、半荒漠草原地带和高原草甸草原等生境中繁殖的夏候鸟，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，甚至迁到东南亚各国；或由海岸直接迁至日本、马来西亚、菲律宾及澳大利亚等国越冬。



本项目全部线路处于我国鸟类途经的东部迁徙区。但根据鸟类迁徙习惯，普通鸟类飞翔高度在 400m 以下，鹤类在 300m-500m，鹳、雁类等最高飞行高度可

达 900m 以上。输电项目杆塔及导线的高度一般在 100m 以下，远低于鸟类迁徙的飞行高度，因此在一般情况下，输电线路杆塔对鸟类迁徙的影响不大。但由于沿线的湿地生境是大型游禽、涉禽重要的越冬、繁殖或迁徙必经生境，这些鸟类在飞行过程中相对其他小型鸟类较笨拙，可能无法及时避开输电杆塔或导线而发生碰撞，存在误撞线路风险，若在夜间或大雾等能见度低的情况下，这种风险会比较严重，故在湖泊、河流等湿地生境及近距离树立杆塔及导线对鸟类影响相对较大。

2) 对留鸟的影响

评价区留鸟种类较多，包括山斑鸠、珠颈斑鸠、白头鹎、雀鹰、环颈雉、喜鹊、灰喜鹊、棕头鸦雀、戴胜等，本输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在觅食等日常活动中可能会撞到输电线路和杆塔受伤，但这些事故发生的概率较小。运行期工作人员线路检修会增加人为干扰，但本项目运行期检修频率不高，且区段检修时间短、检修人员较少，对留鸟的人为干扰很小。此外，沿线评价区留鸟可能在输电线下方树木上筑巢产卵，线路运行期线路下方乔木修剪可能会破坏鸟类巢穴及幼崽。

7.2.3.3 对重要动物影响分析

对本项目沿线区域动物资源进行调查后发现，由于动物活动范围大，评价范围内存在的国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物以及特有种可能仅偶尔出现于评价区。项目占地将减少某些重要野生动物的生境，因不同类型动物生活习性的不同，项目对以上动物可能会造成不同程度的影响。

(1) 对重要水生物种的影响

沿线河流湿地相对较少，这些河流湿地可能分布有一些保护鱼类。这些鱼类的活动范围集中在河道内，如水环境受到污染或栖息地被占用，其栖息环境及食物链结构会受到一定影响。本项目对水生保护物种所在河流采用一档跨越方式，不在水中立塔，不直接占用河流生物栖息地，不会破坏河流生态，也不会对这些保护物种栖息地产生明显的直接影响。河道两侧塔基施工时，会对产生的废水、废渣进行妥善收集处理，不会向河流排放废污水，也不向河道取水，所以不会破坏河流的水文情势。施工期间会采取有力的管理措施，禁止施工人员下河捕捞，所以不会对水生动物的种群产生影响。由于雨天施工可能会造成水土流失从而影

响栖息生境，因此要及时跟踪天气预报，避免在雨天施工。在项目运行期，主要的检修活动也不涉及水体。项目建设与运行不会对重要水生生物产生影响。

（2）对重要两栖类影响

评价范围可能出现的重要两栖类包括中国林蛙、金线侧褶蛙、花背蟾蜍、北方狭口蛙、中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙等。中国林蛙常栖息于栖息在阴湿的山坡树丛生境中，黑斑侧褶蛙、金线侧褶蛙多见于水田、池塘、湖泽、水沟等静水或流水缓慢的河流附近。花背蟾蜍、北方狭口蛙在夏秋季，白天多匿居在草石下或土穴中，多在阴暗潮湿的地方，黄昏时在塘边、沟沿、河岸、田边、菜园、路旁或房屋周围觅食。冬季在池沼、沟渠过冬。总体上看，线路建设不会占用水域和湿生生境，但如管理不善，施工废水也可能会污染其生境，生境的减小和施工噪声可能迫使两栖类动物离开栖息地，降低其活动和分布范围，需要加强施工现场的管理，缩短施工工期，控制施工作业面。

本项目输电线路一档跨越水体，不在水域立塔，塔基位于两岸陆地且塔基占地面积较小，不会大量占用两栖类生境。同时，这些两栖类常栖息于多种生境，周边可替代的适合它们生存的生境较多，施工结束后，仍可回到原来的生境，不会使两栖类物种数量减少。总体上看，通过在施工中采取有力的管理与保护措施，加强施工污水治理，加强施工噪声的控制，合理控制施工时间，本项目对重要两栖动物的影响可以接受。

（3）对重要爬行类的影响

评价范围可能出现的重要陆生爬行类包括山地麻蜥、黄纹石龙子、团花锦蛇、黑眉锦蛇、无蹼壁虎等。山地麻蜥主要生活在石质山地生境，团花锦蛇、黑眉锦蛇多生活于高山、平原、丘陵、草地、田园生境。蓝尾石龙子喜在干燥而温度较高的阳坡活动，黄纹石龙子常栖息于多石块、植被茂密的林缘或林中空地等处，山间溪流两侧的石下或草丛中，无蹼壁虎在村落、林地等生境均有可能发现。

项目对以上重点爬行类动物的影响主要是塔基、牵张场、施工便道等临时占地，这些占地可能会占用爬行类动物的部分生境，施工噪声、人为扰动等活动也会对爬行类动物的活动与栖息造成干扰。由于本项目塔基为点状占地，单个塔基面积小，周边相似生境较多，在施工结束后临时占地植被将逐渐恢复，爬行类动物仍可回到原有生境栖息生活，项目占地对其影响比较轻微。

（4）对重要鸟类的影响

评价范围内的重点保护鸟类主要包括陆禽、猛禽、游禽、涉禽、鸣禽和攀禽。

陆禽包括环颈雉、石鸡、岩鸽等。环颈雉栖于不同高度的开阔林地、灌木丛、半荒漠及农耕地；大石鸡常栖息于低山丘陵、岩石山坡以及高山峡谷和裸岩地区，繁殖期 4 月-5 月。岩鸽栖息于山地至高原的悬崖峭壁。喜成群活动，在山谷至平原或田野上觅食各种植物的种子、果实、根茎及农作物，繁殖期在 4-7 月。施工应尽量避免陆禽的繁殖期，对其影响主要为生境占用及噪声惊扰。项目塔基占用林草地等可能占用其生境，施工期人为活动和施工噪声也会迫使其远离施工区域，但塔基占地面积较小，施工时间短，评价区周边适宜生境较多，石鸡飞行力强，环颈雉奔跑速度快，遇到惊扰后可到附近的适宜生境继续活动。施工结束后，对其原生境进行恢复，仍可回到原栖息地，影响可以接受。其它陆禽也具备类似栖息特点，短期的施工干扰不会对陆禽造成明显影响。

猛禽主要有雀鹰、黑鸢、苍鹰、红隼、黑翅鸢、燕隼等。猛禽活动范围大，在山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛都有分布，但最主要的栖息生境为林地。猛禽听觉、视觉非常敏锐，飞行系统非常发达，飞翔能力强，项目施工对它们的不利影响可以接受，受到惊扰后，可选择其他适宜生境继续生存。项目占用部分林地，影响黑鸢等猛禽留鸟的繁殖，施工活动可能破坏其巢穴、鸟蛋等。所以在施工期需加强宣传教育、采取保护措施，设立警示牌等，减少对留鸟巢穴、鸟蛋、幼鸟的影响。

游禽主要有普通鸬鹚、斑嘴鸭、绿头鸭等，涉禽包括东方白鹳、黑鹳、灰鹤、苍鹭、黑水鸡、反嘴鹬等。游禽和涉禽多活动于评价区的河流、湿地等水域及水田。项目不在水域立塔，距离岸边尚有一定距离，不占用游禽、涉禽生境。项目对其主要为施工废水的影响，施工期废水如不采取有效措施随意排放，可能会污染周边水体，从而影响游禽和涉禽的栖息环境，间接影响到鸟类的取水或取食，但本项目施工期废水集中收集处置，不外排，不会对周边水源造成明显影响。但在运行期，距离线路较近的湿地、河流的游禽、涉禽等存在误撞线路风险，不良天气条件下，这种风险就会加大，故在湖泊、河流等湿地生境及近距离树立杆塔及导线对鸟类影响相对较大，需要加强后期生态观测，并根据观测结果及时采取相关保护措施。

鸣禽主要有云雀、喜鹊、灰头鹀、家燕、灰喜鹊、山斑鸠、棕头鸦雀、白鹡鸰等。鸣禽是鸟类中最进化的类群，分布广，能够适应多种多样生态环境，多数种类营树栖生活，少数种类为地栖，主要分布在项目沿线的林地和草地生境中。输电线路施工对鸣禽的影响主要是塔基等占用其生境与施工噪声。本项目单个塔基占地面积小，永久占地对鸣禽生境占用较少，临时占地可在施工结束后进行生态恢复，所以其生境受到影响较小；受施工噪声惊吓，评价区中的鸣禽可能会远离原来的栖息地，但本项目施工时间较短，且会尽量避开其活动频繁时段，周边有较多适宜生境供其栖息、觅食、活动，所以噪声对鸣禽的影响可以接受。

攀禽包括星头啄木鸟、白背啄木鸟、大杜鹃等。常栖息于林地生境，也见于农田和居民区。这些鸟类的活动性较大，无固定的居留地，性机警，受惊后迅速起飞，飞行速度较快，且部分物种较隐蔽，不易被发现。输电线路对施工攀禽的影响主要是项目永久和临时占地占用森林生境和施工噪声，但本项目单个塔基永久占地面积小，临时占地在施工结束即可恢复，攀禽大多善于隐蔽，在受到施工噪声惊扰后，其会飞离原栖息地。项目施工时间较短，会尽量避开其活动频繁时段和繁殖期，周边也有较多适宜生境供其栖息与活动，所以施工占地和噪声对攀禽影响可以接受。

(5) 对重要兽类的影响

评价区重点保护兽类分布范围较为广泛，常栖息于森林、灌丛和农田生态系统中，在以上环境中施工时，施工占地可能会缩小这些兽类的栖息地，同时它们还可能受到施工期噪声的惊吓，但这些动物大多生性机警，受到惊扰后可能远离施工区域，不会对其生存造成较大影响。同时，由于线路局部施工时间较短，工程量较小，这种影响具有临时、局地 and 可逆的特征，一旦施工结束，受影响种群将会立即恢复。且重点保护兽类有较多适宜的生境供其栖息、觅食、活动，在大的区域内，不会对其生存和种群数量产生明显的影响。因此，项目建设对其影响可以接受。

7.2.4 生态系统影响分析

7.2.4.1 对各类生态系统的影响分析

(1) 针叶林、阔叶林生态系统影响分析

塔基建设直接占用部分林地，导致林地面积的减少，间接占用森林中动物的

生境，使其暂时远离施工区域。由于输电项目塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，少量的林木砍伐、修剪不会改变使森林生态系统的群落演替，也不会对沿线森林生态系统造成系统性的破坏。因此施工对于森林生态系统的结构影响有限，不会破坏森林生态系统的结构完整性。塔基的建设不会改变森林生态系统的地形地貌，不会产生生态阻隔，也不会破坏生态系统的食物链食物网等。对于森林生态系统的物质循环、能量流动等过程影响有限，不会破坏森林生态系统的完整性。通过对施工人员的严格管理，禁止不文明施工行为，尽量减少施工对野生动物及其栖息环境的影响。临时占地造成的影响在施工结束后，可以通过采取相应的植被恢复措施得到缓解和消除，不会对森林生态系统的水源涵养、水土保持等功能产生影响。综上所述，本项目对于森林生态系统的影响可以接受。

（2）草丛生态系统影响分析

区域内草丛生态系统分布较广，但本项目塔基间隔远，单个塔基占地小，所以对草地植被和生境的破坏很小，不会影响草地生态系统的栖息地连通性，也不会影响野生动物的种类和数量，项目建设对草地生态系统的结构影响较小。如管理不善，施工扬尘附着在草地植被的叶面上，可能导致植物的光合作用减弱，可能会造成生产力的小幅下降，但只局限在施工区。项目占用草地可能会间接影响草食性动物的觅食，但草地生态系统面积大，分布广泛，不会影响草地生态系统的食物链和食物网结构，也不会改变其地形地貌，不会破坏草地生态系统的物质循环、能量流动等过程，项目建设造成的生物量与生产力损失很少，不会影响草地生态系统服务功能。

（3）耕地、园地生态系统影响分析

本项目占用的耕地、园地生态系统面积总体较多，但主要占用田边地角与生产力较差的农田，不会大幅度减少农田面积，也不会改变当地土地利用总体状况，农田生态系统是人工控制的生态系统，生境功能较弱，少量占用不会对评价区的农田生态系统结构和功能造成影响。

（4）河流、湖泊生态系统影响分析

评价区内湿地生态系统多为一档跨越，不占用河流湿地，对湿地植被的影响很小，不会破坏湿地野生动物的栖息生境，对于湿地生态系统的结构影响有限。施工期将采取土石方开挖防护、围隔措施，有效控制水土流失和污染排放，不会

影响湿地生态系统的水质，也不会影响水生生物栖息环境。同时，湿地内及周边可能会有一些湿地鸟类存在，需要加强管理、约束施工人员活动和控制施工边界，合理选择施工时间，避免夜间施工，减少对湿地生态系统造成的破坏。

（5）居住地及工矿交通生态系统影响分析

本项目选线时，基本避开了城镇，但也会占用一些农村居民点，占用的面积非常小，不会对评价区的城镇生态系统结构造成影响。城镇生态系统属于人工系统，受人类活动影响很大，人类可以利用经济、技术、政策等手段，对其中的环境和生物进行调节、管理和改造，具有极强的恢复能力，项目建设不会对城镇生态系统功能造成影响。

7.2.4.2 生产力和生物量损失分析

生物量与生产力是表征生态系统功能的重要指标，结合临时占地数据，参照有关参数，计算出各区段的临时占地生产力损失与生物量损失。经计算，输电线路建成后，整个评价区临时占地造成的生态系统净生产力损失为 3.32t/a，生产力损失约占评价区总生产力的 0.37%。永久占地造成的生物量损失为 44.05t，生物量损失占评价区总生物量的 0.08%。总体而言，项目建设对评价区生态系统生物量与生产力的影响十分有限。

7.2.5 对生态敏感区与生态保护红线的影响分析

7.2.5.1 跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）影响分析

拟建项目线路一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段），跨越实验区，总长度 2×0.3km，不设立塔基。

（1）对土地利用影响分析

本工程不在保护区内设置塔基和施工场地、施工道路，保护区内外无永久和临时占地。保护区内土地利用类型不会发生变化，植被生物量和生产力也不受影响。建设前后不改变生态敏感区的土地利用类型。

（2）对植被和保护物种的影响

线路一档跨越烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）。项目施工区远离保护区的实验区，施工期将加强管理，禁止施工人员进入生态敏感区，不会造成物种数量减少。项目运行期不会在保护区内开展活动，项目建设不会对区内植被和保护植物物种产生影响。在设计深化过程中，应对这些敏感区进行关注，确保

线路塔基及其扰动范围不落入敏感区内；施工中严格限制施工范围。在采取一定的生态保护措施后，对临近敏感区植被和保护物种的影响可以接受。

运行期维护人员数量有限，无三废排放，且相关规章严格要求运维人员遵守保护区的管理要求，不会对保护区植被造成破坏。项目施工与运行对保护区的植被影响较小。

（3）对野生动物和保护物种的影响

线路不在敏感区内立塔，施工期不在敏感区内动土，项目施工不会在生态敏感区内设置施工营地，不向敏感区排放污水，不会对敏感区内的湿地和河流环境造成破坏。虽然施工中会对周边临近生境造成轻微干扰，但周边的替代生境会为鸟类等动物提供可靠的栖息地。施工期间建设单位会加强教育，向施工人员普及生态保护的重要性，禁止施工人员捕猎和捕捞。敏感区内活动的动物大多为常见种，项目建设不会导致敏感区内生物多样性下降。综上所述。项目建设对敏感区野生动物的影响可以接受。

运行期除项目检修等必要活动以外，施工人员不会进入保护区，基本不会对哺乳类、爬行类等动物活动造成干扰。猛禽类的飞行高度较高，一般不会对其飞行造成影响。但根据现状调查与相关资料监测，由于保护区内分布有较多的东方白鹤、黑鹳、白枕鹤、灰鹤等鸟类，运行期存在误撞线路、筑巢受伤的风险，不利气象条件下，这种风险会比较严重。在这些线段，需加强运行后的生态观测，加强警示和防鸟措施（如风车式驱鸟器及警示球）的合理应用，并及时评估措施实施效果，加以改进，减轻对鸟类的影响。

（4）对生态系统的影响

项目不在生态敏感区内施工，不破坏生态敏感区的自然群落结构，通过采取有效的生态保护，尤其是鸟类影响保护措施，不会对保护物种造成明显不良影响。项目施工与运行不会影响生态系统的结构，不会明显影响生态系统的水源涵养、水土保持、生物多样性维持等生态功能。

（5）对景观生态的影响

项目不在生态敏感区内施工。工程运行后，自然保护区上空会增加输电线路，自然保护区近距离会增加 9 个塔基，会对周围原始景观产生一定的影响。本工程为“一档式跨越”自然保护区，对自然保护区造成影响较小，输电线工程对整个

自然保护区景观影响较小。

7.2.5.2 跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线影响分析

(1) 主导功能分析

拟建项目线路跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，主导功能为生物多样性维护。长度约 2×0.28km，采用一档跨越方式，不在保护红线内设立塔基。

生物多样性指生物及其环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和。保护生物多样性的基本要求是，就地保护生态系统和自然环境，维持恢复物种在自然环境中有生存力的群体，目的在于保护和合理利用生物资源。

(2) 施工期影响分析

本工程一档跨越胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线，不在红线内设置施工便道、牵张场、施工营地等。施工周期较短，施工中将聘请专业人员现场指导，加强巡查，发现保护植物就地采取围挡措施，避免干扰其生境。同时，野生动物活动能力较强，具有趋利避害的本能，施工区周围可替代生境多，施工期间对其影响有限。同时临时占地区域植被和动物生境会逐渐恢复，施工对生态保护红线内生物多样性影响非常小。通过采取有效措施，该影响基本可以消除。

(3) 运行期影响分析

在运行初期，随着施工期被破坏的植被逐渐恢复，离开原生境的野生动物也会逐步回归，生态保护红线区域内生物多样性将逐渐恢复，且项目运行检修强度非常小，不使用大型机械设备，不会造成较大的生态扰动，项目建设不会对红线区生境功能及生物多样性保护功能造成不可逆的影响。

(4) 对景观生态的影响

本项目跨越生态保护红线处现状主要为森林，线路运行后，生态保护红线区上空会增加输电线路，会对周围原始景观产生一定的影响。本工程为“一档式跨越”生态保护红线区，对整个生态保护红线区景观影响较小。

7.2.5.3 跨越莱阳五龙河省级湿地公园影响分析

(1) 对动植物的影响

水生植被发挥着水质净化和生态缓冲作用。对本工程输电线路而言，不在湿地公园内立塔，湿地公园内水环境无施工人员进入。本工程不在湿地公园内立塔，湿地公园内水环境无施工人员进入，根据现场调查，湿地公园范围的地势相较于

两侧塔基施工的区域本工程所在区域较高，故两侧塔基施工过程中的施工废水基本不会通过沟渠进入湿地公园内，故正常施工过程中不会影响湿地公园内水质。

陆域部分为人工生态系统，工程影响区国家和地方保护野生动物分布较少。动物在施工期间会迁移他处，远离施工区范围，总的结果是项目区陆域范围内野生动物的种类和数量将减少，这些受影响的野生动物主要为常见物种，如兔子及鼠类动物等。

（2）对生态系统的影响

施工占用临时用地：为施工和运行检修方便，会新修部分临时道路，施工塔基周围也会占用少量场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失。施工期间，施工人员出入和车辆的来往、施工机械的运行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、觅食范围与栖息空间等。施工期间，旱季容易产生扬尘，可能会对水域的水生生物和陆域的农作物、林木产生影响。项目跨越段均为河流湿地生态系统，湿地植被盖度尚可，但区段内植被种类少，植物多样性不高，由于项目在湿地公园内不立塔、不占地，不直接占用公园内生物赖以生存的湿地生态系统，不向湿地排放污水及堆置弃土弃渣，不影响湿地水质，不破坏公园内植被结构，也不会影响水生态系统的食物链网结构，不干扰水生物的栖息环境，不对生态系统结构造成影响，因此不会影响河流湿地生态系统的水生动植物资源保护、水源涵养的主体功能。

（3）对景观生态的影响

本项目高压输电线路跨越莱阳五龙河省级湿地公园时，可能会对湿地公园的景观产生视觉、水体、动物栖息等多方面的影响。

1）视觉景观影响

高压输电线路的铁塔和电线会穿过湿地公园的自然景观，形成人工构筑物的视觉干扰，使湿地公园的整体景观连续性被打破，产生景观破碎化。高耸的输电铁塔和架空的输电线在视觉上较为突兀，与湿地公园的自然景观风格不协调，可能降低公园的美学价值。输电线路的金属构架和电线在色彩、形态上与湿地公园的自然景观差异较大，难以自然融入周围环境。

2）动物栖息景观影响

湿地公园是鸟类重要的栖息地和迁徙中转站，高压输电线路可能干扰鸟类的飞行路径，增加鸟类撞击电线的风险，甚至可能导致鸟类死亡。输电线路的建设可能将动物栖息地分割成若干小块，影响动物的活动范围和栖息环境。

3) 水体景观影响

施工过程中可能会产生含油污水等污染物，若处理不当，可能对湿地水体造成污染。输电线路跨越水体时，可能会对湿地公园的水体景观造成视觉上的切割，影响其整体性和连贯性。

7.2.5.4 跨越莱阳市五龙河鲤国家级水产种质资源保护区影响分析

(1) 水生生态影响

水生植被发挥着水质净化和生态缓冲作用。对本工程输电线路而言，不在种质资源保护区内立塔，水环境无施工人员进入。根据现场调查，湿地公园范围的地势相较于两侧塔基施工的区本工程所在区域较高，故两侧塔基施工过程中的施工废水基本不会通过沟渠进入种质资源保护区，故正常施工过程中不会影响湿地公园内水质及水生生态。

(2) 陆生生态影响

施工期可能导致区域部分陆生动物数量减少，但很快会得到恢复，重新实现生态平衡。施工期结束后，动物可能再迁徙回来，重新成为该区域生态系统的一员。

(3) 水土流失影响

施工期水土流失主要发生在施工期，由于土方开挖使裸露面表层结构疏松，植被覆盖度降低，区域内土壤抗侵蚀能力降低，水土流失加剧。施工过程中因工程施工开挖、土方堆放等造成一定的水土流失，施工期必须对水土流失采取必要的防护措施。

7.3 生态影响防护与恢复措施

7.3.1 生态保护和恢复总体思路

本线路途经烟台市。总体上看沿线区域生态功能重要，属于生态敏感区域，但植被覆盖度高，生态本底状况较好，要注意对其水源涵养及生物多样性功能的维护，要控制水土流失，避免对生境的干扰和破坏；实施积极的生态恢复辅助措

施，促进生态系统的自然恢复，减缓因建设导致的水土流失与生态破坏。

陆域生态防护的核心是减少林地、灌丛等高生态价值用地的占用，减少林木砍伐量，尤其是避免非人工林的砍伐，多利用裸地、荒地；尤其是对陆域中的石质山地，要注意保护有限的表土资源，单独堆存，就地利用，要注意保护表土中的种子库。对水域和湿地，应采用一档跨越，避免在湿地或水体中立塔，减轻对水质与水生物栖息地、河流与河漫滩湿地的干扰，难以避开的实施有效的围隔施工和防护措施，避免污染水源，破坏水生物栖息地。

7.3.2 设计阶段生态影响防护措施

7.3.2.1 合理选线，减轻沿线生态干扰

在设计规划阶段，本项目结合当地自然环境、人文景观、城镇发展规划、国家安全设施等实际情况，系统实施了方案比选，优化路径，科学合理走线，尽量避开生态敏感区、城镇规划区、学校和居民密集区，选择对当地生态敏感区、居民生活区等影响较小的方案，选址选线及布局尽量做到与其所在区域城镇发展与建设规划、生态功能区划、生态环境保护规划、国土空间规划等相关规划相协调，尽量做到经济技术指标高，走线流畅，投资经济，最大限度减少对沿线景观与生态环境的影响。

7.3.2.2 合理避让，减轻敏感区干扰

为最大限度减轻对生态敏感区的影响，充分考虑生态环境敏感性与生态保护红线的制约性要求，在实地勘查与设计阶段，以生态文明理念为指导，贯彻“避让优先”原则。对难以避让的生态保护红线区，选择一档跨越的方式减少立塔数量。尽量避开集中林地和果园等经济作物林，减少林木砍伐，保护生态环境。通过合理避让，从源头上减少破坏，避免了对区域生态体系和生态敏感区的不利影响。

7.3.2.3 统筹规划，减少生态价值较高土地的占用

本项目在规划设计阶段，通过充分的线路走向论证，在考虑地质条件、地质灾害等多项安全问题的基础上，尽量减少了对森林、湿地、灌丛、草地等高价值生态用地的占用，减小对地形地貌的扰动和对野生动物栖息环境的影响，尽可能占用生态价值较差的用地类型，实现选线生态干扰的最小化。在难以避开的林区，线路经过时尽量采用高跨方式，减少了对植被群落的破坏和生物多样性影响，避

免了生态影响与负效应的放大。

7.3.3 施工期生态影响缓解措施

7.3.3.1 植被保护与恢复措施

(1) 总体措施

1) 规避措施

①合理选线。应注意避让植被生长良好地段，输电线路塔位应尽量避免落在长势较好的植被中，材料堆放场应尽量使用既有场地，牵张场应尽量选择路边无植被地段或地表植被稀疏地段。

②合理划定施工范围。合理规划施工便道、塔基施工区、牵张场地、材料堆放处等临时场地，严格划定施工范围和人员、车辆的行走路线，并采取彩条旗或硬质栏杆围挡等施工限界措施，避免对施工范围之外的区域植被造成碾压和破坏；应根据实地情况，采取斜拉牵张等占地面积小、对植被干扰较小的牵张方式；架设方式采用对地表植被破坏较小的架设方法，最大限度减少和避免导线在地面的摆动，减少可能由此导致的地表植被破坏。

③科学约束施工方式。严格按设计的占地面积、样式要求开挖，尽量采用原状土开挖方式，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工材料有序堆放，减少对塔基周围生态的破坏。

④输电线路施工中，避让林木、灌丛密集分布区，塔基落点尽量选择林间空隙、林缘或树木稀疏区域，严格控制沿线林木的砍伐数量，施工中需要砍伐通道处林木时，应与当地林业部门联系，办理砍伐证明及相关函件。

⑤施工期选用本地的施工机械及材料，外地进入施工区的施工机械及材料等应经过严格检疫，加强施工机械设备的消毒，防止病虫害传播；加大监管力度，做好虫情测报与信息反馈工作，做好病虫害防疫工作。

⑥项目建设前应注意对保护植物的调查，必要时聘请专业人员现场指导，同时施工过程中应注意对植物资源的保护，避免损害可能出现的保护物种，对生长状况较好的区域，可采取增加架杆高度等对植被进行保护。

⑦施工期应根据天气预报情况，加强大风与暴雨期间的施工管理，及时完善施工预案，避免水土流失。

2) 减缓措施

①合理开挖，保留表土。塔基开挖时，应将表层土与下层土分开，进行表土剥离、集中堆放，暂时保存表层土，用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，促进植被的恢复，临时表土堆场应采取苫盖等临时防护措施。

②在基础开挖与基础施工过程中，开挖过程形成的临时堆土，易形成松散堆积体，重塑地形，破坏地表径流路径，为水蚀提供物料来源。需采取临时拦挡、苫盖等临时措施；对塔基建筑材料堆放底部铺垫彩条布，临时堆土顶部和四周苫盖密目网，实施有效防护。

③挡护坡面坡脚，防止水土流失。对于需要在坡度较大地区设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护。

④对于临时占地，由于施工人员、施工车辆及施工材料压占，会改变土壤紧实度，影响植被的自然生长。材料运输过程中可能有部分沙石、水泥洒落，施工迹地也可能有部分建筑垃圾，项目完工后应清除各种残留建筑垃圾，对粒径较大的碎石块进行拣选去除。

3)恢复措施

①剥离表土回覆：剥离的表土具有种子库作用，且肥力较好，将剥离表土全部回覆至平整后的施工场地内，用于恢复迹地。

②土地整治：对塔基及塔基施工区、施工生产生活区、牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区等线路施工占地进行回填、翻松土壤等土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植物生长环境的要求。

③恢复植被：施工结束后，对塔基及塔基施工区、跨越施工场地区、施工道路区等临时占用林草地区域，采取撒播草籽、栽植乔灌木等方式恢复植被，草籽及树种宜选用本地种；同时应选择合适的生长季节实施恢复，并要加强后期的维护与管理。

4)管理措施

①积极进行环保宣传，控制行为规范，严格管理监督。施工前对施工人员开展环境保护意识教育和生态保护法律法规宣传。施工期严格划定施工红线，严格行为规范，要求文明施工，不得开展滥采、滥挖、滥伐等植被破坏活动，防止破坏植被的情况发生。

②积极采取有效措施预防火灾。应加强防护，如在施工区竖立警示牌，在生活区划出可生火范围、巡回检查、配备相关消防设施等，以预防和杜绝火灾发生。

③生活垃圾和建筑垃圾集中收集、集中处理，不得随意丢弃；尽可能实现挖填平衡，合理处置施工土石方。

④项目施工和生态修复过程中，应按照国家与地方相关规定，加强建设中的检验和检疫工作，避免直接或间接引入外来种，并要加强外来入侵种的综合防控。

⑤严格履行检疫手续，尽量使用当地车辆进行施工作业，加强检验检疫，防止携带传染源的车辆、人员和施工工具及材料进入评价区，造成病虫害爆发或扩散。

（2）重要植物保护措施

本项目评价范围内未发现重要植物，但仍需考虑施工活动所产生的扰动，应采取以下措施进行保护。

1)项目施工前，施工单位必须制定相应的环境保护措施。并聘请专业技术人员或专家对施工人员进行宣传教育，加强施工人员对保护植物的识别鉴定能力，增强施工人员的保护意识。

2)项目施工建设准备期，应对项目占地范围内的保护植物进行调查，制定相应的保护植物应急预案。

3)加强施工管理，严禁施工人员对有经济价值、药用价值和观赏价值的保护植物进行采挖与破坏。

4)在项目占地区域如发现有保护植物分布，应上报相关部门，采取相应的迁地或就地保护等相应措施。

5)施工完成后，及时进行生态恢复，对施工区域进行复绿，种植适宜的本地植物，恢复生态平衡。建立长期的生态监测机制，确保施工对野生植物的影响得到有效控制。

（3）古树名木保护措施

本项目评价范围内未发现古树名木，但仍需考虑施工活动所产生的扰动，应采取以下措施进行保护。

1)项目施工前应为征地范围内的古树名木进行进一步的排查，避免因项目施工建设损坏区域古树。

2) 施工前应对施工人员进行宣传教育, 避免施工活动对古树造成不利影响, 必要时聘请专业人员指导。

3) 如新发现古树名木, 应加强其保护, 如靠近施工便道或牵张场地, 可考虑设置围栏保护, 避免因施工操作影响古树生长或误伤古树。

7.3.3.2 动物保护措施

(1) 总体措施

1) 预防措施

①加强宣传与现场指导: 按照《中华人民共和国野生动物保护法》的相关规定, 结合现场实际, 对施工人员进行宣传教育, 增强施工人员的生态保护意识, 严禁追逐、猎杀野生动物, 在施工现场设置警示牌和宣传牌, 施工过程中遇到鸟类、蛇等动物卵, 应联系野保部门处理, 或妥善移置到附近类似生境中; 同时建议聘请专业人员进行现场指导, 遇到突发事件及时稳妥处理, 避免对保护动物及其生境造成影响。

②合理规划施工时间: 根据野生动物活动规律, 合理规划协调施工工期。沿线大部分动物在早晨和黄昏较为活跃, 常外出觅食, 对于野生动物密集区, 施工尽可能避开早晨和黄昏阶段, 减少对野生动物正常生活的影响; 夜晚是两栖爬行类野生动物活动的高峰期, 在湿地水域附近施工时, 应重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响, 严格控制光源使用量或者进行遮蔽, 减轻干扰。

③合理安排施工区域: 施工点应避开野生动物主要活动区, 穴居和地栖鸟类常在地面筑巢, 施工时应避让洞穴和筑巢区域, 一旦发现幼体或受伤野生鸟类与兽类, 应及时联系相关部门实施管护; 同时要标明施工活动区, 禁止到非施工区域活动, 尤其要禁止点火、猎捕等。

④控制施工噪声强度: 施工噪声易影响沿线鸟类、野生动物等的觅食、栖息, 应采用噪声较小的施工工艺与机械设备, 合理优化运输线路, 控制施工机械、车辆等的噪声强度, 减轻对野生动物的影响。

⑤加强栖息环境保护: 严禁向河流湿地排放污废水, 施工材料的堆放要远离水源, 尤其是粉状材料与有害材料, 注意不能被雨水携带或风吹至水体, 以免对两栖、爬行、湿地鸟类、水生生物的生境造成污染; 对塔基临时施工区以及牵张场、人抬道路、施工临时道路等, 应结合植物保护与恢复措施, 做好生境恢复,

有利于动物适应新的生境。

⑥加强预防与警示：在野生动物活动频繁区域，塔基基坑开挖过程中，停工期间应该加盖基坑盖板，防止野生动物掉落受伤；必要时，可在河流湿地等鸟类活动相对频繁区域和重要生境，设计安装警示装置等预防措施，防止鸟类误撞线路，或设置人工鸟巢或护鸟挡板，辅助、保护鸟类筑巢和栖息。

经查阅《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》，本项目评价范围内不涉及鸟类重要栖息地。但在河流湿地等鸟类活动相对频繁区域，仍需设计安装警示装置等预防措施，防止鸟类误撞线路。本次安装设施为警示球和风车式驱鸟器。警示球可在一定程度上对鸟类提示地线的位置及高度以减少碰撞几率，风车式驱鸟器能驱使鸟类不敢靠近电杆从而降低鸟类在附近活动的概率，该组合兼顾了驱鸟与护鸟功能。

2)生境恢复措施

对塔基临时施工区、牵张场、施工便道、跨越施工场地区等临时占地，应参照施工前原地貌、植被、水源及其它栖息生境条件，尽快做好生境恢复和维护工作，减少生境破坏对野生动物造成的不利影响。

3)管理措施

项目建设前，尽量做好施工规划前期工作；施工期间加强临时施工场所的防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少对野生动物生境的影响；做好项目的管理工作，尽量减少因植被破坏、水土流失、水源污染等栖息地破坏行为对野生动物的不利影响。加强施工中的专家咨询与现场指导，及时采取适应性保护措施。

（2）重要动物保护措施

对国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物重要动物，根据施工和运行期特点，采取不同的保护措施。

在施工期，如现场发现重要动物，应采取妥善措施进行保护，特别是在临近的自然保护区及湿地公园等区域，可聘请专业人员加强指导，并要加强施工管理，不得破坏重要动物的栖息地，严禁捕猎野生动物；如发现受伤的重要动物，应及时联系野生动物保护部门救治。运行期可加强与地方野保部门的联系，强化对重点保护动物监测和救护救治。尤其是要加强莱阳五龙河省级湿地公园、烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）、胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线等区

域候鸟的生态监测与影响防护,根据监测情况及时采取有效措施。根据调查资料,不同类型保护动物的具体保护措施见表 7.3-1。

表 7.3-1 重要动物保护措施

物种名称	影响途径	保护措施
团花锦蛇 黑眉锦蛇	施工期噪声、人为捕捉、车辆碾压等	(1)加强宣传教育,严禁人为捕捉与伤害。 (2)减少对其生境的占用,避免破坏爬行类生境,严禁向其生境倾倒废物。 (3)加强施工车辆与机械管理,减少车辆与机械碾压造成种群数量减少。 (4)合理安排施工现场布置和施工工序,尽量避免高噪声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。 (5)施工结束后对其生境实施生态恢复。
赤狐 野猪 狍子 隐纹花松鼠 东北刺猬 亚洲狗獾	施工期生境占用、噪声、人为干扰等	(1)加强宣传教育和管理,禁止偷猎、下夹、设置陷阱,严禁捕杀动物。 (2)施工现场如发现,应哄赶、诱导其离开施工现场,减少对其伤害。 (3)严格控制施工作业范围,减少临时占地,避免车辆或施工机械超范围作业。 (4)妥善处理与处置施工生产生活废物,必要时委托专业机构处理,避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境,避免疫源性兽类种群爆发。 (5)集中快速完成施工,施工时间尽量避开兽类繁殖季节与活动频繁时段。 (6)合理安排现场施工布置和施工工序,尽量避免高噪声施工机械和设备同时作业,控制施工现场车辆噪声,禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (7)施工结束后选择乡土植被及时恢复,力求将兽类生境恢复原状。
中国林蛙 金线侧褶蛙 花背蟾蜍 北方狭口蛙 黑斑侧褶蛙	施工期噪声、生境占用、人为捕捉、废水排放等	(1)加强宣传教育和管理,严禁施工人员捕杀两栖动物和鱼类。 (2)合理安排施工布置和施工工序,尽量避免高噪声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,控制施工机械、车辆噪声,可通过地形实施噪声阻隔,必要时加装隔离屏障,控制噪声源强度。 (3)减少施工对湿地及周边生境的破坏,严禁向其栖息地倾倒弃渣废物,减轻对其生境的破坏。 (4)水域及滨岸施工要加强围隔与围挡,减少对湿生生境的直接干扰。 (5)做好施工污水处理,禁止向水体湿地排放,施工材料远离栖息地堆放,避免风险事故影响。 (6)施工结束后对施工便道等临时占地进行生态恢复,尽可能

物种名称	影响途径	保护措施
		恢复原生生境。
岩鸽 石鸡等	施工期噪声、生境占用、人为捕捉等	(1)加强宣传教育和管理, 严禁捕杀。 (2)控制施工机械、车辆噪声, 控制车辆鸣笛, 禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (3)减少施工对其生境的不必要破坏和占用, 施工要避开其原生生境。 (4)在其繁殖期间, 如发现成鸟和幼鸟, 应就地采取保护措施。 (5)对临时占地、施工便道进行生态恢复, 恢复其自然生境。
雀鹰、普通鵟、白尾鹞、黑鸢、苍鹰、红脚隼、红隼、黑翅鸢、燕隼、鹊鹞、游隼、楔尾伯劳等	施工期噪声、生境占用、人为捕捉、施工干扰等	(1)减少施工对周边生境的占用和破坏, 严禁随意倾倒弃渣废土。 (2)合理安排施工布置和施工工序, 加强现场管理, 减少施工干扰。 (3)控制施工机械、车辆噪声, 尽量避免高噪声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, 严禁夜间爆破。 (4)在鸟类繁殖期间, 注意鸟类巢穴、鸟蛋、幼鸟等的保护, 可在鸟类巢穴附近设立警示牌、警示标语等, 严禁破坏鸟窝、鸟蛋等行为。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟, 及时上报并采取保护救助措施。 (6)对施工便道等临时占地进行生态恢复, 尽量恢复原生生境; (7)加强驱鸟等措施的运用, 避免对猛禽等鸟类造成伤害。
东方白鹳、黑鹳、黑脸琵鹭、灰鹤、白琵鹭、小白鹭、中白鹭、苍鹭、普通鸬鹚、红嘴鸥、遗鸥、豆雁等	施工期: 施工期噪声、生境占用、人为捕捉、施工干扰等; 运行期: 输电线路阻隔	(1)湿地附近施工时, 严格控制施工范围, 加强对施工人员的管理, 严禁施工人员捕鸟。 (2)科学优化施工时间, 尽量避免早晨与黄昏等活动时段施工。 (3)加强对油料、燃料等物料的环保管理, 施工材料堆放要远离水域湿地, 避免泄漏对水体造成污染, 影响水禽栖息。 (4)妥善处理处置施工生活与生产污水, 严禁向水体排放, 避免破坏其生境。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟, 及时上报并采取保护救助措施。 (6)加强施工现场的生态监测与管理, 根据监测情况及时采取警示球、人工鸟巢等鸟类影响预防与保护措施。
黑眉苇莺 红嘴蓝鹊 星头啄木鸟 白背啄木鸟 岩燕 大杜鹃等	施工期生境占用、噪声、人为干扰等	(1)减少施工对周边生境的占用和破坏, 严禁随意倾倒弃渣废土。 (2)合理安排施工布置和施工工序, 加强现场管理, 减少施工干扰。 (3)控制施工机械、车辆噪声, 尽量避免高噪声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。 (4)在鸟类繁殖期间, 注意鸟类巢穴、鸟蛋、幼鸟等的保护, 可在鸟类巢穴附近设立警示牌、警示标语等, 严禁破坏鸟窝、

物种名称	影响途径	保护措施
		鸟蛋等行为。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。 (6)对施工便道等临时占地进行生态恢复，尽量恢复原生生态 加强施工现场的生态监测与管理，根据监测情况及时采取警示球、风车式驱鸟器等鸟类影响预防与保护措施。境。
云雀、震旦鸦雀、喜鹊、灰头鹀、家燕、灰喜鹊、山斑鸠、小鹀、白鹡鸰、红胁蓝尾鸲、红尾水鸲、大山雀、山噪鹛、山鹊、褐头山雀、松鸦等	施工期生境占用、噪声、人为捕捉	(1)严格控制施工范围，加强对施工人员的教育和管理，严禁施工人员捕鸟。 (2)科学优化施工时间，尽量避免早晨与黄昏等活动时段施工。 (3)合理安排施工布置和施工工序，加强现场管理，减少施工干扰。 (4)加强物料运输优化，减少运输车辆使用频率，禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。 (6)集中快速完成施工，施工时间尽量避开繁殖季节与活动频繁时段。 (7)运行期观察鸟类对塔架的利用变化，加强引导，加强塔基筑巢等的管理与引导，减少鸟类受伤害风险。 (8)对施工便道等临时占地进行生态恢复，尽量恢复原生生境。

7.3.3.3 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，严禁在森林区域内发生毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、毁灌行为。

2) 统筹规划施工布置，减少施工临时占地，并尽可能选择林木和灌丛植被稀疏处、林缘、林窗与林间裸地等区域，禁止施工人员砍伐施工场地外的林木和灌丛。

3) 经过森林植被较好区域时，应采用砍伐量和林地破坏相对较小的架线工艺，如无人机架线等。

4) 施工结束后对施工临时道路、牵张场、塔基施工等临时占地，实施有效恢复，恢复原有林木和灌丛植被的生态功能。

5) 对林木和灌丛植被较好区域，尽量采取索道方式运输施工材料，减少施工便道对植被的破坏，同时，施工材料应合理堆放，减少林木砍伐。

6) 林木和灌丛植被恢复时, 应根据当地土壤和气候条件, 选择当地乡土植物进行恢复, 杜绝引进外来物种。

7) 森林区域施工应注意防火, 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。为满足输电线路正常运行, 运行期需对导线下方树冠进行定期修剪, 保障安全距离, 避免造成森林火灾, 同时保障输电线路运行安全。

(2) 草地生态系统保护措施

1) 为保护草地和草丛, 环评要求设计单位在下一阶段设计中进一步优化塔形设计、减少草地占地面积。

2) 在草地的施工临时占地, 可铺设防护覆盖, 减轻对草地地表的直接碾压与破坏, 避免影响草地生产力。

3) 6-9 月份是草地生长旺盛的季节, 施工期要加强防护措施, 施工结束及时实施草地恢复, 减少对草原动物食源与栖息环境的破坏。

4) 草地运输时, 应尽量选择硬化道路, 未硬化施工道路控制行驶速度, 运输粉状物质时遮盖。

5) 加强对施工队伍管理, 严格制定落实各项规章制度, 教育施工人员注意保护草地, 避免施工机械、人员对草地的破坏。

6) 评价区内沿线草地区域干旱少雨, 容易发生火灾, 施工人员和运行期检修人员应严禁烟火, 加强防火检查。

(3) 湿地生态系统保护措施

1) 加强法制教育, 严禁在施工中占用河缘湿地植被, 严禁施工人员在河流湿地中捕捞, 严禁捕捉两栖动物和湿地鸟类, 保护湿地生物生态多样性。

2) 机械和车辆冲洗维修应利用社会设施解决, 严禁在河滩地、河边开展施工机械和车辆冲洗维修, 避免污水排放影响湿地水质与环境。

3) 施工生活与生产废水妥善收集与处理, 严禁向河流湿地排放, 如发生污水风险事故排放, 及时采取有效措施。

4) 水域附近施工应做好拦挡等水土保持措施, 避免雨天施工, 减少水土流失对湿地水域的影响。

(5) 施工物资, 尤其是粉状施工物料, 要妥善存放, 加强防雨覆盖与使用管理, 防止雨水冲刷进入水体。

6) 加强施工现场生态观测与管理, 根据观测情况及时采取鸟类影响预防与保护措施。

7) 制定施工期环境风险应急预案, 若出现机械倾覆漏油等污染风险事故, 须及时对油污进行收集, 防止对湿地水域造成污染。

(4) 农田生态系统保护措施

1) 为保护耕地, 本环评要求设计单位在下一阶段设计中, 进一步优化塔形设计, 减少耕地占用面积, 占用尽量集中在边角田地。

2) 加强施工现场管理, 严格落实农田生态保护各项政策法规制度, 控制施工人员活动范围, 避免施工机械、人员占用场地周边农田。

3) 施工中应保存农田表层土壤, 分层堆放, 及时利用表土实施复耕, 也可用表土实施劣质地或者其他耕地的土壤改良, 维持区域农田生产力。

4) 项目施工过程中, 加强水土流失防治工作, 松散土料极易随水流失, 不宜露天大量堆放, 针对天气易变、雨水较多的夏季, 开展重点防控。

5) 周边运输时, 应尽量选择硬化道路, 尽量不在农田中建设施工便道, 未硬化施工道路控制行驶速度, 运输粉状物质时遮盖。

6) 及时实施占用耕地的生态补偿, 落实青苗补偿等措施。

(5) 城镇/村落生态系统保护措施

1) 线路在城镇村落施工时, 应严格在规划设计范围内实施, 破坏的林草湿地植被和动物栖息地要及时恢复。

2) 加强施工现场管理, 利用已有市政与社会设施, 妥善处理施工废水和生活污水, 加强施工堆料管理, 控制对周边环境的污染。

3) 施工前应对施工人员进行环保意识宣传教育, 施工中采用低噪声设备, 并加强防护, 严格遵守当地施工要求, 避免噪声扰民。

7.3.3.4 生态敏感区和生态保护红线措施

除了前面提到的保护措施外, 针对不同生态敏感区与生态保护红线, 仍要加强以下措施, 如表 7.3-2。

表 7.3-2 各生态敏感区与生态保护红线的保护与恢复措施

类别	名称	保护和恢复措施
自然保护区	烟台沿海防护林省级自然保护区（海阳段）	禁止在保护区内设立施工营地，施工机械和设备维修依托社会设施，加强燃料油、机油管理，严禁遗洒，减少人为干扰。 加强施工生态保护宣传教育，在施工现场设置警示牌和宣传牌，禁止捕钓鱼与捕猎鸟类，禁止捡拾鸟卵和破坏野生动物幼体。 加强施工组织，减少临时占地，塔基避免占用湿地，避免侵占两栖动物栖息地，控制塔基施工开挖面。 严格实施限界施工，采用柔性围栏或彩条旗进行施工范围的限制，降低扰动面积。 合理利用现有道路，减小施工碾压，必要时对施工场地实施临时覆盖，减少对植被破坏，避免碾压两栖动物。 加强生态识别与管理，排查施工区与占地区是否有野大豆等保护种分布，对排查出的保护物种采取隔离保护。 控制作业噪声与作业范围，避免多机械同时运行，减少晨昏等鸟类活动频繁时段施工，减少对保护鸟类的生境干扰。 妥善收集和处理施工污水和废渣，严禁取水和向保护区内排放污水，保障野生动物饮水安全。 严禁生火，加强现场施工防火管理，避免发生火灾。 施工前应按照管理要求，加强贝壳堤和牡蛎礁的排查，确定不破坏现有的贝壳堤和牡蛎礁地质遗迹。 施工中应加强现场管理，除必要工程范围外不得开挖；同时，在钻孔灌注桩施工时，应点位准确，避免发生多次钻孔破坏情况。 施工结束后，尽快恢复临时用地地貌，优先选择本土物种，恢复施工期破坏的地表植被和局地生态系统。
生态保护红线	胶东丘陵生物多样性维护生态保护红线	严禁在生态保护红线区内设置施工营地，施工机械维修在区外进行，可以利用周边村镇的社会设施，以减少对红线区的人为干扰。 尽量利用社会设施解决施工工人生活补给，妥善处理生活垃圾及施工污水。 施工便道尽量利用已有道路。 严禁采挖保护物种，严格落实生态识别与管理，对保护植物采取围隔措施，减少对植被的破坏。 加强地表结皮的保护，保护植被，在施工区域加强防护，对施工道路及施工区域周边布设彩条旗进行围护，避免土地沙化。对牵张场地、跨越施工、施工便道等临时占地，在土地平整的基础上，选用本地草种，进行混播恢复。对恢复后的临时占地，要加强后续跟踪管理，对恢复效果不好的区域采取补植、维护等补救措施。 加强施工管理，采用低噪声施工机械和工艺，禁止爆破施工，不进行夜间施工，减轻对动物的干扰。 文明施工，施工单位要加强对员工的野生动植物保护教育，提高员工野生动植物保护的法治意识，杜绝乱捕猎杀野生动物和乱砍滥伐野生植物的行为。不得随意进入红线区，禁止捕鱼、猎鸟、下河游泳、采集水生植物等破坏水生态的行为。尽可能在旱季施工，如在河流湿地中施工，务必要设置生态围隔，避免污染水体，减少生态干扰。

类别	名称	保护和恢复措施
		施工中禁止砍伐河流湿地周边高大的人工林，以免影响众多滨水鸟类的栖息地。 建设单位可邀请管理机构进行现场监管，加强生态救助，遇到受伤的野生动物，及时联系野保部门实施救助。
湿地公园	莱阳五龙省级湿地公园	塔基和临时占地要避开湿生植被分布区，对施工场地较近的湿地植被采取围挡措施，避免人为占用湿地。 合理安排施工时间，尽量避免晨昏时段施工，尽量避开鸟类迁徙季施工，减少对鸟类栖息的影响，特别要避免在湿地鸟类集中分布区施工，加强现场的鸟类观测，根据观测情况及时采取防鸟与引鸟措施。 尽量不使用高噪声施工设备，加强噪声管理，以减小对湿地鸟类干扰，注意对苍鹭等保护动物保护，尤其要关注候鸟的保护。 严格控制施工废水，施工场地设置挡水槛，避免施工与生活废水排放进入水体，减少对湿地和栖息地的影响。 尽可能在旱季施工，并要设置围隔，以减少生态干扰；不在湿地及水域内立塔。 施工中禁止砍伐周边高大的人工林，注意对野大豆的保护，以免影响众多鸟类的栖息地。 加强施工人员生态保护教育，不得随意进入湿地公园内活动，禁止捕鱼、钓鱼、猎鸟。 在选线阶段避让湿地公园的核心景观区域和鸟类栖息地。 严格控制施工范围，减少临时占地和植被破坏，施工结束后及时进行生态修复。
饮用水保护区	白沙河饮用水源保护区	选择科学规范的施工方式，尽量减少临时占地面积。施工时远离河流，不设置占地。 施工过程应尽量避免鸟类的迁徙期、繁殖期等。禁止项目在夜间尤其是在有雾夜间的施工作业，控制光源，避免夜间施工灯光对迁徙候鸟产生影响。产生噪声较高的设备及架线过程应尽量避免湿地中鸟类的活跃时间。严禁在湿地周边捕杀正在觅食或休憩的水鸟。教育施工人员不要捡拾鸟卵、捕捉野生动物及其幼体。 禁止向河流直接排放施工废水。油料、化学品等有害物质堆放场地等禁止堆放在地表水体附近，并应设工棚，加蓬布覆盖以减少雨水冲刷造成污染。做好施工机械维护和保养工作，防止油料泄漏污染水体，减少对水生动物的影响。 防治场地水土流失，对因修建临时道路、开展施工活动等遭受扰动的地表应及时平整、压实。对场地裸露地表，进行定期洒水，保持土壤水分，抑制扬尘。

7.3.4 运行期生态影响缓解措施

7.3.4.1 基本要求

(1) 实施生态监测：项目运行单位应制定生态跟踪监测计划，配合相关部门，完善生态保护措施，监测内容包括输电线路对野生动植物数量与分布的干扰现状、对栖息地、生态系统现状的破坏及干扰程度等。

(2) 加强教育与管理：对线路检修维护人员进行生态保护意识教育，加强运行期生态管理，禁止林木和植被采伐，严禁捕猎野生动物和鱼类，避免因此破坏沿线自然植被和生态系统。

(3) 制定科学巡线方案：巡线时避免建设新道路，尽量利用已有道路，巡线道路尽量避开动物集中分布区。落实定期巡查，巡线时特别注意保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态与项目运行相协调。巡检过程中，严格控制人员数量，避免过多人员和车辆进入生态敏感区、生态保护红线区域，减轻干扰强度。

7.3.4.2 植物保护措施

(1) 实施无人机或直升机巡检。为减少输变电项目巡查检修可能造成的植被损伤和生态扰动，建议尽量采用无人机或直升机对输电线路进行飞行巡检，分辨和判断可能存在的故障，减少人力巡检造成的生态扰动。

(2) 定期对沿线植被生态保护和防护措施及设施进行检查，加强维护，实施跟踪，及时修复遭破坏的设施，了解生态恢复效果，及时采取后续措施。

(3) 依据规划继续完善生态恢复等各项项目措施、植被补偿措施，确保植被及栖息地修复效果。

7.3.4.3 动物保护措施

(1) 如在项目周围遇到需要救助的野生动物，需在野生动物保护专业人员的指导下进行妥善安置。

(2) 线路检修作业应尽量避免动物繁殖时节，日常线路巡视、检修，塔基维护等作业中减少对其干扰。

(3) 在野生动物活动较为频繁的季节，注意监测项目对野生动物的影响，并结合相关生态管理活动的开展，对项目周围区域的动物进行调查，以实时了解项目对区域生态环境的影响。

(4) 对区域内的电力线路进行运行维护时，应收集并处理各类因电力线路运行维护而产生的废弃物，避免对生物造成危害。在湿地、河流附近线路检修时，应禁止检修人员捕捞鱼类，避免油污排放进入水域，以减少对鱼类等水生生物及其生境的干扰。

7.3.4.4 鸟类保护措施

(1) 如在项目周围遇到鸟巢、雏鸟和需要救助的鸟类，需在野生动物保护专业人员的指导下进行妥善安置。

(2) 线路检修作业应尽量避免鸟类迁徙、繁殖时节，日常线路巡视、检修，塔基维护等作业中减少对鸟类的干扰。

7.3.4.4 生态敏感区和生态保护红线措施

(1) 加强现场生态检查与监测，及时了解鸟类对塔架的利用情况，根据利用情况，及时加强与专业保护部门、专家的咨询与交流，避免用电安全事故与动物损害事故发生，及时采取预防与保护措施，避免影响野生动物。

(2) 线路巡查与维修过程中，要严格控制污染排放，尤其是要避免污水向湿地、水域类敏感区排放，同时，严禁巡查人员捕捉野生动物。

(3) 对莱阳五龙河省级湿地自然公园及烟台沿海防护林省级自然保护区(海阳段)等湿地候鸟重要栖息地及鸟类出现较多的区域，存在鸟类误撞线路风险，需在杆塔上安装驱鸟物品(风车式驱鸟器、警示球)，驱逐鸟类远离杆塔，并及时评估措施实施效果，根据变化情况加以改进与完善，减轻对鸟类的影响。

(4) 加强与生态敏感区相关保护与管理部門的联系，及时强化生态保护措施

8 海洋环境影响评价

8.1 自然环境概况

8.1.1 水文

8.1.1.1 潮汐

1) 基准面及换算关系

本项目潮汐根据海阳核电厂专用潮位站，基准面关系如图 8.1- 1 所示，年平均海平面位于 1985 国家高程基准面以上 0.01m，理论深度基准面位于 1985 国家高程基准面以下 2.18m。



图 8.1- 1 各基准面关系图

2) 潮位特征

潮汐性质属正规半日潮。潮汐类型判别系数为 0.37。

依据海阳核电厂专用潮位站的潮位统计资料进行统计，潮位特征值如表 8.1- 1 所示。

表 8.1- 1 海域潮位特征值（85 高程）

特征值	数值
最高高潮位 m	2.82
最低低潮位 m	-2.32
平均高潮位 m	1.36

特征值	数值
平均低潮位 m	-1.21
平均潮差 m	2.57
最大潮差 m	4.45
最小潮差 m	0.96
平均海面 m	0.01
平均涨潮历时 h	5.85
平均落潮历时 h	6.55

8.1.1.2 波浪

(1) 千里岩波浪站资料

厂址最近的波浪观测站位于场址东南侧 45km 处千里岩站, 2018 年实测波浪资料分析工程海域的波浪特征, 波浪站的位置、波浪玫瑰和波浪分级频率见图 8.1- 2、图 8.1- 3 和表 8.1- 2。

该站常浪向为 S 向和 SSW 向, 出现频率分别为 11.1%和 10.5%, 次常浪向为 SSE 向和 SE 向, 出现频率分别为 9.6%和 8.6%; 其中 E~SW 向的频率占 60.8%。

该站强浪向为 S 向, 最大的 H_s 为 4.7m, 相应周期为 6.9s, 波型为风浪, 出现日期为 2005 年 9 月 1 日。1 m 以下的 H_s 波高频率达 59.4%, 2m 以上的 H_s 波高频率为 8.5%, 3 m 以上 H_s 波高频率仅为 1.1%。

该站波浪周期主要为 4.1~5.0s, 占全年的频率为 42.4%, 其次为 5.1~6.0s, 所占频率为 23.0%。

总的来看, 该海域主要受 E~S 向浪的影响, 常浪向为 SSE、S 和 SSW 向, 强浪向为 S 向。

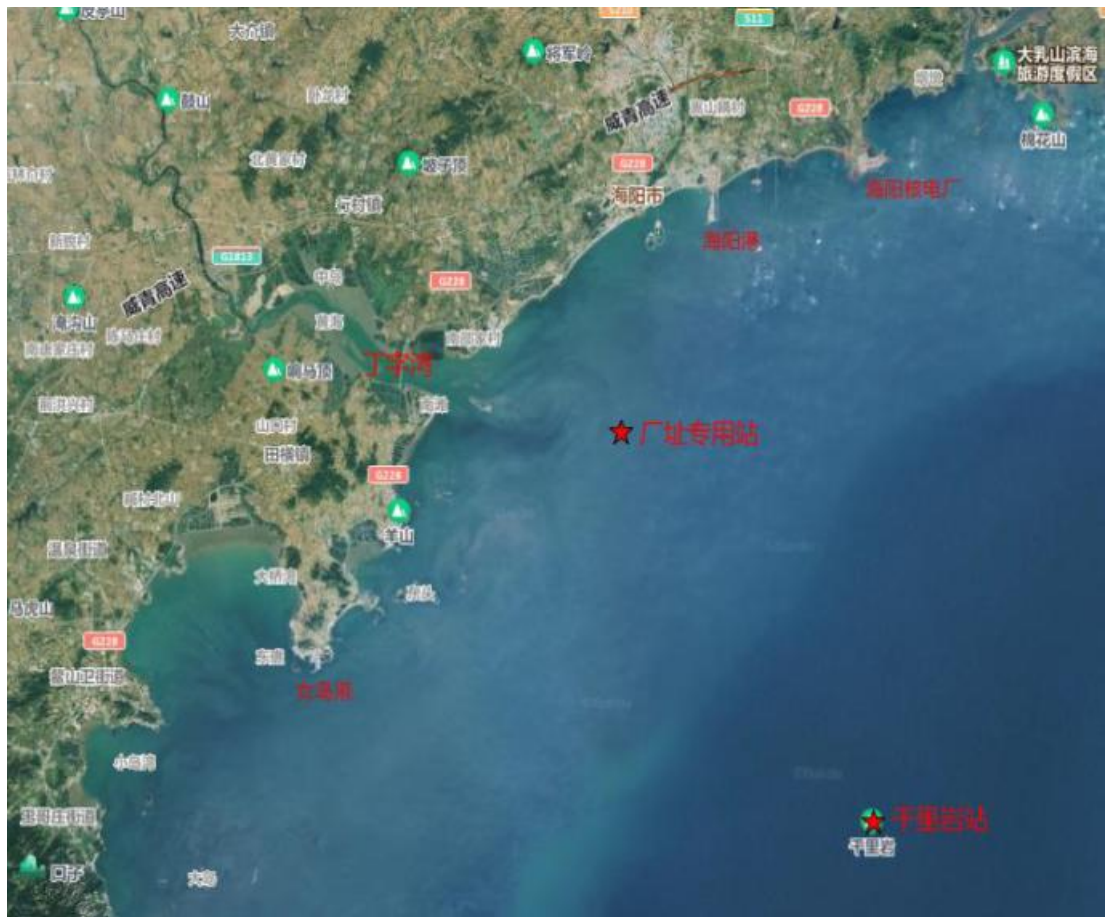


图 8.1- 2 工程区波浪测站位置千里岩波高玫瑰(2018)

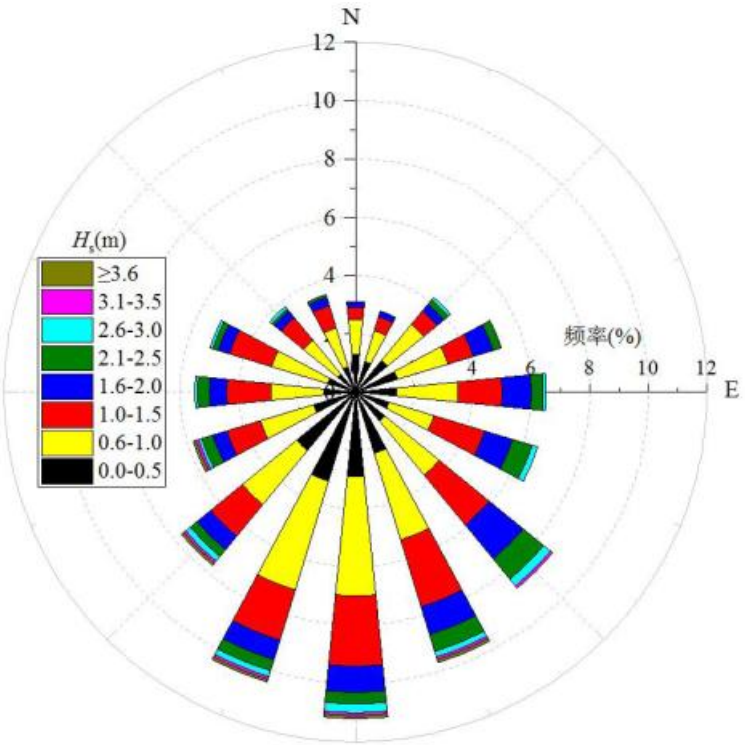


图 8.1- 3 千里岩波高玫瑰(2018)

表 8.1-2 千里岩 2018 年有效波高分级频率统计(%)

波高 (m)	0.0-0.5	0.6-1.0	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	3.1-3.5	≥3.6	合计
N	1.3	1.2	0.4	0.2	0	0	0	0	3.2
NNE	1.1	1.1	0.5	0.2	0	0	0	0	2.9
NE	1.4	1.6	0.6	0.3	0.2	0.1	0	0	4.1
ENE	1.5	1.8	0.9	0.7	0.3	0	0	0	5.3
E	1.4	2.1	1.5	1	0.4	0.1	0	0	6.6
ESE	1.2	1.6	1.8	1	0.7	0.2	0	0	6.7
SE	1.3	2.4	2.2	1.5	0.9	0.3	0.1	0	8.6
SSE	2.2	3.1	2.4	1	0.6	0.2	0.1	0.1	9.6
S	2.9	4.1	2.4	0.9	0.4	0.3	0.1	0.1	11.1
SSW	3.2	3.9	1.8	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	10.5
SW	2.6	2.4	1.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	7.7
WSW	1.5	1.9	1.2	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	5.6
W	1.1	1.8	1.5	0.6	0.4	0.1	0	0	5.6
WNW	1	2	1.5	0.4	0.2	0.1	0	0	5.1
NW	0.8	1.5	1	0.3	0.1	0.1	0	0	3.8
NNW	0.9	1.4	0.8	0.3	0.1	0	0	0	3.6
合计	25.4	34	21.9	10.2	5.4	2	0.7	0.4	100

(2) 厂址专用站资料

工程海域北靠山东半岛，东向和南向为黄海，夏半年，多偏南风，风区长，具备形成大浪条件。当受台风或外围台风影响时，湾口均形成大浪。湾口拦门沙的存在，外海传来的波浪在此变形、破碎和衰减，且湾内水域有限不易形成大浪，因而湾内波浪很小。

据丁字湾口外厂址专用水文站（位置见图 8.1-2，海图水深 8.4m）2021 年 5~12 月实测波浪资料分析：

观测期间常浪向为 SE 向和 SSE 向，出现频率分别为 34.4%和 33.7%，ESE~SSW 向波浪合计占 93.4%，其他方向的波浪均很少。图 8.1-3 显示，强浪

向为 SSE 向, 最大 $H_{1/10}$ 波高为 3.9m, 对应最大 $H_{1/3}$ 波高为 3.19m, 对应平均周期为 5.5s; 次强浪向为 SE 向和 ESE 向, 最大 $H_{1/10}$ 波高分别为 3.6 m 和 3.3 m, 对应最大 $H_{1/3}$ 波高分别为 2.89 m 和 2.68 m, 对应平均周期分别为 5.4s 和 5.5s。

观测期间平均 $H_{1/10}$ 波高为 0.74m, 平均周期为 3.6s。各月平均 $H_{1/10}$ 波高介于 0.5~1.1m, 以 7 月最大, 12 月最小; 各月最大 $H_{1/10}$ 波高介于 1.7~3.9m, 以 9 月最大, 12 月最小; 各月平均周期介于 2.9~4.2s, 以 7 月最大, 11 月最小。

观测期间 $H_{1/10}$ 小于 1.0 m 的频率达 79.0%, $H_{1/10}$ 在 1~1.5m 的频率为 14.5 %, $H_{1/10}$ 在 1.5~2m 的频率为 3.3 %, $H_{1/10}$ 在 2~3m 的频率为 2.7%, $H_{1/10}$ 波高大于 3.0m 的频率为 0.5%, 波向均为 ESE~SSE 向。

总的来看, 核电厂址专用站 8 个月观测期涵盖了夏秋两季及春、冬季各 1 个月, 观测期间的常浪向和强浪向均为 SE~SSE 向, 基本上反映了本海域北靠山东半岛、波浪以 SE 向为主的特征; 平均 $H_{1/10}$ 波高为 0.74m, 波浪整体较小。

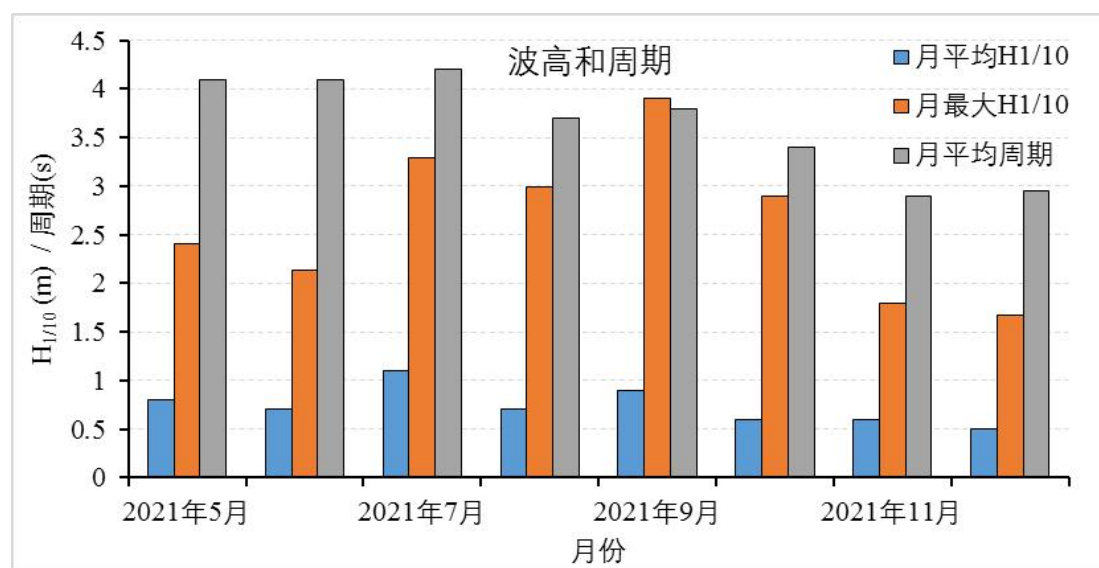


图 8.1-4 核电厂址专用站各月平均及最大波高、平均周期分布

(3) 厂址外海可能最大台风浪

根据 SWAN 模型, 采用引起可能最大风暴潮的台风路径和与之相应的 PMTC 参数, 图 8.1-5 给出了最大波高出现时刻波浪 (有效波高) 场的分布情况, 从波浪场分布来看, 近岸区域的波高等值线和等高线近于平行, 说明波浪在浅水中传播速度与水深有关, 传播方向和水深散度平行。底摩擦和深度诱导破碎致使波浪能迅速衰减。此时厂址外海-30 等深线处 (千里岩处) 有效波高达到最大值 8.97m,

-20 等深线处有效波高最大值为 7.51m，随后有效波高变小。

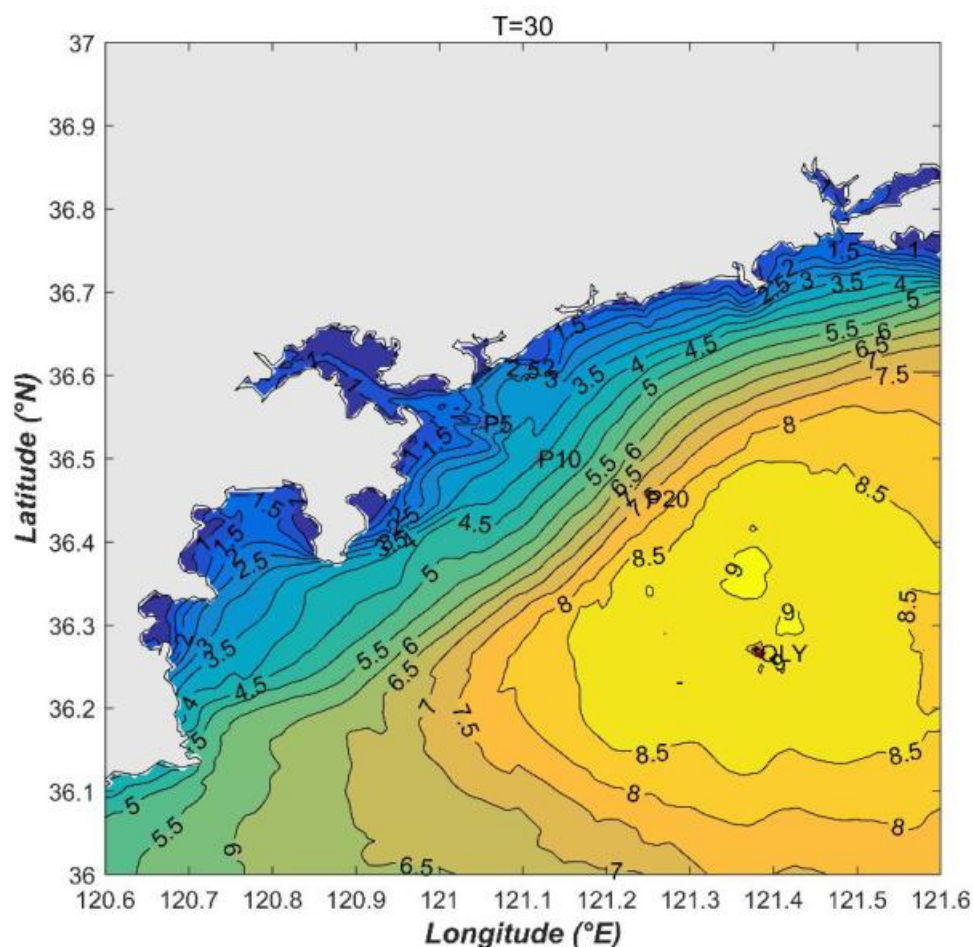


图 8.1-5 厂址外海可能最大台风浪有效波高分布图

计算结果表明，工程海域所在的丁字湾内波浪较小，最大波高（ H_s ）一般不超过 1.5m；工程海域外海（丁字湾外海）波浪较大，常浪向为 E~S 向，强浪向为 SSE 向。工程海域外海重现期波要素显示，外海-20m 和-30m 等深线处可能最大台风浪分别为有效波高 7.51m，周期 12.0s 和有效波高 8.97m，周期 12.7s。

8.1.1.3 海流

海流资料引自国家海洋环境监测中心 2022 年 4 月编制的《山东莱阳核能工程同步水文测验专题成果报告》和 2023 年 2 月编制的《山东莱阳核电项目同步水文补充测验专题成果报告》。

根据《山东莱阳核能工程同步水文测验专题成果报告》，潮位观测布设 5 个临时验潮站，海流观测共设置 16 个站位。夏季观测时间为 2021 年 7 月 24 日-8 月 8 日，冬季观测时间为 2021 年 12 月 7 日—12 月 14 日。具体观测位置和坐

标见图 8.1- 6 和~表 8.1- 4。

根据《山东莱阳核电项目同步水文补充测验专题成果报告》，潮位观测布设 3 个临时验潮站，其中在丁字湾内布设 2 个临时验潮站，在丁字湾口外侧布设 1 个临时验潮站。海流观测针对丁字湾内的取排水方案，在丁字湾内布设 6 个站位，在丁字湾口外侧布设 2 个站位。观测时间为 2022 年 12 月 25 日~2023 年 1 月 1 日。具体观测位置和坐标见图 8.1- 6~图 8.1- 7 和表 8.1- 3~表 8.1- 4。



图 8.1- 6 工程海域 2021 年夏冬季水文测站位置图



图 8.1- 7 工程海域 2022 年冬季水文测站位置图

表 8.1- 3 工程海域 2021 年夏冬季水文测站坐标

站号	经度	纬度	海流观测时间
V1	121°13.770'	36°37.925'	夏季大潮：2021 年 7 月 24 日 10:00~7 月 25 日 12:00； 夏季小潮：2021 年 8 月 2 日 10:00~8 月 3 日 12:00； 夏季中潮：2021 年 8 月 7 日 09:00-8 月 8 日 11:00。 冬季大潮：2021 年 12 月 7 日 10:00~12 月 8 日 12:00； 冬季小潮：2021 年 12 月 10 日 10:00~12 月 11 日 12:00； 冬季中潮：2021 年 12 月 13 日 08:00-12 月 14 日 10:00。
V2	121°09.003'	36°37.324'	
V3	121°12.017'	36°35.105'	
V4	121°05.343'	36°34.600'	
V5	121°08.093'	36°31.725'	
V6	121°11.158'	36°28.937'	
V7	120°57.450'	36°33.817'	
V8	121°02.308'	36°31.903'	
V9	121°05.315'	36°28.167'	
V10	120°58.836'	36°27.285'	
V11	121°01.513'	36°22.894'	
V12	120°53.789'	36°20.340'	
V13	120°59.219'	36°15.650'	
V14	120°47.000'	36°21.961'	

V15	120°48.570'	36°17.412'	
V16	120°51.673'	36°13.052'	
L1	121°11'00.96"	36°39'47.34"	
L2	121°01'48.87"	36°35'04.25"	
L3	120°40'42.60"	36°15'04.98"	
L5	120°57'9.691"	36°34'8.097"	
T1	120°52'22.20"	36°22'13.80"	

表 8.1- 4 工程海域 2022 年冬季水文测站坐标

站号	经度	纬度	海流观测时间
V1	120°49.847'	36° 6.590'	大潮：2022 年 12 月 25 日 08:00~12 月 26 日 10:00； 小潮：2022 年 12 月 29 日 08:00~12 月 30 日 10:00； 中潮：2022 年 12 月 31 日 09:00-2023 年 1 月 1 日 11:00。
V2	120°51.348'	36°37.147'	
V3	120°52.013'	36°37.365'	
V4	120°53.473'	36°36.555'	
V5	120°55.082'	36° 5.439'	
V6	120°57.450'	36°33.817'	
V7	121°02.183'	36° 1.950'	
V8	121°05.351'	36°34.598'	
T1	120°50.72'	36°36.68'	
T2	120°51.41'	36°37.19'	
T3	121°1.81'	36°35.07'	

（1）潮流类型及运动形式

潮流按其性质可分为规则的半日潮流和不规则的半日潮流、规则的全日潮流和不规则的全日潮流，潮流性质以主要的全日分潮流与主要半日分潮流的椭圆长半轴比值 F 来判断：

$$F = \frac{W_{O_1} + W_{K_1}}{W_{M_2}}$$

式中的 W_{O_1} 、 W_{K_1} 、 W_{M_2} 分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度（cm/s）。

当 $F \leq 0.5$ 时为规则半日潮流

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不规则半日潮流

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不规则全日潮流

当 $4.0 < F$ 时为规则全日潮流

另外，浅水分潮流比值 $G = (W_{M4} + W_{MS4}) / W_{M2}$ 可以用于判断浅水分潮流的显著性。

潮流的运动形式由潮流的椭圆旋转率 K 值来描述， K 值为潮流椭圆的短轴和长轴之比。当 $|K|$ 大于 0.25 时，潮流表现出较强的旋转性，即旋转流；当 $|K|$ 小于 0.25 时，潮流表现为往复流。

2021 年夏季观测，各站潮流性质判别系数 $F < 0.5$ ，表明该海域潮流属正规半日潮流类型；各站浅水分潮流比值 G 为 0.07~0.34，平均值为 0.20，表明施测海域潮流类型中浅水分潮流相对较强。

2021 年冬季观测，各站潮流性质判别系数 $F < 0.5$ ，表明该海域潮流属正规半日潮流类型；各站浅水分潮流比值 G 为 0.10~0.39，平均值为 0.21，表明施测海域潮流类型中浅水分潮流相对较强。

2022 年冬季观测，各站潮流性质判别系数 $F < 0.5$ ，表明该海域潮流属正规半日潮流类型；各站浅水分潮流 G 比值为 0.09~0.48，平均值为 0.26，表明施测海域潮流类型中浅水分潮流相对较强。

总体而言，工程海域潮流类型属正规浅海半日潮流性质。

2021 年夏季观测，施测海域的 V1、V3、V7、V10、V12、V16 测站的 $|K|$ 小于 0.25，表现为往复流特征；其余测站表现为旋转流特征，所有测站的 $|K|$ 值均为正值，表现为逆时针旋转流的特征。

2021 年冬季观测，施测海域的 V1、V2、V3、V7、V12、V16 测站的 $|K|$ 小于 0.25，表现为往复流特征；其余测站表现为旋转流特征，所有测站的 $|K|$ 值均为正值，表现为逆时针旋转流的特征。

2022 年冬季观测，施测海域的 V1-V6 测站的 $|K|$ 接近于 0，表现为往复流特

征；V7 测站的|K|为 0.22，表现为往复流特征，并呈现弱的逆时针旋转流形态；V8 测站的|K|为 0.33，表现为较强的逆时针旋转流特征。

表 8.1- 5 2021 年夏季各站潮流性质 F 值、浅水变形系数 G 值和 M2 分潮流的 K 值统计

测站	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16
F	0.25	0.19	0.22	0.2	0.25	0.31	0.12	0.24	0.25	0.12	0.26	0.22	0.24	0.29	0.25	0.28
G	0.13	0.13	0.16	0.26	0.27	0.2	0.34	0.21	0.14	0.07	0.23	0.26	0.14	0.29	0.2	0.13
K	0.17	0.3	0.18	0.4	0.33	0.4	0.02	0.38	0.42	0.24	0.28	0.23	0.34	0.39	0.38	0.18

表 8.1- 6 2021 年冬季各站潮流性质 F 值、浅水变形系数 G 值和 M2 分潮流的 K 值统计

测站	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16
F	0.32	0.27	0.33	0.3	0.28	0.37	0.24	0.25	0.37	0.3	0.42	0.49	0.45	0.44	0.51	0.45
G	0.22	0.34	0.24	0.1	0.26	0.21	0.39	0.24	0.15	0.15	0.13	0.11	0.22	0.3	0.13	0.21
K	0.13	0.24	0.24	0.31	0.33	0.33	0	0.27	0.38	0.28	0.32	0.24	0.31	0.31	0.34	0.22

表 8.1- 7 2022 年冬季各站潮流性质 F 值、浅水变形系数 G 值和 M2 分潮流的 K 值统计

测站	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
F	0.21	0.24	0.18	0.28	0.28	0.24	0.25	0.26
G	0.20	0.48	0.09	0.22	0.41	0.46	0.09	0.09
K	0	-0.03	-0.02	0	0	0.01	0.22	0.33

- (2) 海流平面分布
- 1) 2021 年夏季
- ①观测海域的海流主流向随着测站位置的不同存在差异，V1、V7 和 V8 测站偏 W 向为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向；V14 测站偏 NW 为涨潮流向，偏 SE 为落潮流向；其余测站偏 SW 为涨潮流向，偏 NE 为落潮流向。
- ②在三个潮次的观测中，大潮期：垂线平均涨潮流平均流速在 24~63 cm/s 之间，落潮流平均流速在 19~48 cm/s 之间；中潮期：垂线平均涨潮流平均流速在 20~47 cm/s 之间，落潮流平均流速在 15~43 cm/s 之间；小潮期：垂线平均

涨潮流平均流速在 11~30 cm/s 之间,落潮流平均流速在 12~26 cm/s 之间。整体而言,大潮涨落潮流较大,中潮次之,小潮最小。

在三个潮次观测中,大潮期:V1-V3、V6、V7、V10、V12、V14、V15 测站涨潮流大于落潮流,其余测站反之;中潮期,V1-V3、V7、V10、V12-V15 测站涨潮流大于落潮流,其余测站反之;小潮期,V1-V3、V7、V10、V12、V13、V15 测站涨潮流大于落潮流,其余测站反之。

平面分布来看,V1-V6 涨落潮流速较小,V8~V16 稍大一些,丁字湾口处的 V7 站最大,涨落潮流呈现南部大于北部的分布特征。

大潮期:垂线平均涨潮流最大流速在 44~140 cm/s 之间,最大值为 140 cm/s,流向为 268°,出现在 V7 站;落潮流最大流速在 38~84 cm/s 之间,最大流速为 84 cm/s,流向为 108°,出现在 V7 站。中潮期:垂线平均涨潮流最大流速在 36~106 cm/s 之间,最大流速为 106 cm/s,流向为 272°,出现在 V7 站;垂线平均落潮流最大流速在 30~82 cm/s 之间,最大流速为 82 cm/s,流向为 90°,出现在 V7 站。小潮期:垂线平均涨潮流最大流速在 21~56 cm/s 之间,最大流速为 56 cm/s,流向为 275°,出现在 V7 站;垂线平均落潮流最大流速在 25~52 cm/s 之间,最大流速为 52 cm/s,流向为 98°,出现在 V7 站。

③通过垂向平均海流矢量平面分布图可以看出,V1、V3、V7、V10、V12、V16 测站表现为往复流特征,其余测站表现为旋转流特征,大潮期流速最大,中潮次之,小潮最小。空间分布上主要表现为南部测站流速大,丁字湾内流速大,北部测站流速小。

从垂线分布看,整体大部分测站表现为自表层向底层递减。

2) 2021 年冬季

①观测海域的海流主流向随着测站位置的不同存在差异,V1、V3、V7 和 V8 测站偏 W 向为涨潮流向,偏 E 向为落潮流向;V14 测站偏 NW 为涨潮流向,偏 SE 为落潮流向;其余测站偏 SW 为涨潮流向,偏 NE 为落潮流向。

②在三个潮次的观测中,大潮期:垂线平均涨潮流平均流速在 21.6~63.0 cm/s 之间,落潮流平均流速在 21.6~46.8 cm/s 之间;中潮期:垂线平均涨潮流平均流速在 16.7~42.8 cm/s 之间,落潮流平均流速在 15.9~34.9 cm/s 之间;小

潮期：垂线平均涨潮流平均流速在 8.3~34.7 cm/s 之间，落潮流平均流速在 9.2~27.7 cm/s 之间。整体而言，大潮涨落潮流较大，中潮次之，小潮最小。

在三个潮次观测中，大潮期和小潮期：V3、V4、V6-V8、V10、V14 测站涨潮流大于落潮流，其余测站反之；中潮期：V4、V6-V8、V10、V14 测站涨潮流大于落潮流，其余测站反之。

大潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 47~143 cm/s 之间，最大值为 143 cm/s，流向为 275°，出现在 V7 站；落潮流最大流速在 31~77 cm/s 之间，最大流速为 77 cm/s，流向为 68°，出现在 V12 站。中潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 34~95 cm/s 之间，最大流速为 95 cm/s，流向为 282°，出现在 V7 站；垂线平均落潮流最大流速在 26~60 cm/s 之间，最大流速为 60 cm/s，流向为 72°，出现在 V12 站。小潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 15~69 cm/s 之间，最大流速为 69 cm/s，流向为 284°，出现在 V7 站；垂线平均落潮流最大流速在 15~49 cm/s 之间，最大流速为 49 cm/s，流向为 75°，出现在 V12 站。

③平面分布来看，V1、V2、V3、V7、V12、V16 测站表现为往复流特征，其余测站表现为旋转流特征，大潮期流速最大，中潮次之，小潮最小。空间分布上主要表现为南部测站流速大，丁字湾内流速大，北部测站流速小。

从垂线分布看，整体大部分测站表现为自表层向底层递减。

3) 2022 年冬季

①观测海域的海流主流向随着测站位置的不同存在差异，V1、V2、V3、V6 和 V8 测站偏 W 向为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向；V4、V5、V7 测站偏 NW 为涨潮流向，偏 SE 为落潮流向。

②在三个潮次的观测中，大潮期垂线平均涨潮流平均流速在 30.4~64.5cm/s 之间，落潮流平均流速在 11.9~52.4cm/s 之间；中潮期垂线平均涨潮流平均流速在 22.5~50.2cm/s 之间，落潮流平均流速在 7.4~39.9cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流平均流速在 21.3~44cm/s 之间，落潮流平均流速在 5.5~34.8cm/s 之间。大潮涨落潮流较大，中潮次之，小潮最小。

在三个潮次观测中，大潮期 V1、V2、V5-V8 测站涨潮流大于落潮流，其余测站反之；中潮期所有测站涨潮流大于落潮流；小潮期，V1-V3、V5-V8 测站涨

潮流大于落潮流，V4 测站涨潮流小于落潮流。

平面分布来看，V6 涨落潮流速最大，V1、V3、V4、V5 次之，V7、V8 测站稍小一些，V2 测站涨落潮流速最小。空间分布上主要表现为丁字湾湾口处的 V6 测站流大潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 53~143cm/s 之间，最大值为 143cm/s，流向为 284°，出现在 V6 站；落潮流最大流速在 23~92cm/s 之间，最大流速为 92cm/s，流向为 112°，出现在 V6 站。中潮期垂线平均涨潮流最大流速在 34~91cm/s 之间，最大流速为 91cm/s，流向为 284°，出现在 V6 站；垂线平均落潮流最大流速在 12~72cm/s 之间，最大流速为 72cm/s，流向为 94°，出现在 V3 站。小潮期垂线平均涨潮流最大流速在 38~73cm/s 之间，最大流速为 73cm/s，流向为 281°，出现在 V6 站；垂线平均落潮流最大流速在 9~70cm/s 之间，最大流速为 70cm/s，流向为 124°，出现在 V4 站。

③从流速平面分布看，V1-V7 测站表现为往复流特征，V8 测站表现为旋转流特征，大潮期流速最大，中潮次之，小潮最小。空间分布上主要表现为丁字湾湾口处的 V6 测站流速大，丁字湾内流速大，丁字湾外流速小。

从垂线分布看，垂向分布来看，大部分由表层至底层有随深度增加逐渐减小的趋势。

表 8.1-8 2021 年夏季各站实测垂线平均涨、落潮平均流速 (cm/s)、流向 (°)

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	26	273	22	94	20	273	18	94	17	275	14	99
V2	26	264	19	93	21	263	15	91	15	254	14	83
V3	27	256	23	96	24	264	18	95	16	250	16	102
V4	25	238	30	76	23	253	23	76	17	235	18	82
V5	24	252	29	73	20	248	26	69	17	239	20	69
V6	28	253	27	54	22	259	24	71	15	249	16	65
V7	63	267	48	104	47	272	43	92	30	277	26	94
V8	34	277	36	124	26	276	26	117	20	255	22	113

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V9	25	248	39	63	26	247	30	58	16	236	18	74
V10	42	219	31	45	31	219	23	43	23	214	20	45
V11	33	237	48	60	27	240	36	59	19	242	26	66
V12	38	236	38	84	32	239	32	84	24	236	23	85
V13	32	246	36	50	32	261	28	56	24	262	23	43
V14	25	324	22	97	21	311	19	108	11	295	12	101
V15	34	249	32	42	28	230	26	70	19	240	18	60
V16	39	232	41	31	28	241	34	32	19	231	26	30

表 8.1-9 2021 年冬季各站实测垂线平均涨、落潮平均流速 (cm/s)、流向 (°)

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	24.6	297	26.2	97	18.1	292	19.5	97	15.4	291	16.0	99
V2	21.6	249	27.4	100	18.9	249	20.8	98	8.3	249	9.2	107
V3	27.3	286	26.0	97	19.4	276	21.1	86	17.2	289	15.4	85
V4	30.5	265	24.8	70	24.0	264	20.9	68	18.6	268	17.5	67
V5	26.6	249	32.8	72	21.7	246	27.3	72	16.9	257	22.0	70
V6	30.7	262	26.6	74	23.8	261	18.2	81	16.8	257	15.7	82
V7	63.0	277	46.8	101	42.8	281	34.9	93	34.7	282	27.7	94
V8	33.0	287	29.0	122	23.3	276	23.1	117	22.0	290	19.2	113
V9	28.7	252	32.8	87	23.1	248	26.8	89	17.8	261	20.1	81
V10	29.9	223	25.6	56	25.2	216	20.8	48	19.5	218	17.6	43
V11	35.0	253	36.4	49	26.2	251	29.1	58	19.2	245	26.0	61
V12	39.7	263	42.0	67	27.2	244	31.7	68	17.8	264	26.4	75
V13	33.5	239	35.5	78	25.6	244	28.4	85	19.0	264	23.3	73
V14	26.2	319	21.6	129	16.7	312	15.9	122	15.1	314	14.6	131

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V15	30.0	252	32.9	57	22.5	234	24.1	75	16.3	241	23.1	66
V16	37.5	223	40.6	81	26.8	233	30.5	60	22.0	236	25.3	80

表 8.1-10 2022 年冬季各站实测垂线平均涨、落潮平均流速 (cm/s)、流向 (°)

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	43.2	259	40.9	74	41.7	257	39.9	76	32.2	259	24.2	76
V2	30.4	261	11.9	84	27.6	271	7.4	85	21.4	270	5.5	88
V3	33.5	274	42.2	91	42.2	277	37.2	93	33.9	271	30.8	96
V4	46.6	318	52.4	129	40.1	304	37.0	124	29.5	309	34.8	123
V5	49.3	325	35.8	153	34.6	325	27.6	153	30.7	329	23.5	148
V6	64.5	286	51.1	110	50.2	282	35.5	112	44.0	288	33.0	109
V7	31.3	290	30.1	122	22.5	291	18.9	118	25.2	288	16.7	113
V8	31.5	259	22.2	82	25.4	258	16.7	78	21.3	249	17.1	72

表 8.1-11 2021 年夏季各站实测垂线平均涨、落潮最大流速 (cm/s)、流向 (°)

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	54	274	38	105	43	267	30	109	29	289	27	97
V2	44	280	38	87	36	266	33	87	29	265	25	78
V3	50	257	45	102	47	259	33	95	28	255	29	99
V4	50	246	53	70	48	250	40	82	30	227	32	79
V5	44	268	49	64	40	272	42	60	28	252	35	68
V6	52	251	55	56	45	267	47	81	28	250	32	60
V7	140	268	84	108	106	272	82	90	56	275	52	98
V8	69	292	54	122	48	287	41	115	32	271	34	111

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V9	52	241	73	70	50	241	59	65	27	234	33	75
V10	77	218	61	40	54	224	40	50	41	219	32	52
V11	69	242	82	67	53	243	67	67	32	242	50	65
V12	80	237	80	100	62	239	62	91	41	236	44	95
V13	64	246	62	52	59	260	53	68	42	271	41	56
V14	59	336	43	119	43	326	36	115	21	326	27	113
V15	66	251	56	61	54	229	45	91	30	231	35	70
V16	77	238	76	45	64	249	67	40	32	237	52	33

表 8.1-12 2021 年冬季各站实测垂线平均涨、落潮最大流速 (cm/s)、流向 (°)

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	47	296	40	87	36	307	35	87	27	284	25	94
V2	47	266	40	101	34	261	34	91	15	254	15	110
V3	49	288	44	98	37	284	42	83	39	287	30	78
V4	53	267	36	68	41	267	31	69	34	266	27	77
V5	48	269	52	73	43	260	47	68	29	254	37	67
V6	54	275	48	77	44	267	35	76	36	270	25	67
V7	143	275	75	100	95	282	57	94	69	284	48	95
V8	56	307	42	120	44	281	34	122	40	288	29	111
V9	53	254	51	89	43	249	44	81	29	242	34	87
V10	51	232	42	60	44	222	34	51	33	213	30	48
V11	62	254	65	48	49	248	57	61	32	266	49	69
V12	77	265	77	68	59	253	60	72	39	287	49	75
V13	61	239	67	85	46	240	52	92	31	281	44	80
V14	61	328	31	129	40	329	26	132	30	326	26	133

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V15	57	249	55	70	44	238	45	82	40	238	41	69
V16	69	228	70	87	53	239	55	57	34	233	49	88

表 8.1- 13 2022 年冬季各站实测垂线平均涨、落潮最大流速（cm/s）、流向（°）

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	80	263	62	74	89	253	70	78	57	258	47	76
V2	70	255	23	83	65	271	12	87	48	270	9	85
V3	63	276	73	87	90	272	72	94	59	271	53	96
V4	82	312	82	131	71	308	65	119	54	311	70	124
V5	101	328	65	152	64	326	48	151	59	318	43	138
V6	143	284	92	112	91	284	65	110	73	281	53	101
V7	53	293	51	122	34	300	31	114	40	288	28	115
V8	60	261	35	81	45	264	28	90	38	254	27	79

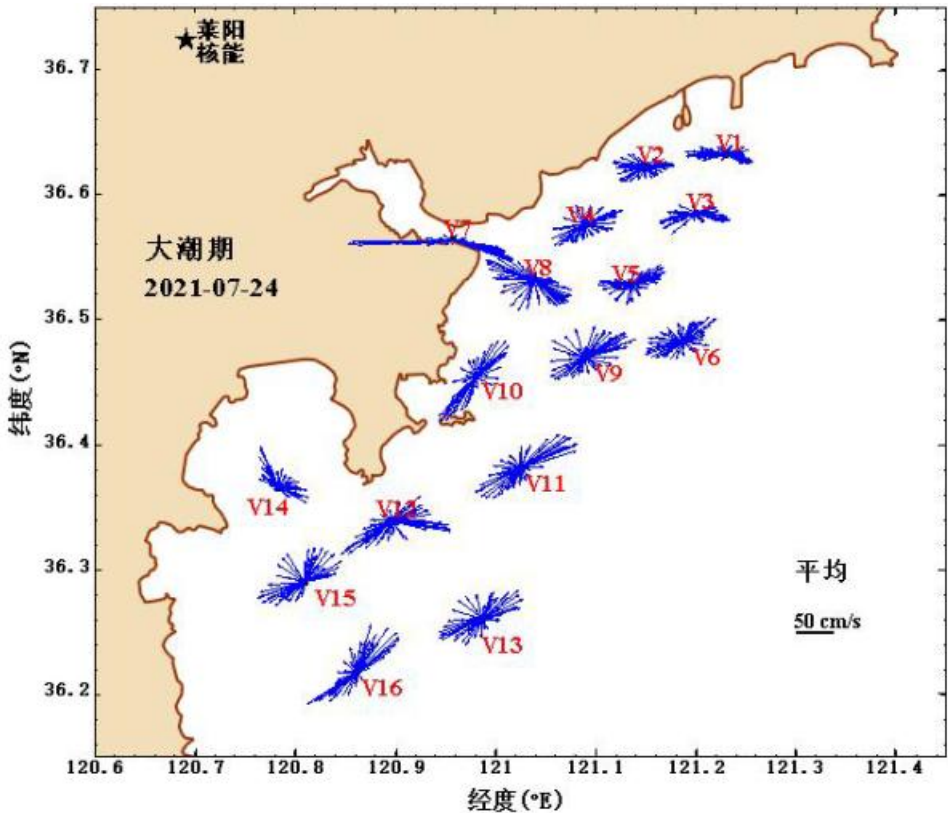


图 8.1- 8 2021 年夏季大潮垂线平均海流矢量平面分布图

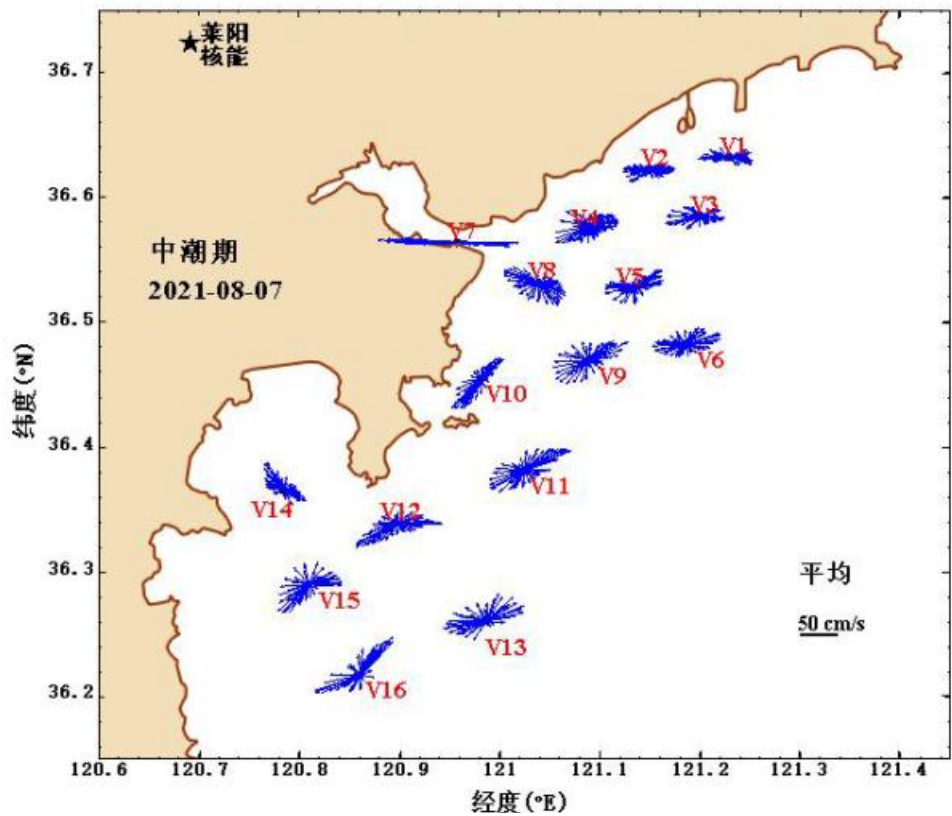


图 8.1- 9 2021 年夏季中潮垂线平均海流矢量平面分布图

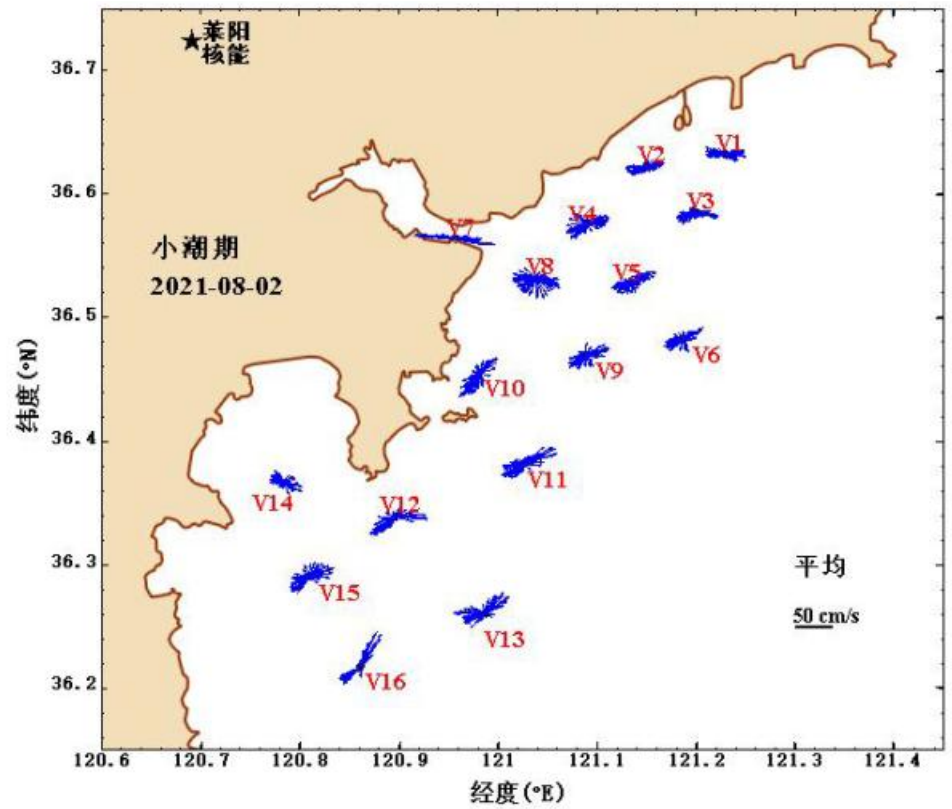


图 8.1- 10 2021 年夏季小潮垂线平均海流矢量平面分布图

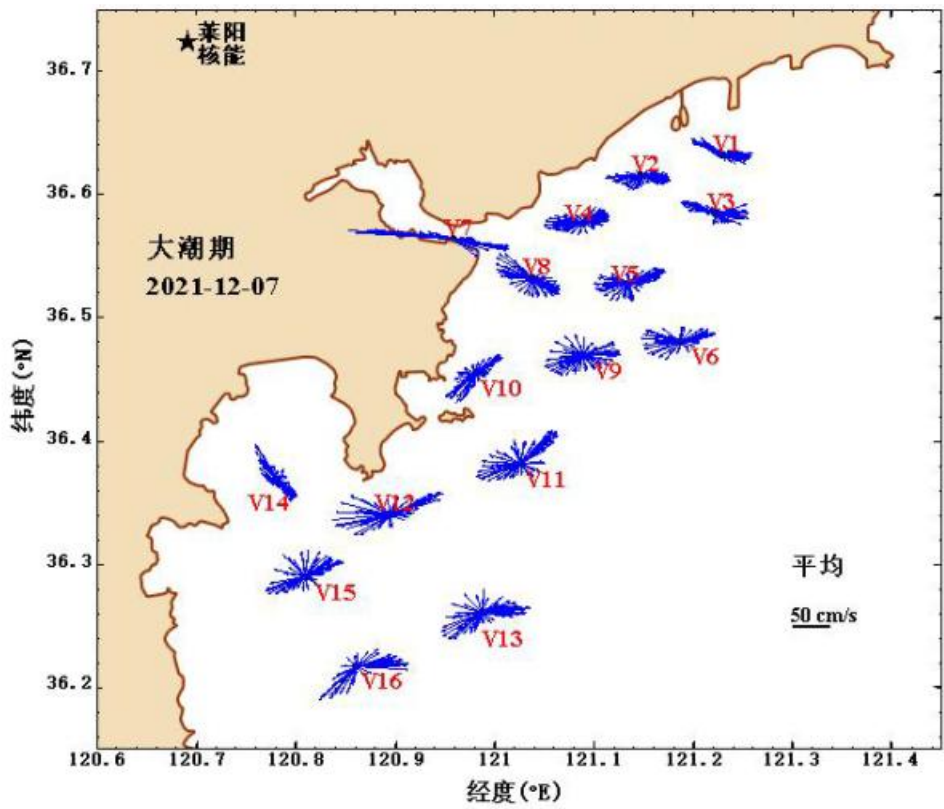


图 8.1- 11 2021 年冬季大潮垂线平均海流矢量平面分布图

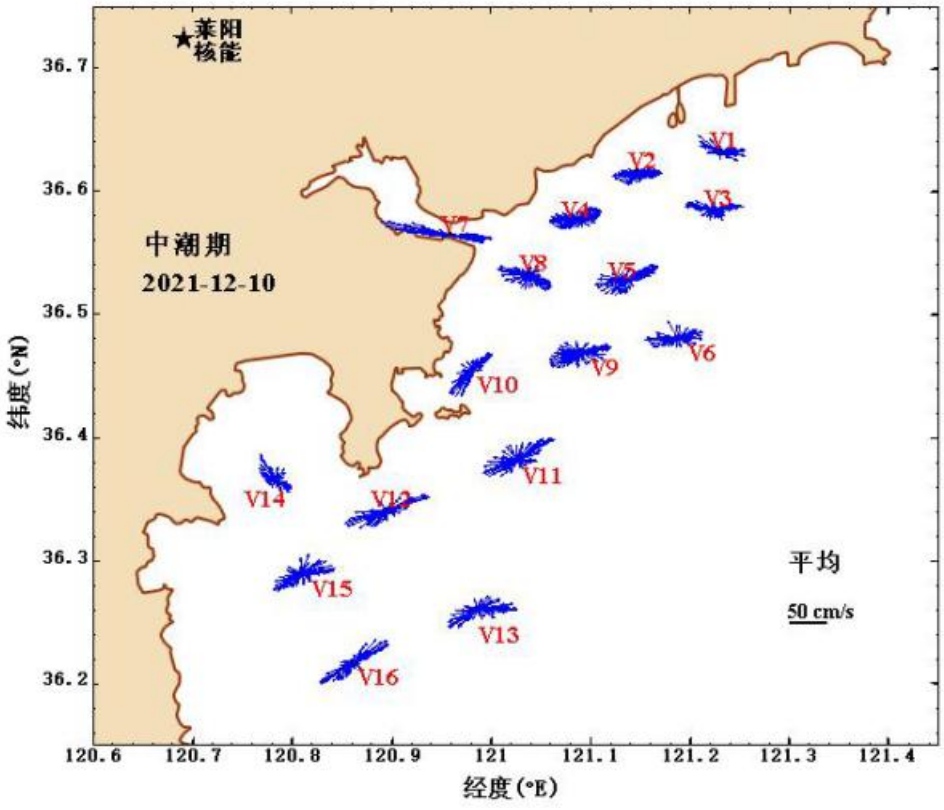


图 8.1- 12 2021 年冬季中潮垂线平均海流矢量平面分布图

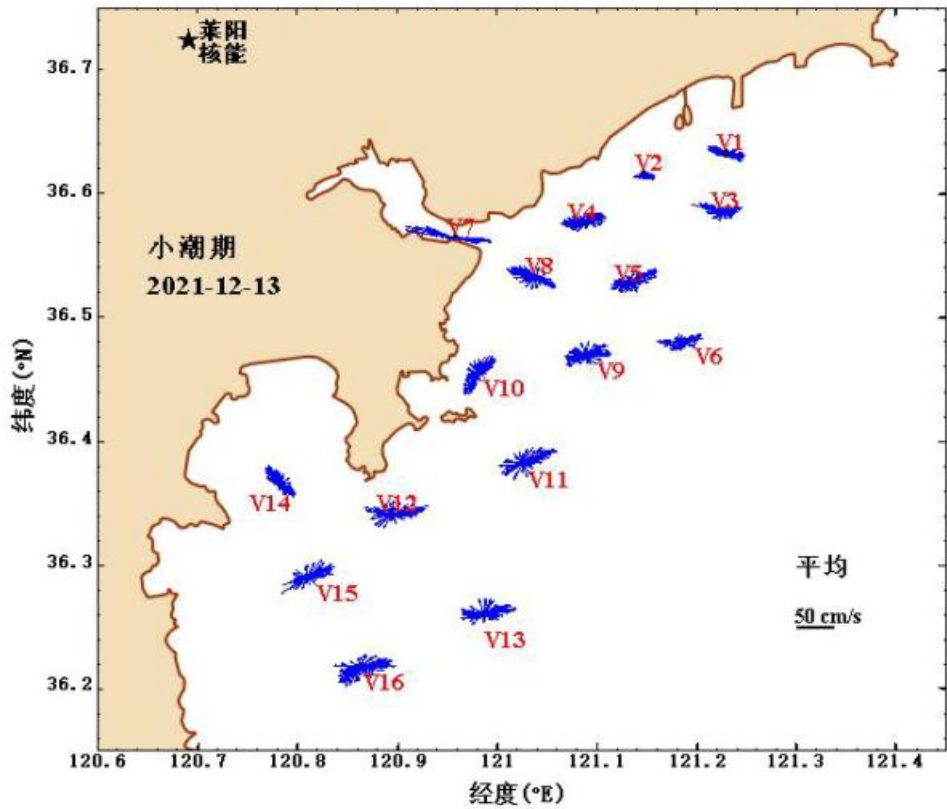


图 8.1- 13 2021 年冬季小潮垂线平均海流矢量平面分布图

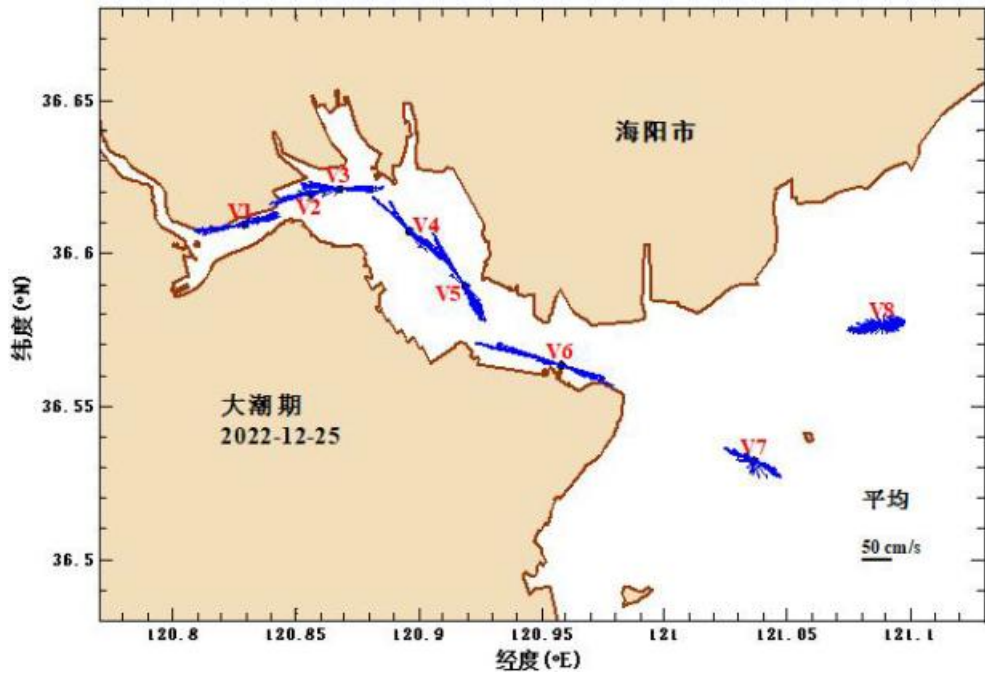


图 8.1- 14 2022 年冬季大潮垂线平均海流矢量平面分布图

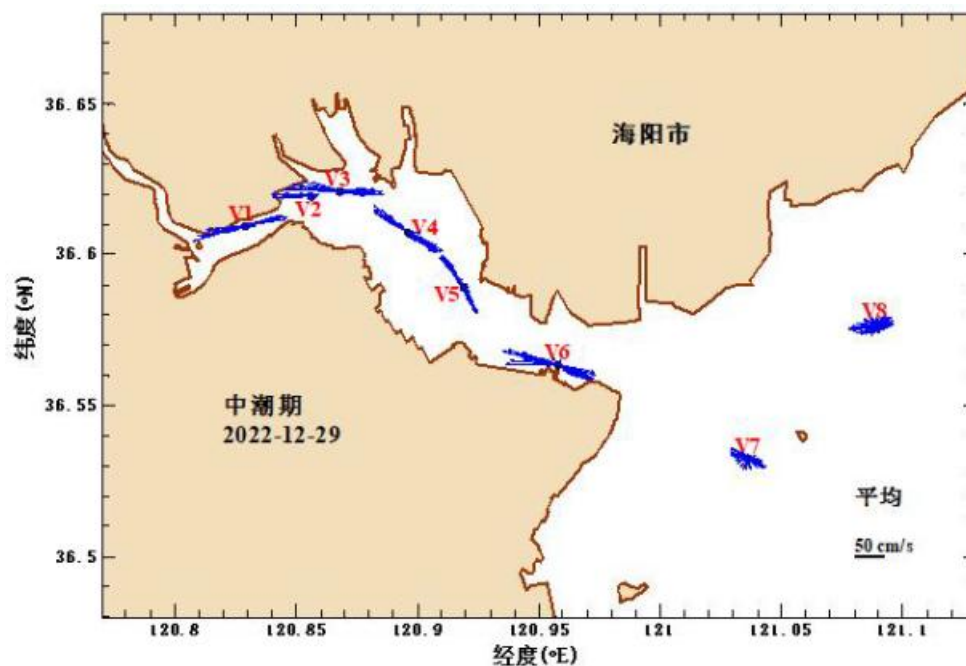


图 8.1-15 2022 年冬季中潮垂线平均海流矢量平面分布图

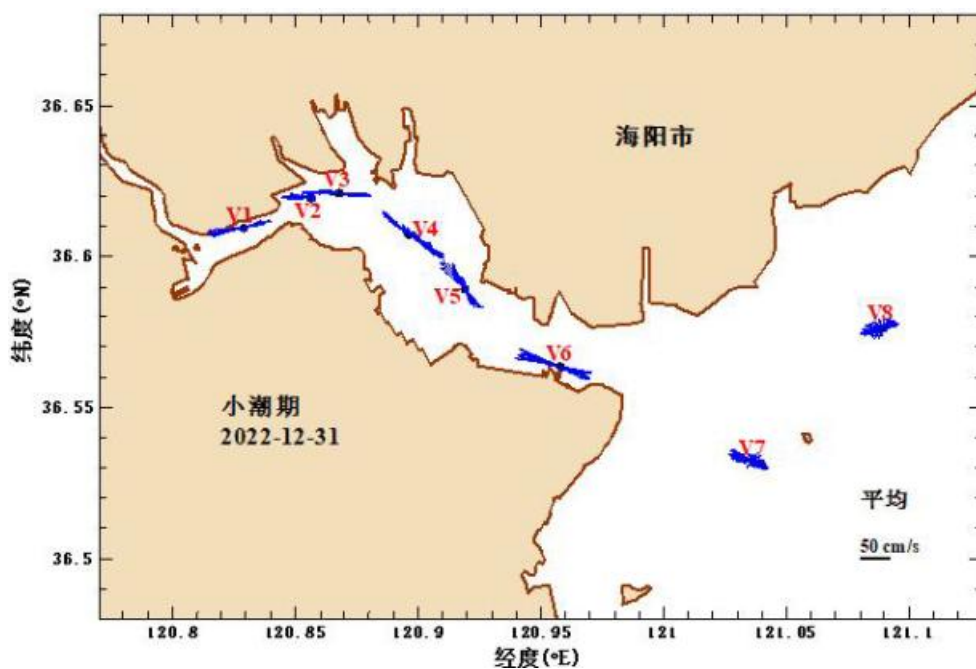


图 8.1-16 2022 年冬季小潮垂线平均海流矢量平面分布图

8.1.1.4 余流

余流是指海流中除天文引潮力作用所引起的潮流以外的海流。在近海海区，一般情况下余流相对于潮流的量级较小，但在某些特定海域，余流影响不能被忽略。余流受到水文、气象、地形、地表径流等多方面因素的影响。因而不同天气

条件、不同时间段的余流分布特征有所差异。

(1) 2021 年夏季

观测海域余流流速较小，流速在大潮期最大，小潮次之，中潮最小。大潮期各站各层余流流速在 1.8~14.1cm/s 之间；中潮期余流流速在 0.4~12.7cm/s 之间；小潮期余流流速在 0.1~13.2 cm/s 之间。大潮期余流最大值出现在 V16 测站的表层，流速为 14.1 cm/s，流向为 346°；中潮期余流最大值出现在 V16 测站的 0.2H 层，流速为 12.7cm/s，流向为 359°；小潮期余流最大值出现在 V16 测站的表层，流速为 13.2 cm/s，流向为 343°。除大潮部分测站和中、小潮的 V16 测站外，绝大部分测站的各层余流流速值不超过 10 cm/s。

垂线平均的余流结果来看，大潮期垂线平均余流为 2.0~10.8 cm/s，最大值出现在 V9 测站，流速值为 10.8 cm/s，流向 63°；中潮期垂线平均余流为 0.4~9.3 cm/s，最大值出现在 V16 测站，流速值为 9.3 cm/s，流向为 351°；小潮期垂线平均余流为 0.7~8.1 cm/s，最大值出现在 V13 测站，流速值为 8.1cm/s，流向为 321°。

平面分布来看，外海整体余流方向为 NE 向，近岸整体余流方向为 SW 向，鳌山湾处的 V13-V16 测站余流方向指向湾内。不论大中小潮，丁字湾口处的 V8 站位余流较大，余流方向基本表现为 SE 向。

垂线分布来看，余流流速基本表现为表层至底层递减的特征。

(2) 2021 年冬季

整体来看，观测海域余流流速较小，流速在大潮期最大，中潮和小潮较小。大潮期各站各层余流流速在 1.3~14.3 cm/s 之间；中潮期余流流速在 0.3~8.6 cm/s 之间；小潮期余流流速在 0.5~8.4 cm/s 之间。大潮期余流最大值出现在 V16 测站的表层，流速为 14.3 cm/s，流向为 142°；中潮期余流最大值出现在 V8 测站的表层，流速为 8.6 cm/s，流向为 177°；小潮期余流最大值出现在 V8 测站的表层，流速为 8.4 cm/s，流向为 182°。除大潮的 V16 测站外，其余测站的各层余流流速值均不超过 10 cm/s。

垂线平均的余流结果来看，大潮期垂线平均余流为 1.7~12.0 cm/s，最大值出现在 V16 测站，流速值为 12.0 cm/s，流向为 149°；中潮期垂线平均余流为 0.8~6.0 cm/s，最大值出现在 V13 测站，流速值为 6.0 cm/s，流向为 123°；小潮期垂线平

均余流为 0.7~6.3 cm/s, 最大值出现在 V16 测站, 流速值为 6.3 cm/s, 流向为 133°。

平面分布来看, 余流方向在空间上没有明显规律性。大潮的 V2、V8、V10、V11、V16 测站余流较大, 其余测站余流较小; 中潮的 V2、V7、V8、V13 测站余流较大, 其余测站余流较小; 小潮的 V7、V8 测站余流较大, 其余测站余流较小。不论大中小潮, 丁字湾口处的 V8 站位余流均较大, 余流方向均表现为 S 向。

垂线分布来看, 余流流速大部分表现为表层至底层递减的特征。

(3) 2022 年冬季

观测海域余流流速较小, 流速在大潮期最大, 中潮和小潮稍小一些。大潮期各站各层余流流速在 1.8~13.5cm/s 之间; 中潮期余流流速在 1.8~10.1cm/s 之间; 小潮期余流流速在 0.3~10.9cm/s 之间。大潮期余流最大值出现在 V4 测站的表层, 流速为 13.5cm/s, 流向为 119.5°; 中潮期余流最大值出现在 V2 测站的表层, 流速为 10.1cm/s, 流向为 266.4°; 小潮期余流最大值出现在 V4 测站的表层, 流速为 10.9cm/s, 流向为 108.6°。除大潮的 V4 测站外, 绝大部分测站的各层余流流速值不超过 10cm/s。

垂线平均的余流结果来看, 大潮期垂线平均余流为 3.5~12.5cm/s, 最大值出现在 V4 测站, 流速值为 12.5cm/s, 流向为 113.3°; 中潮期垂线平均余流为 2.6~9.3cm/s, 最大值出现在 V2 测站, 流速值为 9.3cm/s, 流向为 272.8°; 小潮期垂线平均余流为 0.8~9.0cm/s, 最大值出现在 V4 测站, 流速值为 9.0cm/s, 流向为 114.4°。

平面分布来看, V1、V3、V4 测站整体余流方向流向湾外, V2、V5 测站整体余流方向流向湾内。V6 测站大潮期流向湾内, 中潮和小潮期流向湾外。V7 和 V8 测站整体余流方向偏向西南。不论大中小潮, 湾内余流量值大于湾外, V1-V4 测站余流大于 V5-V8 测站。

垂线分布来看, 余流流速基本表现为上层水体大于下层水体的特征。

表 8.1-14 2021 年夏季各测站余流计算结果一览表 单位: 流速 (cm/s),
流向 (°)

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	表层	12.9	254	2.8	257	7.2	276
	0.2H	9.2	249	2.7	227	5.0	277
	0.4H	2.4	248	0.6	212	3.8	263
	0.6H	3.1	74	2.0	64	2.0	247
	0.8H	6.2	65	3.0	83	0.2	153
	底层	1.8	243	0.7	212	4.0	257
	垂线平均	2.0	253	0.4	153	3.2	268
V2	表层	3.0	240	2.0	237	3.8	255
	0.2H	3.5	219	2.7	234	1.8	285
	0.4H	3.8	189	3.5	217	1.9	228
	0.6H	5.0	229	4.2	235	2.8	204
	0.8H	3.7	285	4.1	254	2.8	228
	底层	4.8	284	4.3	263	3.3	222
	垂线平均	3.3	237	3.4	239	2.3	234
V3	表层	6.2	157	4.5	136	3.2	176
	0.2H	5.8	167	2.8	141	4.7	178
	0.4H	5.1	194	2.8	174	4.8	190
	0.6H	4.9	216	2.4	194	5.3	206
	0.8H	4.1	215	2.2	205	4.2	207
	底层	6.0	175	2.6	161	4.7	181
	垂线平均	4.8	188	2.4	168	4.5	194
V4	表层	3.5	190	8.2	75	1.2	275
	0.2H	3.9	140	3.6	87	3.1	248

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.4H	7.5	143	3.1	103	4.7	190
	0.6H	5.7	118	1.2	125	6.2	171
	0.8H	6.0	108	1.9	153	6.4	166
	底层	5.4	131	3.1	122	7.2	173
	垂线平均	5.1	131	2.8	102	4.3	183
V5	表层	7.4	94	5.4	82	2.9	120
	0.2H	4.9	332	3.4	66	1.6	271
	0.4H	6.3	83	5.6	72	1.2	133
	0.6H	6.8	91	5.2	79	2.2	125
	0.8H	8.0	91	5.0	80	2.6	118
	底层	9.0	82	5.0	71	2.6	111
	垂线平均	5.5	79	4.9	75	1.5	126
V6	表层	4.2	336	1.1	51	4.0	36
	0.2H	6.2	299	1.1	135	2.8	355
	0.4H	5.2	317	0.7	38	0.1	183
	0.6H	4.2	314	2.4	35	1.3	237
	0.8H	2.6	335	3.0	13	1.5	257
	底层	4.5	313	2.2	23	1.2	238
	垂线平均	4.4	314	1.5	37	0.7	324
V7	表层	12.4	208	3.7	201	1.2	106
	0.2H	10.8	200	0.6	206	0.8	4
	0.4H	8.4	198	0.6	359	0.9	350
	0.6H	8.6	194	1.3	327	1.9	332
	0.8H	6.7	188	1.9	47	0.9	1
	底层	6.0	174	4.6	101	0.8	206
	垂线平均	8.6	196	0.5	76	0.7	354
V8	表层	11.8	205	8.4	153	7.7	198

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.2H	12.4	186	8.4	165	6.3	167
	0.4H	12.1	178	7.3	159	7.6	152
	0.6H	9.9	170	7.9	154	7.5	166
	0.8H	7.5	161	6.6	158	7.0	161
	底层	3.7	114	6.3	150	5.1	155
	垂线平均	9.5	177	7.5	157	6.8	165
V9	表层	12.5	46	5.0	16	2.5	93
	0.2H	11.1	47	4.2	32	2.8	94
	0.4H	11.8	64	4.7	44	2.1	159
	0.6H	10.9	73	4.7	47	2.7	166
	0.8H	9.6	81	4.4	41	3.1	164
	底层	11.4	63	4.6	32	2.5	158
	垂线平均	10.8	63	4.5	38	2.2	143
V10	表层	9.5	214	5.2	229	6.1	221
	0.2H	10.3	210	5.7	211	6.8	214
	0.4H	8.0	200	5.4	206	7.4	205
	0.6H	9.1	200	5.6	208	7.5	193
	0.8H	5.9	192	4.0	194	5.8	192
	底层	7.8	174	3.7	198	4.6	179
	垂线平均	8.2	201	5.0	207	6.4	201
V11	表层	8.0	49	8.6	62	6.0	61
	0.2H	7.3	59	7.4	63	4.2	68
	0.4H	8.8	80	5.8	63	3.4	101
	0.6H	5.9	87	3.6	53	2.4	98
	0.8H	4.1	88	2.3	71	0.5	317
	底层	5.6	82	3.6	50	2.9	91
	垂线平均	6.4	74	5.1	62	2.7	80

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
V12	表层	9.4	172	7.6	180	6.1	181
	0.2H	9.7	169	8.6	165	6.5	181
	0.4H	11.5	172	7.9	165	7.6	182
	0.6H	10.8	168	7.3	159	6.0	180
	0.8H	10.1	166	5.9	159	4.4	171
	底层	10.6	174	6.8	166	6.8	188
	垂线平均	10.4	170	7.3	165	6.1	181
V13	表层	5.2	321	8.7	307	10.0	322
	0.2H	3.8	314	6.8	313	7.6	323
	0.4H	6.3	315	7.6	301	8.8	319
	0.6H	2.9	337	8.3	315	9.4	325
	0.8H	2.5	299	4.9	322	5.2	323
	底层	7.6	308	7.1	301	8.9	320
	垂线平均	4.3	315	7.1	310	8.1	321
V14	表层	11.4	11	4.2	18	3.0	347
	0.2H	10.7	19	4.4	21	2.6	7
	0.4H	10.1	33	4.1	23	2.9	356
	0.6H	8.4	45	3.3	45	0.8	327
	0.8H	6.0	47	2.9	67	1.0	182
	底层	8.8	30	3.6	30	3.4	340
	垂线平均	8.9	31	3.6	33	1.6	353
V15	表层	9.1	312	6.9	193	1.5	284
	0.2H	8.3	311	5.7	190	0.7	336
	0.4H	7.6	301	6.3	193	0.4	245
	0.6H	8.1	293	5.5	186	1.6	201
	0.8H	6.3	277	5.3	168	2.1	201
	底层	8.1	300	7.1	194	0.1	333

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	垂线平均	7.6	299	5.9	187	0.8	222
V16	表层	14.1	346	11.9	353	13.2	343
	0.2H	10.6	351	12.7	359	9.5	346
	0.4H	6.2	321	9.6	354	5.0	9
	0.6H	5.5	278	7.7	345	3.4	2
	0.8H	5.7	291	6.2	345	4.9	39
	底层	5.6	279	9.1	340	3.2	352
	垂线平均	6.6	321	9.3	351	5.8	359

表 8.1-15 2021 年冬季各测站余流计算结果一览表 单位：流速（cm/s），
流向（°）

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	表层	5.5	47	5.0	89	3.5	72
	0.2H	5.1	45	3.6	57	2.3	77
	0.4H	5.0	44	3.7	56	1.8	67
	0.6H	4.7	44	3.1	47	2.1	29
	0.8H	4.5	45	3.4	54	1.9	35
	底层	4.1	40	3.3	44	2.8	46
	垂线平均	4.9	45	3.5	57	2.2	55
V2	表层	9.4	150	6.3	139	4.5	128
	0.2H	9.1	145	6.2	149	3.9	141
	0.4H	8.2	143	6.2	142	4.0	145
	0.6H	7.8	140	5.8	141	2.9	147
	0.8H	7.4	140	5.0	136	3.1	149
	底层	6.2	141	4.4	136	3.0	139
	垂线平均	8.0	143	5.7	142	3.6	142

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
V3	表层	2.4	24	3.4	69	5.1	45
	0.2H	1.8	38	3.1	57	4.2	36
	0.4H	1.9	46	2.5	55	3.5	39
	0.6H	2.2	60	2.7	43	3.9	50
	0.8H	1.3	58	2.2	26	3.8	49
	底层	1.5	72	3.1	19	3.2	55
	垂线平均	1.7	47	2.6	47	3.9	45
V4	表层	2.8	288	2.3	358	2.9	16
	0.2H	3.5	316	2.8	304	2.7	344
	0.4H	3.7	334	3.9	310	3.0	335
	0.6H	3.4	317	5.4	319	3.3	322
	0.8H	4.7	309	6.0	308	3.7	322
	底层	4.6	322	5.3	316	3.9	335
	垂线平均	3.7	316	4.3	314	3.1	335
V5	表层	2.3	110	5.1	88	4.8	48
	0.2H	2.7	95	4.3	90	4.1	53
	0.4H	3.8	81	3.6	88	3.5	66
	0.6H	4.0	81	3.4	80	3.6	61
	0.8H	3.8	74	2.9	77	3.3	64
	底层	3.8	71	3.4	73	3.3	64
	垂线平均	3.4	83	3.6	84	3.7	59
V6	表层	2.5	309	3.1	292	2.9	198
	0.2H	2.5	326	2.1	282	2.3	219
	0.4H	2.6	315	1.6	277	1.4	252
	0.6H	2.2	306	2.9	274	1.4	223
	0.8H	2.1	311	1.7	285	1.2	232
	底层	2.0	328	2.1	270	1.3	227

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	垂线平均	2.3	316	2.2	280	1.6	225
V7	表层	3.7	207	2.3	110	5.6	72
	0.2H	3.0	211	3.2	341	4.1	40
	0.4H	2.6	271	5.8	311	4.0	351
	0.6H	3.0	282	7.6	309	5.9	303
	0.8H	3.9	271	8.4	301	6.8	291
	底层	3.9	253	7.4	296	6.9	260
	垂线平均	2.9	254	5.4	310	3.3	323
V8	表层	7.8	169	8.6	177	8.4	182
	0.2H	5.3	167	7.5	179	5.4	187
	0.4H	5.2	176	6.1	198	1.5	174
	0.6H	4.9	171	3.4	160	1.8	31
	0.8H	4.3	168	1.4	133	4.0	29
	底层	3.1	177	1.1	157	2.6	48
	垂线平均	5.0	171	4.5	177	1.2	149
V9	表层	4.8	175	5.2	174	3.0	94
	0.2H	3.9	151	4.3	175	0.6	114
	0.4H	3.9	158	3.1	155	1.9	192
	0.6H	4.5	153	4.2	176	0.5	107
	0.8H	3.2	148	3.7	173	0.6	100
	底层	4.4	143	2.9	168	0.9	275
	垂线平均	4.0	154	3.8	171	0.7	134
V10	表层	7.4	199	4.8	185	1.4	100
	0.2H	5.7	203	3.8	185	1.9	276
	0.4H	4.7	201	4.1	177	0.9	151
	0.6H	5.3	182	3.0	175	2.0	170
	0.8H	4.1	177	2.1	188	2.5	132

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	底层	4.4	178	2.3	185	3.7	110
	垂线平均	5.0	192	3.3	182	1.2	148
V11	表层	8.2	358	5.9	20	3.0	104
	0.2H	7.7	349	5.5	28	4.9	64
	0.4H	8.3	349	6.1	25	5.2	62
	0.6H	7.4	344	6.1	22	5.0	61
	0.8H	7.3	337	5.6	16	4.6	64
	底层	6.5	340	5.2	10	4.7	61
	垂线平均	7.6	346	5.7	21	4.7	65
V12	表层	4.2	348	2.9	154	5.3	81
	0.2H	4.1	349	2.1	136	5.1	80
	0.4H	5.4	346	1.2	137	5.3	64
	0.6H	6.3	343	0.3	7	5.4	69
	0.8H	7.2	337	0.8	30	5.3	63
	底层	7.0	331	0.7	354	4.3	70
	垂线平均	5.7	342	0.8	124	5.1	70
V13	表层	4.1	190	8.0	128	4.0	54
	0.2H	5.2	147	6.4	131	4.6	36
	0.4H	3.6	135	4.8	130	3.3	45
	0.6H	5.7	138	6.9	116	3.2	63
	0.8H	5.9	141	5.3	117	2.8	85
	底层	6.5	132	6.4	112	2.3	69
	垂线平均	4.9	143	6.0	123	3.2	56
V14	表层	1.9	300	2.1	88	2.5	41
	0.2H	4.0	328	1.3	4	0.7	151
	0.4H	4.6	4	2.0	30	0.8	178
	0.6H	4.1	352	1.9	29	0.6	156

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.8H	2.8	357	3.0	30	1.6	132
	底层	2.3	31	2.6	18	1.2	161
	垂线平均	3.3	351	2.0	30	0.8	132
V15	表层	4.4	355	5.7	136	4.3	86
	0.2H	4.9	351	5.0	136	3.8	88
	0.4H	4.4	349	4.3	129	2.8	90
	0.6H	4.9	335	3.3	131	3.3	85
	0.8H	4.2	330	3.2	124	3.1	99
	底层	4.9	320	2.9	114	2.7	99
	垂线平均	4.5	341	4.0	130	3.3	90
V16	表层	14.3	142	2.6	139	7.3	134
	0.2H	13.6	145	2.2	129	6.6	129
	0.4H	11.8	155	3.3	98	7.1	128
	0.6H	11.7	149	2.2	110	7.1	132
	0.8H	10.9	151	1.1	17	4.0	147
	底层	9.5	151	1.7	254	5.5	141
	垂线平均	12.0	149	1.6	110	6.3	133

表 8.1-16 2022 年冬季各测站余流计算结果一览表 单位: 流速 (cm/s),
流向 (°)

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	表层	5.7	69.6	7.9	84.3	1.8	58.2
	0.2H						
	0.4H						
	0.6H	6.0	60.8	6.8	71.1	1.1	78.4
	0.8H						
	底层	1.9	343.4	6.2	69.1	1.6	36.8
	垂线平均	4.0	55.3	6.9	75.1	1.5	57.7
V2	表层	5.2	286.5	10.1	266.4	8.9	270.6
	0.2H	5.3	279.0	9.5	271.2	7.4	272.0
	0.4H	6.4	262.0	9.4	276.2	6.1	268.5
	0.6H	7.4	248.7	9.3	274.5	5.9	277.2
	0.8H	7.9	243.8	9.3	273.0	5.4	267.0
	底层	8.2	245.3	8.0	272.4	4.5	270.4
	垂线平均	6.5	257.2	9.3	272.8	6.3	271.0
V3	表层	7.7	88.6	10.1	70.2	5.7	113.8
	0.2H						
	0.4H						
	0.6H	3.8	71.1	4.2	94.0	5.6	108.1
	0.8H						
	底层	2.1	74.5	6.3	91.0	6.0	101.9
	垂线平均	4.4	81.1	6.7	81.4	5.7	107.6
V4	表层	13.5	119.5	8.6	116.8	10.9	108.6
	0.2H						
	0.4H						
	0.6H	12.8	108.1	6.1	131.9	8.9	113.9

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.8H						
	底层	11.6	112.2	5.1	126.2	7.3	124.9
	垂线平均	12.5	113.3	6.6	124.2	9.0	114.4
V5	表层	3.3	259.4	3.2	295.6	1.1	249.9
	0.2H						
	0.4H						
	0.6H	5.1	269.2	4.3	293.8	1.5	332.1
	0.8H						
	底层	3.5	274.2	3.2	293.8	3.9	357.0
	垂线平均	3.9	267.3	3.5	294.4	1.8	337.2
V6	表层	4.7	226.7	4.8	137.8	3.0	117.2
	0.2H	5.9	241.9	4.1	142.4	2.0	121.6
	0.4H	5.0	249.7	5.5	163.8	2.0	150.3
	0.6H	6.2	307.3	5.1	163.1	1.4	141.2
	0.8H	5.8	277.2	5.2	158.4	1.8	94.6
	底层	5.0	257.3	5.2	166.1	2.4	137.0
	垂线平均	4.9	264.3	5.0	156.9	1.9	124.7
V7	表层	4.2	169.5	4.7	128.3	2.1	203.7
	0.2H						
	0.4H						
	0.6H	4.9	195.8	2.4	160.3	0.3	72.2
	0.8H						
	底层	1.8	218.3	1.8	73.0	1.1	283.7
	垂线平均	3.5	189.0	2.6	126.9	0.8	228.0
V8	表层	4.1	248.7	3.2	251.4	3.3	236.3
	0.2H	5.2	217.2	3.1	273.6	2.6	250.8
	0.4H	5.7	257.7	3.4	258.9	3.1	238.5

站号	层次	大 潮		中 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.6H	4.6	254.8	3.6	273.1	2.4	239.7
	0.8H	4.1	269.5	2.7	291.4	2.3	257.7
	底层	2.8	261.6	2.3	254.9	2.5	278.3
	垂线平均	4.4	249.3	3.0	269.4	2.6	247.7

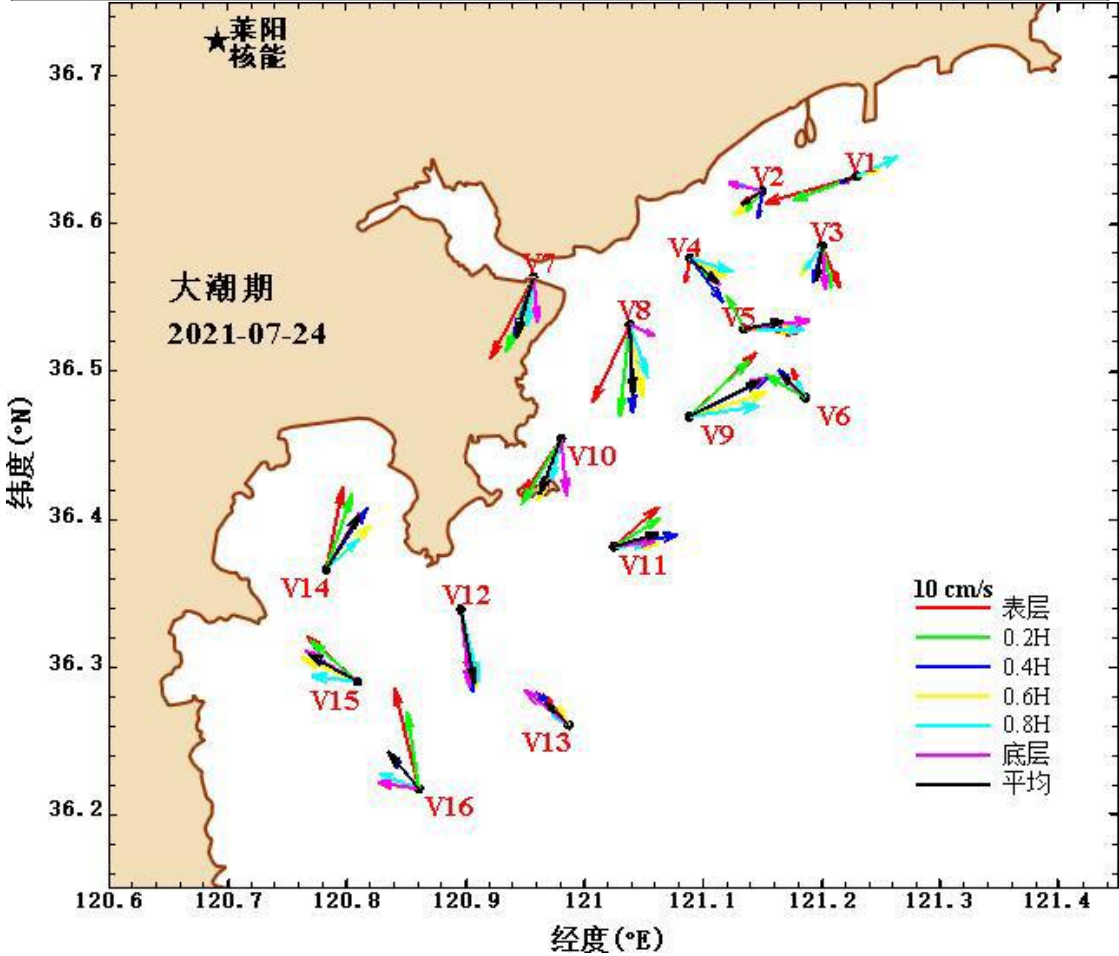


图 8.1- 17 2021 年夏季施测海域大潮垂线平均余流矢量图

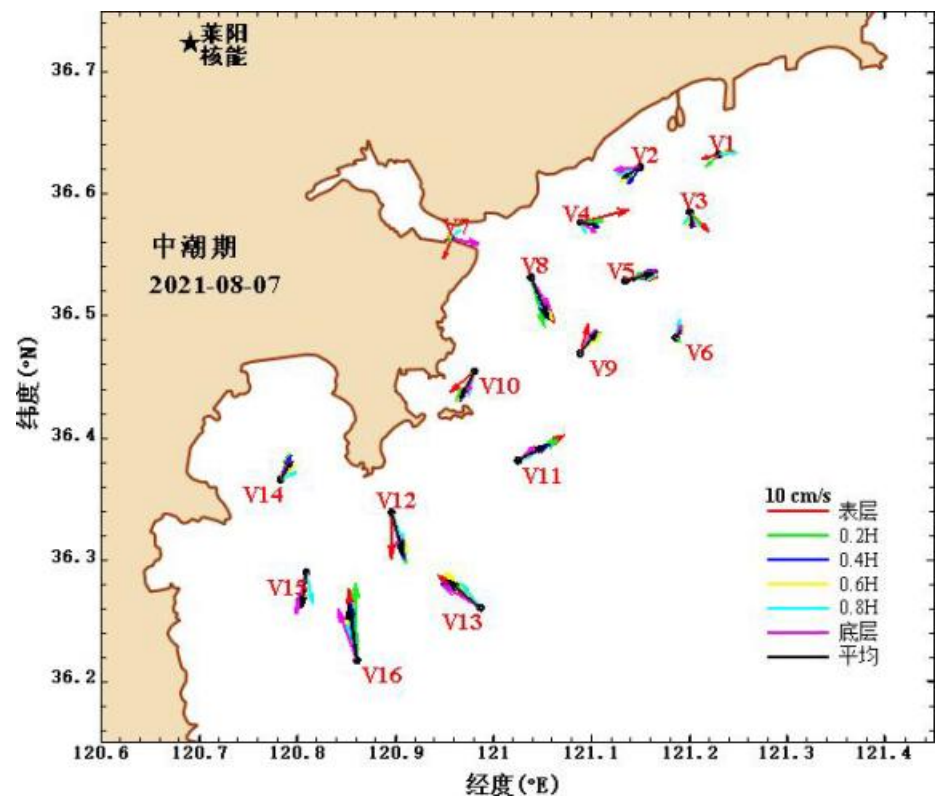


图 8.1- 18 2021 年夏季施测海域中潮垂线平均余流矢量图

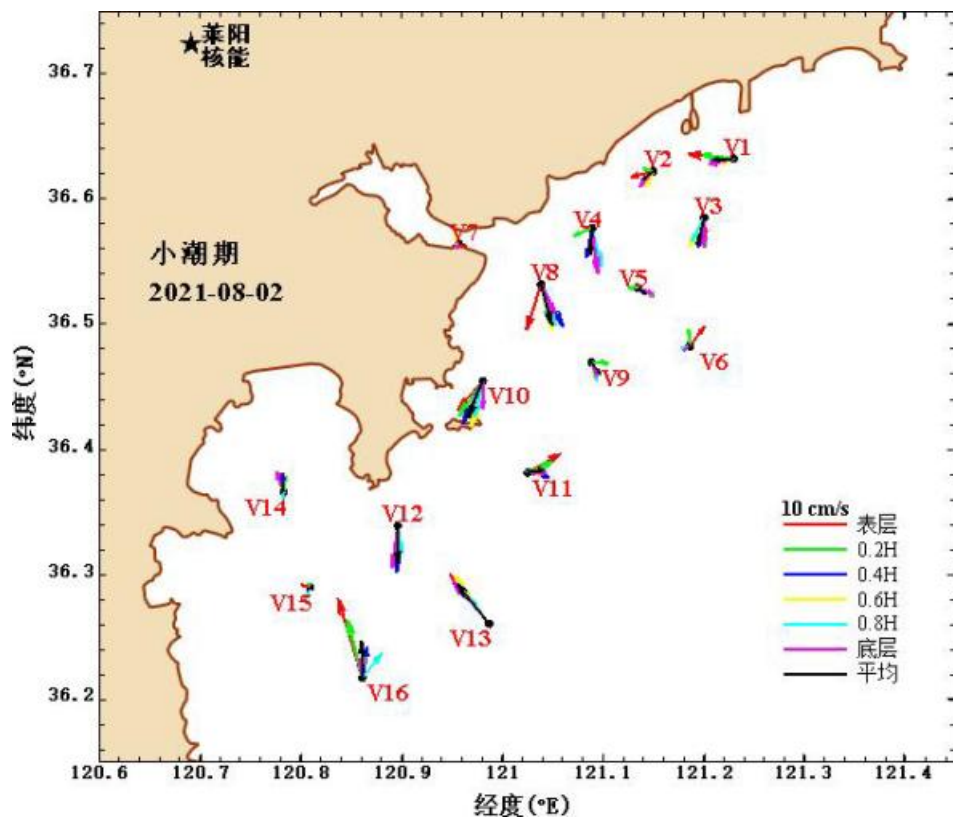


图 8.1- 19 2021 年夏季施测海域小潮垂线平均余流矢量图

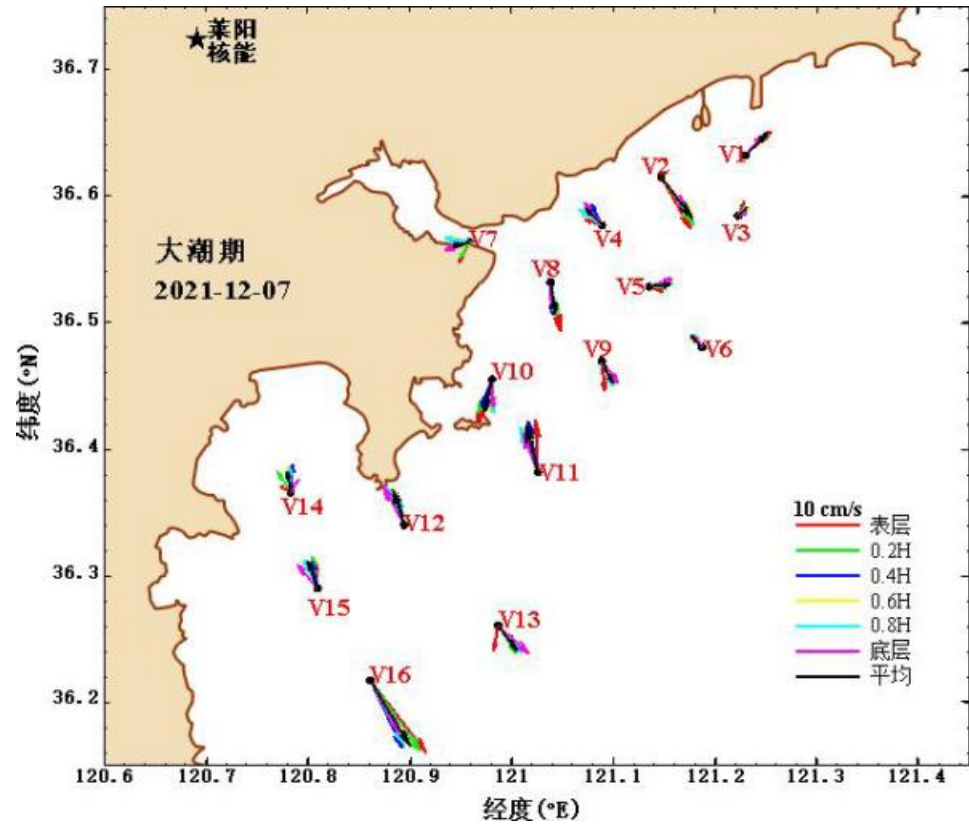


图 8.1- 20 2021 年冬季施测海域大潮垂线平均余流矢量图

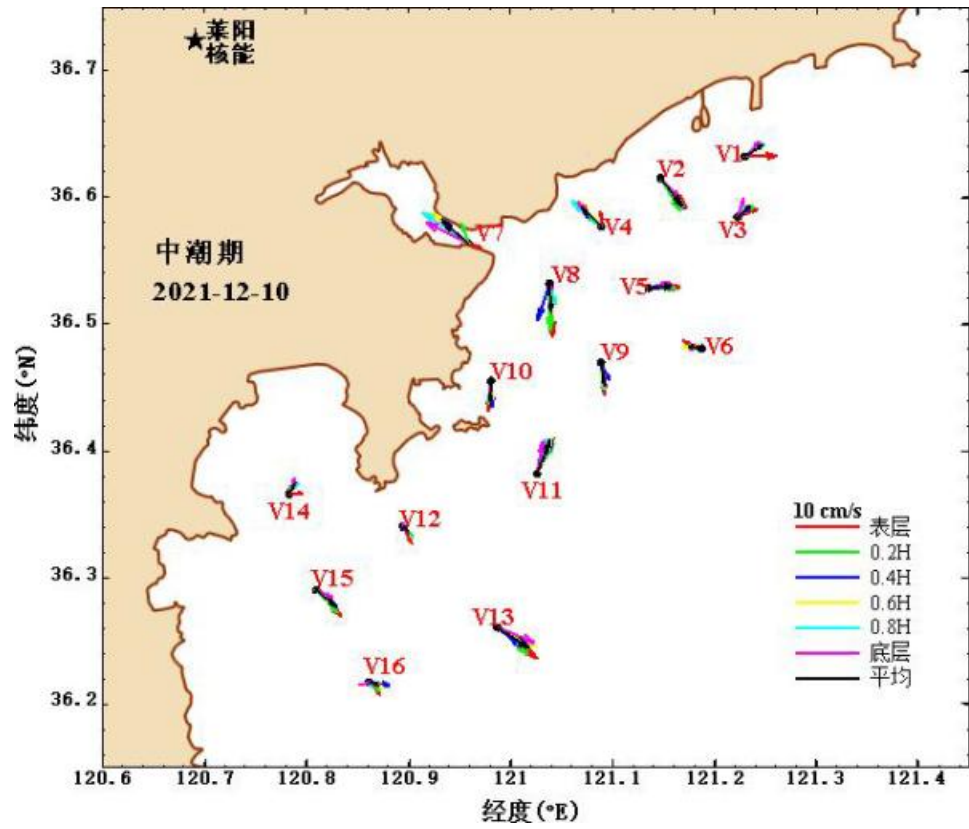


图 8.1- 21 2021 年冬季施测海域中潮垂线平均余流矢量图

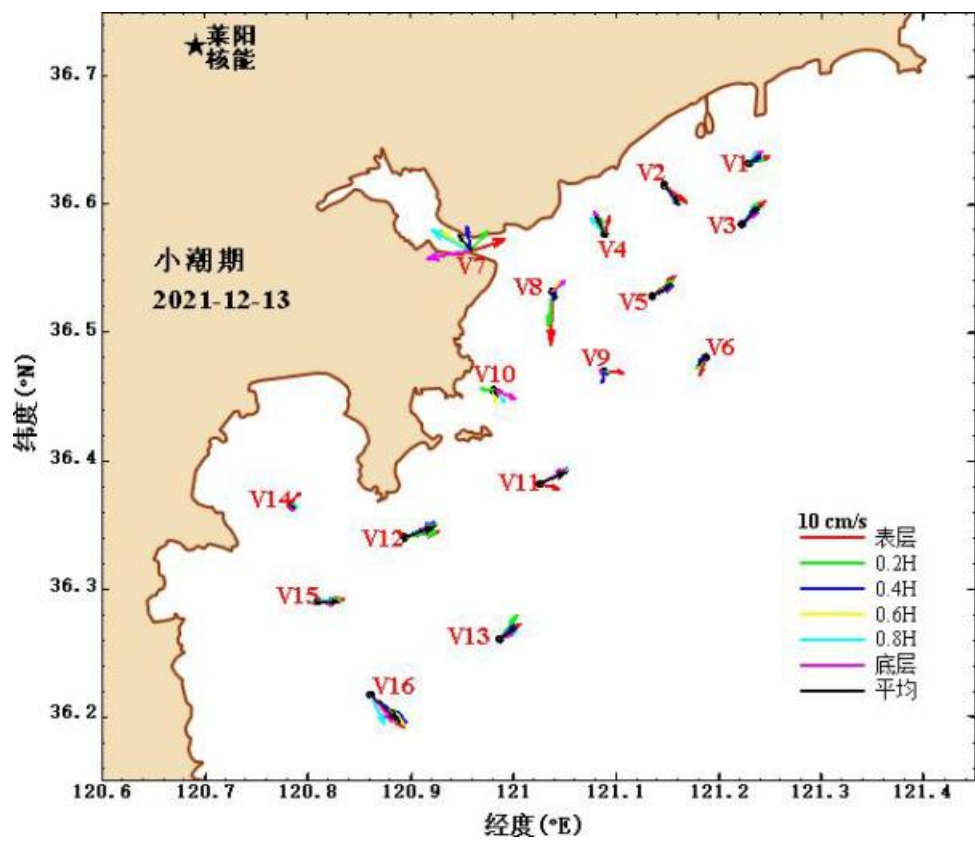


图 8.1- 22 2021 年冬季施测海域小潮垂线平均余流矢量图

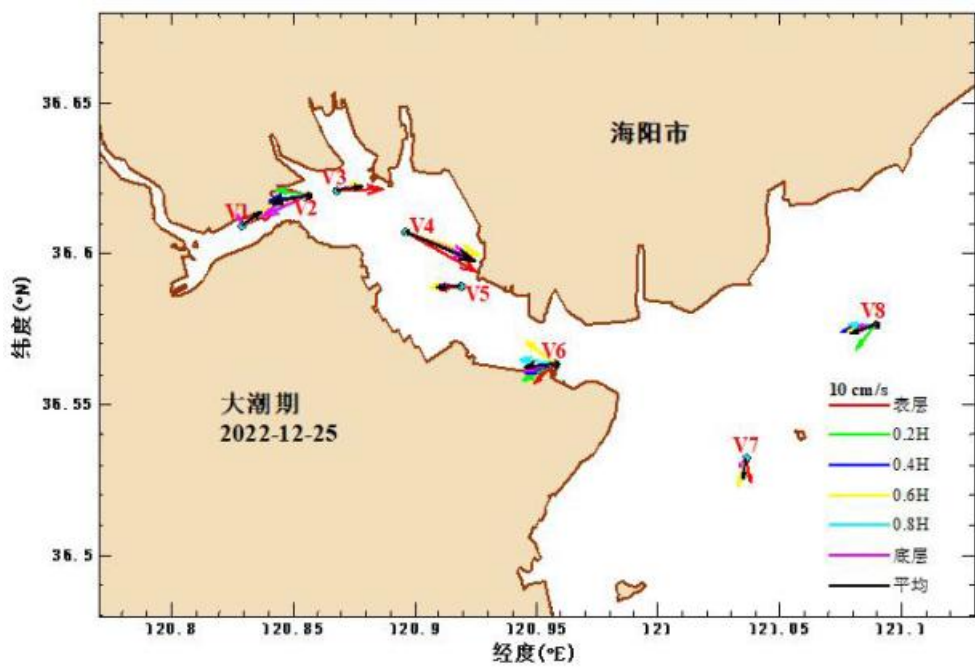


图 8.1- 23 2022 年冬季施测海域大潮垂线平均余流矢量图

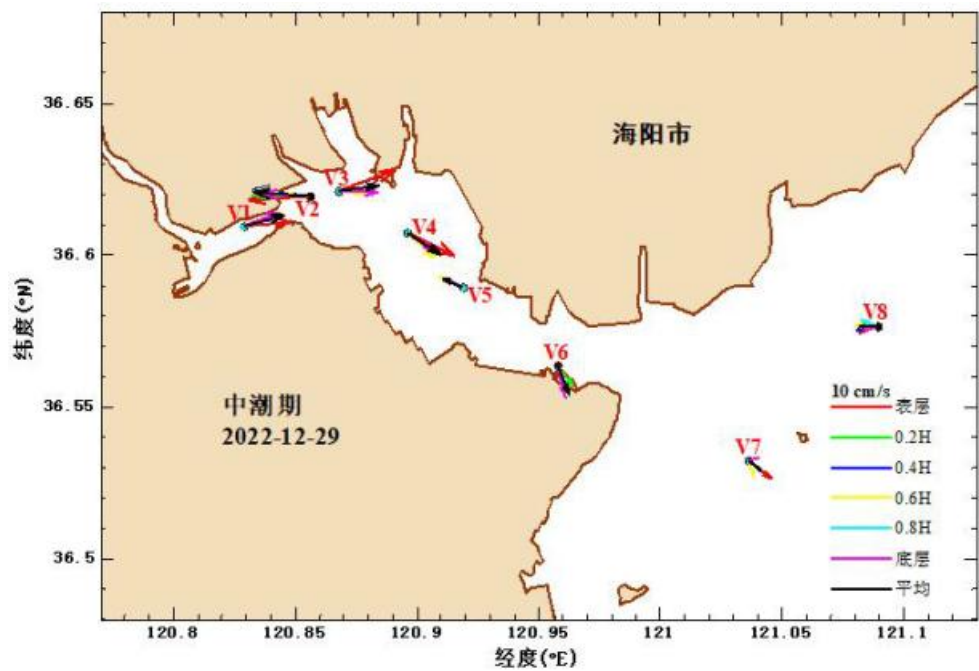


图 8.1- 24 2022 年冬季施测海域中潮垂线平均余流矢量图

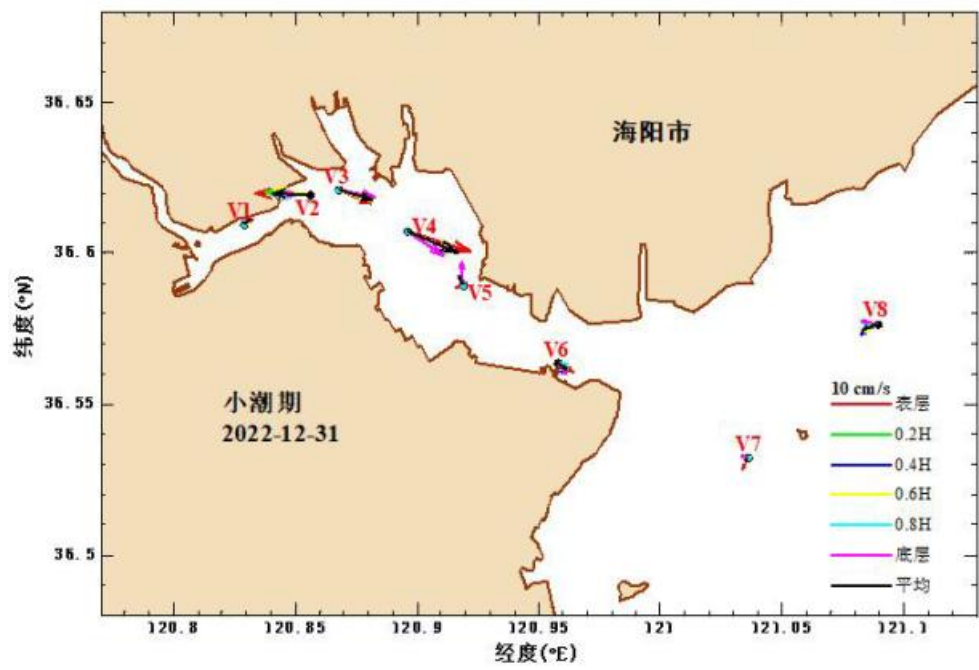


图 8.1- 25 2022 年冬季施测海域小潮垂线平均余流矢量图

8.1.1.5 含沙量

- (1) 2021 年夏季
- 1) 本次测验期间施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.0182 kg/m³，其中大潮为 0.0262 kg/m³，中潮为 0.0158 kg/m³，小潮为 0.0125 kg/m³，大潮含沙量相对较

大，中潮和小潮含沙量相对较小。

2) 大潮潮段平均含沙量，最大为 0.0789 kg/m^3 ，出现在 V8 测站落潮段，最小为 0.0047 kg/m^3 ，出现在 V13 测站涨潮段；中潮潮段平均含沙量，最大为 0.0359 kg/m^3 ，出现在 V8 测站落潮段，最小为 0.0031 kg/m^3 ，出现在 V6 测站涨潮段；小潮潮段平均含沙量，最大为 0.0296 kg/m^3 ，出现在 V8 测站落潮段，最小为 0.0034 kg/m^3 ，出现在 V13 测站涨潮段。

3) 水体含沙浓度平面分布，以 V7 和 V8 测站最高，其次是 V2、V4、V5、V10、V11 测站，再次是 V1、V3、V9、V12、V14、V15、V16 测站稍小一些，V6、V13 测站最低。施测海域垂线平均潮段平均含沙量的平面分布表现为丁字湾入海口门处最高，近岸高外海低的特点。

(2) 2021 年冬季

1) 本次测验期间施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.0184 kg/m^3 ，其中大潮为 0.0253 kg/m^3 ，中潮为 0.0175 kg/m^3 ，小潮为 0.0124 kg/m^3 ，大潮含沙量相对较大，中潮和小潮含沙量相对较小。

2) 大潮潮段平均含沙量，最大为 0.0412 kg/m^3 ，出现在 V11 测站落潮段，最小为 0.0136 kg/m^3 ，出现在 V3 测站落潮段；中潮潮段平均含沙量，最大为 0.0321 kg/m^3 ，出现在 V12 测站涨潮段，最小为 0.0090 kg/m^3 ，出现在 V10 测站落潮段；小潮潮段平均含沙量，最大为 0.0191 kg/m^3 ，出现在 V5 测站涨潮段，最小为 0.0075 kg/m^3 ，出现在 V8 测站落潮段。

3) 水体含沙浓度平面分布，以 V11、V12 和 V16 测站最高，V2、V9、V15 测站次之，再次是 V4、V5、V7、V8、V13、V14 测站稍小一些，V1、V10 测站更小一些，V3 和 V6 测站最低。施测海域垂线平均潮段平均含沙量的平面分布表现为南部海域大于北部的特点。

(3) 2022 年冬季

1) 本次测验期间施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.0530 kg/m^3 ，其中大潮为 0.0536 kg/m^3 ，中潮为 0.0524 kg/m^3 ，小潮为 0.0531 kg/m^3 ，大潮、中潮和小潮含沙量差异不大。

2) 大潮潮段平均含沙量，最大为 0.0898 kg/m^3 ，出现在 V1 测站落潮段，最

小为 0.0433kg/m^3 ，出现在 V4 测站涨潮段；中潮潮段平均含沙量，最大为 0.0875kg/m^3 ，出现在 V1 测站涨潮段，最小为 0.0438kg/m^3 ，出现在 V8 测站涨潮段；小潮潮段平均含沙量，最大为 0.0865kg/m^3 ，出现在 V1 测站落潮段，最小为 0.0453kg/m^3 ，出现在 V2 测站落潮段。

3) 水体含沙浓度平面分布，以 V1 测站最高，显著高于其他测站，V2-V8 测站含沙量差异不大。施测海域垂线平均潮段平均含沙量的平面分布表现为河流入海口处最高，丁字湾湾内和湾外低的特点。

总体而言，冬季测验期间水体含沙量低，大潮平均含沙量在 0.06kg/m^3 以下，这与该海域泥沙来源少，底质泥沙较粗，波浪掀沙作用较弱有关。

8.1.1.6 温度

(1) 2021 年夏季

现场观测期间，观测海域表层日平均水温在 $26.39^{\circ}\text{C}\sim 29.58^{\circ}\text{C}$ 之间，最高值为 29.58°C ，出现在 V7 站的中潮期，最低值为 26.39°C ，出现在 V16 站的小潮期。表层最高水温为 31.43°C ，出现在 V5 站的中潮期，最低水温为 25.26°C ，出现在 V16 站的中潮期，表层最高水温与最低水温相差 6.17°C 。

中层日平均温度在 $24.65^{\circ}\text{C}\sim 29.42^{\circ}\text{C}$ 之间，最高值为 29.42°C ，出现在 V7 站中潮期，最低值为 24.65°C ，出现在 V16 站中潮期。中层最高水温为 29.98°C ，出现在 V7 站大潮期，最低水温为 22.96°C ，出现在 V13 站中潮期，中层最高水温与最低水温相差 7.02°C 。

底层日平均水温在 $19.35^{\circ}\text{C}\sim 29.38^{\circ}\text{C}$ 之间，最高值为 29.38°C ，出现在 V7 站中潮期，最低值为 19.35°C ，出现在 V13 站小潮期。底层最高水温为 29.95°C ，出现在 V7 站中潮期，最低水温为 18.36°C ，出现在 V13 站小潮期，底层最高水温与最低水温相差 11.59°C 。

平面分布表明，施测海域实测海水温度，大潮平均为 27.87°C ，中潮平均为 28.03°C ，小潮平均为 27.61°C 。整体来看，除 V7 站外各站垂线平均水温与水深呈正相关关系，V7 站温度略高考虑是入海口处汇入淡水水温较高所致。整体上温度呈南高北低的分布趋势。

(2) 2021 年冬季

现场观测期间,观测海域表层日平均水温在 $6.90^{\circ}\text{C}\sim 12.86^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 12.86°C ,出现在 V16 站的大潮期,最低值为 6.90°C ,出现在 V7 站的小潮期。表层最高水温为 13.02°C ,出现在 V16 站大潮期,最低水温为 6.52°C ,出现在 V7 站的小潮期,表层最高水温与最低水温相差 6.50°C 。

中层日平均温度在 $7.29^{\circ}\text{C}\sim 12.85^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 12.85°C ,出现在 V16 站大潮期,最低值为 7.29°C ,出现在 V7 站小潮期。中层最高水温为 13.01°C ,出现在 V16 站大潮期,最低水温为 6.92°C ,出现在 V7 站小潮期,中层最高水温与最低水温相差 6.09°C 。

底层日平均水温在 $7.35^{\circ}\text{C}\sim 12.86^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 12.86°C ,出现在 V16 站大潮期,最低值为 7.35°C ,出现在 V7 站小潮期。底层最高水温为 13.02°C ,出现在 V16 站大潮期,最低水温为 7.11°C ,出现在 V7 站小潮期,底层最高水温与最低水温相差 5.91°C 。

平面分布表明,施测海域实测海水温度,大潮平均为 10.49°C ,中潮平均为 10.40°C ,小潮平均为 9.51°C 。各站呈现大潮最大,中潮次之,小潮最小的特征,V7、V8 站位垂线平均水温明显低于其他站位,主要由于该两个站位位于丁字湾入海口,考虑是入海口处汇入温度低的上游来水所致。整体上温度呈南高北低的分布趋势。

(3) 2022 年冬季

现场观测期间,观测海域表层日平均水温在 $-0.40^{\circ}\text{C}\sim 2.82^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 2.82°C ,出现在 V8 站的大潮期和中潮期,最低值为 -0.40°C ,出现在 V2 站的大潮期。表层最高水温为 3.50°C ,出现在 V8 站的大潮期和中潮期,最低水温为 -0.94°C ,出现在 V3 站的大潮期,表层最高水温与最低水温相差 4.44°C 。

中层日平均温度在 $-0.34^{\circ}\text{C}\sim 2.84^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 2.84°C ,出现在 V8 站中潮期,最低值为 -0.34°C ,出现在 V3 站大潮期。中层最高水温为 3.50°C ,出现在 V8 站大潮期,最低水温为 -0.72°C ,出现在 V3 站大潮期,中层最高水温与最低水温相差 4.22°C 。底层日平均水温在 $-0.35^{\circ}\text{C}\sim 2.86^{\circ}\text{C}$ 之间,最高值为 2.86°C ,出现在 V8 站小潮期,最低值为 -0.35°C ,出现在 V3 站大潮期。底层最高水温为 3.54°C ,出现在 V8 站大潮期,最低水温为 -0.85°C ,出现在 V3 站大潮期,底层最高水温

与最低水温相差 4.39℃。

平面分布表明，施测海域实测海水温度，大潮平均为 0.50℃，中潮平均为 0.79℃，小潮平均为 0.89℃。丁字湾内（V1~V6 站）垂线平均水温明显低于湾外（V7、V8 站），主要由于湾内水深相对湾外浅，并受上游淡水流入的影响所致。整体上温度呈湾内低湾外高的分布趋势。

8.1.1.7 盐度

（1）2021 年夏季

该海区表层日平均盐度在 29.54~31.47 之间，中层日平均盐度 29.97~31.46 之间，底层日平均盐度在 30.13~31.47 之间。

现场观测期间，表层最高盐度为 31.60，最低盐度为 27.47。中层最高盐度为 31.49，最低盐度为 28.41。底层最高盐度为 31.49，最低盐度为 29.15。

夏季各测站盐度垂线平均值 V7 站明显小于其他站位，考虑是该站位于丁字湾入海口，有上游河流淡水汇入导致盐度略低。从整体上看，丁字湾北侧区域（V1~V6 站）海水盐度略低于女岛港周边海域（V12~V16 站）海水盐度。盐度垂向分布来看，各站各潮期及各时刻的盐度大多数情况下底层盐度略高于表层，也存在表、中、底层盐度较一致的情况，少数站位出现底层盐度低于表层的情况。

（2）2021 年冬季

施测海域表层日平均盐度在 26.88~31.19 之间，中层日平均盐度在 28.13~30.83 之间，底层日平均盐度在 28.63~30.84 之间。

现场观测期间，表层最高盐度为 31.65，最低盐度为 25.36。中层最高盐度为 31.28，最低盐度为 26.86。底层最高盐度为 31.16，最低盐度为 27.43。

施测海域实测海水盐度大潮平均为 30.24，中潮平均为 30.30，小潮平均为 30.29。冬季各测站盐度垂线平均值 V7、V8 站明显小于其他站位，考虑是该站位于丁字湾入海口，有上游河流淡水汇入导致盐度降低。平面分布整体上呈现丁字湾北侧区域海水盐度略低于南侧区域海水盐度的分布趋势，垂线分布大多数情况下表、中、底层盐度较一致的，部分站位部分时刻底层盐度略高于表层。

（3）2022 年冬季（丁字湾内）

观测海域表层日平均盐度在 16.53~29.83 之间，中层日平均盐度在

17.50~29.84 之间，底层日平均盐度在 17.94~29.83 之间。

现场观测期间，表层最高盐度为 29.83，最低值为 16.53，中层最高值为 29.84，最低值为 17.50，底层最高值为 29.83，最低值为 17.94。

施测海域实测海水盐度大潮平均为 24.93，中潮平均为 25.29，小潮平均为 25.55。

冬季各测站盐度垂线平均值由湾内向湾外逐渐升高，主要是有上游河流淡水汇入导致湾内盐度低。各站各潮期及各时刻的盐度大体呈现部分底层盐度略高于表层，部分表、中、底层盐度较一致。

8.1.2 地形地貌

工程海域段位于山东省海阳市鲁岛村西侧和南侧，丁字湾北侧海域，场址地貌为淤泥质土，场地地形平缓开阔，北部为平原丘陵地区，南部为黄海海域。项目位于丁字湾内部，总体地势西高东低，坡度不大。

8.1.2.1 区域地质构造

海阳市位于胶东隆起的胶莱凹陷的东部，东北部与胶北隆起相接。境内岩性主要分布着中生界沉积岩和中生代燕山期的岩浆岩。构造以北东向 50 左右的断裂为主。海阳市地层产状基本呈单斜出现或平缓的波状褶曲，褶皱不甚发育。市境构造以断裂为主，以北东向断裂最为发育，控制着地层和岩浆岩的分布。牟平-徐家店-即墨大断裂是数条斜列断裂组成的断裂带，为山东半岛最大断裂。它控制着地层、构造线、岩浆岩的产状和分布。因具长期活动性，对温泉与地震也起控制作用。断裂走向为 40-50，倾向北西或南东 60-70，断裂面系压扭性，所以又称为北东向压扭性构造带。马陵-海阳断裂与上述断裂的性质、产状大同小异，与牟平-即墨断裂近乎平行。大山东乔-发城断裂规模较小，走向为 300-320，结构面多系张扭性，故又称为北西向张扭性构造带。凤城断裂近南北向，向西倾斜，倾角 70°。

综合区域地质构造及地震资料，本地区主要表现为缓慢升降运动，未见新构造运动迹象，第四纪以来无大的构造和活动性断裂通过，亦不存在影响场地稳定的不良地质作用。历史地震观测资料表明，自有记载以来，本市未发生过破坏性地震，以弱震、微震为主，且震中离散，无明显线性分布。拟建场区区域构造背

景稳定，区域上属相对稳定地块，适宜工程建设。

8.1.2.2 场地工程地质条件

本工程地质资料引用山东电力工程咨询院有限公司于 2024 年 10 月编制的《中核 CX1000 千伏特高压交流线路工程可行性研究岩土工程勘测报告书》。工程地质勘探点平面位置图见图 8.1- 26。

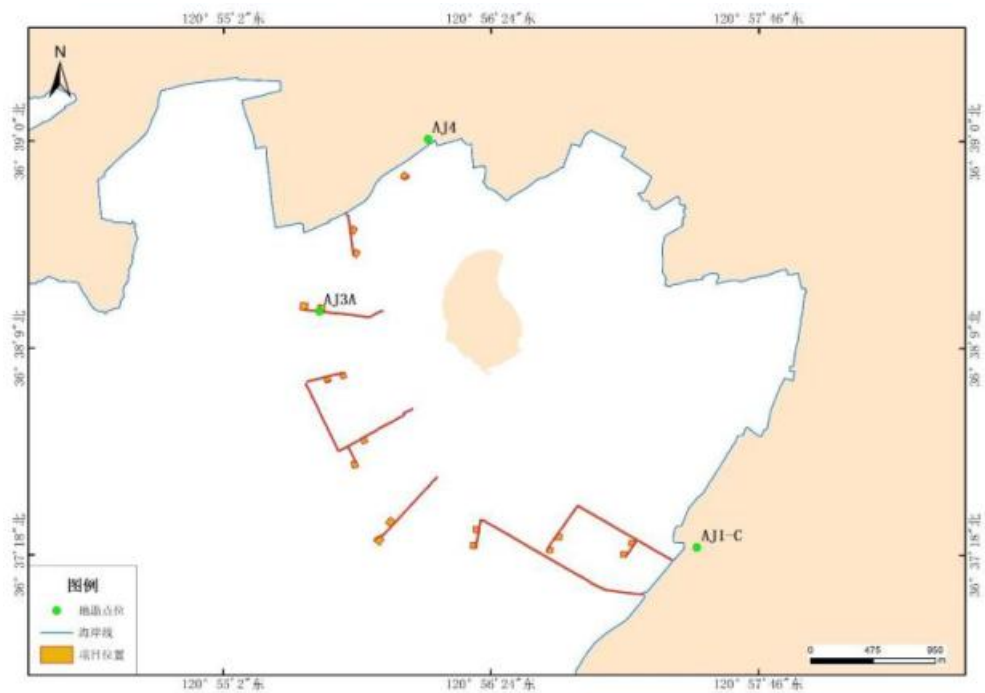


图 8.1- 26 工程地质勘探点平面位置图

(1) 场地地层结构

通过研究分析区域地质资料以及现场踏勘与调查搜资，该段线路沿线上覆地层主要为第四系人工填土（Q4ml）与第四系全新统海积冲积层（Q4m+al）地层，岩性主要为素填土、淤泥质粉质黏土、中粗砂、粉质粘土等，下伏基岩为白垩系青山群八亩地组（KqB）安山岩。

(2) 场地稳定性及建筑适宜性

拟建线路区域内构造背景复杂，断裂构造发育，线路所经地区分布的主要断裂有 3 条，分别为郭城断裂（F3-2）、朱吴断裂（F3-3）、海阳断裂（F3-4），均为非全新活动断裂，对拟建线路的影响较小。新构造期以来拟建线路沿线地段处于稳定隆起的鲁东地区，新构造活动性弱，地震活动性也不强。

拟建线路沿线的地震影响主要来自于远场大地震，历史地震震中距工程场地

相距较远。综上所述，本工程沿线在区域构造上处于一个相对稳定的地质环境中，适宜工程建设。

8.1.2.3 地貌特征

丁字湾位于即墨、莱阳、海阳三市的交界处，在构造上属鲁东隆起中胶莱坳陷的一部分，海湾形态受东西向构造和新华夏构造体系的控制，海湾主体呈北西—南东走向，海湾顶部在麻姑岛附近折而向西，继五龙河口向延伸，湾口则转向东偏南方向，整个形态大致呈“丁”字形，故名丁字湾，亦称丁子湾，海呈狭长的半封闭状深入陆地，从湾口到湾顶长22km，最宽处(底坊滩至鲁岛附近)约12.3km，最窄处（香岛附近）约2.5km。

湾内岸线蜿蜒曲折，岬湾相间，又被分成几个海湾（或称滩地），计有栲栳滩、芝坊滩、鲁岛滩、力岛滩、湾顶滩及五龙河三角洲等，岬角处多为基岩裸露，形成海蚀崖，但湾内滩涂除栲栳头附近为石底外，大部分为泥质或泥沙相间。粉沙淤泥质是湾内主要的沉积类型，主要分布海湾两侧的潮滩区，中部深槽及深槽靠岸边坡的一侧。细沙主要分布在湾口和湾中部的沙洲上，分选良好。丁字湾周围被山丘环抱，南、北方向为剥蚀山丘，表面被残积-坡积物覆盖，西北方向为冲积平原。

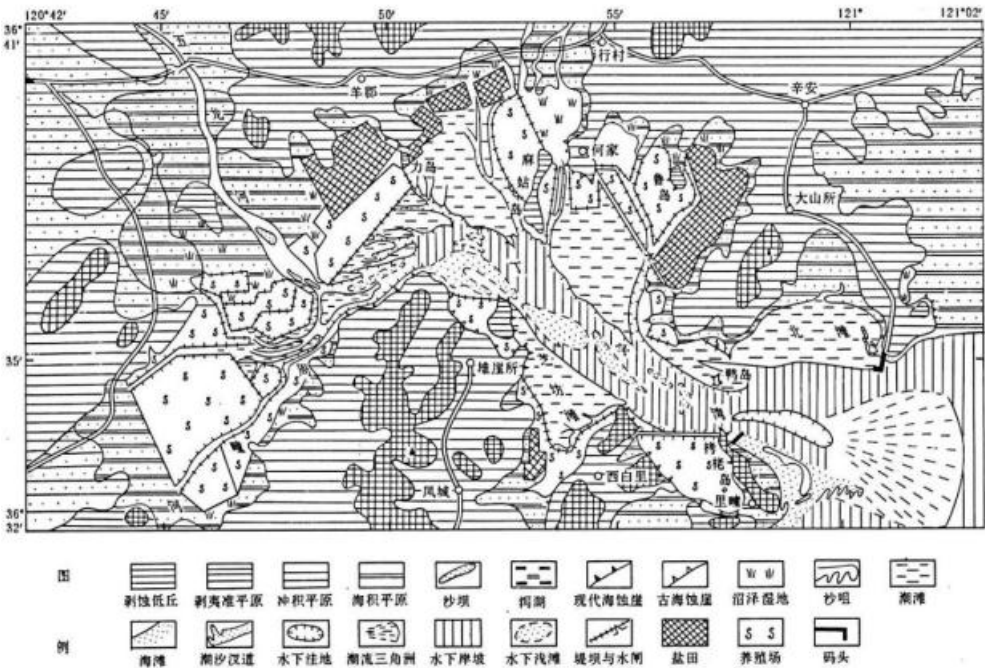


图 8.1- 27 丁字湾地貌图（引自《中国海湾志》）

8.1.2.4 海岸地形

本工程所在丁字湾位于山东半岛南部黄海沿海，整体呈北西～南东走向，南岸为青岛下辖的即墨区，北岸为烟台下辖的莱阳市和海阳市。

丁字湾为全新世最大海侵期间海水入侵并淹没五龙河下游河谷形成的典型的溺谷型—潮汐汉道海湾。丁字湾为半封闭型狭长海湾，呈现明显的口小肚大的形态。丁字湾湾口向东偏南与黄海相连，湾口北起海阳市丁字咀，南至即墨区栲栳岛南头。湾内有香岛、白马岛、麻姑岛、鲁岛等基岩岛屿，口外有土埠岛。丁字湾周围被山丘环抱，南、北方向为 70m 高的剥蚀山丘，西北方向为五龙河冲积平原。丁字湾内分布五龙河、店集河、莲阴河、白沙河等小河。

丁字湾海岸线曲折，因人工围海，现在海岸大部分为人工堤坝，湾口南北两侧分布丁字咀、砣南咀、海头、盐场头、栲栳头、南头等多个基岩岬角或矾头，控制湾口内外的潮汐汉道走向。丁字湾湾内潮滩广布，湾内-2 m（以下均为 85 高程基面）以上浅滩约占海湾总面积的 2/3，低潮时大部分干出。丁字湾口外发育规模较大的落潮三角洲，落潮三角洲的主体在丁字河口北侧—拦江沙，拦江沙-5m 等深线自湾口向东延伸至土埠岛东侧，滩顶高程在-2 m 以上，低潮时大片露滩。拦江沙上发育多个涨潮潮沟，其局部水深超过-6m，形成滩槽相间的地貌格局。丁字河口南侧浅滩规模较小，深槽南侧发育狭长的水下沙脊。从丁字湾口的水沙环境及地貌特征判断，潮流动力是塑造丁字湾口拦江沙地貌的主要动力。

丁字湾在麻姑岛以外海域呈 NW~SE 走向，汉道宽度在 1000~2000m 之间，潮汐汉道水深多-5~-10m 之间，湾口最深处达-20m。丁字湾麻姑岛以内区域呈 WSW~ENE 走向，汉道宽度仅为 600~900m。湾内水深普遍小于-5m，仅存在局部不连续、形状不规则的深坑，局部深坑地形水深超过-8m。

总的来看，本工程所在丁字湾为典型的潮汐汉道型海湾，湾口发育规模较大、以拦江沙浅滩为主体的落潮三角洲；核电取排水工程位于丁字湾湾顶水域，潮汐汉道水深总体较浅，局部存在水深超过-8m 的不规则深坑地形。

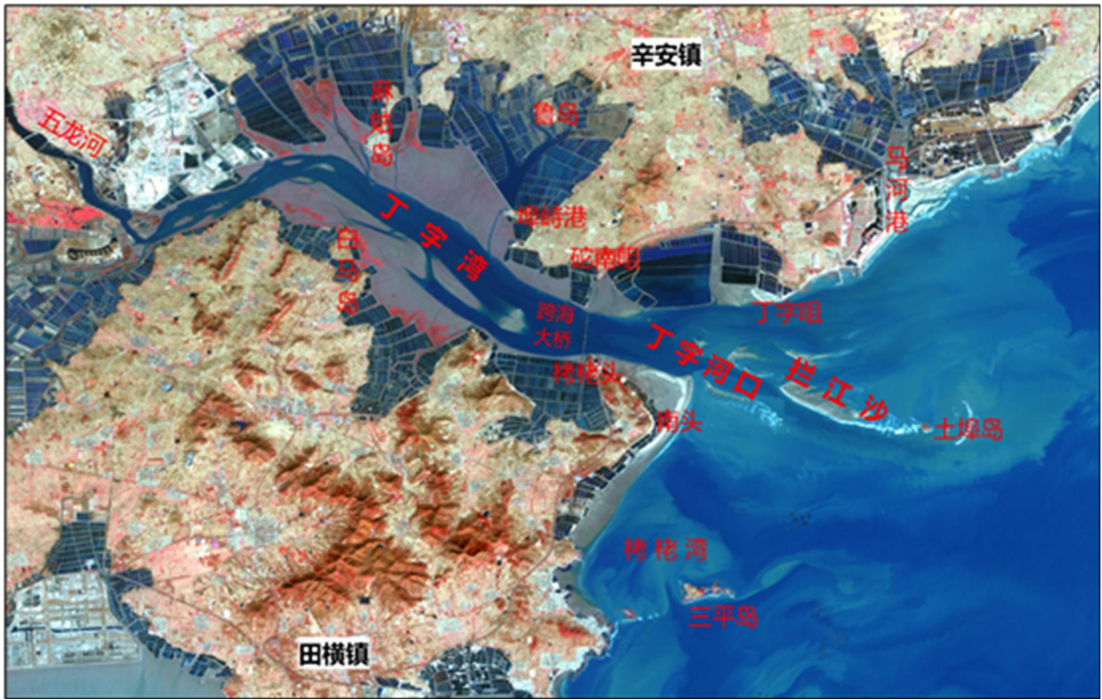


图 8.1- 28 丁字湾海岸形势图

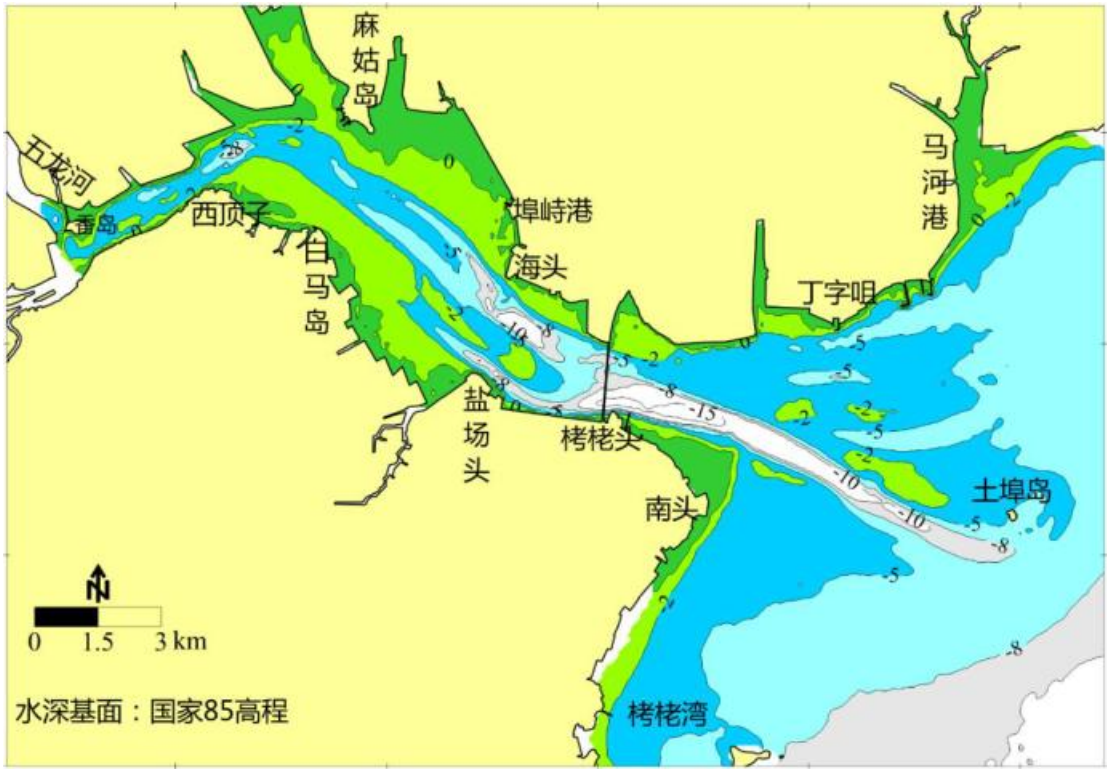


图 8.1- 29 丁字湾海域水下地形

8.1.2.5 泥沙运动与岸滩稳定性

(1) 底质特征

2021 年 11 月 3 日至 5 日在丁字湾海域开展了底质取样工作，实际取样 72 个。所有底质样品均做粒度分析，沉积物类型见图 8.1-30，由图分析可知：

丁字湾内深槽底质以砂质粉砂、细砂为主，潮流沙脊上也有中砂分布，底质中值粒径基本在 0.05~0.4 mm 之间。丁字湾湾口及湾外拦江沙浅滩区域，底质以细砂、中砂、粗中砂为主，深槽局部存在砾石和粘土质粉砂，中值粒径多在 0.1~0.5 mm 之间。丁字湾周边 5 m 等深线以深区域底质多为中值粒径小于 0.03mm 的粉砂、粘土质粉砂和砂质粉砂。另外，南邵家码头前底质为中值粒径为 0.01mm 的粘土质粉砂，显示不受沿岸输沙的影响。

丁字湾口拦江沙及湾口深槽区域底质为中值粒径高值区，其中值粒径普遍大于 0.1mm，局部超过 0.25mm，其平均中值粒径约为 0.23 mm；拦江沙外侧 5m 等深线以深区域为中值粒径低值区，中值粒径多小于 0.03 mm。

丁字湾口拦江沙及湾口深槽区域为分选系数低值区，其分选系数多小于 0.71，显示多属分选较好或分选好的范畴；拦江沙外侧及湾口内外深槽区域的分选系数多大于 1，局部大于 2，属分选差或很差的范畴。分选系数等值线分布反映了湾口内外深槽区域的底质分选系数差异较大，呈现明显的不连续分布特点。

丁字湾口拦江沙及湾口深槽区域为砂质含量高值区，普遍大于 80%，湾内深槽区域砂质百分含量也较高，普遍大于 50%；拦江沙外侧深水区为砂质百分含量低值区，其含量普遍低于 50%，乃至低于 20%。

丁字湾口拦江沙及湾口内外深槽区域为粘土含量低值区，普遍小于 5%，多数为 0，湾内深槽区域砂质百分含量也较高，普遍大于 50%；拦江沙外侧深水区为砂质百分含量低值区，其含量普遍大于 10%，乃至大于 20%。

就丁字湾外拦江沙区域而言，自深水区向近岸，底质中值粒径逐渐变粗，分选程度逐渐变好，砂质含量逐渐升高，具有明显的连续分布特征，反映出由深水区到近岸底质泥沙逐渐变粗的沉积动力特点。

就丁字湾湾口内外深槽区域而言，自东向西分布有粘土、砾石、粗砂、细砂、中粗砂等，湾口内外深槽区域底质中值粒径和分选系数均呈现较显著的不连续分

布特点，这显示深槽内底质泥沙搬运总体不活跃。

总的来看，丁字湾内及湾口拦江沙区域的底质主要为较粗的砂质沉积物，底质中值粒径多在 0.05~0.5 mm 之间，湾口及湾内深槽夹杂有少量的粘土质粉砂和砾石，拦江沙外侧深水区则分布分选较差的粉砂和粘土质粉砂等沉积物，湾口内外深槽及拦江沙浅滩区域的底质泥沙搬运总体不活跃。

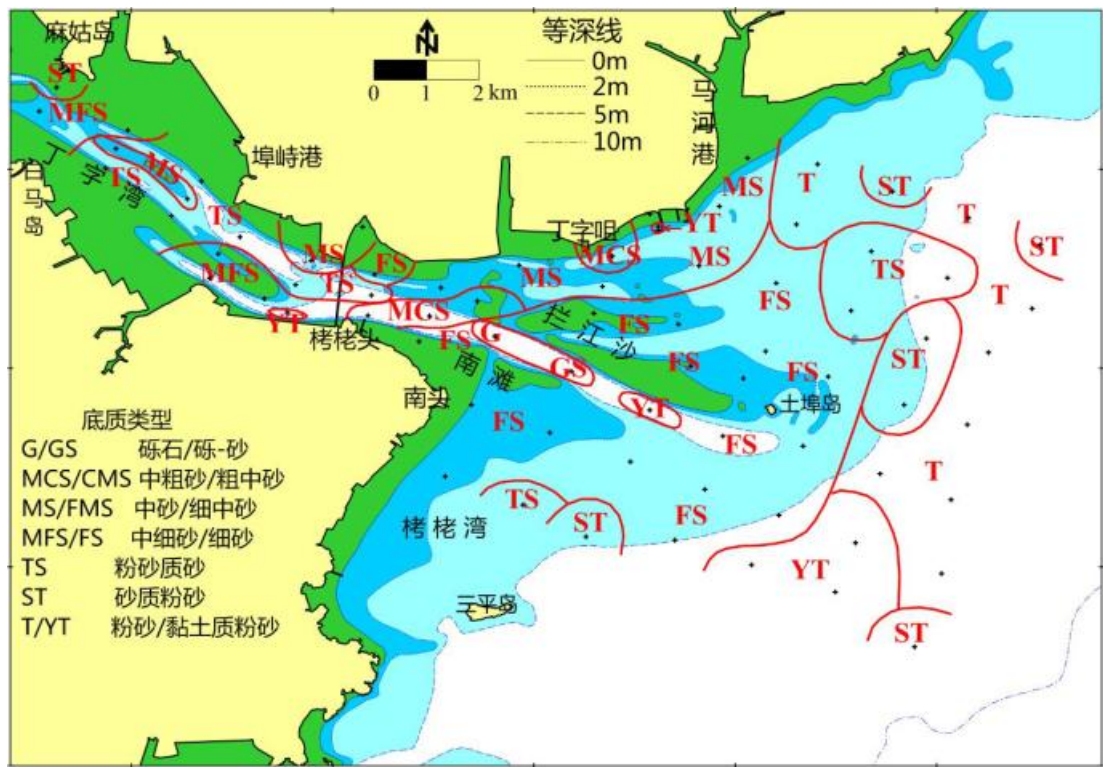


图 8.1- 30 工程海域底质类型分布

(2) 泥沙来源

1) 陆源河流来沙

丁字湾沿岸的主要入海河流为五龙河，五龙河是胶东半岛最大的河流，流域面积约为 2652 km²，白沙河、莲阴河、店集河、贤友河等小河的流域面积均在 200 km² 以下。五龙河多年平均径流量为 92.7 亿方，其中 1980 年以前约为 167 亿方，1980 年后约为 27 亿方，减少幅度约为 80%；2010 年后年均径流量约为 3.0 亿方；年径流量主要集中在 6~9 月，约占全年的 75.8%。

五龙河多年平均输沙量为 670 万吨，其中 1980 年以前约为 1280 万吨，1980 年后约为 110 万吨，1980 年后减少幅度约为 90%；输沙量主要集中在 6~9 月，约占全年的 98%。

五龙河上游沐浴水库堤坝的修筑造成了五龙河流量和泥沙量大幅度减少,且很难恢复到先前水平。

2) 波浪作用下的沿岸输沙

丁字口湾以南为栲栳湾、横门湾、鳌山湾等岬湾,不存在长距离的沿岸输沙。

丁字湾以北为较为顺直沙坝潟湖海岸(见图 8.1-31),马河港口门两侧都发育明显的沙咀,沙咀方向均指向口内,这说明马河港为河口南北两侧沿岸输沙的堆积中心。丁字咀东侧南邵家码头附近突堤式建筑物的东侧均无明显沙质堆积体。另外,南邵家码头前的底质为中值粒径为 0.01mm 的粘土质粉砂,这说明近期丁字湾口门北侧自北向南的沿岸输沙丁字湾的影响相对较小。

总的来看,丁字湾海域水体含沙量低,海域来沙量小,少量的河流来沙及近岸浅滩上再悬浮搬运的泥沙为影响本工程的主要泥沙来源。



图 8.1-31 丁字湾口门北侧岸滩地貌形态

(3) 地形冲淤变化

根据丁字湾海域 1979 年、2014 年海图资料及 2021 年水深测图资料绘制了丁字湾海域各个等深线变化见图 8.1-32~图 8.1-36,工程海域 1979—2021 年期间的海床演变特征如下:

1) 1979—2014 年期间等深线变化

丁字湾大桥以西的湾内水域,主槽水道的 0m 等深线的位置和形态变化不大,白马岛附近边滩潮沟 0m 等深线有所萎缩。丁字湾大桥以东的湾口水域,主槽水道两侧 0m 等深线,除南滩附近局部向北淤进外,整体形状和位置变化不大;拦江沙北缘和马河港外 0m 等深线冲淤相间分布,变化幅度不大;南滩沙咀 0m 等深线整体萎缩后退并有北移趋势,对口门主槽水道形成挤压之势。

丁字湾大桥以西的湾内水域 2m 等深线的位置和形态变化不大。丁字湾大桥以东的湾口水域,主槽水道两侧 2m 等深线,除南滩附近局部向北淤进外,整体形状和位置变化不大;拦江沙北缘和马河港 2m 等深线冲淤相间分布,变化幅度不大;南滩沙咀 2m 等深线南缘明显侵蚀后退,北缘明显淤积北移。

丁字湾大桥以西的湾内水域,5m 等深线除埠峙港西侧有所萎缩后退及外海大桥西侧局部形态变化外,整体位置整体变化也不大。拦江沙内侧至丁字湾大桥的口门段水域,5m 等深线除南滩附近局部向北淤进 200~300m、土埠岛附近局部向后外,整体形状和位置变化不大。拦江沙外侧外海水域,5m 等深线总体呈现南冲北淤的变化特点,拦江沙以南水域后退距离 100~200m,拦江沙以北水域向海淤进 200~800m,马河港外侧冲刷后退距离 200~300m。

丁字湾 10m 等深线位于栲栳头和南头之间,形态和位置变化不大。

2) 2014—2021 年期间等深线变化

丁字湾湾内、湾口及口外拦江沙区域 0m、2m、5m 和 10m 等深线的位置和形状变化不大,丁字湾海域的滩槽地形保持稳定状态。丁字湾拦江沙北侧 5m 等深线具有较大幅度地向岸后退,呈现局部冲刷趋势,冲刷幅度在 0.1~0.2m 之间,对附近拟设取水口的影响有限。

3) 丁字湾湾顶五龙河口附近没有搜集到历史水深资料,但从多年遥感影像看,受河流来沙及养殖圈围的影响,2005 年以前槽沟有缓慢淤积缩趋势。近年来随着河口东侧围垦造地,在五龙河下游河道及湾顶水域可能存在清淤挖泥,致使下游河道及河口槽沟都明显增宽加深。

总的来看,虽然 2014 年以前丁字湾湾顶及湾口局部水域出现了局部淤积,2014 年后丁字湾海域滩槽地形仍保持稳定。丁字湾作为典型的潮汐汉道型海湾,自然状态下湾内滩槽格局长期保持基本稳定状态。



图 8.1-32 丁字湾海域 1979~2021 年 0m 等深线对比

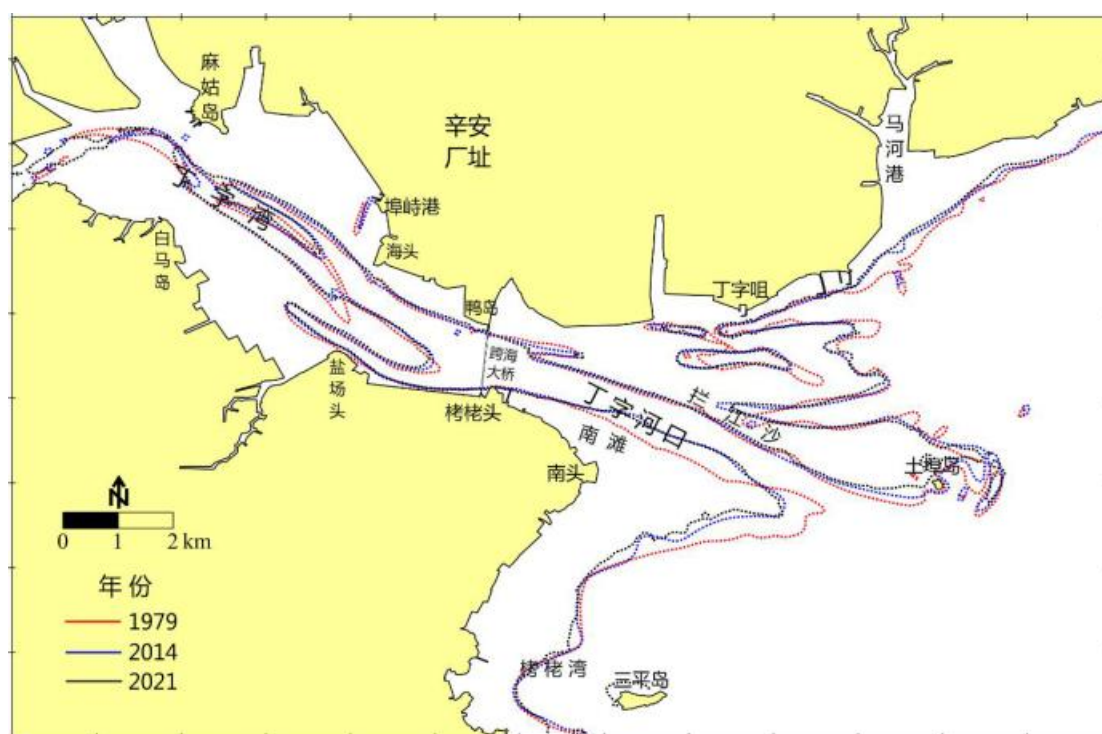


图 8.1-33 丁字湾海域 1979—2021 年 2m 等深线对比

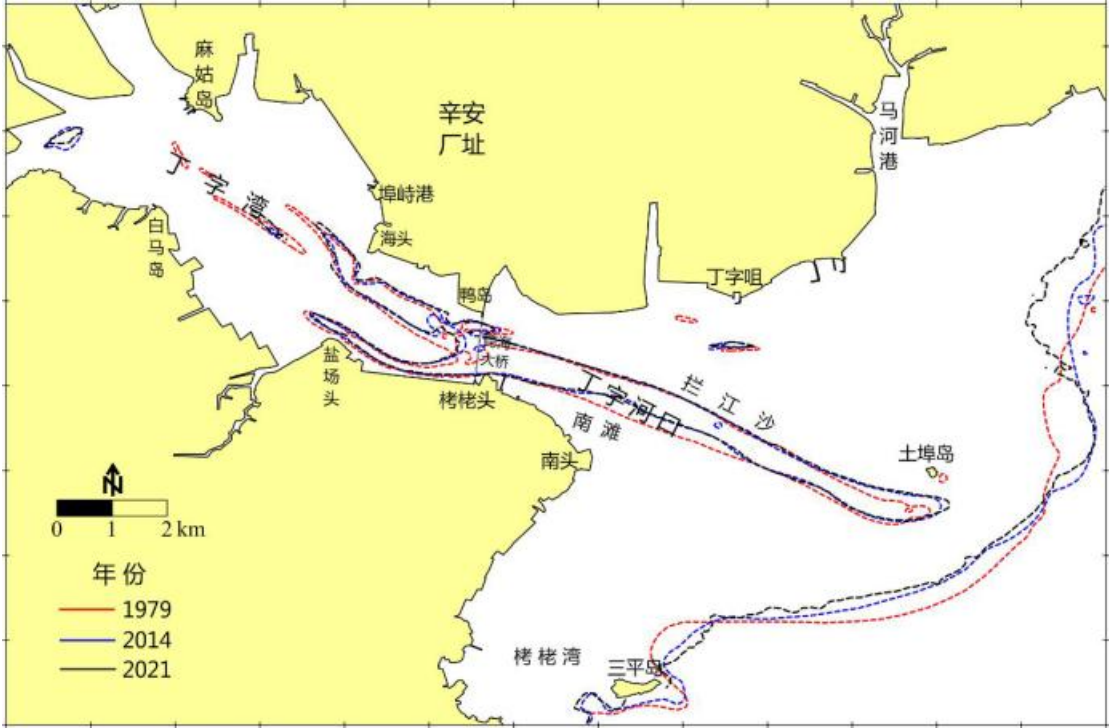


图 8.1- 34 丁字湾海域 1979—2021 年 5m 等深线对比



图 8.1- 35 丁字湾海域 1979—2021 年 10m 等深线对比

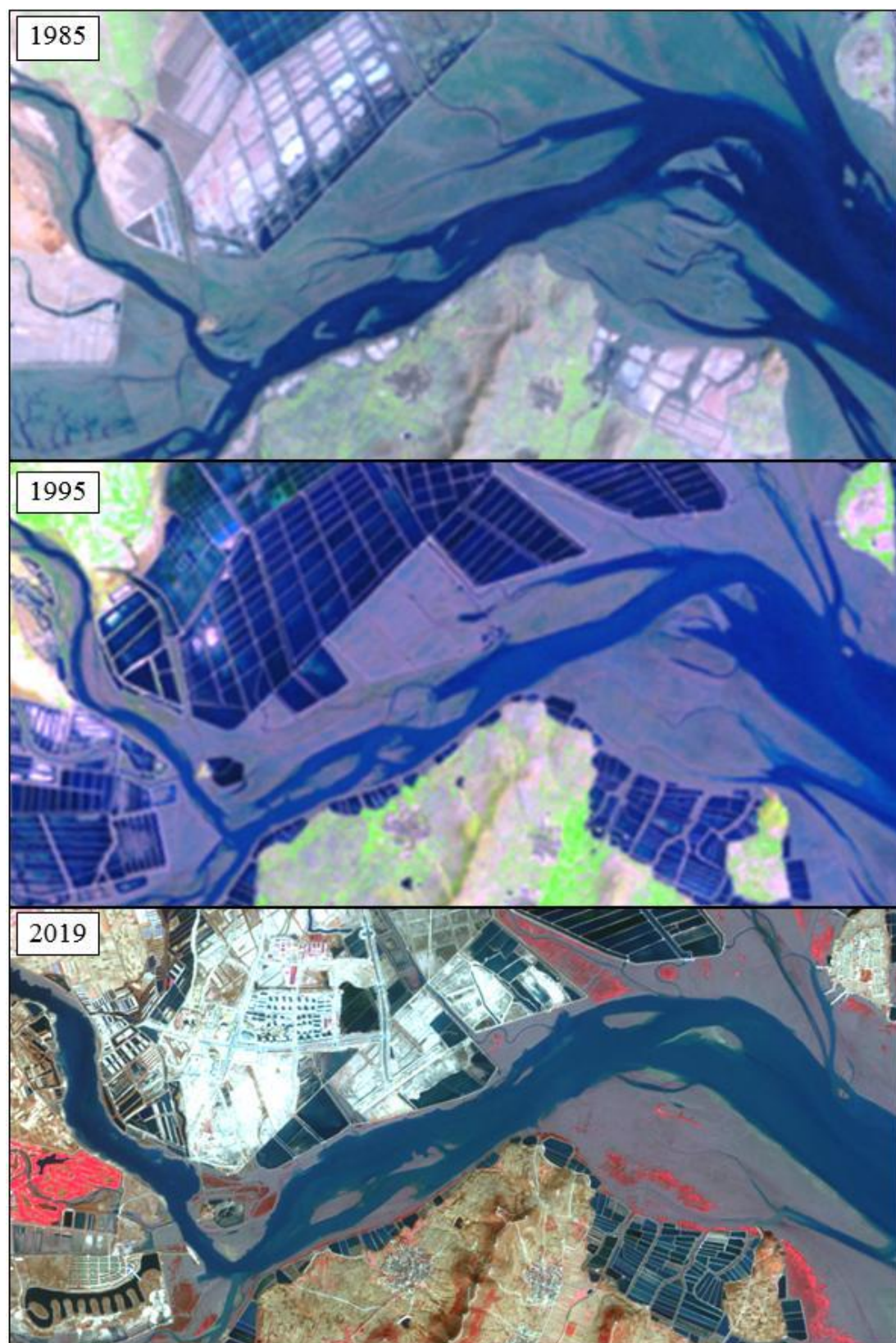


图 8.1-36 丁字湾湾顶槽沟形态变化

(4) 岸线变化

根据 1985 年、2005 年及 2019 年遥感影像所提取的岸线，结合 1964 年海图岸线（见图 8.1-37），对丁字湾岸线变化进行对比分析可知（见图 8.1-38）：

1) 1964—1985 年期间丁字湾内岸线大幅向海推进，整个海湾的水域面积减少了约 67km^2 。这一时期五龙河东西两侧、麻姑岛～埠峙港、白龙岛～栲栳岛等处岸线都有大幅向海推进，栲栳头以外湾口水域岸线变化不大。

2) 1985—2005 年期间，五龙河西侧、麻姑岛西侧、白马岛东侧、丁字咀西侧岸线向海明显推进，其它区域变化不大。这一时期整个海湾水域面积减小了约 17km^2 。

3) 2005—2019 年期间，五龙河东侧、坨南咀～丁字咀、白龙岛东侧五龙河麻姑岛西侧、白马岛东侧、丁字咀西侧岸线向海明显推进，其它区域变化不大。这一时期整个海湾水域面积减小了约 12km^2 。

以上分析可以看出，近几十年来，丁字湾海域岸线向海大幅推进，水域面积大幅减小。从遥感影像上判断，丁字湾岸线变化主要受人工围垦影响所致，多年来人们大量围垦近岸浅滩，岸线多变为人工岸线，1965—2019 年间共减少水域面积约 96km^2 ，这对湾内纳潮量的影响不容忽视。

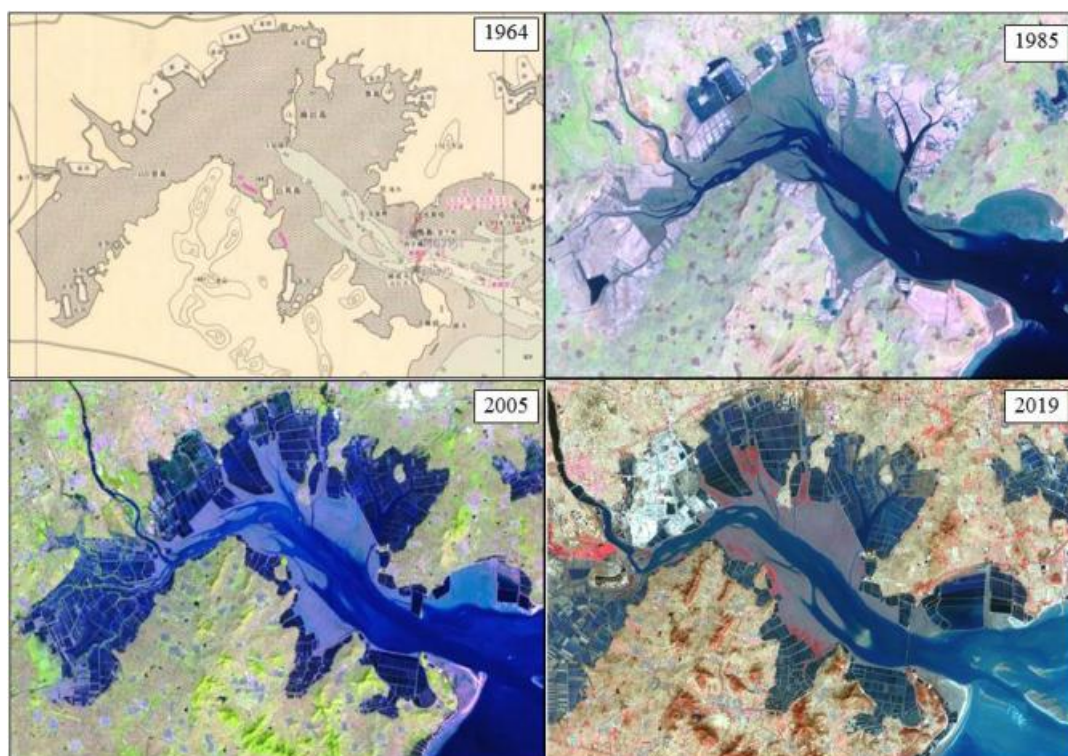


图 8.1-37 丁字湾历年岸线情况

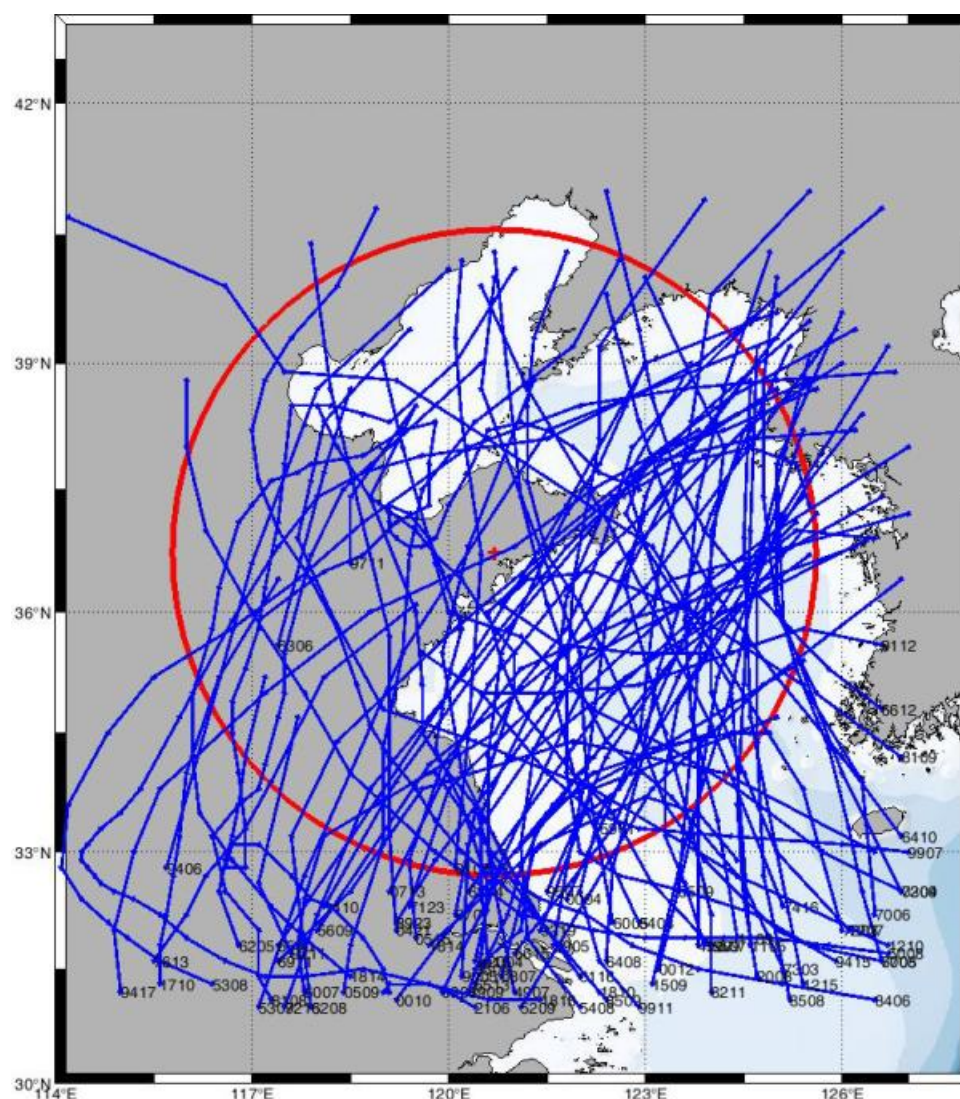


图 8.1-39 周边 400km 半径范围内台风路径图

表 8.1-17 热带气旋分级表 (GB/T 19201-2006)

级别*	名称	符号	风速 (m/s)
0	弱于热带低压		
1	热带低压	TD	10.8~17.1
2	热带风暴	TS	17.2~24.4
3	强热带风暴	STS	24.5~32.6
4	台风	TY	32.7~41.4
5	强台风	STY	41.5~50.9
6	超强台风	Super TY	≥51.0
以整点前 2 分钟至整点内的平均风速			

（2）海冰

工程海区一般于 12 月中、下旬岸边浅水处可见到初生冰及少量薄冰，到翌年 2 月下旬海冰消失，冰期平均 65 天。个别年份初冰日可提前在 12 月上旬，或晚到次年 1 月上旬；终冰日最早在 2 月上旬，最晚在 3 月中旬。冰期短的为 46 天，长的达 87 天。

工程海区平常年份不出现固定冰，多为流冰。流冰量（流冰覆盖能见海面的成数）平均占 2~3 成，最多的年度可达 6 成；流冰的密集度（流冰群中冰的总面积覆盖流冰分布海面的成数）出现的频率是：稀疏的（0~3 成）占 40%，密集的（8~10 成）占 32%，其余（4~7 成）占 28%。

总体上，工程附近海区冬季海上冰情较轻。一般年份，对海上施工、交通运输没有多大影响，在冷冬或偏冷季节，海滨沿岸一定范围及数量的浮冰和流冰应引起注意。

（3）地震

本区历史地震记载悠久，区域内记到的最早一次地震是公元前 70 年安丘 7 级地震。自公元前 70 年至 2006 年 5 月共记到 $MS \geq 4.7$ 的地震 43 次，7.0~7.9 级地震 5 次；6.0~6.9 级地震 6 次；5.0~5.9 级地震 17 次。

区域范围内地震活动在不同地区具有不同的特征。区域内 6 级以上强震主要分布胶东半岛的周边地区。包括三个地域：渤海—安丘—郯城一线的北东东向地带，这里包括了区域范围内绝大多数 $MS \geq 7$ 级地震和部分中强地震，也是小震密集分布的条带，构成郯庐地震带的主要地震活动段，历史上发生过 1597 年 7 级地震、1888 年 7 级地震、1969 年 7.4 级地震、公元前 70 年 7 级地震等；胶东半岛北部北黄海海域近海北西向地带，这里发生过 1548 年 7 级地震和多次中强地震，小震密集分布呈醒目的北西向条带，与渤海北东东向地震条带交汇在一起；胶东半岛南侧南黄海海域，有数次 6 级以上地震分布，也是小震分布比较多的地区。而在胶东半岛上，则多零散分布 5 级左右的中等强度地震，小震分布也呈分散状态。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）及《山东省建设工程抗震设防条例》，拟建线路沿线地震地震动峰值加速度为 0.10g，相应的地

震基本烈度为 7 度，地震动反应谱特征周期为 0.45s（对应Ⅱ类场地），设计地震分组为第三组。

8.1.4 海域开发利用现状

8.1.4.1 海域使用现状

工程周边海域开发利用现状主要包括：保护区、生态保护红线、围海养殖和开放式养殖、港口用海、工业用海、渔业基础设施用海等。工程周边主要的开发利用活动见表 8.1- 18 和图 8.1- 40~图 8.1- 42。

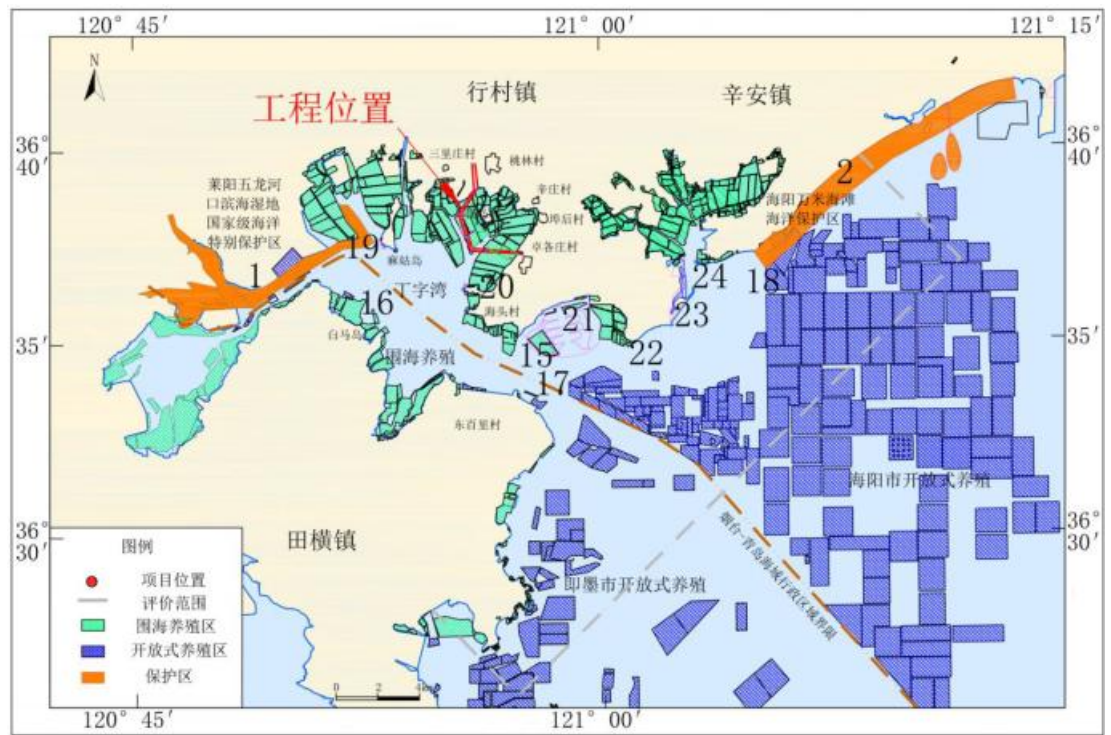


图 8.1- 40 项目周边海域开发利用现状图（大范围）

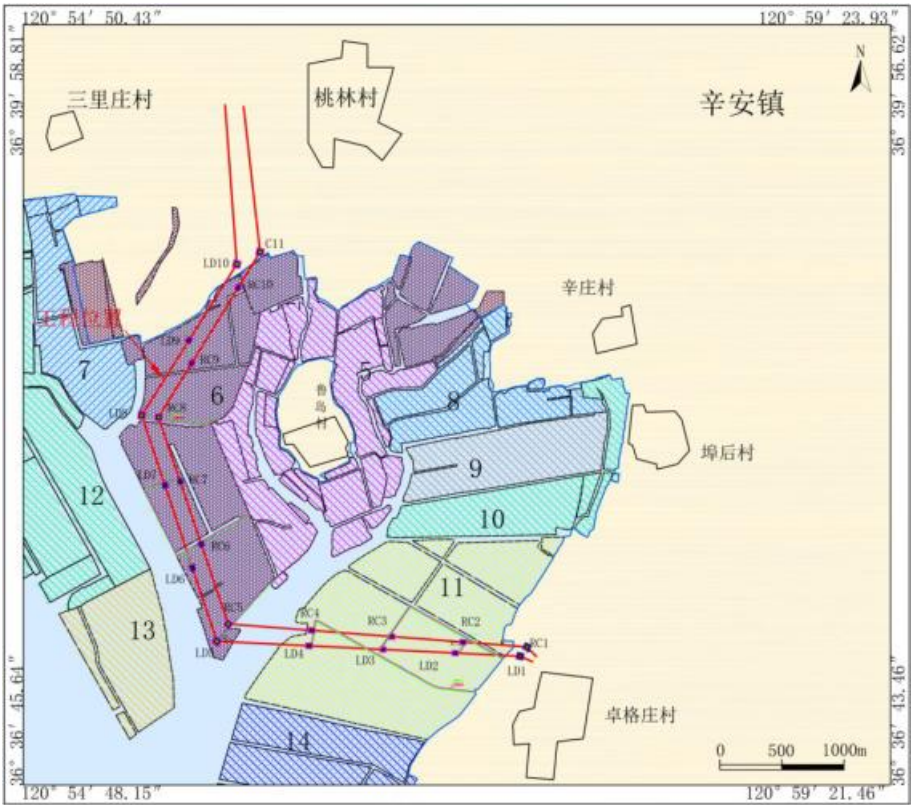


图 8.1- 41 项目周边海域开发利用现状图（小范围）



图 8.1- 42 项目周边海域开发利用现状图（光伏）

表 8.1-18 项目周边海域开发利用现状

编号	名称	海域使用权人	用海类型	用海方式	位置关系	距离 (km)
1	莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区	--	--	--	W	4.26
2	山东海阳万米海滩海洋资源国家级海洋特别保护区			--	E	11.23
3	丁字湾湿地重要滩涂及浅海水域生态保护红线	--	--	--	S	0.97
4	烟台海阳万米海滩海岸侵蚀极脆弱区生态保护红线	--	--	--	E	13.2
5	海阳市行村镇鲁岛村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	E 施工便道 紧邻	线路 0.39
6	海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	占用	占用
7	海阳市行村镇三里庄村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	W	0.06
8	海阳市辛安镇辛庄村村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	E	1.22
9	海阳市辛安镇大山所村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	N	1.07
10	海阳市辛安镇埠后村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	N	0.77
11	海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	占用	占用
12	海阳市行村镇何家村村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	W	0.26
13	青岛九方集团有限公司围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	W	0.23
14	海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖用海	围海养殖	S	0.47
15	海珍品围海养殖项目一期工程	山东东方海洋科技股份有限公司	围海养殖用海	围海养殖	SE	3.79
16	田横镇北雄崖所村委围海养殖	田横镇北雄崖所	围海养殖用海	围海养殖	SE	5.39

编号	名称	海域使用权人	用海类型	用海方式	位置关系	距离(km)
		村委				
17	李仁文浅海底播养殖	李仁文	开放式养殖用海	开放式养殖	SE	6.58
18	山东海益宝水产股份有限公司滩贝养殖	山东海益宝水产股份有限公司	开放式养殖用海	开放式养殖	E	12.04
19	王光君码头	王光君	渔业基础设施	非透水构筑物	W	3.79
20	南马家村渔港	南马家村	渔业基础设施	非透水构筑物	S	1.56
21	山东海阳龙栖城工程项目（已批未完成）	山东东方海洋集团有限公司	城镇建设填海造地	建设填海造地	SE	2.99
22	王子传渔港码头	李培江	渔业基础设施用海	非透水构筑物	SE	7.07
23	海阳市辛安镇南邵家村民委员会渔港码头项目	于淼	渔业基础设施用海	非透水构筑物	SE	7.81
24	海阳鸿辉金沙旅游度假区一期工程	海阳鸿辉发展有限公司	城镇建设填海造地用海	建设填海造地	SE	7.52
25	烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（一）	烟台融进新能源发电有限公司	电力工业用海	透水构筑物	E	0.025
26	烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）	烟台融进新能源发电有限公司	电力工业用海	透水构筑物	占用	占用
27	烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目	烟台融进新能源发电有限公司	电力工业用海	透水构筑物	E	紧邻
28	海阳市辛安镇 200MW 渔光互补光伏发电项目（一）	海阳市锐阳新能源有限公司	电力工业用海	透水构筑物	E/N	1.08
29	海阳市辛安镇 85MW 渔光互补光伏发电项目	海阳市锐阳新能源有限公司	电力工业用海	透水构筑物	E/N	0.79
30	华能辛安渔光互补项目光伏发电项目一期（70MW）	华能（海阳）光伏新能源有限公司	电力工业用海	透水构筑物	S	0.48

8.1.4.2 相邻用海权属

输电线塔依托现有养殖池塘进行建设，6 基线塔位于海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖池塘，11 基线塔位于海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖池塘，2 基线塔位于烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）用海范围内，施工便道紧邻烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目。

由于历史原因，项目线塔所在的 2 宗围海养殖用海均未取得海域使用权属证。项目周边用海情况见图 8.1- 43 与表 8.1- 19。

表 8.1- 19 项目周边海域开发利用现状

序号	项目名称	海域使用权人	用海方式	状态	距离
1	海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖	/	6 基线塔位于
2	海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖	未确权	围海养殖	/	11 基线塔位于
3	烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）	烟台融进新能源发电有限公司	透水构筑物	未建设	2 基线塔位于
4	烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目	烟台融进新能源发电有限公司	透水构筑物	部分建设	相邻

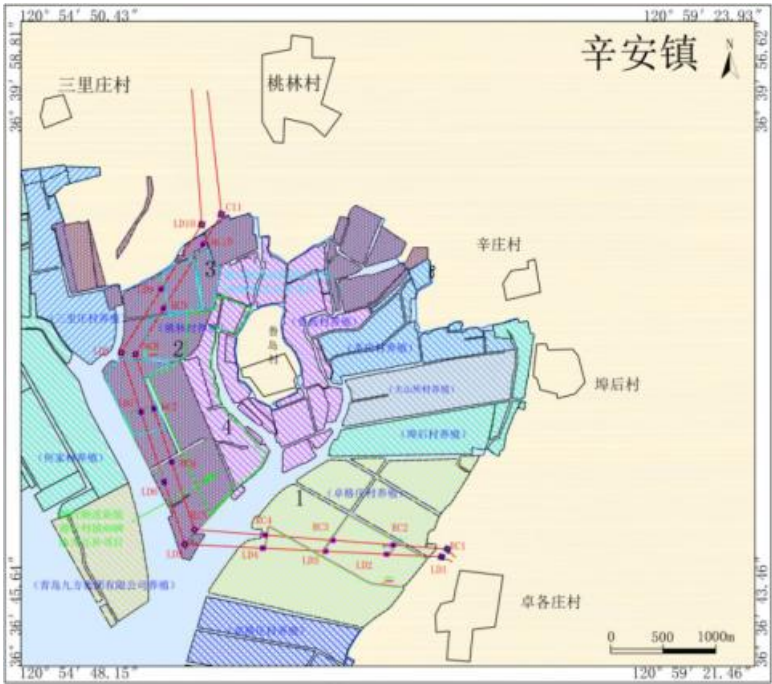


图 8.1- 43 项目相邻用海权属

8.2 海洋环境现状调查与评价

8.2.1 调查站位

(1) 资料来源

海水水质、沉积物调查资料引自自然资源部第一海洋研究所编制的《山东莱阳核电项目厂址邻近海域水生生态调查专题报告》。

(2) 调查站位

自然资源部第一海洋研究所于 2022 年 4-5 月（春季）、2022 年 11 月（秋季）在工程附近海域进行了海洋生态环境调查，共布置水质调查站位 42 个，生物站位 29 个，沉积物 24 个和潮间带 9 条，补充收集了自然资源部第一海洋研究所 2022 年 11 月（秋季）在丁字湾内进行的调查，包括 6 个水质和 3 个沉积物调查站位；周边调查站位布设、季节、调查内容满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）要求，调查站位见图 8.2- 1、表 8.2- 1。

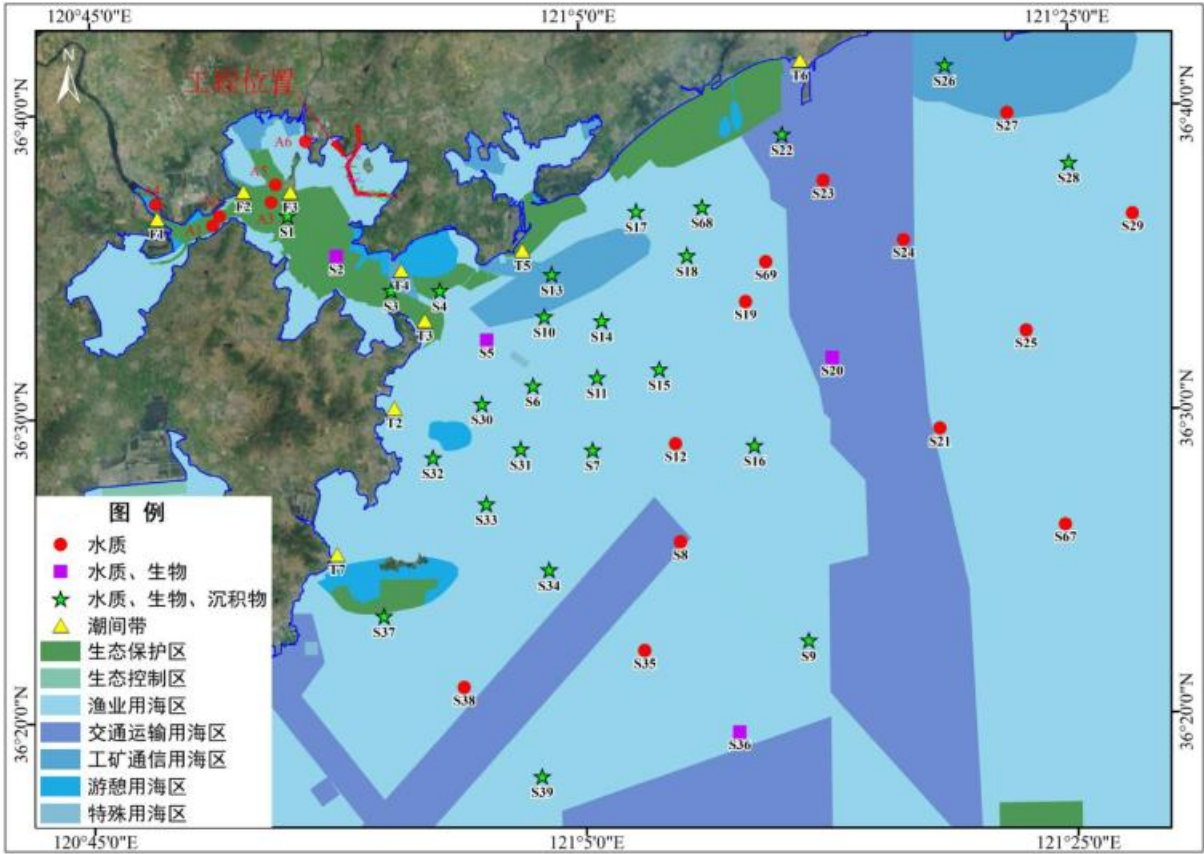


图 8.2- 1 调查站位图

表 8.2-1 海洋环境调查站位坐标

站位编号	站位坐标		调查内容	水质执行标准	沉积物执行标准
	东经	北纬			
S1	120°53'02.620"	36°36'40.810"	水质、生物、沉积物	一	一
S2	120°55'01.510"	36°35'19.010"	水质、生物	一	
S3	120°57'14.820"	36°34'11.740"	水质、生物、沉积物	一	一
S4	120°59'14.210"	36°34'10.290"	水质、生物、沉积物	一	一
S5	121°1'08.080"	36°32'31.170"	水质、生物	二	
S6	121°3'00.060"	36°31'00.210"	水质、生物、沉积物	二	一
S7	121°5'23.930"	36°28'52.300"	水质、生物、沉积物	二	一
S8	121°8'56.590"	36°25'48.590"	水质	二	
S9	121°14'07.430"	36°22'31.305"	水质、生物、沉积物	二	一
S10	121°3'29.240"	36°33'16.900"	水质、生物、沉积物	二	一
S11	121°5'36.680"	36°31'15.260"	水质、生物、沉积物	二	一
S12	121°8'47.690"	36°29'02.310"	水质	二	
S13	121°3'48.560"	36°34'39.830"	水质、生物、沉积物	三	二
S14	121°5'49.580"	36°33'07.070"	水质、生物、沉积物	二	一
S15	121°8'09.410"	36°31'30.050"	水质、生物、沉积物	二	一
S16	121°12'00.490"	36°28'57.740"	水质、生物、沉积物	二	一
S17	121°7'17.380"	36°36'42.280"	水质、生物、沉积物	二	一
S18	121°9'20.750"	36°35'14.050"	水质、生物、沉积物	二	一
S19	121°11'42.940"	36°33'41.460"	水质	二	
S20	121°15'13.623"	36°31'48.229"	水质、生物	四	
S21	121°19'34.823"	36°29'26.052"	水质	二	
S22	121°13'17.510"	36°39'11.020"	水质、生物、沉积物	四	三
S23	121°14'57.089"	36°37'38.707"	水质	四	
S24	121°18'12.178"	36°35'39.670"	水质	四	
S25	121°23'09.743"	36°32'37.819"	水质	二	
S26	121°19'57.977"	36°41'23.528"	水质、生物、沉积物	二	二

站位编号	站位坐标		调查内容	水质执行标准	沉积物执行标准
	东经	北纬			
S27	121°22'30.055"	36°39'47.645"	水质	二	
S28	121°24'58.865"	36°38'08.452"	水质、生物、沉积物	二	一
S29	121°27'34.266"	36°36'25.964"	水质	二	
S30	121°0'54.530"	36°30'25.300"	水质、生物、沉积物	二	一
S31	121°2'27.990"	36°28'55.480"	水质、生物、沉积物	二	一
S32	120°58'52.770"	36°28'40.330"	水质、生物、沉积物	二	一
S33	121°1'02.960"	36°27'07.930"	水质、生物、沉积物	二	一
S34	121°3'34.290"	36°24'56.530"	水质、生物、沉积物	二	一
S35	121°7'26.567"	36°22'14.715"	水质	二	
S36	121°11'16.044"	36°19'31.610"	水质、生物	二	
S37	120°56'49.600"	36°23'28.090"	水质、生物、沉积物	二	一
S38	121°0'04.257"	36°21'05.598"	水质	二	
S39	121°3'12.233"	36°18'08.676"	水质、生物、沉积物	二	一
S67	121°24'39.007"	36°26'14.286"	水质	二	
S68	121°9'58.892"	36°36'49.433"	水质、生物、沉积物	二	一
S69	121°12'33.799"	36°34'59.364"	水质	二	
A1	120°49'58.220"	36°36'22.130"	水质、沉积物	一	一
A2	120°50'15.180"	36°36'40.810"	水质、沉积物	一	一
A3	120°52'22.234"	36°37'07.424"	水质、沉积物	一	一
A4	120°47'37.860"	36°37'04.740"	水质	一	
A5	120°52'33.320"	36°37'42.010"	水质	一	
A6	120°53'50.160"	36°39'09.320"	水质	二	
T2	120°57'19.660"	36°30'17.940"	潮间带		
T3	120°58'36.192"	36°33'10.728"	潮间带		
T4	120°57'39.664"	36°34'50.002"	潮间带		
T5	121°2'37.220"	36°35'27.090"	潮间带		
T6	121°14'03.800"	36°41'35.889"	潮间带		

站位编号	站位坐标		调查内容	水质执行标准	沉积物执行标准
	东经	北纬			
T7	120°54'56.322"	36°25'30.466"	潮间带		
F1	120°47'42.890"	36°36'35.640"	潮间带		
F2	120°51'14.462"	36°37'28.345"	潮间带		
F3	120°53'10.120"	36°37'26.644"	潮间带		

8.2.2 海水水质现状调查与评价

8.2.2.1 调查分析项目

主要水质监测项目：pH、盐度、DO、COD、悬浮物、石油类、无机氮、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、铅、镉、铜、锌、铬、砷、汞、总铬等。

8.2.2.2 调查分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB 12763-2007）中的相关规定执行。

各调查项目分析方法如表 8.2-2 所示。

表 8.2-2 海水水质监测分析及检出限

监测项目	分析方法	检出限（mg/L）	引用标准
pH 值	pH 计法	--	GB 17378.4
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15	GB 17378.4
溶解氧	碘量法	0.042	GB 17378.4
氨氮	次溴酸钠氧化法	0.4×10^{-3}	GB 17378.4
亚硝酸氮	萘乙二胺分光光度法	0.3×10^{-3}	GB 17378.4
硝酸氮	锌镉还原法	0.7×10^{-3}	GB 17378.4
活性磷酸盐	磷钼蓝法	0.62×10^{-3}	GB 17378.4
油类	紫外分光光度法	3.5×10^{-3}	GB 17378.4
悬浮物	重量法	--	GB 17378.4
汞	原子荧光法	0.007×10^{-3}	GB 17378.4
砷	原子荧光法	$0.06(\mu\text{g/L})$	GB 17378.4
铜	原子吸收分光光度法	0.2×10^{-3}	GB 17378.4

铅	原子吸收分光光度法	0.03×10^{-3}	GB 17378.4
锌	原子吸收分光光度法	3.1×10^{-3}	GB 17378.4
镉	原子吸收分光光度法	0.01×10^{-3}	GB 17378.4
水温	水温的铅直连续观测	--	GB/T 12763.2
水深	钢丝绳测深、测深仪	--	GB/T 12763.2
盐度	盐度计法	--	GB 17378.4
挥发酚	4—氨基安替比林分光光度法	$1.1(\mu\text{g/L})$	GB 17378.4
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	$0.2(\mu\text{g/L})$	GB 17378.4

8.2.2.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

1) 一般水质因子采用标准指数法进行评价，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中：

I_i — i 项评价因子的标准指数； C_i — i 项评价因子的实测浓度； S_i — i 项评价因子的评价标准值。

2) 溶解氧（DO）采用下式计算：

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

$$S_{DO_j} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad DO_j > DO_f$$

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 ，对于河流， $DO = 468 / (3.16 + T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO = (491 - 2.65S) / (3.35 + T)$ ；

S ——实用盐度符号，量纲一；

T ——水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

3) pH 采用下式计算：

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

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}$$

$$pH_j > 7.0$$

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 值下限值，根据《海水水质标准》取 7.8；
pH_{su}—评价标准中 pH 值上限值，根据《海水水质标准》取 8.5。

(2) 评价标准

调查站位海水水质评价标准采用《海水水质标准》（GB3097—1997），生态保护区采用一类标准，渔业用海区、游憩用海区采用二类标准，工矿通信用海区采用三类标准，交通运输用海区采用四类标准。具体评价标准值见表 8.2- 3。

表 8.2- 3 海水水质标准（GB3907-1997）(单位：mg/L，除 pH 值外)

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

8.2.2.4 海水水质状况与评价

(1) 秋季调查结果与评价结果

水环境质量调查与评价结果见表 8.2- 4~

0	13.61	19.91	8.07	7.34	2.12	0.03	1.46	0.58	0.18	1.41	1.06	24.63	1.15	0.1	0.04
0	13.94	21.92	8.06	7.62	2.63	0.04	1.48	0.4	0.32	0.84	2.03	20.22	1.78	0.16	0.26
0	13.84	23.53	8.1	8.04	1.54	0.02	1.4	0.3	0.19	1.42	1.56	19.09	1.72	0.07	0.09
0	15.18	4.96	8.04	8.59	0.53	0.02	1.4	0.4	1.38	1.04	1.6	1.81	0.97	0.01	0.02

0	13.77	20.64	8.08	8.06	0.56	0.02	1.45	0.39	0.25	0.83	6.1	24.33	1.91	0.08	0.11
0	13.6	15.42	8.12	7.98	2.22	0.04	1.52	0.32	0.14	0.8	1.41	20.72	1.22	0.08	0.02

表 8.2- 5。结果表明：48 个站位的 111 个样品中超标因子主要有 PH、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铜、锌；PH 的超标率为 1.80%，2 个样品超标；COD 的超标率为 2.7%，3 个样品超标；石油的超标率为 12.5%，6 个样品超标；无机氮的超标率为 36.0%，40 个样品超标；活性磷酸盐的超标率为 8.1%，9 个样品超标；铜的超标率为 1.10%，1 个样品超标；锌的超标率为 10.1%，9 个样品超标；最大超标倍数为 10.6，为石油类，石油类超标站位主要位于丁字湾湾顶。

（2）春季调查结果与评价结果

水环境质量调查与评价结果见表 8.2- 6~表 8.2- 7。春季调查结果表明：42 个站位的 104 个样品中超标因子为活性磷酸盐，超标率 5.77%，6 个样品超标，最大超标倍数 2.5。

综上所述，调查海域春季海水环境质量优于秋季，春秋季节大多数水质参数优于国家二类海水水质标准，影响海水环境质量最大的污染因子是 DIN，这很大程度上与近岸高氮污、废水的排放，如农业和水产养殖等人类活动有关。

表 8.2-4 秋季水质监测结果

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S1	0	13.83	22.13	8.14	8.51	3.89	0.019	1.38	0.02	0.22	1.41	1.61	67.97	1.55	0.13	0.06	0.002
S2	0	13.94	24.85	8.17	7.10	1.47	0.020	1.39	0.02	0.16	0.82	1.17	13.45	1.28	0.1	0.07	0.002
S3	0	13.94	24.49	8.22	8.69	1.77	0.007	1.3	0.01	0.31	1.20	3.18	102.79	1.59	0.09	0.17	0.008
S4	0	14.11	25.81	8.3	8.01	1.09	0.004	0.7	0.02	0.21	0.90	1.60	31.02	1.70	0.04	0.13	0.005
S5	0	14.27	27.45	8.34	7.67	1.51	0.006	0.52	0.02	0.18	0.84	2.51	26.93	1.69	0.08	0.10	0.003
S6	0	15.09	29.31	8.34	7.33	0.97	0.003	0.18	0.01	0.20	0.87	2.05	28.98	1.70	0.06	0.12	0.004
S7	0	15.67	28.98	8.35	8.10	0.4	0.005	0.09	0.02	0.13	0.68	1.24	33.52	1.46	0.04	0.12	0.001
S8	0	16.28	30.44	8.25	7.19	1.66	0.009	0.13	0.001	0.18	0.95	1.31	30.12	1.63	0.09	0.10	0.003
S9	0	16.54	30.13	8.36	8.67	0.93	0.005	0.09	0.01	0.12	0.74	1.73	26.98	1.65	0.07	0.09	0.002
S10	0	15.22	29.3	8.48	7.75	1.6	0.008	0.44	0.001	0.12	0.64	1.25	23.04	1.72	0.03	0.06	0.002
S11	0	14.72	28.64	8.42	/	1.98	0.008	0.99	0.001	0.17	0.93	1.78	38.99	1.55	0.12	0.15	0.003
S12	0	16.13	29.91	8.4	9.24	0.86	0.010	0.24	0.02	0.14	0.93	1.35	22.67	1.57	0.09	0.15	0.004
S13	0	15.02	29.08	8.51	8.12	0.81	0.009	0.49	0.001	0.14	0.72	1.43	23.6	1.88	0.04	0.09	0.002
S14	0	14.76	28.75	8.42	7.79	0.92	0.008	0.82	0.03	0.14	0.68	1.50	16.65	1.69	0.03	0.07	0.003
S15	0	16.05	29.77	8.4	8.72	0.67	0.009	0.3	0.01	0.14	0.74	1.60	25.05	1.48	0.06	0.11	0.001

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S16	0	16.13	29.82	8.38	7.32	0.1	0.008	0.24	0.01	0.14	0.80	1.49	27.23	1.69	0.06	0.08	0.001
S17	0	15.16	29.12	8.51	7.64	1.04	0.009	0.39	0.01	0.14	0.74	1.47	17.88	1.84	0.06	0.14	0.003
S18	0	15.42	29.37	8.44	7.95	1.22	0.009	0.32	0.001	0.10	0.50	0.99	11.94	1.45	0.04	0.10	0.001
S19	0	15.72	29.53	8.43	7.76	0.67	0.009	0.42	0.001	0.14	0.93	2.35	31.3	1.75	0.06	0.13	0.002
S20	0	15.76	29.55	8.28	8.19	0.24	0.009	0.35	0.01	0.13	0.76	1.53	49.59	1.69	0.13	0.12	0.002
S21	0	16.12	29.69	8.34	7.58	0.28	0.009	0.25	0.01	0.08	0.51	0.97	11.79	1.25	0.03	0.06	0.001
S22	0	15.52	29.6	8.38	7.06	1.36	0.009	0.16	0.01	0.12	0.66	1.82	14.91	1.75	0.05	0.07	0.001
S23	0	16.14	29.91	8.32	7.11	1.91	0.009	0.15	0.001	0.12	0.65	1.22	13.75	1.86	0.04	0.06	0.001
S24	0	16.44	29.92	8.3	7.17	1	0.009	0.17	0.001	0.09	0.49	0.98	11.32	1.24	0.04	0.06	0.001
S25	0	16.75	29.89	8.32	7.34	0.87	0.009	0.19	0.01	0.12	0.55	1.00	12.67	1.65	0.05	0.07	0.001
S26	0	15.52	29.61	8.38	8.10	1.08	0.008	0.15	0.001	0.11	0.64	1.20	16.02	1.86	0.05	0.06	0.001
S27	0	16.37	29.97	8.31	7.75	0.43	0.007	0.14	0.01	0.11	0.61	1.08	15.62	1.52	0.06	0.05	0.001
S28	0	16.46	29.99	8.32	7.43	0.48	0.002	0.07	0.02	0.09	0.50	0.94	15.48	1.76	0.04	0.05	0.001
S29	0	16.75	30.05	8.29	8.02	0.24	0.006	0.16	0.01	0.09	0.57	0.92	15.26	1.77	0.06	0.05	0.001
S30	0	15.08	29.32	8.31	8.01	0.28	0.007	0.48	0.001	0.13	0.73	1.33	17.34	1.63	0.06	0.10	0.001
S31	0	15.71	29.69	8.36	7.54	0.73	0.004	0.27	0.01	0.12	0.60	1.11	18.37	1.39	0.09	0.10	0.002

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S32	0	15.72	29.66	8.34	8.23	0.45	0.007	0.36	0.001	0.15	0.99	1.57	16.18	1.56	0.11	0.15	0.001
S33	0	15.72	29.69	8.36	5.05	0.61	0.007	0.29	0.001	0.10	1.07	1.93	63.18	1.83	0.1	0.07	0.001
S34	0	16.29	30.43	8.37	5.60	0.6	0.007	0.25	0.01	0.15	1.49	2.09	31.89	1.67	0.1	0.12	0.002
S35	0	16.54	30.01	8.34	7.31	1.74	0.007	0.21	0.001	0.12	0.62	1.09	17.84	1.74	0.05	0.07	0.001
S36	0	16.55	30.04	8.33	7.16	0.83	0.007	0.17	0.001	0.11	0.70	1.19	19.27	1.56	0.06	0.08	0.001
S37	0	16.29	30.42	8.33	6.36	0.44	0.008	0.18	0.001	0.11	0.66	3.21	20.97	1.65	0.05	0.09	0.001
S38	0	16.54	30.06	8.36	7.85	0.8	0.005	0.1	0.01	0.12	0.61	1.07	18.3	1.73	0.04	0.06	0.002
S39	0	16.54	30.15	8.29	5.99	1.14	0.009	0.19	0.01	0.12	0.59	1.62	29.33	1.73	0.1	0.14	0.002
S67	0	16.58	29.95	8.3	7.49	0.22	0.008	0.17	0.01	0.09	0.39	0.63	11.69	1.24	0.05	0.03	0.002
S68	0	15.05	29.02	8.47	7.85	0.86	0.009	0.57	0.001	0.11	0.75	1.31	16.34	1.79	0.07	0.08	0.003
S69	0	15.61	29.4	8.42	7.63	0.67	0.009	0.46	0.001	0.11	0.69	1.22	26.28	1.78	0.06	0.07	0.002
S2	B	13.87	25.33	8.19	8.65	1.48	0.017	1.35	/	0.13	0.62	1.04	13.93	0.91	0.06	0.10	0.003
S3	B	14.35	26.25	8.27	8.89	1.12	0.004	1.03	/	0.26	0.89	1.53	17.55	1.55	0.09	0.09	0.004
S4	B	14.48	27.5	8.29	9.09	0.89	0.003	0.64	/	0.20	0.82	1.50	21.58	1.54	0.05	0.12	0.004
S5	B	14.34	27.96	8.35	8.98	2.08	0.003	0.33	/	0.18	0.98	2.16	17.96	1.65	0.06	0.10	0.004
S6	B	15.1	29.36	8.34	7.28	0.5	0.003	0.2	/	0.19	0.90	1.83	19.77	1.60	0.06	0.11	0.001

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S7	B	15.77	29.7	8.34	7.89	1.64	0.006	0.1	/	0.13	0.76	1.48	17.37	1.53	0.06	0.10	0.003
S8	B	16.25	30.44	8.24	8.66	0.06	0.006	0.1	/	0.15	0.65	0.93	24.03	1.46	0.06	0.07	0.003
S9	B	16.5	30.28	8.37	7.43	0.09	0.008	0.25	/	0.15	0.81	1.07	20.85	1.45	0.14	0.11	0.002
S10	B	15.23	29.31	8.47	7.28	1.38	0.008	0.44	/	0.11	0.53	1.04	11.67	1.42	0.03	0.05	0.002
S11	B	14.74	28.67	8.38	9.21	0.78	0.008	1.11	/	0.15	0.82	1.42	38.38	1.61	0.05	0.09	0.003
S12	B	16.03	29.86	8.4	8.16	0.8	0.009	0.24	/	0.11	0.63	1.16	17.39	1.60	0.04	0.07	0.002
S13	B	14.96	29.13	8.52	7.83	2.04	0.008	0.55	/	0.13	0.85	2.36	42.16	1.86	0.08	0.09	0.002
S14	B	15.07	29.2	8.45	9.64	0.68	0.008	0.73	/	0.14	0.96	1.44	14.43	1.71	0.05	0.07	0.002
S15	B	15.88	29.72	8.4	7.93	1.15	0.009	0.3	/	0.16	1.93	2.18	147.1	1.59	0.16	0.09	0.002
S16	B	16.12	29.85	8.39	7.66	0.71	0.005	0.15	/	0.14	0.73	1.44	18.94	1.76	0.06	0.13	0.002
S17	B	15.17	29.16	8.51	7.15	0.75	0.009	0.87	/	0.12	0.73	1.68	43.18	1.71	0.03	0.07	0.002
S18	B	15.35	29.39	8.47	8.09	0.94	0.009	0.32	/	0.14	0.72	1.35	19.93	1.68	0.06	0.10	0.002
S19	B	15.69	29.64	8.38	7.50	1.6	0.009	0.36	/	0.16	1.07	1.77	20.17	1.54	0.1	0.10	0.003
S20	B	15.67	29.66	8.34	7.35	1.96	0.008	0.3	/	0.13	0.79	1.43	17	1.60	0.07	0.10	0.002
S21	B	16.21	29.84	8.33	7.23	0.15	0.008	0.23	/	0.12	0.80	1.50	11.7	1.66	0.06	0.11	0.001
S22	B	15.39	29.67	8.36	7.55	0.68	0.008	0.14	/	0.11	0.61	1.28	12.89	1.72	0.05	0.10	0.002

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S23	B	15.82	29.95	8.33	7.15	0.67	0.007	0.12	/	0.09	0.66	1.20	10.1	1.82	0.04	0.07	0.002
S24	B	16.09	29.98	8.3	7.39	1.42	0.010	0.18	/	0.13	0.80	1.21	14.95	1.65	0.04	0.06	0.003
S25	B	16.6	30.07	8.29	7.17	0.89	0.009	0.18	/	0.11	0.50	0.89	11.96	1.77	0.05	0.06	0.001
S26	B	15.3	29.69	8.38	7.59	0.66	0.007	0.15	/	0.10	0.58	0.95	10.98	1.84	0.03	0.04	0.002
S27	B	16.28	30.01	8.3	7.44	0.35	0.003	0.09	/	0.10	0.63	1.01	14	1.61	0.06	0.05	0.002
S28	B	16.54	30.1	8.28	6.95	1.44	0.006	0.18	/	0.11	0.52	0.79	13.19	1.61	0.04	0.04	0.002
S29	B	16.84	30.25	8.29	7.17	0.4	0.006	0.16	/	0.10	0.66	0.91	15.11	1.91	0.06	0.04	0.001
S30	B	15.09	29.33	8.29	7.95	0.59	0.007	0.41	/	0.15	0.66	0.91	16.4	1.68	0.05	0.04	0.001
S31	B	15.76	29.69	8.35	/	2.48	0.007	0.42	/	0.21	0.56	0.97	34.51	1.66	0.03	0.06	0.002
S32	B	15.76	29.71	8.3	7.41	0.54	0.007	0.35	/	0.12	0.73	1.13	21.91	1.71	0.07	0.09	0.003
S33	B	15.76	29.7	8.35	7.11	0.6	0.007	0.23	/	0.13	0.62	0.99	15.23	1.72	0.05	0.05	0.002
S34	B	16.25	30.48	8.36	7.32	0.79	0.007	0.23	/	0.12	0.61	1.09	18.99	1.70	0.06	0.06	0.001
S35	B	16.5	30.08	8.33	7.51	1.75	0.007	0.2	/	0.10	0.70	1.12	17.62	1.78	0.07	0.08	0.001
S36	B	16.51	30.14	8.32	7.34	0.74	0.006	0.14	/	0.10	0.80	1.23	30.35	1.65	0.06	0.08	0.001
S37	B	16.25	30.49	8.34	7.59	0.46	0.007	0.15	/	0.12	0.76	1.20	18.97	1.59	0.08	0.09	0.002
S38	B	16.51	30.17	8.32	6.90	0.89	0.006	0.13	/	0.10	0.69	1.14	16.94	1.52	0.07	0.07	0.001

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S39	B	16.51	30.18	8.32	7.13	0.92	0.007	0.14	/	0.10	0.62	0.97	15.04	1.55	0.03	0.06	0.001
S67	B	16.56	30.12	8.3	7.80	0.61	0.009	0.17	/	0.13	0.87	1.31	18.71	1.58	0.08	0.16	0.001
S68	B	15.29	29.26	8.47	9.41	0.99	0.009	0.51	/	0.11	0.58	1.07	15.22	1.73	0.04	0.06	0.001
S69	B	15.75	29.7	8.39	7.03	1.77	0.009	0.39	/	0.11	0.64	1.15	16.61	1.67	0.05	0.06	0.001
S8	M	16.26	30.45	8.25	8.12	1.3	0.012	0.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S9	M	16.52	30.07	8.36	8.03	1.29	0.008	0.25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S12	M	16.04	29.85	8.38	7.07	0.66	0.004	0.26	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S15	M	15.9	29.74	8.42	7.14	0.43	0.009	0.29	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S16	M	16.11	29.8	8.41	7.89	0.61	0.005	0.16	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S19	M	15.63	29.57	8.41	8.02	1.21	0.009	0.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S20	M	15.67	29.61	8.34	7.59	0.14	0.008	0.31	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S21	M	16.12	29.78	8.34	7.24	0.71	0.008	0.22	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S23	M	15.84	29.94	8.33	7.38	0.61	0.009	0.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S24	M	16.18	29.96	8.29	7.18	1.17	0.009	0.18	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S25	M	16.63	29.96	8.29	6.86	0.81	0.009	0.19	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S27	M	16.36	29.99	8.34	7.33	1	0.004	0.12	/	/	/	/	/	/	/	/	/

站 位	层 次	温 度	盐 度	pH	DO	COD	PO43--P	DIN	石油	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Hg
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
S28	M	16.49	30.02	8.32	7.22	1.18	0.006	0.18	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S29	M	16.76	30.15	8.28	8.09	0.18	0.006	0.16	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S34	M	16.27	30.45	8.37	7.39	0.62	0.007	0.25	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S35	M	16.52	30.03	8.33	7.03	1.7	0.006	0.18	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S36	M	16.52	30.07	8.32	7.34	0.97	0.006	0.13	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S37	M	16.27	30.46	8.33	6.98	0.93	0.007	0.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S38	M	16.52	30.07	8.31	7.98	1.24	0.007	0.13	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S39	M	16.52	30.07	8.34	7.80	1.34	0.004	0.09	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S67	M	16.55	30.04	8.3	7.67	0.57	0.009	0.19	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S69	M	15.75	29.72	8.42	7.69	1.39	0.009	0.46	/	/	/	/	/	/	/	/	/
A1	0	13.61	19.91	8.07	7.34	2.12	0.03	1.46	0.58	0.18	1.41	1.06	24.63	1.15	0.1	0.04	0.002
A2	0	13.94	21.92	8.06	7.62	2.63	0.04	1.48	0.4	0.32	0.84	2.03	20.22	1.78	0.16	0.26	0.003
A3	0	13.84	23.53	8.1	8.04	1.54	0.02	1.4	0.3	0.19	1.42	1.56	19.09	1.72	0.07	0.09	0.004
A4	0	15.18	4.96	8.04	8.59	0.53	0.02	1.4	0.4	1.38	1.04	1.6	1.81	0.97	0.01	0.02	0.003
A5	0	13.77	20.64	8.08	8.06	0.56	0.02	1.45	0.39	0.25	0.83	6.1	24.33	1.91	0.08	0.11	0.001
A6	0	13.6	15.42	8.12	7.98	2.22	0.04	1.52	0.32	0.14	0.8	1.41	20.72	1.22	0.08	0.02	0.002

表 8.2-5 秋季水质评价结果

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S1	0	0.760	0.705	1.945	0.400	6.900	1.267	0.060	0.130	0.322	3.399	0.004	0.078	0.040	1
S2	0	0.780	0.845	0.735	0.400	6.950	1.333	0.070	0.100	0.234	0.673	0.003	0.064	0.040	1
S3	0	0.810	0.690	0.885	0.200	6.500	0.467	0.170	0.090	0.636	5.140	0.006	0.080	0.160	1
S4	0	0.870	0.749	0.545	0.400	3.500	0.267	0.130	0.040	0.320	1.551	0.004	0.085	0.100	1
S5	0	0.890	0.652	0.503	0.400	1.733	0.200	0.020	0.016	0.251	0.539	0.002	0.056	0.015	2
S6	0	0.890	0.682	0.323	0.200	0.600	0.100	0.024	0.012	0.205	0.580	0.002	0.057	0.020	2
S7	0	0.900	0.617	0.133	0.400	0.300	0.167	0.024	0.008	0.124	0.670	0.001	0.049	0.005	2
S8	0	0.830	0.695	0.553	0.020	0.433	0.300	0.020	0.018	0.131	0.602	0.002	0.054	0.015	2
S9	0	0.910	0.141	0.310	0.200	0.300	0.167	0.018	0.014	0.173	0.540	0.001	0.055	0.010	2
S10	0	0.990	0.645	0.533	0.020	1.467	0.267	0.012	0.006	0.125	0.461	0.001	0.057	0.010	2
S11	0	0.950	/	0.660	0.020	3.300	0.267	0.030	0.024	0.178	0.780	0.002	0.052	0.015	2
S12	0	0.930	0.286	0.287	0.400	0.800	0.333	0.030	0.018	0.135	0.453	0.001	0.052	0.020	2
S13	0	0.840	0.493	0.203	0.003	1.225	0.300	0.009	0.004	0.029	0.236	0.001	0.038	0.010	3
S14	0	0.950	0.642	0.307	0.600	2.733	0.267	0.014	0.006	0.150	0.333	0.001	0.056	0.015	2
S15	0	0.930	0.121	0.223	0.200	1.000	0.300	0.022	0.012	0.160	0.501	0.001	0.049	0.005	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S16	0	0.920	0.683	0.033	0.200	0.800	0.267	0.016	0.012	0.149	0.545	0.001	0.056	0.005	2
S17	0	1.010	0.654	0.347	0.200	1.300	0.300	0.028	0.012	0.147	0.358	0.001	0.061	0.015	2
S18	0	0.960	0.629	0.407	0.020	1.067	0.300	0.020	0.008	0.099	0.239	0.001	0.048	0.005	2
S19	0	0.950	0.644	0.223	0.020	1.400	0.300	0.026	0.012	0.235	0.626	0.001	0.058	0.010	2
S20	0	0.710	0.366	0.048	0.020	0.700	0.200	0.002	0.013	0.031	0.099	0.000	0.034	0.004	4
S21	0	0.890	0.660	0.093	0.200	0.833	0.300	0.012	0.006	0.097	0.236	0.001	0.042	0.005	2
S22	0	0.770	0.425	0.272	0.020	0.320	0.200	0.001	0.005	0.036	0.030	0.000	0.035	0.002	4
S23	0	0.730	0.422	0.382	0.002	0.300	0.200	0.001	0.004	0.024	0.028	0.000	0.037	0.002	4
S24	0	0.720	0.418	0.200	0.002	0.340	0.200	0.001	0.004	0.020	0.023	0.000	0.025	0.002	4
S25	0	0.880	0.681	0.290	0.200	0.633	0.300	0.014	0.010	0.100	0.253	0.001	0.055	0.005	2
S26	0	0.920	0.617	0.360	0.020	0.500	0.267	0.012	0.010	0.120	0.320	0.001	0.062	0.005	2
S27	0	0.870	0.645	0.143	0.200	0.467	0.233	0.010	0.012	0.108	0.312	0.001	0.051	0.005	2
S28	0	0.880	0.673	0.160	0.400	0.233	0.067	0.010	0.008	0.094	0.310	0.001	0.059	0.005	2
S29	0	0.860	0.623	0.080	0.200	0.533	0.200	0.010	0.012	0.092	0.305	0.001	0.059	0.005	2
S30	0	0.870	0.624	0.093	0.020	1.600	0.233	0.020	0.012	0.133	0.347	0.001	0.054	0.005	2
S31	0	0.910	0.663	0.243	0.200	0.900	0.133	0.020	0.018	0.111	0.367	0.001	0.046	0.010	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S32	0	0.890	0.608	0.150	0.020	1.200	0.233	0.030	0.022	0.157	0.324	0.002	0.052	0.005	2
S33	0	0.910	0.990	0.203	0.020	0.967	0.233	0.014	0.020	0.193	1.264	0.001	0.061	0.005	2
S34	0	0.910	0.893	0.200	0.200	0.833	0.233	0.024	0.020	0.209	0.638	0.002	0.056	0.010	2
S35	0	0.890	0.684	0.580	0.020	0.700	0.233	0.014	0.010	0.109	0.357	0.001	0.058	0.005	2
S36	0	0.890	0.698	0.277	0.020	0.567	0.233	0.016	0.012	0.119	0.385	0.001	0.052	0.005	2
S37	0	0.890	0.786	0.147	0.020	0.600	0.267	0.018	0.010	0.321	0.419	0.001	0.055	0.005	2
S38	0	0.910	0.637	0.267	0.200	0.333	0.167	0.012	0.008	0.107	0.366	0.001	0.058	0.010	2
S39	0	0.860	0.835	0.380	0.200	0.633	0.300	0.028	0.020	0.162	0.587	0.001	0.058	0.010	2
S67	0	0.870	0.668	0.073	0.200	0.567	0.267	0.006	0.010	0.063	0.234	0.001	0.041	0.010	2
S68	0	0.980	0.637	0.287	0.020	1.900	0.300	0.016	0.014	0.131	0.327	0.001	0.060	0.015	2
S69	0	0.950	0.655	0.223	0.020	1.533	0.300	0.014	0.012	0.122	0.526	0.001	0.059	0.010	2
S2	B	0.790	0.694	0.740	/	6.750	1.133	0.100	0.060	0.208	0.697	0.003	0.046	0.060	1
S3	B	0.850	0.029	0.560	/	5.150	0.267	0.090	0.090	0.306	0.878	0.005	0.078	0.080	1
S4	B	0.860	0.138	0.445	/	3.200	0.200	0.120	0.050	0.300	1.079	0.004	0.077	0.080	1
S5	B	0.900	0.071	0.693	/	1.100	0.100	0.020	0.012	0.216	0.359	0.002	0.055	0.020	2
S6	B	0.890	0.687	0.167	/	0.667	0.100	0.022	0.012	0.183	0.395	0.002	0.053	0.005	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S7	B	0.890	0.634	0.547	/	0.333	0.200	0.020	0.012	0.148	0.347	0.001	0.051	0.015	2
S8	B	0.830	0.127	0.020	/	0.333	0.200	0.014	0.012	0.093	0.481	0.002	0.049	0.015	2
S9	B	0.910	0.673	0.030	/	0.833	0.267	0.022	0.028	0.107	0.417	0.002	0.048	0.010	2
S10	B	0.980	0.687	0.460	/	1.467	0.267	0.010	0.006	0.104	0.233	0.001	0.047	0.010	2
S11	B	0.920	0.168	0.260	/	3.700	0.267	0.018	0.010	0.142	0.768	0.002	0.054	0.015	2
S12	B	0.930	0.613	0.267	/	0.800	0.300	0.014	0.008	0.116	0.348	0.001	0.053	0.010	2
S13	B	0.840	0.511	0.510	/	1.375	0.267	0.009	0.008	0.047	0.422	0.001	0.037	0.010	3
S14	B	0.970	0.320	0.227	/	2.433	0.267	0.014	0.010	0.144	0.289	0.001	0.057	0.010	2
S15	B	0.930	0.631	0.383	/	1.000	0.300	0.018	0.032	0.218	2.942	0.002	0.053	0.010	2
S16	B	0.930	0.653	0.237	/	0.500	0.167	0.026	0.012	0.144	0.379	0.001	0.059	0.010	2
S17	B	1.010	0.699	0.250	/	2.900	0.300	0.014	0.006	0.168	0.864	0.001	0.057	0.010	2
S18	B	0.980	0.618	0.313	/	1.067	0.300	0.020	0.012	0.135	0.399	0.001	0.056	0.010	2
S19	B	0.920	0.667	0.533	/	1.200	0.300	0.020	0.020	0.177	0.403	0.002	0.051	0.015	2
S20	B	0.740	0.408	0.392	/	0.600	0.178	0.002	0.007	0.029	0.034	0.000	0.032	0.004	4
S21	B	0.890	0.692	0.050	/	0.767	0.267	0.022	0.012	0.150	0.234	0.001	0.055	0.005	2
S22	B	0.760	0.397	0.136	/	0.280	0.178	0.002	0.005	0.026	0.026	0.000	0.034	0.004	4

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S23	B	0.740	0.420	0.134	/	0.240	0.156	0.001	0.004	0.024	0.020	0.000	0.036	0.004	4
S24	B	0.720	0.406	0.284	/	0.360	0.222	0.001	0.004	0.024	0.030	0.000	0.033	0.006	4
S25	B	0.860	0.697	0.297	/	0.600	0.300	0.012	0.010	0.089	0.239	0.001	0.059	0.005	2
S26	B	0.920	0.659	0.220	/	0.500	0.233	0.008	0.006	0.095	0.220	0.001	0.061	0.010	2
S27	B	0.870	0.672	0.117	/	0.300	0.100	0.010	0.012	0.101	0.280	0.001	0.054	0.010	2
S28	B	0.850	0.719	0.480	/	0.600	0.200	0.008	0.008	0.079	0.264	0.001	0.054	0.010	2
S29	B	0.860	0.697	0.133	/	0.533	0.200	0.008	0.012	0.091	0.302	0.001	0.064	0.005	2
S30	B	0.860	0.629	0.197	/	1.367	0.233	0.008	0.010	0.091	0.328	0.002	0.056	0.005	2
S31	B	0.900	/	0.827	/	1.400	0.233	0.012	0.006	0.097	0.690	0.002	0.055	0.010	2
S32	B	0.870	0.675	0.180	/	1.167	0.233	0.018	0.014	0.113	0.438	0.001	0.057	0.015	2
S33	B	0.900	0.703	0.200	/	0.767	0.233	0.010	0.010	0.099	0.305	0.001	0.057	0.010	2
S34	B	0.910	0.683	0.263	/	0.767	0.233	0.012	0.012	0.109	0.380	0.001	0.057	0.005	2
S35	B	0.890	0.666	0.583	/	0.667	0.233	0.016	0.014	0.112	0.352	0.001	0.059	0.005	2
S36	B	0.880	0.681	0.247	/	0.467	0.200	0.016	0.012	0.123	0.607	0.001	0.055	0.005	2
S37	B	0.890	0.659	0.153	/	0.500	0.233	0.018	0.016	0.120	0.379	0.001	0.053	0.010	2
S38	B	0.880	0.725	0.297	/	0.433	0.200	0.014	0.014	0.114	0.339	0.001	0.051	0.005	2

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S39	B	0.880	0.701	0.307	/	0.467	0.233	0.012	0.006	0.097	0.301	0.001	0.052	0.005	2
S67	B	0.870	0.641	0.203	/	0.567	0.300	0.032	0.016	0.131	0.374	0.001	0.053	0.005	2
S68	B	0.980	0.269	0.330	/	1.700	0.300	0.012	0.008	0.107	0.304	0.001	0.058	0.005	2
S69	B	0.930	0.711	0.590	/	1.300	0.300	0.012	0.010	0.115	0.332	0.001	0.056	0.005	2
S8	M	0.830	0.616	0.433	/	0.500	0.400	/	/	/	/	/	/	/	2
S9	M	0.910	0.623	0.430	/	0.833	0.267	/	/	/	/	/	/	/	2
S12	M	0.920	0.707	0.220	/	0.867	0.133	/	/	/	/	/	/	/	2
S15	M	0.950	0.700	0.143	/	0.967	0.300	/	/	/	/	/	/	/	2
S16	M	0.940	0.634	0.203	/	0.533	0.167	/	/	/	/	/	/	/	2
S19	M	0.940	0.623	0.403	/	1.333	0.300	/	/	/	/	/	/	/	2
S20	M	0.740	0.395	0.028	/	0.620	0.178	/	/	/	/	/	/	/	4
S21	M	0.890	0.691	0.237	/	0.733	0.267	/	/	/	/	/	/	/	2
S23	M	0.740	0.407	0.122	/	0.300	0.200	/	/	/	/	/	/	/	4
S24	M	0.720	0.418	0.234	/	0.360	0.200	/	/	/	/	/	/	/	4
S25	M	0.860	0.729	0.270	/	0.633	0.300	/	/	/	/	/	/	/	2
S27	M	0.890	0.682	0.333	/	0.400	0.133	/	/	/	/	/	/	/	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S28	M	0.880	0.693	0.393	/	0.600	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S29	M	0.850	0.618	0.060	/	0.533	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S34	M	0.910	0.677	0.207	/	0.833	0.233	/	/	/	/	/	/	/	2
S35	M	0.890	0.711	0.567	/	0.600	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S36	M	0.880	0.681	0.323	/	0.433	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S37	M	0.890	0.716	0.310	/	0.500	0.233	/	/	/	/	/	/	/	2
S38	M	0.870	0.627	0.413	/	0.433	0.233	/	/	/	/	/	/	/	2
S39	M	0.890	0.641	0.447	/	0.300	0.133	/	/	/	/	/	/	/	2
S67	M	0.870	0.652	0.190	/	0.633	0.300	/	/	/	/	/	/	/	2
S69	M	0.950	0.650	0.463	/	1.533	0.300	/	/	/	/	/	/	/	2
A1	0	0.229	0.577	1.060	11.600	7.300	2.000	0.040	0.100	0.212	1.232	0.004	0.058	0.040	1
A2	0	0.257	0.459	1.315	8.000	7.400	2.667	0.260	0.160	0.406	1.011	0.006	0.089	0.060	1
A3	0	0.143	0.302	0.770	6.000	7.000	1.333	0.090	0.070	0.312	0.955	0.004	0.086	0.080	1
A4	0	0.314	0.304	0.265	8.000	7.000	1.333	0.020	0.010	0.320	0.091	0.028	0.049	0.060	1
A5	0	0.200	0.335	0.280	7.800	7.250	1.333	0.110	0.080	1.220	1.217	0.005	0.096	0.020	1
A6	0	0.086	0.328	0.740	6.400	5.067	1.333	0.004	0.016	0.141	0.414	0.001	0.041	0.010	2

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
最小值		0.086	0.029	0.020	0.002	0.233	0.067	0.001	0.004	0.020	0.020	0.000	0.025	0.002	
最大值		1.010	0.990	1.945	11.600	7.400	2.667	0.260	0.160	1.220	5.140	0.028	0.096	0.160	
平均值		0.844	0.585	0.346	1.136	1.497	0.342	0.027	0.021	0.159	0.558	0.002	0.055	0.017	
最大超标倍数		0.010	/	0.945	10.600	6.400	1.667	/	/	0.220	4.140	/	/	/	
超标个数		2.000	0.000	3.000	6.000	40.000	9.000	0.000	0.000	1.000	9.000	0.000	0.000	0.000	
超标率		0.018	0.000	0.027	0.125	0.360	0.081	0.000	0.000	0.011	0.101	0.000	0.000	0.000	

表 8.2-6 春季水质监测结果

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	pH	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S1	0	16.79	30.92	7.24	0.39	7.96	0.67	0.014	29.63	0.01	0.10	1.21	0.035	0.37	1.49	0.85	0.026
S2	0	16.27	31.64	7.17	0.48	7.96	0.42	0.011	37.40	0.01	1.12	0.06	0.035	0.53	1.72	0.65	0.030
S3	0	16.04	31.85	7.55	0.72	7.97	0.17	0.005	34.72	0.01	0.22	1.94	0.040	0.31	1.63	0.36	0.014
S4	0	16.06	31.70	7.57	0.91	7.97	0.33	0.009	18.88	0.01	0.10	1.21	0.048	0.44	1.53	0.55	0.020
S5	0	15.58	31.81	7.19	0.74	7.97	0.20	0.007	56.76	0.02	0.19	1.77	0.036	0.55	1.56	0.46	0.017
S6	0	15.32	31.94	7.66	0.43	7.99	0.16	0.008	51.24	0.01	0.20	1.77	0.022	0.86	1.64	0.18	0.014
S7	0	16.19	31.76	6.83	0.92	8.00	0.04	0.007	37.18	0.01	0.18	1.83	0.018	0.82	1.67	0.14	0.012
S8	0	16.06	31.74	7.51	0.97	8.04	0.03	0.005	7.80	0.01	0.19	2.01	0.043	2.15	1.52	0.17	0.012
S9	0	15.69	31.69	7.10	0.38	8.06	0.03	0.005	23.70	0.01	0.21	2.14	0.036	1.07	1.66	0.16	0.012
S10	0	15.95	31.82	7.59	0.36	7.97	0.03	0.006	41.66	0.03	0.14	1.62	0.021	0.69	1.59	0.17	0.010
S11	0	16.17	31.85	6.55	0.91	8.05	0.04	0.006	67.18	0.01	0.20	1.97	0.027	0.12	1.52	0.15	0.014
S12	0	16.39	31.72	7.62	0.89	8.06	0.03	0.006	53.87	0.01	0.18	2.04	0.037	0.25	1.68	0.23	0.016
S13	0	16.51	31.81	7.55	0.08	8.08	0.04	0.007	48.83	0.01	0.11	1.03	0.027	0.69	1.73	0.17	0.013
S14	0	16.32	31.81	7.85	0.21	8.08	0.04	0.006	61.50	0.01	0.11	1.34	0.034	0.48	1.58	0.17	0.012
S15	0	16.42	31.83	7.53	0.35	8.10	0.04	0.005	55.03	0.03	0.19	1.56	0.017	1.51	1.71	0.15	0.011

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S16	0	16.05	31.85	7.78	0.06	8.06	0.04	0.006	45.53	0.05	0.18	1.72	0.023	1.27	1.62	0.16	0.012
S17	0	15.55	31.65	7.97	0.30	8.04	0.05	0.006	37.20	0.02	0.17	1.71	0.032	0.82	1.53	0.20	0.011
S18	0	15.57	31.77	7.75	0.36	8.06	0.04	0.003	32.70	0.02	0.15	1.53	0.023	1.06	1.72	0.15	0.011
S19	0	15.24	31.76	8.16	0.35	8.07	0.04	0.005	32.27	0.01	0.12	1.24	0.028	0.91	1.73	0.17	0.011
S20	0	14.45	31.73	7.84	0.52	8.09	0.04	0.006	24.50	0.01	0.11	0.90	0.031	2.07	1.63	0.16	0.012
S21	0	14.77	31.73	7.52	0.44	8.10	0.04	0.006	42.97	0.03	0.15	1.59	0.035	0.64	1.75	0.16	0.012
S22	0	16.44	31.79	8.31	0.55	8.04	0.07	0.006	61.12	0.03	0.14	1.43	0.020	0.40	1.63	0.23	0.015
S23	0	16.61	31.87	7.34	0.38	8.03	0.04	0.007	29.88	0.01	0.15	1.37	0.023	0.49	1.54	0.17	0.012
S24	0	15.27	31.85	7.86	0.23	8.02	0.04	0.006	75.40	0.02	0.13	1.31	0.020	0.45	1.51	0.20	0.013
S25	0	15.17	31.84	7.75	0.50	8.08	0.04	0.007	28.80	0.02	0.21	1.71	0.014	0.17	1.58	0.16	0.010
S26	0	19.22	31.88	7.42	0.62	7.98	0.04	0.002	28.28	0.01	0.11	1.24	0.032	0.37	1.52	0.15	0.011
S27	0	17.36	31.99	6.35	0.38	8.04	0.05	0.002	34.40	0.01	0.10	1.12	0.025	0.49	1.55	0.16	0.011
S28	0	16.19	31.88	7.60	0.82	7.98	0.04	0.006	33.00	0.02	0.13	1.68	0.023	1.58	1.54	0.16	0.011
S29	0	12.28	31.84	6.81	0.30	7.99	0.05	0.006	28.40	0.02	0.13	1.50	0.020	0.29	1.56	0.16	0.011
S30	0	14.49	32.04	7.32	0.61	8.00	0.03	0.006	34.64	0.02	0.12	1.49	0.016	0.28	1.63	0.23	0.011
S31	0	13.88	32.07	7.97	0.70	8.04	0.03	0.005	54.20	0.01	0.12	1.27	0.026	0.26	1.72	0.17	0.012

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S32	0	13.69	31.98	8.83	0.26	8.04	0.05	0.006	61.64	0.02	0.17	1.78	0.013	0.30	1.75	0.15	0.009
S33	0	15.76	31.76	7.91	0.24	8.01	0.03	0.006	64.60	0.01	0.14	1.66	0.021	0.81	1.71	0.16	0.011
S34	0	15.93	31.83	7.96	0.48	8.08	0.03	0.006	52.12	0.01	0.12	1.43	0.020	0.78	1.69	0.17	0.013
S35	0	15.73	32.00	6.98	0.73	8.06	0.03	0.006	50.44	0.03	0.17	2.02	0.018	0.36	1.76	0.16	0.012
S36	0	15.98	31.54	8.74	0.80	8.04	0.06	0.006	47.12	0.01	0.17	1.82	0.020	0.35	1.71	0.27	0.015
S37	0	11.85	31.85	8.08	0.59	8.09	0.03	0.007	17.20	0.01	0.18	1.42	0.016	0.51	1.54	0.15	0.012
S38	0	13.08	31.87	8.62	0.70	8.13	0.03	0.007	29.64	0.02	0.22	1.76	0.021	1.61	1.59	0.16	0.013
S39	0	14.25	31.57	8.11	0.71	8.11	0.04	0.007	25.44	0.01	0.11	1.23	0.031	0.28	1.51	0.16	0.012
S40	0	14.68	31.76	7.78	0.07	8.09	0.04	0.006	66.16	0.03	0.23	2.31	0.024	0.84	1.72	0.15	0.009
S41	0	16.98	31.65	7.69	0.26	8.05	0.06	0.006	34.64	0.02	0.08	1.07	0.022	0.97	1.57	0.15	0.010
S42	0	14.79	31.80	8.03	0.17	8.08	0.04	0.004	41.60	0.03	0.21	1.96	0.024	0.87	1.71	0.15	0.009
S1	B	16.29	30.97	7.16	0.55	8.02	0.70	0.013	53.63	/	0.11	1.21	0.038	1.45	1.71	0.85	0.028
S2	B	16.09	31.69	6.99	0.46	8.03	0.42	0.011	42.04	/	1.10	0.06	0.025	0.89	1.58	0.85	0.03
S3	B	15.83	31.75	7.19	0.13	7.96	0.16	0.006	23.04	/	0.22	1.91	0.026	1.38	1.51	0.38	0.017
S4	B	15.96	31.74	7.21	0.69	7.96	0.32	0.009	27.80	/	0.11	1.31	0.037	0.43	1.74	0.5	0.019
S5	B	15.28	31.92	7.20	0.74	7.99	0.22	0.008	26.40	/	0.20	1.78	0.040	0.81	1.50	0.44	0.018

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S6	B	14.87	31.97	7.73	0.40	7.97	0.16	0.008	43.68	/	0.21	1.84	0.037	0.36	1.60	0.15	0.013
S7	B	16.17	31.78	6.99	0.76	7.96	0.03	0.006	37.94	/	0.18	1.80	0.028	0.32	1.69	0.14	0.011
S8	B	15.50	31.72	7.49	0.73	8.08	0.03	0.005	37.14	/	0.20	2.14	0.021	0.71	1.49	0.16	0.013
S9	B	15.37	31.74	8.26	0.65	8.05	0.04	0.006	44.58	/	0.22	2.24	0.017	1.10	1.49	0.15	0.012
S10	B	15.92	31.88	6.50	0.80	8.07	0.03	0.006	57.77	/	0.16	1.67	0.020	0.80	1.61	0.17	0.011
S11	B	16.06	31.82	7.44	0.90	8.07	0.03	0.006	59.77	/	0.20	1.93	0.017	2.30	1.63	0.17	0.021
S12	B	16.39	31.86	6.05	0.60	8.06	0.03	0.005	69.30	/	0.18	2.10	0.020	1.32	1.54	0.14	0.013
S13	B	16.53	31.86	7.54	0.32	8.09	0.04	0.005	46.33	/	0.11	1.11	0.023	1.68	1.65	0.15	0.011
S14	B	16.35	31.85	7.65	0.04	8.09	0.04	0.006	40.77	/	0.12	1.34	0.027	0.61	1.66	0.14	0.012
S15	B	16.45	31.86	6.96	0.31	8.11	0.04	0.006	13.40	/	0.20	1.58	0.040	1.36	1.72	0.14	0.010
S16	B	16.05	31.88	7.53	0.13	8.04	0.04	0.006	8.33	/	0.17	1.70	0.025	0.57	1.58	0.14	0.011
S17	B	15.14	31.74	8.32	0.39	8.04	0.04	0.006	17.90	/	0.17	1.79	0.025	0.40	1.72	0.15	0.010
S18	B	15.56	31.84	8.22	0.38	8.07	0.04	0.006	15.40	/	0.16	1.57	0.022	0.39	1.56	0.13	0.010
S19	B	15.15	31.79	7.81	0.19	8.08	0.04	0.004	9.40	/	0.12	1.27	0.036	0.27	1.51	0.14	0.010
S20	B	13.11	31.73	8.21	0.27	8.08	0.04	0.005	23.77	/	0.11	0.94	0.016	0.42	1.69	0.16	0.012
S21	B	12.81	31.71	8.04	0.34	8.09	0.04	0.016	16.67	/	0.15	1.73	0.018	0.38	1.58	0.14	0.027

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S22	B	16.22	31.78	7.63	0.73	8.04	0.04	0.006	44.16	/	0.14	1.45	0.016	0.27	1.50	0.17	0.013
S23	B	15.72	31.92	7.74	0.69	8.05	0.04	0.006	49.88	/	0.15	1.46	0.019	1.13	1.59	0.17	0.012
S24	B	14.78	31.89	8.28	0.07	8.03	0.04	0.006	42.64	/	0.15	1.30	0.015	1.26	1.59	0.17	0.013
S25	B	14.56	31.87	7.74	0.11	8.01	0.04	0.006	31.44	/	0.22	1.68	0.029	0.54	1.57	0.17	0.010
S26	B	16.97	31.84	7.41	0.09	7.99	0.05	0.007	35.04	/	0.12	1.32	0.018	0.79	1.63	0.16	0.012
S27	B	16.51	31.85	7.64	0.39	8.00	0.04	0.002	38.80	/	0.11	1.12	0.015	0.65	1.51	0.15	0.011
S28	B	15.59	31.85	7.40	0.58	7.99	0.04	0.005	35.08	/	0.13	1.66	0.018	0.40	1.61	0.14	0.011
S29	B	11.97	31.87	7.76	0.58	8.00	0.04	0.006	29.16	/	0.13	1.61	0.019	2.01	1.73	0.15	0.011
S30	B	14.38	31.99	8.05	0.78	8.10	0.03	0.005	37.48	/	0.13	1.54	0.022	0.61	1.57	0.17	0.012
S31	B	13.31	31.97	8.13	0.36	8.04	0.03	0.006	45.58	/	0.12	1.25	0.011	0.37	1.57	0.15	0.013
S32	B	13.01	32.02	9.19	0.47	8.00	0.02	0.006	53.08	/	0.17	1.86	0.016	0.60	1.63	0.17	0.010
S33	B	14.98	31.79	8.07	0.58	8.01	0.02	0.006	60.08	/	0.15	1.64	0.011	1.49	1.74	0.16	0.011
S34	B	15.69	31.88	6.62	0.65	8.06	0.03	0.006	58.40	/	0.13	1.49	0.031	0.37	1.51	0.13	0.010
S35	B	15.15	31.82	7.03	0.84	8.08	0.03	0.006	59.60	/	0.17	2.01	0.027	0.54	1.62	0.14	0.011
S36	B	15.31	31.74	7.92	1.56	8.07	0.03	0.006	47.88	/	0.17	1.91	0.023	1.13	1.64	0.15	0.011
S37	B	11.83	31.87	8.21	0.14	8.12	0.04	0.007	29.84	/	0.19	1.53	0.028	1.37	1.72	0.14	0.012

站 位	层 次	温 度	盐 度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S38	B	12.64	31.89	8.01	0.47	8.13	0.06	0.007	29.84	/	0.22	1.78	0.016	0.94	1.55	0.21	0.013
S39	B	14.11	31.68	8.42	0.29	8.12	0.04	0.007	42.64	/	0.11	1.25	0.022	0.37	1.69	0.18	0.012
S67	B	14.23	31.78	7.66	0.40	8.09	0.04	0.006	16.52	/	0.15	1.59	0.024	0.84	1.69	0.14	0.011
S68	B	16.52	31.78	8.02	0.62	8.08	0.04	0.006	56.64	/	0.24	2.61	0.025	0.76	1.63	0.14	0.011
S69	B	14.61	31.76	7.64	0.13	8.08	0.04	0.003	13.32	/	0.23	2.43	0.040	2.32	1.61	0.12	0.009
S8	M	15.67	31.73	7.54	0.73	8.04	0.03	0.005	35.78	/	/	/	/	/	/	0.17	0.012
S9	M	15.38	31.71	8.19	0.80	8.06	0.03	0.005	25.10	/	/	/	/	/	/	0.16	0.012
S12	M	16.38	31.87	7.46	0.95	8.03	0.03	0.006	26.43	/	/	/	/	/	/	0.17	0.010
S16	M	16.06	31.86	7.37	0.87	8.02	0.04	0.006	51.50	/	/	/	/	/	/	0.15	0.014
S18	M	15.56	31.80	8.35	0.26	8.08	0.04	0.006	16.87	/	/	/	/	/	/	0.23	0.016
S19	M	15.19	31.81	7.75	0.03	8.10	0.04	0.004	14.67	/	/	/	/	/	/	0.17	0.013
S20	M	13.39	31.77	8.11	0.44	8.09	0.04	0.006	12.73	/	/	/	/	/	/	0.17	0.012
S21	M	14.26	31.72	7.39	0.31	8.07	0.04	0.006	14.17	/	/	/	/	/	/	0.15	0.011
S23	M	15.79	31.88	7.64	0.33	8.03	0.04	0.006	41.80	/	/	/	/	/	/	0.16	0.012
S24	M	14.87	31.86	7.77	0.03	8.01	0.04	0.006	54.68	/	/	/	/	/	/	0.20	0.011
S25	M	14.97	31.85	7.37	0.27	8.01	0.04	0.006	27.64	/	/	/	/	/	/	0.15	0.011

站位	层次	温度	盐度	DO	COD	ph	DIN	PO43--P	spm	石油	Cr	As	Hg	Se	B	总氮	总磷
		℃		mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
S27	M	16.57	31.83	7.71	0.25	8.00	0.04	0.002	33.96	/	/	/	/	/	/	0.17	0.011
S28	M	15.79	31.85	7.30	0.76	7.99	0.04	0.005	32.52	/	/	/	/	/	/	0.16	0.012
S29	M	12.12	31.87	7.14	0.39	8.00	0.04	0.006	50.56	/	/	/	/	/	/	0.16	0.012
S34	M	15.85	31.84	7.16	0.64	8.07	0.03	0.006	47.36	/	/	/	/	/	/	0.23	0.015
S35	M	16.08	31.92	8.08	0.18	8.08	0.03	0.006	42.68	/	/	/	/	/	/	0.17	0.012
S36	M	15.46	31.75	7.57	0.69	8.09	0.03	0.006	52.16	/	/	/	/	/	/	0.20	0.013
S38	M	12.64	31.89	8.11	0.29	8.12	0.04	0.007	36.28	/	/	/	/	/	/	0.16	0.010
S39	M	14.15	31.69	8.42	0.27	8.11	0.03	0.006	39.52	/	/	/	/	/	/	0.15	0.011
S67	M	14.42	31.79	7.58	0.20	8.08	0.04	0.006	18.36	/	/	/	/	/	/	0.16	0.012

表 8.2-7 春季水质评价结果

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S1	0	0.640	0.829	0.195	0.200	3.350	0.933	0.350	0.130	0.260	0.380	0.002	0.061	0.700	1
S2	0	0.640	0.837	0.240	0.200	2.100	0.733	0.390	0.110	0.490	0.070	0.022	0.003	0.700	1
S3	0	0.650	0.795	0.360	0.200	0.850	0.333	0.350	0.110	0.390	0.400	0.004	0.097	0.800	1
S4	0	0.650	0.793	0.455	0.200	1.650	0.600	0.350	0.130	0.260	0.380	0.002	0.061	0.960	1

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S5	0	0.650	0.695	0.247	0.400	0.667	0.233	0.060	0.020	0.190	0.110	0.002	0.059	0.180	2
S6	0	0.660	0.653	0.143	0.200	0.533	0.267	0.070	0.040	0.190	0.180	0.002	0.059	0.110	2
S7	0	0.670	0.732	0.307	0.200	0.133	0.233	0.050	0.030	0.140	0.200	0.002	0.061	0.090	2
S8	0	0.690	0.666	0.323	0.200	0.100	0.167	0.090	0.030	0.170	0.250	0.002	0.067	0.215	2
S9	0	0.710	0.704	0.127	0.200	0.100	0.167	0.040	0.020	0.130	0.080	0.002	0.071	0.180	2
S10	0	0.650	0.659	0.120	0.600	0.100	0.200	0.030	0.020	0.100	0.070	0.001	0.054	0.105	2
S11	0	0.700	0.763	0.303	0.200	0.133	0.200	0.030	0.020	0.170	0.040	0.002	0.066	0.135	2
S12	0	0.710	0.656	0.297	0.200	0.100	0.200	0.010	0.020	0.150	0.060	0.002	0.068	0.185	2
S13	0	0.600	0.530	0.020	0.033	0.100	0.233	0.030	0.010	0.010	0.070	0.001	0.021	0.135	3
S14	0	0.720	0.637	0.070	0.200	0.133	0.200	0.040	0.020	0.110	0.090	0.001	0.045	0.170	2
S15	0	0.730	0.664	0.117	0.600	0.133	0.167	0.060	0.020	0.180	0.180	0.002	0.052	0.085	2
S16	0	0.710	0.643	0.020	1.000	0.133	0.200	0.030	0.040	0.170	0.070	0.002	0.057	0.115	2
S17	0	0.690	0.627	0.100	0.400	0.167	0.200	0.020	0.010	0.140	0.070	0.002	0.057	0.160	2
S18	0	0.710	0.645	0.120	0.400	0.133	0.100	0.080	0.020	0.120	0.170	0.002	0.051	0.115	2
S19	0	0.710	0.613	0.117	0.200	0.133	0.167	0.030	0.020	0.100	0.070	0.001	0.041	0.140	2
S20	0	0.610	0.383	0.104	0.020	0.080	0.133	0.010	0.020	0.020	0.020	0.000	0.018	0.062	4

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S21	0	0.730	0.665	0.147	0.600	0.133	0.200	0.020	0.020	0.140	0.050	0.002	0.053	0.175	2
S22	0	0.580	0.032	0.110	0.060	0.140	0.133	0.000	0.010	0.030	0.010	0.000	0.029	0.040	4
S23	0	0.570	0.409	0.076	0.020	0.080	0.156	0.010	0.010	0.020	0.010	0.000	0.027	0.046	4
S24	0	0.570	0.382	0.046	0.040	0.080	0.133	0.000	0.000	0.020	0.010	0.000	0.026	0.040	4
S25	0	0.720	0.645	0.167	0.400	0.133	0.233	0.080	0.020	0.220	0.230	0.002	0.057	0.070	2
S26	0	0.650	0.674	0.207	0.200	0.133	0.067	0.020	0.010	0.080	0.050	0.001	0.041	0.160	2
S27	0	0.690	0.787	0.127	0.200	0.167	0.067	0.050	0.020	0.130	0.190	0.001	0.037	0.125	2
S28	0	0.650	0.658	0.273	0.400	0.133	0.200	0.070	0.020	0.110	0.080	0.001	0.056	0.115	2
S29	0	0.660	0.734	0.100	0.400	0.167	0.200	0.040	0.020	0.160	0.310	0.001	0.050	0.100	2
S30	0	0.670	0.683	0.203	0.400	0.100	0.200	0.050	0.030	0.130	0.240	0.001	0.050	0.080	2
S31	0	0.690	0.627	0.233	0.200	0.100	0.167	0.080	0.030	0.090	0.170	0.001	0.042	0.130	2
S32	0	0.690	0.061	0.087	0.400	0.167	0.200	0.020	0.010	0.150	0.060	0.002	0.059	0.065	2
S33	0	0.670	0.632	0.080	0.200	0.100	0.200	0.030	0.020	0.100	0.130	0.001	0.055	0.105	2
S34	0	0.720	0.628	0.160	0.200	0.100	0.200	0.040	0.020	0.100	0.120	0.001	0.048	0.100	2
S35	0	0.710	0.716	0.243	0.600	0.100	0.200	0.060	0.020	0.130	0.100	0.002	0.067	0.090	2
S36	0	0.690	0.156	0.267	0.200	0.200	0.200	0.050	0.020	0.130	0.240	0.002	0.061	0.100	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S37	0	0.730	0.619	0.197	0.200	0.100	0.233	0.150	0.070	0.220	0.510	0.002	0.047	0.080	2
S38	0	0.750	0.580	0.233	0.400	0.100	0.233	0.030	0.020	0.190	0.340	0.002	0.059	0.105	2
S39	0	0.740	0.617	0.237	0.200	0.133	0.233	0.020	0.010	0.100	0.040	0.001	0.041	0.155	2
S67	0	0.730	0.643	0.023	0.600	0.133	0.200	0.030	0.020	0.200	0.350	0.002	0.077	0.120	2
S68	0	0.700	0.650	0.087	0.400	0.200	0.200	0.020	0.010	0.070	0.050	0.001	0.036	0.110	2
S69	0	0.720	0.623	0.057	0.600	0.133	0.133	0.140	0.020	0.240	0.450	0.002	0.065	0.120	2
S1	B	0.680	0.838	0.275	/	3.500	0.867	0.350	0.130	0.280	0.390	0.002	0.061	0.760	1
S2	B	0.690	0.858	0.230	/	2.100	0.733	0.390	0.110	0.520	0.070	0.022	0.003	0.500	1
S3	B	0.640	0.834	0.065	/	0.800	0.400	0.360	0.110	0.400	0.410	0.004	0.096	0.520	1
S4	B	0.640	0.832	0.345	/	1.600	0.600	0.360	0.140	0.280	0.380	0.002	0.066	0.740	1
S5	B	0.660	0.694	0.247	/	0.733	0.267	0.060	0.030	0.190	0.120	0.002	0.059	0.200	2
S6	B	0.650	0.647	0.133	/	0.533	0.267	0.070	0.040	0.200	0.180	0.002	0.061	0.185	2
S7	B	0.640	0.715	0.253	/	0.100	0.200	0.050	0.030	0.140	0.210	0.002	0.060	0.140	2
S8	B	0.720	0.668	0.243	/	0.100	0.167	0.090	0.030	0.180	0.270	0.002	0.071	0.105	2
S9	B	0.700	0.605	0.217	/	0.133	0.200	0.050	0.020	0.130	0.090	0.002	0.075	0.085	2
S10	B	0.710	0.769	0.267	/	0.100	0.200	0.030	0.020	0.100	0.060	0.002	0.056	0.100	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油 类	无机 氮	活性 磷酸 盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S11	B	0.710	0.672	0.300	/	0.100	0.200	0.040	0.020	0.180	0.040	0.002	0.064	0.085	2
S12	B	0.710	0.826	0.200	/	0.100	0.167	0.010	0.020	0.160	0.060	0.002	0.070	0.100	2
S13	B	0.610	0.531	0.080	/	0.100	0.167	0.030	0.010	0.020	0.070	0.001	0.022	0.115	3
S14	B	0.730	0.654	0.013	/	0.133	0.200	0.040	0.030	0.110	0.100	0.001	0.045	0.135	2
S15	B	0.740	0.718	0.103	/	0.133	0.200	0.070	0.020	0.190	0.190	0.002	0.053	0.200	2
S16	B	0.690	0.664	0.043	/	0.133	0.200	0.030	0.040	0.170	0.070	0.002	0.057	0.125	2
S17	B	0.690	0.601	0.130	/	0.133	0.200	0.020	0.010	0.150	0.080	0.002	0.060	0.125	2
S18	B	0.710	0.608	0.127	/	0.133	0.200	0.080	0.020	0.120	0.170	0.002	0.052	0.110	2
S19	B	0.720	0.640	0.063	/	0.133	0.133	0.030	0.020	0.100	0.070	0.001	0.042	0.180	2
S20	B	0.600	0.365	0.054	/	0.080	0.111	0.010	0.020	0.020	0.020	0.000	0.019	0.032	4
S21	B	0.730	0.622	0.113	/	0.133	0.533	0.020	0.020	0.140	0.050	0.002	0.058	0.090	2
S22	B	0.580	0.393	0.146	/	0.080	0.133	0.000	0.010	0.030	0.010	0.000	0.029	0.032	4
S23	B	0.580	0.388	0.138	/	0.080	0.133	0.010	0.010	0.030	0.010	0.000	0.029	0.038	4
S24	B	0.570	0.362	0.014	/	0.080	0.133	0.000	0.000	0.020	0.010	0.000	0.026	0.030	4
S25	B	0.670	0.646	0.037	/	0.133	0.200	0.080	0.020	0.230	0.240	0.002	0.056	0.145	2
S26	B	0.660	0.675	0.030	/	0.167	0.233	0.020	0.010	0.080	0.050	0.001	0.044	0.090	2

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S27	B	0.670	0.654	0.130	/	0.133	0.067	0.050	0.020	0.140	0.190	0.001	0.037	0.075	2
S28	B	0.660	0.676	0.193	/	0.133	0.167	0.070	0.020	0.120	0.080	0.001	0.055	0.090	2
S29	B	0.670	0.644	0.193	/	0.133	0.200	0.040	0.020	0.160	0.330	0.001	0.054	0.095	2
S30	B	0.730	0.621	0.260	/	0.100	0.167	0.060	0.030	0.140	0.250	0.001	0.051	0.110	2
S31	B	0.690	0.615	0.120	/	0.100	0.200	0.090	0.030	0.100	0.180	0.001	0.042	0.055	2
S32	B	0.670	0.123	0.157	/	0.067	0.200	0.020	0.010	0.160	0.060	0.002	0.062	0.080	2
S33	B	0.670	0.620	0.193	/	0.067	0.200	0.030	0.020	0.100	0.130	0.002	0.055	0.055	2
S34	B	0.710	0.755	0.217	/	0.100	0.200	0.040	0.020	0.110	0.120	0.001	0.050	0.155	2
S35	B	0.720	0.711	0.280	/	0.100	0.200	0.060	0.020	0.140	0.110	0.002	0.067	0.135	2
S36	B	0.710	0.631	0.520	/	0.100	0.200	0.050	0.020	0.140	0.230	0.002	0.064	0.115	2
S37	B	0.750	0.609	0.047	/	0.133	0.233	0.150	0.070	0.220	0.530	0.002	0.051	0.140	2
S38	B	0.750	0.624	0.157	/	0.200	0.233	0.030	0.020	0.190	0.350	0.002	0.059	0.080	2
S39	B	0.750	0.594	0.097	/	0.133	0.233	0.020	0.010	0.100	0.050	0.001	0.042	0.110	2
S67	B	0.730	0.653	0.133	/	0.133	0.200	0.060	0.020	0.120	0.330	0.002	0.053	0.120	2
S68	B	0.720	0.623	0.207	/	0.133	0.200	0.060	0.020	0.170	0.320	0.002	0.087	0.125	2
S69	B	0.720	0.654	0.043	/	0.133	0.100	0.030	0.020	0.200	0.360	0.002	0.081	0.200	2

站 位	层 次	pH	DO	COD	石油 类	无机 氮	活性 磷酸 盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S8	M	0.690	0.663	0.243	/	0.100	0.167	/	/	/	/	/	/	/	2
S9	M	0.710	0.611	0.267	/	0.100	0.167	/	/	/	/	/	/	/	2
S12	M	0.690	0.670	0.317	/	0.100	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S16	M	0.680	0.678	0.290	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S18	M	0.720	0.018	0.087	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S19	M	0.730	0.645	0.010	/	0.133	0.133	/	/	/	/	/	/	/	2
S20	M	0.610	0.370	0.088	/	0.080	0.133	/	/	/	/	/	/	/	4
S21	M	0.710	0.677	0.103	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S23	M	0.570	0.393	0.066	/	0.080	0.133	/	/	/	/	/	/	/	4
S24	M	0.560	0.386	0.006	/	0.080	0.133	/	/	/	/	/	/	/	4
S25	M	0.670	0.678	0.090	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S27	M	0.670	0.649	0.083	/	0.133	0.067	/	/	/	/	/	/	/	2
S28	M	0.660	0.685	0.253	/	0.133	0.167	/	/	/	/	/	/	/	2
S29	M	0.670	0.700	0.130	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S34	M	0.710	0.698	0.213	/	0.100	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S35	M	0.720	0.619	0.060	/	0.100	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2

站位	层次	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
S36	M	0.730	0.661	0.230	/	0.100	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S38	M	0.750	0.617	0.097	/	0.133	0.233	/	/	/	/	/	/	/	2
S39	M	0.740	0.594	0.090	/	0.100	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
S67	M	0.720	0.660	0.067	/	0.133	0.200	/	/	/	/	/	/	/	2
最小值		0.560	0.018	0.006	0.020	0.067	0.067	0.000	0.000	0.010	0.010	0.000	0.003	0.030	
最大值		0.750	0.858	0.520	1.000	3.500	0.933	0.390	0.140	0.520	0.530	0.022	0.097	0.960	
平均值		0.683	0.616	0.161	0.304	0.282	0.223	0.075	0.031	0.152	0.164	0.002	0.052	0.170	
最大超标倍数		/	/	/	/	2.500	/	/	/	/	/	/	/	/	
超标个数		0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
超标率		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.77%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

8.2.3 海洋沉积物现状调查与评价

2022 年 11 月，自然资源部第一海洋研究所在工程附近海域进行了沉积物调查，布设沉积物调查站位 27 个，调查站位图见图 8.2-1 及表 8.2-1。

8.2.3.1 调查分析项目

调查分析项目：有机碳、硫化物、石油类、锌、铅、铜、砷、镉、铬、汞等。

8.2.3.2 调查分析方法

各调查项目的样品采集、贮存、运输、预处理及分析测定过程均按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的要求进行。各项目所采用的分析方法见表 8.2-8。

表 8.2-8 沉积物监测各项目分析及检出限

分析项目	预处理方法	分析方法	检出限	规范性引用文件
硫化物	冷盐酸扩散-乙酸锌吸收	亚甲基蓝分光光度法	0.3×10^{-6}	GB 17378.5-2007
有机碳	盐酸酸化	元素分析仪	0.02%	HY/T 147.2-2013
油类	正己烷萃取	紫外分光光度法	3×10^{-6}	GB 17378.5-2007
铜	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.008 ng/g	HY/T 147.2-2013
铅	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.070 ng/g	HY/T 147.2-2013
镉	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.160 ng/g	HY/T 147.2-2013
锌	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.013 ng/g	HY/T 147.2-2013
铬	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.070 ng/g	HY/T 147.2-2013
砷	硝酸-高氯酸消化	电感耦合等离子体质谱法	0.180 ng/g	HY/T 147.2-2013
汞	硝酸-盐酸恒温水浴消化	原子荧光法	2×10^{-9}	GB 17378.5-2007

8.2.3.3 评价标准与方法

调查站位沉积物评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），生态保护区、渔业用海区、游憩用海区执行一类标准，工矿通信用海区执行二类标准、交通运输用海区执行三类标准。具体评价标准值见表 8.2-9。

表 8.2-9 沉积物质量评价标准值（有机碳单位为 10^{-2} ，其它为 10^{-6} ）

项目	一类标准	二类标准	三类标准
汞 ($\times 10^{-6}$)	0.2	0.5	1
镉 ($\times 10^{-6}$)	0.5	1.5	5

项目	一类标准	二类标准	三类标准
铅（×10 ⁻⁶ ）	60	130	250
锌（×10 ⁻⁶ ）	150	350	600
铬（×10 ⁻⁶ ）	80	150	270
铜（×10 ⁻⁶ ）	35	100	200
砷（×10 ⁻⁶ ）	20	65	93
有机碳（×10 ⁻² ）	2	3	4
硫化物（×10 ⁻⁶ ）	300	500	600
石油类（×10 ⁻⁶ ）	500	1000	1500

沉积物质量评价采用单因子指数法进行，公式如下：

$I_i=C_i/S_i$

式中：

I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子的评价标准值。

8.2.3.4 海洋沉积物质量状况与评价

（1）沉积物监测结果

秋季(2022 年 11 月)调查海域表层沉积物主要理化参数统计结果见表 8.2- 10。

（2）沉积物评价结果

秋季（2022 年 11 月）调查海域沉积物质量评价结果见表 8.2- 11。A1、A2、S1 和 S33 站位铬含量超标，A2、S1 站位铜含量超标，其他站位各评价因子均符合所在功能区的沉积物质量标准要求，沉积物质量整体良好。其超标原因可能与个别重金属在个别区域富集有关。。

表 8.2- 10 各站位海洋沉积物监测结果

站位	有机碳	石油类	硫化物	Cr	Cd	Cu	Pb	Zn	As	Hg
	%	mg/kg								
A1	0.83	160.80	61.23	84.93	0.10	29.57	32.56	80.69	9.76	0.05
A2	0.75	161.99	60.36	96.74	0.13	41.33	33.87	97.37	10.14	0.07
A3	0.22	130.83	22.29	55.82	0.06	17.16	19.90	52.87	6.21	0.02

站 位	有机 碳	石油 类	硫化 物	Cr	Cd	Cu	Pb	Zn	As	Hg
	%	mg/kg								
S1	0.81	137.55	82.65	103.33	0.16	46.88	34.26	114.78	11.76	0.06
S3	0.22	124.97	2.26	70.67	0.09	21.99	25.65	64.77	12.89	0.06
S4	0.64	111.40	66.19	68.13	0.08	18.72	25.93	64.67	12.74	0.03
S5	0.43	62.11	21.42	56.44	0.08	20.54	21.11	52.69	12.71	0.05
S7	0.43	56.64	31.06	60.29	0.08	18.96	25.51	59.51	10.69	0.06
S9	0.30	68.04	6.83	66.34	0.11	23.81	30.21	73.81	11.39	0.10
S11	0.38	100.28	69.54	39.90	0.07	11.93	20.23	40.51	8.25	0.10
S13	0.74	160.99	62.36	97.74	0.14	40.33	33.90	107.37	10.91	0.06
S14	0.17	67.39	3.52	56.08	0.07	10.94	21.16	45.63	11.14	0.05
S15	0.20	87.14	31.17	67.85	0.08	20.13	26.14	67.26	12.41	0.09
S16	0.63	80.62	15.90	72.99	0.11	26.32	30.95	79.71	13.81	0.03
S17	0.66	95.45	63.36	64.19	0.08	19.31	25.73	62.28	12.96	0.03
S18	0.23	84.04	2.05	59.13	0.09	18.68	26.61	59.92	10.17	0.09
S22	0.15	166.91	14.54	60.28	0.07	14.95	21.82	49.78	11.60	0.04
S26	0.09	109.96	3.07	49.95	0.05	9.30	19.80	40.76	10.98	0.03
S28	0.60	62.09	63.74	76.37	0.11	26.70	32.50	79.54	13.11	0.02
S30	0.75	96.23	31.05	56.61	0.07	14.04	21.81	49.64	10.99	0.06
S31	0.35	62.34	18.95	63.32	0.10	21.39	27.86	66.66	11.04	0.08
S32	0.12	132.83	2.29	45.82	0.04	7.16	18.01	32.87	4.21	0.01
S33	0.68	163.80	59.23	85.93	0.10	28.57	31.56	89.69	9.75	0.04
S34	0.64	82.49	59.02	63.27	0.08	18.77	23.82	58.52	10.99	0.08
S37	0.72	93.43	61.19	77.03	0.08	25.18	31.72	75.03	13.69	0.11
S39	0.29	54.37	19.88	79.58	0.11	29.67	34.83	86.62	14.23	0.03
S68	0.46	95.64	33.38	74.61	0.13	32.84	27.02	72.63	9.45	0.05
最小值	0.09	54.37	2.05	39.90	0.04	7.16	18.01	32.87	4.21	0.01
最大值	0.83	166.91	82.65	103.33	0.16	46.88	34.83	114.78	14.23	0.11
平均值	0.47	105.07	37.51	69.52	0.09	23.43	27.11	68.91	11.10	0.06

表 8.2-11 各站位海洋沉积物质量评价结果

站位编号	有机碳	石油类	硫化物	Cr	Cd	Cu	Pb	Zn	As	Hg	评价标准
A1	0.42	0.32	0.20	0.54	0.20	0.84	0.54	1.06	0.49	0.25	1
A2	0.38	0.32	0.20	0.56	0.26	1.18	0.65	1.21	0.51	0.35	1
A3	0.11	0.26	0.07	0.33	0.12	0.49	0.35	0.70	0.31	0.10	1
S1	0.41	0.28	0.28	1.29	0.31	1.34	0.57	0.77	0.59	0.32	1
S3	0.11	0.25	0.01	0.88	0.18	0.63	0.43	0.43	0.64	0.3	1
S4	0.32	0.22	0.22	0.85	0.16	0.53	0.43	0.43	0.64	0.15	1
S5	0.21	0.06	0.07	0.71	0.16	0.59	0.35	0.35	0.64	0.25	1
S7	0.21	0.11	0.1	0.75	0.16	0.54	0.43	0.4	0.53	0.3	1
S9	0.15	0.14	0.02	0.83	0.22	0.68	0.5	0.49	0.57	0.5	1
S11	0.19	0.2	0.23	0.5	0.14	0.34	0.34	0.27	0.41	0.5	1
S13	0.25	0.16	0.13	0.65	0.09	0.4	0.26	0.31	0.17	0.12	2
S14	0.09	0.13	0.01	0.7	0.14	0.31	0.35	0.3	0.56	0.25	1
S15	0.1	0.17	0.1	0.85	0.16	0.58	0.44	0.45	0.62	0.45	1
S16	0.31	0.16	0.05	0.91	0.22	0.75	0.52	0.53	0.69	0.15	1
S17	0.33	0.19	0.21	0.8	0.16	0.55	0.43	0.42	0.65	0.15	1
S18	0.12	0.17	0.01	0.74	0.18	0.53	0.44	0.4	0.51	0.45	1
S22	0.04	0.11	0.03	0.22	0.01	0.08	0.09	0.08	0.12	0.04	3
S26	0.03	0.11	0.01	0.33	0.03	0.09	0.15	0.12	0.17	0.06	2
S28	0.3	0.12	0.21	0.95	0.22	0.76	0.54	0.53	0.66	0.1	1
S30	0.38	0.19	0.1	0.71	0.13	0.4	0.36	0.33	0.55	0.28	1
S31	0.18	0.12	0.06	0.79	0.19	0.61	0.46	0.44	0.55	0.4	1
S32	0.06	0.27	0.01	0.57	0.07	0.2	0.3	0.22	0.21	0.03	1
S33	0.34	0.33	0.2	1.07	0.19	0.82	0.53	0.6	0.49	0.22	1
S34	0.32	0.16	0.2	0.79	0.16	0.54	0.4	0.39	0.55	0.4	1
S37	0.36	0.19	0.2	0.96	0.16	0.72	0.53	0.5	0.68	0.55	1
S39	0.15	0.11	0.07	0.99	0.22	0.85	0.58	0.58	0.71	0.15	1
S68	0.23	0.19	0.11	0.93	0.25	0.94	0.45	0.48	0.47	0.27	1

站位编号	有机碳	石油类	硫化物	Cr	Cd	Cu	Pb	Zn	As	Hg	评价标准
A1	0.42	0.32	0.20	0.54	0.20	0.84	0.54	1.06	0.49	0.25	1
A2	0.38	0.32	0.20	0.56	0.26	1.18	0.65	1.21	0.51	0.35	1
A3	0.11	0.26	0.07	0.33	0.12	0.49	0.35	0.70	0.31	0.10	1
最小值	0.03	0.06	0.01	0.22	0.01	0.08	0.09	0.08	0.12	0.03	
最大值	0.41	0.33	0.28	1.29	0.31	1.34	0.58	0.77	0.71	0.55	
平均值	0.22	0.17	0.11	0.78	0.16	0.57	0.41	0.41	0.52	0.27	
最大超标倍数	/	/	/	/	/	0.34	/	0.29	/	/	
超标个数	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	
超标率	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.41%	0.00%	14.81%	0.00%	0.00%	

8.2.4 海洋生态环境现状调查与评价

自然资源部第一海洋研究所于 2022 年 4~5 月、2022 年 11 月完成了春秋季节调查，布设生物调查站位 29 个和潮间带调查断面 6 个。调查站位见表 8.2-1。

8.2.4.1 调查时间及调查项目

海洋生态环境现状调查项目包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物。

8.2.4.2 调查方法及评价方法

(1) 调查方法

现场采集所有生物样品带回实验室分析，采集与分析方法如下：

1) 叶绿素 a

采集各测站表层（0.5m）水样 1000ml，经孔径为 0.45 μ m 滤膜过滤后，干燥冷藏保存，带回实验室采用分光光度法分析，即以丙酮溶液提取浮游植物色素，依次在 664nm、647nm、630nm 下测定吸光度，按 Jeffrey-Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量。

2) 浮游生物

浮游植物：依照《海洋监测规范》，使用浅海Ⅲ型(小网)标准浮游生物网自水至表面拖网采集浮游植物。采集到的浮游植物样品用 5%福尔马林固定保存浮

游植物样品经过静置、沉淀、浓缩后换入贮存瓶并编号，处理后的样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。个体数量以 $N \times 10^4$ 个细胞/ m^3 表示。

浮游动物：调查样品用浅水 III 型自底至表垂直拖网取得，样品用 5% 福尔马林海水溶液固定保存，室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行。浮游动物出现的个体数换算成个/ m^3 ，生物量换算成 mg/m^3 ，作为调查水域的现存指标值。

3) 大型底栖生物

底栖生物样品用 $0.05m^2$ 曙光型采泥器，每站采泥 5 次，所获泥样经孔径为 $0.5mm$ 的套筛冲洗后，挑选全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75% 酒精溶液中固定保存。生物量系根据酒精标本重量计算，称重在感量为 $0.0001g$ 的扭力天平上进行。根据各站生物密度，计算了底栖生物样品的多样性指数、均匀度、丰度、优势度等，其他方法按《海洋监测规范》的要求操作进行。

4) 潮间带生物

根据《海洋调查规范-海洋生物调查》，潮间带生物调查要素包括不同生境的种类组成、数量（栖息密度、生物量或现存量）及其水平分布和垂直分布。本次项目进行了潮间带生物的采样调查，设置 6 个调查断面，每个断面分高、中和低潮采样，在退潮时进行。每条断面在高、中、低潮区共设 3 个站，各站用 $25\text{ cm} \times 25\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 定量框随机取样 1 次（岩礁底质取样为 $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ 定量框）。同时在观测站周围进行定性取样与观察。

(2) 评价方法

根据各站位的生物密度，分别计算底栖生物的多样性指数、均匀度指数和丰富度指数，计算公式如下：

1) 香农-威纳（Shannon-Wiener）多样性指数

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

式中：

H' ——生物多样性指数

S ——样品中的种类数量

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值

2) 均匀度指数

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

式中:

J ——均匀度指数

H' ——多样性指数

$H_{\max}$ —— $\log_2 S$, 表示多样性指数的最大值

S ——样品中的种类数量

(3) 优势度指数

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

式中:

D ——优势度指数

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 ——样品的总个体数

(4) 丰度指数

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

式中:

d ——丰度指数

S ——样品中的种类数量

N ——样品中的生物个体总数

8.2.4.3 海洋生态环境质量状况与评价

(1) 叶绿素 a

春季 Chl-a 的浓度范围在 0.07~3.35 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.20 $\mu\text{g/L}$, 其中表层 Chl-a 的浓度范围在 0.07~3.13 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.08 $\mu\text{g/L}$; 中层 Chl-a 的浓度范围在 0.19~2.77 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.05 $\mu\text{g/L}$; 底层 Chl-a 的浓度范围在

0.11~3.35 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.97 $\mu\text{g/L}$ 。

秋季 Chl-a 的浓度范围在 0.30~4.33 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.60 $\mu\text{g/L}$ ，其中表层 Chl-a 的浓度范围在 0.30~3.19 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.58 $\mu\text{g/L}$ ；中层 Chl-a 的浓度范围在 0.49~2.38 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.52 $\mu\text{g/L}$ ；底层 Chl-a 的浓度范围在 0.48~4.33 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.66 $\mu\text{g/L}$ 。

(2) 浮游植物

1) 种类组成

春季调查：共鉴定出浮游植物 65 种/类，其中，硅藻类 51 种，甲藻类 13 种，其他藻类 1 种。水采样品中，各站位浮游植物检出的种类数为 17~23 种，平均为 19.17 种，物种数最多的站位为 S01、S03、S52 号站，最少的站位为 S05、S13、S20、S26、S33、S60、S62、S66 号站。网采样品中，各站位检出的种类数为 11~25 种，平均为 16.93 种，物种数最多的站位为 S47 号站，最少的站位为 S03、S04、S10 号站。

秋季调查：共鉴定出浮游植物 81 种/类，其中，硅藻类 61 种，甲藻类 17 种，其他藻类 3 种/类。水采样品中，各站位浮游植物检出的种类数为 11~26 种，平均为 21 种，物种数最多的站位为 S36 号站，最少的站位为 S02 号站。网采样品中，各站位检出的种类数为 16~31 种，平均为 22.90 种，物种数最多的站位为 S01 号站，最少的站位为 S31 号站。

2) 浮游植物的细胞丰度

春季浮游植物的数量及其在各站位的分布见表 8.2-12 和图 8.2-2。其中，水采浮游植物总细胞数量的变化范围为 $(63.00 \sim 94.25) \times 10^2$ 个/ dm^3 ，平均细胞数量为 74.80×10^2 个/ dm^3 ，最大值出现在 30 号站，最小值出现在 05 号站。网采浮游植物总细胞数量的变化范围为 $(1.00 \sim 58.69) \times 10^4$ 个/ m^3 ，网采的平均细胞数量为 9.38×10^4 个/ m^3 ，最大值出现在 47 号站，最小值出现在 05 号站。

表 8.2-12 春季浮游植物的数量分布

站 位	水采 (10^2 个/ dm^3)	网采 (III型网, 10^4 个/ m^3)
S01	88.75	5.50
S02	80.75	29.81
S03	86.75	11.23

站 位	水采 (10 ² 个/dm ³)	网采 (III型网, 10 ⁴ 个/m ³)
S04	65.75	1.59
S05	63.00	1.00
S06	71.50	3.28
S07	75.75	1.65
S09	76.50	4.65
S10	78.75	5.40
S11	69.75	4.32
S13	63.50	4.23
S14	69.50	2.92
S15	68.75	3.34
S16	80.75	1.89
S17	67.00	2.42
S18	70.50	2.01
S20	79.00	1.14
S22	76.00	17.51
S26	72.75	8.98
S28	81.25	2.23
S30	94.25	3.21
S31	74.00	7.06
S32	84.00	9.33
S33	72.75	6.30
S34	89.50	2.86
S36	89.00	1.63
S37	66.75	20.23
S39	74.75	27.82
S42	71.75	28.42
S45	70.50	4.10
S46	71.50	6.38
S47	75.00	58.69
S51	75.00	15.46
S52	88.00	21.33
S53	70.25	26.07

站 位	水采 (10 ² 个/dm ³)	网采 (III型网, 10 ⁴ 个/m ³)
S56	70.25	9.94
S58	73.50	8.00
S60	69.25	3.35
S62	65.25	3.85
S63	70.75	6.95
S66	68.25	6.45
S68	71.00	1.36
范 围	63.00 ~94.25	1.00~58.69
平均	74.80	9.38

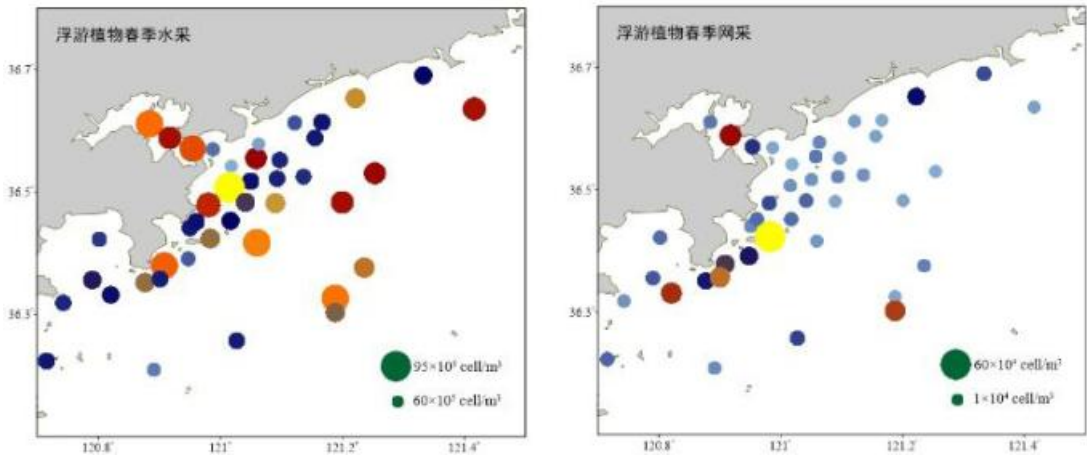


图 8.2- 2 春季浮游植物的数量分布

秋季调查浮游植物的出现数量及其在各站位的分布见表 8.2- 13 和图 8.2- 3。其中，水采浮游植物总细胞数量的变化范围为（229.50 ~620.25）×10⁵cell/m³，平均细胞数量为 472.92×10⁵cell/m³，最大值出现在 S68 号站，最小值出现在 S02 号站。网采（III型网）浮游植物总细胞数量的变化范围为（269.34 ~2102.50）×10⁴ cell /m³，网采的平均细胞数量为 1270.11×10⁴cell/m³，最大值出现在 S10 号站，最小值出现在 S03 号站。由表可见，秋季浮游植物的出现数量较夏季又有所增高。

表 8.2- 13 秋季浮游植物的数量分布

站位	水采 (10 ⁵ cell/m ³)	网采 (10 ⁴ cell/m ³)
S01	290.25	488.60
S02	229.50	791.90
S03	297.82	269.34

站位	水采 (10^5 cell/m^3)	网采 (10^4 cell/m^3)
S04	413.25	555.84
S05	334.50	848.13
S06	472.50	1226.25
S07	441.75	1343.67
S09	540.00	748.64
S10	395.25	2102.50
S11	559.50	1987.50
S13	435.00	2067.71
S14	493.50	1918.75
S15	474.00	1522.50
S16	511.50	810.71
S17	504.00	1799.48
S18	491.25	2037.11
S20	504.00	774.04
S22	492.00	1007.81
S26	512.25	1301.34
S28	464.25	533.48
S30	577.50	1721.35
S31	576.75	1361.98
S32	431.25	1404.02
S33	518.25	1699.22
S34	615.00	1450.28
S36	550.50	914.77
S37	478.50	2031.25
S39	490.50	648.44
S68	620.25	1466.52
范 围	229.50 ~620.25	269.34 ~2102.50

站位	水采 (10 ⁵ cell/m ³)	网采 (10 ⁴ cell/m ³)
平均	472.92	1270.11

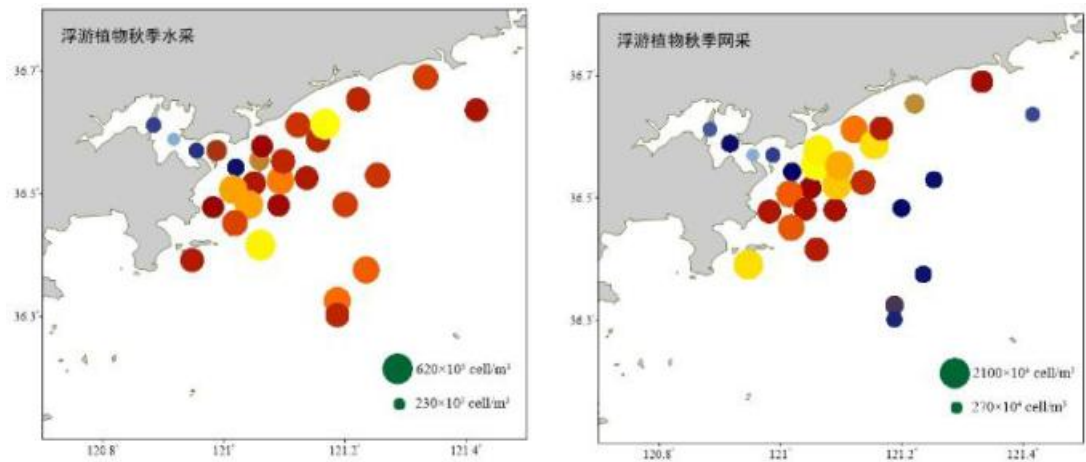


图 8.2- 3 秋季浮游植物的数量分布

3) 浮游植物的优势种

春季浮游植物调查中的优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ 计），要有中肋骨条藻，圆海链藻，短角弯角藻，派格棍形藻，圆筛藻，布氏双尾藻等，主要优势种及其数量分布见表 8.2- 14。

春季水采样品中浮游植物的优势种类有 9 种，以中肋骨条藻最占优势，优势度为 0.193，在细胞总数量中的占比为 19.33%。其次是裸甲藻，圆筛藻属，短角弯角藻，刚毛根管藻以及圆海链藻等，其优势度在 0.024~0.060 之间，在细胞总数量中的占比在 3.01% ~5.98%之间。

春季网采样品中浮游植物的优势种类有 7 种，同样以中肋骨条藻最占优势，优势度为 0.280，在细胞总数量中的占比为 31.75%。其次，是派格棍形藻，其优势度为 0.124，在细胞总数量中的占比为 22.56%。再次，是布氏双尾藻，圆筛藻属，锥形原多甲藻，虹彩圆筛藻，星脐圆筛藻，优势度在 0.021~0.029 之间，细胞占比在 2.55% ~3.09%之间。

总体上，春季浮游植物虽细胞丰度很低，但优势种类出现较多，且缺乏占绝对优势的种。优势度方面，以中肋骨条藻最占优势，特别在网采样品中，其优势度达 0.280，其次是派格棍形藻，但优势度较中肋骨条藻显著为低，再次是短角弯角藻，圆筛藻和布氏双尾藻，优势度又较派格棍形藻显著为低，且短角弯角藻和裸甲藻仅在水采浮游植物样品中达到优势水平。

表 8.2- 14 春季浮游植物的优势种类及数量

采样方式	优势种	平均细胞密度	优势度(Y)	总数量占比 (%)
水 采 (102 个/dm ³)	圆筛藻	3.96	0.052	5.30
	短角弯角藻	3.79	0.051	5.07
	曲舟藻	4.01	0.041	5.36
	刚毛根管藻	2.25	0.024	3.01
	中肋骨条藻	14.46	0.193	19.33
	圆海链藻	4.48	0.060	5.98
	血红阿卡藻	2.71	0.029	3.63
	裸甲藻	3.90	0.052	5.21
	原多甲藻	2.86	0.030	3.83
网采 (III型网) (104 个/m ³)	派格棍形藻	2.12	0.127	22.56
	星脐圆筛藻	0.22	0.022	2.37
	虹彩圆筛藻	0.23	0.024	2.48
	其它圆筛藻	0.32	0.034	3.45
	布氏双尾藻	0.28	0.024	3.00
	具槽帕拉藻	0.54	0.020	5.78
	中肋骨条藻	2.98	0.288	31.75
	原多甲藻	0.29	0.026	3.06

秋季浮游植物调查中的优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ 计），主要有派格棍形藻，角毛藻属，短角弯角藻，劳氏角毛藻，窄隙角毛藻，斯氏几内亚藻等，主要优势种及其数量分布见表 8.2- 15。

秋季水采样品中浮游植物的优势种类有 4 种，以短角弯角藻最占优势，优势度为 0.343，在细胞总数量中的占比为 34.27%。其次是角毛藻属，其优势度为 0.225，细胞总数量中的占比为 22.54%。其次为派格棍形藻和斯氏几内亚藻，其优势度在 0.034~0.203 之间，在细胞总数量中的占比为 3.52%~20.30%。

秋季网采样品中浮游植物的优势种类有 6 种，派格棍形藻最占优势，优势度为 0.292，在细胞总数量中的占比为 29.23%。其次，是短角弯角藻和窄隙角毛藻，

其优势度在 0.197~0.222 之间，在细胞总数量中的占比为 19.69%~22.21%。再次，是冰河拟星杆藻，劳氏角毛藻和角毛藻属，优势度在 0.024~0.064 之间，细胞占比在 2.72%~7.27%之间。

总体上，秋季浮游植物样品中水采和网采浮游植物最占优势的种类有所差异，其中水采样品中最占优势的种类为短角弯角藻，其优势度达到 0.343，其次为角毛藻属，再次为派格棍形藻和斯氏几内亚藻。网采样品中，派格棍形藻最占优势，优势度达到 0.292，其次为短角弯角藻，再次为窄隙角毛藻，最后为冰河拟星杆藻其优势度显著低于前述优势种优势度，且冰河拟星杆藻仅在网采样品中达到优势水平。

表 8.2- 15 秋季浮游植物的优势种类及数量

采样方式	优势种	平均细胞密度	优势度(Y)	总数量占比 (%)
水采 (105cell/m ³)	派格棍形藻	96.03	0.203	20.30
	角毛藻	106.60	0.225	22.54
	短角弯角藻	162.05	0.343	34.27
	斯氏几内亚藻	16.66	0.034	3.52
网采 (104cell/m ³)	冰河拟星杆藻	34.59	0.024	2.72
	派格棍形藻	371.27	0.292	29.23
	窄隙角毛藻	250.09	0.197	19.69
	劳氏角毛藻	92.31	0.053	7.27
	角毛藻	87.81	0.064	6.91
	短角弯角藻	282.13	0.222	22.21

4、浮游植物的群落指数

春季水采浮游植物的物种多样性 (H')、均匀度 (J)、优势度 (D) 及物种丰富度 (d) 指数的计算结果见表 8.2- 16。其中，物种多样性指数 (H') 的变化范围为 2.567~3.732，均值为 3.118；均匀度 (J') 的变化范围为 0.583~0.879，均值为 0.733；优势度 (D) 的变化范围为 0.160~0.367，均值为 0.255；物种丰富度 (d) 的变化范围为 2.538~3.417，均值为 2.919。

表 8.2- 16 春季水采浮游植物的 (H')、(J)、(D) 和 (d) 指数

站 位	H'	J	D	d
S01	3.418	0.756	0.262	3.399
S02	3.638	0.816	0.232	3.315
S03	3.373	0.746	0.207	3.417
S04	3.129	0.724	0.274	3.146
S05	3.452	0.845	0.214	2.677
S06	3.072	0.737	0.273	2.760
S07	2.837	0.668	0.287	2.883
S09	2.739	0.657	0.275	2.717
S10	3.358	0.777	0.276	3.016
S11	3.242	0.750	0.301	3.102
S13	3.214	0.786	0.224	2.672
S14	3.498	0.796	0.201	3.269
S15	3.087	0.740	0.204	2.785
S16	3.293	0.762	0.303	2.999
S17	3.024	0.725	0.313	2.802
S18	3.732	0.879	0.213	2.932
S20	3.295	0.806	0.272	2.538
S22	3.353	0.804	0.260	2.721
S26	3.087	0.755	0.278	2.587
S28	3.232	0.761	0.194	2.837
S30	2.599	0.583	0.167	3.202
S31	3.257	0.767	0.203	2.899
S32	2.759	0.662	0.250	2.659
S33	2.905	0.711	0.268	2.587
S34	2.645	0.602	0.201	3.085
S36	2.893	0.649	0.160	3.243
S37	3.057	0.720	0.292	2.970
S39	3.118	0.734	0.221	2.892

站 位	H'	J	D	d
S42	2.829	0.678	0.272	2.758
S45	2.884	0.692	0.277	2.769
S46	3.577	0.828	0.343	3.084
S47	3.427	0.822	0.320	2.729
S51	3.419	0.805	0.280	2.890
S52	2.914	0.644	0.205	3.406
S53	3.083	0.726	0.299	2.934
S56	3.192	0.751	0.203	2.934
S58	2.741	0.657	0.367	2.742
S60	2.885	0.706	0.325	2.617
S62	2.567	0.628	0.230	2.654
S63	3.045	0.693	0.230	3.255
S66	3.113	0.762	0.242	2.626
S68	2.951	0.683	0.285	3.090
范围	2.567~3.732	0.583~0.879	0.160~0.367	2.538~3.417
均值	3.118	0.733	0.255	2.919

春季网采浮游植物的物种多样性（H'）、均匀度（J）、优势度（D）及物种丰富度（d）指数的计算结果见表 8.2- 17。其中，物种多样性指数（H'）的变化范围为 1.544~3.966，均值为 3.018；均匀度（J'）的变化范围为 0.402~0.974，均值为 0.751；优势度（D）的变化范围为 0.771~0.988，均值为 0.924；物种丰富度（d）的变化范围为 0.596~1.357，均值为 1.003。

表 8.2- 17 春季网采浮游植物的（H'）、（J）、（D）和（d）指数

站 位	H'	J	D	d
S01	3.126	0.821	0.909	0.826
S02	3.115	0.818	0.935	0.715
S03	1.544	0.446	0.964	0.596
S04	3.237	0.974	0.976	0.645
S05	3.127	0.872	0.950	0.828

站 位	H'	J	D	d
S06	3.251	0.813	0.950	1.000
S07	2.755	0.768	0.962	0.785
S09	3.111	0.732	0.934	1.161
S10	2.336	0.675	0.938	0.636
S11	3.098	0.814	0.898	0.844
S13	3.255	0.855	0.988	0.846
S14	3.213	0.868	0.959	0.809
S15	3.647	0.912	0.951	0.998
S16	3.243	0.852	0.959	0.915
S17	2.626	0.672	0.934	0.961
S18	3.299	0.807	0.927	1.119
S20	3.492	0.894	0.975	1.039
S22	2.437	0.555	0.909	1.148
S26	2.127	0.575	0.933	0.729
S28	2.667	0.683	0.928	0.969
S30	3.206	0.802	0.956	1.002
S31	2.772	0.653	0.926	1.117
S32	3.302	0.764	0.900	1.151
S33	3.220	0.733	0.889	1.254
S34	3.546	0.908	0.952	0.946
S36	3.508	0.812	0.910	1.357
S37	2.545	0.571	0.897	1.191
S39	2.669	0.582	0.828	1.272
S42	2.688	0.633	0.848	0.994
S45	3.408	0.872	0.980	0.914
S46	2.830	0.708	0.890	0.940
S47	2.291	0.493	0.901	1.252
S51	3.297	0.763	0.848	1.102

站 位	H'	J	D	d
S52	1.844	0.402	0.895	1.299
S53	2.128	0.470	0.889	1.223
S56	2.777	0.666	0.835	1.024
S58	3.614	0.904	0.963	0.921
S60	3.475	0.833	0.941	1.131
S62	3.916	0.892	0.771	1.313
S63	3.925	0.941	0.957	1.057
S66	3.966	0.951	0.969	1.064
S68	3.116	0.798	0.951	1.020
范围	1.544~3.966	0.402~0.974	0.771 ~0.988	0.596~1.357
均值	3.018	0.751	0.924	1.003

秋季调查水采浮游植物的物种多样性 (H')、均匀度 (J)、优势度 (D) 及物种丰富度 (d) 指数的计算结果见表 8.2- 18。其中, 物种多样性指数 (H') 的变化范围为 2.142~3.292, 均值为 2.746; 均匀度 (J) 的变化范围为 0.496~0.831, 均值为 0.631; 优势度 (D) 的变化范围为 0.391 ~0.751, 均值为 0.575; 物种丰富度 (d) 的变化范围为 1.275~2.746, 均值为 2.251。

表 8.2- 18 秋季水采浮游植物的 (H')、(J)、(D) 和 (d) 指数

站 位	H'	J	D	d
S01	3.075	0.831	0.512	1.467
S02	2.544	0.735	0.608	1.275
S03	2.142	0.496	0.748	2.312
S04	2.402	0.524	0.751	2.646
S05	2.930	0.717	0.516	1.908
S06	2.844	0.682	0.454	1.914
S07	3.292	0.728	0.482	2.504
S09	3.037	0.691	0.514	2.203
S10	2.739	0.657	0.524	1.971
S11	2.394	0.537	0.724	2.301

站 位	H'	J	D	d
S13	2.774	0.679	0.534	1.825
S14	2.425	0.593	0.623	1.788
S15	2.762	0.602	0.544	2.588
S16	2.752	0.660	0.534	1.889
S17	2.594	0.590	0.625	2.228
S18	2.774	0.613	0.525	2.461
S20	3.016	0.649	0.522	2.673
S22	2.829	0.617	0.553	2.572
S26	2.845	0.629	0.577	2.444
S28	2.810	0.621	0.536	2.483
S30	2.670	0.582	0.647	2.507
S31	2.651	0.571	0.632	2.617
S32	2.433	0.584	0.645	1.942
S33	2.836	0.646	0.593	2.218
S34	2.631	0.582	0.688	2.375
S36	2.995	0.637	0.605	2.746
S37	2.578	0.570	0.596	2.471
S39	3.087	0.665	0.465	2.685
S68	2.760	0.619	0.391	2.264
范围	2.142~3.292	0.496~0.831	0.391 ~0.751	1.275~2.746
均值	2.746	0.631	0.575	2.251

秋季调查网采浮游植物的物种多样性 (H')、均匀度 (J)、优势度 (D) 及物种丰富度 (d) 指数的计算结果见表 8.2- 19。其中, 物种多样性指数 (H') 的变化范围为 1.968~3.125, 均值为 2.646; 均匀度 (J') 的变化范围为 0.419~0.705, 均值为 0.586; 优势度 (D) 的变化范围为 0.408 ~0.771, 均值为 0.596; 物种丰富度 (d) 的变化范围为 1.441~3.694, 均值为 2.236。

表 8.2- 19 秋季网采浮游植物的 (H')、(J)、(D) 和 (d) 指数

站 位	H'	J	D	d

站 位	H'	J	D	d
S01	2.907	0.571	0.571	3.694
S02	2.476	0.500	0.581	3.116
S03	2.478	0.527	0.564	3.097
S04	2.400	0.505	0.664	2.851
S05	2.192	0.491	0.738	2.159
S06	1.968	0.419	0.771	2.437
S07	2.297	0.478	0.735	2.598
S09	2.213	0.489	0.673	2.304
S10	2.990	0.692	0.408	1.721
S11	2.834	0.667	0.477	1.643
S13	2.905	0.642	0.499	1.997
S14	2.785	0.624	0.512	1.926
S15	2.433	0.546	0.594	1.986
S16	2.493	0.551	0.643	2.277
S17	2.650	0.603	0.588	1.850
S18	2.271	0.495	0.727	2.092
S20	2.681	0.570	0.674	2.605
S22	3.074	0.679	0.579	2.205
S26	2.744	0.625	0.669	1.933
S28	2.625	0.607	0.628	2.097
S30	2.974	0.700	0.504	1.675
S31	2.777	0.694	0.507	1.441
S32	3.045	0.705	0.448	1.817
S33	3.059	0.667	0.506	2.143
S34	2.474	0.547	0.678	2.095
S36	2.555	0.544	0.703	2.541
S37	2.672	0.569	0.578	2.275
S39	3.125	0.682	0.482	2.462
S68	2.644	0.612	0.597	1.806
范围	1.968~3.125	0.419~0.705	0.408 ~0.771	1.441~3.694
均值	2.646	0.586	0.596	2.236

(3) 浮游动物

1) 种类组成

2022 年大面调查中，共检出浮游动物 14 门类 109 种/类，其中，原生动物 16 种，枝角类 2 种，桡足类 30 种，水母类 30 种，端足类、被囊类各 3 种，糠虾类、十足类各 2 种，磷虾类、涟虫类、毛颚类、腹足类及多毛类各 1 种，浮游幼体类（无节幼体，桡足类、棘皮类、苔藓类、腹足类、水母类、瓣鳃类、多毛类、长尾类、短尾类，及鱼卵仔鱼等）16 类。

浮游动物在各季调查中出现的种类数见表 8.2- 20 和图 8.2- 4。

表 8.2- 20 2022 年浮游动物出现种类数的季节变化

类 别	春	秋
浮游动物总种数	60	59
浮游原生动物	11	12
水母类	12	11
桡足类	18	18
其它浮游后生动物	9	10
浮游幼体	10	8

由表可见，该海域浮游动物的种类多样性相对较为丰富，浮游动物出现的种类数有较明显的季节变化，以夏季最高，共检测到 95 种；其次是春季和秋季，分别检测到 55 种和 60 种，至冬季则显著减少，仅检测到 51 种。

水母类的种类多样性高是本调查海域浮游动物区系的一个显著特点，在全年水平上，水母类与桡足类并列成为种类多样性最高的浮游动物类群。水母类出现的种类数在浮游动物总种类数中的占比年均高达 27.52%。

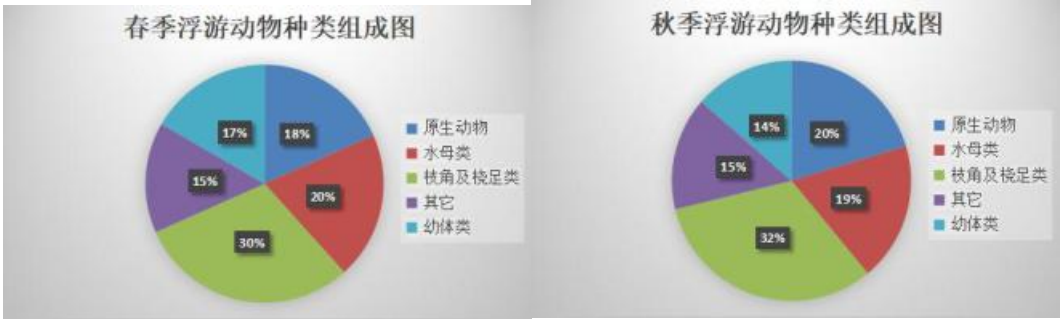


图 8.2- 4 浮游动物的种类组成

2) 生物数量

春季调查海域各类浮游动物的出现数量及其在各站位的分布见表 8.2- 21, 图 8.2- 5。其中, 水采浮游原生动物总数量变化为 150.00 ~750.00 ind./dm³, 平均为 461.31 ind./dm³, 最大值出现在 01 和 13 号站。网采 (III型) 浮游原生动物总数量变化为 0.00 ~5.80ind./dm³, 平均为 1.12ind./dm³, 最大值出现在 14 号站。

大网 (浅水I型网) 采浮游动物的数量变化为 20.63 ~1017.00nd./m³, 平均为 244.02 ind./m³, 最大值出现在 46 号站, 最小值出现在 37 号站。大网采浮游动物的生物量的变化范围在 19.40 ~877.00mg/m³, 平均生物量 133.73 mg/m³, 最大值出现在 06 号站, 最小值出现在 63 号站。

表 8.2- 21 春季浮游动物的出现数量

站 位	水采 浮游原生动物 (ind./dm ³)	网采 (III型) 浮游原生动物 (ind./dm ³)	大网 (I型) 浮游动物数量 (ind./m ³)	大网 (I型) 浮游动物生物量 (湿重: mg/m ³)
S01	750.00	2.00	288.33	117.67
S02	300.00	0.00	191.25	112.50
S03	150.00	0.86	152.86	76.07
S04	450.00	1.80	101.00	69.60
S05	450.00	1.17	300.83	116.50
S06	450.00	2.75	972.50	877.00
S07	450.00	1.13	424.38	300.31
S09	300.00	1.14	37.50	20.43
S10	300.00	5.67	266.67	167.17
S11	150.00	0.00	463.00	151.30
S13	750.00	4.50	241.25	134.62
S14	600.00	5.80	226.00	86.20
S15	450.00	2.38	385.00	79.94
S16	600.00	1.08	286.15	111.69
S17	675.00	0.00	203.00	62.80
S18	525.00	0.50	157.22	48.44
S20	450.00	0.43	63.93	21.86
S22	600.00	0.00	75.00	51.58

站 位	水采 浮游原生动物 (ind./dm ³)	网采 (III型) 浮游原生动物 (ind./dm ³)	大网 (I型) 浮游动物数量 (ind./m ³)	大网 (I型) 浮游动物生物量 (湿重: mg/m ³)
S26	600.00	0.00	62.50	26.42
S28	375.00	0.00	98.08	52.69
S30	675.00	0.00	227.86	98.36
S31	600.00	1.00	110.00	42.44
S32	300.00	2.67	154.17	193.50
S33	150.00	0.00	175.63	206.63
S34	450.00	0.00	251.82	342.50
S36	600.00	0.26	89.13	28.65
S37	300.00	0.00	20.63	21.81
S39	300.00	4.55	49.09	157.75
S42	525.00	0.00	276.67	53.17
S45	450.00	1.20	547.00	55.90
S46	375.00	0.80	1017.00	98.90
S47	500.00	0.63	137.22	181.88
S51	600.00	0.71	385.00	156.29
S52	600.00	0.00	155.71	378.21
S53	350.00	0.45	60.45	64.91
S56	450.00	0.31	74.06	294.47
S58	450.00	0.00	189.00	90.20
S60	350.00	0.00	257.50	130.08
S62	500.00	0.59	85.88	99.76
S63	450.00	1.00	277.00	19.40
S66	500.00	1.00	578.33	153.17
S68	525.00	0.50	133.33	64.08
范 围	150.00 ~750.00	0.00 ~5.80	20.63 ~1017.00	19.40 ~877.00
平均	461.31	1.12	244.02	133.73

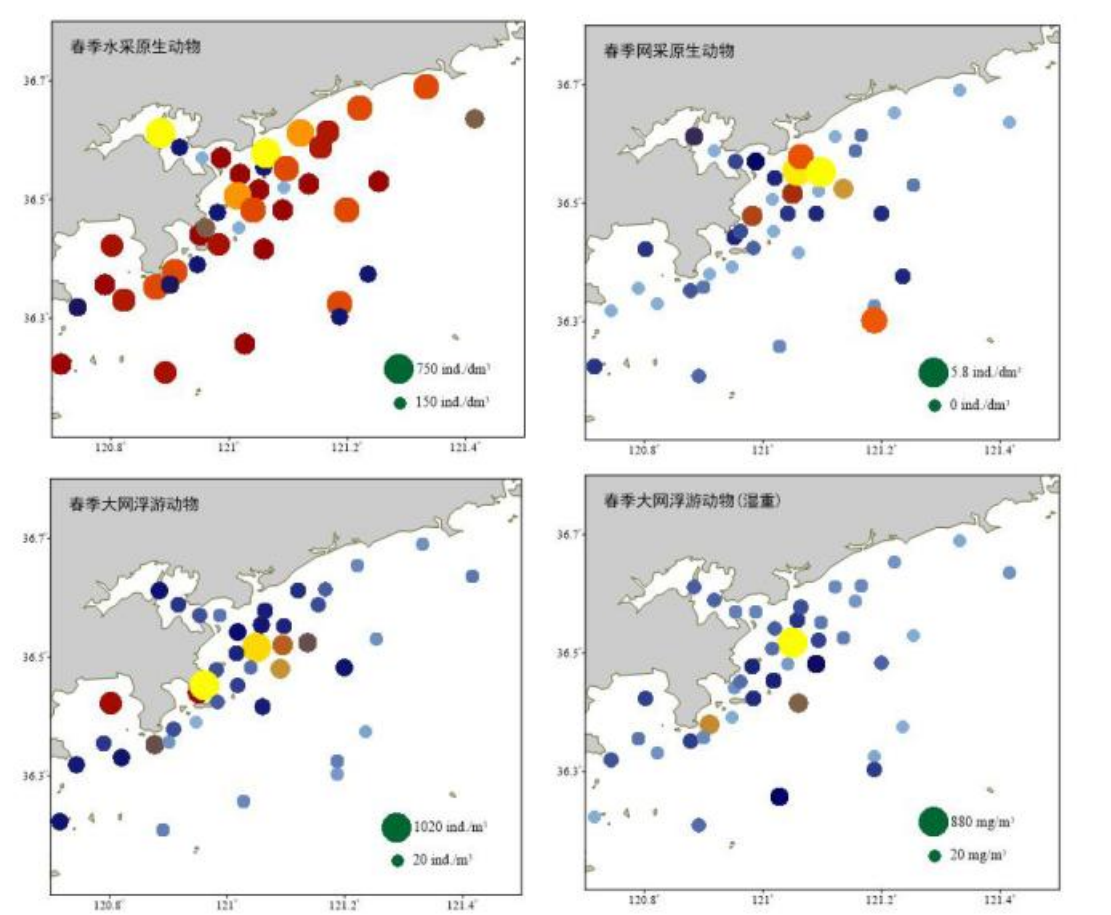


图 8.2- 5 春季浮游动物的数量分布

秋季调查各类浮游动物出现的数量及其在各站位的分布见表 8.2- 22 和图 8.2- 6。其中，水采浮游原生动物总数量变化为 0.00 ~1710.00 ind./dm³，平均 604.48 ind./dm³。网采（浅水Ⅲ型网）浮游原生动物总数量变化为 0~10.42 ind./dm³，平均 4.37 ind./dm³。

调查显示，大网（浅水Ⅰ型网）采浮游动物的数量变化为 5.00~308.57 ind./m³，平均 75.47ind./m³，最大值出现在 28 号站，最小值出现在 14 号站。大网采浮游动物的生物量的变化范围在 14.30 ~649.83 mg/m³，平均生物量为 86.77 mg/m³。与春季相比，该海域浮游后生浮游动物的出现数量较春季有明显增加。

表 8.2- 22 秋季浮游动物的出现数量

站 位	水采原生动物 (ind./dm ³)	网采原生动物 (Ⅲ型网, ind./dm ³)	大网浮游动物 (Ⅰ型网, ind./m ³)	大网浮游动物 (Ⅰ型网, mg/m ³)
S01	1710.00	18.15	271.67	649.83

站 位	水采原生动物 (ind./dm ³)	网采原生动物 (III型网, ind./dm ³)	大网浮游动物 (I型网, ind./m ³)	大网浮游动物 (I型网, mg/m ³)
S02	900.00	9.69	55.00	48.62
S03	270.00	4.62	25.00	20.70
S04	0.00	8.25	48.75	94.50
S05	600.00	3.13	22.50	83.25
S06	800.00	2.81	36.25	83.25
S07	400.00	1.41	36.25	40.25
S09	400.00	4.09	25.91	22.30
S10	600.00	10.00	14.00	14.30
S11	550.00	0.00	26.67	32.33
S13	400.00	10.42	54.17	129.33
S14	400.00	6.25	5.00	17.25
S15	600.00	1.25	93.00	35.60
S16	850.00	3.57	64.29	68.00
S17	650.00	2.60	55.00	49.67
S18	400.00	1.95	32.50	28.56
S20	600.00	1.20	63.46	31.27
S22	200.00	2.60	81.67	103.92
S26	800.00	2.23	99.29	127.64
S28	650.00	3.35	308.57	123.29
S30	600.00	5.21	20.83	25.00
S31	550.00	2.60	38.33	44.67
S32	550.00	4.46	22.14	37.50
S33	550.00	0.00	25.63	38.69
S34	800.00	4.26	109.55	55.73
S36	500.00	2.13	157.50	138.25
S37	1000.00	3.13	119.00	75.45
S39	500.00	2.84	235.23	262.70
S68	700.00	4.46	41.43	34.43
范 围	0.00~1710.00	0.00~10.42	5.00~308.57	14.30~649.83
平均	604.48	4.37	75.47	86.77

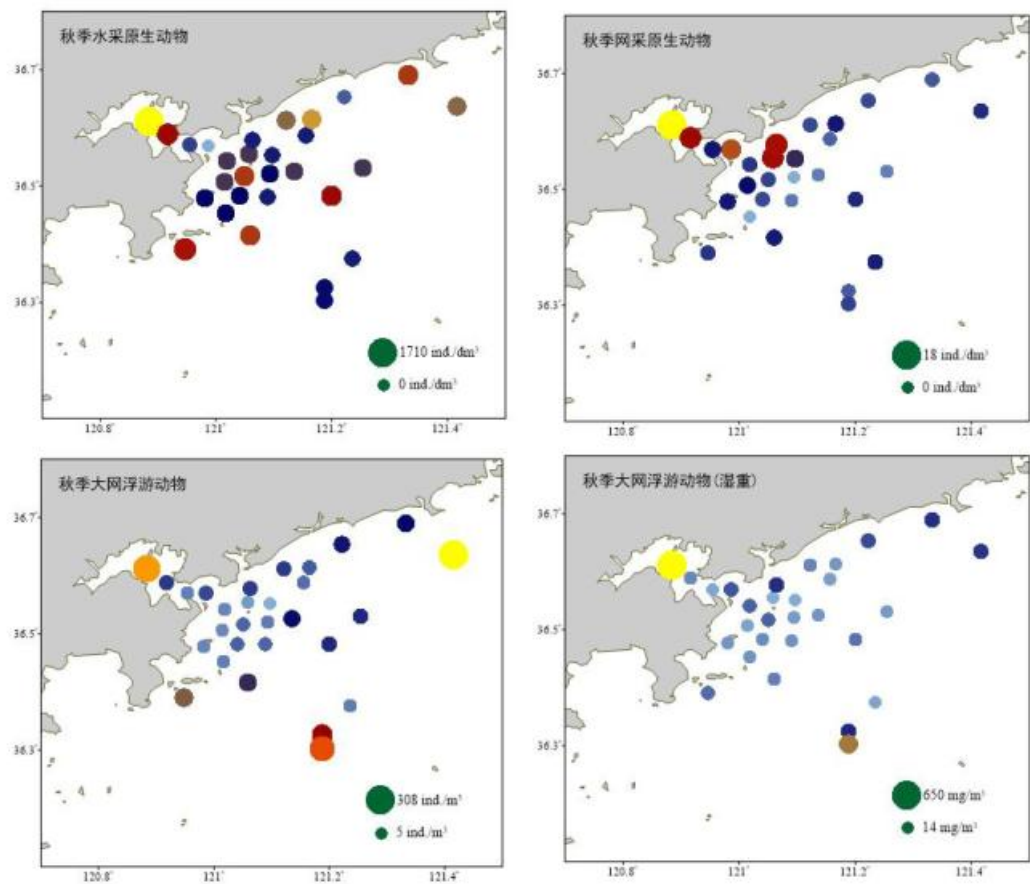


图 8.2- 6 秋季浮游动物的数量分布

总体上，调查海域浮游动物的出现数量处于近岸海域的中等水平，其中，浮游原生动物的出现数量属中等偏低水平，而大网浮游原生动物的出现数量则相对处于中等偏高的水平。这方面可能与本海域浮游动物群落中出现数量较多的水母类的摄食有较大关系。

3) 浮游动物优势种

春季调查浮游动物群落中的优势种类见表 8.2- 23。

表 8.2- 23 春季浮游动物的优势种类

类别		优势种	平均密度	优势度(Y)	总数量占比 (%)
浮游原生动物 (ind./dm ³)	水采	无壳纤毛虫	173.81	0.305	37.68
		类铃虫	100.00	0.108	21.68
		拟铃虫	187.50	0.319	40.65
	小网 (III型)	类铃虫	0.38	0.144	33.57
		薄铃虫	0.18	0.059	16.39

类别		优势种	平均密度	优势度(Y)	总数量占比 (%)
		拟铃虫	0.54	0.185	48.57
大网浮游动物 (ind./m ³)	大网(I型)	薏枝螅水母	7.60	0.024	3.11
		其它水母类	8.43	0.035	3.45
		纺锤水蚤	6.60	0.026	2.70
		强额拟哲水蚤	7.87	0.028	3.23
		小拟哲水蚤	49.44	0.203	20.26
		中华哲水蚤	85.15	0.349	34.90
		胸刺水蚤	37.65	0.147	15.43
		强壮箭虫	8.57	0.033	3.51
		短尾类幼体	10.38	0.034	4.25

春季浮游原生动物类群中达到优势水平的种类，在水采样品中有 3 种类，其中，以拟铃虫和无壳纤毛虫最占优势，优势度分别为 0.319 和 0.305，总数量占比分别为 40.65%和 37.68%，而类铃虫的优势度则相对较低，优势度和总数量占比分别为 0.108 和 21.68%。网采浮游原生动物样品中，以拟铃虫最占优势，其优势度和总数量占比分别为 0.185 和 48.57%，其次是类铃虫，优势度和总数量占比分别为 0.144 和 33.57%，再次是薄铃虫，优势度和总数量占比分别为 0.059 和 16.39%。总体上，浮游原生动物的优势类群的变动特点表现为由冬季的以夜光虫和拟铃虫占优势为主，转变为春季的以拟铃虫和无壳纤毛虫占优势为主。

春季大网浮游动物中，达到优势水平的种类有 9 种，其中以中华哲水蚤、小拟哲水蚤和胸刺水蚤（以腹胸刺水蚤为主）最占优势，其优势度在 0.147~0.349 之间，其个体数量占比在 15.43%~34.90%之间；其余优势类群的优势度则相对较低，其优势度在 0.024~0.035 之间，其个体数量占比在 2.70%~4.25%之间。

另外，特别需注意的是，春季调查海域水母类的出现数量较冬季明显增多，其总体优势度达到了 0.069，个体数量占比达到了 6.56%之间。总体上，可看作是调查海域胶质浮游动物（Gelatinous Zooplankton）的组成由冬季的以夜光虫和住囊虫为主，转变为春季的以水母类为主。

此外，春季调查还检到一定数量的鱼卵仔鱼，其中已鱼卵居多（鱼卵在各调查站位上的检出率为 71.43%，仔鱼在各调查站位上的检出率为 42.86%），显示

调查海域的鱼类已进入繁殖早期。

秋季调查中，浮游动物中达到优势水平（优势度 $Y \geq 0.02$ 计）的种类见表 8.2-24。

表 8.2-24 秋季浮游动物的优势种类

浮游动物类别	优势种	平均密度	优势度(Y)	总数量占比 (%)
水采原生动物 (ind./dm ³)	无壳纤毛虫	242.24	0.320	40.07
	拟铃虫	258.62	0.370	42.78
网采原生动物 (III型, ind./m ³)	夜光虫	0.83	0.079	19.06
	薄铃虫	2.75	0.477	62.86
	拟铃虫	0.79	0.037	18.03
网采浮游动物 (I型, ind./m ³)	水螅水母	4.48	0.023	5.94
	强额拟哲水蚤	4.42	0.055	5.86
	中华哲水蚤	5.08	0.056	6.74
	小拟哲水蚤	6.12	0.076	8.11
	强壮箭虫	22.88	0.303	30.32
	异体住囊虫	5.02	0.055	6.66
	长尾类幼体	9.79	0.081	12.97
	瓣鳃类幼体	8.01	0.081	10.62

由表可见，水采浮游原生动物的优势类群以拟铃虫最占优势，优势度为 0.370，数量占比为 42.78%，其次是无壳纤毛虫，优势度和数量占比分别为 0.320 和 40.07%；网采浮游原生动物的优势类群以薄铃虫最占优势，优势度为 0.477，数量占比为 62.86%。

秋季大网浮游动物中，达到优势水平的种类有 8 种，以强壮箭虫最占优势，优势度和数量占比分别为 0.303 和 30.32%。其次长尾类幼体和瓣鳃类幼体，优势度均为 0.081。再次是小拟哲水蚤，中华哲水蚤，强额拟哲水蚤，异体住囊虫以及水螅水母，优势度在 0.023~0.076 之间。

4) 浮游动物的群落指数及其季节变化

春季调查海域大网浮游动物的物种多样性 (H')、均匀度 (J)、优势度 (D) 及物种丰富度 (d) 指数的计算结果见表 8.2-25。其中，物种多样性指数 (H')

的变化范围为 1.879~3.587, 均值为 2.738; 均匀度(J)的变化范围为 0.503~0.887, 均值为 0.686; 优势度(D)的变化范围为 0.209~0.839, 均值为 0.547; 物种丰度(d)的变化范围为 1.101~3.501, 均值为 2.102。

表 8.2- 25 春季大网浮游动物的 (H')、(J)、(D) 和 (d) 指数

站 位	H'	J	D	d
S01	3.254	0.796	0.370	1.958
S02	2.867	0.734	0.497	1.847
S03	2.728	0.682	0.565	2.067
S04	3.242	0.811	0.426	2.253
S05	2.610	0.668	0.648	1.701
S06	2.614	0.627	0.617	1.713
S07	2.416	0.591	0.663	1.833
S09	3.042	0.716	0.467	3.442
S10	2.590	0.700	0.550	1.489
S11	2.405	0.577	0.648	1.920
S13	2.871	0.688	0.554	2.148
S14	2.841	0.669	0.597	2.302
S15	2.822	0.653	0.614	2.212
S16	2.434	0.518	0.681	3.063
S17	1.973	0.550	0.759	1.435
S18	2.721	0.666	0.580	2.193
S20	3.015	0.676	0.564	3.501
S22	2.961	0.778	0.522	2.087
S26	2.911	0.787	0.560	2.011
S28	2.557	0.626	0.624	2.418
S30	2.917	0.687	0.536	2.298
S31	3.587	0.860	0.313	2.507
S32	3.479	0.851	0.341	2.201
S33	3.340	0.817	0.416	2.146

站 位	H'	J	D	d
S34	3.295	0.728	0.471	2.758
S36	2.602	0.613	0.571	2.779
S37	3.181	0.887	0.424	2.519
S39	2.707	0.637	0.588	3.204
S42	2.865	0.663	0.542	2.342
S45	1.916	0.503	0.839	1.429
S46	1.897	0.529	0.714	1.101
S47	2.515	0.727	0.352	1.408
S51	2.706	0.637	0.635	2.096
S52	2.445	0.682	0.450	1.510
S53	2.151	0.679	0.571	1.352
S56	2.074	0.654	0.456	1.288
S58	2.834	0.744	0.577	1.719
S60	2.145	0.536	0.754	1.873
S62	3.482	0.835	0.209	2.646
S63	2.639	0.646	0.623	1.972
S66	2.556	0.671	0.631	1.417
S68	2.800	0.700	0.438	2.125
范围	1.879~3.587	0.503~0.887	0.209~0.839	1.101~3.501
均值	2.738	0.686	0.547	2.102

秋季调查大网浮游动物的物种多样性 (H')、均匀度 (J)、优势度 (D) 及物种丰富度 (d) 指数的计算结果见表 8.2- 26。其中, 物种多样性指数 (H') 的变化范围为 1.624~3.468, 均值为 2.639; 均匀度 (J) 的变化范围为 0.486~0.969, 均值为 0.753; 优势度 (D) 的变化范围为 0.515~0.879, 均值为 0.757; 物种丰富度 (d) 的变化范围为 1.113~2.982, 均值为 1.983。

表 8.2- 26 秋季大网浮游动物的 (H')、(J)、(D) 和 (d) 指数

站 位	H'	J	D	d
S01	3.468	0.832	0.879	2.102

站 位	H'	J	D	d
S02	2.258	0.680	0.650	1.557
S03	2.661	0.801	0.762	1.938
S04	2.521	0.795	0.764	1.427
S05	2.029	0.785	0.679	1.113
S06	2.439	0.705	0.731	1.931
S07	2.649	0.739	0.721	2.124
S09	3.065	0.785	0.829	2.982
S10	2.503	0.968	0.816	1.313
S11	2.406	0.724	0.688	1.900
S13	2.330	0.777	0.740	1.215
S14	2.251	0.969	0.778	1.723
S15	2.456	0.614	0.645	2.294
S16	2.028	0.486	0.530	2.830
S17	2.552	0.768	0.781	1.557
S18	2.671	0.804	0.804	1.792
S20	2.927	0.702	0.798	2.839
S22	3.068	0.806	0.832	2.047
S26	2.778	0.730	0.797	1.960
S28	2.913	0.663	0.801	2.419
S30	1.624	0.628	0.515	1.141
S31	2.971	0.829	0.823	2.091
S32	2.136	0.712	0.685	1.566
S33	2.590	0.780	0.753	1.923
S34	2.943	0.720	0.814	2.361
S36	3.212	0.756	0.864	2.466
S37	3.326	0.783	0.872	2.611
S39	3.289	0.727	0.859	2.793
S68	2.464	0.777	0.742	1.489
范围	1.624 ~3.468	0.486 ~0.969	0.515 ~0.879	1.113 ~2.982
均值	2.639	0.753	0.757	1.983

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

春季调查海域共出现底栖生物 110 种（详见附录底栖生物种名录），隶属于纽形动物、腔肠动物、环节动物、软体动物、甲壳动物、棘皮动物、头索动物、尾索动物和鱼类 9 个门类。其中环节动物出现的种类数最多，35 种，占底栖生物种类组成的 31.82%；其次为软体动物，32 种，占种类组成的 29.09%；甲壳动物 19 种，占种类组成的 17.27%；棘皮动物 5 种，占种类组成的 4.55%；其它类群动物 19 种，占种类组成的 17.27%（图 8.2- 7）。优势种/常见种为菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*)。

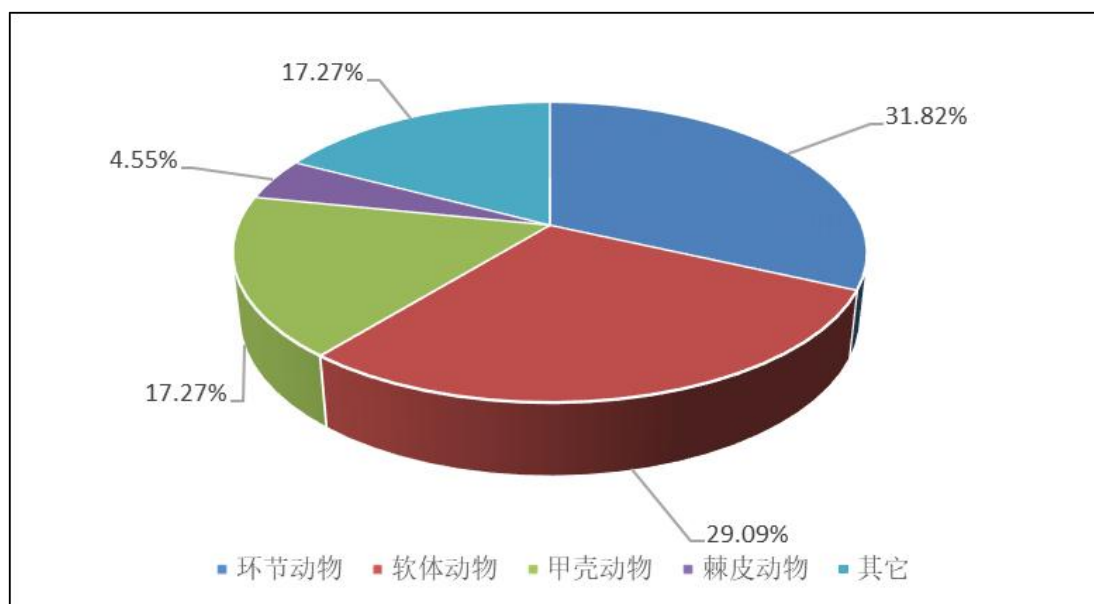


图 8.2- 7 春季底栖生物种类组成

秋季调查海域共出现底栖生物 60 种（详见附录底栖生物种名录），隶属于腔肠动物、纽形动物、环节动物、昆虫动物、软体动物、甲壳动物、棘皮动物和鱼类 8 个门类。其中软体动物出现的种类数最多，18 种，占底栖生物种类组成的 30.00%；其次为环节动物，16 种，占种类组成的 26.67%；甲壳动物 14 种，占种类组成的 23.33%；棘皮动物 4 种，占种类组成的 6.67%；其它类群动物 8 种，占种类组成的 13.33%（图 8.2- 8）。优势种/常见种为软体动物圆筒原盒螺 (*Cylichna biplicata*) 和环节动物不倒翁虫 (*Sernaspis scutata*)。

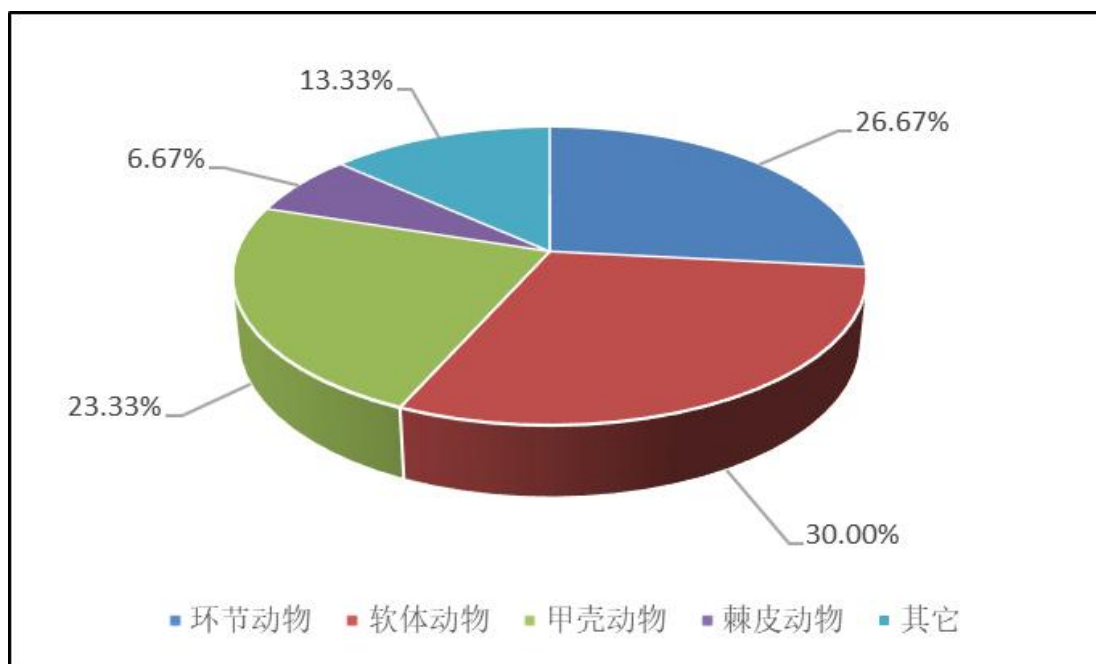


图 8.2-8 秋季底栖生物种类组成

2) 生物量和栖息密度

春季共获底栖生物 69 种，其中环节动物 34 种，软体动物 20 种，甲壳动物 7 种，棘皮动物 3 种，其它动物类群 5 种。

春季调查海域平均生物量为 60.93 g/m^2 ，变化范围在 $0.26 - 924.20 \text{ g/m}^2$ 之间。生物量组成以软体动物占优势，该类群生物量占底栖生物重量组成的 70.51%，其次是棘皮动物，占生物量组成的 13.02%；环节动物占 11.34%；甲壳动物仅占 1.19%；其它类群占 3.94%。生物量基本呈不均匀分布，各站之间差距极大，最高值在 S6 站，最低值在 S26 站。

按各门类分析，环节动物生物量在 S4 站最高，为 175.80 g/m^2 ，最低值在 S26 站，仅为 0.06 g/m^2 。软体动物生物量最高在 S6 站，该站采获大量菲律宾蛤仔，生物量高达 886.74 g/m^2 ，最低值在 S36 站，仅 0.15 g/m^2 。甲壳动物最高值在 S34 站，为 7.24 g/m^2 ，最低值在 S26 站，仅 0.20 g/m^2 。棘皮动物仅在 4 站位出现，最高值在 S66 站，为 307.34 g/m^2 ，最低值在 S46 站，仅 0.37 g/m^2 。其它类群最高值在 S13 站，为 32.81 g/m^2 ，最低值在 S9 站，仅 0.18 g/m^2 。

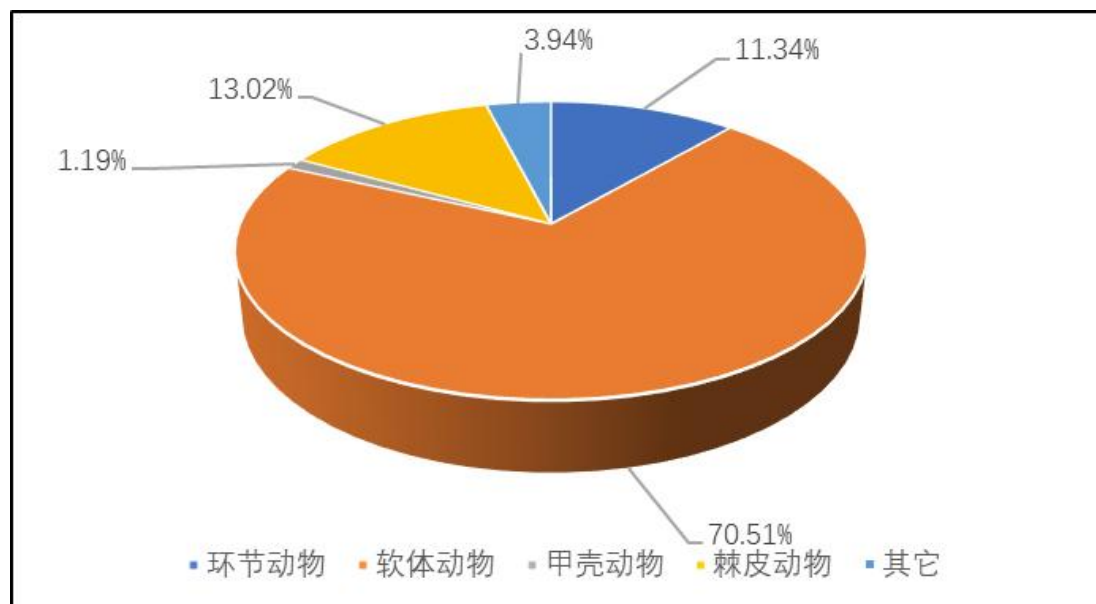


图 8.2-9 春季底栖生物量组成

春季调查海域底栖生物栖息密度为 510 个/m²，变化范围在 20-14620 个/m² 之间。密度组成与生物量组成基本相同，以软体动物占优势，占底栖生物总密度的 69.83%；其次是环节动物，占底栖生物密度组成的 14.50%；甲壳动物占 2.91%，棘皮动物占 4.70%，其他动物类群占 8.06%。底栖生物密度分布格局和生物量基本一致，最高值出现在 S6 站，最低值在 S15 站，为 20 个/m²。从各门类分析，环节动物密度最高在 S6 站，为 1100 个/m²；软体动物密度最高在 S6 站，该站采获大量菲律宾蛤仔，密度高达 13500 个/m²；甲壳动物密度最高在 S18 站，为 40 个/m²；棘皮动物仅在 4 个站位出现，最高在 S66 站，为 60 个/m²；其它动物类群最高值出现在 S13 站，200 个/m²。

秋季共获取底栖生物 42 种，其中环节动物 16 种，软体动物 13 种，甲壳动物 6 种，棘皮动物 3 种，其它动物类群 4 种。

秋季调查海域平均生物量为 50.08 g/m²，变化范围在 0.01-715.95 g/m² 之间。生物量组成以软体动物占优势，该类群生物量占底栖生物重量组成的 54.05%，其次是棘皮动物，占生物量组成的 35.24%；环节动物占 5.06%；甲壳动物仅占 1.58%；其他单位类群占 4.07%。生物量基本呈不均匀分布，各站之间差距极大，最高值在 S5 站，最低值在 S10 站。

按各门类分析，环节动物生物量在 S34 站最高，为 30.30 g/m²，最低值在 S10 站，仅为 0.01 g/m²。软体动物生物量最高在 S5 站，该站采获大量菲律宾蛤仔，

生物量高达 406.10 g/m^2 ，最低值在 S16 站，仅 0.08 g/m^2 。甲壳动物最高值在 S5 站，为 8.80 g/m^2 ，最低值在 S20 站，仅 0.02 g/m^2 。棘皮动物最高值在 S30 站，为 301.81 g/m^2 ，最低值在 S3 站，仅 5.97 g/m^2 。其它类群最高值在 S2 站，为 24.98 g/m^2 ，最低值在 S26 站，仅 5.91 g/m^2 。

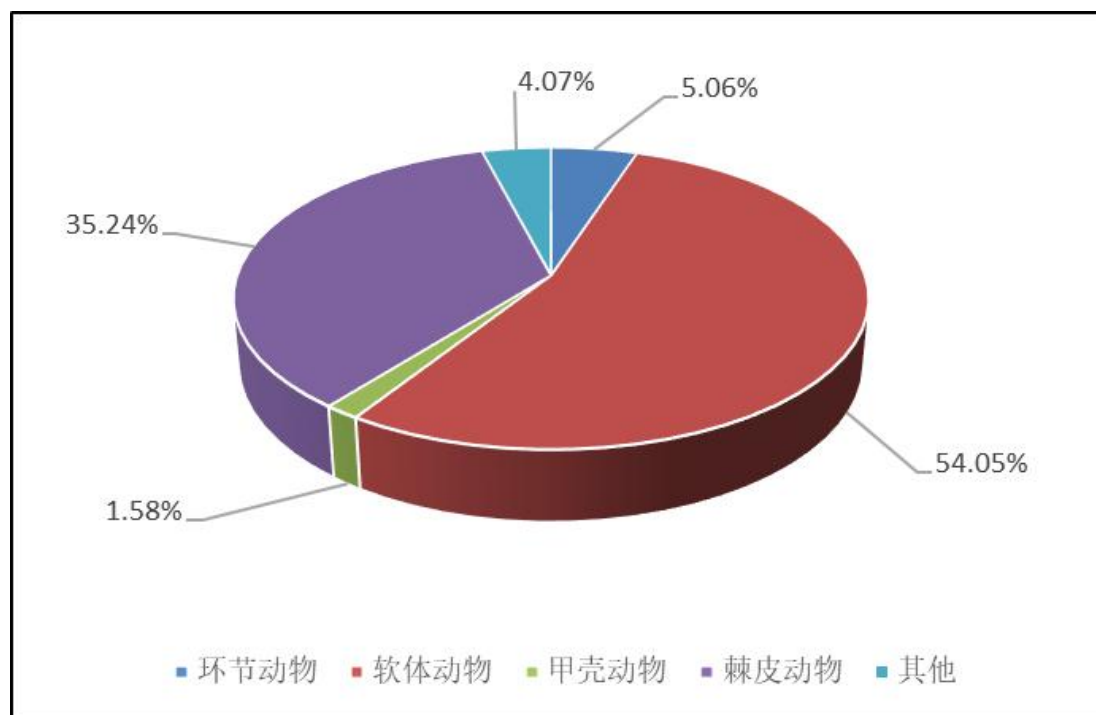


图 8.2-10 秋季底栖生物量组成

秋季调查海域底栖生物栖息密度为 121 个/m^2 ，变化范围在 $20\text{--}960 \text{ 个/m}^2$ 之间。密度组成与生物量组成不同，以环节动物占优势，占底栖生物总密度的 33.58%；其次是甲壳动物，占底栖生物密度组成的 31.87%；软体动物占 29.60%，棘皮动物和其他动物类群各占 2.48%。底栖生物密度分布格局和生物量不同，最高值出现在 S2 站，最低值在 S1 站等 6 站，均为 20 个/m^2 。

从各门类分析，环节动物密度最高在 S13，为 160 个/m^2 。甲壳动物密度最高在 S2 站，为 920 个/m^2 。软体动物密度最高在 S26 站，该站采获大量圆筒原盒螺，密度高达 140 个/m^2 。棘皮动物密度最高在 S3 站，为 40 个/m^2 。其它动物类群最高值出现在 S26 站， 40 个/m^2 。

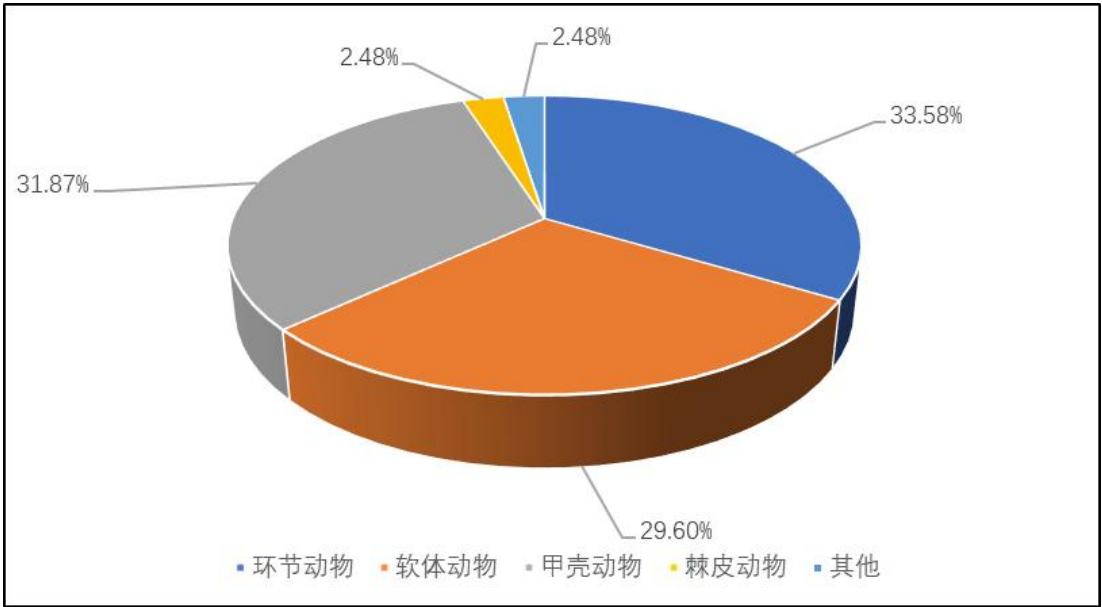


图 8.2- 11 秋季底栖生物密度组成

3) 群落特征

春季调查海域底栖生物样品各参数值分析统计结果分别见表 8.2- 27。调查海域底栖生物群落多样性指数在 0.33-2.04 之间，丰富度指数在 0.19-1.35，均匀度介于 0.21-1.00 之间，优势度平均为 0.61，最高在 S46 站，为 0.87，最低在 S6 站，为 0.15，各指数均较低。

表 8.2- 27 春季底栖生物群落特征指数统计表

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
S1	0.49	1.00	1.10	0.68
S2	0.49	1.00	1.10	0.68
S3	0.19	0.50	0.35	0.20
S4	0.67	0.50	0.90	0.54
S5	0.60	0.60	0.97	0.55
S6	0.42	0.21	0.33	0.15
S7	0.50	0.65	0.90	0.50
S9	0.49	1.00	1.10	0.68
S10	0.24	0.92	0.64	0.45
S11	0.21	0.65	0.45	0.28

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
S13	0.36	0.52	0.57	0.29
S14	0.65	0.96	1.33	0.73
S16	0.49	1.00	1.10	0.68
S17	0.87	1.00	1.61	0.81
S18	0.94	0.98	1.75	0.82
S20	0.87	1.00	1.61	0.81
S22	0.43	0.86	0.95	0.57
S26	0.27	1.00	0.69	0.51
S30	0.42	0.79	0.87	0.50
S31	1.13	0.94	1.83	0.82
S32	0.65	0.96	1.33	0.73
S33	0.24	0.92	0.64	0.45
S34	0.96	0.97	1.74	0.82
S36	1.01	0.98	1.75	0.82
S37	0.61	0.92	1.28	0.70
S42	0.65	0.96	1.33	0.73
S45	0.87	1.00	1.61	0.81
S46	1.35	0.98	2.04	0.87
S47	0.49	1.00	1.10	0.68
S51	0.27	1.00	0.69	0.51
S52	0.42	0.92	1.01	0.62
S53	0.49	1.00	1.10	0.68
S58	0.24	0.92	0.64	0.45
S60	0.43	0.96	1.05	0.65
S62	0.49	1.00	1.10	0.68
S63	0.87	1.00	1.61	0.81
S66	0.23	0.81	0.56	0.38
S68	0.23	0.81	0.56	0.38

秋季调查海域底栖生物样品各参数值分析统计结果分别见表 8.2- 28。调查海域底栖生物群落多样性指数在 0.20-1.97 之间，丰富度指数在 0.24-1.32，均匀度介于 0.18-1.00 之间，优势度平均为 0.59，最高在 S9 站，为 0.86，最低在 S4 站，为 0.08，各指数均较低。

表 8.2- 28 秋季底栖生物群落特征指数统计表

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
S2	0.29	0.18	0.20	0.08
S3	0.49	1.00	1.10	0.68
S5	0.34	0.62	0.68	0.38
S6	0.27	1.00	0.69	0.51
S7	0.49	1.00	1.10	0.68
S9	1.21	1.00	1.95	0.86
S11	0.27	1.00	0.69	0.51
S13	0.56	0.64	0.89	0.45
S14	0.27	1.00	0.69	0.51
S15	0.43	0.96	1.05	0.65
S16	0.79	0.86	1.39	0.69
S17	0.49	1.00	1.10	0.68
S18	0.68	1.00	1.39	0.76
S20	1.32	0.95	1.97	0.84
S22	0.42	0.92	1.01	0.62
S26	1.09	0.82	1.59	0.71
S28	0.81	0.92	1.48	0.74
S32	0.27	1.00	0.69	0.51
S33	0.24	0.92	0.64	0.45
S34	0.27	1.00	0.69	0.51
S36	0.24	0.92	0.64	0.45
S39	0.68	1.00	1.39	0.76
S68	0.42	0.79	0.87	0.50

注：仅采获 1 种底栖生物的站位未计算。

(5) 潮间带生物

1) 秋季调查结果

① 种类组成

调查海域所采集的潮间带生物，经鉴定共有 52 种，软体动物种类最多，23 种，环节动物 8 种，甲壳动物 15 种，扁形动物 1 种，纽形动物 1 种，腔肠动物 2 种，星虫动物 1 种，鱼类 1 种。常见种/优势种为环节动物双齿围沙蚕（*Perinereis aibuhitensis*）、软体动物的短滨螺（*Littorina brevicula*）、疣荔枝螺（*Reishia clavigera*）、长牡蛎（*Magallana gigas*）和绒螯近方蟹（*Hemigrapsus pensillatus*）。

8 个调查断面间种类数差异显著，种类数最多的为 T5 断面，为 19 种潮间带生物，其次为 T6 断面，16 种。种类数最低的 F2 断面仅出现 4 种。从生物种类垂直分布来看，以中潮带出现的种类最多，36 种，其次为低潮带，26 种，高潮带最少，出现 20 种。

表 8.2- 29 秋季潮间带生物种名录

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
长须沙蚕	<i>Nereis longior</i>	环节动物
管缨虫	<i>Chone infundibuliformis</i>	环节动物
巨刺缨虫	<i>Potamilla myriops</i>	环节动物
乳蛰虫	<i>Thelepus sp.</i>	环节动物
双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	环节动物
须鳃虫	<i>Cirriformia tentaculata</i>	环节动物
异足索沙蚕	<i>Lumbrineris heteropoda</i>	环节动物
锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>	环节动物
矮拟帽贝	<i>Patelloida pygmaea</i>	软体动物
半褶织纹螺	<i>Nassarius semiplicatus</i>	软体动物
长牡蛎	<i>Magallana gigas</i>	软体动物
朝鲜花冠小月螺	<i>Lunella coreensis</i>	软体动物
单齿螺	<i>Monodonta labio</i>	软体动物
短滨螺	<i>Littorina brevicula</i>	软体动物

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
绯拟沼螺	<i>Assiminea latericea</i>	软体动物
菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	软体动物
黑荞麦蛤	<i>Xenostrobus atratus</i>	软体动物
红条毛肤石鳖	<i>Acanthochitona rubrolineat</i>	软体动物
寇氏小节贝	<i>Collisella kolarovai</i>	软体动物
泥螺	<i>Bullacta caurina</i>	软体动物
史氏背尖贝	<i>Nipponacmea schrenckii</i>	软体动物
四角蛤蜊	<i>Macra quadrangularis</i>	软体动物
凸壳肌蛤	<i>Arcuatula senhousia</i>	软体动物
托氏昌螺	<i>Umbonium thomasi</i>	软体动物
文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>	软体动物
纹斑稜蛤	<i>Neotrapezium liratum</i>	软体动物
锈凹螺	<i>Tegula rustica</i>	软体动物
贻贝	<i>Mytilus edulis</i>	软体动物
疣荔枝螺	<i>Reishia clavigera</i>	软体动物
中国朽叶蛤	<i>Coecella chinensis</i>	软体动物
中间似滨螺	<i>Littoraria intermedia</i>	软体动物
白脊藤壶	<i>Fistulobalanus albicostatus</i>	甲壳动物
斑点相手蟹	<i>Parasesarma plicatum</i>	甲壳动物
大蜾蠃	<i>Corophium major</i>	甲壳动物
海蟑螂	<i>Ligia exotica</i>	甲壳动物
寄居蟹科	<i>Paguridae</i>	甲壳动物
锯齿长臂虾	<i>Palaemon serratus</i>	甲壳动物
隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>	甲壳动物
强壮藻钩虾	<i>Ampithoe valita</i>	甲壳动物
日本和美虾	<i>Callinassa japonica</i>	甲壳动物
绒螯近方蟹	<i>Hemigrapsus pensillatus</i>	甲壳动物
特异大权蟹	<i>Macromedaeus distinguendus</i>	甲壳动物

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
天津厚蟹	<i>Helice formosensis</i>	甲壳动物
鲜明鼓虾	<i>Alpheus digitalis</i>	甲壳动物
圆球股窗蟹	<i>Scopimera globosa</i>	甲壳动物
中华安乐虾	<i>Eualus Sinensis</i>	甲壳动物
平角涡虫	<i>Planocera reticulata</i>	扁形动物
纽形动物门	<i>Nemertina</i>	纽形动物
黄海葵	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	腔肠动物
绿侧花海葵	<i>Anthopleura anjunae</i>	腔肠动物
安岛反体星虫	<i>Antillesoma antillarum</i>	星虫动物
髯缟虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>	鱼类

②生物量和栖息密度

潮间带生物平均生物量为 232.32 g/m²，环节动物 5.61 g/m²，甲壳动物 30.42 g/m²，软体动物 165.06 g/m²，其它类群 31.22 g/m²。各断面相比，T5 断面最高，为 1097.70 g/m²。F1 断面生物量最低，为 33.61 g/m²。各断面生物量比较：T5>T6>T3>F2>T4>T2>F3>F1。

潮间带生物栖息密度平均为 170 个/m²，环节动物 18 个/m²，甲壳动物 32 个/m²，软体动物 112 个/m²，其它类群 7 个/m²。各断面相比，T5 断面密度最高，713 个/m²。T1 断面密度最低，为 49 个/m²。各断面密度比较：T5>T6>F3>F2>T4>T2>T3>F1。

表 8.2- 30 各断面潮间带生物生物量和栖息密度

物种类群	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (个/m ²)				
	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它	生物量	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它	密度
F1 高	0.00	13.66	7.92	0.00	21.59	0	64	16	0	80
F1 中	2.92	0.00	12.47	0.00	15.39	40	0	16	0	56
F1 低	4.27	59.58	0.00	0.00	63.85	40	8	0	0	48
平均	2.40	24.41	6.80	0.00	33.61	27	24	11	0	61
F2 高	0.00	84.39	145.20	0.00	229.60	0	110	30	0	140
F2 中	3.63	134.34	36.68	0.00	174.64	10	150	30	0	190

物种 类群	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (个/m ²)				
	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	生物量	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	密度
F2 低	11.11	0.00	58.86	0.00	69.97	40	0	30	0	70
平均	4.91	72.91	80.25	0.00	158.07	17	87	30	0	133
F3 高	9.69	3.86	23.67	0.00	37.22	90	10	70	0	170
F3 中	25.46	0.00	29.16	0.00	54.62	70	0	70	0	140
F3 低	39.37	0.00	9.64	0.00	49.02	70	0	70	0	140
平均	24.84	1.29	20.82	0.00	46.95	77	3	70	0	150
T2 高	0.00	77.73	5.72	0.00	83.44	0	96	16	0	112
T2 中	0.32	101.48	19.49	0.00	121.29	2	122	6	0	130
T2 低	0.31	24.31	10.22	0.00	34.83	2	4	10	0	16
平均	0.21	67.84	11.81	0.00	79.86	1	74	11	0	86
T3 高	0.00	39.45	50.33	0.00	89.78	0	84	40	0	124
T3 中	0.00	287.71	20.96	0.00	308.67	0	42	8	0	50
T3 低	4.70	176.85	0.69	0.00	182.23	10	12	2	0	24
平均	1.57	168.00	23.99	0.00	193.56	3	46	17	0	66
T4 高	0.00	59.22	70.19	0.00	129.41	0	56	44	0	100
T4 中	0.00	210.39	37.15	0.00	247.54	0	156	16	0	172
T4 低	2.28	12.94	26.67	13.54	55.43	8	20	24	24	76
平均	0.76	94.18	44.67	4.51	144.13	3	77	28	8	116
T5 高	0.00	1087.8 8	13.44	0.00	1101.32	0	900	140	0	1040
T5 中	0.00	1105.2 5	1.36	201.93	1308.55	0	640	20	80	740
T5 低	6.21	236.68	61.21	579.13	883.22	40	160	100	60	360
平均	2.07	809.94	25.34	260.35	1097.70	13	567	87	47	713
T6 高	0.00	112.50	17.84	0.00	130.34	0	96	32	0	128
T6 中	8.26	252.42	48.59	8.24	317.51	8	152	32	4	196
T6 低	2.13	194.06	13.00	0.00	209.19	12	116	8	0	136
平均	3.46	186.33	26.48	2.75	219.02	7	121	24	1	153

③潮间带生物多样性

秋季潮间带生物多样性指数 (H')、均匀度指数 (J')、丰富度指数 (d) 和

优势度指数 (λ) 等群落特征指数见表 4.3.1.25。香农-维纳多样性指数 H' 平均为 1.26。均匀度指数介于 0.52~1.00，平均为 0.80。丰富度指数 d 平均为 0.961，介于 0.20~1.71 之间。优势度指数 λ 介于 0.30~0.86 之间，各指数均较低。

表 8.2- 31 秋季潮间带生物多样性指数

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
F1 高	0.68	0.77	1.06	0.58
F1 中	0.75	0.65	0.90	0.47
F1 低	0.52	0.52	0.57	0.30
F2 高	0.40	0.94	1.03	0.63
F2 中	0.57	0.82	1.14	0.63
F2 低	0.24	0.99	0.68	0.50
F3 高	0.58	0.75	1.04	0.59
F3 中	0.40	0.82	0.90	0.57
F3 低	0.20	1.00	0.69	0.50
T2 高	1.27	0.79	1.53	0.72
T2 中	1.44	0.57	1.18	0.55
T2 低	0.72	0.82	0.90	0.57
T3 高	1.04	0.87	1.55	0.76
T3 中	1.28	0.89	1.59	0.78
T3 低	0.94	0.89	1.24	0.71
T4 高	0.87	0.86	1.39	0.72
T4 中	1.17	0.78	1.51	0.73
T4 低	1.15	0.89	1.59	0.78
T5 高	1.01	0.81	1.69	0.77
T5 中	1.36	0.77	1.78	0.76
T5 低	1.36	0.94	2.06	0.86
T6 高	1.03	0.80	1.43	0.70
T6 中	1.71	0.74	1.71	0.72
T6 低	1.02	0.57	1.02	0.48

2) 春季调查结果

①种类组成

调查海域所采集的潮间带生物，经鉴定共 59 种，软体动物种类最多，23 种，环节动物 16 种，甲壳动物 16 种，腔肠动物 2 种，扁形动物和星虫动物 1 种。优势种为软体动物的短滨螺（*Littorina brevicula*）、长牡蛎（*Magallana gigas*）、白脊藤壶（*Fistulobalanus albicostatus*）和绒螯近方蟹（*Hemigrapsus pensillatus*）。

9 个调查断面间种类数差异显著，种类数最多的为 T3 断面，为 17 种潮间带生物，其次为 T6 断面，15 种。从生物种类垂直分布来看，以低潮带出现的种类最多，34 种，其次为中潮带，33 种，高潮带最少，出现 25 种。

表 8.2- 32 春季潮间带生物种名录

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
须鳃虫	<i>Cirriiformia tentaculata</i>	环节动物
智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>	环节动物
渤海格鳞虫	<i>Gattyana pohailnsis</i>	环节动物
锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>	环节动物
日本刺沙蚕	<i>Hediste japonica</i>	环节动物
琴蛭虫	<i>Lanice sp.</i>	环节动物
短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>	环节动物
寡鳃齿吻沙蚕	<i>Micronephthys oligobranchia</i>	环节动物
全刺沙蚕属	<i>Nectoneanthes sp.</i>	环节动物
角海蛹	<i>Ophelia acuminata</i>	环节动物
奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>	环节动物
小眼拟缨鳃虫	<i>Parasabella microphthalma</i>	环节动物
双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	环节动物
多齿围沙蚕	<i>Perinereis nuntia</i>	环节动物
尖锥虫	<i>Scoloplos armiger</i>	环节动物
侧口乳蛭虫	<i>Thelepus plagiostoma</i>	环节动物
凸壳肌蛤	<i>Arcuatula senhousia</i>	软体动物

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
古氏滩栖螺	<i>Batillaria cumingi</i>	软体动物
嫁虫戚	<i>Cellana toreuma</i>	软体动物
日本镜蛤	<i>Dosinia japonica</i>	软体动物
中国绿螂	<i>Glaucomya chinensis</i>	软体动物
薄壳绿螂	<i>Glaucome primeana</i>	软体动物
中间似滨螺	<i>Littoraria intermedia</i>	软体动物
短滨螺	<i>Littorina brevicula</i>	软体动物
朝鲜花冠小月螺	<i>Lunella coreensis</i>	软体动物
四角蛤蜊	<i>Macra quadrangularis</i>	软体动物
长牡蛎	<i>Magallana gigas</i>	软体动物
文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>	软体动物
单齿螺	<i>Monodonta labio</i>	软体动物
贻贝	<i>Mytilus edulis</i>	软体动物
秀丽织纹螺	<i>Nassarius festivus</i>	软体动物
史氏背尖贝	<i>Nipponacmea schrenckii</i>	软体动物
矮拟帽贝	<i>Patelloida pygmaea</i>	软体动物
凸卵蛤属	<i>Pelecypoda sp.</i>	软体动物
经氏壳蛞蝓	<i>Philine kinglipini</i>	软体动物
黑纹斑捻螺	<i>Punctateon yamamurae</i>	软体动物
疣荔枝螺	<i>Reishia clavigera</i>	软体动物
菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	软体动物
托氏昌螺	<i>Umbonium thomasi</i>	软体动物
日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>	甲壳动物
强壮藻钩虾	<i>Ampithoe valita</i>	甲壳动物
双斑螳	<i>Charybdis bimaculata</i>	甲壳动物
白脊藤壶	<i>Fistulobalanus albicostatus</i>	甲壳动物
天津厚蟹	<i>Helice formosensis</i>	甲壳动物
绒螯近方蟹	<i>Hemigrapsus pensillatus</i>	甲壳动物

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
肉球近方蟹	Hemigrapsus sanguineus	甲壳动物
中华近方蟹	Hemigrapsus sinensis	甲壳动物
谭氏泥蟹	Llyoplax deschampsi	甲壳动物
宽身大眼蟹	Macrophthalmus abbreviatus	甲壳动物
日本大眼蟹	Macrophthalmus japonicus	甲壳动物
红线黎明蟹	Matuta planipes	甲壳动物
哈氏和美虾	Nihonotrypaea harmandi	甲壳动物
斑点相手蟹	Parasesarma plicatum	甲壳动物
三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	甲壳动物
圆球股窗蟹	Scopimera globosa	甲壳动物
黄海葵	Anthopleura xanthogrammica	腔肠动物
强壮仙人掌海鳃	Cavernularia obesa	腔肠动物
平角涡虫	Planocera reticulata	扁形动物
安岛反体星虫	Antillesoma antillarum	星虫动物

②生物量和栖息密度

潮间带生物平均生物量为 133.73 g/m²，环节动物 2.66 g/m²，甲壳动物 23.32 g/m²，软体动物 104.39 g/m²，其它类群 3.37 g/m²。各断面相比，T3 断面最高，为 595.69 g/m²。F3 断面生物量最低，为 7.92 g/m²。各断面生物量比较：T3>T5>T2>T4>F2>F1>T6>F3。

潮间带生物栖息密度平均为 73 个/m²，环节动物 8 个/m²，甲壳动物 22 个/m²，软体动物 41 个/m²，其它类群 2 个/m²。各断面相比，T3 断面密度最高，180 个/m²。F3 断面密度最低，为 25 个/m²。各断面密度比较：T3>T5>T4>T2>F1>T6>F2>F3。

表 8.2- 33 各断面潮间带生物生物量和栖息密度

物种类群	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (个/m ²)				
	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它	生物量	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它	密度
F1 高	0.00	1.18	31.97	0.00	33.15	0	4	20	0	24

物种 类群	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (个/m ²)				
	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	生物 量	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	密度
F1 中	1.03	0.00	43.87	0.00	44.90	8	0	32	0	40
F1 低	15.83	8.58	4.43	0.00	28.84	36	16	8	0	60
平均	5.62	3.25	26.76	0.00	35.63	15	7	20	0	41
F2 高	0.00	0.00	27.70	0.00	27.70	0	0	32	0	32
F2 中	0.00	0.00	30.62	0.00	30.62	0	0	20	0	20
F2 低	0.00	0.00	74.88	0.00	74.88	0	0	28	0	28
平均	0.00	0.00	44.40	0.00	44.40	0	0	27	0	27
F3 高	0.00	4.14	4.42	0.00	8.56	0	28	12	0	40
F3 中	0.00	0.00	3.10	0.00	3.10	0	0	12	0	12
F3 低	12.10	0.00	0.00	0.00	12.10	24	0	0	0	24
平均	4.03	1.38	2.51	0.00	7.92	8	9	8	0	25
T2 高	4.66	170.05	42.57	0.00	217.28	6	66	6	0	78
T2 中	0.34	124.85	18.75	0.00	143.93	2	20	10	0	32
T2 低	1.12	23.81	6.44	0.00	31.38	4	30	2	0	36
平均	2.04	106.24	22.59	0.00	130.86	4	39	6	0	49
T3 高	0.00	562.16	80.32	0.00	642.48	0	176	140	0	316
T3 中	7.22	493.59	9.42	0.00	510.23	12	80	20	0	112
T3 低	4.09	594.99	15.05	20.22	634.34	8	92	8	4	112
平均	3.77	550.25	34.93	6.74	595.69	7	116	56	1	180
T4 高	0.00	2.51	63.35	0.00	65.87	0	4	52	0	56
T4 中	0.00	108.19	28.09	0.00	136.27	0	88	36	0	124
T4 低	1.90	53.75	49.89	0.00	105.55	4	8	28	0	40
平均	0.63	54.82	47.11	0.00	102.56	1	33	39	0	73
T5 高	0.00	133.42	1.69	0.00	135.11	0	88	4	0	92
T5 中	0.00	172.12	4.49	48.32	224.94	0	104	16	36	156
T5 低	2.51	36.84	44.94	0.00	84.29	8	12	24	0	44

物种 类群	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (个/m ²)				
	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	生物 量	环节 动物	软体 动物	甲壳 动物	其它	密度
平均	0.84	114.13	17.04	16.11	148.11	3	68	15	12	97
T6 高	0.00	12.48	31.29	0.99	44.77	0	22	32	2	56
T6 中	0.97	0.37	8.27	0.00	9.61	4	4	12	0	20
T6 低	1.56	26.00	1.81	0.00	29.37	8	6	8	0	22
平均	0.85	12.95	13.79	0.33	27.92	4	11	17	1	33

③潮间带生物多样性

春季潮间带生物香农-维纳多样性指数 H' 平均为 1.34。均匀度指数介于 0.52-0.96，平均为 0.82。丰富度指数 d 平均为 1.14，介于 0.27 -2.14 之间。优势度指数 λ 介于 0.25-0.87 之间，各指数均较低。

表 8.2- 34 春季潮间带生物多样性指数

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
F1 高	0.63	0.92	1.01	0.64
F1 中	0.54	0.86	0.95	0.57
F1 低	1.22	0.85	1.53	0.75
F2 中	0.67	0.96	1.05	0.67
F2 低	0.30	0.59	0.41	0.25
F3 高	0.27	0.88	0.61	0.43
F3 中	0.40	0.92	0.64	0.48
T2 高	1.84	0.77	1.70	0.75
T2 中	1.44	0.82	1.47	0.72
T2 低	1.12	0.52	0.84	0.39
T3 高	0.52	0.67	0.92	0.56
T3 中	1.70	0.93	2.04	0.86
T3 低	1.91	0.88	2.02	0.84
T4 高	0.50	0.82	0.90	0.57
T4 中	1.24	0.78	1.52	0.71

站号	丰富度 (d)	均匀度 (J')	多样性 (H')	优势度 (λ)
T4 低	0.81	0.92	1.28	0.72
T5 高	0.88	0.70	1.13	0.62
T5 中	1.19	0.91	1.76	0.82
T5 低	1.06	0.80	1.29	0.66
T6 高	1.49	0.79	1.53	0.74
T6 中	1.34	0.91	1.47	0.78
T6 低	1.94	0.95	1.85	0.87

8.2.5 渔业资源

渔业资源调查资料引自中国水产科学研究院黄海水产研究所编制的《山东莱阳核电项目渔业资源调查专题报告》。

8.2.5.1 调查站位和时间

调查海域共设置了 21 个站位。调查站位见图 8.2- 12 和表 8.2- 35。调查时间为 2022 年 11 月 16 日-19 日（秋季）以及 2023 年 5 月 12 日-5 月 15 日（春季）。

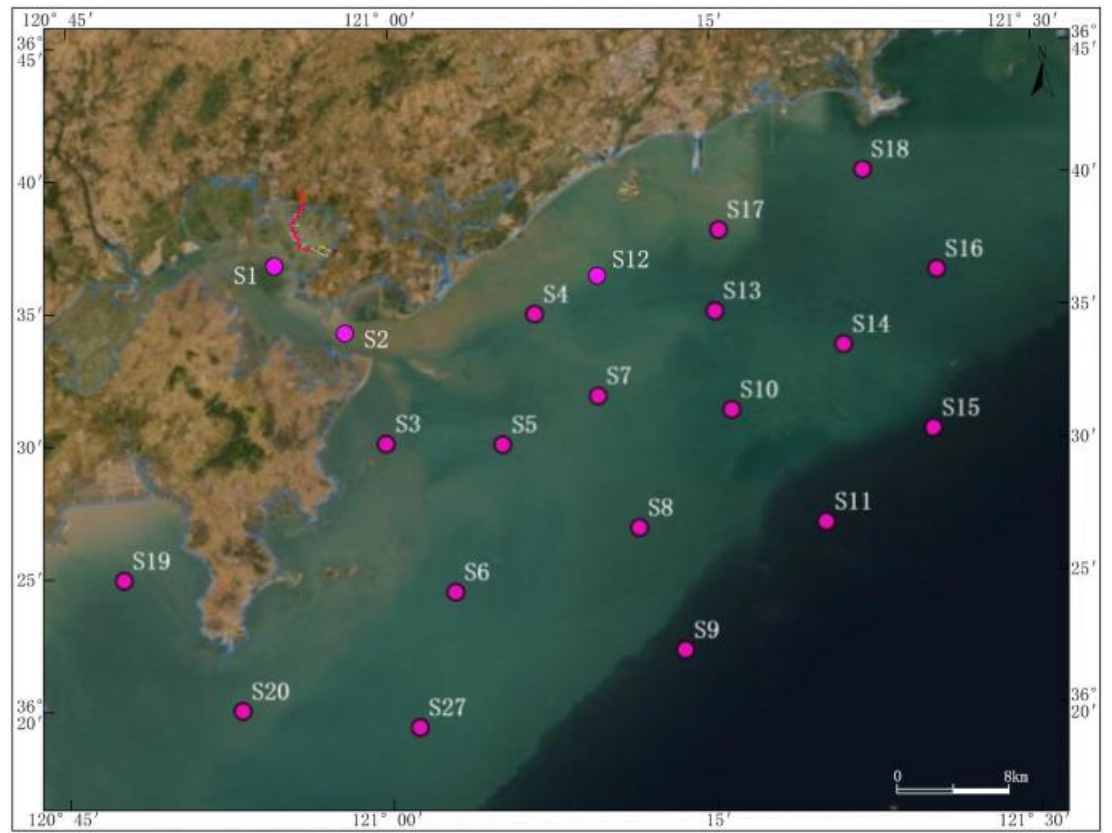


图 8.2- 12 渔业资源调查站位

表 8.2- 35 渔业资源调查站位坐标

站位	纬度	经度
S1	36°36'45.17"	120°54'39.60"
S2	36°34'11.65"	120°57'54.53"
S3	36°30'01.98"	120°59'49.91"
S4	36°34'52.64"	121°06'44.72"
S5	36°29'58.25"	121°05'14.55"
S6	36°24'25.90"	121°02'59.46"
S7	36°31'46.68"	121°09'39.56"
S8	36°26'47.81"	121°11'33.21"
S9	36°22'10.44"	121°13'37.23"
S10	36°31'12.90"	121°15'52.32"
S11	36°26'57.68"	121°20'14.05"
S12	36°36'16.35"	121°09'41.19"
S13	36°34'56.38"	121°15'07.71"
S14	36°33'38.42"	121°21'06.32"
S15	36°30'27.03"	121°25'14.02"
S16	36°36'26.54"	121°25'28.07"
S17	36°37'59.74"	121°15'20.23"
S18	36°40'12.93"	121°22'04.89"
S19	36°24'55.54"	120°47'36.22"
S20	36°19'59.59"	120°53'03.96"
S27	36°19'20.46"	121°01'16.51"

8.2.5.2 调查方法

(1) 游泳动物

游泳动物资源调查采用单拖网渔船，调查船为黄海星渔业调查船。网具规格为网宽 20m，网高 5m，囊网网目 2cm，拖速 3 节，每站拖网 1h。在到站前 2 n mile 处放网，拖网时间计算从拖网曳纲拉紧受力时（拖网开始时间）起至起网绞车开始收曳纲时（拖网结束时间）止。调查时间选择白天进行，每站拖网扫海面积约

0.1111km²。

每站拖捕的渔获物全部留样，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存带回实验室进行生物学测定，样品经分类和鉴定后，用感量为 0.1g 电子天平称重。

（2）鱼卵仔稚鱼

样品采集按我国《海洋调查规范》（GB 12763.6-2007）进行。定量样品采集采用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm，网口面积 0.2m²）自海底至表面垂直拖曳采集鱼卵、仔稚鱼，拖速约 0.5m/s，取样进行定量分析。定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm，网口面积 0.5m²），拖速约 2.0 nmile/h，水平连续拖网 10min，取样进行定性分析。

样品保存于 5%的海水福尔马林的溶液中。在实验室内从浮游生物样品中挑取鱼卵、仔稚鱼标本，采用生物解剖镜，对各站标本进行种类鉴定、个体计数和发育阶段的判别。

（3）经济浮游动物

水母类等经济浮游动物调查方法与游泳动物调查方法一致，从底拖网渔获中现场全部或按比例取样，测量个体大小、计数、称重和统计渔获量，统计分析其数量分布、生物量密度和资源量等。

毛虾类等浮游动物调查使用潜水 II 型浮游生物网垂直拖网，并结合底拖网调查结果进行毛虾类浮游动物的资源评估。

8.2.5.3 游泳动物调查结果

（1）种类组成

1) 秋季

秋季共捕获渔业生物 68 种，其中鱼类 40 种，占 58.82%，包括大泷六线鱼、许氏平鲉、短吻红舌鲷、鲢、小黄鱼、黄鲫、白姑、叫姑、方氏云鲷、六丝矛尾鰕虎鱼、鲷等；虾蟹类 23 种，占 33.82%，包括口虾蛄、鹰爪虾、周氏新对虾、葛氏长臂虾、戴氏赤虾双斑螯、细巧拟对虾等；头足类 5 种，占 7.36%，种类分别是日本枪乌贼、双喙耳乌贼、长蛸、短蛸和曼氏无针乌贼。

表 8.2- 36 秋季游泳动物种类名录

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
1	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>		+		+			+	
2	赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammalensis</i>			+	+		+		
3	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>		+		+		+		
4	鲱鲈 <i>Callionymus beniteguri</i>	+			+			+	
5	青鳞沙丁鱼 <i>Sardinella zunas</i>							+	
6	丝虾虎鱼 <i>Cryptocentrus cryptocentrus</i>					+	+	+	
7	绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	+			+			+	
8	斑鲷 <i>Konosirus punctatus</i>	+				+		+	
9	日本鲭 <i>Scomber japonicus</i>	+				+		+	
10	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>					+		+	
11	鲷鱼 <i>Mugilcephalus Linnaeus</i>	+				+			
12	鲷鱼 <i>Platycephalus indicus</i>	+				+		+	
13	褐菖鲉 <i>Sebastes marmoratus</i>	+				+		+	
14	油鲆 <i>Sphyrna pinnis</i>				+				
15	纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trignocephalus</i>					+	+		
16	尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>			+		+		+	
17	细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>			+		+		+	
18	小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	+				+		+	
19	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	+				+	+		
20	叫姑鱼 <i>Johnius grypotus</i>		+			+	+		
21	拟矛尾鰕鰂鱼 <i>Parachaeturichthys polynema</i>	+				+	+		
22	矛尾腹鰕鰂鱼 <i>Synechogobius hasta</i>			+		+		+	
23	方氏云鲷 <i>Enedrias nebulosus</i>			+		+			+
24	长绵鲷 <i>Enchelyopus elongatus</i>		+			+			+
25	矛尾鰕鰂鱼		+			+		+	

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>								
26	中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>			+		+		+	
27	红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>			+		+		+	
28	小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>			+		+		+	
39	大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	+				+		+	
29	短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>		+			+		+	
30	黄鮟鱇 <i>Lophius litulon</i>		+			+		+	
31	多鳞鱻 <i>Sillago sihama</i>	+				+		+	
32	石鲈 <i>Kareius bicoloratus</i>		+			+			+
33	高眼鲈 <i>Cleisthenes herzensteini</i>		+			+			+
34	细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>			+		+		+	
35	许氏平鲉 <i>Sebasatodes fuscescens</i>	+				+			+
36	星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	+				+		+	
37	角木叶鲈 <i>Pleuronichthys cornutus</i>		+			+			+
38	鲈鱼 <i>Lateolabrax japonicus</i>			+		+		+	
39	海蜷虾 <i>Nephropidae</i>	+						+	
40	中国对虾 <i>Penaeus orientalis</i>	+						+	
41	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	+						+	
42	戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>		+					+	
43	脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	+				+		+	
44	蛄蛄虾 <i>mud shrimp</i>		+			+		+	
45	细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>		+			+		+	
46	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	+				+		+	
47	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>		+			+		+	
48	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>			+		+		+	

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
49	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>			+		+		+	
50	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>			+		+		+	
51	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>			+		+		+	
52	疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>			+		+		+	
53	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	+				+		+	
54	中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	+			+			+	
55	滑脊鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>			+		+		+	
56	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	+				+		+	
57	泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestitus</i>			+		+		+	
58	日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	+				+		+	
59	日本关公蟹 <i>Dorippe japonica</i>			+		+			
60	双斑螯 <i>Charybdis bimaculata</i>			+		+			
61	隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>					+		+	
62	豆蟹 <i>Pinnotheres</i>					+		+	
63	枯瘦突眼蟹 <i>Oregonia gracilis</i>					+		+	
64	日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	+				+		+	
65	双喙耳乌贼 <i>Sepiodes birostrata</i>		+			+		+	
66	长蛸 <i>Octopus variabilis</i>	+				+		+	
67	短蛸 <i>Octopus ochellatus</i>	+				+		+	
68	曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>	+				+		+	

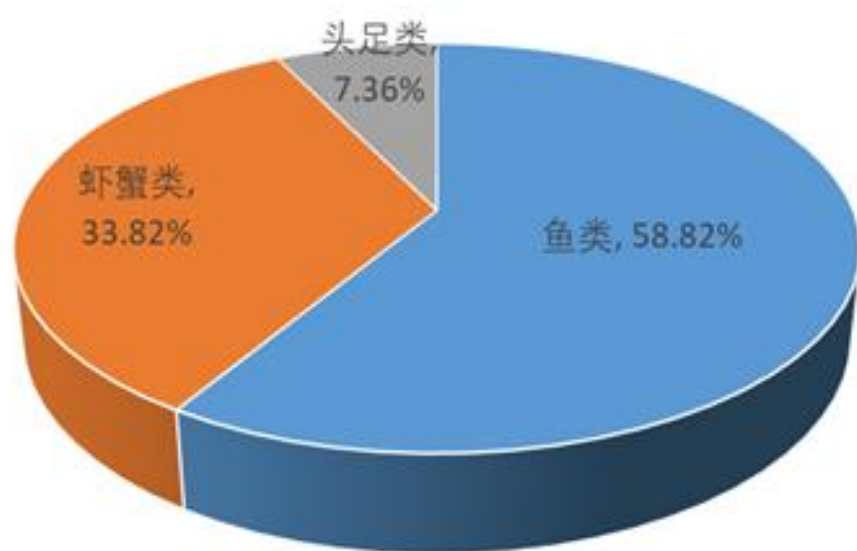


图 8.2- 13 秋季渔业生物种类组成

2) 春季

共捕获渔业生物 51 种（不包括水母），其中鱼类 28 种，占 54.90%，包括短吻红舌鲷、大泷六线鱼、小黄鱼、黄鲫、黄鮫鰭、方氏云鲷、六丝矛尾鰕虎鱼、赤鼻棱鲷、细纹狮子鱼等；虾蟹类 18 种，占 35.29%，包括葛氏长臂虾、戴氏赤虾、鹰爪虾、双斑螯、细巧拟对虾、口虾蛄等；头足类 5 种，占 9.81%，种类分别是日本枪乌贼、双喙耳乌贼、长蛸、短蛸和曼氏无针乌贼。

表 8.2- 37 春季游泳动物种类名录

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
1	鲷 <i>Engraulis japonicus</i>		+		+			+	
2	赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i>			+	+		+		
3	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>		+		+		+		
4	鲱鲢 <i>Callionymus beniteguri</i>	+			+			+	
5	斑鰾 <i>Konosirus punctatus</i>	+				+		+	

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
6	鲷鱼 <i>Platycephalus indicus</i>	+				+		+	
7	纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trionocephalus</i>					+	+		
8	尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>			+		+		+	
9	细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>			+		+		+	
10	小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	+				+		+	
11	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	+				+	+		
12	叫姑鱼 <i>Johnius grypotus</i>		+			+	+		
13	拟矛尾鰕鰕鱼 <i>Parachaeturichthys polynema</i>	+				+	+		
14	矛尾腹鰕鰕鱼 <i>Synechogobius hasta</i>			+		+		+	
15	方氏云鲷 <i>Enedrias nebulosus</i>			+		+			+
16	长绵鲷 <i>Enchelyopus elongatus</i>		+			+			+
17	玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>		+			+			+
18	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>		+			+		+	
19	中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>			+		+		+	
20	红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>			+		+		+	
21	小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>			+		+		+	
22	大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	+				+		+	
23	细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>			+		+		+	
24	短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>		+			+		+	
25	石鲈 <i>Kareius bicoloratus</i>		+			+			+
26	黄鲛鲷 <i>Lophius litulon</i>		+			+		+	
27	多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>	+				+		+	
28	星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	+				+		+	
29	角木叶鲷 <i>Pleuronichthys cornutus</i>		+			+			+

序号	种类	经济价值			水层		适温性		
		较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性
30	鮫 <i>Liza haematocheila</i>			+		+		+	
31	中国对虾 <i>Penaeus orientalis</i>	+						+	
32	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	+						+	
33	戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>		+					+	
34	细螯虾 <i>Nephropidae</i>	+						+	
35	脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	+				+		+	
36	细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>		+			+		+	
37	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	+				+		+	
38	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>		+			+		+	
39	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>			+		+		+	
40	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>			+		+		+	
41	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>			+		+		+	
42	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>			+		+		+	
43	疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>			+		+		+	
44	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	+				+		+	
45	中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>	+			+			+	
46	细点圆趾蟹 <i>Ovalipes punctatus</i>	+					+		
47	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	+				+		+	
48	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	+				+		+	
49	日本关公蟹 <i>Dorippe japonica</i>			+		+			
50	双斑蟳 <i>Charybdis bimaculata</i>			+		+			
51	日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	+				+		+	
52	双喙耳乌贼 <i>Sepioida birostrata</i>		+			+		+	
53	长蛸 <i>Octopus variabilis</i>	+				+		+	
54	短蛸 <i>Octopus ochellatus</i>	+				+		+	
55	曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>	+				+		+	

(2) 优势种

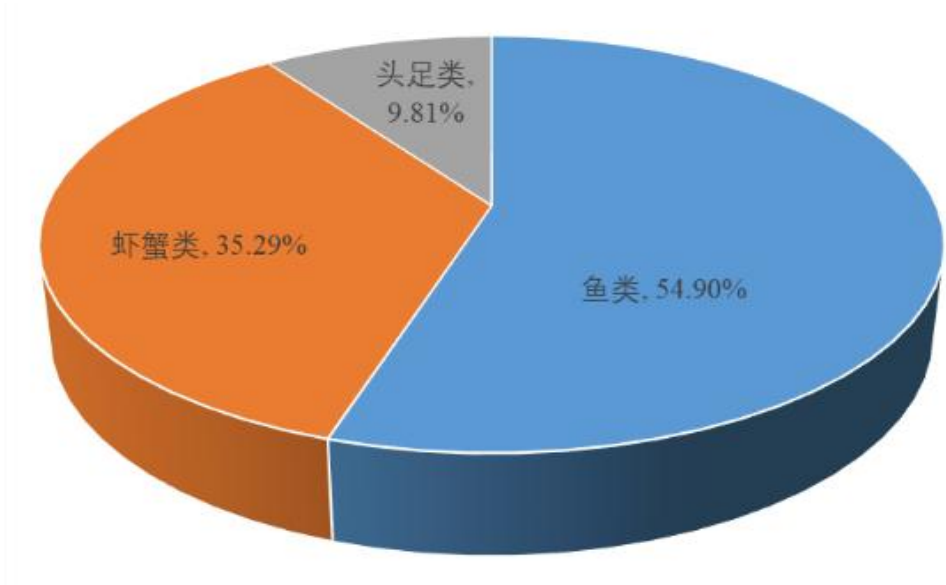


图 8.2- 14 春季渔业生物种类组成

1) 秋季

根据各种类重量组成比例、数量组成比例及出现频率统计后，计算得出渔业生物有 7 种优势种，分别是虾蟹类的细巧拟对虾、鹰爪虾、口虾蛄、双斑蟳和三疣梭子蟹，头足类的日本枪乌贼和鱼类细条天竺鱼，细巧拟对虾优势度最高（2583.36），其次是鹰爪虾（2478.56）。重要种 12 种，依次为戴氏赤虾、六丝矛尾鰕虎鱼、绿鳍鱼、日本鼓虾、黄鲫、周氏新对虾、葛氏长臂虾、赤鼻棱鳀、短吻红舌鳎鱼等，常见种 25 种，包括长蛸、小黄鱼、星康吉鳎、长蛇鲻、黄鲛鲷、细螯虾等。

表 8.2- 38 秋季渔业生物种类优势度

种类	重量组成 (W%)	数量组成 (N%)	出现频率 (F%)	相对重要性 指数 IRI	优势度
细巧拟对虾	3.65	23.47	95.24	2583.36	优势种
鹰爪虾	11.01	13.77	100.00	2478.56	优势种
口虾蛄	21.59	3.19	90.48	2241.79	优势种
双斑蟳	8.22	11.13	95.24	1843.30	优势种
日本枪乌贼	7.45	9.95	100.00	1740.25	优势种
细条天竺鱼	4.95	12.40	76.19	1321.83	优势种

种类	重量组成 (W%)	数量组成 (N%)	出现频率 (F%)	相对重要性 指数 IRI	优势度
三疣梭子蟹	10.34	1.67	95.24	1143.28	优势种
戴氏赤虾	0.63	6.53	71.43	511.53	重要种
六丝矛尾鰕虎 鱼	2.27	1.54	80.95	308.02	重要种
绿鳍鱼	5.30	0.17	80.95	442.86	重要种
日本鼓虾	0.33	2.97	80.95	266.95	重要种
黄鲫	2.77	0.97	66.67	249.23	重要种
周氏新对虾	2.11	1.44	57.14	203.22	重要种
葛氏长臂虾	0.28	1.82	90.48	190.46	重要种
赤鼻棱鳀	1.05	0.63	71.43	119.96	重要种
短吻红舌鳎	1.19	0.40	71.43	114.02	重要种
方氏云鳎	0.80	0.30	95.24	104.52	重要种
日本蟳	1.55	0.12	61.90	103.05	重要种
白姑鱼	1.18	0.15	76.19	101.03	重要种
长蛸	1.92	0.07	42.86	85.21	常见种
小黄鱼	0.99	0.07	61.90	65.60	常见种
星康吉鳗	0.92	0.06	38.10	37.28	常见种
长蛇鲻	0.86	0.03	42.86	38.06	常见种
黄鮟鱇	1.63	0.01	19.05	31.13	常见种
细螯虾	0.03	0.45	42.86	20.54	常见种
带鱼	0.63	0.03	28.57	18.75	常见种
中颌棱鳀	1.05	2.79	4.76	18.30	常见种
鳀鱼（幼鱼）	1.97	1.74	4.76	17.69	常见种
叫姑	0.29	0.08	47.62	17.38	常见种
泥脚隆背蟹	0.42	0.14	28.57	15.97	常见种
滑脊鞭腕虾	0.11	0.23	38.10	13.18	常见种
中华栉孔虾虎 鱼	0.13	0.20	33.33	10.93	常见种
角木叶鲽	0.37	0.04	23.81	9.77	常见种

种类	重量组成 (W%)	数量组成 (N%)	出现频率 (F%)	相对重要性 指数 IRI	优势度
鲜明鼓虾	0.11	0.12	38.10	8.51	常见种
三疣梭子蟹小	0.66	0.71	4.76	6.53	常见种
红狼牙鰕虎鱼	0.06	0.09	38.10	5.78	常见种
矛尾鰕鲂鱼	0.09	0.07	38.10	5.86	常见种
鲮鱼	0.23	0.01	19.05	4.53	常见种
日本关公蟹	0.07	0.04	33.33	3.64	常见种
黄姑鱼	0.13	0.01	19.05	2.64	常见种
双喙耳乌贼	0.06	0.11	14.29	2.51	常见种
许氏平鲉	0.08	0.00	14.29	1.20	常见种
中国毛虾	0.00	0.09	14.29	1.37	常见种
曼氏无针乌贼	0.07	0.00	14.29	1.08	常见种

2) 春季

调查海域渔业生物有 3 种优势种，分别是双斑蟳、戴氏赤虾和叫姑，双斑蟳优势度最高（3316.74），其次是戴氏赤虾（1879.95）。重要种 15 种，依次为口虾蛄、短吻红舌鲷、日本枪乌贼、双喙耳乌贼、日本鼓虾、赤鼻棱鲷、葛氏长臂虾、鹰爪虾等，常见种 26 种，包括红狼牙鰕虎鱼、周氏新对虾、疣背宽额虾、白姑鱼、鲜明鼓虾、长蛸、方氏云鲷、黄鲫等。

表 8.2- 39 渔业生物种类优势度

种类	重量组成 (W%)	数量组成 (N%)	出现频率 (F%)	相对重要性 指数 IRI	优势度
双斑蟳	17.87	19.44	88.89	3316.74	优势种
戴氏赤虾	3.99	22.04	72.22	1879.95	优势种
叫姑	13.38	5.29	72.22	1348.47	优势种
口虾蛄	9.44	1.84	83.33	940.14	重要种
短吻红舌鲷	8.85	2.86	72.22	845.41	重要种
日本枪乌贼	4.70	2.83	100.00	752.27	重要种
双喙耳乌贼	2.21	7.14	72.22	675.22	重要种
日本鼓虾	1.81	5.35	72.22	517.52	重要种
赤鼻棱鲷	3.64	3.06	72.22	484.35	重要种
葛氏长臂虾	2.01	4.33	72.22	457.34	重要种
黄鮟鱇	8.69	0.03	44.44	387.76	重要种
鹰爪虾	1.79	2.63	83.33	368.84	重要种
细巧拟对虾	0.96	4.30	55.56	291.99	重要种
六丝矛尾鰕虎鱼	1.77	1.17	88.89	261.48	重要种
细纹狮子鱼	3.12	0.39	77.78	272.61	重要种
脊腹褐虾	1.54	3.06	55.56	255.81	重要种
中华安乐虾	0.12	6.84	33.33	231.93	重要种
大泷六线鱼	0.89	0.76	66.67	109.87	重要种
红狼牙鰕虎鱼	1.01	0.51	61.11	92.86	常见种
周氏新对虾	0.73	0.59	55.56	73.21	常见种
疣背宽额虾	0.11	1.66	38.89	68.73	常见种
白姑鱼	2.32	0.10	27.78	67.08	常见种
鲜明鼓虾	0.59	0.72	50.00	65.14	常见种
长蛸	1.41	0.03	33.33	47.96	常见种
方氏云鲷	0.52	0.26	55.56	43.17	常见种
黄鲫	0.43	0.13	72.22	40.22	常见种

种类	重量组成 (W%)	数量组成 (N%)	出现频率 (F%)	相对重要性 指数 IRI	优势度
细螯虾	0.07	1.09	22.22	25.69	常见种
中华栉孔虾虎鱼	0.13	0.37	44.44	21.80	常见种
角木叶鲈(幼)	0.17	0.10	77.78	20.98	常见种
小黄鱼	0.36	0.05	44.44	17.99	常见种
尖海龙	0.09	0.32	38.89	15.76	常见种
三疣梭子蟹	0.38	0.06	33.33	14.65	常见种
矛尾鰕鳃鱼	0.21	0.07	44.44	12.63	常见种
鳀鱼	0.69	0.18	11.11	9.69	常见种
星康吉鳗	0.26	0.02	33.33	9.27	常见种
带纹条鳎	1.27	0.03	5.56	7.23	常见种
短蛸	0.26	0.02	22.22	6.21	常见种
玉筋鱼	0.14	0.23	16.67	6.11	常见种
鲛鱼	1.00	0.01	5.56	5.64	常见种
细条天竺鱼	0.04	0.04	44.44	3.22	常见种
日本蟳	0.23	0.01	11.11	2.69	常见种
石鲈(幼)	0.15	0.01	11.11	1.73	常见种
曼氏无针乌贼	0.23	0.01	5.56	1.31	常见种
中国对虾	0.27	0.01	5.56	1.54	常见种

(3) 多样性

1) 秋季

调查海域物种丰富度指数(D)范围为 2.0174~4.1676, 平均值为 3.1160, 物种均匀性指数(J')范围为 0.4161~0.7481, 平均值为 0.5625, 物种多样性指数(H')范围为 1.2929~2.3593, 平均值为 1.8019。

表 8.2- 40 秋游泳动物站位多样性指数

站位	D	J'	H'	站位	D	J'	H'
S1	3.6588	0.7481	2.2412	S12	2.5063	0.4668	1.4429
S2	3.7869	0.6839	2.0489	S13	2.6893	0.5478	1.6931

站位	D	J'	H'	站位	D	J'	H'
S3	3.2667	0.5750	1.9161	S14	2.3918	0.5613	1.7349
S4	3.2370	0.5967	1.9883	S15	3.4050	0.6206	2.0455
S5	4.1676	0.3934	1.3988	S16	2.6919	0.5839	1.8555
S6	3.4826	0.5951	1.9615	S17	2.6921	0.5447	1.6836
S7	3.1724	0.5766	1.9414	S18	3.5224	0.5810	1.9361
S8	2.0174	0.4563	1.2929	S19	2.8380	0.4650	1.4581
S9	3.9652	0.6808	2.3593	S20	3.5058	0.5526	1.8213
S10	2.7165	0.5617	1.8080	S27	2.9688	0.6073	1.9301
S11	2.7539	0.4146	1.2815	平均	3.1160	0.5625	1.8019

2) 春季

调查海域物种丰富度指数(D)范围为 1.3347~4.1982, 平均值为 2.8485, 物种均匀性指数(J')范围为 0.4034~0.7185, 平均值为 0.5916, 物种多样性指数(H')范围为 0.9690~2.2500, 平均值为 1.7772。

表 8.2- 41 春季游泳动物站位多样性指数

站位	D	J'	H'	站位	D	J'	H'
S1	2.5422	0.5874	1.8472	S16	2.6988	0.5321	1.8471
S2	3.1258	0.5675	1.7354	S17	3.1234	0.6678	1.9265
S3	2.3045	0.6249	1.8400	S18	3.1615	0.6565	2.1133
S4	2.9466	0.5987	1.9200	S19	2.7416	0.6234	1.6354
S5	2.9080	0.5867	1.8646	S20	3.5277	0.6247	2.0591
S6	3.0723	0.5940	1.8626	S21	3.0510	0.4795	1.5033
S7	2.8885	0.7176	2.2500	S22	3.1209	0.5706	1.8134
S8	2.6631	0.5312	1.6656	S23	2.0650	0.4034	1.0647
S9	2.5740	0.7106	1.6362	S24	2.9161	0.6922	2.1999
S10	3.3636	0.5038	1.6788	S25	2.4771	0.6312	1.9790
S11	1.3347	0.6689	1.4696	S26	3.5826	0.5624	1.8742
S12	2.7310	0.6234	1.5682	S27	4.1982	0.5287	1.8154
S13	2.8782	0.5471	1.6932	S28	3.1561	0.5451	1.7091

站位	D	J'	H'	站位	D	J'	H'
S14	3.0753	0.7185	2.2209				
S15	1.5302	0.4660	0.9690	平均	2.8485	0.5916	1.7772

8.2.5.4 鱼卵仔稚鱼调查结果

(1) 种类组成和优势种

1) 秋季

秋季使用水平网和垂直网调查,共采集到鲈鱼鱼卵 1 种,共 252 粒。仔稚鱼 4 种,共 60 尾。其中康氏小公鱼仔稚鱼 50 尾,占总仔稚鱼数量的 83.33%,褐菖鲉仔稚鱼 5 尾,占总仔稚鱼数量的 8.33%,日本鳀仔稚鱼 3 尾,占总仔稚鱼数量的 5%,徐氏平鲉仔稚鱼 2 尾,占总仔稚鱼数量的 3.33%。

表 8.2- 42 秋季鱼卵仔稚鱼组成概况

种类	鱼卵	仔稚鱼
	数量(粒)	数量(尾)
褐菖鲉 <i>Sebastes marmoratus</i>		5
日本鳀 <i>Engraulis japonicus</i>		3
康氏小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>		50
许氏平鲉 <i>Sebastes schlegelii</i>		2
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	252	
合计	252	60

2) 春季

调查海域使用水平网和垂直网调查,共采集到鱼卵 25 种,共 19969 尾,其中日本鳀卵 4495 粒,占总卵数的 22.51%;鲷科 4219 粒,占总卵数的 21.13%,黄姑鱼 2188 粒,占总卵数的 10.96%,斑鰆卵 1670 粒,占总卵数的 8.36%,皮氏叫姑鱼卵 1198 粒,占总卵数的 6%,多鳞鱈卵 1474 粒,占总卵数的 7.3%。仔稚鱼 7 种,共 425 尾。其中日本鳀仔稚鱼 265 尾,占总仔稚鱼数量的 62.35%,斑鰆仔稚鱼 120 尾,占总仔稚鱼数量的 28.24%,虾虎鱼科仔稚鱼 26 尾,占总仔稚鱼数量的 6.12%,厚头平鲉仔稚鱼 11 尾,占总仔稚鱼数量的 2.59%。

表 8.2- 43 春季鱼卵仔稚鱼组成概况

种类	鱼卵	仔稚鱼
	数量 (粒)	数量 (尾)
鲮 <i>Platycephalus indicus</i>	214	1
鲮 <i>Mugil cephalus</i>	4	
鲈 <i>Scomber japonicus</i>	80	
斑鲈 <i>Konosirus punctatus</i>	1670	120
带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>	16	
黄鲫 <i>etipinna taty</i>	4	
梭鱼 <i>Chelon haematocheilus</i>	703	
鲮科 <i>Callionymidae</i>	4219	
油鲷 <i>Sphyraena pinguis</i>	399	
银鲈 <i>Pampus argenteus</i>	546	
真鲷 <i>Chrysophrys major</i>	17	
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	908	1
长蛇鲭 <i>Saurida elongata</i>	17	
多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>	1474	
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	2188	1
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	418	
日本鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	4495	265
多齿蛇鲭 <i>Saurida tumbil</i>	24	
赤鼻棱鳀 <i>Thryssa chefuensis</i>	59	
厚头平鲷 <i>Sebastes pachycephalus</i>	0	11
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	307	
棘头梅童 <i>Collichthys lucidus</i>	999	
短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>	9	
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangeri</i>	1198	
青鳞小沙丁 <i>Sardinella zunasi</i>	1	
虾虎鱼科 <i>Gobiidae</i>		26
合计	14	425

(2) 数量分布

1) 秋季

调查海域通过水平网调查,在 21 个调查站位中有 14 个站位捕获鱼卵和仔稚鱼,其中 8 个站位出现了鱼卵,鱼卵出现频率为 38.09%;9 个站位出现仔稚鱼,仔稚鱼的出现频率为 42.86%。21 个站位中,通过垂直网调查有 6 个站位捕获到鱼卵,鱼卵出现频率为 28.57%,没有捕获到仔稚鱼。垂直网鱼卵最大值为 2 粒/站,最小值为 0,平均为 0.33 粒/站,鱼卵平均密度为 0.48 粒/m³。

由空间分布看,秋季鱼卵数量非常少,仅在崂山湾海域的 19、20 和 27 号站位有零星分布,其次是丁字湾口附近的 4、6、8 号站位,鱼卵分布没有高值区。

表 8.2- 44 鱼卵仔稚鱼数量分布

站号	鱼卵		仔稚鱼		站号	鱼卵		仔稚鱼	
	粒	粒/m ³	尾	尾/m ³		粒	粒/m ³	尾	尾/m ³
S1	0	0	0	0	S12	0	0	0	0
S2	0	0	0	0	S13	0	0	0	0
S3	0	0	0	0	S14	0	0	0	0
S4	1	1	0	0	S15	0	0	0	0
S5	0	0	0	0	S16	0	0	0	0
S6	1	1	0	0	S17	0	0	0	0
S7	0	0	0	0	S18	0	0	0	0
S8	1	2	0	0	S19	1	1	0	0
S9	0	0	0	0	S20	1	1	0	0
S10	0	0	0	0	S27	2	4	0	0
S11	0	0	0	0	平均	0.33	0.48		

2) 春季

调查海域通过水平网调查,在 21 个调查站位中都捕获鱼卵和仔稚鱼,其中鱼卵出现频率为 100%。21 个站位中,通过垂直网调查有 21 个站位捕获到鱼卵和仔稚鱼出现,垂直网鱼卵最大值为 87 粒/站,最小值为 0,平均为 13.79 粒/站,仔稚鱼最大值为 4 粒/站,最小值为 0,平均为 1.14 尾/站。鱼卵平均密度为 30.71 粒/m³,仔稚鱼平均密度为 2.24 尾/m³。由空间分布看,春季鱼卵和仔稚鱼密度近

岸水域大于远岸水域，厂址以南近岸水域有个别站位鱼卵高密度相对较大区，仔稚鱼相对分布比较均匀。.

表 8.2- 45 春季垂直网采鱼卵仔稚鱼数量分布

站号	鱼卵		仔稚鱼		站号	鱼卵		仔稚鱼	
	粒	粒/m ³	尾	尾/m ³		粒	粒/m ³	尾	尾/m ³
S1	24	24	4	4	S12	21	21	1	1
S2	12	12	4	4	S13	16	32	0	0
S3	4	4	1	4	S14	2	6	0	0
S4	50	50	1	2	S15	6	18	0	0
S5	59	118	2	4	S16	4	8	0	0
S6	3	3	0	0	S17	87	87	0	0
S7	17	34	2	4	S18	16	40	1	1
S8	20	60	1	3	S19	2	2	2	2
S9	6	24	0	0	S20	1	2	0	0
S10	11	33	2	6	S27	9	27	1	4
S11	10	40	2	8	平均	18.10	30.71	1.14	2.24

8.2.5.5 鱼类调查结果

(1) 生物量和密度

1) 秋季

调查海域鱼类的密度范围为 0.26~7.78kg/h，平均为 3.39 kg/h，尾数密度范围为 62~1921 尾/h，平均为 688.7 尾/h。根据渔获物分析，夏季调查幼鱼尾数占总尾数的 40.8%，幼鱼平均密度为 280.99 尾/h，成鱼平均密度为 407.72 尾/h；幼鱼生物量占总鱼类生物量的 46.3%，幼鱼平均生物量为 1.57kg/h，成鱼平均生物量为 1.82 kg/h。由空间分布看，丁字湾口东侧海域 7 号站位渔业生物生物量较高，丁字湾口内及湾口附近几个调查站位生物量较低；密度最高值出现在调查海域的中部深水区的 8 号。

表 8.2- 46 秋季鱼类的分布

站 位	生物量 (kg/h)	密度 (尾/h)	站 位	生物量 (kg/h)	密度 (尾/h)
S1	0.32	73	S12	6.32	423
S2	0.42	57	S13	1.67	312
S3	5.94	1243	S14	2.50	762
S4	5.01	1281	S15	7.78	1657
S5	3.80	111	S16	1.59	374
S6	1.73	104	S17	3.04	1526
S7	7.90	1262	S18	2.52	762
S8	6.19	1921	S19	3.86	133
S9	3.38	311	S20	0.96	199
S10	4.16	1809	S27	0.60	62
S11	0.26	65	平均	3.39	688.7

2) 春季

调查海域鱼类的密度范围为 0.066~22.52kg/h，平均为 4.34kg/h，尾数密度范围为 10~1710 尾/h，平均为 331.29 尾/h。根据渔获物分析，春季调查幼鱼尾数占总尾数的 36.8%，幼鱼平均密度为 121.9 尾/h，生物量为 1.60kg/h，成体鱼类平均生物量为 2.74kg/h，密度为 209.37 尾/h。由空间分布看，丁字湾河口附近海域渔业生物生物量较高，调查海域东西侧海域生物量低于中部生物量，近岸海域高于深水区海域的趋势。

表 8.2- 47 春季鱼类分布

站 位	生物量(kg/h)	密度（尾/h）	站 位	生物量(kg/h)	密度（尾/h）
S1	5.451	402	S12	2.604	205
S2	3.522	423	S13	2.856	308
S3	22.528	1710	S14	0.932	144
S4	4.363	332	S15	0.348	90
S5	7.548	594	S16	2.789	283
S6	4.301	315	S17	3.82	260

站位	生物量(kg/h)	密度(尾/h)	站位	生物量(kg/h)	密度(尾/h)
S7	7.518	663	S18	2.327	257
S8	1.34	131	S19	5.241	231
S9	0.066	10	S20	0.924	109
S10	5	161	S27	4.29	232
S11	3.404	97	平均	4.34	331.29

(2) 资源量

1) 秋季

调查海域鱼类平均生物量为 3.39 kg/h，其中，幼鱼平均密度为 280.99 尾/h，生物量为 1.57 kg/h。成体鱼类平均生物量为 1.82 kg/h，密度为 407.72 尾/h。经换算秋季鱼类平均资源量为 30.54kg/km²，成体鱼类平均资源量为 16.40kg/km²，幼鱼平均资源密度为 2529 尾/km²。

表 8.2- 48 秋季各站位鱼类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	2.30	1.23	239	S12	15.02	8.07	1146
S2	3.75	2.02	209	S13	22.47	12.07	2798
S3	53.49	28.73	4565	S14	70.02	37.60	6085
S4	45.10	24.22	4704	S15	14.32	7.69	1373
S5	34.19	18.36	408	S16	27.33	14.67	5604
S6	15.57	8.36	382	S17	22.72	12.20	2798
S7	71.10	38.18	4635	S18	34.72	18.64	488
S8	55.71	29.91	7055	S19	8.63	4.63	731
S9	30.45	16.35	1142	S20	5.40	2.90	228
S10	37.40	20.08	6643	S27	14.69	7.89	327
S11	56.91	30.56	1553	平均	30.54	16.40	2529

2) 春季

调查海域鱼类平均生物量为 4.34 kg/h，其中，幼鱼平均密度为 121.91 尾/h，生物量为 1.60 kg/h。成体鱼类平均生物量为 2.74 kg/h，密度为 209.37 尾/h。经换

算春季鱼类平均资源量为 39.11 kg/km²，成体鱼类平均资源量为 25.03kg/km²，幼鱼平均资源密度为 2147 尾/km²。

表 8.2- 49 春季各站位鱼类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	49.11	31.43	2605	S12	23.46	15.01	1329
S2	31.73	20.31	2741	S13	25.73	16.47	1996
S3	202.95	129.89	11082	S14	8.4	5.37	933
S4	39.31	25.16	2152	S15	3.13	2	583
S5	68	43.52	3850	S16	25.13	16.08	1834
S6	38.75	24.8	2041	S17	34.41	22.03	1685
S7	67.73	43.35	4297	S18	20.96	13.42	1666
S8	12.07	7.72	849	S19	47.22	30.22	1497
S9	0.59	0.38	65	S20	8.32	5.32	706
S10	45.05	28.83	1043	S27	38.64	24.73	1504
S11	30.67	19.63	629	平均	39.11	25.03	2147.00

8.2.5.6 虾蟹类调查结果

(1) 生物量和密度

1) 秋季

调查海域虾蟹类的密度范围为 0.16~22.51kg/h，平均为 7.10 kg/h，尾数密度范围为 91~4872 尾/h，平均为 2137 尾/h。根据渔获物分析，夏季调查幼鱼尾数占总尾数的 47.8%，幼鱼平均密度为 1022 尾/h，生物量为 2.96 kg/h，成体鱼类平均生物量为 4.14kg/h。

由空间分布看，丁字湾河口外几个站位生物量比较低，东部海域生物量较高，近岸海域低于深水区海域的趋势。

表 8.2- 50 秋季虾蟹类的分布

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S1	108	0.32	S12	1303	7.66
S2	91	0.16	S13	1654	5.27

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S3	2486	8.81	S14	4501	16.64
S4	2848	6.15	S15	1669	5.76
S5	2999	4.69	S16	3411	9.48
S6	1589	4.48	S17	1485	4.38
S7	5483	22.51	S18	1791	11.54
S8	593	2.44	S19	2091	4.16
S9	2133	11.54	S20	1581	2.69
S10	4872	12.84	S27	2009	6.63
S11	346	1.78	平均	2137	7.10

2) 春季

春季调查海域虾蟹类的密度范围为 0.37~6.23kg/h，平均为 3.33kg/h，尾数密度范围为 3~3399 尾/h，平均为 1275 尾/h。根据渔获物分析，春季调查幼鱼尾数占总尾数的 42.5%，幼鱼平均密度为 541.92 尾/h，生物量为 1.42 kg/h，成体鱼类平均生物量为 1.92kg/h，密度为 733.18 尾/h。由空间分布看，丁字湾河口附近海域渔业生物生物量较低，调查海域中部和西部海域高于东部，近岸海域低于深水区海域的趋势。

表 8.2- 51 春季虾蟹类的分布

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S1	2047	4.52	S12	1142	2.68
S2	1890	4.03	S13	1568	3.27
S3	755	2.55	S14	488	0.68
S4	890	2.14	S15	3	4.52
S5	2110	5.4	S16	890	4.7
S6	948	1.56	S17	943	4.23
S7	1362	5.28	S18	1287	5.16
S8	3399	3.67	S19	1802	1.46
S9	20	0.05	S20	1356	2.13
S10	2713	6.23	S27	989	5.17
S11	175	0.59	平均	1275.10	3.33

(2) 资源量

1) 秋季

调查海域虾蟹类站位资源量变动范围为 1.42-202.63 kg/km²，平均为 63.88 kg/km²，其中 7 号站位资源量最高，2 号站位资源量最低。位于核电厂址附近的 1、2 和 3 号站位平均资源量只有 27.85kg/km²。成体的资源量变动范围为 0.83-118.13 kg/km²，平均为 37.24 kg/km²。虾蟹类幼虾的密度变动范围为 392-23590 尾/km²，平均为 9198 尾/km²。

表 8.2- 52 秋季各站位虾蟹类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	2.84	1.66	465	S12	68.90	40.17	5606
S2	1.42	0.83	392	S13	39.44	22.99	6475
S3	79.29	46.23	10696	S14	149.80	87.34	19365
S4	55.34	32.26	12253	S15	51.82	30.21	7181
S5	42.23	24.62	12903	S16	85.29	49.73	14676
S6	40.33	23.51	6837	S17	39.44	22.99	6389
S7	202.63	118.13	23590	S18	103.88	60.56	7706
S8	21.97	12.81	2551	S19	37.47	21.85	8996
S9	103.91	60.58	9177	S20	24.17	14.09	6802
S10	115.57	67.38	20961	S27	59.63	34.76	8644
S11	16.03	9.35	1489	平均	63.88	37.24	9198

2) 春季

春季调查海域虾蟹类平均生物量为 3.33 kg/h，其中，幼虾蟹平均密度为 541.92 尾/h，生物量为 1.42 kg/h。成体虾蟹类平均生物量为 1.92 kg/h，密度为 7335 尾/h。经换算春季虾蟹类平均资源量为 28.08kg/km²，成体虾蟹类平均资源量为 17.97kg/km²，平均资源密度为 6599.2 尾/km²；幼虾蟹平均资源量 11.93 kg/km²，平均资源密度为 8263.52 尾/km²。

表 8.2- 53 春季各站位虾蟹类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	40.68	23.39	7830.56	S12	24.14	13.88	4368.59
S2	36.29	20.87	7229.97	S13	29.43	16.92	5998.20
S3	22.93	13.18	2888.16	S14	6.14	3.53	1866.79
S4	19.28	11.09	3404.59	S15	0.18	0.10	11.48
S5	48.63	27.96	8071.56	S16	42.29	24.32	3404.59
S6	14.01	8.06	3626.46	S17	38.08	21.90	3607.34
S7	47.56	27.35	5210.17	S18	46.46	26.71	4923.27
S8	32.99	18.97	13002.48	S19	13.11	7.54	6893.34
S9	0.44	0.25	76.51	S20	19.19	11.03	5187.22
S10	56.08	32.25	10378.26	S27	46.53	26.75	3783.30
S11	5.31	3.05	669.44	平均	28.08	16.15	4877.7

8.2.5.7 头足类调查结果

(1) 生物量和密度

1) 秋季

调查海域头足类的生物量范围为 0.02~7.42kg/h，平均为 1.11kg/h，尾数密度范围为 3~2739 尾/h，平均为 318 尾/h。根据渔获物分析，秋季调查幼鱼头足类尾数占总尾数的 38%，幼鱼头足类平均密度为 121 尾/h，成体头足类平均密度为 197 kg/h。幼鱼头足类生物量占总生物量的 42%，幼鱼头足类生物量为 0.46 kg/h，成体头足类平均生物量为 0.64 kg/h。由空间分布看，丁字湾内和丁字湾门口 1、2 和 3 号站位头足类生物量和密度较低，平均生物量和密度分别为 0.233 kg/h 和 55.6 尾/h；12 号站位的生物量和密度最高，分别为 7.42 kg/h 和 2739 尾/h。调查海域近岸海域低于深水区海域。

表 8.2- 54 秋季头足类的分布

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S1	7	0.03	S12	2739	7.42
S2	3	0.02	S13	195	1.45

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S3	157	0.65	S14	346	2.83
S4	64	0.17	S15	28	0.10
S5	382	1.17	S16	200	0.60
S6	54	0.14	S17	195	1.45
S7	65	0.46	S18	209	0.75
S8	268	0.92	S19	36	0.10
S9	41	0.12	S20	20	0.05
S10	189	0.92	S27	217	0.56
S11	1281	3.34	平均	318	1.11

2) 春季

调查海域头足类的生物量范围为 0.03~1.98kg/h，平均为 0.63 kg/h，尾数密度范围为 2~360 尾/h，平均为 149.62 尾/h。根据渔获物分析，春季调查幼鱼头足类尾数占总尾数的 35%，幼鱼头足类平均密度为 52.37 尾/h，生物量为 0.22kg/h，成体头足类平均生物量为 0.41 kg/h，密度为 97.25 尾/h。由空间分布看，崂山湾内头足类生物量和密度较高，调查海域东西侧海域生物量高于中部生物量，近岸海域高于深水区海域。

表 8.2- 55 春季头足类的分布

站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)	站位	生物密度（尾/h）	生物量(kg/h)
S1	256	0.65	S12	89	0.53
S2	360	0.48	S13	123	0.86
S3	2	0.09	S14	292	1
S4	156	0.84	S15	4	0.03
S5	18	0.3	S16	210	0.75
S6	25	0.34	S17	187	0.62
S7	6	0.15	S18	437	1.98
S8	340	0.85	S19	145	0.63
S9	3	0.04	S20	123	0.61
S10	189	1.43	S27	48	0.72
S11	129	0.32	平均	149.62	0.63

(2) 资源量

1) 秋季

调查海域头足类站位资源量变动范围为 0.14~30.06 kg/km²，平均为 9.96 kg/km²。其中 2 号站位头足类资源量最低（0.14 kg/km²），11 号站位头足类资源量最高（30.06 kg/km²），其次是 14 号站位（25.47kg/km²）。幼鱼头足类的密度变动范围为 10~9368 尾/km²，平均为 1091 尾/km²。其中 12 号站位密度最高（9368 尾/km²），其次是 11 号站位（4381 尾/km²）。

表 8.2- 56 秋季各站位头足类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	0.26	0.15	24	S12	66.78	38.73	9368
S2	0.14	0.08	10	S13	13.05	7.57	667
S3	5.81	3.37	537	S14	25.47	14.77	1183
S4	1.51	0.88	219	S15	0.86	0.50	96
S5	10.53	6.11	1307	S16	5.40	3.13	684
S6	1.22	0.70	185	S17	13.05	7.57	667
S7	4.14	2.40	222	S18	6.75	3.92	715
S8	8.28	4.80	917	S19	0.90	0.52	123
S9	1.12	0.65	140	S20	0.49	0.28	68
S10	8.28	4.80	646	S27	5.07	2.94	742
S11	30.06	17.44	4381	平均	9.96	5.78	1091

2) 春季

调查海域头足类平均生物量为 0.63 kg/h，其中，幼鱼平均密度为 52.37 尾/h，生物量为 0.22kg/h。成体头足类平均生物量为 0.41kg/h，密度为 97.25 尾/h。经换算春季头足类平均资源量为 5.66 kg/km²，成体头足类平均资源量为 3.68kg/km²，平均资源密度为 875.36 尾/km²；幼体头足类平均资源量为 1.98kg/km²，平均资源密度为 471.35 尾/km²。

表 8.2- 57 春季各站位头足类资源量

站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²	站位	资源量 kg/km ²	成体资源量 kg/km ²	幼鱼密度 尾/km ²
S1	5.89	3.83	806.48	S12	4.73	3.08	387.49
S2	4.3	2.8	1134.11	S13	7.71	5.01	919.89
S3	0.83	0.54	6.30	S14	9	5.85	12.60
S4	7.57	4.92	491.45	S15	0.25	0.16	661.57
S5	2.7	1.76	56.71	S16	6.79	4.41	589.11
S6	3.06	1.99	78.76	S17	5.61	3.64	1376.69
S7	1.31	0.85	18.90	S18	17.79	11.57	456.80
S8	7.63	4.96	1071.11	S19	5.71	3.71	387.49
S9	0.32	0.21	9.45	S20	5.49	3.57	151.22
S10	12.85	8.35	595.41	S27	6.44	4.19	387.49
S11	2.84	1.84	406.39	平均	5.66	3.68	471.35

8.2.6 生物体质量

生物体质量资料引自中国水产科学研究院黄海水产研究所编制的《山东莱阳核电项目渔业资源调查专题报告》。

8.2.6.1 实验材料

在调查海域采集和收集的成熟期样品包括贝类、藻类、定居性或活动性差的鱼类、甲壳类等，根据渔业资源调查结果以及潮间带生物调查情况，生物质量种类包括黄鲫、口虾蛄、长蛸、脉红螺、鼠尾藻等。其中鼠尾藻等采自丁字调查潮间带海域，矛尾鰕虎鱼、脊尾白虾等在调查站位拖网采集，扁玉螺等贝类、日本枪乌贼等头足类由调查收集及近岸渔业码头小型作业渔船收集组成。检测的物种均为本地常见海洋生物，并且包括了头足类、甲壳类、鱼类和藻类，在类群和物种方面具有广泛代表性，能够较好地代表检测物种的质量状况。

8.2.6.2 检测指标

海洋生物质量指标：重金属（汞、铅、镉、铜、砷）、石油烃、农药含量、毒素、激素等。

8.2.6.3 检测方法

按照《海洋监测规范第六部分：生物体分析》GB 17378.6-2007、《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）的要求，进行生物质量调查工作。具体分析方法如表 8.2- 58。

表 8.2- 58 生物体质量监测项目分析方法

检测要素	检测方法和过程
铜	采用无火焰原子吸收分光光度法。生物样品经硝酸-过氧化氢消化，在波长 324.7 nm 处直接进行石墨炉原子吸收分光光度测定
铅	采用无火焰原子吸收分光光度法。生物样品在高压罐中用硝酸消化，于在 283.3 nm 波长处，用石墨炉原子吸收分光光度法测定铅的含量
镉	采用无火焰原子吸收分光光度法。生物干样在高压罐中用硝酸消化，在 228.8nm 吸收波长下，用石墨炉原子吸收分光光度法测定镉含量
总汞	采用冷原子吸收光度法，本方法适用于海洋生物体中总汞的测定。对含碘量高的生物样品，添加适量硝酸银消除碘对测定的干扰。以五氧化二钒作催化剂，用硝酸-硫酸消化生物样品，将有机汞全部转化为无机汞，再用氯化亚锡将汞离子还原成金属汞，用气液平衡开路吸气冷原子吸收测定系统于 253.7nm 波长测定总汞含量
砷	采用氢化物原子吸收分光光度法。生物样品经硝酸-硫酸消化。在酸性介质中，用抗坏血酸将砷（V）还原成砷（三），用硼氢化钾将砷（三）转化成砷化氢，由载气将砷化氢导入原子化器，于 193.7 nm 波长处进行原子吸收分光光度测定
油类	采用荧光分光光度法。生物样品经氢氧化钠皂化，用氟里昂萃取。将萃取液中的氟里昂蒸发后，残留物用环己烷溶解，于激发波长 310 nm，发射波长 360 nm 处进行荧光分光光度测定
农药、激素类	生物样品中 666、DDT 等有机氯农药经索式提取器提取于正己烷中，用佛罗里硅土吸附柱去除萃取液中的脂肪和色素，二氯甲烷-正己烷淋洗液供 666 气相色谱测定，此淋洗液再经活性炭吸附柱去除 PCB5，丙酮淋洗液供 DDT 和狄氏剂气相色谱测定

8.2.6.4 评价方法

双壳贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）第一类标准（表 8.2- 59），其他软体动物、甲壳动物和鱼类等的重金属、石油烃评价参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 进行评价（表 8.2- 60）。

表 8.2- 59 生物质量评价标准（单位：mg/kg）

生物类别	总汞	镉	锌	铅	铜	砷	石油烃
软体动物（非双壳贝类）	≤0.3	≤5.5	≤250	≤10	≤100	1	≤20
甲壳类	≤0.2	≤2.0	≤150	≤2.0	≤100	1	≤20
鱼类	≤0.3	≤0.6	≤40	≤2.0	≤20	1	≤20



表 8.2- 60 海洋生物（双壳贝类）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 ≤	0.05	0.10	0.30
2	镉 ≤	0.2	2.0	5.0
3	铅 ≤	0.1	2.0	6.0
4	铬 ≤	0.5	2.0	6.0
5	砷 ≤	1.0	5.0	8.0
6	铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 ≤	15	50	80

采用单因子污染指数法和金属污染指数法评价调查海域生物体质量，其方法如下：

单因子污染指数法计算公式为：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中 P_i 为污染因子 i 的污染指数， C_i 为污染因子 i 的浓度， S_i 为污染因子 i 的评价标准，单因子污染指数评价标准见表 8.2- 61。

表 8.2- 61 单因子污染指数评价标准

P_i	< 0.2	0.2-0.6	0.6-1	>1
污染等级	I	II	III	IV
污染程度	正常	轻度	中度	重度

8.2.6.5 秋季检测结果

生物质量结果如表 8.2- 62，所有生物均未检测出农药和激素。

表 8.2- 62 秋季海洋生物生物质量检测结果

指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺	鼠尾藻
六六六	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
滴滴涕	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
恩诺沙星	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
沙拉沙星	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺	鼠尾藻
石油烃	30.66	19.25	29.32	6.97	14.80
铜	1.98	77	101	46.84	5.4
砷	3.1	3.25	4.04	5.21	4.025
镉	0.048	2.93	2.92	3.32	0.276
铅	0.155	0.237	0.708	0.76	3.06
总汞	0.114	0.1169	0.737	0.367	0.054

1) 重金属

生物体内铜元素含量的变化范围为 1.98~101mg/kg，平均值为 46.44mg/kg；砷含量变化范围为 3.1~5.21mg/kg，平均值为 3.93mg/kg；镉含量变化范围为 0.048~3.32mg/kg，平均值为 1.90mg/kg；铅含量变化范围为 0.155~3.06mg/kg，平均值为 0.98mg/kg；汞含量变化范围为 0.054~0.737mg/kg，平均值为 0.28mg/kg。

2) 石油烃

生物体内石油烃的含量变化范围为 6.97~30.66mg/kg，平均为 20.2mg/kg。其中脉红螺体内石油烃含量最低，为 6.97mg/kg，黄鲫的石油烃含量最高，为 30.66mg/kg。

8.2.6.6 春季检测结果

生物质量结果如表 8.2- 63，所有生物均未检测出农药和激素。

表 8.2- 63 春季海洋生物生物质量检测结果

指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺	鼠尾藻
六六六	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
滴滴涕	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
恩诺沙星	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
沙拉沙星	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
石油烃	4.36	12.12	6.78	2.09	9.78
铜	2.36	10.67	19.4	4.55	7.58
砷	2.36	2.19	2.07	3.47	9.41
镉	0.08	1.27	2.17	3.58	0.374
铅	0.017	0.221	0.425	0.647	1.367

指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺	鼠尾藻
总汞	0.09	0.134	0.277	0.399	0.078

1) 重金属

生物体内铜元素含量的变化范围为 2.36~10.68mg/kg, 平均值为 8.91mg/kg; 砷含量变化范围为 1.42~9.41mg/kg, 平均值为 3.9mg/kg; 镉含量变化范围为 0.08~3.58mg/kg, 平均值为 1.49mg/kg; 铅含量变化范围为 0.017~1.367mg/kg, 平均值为 0.54mg/kg; 汞含量变化范围为 0.078~0.399mg/kg, 平均值为 0.20mg/kg。

2) 石油烃

生物体内石油烃的含量变化范围为 2.09~12.12mg/kg, 平均为 7.03mg/kg。其中脉红螺体内石油烃含量最低为, 2.09mg/kg, 口虾蛄的石油烃含量最高, 为 12.12mg/kg。

8.2.6.7 评价结果

(1) 秋季

使用单因子污染指数法公式计算, 生物质量评价结果见表 8.2- 64, 黄鲫体内的超标因子为石油烃和砷, 石油烃的超标倍数为 1.53, 砷的超标倍数为 3.10; 口虾蛄体内的超标因子为砷和镉, 砷的超标倍数为 3.25, 镉的超标倍数为 1.47; 长蛸体内的超标因子为石油烃、铜、砷和汞, 石油烃的超标倍数为 1.47, 铜的超标倍数为 1.01, 砷的超标倍数为 4.04, 汞的超标倍数为 2.46; 脉红螺体内超标因子为砷、汞, 砷的超标倍数为 5.21, 汞的超标倍数为 1.22。

表 8.2- 64 各生物类别的生物质量评价 (秋季)

生物 指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺
石油烃	1.53	0.96	1.47	0.35
铜	0.10	0.77	1.01	0.47
砷	3.10	3.25	4.04	5.21
镉	0.08	1.47	0.53	0.60
铅	0.08	0.12	0.07	0.08
总汞	0.38	0.58	2.46	1.22

(2) 春季

生物质量评价结果见表 8.2- 65，黄鲫体内的超标因子为砷，砷的超标倍数为 2.36；口虾蛄体内的超标因子为砷，砷的超标倍数为 2.19；长蛸体内的超标因子为砷，砷的超标倍数为 2.07；脉红螺体内超标因子为砷、汞，砷的超标倍数为 3.47，汞的超标倍数为 1.33。

表 8.2- 65 各生物类别的生物质量评价（秋季）

生物 指标	黄鲫	口虾蛄	长蛸	脉红螺
石油烃	0.22	0.61	0.34	0.10
铜	0.12	0.11	0.19	0.05
砷	2.36	2.19	2.07	3.47
镉	0.13	0.64	0.39	0.65
铅	0.01	0.11	0.04	0.06
总汞	0.30	0.67	0.92	1.33

8.3 海洋生态环境影响预测与评价

8.3.1 水文动力环境影响预测评价

项目位于丁字湾西北侧，图 8.3- 1~图 8.3- 3 为项目附近涨急时和落急时的现状潮流场。涨急时工程周边潮流整体自东南向西北流动，西侧海域流速在 15-75cm/s 之间；落急时潮流自西北向东南流动，工程西侧海域流速在 10-65cm/s 之间大坝周边海域流速较小。

项目施工便道、钢板施工平台和桩基均在养殖池内建设，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外界水系相隔，项目建设不会对外侧海域水动力环境造成影响。

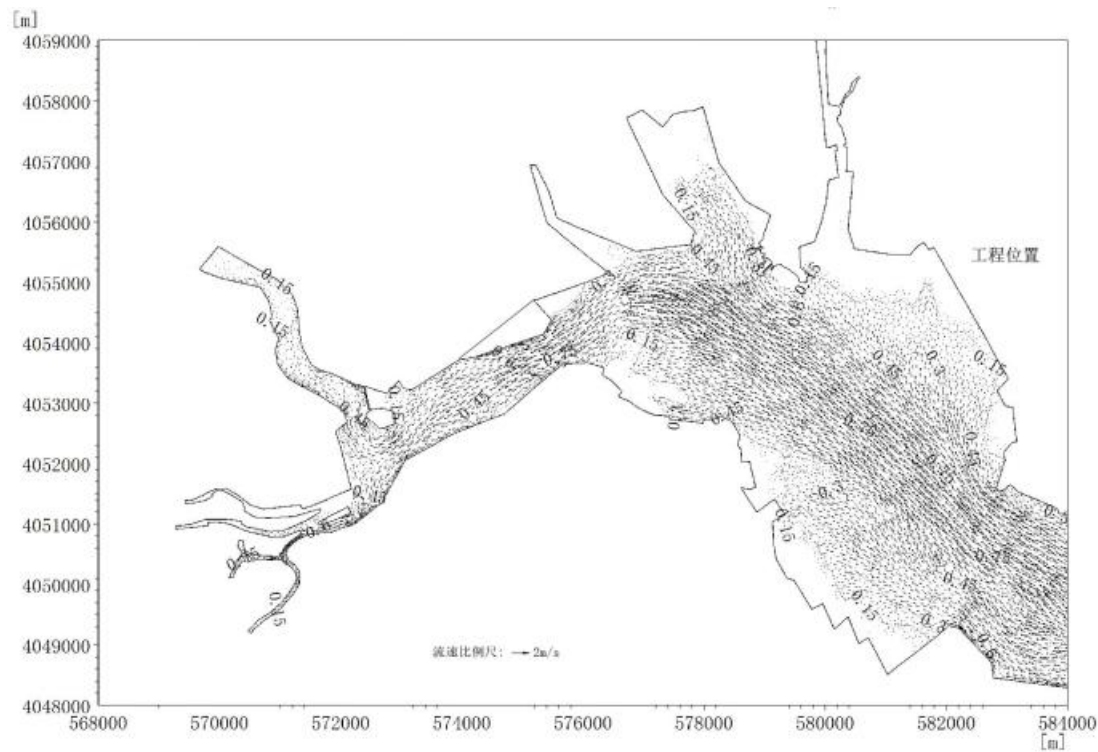


图 8.3-1 工程海域现状潮流场（涨急时）

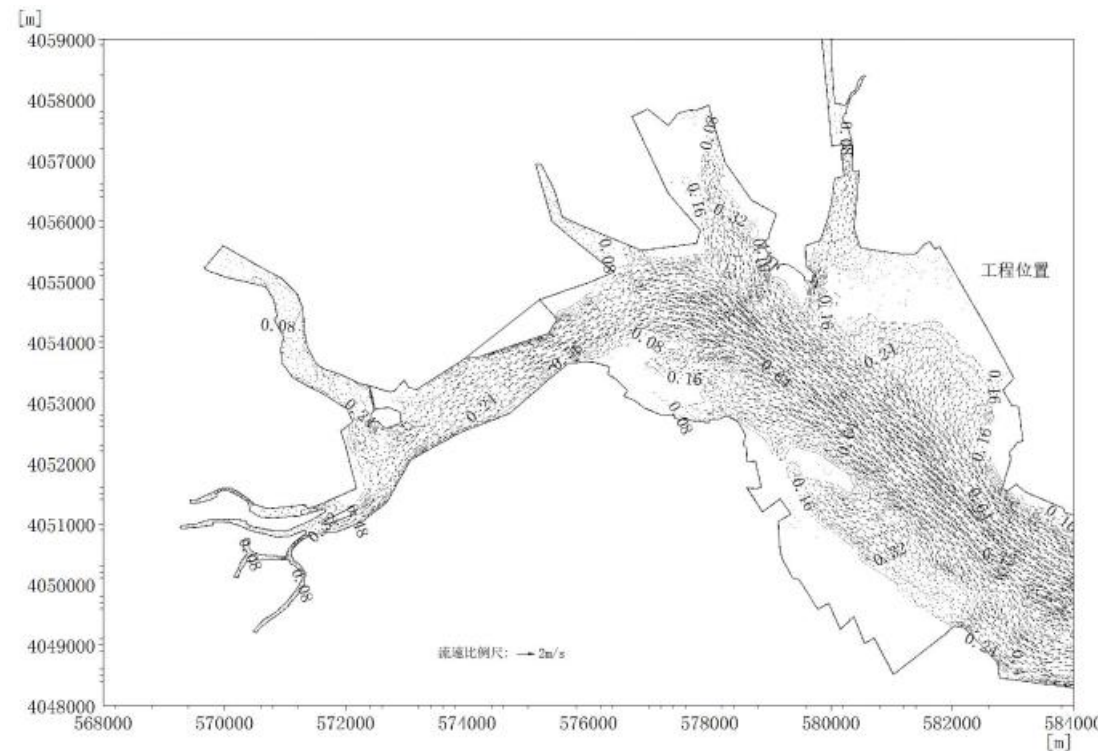


图 8.3-2 工程海域现状潮流场（落急时）



图 8.3- 3 工程与周边池塘位置关系图

8.3.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

图 8.3- 4 为工程周边年冲淤效果图，工程所在丁字湾河道位置基本处于冲刷状态，浅滩位置基本处于淤积状态；工程东侧河道处于微冲刷状态，年最大侵蚀量约为 0.06m。

项目施工便道、钢板施工平台和桩基均在养殖池内建设，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧海域冲淤环境造成影响。

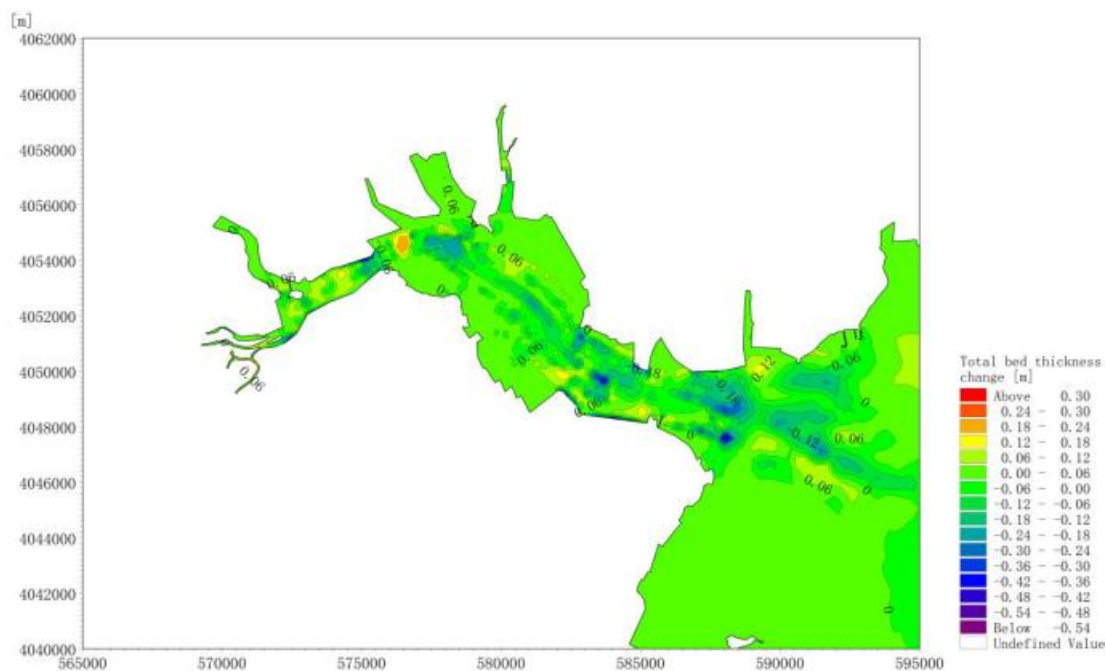


图 8.3-4 工程现状年冲淤效果图

8.3.3 海水水质环境影响分析

本工程钢板施工平台、塔基和配套道路均位于围海养殖池塘内部，工程施工采用干塘施工，同时由于围海养殖池塘坝埂的阻挡，工程建设不会对开放式海域产生影响，工程施工期不会产生悬浮泥沙扩散，不会对周边海域的水质环境产生影响。

工程运营期主要用于电力的输送，线路投运后主要进行线路的运维检修，不设定劳动定员，不设固定工作人员岗位，没有生活污水产生。本工程施工期产生的废水主要为施工人员产生的生活污水。

施工期施工人员生活污水主要污染物为 COD、氨氮、总氮、总磷等，项目施工期间施工作业人员居住于附近村庄，生活污水利用农村厕所收集外运作农肥。

综上所述，项目建设不会对周边水质环境造成影响。

8.3.4 海洋沉积物环境影响预测和评价

工程运营期主要用于电力的输送，无污染物入海，不会对海水水质、沉积物环境产生不利影响。工程施工期间，生活垃圾和污水均妥善处理，不向海域排放，施工单位制定了严格的管理制度，施工期间严格限制向海域排放废水、丢弃垃圾等；项目施工期将养殖池内水排干后再进行施工，施工不会产生悬浮泥沙，且项目施工位于养殖池内，不会对海底沉积物质量造成不利影响。

综合分析，工程建设不会对海洋沉积物产生影响。

8.3.5 海洋生态环境影响预测和评价

8.3.5.1 对海洋生态环境的影响

(1) 施工期对生态环境的影响分析

本工程钢板施工平台、塔基和配套道路均位于围海养殖池塘内部，工程施工采用干塘施工，同时由于围海养殖池塘坝埂的阻挡，工程建设不会对开放式海域产生影响，不会对周边海域水文动力产生影响，用海工程的建设对周边海域的水动力环境基本无影响，工程的建设不会改变开放海域的水深地形条件，对周边海域地形地貌与冲淤环境无影响。

工程建设采取干塘施工不会引起悬浮泥沙的扩散，钢板施工平台拆除后，养殖池塘会重新开展养殖活动。受周边池塘堤坝的围合作用，项目建设对外海侧的浮游生物、底栖生物、游泳动物等基本无影响，对外侧海域的湿地、海洋生态保护红线及生物生境等基本无影响。

项目施工期对海洋生态环境影响较小，可以接受。

(2) 运营期对生态环境的影响分析

本工程运营期为输电线路，无具体运营活动，无传统废水固废等污染物的产生与排放，不会对水动力环境、冲淤环境以及水质环境产生不利影响。本工程道路用海方式为透水构筑物和非透水构筑物，工程建设会将用海区域天然底栖生物全部掩埋。通过生态损害评估计算，工程建设造成的生物损失量较小，可通过适当的生态修复措施进行修复。

综上所述，项目建设对生态有一定影响，但影响可以接受。

8.3.5.2 对鸟类的影响

(1) 对鸟类栖息和觅食的影响

本工程建设内容包括塔基、钢板施工平台和配套道路。对鸟类主要影响因素有：铁塔安装、施工机械及车辆设备运输等施工活动；各种施工机械、车辆以及桩基础施工打桩等施工活动产生的噪声干扰，会对工程附近的鸟类产生一定影响。

本项目施工位于养殖池塘内，属于人为活动较聚集区，不占用鸟类栖息地和觅食场所，仅有少量鸟类在此活动，项目建设期间的噪声较大可能会影响施工区内鸟类的正常觅食，由于鸟类有规避性，可以通过主动规避来选择其他地点觅食。

因此，项目建设期间对鸟类的栖息和觅食影响总体非常小。

本工程运营期主要是输电线路，工程建成后不涉及运营活动，不会影响鸟类的觅食；项目塔基和施工道路的建设会占用部分湿地空间，占用区域主要为现状池塘坝埂护坡，位于养殖池塘内部且占用空间较小，该区域也属于人为活动较聚集区，鸟类会主动规避该区域。因此，工程运营期不会对鸟类的栖息和觅食影响不大。

（2）对鸟类迁徙的影响

项目线塔有一定高度，可能会对鸟类迁徙产生一定的影响，在候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024—2030 年）》（2024 年 6 月）中，标注了中国 4 条候鸟迁飞通道（见图 8.3- 5~图 8.3- 6）。

项目区海洋区域不位于鸟类迁飞通道区域，对鸟类的迁徙影响很小。

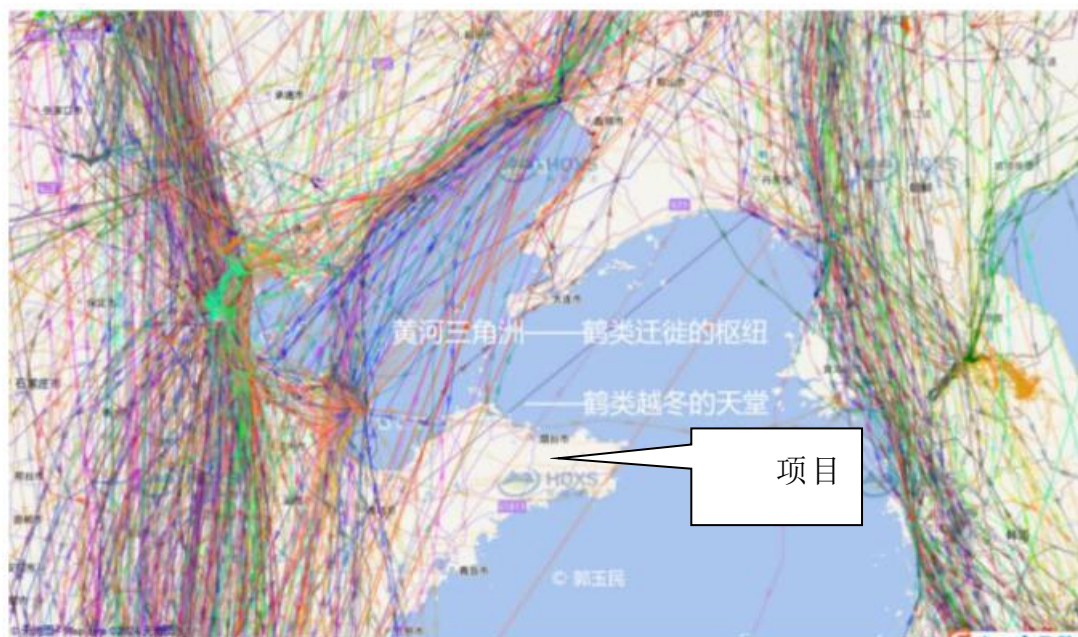


图 8.3- 5 黄河三角洲附近鸟类迁飞路线示意图

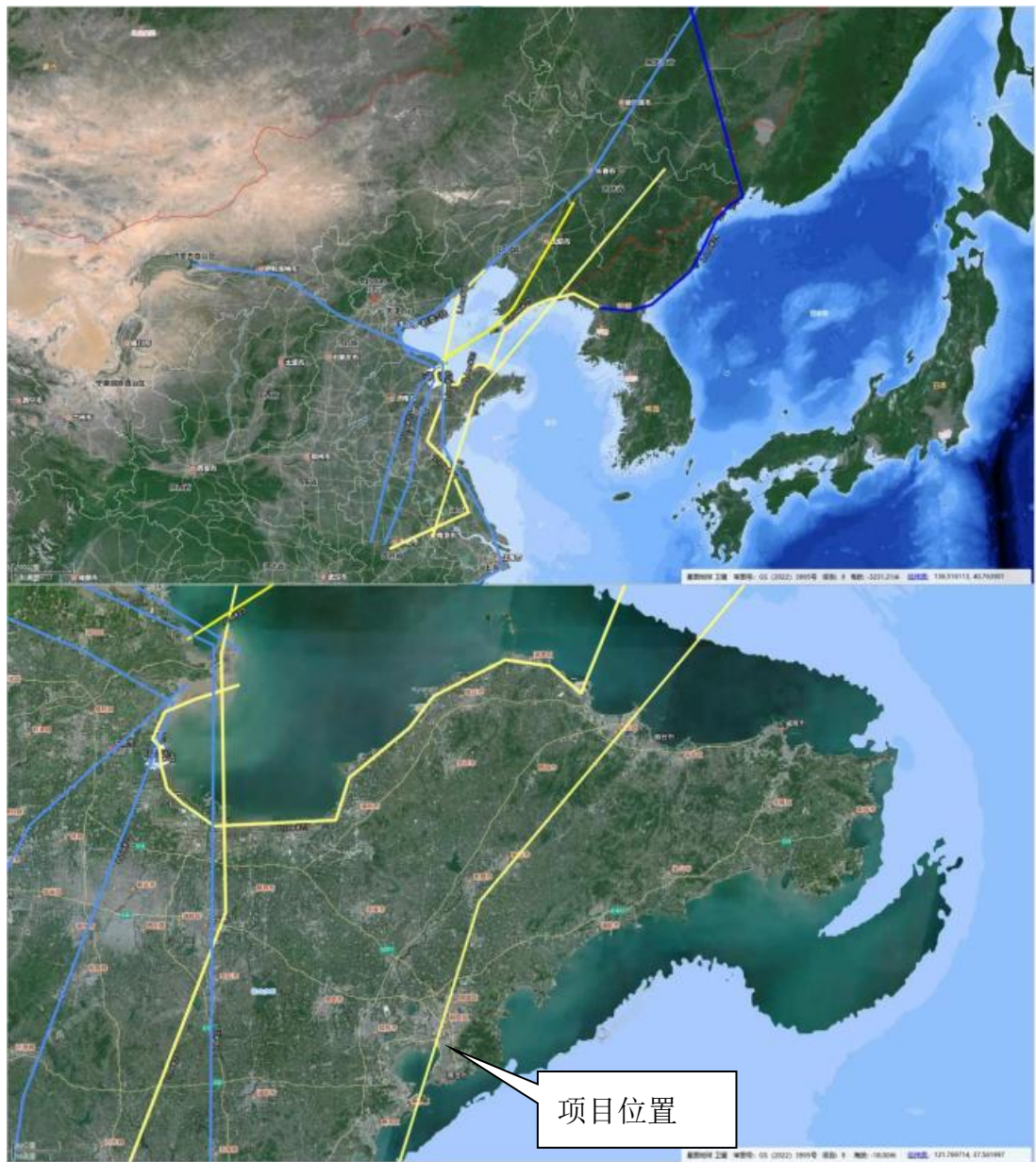


图 8.3- 6 项目周边鸟类迁飞通道示意图

综上所述，项目建设对鸟类的栖息和觅食影响不大，不会影响鸟类迁徙，对鸟类影响较小，可以接受。

8.3.5.3 对岸线的影响

本工程塔基和钢板施工平台位于围海养殖池塘内部，不占用海岸线；配套道路用海方式为非透水构筑物，道路建设占用人工岸线 30.91m，其中道路 1 占用 15.97m，道路 2 占用 7.27m，道路 3 占用 7.67m，不占用自然岸线，不形成有效岸线。

本工程建设区域两岸均为人工岸线，占用岸线二级类为围海，工程建设占用

岸线示意图如图 8.3- 7~图 8.3- 8。工程建设不占用自然岸线，不形成有效岸线，项目建设不会对岸线资源产生较大影响。

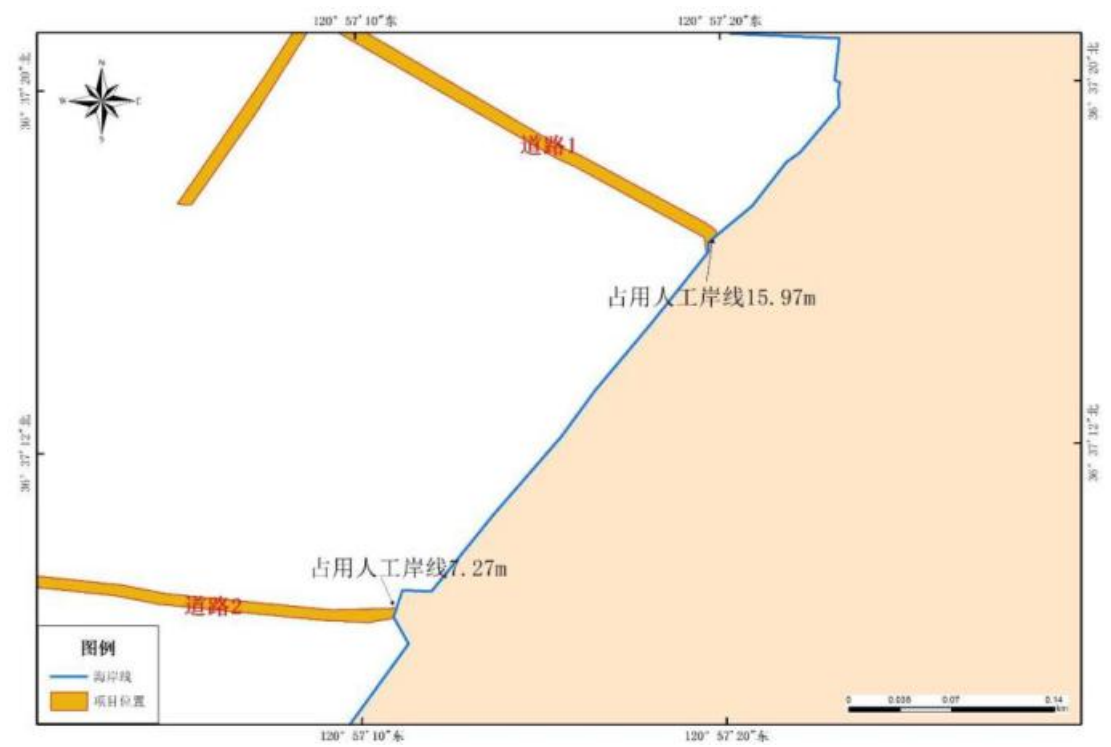


图 8.3- 7 配套道路 1、2 建设占用岸线示意图

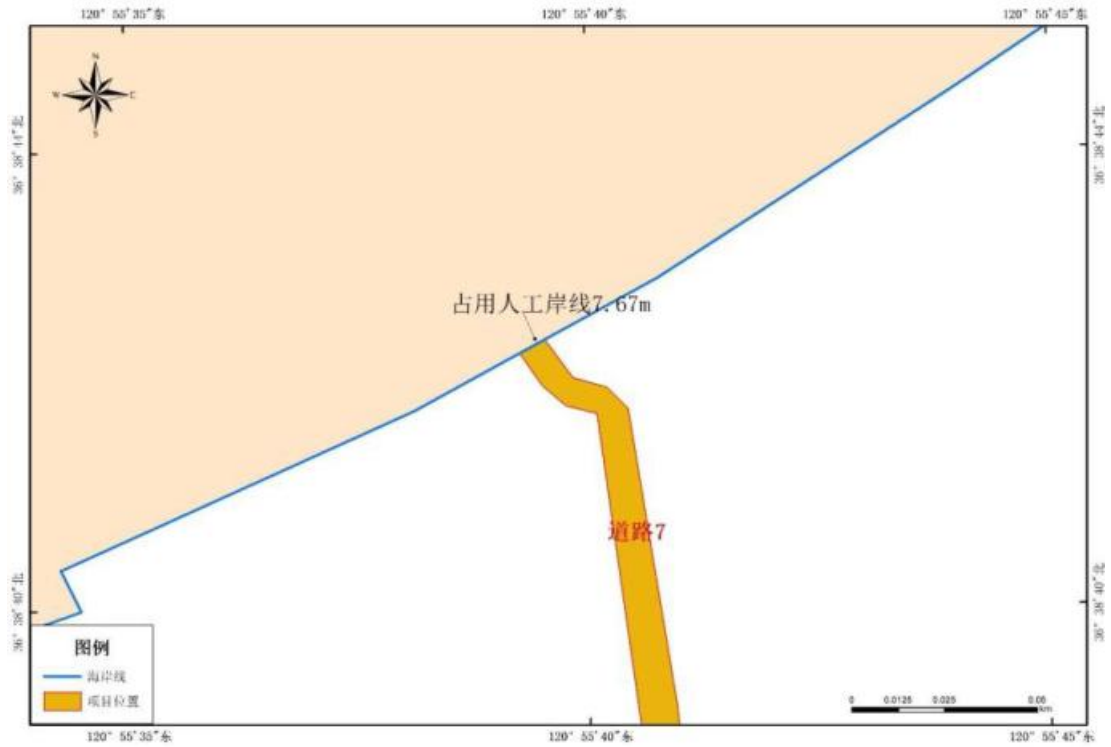


图 8.3- 8 配套道路 7 建设占用岸线示意图

8.3.5.4 项目用海对河口、湿地资源影响分析

本工程输电线路横跨取排水沟渠，塔基、钢板施工平台、配套道路建设不占用河道，不会对河口行洪产生影响。

本工程配套道路占用一般湿地，按照《山东省湿地保护条例》“禁止占用省级重要湿地，国家和省重点项目、防灾减灾项目、重点水利及保护设施、湿地保护项目等无法避让确需占用省级重要湿地的，应当征求省人民政府林业主管部门和相关部门的意见。占用一般湿地，应当征求县级以上人民政府林业主管部门和相关部门的意见。”根据海阳市林业局回复意见“工程（道路用海范围）占用一般湿地，占用面积 0.3802hm²，其中：占用河流水面 0.3802hm²。请施工单位于项目施工前依法依规办理占用湿地相关手续”，回复意见见附件 7。工程建设占用区域为现状池塘坝埂护坡，配套道路建设无向开放式海域扩建的区域，占用湿地范围为现状池塘坝埂。工程建设不会对湿地产生影响。

8.3.5.5 海洋生物资源损失量

本报告生物资源损失量按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中规定的有关方法计算。

本项目位于烟台丁字湾东部海域，养殖池塘内部，目前养殖池进行对虾养殖，工程区主要生物资源为底栖生物和养殖对虾，项目施工前将进行对虾捕获，不会对此对虾养殖产生影响；项目施工便道占用部分养殖空间，将进行占用养殖补偿。根据项目特点，选择浮游生物、潮间带底栖生物进行生物资源损害评估。

根据用海情况，本工程配套道路占用海域面积 5.6681hm²，塔基实际占用海域面积 1.1279hm²，钢板施工平台占用海域面积 2.1681hm²。

（1）损失评估方法

占用水域造成的生物资源损失

工程建设需要占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按下式计算：

$$W_i = D_i \times S_i \dots\dots\dots$$

Wi——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

Di——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²）；

Si—第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

(2) 项目用海区域生物资源密度

潮间带底栖生物根据 2022 年 4-5 月（春季）、2022 年 11 月（秋季）调查结果取平均值计算，调查站位及调查结果见章节 8.2。

表 8.3-1 工程附近海域生物资源密度

类别	时间	生物资源密度		平均值
		单位	密度	
浮游植物	2022 年 4-5 月	个/m ³	9.38×104	639.74×104
	2022 年 11 月	个/m ³	1270.1×104	
浮游动物	2022 年 4-5 月	mg/m ³	133.73	110.25
	2022 年 11 月	mg/m ³	86.77	
潮间带底栖生物	2022 年 4-5 月	g/m ²	133.73	183.03
	2022 年 11 月	g/m ²	232.32	

(3) 生物损失计算结果

项目道路和塔基占用产生的生态损失按照占用面积 6.7960ha 进行计算，临时用海损失按照钢板施工平台占用海域面积 2.1681hm² 进行计算，平均水深取 1.0m。共造成生态损失如表 8.3-2 所示。

表 8.3-2 项目建设造成生物资源损害评估

生物类型	平均生物量		占用单元	补偿面积 S (ha)	水深 h (m)	损失 数量	单位
	D					D×S×h	
浮游植物	个/m³	6397400	道路和塔基	6.7960	1	4.35E+11	个
	个/m³	6397400	钢板施工平台	2.1681	1	1.39E+11	个
浮游动物	mg/m³	110.25	道路和塔基	6.7960	1	7.49	kg
	mg/m³	110.25	钢板施工平台	2.1681	1	2.39	kg
潮间带底栖 生物	g/m²	183.03	道路和塔基	6.7960	/	12.44	t
	g/m²	183.03	钢板施工平台	2.1681	/	3.97	t

根据计算结果，塔基和配套道路建设共造成生物损失量浮游植物 4.35×10¹¹ 个，浮游动物 7.49kg，潮间带生物 12.44t；钢板施工平台建设共造成生物损失量浮游植物 1.39×10¹¹ 个，浮游动物 2.39kg，潮间带生物 3.97t。

(4) 生物资源补偿分析

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“占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”，项目建设属永久性占用渔业水域，补偿年限按 20 年计算；②“一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍”。

由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

底栖生物经济价值按下式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M——经济损失额，单位为元（元）；W——生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E——生物资源的价格，底栖生物的价格按当地当年的海洋捕捞产值与产量均值的比值计算。

浮游动物转化为渔业资源后平均价格按 15 元/kg 计算；潮间带生物按 1 万元/t 计。

表 8.3- 3 生物资源损失经济补偿明细

用海单元	生物类型	单位	损失量值	转化率	价格	补偿倍数	核算金额	合计
			W	C	J	a	(万元)	(万元)
道路和塔基占用	浮游动物	kg	7.49	10%	15 元/kg	20	0.0225	260.7336
	潮间带底栖动物	t	12.44	-	1 万元/t	20	248.8000	
钢板施工平台占用	浮游动物	kg	2.39	10%	15 元/kg	3	0.0011	
	潮间带底栖动物	t	3.97	-	1 万元/t	3	11.9100	

根据计算结果，生物资源损失经济补偿金额共约为 260.73 万元。

(5) 生态损失评价结果

建设单位作为生态补偿的责任主体，应采取生态修复和补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响。

8.3.6 海洋环境敏感目标影响分析

工程周边环境敏感区主要包括保护区、生态保护红线、围海养殖和开放式养

殖、海岛、村庄等。

8.3.6.1 对保护区的影响分析

项目距离西侧莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区最近距离约 4.26km，距离东侧山东海阳万米海滩海洋资源国家级海洋特别保护区最近距离约 11.23km，距离较远，项目建设不会对周边保护区的水文动力环境与冲淤环境产生影响。

项目施工过程中施工人员产生的生活污水、机械含油污水、固体垃圾具有合理的处置措施，不外排；运营期间污染物均合理处置，不会对海水水质产生明显影响。

综上所述，工程建设不会对山东莱阳五龙河口滨海湿地国家级海洋特别保护区、东海阳万米海滩海洋资源国家级海洋特别保护区产生明显影响。

8.3.6.2 对生态保护红线的影响分析

项目周边海域生态红线区主要包括：项目南侧最近约 0.97km 的丁字湾湿地重要滩涂及浅海水域生态保护红线，项目东侧最近约 13.2km 的烟台海阳万米海滩海岸侵蚀极脆弱区生态保护红线。

项目施工便道、钢板施工平台、基础均在养殖池塘范围内进行施工，外侧有养殖堤坝阻隔，不会对红线区造成不利影响。

8.3.6.3 对养殖区的影响

项目占用海阳市行村镇桃林村民委员会围海养殖、海阳市辛安镇卓格庄村民委员会围海养殖，此外还包括东侧施工便道紧邻的海阳市行村镇鲁岛村民委员会围海养殖。上述养殖池塘目前以养殖白虾为主。

该区域白对虾的养殖周期一般是 4-10 个月左右，对虾适宜的养殖季节一般在 3 月底~10 月底之间。每年养殖 2 次，每个生长周期为两个半月左右（90 天）。工程施工过程中可根据养殖周期合理调整施工时序，可于 10 月底海虾收获后开始，次年 4 月底完成海工项目施工，尽量减少对围海养殖的影响。施工过程中应埋设钢护筒，设置泥浆池、沉淀池、储水池等，注意密封，成孔过程中时刻关注循环水情况，避免钻屑、水泥等泥浆流入养殖区，对养殖区影响较小。

项目施工过程中施工人员产生的生活污水、机械含油污水、固体垃圾具有合理的处置措施，不外排；运营期无污染物产生，不会对海水水质产生明显影响，

从而不会对养殖活动造成不利影响。项目建设不会对养殖区水质环境造成不利影响。

由于围海养殖堤坝的阻隔，项目建设不会对占用区域以外的围海养殖及开放式养殖造成不利影响。

综上所述，项目占用了虾蟹的一定的生产空间，建设单位已与海阳市辛安镇辛庄村、大山所、埠后村、卓格庄村民委员会进行沟通协调，同意项目建设，将对占用部分养殖进行补偿，项目建设对养殖区的影响较小。

8.3.6.4 对海岛的影响

项目周边海岛主要有工程东侧 0.83km 的鲁岛、工程西侧 3.91km 的麻姑岛、工程西南侧 6.27km 的白马岛、工程西侧 4.51km 的海阳鸭岛、工程东南侧 7.56km 的栲栳东岛、工程西侧 12.93km 的香岛等，其中鲁岛和麻姑岛为有居民海岛，其余为无居民海岛。

项目不占用海岛，施工便道、钢板施工平台、基础均在养殖池塘范围内进行施工，外侧有养殖堤坝阻隔，不会对外界水动力、地形地貌冲淤环境产生影响，因此，不会对海岛生态系统和周边地形地貌造成不利影响。

8.3.6.5 对附近村庄的影响分析

项目附近的居民区为工程东侧 0.88km 的鲁岛村、工程东侧 0.31km 的卓格庄村（已拆迁）、工程东侧 0.95km 的桃林村等。

项目距离上述村庄较远，施工噪声对村庄影响较小。在施工场区应在靠近村庄一侧设硬质围挡，在布置施工硬质围挡的情况下，这样可最大程度降低施工噪声对村庄的影响。施工期产生的噪声具有阶段性、临时性和不固定性，仅短期内对局域声环境产生不利影响，施工结束后噪声影响消失。

工程运行期的主要环境影响因子有工频电场、工频磁场、噪声等，项目运营期选用低噪音设备，安装时加防振垫，经距离衰减后，对周边村庄的声环境影响较小。

综上，项目建设对附近村庄的影响较小。

8.3.6.6 对其他开发利用区的影响

项目周边其他开发利用活动主要有港口用海、工业用海、渔业基础设施用海等。

项目施工便道、钢板施工平台、基础均在养殖池塘范围内进行施工，外侧有养殖堤坝阻隔，不会对外界水动力、地形地貌冲淤环境产生影响，不会对周边港口、渔业基础设施产生影响。

项目 2 基线塔位于烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）用海范围内，施工便道紧邻烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目。烟台融进新能源行村镇 200MW 渔光互补项目（二）未进行建设，烟台融进新能源行村镇 80MW 渔光互补项目进行了部分建设，目前，项目施工不会对光伏用海区造成影响，但建设单位应加强与光伏用海单位接触，跟踪光伏建设进展，合理协调本工程与光伏项目建设的关系。

8.3.7 运营期对海域生态环境的影响

（1）运营期污水、固废对海洋生态环境的影响分析

本工程运营期为输电线路，无具体运营活动，无传统废水固废等污染物的产生与排放，不会对水动力环境、冲淤环境以及水质环境产生不利影响。本工程道路用海方式为透水构筑物和非透水构筑物，工程建设会将用海区域天然底栖生物全部掩埋。通过生态损害评估计算，工程建设造成的生物损失量较小，可通过适当的生态修复措施进行修复。

工程运营期主要用于电力的输送，线路投运后进行线路的运维检修会产生少量保养固废，主要为废旧电线、器件等，收集后由生产厂家回收再利用，不会对水质环境产生明显影响，项目运营期间只要严格管理，不会对海洋生态环境产生明显不良影响。

（2）运营期电磁辐射对海洋生态环境的影响分析

本项目塔架所在海域为围海养殖池塘，养殖品种以虾类为主。袁健美、张虎等选取常见 12 种海洋生物（《海上风电电磁场对 12 种海洋生物存活率与行为的影响》，袁健美、张虎、刘培廷等，生态学杂志，2016，35(11): 3051-3056）研究海上风电电磁场对 12 种海洋生物存活率与行为的影响，通过实验方法研究不同磁场强度（试验I: 1.0mT；试验II: 0.10mT、 (0.045 ± 0.01) mT、 (0.2 ± 0.01) mT、 (0.9 ± 0.01) mT、 (4.05 ± 0.01) mT）下，风电电磁场对鱼、虾、蟹和贝类的存活、行为等方面的影响。结果表明：在磁场暴露下黑褐新糠虾的存活率有所降低，梯度V(4.05mT)表现尤为明显，与对照相比，其存活率显著降低(降低了 10.53%)；

脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、寄居蟹等其他 4 种虾蟹类存活率未受磁场影响。

本项目在丁字湾海域采用架空的结构铺设高压电缆，线路均为单回路线路，离地高度最小距离为 22m。根据本工程 1000kV 输电线路采用单回路架设段电磁环境影响模式预测结果可知，导线对地高度至 22m，最大塔型地面 1.5m 高处最大工频电场强度为 9.756kV/m，地面 0m 处的最大工频电场强度为 9.690kV/m；最大塔型评价范围内地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 24.44 μ T，地面 0m 处的最大工频磁感应强度为 22.50 μ T。根据预测结果可知在地面 0m 处的最大工频磁感应强度为 22.50 μ T，远小于黑褐新糠虾存活率受明显影响的 4.05mT，再加上海水对电磁波存在较强的衰减作用，推测本项目建成后的电磁对海水养殖品种的影响不大。

综上所述，项目建设对海洋生态环境影响不大，影响可以接受。

8.4 海洋生态环境风险评价

8.4.1 风险调查

本项目利用现有养殖池塘堤坝进行输电线路的建设，施工机械均为常规机械和车辆，无施工作业船舶，施工时排干养殖水体后铺设钢板，实行干法施工作业，海洋生态环境风险为施工机械与车辆的碰撞事故溢油。

海洋生态环境风险敏感目标为评价范围内的海洋生态环境敏感目标，见 1.4 节。

8.4.2 风险等级判断与评价范围

本项目位于丁字湾海域，根据环境影响评价技术导则《海洋生态环境》（HJ 1409-2025），所在海域的敏感性为 E2；根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），危害物质为施工机械车辆的泄漏燃料油，施工机械主要包括挖掘机、轮式运输车、旋挖（或冲孔）钻机、泵送混凝土罐车、起重机等，单台机械最大载油量不超过 50t，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），油类物质临界量取 100t，因此， $Q=50/100=0.5<1$ ，危险物质及工艺系统危险性为低于 P4；环境风险潜势为 I，环境风险评价等级为简单分析。

8.4.3 风险识别与源项分析

本项目利用现有养殖池塘堤坝进行输电线路的建设，施工机械均为常规机械

和车辆，无施工作业船舶，施工时排干养殖水体后铺设钢板，实行干法施工作业，海洋生态环境风险为施工机械与车辆的碰撞事故溢油，碰撞事故极易造成人员伤亡及燃料油泄漏。

2020 年 12 月 26 日，在北京市通州区孔兴路上超速行驶至孔兴路延长线北口，刘某驾驶小型轿车内乘三人由南向北左转弯时，车辆与道路北侧路牙、桥梁护栏接触后仰翻坠入桥下河水内，造成驾驶人刘某和车上乘客死亡，车辆及桥梁护栏损坏。

2024 年 3 月 19 日，呼北高速公路山西临汾境内发生一起重大道路交通事故，造成 14 人死亡、37 人受伤。

8.4.4 海洋生态环境风险预测

施工机械和车辆如发生交通事故，汽油、柴油和机油泄漏，将会污染周边养殖池塘，对海域养殖作物和旅游环境带来负面影响，影响正常的海域功能。附近海域的养殖池塘内的养殖品种以鱼类、虾蟹类居多。本节定性分析风险影响分析。

（1）对鱼类养殖的影响

根据《浅析海洋漏油危害及对水产养殖领域的影响》，（牛春亮等，《农业与技术》2015 年第 23 期），石油污染会对鱼类的神经系统、呼吸系统、生殖系统等产生巨大危害，对神经系统的影响，由于大多数油类物质具有很强的亲脂性，会对鱼类的神经系统产生病理性损伤，会导致神经器官出现失调。对呼吸系统的影响，鱼鳃是鱼呼吸的主要器官，鱼通过呼吸使油污及有毒物质聚集在鳃中，严重时导致鱼类的窒息死亡。特别是幼鱼死亡率更高，成鱼虽在鳃室表面存在的粘液能防止一定量油污的影响，但长时间的吸附大量的油类物质在其表面会造成鱼的鳃部产生病症并导致呼吸困难。很多鱼类虽然能在受到长时间污染的海域生存，但其患病的概率非常高。对生殖系统的影响，目前的研究还不能具体确定石油产生的有机物对其具体的影响及病理体现，但石油烃确能导致鱼类的雌雄比例失调，对鱼类的幼体有导致畸形的可能，并使幼体的成活率大大降低。

（2）对虾蟹、贝类等水产品养殖的影响

油膜和油块能粘住鱼卵和幼鱼，油污染对幼鱼和鱼卵的危害很大。海水含石油浓度 0.01mg/L 时就会发臭，在这种污染海区生活 24 小时以上的鱼贝就会因粘上油而发臭。海水中含石油浓度 0.1mg/L 时，所有卵出的幼鱼都有缺陷，并只能

存活 1~2 天。石油对海虾的幼体来说，其“半致死浓度”为 1mg/L，这种毒性限度随不同生物种而异。

8.4.5 环境风险防范方案

(1) 严格落实施工工艺，保障池塘内的水体排干后铺设钢板，实现干法作业施工。

(2) 竖立醒目的标志牌，提醒车辆注意安全行驶，防止事故发生。

(3) 加强对驾驶员及施工员的安全教育和运输车辆的安全检查，保障安全驾驶和安全施工作业，避免发生碰撞事故。

综上，项目环境风险为施工机械与车辆的碰撞事故溢油，目前利用现有养殖池塘堤坝进行输电线路的建设，主要在养殖池范围内干法作业施工，不会对周边敏感目标造成不利影响，项目环境风险可以防控。

8.5 海洋环境保护措施

8.5.1 海水水质污染防治措施及环保对策

项目在池塘内进行施工道路、钢板施工平台及输电塔架等施工行为，施工前与养殖业主沟通协商，施工时先将养殖品种收获，排干养殖池内养殖用水后再进行施工，施工不会产生悬浮泥沙。本工程施工期产生的废水主要来源有：一是施工人员产生的生活污水，二是机械设备运行产生的机修油污水。

(1) 生活污水

本工程施工期间施工作业人员居住于附近村庄，生活污水利用农村厕所收集外运作农肥。

(2) 机修油污水

施工机械在专门维修厂进行维修保养，产生的油污水由维修单位统一集中收集处理，施工现场不产生油污水。

采取以上措施后，项目施工期对周边水环境影响很小。

8.5.2 海洋生态环境保护措施

项目建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，指导设计、施工、环境管理，把生态环境保护纳入工程方案设计过程中，把项目施工对生态环境带来的不利影响降至最低程度。

(1) 在满足施工技术要求的前提下尽可能减少施工设备对滩涂压占范围，划定设备的作业施工行驶带，禁止设备在行驶带外穿行。

(2) 严格划定施工作业范围，禁止非施工设备和车辆机械进入，避免任意扩大施工范围。

(3) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间。

(4) 对施工方案进行合理优化，选择科学合理的施工方法和顺序，减少施工对海洋环境的影响。

(5) 施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在滩涂上随意排放和丢弃，加强施工期生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾与排放废污水，减少对周边水质、生态环境的影响。

(6) 加强环境监测。

8.5.3 海洋生态修复

8.5.3.1 修复内容

为弥补工程建设所造成的生态损失，减缓对海域的渔业资源造成的影响，依据《关于学习运用习近平生态文明思想“厦门实践”经验深入推进新时期生态保护修复工作的意见》（自然资发〔2024〕151号），“（九）加强海洋生态系统协同治理。坚持陆海统筹、河海联动，促进陆域、流域、河口、湾区的联动治理。以海湾为基本单元，“一湾一策”协同推进近岸海域污染防治、生态保护修复、岸滩环境整治、海岸带生态减灾等，强化自然岸线、滨海湿地、无居民海岛、重要海洋生态廊道和典型海洋生态系统保护修复，加强互花米草、浒苔绿潮等联防联控，不断提升红树林等重要海洋生态系统质量和稳定性。建设生态、安全、健康的“蓝色海湾”、“和美海岛”、“美丽岸滩”，不断拓展亲海空间，促进人海和谐。”

建设单位应将本建设项目造成的生态损失补偿经费纳入工程投资预算中，交由当地政府统一补偿，严格用于生态恢复。本工程主要生态问题为对浅海湿地的占用，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）指出：“涉及滨海湿地修复（包括红树林、珊瑚礁、海草床、盐沼等）的，应采取生境改造、植被种植、退养还滩、退耕还湿、外来物种防治等措施，尽可能恢复受损滨海湿地的结构与功能。确需开展异地修复的，应明确选址方案、修复规模、修复对象等”，

本工程生态恢复主要采取异地湿地修复（养殖池塘拆除）的方式，拟修复区域位于马河港大桥东南侧围海养殖区。

8.5.3.2 修复范围

修复范围位于海阳市马河港大桥东南侧沿海，拆除人工养殖池塘，退养还滩，本次海洋生态修复可实现退养还湿约 13hm²。，拆除池塘位置如图 8.5- 1、图 8.5- 2。



图 8.5- 1 拟拆除池塘位置

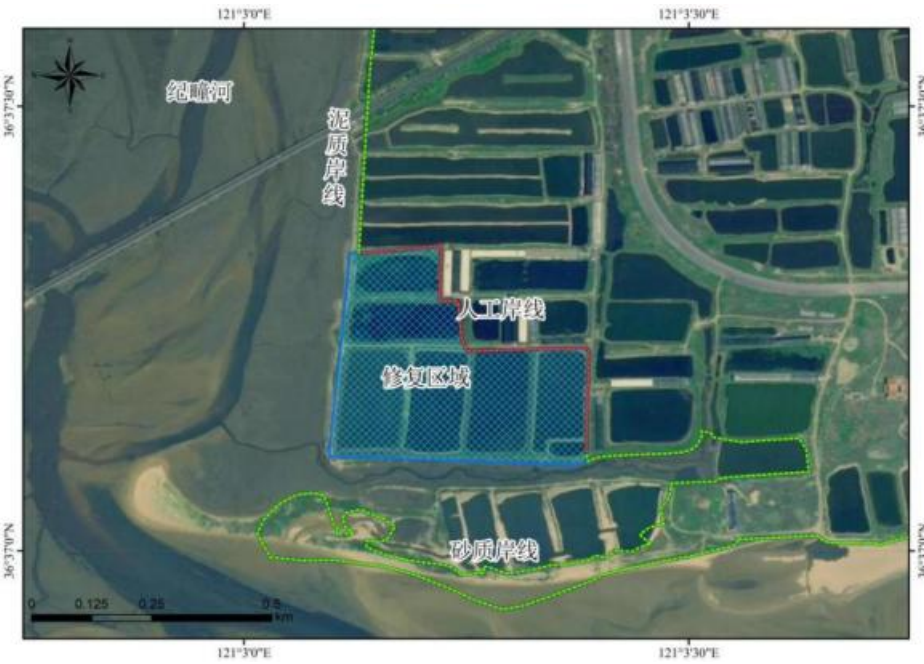


图 8.5- 2 拟拆除池塘周边现状示意图

8.5.3.3 修复方案设计

经勘查，本项目的生态修复区位于海阳市马河港大桥东南侧，纪疃河入海口附近分布有连片沙滩，河流入海口附近分布有多个沙坝、沙嘴。拟修复区域的沿海现有养殖池堤坝以土坝和混凝土结构为主，养殖堤坝拆除采用机械松动、人工配合方式进行，使用 2m³ 挖掘机（搭载液压破碎锤）进行拆除施工，配合渣土车进行外运，外运土石方均妥善处置，不得随意丢弃或进行填海。在施工前做好施工组织安排，详细划分拆除区域，由远及近向海岸拆除，同时根据土方施工的规模（开挖断面、范围大小和土方量）、不同工程对象、地质情况、土方机械的特点以及施工现场条件进行拆除作业。

项目拟对海阳市马河港大桥东南沿海现有养殖池进行拆除，退养还滩，增加该区域水交换能力，增加湿地面积，将现有池塘拆除至原有海底面，共拆除池塘围堰长 1900m，可实现退养还湿约 13hm²，同时，养殖池岸线区域边坡采用格构梁生态袋法，种植芦苇或茅草，增加现有海岸绿化率，使现有护岸绿化率达 60% 以上，以达到退养还滩的目的。

8.5.3.4 修复资金安排

本次修复共拆除池塘围堰长 1900m，可实现退养还湿约 13hm²，预计投入的海洋生态修复资金约 266 万元。

9 环境保护设施、措施分析与论证

9.1 设计阶段的环境保护设施、措施分析

本工程设计拟采取的环保措施详见本报告书第 3.8 节。这些措施符合环境影响评价技术导则中环境保护措施“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则，并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本报告书将根据工程环境影响特点、工程区域环境特点、环境影响评价过程中发现的问题，补充相应的环境影响预防、减缓、补偿、恢复及环境管理措施，以保证本工程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。

9.2 环境保护设施、措施的经济、技术可行性分析

本工程拟采取的环保设施、措施是根据本工程的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。这些保护设施及措施大部分是在已投产的 1000kV 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，并结合本工程自身的特点确定的。通过类比同类工程，这些设施及措施均具备了可靠性和有效性。

现阶段，本工程拟采取的环境保护设施及措施投资都已纳入工程投资预算。在可研评审过程中，本工程的可研环保设施及措施投资已通过了技术经济领域的专家审查。

因此，本工程所采取的环保设施及措施技术可行，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。

9.3 环境保护设施、措施

根据环境影响预测及评价结论，本环评在设计采取的环境保护设施及措施基础上进行了补充。建设单位是各项环境保护设施、措施的实施主体，对设计单位、施工单位、监理单位提出环境保护工作要求，要求各参与单位按照环评提出的要求落实各项环境保护设施、措施。

本工程在各阶段应采取的环境保护设施、措施分列如下。

9.3.1 电磁环境影响控制措施

(1) 设计阶段环保措施

工程选线时已充分征求沿线政府及规划等相关主管部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况和工程设计要求，确保评价范围内有公众居住、工作、学习的建筑物电磁环境满足标准限值要求。

（2）电磁环境影响控制

1) 单回路

由单回路段电磁环境影响预测结果可知：

①距地面 1.5m 预测高度时

导线最小对地距离 22m 时，ZB31105A 塔型地面最大工频电场强度为 9.814kV/m，满足输电线路途经耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，工频电场强度 10kV/m 的控制限值要求。

导线最小对地距离 27m 时，ZB31105A 塔离地 1.5m 高地面最大工频电场强度为 7.129kV/m，小于 4 kV/m 的水平达标距离为边导线外 25m，边导线 7m 外小于 4 kV/m 的导线最低对地高度为 39m。

采用 ZB31105A 塔型架设，边导线外不同水平距离处工频电场强度满足 4 kV/m 的公众曝露控制限值要求的导线最低对地高度见下图。

ZB31105A 塔导线对地距离为 22m 时，地面最大工频磁感应强度为 24.52 μ T；导线对地距离为 27m 时，地面最大工频磁感应强度为 18.84 μ T。满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

②不同预测高度时

距地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房），导线最小对地距离 27m 时，ZB31105A 塔小于 4 kV/m 的水平达标距离分别为边导线外 25m、26m、26m；当导线对地距离分别达到 39m、40m、41m 时，边导线 7m 外距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高处的工频电场强度均能降到 4kV/m 以下。

导线最小对地距离 27m 时，ZB31105A 塔评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处（2 层楼房）、7.5m 高处（3 层楼房）工频磁感应强度最大值分别为 18.84 μ T、21.99 μ T、25.94 μ T，均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

2) 本工程两条 1000kV 单回路并行段

①由两个单回路并行段电磁环境影响预测结果可知：

导线最小对地距离 22m 时,采用 ZB31105A 塔型的两条 1000kV 单回架空输电线路按中对中 90m 并行,地面最大工频电场强度为 9.922kV/m,满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中“架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所,工频电场强度控制限值为 10kV/m”的要求。

导线最小对地距离 27m 时,采用 ZB31105A 塔型的两条 1000kV 单回架空输电线路按中对中 90m 并行,地面最大工频电场强度为 7.247kV/m,小于 4kV/m 的水平达标距离为线路外侧边导线外 26m,边导线 7m 外小于 4 kV/m 的导线最低对地高度为 40m。

采用 ZB31105A 塔型架设,边导线外不同水平距离处工频电场强度满足 4 kV/m 的公众曝露控制限值要求的导线最低对地高度等值线图。

采用 ZB31105A 塔型的两条 1000kV 单回架空输电线路并行时,导线对地距离为 22m 时,地面最大工频磁感应强度为 22.79 μ T,导线对地距离为 27m 时,地面最大工频磁感应强度为 17.32 μ T。均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

②不同预测高度时

距地面 1.5m 高处、4.5m 高处(2 层楼房)、7.5m 高处(3 层楼房),导线最小对地距离 27m 时,ZB31105A 塔小于 4 kV/m 的水平达标距离分别为边导线外 26m、26m、27m;当导线对地距离分别达到 40m、41m、42m 时,边导线 7m 外距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高处的工频电场强度均能降到 4kV/m 以下。

导线最小对地距离 27m 时,ZB31105A 塔评价范围内地面 1.5m 高处、4.5m 高处(2 层楼房)、7.5m 高处(3 层楼房)工频磁感应强度最大值分别为 17.32 μ T、20.34 μ T、24.16 μ T,均满足公众曝露限值 100 μ T 要求。

3) 本工程拟建 1000kV 线路与现状 500kV 线路并行

本工程 1000kV 同塔双回线路与 500 kV 核神I、II线同塔双回线路并行走线段有电磁环境敏感目标处的最小中对中并行间距为 65m,按此并行间距进行预测,结果分析如下:

本工程 1000kV 单回路与 500 kV 核神I、II线同塔双回线路并行走线段有 10 处电磁环境敏感目标,敏感目标距离 1000kV 线路内侧和外侧边导线的最近距离为 11m,距离 500 kV 核神I、II线的最近距离为 2m,按中对中距离 80m 进行预测,结果分析如下:

本工程 1000kV 单回路线路高 27m、500kV 同塔双回路线路高 22m 时，在 1000kV 线路外侧边导线外不小于 26m，工频电场强度小于 4kV/m 的公众曝露控制限值。为使敏感目标处 1.5m、4.5m、7.5m 高处预测值满足 4kV/m 的公众曝露控制限值，导线需分别提高至 40m、41m、42m。

4) 本工程拟建 1000kV 线路与现状 330kV 及以上电压等级线路交叉跨越

针对一般的交叉跨越点，本工程采用类比分析的方式对 1000kV 交流线路与 500kV 交流线路交叉跨越通过时的电磁环境影响进行分析；针对涉及环境敏感目标的交叉跨越点，本工程采用环境敏感目标现状监测值和本工程拟建线路在环境敏感目标处的模式预测值相叠加的方式进行影响评价。

根据类比监测结果，本工程拟建 1000kV 交流输电线路与 500kV 交流输电线路交叉跨越处能够满足 10kV/m 和 100 μ T 的标准。

根据预测结果，本工程拟建线路在敏感目标处最低线高不低于达标线高的条件下，此 4 处与 500kV 交流线路交跨点处的环境敏感目标的工频电场强度和工频磁感应强度值能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m 和 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

5) 环境敏感目标

本工程 1000kV 线路沿线部分环境敏感目标处需抬升线路高度确保本工程的电磁环境影响满足标准限值要求，最小抬升线高即达标高度见表 6.6-2~表 6.6-5。

9.3.2 声环境影响控制

(1) 设计阶段

- 1) 合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。
- 2) 线路后续优化时应尽量向远离居民点的方向调整，尽可能增加线路与民房的距离。

(2) 施工阶段

1) 根据《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，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。施工单位应当按照规定制定噪声污染防治实施方案，采取有效措施，减少振动、降低噪声。建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

2) 施工机械设备噪声水平应满足国家相关标准，鼓励优先采用低噪声施工

设备，或采用带隔声、消声设计的设备，控制噪声源强。鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部等四部门公告，2023 年第 12 号）中的施工设备。

3）依法限制夜间施工，位于声环境保护目标附近的塔基施工应尽可能安排在昼间进行，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

4）施工机械设备尽量布置在远离声环境保护目标一侧。

5）牵张场地等临时占地远离居民点设置。

6）合理安排车辆运输路线，优先使用低噪声运输工具，加强进出场地运输车辆管理，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

9.3.3 大气环境影响控制措施

（1）合理组织施工，提倡文明施工，尽量避免扬尘二次污染。

（2）施工弃土弃渣集中、合理堆放，并对弃土、弃渣、临时堆土及沙石料等易起尘物料进行苫盖。当出现风速过大等不利天气状况或重污染天气应急响应期间，应停止土石方施工作业等。

（3）加强材料转运与使用的管理，砂石料等密闭运输，合理装卸，规范操作，以防止扬尘对环境空气质量的影响。

（4）运输车辆进出施工场地应限制车速。

（5）干燥天气时，对施工面洒水抑尘。

（6）尽可能使用商品混凝土，避免现场搅拌。

（7）加强施工期间移动源污染控制，项目施工期运输车辆采用新能源或满足国五及以上排放标准，非道路移动机械采用新能源或满足国三及以上排放标准。

9.3.4 水环境影响控制措施

（1）拟采取的一般性保护措施

1）灌注桩泥浆池底部和四周结合现场实际采取防渗措施，避免污染周边农田或土壤。

2）机械设备冲洗、基础养护、泥浆池废水等施工废水经沉淀后循环利用，

禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

3) 钻孔多余的弃渣(废泥浆)应放置到指定地方,不得任意堆砌在施工作业区内或者直接向施工现场周边河湖等水体排放、随意倾倒,应依法合规处置废泥浆,避免污染周边环境。

4) 线路施工人员租住在施工点附近的村庄,施工人员日常生活产生的生活污水纳入当地的生活污水处理系统处置。

5) 使用商品混凝土,不在施工现场设置拌合站。

(2) 跨越河流的保护措施

1) 作业场地的布置要尽量远离水体,并划定明确的作业范围,不得随意扩大,作业临时道路要尽量利用已有道路。

2) 加强施工期间人员管理,禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

3) 合理安排工期和施工工序,避免雨天施工。

4) 基础施工阶段,开挖过程中的临时堆土、钻渣等应尽量远离跨越的水体,并采取铺垫、遮盖和拦挡措施,防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

5) 线路尽量采用一档跨越方式通过水体,不在河中立塔。

6) 线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进展放工艺,避免涉水放线。

9.3.5 固体废物影响控制措施

(1) 为避免施工建筑垃圾及生活垃圾对环境造成影响,在施工现场应做好施工机构及施工人员的环保培训。

(2) 施工现场不设置施工营地,施工人员租住在施工点附近的村庄,依托当地的生活垃圾收集和处理系统来处置施工人员日常生活产生的生活垃圾。

(3) 作业场地设置分类垃圾箱,施工过程中产生的生活垃圾、建筑垃圾分开收集,并及时清运出场。

(4) 施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除,以免影响后期土地功能和植被恢复,做到“工完、料尽、场地清”。

(5) 施工单位应按照水土保持方案开展施工,临时土石方应集中堆放、及时回填,以减少弃土弃渣的产生。平原区塔基余土就地摊平;山丘区布设挡渣墙措施进行拦挡。

(6) 房屋拆迁完成后, 建筑垃圾清运至当地政府部门指定地点处置, 做好拆迁迹地的场地清理和土地功能恢复工作。

(7) 塔基施工用电使用的自备小型柴油发电机底座下应铺设毛毡或橡胶垫, 防止遗漏的柴油污染土壤及地下水。

(8) 施工结束后及时拆除跨越架等施工临时建构筑物, 并做好建筑垃圾清运、场地清理和迹地恢复。

(9) 线路巡检人员巡检完毕后将自身产生的生活垃圾随身带走, 运至就近生活垃圾收集点, 由当地环卫部门定期清理处置。

9.3.6 生态环境影响控制措施

线路工程拟采取的生态环境保护措施见报告第 7 章。

9.3.7 海洋环境影响控制措施

拟采取的海洋生态环境保护措施见报告第 8 章。

9.3.8 环境管理措施

(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。

(2) 强化施工期环境监理工作。建设单位根据本环评提出的各项环保措施, 组织开展本工程的环境监理工作, 在合同条文中明确环境监理工作职责, 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, 重点关注生态敏感区生态功能状况及其变化和临时占地的恢复情况。

(3) 及时进行竣工验收。工程投运后, 应进行竣工环境保护验收调查工作, 确保沿线各环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度及噪声满足相关标准要求。

(4) 对当地群众进行有关高压送电方面的环境宣传工作, 做好公众沟通工作。

(5) 加强对线路巡检人员的环境教育工作, 增强其环保意识, 巡检过程中关注环保问题; 生态类保护目标范围内尽量减少线路巡检和维护时的人员和车辆, 减少对生态环境的影响。

9.4 环保设施、措施投资估算

本工程总投资 84773 万元，其中环保设施及措施投资约 1350.5 万元，环保投资占工程总投资的 1.59%。

本工程环境保护设施及措施投资估算见表 9.4-1。环境保护资金由建设单位出资，已纳入工程预算中。

表 9.4-1 输电线路工程环保投资估算表

序号	项目	费用（万元）	备注
1	临近居民区时线路抬高措施	/	抬升线高用于控制电磁环境影响，已纳入线路主体工程投资
2	生态补偿及恢复费用	24.66	
3	施工期环保临时设施、措施	659.36	泥浆池防渗、土方苫盖、施工区和进场道路围挡、铺设钢板、垃圾清运、土地整治等
4	驱鸟防鸟措施	40.6	
5	环境监测及环境保护验收费	42.6	
6	环境影响评价费用	19.8	
7	海洋生态修复费	266	
8	生态监测费用	75	
9	海洋环境跟踪监测	45	
小计		1173.02	

10 环境管理与监测计划

本工程的建设将会不同程度地对工程所在地附近的自然环境和社会环境造成一定的影响。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变化情况，确保各项环境保护措施的有效落实，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造成的负面影响，力争做到经济、社会、环境效益的统一和可持续发展。

10.1 环境管理

10.1.1 环境管理机构

建设单位和运行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。

10.1.2 施工期环境管理

本工程的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求。在施工策划文件中详细说明施工期应注意的环保问题，如对沿线树木砍伐、野生动植物保护、森林植被恢复、生态敏感区内施工范围控制和临时占地生态恢复等情况均应按设计文件执行并做好记录，并按标段记录整理成册，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环水保专项设计要求施工，履行相应的环保职责。应做好施工期环境监理工作，环境监理人员对施工中的每一道工序都应严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行监督、抽查、检查。

施工前对施工人员进行生态保护教育，尤其是在生态敏感区和饮用水水源保护区内进行施工前，应加强对施工人员自然保护区管理条例、国家级自然公园管理办法（试行）、野生动物保护法、水污染防治法等法律法规的培训，规范施工队伍行为和施工现场管理。施工过程中做好施工现场管理工作，建议邀请自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区等敏感区管理机构负责该范围内的生态保护措施的全程跟踪、检查和监督，配合建设单位开展环境保护的技术指导，协调处理项目建设过程中涉及的环境保护管理、林地恢复等相关问题。

施工期环境监理、环境管理的职责和任务包括：

- (1) 贯彻执行国家的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。

(2) 制定本工程施工中的环境保护计划，负责工程施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。

(3) 收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。

(4) 组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。

(5) 负责日常施工活动中的环境监理工作，做好工程用地区域的环境特征调查，并应掌握环境敏感目标的相关情况，特别是生态敏感区内生态功能状况及其变化情况。

(6) 在自然保护区及生态保护红线等生态敏感区及野生生物重要保护地带施工时，施工人员应注意对野生动植物的保护。如发现散生的国家一、二级保护植物应进行挂牌和标记，并进行避让。如无法避让，项目施工过程中应进行迁地保护，迁地保护由当地林草部门负责实施和管理，迁地要遵守就近保护原则，并保证迁地保护植物的成活率。施工时禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵（蛋）应妥善移置到附近类似的环境中。

(7) 在施工计划中应计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和避免水土流失，合理组织施工以减少临时占地。

(8) 做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

9) 监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿、环保设施、水保设施等各项保护工程同时完成。

(9) 工程竣工后，组织进行竣工环境保护验收。

10.1.3 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》等相关法规、规范，本工程正式投产运行前，建设单位需组织竣工环境保护自主验收。验收的主要内容为项目对污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度的落实情况，工程竣工环境保护验收的内容见表 10.1-1。

表 10.1-1 工程竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目相关环保批复文件是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	批建符合性核实	工程实际建设内容是否有变化，是否属于重大变动。
3	各类环境保护设施是否按环评报告中要求落实	工程设计及本环评提出的设计、施工及运行阶段的电磁环境、声环境、水环境、固废等保护措施落实情况、实施效果。
4	环境保护设施安装质量	环境保护设施安装质量是否符合国家和有关部门规定，包括电磁环境保护设施、生活污水处理设施、声环境保护设施。
5	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
6	污染物排放及总量控制	工频电场、工频磁场、噪声水平是否满足评价标准要求。
7	生态保护措施	是否落实施工期的表土防护、植被恢复等生态保护措施。线路生态影响防护措施、水土流失防治措施和植被恢复措施是否落实到位。
8	生态恢复措施落实情况	是否按照环评生态影响恢复措施的原则和具体要求进行植被恢复，并根据基本原则评估生态恢复效果。
9	环境监测	落实环境影响报告书中环境管理内容，实施环境影响报告书监测计划。竣工验收中，应该对所有的环境影响因子（工频电场、工频磁场、噪声）进行监测，对出现超标情况的环境敏感目标在分析原因的基础上针对性地采取措施；发现超标问题及时分析原因并采取针对性控制措施。
10	环境敏感目标的环境影响验证	监测本工程周边环境敏感目标的工频电场、工频磁场、噪声是否与预测结果相符；工程涉及的环境敏感区与环评阶段是否一致。

10.1.4 运行期环境管理

运行主管单位宜设环境管理部门，配备相应专业的管理人员。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。监督国家法律法规、规章的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本工程主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。

环境管理的职能为：

- (1) 制定和实施各项环境管理计划。
- (2) 建立工频电场、工频磁场、噪声环境监测、生态环境现状数据档案。
- (3) 掌握项目所在地周围的环境特征和环境敏感目标情况。

(4) 检查环保设施运行情况, 及时处理出现的问题, 保证设施的正常运行。

(5) 协调配合生态环境主管部门所进行的环境调查, 生态调查等活动。

(6) 不定期巡查线路各段, 特别注意保护生态保护对象, 关注生态敏感区内施工临时占地恢复及生态功能的变化情况, 保护生态环境不被破坏, 保证生态保护与工程运行相协调。

(7) 做好公众沟通和环境保护科普宣传, 及时解决公众提出的合理环境诉求, 主动接受社会监督。

(8) 根据《突发环境事件应急管理办法》, 建设单位应制定突发环境事件应急预案并备案、演练, 完善突发环境事件风险防控措施。

10.1.5 环境管理培训

应对与工程项目有关的主要人员, 包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众, 进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传, 从而进一步增强施工、运行单位的环保管理的能力, 减少施工和运行产生的不利环境影响, 并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理; 提高人们的环保意识, 加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环境管理培训计划见表 10.1-2。

表 10.1-2 环境管理培训计划

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护知识和政策	施工及其他相关人员	1.电磁环境影响的有关知识 2.声环境质量标准 3.电力设施保护条例 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	建设单位或运行单位、施工单位及其他相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水土保持法 3.中华人民共和国野生动物保护法 4.中华人民共和国野生植物保护条例 5.中华人民共和国自然保护区管理条例 6.建设项目环境保护管理条例 7.其他有关的管理条例、规定
水土保持和野生动植物保护	施工及其他相关人员	1.中华人民共和国水土保持法 2.中华人民共和国野生动物保护法 3.中华人民共和国野生植物保护条例 4.国家重点保护野生植物名录 5.国家重点保护野生动物名录 6.其他有关的管理条例、规定

10.2 环境监测

10.2.1 环境监测任务

根据输电线路的环境影响特点，主要进行运行期的环境监测和环境调查。运行期的环境影响因子主要包括工频电场、工频磁场和噪声，针对上述影响因子，拟定环境监测计划如下。

(1) 电磁环境监测

- 1) 监测项目：工频电场、工频磁场。
- 2) 监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。
- 3) 监测频次及时间：工程建成后结合竣工环境保护验收监测 1 次。
- 4) 监测布点：输电线路监测点布置在沿线环境敏感目标，并设置监测断面。

(2) 声环境监测

- 1) 监测项目：昼、夜间等效连续 A 声级。
- 2) 监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。
- 3) 监测频次及时间：工程建成后结合竣工环境保护验收监测 1 次，后续结合实际需要进行监测。
- 4) 监测布点：同电磁环境。

表 10.2-1 电磁环境、声环境监测计划要求一览表

监测内容		监测布点	监测时间	监测因子
运行期	工频电场、工频磁场	输电线路沿线敏感目标，可参照本环评选定的电磁环境敏感目标。	本工程建成后结合竣工环境保护验收监测 1 次；结合实际需要进行监测。	工频电场强度、工频磁感应强度
	噪声	输电线路沿线敏感目标，可参照本环评选定的电磁环境敏感目标。	与电磁监测同时进行	等效连续 A 声级

(3) 生态环境调查

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），大中型水利水电项目、采掘类项目、新建 100km 以上的高速公路及铁路项目、大型海上机场项目等应开展全生命周期生态监测；新建 50~100km 的高速公路及铁路项目、新建码头项目、高等级航道项目、围填海项目以及占用或跨越生态敏感区的其他项目应开展长期跟踪生态监测（施工期并延续至正式投运后 5~10 年）；其他项

目可根据情况开展常规生态监测。

本项目为输电线路工程，跨越生态敏感区，应开展长期跟踪生态监测。

1) 调查范围：线路所跨越自然保护区、生态保护红线区、湿地公园等生态敏感区

2) 调查时期：自施工期开始并延续至正式投运后 5-10 年。

3) 调查内容：土地利用状况、生态功能的变化、临时占地恢复、拆迁迹地恢复、建设区域内的植被恢复。

4) 重点调查对象：线路所跨越自然保护区、生态保护红线区、湿地公园等生态敏感区。

(4) 海洋环境监测计划

(1) 监测项目

水文、水质、沉积物、生物。

(2) 监测内容

①水文：水色、透明度、悬浮物；

②水质：pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐；

③沉积物：石油类、有机碳、重金属；

④生物：叶绿素 a 含量、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

(3) 监测频率

建设项目开始施工前进行一次、施工过程中进行一次、施工后进行一次，发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施。

(4) 监测站位

根据项目特点和周边海域特点，在工程周边海域设置 5 个水质、沉积物、生物质量调查站位。监测站位见图 10.2- 1。



图 10.2- 1 海洋环境监测计划站位布置图

10.2.2 监测技术要求

运行期输电线路附近的工频电场、工频磁场和声环境监测工作可委托相关资质单位完成。

监测范围应与工程实际建设的影响区域一致，监测位置与频次除按前述要求外，还应满足生态环境主管部门对于建设项目竣工环境保护自主验收监测的相关规定。

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；监测单位应对监测成果的有效性负责。

11 评价结论

11.1 工程概况

本工程主要建设内容包括：新建 2 回中核 CX 核电站~海阳西开关站 1000 千伏线路，均采用单回路架设，线路起于烟台海阳市境内的中核 CX 核电站，止于烟台莱阳市境内拟建 1000 千伏海阳西开关站。新建线路长约 2×41km，线路途经烟台市海阳市（2×19km）、烟台市莱阳市（2×22km）。

本工程总投资 84773 万元，其中环保设施及措施投资约 1350.5 万元，环保投资占工程总投资的 1.59%。

本项目计划于 2025 年 6 月开工建设，2026 年 10 月建成投运。

11.2 环境现状

11.2.1 自然环境现状

本工程线路起自中核 CX 核电站 1000kV 升压站，至海阳西 1000kV 开关站，自东南向西北走线，途经烟台市海阳市、莱阳市。沿线除起点附近为滨海滩涂地外，总体表现为剥蚀丘陵、山前斜坡地、山间平地。海拔高度约 0-300m。

11.2.2 生态环境现状

（1）土地利用现状

评价区总面积约为 4038.56hm²。评价区土地利用类型以水浇地为主，占评价区总面积的 59.31%，其次为坑塘水面、裸土地和其他草地，占比分别为 13.54%、7.35%和 4.53%，其他用地占比较少。

（2）植被生态现状

本项目途经山东省莱阳市及海阳市，穿越暖温带半湿润大陆性季风气候区，沿线区域地带性植被以经济作物、草原、草甸和灌丛为主，较少有乔木林地。物种多样性总体较低，在部分地段，如水分条件良好的湖泊湿地河边受人为干扰较小的地段，物种丰富度相对较高。

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等, 2011)，按照植物区系划分原则，项目沿线所属植物区系为泛北极植物区。根据《中国植被》(吴征镒 1980)、《中

国植被及地理格局 中华人民共和国植被图集(1:100 万)说明书》(上卷、下卷)(张新时主编 2007),项目区在植物区划上位于半湿润森林带,项目线路沿线植被类型主要为暖温带落叶阔叶林。

(3) 动物生态现状

评价区内主要生境类型包括林地生境、灌丛生境、湿地水域生境、草地生境、农田生境。评价范围内可能存在的国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物共 17 种,其中,国家一级重点保护野生动物 5 种,国家二级重点保护野生动物 4 种,省级重点保护野生动物 8 种。

(4) 生态系统现状

评价区主要以耕地生态系统为主,约占评价区总面积的 61.28%;其次是湖泊生态系统和裸地生态系统,面积占比分别为 13.67%和 7.35%;其他生态系统面积占比均较小。

(5) 生态敏感区

拟建项目跨越自然保护区 1 处,海阳市、莱阳市 2 个行政区的生态保护红线,跨越其它生态敏感区湿地公园 1 处、水产种质资源保护区 1 处。

11.2.3 电磁环境现状

本工程 1000kV 交流输电线路沿线各环境敏感目标处的工频电场强度监测值范围为 0.029V/m~120.3V/m,工频磁感应强度监测值范围为 0.0011 μ T~0.6847 μ T,均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

本工程 1000kV 交流输电线路与沿线 500kV 交流输电线路交叉跨越处工频电场强度监测值范围为 2325V/m~4475V/m,工频磁感应强度监测值范围为 2.214 μ T~4.519 μ T,均低于 10kV/m、100 μ T。

11.2.4 声环境现状

本工程 1000kV 交流输电线路沿线各声环境敏感目标处的昼间为 41dB(A)~43dB(A)、夜间为 36dB(A)~38dB(A),满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准限值要求。

11.2.5 海洋环境质量现状

(1) 海水水质现状

秋季 48 个站位的 111 个样品中超标因子主要有 PH、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铜、锌；PH 的超标率为 1.80%，2 个样品超标；COD 的超标率为 2.7%，3 个样品超标；石油的超标率为 12.5%，6 个样品超标；无机氮的超标率为 36.0%，40 个样品超标；活性磷酸盐的超标率为 8.1%，9 个样品超标；铜的超标率为 1.10%，1 个样品超标；锌的超标率为 10.1%，9 个样品超标；最大超标倍数为 10.6，为石油类，石油类超标站位主要位于丁字湾湾顶。春季 42 个站位的 104 个样品中超标因子为活性磷酸盐，超标率 5.77%，6 个样品超标，最大超标倍数 2.5。调查海域春季海水环境质量优于秋季，春秋两季大多数水质参数优于国家二类海水水质标准，影响海水环境质量最大的污染因子是无机氮，项目所在区域环境质量现状总体较好。

(2) 沉积物质量现状

2022 年 11 月调查结果表明，A1、A2、S1 和 S33 站位铬含量超标，A2、S1 站位铜含量超标，其他站位各评价因子均符合所在功能区的沉积物质量标准要求，沉积物质量整体良好。

(3) 海洋生物质量调查结果

春季和秋季鱼类、甲壳类和软体类生物体石油烃、铜、砷、镉、铅、总汞含量存在一定的超标现象，污染物残留水平较高，生物体质量一般。

(4) 海洋生态调查结果

2022 年春季调查海域叶绿素 a 浓度在 0.07~3.35 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.20 $\mu\text{g/L}$ 。共采到浮游植物 65 种，浮游动物 60 种，底栖生物 110 种，潮间带生物 59 种。

2022 年秋季调查海域叶绿素 a 浓度在 0.30~4.33 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 1.60 $\mu\text{g/L}$ 。共采到浮游植物 81 种，浮游动物 59 种，底栖生物 60 种，潮间带生物 52 种。

(5) 渔业资源调查结果

2022 年春季共采集到鱼卵 25 种，仔稚鱼 7 种，游泳动物种类 51 种。2022 年秋季共采集到鱼卵 1 种，仔稚鱼 4 种，游泳动物种类 68 种。

11.3 环境影响预测与评价

11.3.1 电磁环境影响评价结论

(1) 单回路

非居民区：导线最小对地距离 22m 时，采用最大塔型 ZB31105A 和最小塔型 ZB29102A 架设输电线路时地面最大工频磁感应强度满足 $100\mu\text{T}$ 的标准限值要求；为保留工频电场强度 10kV/m 控制限值要求，预留约 6%~10%裕度，本项目输电线路途经耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，为满足地面 1.5m 高处工频电场强度 10kV/m 的控制限值，需将导线最小对地距离抬升到不低于 23m。

居民区：，最大塔型 ZB31105A 导线最小对地距离 27m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。地面 4.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。地面 7.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 43m。

(2) 本工程两条 1000kV 单回路并行段

非居民区：导线最小对地距离 22m 时，采用最大塔型 ZB31105A 和最小塔型 ZB29102A 架设输电线路时地面最大工频磁感应强度满足 $100\mu\text{T}$ 的标准限值要求；为保留工频电场强度 10kV/m 约 6%~10%裕度的控制限值，输电线路途经耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，为满足地面 1.5m 高处工频电场强度 10kV/m 的控制限值，需将导线最小对地距离抬升到不低于 23m。

居民区：，最大塔型 ZB31105A 导线最小对地距离 27m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。地面 4.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离

为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。地面 7.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 29m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 43m。

(3) 本工程拟建 1000kV 线路与 500kV 核神 I/II 线路并行

非居民区：导线最小对地距离 22m 时，采用最大塔型 ZB31105A 和最小塔型 ZB29102A 架设输电线路时地面最大工频磁感应强度满足 100 μ T 的标准限值要求；为保留工频电场强度 10kV/m 约 6%~10%裕度的控制限值，输电线路途经耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所，为满足地面 1.5m 高处工频电场强度 10kV/m 的控制限值，需将导线最小对地距离抬升到不低于 23m。

居民区：，最大塔型 ZB31105A 导线最小对地距离 27m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。地面 4.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 41m。地面 7.5m 高处小于 4kV/m 的水平达标距离为边导线外 28m，边导线 7m 外小于 4kV/m 的导线最低对地高度为 42m。

(4) 本工程拟建 1000kV 线路与已建 500kV 交叉跨越

本工程交叉跨越处无电磁环境敏感目标，本工程采用类比分析的方式对 1000kV 交流线路与 500kV 交流线路交叉跨越时的电磁环境影响进行分析；

根据类比监测结果，本工程拟建 1000kV 交流输电线路与 500kV 交流输电线路交叉跨越处能够满足 10kV/m 和 100 μ T 的标准。

(5) 环境敏感目标

本工程 1000kV 线路和沿线部分环境敏感目标处需抬升线路高度以控制本工程的电磁环境影响满足标准限值要求，最小抬升线高即达标高度见表 6.5- 1。

11.3.2 声环境影响评价结论

通过类比分析，本工程线路投运后对周围声环境质量及各声环境敏感目标的影响满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准限值要求。

11.3.3 生态环境影响预测与评价结论

本工程属于国家基础设施，输电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。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。本工程与相关法律法规要求不相冲突。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。

从生态环境影响角度而言，本工程是可行的。

11.3.4 水环境影响评价结论

本工程输电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。

11.3.5 固体废物影响分析

本工程运行期主要为线路维修人员产生的生活垃圾，线路巡检人员一般产生生活垃圾较少，巡检完毕后将垃圾收集至当地指定转运点，由当地环卫部门定期清理处置，不会对当地环境产生影响。

11.3.6 海洋环境影响分析

（1）对工程海域流场的影响

项目位于围海养殖池内，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧水动力环境造成影响。

（2）对海域冲淤变化的影响

项目位于围海养殖池内，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧海域冲淤环境造成影响。

（3）对海洋沉积物环境的影响

工程施工期间，生活垃圾和污水均妥善处理，不向海域排放；项目施工期将养殖池内水排干后再进行施工，施工不会产生悬浮泥沙，且项目施工位于养殖池内，不会对海底沉积物质量造成不利影响。因此，工程施工期不会对海洋沉积物产生影响。

工程运营期主要用于电力的输送，无污染物入海，不会对海水水质、沉积物

环境产生不利影响。

(4) 生态环境影响评价

塔基和配套道路建设共造成生物损失量浮游植物 4.35×10^{11} 个，浮游动物 7.49kg，潮间带生物 12.44t；钢板施工平台建设共造成生物损失量浮游植物 1.39×10^{11} 个，浮游动物 2.39kg，潮间带生物 3.97t。

(6) 环境风险

本项目施工期存在机械车辆碰撞溢油风险，做好项目风险预防工作及应急措施，可降低事故产生的影响。

11.4 环境保护设施及措施

11.4.1 工程设计采取的环保设施、措施及其技术经济分析

(1) 路径选择

工程选线时充分征求沿线政府及规划等相关主管部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

综合考虑施工及运行维护的方便，最大可能地靠近现有公路，利用现有的交通条件并减少线路长度，减少线路转角、方便施工和运行。

尽可能避让自然保护区等生态敏感区；尽量避开沿线的成片林区，对无法避让的林区分按高塔跨越通过，少砍林木为原则；对零星树木根据树种及作用采取跨砍结合以跨为主的方案，减少林木砍伐，防止水土流失，保护沿线自然生态环境。

(2) 生态环境保护措施

路径选择时应尽量避让生态保护红线区、植被覆盖茂密等区域，对未能避让的林区分采用高跨的方式通过。

山丘区输电线路采用全方位高低腿铁塔、改良型基础、紧凑型设计，尽量少占土地、减少土石方开挖量及水土流失，保护生态环境。

设计中应严格执行尽量不占、少占基本农田的用地原则，在下一设计阶段优化工程塔基用地，进一步降低占用的基本农田、耕地面积，且占用耕地要以边角田地为主。

强化对线路涉及的环境敏感区段的塔基优化工作。例如线路在通过生态保护红线段时应尽量选择跨越方案，如确需立塔应减少在敏感内的杆塔数量；杆塔和基础型式选型时应尽量采用掏挖式基础，避免使用大板基础，减少施工扰动强度；杆塔定位时，应尽量选择植被稀疏处。

导线垂悬弧度设计应与树木森林保持一定的水平与垂直防护距离。

下阶段设计时，应继续优化线路路径及塔位，尽量选择植被稀疏处及生态价值较低的土地立塔，最大限度减轻植被破坏，降低生态影响。

（3）电磁环境和声环境

对居民点首先采取避让措施，确实无法避开的，在满足设计规程的前提下，尽量抬高架线高度，确保线路边导线 7m 外、电磁环境敏感目标处的工频电场强度不大于 4kV/m，工频磁感应强度不大于 100 μ T。

合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

根据《1000kV 架空输电线路设计规范》（GB50665—2011）中的规定，严格控制线路导线对地距离和交叉跨越距离。确保输电线路满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）要求。

（4）水环境

输电线路跨越水体时，尽量采用一档跨越的方式，避免在水体中立塔。

上述措施符合环境影响评价技术导则中环境保护措施“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则，并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本工程拟采取的环保措施是根据本工程的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。上述保护措施大部分是在已投产的交流输变电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合本工程自身的特点确定的。通过类比同类工程，这些措施均具备了可靠性和有效性。

（5）海洋环境

1) 在满足施工技术要求的前提下尽可能减少施工设备对滩涂压占范围，划

定设备的作业施工行驶带，禁止设备在行驶带外穿行。

2) 严格划定施工作业范围，禁止非施工设备和车辆机械进入，避免任意扩大施工范围。

4) 对施工方案进行合理优化，选择科学合理的施工方法和顺序，减少施工对海洋环境的影响。

11.4.2 新增环境保护措施

(1) 水环境控制措施

本项目输电线路施工过程中加强管理，禁止废污水排入水体。线路单塔施工周期短、施工量较小，施工废水量也较小，通过施工场地设置的简易沉淀池进行处理。施工人员的生活污水主要利用临时租用民房营地已有的收集设施进行处理，少量位于交通困难地区的施工点可设置简易化粪池或者移动厕所等方式进行收集处理。

在穿(跨)越的水环境敏感区内或附近施工时，应加强施工人员管理，合理布置施工场地并采取限界措施，严禁超界施工；施工场地设垃圾箱(桶)，施工过程中产生的生活垃圾和建筑垃圾分类、分开堆放并及时清运，不随意丢弃；施工场地设置简易沉淀池，施工废水经处理后回用，不外排；位于山丘区的塔位采取拦挡等措施，减轻水土流失对水源保护区的影响

(2) 大气环境控制措施

输电线路属线性工程，由于开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在 2 个月内，影响区域较小，对周围环境影响只是短期的、小范围的，并且能够很快恢复。对于施工扬尘，建议采取以下环保措施：

1) 线路塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度，对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水或采取临时覆盖措施防止起尘。

2) 加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料应采取覆盖措施。

(3) 声环境控制措施

塔基挖土填方、基础施工、杆塔组立等施工阶段，主要噪声源有挖掘机、电锯及汽车等，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。另外，在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，其声级值一般小于70dB（A）。各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在2个月以内，施工噪声影响随着施工活动的结束而消失。同时应对运输车辆司机进行严格的培训教育，禁止随意鸣笛，避免噪声对附近居民产生影响。

（4）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。明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，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，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

本工程输电线路沿线拆迁的建筑垃圾根据当地实际情况优先考虑综合利用，若无法综合利用，则运至就近的建筑垃圾场地集中堆置或按当地相关部门要求堆放在指定场地，不得自行随意堆放。施工结束后施工单位对拆迁场地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被或复耕。

（5）生态环境

1) 生态系统的保护措施

①灌丛生态系统保护措施

加强对施工队伍的管理，严格遵守各项规章制度，加强对施工人员的环境保护教育，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。施工结束后，及时进行植被恢复，并选用当地的优势灌草丛进行恢复。

②湿地生态系统保护措施

严禁向工程附近的水体排放施工废水；要求施工机械和车辆尽量到专门的清洗点或修理点进行清洗和修理，防止对湿地生态系统造成污染。及时清除水域周边的施工废弃物，减少对水体的影响。油料等物料不得随意堆放，并采取防范措施，防止雨水冲刷进入水体。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，须及时对油污进行处置，防止对水体造成污染。

③农田生态系统保护措施

对于占用的农业用地，在施工中应保存表层的土壤，分层堆放，施工结束后，分层回填，及时复耕。

严格各项规章制度，教育施工人员注意保护环境、提高其环保意识，避免施工机械、人员对占用场地周围其他农田的破坏。

占用基本农田时，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城镇/村落生态系统保护措施

工程占用城镇/村落生态系统时，应严格控制在规划范围内，对原有的植被和动物栖息地造成破坏的应及时恢复。施工前应对施工人员进行环保知识和意识的宣传教育，在施工期尽量减少垃圾和污水的排放，并妥善处理。

2) 动、植物保护措施

①合理规划施工便道、牵引场地、材料堆放处等临时场地，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区域的植被造成碾压和破坏。农田立塔时，可充分利用村村通道路以及田间小道。

②在林地、耕地较为集中分布的区段立塔时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复，临时表土堆场应采取临时防护措施。

③植被恢复的总体思路：对施工道路区、施工营地区等临时占地的植被恢复时，应先将施工前掘取的地表土进行铺放，保证这些区域土壤结构的恢复，从而保障植被恢复措施的有利进行。再根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案。

④在水域及附近两栖爬行类动物活动较频繁，所以要做好施工污水的处理工作，禁止将施工废水排入水体。施工材料的堆放也要远离水源，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中，以免对这些动物的生境造成污染。

⑤合理安排，科学组织施工

鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，工程施工设备的选取上要选择噪声较低的型号，并合理安排强噪声施工行为的时间，尽量减少施工噪声对野生动物的干扰，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。同时，加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，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。

（6）海洋环境

1) 施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在滩涂上随意排放和丢弃，加强施工期生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾与排放废污水，减少对周边水质、生态环境的影响。

2) 对海阳市马河港大桥东南沿海现有养殖池进行拆除，退养还滩，增加该区域水交换能力，增加湿地面积，将现有池塘拆除至原有海底面。本工程生态修复资金全部用于拆除养殖池塘，拆除池塘围堰长 1900m。

运营 11.5 政策、规划及相关法规的相符性分析

11.5.1 与国家产业政策的相符性分析

本工程为 1000kV 特高压输变电工程，属于国家发展和改革委员会令第 7 号发布的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“新型电力系统技术及装备：1000 千伏及以上交流输变电”类项目，属于“鼓励类”，符合国家产业政策。

11.5.2 与电网规划的相符性分析

本工程是国家“十四五”电力发展规划重点输电工程，已纳入国家《“十四五”电力发展规划》。该工程建成后，近期既可以满足中核 CX 核电站电力送出的需要，也可以满足烟台威海电网电力外送的需要，同时为远期规划的核电项目和海上风电提供接入条件。本工程建设与电力发展规划相符。

11.5.3 与涉及地区的相关规划的相符性分析

本项目在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及自然资源等部门的意见，对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；同时尽量避开了居民集中区、国家公园、海洋特别保护

区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区，以减少对所涉地区的环境影响。本项目已取得工程所在地自然资源等规划部门对规划及选址、选线的原则同意意见，并通过各级规划手续办理已取得沿线主管部门的用地预审与选址意见书，本工程建设与沿线区域的城乡规划不冲突。

11.5.4 与环境敏感区相关法规的相符性分析

本工程不可避免跨越自然保护区 1 处，海阳市、莱阳市 2 个行政区的生态保护红线，省级湿地公园 1 处，国家级水产种质资源保护区 1 处。线路不涉及环境敏感区的禁止建设区域，符合《中华人民共和国自然保护区条例》《山东省地方级自然公园管理办法（试行）》等相关规定。运行期不排放工业废水、固体废物、废气，产生的电磁环境和声环境影响属于物理影响因子，也不会对自然保护区内生态环境造成污染。因此，本工程与相关要求不冲突。

本工程评价范围内涉及 3 处饮用水水源保护区。工程线路不涉及在一级保护区内立塔或施工等新建工程内容，线路跨越准保护区时不向水体排放污染物；运行期不排放工业废水，不会污染水体。因此，本工程与《中华人民共和国水污染防治法》《山东省水污染防治条例》等相关要求不相冲突。

11.6 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变化情况，确保各项环境保护措施的有效落实，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。

11.7 公众意见采纳与否的说明

本工程按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）相关要求，开展了环境影响评价首次信息公开、环境影响报告书征求意见稿公示、环境影响报告书送审稿公示，公示方式包括网络公示、报纸公示、现场张贴信息公告。截止公众意见反馈截止日期，未收到有关本工程环境影响和环境保护措施的公众

意见。

11.8 综合结论

中核 CX 核电送出工程是国家“十四五”电力发展规划重点输电工程，已纳入国家《“十四五”电力发展规划》。该工程建成后，近期既可以满足中核 CX 核电站电力送出的需要，也可以满足烟台威海电网电力外送的需要，同时为远期规划的核电项目和海上风电提供接入条件。

本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。

本工程在设计、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。本工程的生态环境保护措施有效可行，在落实工程设计和本工程环境影响报告中提出的相关污染防治和生态环境保护措施后，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。

因此，从环境影响的角度，本工程的建设是可行的。