

陆丰核电厂 3、4 号机组

环境影响报告书

(选址阶段)

(A 版)

中广核陆丰核电有限公司

二〇二六年一月

目 录

第一章 概述

- 1.1 建设项目名称和建设性质
- 1.2 建设项目的规模和厂址总体规划
- 1.3 建设项目经费和环保设施投资
- 1.4 建设目的
- 1.5 建设项目的进度
- 1.6 环境影响报告书编制依据
- 1.7 评价标准
- 1.8 工程组成
- 1.9 环境保护措施
- 1.10 评价范围

第二章 厂址与环境

- 2.1 厂址地理位置
- 2.2 人口分布与饮食习惯
- 2.3 土地利用及资源概况
- 2.4 气象
- 2.5 水文
- 2.6 地形地貌

第三章 环境质量现状

- 3.1 辐射环境质量现状
- 3.2 非辐射环境质量现状

第四章 核电厂

- 4.1 厂区规划及平面布置

- 4.2 反应堆和蒸汽—电力系统
- 4.3 核电厂用水和散热系统
- 4.4 输电系统
- 4.5 专设安全设施
- 4.6 放射性废物管理系统和源项
- 4.7 非放射性废物处理系统
- 4.8 放射性物质厂内运输

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

- 5.1 土地利用
- 5.2 水的利用
- 5.3 施工影响控制

第六章 核电厂运行的环境影响

- 6.1 散热系统的环境影响
- 6.2 正常运行的辐射影响
- 6.3 其它环境影响

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

- 7.1 核电厂放射性事故和后果评价
- 7.2 场内运输事故
- 7.3 其它事故
- 7.4 事故应急

第八章 流出物监测与环境监测

- 8.1 辐射监测
- 8.2 其它监测
- 8.3 监测设施
- 8.4 质量保证

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.2 代价分析

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.6 公众参与和调查结论

10.7 承诺

第一章 概述

1.1 建设项目名称和建设性质

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

1.3 建设项目经费和环保设施投资

1.4 建设目的

1.5 建设项目的进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.7 评价标准

1.8 工程组成

1.9 环境保护措施

1.10 评价范围

表

表 1.6-1 厂址附近近岸海域环境功能区划

表 1.6-2 厂址 15km 范围内海洋空间规划

表 1.6-3 厂址陆域 10km 范围内各生态环境分区管控要求及相符性

表 1.6-4 厂址海域 15km 范围内各生态环境分区管控要求及相符性

表 1.7-1 GB 6249-2025 液态流出物中的放射性核素活度浓度推荐值

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 建设项目名称及其业主

本建设项目名称为陆丰核电厂 3、4 号机组，申请建造核电机组为 2 台百万千瓦级华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，由中广核陆丰核电有限公司负责建设和运营。本工程以中广核广东太平岭核电厂三期工程的设计方案为参考。

1.1.2 建设性质

本项目陆丰核电厂 3、4 号机组为厂址扩建项目。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

陆丰核电厂全厂规划建设 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，分三期，其中陆丰核电 5、6 号机组和 1、2 号机组正在建设过程中，本期工程拟建设 2 台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组（单台机发电机额定功率约 1218MW）。根据工程进度安排，陆丰核电 3 号机组计划于 2032 年投入商业运行。本工程核电机组的设计寿命为 60 年。

陆丰核电厂为了对厂址内所有核电机组实施高效、安全的管理，实行辐射防护最优化，对电厂所有机组与环境保护相关的设施进行统筹安排，包括：

- 综合考虑电厂非居住区边界和规划限制区边界的设置；
- 整个厂区的总平面规划中功能分区明确，合理规划放射性区域和非放射性区域和设施；
- 针对所有机组实施统一的流出物排放管理、设置统一的环境监测站和应急指挥中心等。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

陆丰核电 3、4 号机组的总投资约三百余亿元，本项目资本金按建成价的 30% 计列，资本金以外资金拟贷款解决，资本金部分由本项目的各股东注资形成。

1.4 建设目的

a) 项目建设符合国家能源产业政策，支撑实现“双碳目标”

《中华人民共和国能源法》(2025年1月1日施行)第二十七条规定国家积极安全有序发展核电。

核电是我国电力工业的重要组成部分，核电厂基本上不排放CO₂等温室气体，属于国家鼓励发展的清洁能源。在日益重视环境保护、全球气候变化的形势下，安全高效推进核电建设，是当前我国能源发展的一项重要战略方针。

2021年9月，中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》明确提出“积极安全有序发展核电”，“到2030年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平”，“到2060年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到80%以上，碳中和目标顺利实现”。

2021年12月24日，在全国能源工作会议提出“要加快能源绿色低碳发展，加强政策措施保障，加快实施可再生能源替代行动，积极安全有序发展核电，提升电力系统调节能力，持续推进中央生态环境保护督察整改”。2022年1月29日，国家发改委、能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》，积极安全有序发展核电，在确保安全的前提下，积极有序推进沿海核电项目建设，保持平稳建设节奏，合理布局新增沿海核电项目。

2024年3月，国家能源局发布《2024年能源工作指导意见》提出“坚持积极有力推进能源绿色低碳转型”、“积极安全有序推动沿海核电项目核准建设”。

2024年8月11日，中共中央、国务院正式对外发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提出“加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设”。

碳达峰、碳中和已成为我国长期政策目标，在保证社会电力需求总量稳步增长的前提下，本期工程的建设将大幅减少碳排放量，是实现碳达峰、碳中和目标的重要着力点之一。

2021年4月，广东省政府印发《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出：“坚持以能源安全新战略为统揽，深入推进能源供给、消费、技术、体制革命和对外合作，努力构建清洁低碳、安全高效、智能创新的现代化能源体系，实现能源高质量发展”、“大力发展战略性新兴产业，安全高效发展核电”。

国家相关政策中关于积极安全有序发展核电的方针政策体现了核能对于我国当前

阶段能源发展以及能源结构调整的重要性和紧迫性，本期工程的建设符合当前国家和广东省能源产业政策要求。

b) 合理开发利用核能，是解决广东省一次能源缺乏的战略措施

广东省一次能源资源匮乏，缺煤、少油、乏气，水能资源基本开发完毕，能源供应对外依存度较高。随着“十四五”时期广东省国民经济的进一步发展，广东省一次能源消费对外依存度将进一步提高。为保障广东省能源安全和实现经济可持续发展，必须积极推进核电建设，实现能源供应多元化，提高能源自给率。

c) 项目建设适应广东省电力需求发展需要

改革开放以来，广东省社会经济保持快速、稳定发展，电力需求也同步快速增长，电力市场迅速扩大。根据电力需求预测结果，未来广东省东部电力需求仍将继续保持增长。预测到2040年，广东全社会最高用电负荷约251000MW，以及向港澳送电和系统备用容量，系统需要容量约285214MW。考虑在运及核准主力电源、新能源（含在运、核准及规划）后，全省电力缺额约31233MW。

因此，为适应广东省电力需求增长，满足电力供应的安全性和可靠性，必须加快规划电源的建设力度和速度，以适应省内电力供需快速发展的需要。

d) 项目建设为广东电网安全运行提供电源支撑

对广东受端网架而言，广东电网负荷相对密集集中，广东内部电源建设条件有限，外电比例较大，在粤东地区建设陆丰核电厂等大型电源，可以增加广东电网本地电源比例，有利于提高整个广东电网的供电可靠性。

e) 项目建设是广东电源结构优化和能源可持续发展的需求

目前广东省仍有部分小火电机组，此类机组经济效益差、污染严重、点多面广、难以调度。核电厂与火力发电厂相比具有减轻煤炭运输负担、低碳和环境清洁等诸多优点。本期工程的建设可以加速这些小火电机组的退役，相对减少大型燃煤机组在广东地区的发展，对于减排和促进广东电源结构的优化有很大作用，同时也能够提高电力系统的综合效益，是实现广东省能源供应可持续发展的重要路径，也有利于提高广东省能源供应的安全性和稳定性。

1.5 建设项目的进度

根据工程进度安排，陆丰核电 3 号机组计划于 2032 年投入商业运行。本工程核电

机组的设计寿命为 60 年。

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 区域发展规划和环境保护相关规划

（1）区域发展规划

国家能源局以会议纪要（国能综纪核电〔2024〕1号）明确，陆丰核电3、4号机组项目可提升粤东地区电网本地电源比例，为粤港澳大湾区提供清洁能源供应，对于优化广东能源电力结构、推进区域发展战略实施等具有积极意义。为做好广东核电项目储备工作，及时启动项目前期工作是必要的。

2021年4月发布的《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中的“十四五”时期广东省能源保障体系重点建设工程，核电方面，新开工建设陆丰核电等项目。

2023年5月，广东省能源局印发广东省推进能源高质量发展实施方案的通知，提出构建清洁低碳的新能源体系，明确积极安全有序发展核电，积极推动后续核电项目开展前期工作。

根据《广东省国土空间规划（2021-2035）》专栏9-3：能源保障重点工程。1.电厂及配套工程。“推动惠州、陆丰、廉江、岭澳、台山核电项目及配套送出线路工程建设”。

2023年2月形成的《汕尾（陆丰）临港产业带发展总体规划（2023—2030年）》指出，加快推进核电、火电、海上风电等骨干电源项目建设，全力打造成为沿海经济带重要能源中心。加快推动陆丰核电1、2号机组 2×125 万千瓦和3、4号机组开展前期工作，尽快取得核准开工建设。

2023年11月批复的《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》指出，发展以海上风电、火电、核电、光伏、抽水蓄能、氢能及储能等为主的清洁能源产业集群，落实碳排放总量和强度“双控”要求，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

（2）环境保护相关规划

a) 近岸海域环境功能区划

根据《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），陆丰核电厂址所在海域为“碣石浅澳工业功能

区（406B）”，水质目标为 GB3097-1997 三类标准。其余近岸海域功能区划有“陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区（406C）”，在该区域内，除水温不执行水质标准外，其他指标执行 GB3097-1997 三类标准。厂址附近的近岸海域环境功能区划见表 1.6-1。

b) 海洋空间规划

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），厂址半径 15km 范围内的各海洋空间的管控要求见表 1.6-2，本工程用海位于陆丰核电厂通信用海区（630-057），符合用海规划。

c)“三线一单”生态环境分区管控要求

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》（汕环〔2024〕154 号），表 1.6-3 和表 1.6-4 分别给出了厂址陆域 10km 范围和海域 15km 范围内各生态环境分区管控要求及相符性分析。

d) 生态保护红线

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（粤府函〔2023〕336 号），厂址所在处为碣石镇城镇开发区，厂址 15km 范围内陆域有 1 处生态保护红线，最近处位于厂址 NNW 方位约 9km 处，海域有 2 处生态保护红线，分别为金厢生态保护区生态保护红线（厂址 NW 方位约 8km）和碣石湾近海生态保护区生态保护红线（S 方位约 14km）。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），厂址半径 15km 范围内的金厢生态保护区和碣石湾近海生态保护区的具体保护对象和管理要求见表 1.6-2 对应的海洋空间规划管控要求。

本工程不占用陆丰市海域和陆域生态保护红线，温排水冬季 2℃夏季 1℃最大温升影响范围不影响海域生态保护红线（海域生态保护区）。

e) 严格保护岸线

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（粤府函〔2023〕336 号），厂址 15km 范围内主要为碣石港南侧-角清村（最近距厂址 W 方位 1.5km）、湖东林场（最近距厂址 NE 方位 9.3km）等严格保护岸线。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），厂址附近严格保护岸线与陆丰市国土空间总体规划不同，该规划中严格保护岸线东西两端均紧邻厂址。

严格保护岸线保护要求：应确保严格保护岸线生态功能不降低、长度不减少、性质

不改变。除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

本工程施工期悬浮泥沙主要影响范围为取排水口附近海域，施工期不占用严格保护岸线，不会对严格保护岸线生态功能造成影响。本项目运行期温排水不影响严格保护岸线，满足其管理要求。

f) 地表水功能区划

根据《汕尾市地表水功能区划》，汕尾市河流水功能一级区划对重要的13条河流（其中3条总干渠）中划出14个一级区，其中保护区2个，保留区3个，开发利用区9个。距厂址最近的为龙潭干渠陆丰开发利用区，从龙潭水库出水口到尖山水库进水口，全长22km，年供水能力2.6亿m³，饮用水人口70万人，灌溉面积21.55万亩，现状水质类别I类，水质管理目标II类，位于厂址N方位约21km。厂址10km范围内未划分河流水功能区。

g) 土地利用规划

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》，厂址为城镇集中建设区用地，符合用地规划。

h) 区域环境保护规划

根据《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》，汕尾市打造全省骨干绿色电力基地，有序推进核电、煤电、海上风电等骨干电源建设，打造成为全省乃至全国骨干绿色电力能源生产基地。在强化风险管控，着力保障生态环境安全方面，提升核与辐射安全水平。以陆丰核电站为重点，参照国家核安全工作协调机制，逐步建立统筹有力、分工协作、运转高效的核安全工作机制。本工程符合环境保护规划要求。

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

（1）主要法律法规和规章

- 中华人民共和国能源法（自2025年1月1日起施行）
- 中华人民共和国原子能法（自2026年1月15日起施行）
- 中华人民共和国环境保护法（自2015年1月1日起施行）
- 中华人民共和国核安全法（自2018年1月1日起施行）
- 中华人民共和国环境影响评价法（2018年12月29日修正）

- 中华人民共和国放射性污染防治法（自 2003 年 10 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国大气污染防治法（2018 年 10 月 26 日修正）
- 中华人民共和国水污染防治法（2017 年 6 月 27 日修正）
- 中华人民共和国噪声污染防治法（自 2022 年 6 月 5 日起施行）
- 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（自 2020 年 9 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国水土保持法（自 2011 年 3 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国土地管理法（自 2020 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国海洋环境保护法（自 2024 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国海洋倾废管理条例（自 2017 年 3 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国自然保护区条例（自 2017 年 10 月 7 日起施行）
- 建设项目环境保护管理条例（自 2017 年 10 月 1 日起施行）
- 放射性物品运输安全管理条例（自 2010 年 1 月 1 日起施行）
- 放射性废物安全管理条例（自 2012 年 3 月 1 日起施行）
- 危险化学品安全管理条例（自 2013 年 12 月 7 日起施行）
- 生态环境监测条例（自 2026 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例（2018 年 3 月 19 日修订）
- 中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例（自 1990 年 8 月 1 日起施行）
- 核电厂核事故应急管理条例（HAF002，自 2011 年 1 月 8 日起施行）
- 建设项目环境影响评价分类管理名录（自 2021 年 1 月 1 日起施行）
- 国家危险废物名录（2025 年版，自 2025 年 1 月 1 日起施行）
- 近岸海域环境功能区管理办法（2010 年 12 月 22 日修正）
- 放射性固体废物贮存和处置许可管理办法（2019 年 8 月 22 日修正）
- 放射性物品运输安全许可管理办法（2021 年 1 月 4 日修正）
- 核动力厂厂址评价安全规定（HAF101，2023 年 2 月）
- 核动力厂设计安全规定（HAF102-2016）
- 放射性废物安全监督管理规定（HAF401，自 1997 年 11 月 5 日起实施）
- 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知（国发[2013]37 号）

- 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知（国发[2015]17号）
- 关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知（环发[2012]77号）
- 关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知（环发[2012]98号）
- 核电厂流出物放射性自行监测管理要求（国核安发〔2025〕120号）
- 核动力厂流出物放射性监督性监测管理要求（国核安发〔2025〕149号）
- 环境影响评价公众参与办法（自2019年1月1日起施行）
- 入海排污口监督管理办法（试行）（自2025年1月1日起施行）
- 生态环境分区管控管理暂行规定（2024年7月6日发布实施）

(2) 技术标准和导则

- 电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB 18871-2002）
- 核动力厂环境辐射防护规定（GB 6249-2025）
- 放射性废物管理规定（GB 14500-2002）
- 放射性物品安全运输规程（GB 11806-2019）
- 电离辐射监测质量保证通用要求（GB 8999-2021）
- 核设施流出物监测的一般规定（GB 11217-89）
- 海水水质标准（GB 3097-1997）
- 海洋生物质量（GB 18421-2001）
- 海洋沉积物质量（GB 18668-2002）
- 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB 18918-2002及2006、2025年修改单）
- 城市污水再生利用 城市杂用水水质（GB/T 18920-2020）
- 环境空气质量标准（GB 3095-2012及2018年修改单）
- 声环境质量标准（GB 3096-2008）
- 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB 12348-2008）
- 建筑施工噪声排放标准（GB 12523-2025）
- 电磁环境控制限值（GB 8702-2014）
- 危险废物贮存污染控制标准（GB 18597-2023）
- 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准（GB 18599-2020）
- 建设项目环境影响评价技术导则 总纲（HJ 2.1-2016）
- 环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容（HJ 808-2016）

- 环境影响评价技术导则 大气环境（HJ 2.2-2018）
- 环境影响评价技术导则 地表水环境（HJ 2.3-2018）
- 环境影响评价技术导则 声环境（HJ 2.4-2021）
- 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）
- 建设项目环境风险评价技术导则（HJ 169-2018）
- 辐射环境监测技术规范（HJ 61-2021）
- 近岸海域环境监测技术规范（HJ 442-2020）
- 核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）（HJ 1037-2019）
- 排污单位自行监测技术指南 总则（HJ 819-2017）
- 交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）（HJ 681-2013）
- 环境影响评价技术导则 海洋生态环境（HJ 1409-2025）
- 核动力厂厂址评价中的外部人为事件（HAD101/04-2025）
- 核电厂厂址选择的大气弥散问题（HAD101/02，1987年11月）
- 核电厂厂址选择及评价的人口分布问题（HAD101/03，1987年11月）
- 核电厂选址假想事故源项分析准则（NB/T 20470-2017RK）

(3) 地方法规和标准

- 广东省环境保护条例（2022年11月30日修正）
- 广东省民用核设施核事故预防和应急管理条例（2024年9月1日起修订施行）
- 广东省固体废物污染环境防治条例（2022年11月30日修正）
- 广东省海域使用管理条例（2021年9月29日修正）
- 广东省水污染防治条例（2021年9月29日修正）
- 广东省大气污染防治条例（2022年11月30日修正）
- 广东省水污染物排放限值（DB 44/26-2001）
- 广东省大气污染物排放限值（DB 44/27-2001）
- 固定污染源挥发性有机物综合排放标准（DB 44/2367-2022）

1.6.3 相关管理文件

- 国家能源局, 国能综纪核电[2024]1 号, 广东陆丰核电 3、4 号机组项目前期工作座谈会议纪要;
- 汕尾市生态环境局, 汕尾市生态环境局关于提供陆丰核电厂址非放射性影响评价等相关标准的复函, 2025 年 12 月 23 日;
- 广东省人民政府, 粤府函[2024]220 号, 广东省人民政府关于划定陆丰核电厂规划限制区的批复;
- 广东省生态环境厅, 粤环函[2024]421 号, 广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函;
- 广东省陆丰市人民政府, 陆府函[2026]3 号, 陆丰市人民政府关于原则同意设置广东陆丰核电 3、4 号机组非居住区的批复;
- 中国民用航空中南地区空中交通管理局, 民航中南空局函[2024]82 号, 关于陆丰核电厂址区域上空民用航线或起落通道距厂址平面距离的复函;
- 汕尾市自然资源局, 汕自然资函[2024]1723 号, 关于广东陆丰核电 1、2 号机组建设用地压覆矿产资源情况的复函;
- 自然资源部办公厅, 自然资办函[2025]2972 号, 自然资源部办公厅关于广东陆丰核电 3、4 号机组项目用海预审意见的函。

1.6.4 相关技术文件

- 广东陆丰核电工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查（2023）报告, 国家海洋环境监测中心, 2025 年 7 月;
- 广东陆丰核电 3、4 号机组工程海域使用论证报告书, 国家海洋环境监测中心, 2025 年 12 月;
- 广东陆丰核电项目陆域生态环境调查及评价报告, 苏州热工研究院有限公司, 2025 年 3 月;
- 广东陆丰核电厂 3、4 号机组工程海域四季全潮水文观测冬、夏季调查与分析报告, 国家海洋局南海调查技术中心, 2025 年 3 月;
- 陆丰核电厂 5、6 号机组厂址区域人口分布、饮食习惯和生活习性调查报告（2024）, 苏州热工研究院有限公司, 2025 年 9 月;
- 陆丰核电厂 5、6 号机组厂址区域环境特征及外部人为事件调查报告（2024）,

苏州热工研究院有限公司，2025 年 9 月；

- 广东陆丰核电 3、4 号机组厂址区域非放射性环境质量现状调查报告，苏州热工研究院有限公司，2025 年 3 月；
- 广东陆丰核电厂 3、4 号机组极端气象与常规气象分析专题报告，广东省气候中心，2024 年 8 月；
- 广东陆丰核电 3、4 号机组液态流出物数值模拟成果报告，南京水利科学研究院，2025 年 9 月；
- 广东陆丰核电厂 3、4 号机组温排水数模研究报告，南京水利科学研究院，2025 年 9 月；
- 广东陆丰核电 3、4 号机组水土保持方案报告书，长江勘测规划设计研究有限责任公司，2026 年 1 月；
- 广东陆丰核电 3、4 号机组泥沙数模研究报告，南京水利科学研究院，2025 年 6 月；
- 广东陆丰核电 3、4 号机组厂址区域核应急方案（D 版），深圳中广核工程设计有限公司，2025 年 9 月；
- 广东陆丰核电厂址民用航线查询及坠机概率分析报告（审定稿），民航中南空管设备工程（广州）有限公司，2025 年 1 月；
- 广东陆丰核电 3、4 号机组外部人为事件评价报告，深圳中广核工程设计有限公司，2025 年 9 月；
- 广东陆丰核电厂 3、4 号机组工程岩土工程勘察报告（可行性研究阶段），核工业南京工程勘察院，2025 年 8 月；
- 陆丰核电厂 371、372、7BEW 子项功能及规模调整变动分析报告，2025 年 12 月。

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

(1) 运行状态下的剂量要求和排放控制值

《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2025) 第 6.1 款规定任何场址的所有核动

力堆向环境释放的放射性核素对公众中任何个人造成有效剂量，每年不得超过 0.25mSv，第 6.2 款和 6.3 款规定了核动力厂每座 3000MW 热功率反应堆气态和液态放射性流出物年排放量控制值及多堆厂址所有机组年总排放量控制值。

陆丰核电厂规划建设六台机组，其中陆丰核电 5、6 号机组和 1、2 号机组年个人有效剂量要求均为 0.08mSv/a，因此，本工程 2 台机组年个人有效剂量要求为 0.08mSv/a，满足 GB 6249-2025 的相关要求。

陆丰核电 3、4 号采用华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，机组额定热功率为 3180MW。根据 GB 6249-2025 中对于 3000MW 热功率的轻水反应堆设计控制值，单堆排放量控制值如下：

气态放射性流出物：

- 惰性气体： 1×10^{14} Bq/a；
- 碘： 3×10^9 Bq/a；
- 粒子（半衰期 ≥ 8 d）： 9×10^9 Bq/a；
- 碳-14： 7×10^{11} Bq/a；
- 氚： 1.5×10^{13} Bq/a。

液态放射性流出物：

- 氚： 7.5×10^{13} Bq/a；
- 碳-14： 1.5×10^{11} Bq/a；
- 其它核素： 9×10^9 Bq/a。

对于同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量应控制在 GB 6249-2025 中 6.3 条款规定值以内。即：

气态放射性流出物：

- 惰性气体： 6×10^{14} Bq/a；
- 碘： 2×10^{10} Bq/a；
- 粒子（半衰期 ≥ 8 d）： 5×10^{10} Bq/a；
- 碳-14： 2.8×10^{12} Bq/a；
- 氚： 6×10^{13} Bq/a。

液态放射性流出物：

- 氚： 3×10^{14} Bq/a；

- 碳-14: 6×10^{11} Bq/a;
- 其它核素: 5×10^{10} Bq/a。

GB 6249-2025 第 6.5 款规定：“对于受纳水体为海洋的核动力厂场址，其槽式排放口处的液态流出物中氚的活度浓度不应超过 3×10^7 Bq/L，碳-14 的活度浓度不应超过 3×10^3 Bq/L，其他放射性核素总活度浓度不应超过 1000Bq/L，各核素活度浓度应满足附录 D 的要求”。陆丰核电厂为滨海厂址，槽式排放口处的液态流出物核素活度浓度执行 6.5 款要求，其他放射性核素活度浓度具体数值详见表 1.7-1。

（2）事故工况下的剂量限值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）第 5.10 款规定，在评价选址假想事故后果时，应考虑保守大气弥散条件和烟云浸没外照射、吸入内照射和地面沉积外照射途径。非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过上述途径所接受的有效剂量不得大于 250mSv，规划限制区外边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述照射途径所接受的有效剂量不得大于 250mSv。在事故的整个持续期间内，环境影响评价范围内公众群体集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

（3）海水中的放射性核素浓度指标

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997）的要求，陆丰核电 3、4 号机组运行期间受纳水体中与核电厂释放相关的放射性核素浓度控制值为：

- ^{60}Co : 0.03Bq/L;
- ^{90}Sr : 4.0Bq/L;
- ^{106}Ru : 0.2Bq/L;
- ^{134}Cs : 0.6Bq/L;
- ^{137}Cs : 0.7Bq/L。

1.7.2 非辐射环境影响的评价标准

根据汕尾市生态环境局的复函《汕尾市生态环境局关于提供陆丰核电厂址非放射性影响评价等相关标准的复函》（2025 年 12 月 23 日），陆丰核电 3、4 号机组执行的非放环评标准要求如下：

（1）环境质量标准

a) 环境空气质量标准

执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及修改单规定的二级标准。

b) 海水水质标准

按《广东省近岸海域功能区划》和《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》(粤环函〔2024〕421号)，碣石浅澳工业功能区执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)三类标准，陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区除水温不执行水质标准外其他指标执行三类标准。

c) 声环境质量标准

厂界外区域执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的2类标准，即：昼间60dB(A)、夜间50dB(A)。厂址周围声环境保护目标（最近处为后埔村）执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的1类标准，即：昼间55dB(A)、夜间45dB(A)。

d) 电磁辐射环境控制标准

工频电场强度和工频磁感应强度执行《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)规定的对应于50Hz频率的公众曝露控制限值，即：工频电场4000V/m，工频磁场100μT。

(2) 非放射性污染物排放标准

a) 大气污染物排放

施工期间的大气污染物排放执行广东省《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001)中的第二时段二级标准及无组织排放监控浓度限值。其中，挥发性有机物的有组织排放浓度和无组织排放浓度执行《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》(DB 44/2367-2022)排放限值。

b) 水污染物排放

施工期间生活污水全部回用，执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中冲厕、车辆冲洗的限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)及修改单一级A标准。

运行期间生活污水优先用于回用，回用时执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫的限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)及修改单一级A标准，排放时执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)及修改单一级A标准和《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)中第二时段一级标准（其他排污单位）的较严要求。

调试和运行期间非放射性生产废水排放执行《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)

中第二时段一级标准（其他排污单位）。

c) 噪声排放

施工期间的场界噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》(GB 12523-2025) 中的限值，即：昼间 70dB (A)、夜间 55dB (A)；

运行期间，厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中的 2 类限值，即：昼间 60dB (A)、夜间 50dB (A)。

d) 一般工业固废和危险废物

本工程中产生的一般工业固废采用库房、包装工具（罐、桶、包装等）等方式贮存的，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)，其贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)。

1.8 工程组成

陆丰核电厂除核电主体工程（核岛、常规岛、辅助厂房）之外，还包括相关配套工程，如 500kV 输电线路、220kV 输电线路、重件码头、应急道路、进厂道路等。本工程尽量共用厂址已有的配套工程，其中本期工程拟新建 2 回线路至茅湖北开关站的 500kV 输电线路出线由南方电网公司单独作扩建环评，其余本期工程新增的配套工程环评包含在主体工程环评中。

1.9 环境保护措施

本期工程的环境保护设施主要包括放射性废气系统、放射性废液系统、放射性固体废物系统、生活污水处理站、非放射性工业废水处理站、环境实验室、应急指挥中心等环保设施，其中生活污水处理站、非放射性工业废水处理站、环境实验室、应急指挥中心已在前期工程中建设。

本工程环境保护设施主要选择现有核电厂普遍采用的成熟、可靠、经济的方案，并结合本工程机组类型和污染物排放特点进行适当优化，以保证环境保护措施在机组长期运行期间稳定运行，满足国家环保法规的排放和管理要求。

1.10 评价范围

（1）辐射环境

辐射环境影响评价范围为以陆丰核电 3 号反应堆为中心，半径为 80km 的区域。

（2）非辐射环境

a) 水环境

结合核电项目液态流出物排放特点以及海工工程，确定本项目水环境和海洋生态环境评价范围为温排水所致海域的 0.5°C 温升包络范围和本项目海工工程影响海域，重点考虑取排水口附近海域及相关功能区管理要求，以及环境保护目标要求。

b) 大气环境

本项目正常运行期间无非放射性废气排放，施工期存在无组织废气排放，因此主要考虑施工期的大气环境影响，评价范围为施工场界以及厂址附近的大气环境保护目标。

c) 声环境

本工程运行期声环境影响的评价范围为厂界外 200m 范围，并适当扩大至环境敏感点处（距本工程最近为 NNE 方位约 1.6km 处后埔村居民点）。

d) 生态环境

本工程为核设施类项目，对陆域生态的影响主要为施工期产生的土地占用、工程施工活动等造成的生态影响。评价范围以核电厂永久占地和临时占地范围为主，并考虑附近生态敏感区。

e) 电磁环境

参照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目电磁辐射环境的评价范围为：厂区变电站、开关站站界外 50m 区域。

表 1.6-1 (1/2) 厂址附近近岸海域环境功能区划

所在海域	标识号	功能区名称	所属地区	范围	面积 (km ²)	主要功能	水质目标	控制点坐标 (CGCS2000)	备注
东海岸海域	401A	甲东港口、工业功能区	汕尾市	海域A-B-H-I所包络的区域	10.41	港口、一般工业用水	三类	A: 116°14'40.142"E,22°53'38.656"N B: 116°13'10.042"E,22°52'31.174"N C: 116°10'59.894"E,22°50'46.129"N D: 116°08'28.133"E,22°48'47.056"N E: 116°05'03.311"E,22°47'40.027"N F: 116°04'08.789"E,22°48'51.534"N G: 116°05'11.029"E,22°49'47.158"N H: 116°12'13.241"E,22°54'08.831"N I: 116°13'11.240"E,22°55'10.816"N	/
	401B	甲东生态功能区	汕尾市	海域B-C-D-E-F-G-H所包络的区域	48.85	海洋生态保护	二类		/
碣石海域	406B	碣石浅澳工业功能区	汕尾市	海域Q1-R1-S1-T1-V1-W1所包络的区域除去406C部分	14.90	工业	三类	A1: 115°46'54.160"E,22°47'18.488"N B1: 115°46'38.518"E,22°47'18.298"N C1: 115°46'29.500"E,22°47'17.300"N D1: 115°45'46.994"E,22°47'09.006"N E1: 115°45'37.591"E,22°47'01.147"N F1: 115°45'31.644"E,22°46'53.285"N G1: 115°45'27.626"E,22°46'49.318"N H1: 115°45'24.199"E,22°46'39.940"N I1: 115°45'12.236"E,22°46'09.584"N J1: 115°45'01.303"E,22°45'14.036"N	/
	406C	陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区	汕尾市	陆丰核电厂温排水口周围海域d1~d6所包络的区域	3.17	排污稀释混合区	除水温不执行水质标准外，其他指标执行三类标准	K1: 115°45'06.415"E,22°44'43.991"N L1: 115°45'14.875"E,22°44'19.331"N M1: 115°45'46.973"E,22°43'41.228"N N1: 115°46'35.184"E,22°43'11.723"N O1: 115°47'10.838"E,22°42'58.748"N	广东陆丰核电厂温排水排放口海水温升4°C包络线超出本功能区，但不超过周边三类近岸海域环境功能区时，超出区域参照本功能区管理。
	412-1	碣石湾东工矿用海区	汕尾市	海域A1~U1所包络的区域	20.29	工业	一类（水温指标执行三类标准）		/

表 1.6-1 (2/2) 厂址附近近岸海域环境功能区划

所在海域	标识号	功能区名称	所属地区	范围	面积 (km ²)	主要功能	水质目标	控制点坐标 (CGCS2000)	备注
碣石海域	412	碣石湾浅海渔业功能区	汕尾市	碣石湾内浅海	249.71	渔场作业区	一类	P1: 115°47'43.944"E,22°42'50.123"N Q1: 115°49'35.299"E,22°43'20.060"N R1: 115°47'39.959"E,22°43'39.810"N S1: 115°46'08.350"E,22°44'16.760"N T1: 115°46'09.880"E,22°45'38.660"N U1: 115°46'55.808"E,22°45'45.450"N V1: 115°48'05.429"E,22°45'55.300"N W1: 115°49'42.920"E,22°45'20.470"N d1: 115°47'35.110"E,22°44'09.244"N d2: 115°47'54.074"E,22°43'44.054"N d3: 115°49'05.891"E,22°43'31.580"N d4: 115°49'17.141"E,22°43'52.154"N d5: 115°48'38.311"E,22°44'21.235"N d6: 115°47'52.566"E,22°44'29.256"N	/

表 1.6-2 (1/4) 厂址 15km 范围内海洋空间规划

名称	金厢重要渔业资源产卵场生态保护区	金厢海岸防护物理防护极重要区生态保护区	碣石湾海马珍稀濒危物种分布区生态保护区
代码	100-196	100-197	100-198
分区类型	生态保护区	生态保护区	生态保护区
管 控 要求	空间准入	<p>1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的标本采集，生态修复等有限人为活动；</p> <p>2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。</p>	<p>1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾活动、生态修复等有限人为活动；</p> <p>2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。</p>
	利用方式	严格限制改变海域自然属性。	自然保护地核心保护区禁止改变海域自然属性，其他区域严格限制改变海域自然属性。
	保护要求	<p>1.重点保护重要渔业资源产卵场；</p> <p>2.保护潮间带；</p> <p>3.保护和合理利用无居民海岛资源。</p>	<p>1.防止海岸侵蚀；</p> <p>2.切实保护严格保护岸线；</p> <p>3.保护潮间带；</p> <p>4.保护和合理利用无居民海岛资源。</p>
	其他要求	加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。	加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
与厂址方位、距离	NW 9km	NW 8km	S 14km

表 1.6-2 (2/4) 厂址 15km 范围内海洋空间规划

名称	碣石湾近岸渔业用海区	汕尾南部渔业用海区	甲子港近岸渔业用海区	
代码	610-082	610-084	610-085	
分区类型	渔业用海区	渔业用海区	渔业用海区	
管 控 要求	空间准入	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用； 4.优先保障军事用海及军事设施安全。	1.允许增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用。	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用； 4.优先保障军事用海及军事设施安全。
	利用方式	1.允许适度改变海域自然属性； 2.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方式建设，降低对周边海域水动力的影响； 3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营； 4.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。	1.严格限制改变海域自然属性； 2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全； 3.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能； 4.捕捞海域严格限制改变海域自然属性。	1.允许适度改变海域自然属性； 2.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方式建设，降低对周边海域水动力的影响； 3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营； 4.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。
	保护要求	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.切实保护严格保护岸线； 3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.保护和合理利用无居民海岛资源。	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.切实保护严格保护岸线； 3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。
其他要求	—	—	—	
与厂址方位、距离	E 7km	S 6km	NE 10km	

表 1.6-2 (3/4) 厂址 15km 范围内海洋空间规划

名称	陆丰核电厂工矿通信用海区	碣石湾工矿通信用海区	碣石南部工矿通信用海区	甲子南部工矿通信用海区	
代码	630-057	630-056	630-058	630-060	
分区类型	工矿通信用海区	工矿通信用海区	工矿通信用海区	工矿通信用海区	
管控要求	空间准入	1.允许工业等用海、海底电缆管道用海； 2.可兼容人工鱼礁、开放式养殖等增养殖用海，路桥隧道、航运、风景旅游、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海，浴场、游乐场等文体休闲娱乐用海； 4.探索推进海域立体分层设权，光伏发电、增养殖、海底电缆管道等用海空间可立体利用； 5.优先保障军事用海及军事设施安全；保障陆丰核电、汕尾（陆丰）临港产业园的用海需求。	1.允许固体矿产等用海； 2.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海，游乐场等文体休闲娱乐用海。	1.允许固体矿产、海底电缆管道用海； 2.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海，游乐场等文体休闲娱乐用海。	1.允许可再生能源、海底电缆管道用海； 2.可兼容人工鱼礁、开放式养殖等增养殖用海，航运、科研教育等用海； 3.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海； 4.探索推进海域立体分层设权，海上风电、光伏发电、增养殖、海底电缆管道等用海空间可立体利用。
	利用方式	1.允许适度改变海域自然属性； 2.优化用海平面布局，节约集约利用海域资源。	1.严格限制改变海域自然属性； 2.不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。	1.严格限制改变海域自然属性； 2.不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。	1.严格限制改变海域自然属性； 2.不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。
	保护要求	1.工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置； 2.切实保护严格保护岸线； 3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护基岩岸滩、砂质海岸及其生境。	海上矿产开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。	海上矿产开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。	海上能源开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。
	其他要求	重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险，保障临海工业核电的温排水需求。	加强海啸灾害防范。	加强海啸灾害防范。	加强海啸灾害防范。
与厂址方位、距离	厂址用海所在区	SW 9km	SSE 12km	SE 11km	

表 1.6-2 (4/4) 厂址 15km 范围内海洋空间规划

名称		碣石湾交通运输用海区	碣石南部交通运输用海区	碣石湾西南部生态控制区	碣石湾东北部生态控制区	湖东近岸无居民海岛生态控制区	碣石南部特殊用海区
代码		620-090	620-091	200-064	200-063	200-065	650-052
分区类型		交通运输用海区	交通运输用海区	生态控制区	生态控制区	生态控制区	特殊用海区
管控要求	空间准入	1.允许航运用海； 2.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海。	1.允许航运用海； 2.在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海。	1.实行科学合理保护与适度开发相结合的原则，可开展生态保护红线允许的用海活动，允许生态养殖用海，以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动； 2.可兼容海底电缆管道用海。	实行科学合理保护与适度开发相结合的原则，可开展生态保护红线允许的用海活动，允许生态养殖用海，以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。	实行科学合理保护与适度开发相结合的原则，可开展生态保护红线允许的用海活动，允许生态养殖用海，以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。	1.允许排污倾倒用海； 2.在开发利用前，可兼容开放式养殖等增养殖用海。
	利用方式	1.严格限制改变海域自然属性； 2.严禁在航道、锚地内进行增养殖、捕捞，以及建设构筑物等。	1.严格限制改变海域自然属性； 2.严禁在航道、锚地内进行增养殖、捕捞，以及建设构筑物等。	严格限制改变海域自然属性。	严格限制改变海域自然属性。	严格限制改变海域自然属性。	严格限制改变海域自然属性。
	保护要求	维护和改善航运用海区原有的水动力和泥沙冲淤环境。	维护和改善航运用海区原有的水动力和泥沙冲淤环境。	强化生态保育和生态建设，提升海洋生态系统质量和稳定性。	1.强化生态保育和生态建设，提升海洋生态系统质量和稳定性； 2.保护潮间带； 3.保护和合理利用无居民海岛资源。	1.强化生态保育和生态建设，提升海洋生态系统质量和稳定性； 2.保护潮间带； 3.保护和合理利用无居民海岛资源。	倾倒区用海需要选择水深较深，流速较急，污染物易向外海迅速扩散的开放海域。
	其他要求	加强海啸灾害防范。	加强海啸灾害防范。	—	—	—	加强海啸灾害防范。
与厂址方位、距离	NW 7km	SSE 7km	S 13km	NW 8km	NE 10km	SE 14km	

表 1.6-3 厂址陆域 10km 范围内各生态环境分区管控要求及相符性

序号	40	30	21
环境管控单元编码	ZH44158130011	ZH44158120008	ZH44158110005
环境管控单元名称	陆丰市一般管控单元	陆丰市重点管控单元 02(广东陆丰东海经济开发区)	陆丰市优先保护单元 05
管控单元分类	一般管控单元	园区型重点管控单元	优先保护单元
区域布局管控	<p>1-1.单元内以东海、碣石、甲子三大镇（街）为主发展新能源、电子信息、生物医药等新兴产业及服装、五金塑料、水产品加工等传统产业；依托临港工业园建设，重点集群发展电力能源与先进装备制造产业，配套发展风电产业，利用核电项目建设条件带动当地核电上下游产业发展；“三甲”地区重点发展五金塑料、工艺制品、家具配件为主的产业；东海岸重点发展石化产业；碣石镇重点发展以圣诞玩具、服装、日用制品为主的加工工业，发展休闲旅游业；南塘镇适度发展特色养殖业与农副产品加工业。优化单元内产业布局，引导单元内产业集聚发展，形成规模化、集群化的产业聚集区。</p> <p>1-2.任何单位和个人不得在江河、水库集水域栽种速生丰产桉树等不利于水源涵养和生物多样性保护的树种。</p> <p>1-3.单元内的生态保护红线严格按照国家、省有关要求管理。</p> <p>1-4.单元内的一般生态空间，主导功能为水土保持，不得从事影响主导生态功能的建设活动，禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土挖砂、采石等可能造成水土流失的活动，禁止毁林开荒、烧山开荒，保护和恢复自然生态系统。</p> <p>1-5.单元内涉及陆丰市清云山森林公园、陆丰市南泉坑森林公园的区域禁止毁林开垦和毁</p>	<p>1-1.园区重点发展珠宝加工、电器机械、纺织服装等产业。</p> <p>1-2.严格控制引入电镀、鞣革、漂染、制浆造纸、重化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物排放量大或排放一类水污染物、持久性有机污染物的项目。电器机械产业，严格控制包括电镀、钝化等废水排放量大或者排放第一类水污染物的表面处理工艺；纺织服装产业严格控制染纱、印染等工序；珠宝加工严格控制引进电镀工序。</p> <p>1-3.严格生产空间和生活空间管控。工业企业禁止选址在生活空间，生产空间禁止建设居民住宅等敏感建筑；与居住区、学校、医院等敏感区临近的区域应合理设置控制开发区域（产业控制带），产业控制带内优先引进无污染的生产性服务业，或可适当布置废气排放量小、工业噪声影响小及没有恶臭气体产生的产业。</p>	<p>1.单元内主要发展滨海旅游与海洋渔业。</p> <p>2.任何单位和个人不得在江河、水库集水区域栽种速生丰产桉树等不利于水源涵养和生物多样性保护的树种。</p> <p>3.单元内的生态保护红线严格按照国家、省有关要求管理。</p> <p>4.单元内的一般生态空间，主导功能为水土保持，不得从事影响主导生态功能的建设活动，禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动，禁止毁林开荒、烧山开荒，保护和恢复自然生态系统。</p> <p>5.单元内涉及玄武山-金厢滩风景名胜区的区域禁止进行下列活动：开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物，已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。</p> <p>6.加快单元内陆丰市城镇污水管网排</p>

<p>林采石、采砂、采土以及其他毁林行为；在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外，不得建设宾馆、招待所、疗养院和其他工程设施。</p> <p>1-6.单元内涉及的陆丰市三溪水候鸟自然保护区实验区严禁开设与自然保护区保护方向不一致的参观、旅游项目，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；禁止在保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动，但法律、行政法规另有规定的除外。</p> <p>1-7.大肚山渠水源地，螺河（大安段）、龙潭河陂洋镇双坑村段（汕尾市部分）、龙潭河陂洋镇龙潭村格仔肚山饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；螺河（大安段）、龙潭河陂洋镇双坑村段（汕尾市部分）、螺河西南镇石良村段饮用水水源二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。</p> <p>1-8.不排放污染物的建设项目，除与供水设施和保护水源有关的外，应当尽量避让饮用水水源二级保护区；经组织论证确实无法避让的，应当依法严格审批。</p> <p>1-9.饮用水水源保护区及大气环境优先保护区内实施严格保护，禁止新建、扩建排放大气污染物的工业项目。</p>	<p>查和修复，完善污水管网建设，推进雨污分流；加快陂洋镇、博美镇、内湖镇、桥冲镇、河东镇、金厢镇等镇的污水处理厂配套管网建设，完善碣石镇污水处理厂配套管网建设，确保乌坎河流域城镇污水得到有效处理。</p> <p>7.加快推进单元内乌坎河流域自然村生活污水治理及雨污分流管网建设，确保已建农村生活污水处理设施正常运营，确保乌坎河干流两岸直接影响村庄的农村生活污水得到有效处理，全面提高农村生活污水的处理率。</p> <p>8.加强单元内农业面源污染综合控制，加强禁养区畜禽养殖排查，严厉打击非法养殖行为，现有规模化畜禽养殖场（小区）100%配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施，提高畜禽养殖废弃物资源化利用率；加强河道内外水产养殖尾水污染治理，实施养殖尾水达标排放。</p> <p>9.推广生态种植、配方施肥、保护性耕作等措施，实现农业面源污染综合控制。</p> <p>10.新响水库饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。</p> <p>11.禁止在江河、水库集水区域使用剧毒和高残留农药。</p> <p>12.饮用水水源保护区及大气环境优先保护区内实施严格保护，禁止新建、扩</p>
--	--

	<p>1-10.大气环境受体敏感重点管控区内严格限制新建钢铁、燃煤燃油火电、石化、储油库等项目，产生和排放有毒有害大气污染物项目，以及生产和使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料的项目；鼓励现有该类项目逐步搬迁退出。</p> <p>1-11.大气环境高排放重点管控区内强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。</p> <p>1-12.大气环境布局敏感重点管控区内严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目，大力推进低挥发性有机物含量原辅材料替代，全面加强无组织排放控制，实施挥发性有机物重点企业分级管控；限制新建、扩建氮氧化物、烟（粉）粉尘排放较高的建设项目。</p> <p>1-13.严格控制单元内建设用地污染风险重点管控区（陆丰粤丰环保电力有限公司地块、陆丰宝丽华新能源电力有限公司地块）及纳入广东省建设用地土壤环境联动监管范围等相关地块用途变更为“一住两公”的再开发利用，未经调查评估或治理修复达到土壤环境质量标准要求，不得建设住宅、公共管理与公共服务设施。</p> <p>1-14.严禁以任何形式侵占河道、围垦水库、非法采砂。河道管理单位组织营造和管理牛角隆水库、石门坑水库、米坑水库、蕉坑水库、牛牯头水库、龙井头水库、白石门水库、北飞鹅水库、飞鹅行水库、响水水库、大肚坑（碣石）水库、鸟笼坑水库、西坑水库、螺河、鳌江、龙潭河等岸线护堤护岸林木，其他任何单位和个人不得侵占、砍伐或者破坏。</p> <p>1-15.严格控制跨库、穿库、临库建筑物和设施</p>	<p>建排放大气污染物的工业项目。</p> <p>13.大气环境布局敏感重点管控区内严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目，大力推进低挥发性有机物含量原辅材料替代，全面加强无组织排放控制，实施挥发性有机物重点企业分级管控；限制新建、扩建氮氧化物、烟（粉）粉尘排放较高的建设项目。</p> <p>14.持续推进陆丰港区堆场扬尘防治工作，碣石作业区作业采取喷淋、遮盖、密闭等扬尘污染防治技术性措施，强化扬尘综合治理。</p> <p>15.禁止向新响水水库、乌坎河等水体排放、倾倒生活垃圾、建筑垃圾或者其他废弃物。</p> <p>16.严禁以任何形式侵占河道、围垦水库、非法采砂。河道管理单位组织营造和管理新响水水库、乌坎河等岸线护堤护岸林木，其他任何单位和个人不得侵占、砍伐或者破坏。</p> <p>17.严格控制跨库、穿库、临库建筑物和设施建设，确需建设的重大项目和民生工程，要优化工程建设方案，采取科学合理的恢复和补救措施，最大限度减少对水库的不利影响。严格管控库区围网养殖等活动。</p>
--	--	---

	<p>建设，确需建设的重大项目和民生工程，要优化工程建设方案，采取科学合理的恢复和补救措施最大限度减少对水库的不利影响。严格管控库区围网养殖等活动。</p> <p>1-16.河道管理范围内应当严格限制建设项目和生产经营活动，禁止非法占用水利设施和水域。利用河道进行灌溉、航运、供水、水力发电、渔业养殖等活动，应当符合河道整治规划、河道岸线保护和开发利用规划、水功能区保护要求，统筹兼顾，合理利用，发挥河道的综合效益。</p>		
能源资源利用	<p>2-1.继续推进灌区续建配套与节水改造，逐步提高农业用水计量率。结合高标准农田建设，加快田间节水设施建设。</p> <p>2-2.严格保护永久基本农田，严格控制非农业建设占用农用地；提高土地节约集约利用水平。</p> <p>2-3.禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动禁止任何单位和个人占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。</p>	<p>2-1.有行业清洁生产标准的新引进项目清洁生产水平须达到本行业国内先进水平。</p> <p>2-2.提高园区水资源、能源利用效率及土地资源利用效益，优先引入资源、能源利用效率、土地开发强度符合国家生态工业示范园区标准的工业企业。</p> <p>2-3.园区严格控制煤、重油的使用，形成以电能、天然气、液化石油气等清洁能源为主的能源结构。</p>	/
污染物排放管控	<p>3-1.加快单元内城镇污水管网排查和修复，完善污水管网建设，推进雨污分流；加快单元内污水处理厂配套管网建设，完善碣石湾污水处理厂配套管网建设，确保单元内城镇污水得到有效处理。</p> <p>3-2.船舶的残油、废油应当回收，禁止排入水体；禁止向水体倾倒船舶垃圾。</p> <p>3-3.沿海船舶排放含油污水、生活污水的，应当符合船舶污染物排放标准；船舶装载运输油类或者有毒货物的，应当采取防止溢流和渗漏</p>	<p>3-1.园区各项污染物排放总量不得突破规划环评核定的污染物排放总量管控要求。</p> <p>3-2.强化挥发性有机物的排放控制，大力推进源头替代，限制溶剂型涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等高挥发性有机物原辅料的使用，现有企业逐步替代为使用低挥发性有机物原辅料，从源头减少挥发性有机物产生。</p> <p>3-3.产生、利用或处置固体废物（含危险废物）的入园企业在贮存、转移、利用、</p>	/

	<p>的措施防止货物落水造成水污染。</p> <p>3-4.持续推进陆丰港区堆场扬尘防治工作，田尾山作业区、湖东甲西作业区、甲子岛作业区、东海岸作业区等作业采取喷淋、遮盖、密闭等扬尘污染防治技术性措施，强化扬尘综合治理。</p> <p>3-5.禁止向牛角隆水库、石门坑水库、米坑水库、蕉坑水库、牛牯头水库、龙井头水库、白石门水库、北飞鹅水库、飞鹅行水库、响水库、大肚坑（碣石）水库、鸟笼坑水库、西坑水库、螺河、鳌江、龙潭河等水体排放、倾倒生活垃圾、建筑垃圾或者其他废弃物。</p>	<p>处置固体废物（含危险废物）过程中，应配套防扬散、防流失防渗漏及其它防止污染环境的措施。</p>	
环境风险防控	<p>4-1.禁止在江河、水库集水区域使用剧毒和高残留农药。</p> <p>4-2.生产经营活动涉及有毒有害物质的企业需持续防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。土壤环境污染重点监管单位涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当按照国家有关标准和规范的要求，设计、建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水，并应定期对重点区域、重点设施开展隐患排查，发现污染隐患的，及时采取技术、管理措施消除隐患。</p>	<p>4-1.制定园区级应急预案，成立应急组织机构，建立企业、园区、生态环境部门三级环境风险防控联动体系，增强园区风险防控能力。建立健全事故应急体系，加强园区及入园企业环境应急设施整合共享，按照园区规划环评及其审查意见要求设置足够容积的事故应急池，防止泄漏物、消防废水等进入园区外环境。成立应急组织机构，定期组织开展应急演练，全面提升园区突发环境事件应急处理能力。</p> <p>4-2.生产、使用、储存危险化学品或其他存在环境风险的入园项目应配套有效的风险防范措施，并根据国家环境应急预案管理的要求编制环境风险应急预案，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。</p> <p>4-3.生产经营活动涉及有毒有害物质的企业需持续防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。土壤环境污染重点监管单位涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或</p>	/

		者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当按照国家有关标准和规范的要求，设计、建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水，并应定期对重点区域、重点设施开展隐患排查，发现污染隐患的，及时采取技术、管理措施消除隐患。	
与厂址方位距离	厂址所在管控单元	最近处 NE 方位 2km	最近处 NW 方位 3.5km
相符性分析	本项目为核电项目，符合区域布局管控要求，不占用永久基本农田，符合能源资源利用要求，生产废水和生活污水均处理后回用或达标排放，符合污染物排放管控要求，建设有地下水监测井，制定并落实核应急方案，符合环境风险防控要求。	非核电所在的管控区	本项目不占用保护单元内的用地，运行不影响保护单元内生态保护红线的质量，与单元要求相符。

表 1.6-4 厂址海域 15km 范围内各生态环境分区管控要求及相符性

序号	77	85	59	54	49	87	79
环境管控单元编码	HY44150020005	HY44150030007	HY44150010017	HY44150010012	HY44150010007	HY44150030010	HY44150030001
环境管控单元名称	田尾山工业与城镇用海区	珠海-潮州近海农渔业区（汕尾范围）	金厢海岸防护物理防护极重要区	金厢重要渔业资源产卵场	碣石湾海马珍稀濒危物种分布区	田尾山-石碑山农渔业区（汕尾范围）	碣石湾农渔业区
管控单元分类	重点管控单元	一般管控单元	优先保护单元	优先保护单元	优先保护单元	一般管控单元	一般管控单元
区域布局管控	1-1.通过科学论证，合理安排工业用海、核电用海需求、港口航运用海需求，工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。 1-2.在未开发利用前，保留浅海增养殖等渔业用海。	1-1.以保护海洋生态为前提，合理保障渔业用海，交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废海底管线及保护区等用海需求。 1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。	严格执行海洋生态红线管控要求，维护海洋生态系统健康和安全。	严格执行海洋生态红线管控要求，维护海洋生态系统健康和安全。	严格执行海洋生态红线管控要求，维护海洋生态系统健康和安全。	1-1.合理保障甲子渔港、湖东渔港、人工鱼礁用海需求，防灾减灾体系建设用海需求。 1-2.以保护海洋生态为前提，合理保障旅游娱乐用海需求，港口航运用海需求，国防安全用海需求。 1-3.保护礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种，严格新增港口用海审批。	1-1.合理保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。 1-2.通过科学论证，合理安排海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区、核电等工业发展的用海需求。 1-3.保护碣石湾生态环境、保护鲍、海马等重要渔业品种。
能源资源利用	2-1.工业与城镇用海区突出节约集约用海原则，合理控制规模，优	2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔制度和捕捞	/	/	/	2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔	2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔

	化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。 2-2.深化港口岸线资源整合，推进沿海港口规模化、专业化协调发展；港口基础设施及临港配套设施建设应集约高效利用岸线资源和海域空间。	业准入制度。				制度和捕捞业准入制度。	制度和捕捞业准入制度。
污染物排放管控	3-1.向海域排放陆源污染物必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。 3-2.船舶及有关作业活动应当遵守有关法律法规和标准，采取有效措施，防止造成海洋环境污染。	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	/	/	/	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。 3-2.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。
环境风险防控	4-1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。	/	/	/	/	4-1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。	/
与本项目排水口方位距离	项目排水口所在的海域管控单元	最近处S方位约2km	最近处NNW方位9.5km	最近处NW方位10.5km	最近处SSW方位11km	最近处SE方位2.2km	最近处NW方位7.4km

相符性分析	本项目用海符合区域布局管控和能源资源利用要求，向海域排放的液态流出物、非放生产废水和生活污水均满足相应的排放标准要求，温排水符合近岸海域环境功能区划要求，环境风险防控要求与本项目无关。	温升包络区域部分进入该管控单元，温升包络区域进入部分无产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。总体上，温排水与该管控单元管控要求相符。	温排水温升影响范围距离保护单元内的海域生态保护红线较远，不影响生态保护红线内的水质，符合生态保护红线的要求，与保护单元的要求相符。	温排水温升影响范围距离保护单元内的海域生态保护红线较远，不影响生态保护红线内的水质，符合生态保护红线内的水质，符合生态保护红线的要求，与保护单元的要求相符。	温排水温升影响范围距离保护单元内的海域生态保护红线较远，不影响生态保护红线内的水质，符合生态保护红线的要求，与保护单元的要求相符。	温升包络区域部分进入该管控单元，预计不会对单元内的龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种造成影响。总体上，温排水与该管控单元管控要求相符。	本项目建设和运行不会影响碣石湾生态环境、不会对单元内鲍、海马等重要渔业品种造成影响，与区域布局管控要求相符。排放的液态流出物、非放生产废水和生活污水均满足相应的排放标准要求，符合污染物排放管控要求，其余要求与本项目无关。
-------	--	--	---	--	---	---	--

表 1.7-1 GB 6249-2025 液态流出物中的放射性核素活度浓度推荐值

核素	推荐值 (Bq/L)
Sr-90	1.00E+01
Ru-106	4.50E+01
I-131	1.00E+01
I-133	1.00E+01
Cs-134	2.00E+01
Cs-137	3.00E+01
Cr-51	4.00E+01
Mn-54	1.50E+01
Fe-55	1.90E+02
Fe-59	1.00E+01
Co-58	2.00E+02
Co-60	1.20E+02
Ni-63	9.00E+01
Zn-65	1.00E+01
Sb-124	2.00E+01
Sb-125	6.00E+01
Ag-110m	7.00E+01

注：⁵⁵Fe、⁶³Ni 及 ⁹⁰Sr 等难测核素排放前的活度浓度合理估值应低于推荐值，在留样测量中进行复核。不同放射性核素之间的浓度推荐值可根据其衰变能量比值进行适当调整，但除氚和碳 14 外其他核素总活度浓度不应超过 1000Bq/L。

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.2 人口分布与饮食习惯

2.3 土地利用及资源概况

2.4 气象

2.5 水文

2.6 地形地貌

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

广东陆丰核电厂位于广东省汕尾市陆丰市碣石镇以南约 8km 的田尾山，厂址为滨海厂址，厂址东、南、西三侧临海。陆丰核电厂厂址在行政区划上隶属于广东省汕尾市辖陆丰市，陆丰市区位于厂址 NW 方位约 26km，汕尾市区位于厂址 W 方位约 45km 处，汕尾市海丰县位于厂址 WNW 方位约 55km，广东省揭阳市惠来县城位于厂址 NE~ENE 方位约 58km 处。

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

陆丰 3、4 号机组规划建设两台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，整个项目的用地和用海将根据项目核准后最终确定。

根据本工程选址假想事故的放射性后果的论证（见第七章），结合厂址周围环境特征，陆丰核电 3、4 号机组非居住区边界确定为以 3、4 号机组反应堆为中心、半径 700m 的包络区域。本工程非居住区部分包络在厂址 1、2 号和 5、6 号机组的非居住区内，未包络部分涉及北侧的临建用地，非居住区内不涉及拆迁补偿问题。陆丰市人民政府已出具正式意见，即《陆丰市人民政府关于原则同意设置广东陆丰核电 3、4 号机组非居住区的批复》（陆府函〔2026〕3 号）同意建设单位在机组寿期内对非居住区区域内行使有效控制。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国核安全法》和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）的要求，在陆丰核电厂厂址周围应设置规划限制区。广东省人民政府已于 2024 年 10 月发函（粤府函〔2024〕220 号）批复同意以陆丰核电厂 1 至 6 号机组核岛为中心，5 公里为半径的包络区域划定为规划限制区。汕尾市人民政府要落实规划限制区各项管控要求，建设单位要落实对当地经济发展的扶持措施。后续建设单位将配合地方政府做好周围规划限制区的管理以及对当地经济发展的扶持。

2.2 人口分布与饮食习惯

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围人口分布

2.2.1.2 厂址半径 10km 范围人口分布

2.2.1.3 厂址半径 15km 范围人口分布

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 范围内的人口中心

2.2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2.3 厂址半径 80km 范围内的预期人口分布

2.2.3 居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性

2.2.3.1 居民年龄构成

2.2.3.2 厂址半径 5km 范围内居民的饮食习惯和生活习性

2.2.3.3 厂址半径 80km 范围内居民的饮食习惯

表

表 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区现有人口分布（2024 年）

表 2.2-2 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2032 年）

表 2.2-3 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2042 年）

表 2.2-4 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2052 年）

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2062 年）

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2072 年）

表 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2082 年）

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2092 年）

图

图 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2024 年）

- 图 2.2-2 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2032 年）
- 图 2.2-3 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2042 年）
- 图 2.2-4 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2052 年）
- 图 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2062 年）
- 图 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2072 年）
- 图 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2082 年）
- 图 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2092 年）

2.2 人口分布与饮食习惯

按照《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ 808-2016）要求，本节人口分布统计按子区分别进行，以陆丰核电 3 号机组反应堆为中心，划分半径为 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70 和 80km 的同心圆，辐向以罗盘方位为扇形区中心线，划分成 16 个方位，共 192 个子区。本节主要根据《陆丰核电厂 5、6 号机组厂址区域人口分布、饮食习惯和生活习性调查报告（2024）》编写，人口为常住人口，其主要资料来源为：

- 厂址半径 80km 范围内深汕特别合作区、汕尾市、揭阳市、汕头市、惠州市和河源市及所辖的各区县政府 2024 年的统计数据；
- 陆丰市卫健局提供的厂址半径 20km 范围内碣石镇、金厢镇、湖东镇、南塘镇和桥冲镇截至 2024 年底的常住人口和流动人口资料；
- 当地各级政府机构及有关单位提供的（新近）资料；
- 现场实地调查的资料。

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围人口分布

厂址半径 5km 范围内涉及陆丰市碣石镇的后埔、浅澳、上林、新丰、红坡和角清共 6 个行政村，12 个自然村。

厂址半径 5km 范围共有常住人口 17037 人，按陆域面积计算，平均人口密度约 848 人/km²，高于广东省和汕尾市同期的平均人口密度。

厂址半径 1km 以内没有自然村，离 3 号机组最近的自然村是后埔自然村，位于 3 号机组 NNE 方位约 1.6km 处，有常住人口 1816 人。厂址半径 5km 范围内常住人口最多的自然村为位于 3 号机组 NNW 方位 4.2km 的角清村，常住人口 3339 人。

厂址半径 5km 范围流入人口主要来自于广东省内和汕尾市所辖各区县，主要从事服务业、商贸、手工制造业等，流出方向主要以广州、深圳等珠三角城市和香港澳门等地，主要为外出打工以及经商等。厂址半径 5km 范围内流入人口较少，流入人口（半年以下）为 228 人，流入人口（半年以上）为 237 人；流出人口总数为 7443 人，其中前堆村、上林村和新丰村流出人口最多，分别为 2254 人、1288 人和 1186 人。

厂址半径 5km 范围内没有涉及化工企业，主要为风电装备产业，属于风电产业的

上、中游，风电零部件制造环节的生产专业性较强，部分细分领域具有较高技术门槛，非劳动密集型行业。距厂址最近的企业为 NE 方位约 2km 的汕尾明阳新能源科技有限公司，有人员数约 552 人。

陆丰厂址周边规划限制区（5km）范围内居民较为分散，不存在超过 1 万人的人口集中地区。同时 5km 范围内涉及的汕尾（陆丰）临港产业园（海洋工业基地）规划人口为 6617 人，其综合配套组团主要位于 5km 外，即 5km 范围内也不会形成超过 1 万人的人口集中地区。

当前陆丰核电施工人员住宿分散在后埔村、附近村落以及碣石镇镇区等，已建成投用的二三营地位于海工基地一期北侧位置，位于厂址 NE 方位约 5.2km，该营地入驻人数约为 3000 人。根据陆丰核电的规划，5km 规划限制区范围内拟在角清村附近的盐田位置建设承包商营地，位于厂址 NNW 方位约 3.7km，建设面积约 175 亩，规划住宿人数不超过 5500 人。营地投用后，承包商通过租赁解决承包商人员的住宿问题。该承包商营地距离角清村约 300 米，角清村常住人口 3339 人，与承包商营地视作一个人口集中地区时，总人口约 8839 人，且与周围其他居民点相距较远。

厂址半径 5km 范围为陆丰核电厂的规划限制区，已获广东省人民政府批复（粤府函〔2024〕220 号）。综上，厂址附近人口情况可以满足 GB 6249-2025 “规划限制区边界范围内不应有 1 万人以上的人口集中地区”要求。同时，建设单位也将与地方政府保持良好的沟通和建立联动机制，落实规划限制区管控要求。

2.2.1.2 厂址半径 10km 范围人口分布

厂址半径 10km 范围内无大型公共设施，各类公共设施主要集中在碣石镇镇政府所在地。

— 卫生

厂址半径 10km 范围内的医院为碣石镇人民医院，位于厂址 N 方位约 8km，编制 495 个床位，拥有 283 名医护人员。

— 文教

截至 2024 年，厂址半径 10km 范围内学校共有中学 8 所（其中含职业学校 1 所），小学 32 所，幼儿园 20 所，共有教师 2896 人，学生 44822 人，其中中学 17718 人，小学 20603 人，幼儿园 6501 人，均位于碣石镇。

一 敬老院、监狱

碣石镇上有一家养老院，位于厂址 N 方位约 8km，截至 2024 年，共有 20 张床位，4 位老人集中居住，护理人员 4 人。

厂址半径 10km 范围内没有监狱。

厂址半径 10km 范围内员工最多的企业为汕尾明阳新能源科技有限公司，有员工约 552 人，位于厂址 NE 方位约 2km。

碣石镇集中居住区最近边界位于厂址 N 方位约 7~9km，包括西门社区、诗书社区、水朝社区、后城社区、西湖社区、包一村、包二村、南城村、北城村、浅海村、红卫村、镇机关，截至 2024 年共有常住人口 80712 人。厂址半径 10km 范围内不存在 10 万人以上的人口中心。

2.2.1.3 厂址半径 15km 范围人口分布

厂址半径 15km 范围涉及陆丰市金厢镇、桥冲镇、南塘镇、碣石镇和湖东镇 5 个镇所辖 54 个行政村，将一个行政村（或社区）作为一个居民点来统计，大部分居民点人口均在千人以上，但仅碣石镇镇区位于厂址半径 15km 范围内，居民以农业、渔业生产为主。

厂址半径 15km 范围内共有常住人口总数 231163 人，按陆域面积计算，常住人口密度为 1569 人/km²，高于广东省和汕尾市同期平均人口密度。

厂址半径 15km 范围内常住人口在千人以上的居民点有 52 个。该区域中最大的居民点为诗书社区，位于 3 号机组 N 方位 7.9km 处，有常住人口 19647 人；其次为西门社区，位于 3 号机组 N 方位 7km 处，有常住人口 15978 人。

最近行政村为后埔村，距离厂址 3 号机组约 1.6km，共有常住人口 2882 人。

厂址半径 15km 范围内流动人口主要集中在碣石镇境内，碣石镇流入人口主要来自于广东省内和汕尾市所辖各区县，主要从事服务业、商贸、手工制造业、工业生产等，流出方向主要以广州、深圳等珠三角城市和香港澳门等地，主要为外出打工以及经商等。碣石镇流入人口少于流出人口，全镇流入人口（半年以下）为 2279 人，流入人口（半年以上）为 2103 人，流入人口主要集中于镇区，全镇流出人口总数为 55610 人。厂址半径 5km、15km 范围内以流出人口为主，流入人口较少，流出人口仅在春节等节日时返乡，其他时候季节性变化不明显。

厂址半径 15km 范围内的旅游景点主要是位于碣石镇镇区北部的玄武山风景旅游区和位于金厢镇的金厢滩旅游区。

- 玄武山风景旅游区位于厂址 N 方位约 8km 处，为国家 4A 级旅游景区，旅游区中的元山寺在玄武山南麓，占地 15 公顷，是佛道两教合一的宗教活动场所。2023 年全年游客接待量约 86 万人次，2024 年全年游客接待量约 84 万人次，2025 年一季度游客量为 150 万人次。
- 金厢滩旅游区：位于厂址 NNW 方位 10~15km，该度假村位于金厢镇靠近建成区的滨海区域。2023 年全年游客接待量约 209 万人次，2024 年全年游客接待量约 277 万人次。

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 范围内的人口分布

厂址半径 80km 范围按照常住人口进行统计，截至 2024 年底，陆丰核电厂 3 号机组半径 80km 范围内总人口数为 7371990 人，厂址半径 80km 陆域面积约占总评价区域的 43%，按陆域面积计算，评价区内人口密度为 853 人/km²，高于广东省同期平均人口密度 707 人/km²，也高于汕尾市同期平均人口密度 732 人/km²。其中 NNE、NE 和 ENE 方位人口较多，主要是由于位于 NNE 方位 70~80km 的普宁市、NE 方位 70~80km 的汕头市潮阳区和 NE~ENE 方位 50~60km 的惠来县城镇人口较多引起的。

厂址半径 80km 范围内的人口分布详见表 2.2-1 和图 2.2-1。

2.2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口中心

陆丰核电厂厂址半径 80km 范围内共有 100 多个乡镇、街道和农场，由于粤东地区人口相对比较密集，多数乡镇的城镇人口超过万人。该区域有城镇人口超过万人的乡镇和街道有 75 个，其中城镇人口超过 10 万人的乡镇（街道）有 7 个。

厂址半径 80km 范围内最大的人口中心是普宁市市区，位于厂址 NNE 方位约 66~71km 处，共包括池尾街道、流沙北街道、流沙东街道、流沙南街道、流沙西街道，共有城镇人口 432051 人。

2.2.2.3 厂址半径 80km 范围内的预期人口分布

根据《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）的要求，需要预测核电厂投运时及电厂寿期内每隔十年的人口数量。

（1）碣石镇预期人口增长率

根据《陆丰市碣石镇国土空间总体规划（2021—2035）》（2025年6月），在规划基准年（2020年），碣石镇常住人口为18.77万人。规划至2035年，碣石镇域常住人口规模约22万人，城镇化率75%，国土空间开发强度控制在25%以内，城乡建设用地总规模为21.34平方公里。碣石镇按照2035年常住人口规模和空间布局要求，围绕就业岗位优化布局，完善城镇住宅用地供应，形成组团式职住平衡的有序布局。

根据规划人口情况，碣石镇预期人口增长率至2035年按年均10.6%考虑，考虑2035年后与汕尾市增长率相同为0。

（2）汕尾市预期人口增长率

根据《汕尾市人口发展规划（2020-2035年）》（2022年1月），根据人口增长率预测，2020-2035年，汕尾市常住人口规模将呈现持续减少的态势，并且下降速度逐渐加快。到2025年，汕尾市常住人口将降至264.35万左右，2035年进一步降至252.43万。2020-2034年，户籍人口数量将保持正增长，但增长率不断降低。“十四五”期间，户籍人口的平均增长率还能保持在4%以上。“十四五”以后一直下滑，直至2035年开始出现负增长，保守考虑2035年后增长率为0。本报告保守取户籍人口增长率。

（3）汕头市人口预期增长率

根据《汕头市人口发展规划（2018—2035年）》（2019年9月），汕头市人口低速增长，少生优生已经成为社会生育观念的主流，人口增长率呈降低趋势，全市户籍人口总量2020年达到595万人左右，2030年达到653万人左右，2035年达到675万人左右。

（4）广东省人口预期增长率

根据广东省发布的人口长期规划资料《广东省人口发展规划（2017-2030年）》（2018年3月），广东省人口规模将维持持续增长的态势，但增长速度将逐年放缓，与全国人口增长势能减弱的趋势基本一致，户籍人口年增长率预计在2021年之前保持在7%以上，此后迅速下降，到2030年降到大约3%左右，年均增长率约5.4%。常住人口年增长率2020年前保持在10%左右，之后逐年下降，到2027年之后降到5%以

下，年均增长率约 6.6‰。本报告保守采用增长率相对大的常住人口预期增长值。

对于 2030 年以后增长率，采用《广东省“十二五”人口发展战略研究》（2012 年 4 月）中的高方案，即考虑了政策开放后的预测结果，该研究采用双性别确定性动态模型进行人口预测分析，预测数据模型考虑参数主要包括：未来的生育率、死亡率以及人口的迁移，预测时间段为 2011~2050 年，同时，假定 2050 年以后的增长率与 2050 年一致。

（5）厂址半径 80km 范围内各区域预期人口增长率

厂址半径 80km 范围内涉及揭阳市部分区域，由于揭阳与汕头、汕尾均属潮汕地区，人口发展情况具有一定相似性，故本报告对于揭阳市 2035 年以前的预期人口增长率采用与汕头市相同的数据，2035 年以后人口增长率逐渐降低至与广东省增长率一致。除此以外，对于厂址半径 80km 涉及的其他区域（河源市及深汕合作区小部分区域）增长率则采用广东省人口发展规划的数据。

（6）人口预测计算模式

人口预测时采用人口指数增长模式计算。指数增长模式也称为马尔萨斯人口模型，是由英国人口学家马尔萨斯提出，模型公式如下：

$$N = N_0 e^{r \cdot t}$$

式中：
N：预期人口数（人）；

N_0 ：现有人口数（人）；

r：预期年平均人口增长率（‰）；

t：时间间隔。

（7）人口预测计算结果

采用常住人口统计口径，将 2024 年作为基准年，采用上述人口预期增长率及人口指数增长模式计算。根据预测结果，在 2032 年陆丰核电厂 3 号机组投产时，厂址半径 80km 范围内的总人口数为 7755844 人；电厂寿期内 2042 年、2052 年、2062 年、2072 年、2082 年和 2092 年的厂址半径 80km 范围内的人口数分别为 8023011 人、8087185 人、8089544 人、8091902 人、8094261 人和 8096624 人。

核电厂运行寿期内各子区的人口分布情况见表 2.2-2~表 2.2-8 和图 2.2-2~2.2-8。

2.2.3 居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性

2.2.3.1 居民年龄构成

根据广东省和汕尾市第七次人口普查资料，以及陆丰公安局提供的截至2024年人口统计资料，评价范围内各区域居民的年龄构成为：

年龄组	广东省	汕尾市	陆丰市
婴儿组≤1岁	占 1.02%;	占 3.02%;	占 0.78%;
儿童组 1~7岁（含7岁）	占 9.40%;	占 11.02%;	占 7.32%;
青少年组 8~17岁（含17岁）	占 11.44%;	占 16.25%;	占 17.31%;
成人组>17岁	占 78.14%。	占 69.71%。	占 74.59%。

根据陆丰市公安局提供的碣石镇各年龄段人口数据统计结果，厂址半径5km范围内人口各年龄组构成如下：

婴儿组≤1岁	占 0.75%;
儿童组 1~7岁（含7岁）	占 7.06%;
青少年组 8~17岁（含17岁）	占 17.86%;
成人组>17岁	占 74.33%。

2.2.3.2 厂址半径5km范围内居民的饮食习惯和生活习性

通过对厂址半径5km范围居民实地走访并发放调查表的方式，调查厂址半径5km范围内居民的生活及饮食习惯，调查时间为2025年7月。

厂址半径5km范围内居民职业以农民为主，外加少量的捕捞渔民和养殖渔民。由现场实地走访可知，当地居民消费的副食品种类中，水产品消费量较大，其中又以海鱼类消费为主。厂址半径5km范围内粮食、蔬菜、肉类等食物主要从当地集市上购买，集市所出售的食品来源以周边农村生产为主。当地居民消费的奶制品主要产自于外地的奶制品生产企业。近区居民食用的海产品主要来自于当地渔民捕捞和养殖，所消耗的鱼、虾、贝类等水产品主要来自附近海域，少部分产自于其他区域。

同时，针对厂址周边渔民发放居民食谱及生活习性调查表（包含在成人调查样本中）。位于厂址西侧海岸的浅澳村中有较多渔民从事渔业捕捞，距离厂址较近的后埔村和上林村也有少量渔民从事渔业捕捞，其他村庄基本没有渔民，养殖渔民为泻湖围

塘养殖。渔民出海打鱼一般视天气情况而定，捕捞海域通常为厂址附近近岸海域，在禁渔期（5~8月）以外的月份一般每天出海时间在8小时左右，天气良好、风平浪静时每天大约凌晨4点左右出海，中午12点左右回，捕捞的海产品大部分在碣石镇售卖，同时在镇区集市购买家庭生活所需要的粮食、蔬菜、肉类、水果等日常消费品。

除海产品食用量较大符合沿海地区居民饮食消费习惯外，其他食物调查结果与广东省农村居民食物消费量大体接近。总体来说，厂址附近居民饮食习惯没有大的变化。同时，厂址周边一般公众在岸边、海里、海上活动时间相对较少，调查的渔民在海上时间较多，符合当地海边渔民的一般生活习性。

2.2.3.3 厂址半径 80km 范围内居民的饮食习惯

根据《广东省统计年鉴（2024年）》提供的2023年居民食物消费量数据，厂址评价范围内居民主食以大米为主，辅以少量小麦和薯类，副食主要包括蔬菜、水果、猪肉、家禽肉、蛋类、海产品等。食品主要从市场购买，部分为自家生产。

表 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区现有人口分布（2024 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	2992	0	102116	35546	64057	28893	51580	72279	64645	275476	697584
NNE	0	2882	411	3827	34962	33233	105779	135208	92034	87237	277709	883310	1656592
NE	0	0	0	0	5307	47803	41000	160139	283211	159727	112844	1022306	1832337
ENE	0	0	0	0	0	37275	135222	107039	12751	245830	168179	250394	956690
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30285	2223	0	0	0	0	32508
W	0	0	0	0	0	0	12272	62652	383673	9552	21344	16633	506126
WNW	0	0	0	0	0	0	18769	85565	118220	328223	108225	9281	668283
NW	0	0	2179	0	0	21431	237781	86024	21418	121041	20570	41584	552028
NNW	0	0	1407	3339	10885	30329	68065	29276	22988	113161	136488	53904	469842
合计	0	2882	6989	7166	153270	205617	713230	697019	985875	1137050	910004	2552888	7371990

表 2.2-2 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2032 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3257	0	111153	37125	65331	29468	55232	76862	67299	294984	740711
NNE	0	3137	447	4166	38056	35098	109998	143769	98551	93414	297375	945862	1769873
NE	0	0	0	0	5777	48753	42552	171464	303266	171038	120835	1094701	1958386
ENE	0	0	0	0	0	38016	137911	109756	13463	263239	180089	268126	1010600
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30887	2267	0	0	0	0	33154
W	0	0	0	0	0	0	12516	63898	391302	9741	22107	17360	516924
WNW	0	0	0	0	0	0	19142	87266	120571	334750	110377	9687	681793
NW	0	0	2372	0	0	21857	242510	87735	21844	123448	20979	43402	564147
NNW	0	0	1532	3634	11848	30932	69418	29858	23445	115411	139202	54976	480256
合计	0	3137	7608	7800	166834	211781	730265	725481	1027674	1187903	958263	2729098	7755844

表 2.2-3 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2042 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	58257	80485	68882	311136	769263
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	112447	150534	103947	98529	313658	997654	1859774
NE	0	0	0	0	5963	48764	43406	180837	319872	180403	127451	1154643	2061339
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110453	13992	277653	189950	282808	1050820
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	22883	18267	518709
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10193	682440
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	45669	566599
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	733691	742379	1053347	1220544	993440	2875357	8023011

表 2.2-4 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2052 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	58998	81372	69268	315094	775235
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	113043	152191	105269	99783	317648	1010344	1881283
NE	0	0	0	0	5963	48764	43614	183134	323941	182698	129073	1169330	2086517
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110618	14122	281185	192366	286405	1060660
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	23174	18608	519341
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10383	682630
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	46522	567452
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	734495	746498	1059609	1228512	1002145	2911673	8087185

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2062 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	59021	81400	69280	315220	775424
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	113062	152244	105312	99823	317775	1010749	1881970
NE	0	0	0	0	5963	48764	43621	183207	324071	182771	129124	1169798	2087319
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110624	14126	281297	192443	286520	1060974
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	23238	18683	519480
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10425	682672
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	46708	567638
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	734521	746630	1059809	1228765	1002476	2913090	8089544

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2072 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	59045	81429	69293	315346	775616
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	113081	152296	105354	99862	317902	1011153	1882653
NE	0	0	0	0	5963	48764	43628	183280	324200	182844	129176	1170266	2088121
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110629	14130	281410	192520	286634	1061287
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	23302	18758	519619
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10467	682714
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	46895	567825
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	734547	746760	1060008	1229019	1002809	2914506	8091902

表 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2082 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	59068	81457	69305	315472	775805
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	113100	152349	105396	99902	318030	1011558	1883340
NE	0	0	0	0	5963	48764	43634	183353	324330	182917	129227	1170734	2088922
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110634	14134	281522	192597	286749	1061600
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	23366	18833	519758
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10509	682756
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	47083	568013
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	734572	746891	1060207	1229272	1003141	2915925	8094261

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2092 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	3362	0	114745	37577	65345	29474	59092	81485	69317	315598	775995
NNE	0	3238	462	4300	39286	35719	113119	152402	105438	99942	318157	1011962	1884025
NE	0	0	0	0	5963	48764	43641	183426	324460	182991	129279	1171202	2089726
ENE	0	0	0	0	0	38024	137940	110639	14138	281635	192674	286864	1061914
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	30894	2267	0	0	0	0	33161
W	0	0	0	0	0	0	12519	63912	391384	9744	23430	18908	519897
WNW	0	0	0	0	0	0	19146	87284	120597	334820	110400	10551	682798
NW	0	0	2448	0	0	21862	242561	87753	21848	123474	20984	47272	568202
NNW	0	0	1581	3752	12231	30939	69433	29865	23450	115436	139232	54987	480906
合计	0	3238	7853	8052	172225	212885	734598	747022	1060407	1229527	1003473	2917344	8096624

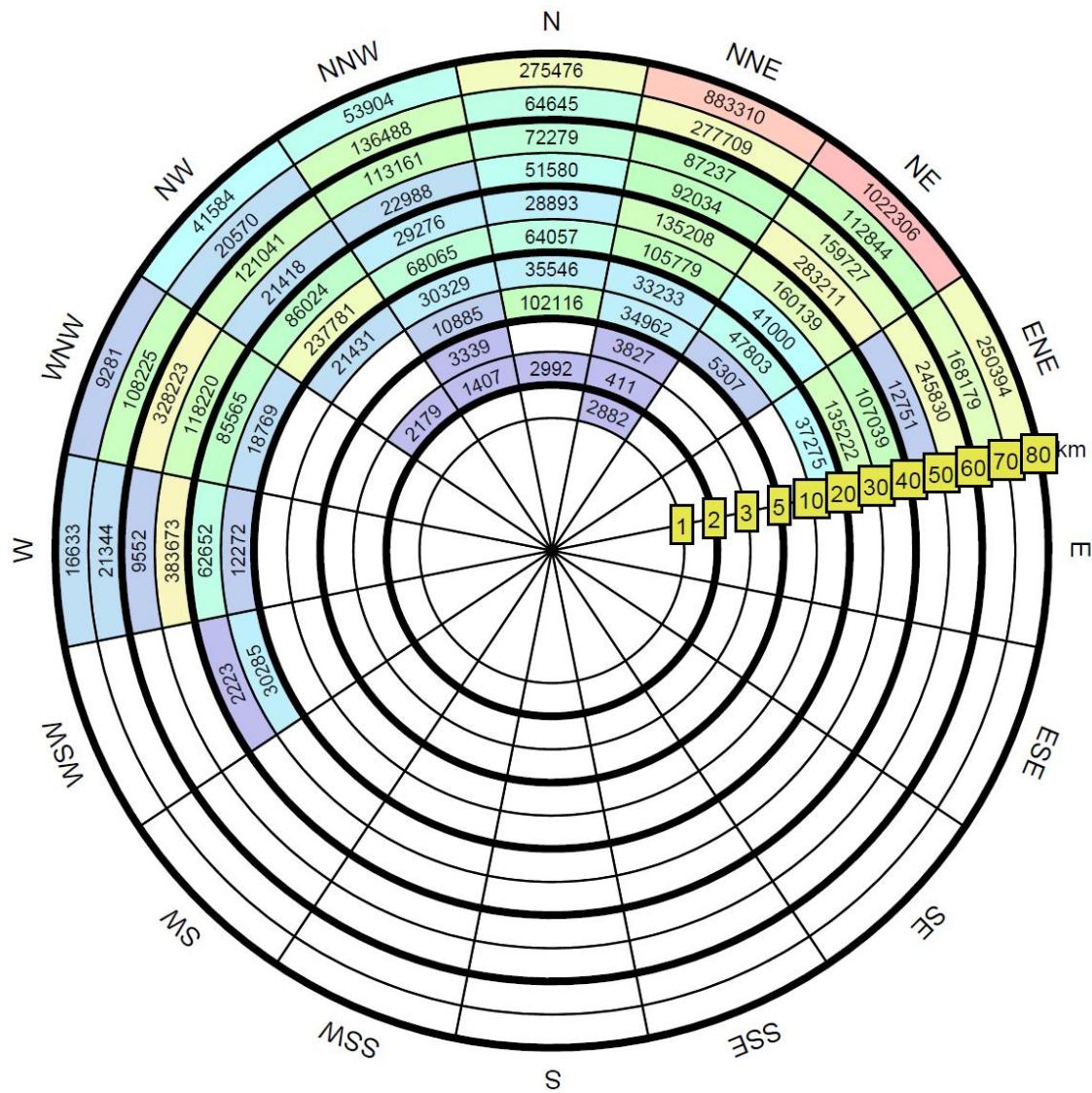


图 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2024 年）

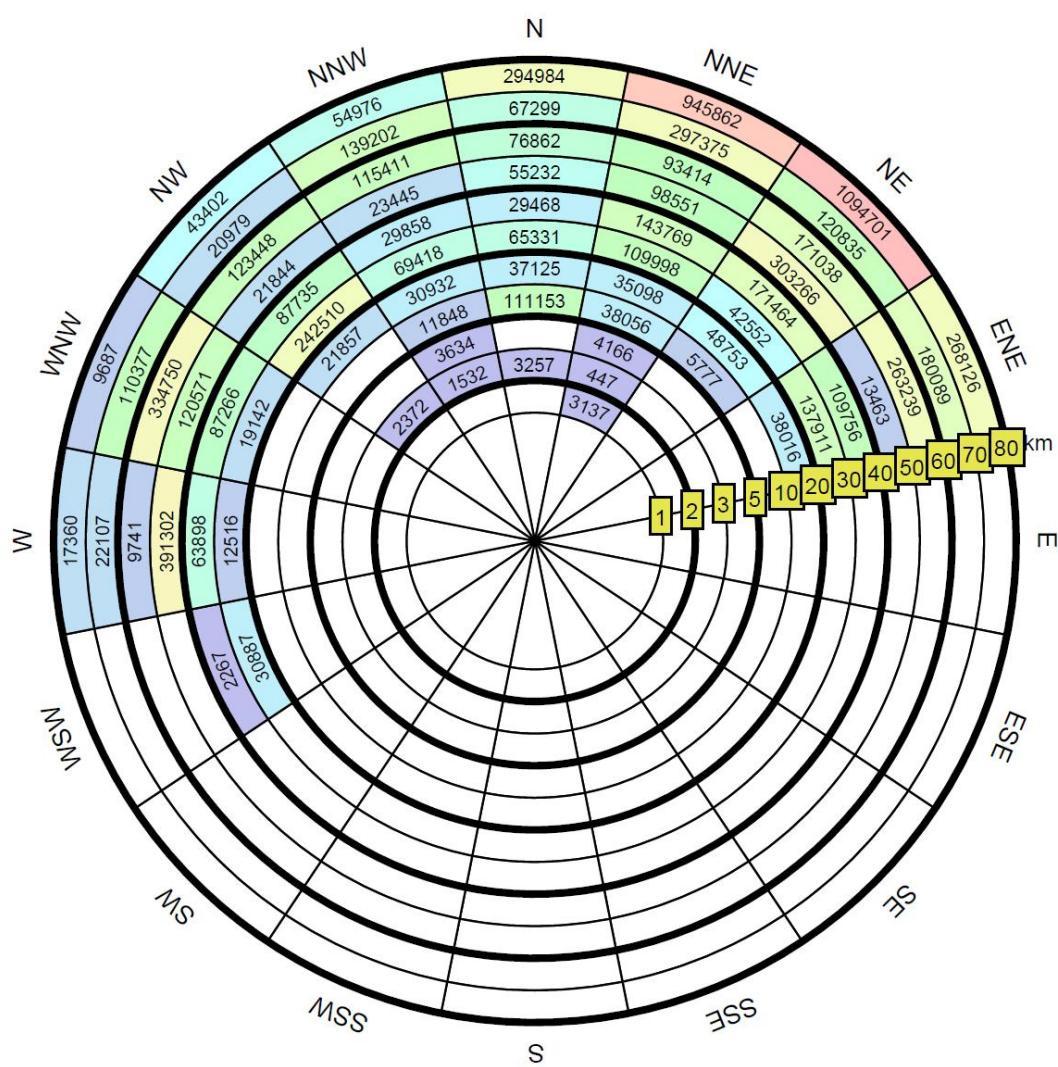


图 2.2-2 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2032 年）

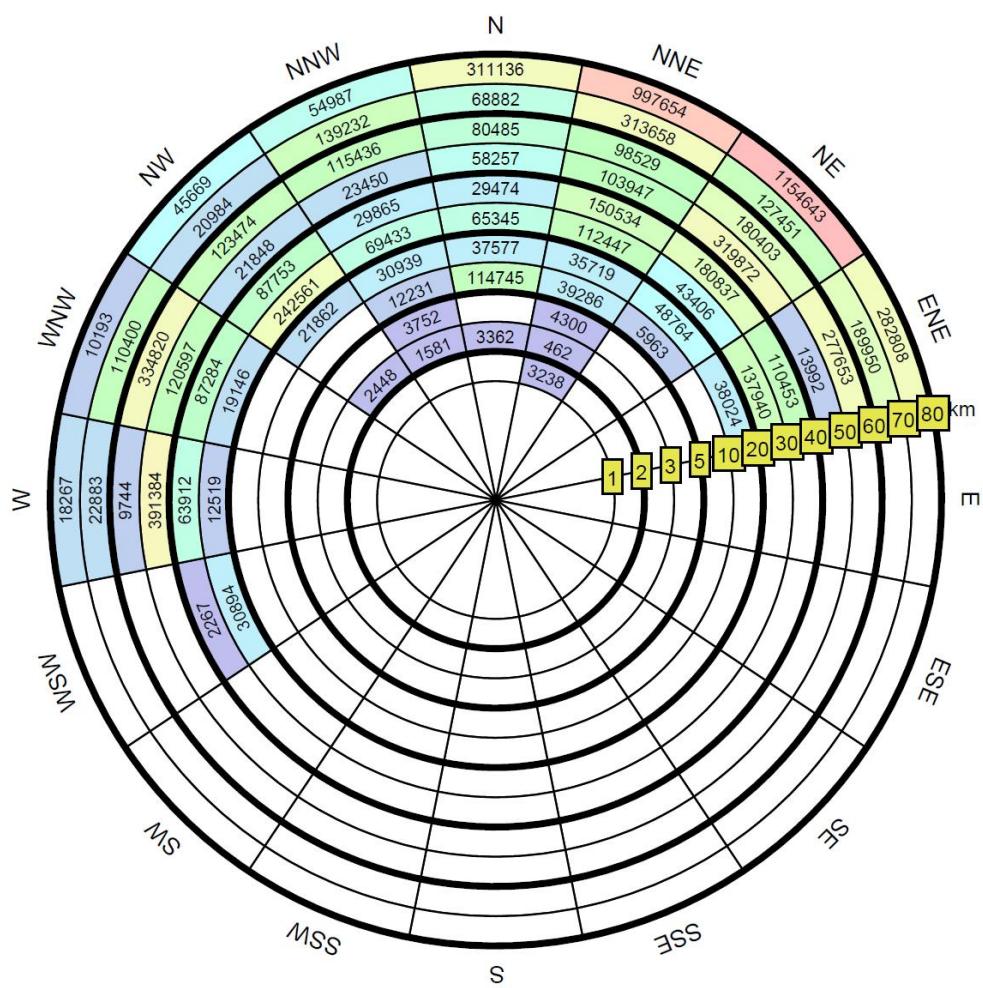
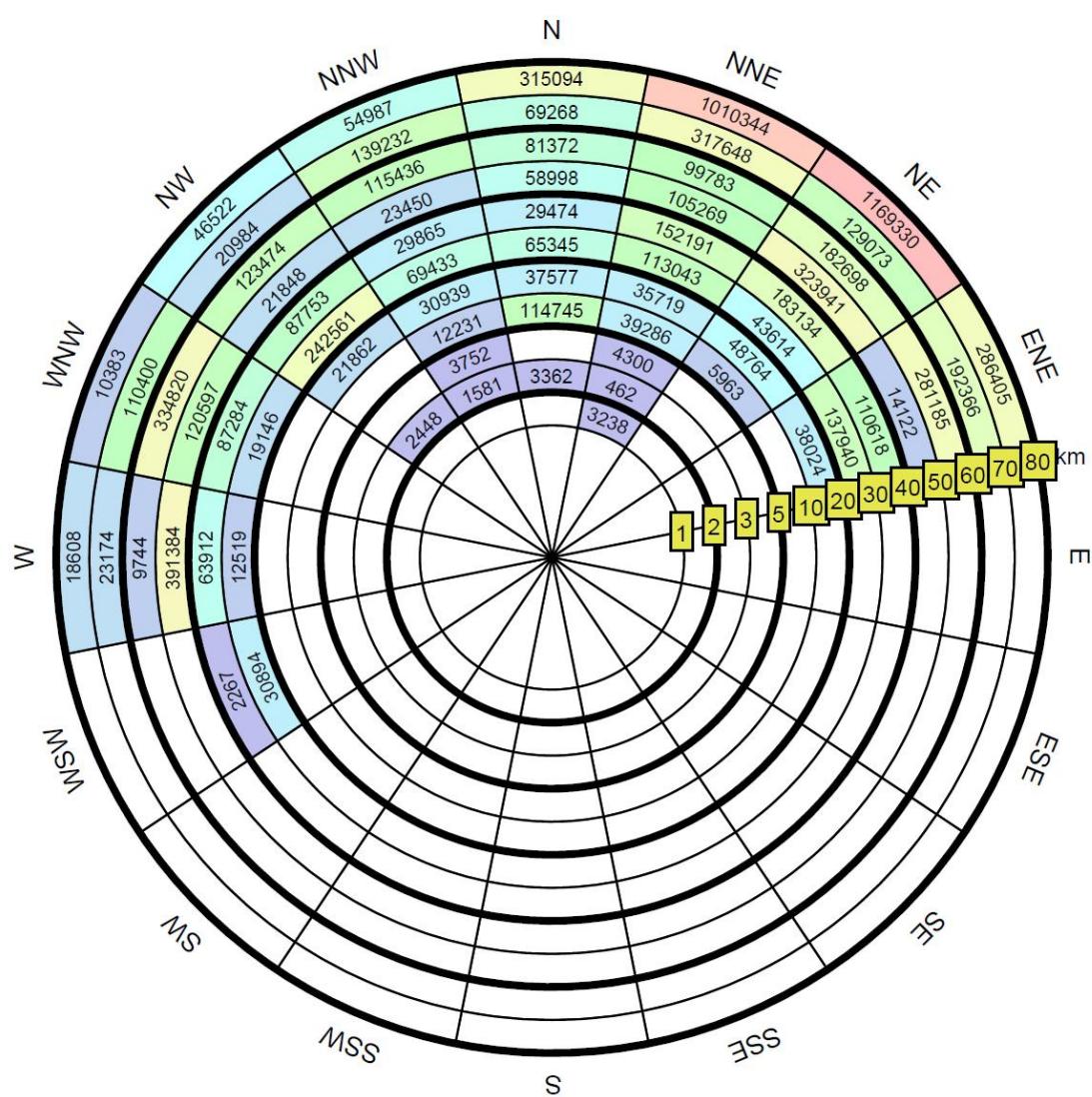


图 2.2-3 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2042 年）



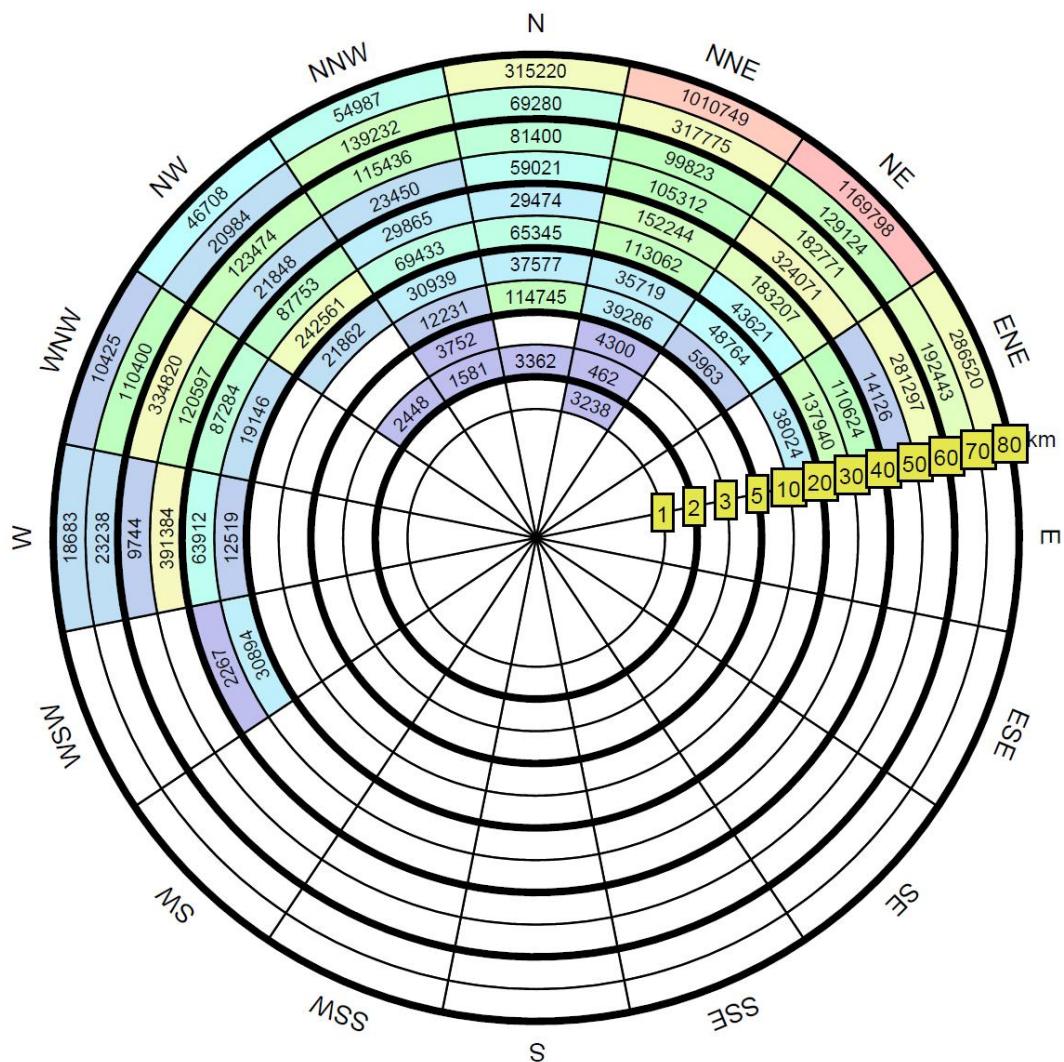


图 2.2-5 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2062 年）

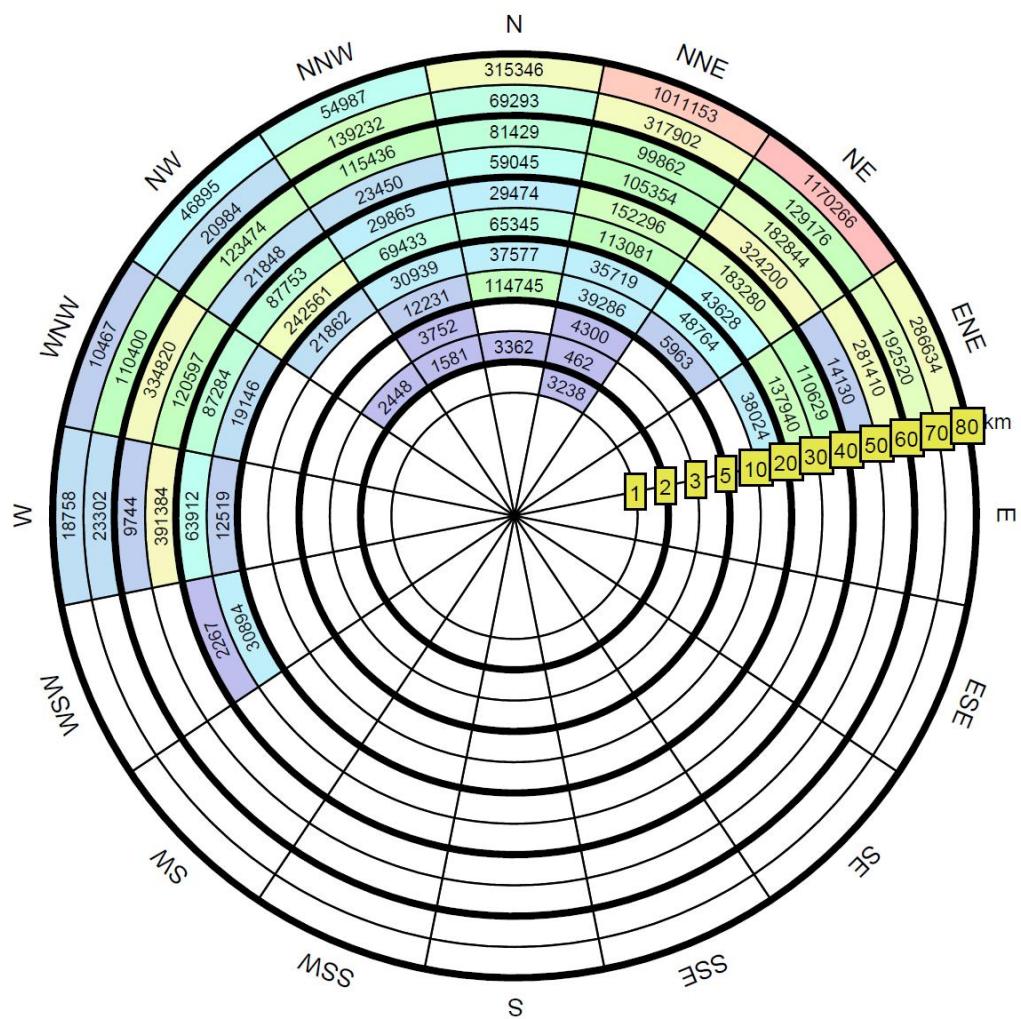


图 2.2-6 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2072 年）

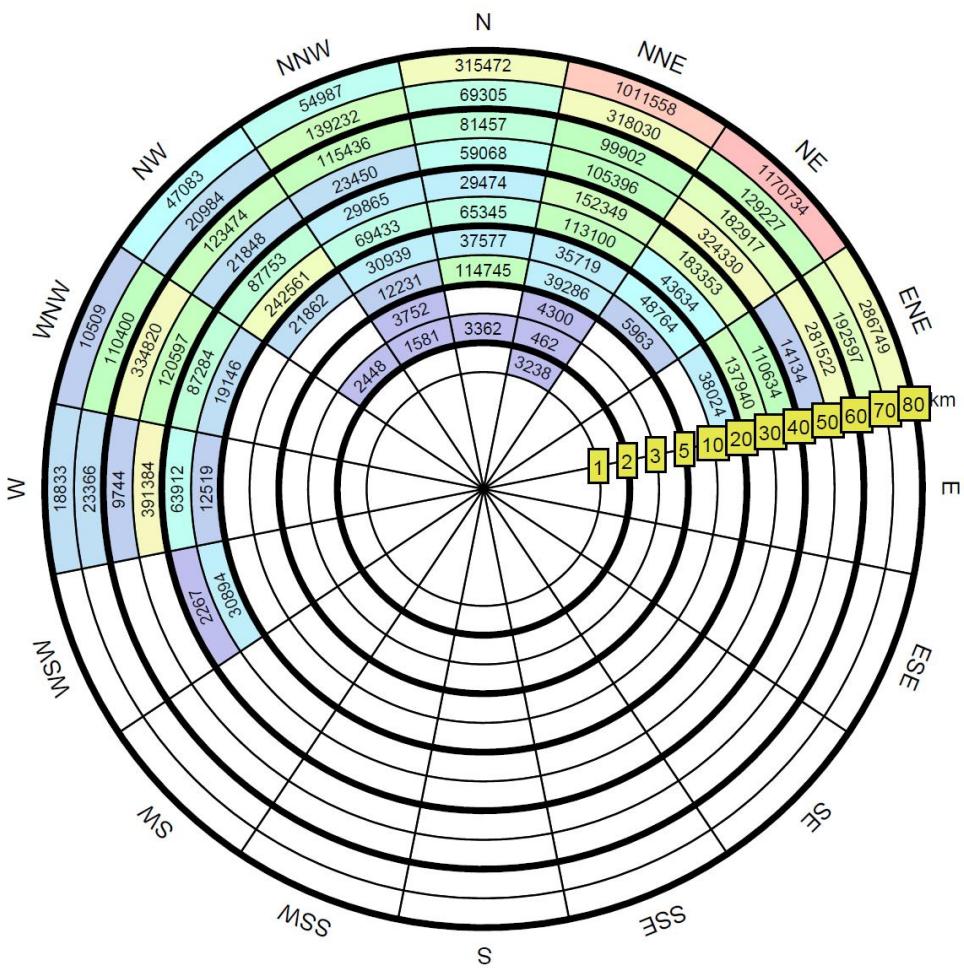


图 2.2-7 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2082 年）

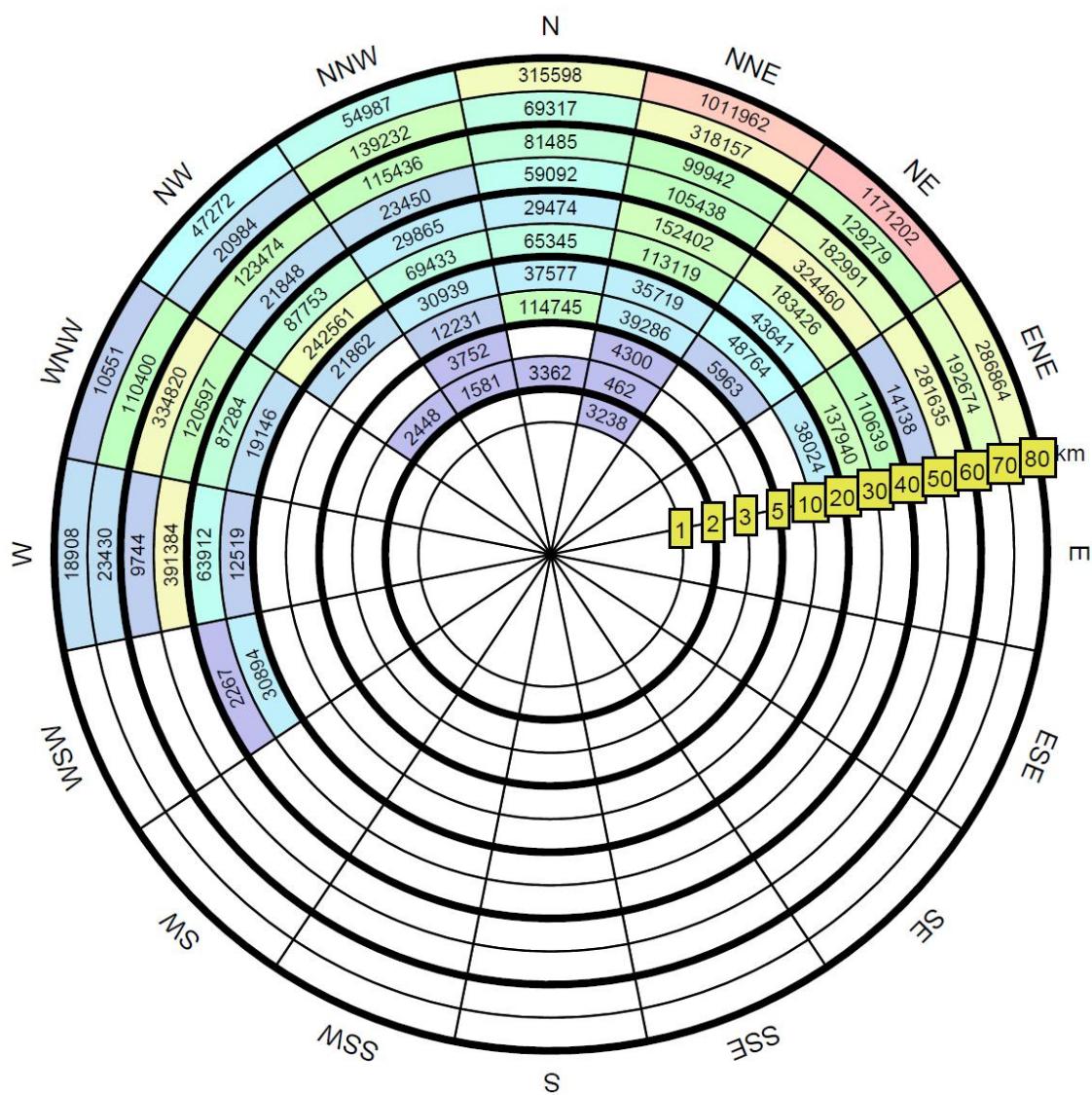


图 2.2-8 厂址半径 80km 区域预期人口分布图（2092 年）

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体利用

2.3.1.1 土地利用

2.3.1.2 水体利用

2.3.1.3 自然保护区、风景旅游区和文物保护区

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.2.1 农副业生产概况

2.3.2.2 其他陆生资源概况

2.3.2.3 陆生生态系统

2.3.2.4 离厂址最近的居民点、农牧场

2.3.3 水产资源及生态概况

2.3.3.1 水生生态

2.3.3.2 三场一通

2.3.3.3 渔业资源及渔业生产现状

2.3.3.4 赤潮

2.3.4 工业、交通及其他设施

2.3.4.1 工业

2.3.4.2 交通

2.3.4.3 外部人为事件评价

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体利用

2.3.1.1 土地利用

陆丰核电厂位于陆丰市碣石镇南端的田尾山，厂址半径 5km 范围内属于碣石镇辖区。厂址所在地区属沿海丘陵地带，位于东田尾山北侧，场地西南高东北低，地形起伏较大，场地内除四个山包外，其余地方相对高差不大。区域地带性土壤为赤红壤、水稻土，自然土壤主要包括花岗岩赤红壤、砂页岩赤红壤、第四纪沉积物赤红壤等，耕作土壤主要有水稻土、果园土，土壤养分充足，适宜各种植物生长。

陆丰核电厂址所在的陆丰市土地类型多样，海岸曲折，港湾众多，全市土地总面积为 170288hm²。境内地势平坦，最高山脉不上千米，地势自北向南倾斜，依次分布有山地、丘陵、平原等多个地貌类型区。其中北部以山地为主，间有小盆地，中部与南部沿海多为丘陵、台地、平原与低洼地。

碣石镇位于陆丰市南端，濒临南海，全镇总用地为 11105hm²。2023 年，碣石镇耕地用地 3530hm²，园地用地 345hm²，林地用地 2705hm²，草地用地 917hm²。

根据《陆丰市碣石镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》（2025 年 6 月），碣石镇域构建“一轴一带，一心三片”的国土空间开发保护总体格局。“一轴”为 G228 国道城镇发展轴；“一带”为沿海经济发展带，西岸依托碣石湾滨海旅游资源优势，发展滨海旅游，建设魅力蓝湾，东岸依托核电站、碣石海工基地、海上风电等基础，培育海洋产业，建设蓝色经济区；“一心”为碣石镇综合服务中心；“三片”为滨海旅游度假片区、新能源与先进制造业片区、山水农旅特色片区。离厂址较近的永久基本农田为浅澳村和后埔村基本农田，最近处为 NNE 方位 1.6km。

厂址半径 5km 范围内的土地利用规划中建设用地主要为陆丰核电用地，以及汕尾（陆丰）海洋工程基地项目用地。其余土地利用主要为村镇建设用地、农业用地和林业用地以及水域。厂址区域的土地性质为工业用地，厂址东北侧规划为汕尾（陆丰）海工基地建设用地。

2.3.1.2 水体利用

（1）水体利用情况

a) 陆地水文概况及利用

陆丰核电厂厂址位于陆丰市东南面，濒临南海，属低丘陵、台地及平原地区，附近无大江大河，多数小河短小分散，独流入海，集水面积小，径流量少，无大型水利工程进行径流调节，枯水季节尤其是特枯水期和连续枯水期径流量甚小。

陆丰市境内螺河、乌坎两大水系从北向南注入南海，此外境内有鳌江、龙潭河等。其中，螺河河长102km，发源于陆河县与紫金县交界的三神凸山，为陆丰第一大河，集雨面积1356km²。陆丰市境内流域100km²以上一级支流有螺溪、南北溪、新田河；境内主要的水库有龙潭、巷口、五里牌、秣投围、三溪水、牛角隆水库等。

陆丰市主要水源为螺河、乌坎河和龙潭河，分为西部片区、中部片区和东部龙潭水库片区。其中陆丰核电厂址供水属于东部龙潭水库片区，该片区由龙潭水库通过串瓜水库～尖山水库供给甲子、甲西、甲东、南塘、碣石、湖东等六个镇和华侨管理区的生活用水。

厂址半径15km范围内主要的小河流包括湖东水和南溪河，其中，湖东水距厂址NE~ENE方位约12km，发源于西山山脉后径山，河流长13.5km，于湖东港注入南海，流域面积44.7km²，集雨面积共9.6km²。南溪河距厂址N方位约7km，发源于西山山脉黄土岭，河流长13.9km，经碣石港流入南海碣石湾，流域面积48.5km²，集雨面积共10.8km²。南溪河水流经碣石镇后经狭窄的口门水道由碣石港汇入南海碣石湾，为泻湖型水系，河口受潮汐影响严重，碣石内港是陆地内的水域，碣石湾海水则随潮由内港进入内洋；随着南溪河原有进潮通道受阻，纳潮面积缩小，纳潮量减少，加上南溪上游水土流失严重，泥沙随水下移，港口淤积，围起来的内洋则不断淤积形成荒涂和水塘。厂址半径15km范围内共有7个水库，均为小（1）型水库，其中最近的为响水水库，距厂址N方位约11km。

厂址所在碣石镇饮用水来自玄武山自来水厂，取水点位于厂址 NNE 方位约 24km 处的尖山水库。碣石镇农业灌溉用水水源主要为流经该镇的南溪河，最近处位于厂址 N 方位 7km，厂址半径 15km 范围内没有居民饮用水源地。

b) 地下水利用

厂址附近 10km 范围内的碣石镇各村均使用自来水，基本不使用地下水。厂址 5km 范围内水井共有 4 个，分别位于浅澳村、后埔村、赤坎头村和上林村。碣石镇全镇自来水均已通达各村，是居民饮用水的主要来源，水井水仅用于普通洗衣、家畜饮用等活动。厂址 5km 范围内村庄地下水开发利用程度低，厂址内也无大规模开采利用地下

水的情况。

c) 地表水功能区划

根据《汕尾市地表水功能区划》(2015年10月)，汕尾市河流水功能一级区划对重要的13条河流(其中3条总干渠)中划出14个一级区，其中保护区2个，保留区3个，开发利用区9个。距厂址最近的为龙潭干渠陆丰开发利用区，从龙潭水库出水口到尖山水库进水口，全长22km，年供水能力2.6亿m³，饮用水人口70万人，灌溉面积21.55万亩，现状水质类别I类，水质管理目标II类，位于厂址N方位约21km。

汕尾市二级水功能区划仅在一级区划中的开发利用区中进行。市划定的73个开发利用区共划分73个二级水功能区。其中河流二级水功能区9个，水库二级水功能区64个。距厂址最近的为龙潭干渠饮用农业用水区，含从龙潭水库到尖山水库22km的“龙潭干渠陆丰开发利用区”，以饮用水为主导功能，供水人口70万人，灌溉面积21.55万亩。现状水质类别I类，2020年、2030年水质管理目标II类，位于厂址N方位约21km。

厂址15km范围内存在2个乡镇级保护水源，分别为虎陂水库和新响水库乡镇级水源，均为一级水源保护区。距厂址较近的为金厢镇新响水库乡镇级水源，位于厂址NNW方位约11km，新响水库乡镇级水源地一级保护区面积2.287km²，其中水域面积0.18km²，陆域面积2.107km²。

2.3.1.3 自然保护区、风景旅游区和文物保护区

(1) 陆域自然保护区

厂址陆域半径10km范围内原有1个自然保护区，为陆丰市碣石湾湿地自然保护区。根据经国家林草局审核并封库的《汕尾市自然保护地整合优化预案》和汕尾市林业局编制的《汕尾市自然保护地规划(2023-2035年)》(2024年10月)，汕尾市撤销陆丰碣石湾湿地自然保护区，目前厂址陆域半径10km范围内无自然保护区。

(2) 海域自然保护区

厂址附近目前有碣石湾海马资源自然保护区、遮浪角东海洋生态自然保护区、遮浪汇聚流海洋生态系统保护区，以及汕尾碣石湾鲻鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区共四个海洋自然保护区，15km范围内没有海域自然保护区。

(3) 风景旅游区

— 旅游现状

陆丰市全市现已开发的主要旅游景区有5个：碣石玄武山旅游区、福山妈祖旅游

区、金厢滩滨海旅游区、东海街道上海外滩旅游区和清云山旅游区，其中碣石玄武山旅游区、金厢滩滨海旅游区位于厂址半径 15km 范围内。玄武山、金厢滩均为省级风景名胜区。

玄武山风景名胜区：位于碣石镇镇区，厂址 N 方位约 8km，为 AAAA 级景区。玄武山是道佛两教合一的宗教活动场所，也是粤东地区一处历史悠久、驰名海内外尤其是东南亚的名胜古迹，并且是闽南语系群众的信仰中心，玄武山南麓的元山寺 2001 年被国务院列为“全国重点文物保护单位”。

玄武山风景旅游区 2023 年全年游客接待量约 86 万人次，2024 年全年游客接待量约 84 万人次，2025 年一季度游客量为 150 万人次。

金厢滩滨海旅游区：位于厂址 NNW 方位 10~15km，该度假村位于金厢镇靠近建成区的滨海区域，2023 年全年游客接待量约 209 万人次，2024 年全年游客接待量约 277 万人次。

从旅游者的空间分布上来看，以陆丰临近市县以及本地的旅游者为主，省内其它地区及外省的旅游者较少。省内旅游者主要来自广州、深圳、汕头、汕尾等城市以及陆丰附近的县乡。旅游者在时间上具有明显的集中现象，旅游者主要集中在清明节、重阳节和春节三个中国民间传统节日期间。每逢传统佳节，旅居国外的侨胞纷纷回归故里，探亲访友，而“五一”、“十一”两大旅游黄金周则相对较为平缓。

除上述两个旅游景区外，厂址附近的浅澳村也有村民开发的小规模旅游项目，主要旅游项目有古炮台、妈祖庙、田尾山以及海边沙滩天然浴场，游客一般不住宿，人数也较少。

一 旅游规划：

厂址半径 15km 范围内涉及的旅游规划有四项：

1) 碣石玄武山旅游区

玄武山是粤东地区重要的旅游景点和名胜古迹。玄武山以其特殊的宗教地位，对闽南语系地区以及东南亚地区的游客都有较大的吸引力。根据《碣石玄武山旅游发展总体规划（2021-2035 年）》（2021 年 7 月），近期规划，完善旅游基础设施配套，以市场为导向，做好做强观光朝拜旅游业态，拓展国学文化旅游项目的深度、丰富度和广度，引领新型文化体验旅游方式，并且实现年游客量十万以上的增长。中期通过宣传提升景区知名度，将玄武山打造成为集晋香朝拜、文化研学、生态观光、休闲游憩

等体验于一身的粤东地区旅游新地标，并且实现 300 万以上年游客量的突破。远期通过近中期的运营沉淀，提升景区的服务质量与品质，打造景区特色项目，争取在 2035 年前成功创建国家 5A 级旅游景区，成为珠三角地区乃至粤港澳大湾区宗教文化旅游基地，同时达到约 370 万的年游客量。

- 2) 田尾山-浅澳村旅游开发区
包含浅澳海滨浴场和田尾山古炮台。

- 3) 金厢滩滨海旅游区

根据陆丰市旅游规划，金厢滩风景名胜区将发展建设金厢滩国际海滨浴场和金厢滨海度假村。周边旅游景点还有金厢沙滩和周恩来渡海处、虎洞藏身处、养病旧址。

- 4) 十二湖康体度假旅游区

十二湖位于湖东镇的西侧，在陆丰核电厂址 ENE 方位 10~15km，由大小十二个淡水湖泊组成，是湖东镇的重要景点。这些湖泊与海水最近的仅 50 米之遥，但咸淡分明，并且淡水的水质优异，可以开发作为矿泉水。规划对十二湖进行开发形成康体度假旅游区，度假区内兼有滨海康体项目，也有淡水康体项目，还有沙地运动项目，并且环境优异，打造名副其实的康体度假旅游区。

- (4) 文物古迹

厂址半径 10km 范围内的不可移动文物 43 处，其中距厂址最近的文物位于浅澳村，共有 5 处，分别为田尾山遗址、浅澳炮台遗址、卢存诚墓、浅澳天后宫、石洲南关庙。

- (5) “三线一单”生态环境分区管控和生态保护红线

厂址附近的“三线一单”生态环境分区管控和生态保护红线及相符性分析见本报告书 1.6.1 节。

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.2.1 农副业生产概况

- (1) 农作物基本情况

陆丰核电厂厂址位于广东东部沿海，其农作物为一年三熟。地区农业生产品种繁多，主要有粮食作物、油料作物、经济作物、蔬菜和水果。其中：

- 粮食作物品种主要有稻谷、小麦、旱粮和薯类，旱粮中有玉米、粟、蚕豆、豌豆等；

- 经济作物主要为甘蔗、花生、麻类、木薯等；
- 油料作物主要是花生；
- 蔬菜主要有冬瓜、辣椒、青菜、番茄、芦笋、黄瓜、萝卜、马铃薯等；
- 厂址区域是水果生产品种较多的地区，主要品种有柑、桔、橙、香蕉、荔枝、菠萝、龙眼等。

（2）主要农产品生产情况

根据汕尾市及陆丰市相关统计资料，2024年厂址所在的陆丰市及厂址半径10km所涉及的碣石镇的主要农产品情况如下：粮食种植面积443915亩，产量157488t；油料面积131954亩，产量21828t；蔬菜面积473682亩，产量794845t；水果面积788188亩，产量163781t。

陆丰核电厂厂址周围地区牲畜饲养种类主要为猪、家禽（鸡、鸭和鹅）、牛和极少数的羊及兔。猪和家禽是厂址地区周围绝大多数农户的副业，生产的肉猪部分在本地销售，部分销往汕头、广州和深圳等珠三角地区。猪苗主要供应珠江三角洲地区。牛、羊和兔是部分农户的家庭副业，饲养量很少。饲养方式上，大牲畜以圈养为主，放牧为辅；生猪以圈养为主，极少地方散养；家禽有部分为小规模笼舍圈养，农户饲养主要是散养。

厂址所在的陆丰市2024年末肉用牛存栏105226头，奶牛存栏量18395头，肉用牛出栏11654头，生猪存栏1220479头，生猪出栏642530头，出栏肉用羊17027头，出栏家禽1217.4万只，肉类产量70152t，禽蛋产量2970t。

厂址半径10km范围内畜禽养殖主要以猪、牛以及禽类为主，一般多为散户个体养殖。

2.3.2.2 其他陆生资源概况

（1）林业资源

厂址所在的陆丰市地形以山地、丘陵为主，地处北回归线以南，属南亚热带海洋性季风气候，水热条件优越，地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林。区域内目前以人工森林植被为主，仅存有少量的次生阔叶林，主要森林类型有：常绿阔叶林、常绿针叶林、常绿针阔叶混交林和经济林。区域内主要的常见植物属乔木类的有樟树、马尾松、杉树、榕树等，灌木主要有梅叶冬青、九节、岗松等，草本植物主要有芒萁、

乌毛蕨等。区域内主要的名贵树木有大戟科、桑科、棕榈科、梧桐科、豆科、茶科等。陆丰市林业总面积6.8568万hm²，森林面积6.2851万hm²，森林覆盖率达40.15%。

（2）矿产资源

汕尾市位于广东东南沿海火山岩成矿带，矿产资源比较丰富，全市已发现主要矿产28种，累计发现矿产地69处。陆丰矿产资源丰富，主要有6大类15种，以高岭土、石英砂、锡、锆、钛铁、硫铁矿等蕴藏量最为丰富。高岭土蕴藏量1亿吨以上，主要分布在大安、陂洋、八万、博美、城东、金厢等镇，其中大安镇分布面积达59km²，蕴藏量4000多万吨。石英砂总蕴藏量为1亿m³以上，主要分布在星都、上英、东海、金厢、碣石、湖东等地。

根据《汕尾市矿产资源总体规划（2021-2025年）》，厂址10km范围内没有矿产资源开发利用，汕尾市自然资源局已复函确认厂址无压覆上表矿区（《关于广东陆丰核电1、2号机组建设用地压覆矿产资源情况的复函》汕自然资函[2024]1723号）。

2.3.2.3 陆生生态系统

根据《广东陆丰核电项目陆域生态环境调查及评价报告》，专题单位于2025年2-3月，在厂址半径10km范围进行了陆域生态环境现状调查。

（1）生态景观和生态系统

调查区域包含沿海沙滩至海岸山地地貌，生态系统类型多样，可划分自然生态系统和人工生态系统2大类。其中，自然生态系统有水域生态系统和陆地生态系统两大类型，前者包含流水（河、溪、瀑布、山泉）生态系统、静水（湖、泊、水库、深潭）生态系统、河漫滩湿地（滩涂湿地）生态系统、半沼泽化草甸湿地生态系统4个生态系统，后者有阔叶林生态系统、常绿灌丛生态系统、禾草灌丛生态系统3个生态系统。人工生态系统有人工水域生态系统和人工陆地生态系统两大类型，主要有鱼塘湿地生态系统、人工针叶林生态系统、人工阔叶林生态系统、人工混交林生态系统、果园生态系统、菜园生态系统、稻田生态系统7个生态系统。

1) 自然生态系统

— 陆地生态系统

调查区的天然植被为季风常绿阔叶林，生态系统为阔叶林生态系统，零散分布在调查区的丘陵、台地上的林地，是调查区内主要的自然生态系统。它们组成种类复杂，

结构多层，类型多样，它们与环境之间进行着复杂的物质和能量循环，具有旺盛生产力。

— 水域生态系统

调查区内的水域生态系统包括淡水生态系统和湿地生态系统，主要的水域类型为河流、河漫滩、荒废的鱼塘湿地或者水田。

2) 人工生态系统

— 人工陆地系统

调查区内的人工陆地生态系统包括人工森林生态系统和农业生态系统。调查区有面积较大的林地、农田、园地，主要分布于村镇周边的菜地、旱地、经济林地等。有较大面积的人工常绿针叶林、人工针阔叶混交林和人工常绿阔叶林，主要包括湿地松林、湿地松+大叶相思混交林台湾相思林、大叶相思林、桉树林、木麻黄林等。

— 人工水域生态系统

调查区内的人工水域生态系统主要为人工湿地生态系统，分布于调查区内的河湾周边的鱼塘养殖、各村落边的风塘等。

(2) 植被群落和植被类型

对调查区域内植被类型进行分类，划分为自然植被和人工植被。其中，自然植被分类采用植被型组、植被型、植被亚型、群系和群从 5 级分类单元，共划分为 4 个植被型组，10 个植被型、15 个植被亚型、31 个群系和 44 个群从；人工植被采用植被型组、植被型、群系和群从 4 级分类单元，共划分为 2 个植被型组、8 个植被型、22 个群系和 36 个群从。

调查区内分布的苔藓植物资源，以收集相关的文献资料为主，结合当地的生境特点，整理出苔藓植物名录。调查区内分布有苔藓植物 5 纲 13 科 17 属 18 种。从各科内属种组成来看，科内物种最多的为 3 种，有 1 科，从藓科 3 属 3 种；科内有 2 种的有 3 科，为地钱科 1 属 2 种、真藓科 2 属 2 种和灰藓科 2 属 2 种；科内仅有 1 种的有 9 科，分别为带叶苔科、金发藓科、葫芦藓科、曲尾藓科、凤尾藓科、珠藓科、羽藓科、锦藓科和牛毛藓科。

调查区共有维管束植物 104 科 321 属 439 种（包含种下的变种或亚种等级）。其中，蕨类植物 13 科 17 属 22 种，物种占 5.01%；裸子植物数量稀少，仅有 2 科 4 属 4 种，物种占 0.91%；被子植物较为丰富，达 89 科 300 属 413 种，物种占比 94.08%。

（3）区域特有种、建群种和优势种

本次调查记录没有发现在陆丰核电项目厂址周围调查区域内特有的植物种类。根据样地群落的分析数据，区域内主要的乔木群落建群种有：潺槁木姜子、榕树、苦棟、湿地松、大叶相思、马占相思、台湾相思、窿缘桉、桉树、木麻黃、银合欢等 10 种；灌木群落建群种有：草海桐、米碎花、桃金娘、蓖麻、露兜树、马缨丹、光蕡含羞草等 7 种。

本次依据样地群落分析数据划分，乔木层优势种主要有：潺槁木姜子、苦棟、湿地松、马尾松、大叶相思、台湾相思、窿缘桉、木麻黃、血桐等 10 种；灌木层优势种有：石斑木、雀梅藤、豺皮樟、桃金娘、黑面神、马缨丹、鸦胆子等 7 种；草本层优势种有：橘草、乌毛蕨、芒萁、斑茅、白花鬼针草、甜根子草、黃茅、李氏禾、大白茅、圭亚那笔花豆、铺地黍、匐枝栓果菊、黑果飘拂草、海边月见草、绢毛飘拂草等 15 种。

（4）生物多样性

根据生物多样性指数（BI）计算，厂址半径 10km 范围生物多样性等级为低，联系实际调查结果和查询资料可知，物种贫乏，生系统类型单一，脆弱，生物多样性极低。

（5）野生重要的经济植物和资源

调查区的维管束植物中，有一部分植物目前已被利用或已知具有开发利用价值、有着较好的资源优势和潜在的经济价值，大部分植物资源量较小，大多尚未开发利用。对其资源性进行统计分析，可划分为 8 类资源植物。分别为：食用植物、药用植物、油脂植物、观赏植物、材用植物、饲用植物、纤维植物、有毒植物。有食用价值的植物共 27 种，药用价值的植物共 145 种，油脂价值的植物共 26 种，观赏价值的植物共 18 种，材用价值的植物共 22 种，饲用价值的植物共 44 种，纤维价值的植物共 28 种，有毒植物共 15 种。

（6）陆生动物情况

评估区域内的鸟类群落主要包括农田、森林、湿地三个类型。本次调查共记录到鸟类 12 目 34 科 84 种，其中冬候鸟 29 种，留鸟 52 种，夏候鸟 2 种以及旅鸟 1 种。鸟类居留型以留鸟为主。春季调查记录到鸟类共 10 目 26 科 59 种，其中夏候鸟 2 种，冬候鸟 10 种，留鸟 47 种；冬季调查记录到鸟类共 12 目 33 科 73 种，其中冬候鸟 24 种，留鸟 48 种、旅鸟 1 种。

农田鸟类群落的优势种为家燕、麻雀、八哥和白喉红臀鹎，常见种有棕背伯劳、珠颈斑鸠、黑领椋鸟等。农田耕地种植农作物，较为开阔平坦，溪流池塘众多，以鹭类为代表的水鸟也常在此栖息，代表种类有池鹭、白鹭、牛背鹭等。

森林鸟类群落优势种有红耳鹎、白头鹎、黑脸噪鹛等，常见种包括大山雀、黄腹山鹪莺、叉尾太阳鸟等。

湿地鸟类集中活动于滩涂，有时在沿海水田或鱼塘中觅食。水鸟冬季栖息地常位于内湾、河口等风浪较小的沙滩。群落优势种为白鹭、池鹭，冬候鸟常见种有矶鹬、黑翅长脚鹬、林鹬等。

评估区域无国家重点或省重点保护两栖类。常见两栖动物种有 7 种，分属 1 目 5 科。该区域内两栖类的生境主要为人工水塘和农田，异质性较低，人类活动频繁，两栖类物种较少。

区域常见爬行动物种有 10 种，分属 1 目 7 科，其中，东洋界 9 种，占总数的 90.00%；广布种 1 种，占总数的 10.00%。常见哺乳类有 10 种，隶属于 5 目 6 科。其中，东洋界 8 种，占总数的 80.00%；古北界 1 种，占总数的 10.00%；广布种 1 种，占总数的 10.00%。昆虫中鳞翅目物种数量最多（53.13%），常见代表物种有报喜斑粉蝶和报喜斑粉蝶等。其次为鞘翅目（14.06%），双翅目物种数量最少（1.56%）。评估区域内，常见的大型土壤动物主要属于环节动物门和节肢动物门。其中，环节动物门以寡毛纲的单向蚓目（例如赤子爱胜蚓）为主。节肢动物门则包括倍足纲的马陆、昆虫纲的等翅目（如白蚁）、膜翅目（如蚂蚁），偶尔也能观察到鞘翅目的甲虫。

（7）珍稀濒危和保护动植物

经调查和资料（国家重点保护野生植物名录（2021 年）查阅，在陆丰核电项目厂址周围调查区域内没有发现珍稀濒危植物、国家重点保护野生植物和广东省重点保护野生植物。调查区域内有记录广东省古树名木 15 株，13 株为榕树，1 株为刺桐，一株为黄连木，共分布在 15 个点位。

本次调查记录到国家二级重点保护野生鸟类 8 种，分别为褐翅鸦鹃、岩鹭、黑翅鸢、黑鸢、普通鵟、白胸翡翠、红隼和云雀。其中，褐翅鸦鹃、云雀和红隼见于大部分的次生林和部分农田生境；黑翅鸢、黑鸢和普通鵟见于农田边开阔生境；岩鹭和白胸翡翠多见于库塘、河流等湿地生境。记录到广东省重点保护鸟类 16 种，分别为黑水鸡、夜鹭、池鹭、牛背鹭、苍鹭、大白鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、长嘴剑鸻、黑枕燕鸥、

灰翅浮鸥、红嘴鸥、黑尾鸥、西伯利亚银鸥、斑鱼狗和灰头鹀。其中，大白鹭、黑翅长脚鹬、长嘴剑鸻等，多见于库塘、水田、海岸等湿地生境；灰头鹀见于大部分的次生林和部分农田生境。调查区域内未发现国家重点或省重点保护两栖类，未发现国家级或省级保护爬行动物。根据文献资料记载的物种地理分布，结合访问调查的结果，评估区域内受保护物种有：银环蛇（中国生物多样性红色名录“易危”，IUCN 濒危物种红色名录 VU）、舟山眼镜蛇（中国生物多样性红色名录“易危”，IUCN 濒危物种红色名录 VU，CITES 附录 II）。

2.3.2.4 离反应堆最近的居民点、农牧场

厂址半径 10km 范围内没有奶牛场、奶羊场。厂址附近主要为规模养猪场，离厂址最近的养猪场为 3 号机组 N 方位 2.0km 的后埔村碣石顺强生猪养殖场，养殖规模现有生猪存栏 10 头。厂址 10km 范围内无自然保护区。

距离陆丰核电厂 3 号机组最近的居民点是位于 NNE 方位 1.6km 的后埔村。离厂址最近的农田为厂址 NNE 方位 1.6km 的后埔村，主要种植稻谷、番薯、玉米、花生及蔬菜等。

2.3.3 水产资源及生态概况

2.3.3.1 水生生态

国家海洋环境监测中心于 2023 年 11 月、2024 年 1 月、2024 年 4 月和 2024 年 7 月~8 月对陆丰核电厂附近海域水质、生态环境和水产资源进行了四个季节的调查监测工作。

海域水体的物理化学性质、水体营养状态见报告书 3.2.3 节。厂址 15km 范围内海域排污口主要有厂址 NNW 方位 8.4km 的陆丰市碣石铭豪污水处理有限公司排污口，和陆丰市碣石镇生猪定点屠宰场有限公司的废水排放口和初期雨水排放口，其他入海排污口多为城镇雨洪排口、规模以下水产养殖排污口、城镇生活污水散排口。

（1）站位布设

本次调查范围内共布设 14 个海洋生态调查站位，潮间带底栖生物调查布设 5 条断面。

（2）叶绿素 *a* 和初级生产力

调查海域秋季叶绿素 a 表层平均为 $2.40 \mu\text{g/L}$, 底层叶绿素 a 平均为 $2.04 \mu\text{g/L}$ 。叶绿素 a 垂向分布表现为表层>底层。调查海域初级生产力最大值为 $410.26 \text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 最小值为 $124.79 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 $228.14 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

调查海域冬季叶绿素 a 表层平均为 $3.59 \mu\text{g/L}$, 底层叶绿素 a 平均为 $1.83 \mu\text{g/L}$ 。叶绿素 a 垂向分布表现为表层>底层。调查海域初级生产力最大值为 $524.01 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 最小值为 $28.09 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 $167.5 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

调查海域春季表层叶绿素 a 平均值为 $3.07 \mu\text{g/L}$; 中层叶绿素 a 平均值为 $0.94 \mu\text{g/L}$; 底层叶绿素 a 平均值为 $2.37 \mu\text{g/L}$ 。叶绿素 a 垂向分布表现为表层>底层>中层。调查海域初级生产力最大值为 $1853.70 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 最小值为 $102.33 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 $447.79 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

调查海域夏季表层叶绿素 a 平均值为 $4.79 \mu\text{g/L}$; 中层叶绿素 a 平均值为 $4.23 \mu\text{g/L}$; 底层叶绿素 a 平均值为 $4.74 \mu\text{g/L}$ 。叶绿素 a 垂向分布表现为表层>底层>中层。调查海域初级生产力最大值为 $1517.23 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 最小值为 $560.06 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 $833.75 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

(3) 浮游植物

在调查期间共监测到水采浮游植物种类2门65种，其中，硅藻54种，甲藻11种。秋季，调查区内浮游植物群落组成以硅藻类为主，属于较典型的南方近岸种类组成。共鉴定出浮游植物2大类22种。其中，硅藻19种，占86.4%；甲藻3种，占13.6%。各站位浮游植物种类较少，在2~7种间波动，种类数平均约为3种。调查海域浮游植物的优势种为菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschiooides*) 和热带骨条藻 (*Skeletonema tropicum*)，优势度为0.180和0.070。

冬季，调查区内浮游植物群落组成以硅藻类为主，属于较典型的南方近岸种类组成。共鉴定出浮游植物 2 大类 30 种。其中，硅藻 25 种，占 83.3%；甲藻 5 种，占 16.7%。调查海域浮游植物种类在 3~9 种波动，最多的站位是 03 和 12 号站，为 9 种。浮游植物的优势种为热带骨条藻 (*Skeletonema tropicum*)、圆海链藻 (*Thalassiosira rotula*)、柔弱角毛藻 (*Chaetoceros debilis*)、中肋骨条藻 (*Skeletonma costatum*)、旋链角毛藻 (*Chaetoceros pseudocurvifetus*) 和扭链角毛藻 (*Chaetoceros tortissimus*)，优势度分别为 0.081、0.058、0.041、0.033、0.026 和 0.029。

春季，调查区内浮游植物群落组成以硅藻类为主，属于较典型的南方近岸种类组

成。共鉴定出浮游植物 2 大类 26 种。其中，硅藻 19 种，占 73.1%；甲藻 7 种，占 26.9%。各站位浮游植物种类数较少，其波动范围在 3-8 种之间。水采样品浮游植物的优势种为薄壁几内亚藻 (*Grammatophora flaccida*) 和扭链角毛藻 (*Chaetoceros tortissimus*)，优势度分别为 0.026 和 0.071。

夏季，调查区内浮游植物群落组成以硅藻类为主，属于较典型的南方近岸种类组成。共鉴定出浮游植物 2 大类 24 种。其中，硅藻 21 种，占 91.3%；甲藻 3 种，占 8.7%。各站位浮游植物种类较少，在 4-15 种间波动。调查海域浮游植物的优势种为尖刺拟菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*)、窄面角毛藻 (*Chaetoceros paradoxus*)、丹麦细柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、透明辐杆藻 (*Bacteriastrum hyalinum*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、劳氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*) 和短孢角毛藻 (*Chaetoceros brevis*)，优势度分别为 0.169、0.128、0.087、0.078、0.071、0.039、0.038 和 0.021。

四个季度水采浮游植物的平均细胞密度秋季、冬季、春季和夏季分别为 4.35×10^3 cells/L、 11.44×10^3 cells/L、 3.0×10^3 cells/L 和 11.39×10^4 cells/L。

（4）浮游动物

秋季：调查海域浮游动物的种类组成基本反映出我国南海北部近岸海域浮游动物种类生物多样性较高的特征。本海域调查共采集到 9 大类 70 种（类）浮游动物。浮游动物优势种有亚强次真哲水蚤、小拟哲水蚤、红小毛猛水蚤和针刺拟哲水蚤。本海域浮游动物个体密度分布呈斑块状。浮游动物总数量中、小型浮游动物较多，中、小型浮游动物高出大型浮游动物 1 个数量级，大型浮游动物和中、小型浮游动物总平均数量分别为 137 个/ m^3 和 3852 个/ m^3 ，波动范围分别在 (55~396) 个/ m^3 之间和 (756~8697) 个/ m^3 之间。调查海域浮游动物生物量平均值为 207.32mg/ m^3 ，各站位生物量波动范围在 (66~960) mg/ m^3 之间。调查海域大型浮游动物多样性指数平均为 3.718，各站位波动范围在 1.679~4.358 之间；均匀度指数平均值为 0.849，各站位波动范围在 0.598~0.947 之间；丰富度指数平均为 2.968，各站位波动范围在 0.801~3.857 之间；优势度指数平均值为 0.129，各站位波动范围在 0.063~0.492 之间。调查海域，II 型网浮游动物多样性指数平均值为 3.583，各站位波动范围在 2.237~4.099 之间；均匀度指数平均值为 0.785，各站位波动范围在 0.495~0.861 之间；丰富度指数平均为 2.006，各站位波动范围在 1.146~2.576 之间；优势度指数平均值为 0.135，各站位波动范围在

0.079~0.336 之间。

冬季：调查海域浮游动物的种类组成基本反映出我国南海北部近岸海域浮游动物种类生物多样性较高的特征。本海域调查共采集到 10 大类 88 种（类）浮游动物。浮游动物优势种有小拟哲水蚤、丹氏纺锤水蚤、异体住囊虫、肥胖箭虫、瘦尾胸刺水蚤、强额拟哲水蚤、长尾基齿哲水蚤、柔佛滨箭虫、微驼隆哲水蚤、小长腹剑水蚤、筒长腹剑水蚤和短角长腹剑水蚤。本海域浮游动物个体密度分布呈斑块状。浮游动物总个体密度 I 型网和 II 型网均较大，数量相差 2 个数量级，本海域 I 型网浮游动物和 II 型网浮游动物总平均数量分别为 166 个/ m^3 和 10293 个/ m^3 ，波动范围分别在（16~1053）个/ m^3 之间和（141~33893）个/ m^3 之间。调查海域浮游动物生物量平均值为 30mg/ m^3 ，各站位生物量波动范围在（3~80）mg/ m^3 之间。调查海域 I 型网浮游动物多样性指数平均为 3.347，各站位波动范围在 2.574~4.703 之间；均匀度指数平均值为 0.858，各站位波动范围在 0.680~0.952 之间；丰富度指数平均为 2.296，各站位波动范围在 1.099~4.190 之间；优势度指数平均值为 0.146，各站位波动范围在 0.052~0.258 之间。调查海 II 型网浮游动物多样性指数平均值为 3.112，各站位波动范围在 2.172~3.962 之间；均匀度指数平均值为 0.752，各站位波动范围在 0.570~0.902 之间；丰富度指数平均为 1.381，各站位波动范围在 0.970~2.181 之间；优势度指数平均值为 0.192，各站位波动范围在 0.080~0.380 之间。

春季：调查海域浮游动物的种类组成基本反映出我国南海北部近岸海域浮游动物种类生物多样性较高的特征。本海域调查共采集到 13 大类 97 种（类）浮游动物。浮游动物优势种有强额拟哲水蚤、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、肥胖箭虫、鸟喙尖头溞、短角长腹剑水蚤和近缘大眼水蚤。本海域浮游动物个体密度分布呈斑块状。浮游动物总个体密度 I 型网和 II 型网均较大，数量相差 1 个数量级，本海域 I 型网浮游动物和 II 型网浮游动物总平均数量分别为 580 个/ m^3 和 8722 个/ m^3 ，波动范围分别在（171~1600）个/ m^3 之间和（925~50400）个/ m^3 之间。调查海域浮游动物生物量平均值为 56mg/ m^3 ，各站位生物量波动范围在（28~109）mg/ m^3 之间。调查海域，I 型网浮游动物多样性指数平均为 3.887，各站位波动范围在 3.520~4.529 之间；均匀度指数平均值为 0.915，各站位波动范围在 0.844~0.961 之间；丰富度指数平均为 2.081，各站位波动范围在 1.329~3.322 之间；优势度指数平均值为 0.086，各站位波动范围在 0.057~0.125 之间。调查海域，II 型网浮游动物多样性指数平均值为 3.673，各站位波动范围在

3.354~4.508 之间；均匀度指数平均值为 0.867，各站位波动范围在 0.789~0.948 之间；丰富度指数平均为 1.496，各站位波动范围在 1.001~2.668 之间；优势度指数平均值为 0.111，各站位波动范围在 0.070~0.149 之间。

夏季：调查海域浮游动物的种类组成基本反映出我国南海北部近岸海域浮游动物种类生物多样性较高的特征。本海域调查共采集到 12 大类 94 种（类）浮游动物。浮游动物优势种有鸟喙尖头溞、肥胖三角溞、诺氏三角溞、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、中型莹虾、强额拟哲水蚤和近缘大眼水蚤。本海域浮游动物个体密度分布呈斑块状。浮游动物总个体密度 I 型网和 II 型网均较大，数量相差 1 个数量级，本海域 I 型网浮游动物和 II 型网浮游动物总平均数量分别为 7245 个/m³ 和 32873 个/m³，波动范围分别在（320~27246）个/m³ 之间和（4677~60800）个/m³ 之间。调查海域浮游动物生物量平均值为 1091mg/m³，各站位生物量波动范围在（193~3258）mg/m³ 之间。调查海域，I 型网浮游动物多样性指数平均为 3.268，各站位波动范围在 2.325~4.089 之间；均匀度指数平均值为 0.776，各站位波动范围在 0.514~0.886 之间；丰富度指数平均为 1.503，各站位波动范围在 1.073~2.679 之间；优势度指数平均值为 0.177，各站位波动范围在 0.083~0.389 之间。调查海域，II 型网浮游动物多样性指数平均值为 3.424，各站位波动范围在 2.824~3.753 之间；均匀度指数平均值为 0.818，各站位波动范围在 0.723~0.904 之间；丰富度指数平均为 1.192，各站位波动范围在 0.881~1.734 之间；优势度指数平均值为 0.141，各站位波动范围在 0.115~0.219 之间。

陆丰海域浮游动物的主要类群依然为桡足类和水母类，其它类群在总种类数中所占比例较小。

（5）潮间带生物

秋季调查共采集到潮间带生物 8 门 78 种，其中刺胞动物 1 种，扁形动物 1 种，环节动物 7 种，星虫动物 1 种，软体动物 44 种，节肢动物 21 种，棘皮动物 1 种，脊索动物 2 种。C1 断面、C2 断面、C3 断面、C4 断面、C5 断面分别监测到潮间带生物 25 种、5 种、29 种、3 种、20 种。潮间带生物各潮带密度在 0.00~1832.00 个/m² 之间，各站位平均密度为 243.20 个/m²，密度优势种为黑莽麦蛤；潮间带生物总生物量在 0.00~1702.77 g/m² 之间，各站位平均生物量为 377.26 g/m²。各站位潮间带生物多样性指数在 0.00~3.16 之间波动，全海区平均值为 1.12；均匀度指数在 0.00~1.00 之间波动，全海区平均值为 0.44；丰富度指数在 0.00~1.46 之间波动，全海区平均值为 0.46；优势

度指数在 0.00~0.96 之间波动，全海区平均值为 0.23，潮间带生物多样性总体较差。

冬季调查共采集到潮间带生物 3 门 48 种，其中环节动物 11 种，软体动物 25 种，节肢动物 12 种。C1 断面、C2 断面、C3 断面、C4 断面、C5 断面分别监测到潮间带生物 15 种、5 种、18 种、3 种、16 种。潮间带生物各潮带密度在 0.00~1424.00 个/m² 之间，各站位平均密度为 217.20 个/m²，密度优势种为平轴螺；潮间带生物总生物量在 0.00~2354.40 g/m² 之间，各站位平均生物量为 275.95 g/m²。各站位潮间带生物多样性指数在 0.00~2.84 之间波动，全海区平均值为 0.96；均匀度指数在 0.00~0.96 之间波动，全海区平均值为 0.47；丰富度指数在 0.00~1.00 之间波动，全海区平均值为 0.32；优势度指数在 0.00~0.93 之间波动，全海区平均值为 0.35，潮间带生物多样性总体极差。

春季调查共采集到潮间带生物 4 门 61 种，其中环节动物 11 种，软体动物 31 种，节肢动物 17 种，棘皮动物 2 种。C1 断面、C2 断面、C3 断面、C4 断面、C5 断面分别监测到潮间带生物 21 种、7 种、19 种、7 种、15 种。潮间带生物各潮带密度在 0.00~856.00 个/m² 之间，各站位平均密度为 208.13 个/m²，密度优势种为塔结节滨螺；潮间带生物总生物量在 0.00~1991.76 g/m² 之间，各站位平均生物量为 233.92 g/m²。各站位潮间带生物多样性指数在 0.00~2.59 之间波动，全海区平均值为 1.10；均匀度指数在 0.00~1.00 之间波动，全海区平均值为 0.53；丰富度指数在 0.00~1.15 之间波动，全海区平均值为 0.40；优势度指数在 0.00~0.99 之间波动，全海区平均值为 0.37，潮间带生物多样性总体较差。

夏季调查共采集到潮间带生物 6 门 69 种，其中刺胞动物 2 种，环节动物 13 种，星虫动物 2 种，软体动物 38 种，节肢动物 12 种，棘皮动物 2 种。C1 断面、C2 断面、C3 断面、C4 断面、C5 断面分别监测到潮间带生物 20 种、4 种、24 种、1 种、28 种。潮间带生物各潮带密度在 0.00~1864.00 个/m² 之间，各站位平均密度为 297.47 个/m²，密度优势种为塔结节滨螺；潮间带生物总生物量在 0.00~1547.44 g/m² 之间，各站位平均生物量为 383.19 g/m²。各站位潮间带生物多样性指数在 0.00~2.97 之间波动，全海区平均值为 0.89；均匀度指数在 0.00~0.91 之间波动，全海区平均值为 0.37；丰富度指数在 0.00~1.51 之间波动，全海区平均值为 0.38；优势度指数在 0.00~0.98 之间波动，全海区平均值为 0.35，潮间带生物多样性总体极差。

（6）底栖生物

秋季：本次调查共采集到底栖生物 7 门 54 种，其中纽形动物 1 种，环节动物 28

种，星虫动物 2 种，螠虫动物 1 种，软体动物 12 种，节肢动物 9 种，棘皮动物 1 种，各站位生物种类数为 3~27 种。调查海域各站位大型底栖生物栖息密度变化在 80~1600 个/m² 之间，平均密度为 380.71 个/m²，优势种为光滑倍棘蛇尾、冠奇异稚齿虫、双形拟单指虫、双眼钩虾弦毛内卷齿蚕、铜色巢沙蚕、长吻沙蚕。调查海域各站位大型底栖生物总生物量变化在 1.05~105.60 g/m² 之间，平均生物量为 23.38 g/m²。各站位底栖生物多样性指数在 0.48~3.97 之间，全海区平均值为 2.76；均匀度指数在 0.30~0.95 之间，全海区平均值为 0.79；丰富度指数在 0.29~2.85 之间，全海区平均值为 1.37；优势度指数在 0.08~0.85 之间，全海区平均值为 0.24，底栖生物多样性总体一般。

冬季：本次调查共采集到底栖生物 9 门 63 种，其中刺胞动物 2 种，纽形动物 1 种，环节动物 34 种，星虫动物 2 种，螠虫动物 1 种，软体动物 11 种，节肢动物 10 种，棘皮动物 1 种，脊索动物 1 种，各站位生物种类数为 3~20 种。调查海域各站位大型底栖生物栖息密度变化在 25~950 个/m² 之间，平均密度为 325.00 个/m²，优势种为光滑倍棘蛇尾、冠奇异稚齿虫、短吻铲菱螠、虹光亮樱蛤。调查海域各站位大型底栖生物总生物量变化在 2.50~272.15 g/m² 之间，平均生物量为 65.58 g/m²。各站位底栖生物多样性指数在 1.15~3.75 之间，全海区平均值为 2.51；均匀度指数在 0.41~0.95 之间，全海区平均值为 0.72；丰富度指数在 0.43~2.14 之间，全海区平均值为 1.45；优势度指数在 0.09~0.67 之间，全海区平均值为 0.31，底栖生物多样性总体一般。

春季：本次调查共采集到底栖生物 10 门 59 种，其中刺胞动物 1 种，纽形动物 1 种，环节动物 33 种，星虫动物 2 种，螠虫动物 1 种，软体动物 7 种，节肢动物 10 种，腕足动物 1 种，棘皮动物 2 种，脊索动物 1 种，各站位生物种类数为 6~18 种。调查海域各站位大型底栖生物栖息密度变化在 50~375 个/m² 之间，平均密度为 172.50 个/m²，优势种为光滑倍棘蛇尾、冠奇异稚齿虫、弦毛内卷齿蚕。调查海域各站位大型底栖生物总生物量变化在 0.95~74.70 g/m² 之间，平均生物量为 24.63 g/m²。各站位底栖生物多样性指数在 2.03~3.88 之间，全海区平均值为 2.65；均匀度指数在 0.58~0.96 之间，全海区平均值为 0.79；丰富度指数在 0.88~2.25 之间，全海区平均值为 1.39；优势度指数在 0.08~0.44 之间，全海区平均值为 0.26，底栖生物多样性总体一般。

夏季：本次调查共采集到底栖生物 8 门 57 种，其中纽形动物 1 种，环节动物 30 种，星虫动物 2 种，螠虫动物 1 种，软体动物 5 种，节肢动物 13 种，棘皮动物 2 种，脊索动物 3 种，各站位生物种类数为 6~24 种。调查海域各站位大型底栖生物栖息密度

变化在 45~415 个/m² 之间，平均密度为 140.71 个/m²，优势种为光滑倍棘蛇尾、冠奇异稚齿虫、弦毛内卷齿蚕。调查海域各站位大型底栖生物总生物量变化在 1.15~56.95 g/m² 之间，平均生物量为 14.24 g/m²。各站位底栖生物多样性指数在 1.01~4.07 之间，全海区平均值为 2.72；均匀度指数在 0.32~0.98 之间，全海区平均值为 0.81；丰富度指数在 0.65~2.90 之间，全海区平均值为 1.42；优势度指数在 0.08~0.73 之间，全海区平均值为 0.26，底栖生物多样性总体一般。

（7）鱼卵仔稚鱼

秋季调查水平和垂直拖网采集的样品中，垂直网中鉴定到鱼卵 2 目 5 科 5 种，鉴定到仔稚鱼 4 目 4 科 4 种；秋季水平拖网定性调查中鉴定的鱼卵 2 目 6 科 6 种，仔稚鱼鉴定 5 目 5 科 7 种。调查海域鱼卵平均密度为 0.66 ind./m³，仔稚鱼平均密度为 0.08 ind./m³；鱼卵密度优势种为蝠属、多鳞鱚和鲷科，仔稚鱼密度优势种为前鳞骨鲻。

冬季调查水平和垂直拖网采集的样品中，垂直网中鉴定到鱼卵 3 目 4 科 5 种，鉴定到仔稚鱼 1 目 2 科 2 种；冬季水平拖网定性调查中鉴定的鱼卵 3 目 3 科 4 种，仔稚鱼鉴定 4 目 4 科 6 种。调查海域鱼卵平均密度为 0.57 ind./m³，仔稚鱼平均密度为 0.06 ind./m³；鱼卵密度优势种为棱鳀属、鲷科、斑鱚，仔稚鱼密度优势种为斑鱚、康氏小公鱼。

春季调查水平和垂直拖网采集的样品中，垂直网中鉴定到鱼卵 3 目 7 科 8 种，鉴定到仔稚鱼 2 目 8 科 10 种；春季水平拖网定性调查中鉴定的鱼卵 3 目 7 科 9 种，仔稚鱼鉴定 4 目 10 科 15 种。调查海域鱼卵平均密度为 4.11 ind./m³，仔稚鱼平均密度为 0.39 ind./m³；鱼卵密度优势种为蝠属和小公鱼，仔稚鱼密度优势种为赤鼻棱鳀。

夏季调查水平和垂直拖网采集的样品中，垂直网中鉴定到鱼卵 3 目 5 科 6 种，鉴定到仔稚鱼 3 目 7 科 7 种；夏季水平拖网定性调查中鉴定的鱼卵 4 目 7 科 8 种，仔稚鱼鉴定 5 目 10 科 11 种。调查海域鱼卵平均密度为 0.76 ind./m³，仔稚鱼平均密度为 0.20 ind./m³；鱼卵密度优势种为小公鱼、蝠属和多鳞鱚，仔稚鱼密度优势种为小沙丁鱼、眶棘双边鱼。

（8）游泳动物

秋季：本次调查海域内共有游泳动物种类 75 种。其中鱼类 43 种，虾类 14 种，蟹类 14 种，头足类 4 种。优势种为口虾蛄、近缘新对虾、墨吉对虾和红星梭子蟹。调查海域内渔获物总重量密度与总尾数密度均分布不均匀，总重量密度最大值为 478.65

kg/km^2 ，出现在3号站位，总尾数密度最大值为 $40.43 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ，出现在2号站位。调查海域渔获物重量多样性指数(H')均值为3.64(3.01~4.05)；丰富度指数(d)均值为3.27(2.64~3.94)；均匀度指数(J')均值为0.76(0.64~0.85)；优势度指数(λ)均值为0.13(0.08~0.26)。2023年11月调查海域渔获物尾数多样性指数(H')均值为3.64(3.13~4.17)；丰富度指数(d)均值为1.82(1.43~2.02)；均匀度指数(J')均值为0.76(0.66~0.88)；优势度指数(λ)均值为0.13(0.08~0.20)。

冬季：本次调查海域内共有游泳动物种类68种。其中鱼类34种，虾类16种，蟹类16种，头足类2种。优势种为龙头鱼、皮氏叫姑鱼、长叉三宅虾蛄、波罗门赤虾、口虾蛄、伪装仿关公蟹、隆线强蟹和矛形剑泳蟹。调查海域内渔获物总重量密度与总尾数密度均分布不均匀，总重量密度最大值为 $309.64 \text{ kg}/\text{km}^2$ ，出现在20号站位，总尾数密度最大值为 $53.32 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ，出现在20号站位。调查海域渔获物重量多样性指数(H')均值为3.88(3.54~4.14)；丰富度指数(d)均值为3.71(3.00~4.46)；均匀度指数(J')均值为0.80(0.72~0.83)；优势度指数(λ)均值为0.10(0.08~0.15)。2024年1月调查海域渔获物尾数多样性指数(H')均值为4.16(3.91~4.33)；丰富度指数(d)均值为1.88(1.55~2.22)；均匀度指数(J')均值为0.86(0.81~0.89)；优势度指数(λ)均值为0.07(0.06~0.10)。

春季：本次调查海域内共有游泳动物种类75种。其中鱼类43种，虾类12种，蟹类15种，头足类5种。优势种为皮氏叫姑鱼、口虾蛄和隆线强蟹。调查海域内渔获物总重量密度与总尾数密度均分布不均匀，总重量密度最大值为 $372.15 \text{ kg}/\text{km}^2$ ，出现在18号站位，总尾数密度最大值为 $31.22 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ，出现在16号站位。调查海域渔获物重量多样性指数(H')均值为3.84(3.04~4.41)；丰富度指数(d)均值为3.25(2.31~4.41)；均匀度指数(J')均值为0.81(0.69~0.87)；优势度指数(λ)均值为0.11(0.07~0.19)。2024年4月调查海域渔获物尾数多样性指数(H')均值为3.97(3.47~4.47)；丰富度指数(d)均值为1.81(1.35~2.28)；均匀度指数(J')均值为0.84(0.79~0.93)；优势度指数(λ)均值为0.09(0.06~0.13)。

夏季：本次调查海域内共有游泳动物种类73种。其中鱼类46种，虾类11种，蟹类12种，头足类4种。优势种为日本竹筍鱼、中线鸚天竺鲷、猛虾蛄、须赤虾和直额蟳。调查海域内渔获物总重量密度与总尾数密度均分布不均匀，总密度最大值为 $579.85 \text{ kg}/\text{km}^2$ ，出现在18号站位，总尾数密度最大值为 $58.34 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ，出现在3号站位。

调查海域渔获物重量多样性指数 (H') 均值为 3.80 (3.02~4.17); 丰富度指数 (d) 均值为 2.98 (2.25~4.01); 均匀度指数 (J') 均值为 0.81 (0.65~0.89); 优势度指数 (λ) 均值为 0.11 (0.07~0.23)。2024 年 8 月调查海域渔获物尾数多样性指数 (H') 均值为 3.61 (3.07~4.25); 丰富度指数 (d) 均值为 1.67 (1.22~2.28); 均匀度指数 (J') 均值为 0.77 (0.66~0.85); 优势度指数 (λ) 均值为 0.13 (0.09~0.20)。

总体来看，在调查海域虾蛄类在各个季节都较多。

(9) 微生物（粪大肠菌群）

四季核电海域水质粪大肠菌群调查结果为未检出或极低，各层水体中粪大肠菌群个数远低于第一（二、三）类水质标准值 2000 个/L，调查海域水质卫生状况良好。

(10) 污损生物

月板：2024 年 5 月板采集到污损生物 4 种，其中环节动物多毛类 2 种、节肢动物 1 种和苔藓动物 1 种。2024 年 6 月板采集到污损生物 8 种，其中扁形动物 1 种、环节动物 2 种、节肢动物 3 种、软体动物 1 种和苔藓动物 1 种。2024 年 7 月板采集到污损生物 11 种，其中环节动物 2 种、节肢动物 3 种、软体动物 5 种和苔藓动物 1 种。2024 年 8 月板采集到污损生物 11 种，其中苔藓动物 2 种、环节动物 3 种、节肢动物 4 种和软体动物 2 种。2024 年 9 月板采集到污损生物 11 种，其中褐藻 1 种、苔藓动物 1 种、环节动物 2 种、节肢动物 5 种、纽形动物 1 种、软体动物 1 种。2024 年 10 月板采集到污损生物 6 种，其中苔藓动物 1 种、环节动物门 2 种和节肢动物 3 种。2024 年 11 月板采集到污损生物 6 种，苔藓动物 1 种、环节动物门 2 种和节肢动物 3 种。2024 年 12 月板采集到污损生物 4 种，其中苔藓动物 1 种、环节动物门 2 种和节肢动物 1 种。2025 年 1 月板采集到污损生物 2 种，其中环节动物 1 种和节肢动物 1 种。2025 年 2 月板采集到污损生物 4 种，其中软体动物 2 种和节肢动物 2 种。2025 年 3 月板采集到污损生物 6 种，其中苔藓动物 1 种、环节动物门 2 种、节肢动物 2 种、软体动物 1 种。2025 年 4 月板采集到污损生物 3，其中苔藓动物 1 种、环节动物 1 种和节肢动物 1 种。

季板：2024 夏季板采集到污损生物 14 种，其中苔藓动物 4 种、环节动物多毛类 2 种、软体动物 4 种、节肢动物 4 种。2024 年秋季板采集到污损生物 11 种，其中苔藓动物 2 种、褐藻 1 种、环节动物多毛类 1 种、节肢动物 4 种、软体动物 3 种。2025 年冬季板采集到污损生物 9 种，其中绿藻 1 种、苔藓动物 2 种、环节动物多毛类 1 种、软体动物 4 种、节肢动物 1 种。2025 年春季板采集到污损生物 7 种，其中苔藓动物 2 种、

环节动物 1 种、软体动物 2 种、和节肢动物 2 种。

半年板：2024 年上半年板采集到污损生物 12 种，其中苔藓动物 3 种，绿藻 1 种，环节动物多毛类 2 种、节肢动物 3 种，软体动物 3 种。2023 年下半年板采集到污损生物 10 种，其中苔藓动物 2 种、环节动物多毛类 2 种、软体动物 5 种和节肢动物 1 种。

年板：2024 年 5 月-2025 年 4 月年板采集到污损生物 14 种，其中苔藓动物 2 种、刺胞动物 1 种、环节动物多毛类 2 种、软体动物 5 种、尾索动物 2 种和节肢动物 2 种。

（11）生物遗传多样性。

秋季调查区内口虾蛄、近缘新对虾、红星梭子蟹、棒锥螺、皮氏叫姑鱼的遗传多样性水平较高。

冬季调查区内拟矛尾鰕虎鱼、长叉三宅虾蛄具有较高的遗传多样性，大黄鱼的遗传多样性水平较低，龙头鱼、隆线强蟹的遗传多样性水平低。

春季调查区域内海鳗、拟矛尾鰕虎鱼、口虾蛄具有较高的遗传多样性水平，中华管鞭虾遗传多样性水平较低，联珠蚶遗传多样性低。

夏季调查区域宽条鹦天竺鲷、直额蟳、口虾蛄具有较高的遗传多样性水平，黄斑光胸鰏、池鱼遗传多样性水平较低。

2.3.3.2 三场一通

厂址半径 15km 范围内没有三场一通道，具体情况如下：

（1）南海鱼类产卵场

本项目不位于南海中上层鱼类产卵场及南海底层、近底层鱼类产卵场内。距离南海中上层鱼类产卵场最近距离约 25km，距离南海底层、近底层鱼类产卵场最近距离约 42km。

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1-12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目距离 30m 等深线约 31km，距离 40m 等深线更远，南海北部幼鱼繁育场保护区范围为 40m 等深线向外海一侧与 17 个基点连线围成的范围。

（3）索饵场

项目附近海域闽南、粤东近海群系鮀鱼索饵场，该鮀鱼闽南、粤东近海群系不作

长距离洄游，整个生命过程包括生殖、索饵等基本在闽南、粤东近海度过。

（4）越冬场

闽南、粤东近海群系鲐鱼越冬场，闽南、粤东近海群系不作长距离洄游，整个生命过程包括生殖、索饵等基本在闽南、粤东近海度过。

（5）洄游通道

蓝圆鲹可分为二个种群：一是东海种群，二是闽南、粤东近海种群。东海种群有两个越冬场：一是在台湾海峡中南部（与闽南、粤东近海种群的分布有交错）；另一个是在台湾北部彭佳屿附近水深 100~150 m 的海域。每年 3 月开始，位于台湾海峡越冬的鱼群，随着性腺的逐渐发育，离开越冬场向西和向北方向作生殖洄游，在闽中、闽东近海的产卵期为 4~7 月，盛期为 5~6 月。产卵过后的亲鱼继续向北洄游，部分鱼群可达浙江中部沿海。孵化出来的仔幼鱼也随风、随流飘到浙江近海索饵成长，到秋末随着水温的下降，亲体和幼鱼均返回越冬场越冬。彭佳屿越冬的鱼群，约于 3~4 月间分批向浙江近海作产卵洄游，进入产卵场的大致时间为：南、北亮近海为 4~5 月，鱼山、大陈近海为 5~6 月，舟山近海为 6~7 月，产卵期可延长至 9 月，盛期为 5~6 月。当年生幼鱼在产卵场附近索饵，有部分会逐步向北扩展，到夏末和秋季在舟山和长江口渔场，与当年生幼鱼混合成为秋汛捕捞鲐鲹鱼的汛期。秋末，随着水温的下降，亲体和当年生幼鱼陆续返回越冬场越冬。

东海区鲐台鱼可分为闽南、粤东近海群系和东海群系。闽南、粤东近海群系不作长距离洄游，整个生命过程包括生殖、索饵等基本在闽南、粤东近海度过，无明显的越冬现象，冬季主要分布于 $22^{\circ}00' \sim 22^{\circ}30'N$, $116^{\circ}00' \sim 116^{\circ}40'E$, 60~100 m 水深海区，冬末春初，鱼群由深到浅向东北方向移动。春季分内外两路作短距离移动。外路鱼群沿台湾浅滩南部向偏东方向移动，5~6 月间到达花屿附近再折向北洄游；内路鱼群沿南澎列岛、礼是列岛北上。这两股鱼群均为边洄游边产卵，主要产卵场在 $22^{\circ}00' \sim 23^{\circ}00'N$, $116^{\circ}00' \sim 119^{\circ}00'E$ 海区，产卵后的亲体，就近分散索饵。

分布于南海的金线鱼不作季节性远距离的洄游，仅随着季节的变化在深水区与浅水区之间移动。每年 2 月中旬金线鱼从汕头西南外海区向近海一带作产卵洄游，在 4 月下旬至 5 月上旬水温升高时进行产卵，5 月产卵后分散向西南方向游向外海；幼鱼逐渐长大，也向深水海域移动。

厂址周边用海 15km 范围内无红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等特殊生境。

2.3.3.3 渔业资源及渔业生产现状

陆丰近岸海域鱼类资源主要有带鱼、金线鱼、沙丁鱼、海鳗、鳀鱼、真鲷、白姑鱼、马面鲀、蓝圆鲹等；甲壳类资源主要有梭子蟹、对虾等；藻类资源主要有江蓠；头足类主要有乌贼、鱿鱼等。养殖的主要品种有牡蛎、南美白对虾、鲈鱼、青蟹、贻贝、蛤、海胆等。

（1）渔业生产

2024 年，陆丰市全年水产品产量 25.46 万吨。其中，海洋捕捞 10.86 万吨，海水养殖产量 12.91 万吨，淡水捕捞 830 吨，淡水养殖 1.61 万吨，海水总产量 23.77 万吨；淡水总产量 1.69 万吨。

厂址所在碣石镇 2024 年海水养殖产量 30350 吨，海水捕捞 32248 吨，淡水养殖 185 吨。养殖品种为对虾、蟹、螺、罗非鱼、乌鱼、蚝、青斑、珍珠龙胆等。

（2）水产养殖

厂址 15km 范围内共有 12 个确权养殖，其中距厂址最近的为陆丰市海喜养殖场，位于厂址 NE 方位 7.7km 处。

根据《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》（2018 年 12 月），厂址附近海域为碣石镇禁止养殖区，碣石镇禁止养殖区为碣石渔港作业区，田尾山工业与城镇用海区，碣石湾湿地保护区，西桔礁等无人岛周边 200 米海域。

金厢镇限制养殖区位于厂址 NW 方位 10km 处，主要有金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、金厢休闲渔业区、剑坑水库等水库以及观音岭森林公园（ 17.82hm^2 ）。

浅海滩涂养殖区位于厂址 NW 方位 9km 处，适宜发展浅海滩涂养殖的区域主要在金厢海岸带，浅海养殖可以浅海筏式养殖、浅海底播增养殖、海水网箱养殖为主，浅海筏式养殖和底播增养殖种类以贝类（如牡蛎、贻贝、蛤蜊、扇贝、泥蚶、鲍鱼等）、藻类（如江蓠）为主。网箱养殖以大黄鱼、军曹鱼、石斑鱼等经济价值鱼类为主。

根据《汕尾市海洋养殖发展规划》（2021-2030 年）（2021 年 12 月），陆丰核电用海位于禁养区，厂址 15km 范围内增养殖用海区先行利用区涉及碣石南海域增养殖用海、湖东南海域增养殖用海和金厢南海域增养殖用海，距厂址最近的为碣石南海域增养殖用海，规划面积为 2100 公顷，最近处距厂址 SW 方位约 7km。

根据《汕尾市现代化海洋牧场建设规划(2024-2035 年)》(2025 年 1 月), 厂址 15km 范围内涉及 2 个近海养殖区, 分别为碣石近海养殖区和湖东近海养殖区, 涉及 2 个海上养殖区(近期), 分别为碣石湾海域启动区一区和碣石湾海域启动区二区, 涉及 1 个海上养殖区(远期), 为碣石湾南中远海海域发展预留区。

(3) 人工鱼礁规划和建设概况

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》, 碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个, 分别为 1、陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区; 2、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区; 3 陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区; 4、陆丰市金厢南人工鱼礁区; 5、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区; 6、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前, 已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区, 共投放礁体 860 个, 总空方 26691m^3 。此外, 碣石田尾山人工鱼礁已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。距离陆丰核电厂最近的人工鱼礁是湖东三洲澳人工鱼礁区, 位于厂址 ENE 方位, 距离约 7.6km。

2.3.3.4 赤潮

(1) 2022 年和本次赤潮生物调查情况

按照《赤潮监测技术规程》, 2022 年调查过程中赤潮生物的丰度均未达到基准浓度, 未发现有赤潮风险。

本次海域生态调查四个季度中, 秋季、冬季、春季、夏季水采浮游植物细胞数量总平均分别为 $4.35 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 、 $11.44 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 、 $3 \times 10^3 \text{ cells/L}$ 和 $11.39 \times 10^4 \text{ cells/L}$, 各站位细胞数量均低于赤潮基准密度, 无发生赤潮的风险。

(2) 本项目附近海域赤潮历史资料

根据历史资料, 多次或大面积引发赤潮的主要优势种为中肋骨条藻、球形棕囊藻、血红哈卡藻和夜光藻。

2.3.4 工业、交通及其他设施

2.3.4.1 工业

(1) 工业企业现状

2024 年, 陆丰市实现地区生产总值 458.20 亿元, 同比增长 3.2%, 基本形成以电力能源、临港装备制造、电子信息为三大主导产业, 五金家具配件、圣诞品等传统产

业相协调的工业发展格局。厂址半径 15km 范围主要包括了陆丰市的碣石镇全部区域，以及金厢镇、南塘镇、湖东镇和桥冲镇的部分范围。其中碣石镇自 2021 年以来打造千亿级海洋能源和装备制造产业集群的工作部署，打造粤东高端海工装备制造高地，已形成全链条产业生态，突出打好海洋、海岸、海港三张“优势牌”，全力推进陆丰核电、陆丰海洋工程基地、内洋光伏发电等重大项目建设，推动 GDP 与 GEP“双提升”，助力实现“双碳”目标。陆丰海洋工程基地瞄准“打造成为以临港海工装备制造为核心的国家级临港工业基地”的定位。

厂址半径 15km 范围内现有汕尾（陆丰）海工基地工业园区。汕尾（陆丰）海工基地属于汕尾（陆丰）临港产业园其中之一，基地包含陆丰核电。除陆丰核电外，其余海工基地、综合产业等位于核电 NE 方位约 2-8km 范围内。海工基地已引进入驻了中广核新能源、明阳智能、中天科技、天能重工、长风集团等一批链主或头部企业，明阳园区叶片和整机生产、中天园区智能电网、天能重工园区、长风园区蓝精特种管业制造等项目相继建成投产，2023 年实现产值 133.5 亿元。

距厂址最近的规模以上企业为汕尾明阳新能源科技有限公司，位于 3 号机组 NE 方位约 2.0km。

（2）工业企业规划

1) 总体规划

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035）》（2023 年 11 月），厂址半径 15km 范围所涉及的碣石镇和南塘镇为重点镇，金厢镇、桥冲镇和湖东镇为一般镇。碣石镇定位为综合型城镇、工业型城镇，发展方向为中国历史文化名镇，以新能源、海工装备制造、滨海旅游为特色的城乡融合发展重点镇。南塘镇定位为综合型城镇，发展方向为陆丰市东南部商贸流通中心、农副产品加工基地。湖东镇规划为工业型城镇，发展方向为“依港立镇，以港兴镇”，以乡村振兴示范带建设为引领的港区强镇，重点发展海洋经济、特色农业、红色文化旅游产业。金厢镇规划为文旅型城镇，桥冲镇为农业型城镇。根据以上规划，厂址半径 15km 范围内的工业主要位于碣石镇和湖东镇。

根据《陆丰市产业发展“十四五”规划》（2022 年 5 月），厂址 15km 范围内涉及的陆丰市重大产业为陆丰海工装备基地（厂址 NE 方位约 2~8km）。规划要求，抓住陆丰核电、海上风电建设机遇，加快建设陆丰海工装备制造基地，构建“一带两廊三组团”的空间格局，充分发挥中广核新能源、中天科技、明阳智能等龙头企业引领带动作用，

推动海上风电装备制造产业集群发展。加快二期谋划和建设，推动各类资源要素向平台集聚，重点发展风电零部件、输变电装备、风电运维等产业，打造全国一流的海洋装备制造园区。推进中广核陆丰海洋工程基地水工工程码头建设，带动海洋经济的发展。推动核能源产业发展，尽快形成产能。加快引进起重及港口机械设备、海上风电配套装备及其配件的制造、加工、销售以及服务等全链条企业，完善上游装备设计、中游装备制造到下游维修服务等产业链关键环节，打造集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护于一体的海上风电工程装备制造产业基地，推动陆丰海工装备基地升级为省级产业园。

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035）》（2023 年 11 月），规划以汕尾市新材料产业园为重点，加强产业协同。积极落实汕尾市新材料产业园，协同碣石海工基地、湖东能源基地、三甲海洋经济产业基地，构建陆丰临港产业园；促进碣石产城融合，做强碣石沿海旅游、能源装备等产业。田尾山以东重点发展海上风电全产业链、海工装备制造等产业；田尾山以西重点发展浅澳滨海浴场、碣石智慧渔港、浅澳-观音岭生态旅游等项目；同时引导圣诞玩具、服装、电子、贝雕等传统产业入园升级；构建海洋保护与开发利用带。

根据《陆丰市碣石镇国土空间总体规划（2021—2035）》（2025 年 6 月），碣石镇规划构建“一轴一带，一心三片”的国土空间开发保护总体格局：

“一轴”为国道 G228 城镇发展轴；

“一带”为沿海经济发展带，西岸依托碣石湾滨海旅游资源建设魅力蓝湾；东岸依托碣石海工基地、海上风电等，建设绿电创新示范基地；

“一心”为碣石镇综合服务中心；

“三片”为滨海旅游度假片区、清洁能源与先进制造业片区、山水农旅特色片区。

陆丰核电厂位于清洁能源与先进制造业片区。

2) 专项规划

a) 碣石产业园产业发展规划

碣石产业园位于厂址 NNE 方位约 12.6km，根据《陆丰市东海经济开发区碣石产业园产业发展规划（2021-2030）》（2021 年 12 月），碣石产业园近中期规划总面积约 1836 亩，第一期为 124 亩，第二期 512 亩，远期规划 1200 亩；规划范围内地势平坦，土地可开发利用面积有一定规模，加以规划调整、土地置换，可为打造民营经济园区

提供重要的载体。碣石产业园初步规划分为圣诞饰品生产区、摩托车配件生产区、手工艺品区、服装园区、成品交易商业物流专区，分区域、分阶段、有计划推进园区建设。

b) 汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划

汕尾（陆丰）临港产业园位于陆丰市碣石镇田尾山东侧，沿碣田公路两侧，东临南海，西至内洋，北至滴水村，南临陆丰核电厂，位于厂址NE方位约2-9km范围内，总规划面积412.58hm²，其中建设用地面积为400.88hm²。

根据《汕尾（陆丰）临港产业园综合发展规划》（2025年4月，规划的期限为2024-2035），规划构筑“一心两轴三组团”的整体空间结构：

一心：综合服务核心。依托碣海路滨海的区位条件，集中布局行政办公和商业商务等功能，打造园区综合服务核心。

两轴：依托碣田大道，串联各产业组团，打造园区南北向的空间轴线。依托碣海路，打造通往碣石镇区，展示园区形象的特色轴线。

三组团：根据现状、交通和区位条件，合理布局风电装备产业组团、新兴产业组团、综合配套服务组团三大组团。

围绕产业空间布局和产业体系建设要求，汕尾临港产业园将加快构建以风电装备制造产业、后续产业（战略新兴产业）、综合服务产业为重点的产业格局，培育壮大现代海洋产业。其中风电装备产业重点发展海上风电机组生产、塔筒桩基制造、海底电缆、海上变电站等主导产业；后续产业（战略新兴产业）拓展发展新能源、海洋生物医药、海洋工程装备制造、海洋新材料、海洋电子信息、海水综合利用等战略性新兴产业；综合服务产业支持发展风电配套产业、海洋牧场、海洋金融服务、涉海商务服务等配套服务产业。

c) 汕尾（陆丰）海工基地发展规划

汕尾（陆丰）海工基地属于汕尾（陆丰）临港产业园其中之一，基地包含陆丰核电。除陆丰核电外，其余海工基地、综合产业等位于核电NE方位约2-8km范围内。根据《汕尾(陆丰)临港产业带发展总体规划（2023-2030年）》（2023年2月），汕尾（陆丰）海工基地位于陆丰市碣石镇田尾山东侧，沿碣石公路两侧，东临滴水村，西至内洋，北至植物龙生态园，南临田尾山，其中现状建设用地2.85km²（0.43万亩）。现有园区控规修编总面积9.80km²，其中建设用地9.36km²，占总用地的95.46%；非建设用地

0.45km²，占总用地的 4.54%。

汕尾（陆丰）海工基地规划重点发展电力能源、海上风电装备、特种光电海缆、油气工程装备制造等，形成以海上风电高端装备制造为核心，海上风电运维、海上风电高端服务业等关键配套为支撑，全链条式服务为特色的完整产业链。规划重点打造集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护于一体的海上风电工程装备制造产业基地，推动汕尾（陆丰）海工基地申报省级产业集聚地。形成“一心两轴五组团”的整体空间格局。

2.3.4.2 交通

（1） 陆上交通

1) 铁路

a) 现状

厂址所在的陆丰市现有 2 条铁路，分别为厦深铁路和汕汕高铁（汕头至汕尾高速铁路）。厦门—深圳沿海铁路东西向经过陆丰市境内，离厂址最近距离约 28km（N 方位），陆丰段为 112km，按照国铁 1 级建设；汕汕高铁于 2023 年通车，东西向经过陆丰市境内，离厂址最近距离约 19km（N 方位），陆丰段长约 60km，按照国铁 1 级建设。

b) 规划

厂址附近的龙川至汕尾铁路（陆丰港支线），正线全长约 49.671km，设计速度 160km/h；港区支线全长约 113.93km，其中海丰港支线 57.6km，陆丰港支线 56.33km，设计速度 160km/h。港区支线东起陆丰港，与揭惠铁路陆丰港湖东作业区专用线相接，东西贯穿陆丰市，沿途经过陆丰港站、大湖站、汕尾东站、红湖站、红草站、海丰港站，该规划线路距厂址最近距离约 18km（N 方位），截至 2024 年，项目仍处于可行性研究阶段，计划“十五五”期间开始建设，2035 年建成通车。

2) 公路

a) 现状

陆丰市已形成了以沈海高速（G15）、甬莞高速（G1523）、梅汕高速（S19）、G228、G324、S238、S240、S241、S510、S549 等高速公路和普通国省道为干线，农村公路为集散的层次分明、布局合理、衔接顺畅的公路网络体系。陆丰核电厂厂址附近区域的主要公路干线为沈海高速（G15）、G324 国道、G228 国道、S238 省道、X808 县道、

X133 县道和 X139 县道。厂址附近区域内各村庄已实现了“村村通”。

- 沈海高速（G15）位于厂址北面，总体方向为由西至东，离厂址最近直线距离约 24km；
- G324 国道也位于厂址北面，总体方向为由西南至东北，离厂址最近直线距离约 22km，为二级公路，路面宽度为 15m，路面类型为水泥砼；
- G228 国道位于厂址北面，总体方向为由西至东，离厂址最近直线距离约 8km，为二级公路，路面宽度在 7m~24m 之间，路面类型为水泥砼；
- S238 省道位于厂址东北，起于南塘止于内湖，总体方向为由南至北，离厂址最近直线距离为 20km，路面宽度在 7m~15m 之间，路面等级大部分为二级，路面类型为水泥砼；
- X139 县道总体方向为由南至北，离厂址最近距离为 1.5km，公路等级二级，水泥混凝土路面，同时为核电的进厂道路；
- X808 县道起于甲西镇，经湖东镇进入碣石镇接入 G228 国道。总体方向由西至东，离厂址最近直线距离约 8km，公路等级二级，水泥混凝土路面；
- X133 县道（碣博河线）位于厂址北面，从博美镇经碣石镇到达厂址附近的居民点浅澳村，离厂址最近直线距离为 2km，为二级公路，路面宽度约 7m。

b) 规划

厂址 15km 范围内规划的道路有：

- 兴汕高速陆丰支线，兴汕高速陆丰支线为陆丰“五横七纵五环”骨架公路网络中的纵五，建设标准为双向四车道高速公路。该规划线路距厂址最近距离约 3km。目前正开展前期研究工作。
- 新建广东省滨海旅游公路（陆丰段），包括甲东至湖东段 25 公里、湖东至碣石 10 公里、乌坎至海丰大湖大桥 11 公里。建设标准为一级公路，规划至 2030 年建设完成。其中厂址附近的湖东至碣石段距最近处离核电约 7km。
- 碣石南溪桥经六桃接核电公路，陆丰“十四五”期间的农村公路改建项目，起于南溪桥，经六桃、新饶，接入核电公路，最近处距厂址约 6.5km。
- 新建珠东快速通道陆丰段，全长约 10.4 公里，双向六车道一级公路，最近处距厂址约 11km。

（2）海上交通

1) 港口作业区、码头

厂址半径 15km 范围内的港口作业区、码头包括汕尾港陆丰港区碣石作业区（油气码头）、田尾山作业区和碣石渔港。

—— 汕尾港陆丰港区碣石作业区

汕尾港陆丰港区碣石作业区位于厂址 NNW 方位约 5.1km，坐标 $22^{\circ}47'35''N$, $115^{\circ}47'39''E$ 。碣石作业区现有 2 个码头泊位，主要用途为成品油、液化气。码头为陆丰市华陆石油集团公司所有，码头为栈桥式，最大靠泊能力 5000DWT，码头长度 170m，前沿水深为 -5.2m。碣石航道长度为 5.2km，基准水深为 -5.1m，可航水域宽度最窄处约为 60m，航道等级 5000DWT，泥沙底质，岸线长度 135m。

碣石作业区规划维持现状。

—— 田尾山作业区

田尾山作业区位于核电厂址东北部约 3km 处、碣田公路以东，白沙湖与施公寮半岛两岸，陆域纵深约 500m。田尾山作业区以海上风电设施运输及临港工业服务为主，兼顾腹地散杂货的运输。目前，作业区西端的陆丰海洋工程基地配套码头及其防波堤已在施工中，规划 5000~10000 吨泊位等级，岸线长度 1559m，通过能力 426 万吨，服务海上风电设施的出运及其原材料的进出。陆丰核电 3000t 级重件码头包含在田尾山作业区中。

田尾山作业区对应的陆丰海洋工程基地配套码头工程拟建设 2 个码头 3 个泊位（其中 1#泊位为运维泊位；2#泊位为 5000DWT 重件泊位，最大可停靠 9900t 特种船舶；3#泊位为 5000DWT 重件泊位）及相应配套设施，码头总长 361m，年设计通过能力 154.5 万吨。

—— 碣石渔港

碣石渔港位于陆丰市碣石湾东岸，该港口通过碣石内港与碣石镇区连成一体。距离厂址约 8~10km（NNW 方位）。渔港位于东经 $115^{\circ}47'25''$ ，北纬 $22^{\circ}48'00''\sim22^{\circ}49'38''$ 之间，南北长约 7km，水域面积约 5.6 km^2 ，渔港内配套设施基本齐全，为省一级渔港。

目前碣石渔港拥有生产渔船 534 艘，16126 吨位，马力 37000kW，从业人员 0.6 万人。碣石渔港港内岸线长约 12km，渔港航道水深为 -2.5m~-3.0m，目前只能满足中小型渔船自由进港，大型渔船需乘潮进港。东侧护岸 800m，渔业码头 150m，陆域有 10.8 万 m^2 的后方渔业用地，建有 5000 m^2 的简易水产品交易市场和冰厂、冷库等配套设施，

内港避风水域和港池水域疏浚面积 13 万 m², 可满足 300 艘渔船停泊避风。

碣石渔港规划港区水域面积 1.45km², 码头前沿水域 0.129 km², 进港航道全长 3.2 km, 航道宽 60m。

（3）锚地

陆丰核电厂厂址半径 15km 范围内有 3 个锚地, 分别为碣石港大型船舶临时避风锚地 (厂址 SW 方位 12km, 半径 2 海里)、过驳锚地 (W 方位 10km, 半径 2 海里)、引航检疫锚地 (WNW 方位 7km, 半径 0.5 海里)。

同时, 根据规划, 新增 15#引航检疫锚地, 半径 0.5 海里, 位于厂址 SSE 方位 7km 处, 新增 19#锚地 (厂址 ENE 方位约 9km), 同时移动 9#锚地 (移动后位于厂址 SW 方位约 14km)。

（4）航道

厂址附近海域海上航线主要有以下几条:

- 外海海域由珠三角北上至上海等地或反方向的驶经汕尾海区的西南-东北方向的航线, 该航线距离厂址最近约 18km;
- 碣石航道, 由外海驶入碣石湾海域后经碣石港锚地而停靠在碣石湾码头的船舶, 控制船型为 5 千吨级液化气船, 该航线最近距厂址约 5km;
- 田尾山作业区进港航道, 由田尾山作业区至外海, 控制船型为 5 万吨级, 该航线最近距厂址约 3km;
- 乌坎港东线航道, 控制船型为 3 千吨级集装箱船, 该航线最近距厂址约 3km;
- 甲子航道, 控制船型为 1 千吨级杂货船, 该航线最近距厂址约 8km。

（5）机场及空中航线

根据《关于陆丰核电厂址区域上空民用航线或起落通道距厂址平面距离的复函》(民航中南空局函[2024]82 号), 厂址半径 16km 范围内没有在用的民用运输机场。厂址半径 30km 范围内经过的现行民航使用的航路 (线) 有 R200, 厂址与 R200 航线投影垂直距离为 15.8km。

陆丰核电厂址 30km 范围内其他航线有 J109 和 J111, 距厂址投影垂直距离分别为 27.5km 和 12.2km。各航线均超过了 HAD101/04 规定的 4km 航线筛选距离。

根据《关于陆丰核电厂址区域上空民用航线或起落通道距厂址平面距离的复函》(民航中南空局函[2024]82 号), 厂址附近已规划民航航线, 厂址与最近航线投影的垂

直距离为 533m。根据《广东陆丰核电厂址民用航线查询及坠机概率分析报告》（审定稿，2025 年 1 月）专家评审意见，民航中南空管局原则同意调整航路航线规划，以满足筛选概率水平。意见同时建议相关方进一步推进航路航线规划调整的落实，加强核电建设与航路航线规划的协调性。因此，预计规划航路航线调整后，可以满足陆丰核电厂址的筛选概率水平。

2.3.4.3 外部人为事件评价

厂址周边存在的潜在外部人为事件风险源不会对厂址安全构成影响。

2.4 气象

2.4.1 区域气候

2.4.1.1 气温

2.4.1.2 气压

2.4.1.3 相对湿度

2.4.1.4 降水

2.4.1.5 日照

2.4.1.6 风

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 热带气旋

2.4.2.2 龙卷风

2.4.3 当地气象条件

2.4.3.1 气温

2.4.3.2 气压

2.4.3.3 相对湿度

2.4.3.4 露点

2.4.3.5 降水

2.4.3.6 风

2.4.4 大气稳定度

2.4.5 联合频率

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

2.4.6.1 混合层高度

2.4.6.2 扩散参数值

2.4.6.3 海陆风

2.4.6.4 热内边界层

2.4.7 运行前的厂址气象观测

表

表 2.4-1 汕尾气象站累年气象参数统计特征值（1953~2023 年）

表 2.4-2 汕尾气象站累年风频统计特征值（1953~2023 年）

表 2.4-3 厂址地面站和气象塔各高度气温统计特征值（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

表 2.4-4 厂址地面站气象参数统计特征值（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

表 2.4-5 厂址气象塔各高度风玫瑰（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

表 2.4-6 厂址气象塔各高度月、年平均风速（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

表 2.4-7 大气测试期间三种稳定度分类方法比较

表 2.4-8 风向、风速、稳定度联合频率

表 2.4-9 厂址扩散参数系数

图

图 2.4-1 汕尾气象站累年平均季、年风玫瑰图（1953~2023 年）

图 2.4-2 气象塔各高度年风玫瑰图（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

图 2.4-3 气象塔 10m 高度全年降水期风玫瑰图（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

图 2.4-4 厂址扩散参数与 P-G 扩散参数比较

图 2.4-5 大气观测试验期间热内边界层个例

2.4 气象

陆丰核电厂位于广东省东部陆丰市碣石镇以南的碣石湾沿岸，背山面海。厂址所在的陆丰市地处广东省东部、北回归线以南的低纬度地区，属南亚热带季风气候，具有四季温暖，雨量充沛，日照充分，无霜期长，海洋性季风明显等特点。厂址所处区域各季节气候概况：

冬季（12~2 月份）普遍盛行东北风或北风，来自北方既寒冷又干燥的空气，经过长途跋涉以后，增温、增湿，强度大为减弱，到达广东时风速已经变小、气温偏高，所以冬季较温暖。但个别年份在寒潮来临时，也可出现霜冻天气。

春季（3~5 月份）气温和降水均处在上升时期。正因为这个时候是冷暖天气交替的变化季节，所以它的不稳定性很大。有的年份会出现春光明媚的天气，而有的年份却会出现持续的低温阴雨倒春寒天气；在某些年份因为雨季来得迟，可能出现持续性的干旱。但从常年的情况来看，雨季在 4 月份便开始了，各地先后进入前汛期。

夏季（6~8 月份）受海洋气团的影响，普遍吹偏南风，带来丰沛的雨水。6 月份是广东前汛期的降雨高峰期，各地出现暴雨的机会甚多。同时，每年的 6~10 月又是热带气旋影响广东的主要时段，影响广东的热带气旋，有 89% 以上出现在这个时段内。

秋季（9~11 月份）气温逐渐下降。此时多晴朗天气，少降水，开始进入干季。热带气旋活动的次数减少。11 月份虽不是热带气旋最活跃的季节但仍有出现的可能，平均 10 年有一个热带气旋登陆广东。

2.4.1 区域气候

厂址周边 80km 范围内的国家气象站有汕尾、海丰、陆丰、惠来和揭西五个国家气象站。根据厂址地面气象站与周边国家气象站的三性分析，选择汕尾气象站作为陆丰核电厂址的代表站。汕尾气象站位于厂址西面约 46km 处，建于 1952 年，为国家基本气象站，在 1953 年、1958 年和 1991 年进行过三次迁站。观测项目有气压、绝对湿度、相对湿度、风速和风向、气温、降雨量、日照、蒸发量等，仪器设备和资料整理等均符合国家规范。该气象站目前位于汕尾市后径山，经度 115°22'，纬度 22°48'，观测场海拔高度 16.7m，观测场附近地形开阔平坦，没有高大建筑阻挡，观测环境良好。

厂址区域气候描述依据汕尾气象站 1953-2023 年气象观测资料，表 2.4-1 给出了汕尾气象站累年气象参数统计特征值，表 2.4-2 给出了汕尾气象站累年风频统计特征。

2.4.1.1 气温

年平均气温 22.4°C ，最热月 7 月平均气温 28.4°C ，最冷月 1 月平均气温 14.9°C ，气温年较差 13.5°C ；极端最高气温 38.5°C （1982 年 7 月 29 日）；极端最低气温 1.6°C （1967 年 1 月 17 日），年平均最高气温为 26.0°C ，年平均最低气温为 19.8°C 。

2.4.1.2 气压

年平均气压为 1011.3hPa ，月平均气压在 $1003.5\sim1018.5\text{hPa}$ 之间，1 月最高，8 月最低，极端最高气压 1035.1hPa （出现在 2016 年 1 月 24 日），极端最低气压 935.1hPa （出现在 2013 年 9 月 22 日，为 2013 年在汕尾登陆的 1319 号超强台风“天兔”影响造成）。

2.4.1.3 相对湿度

厂址区域冬季相对湿度较小，夏季相对湿度较大，最高 6 月平均相对湿度 86% ，最低 12 月平均相对湿度 68% 。多年平均相对湿度为 78% ；最小相对湿度 4% ，出现在 1 月。

2.4.1.4 降水

受海洋暖湿气流影响，汕尾雨水充沛，但干湿季仍然明显。年平均雨量 1913.2mm ，最少的年份仅有 894.7mm （1963 年），最多的年份可达 2953.9mm （1983 年），约为最少年份的 3.3 倍。年内雨水主要集中在汛期（4~9 月），占全年雨量的 85.5% ；冬半年（10 月~翌年 3 月）降雨只占全年的 14.5% 。一日最大降雨量为 475.7mm ，出现在 1983 年 6 月 18 日。最大一次降雨量为 808.0mm ，出现在 2017 年 6 月 13~22 日，最长连续降雨日数是 19d ，出现在 2014 年 6 月 15 日~7 月 3 日。 1h 最大降雨量为 114.5mm ， 24h 最大降雨量为 468.1mm 。

2.4.1.5 日照

年平均日照时数 2052.1h ，年平均日照百分率为 46% ，月平均日照时数在 $109.5\sim236.6\text{h}$ 之间，具有明显的季节特征，7 月最高，3 月最低，日照百分率在 $29\sim60\%$

之间，10 月最高，3 月最低。

2.4.1.6 风

汕尾气象站年平均风速为 2.9m/s，年内各月风速冬、春季大，夏、秋季小；10 分钟最大风速为 45.0m/s，极大风速为 60.4m/s（出现在 1979 年 8 月 2 日，为 1979 年在深圳登陆的 7908 号台风影响造成）。

图 2.4-1 给出了汕尾气象站的累年季、年平均风玫瑰图。

汕尾气象站年最多风向为 NE 和 ENE，频率为 14%，次多风向为 E，频率为 13%，静风频率为 10%；春季最多风向为 E，频率为 15%，次多风向为 ENE 和 ESE，频率为 14%，静风频率为 10%；夏季最多风向为 SW，频率为 20%，次多风向为 WSW、SSW、E，频率为 9%，静风频率为 11%；秋季最多风向为 NE，频率为 19%，次多风向为 ENE，频率为 18%，静风频率为 9%；冬季最多风向为 NE，频率为 18%，次多风向为 ENE，频率为 16%，静风频率为 10%。

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 热带气旋

根据 1949~2024 年间台风资料，影响工程海域的热带气旋（含热带低压、热带风暴、强热带风暴和台风）共有 407 个，平均每年 5.34 个。其中，超强台风 14 个、强台风 37 个、台风 105 个、强热带风暴 106 个，热带风暴 61 个，热带低压 84 个，1 月~3 月均没有发生，主要发生于 4~12 月份。

根据《广东陆丰核电海洋水文参数分析与计算复核专题》确定设计基准热带气旋参数如下：

- 热带气旋中心千年一遇最低气压 P_0 为 885hPa；
- 外围气压 P_w 为 1008hPa；
- 最大风速半径 $R=30\text{km}$ ；
- 热带气旋移动速度 $V=30.0\text{km/h}$ 。

2.4.2.2 龙卷风

龙卷风是一种小尺度的强对流天气系统，常与飑线、低压、锋面、热带气旋等天

气系统相伴出现。陆丰核电厂厂址地处北回归线以南，属于南亚热带海洋性气候，春、夏时节天气变化剧烈，强对流天气频繁出现，夏、秋季节热带气旋活跃，均为龙卷风形成提供了有利条件。

资料收集的空间范围以陆丰核电厂址为中心，经度宽 3 度、纬度宽 3 度区域内的所有气象站点和区域，具体为陆丰、汕尾、海丰、惠来、揭西、普宁、潮阳、揭阳、汕头、澄海、潮州、南澳、饶平、深圳、博罗、惠阳、惠东、河源、紫金、龙川、兴宁、五华、丰顺、梅县 24 个县（市）等。进行定量统计和分析的资料年限以 1951~2023 年为主。

1951 年~2023 年间，陆丰核电厂址 3 个经纬度区域内，共发生龙卷风 159 个，平均每个县（市）约 11 年出现 1 个。龙卷风的地区分布差异大，大致以厂址附近的沿海地区较多，内陆地区较少。揭阳、潮州、深圳等地平均约 4 年~5 年左右出现 1 次，其次是陆丰、惠来、普宁、博罗、河源等地约 6 年~8 年出现 1 次；少的地方则 20 年以上才出现 1 次，南澳岛 56 年来没有龙卷风记录。厂址附近海域资料记录较少，只记录到 1958 年夏（6 月），陆丰县城南面约 6 公里的碣石湾乌坝港内发生过一次“海龙卷”。评估区域内，F1 级龙卷风出现最多为 94 个，占总数的 59.1%，其次是 F0 级 56 个，占总数的 35.2%，F2 级 9 个，调查中未发现 F3 级以上的龙卷风。

2.4.3 当地气象条件

厂址区域处于沿海地区，厂址地形地貌主要为丘陵地形，其植被多以低矮树林为主。因此，该区域中小尺度气候特征主要以海陆、山地局地环流为主，但上述局地环流往往被大尺度天气环流所掩盖，局地特征不明显。

本报告采用 2024 年 2 月~2025 年 1 月的厂址气象塔和地面气象站逐时观测气象数据的统计分析结果进行描述，该时段气象数据联合获取率为 98.4%。表 2.4-3 给出了厂址地面站和气象塔各高度气温统计特征值，表 2.4-4 给出了厂址地面站气象参数统计特征值，表 2.4-5 给出了厂址气象塔各高度风玫瑰，表 2.4-6 给出了气象塔各高度各月及年平均风速，图 2.4-2 给出了气象塔各高度年风玫瑰图，图 2.4-3 给出了气象塔 10m 高度全年降水期风玫瑰图。

2.4.3.1 气温

（1）地面气温

厂址地区年平均气温为 23.5°C，7 月平均气温最高，为 29.6°C，1 月平均气温最低，为 15.4°C。极端最高气温为 35.1°C，出现在 9 月，极端最低气温为 7.5°C，出现在 12 月。

（2）气象塔塔层气温

气象塔 10m 高度年平均气温 23.3°C，7 月平均气温最高，为 29.4°C，1 月平均气温最低，为 15.2°C。极端最高气温为 33.8°C，出现在 9 月，极端最低气温为 8.6°C，出现在 12 月。

气象塔 30m 高度年平均气温 23.1°C，7 月平均气温最高，为 29.1°C，1 月平均气温最低，为 15.0°C。极端最高气温为 33.1°C，出现在 9 月，极端最低气温为 9.0°C，出现在 3 月。

气象塔 80m 高度年平均气温 22.8°C，7 月平均气温最高，为 28.8°C，1 月平均气温最低，为 14.8°C。极端最高气温为 33.5°C，出现在 9 月，极端最低气温为 8.6°C，出现在 3 月。

气象塔 100m 高度年平均气温 22.7°C，7 月平均气温最高，为 28.7°C，1 月平均气温最低，为 14.7°C。极端最高气温为 33.4°C，出现在 9 月，极端最低气温为 8.5°C，出现在 3 月。

（3）边界层温廓线

为了解陆丰核电厂址地区大气扩散特征，苏州热工研究院有限公司于 2010 年开展了现场大气扩散试验。根据厂址地区冬夏两季大气测试结果，厂址地区两测点气温相差不大，气温的日变化规律也基本相同。从全天平均气温统计来看：夏季，厂址地区近地层 100m 高度范围内空气温度在 28~29°C。最高气温出现在 14 时，最低气温出现在 5 时。厂址测点和南溪测点的垂直气温递减率相差不大，在 0.8~0.9°C/100m 左右。白天由于地表辐射强，近地面常会出现超绝热递减的现象，因此温度递减率较大，在 1.22~1.56°C/100m 左右；夜间近地面气温递减率则小于白天，100m 高度范围内递减率约为 0.3°C/100m。冬季，厂址地区近地面 100m 高度范围内平均温度在 15.6~16.3°C，最高气温出现在 14 时，最低气温出现在 8 时。平均气温随高度的增加而降低，但气温的递减率小于夏季，温度递减率的昼夜差别不大。100m 高度内的平均气温递减率约为 0.78°C/100m，100~400m 高度之间平均气温递减率约为 0.1°C/100m。500m~1000m 高度

之间平均气温递减率约为 $0.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

（4）逆温

— 贴地逆温

夏季大气测试期间，厂址地区的贴地逆温均出现在夜间，符合辐射逆温的生消特征。厂址测点贴地逆温在 20 时左右开始出现，逆温出现时厚度较低，平均厚度为 27m，但此时日落不久，地表辐射强，逆温强度大，达到 $2.33^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ；自 20 时之后，逆温层不断向上发展，强度也随之减低，至早上 5 时左右逆温层最高，平均高度为 67m，逆温强度为 $1.16^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，早上 8 时贴地逆温消失。

南溪测点的贴地逆温生消规律与厂址测点相似，但出现和消失时刻均晚于厂址测点，逆温强度也较弱。南溪测点的贴地逆温在 23 时左右开始出现，平均厚度 34m，逆温强度为 $0.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ；至早上 5 时贴地逆温高度达到最高，平均厚度为 61m，逆温强度为 $0.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，逆温最晚可持续到早上 8 时。

总的来说厂址区域夏季的贴地逆温出现频率为 11%，逆温层平均厚度为 50m，平均强度为 $1.4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

冬季大气测试期间，厂址地区贴地逆温出现频率略低于夏季，为 10.5%。逆温层平均厚度则高于夏季，达 113m，平均强度为 $1.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。厂址地区贴地逆温最早在 20 时出现，平均高度为 98m，平均强度为 $0.77^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ；2 时平均高度最高，达 155m，平均强度 $0.95^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ；逆温最晚可持续到早上 8 时。

— 空中逆温

夏季大气测试期间，厂址地区空中逆温出现高度无明显规律性可循，500m 高度以下空中逆温出现频率为 12.1%，其中，逆温层厚度在 100m 以上的仅为 2%，出现在清晨 5 时和夜间 20 时，逆温强度为 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。南溪测点 500m 高度以下空中逆温出现频率为 13.8%，逆温层厚度在 100m 以上的仅为 0.6%，出现在 20 时，逆温强度为 $1.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

冬季大气测试期间，厂址地区空中逆温的出现频率达到 90%。逆温层底部平均高度约为 500m，一般厚度可达 100m 以上，平均逆温强度约为 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

2.4.3.2 气压

厂址地区年平均气压为 1010.7hPa，月平均气压在 1004.1~1018.1hPa 之间，12 月平

均气压最高，9月平均气压最低。极端最高气压 1027.1hPa，出现在 2 月，极端最低气压 985.0hPa，出现在 7 月。

2.4.3.3 相对湿度

厂址地区年平均相对湿度为 79%，1 月、12 月平均相对湿度最小，为 68%，4 月平均相对湿度最高，为 88%。极端最小相对湿度为 21%，出现在 11 月。

2.4.3.4 露点

厂址地区年平均露点为 19.5°C，7 月平均露点最高，为 26.2°C，1 月平均露点最低，为 9.0°C。最小露点为 -3.7°C，出现在 1 月。

2.4.3.5 降水

厂址地区年平均降水量为 2424.7mm。年内各月降水分配不均，雨水主要集中在 4~9 月，占全年降水量的 95%。厂址地区年降水时数 719h，降水日数 132d。厂址地区最大日降水量为 218.8mm，出现在 4 月。

厂址地区各风向降水量为：220.0mm（N），294.2mm（NNE），515.3mm（NE），280.5mm（ENE），144.8mm（E），13.0mm（ESE），44.8mm（SE），116.8mm（SSE），302.1mm（S），130.3mm（SSW），141.4mm（SW），145.7mm（WSW），15.5mm（W），12.3mm（WNW），7.0mm（NW），41.0mm（NNW），0mm（C）。

2.4.3.6 风

表 2.4-5 给出了厂址气象塔各高度风玫瑰，表 2.4-6 给出了气象塔 10m、30m、80m 和 100m 高度月、年平均风速值。

（1）风速

厂址地区 10m、30m、80m、100m 高度年平均风速分别为 3.0m/s、4.5m/s、5.8m/s 和 6.0m/s。

（2）风向

厂址各高度最多风向为 10m 高度（ENE，20.1%）、30m 高度（NE，24.6%）、80m 高度（NE，25.7%），100m 高度（NE，24.4%）。厂址各高度静风频率为 0.3%（10m 高

度)、0.1% (30m 高度)、0.2% (80m 高度)、0.2% (100m 高度)。

(3) 风廓线

厂址地区冬夏两季大气测试的结果显示，厂址地区受系统风影响较强，风速大、风向时空变化小。

一 风速

夏季大气测试期间，在 500m 以下的观测高度中，风速随高度的增加而增大，在 400m~500m 左右，风速最大，达到 6.1m/s，自 500m~1300m 风速随着高度增加有较好的递减规律。从昼夜风速变化来看，厂址测点各高度的白天平均风速大于夜间；南溪测点风廓线变化趋势与厂址测点基本相同，在 500m 以下风速有较好的递增趋势，在 500m 平均风速最大，为 6.0m/s，在 500m~1300m 风速同样也规律性递减。昼夜风速变化来看，南溪测点也是白天风速大，夜间风速小。

两测点平均风速对比可以看出，厂址测点在低层 300m 范围内平均风速大于南溪测点，而在高空，两测点平均风速相差较小，这可能是由于厂址区域主要为偏南向的海上水流，相对于南溪测点而言厂址测点距海更近，风速的衰减更小。从统计情况来看，厂址测点在 50m~100m 范围内风速迅速增大，而南溪测点风速值随高度增速则相对较慢。这主要是由于厂址西侧和南侧有山体造成粗糙度大，而南溪测点周围地形平坦。

冬季大气测试期间，厂址测点在 400m 高度以下较好地符合风速随高度增加而增加的规律，100m~400m 高度，平均风速在 7.0m/s 以上，其中，200m~300m 左右高度风速最大，达到 7.8m/s。而自 500m~1000m 高度左右，风速随高度规律性递减。

此外，通过昼夜风速比较可以看出，500m 高度以下白天风速均小于夜间，而 500m 高度以上白天风速则大于夜间风速。

一 风向

夏季大气测试期间，根据分昼夜各高度的风向频率统计来看，日间和夜间风向频率分布相差不大，一般白天和夜间风向偏差在一个方位范围内，从风向随高度的变化规律来看，风向随高度呈顺时针偏转，尤其是东南风风带控制时，50m 以下 ENE 风为主导风，100m~200m 则是 E 风为主导风，300m~500m 以 ESE 为主导风向，500m 以上则以 SE 为主导风向；西南风向控制时 500m 以下 SW 为主导风向，500m 以上则 WSW 为主导风向。

冬季大气测试期间，根据分昼夜各高度的风向频率统计来看，日间和夜间风向频

率同样没有明显差异。从风向随高度的变化规律来看，在低层 500m 高度以下，以 E、ENE 风向出现较多，随着高度增加 ESE 风向出现增多。

2.4.4 大气稳定度

根据厂址气象观测系统和大气扩散试验观测的气象要素，可使用温度梯度-风速法、莫宁-奥布霍夫长度法和温度梯度法三种方法对稳定度进行分类。表 2.4-7 给出了使用这三种方法对冬夏两季大气测试期间稳定度分类结果的比较。从分类原理比较，温度梯度—风速法和莫宁—奥布霍夫长度法均同时考虑了热力湍流和机械湍流，而温度梯度法仅考虑热力湍流，厂址地区风速较大，机械湍流作用不可忽略，因此对于本厂址而言前两种方法的评价指标更为全面。从分类结果来看，温度梯度法 D 类和 E 类比例太高，A、B、C 和 F 类比例太低，稳定度分布不太合理；莫宁—奥布霍夫长度法各类稳定度出现比例最为合理，但该方法的稳定度分类需要湍流观测数据，常规气象观测数据不能使用该方法；温度梯度—风速法的 F 类出现比例过低，但整体与莫宁—奥布霍夫长度法分类结果相近，因此稳定度分类方法推荐采用温度梯度—风速法。

本报告根据厂址气象塔观测系统 2024 年 2 月~2025 年 1 月一个整年 10m 高度风向、风速、10m 和 80m 高度温度逐时观测资料，采用温度梯度-风速法对厂址地区稳定度分类，各稳定度所占比例分别为：A 类 8.7%，B 类 17.2%，C 类 10.9%，D 类 46.0%，E 类 4.8%，F 类 12.4%。

2.4.5 联合频率

统计得出厂址全年以及有雨或无雨条件下的风向、风速、稳定度联合频率分布，结果列于表 2.4-8。

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

为了解陆丰核电厂址地区大气扩散特征，苏州热工研究院有限公司开展了现场大气扩散试验，观测分析厂址地区大气边界层风、温特征和湍流特征。试验分冬夏两季进行，冬季试验时间为 2010 年 1 月 21 日~2 月 8 日，共进行了 18 天；夏季试验时间为 2010 年 7 月 8 日~8 月 3 日，共开展了 27 天。

冬季试验期间在厂址测点，进行了小球测风和测温，平衡球观测，以及气象塔塔

层湍流观测；夏季试验期间在南溪村和厂址测点同时进行，厂址测点进行了小球测风和测温，平衡球观测，南溪村进行小球测风和测温，在厂址气象塔塔层进行了湍流观测。

根据统计，冬季测试期间小球测风有效观测组数共124组，1500m以上的36组，1000m~1500m的18组，500m~1000m的70组。

夏季测试期间，厂址测点小球测风有效观测组数共173组，其中观测高度达1500m以上的61组，1000m~1500m的54组，500m~1000m的58组；南溪测点夏季测试小球测风有效数据共176组，其中，观测高度达1500m以上的65组，1000m~1500m的68组，500m~1000m的43组。

冬夏两季测试期间，由于探空仪信号较好，温廓线观测资料与小球测风有效数据组数相同。探空温度观测高度相对较高，一般在1500m~2000m。

2.4.6.1 混合层高度

混合层是指湍流受热对流控制的近地面层以上的大气边界层，混合层特点是层结不稳定，对流旺盛，位温和风向风速都变化甚小，常发生于晴朗的白天，其高度主要由热对流的高度决定，与地面的垂直湍流热通量和大气层结稳定度有关，边界层以下的大尺度下沉运动和平流作用对其高度也有影响。

冬夏两季大气测试期间均进行了温度探空试验。使用探空曲线资料，根据干绝热法计算得夏季各类稳定度下混合层高度为：1400m（A类）、1213m（B类）、1029m（C类）和520m（D类）；冬季各类稳定度下混合层高度为：1400m（A类）、1200m（B类）、900m（C类）和550m（D类）。从探空曲线分析发现，夏季试验期间厂址地区温度随高度增加呈良好的递减规律，干绝热法计算结果较为合理。冬季试验期间厂址上空受平流逆温影响存在一个常逆温层，其出现高度与稳定度无关，底部平均高度约为500m。该现象说明冬季厂址上空混合层主要受平流影响，干绝热法不能反映平流作用，因此不适用于厂址。混合层高度应取厂址上空常逆温层底部平均高度500m。

大气测试结果表明，厂址地区夏季混合层较高，冬季混合层高度主要受平流作用影响，与稳定度无关。本报告从保守的角度出发，推荐各类稳定度的混合层高度取冬季的500m。

2.4.6.2 扩散参数值

为获取大气扩散参数值，厂址开展了固定点湍流观测、平衡球观测和中小尺度风场与输送规律研究。

大气测试期间，固定点湍流观测有效数据样本数共 682 组。按温度梯度-风速分类方法，各类稳定度样本数为：4 组（A 类），109 组（B 类），114 组（C 类），353 组（D 类），61 组（E 类），41 组（F 类）。

平衡球观测有效数据共 118 组，由于平衡球试验只能在白天进行，因此未捕捉到 E 类和 F 类稳定度，各类稳定度样本数为：7 组（A 类），54 组（B 类），29 组（C 类），28 组（D 类）。

将湍流观测法和平衡球法计算扩散参数曲线比较，两种方法计算的扩散参数在近区比较接近，但在远区平衡球法计算扩散参数小于湍流观测法，这可能是由平衡球方法的固有缺陷造成的。平衡球的观测距离有限，总观测时间一般在 15 分钟以内，平衡球的运动尚无法反映低频涡旋的作用，导致估算的扩散参数在远区偏小。这也从另一个角度反映了湍流观测计算扩散参数的合理性。

中小尺度风场数值模拟专题以美国 NCEP 的 FNL 数据为基础，采用 WRF 模式+风场诊断模式+随机游走扩散模式计算扩散参数，其中模拟的风向、风速以气象塔实测数据进行验证。在数值模拟拟合扩散参数的个例选取中考虑了向岸流（偏南风）情形下污染物在陆地表面扩散的情况，以代表污染物在陆地扩散对周围人群的影响，并从保守性上考虑风速不大的时次。基于上述分析，模拟中挑选了各类稳定度下风场分布较均匀、风向持续少变的 38 个例进行扩散模拟，拟合扩散参数。各类稳定度个例数为：A 类 6 例、B 类 5 例、C 类 5 例、D 类 6 例、E 类 7 例、F 类 9 例。

数值模拟研究发现，厂址地区风场类型主要为天气系统环流风场和局地海陆风环流风场。其中厂址海陆风环流个例出现较少。各月具有典型海陆风环流特征的个例分别为 1 月 1 例、4 月 1 例、7 月 5 例、10 月没有发现海陆风环流特征。

厂址地区大气污染物地面输送扩散主要受低层大气背景风场和区域地形的共同影响。在背景大气环流形势影响下，污染物扩散具有明显的季节性特征。由于厂址附近地形相对平坦，污染物的扩散相对均匀。

本报告最终推荐的扩散参数值为数值模拟试验和湍流试验获得的扩散参数的算术平均值，表 2.4-9 给出了各类稳定度的扩散参数系数。图 2.4-4 将推荐扩散参数与 P-G

曲线进行了比较，从图中可以看出，推荐的扩散参数与 P-G 曲线对比相对偏大，特别是侧向扩散参数值有所偏大。

2.4.6.3 海陆风

夏季大气测试期间，从每次观测的风廓线图来看，在西南季风、东南季风和台风影响时，厂址地区风向时空变化不明显。只有在台风影响过后，系统转换的间隙风场才体现出一定的海陆风特征。根据两次台风过后系统转换间隙的风场时空变化可以看出，23 时至次日 8 时，厂址测点和南溪测点 200m~400m 高度以下出现偏北风，高层为偏南风，11 时至 20 时，低层和高层一般均为偏南风，只有系统风非常弱时，高空才能出现弱的偏北风返流层。

冬季大气测试期间，北方冷空气周期性南下北退。当厂址受冷空气影响时，厂址地区为系统性偏北风。由于冷空气抑制了陆地升温，同时系统风速大，白天和晚上的低空风向仅有略微偏转，而高空风向基本无变化。冷空气影响时厂址地区仅在低层体现出微弱的海陆下垫面影响。当冷空气北退时，厂址受暖湿气流影响，夜间和清晨雾气较大甚至出现降雨，太阳辐射较弱，陆地温差变化不大，厂址地区也没有出现海陆风现象。

冬夏两季的观测表明，厂址地区冬季出现海陆风的可能性较低。夏季当满足下列条件时可出现海陆风现象：1) 台风过后 1~2 天，系统转换间隙；2) 天气晴朗。其出现日数约占夏季的 15%。出现海陆风时，一般情况下近地面的风向昼夜变换，而高层由于系统影响风向不会发生转向，低层风的变化规律是：上午 8 时至 11 时，陆风转为海风，白天太阳辐射强时，其高度可以达到 800m；夜间 23 时至 2 时，海风转为陆风，其高度在 200m~400m。厂址地区出现海陆风环流的可能性很低，只有在天气系统非常弱且太阳辐射强烈的正午才可能出现短时间的环流。

2.4.6.4 热内边界层

陆丰核电厂址位于海陆交界处，气流由海至陆后可能产生温度层结自上而下的变化，形成沿海热内边界层。沿海厂址出现热内边界层的必要条件是：1) 太阳辐射强，海陆温差大；2) 气流为向岸流；3) 远海点温跃层高度高于近海点。

图 2.4-5 给出了夏季测试期间具有热内边界层特征的温度廓线个例。7 月 24 日 14

时、7月30日14时和8月1日14时、17时共观测到了四次沿海热内边界现象。7月24日14时，风向为东南风，厂址测点热内边界层高度在100m左右，而南溪测点热内边界层高约为400m；7月30日14时，厂址地区为西南风，厂址测点热内边界层高约为90m，南溪测点热内边界层高约为400m；8月1日的14时和17时，厂址地区为东南风，厂址测点热内边界层约为100m左右，南溪测点热内边界层为150m~250m。

冬季测试期间厂址地区主要受冷气团影响，风向为偏东北风，虽然由于厂址小尺度的半岛地形，气流从海上吹来，但由于此时厂址地区温度低，下垫面对来流的加热有限，试验中未出现热内边界层。当冷空气北退时，东南气流为厂址地区带来较多水汽，造成厂址地区多雾和降水，削弱了太阳辐射，下垫面对海上来流的影响较弱，东南气流时也未观测到热内边界层现象。

冬夏两季大气测试表明，厂址地区沿海热内边界层出现频率不高。夏季出现明显热内边界层的频率约为2%；厂址地区热内边界层高度在100m左右。冬季无论是受冷气团影响还是受东南风影响时，厂址地区均很难出现热内边界层。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

运行前的现场气象观测是用来观测用于评价电厂正常运行期间和事故工况下气载放射性物质的厂址弥散特性所需要的各种参数，陆丰核电厂址已开展的气象观测包括厂址专用气象站观测和厂址大气扩散试验。当前陆丰核电厂址气象观测系统于2018年观测，气象传感器所有设备于2024年1月重新完成安装调试，2024年2月开始正式观测运行，截至目前数据运行情况良好，未出现故障。所有传感器设备使用前经过检定校准，塔层设备在安装前进行了3天左右的水平比对测试，经测试确认性能满足观测要求后再开始上塔观测。气象观测系统数据采集系统对实时数据进行采集，采集后存储于本地工控机内；根据相关标准及规范要求对存储的数据进行统计分析。气象塔所在场地标高在21m左右，周边其它场地均较为平坦，标高在20m左右。

（1）厂址气象梯度自动观测

气象梯度自动观测共设4层（10m、30m、80m和100m），观测风向、风速和气温。

（2）厂址专用地面气象站

该站与国家气象站网的常规气象站基本相同，观测项目有降雨量、大气压、太阳总辐射、净辐射、温湿度和地表温度。

表 2.4.1 汕尾气象站累年气象参数统计特征值（1953~2023 年）

月份	气温 (°C)			气压 (hPa)			相对湿度 (%)		日照 (h)	降水量 (mm)
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气压	极端最高气压	极端最低气压	平均相对湿度	最小相对湿度		
1	14.9	28.6	1.6	1018.5	1035.1	1002	71	4	154.6	28.2
2	15.5	29.2	2.4	1017.1	1030.4	1002.8	77	6	113.8	48.7
3	18.2	31.1	4	1014.6	1032.1	1001.7	79	13	109.5	72.9
4	21.8	33.3	8.2	1011.6	1026.9	998.3	82	18	122.9	149.2
5	25.3	33.3	14.5	1007.8	1018	988.8	84	18	154.5	272.9
6	27.3	36.3	18.2	1004.7	1013.5	974.2	86	27	168.2	393.4
7	28.4	38.5	21.4	1004	1012.9	971.9	84	33	236.6	301.6
8	28.2	36.9	18.4	1003.5	1014.1	958.6	84	36	214.8	312.2
9	27.4	37	18	1007	1017.7	935.1	78	23	201.7	205.9
10	24.7	34.7	8.9	1012.4	1022.9	973.7	72	14	213.3	65.3
11	20.9	33.2	5.8	1015.9	1030.8	1001	70	13	185.7	37.4
12	16.7	31.4	2.1	1018.4	1031.5	1005	68	7	176.5	25.5
全年	22.4	38.5	1.6	1011.3	1035.1	935.1	78	4	2052.1	1913.2

表 2.4-2 汕尾气象站累年风频统计特征值（1953~2023 年）

单位：%

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
全年	4	8	14	14	13	11	5	2	1	4	8	4	2	1	1	1	10
春季	2	4	12	14	15	14	6	2	2	4	7	4	2	0	1	1	10
夏季	1	2	7	7	9	7	5	3	3	9	20	9	4	1	1	1	11
秋季	5	10	19	18	14	10	4	1	0	2	4	2	1	0	0	1	9
冬季	6	14	18	16	13	13	5	1	0	1	2	2	1	0	0	1	10

表 2.4-3 厂址地面站和气象塔各高度气温统计特征值（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

月份	地面站气温 (°C)			10m 气温 (°C)			30m 气温 (°C)			80m 气温 (°C)			100m 气温 (°C)		
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气温	极端最高气温	极端最低气温
1	15.4	23.4	7.8	15.2	21.2	9.1	15.0	20.0	9.5	14.8	19.3	9.2	14.7	19.1	9.1
2	17.3	26.4	8.0	17.2	25.1	9.6	17.0	24.3	9.5	16.9	23.8	9.2	16.8	23.6	9.1
3	19.0	29.9	9.3	18.9	29.3	9.2	18.7	28.4	9.0	18.4	27.5	8.6	18.3	27.2	8.5
4	24.3	29.7	19.2	24.2	29.2	19.3	23.9	28.2	19.3	23.6	27.6	19.0	23.5	27.4	18.9
5	24.6	30.0	19.3	24.5	29.9	19.6	24.3	28.7	20.2	24.0	27.7	20.8	23.9	27.3	20.8
6	28.0	33.2	20.7	27.8	32.1	20.7	27.6	31.3	20.7	27.2	30.5	20.4	27.1	30.3	20.3
7	29.6	34.4	24.3	29.4	33.1	24.4	29.1	32.4	24.5	28.8	31.5	24.2	28.7	31.2	24.2
8	28.7	34.6	24.3	28.4	32.5	24.3	28.1	31.3	24.2	27.8	30.6	23.8	27.8	30.4	23.8
9	28.6	35.1	23.6	28.4	33.8	23.5	28.2	33.1	23.6	28.0	33.5	23.2	27.9	33.4	23.3
10	26.4	34.3	20.2	26.0	33.0	20.4	25.7	32.0	20.4	25.4	31.4	20.2	25.3	31.1	20.1
11	22.3	31.6	11.1	22.0	29.5	12.4	21.9	28.3	13.3	21.6	27.8	13.8	21.5	27.5	14.0
12	17.0	26.8	7.5	16.8	23.7	8.6	16.7	22.8	9.4	16.5	22.1	10.0	16.4	22.0	10.0
全年	23.5	35.1	7.5	23.3	33.8	8.6	23.1	33.1	9.0	22.8	33.5	8.6	22.7	33.4	8.5

表 2.4-4 厂址地面站气象参数统计特征值（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

月份	相对湿度 (%)	最小相对 湿度 (%)	气压 (hPa)	最高气压 (hPa)	最低气压 (hPa)	降水量 (mm)	降水时数 (h)	降水天数 (d)	露点 (°C)	最高露点 (°C)	最低露点 (°C)
1	68	23	1017.9	1025.1	1011.1	2.1	8	4	9.0	15.5	-3.7
2	81	32	1017.8	1027.1	1011.3	11.6	23	7	13.9	22.9	0.5
3	79	33	1014.9	1022.9	1005.0	28.4	24	6	15.2	24.6	-0.3
4	88	45	1008.8	1017.5	1001.7	689.1	101	13	22.1	26.8	11.4
5	82	30	1008.6	1015.1	999.2	463	117	20	21.1	27.4	7.4
6	87	63	1005.8	1010.9	1000.6	171	88	27	25.5	28.1	17.6
7	83	60	1004.7	1011.9	985.0	377.2	122	19	26.2	28.4	23.4
8	86	60	1004.4	1009.9	998.4	258.2	62	5	26.1	28.4	23.0
9	83	50	1004.1	1010.6	997.3	354.8	112	15	25.2	27.9	21.7
10	71	34	1009.9	1016.4	997.8	12	15	7	20.6	25.8	11.9
11	72	21	1014.4	1021.7	1001.2	56.2	45	7	16.6	24.4	-1.1
12	68	27	1018.1	1025.5	1010.7	1.1	2	2	10.7	18.8	-0.1
全年	79	21	1010.7	1027.1	985.0	2424.7	719	132	19.5	28.4	-3.7

表 2.4-5 厂址气象塔各高度风玫瑰（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

单位：%

方位	10m 高度	30m 高度	80m 高度	100m 高度
N	9.1	10.1	10.4	8.0
NNE	15.0	17.0	15.5	13.8
NE	18.2	24.6	25.7	24.4
ENE	20.1	11.8	9.2	14.6
E	4.0	3.5	3.0	3.7
ESE	1.8	1.7	2.0	2.1
SE	2.9	3.6	3.7	3.2
SSE	4.3	3.3	4.4	4.6
S	6.6	5.5	5.5	5.7
SSW	3.8	6.4	5.7	6.2
SW	4.0	2.6	2.8	3.2
WSW	1.6	1.4	1.3	1.3
W	1.6	1.6	1.6	1.4
WNW	1.3	1.4	1.8	1.9
NW	2.7	2.2	2.6	2.0
NNW	3.0	3.1	4.5	3.6
C	0.3	0.1	0.2	0.2

表 2.4-6 厂址气象塔各高度月、年平均风速（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

单位：m/s

年月	10m 高度	30m 高度	80m 高度	100m 高度
1 月	3.4	5.2	7	7.5
2 月	3.3	5.0	6.3	5.8
3 月	3.1	4.7	6.0	5.6
4 月	2.9	4.3	5.6	5.3
5 月	3.3	5.1	6.6	5.5
6 月	2.6	4.1	5.4	5.7
7 月	2.6	4.0	5.0	5.6
8 月	2.3	3.4	4.3	4.9
9 月	2.6	3.9	4.7	5.4
10 月	3.1	4.6	6.0	6.5
11 月	3.4	5.2	6.9	7.4
12 月	3.0	4.6	6.2	6.6
年	3.0	4.5	5.8	6.0

表 2.4-7 大气测试期间三种稳定度分类方法比较 (%)

稳定度 分类方法	A	B	C	D	E	F
温度梯度-风速法	0.58	15.95	16.73	51.76	8.95	6.03
温度梯度法	4.86	4.28	5.06	58.95	25.10	1.75
莫宁-奥布霍夫长 度分类法	5.45	9.73	20.43	42.22	11.87	10.31

表 2.4-8 (1/3) 风向、风速、稳定度联合频率 (%) (有雨和无雨)

表 2.4-8 (2/3) 风向、风速、稳定度联合频率 (%) (有雨)

表 2.4-8 (3/3) 风向、风速、稳定度联合频率 (%) (无雨)

表 2.4-9 厂址扩散参数系数

侧向扩散参数: $\sigma_y=ax^b$ 垂直向扩散参数: $\sigma_z=cx^d$

稳定度 系数	A	B	C	D	E	F
a	1.139	1.035	0.877	0.739	0.610	0.545
b	0.748	0.736	0.750	0.733	0.740	0.720
c	0.835	0.670	0.591	0.518	0.434	0.411
d	0.625	0.641	0.630	0.612	0.574	0.536

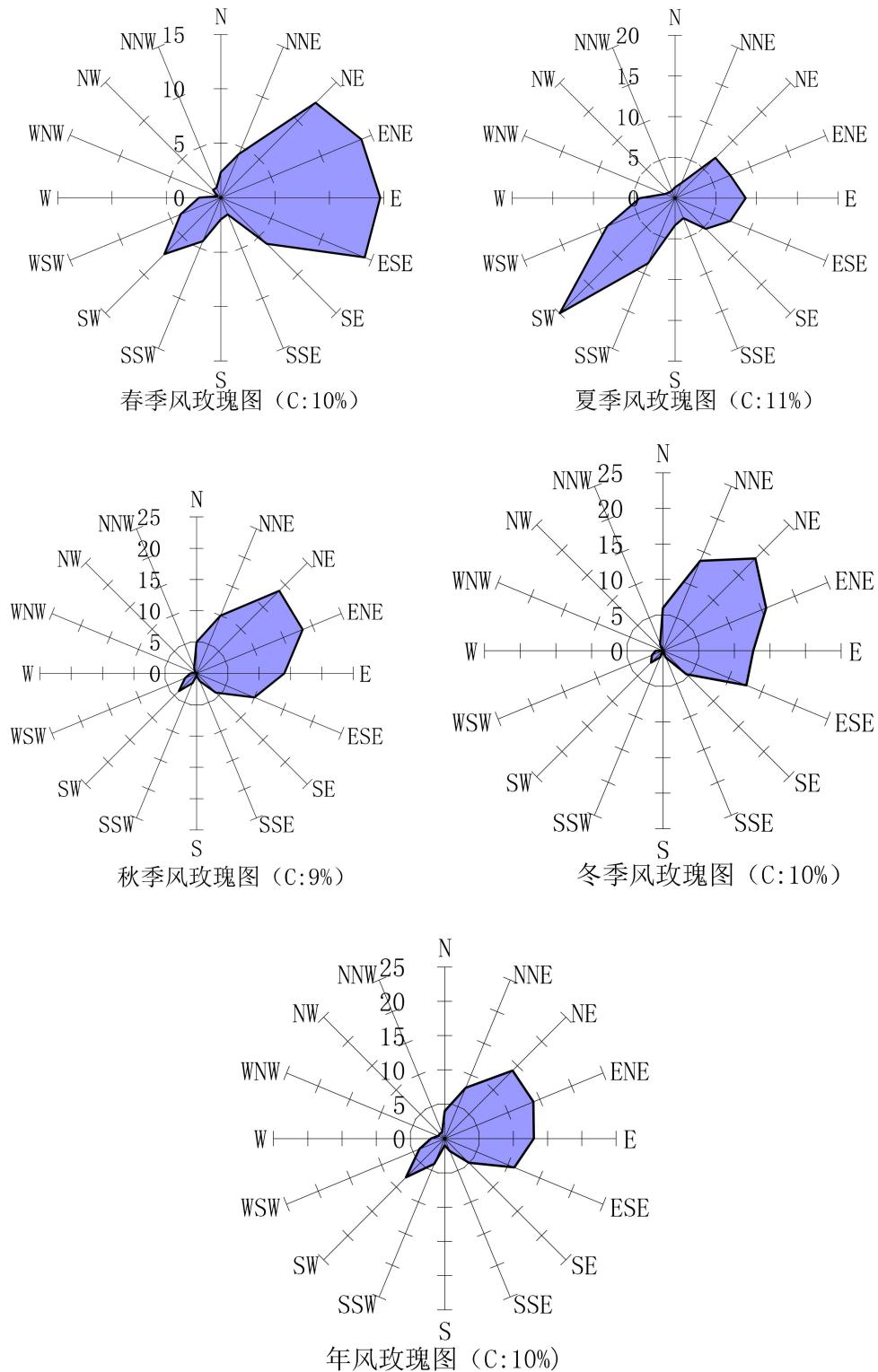


图 2.4-1 汕尾气象站累年平均季、年风玫瑰图（1953~2023 年）

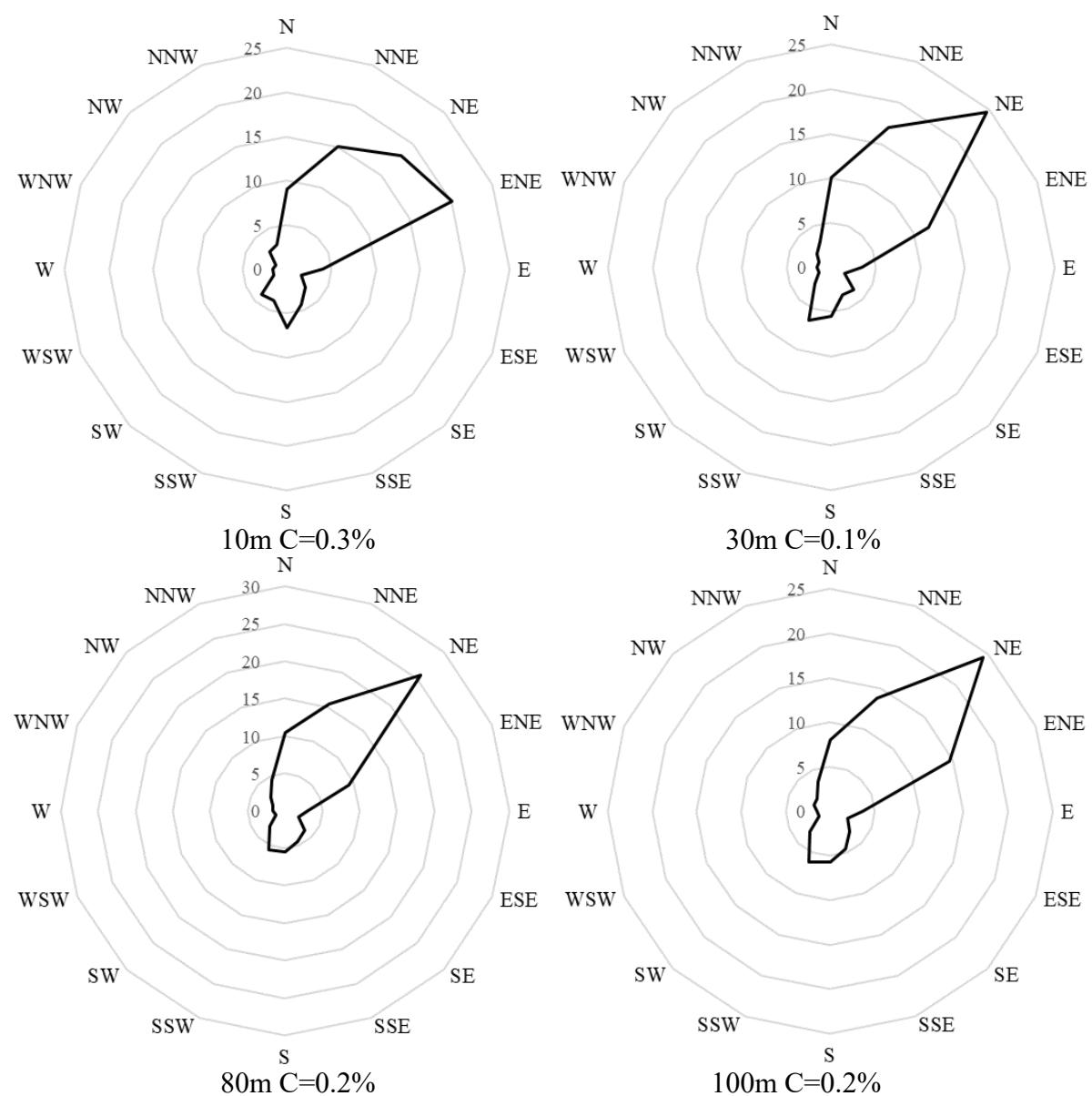


图 2.4-2 气象塔各高度年风玫瑰图（2024 年 2 月~2025 年 1 月）



图 2.4-3 气象塔 10m 高度全年降水期风玫瑰图（2024 年 2 月~2025 年 1 月）

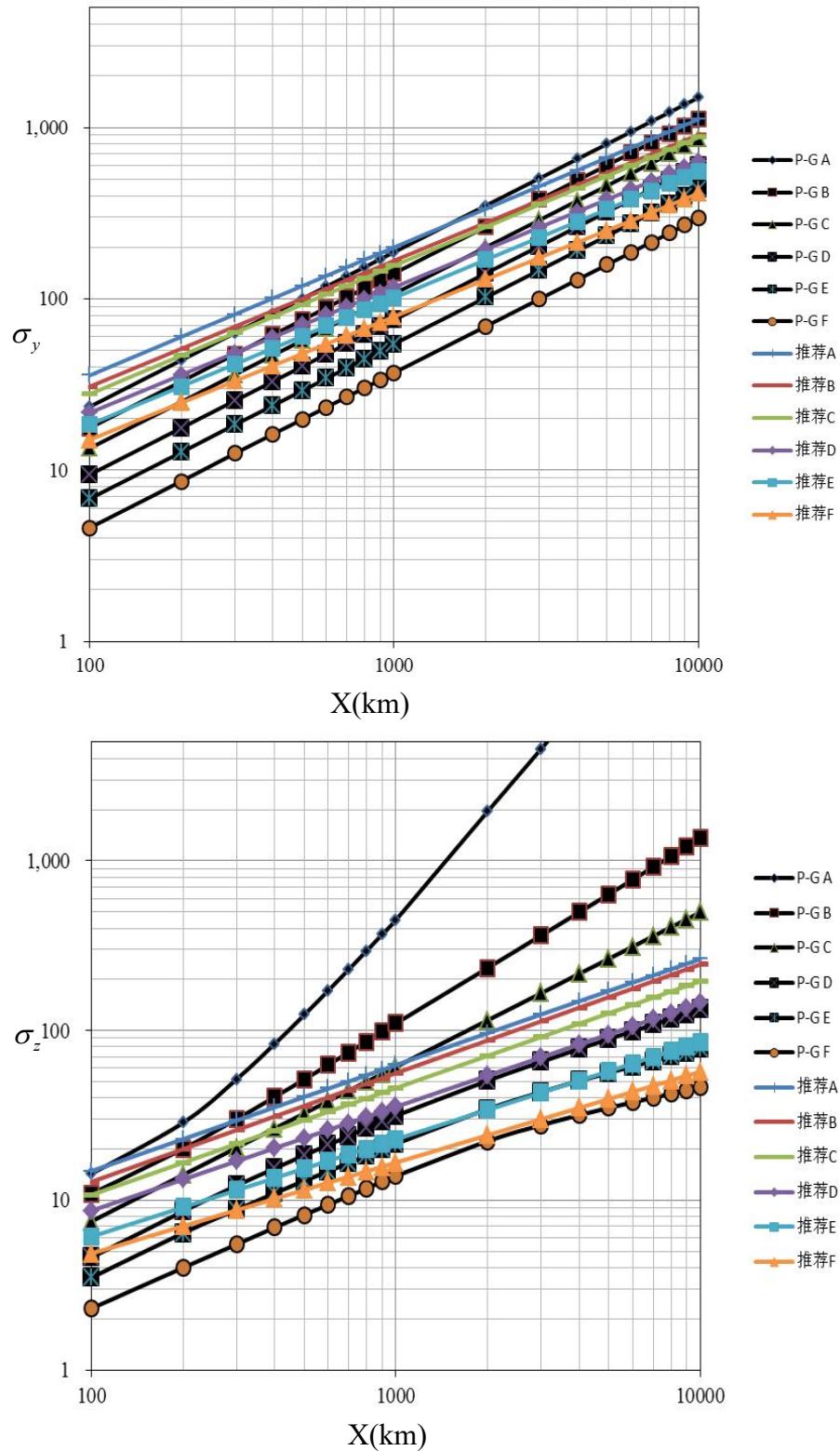
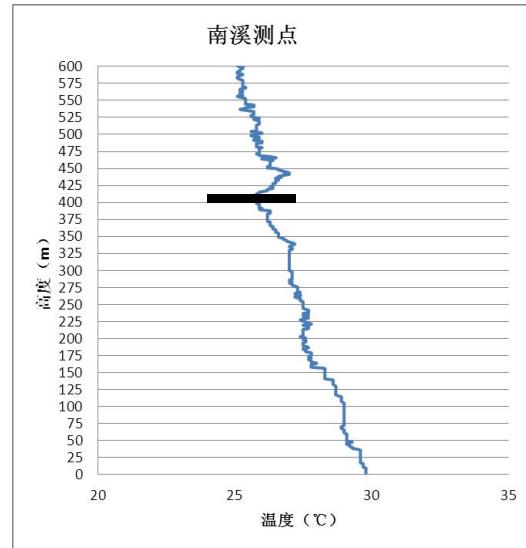
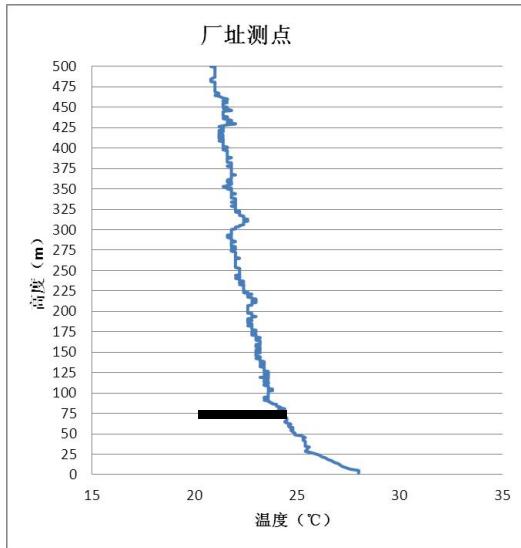
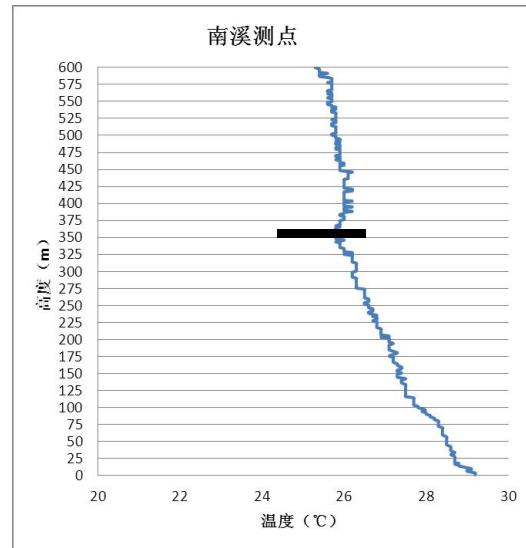
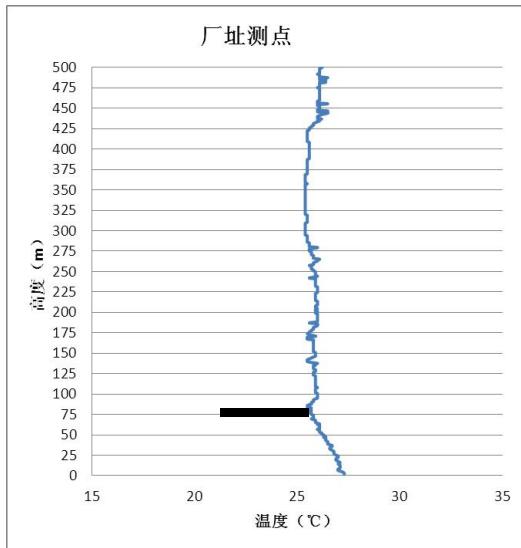


图 2.4-4 厂址扩散参数与 P-G 扩散参数比较



7月 24 时 14 时



7月 30 时 14 时

图 2.4-5 大气观测试验期间热内边界层个例

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.1.1 陆地水文

2.5.1.2 海洋水文

2.5.2 地下水

2.5.3 洪水

表

表 2.5-1 厂址附近海域实测全潮观测站坐标统计表

表 2.5-2 厂址附近海域实测潮汐特征值

表 2.5-3 厂址附近海域实测最大流速和平均流速

表 2.5-4 厂址附近海域实测余流流速、流向

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.1.1 陆地水文

（1）河流与水库

陆丰核电厂厂址位于陆丰市东南面，濒临南海，属低丘陵、台地及平原地区，附近无大江大河，多数小河短小分散，独流入海，集水面积小，径流量少，无大型水利工程进行径流调节，枯水季节尤其是特枯水期和连续枯水期径流量甚小。

陆丰市境内螺河、乌坎两大水系从北向南注入南海，此外境内有鳌江、龙潭河等。其中，螺河河长 102km，发源于陆河县与紫金县交界的三神凸山，为陆丰第一大河，集雨面积 1356km²。陆丰市境内流域 100km² 以上一级支流有螺溪、南北溪、新田河；境内主要的水库有龙潭、巷口、五里牌、秣投围、三溪水、牛角隆水库等。

陆丰市主要水源为螺河、乌坎河和龙潭河，分为西部片区、中部片区和东部龙潭水库片区。其中陆丰核电厂址供水属于东部龙潭水库片区，该片区由龙潭水库通过串瓜水库～尖山水库供给甲子、甲西、甲东、南塘、碣石、湖东等六个镇和华侨管理区的生活用水。

厂址所在碣石镇饮用水为自来水，取水点位于厂址 NNE 方位约 24km 处的尖山水库。碣石镇农业灌溉用水水源主要为流经该镇的南溪河，最近处位于厂址 N 方位 7km，厂址半径 15km 范围内没有居民饮用水源地。

厂址半径 15km 范围内主要的小河流包括湖东水和南溪河。湖东水距厂址 NE~ENE 方位约 12km，发源于西山山脉后径山，河流长 13.5km，于湖东港注入南海，流域面积 44.7km²，集雨面积共 9.6km²。南溪河距厂址 N 方位约 7km，发源于西山山脉黄土岭，河流长 13.9km，经碣石港流入南海碣石湾，流域面积 48.5km²，集雨面积共 10.8km²。南溪河水流经碣石镇后经狭窄的口门水道由碣石港汇入南海碣石湾，为泻湖型水系，河口受潮汐影响严重，碣石内港是陆地内的水域，碣石湾海水则随潮由内港进入内洋；随着南溪河原有进潮通道受阻，纳潮面积缩小，纳潮量减少，加上南溪上游水土流失严重，泥沙随水下移，港口淤积，围起来的内洋则不断淤积形成荒涂和水塘。

厂址半径 15km 范围内共有 7 个水库，均为小（1）型水库，其中最近的为响水库，距厂址 N 方位约 11km。

（2）淡水水源条件

本工程运行期生产用水采用海水淡化供水，海水淡化供给运行期生产用水（包含除盐水生产系统补水），运行期的生活用水取自陆丰市玄武山自来水厂（碣石镇水厂）和陆丰市城乡供水公司水厂。玄武山水厂的水取自尖山水库，陆城水厂的水来自于螺河-碣石引水工程。

2.5.1.2 海洋水文

厂址海区附近共有陆丰、遮浪两个长期海洋水文观测站。陆丰海洋站自1970年开始观测，主要观测项目有潮位、温度和盐度等。遮浪海洋站自1962年开始观测波浪，2002年1月开始潮汐观测。厂址专用站位于厂址海域，自2005年7月1日至2006年6月30日观测潮位、表层水温和盐度，其中潮位观测至2007年4月30日。

2024年1月和6月，国家海洋局南海调查技术中心在厂址附近海域开展了冬季和夏季大、中、小潮水文观测。此次观测共设置了3个潮位观测站和11个海流观测站。冬季期间，2024年1月5日12时~6日14时进行小潮期同步观测；2024年1月9日12时~10日14时进行中潮期同步观测，2024年1月12日11时~13日13时进行大潮期同步观测。夏季期间，2024年6月16日11时~17日13时进行小潮期同步观测；2024年6月19日11时~20日13时进行中潮期同步观测，2024年6月22日8时~23日10时进行大潮期同步观测。水文观测站坐标统计见表2.5-1。

（1）潮汐

国家海洋局南海调查技术中心根据2024年遮浪海洋站（T4）、T1站和陆丰海洋站（T3）实测潮位数据分析后得知，遮浪站和T1站所在海域潮汐类型为不正规全日潮，陆丰站所在海域潮汐类型为正规全日潮，海区的潮汐类型从西到东逐渐由不正规全日潮过渡到正规全日潮。表2.5-2给出了厂址附近海域实测潮汐特征值。

2024年冬季观测期间的平均海面在54cm~55cm之间（85国家基面），最高潮位在150cm~161cm之间，平均潮差在85cm~89cm之间，最大潮差在176cm~188cm之间；夏季观测期间的平均海面在53cm~54cm之间（85国家基面），最高潮位在142cm~152cm之间，平均潮差在79cm~81cm之间，最大潮差在152cm~162cm之间。

在长序列潮位数据方面，根据厂址潮位观测站2006年5月~2007年4月完整一周年验潮资料与汕尾站同期资料对比，由汕尾站多年的验潮资料分析得工程海域潮汐特征值。由汕尾站1970年~2018年历年验潮资料统计可得到多年平均高潮位为0.97m，多年平均

低潮位为0.11m，多年平均潮位为0.58m。对于厂址位置处多年潮汐特征值，同样采用差比关系可得到多年平均高潮位为0.85m，多年平均低潮位为0.12m，多年平均潮位为0.54m。

（2）海流

厂址附近海域的潮流主要受太平洋潮波的作用。太平洋潮波自巴林塘海峡和巴士海峡进入南海后，以前进波的形式向广东沿岸传播，由于地形、地貌复杂，对潮波运动产生各种影响。在广东沿海浅海范围内，潮波分布复杂，潮波性质、大小、运动形式均因地而异，厂址附近海域潮流性质为不规则半日潮流。表2.5-3给出了厂址附近海域实测最大流速和平均流速。

冬季全潮观测期间，海区实测流速呈现大潮期>中潮期>小潮期，由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测表层最大海流流速为56.7cm/s，位于C6站；0.2H层最大流速为62.0cm/s，位于C6站；0.4H层最大流速为61.8cm/s，位于C6站；0.6H层最大流速为60.7cm/s，位于C6站；0.8H层最大流速为57.2cm/s，位于C4站；底层最大流速为46.4cm/s，位于C6站，均为大潮期观测。

冬季大潮与中潮期间，碣石湾内各站海流表现为较明显的旋转流；厂址附近站位的实测海流明显受到码头地形岸线的影响，沿着平行于岸线的方向运动，呈明显的西北-东南向往复流；沿岸流区域站位的实测海流受潮流及冬季广东沿岸流的影响，主要表现为东北东-西南向往复流，且东北东向流多于西南向流。小潮期全潮海流观测站各层均表现为东北~东南向流的特征，观测区域左边站位（C11、C13、C14）主要表现为东北向流，核电厂码头区（C4、C8）站位主要表现为东南向流，其它站位（C1、C3、C5、C6、C7、C10）主要表现为东向流。

夏季全潮观测期间，海区实测流速呈现大潮期>中潮期>小潮期，由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测表层最大海流流速为124.5cm/s，位于C7站；0.2H层最大流速为69.5cm/s，位于C3站；0.4H层最大流速为73.5cm/s，位于C4站；0.6H层最大流速为64.6cm/s，位于C6站；0.8H层最大流速为59.7cm/s，位于C4站；底层最大流速为49.1cm/s，位于C4站，均为大潮期观测。

夏季大、中、小潮实测海流分布规律相似，碣石湾内各站海流表现为较明显的旋转流，C13站主要流向湾内、C10主要流出湾外，且流速小于外海站位；厂址附近站位的实测海流明显受到码头地形岸线的影响，沿着平行于岸线的方向运动，呈明显的

西北-东南向往复流，且东南向流明显大于西北向流；沿岸流区域站位，除去部分站层次（C1 站、C6 站表层）表现出东北东-西南向往复流，而其它站流向主要集中北-东向之间。

（3）余流

冬季观测期间，大潮期余流在 0.7cm/s-13.7cm/s 之间，中潮期余流在 2.3cm/s-25.4cm/s 之间，小潮期余流在 1.6cm/s-28.1cm/s 之间。最大余流为 28.1cm/s，流向为 99°，出现在小潮 C6 站的 0.6H 层，余流流速呈现大潮期<中潮期<小潮期的规律。大、中、小潮观测期间，余流方向为东向，且小潮期最强，大潮期最弱。

夏季观测期间，大潮期余流在 1.6cm/s-55.9cm/s 之间，中潮期余流在 1.3cm/s-49.9cm/s 之间，小潮期余流在 1.2cm/s-43.7cm/s 之间。最大余流为 55.9cm/s，流向为 87°，出现在大潮 C5 站的表层，余流流速呈现大潮期>中潮期>小潮期的规律。大潮期、中潮期和小潮期余流分布规律基本相似，碣石湾内 C13 站余流主要表现为流入湾内，C10 站则流出湾外。核电厂区域 C4、C6 和 C8 站余流基本为东南向余流，基本与岸线平行。其它各站余流方向则主要为东北~东南向。

表 2.5-4 给出了厂址附近海域实测余流的流速和流向。

（4）波浪

厂址观测站的波浪观测时段为2005年5月~2006年4月，后续没有再观测，因此采用遮浪站的波浪资料进行分析。

根据遮浪站波浪观测历史资料，该海域0.5m以下的波高 $H_{1/10}$ 所占频率仅为8.6%，而1.5m以上的波高 $H_{1/10}$ 所占频率为30.7%；出现频率最大的周期为4.1~5.0s，所占频率为45.2%，其次为5.1~6.0s，所占频率为35.4%。该海域常浪向为E，出现频率为23.7%；其次为NNE、ENE和ESE向，分别占11.3%、14.4%和10.2%；该海域强浪向为SSE、SW和SE向，其中，以SSE最强，SW和SE向次之。

（5）水温

冬季全潮观测期间海水温度差异较小，其中表层水温变化范围相对中层和底层较大。大潮观测期间，各层水温存在由海域东北部向西南部逐渐升高的趋势，表层水温变化范围为18.2℃~20.2℃，中层水温变化范围为18.2℃~19.8℃，底层水温变化范围为18.2℃~19.2℃；中潮观测期间，各层水温空间分布由北向南逐渐升高，表层水温变化范围为18.2℃~19.4℃，中层水温变化范围为18.2℃~19.0℃，底层水温变化范围为18.2℃

~18.4℃；小潮观测期间，表层水温变化范围为18.2℃~19.4℃，中层和底层水温变化范围为18.0℃~18.8℃，表层水温值相对中层和底层偏高。

冬季全潮观测期间，在垂向分布方面，冬季风速较大，海水混合剧烈，海水温度的垂向差异较小，表、中、底层海水温度比较接近，全潮期间的表、底层平均温度的温差最大只有2.23℃。

夏季全潮观测期间，大潮期间各层海水温度等值线分布走向大致相同，大致由海域西北侧向东南侧海域水温逐渐降低；表层水温变化范围为28.2℃~30.8℃，中层水温变化范围为22.6℃~24.4℃，底层水温变化范围为22.6℃~23.6℃。中潮观测期间，水温分布特征和大潮期比较接近，表层水温由观测海域西北侧向东南侧海域逐渐降低，中底层水温由北向南逐渐降低；表层水温变化范围为28.0℃~29.4℃，中层水温变化范围为22.6℃~25.2℃，底层水温变化范围为22.4℃~24.2℃。小潮观测期间，表层水温平面分布温差较小，中底层水温由北向南逐渐降低；表层水温变化范围为26.6℃~27.1℃，中层水温变化范围为23.2℃~25.8℃，底层水温变化范围为23.0℃~25.4℃。

夏季全潮观测期间，在垂向分布方面，夏季太阳辐射强烈，海水温度的垂向差异明显，表、中、底层海水温度差异较大，全潮期间的表、底层平均温度的温差最大达到7.29℃。各站各层水温随着水深增加逐渐降低，表层水温>中层水温>底层水温。表层水温大致存在大潮期>中潮期>小潮期，其他层水温在各潮期水温变化特征不明显。

（6）盐度

冬季全潮观测期间，大潮观测期间观测海域的平均盐度为32.82，表层平均盐度为27.53，中层平均盐度为34.21，底层平均盐度为34.32，各点盐度整体上表现为底层>中层>表层。中潮观测期间观测海域的平均盐度为32.97，表层平均盐度为28.62，中层平均盐度为34.17，底层平均盐度为34.33，各点盐度整体上表现为底层>中层>表层。小潮观测期间观测海域的平均盐度为33.00，表层平均盐度为30.08，中层平均盐度为33.97，底层平均盐度为34.23，站点盐度整体上表现为底层>中层>表层。

冬季全潮观测期间，在垂向分布方面，除C7、C14站海水盐度有层化外，其他站海水混合充分，盐度分布均匀几乎无垂向差异。最高盐度34.48出现在中潮期C7站的中层，最低盐度33.14出现在小潮期C11站表层，各潮期各层盐度值差异较小。在平面分布方面，各潮期各层的盐度平面分布特征比较接近，都是由近岸向外海盐度值递增，表层盐度值的变化范围相对中层和底层偏大。

夏季全潮观测期间，大潮观测期间观测海域的平均盐度为32.82，表层平均盐度为27.53，中层平均盐度为34.21，底层平均盐度为34.32，各点盐度整体上表现为底层>中层>表层。中潮观测期间观测海域的平均盐度为32.97，表层平均盐度为28.62，中层平均盐度为34.17，底层平均盐度为34.33，各点盐度整体上表现为底层>中层>表层。小潮观测期间观测海域的平均盐度为33.00，表层平均盐度为30.08，中层平均盐度为33.97，底层平均盐度为34.23，站点盐度整体上表现为底层>中层>表层。

夏季全潮观测期间，在垂向分布方面，海水盐度有明显的层化，表底层盐度差异较大。最高盐度34.52出现在大潮期C10站的0.4H层，最低盐度10.40出现在中潮期C11站表层。各站各潮期随深度增加盐度升高，表层平均盐度最低，中底层盐度随深度和潮期变化较小。在平面分布方面，表、中、底层盐度平面分布中除底层盐度分布相对均匀，盐度值空间差异较小外，其他各潮期各层的盐度平面分布特征比较接近，都是由观测海域西北部海域向东部海域盐度值递增，表层盐度值的变化范围相对中层和底层偏大。

（7）泥沙

厂址所在海区没有河流来沙影响，水体含沙量不大，潮流流速较弱，远离本海域的高含沙量水体不可能随着潮流运移到本海域，海域的水体泥沙主要是在波浪作用下的泥沙再悬浮。

冬季全潮期大潮期5个站点总体的垂直平均值为 $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ ，大潮期为 $0.0073\text{kg}/\text{m}^3$ ，中潮期为 $0.0080\text{kg}/\text{m}^3$ ，小潮期为 $0.0075\text{kg}/\text{m}^3$ ，悬沙含量为大潮<小潮<中潮。大、中、小潮期间，大部分站点的悬沙含量在垂直方向上呈现出表层<0.6H层<底层的特征，悬沙浓度受流速及平流作用影响较大。海区悬沙中值粒径的平均值大潮期（ 0.0089mm ）>中潮期（ 0.0088mm ）>小潮期（ 0.0087mm ），三个潮相差很小。

夏季全潮期大潮期5个站点总体的垂直平均值为 $0.0040\text{kg}/\text{m}^3$ ，大潮期为 $0.0052\text{kg}/\text{m}^3$ ，中潮期为 $0.0029\text{kg}/\text{m}^3$ ，小潮期为 $0.0040\text{kg}/\text{m}^3$ ，悬沙含量为中潮<小潮<大潮。大、中、小潮期间，调查期间各站悬沙含量在垂向上分布较为均匀，大潮和小潮表层悬沙含量较高，中潮0.6H层悬沙含量较高，悬沙浓度受流速及平流作用影响较大。海区悬沙中值粒径的平均值大潮期（ 0.0146mm ）>中潮期（ 0.0113mm ）>小潮期（ 0.0112mm ），中潮期和小潮期相差很小。

（8）岸滩演变

工程位于碣石湾出口东岸田尾角。碣石湾东西两侧由花岗岩等岩石构成的丘陵和台地，伸入海中形成基岩岬角。地质地貌基础为花岗岩经侵蚀剥蚀形成的低丘陵，高程数十米至一百余米。田尾角东北面为海岸沙坝、沙丘（高程10余米）和沙地（高程数米），地形向西北向倾斜。南部为典型的岬湾海岸，常年受风浪冲击，岩体暴露。岬角之间为海湾，湾内和边缘有较大规模的沙坝和海滩，海滩为西北-东南走向，略呈弧形，由细砂组成，受SSW向波浪长期作用。海滩向上以高度1.5-2.0m的陡坡过渡至滩肩上部，沉积物为砾砂或粗砂。田尾角以外海床水深在15m以内，水下地形仍呈岬角形状，向外等深线呈东-西分布。由于东桔礁的存在，使得岛礁周围水流湍急，泥沙难以聚集，20m等深线向北突出，离岸较近。

陆丰核电厂2024年对工程周边海域水下地形进行了测量，结合2009（核电厂建设前）和2019年工程区域地形图分析核电厂建设前后海域地形变化特征。

对比2009年至2024年间工程区域的等深线变化情况，可以更清晰的看出，田尾角西南侧重件码头防波堤和取水口导流堤沿岸凸入外海约300m，东南侧核电厂围填海，岸线向海凸出200m以上，在很大程度上改变了近岸地形特征。造成过程局部地形变化。重件码头防波堤堤头附近-8m以深等深线向外海推移，其中-10m等深线向外海最大推移了近100m。重件码头掩护区内-8m以浅等深线分布变化则不大。重件码头至取水口之间岸线和等深线则基本无变化。取水口附近-12m等深线则推移至取水明渠导流堤最外端。田尾角东南侧核电厂围填部分海域-8m等深线被推移至核电厂陆域边缘防波堤处。-8m以深等深线变化变化不大。总体上看，核电厂重件码头和取水明渠建设造成田尾角西侧岸线发生变化，向外推移近300m，造成-8m以深等深线向外海最大推移约100m。厂区东侧-8m等深线变化则相对较小。

2024年工程区新建西侧取水防波堤，东侧防波堤向口门水域延伸。对比2019年和2024年工程区域等深线，可以看出，取水口内等深线变化并不明显，西侧新建防波堤区域，在很大程度上改变了近岸地形特征，原有的-8m等深线向西北侧后退约100m，防波堤周边水深约为-10m；而东侧防波堤延伸长度有限，整体而言对于东侧防波堤周边区域等深线影响有限，未改变区域原有等深线走势。在取水口外侧海域-10m、-12m和-14m等深线均呈现后退态势，分别后退约30~50m。田尾角东南侧核电厂近岸区域地形较为陡峭，等深线总体变化不大。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 地下水类型及赋存岩性特征

（1）5km 范围地下水类型及岩性特征

1) 地下水类型

陆丰核电厂址附近范围的水文地质单元可划分为田尾山水文地质单元（I）和碣石水文地质单元（II）。依据次级分水岭，进一步将 I 单元划分为西湖（I₁）、浅澳（I₂）2 个水文地质亚单元。

陆丰核电厂址位于田尾山水文地质单元（I）。I 单元北部以浅澳-西湖一带低丘陵、老红砂堤分水岭为界，西南临大海，以海为界。地貌类型主要为低丘陵、老砂堤。水文地质单元边界清楚，严格受上述界线控制，陆域部分溪沟切割深度均大于分水岭岩石风化深度，由于地下水既无法外排又无法接受其它单元的补给，此单元的地下水唯一补给是大气降水，再经本单元之内的地表水与地下水较为简单方式的转化过程，最终排泄入海。

根据地层的含水介质特征及水理性质，厂址区地下水可分为松散岩类孔隙水和块状基岩裂隙水两类。

a) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要赋存于第四纪残坡积层(Q^{el})、风—海积层 (Q_3^{meol})、泻湖沉积层 (Q_4^{ml})、海积层 (Q_4^m) 和全新世冲积层 (Q_4^{al}) 的砂、砂砾孔隙中，均为潜水。含水层厚度为 1~20m 之间不等。

b) 块状基岩裂隙水

块状基岩裂隙水主要赋存于早白垩世中粒斑状黑云母二长花岗岩浅部基岩风化带中，以风化裂隙水为主，次为构造裂隙水。基岩的原生裂隙和构造裂隙在地表风化作用下不断扩大、延伸、交错成网，使浅部风化裂隙极其发育，向深度随着风化程度的减弱而减弱，到微风化带基本呈不透水层。厂址区基岩裂隙水常以下降泉的形式出露于山坡及坡脚，地下水贫乏。

2) 岩性特征

a) 包气带特征：松散岩类孔隙水分布于沿海砂堤、砂地、泻湖平原、山间谷地及汇水盆地。地下水主要赋存于第四纪残坡积层(Q^{el})、风—海积层 (Q_3^{meol})、泻湖沉积层 (Q_4^{ml})、海积层 (Q_4^m)、全新世冲积层 (Q_4^{al}) 的黏土、淤泥、砂、砂砾孔隙中，

均为潜水。包气带主要位于潜水自由水面之上，主要岩性特征同样是第四纪残坡积层(Q^{el})、风—海积层(Q_3^{meol})、泻湖沉积层(Q_4^{ml})、海积层(Q_4^m)、全新世冲积层(Q_4^{al})的黏土、淤泥、砂、砂砾。

b) 隔水层特性

厂址周边区域块状岩类裂隙水分布于侵蚀构造地形和剥蚀构造地形的广大地区，主要岩性为早白垩世中粒斑状黑云母二长花岗岩及少量细粒斑状黑云母二长花岗岩和流纹质晶屑熔结凝灰岩。隔水层主要为早白垩世中粒斑状黑云母二长花岗岩、黑云母二长花岗岩和流纹质晶屑熔结凝灰岩的微分化部分或新鲜岩石。

2.5.2.2 地下水水位及渗透特性

(1) 地下水水位

松散岩类孔隙水的地下水位标高变化范围较大，高程4.27~20.49m。基岩裂隙水以基岩风化裂隙水为主，多呈脉状分布，由于岩体节理分布不均一及贯通性差，未形成统一的地下水位。基岩区钻孔所测地下水位受钻探及降雨影响，并不能形成稳定地下水位。

(2) 渗透特性

根据水文地质调查及岩土工程勘察的室内试验、注水试验和抽水试验结果，厂址区土体的渗透性如下：

①中细砂渗透系数为 $3.59 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \sim 8.95 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，属中等透水，①₁粉砂渗透系数为 $1.43 \times 10^{-5} \sim 1.48 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ，属弱透水，⑦砾质黏性土渗透系数为 $5.35 \times 10^{-6} \text{ cm/s} \sim 6.00 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ，属微透水~中等透水，⑧₁全风化花岗岩渗透系数为 $2.08 \times 10^{-5} \text{ cm/s} \sim 5.19 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，属弱透水~中等透水。

综合判定除填土外的第四系及全风化花岗岩主要为中等透水，局部为微~弱透水，填土层及强风化花岗岩主要为中等透水。

根据水文地质调查及岩土工程勘察的压水试验结果，⑧₄微风化花岗岩试段透水率为 $0.06 \sim 4.40 \text{ Lu}$ ，属极微透水~弱透水岩体，局部位置裂隙发育，透水性较强。

2.5.2.3 地下水补给、径流、排泄

— 地下水补给

厂址区地处亚热带海洋季风性气候区，每年的4~10月份是本区的雨季，降雨量大于蒸发量。本区地下水的补给，主要为大气降水垂直渗入补给，为渗入补给地下水提供了充足来源。

地下水主要接受大气降水渗入补给，临海段的地下水还接受海水的入渗补给；基岩裂隙水还接受第四系地层的入渗补给。

— 地下水径流、排泄

3、4号机组厂区目前已经过整平，厂址区地下水径流、排泄条件，受原始地形地貌影响较大，原地形中部、南部较高，场地整平后，除中部存在的弃渣场外，场地北侧、西侧、东侧第四系分布较厚，地下水主要以地下径流的方式，向原地势低洼处渗流，最终向西侧、东侧以潜流或越流形式向海边排泄。

综上所述：调查区地下水主要接受大气降水补给；地下水沿原始地形向地势低洼处渗流，最终向西侧、东侧以潜流或越流形式向海边排泄。即地下水的补给、径流、排泄形成一个降水→地表径流→地下水→入海→再蒸发的循环过程。

2.5.2.4 地下水的水质、水量、水温

(1) 水质

地势较高地段地下水呈弱碱性，属淡水。

(2) 水量

松散岩类孔隙水中的海积层孔隙水根据民井抽水试验，位于松散岩类孔隙水含水层的民井单位涌水量 Q 为 $2.217\text{t}/\text{d}\cdot\text{m}$ 。

调查区基岩裂隙水常以下降泉的形式出露于山坡及坡角，泉水流量为 $0.018\sim0.033\text{l/s}$ ，地下水为水量中等。块状岩类裂隙水多赋存于早侏罗世中粒斑状黑云母二长花岗岩浅部基岩风化带中，民井单位涌水量 Q 为 $1.755\sim4.234\text{ t}/\text{d}\cdot\text{m}$ ，泉水流量为 $0.018\sim0.033\text{l/s}$ ，其富水程度属于贫乏。

(3) 水温

经对调查区泉点进行测温，松散岩类孔隙水的水温在 25°C 左右。

2.5.2.5 地下水的化学特性

(1) 水化学类型

厂址区基岩挖方区地下水主要为基岩裂隙水，西侧回填区地下水主要为第四系孔隙水，均为淡水，呈中性～弱碱性， pH 范围在 $7.16\sim9.63$ 之间。

（2）矿化度

厂址区地下水矿化度范围在 $119.7\text{mg/L} \sim 282.3\text{mg/L}$ 之间。

（3）腐蚀性

据水质分析，厂址区所取地下水样呈中性~弱碱性，属淡水，地下水对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水作用下具有微腐蚀性，在干湿交替作用下具有微腐蚀性。

2.5.2.6 地下水开采利用现状

厂址区及厂址附近范围的地下水分布不均，地下水基本上渗流入海，水资源开发利用程度很低。

厂址附近 10km 范围内的碣石镇各村均使用自来水，基本不使用地下水。厂址 5km 范围内村庄地下水开发利用程度低，水井共有 4 个，分别位于浅澳村、后埔村、赤坎头村和上林村。碣石镇全镇自来水均已通达各村，是居民饮用水的主要来源，水井水仅用于普通洗衣、家畜饮用等活动。厂址内也无大规模开采利用地下水的情况。

2.5.2.7 厂址区建造施工影响分析

厂址区处于独立的水文地质单元内，地下水类型主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，主要接受大气降水补给，地下水总体上贫乏，沿地势或孔隙、裂隙向低处径流，最终向大海排泄。

3、4 号机组厂址区目前已完成场地平整，浅部地下水的含水层被挖除。厂坪开挖后，厂址区大部分位于花岗岩基岩处，少部分位于回填区域，地下水的补给源仍为大气降水，排泄仍往四周低处渗流，最终排泄于大海。主厂区地下水主要为基岩裂隙水，水量贫乏，对将来工程建设基本无影响。

2.5.3 洪水

陆丰核电 3、4 号机组厂址为滨海厂址，厂址附近无大江河及水库等水利工程，无其它汇水区域的输水及水库溃坝等产生的洪水威胁，厂址防洪主要是防御海域最大风暴潮引起的洪水和厂址附近汇水区域可能最大降雨引起的洪水。

陆丰核电厂的组合洪水主要考虑对厂址有重要影响的极端事件，组合如下：

可能最大风暴潮增水（PMSS） 5.21m

10%超越概率天文潮高潮位 1.47m

海平面升高 0.22m

厂址设计基准洪水位 (DBF) 6.90m (85 国家高程基准)

核电厂厂坪标高为 15.30m，远高于海域洪水水位，波浪的防护考虑采取工程措施。降雨产生厂区内的积水将通过厂区排水渠道组成的自然排水系统排入厂前的大海，保证核岛区内的积水不超过 0.2m。

表 2.5-1 (1/2) 厂址附近海域实测全潮观测站坐标统计表（海流观测站）

站位	实测站位坐标											
	冬季						夏季					
	大潮期 (2024.01.12~13)		中潮期 (2024.01.09~10)		小潮期 (2024.01.05~06)		大潮期 (2024.06.22~23)		中潮期 (2024.06.19~20)		小潮期 (2024.06.16~17)	
	经度 (E)	纬度 (N)										
C1	115°59.996'	22°48.502'	115°59.998'	22°48.524'	116°00.017'	22°48.509'	116°00.012'	22°47.785'	116°00.060'	22°47.663'	116°00.035'	22°48.121'
C3	116°02.051'	22°45.030'	116°02.051'	22°45.015'	116°02.030'	22°45.029'	116°02.042'	22°44.979'	116°02.005'	22°45.014'	116°02.003'	22°44.998'
C4	115°48.744'	22°44.316'	115°48.772'	22°44.391'	115°48.743'	22°44.247'	115°48.630'	22°44.243'	115°48.621'	22°44.169	115°48.651'	22°44.341
C5	115°48.992'	22°41.691'	115°48.992'	22°41.691'	115°48.999'	22°41.659'	115°48.847'	22°41.436'	115°48.923'	22°41.736'	115°49.062'	22°41.810'
C6	115°48.900'	22°43.740'	115°48.901'	22°43.750'	115°48.924'	22°43.753'	115°48.901'	22°43.636'	115°48.942'	22°43.644'	115°48.774'	22°43.694'
C7	115°49.048'	22°38.093'	115°48.956'	22°38.024'	115°48.956'	22°38.024'	115°48.695	22°38.609'	115°48.998'	22°38.239'	115°49.060'	22°37.964'
C8	115°47.601'	22°44.879'	115°47.784'	22°44.743'	115°47.516'	22°44.869'	115°47.460'	22°44.780'	115°47.420'	22°44.757'	115°47.410'	22°44.817'
C10	115°43.901'	22°44.099'	115°43.944'	22°44.048'	115°43.845'	22°44.033'	115°43.619'	22°43.996'	115°43.107'	22°44.010'	115°43.780'	22°44.050'
C11	115°41.428'	22°48.882'	115°41.442'	22°48.855'	115°41.442'	22°48.455'	115°41.372'	22°48.493'	115°41.489'	22°48.508	115°41.404'	22°48.529'
C13	115°38.588'	22°44.214'	115°38.570'	22°44.220'	115°38.954'	22°44.218'	115°38.514'	22°44.724'	115°38.572'	22°44.715'	115°38.600'	22°44.217'
C14	115°34.961'	22°38.170'	115°35.018'	22°38.135'	115°34.999'	22°38.152'	115°34.860'	22°38.182'	115°34.958'	22°38.172'	115°34.958'	22°38.172'

表 2.5-1 (2/2) 厂址附近海域实测全潮观测站位坐标统计表（潮位站观测）

站位	冬季		夏季	
	经度 (E)	纬度 (N)	经度 (E)	纬度 (N)
T1	115°48.446'	22°44.779'	115°48.446'	22°44.779'
T3 (陆丰海洋站)	116°04.700'	22°50.800'	116°04.700'	22°50.800'
T4 (遮浪海洋站)	115°34.000'	22°39.000'	115°34.000'	22°39.000'

表 2.5-2 厂址附近海域实测潮汐特征值

季节	站名	潮位 (cm)					潮差 (cm)			涨落潮历时(h)	
		平均潮位	最高潮位	最低潮位	平均高潮位	平均低潮位	平均潮差	最大潮差	最小潮差	平均涨潮历时	平均落潮历时
冬季 (1月)	遮浪站	54	156	-36	96	7	89	188	11	9.78h	7.09h
	T1 站	54	161	-45	93	9	85	184	11	10.02h	7.07h
	陆丰站	55	150	-38	98	9	89	176	12	11.03h	7.92h
夏季 (6月)	厂址	54	152	-27	92	13	79	162	16	8.31h	7.00h
	碣石	53	147	-30	92	12	81	159	14	8.51h	8.22h
	陆丰	53	142	-30	91	12	79	152	12	8.55h	9.34h

表 2.5-3 (1/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（冬季大潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	32.9	93	33.1	81	31.6	72	37.1	62	28.6	93	26.1	32
C3	38.3	87	37.1	125	36.3	127	33	125	34.5	121	31.8	126
C4	53.1	300	50	139	47.3	132	51.7	306	57.2	318	43.2	318
C5	46.3	102	46.1	94	44.5	95	42	94	35.5	92	30.8	84
C6	56.7	101	62	100	61.8	99	60.7	96	53.9	97	46.4	90
C7	35.2	130	43.6	120	44.3	106	36	107	35.8	38	29.1	51
C8	49.7	130	49.6	135	47.3	138	44.8	132	37	131	30.1	130
C10	23.9	138	36.4	102	31.9	121	32.3	123	25.2	122	24.6	149
C11	17.5	348	16.7	340	19.3	99	20.2	62	18.6	164	19.1	48
C13	26.3	89	29.4	72	27.7	65	26.5	68	25.7	133	20.8	86
C14	51.3	44	52.2	72	50.6	76	51.7	81	48	89	38.2	85

平均流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均
C1	14.6		16.6		17.1		17.2		15.3		12		14.4
C3	16.3		13.2		15.6		12.5		16.6		14.8		14.2
C4	19.9		22.9		24.1		22.5		21.6		18.3		21.4
C5	11.7		16.8		16.7		15.4		15.4		13.2		14.1
C6	20.6		24.1		24		23.9		22.4		19.4		22.4
C7	17.7		17.6		17.1		17.6		16.9		14.5		15.9
C8	20.7		20.3		21.5		20.8		18		15.1		18.2
C10	11		13		13.6		13.7		13.7		12.3		10.7
C11	8		9.5		11.1		9.4		9.9		8.5		5.7
C13	10.8		11.3		11.4		11.7		11.7		11.3		7.9
C14	25.5		18.8		17.5		17		16.3		15.6		16.3

表 2.5-3 (2/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（冬季中潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	32.9	93	33.1	81	31.6	72	37.1	62	28.6	93	26.1	32
C3	38.3	87	37.1	125	36.3	127	33	125	34.5	121	31.8	126
C4	53.1	300	50	139	47.3	132	51.7	306	57.2	318	43.2	318
C5	46.3	102	46.1	94	44.5	95	42	94	35.5	92	30.8	84
C6	56.7	101	62	100	61.8	99	60.7	96	53.9	97	46.4	90
C7	35.2	130	43.6	120	44.3	106	36	107	35.8	38	29.1	51
C8	49.7	130	49.6	135	47.3	138	44.8	132	37	131	30.1	130
C10	23.9	138	36.4	102	31.9	121	32.3	123	25.2	122	24.6	149
C11	17.5	348	16.7	340	19.3	99	20.2	62	18.6	164	19.1	48
C13	26.3	89	29.4	72	27.7	65	26.5	68	25.7	133	20.8	86
C14	51.3	44	52.2	72	50.6	76	51.7	81	48	89	38.2	85

平均流速

层次 站号	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	14.6	16.6	17.1	17.2	15.3	12	14.4
C3	16.3	13.2	15.6	12.5	16.6	14.8	14.2
C4	19.9	22.9	24.1	22.5	21.6	18.3	21.4
C5	11.7	16.8	16.7	15.4	15.4	13.2	14.1
C6	20.6	24.1	24	23.9	22.4	19.4	22.4
C7	17.7	17.6	17.1	17.6	16.9	14.5	15.9
C8	20.7	20.3	21.5	20.8	18	15.1	18.2
C10	11	13	13.6	13.7	13.7	12.3	10.7
C11	8	9.5	11.1	9.4	9.9	8.5	5.7
C13	10.8	11.3	11.4	11.7	11.7	11.3	7.9
C14	25.5	18.8	17.5	17	16.3	15.6	16.3

表 2.5-3 (3/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（冬季小潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	31.3	82	38.5	77	29.3	76	28	43	25.3	40	23.2	40
C3	50.6	84	44.7	79	48.2	72	45	82	39.1	77	26.4	81
C4	36.5	143	37.8	141	33.1	121	30.5	116	29.6	113	27.8	109
C5	41.9	76	43.1	89	41.8	87	40.7	80	38.4	68	28.0	72
C6	46.8	80	47.4	93	44.9	100	45	87	38.6	88	33.9	84
C7	42.5	104	42.4	97	41.6	100	38	94	34.2	84	27.3	79
C8	35.5	136	36.1	137	33.4	132	33.2	60	25.4	126	22.2	145
C10	21.2	119	29.1	85	27.1	103	26	106	24.2	106	19.2	49
C11	14.4	60	19.7	55	17	74	18.9	157	18.4	78	20.8	74
C13	27.5	330	29.2	25	30.3	12	32.1	348	32.6	347	32.3	343
C14	51.9	71	50.2	71	48.4	75	47.8	58	39.8	47	24.9	40

平均流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均
C1	14.0		16.5		16.2		15.7		13.9		11.8		13.7
C3	22.3		25.0		25.2		23.8		20.8		15.7		21.9
C4	16.7		19.2		19.5		18.6		17.4		13.1		16.6
C5	15.1		23.6		24.7		24.3		21.9		15.9		21.4
C6	19.6		25.6		26.4		28.2		26.6		21.6		25.3
C7	17.9		21.6		21.7		19.6		19.6		14.3		19.3
C8	18.9		18.6		20.3		19.1		17.2		14.4		17.0
C10	11.9		15.3		17.8		18.6		16.4		11.7		15.4
C11	7.2		7.5		7.7		9.4		9.7		9.3		4.9
C13	10.3		13.2		15.2		15.7		14.3		13.0		12.8
C14	24.1		26.3		26.2		25.5		23		15.3		23.7

表 2.5-3 (4/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（夏季大潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	40.7	68	35.9	94	37.5	78	29.3	82	25.4	67	21.7	73
C3	103.7	85	69.5	79	45.4	97	37.0	109	32.0	102	37.5	203
C4	44.9	128	66.6	111	73.5	116	64.0	117	59.7	108	49.1	102
C5	117.6	90	66.5	89	50.5	96	42.8	97	34.6	66	25.5	123
C6	80.0	83	66.7	91	61.9	112	64.6	113	53.4	87	48.8	265
C7	124.5	99	54.5	93	40.1	95	39.6	78	32.8	78	28.3	73
C8	58.0	141	59.0	145	59.3	138	56.0	141	50.0	139	41.1	133
C10	29.5	61	32.8	66	25.8	116	37.0	145	35.1	145	33.0	143
C11	13.8	316	17.3	141	17.9	126	15.7	136	14.1	291	13.1	299
C13	28.0	44	32.3	45	26.4	38	29.1	323	20.5	30	17.9	353
C14	116.2	70	61.7	99	59.3	82	55.1	65	50.8	47	45.0	42

平均流速

层次 站号	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	14.7	16.3	17.3	15.9	13.7	11.1	14.5
C3	41.1	25.7	18.7	18.3	16.1	14.1	18.8
C4	19.0	24.3	29.7	29.2	26.5	21.7	24.9
C5	58.9	24.5	20.4	21.3	17.8	14.9	21.9
C6	32.3	28.4	24.2	23.9	23.1	20.2	23.4
C7	55.5	30.4	20.7	20.0	17.6	14.8	23.6
C8	23.4	20.2	25.2	24.5	21	17.5	20.6
C10	14.2	11.6	11.5	12.1	11.9	9.9	10.1
C11	5.0	6.2	8.0	7.3	6.3	6.0	5.3
C13	12.8	16.8	14.8	11.1	8.7	7.4	10.2
C14	44	28.1	25.4	24.6	24.1	19.6	25.5

表 2.5-3 (5/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（夏季中潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层 次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	27.5	76	27.5	80	27.4	70	26.3	250	18.9	94	19.7	247
C3	48.3	88	39.4	108	31.4	87	33.3	90	26.4	75	18.9	73
C4	58.3	138	54.5	119	54.3	113	54.9	109	43.8	103	39.7	98
C5	56.2	82	41.8	90	44.3	87	40.5	76	33.7	69	25.5	78
C6	51.5	107	54.0	122	48.1	101	47.1	81	38.5	72	30.1	67
C7	87.2	69	49.8	77	45.1	93	41.4	111	25.9	94	21.1	121
C8	48.3	140	51.8	140	46.8	141	44.7	149	41.8	129	33.9	124
C10	44.3	84	33.0	77	28.2	113	33.6	90	23.3	97	20.4	90
C11	13.9	320	20.5	90	17.3	115	17.9	118	14.0	125	16.4	108
C13	38.4	178	17.6	68	23.5	51	26.2	50	21.2	30	14.5	94
C14	54.2	94	50.0	97	49.7	78	43.3	67	35.7	47	26.8	4

平均流速

层 次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均
	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)										
C1	9.0		12.6		12.1		12.0		11.1		8.1		10.6
C3	23.6		20.9		13.6		14.0		13.1		9.6		13.8
C4	21.8		23.2		24.4		24.1		21.9		21.3		22.1
C5	38.9		18.4		17.5		18.0		15.5		11.4		17.2
C6	26.1		24.1		21.5		19.3		17.5		14.1		18.6
C7	51.8		31.2		21.8		18.3		14.6		11.4		21.3
C8	21.3		21.7		19.8		19.9		17.0		12.5		17.3
C10	22.5		17.6		12.2		12.8		11.5		9.7		12.7
C11	5.0		6.7		6.5		7.4		6.3		6.3		5.4
C13	11.6		8.0		13.9		10.6		8.4		7.5		7.6
C14	36.2		29.4		23.5		23.4		21.7		16.4		22.5

表 2.5-3 (6/6) 厂址附近海域实测最大流速和平均流速（夏季小潮）

单位：流速：cm/s、流向：°

最大流速

层次 站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)										
C1	17.2	52	23.3	260	25.9	254	20.2	214	18.5	79	12.2	64
C3	57.5	85	42.2	86	27.9	91	26.1	96	23.7	86	16.9	87
C4	28.7	112	41.4	121	40.8	114	39.5	124	34.6	121	32.3	106
C5	60.9	88	46.6	77	37.5	92	28.4	81	26	71	20.4	52
C6	44.3	100	43.7	98	35.6	104	33.4	116	31.3	99	27.4	75
C7	82.7	56	51.6	85	45.4	68	30.7	68	26.4	44	20.2	44
C8	31.1	133	33.3	137	36.9	151	33.4	131	34.4	116	25.5	108
C10	24.9	122	23.8	116	22.7	99	20.9	97	18.8	85	13.9	82
C11	13.3	302	9	153	7.9	97	9.4	86	10.4	115	8.9	75
C13	23.3	160	24.7	156	29.1	59	19.3	31	18.4	47	20.4	35
C14	54.8	82	41.9	97	38.9	99	38	55	35.4	58	24.6	31

平均流速

层次 站号	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	6.5	11.6	10	10.3	8.8	6.4	8.3
C3	29.7	19.9	13.7	12.9	12.2	8.9	14.2
C4	10.5	17.9	17.7	17.5	17.1	15.9	15.1
C5	34.2	25.2	18.3	19.1	15.1	10.8	18.9
C6	25.2	24.4	20	15.8	16.1	13.9	17.1
C7	42.7	31.5	26.1	20.2	15.8	12.5	23.3
C8	15.3	15.4	17.5	15.7	13.4	9.6	13.6
C10	10.7	9.1	8.2	9.2	10.6	7.7	7.6
C11	5.8	4	4	3.6	4.6	5.3	2.9
C13	9.5	9.6	12.8	11.9	8.8	7.2	7.6
C14	34.8	27.7	23.9	22.7	19	15.4	20.8

表 2.5-4 (1/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向 (冬季大潮)

单位：流速：cm/s、流向：°

站号 层次	要素	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14
表层	流速(cm/s)	2.3	2.0	13.7	5.2	2.3	7.8	6.6	4.6	0.9	5.6	13.0
	流向(°)	164	106	179	158	182	89	173	13	354	206	8
0.2H	流速(cm/s)	4.3	4.4	11.9	6.4	2.5	9.5	5.7	3.7	1.2	3.3	9.7
	流向(°)	102	101	157	82	92	109	144	81	311	358	39
0.4H	流速(cm/s)	4.9	4.9	9.7	7.8	4.4	11.7	4.8	6.3	1.4	3.0	10.1
	流向(°)	63	98	146	112	89	118	126	81	187	74	45
0.6H	流速(cm/s)	7.0	7.0	8.8	9.2	5.3	10.2	4.4	7.0	0.7	7.9	9.3
	流向(°)	51	99	131	93	86	132	118	93	183	51	65
0.8H	流速(cm/s)	6.6	5.8	7.9	9.3	5.7	7.1	4.6	7.7	4.4	7.4	8.6
	流向(°)	48	106	112	108	75	118	93	115	97	52	83
底层	流速(cm/s)	4.8	5.7	5.9	7.1	4.3	5.5	4.6	7.9	5.9	3.3	7.6
	流向(°)	38	107	102	105	59	82	127	123	55	38	84
垂线 平均	流速(cm/s)	4.7	5.1	8.9	7.4	3.9	8.8	4.6	5.5	1.0	3.8	8.7
	流向(°)	62	102	143	104	85	115	129	98	101	49	53

表 2.5-4 (2/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向 (冬季中潮)

单位: 流速: cm/s、流向: °

站号 层次 要素		C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14
表层	流速(cm/s)	4.7	13.2	15.1	12.4	8.1	21.2	11.0	10.9	5.2	2.3	7.6
	流向(°)	136	79	151	141	100	111	125	117	158	100	78
0.2H	流速(cm/s)	10.0	12.3	16.0	15.9	11.7	25.4	10.5	16.7	4.0	11.5	14.1
	流向(°)	81	78	144	94	97	91	131	106	189	59	64
0.4H	流速(cm/s)	10.4	12.9	15.1	16.6	13.4	22.4	10.1	17.8	3.5	9.8	15.6
	流向(°)	69	81	133	96	106	93	129	112	172	27	71
0.6H	流速(cm/s)	12.0	10.0	14.5	17.0	14.6	20.7	8.8	17.1	4.1	14.5	13.5
	流向(°)	64	86	125	92	103	83	111	117	114	38	76
0.8H	流速(cm/s)	11.3	12.1	12.5	15.8	14.0	18.6	8.0	15.3	7.9	15.5	12.7
	流向(°)	47	73	120	88	95	71	112	121	98	32	66
底层	流速(cm/s)	6.9	9.6	9.9	11.4	12.4	14.2	5.6	11.4	6.0	10.2	11.8
	流向(°)	55	69	124	88	87	69	104	112	102	20	52
垂线 平均	流速(cm/s)	9.4	11.7	13.9	15.0	12.7	20.5	9.0	15.6	4.1	11.1	13.0
	流向(°)	67	78	133	96	99	87	121	114	131	38	68

表 2.5-4 (3/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向 (冬季小潮)

单位: 流速: cm/s、流向: °

站号 层次 要素	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14
表层	流速(cm/s)	8.6	18.7	11.7	13.0	18.2	14.9	16.1	10.6	3.6	4.1
	流向(°)	81	86	149	97	86	88	139	97	105	49
0.2H	流速(cm/s)	15.1	23.4	16.6	22.8	25.0	19.5	16.8	15.1	3.0	11.8
	流向(°)	83	84	123	88	97	90	135	93	126	47
0.4H	流速(cm/s)	16.6	24	18.8	23.8	26.4	19.4	18.0	17.5	1.6	13.8
	流向(°)	74	84	120	90	100	88	127	98	112	40
0.6H	流速(cm/s)	14.7	22.7	18.5	22.5	28.1	17.3	18.0	18.0	6.2	13.7
	流向(°)	58	80	116	87	99	82	130	99	88	35
0.8H	流速(cm/s)	14.6	19.8	17.1	19.9	26.2	17.8	16.9	16.2	7.8	13.2
	流向(°)	54	78	110	83	96	74	132	98	81	33
底层	流速(cm/s)	10.7	15.3	11.8	14.0	21.7	12.6	12.7	11.1	5.0	12.0
	流向(°)	49	69	110	76	88	66	121	97	69	32
垂线 平均	流速(cm/s)	13.8	21.3	16.3	20.4	25.1	17.4	16.8	15.5	4.4	12.1
	流向(°)	67	81	119	87	96	83	131	97	91	38

表 2.5-4 (4/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向(夏季大潮)

单位：流速：cm/s、流向：°

站号 层次 要素		C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14
表层	流速(cm/s)	5.6	36.4	14.1	55.9	28.6	51.1	16.5	3.0	4.0	3.9	39.7
	流向(°)	63	92	118	87	99	94	125	127	323	106	81
0.2H	流速(cm/s)	4.2	22.1	10.2	21.8	16.6	30.3	14.0	3.1	2.1	14.8	23.3
	流向(°)	93	95	106	90	92	87	116	135	90	28	88
0.4H	流速(cm/s)	9.9	15.4	11.2	15.9	10.3	19.6	8.3	4.5	1.7	13.1	20.5
	流向(°)	88	95	126	104	126	87	124	139	126	24	80
0.6H	流速(cm/s)	8.2	12.9	7.8	17.8	11	18.7	6.3	8.1	1.6	8.4	20.9
	流向(°)	65	88	121	79	114	70	138	132	77	33	66
0.8H	流速(cm/s)	6.3	11.9	5.7	16.4	9.0	16.2	6.1	7.8	2.9	5.8	19.7
	流向(°)	65	77	104	68	100	60	134	91	73	45	47
底层	流速(cm/s)	5.1	7.9	5.6	11.6	6.4	13.7	4.2	5.8	2.5	3.5	15.2
	流向(°)	58	74	80	61	86	56	127	86	10	30	42
垂线 平均	流速(cm/s)	6.6	16.7	8.7	20.7	12.6	22.8	8.9	5.2	1.5	8.8	21.5
	流向(°)	75	90	114	84	104	81	125	117	66	33	71

表 2.5-4 (5/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向 (夏季中潮)

单位: 流速: cm/s、流向: °

站号 层次 要素	C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14	
表层	流速(cm/s)	5.7	22.1	19.6	38.3	25.1	49.9	18.6	20.9	3.4	7.0	35.3
	流向(°)	86	96	123	87	105	79	132	87	275	187	82
0.2H	流速(cm/s)	1.5	15.2	17.6	15.7	19.5	30.5	18.1	14.4	3.7	5.1	27.5
	流向(°)	338	90	112	97	104	76	130	100	74	24	89
0.4H	流速(cm/s)	1.3	8.3	14.3	14	10.7	17.7	15.1	10.1	3.2	13.7	21.3
	流向(°)	352	97	109	94	102	88	133	100	82	13	79
0.6H	流速(cm/s)	2.2	7.6	10.6	15.8	8.8	15	8.8	10.6	3.8	9.7	20.9
	流向(°)	44	91	109	81	74	77	133	88	84	29	66
0.8H	流速(cm/s)	4.2	9.0	7.6	13.4	10.5	12.5	5.5	9.1	4.2	6.7	20.2
	流向(°)	62	71	91	58	55	53	125	87	102	48	38
底层	流速(cm/s)	2.7	6.7	7.7	8.8	10.2	8.5	3.9	7.4	4.1	5.3	15
	流向(°)	56	68	76	48	41	51	109	75	83	34	18
垂线 平均	流速(cm/s)	2.2	10.7	12.5	15.9	12.4	20.6	11.7	11.6	3.0	6.7	21.4
	流向(°)	49	88	108	82	88	75	131	92	85	28	69

表 2.5-4 (6/6) 厂址附近海域实测余流流速、流向 (夏季小潮)

单位: 流速: cm/s、流向: °

站号 层次 要素		C1	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11	C13	C14
表层	流速(cm/s)	5.5	30.8	10.0	34.5	25.6	43.7	13.0	5.1	5.0	4.7	36
	流向(°)	59	95	121	90	106	56	124	76	291	180	79
0.2H	流速(cm/s)	1.6	19.8	18.3	25.2	25.3	31.6	14.8	7.6	1.5	3.8	27.7
	流向(°)	282	95	125	94	106	83	135	102	269	57	82
0.4H	流速(cm/s)	1.4	10.3	17.8	18.1	15.7	26.1	15.9	7.2	1.3	12.4	22.1
	流向(°)	207	99	115	99	109	77	135	105	42	45	96
0.6H	流速(cm/s)	4.2	12.2	14.3	18.4	11.4	20.3	13.4	8.9	1.2	12.2	22.8
	流向(°)	81	97	112	82	111	66	128	119	87	44	71
0.8H	流速(cm/s)	4.8	11.8	8.9	14.9	12.3	16.1	9.2	10.5	3.9	8.5	19.2
	流向(°)	52	79	105	63	87	55	112	81	94	47	32
底层	流速(cm/s)	4.2	7.5	8.4	10.4	11.2	12.8	6.2	7.3	4.5	6.4	14.5
	流向(°)	58	71	112	51	66	54	104	58	74	45	16
垂线 平均	流速(cm/s)	2.3	14.5	13.5	19.3	16.3	24.0	12.4	7.6	1.0	7.7	21.4
	流向(°)	62	92	116	85	102	69	128	95	62	49	71

2.6 地形地貌

2.6 地形地貌

广东陆丰核电厂址半径 5km 范围内主要为平原地形、山地地形和水体。

厂址位于碣石半岛南端，厂区主要为丘陵剥蚀地貌，其次为平原地貌和海岸地貌。山体坡残积层较厚，石蛋地貌发育。山坡坡度一般为 $10^{\circ}\sim30^{\circ}$ ，局部大于 35° 。西田尾山北侧与肖厝墓山之间 NW~SE 向沟谷（内田尾）为平原地貌。山体靠海一侧受海潮冲蚀，岩岸较为陡峭，局部地段基岩裸露，海岸地貌发育，见有海蚀穴、海蚀崖、海蚀沟等。海岸沙滩主要分布于田尾山中部及东部海岸潮间带，沿海边分布有礁石。

丘陵（如田尾山、狮山头）高程数十米至 100 余米，呈西北~东南向排列。丘陵山地西南临海，在平缓处形成海湾。厂区东北及北侧普遍发育高度约 50m 以下的堆积或剥蚀台地。基岩出露区可见相互堆叠的石蛋地貌，岩石表面有海蚀龛、海蚀洞等海蚀痕迹。厂址丘陵山地东北多为堆积台地，高程 15m~40m 的地段主要为晚更新世风海积物；高程 15m 以下地段为全新世海滩，分布中细砂堆积物，局部地段分布有泻湖堆积。

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.2 非辐射环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底调查

3.1.2 辐射环境质量评价

表

表 3.1- 1 γ 辐射剂量率瞬时监测点位信息表

表 3.1- 2 土壤采样点位信息表

表 3.1- 3 非受纳水体采样点位信息表

表 3.1- 4 辐射本底调查项目表

表 3.1- 5 测量方法依据

表 3.1- 6 本项目设备一览表

表 3.1- 7 放化分析项目探测限值

表 3.1- 8 土壤中 γ 谱核素分析测量探测限

表 3.1- 9 淡水中 γ 谱核素分析测量探测限

表 3.1- 10 海水中 γ 谱核素分析测量探测限

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底调查

本次辐射本底调查时间为 2024 年 9 月至 2025 年 3 月。

3.1.1.1 调查方案

3.1.1.1.1 调查范围

γ 辐射剂量率、累积剂量率，调查范围为厂址半径 20km 范围；土壤中放射性调查范围为厂址半径 10km 范围；空气、地表水调查范围为厂址半径 20km 范围；海水、海洋沉积物，调查范围为取水口、排水口附近海域。

3.1.1.1.2 布点原则

本次调查采样布点与监测考虑以下原则：

- 近密远疏、均匀覆盖各方位；
- 结合厂址周围的环境特征综合考虑，在人口稀少且交通不便的山区（或岛屿）适当减少监测点位；
- 对可能的关键居民组、人口集中的居民区域、农牧渔业和养殖集中区、环境敏感区和主导风下风向适当针对性布点；
- 布点但不具备设点条件或要求调查的介质难以采集到的，在调查工作大纲及调查报告中进行说明；
- 尽可能选择未来被扰动和破坏可能性小的位置作为监测点位，以便监测点位长期使用；
- 地表 γ 辐射剂量率监测与累积剂量监测同点布设，土壤采样点一般应有地表 γ 辐射监测。

3.1.1.1.3 调查内容

（1）环境贯穿辐射

— 环境 γ 辐射剂量率

γ 辐射剂量率瞬时监测点位，在厂界外以 3、4 号反应堆为中心、16 个方位以半径为 2km、5km、10km、20km 的圆所形成的扇形区域内（岛屿）布点，在规划厂区

范围内布设 2~4 个点；对可能的关键居民组、人口集中区、环境敏感区适当增加针对性点位。

在厂址周围 20km 范围内，共布设 γ 辐射瞬时剂量率监测点位 24 个。

测量点位编号、点位名称、方位以及距离等信息见表 3.1-1。其中，5km 范围 γ 辐射剂量率监测点共布设 14 个，其中 4 个点位位于厂区范围；5~20km 范围监测点位共布设 10 个。

— 累积剂量

累积剂量监测点与陆地环境 γ 辐射剂量率监测点共点（不具备 TLD 布设条件的点位除外），累积剂量监测 1 次，累积监测时间不低于 2 个月。

— 仪器宇宙射线响应

对用于 γ 辐射剂量率监测的仪器进行宇宙射线响应测量，为满足测量湖库水深大于 3m，距岸距离大于 1km 的要求，选择厂址 NW 方位约 170km 处的万绿湖进行仪器宇宙射线响应测量。

(2) 土壤中放射性

— 监测项目

土壤样品监测项目包括 γ 谱核素分析和 ^{90}Sr 。

其中 γ 谱分析核素包括天然核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 和人工核素 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 以及可识别出特征峰的其它人工核素。

— 监测点位

在厂区外，3、4 号反应堆为中心，半径 10km 范围内，在 8 个方位的陆地上布点，每个方位 1~3 个点。本项目共布设土壤采样点位 8 个，采样点位信息见表 3.1-2。

— 监测频次

土壤采样监测频次为 1 次。

(3) 空气中放射性

— 监测项目

空气样品监测项目为气溶胶中 γ 谱核素分析，分析核素为 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 ^{7}Be 、 ^{131}I 和可识别出特征峰的其它人工核素。

空气样监测项目还有空气中 ^{3}H 、空气中 ^{14}C 。

— 监测点位

空气介质取样点布置于厂址 NNE 方向的可能关键居民点后埔村。

— 监测频次

空气中放射性监测频次为 1 次。

(4) 非受纳水体中放射性

— 监测项目

本项目非受纳水体监测介质有饮用水、地下水、地表水和地表水沉积物。

饮用水监测项目为 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr 、 ^3H 和总 α 、总 β ，地下水、地表水监测项目为 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr 和 ^3H 。地表水沉积物监测项目为 γ 谱核素分析和 ^{90}Sr 。

其中， γ 谱分析核素包括 ^{40}K 和人工核素 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ，以及高于探测限的其它人工核素；地表水沉积物 γ 谱分析核素包括天然核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 和人工核素 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ，以及可识别出特征峰的其它人工核素。

— 监测点位

饮用水监测点位共 1 个，布设在厂址可能的关键居民组后埔村；地下水监测点位共 2 个（后埔村和浅澳村）；地表水监测点位共 3 个点位，包括 2 个水库和 1 条河流，分别是东湖水库、响水水库和南溪河。

非受纳水体采样点位信息见表 3.1-3。

— 监测频次

非受纳水体样品采样频次为 1 次。

(5) 受纳水体中放射性

— 监测项目

陆丰核电厂为滨海厂址，受纳水体为海水。监测介质有海水和海洋沉积物。

海水监测项目为 γ 谱核素分析、 ^{90}Sr 和 ^3H ；海洋沉积物监测项目为 γ 谱核素分析和 ^{90}Sr 。

海水 γ 谱分析核素包括 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ，以及可识别出特征峰的其它人工核素；海洋沉积物 γ 谱分析核素包括天然核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 和人工核素 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ，以及可识别出特征峰的其它人工核素。

— 监测点位

厂址取水口附近海域设置 1 个点位，排水口附近海域设置 2 个点位，共 3 个海水采样点位；在厂址周围人员活动主要岸边选取 2 个点位采集岸边沉积物（潮间带）。潮下带采样点位与海水采样点位相同。

— 监测频次

海水样品采样监测频次为 1 次。

辐射本底调查项目见表 3.1-4。

3.1.1.4 调查方法

(1) 方法依据

本次调查选用的测量方法，均为国家标准方法或行业标准方法，测量方法见表 3.1-5。调查过程使用的设备见表 3.1-6。

(2) 结果计算

— 环境 γ 辐射剂量率

γ 辐射剂量率每隔 10s 记录一个数值，共记录 10 个数值，结果表示为： $\dot{D} \pm \sigma$ ，其中 \dot{D} 为测量结果平均值， σ 测量结果标准偏差，计算公式为：

$$\dot{D} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times \dot{D}_c \dots \quad (1)$$

式中：

\dot{D} —测点处环境辐射空气吸收剂量率值，nGy/h；

k_1 —仪器检定/校准因子；

k_2 —仪器检验源效率因子，如仪器无检验源，则该值取 1；

k_3 —建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1；

R_{γ} —现场测量时，仪器 10 次测量读数的平均值，nGy/h；

\dot{D}_c —测量点处仪器对宇宙射线的响应值，nGy/h。

测量标准偏差 σ 计算公式为：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \dots \quad (2)$$

式中：

\bar{d} —n 次测量的平均值。

— 累积剂量小时均值

环境累积剂量计算公式如下：

$$D = K \times \left(R_i \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_4} \times R_1 \frac{T_6 - T_5}{T_6 - T_4} \times R_2 \right) / (T_5 - T_2) \dots \dots \dots \quad (3)$$

式中：

K —刻度因子, nSv/nC;

R_i —TLD 样品组测量平均值, nC;

R_1 、 R_2 —第一组、第二组伴随测量平均值, nC;

T_2 、 T_5 —TLD 剂量片布放和回收日期，年-月-日-时；

T_1 、 T_3 —第一批伴随组装和测量日期，年-月-日-时；

T_5 、 T_6 —第二批伴随组装和测量日期，年-月-日-时。

环境累积剂量测量结果表示为 $D \pm \sigma$, 其中 D 为累积剂量测量结果, 单位 nGy/h, σ 为测量标准偏差, 单位 nGy/h。 (注: 单位转系数取 Gy/h=(Sv/h)/1.2)

— γ 谱核素分析

γ 谱核素分析活度浓度计算公式为：

$$A = \left(\frac{N_{ns}}{t_s} - \frac{N_{nb}}{t_b} \right) / (p \cdot \varepsilon \cdot f \cdot M) \dots \dots \dots \quad (4)$$

式中：

A —采样时刻样品中核素活度浓度, 单位为 Bq/kg-干 (土壤、沉积物)、Bq/L (水) 或 Bq/m³ (空气);

N_{ns} 、 N_{nb} —样品中、本底中监测核素全能峰净计数；

t_s 、 t_b —样品测量时间、本底测量时间，s；

p —核素特征峰分支比;

ε —核素特征峰探测效率;

f —修正因子，主要考虑衰减修正和自吸收修正；

M —测量样品量。土壤为干重, kg; 水样为体积, L; 气溶胶为体积, m^3 。

— ^{90}Sr

样品中⁹⁰Sr活度浓度计算公式为：

$$A = (n_s - n_b) \cdot J_0 / (60 \cdot \varepsilon \cdot M \cdot Y_Y \cdot e^{-\lambda t_d} \cdot J) \dots \dots \dots \quad (5)$$

式中：

A —样品中 ^{90}Sr 活度浓度;

n_s 、 n_b —分别为样品测量和本底测量时的 β 计数率, cpm;

t_d —锶钇分离中间时刻至测量进行一半的时间, s;

ε — ^{90}Sr 探测效率;

M—测量样品量, 土壤为干重, kg; 水样为体积, L;

J_0 、 J —分别刻度时和样品测量时探测器对检验源的计数率, cpm;

Y_Y — ^{90}Y 化学回收率。

— 总α、总β

本项目，总 α 、总 β 测量只涉及淡水样品，活度浓度计算公式为：

$$A_\alpha = (n_{s\alpha} - n_{b\alpha}) / (60 \cdot \varepsilon_\alpha \cdot R \cdot M) \dots \quad (6)$$

$$A_{\beta} = (n_{s\beta} - (n_{s\alpha} - n_{b\alpha}) \cdot F_{\alpha\beta} - n_{b\beta}) / (60 \cdot \varepsilon_{\beta} \cdot R \cdot M) \dots \dots \dots \quad (7)$$

式中：

A_α —水中总 α 活度浓度, Bq/L;

A_{β} —水中总 β 活度浓度, Bq/L;

n_{sa} 、 n_{ba} —分别为样品测量时和本底测量时的 α 通道计数率, cpm;

$n_{s\beta}$ 、 $n_{b\beta}$ —分别为样品测量时和本底测量时的 β 通道计数率, cpm;

$F_{\alpha\beta}$ —为 α 通道对 β 通道的窜道干扰;

ε_α 、 ε_β —为探测器对 α 射线和 β 射线的探测效率；

M —为样品量, L;

R—样品制备回收率。

— ${}^3\text{H}$

样品中³H活度浓度计算结果公式为：

$$A_0 = (1/60 \times E \times (V/1000)) \times (n_c - n_b) \dots \dots \dots \quad (8)$$

式中：

A_0 —样品中氚的活度浓度 Bq/L;

n_c 、 n_b —氚的样品、本底计数率, cpm;

ε —氚探测效率;

V—测量样品量, mL。

(3) 测量结果表示

测量结果表示为: $A \pm U, k = 2$, 其中 A 为活度浓度, U 为扩展不确定度, 对于测

量结果小于最小可探测活度浓度（MDC）的数值，测量结果表示为：<MDC。

(4) 探测限 (LLD)

当测量净计数 $N > LLD$ 时，表示样品中的放射性能被所采用的方法探测到；当测量净计数 $N < LLD$ 时，表示样品中的放射性不能被所采用的方法探测到。探测限计算公式为：

$$LLD = (K_\alpha + K_\beta) \sqrt{N_{b,s} + N_b} \dots \dots \dots \quad (9)$$

式中：

$N_{b,s}$ —本底加样品的总计数的观测值;

N_b —本底计数的观测值;

$K_\alpha = K_\beta = 1.645$, 即判断样品中存在放射性且放射性能被所采用的方法探测到的置信度均取 95%。

本次调查，依据式（9）进行探测限的计算，考虑样品量、探测效率、测量时间等因素后，将探测限转换为最小可探测活度浓度（MDC）。本次调查放化分析项目可达到的典型探测限数值见表 3.1-7， γ 谱核素分析项目可达到的典型探测限数值见表 3.1-8~表 3.1-10。

3.1.1.2 调查结果

3.1.1.2.1 厂址附近电离辐射源

厂址半径 30km 范围内无铀钍矿开采状况。

厂址半径 15km 范围内无因人为活动引起天然辐射照射增加的设施。

厂址半径 15km 范围内无同位素生产和非密封放射性同位素应用。

厂址半径 5km 范围内有陆丰核电 5、6 号机组施工时使用的 γ 射线（放射源）探伤机和 X 射线探伤机。除此之外，无其他放射源或射线装置使用。

3.1.1.2.2 环境贯穿辐射

本底调查所使用的高压电离室于2024年9月在满足仪器宇宙射线响应测量条件的广东万绿湖进行了测量，仪器宇宙射线响应测量结果为 37nGy/h ，本报告中的辐射剂量率瞬时测量值均已扣除了仪器的宇宙射线响应。

厂址区域辐射剂量率测量结果范围为(67~90)nGy/h, 平均值为 80 ± 10 nGy/h;

场外 20km 范围内第一次辐射剂量率瞬时测量结果范围为 (17~103) nGy/h, 平均值为 60 ± 20 nGy/h, 第二次测量结果范围为 (15~105) nGy/h, 平均值为 70 ± 21 nGy/h;

厂址周围 20km 范围内累积剂量小时均值（含宇宙射线响应贡献）测量结果范围为 (55~123) nGy/h, 平均值为 92 ± 16 nGy/h。

监测点位湖东镇因环境条件改变测量点位变动导致辐射剂量率变化较大。

参考中国环境天然放射性水平和该厂址已开展的辐射本底调查结果，本次贯穿辐射调查结果位于本底水平范围内，未见异常。

3.1.1.2.3 土壤中放射性

(1) 土壤中 γ 谱分析

本项目土壤中 γ 谱监测点位共 8 个，监测核素包括天然核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 和人工核素 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 等。

土壤中天然核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 监测结果均高于探测限， ^{238}U 测量结果范围为 (22~78) Bq/kg-干， ^{226}Ra 测量结果范围为 (17.1~73.3) Bq/kg-干， ^{232}Th 测量结果范围为 (21.9~144) Bq/kg-干， ^{40}K 测量结果范围为 (105~340) Bq/kg-干；人工核素 ^{137}Cs 检出率为 6/8，高于探测限的测量值结果范围为 (0.39~1.15) Bq/kg-干；其余人工核素 γ 谱分析结果均低于探测限。

参考中国环境天然放射性水平和该厂址已开展的辐射本底调查结果，本次土壤中 γ 能谱调查分析结果未见异常。

(2) 土壤中 ^{90}Sr

土壤中 ^{90}Sr 的测量点位与土壤中 γ 谱测量点位相同，共 8 个点位。可以看到土壤中 ^{90}Sr 检出率为 1/8，高于探测限的测量值为 0.24Bq/kg-干，位于正常本底范围内，未见异常。

3.1.1.2.4 空气中放射性

(1) 气溶胶 γ 谱分析

气溶胶采样点位共 1 个，布置于厂址 NNE 方向的项目可能关键居民点后埔村。气溶胶中 γ 谱测量结果除 ^7Be 外，其余核素均低于探测限，核素 ^7Be 测量结果为 5.63 ± 0.13 mBq/m³。测量结果未见异常。

(2) 空空气中 ^3H 、 ^{14}C

空气³H、¹⁴C采样点位与气溶胶采样点相同，均位于后埔村。空气中³H测量结果低于探测限($<0.45\text{Bq/L}$ ($<4.4\text{mBq/m}^3$))；空气中¹⁴C测量结果为 $47.1\pm3.8\text{mBq/m}^3$ ($0.21\pm0.02\text{Bq/g-碳}$)，测量结果为正常环境本底水平，未见异常。

3.1.1.2.5 非受纳水体中放射性

(1) 饮用水、地下水、地表水中放射性

— 水中 γ 谱测量结果

非受纳水体测量对象包括饮用水、地下水和地表水。饮用水监测点位共1个(后埔村)，地下水监测点位共2个(后埔村、浅澳村)，地表水监测点位共3个(东湖水库、南溪河、响水水库)。

除天然核素⁴⁰K外，人工核素测量结果均低于探测限，调查结果未见异常。

— 水体中⁹⁰Sr、³H、总 α 、总 β

非受纳水体中⁹⁰Sr、³H监测点位同 γ 能谱，饮用水监测点增加总 α 、总 β 测量。

从测量结果可知，水中⁹⁰Sr检出率为5/6，高于探测限值的测量值结果范围为(0.17~0.90)mBq/L，位于环境正常本底范围；水中³H监测结果均低于探测限；饮用水中总 α 、总 β 测量结果分别为0.014Bq/L和0.059Bq/L，活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)规定的放射性指标指导值(总 α : 0.5Bq/L，总 β : 1Bq/L)。

本次调查非受纳水体中放射性测量结果未见异常。

(2) 地表水沉积物中放射性

地表水沉积物监测点位同地表水，共3个点位(东湖水库、南溪河、响水水库)。 γ 谱分析结果除天然核素和¹³⁷Cs外，其余人工核素测量结果均低于探测限，¹³⁷Cs检出率为1/3，高于探测限的测量值为1.28Bq/kg-干，位于正常本底范围；沉积物中⁹⁰Sr测量检出率为1/3，高于探测限的测量值为0.147Bq/kg-干，在历史调查数据范围内。

3.1.1.2.6 受纳水体中放射性

(1) 海水中放射性

本次调查在取水口附近海域设置1个点位，排水口附近海域设置2个点位，共3个海水采样点位。

海水中 γ 谱分析结果除核素¹³⁷Cs外，其余人工放射性核素测量结果均低于探测限，

^{137}Cs 测量结果均高于探测限，测结果范围为 (2.08~2.98) mBq/L，测量结果未见异常。

海水中 ^{90}Sr 检出率为 1/3，高于探测限的测量值为 0.14mBq/L，处于正常本底水平；海水中 ^3H 测量结果均低于探测限，未见异常。

(2) 海洋沉积物中放射性

海洋沉积物及潮间带共设 5 个监测点位，2 个点位为潮间带，分别位于厂址西侧的浅澳海滩和厂址东侧的养殖区海滩。3 个点位样品为潮下带沉积物与海水同点位。

海洋沉积物中除 ^{137}Cs 外，其余人工核素 γ 谱分析结果均低于探测限， ^{137}Cs 检出率为 3/5，高于探测限的测量值结果范围为 (0.88~1.31) Bq/kg-干；海洋沉积物中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 监测结果范围分别是 (11~60) Bq/kg 干、(9.23~56.2) Bq/kg 干、(11.09~37.2) Bq/kg 干、(128~670) Bq/kg 干。测量结果位于本底范围，未见异常。

海洋沉积物中 ^{90}Sr 测量结果均低于探测限，未见异常。

3.1.1.3 质量保证

3.1.1.3.1 组织管理

本次辐射现状调查工作由苏州热工研究院有限公司下属环境检测中心负责具体实施，苏州热工研究院有限公司环境检测中心具有江苏质量技术监督局颁发的检验检测机构资质认定证书（证书标号 231012341115），证书认证范围涵盖了本次辐射环境质量现状调查的所有项目，参与本项目调查的工作人员全部按照质量保证体系的要求经过培训考核，并具有上岗证书。

3.1.1.3.2 样品采集和处理

(1) 土壤采集和预处理

土壤样品采样工具：小铁铲。

一般按照梅花形采样法进行，在 10m×10m 范围内布设 5 个采样点，分别取样再混合，子样的大小为 10cm×10cm，采样深度为 0-10cm，样品湿重约 2.5kg。地势不太平坦，样品分布不均匀的地带采用蛇形 5 点采样法。

采集湿样先除去石块及植物根茎叶，装入双层聚乙烯塑料袋中，并作好采样记录。

(2) 空气样品采集和预处理

— 气溶胶

采样仪器：HY-1000E 型大流量气溶胶采样器，现场共使用 2 台；滤纸：可灰化滤纸。采样地点，选择空气流通、地面平整的安装位置；装上滤膜，接通电源，检查采样器的电机，自动控制系统是否正常工作。现场采用恒流定时或不定时两种采样方法，流量采样前后变化不超过 5%。滤纸使用前做透光检查，寻找因针孔、颗粒物、缺陷或严重折皱等引起的漏光现象。完好无损的滤膜才可作为采样滤膜。

采样结束后把滤膜按采样先后次序，从下向上依次相叠放进特制的圆柱形塑料样品盒里。加盖并用胶粘纸封好，以免转运中滤膜倒出。

清除采样器内外表面尘埃，放上塑料薄膜或厚纸张，上好滤膜夹板。锁上顶盖和面板，然后罩上塑料套放在室内待下次使用。

— 空气 ^{3}H 、 ^{14}C 采样

采样设备，空气 ^{3}H ：除湿机、温湿度计；空气 ^{14}C ：HAGUE7000 型空气 ^{14}C 取样器；空气 ^{131}I ：HI-Q 1001BRL 空气碘取样器。

空气 ^{3}H ，采样器放置高度距离地面（或屋顶台面）1m~1.5m 高处。采用除湿机采集空气中的氚化水，采集水量大于 100mL，采样期间记录温湿度。采集到的样品转移至备用的玻璃瓶内，并贴上标签，记录采样信息。

空气 ^{14}C ，采样设备一般选择在建筑物外距离地面 1m 以上的高度进行，采样点要选择在周围没有树木、没有建筑物影响的开阔地，或没有高大建筑物影响的建筑物平台上。

采样量需高于探测限测量要求。样品采集后，置于捕集瓶中密封保存。贴好标签，注明样品信息。样品捕集瓶盖实密封好，防止运输过程中洒漏。

（3）水样采集和预处理

饮用水采集自来水水管末端，采集前，先打开阀门使管端自来水排尽后采样。样品容器为 25L 聚乙烯塑料桶，使用前先用待采水样清洗 2 次以上后，再将水样按采样量采集于清洗后的样品容器中，采样容器装满后必须加盖，并张贴完整标识。

地下水主要采集村庄中的井水，水样通过电动泵抽出，水样盛装容器同饮用水。

地表水采集对象为水库水、河水，采集时尽量避开那些没有代表性的区域（如汇入支流的泾渭处、死水区或回水区），对于需乘船采样的，不能在被螺旋桨或摇橹引起的旋涡处采样。在沿海河口地段采样时，要考虑潮汐的影响。水样封装、标识要求同饮用水。

乘船到指定区域，采用聚乙烯水桶直接采集海水样品。取样后在样品中加入适量盐酸或硝酸，使水样酸化至 pH<2。监测³H 的水样不加酸。

水样采样量和预处理方法为：每个点位水样共采集大于 100.5L（含平行样的点位加倍采集），其中 20L 用于总 α、总 β 分析、40L 用于⁹⁰Sr 分析、40L 用于 γ 谱核素分析、0.5L 用于³H 分析。用于总 α、总 β、⁹⁰Sr 和 γ 谱核素分析的样品用聚乙烯桶封装并用硝酸酸化至 pH=1~2，用于³H 分析的水样封装于玻璃瓶中且不酸化。

样品采样好后现场做好标识，挂上标牌，以备运输。同时按照采样记录要求，填写完整样品相关信息。

（4）沉积物采集和预处理

潮下带沉积物在海水采样点采集，使用专用的抓斗式底泥采样器采集，潮间带采用采样铲（勺）直接采样。采集后沉积物封装于双层自封袋内。

3.1.1.3.3 分析与测量

实验室分析质量控制主要通过平行样的方式开展放化分析项目的质量控制。本次调查平行样分析数占总样品总数的 29%，超过 10%的平行样品测量要求。

3.1.1.3.4 原始数据记录

实验室编制的原始记录文件(包括采样记录表，分析测量记录表等)，规定了现场调查和实验室样品分析的记录格式，记录文件涵盖本次调查的所有项目。

项目开展过程中，检测人员严格按照分析测量程序规定，按照各原始记录表格的要求，真实、准确、完整地记录采样、分析测量过程中的相关信息。

现场监测不少于 2 人同时在场，一人监测、一人校核。

3.1.2 辐射环境质量评价

3.1.2.1 环境贯穿辐射

（1）γ 辐射剂量率

本次调查，厂址区域辐射剂量率测量结果范围为（67~90）nGy/h，平均值为 80 ± 10 nGy/h；场外 20km 范围内第一次辐射剂量率瞬时测量结果范围为（17~103）nGy/h，平均值为 60 ± 20 nGy/h，第二次测量结果范围为（15~105）nGy/h，平均值为 70 ± 21 nGy/h。调查结果表明，γ 辐射剂量率测量结果在天然本底涨落范围内。

（2）累积剂量

TLD 累积剂量率小时均值测量结果范围为（55~123）nGy/h，平均值为 92 ± 16 nGy/h，测量结果未见异常。

3.1.2.2 土壤中放射性

（1）土壤中 γ 谱分析

本次调查结果表明土壤中天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 活度浓度处于本底涨落范围内；人工核素 γ 谱分析结果未见异常，其中 ^{137}Cs 检出率为 6/8，高于探测限的结果范围为（0.35~1.15）Bq/kg-干，其余人工核素 γ 谱分析结果均低于探测限。

（2）土壤中 ^{90}Sr

土壤中 ^{90}Sr 检出率为 1/8，高于探测限的测量值为 0.24Bq/kg-干，处于正常本底范围内，未见异常。

3.1.2.3 空气中放射性

（1）气溶胶 γ 谱分析

本次调查气溶胶中未检出高于方法探测限的人工核素，气溶胶中 ^{7}Be 测量结果为 5.63 ± 0.13 mBq/m³，处于正常本底范围。

（2）空气中 ^{3}H 、 ^{14}C

空气中 ^{3}H 测量结果低于探测限。

空气中 ^{14}C 测量结果为 47.1 ± 3.8 mBq/m³（ 0.21 ± 0.02 Bq/g-碳），测量结果为正常环境本底水平，未见异常。

3.1.2.4 非受纳水体中放射性

（1）非受纳水体中放射性

本次调查结果表明，非受纳水体中天然放射性核素 ^{40}K 处于所在地本底涨落范围内，人工放射性核素 ^{137}Cs 等 γ 谱分析结果均低于探测限。

非受纳水体中 ^{90}Sr 检出率为 5/6，高于探测限的测量结果范围为（0.17~0.90）mBq/L，位于环境正常本底范围；水中 ^{3}H 监测结果均低于探测限；饮用水中总 α 、总 β 测量结果分别为 0.014Bq/L 和 0.059Bq/L，活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）规定的放射性指标指导值。

（2）地表水沉积物中放射性

调查结果表明，地表水沉积物中天然核素处于环境本底涨落范围内，其中¹³⁷Cs检出率为1/3，高于探测限的测量结果为1.28Bq/kg-干，其余人工核素γ谱分析结果均低于探测限。

地表水沉积物中⁹⁰Sr检出率为1/3，高于探测限值的测量值为0.147Bq/kg-干，处于环境正常本底范围。

3.1.2.5 受纳水体中放射性

（1）海水中放射性

本次调查结果表明，海水中¹³⁷Cs检出率为3/3，测量结果范围为(2.08~2.98)mBq/L，其余人工放射性核素监测结果均低于探测限。监测结果未见异常。

海水中⁹⁰Sr检出率为1/3，高于探测限值的测量值为0.14mBq/L，处于正常本底水平；海水中³H测量结果均低于探测限，未见异常。

（2）海洋沉积物中放射性

本次调查海洋沉积物中除天然核素和¹³⁷Cs外，其余人工核素监测结果均低于方法探测限。天然核素²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K调查结果处于正常本底涨落范围内；人工核素¹³⁷Cs检出率为3/5，高于探测的测量结果范围为(0.88~1.31) Bq/kg-干，调查结果未见异常。

海洋沉积物中⁹⁰Sr测量结果均低于探测限，调查结果未见异常。

表 3.1-1 γ 辐射剂量率瞬时监测点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	上林村南	N	1.9	γ 、TLD
2	后埔村	NNE	1.8	γ 、TLD
3	碣石公路	NE	1.7	γ 、TLD
4	田尾山西	NW	1.9	γ 、TLD
5	浅澳东南	NNW	1.9	γ 、TLD
6	西坡林村	N	2.8	γ 、TLD
7	内洋农场	NNE	3.7	γ 、TLD
8	林厝村	NNE	3.2	γ 、TLD
9	风电产业园	NE	2.3	γ
10	红坡村	NNW	2.8	γ 、TLD
11	灶背村	N	6.9	γ 、TLD
12	宋厝寮村	NNE	7.7	γ 、TLD
13	南溪林场	NE	7.6	γ 、TLD
14	西澳农场	NNW	9.3	γ 、TLD
15	东竹村	N	15.8	γ 、TLD
16	上池村	NNE	16.3	γ 、TLD
17	南田村	NE	13.0	γ 、TLD
18	湖东镇	ENE	15.5	γ 、TLD
19	金厢镇	NW	18.2	γ 、TLD
20	十二岗	NNW	12.2	γ 、TLD
21	核电厂区 1	—	—	γ
22	核电厂区 2	—	—	γ
23	核电厂区 3	—	—	γ
24	核电厂区 4	—	—	γ

表 3.1-2 土壤采样点位信息表

编号	点位名称	方位	距离 (km)	采样频次	监测项目
1	田尾山西	NW	1.9	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
2	浅澳东南	NW	1.9	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
3	后埔村	NE	1.8	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
4	林厝村	NE	3.2	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
5	内洋林场	N	3.7	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
6	灶背村	N	6.9	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
7	南溪林场	NE	7.6	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr
8	宋厝寮村	NE	7.7	1 次/年	γ 谱、 ^{90}Sr

表 3.1-3 非受纳水体采样点位信息表

样品类别	采样点位	距离, km	方位	点位描述
饮用水	后埔村	2.0	NNE	关键居民组
地下水	后埔村	2.0	NNE	关键居民组
	浅澳村	2.3	NNW	最近的居民点
地表水	东湖水库	9.9	NE	10km 范围内最近的湖泊
	南溪河	6.6	NNE	碣石镇农业灌溉用水水源
	响水水库	11	NNW	流域内面积最大的水库
地表水沉积物	监测点位同地表水，共布置 3 个点位			

表 3.1-4 辐射本底调查项目表

监测对象		监测项目	监测频次	监测点位	点位数
环境贯穿辐射	地表	γ 辐射剂量率	2 次	厂区外半径 20km 范围内	24
		累积剂量	1 次	同“地表 γ 辐射剂量率”	19
土壤	表层土	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr	1 次	厂区外半径 10km 范围内	8
空气	空气	气溶胶 γ 谱核素分析、 ³ H、 ¹⁴ C	1 次	后埔村	1
非受纳水体	地表水	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr、 ³ H	1 次	东湖水库、南溪河、响水水库	3
	地下水	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr、 ³ H	1 次	后埔村、浅澳村	2
	饮用水	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr、 ³ H、总 α、总 β	1 次	后埔村	1
	地表沉积物	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr	1 次	同“地表水”取样点	3
受纳水体	海水	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr、 ³ H	1 次	取水口附近海域 S3、排水口附近海水 S1、S2	3
	海洋沉积物	γ 谱核素分析、 ⁹⁰ Sr	1 次	同“海水”取样点、J1、J2 潮间带	5

表 3.1-5 测量方法依据

序号	监测项目	方法依据
1	γ 辐射剂量率	HJ 1157-2021 环境 γ 辐射剂量率测量技术规范
2	累积剂量	GB/T 10264-2014 个人和环境监测用热释光剂量测量系统
3	土壤、沉积物中 γ 谱核素分析	GB/T 16145-2022 环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法
4	生物中 γ 谱核素分析	GB/T 16145-2022 环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法
5	水中 γ 谱核素分析	GB/T 16145-2022 环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法
6	气溶胶中 γ 谱核素分析	HJ 1149-2020 环境空气 气溶胶中 γ 放射性核素的测定 滤膜压片/ γ 能谱法
7	土壤、沉积物中 ^{90}Sr	EJ/T 1035-2011 土壤中锶-90 分析方法
8	水中 ^{90}Sr	HJ 815-2016 水和生物样品灰中锶-90 的放射化学分析方法
9	水中总 α	HJ 898-2017 水质 总 α 放射性的测定 厚源法
10	水中总 β	HJ 899-2017 水质 总 β 放射性的测定 厚源法
11	水中 ^3H	HJ 1126-2020 水中氚的分析方法

表 3.1-6 本项目设备一览表

名称	型号	编号	主要用途
大气采样器	HY-1000	HJ-108	气溶胶采样
孔口流量计	HY-2300 ⁺	HJ-131	大气采样器校准
空气碳-14 取样器	RAC-14	HJ211	空气碳取样
抓斗底泥采样器	KH0201	HJ-68	底泥采样
深水采样器	TN2	HJ-67	水质采样
元素分析仪	Vario-MACRO-cube	HJ-128	放化制样
电子天平	EMB500-1	HJ-66	放化制样
电子天平	XS204	HJ-33	放化制样
电子天平	XS204	HJ-34	放化制样
电子天平	XS105DU	HJ-35	放化制样
便携式电导率仪	STARTEA 300C	HJ-171	放化制样
PH 计	FE20K	HJ-38	放化制样
PH 计	FE28	HJ-167	放化制样
便携式 PH 计	ST300	HJ-173	放化制样
移液器	(0.5-5) mL	—	放化制样
移液器	(1-10) mL	—	放化制样
移液器	(5-50) μ L	—	放化制样
移液器	(100-1000) μ L	—	放化制样
马弗炉	LT40/11/P330	HJ-109	放化制样
灰化炉	AAF11/18	HJ-48	放化制样
烘箱	UFE500	HJ-50	放化制样
烘箱	UFE500	HJ-51	放化制样
烘箱	UFE500	HJ-52	放化制样
高压电离室	RS131-110-ER	HJ-32	γ 辐射剂量率测量
P 型高纯锗 γ 谱仪	GEM50P4-83	HJ-26	γ 能谱分析
N 型高纯锗 γ 谱仪	GMX50P4-83	HJ-124	γ 能谱分析
低本底液体闪烁谱仪	LB7	HJ-29	3H 测量
低本底 α 、 β 测量仪	MPC9604	HJ-30	总 α 、 总 β 、 ^{90}Sr 测量
热释光测量系统	Harshaw 5500	HJ-27	环境累积剂量测量

表 3.1-7 放化分析项目探测限值

项目	介质	样品量	测量时间, min	本底, cpm	探测效率	回收率	MDC
总 α	水	2.0L	1000	0.10	3.5%	96%	0.012Bq/L
总 β	水	2.0L	1000	0.80	37%	96%	0.003Bq/L
⁹⁰ Sr*	水	40L	1000	0.80	43%	80%	0.19mBq/L
	土壤、沉积物	50g 干	1000	0.80	43%	80%	0.15Bq/kg
³ H	水、空气	100ml	1000	3.5	20%	-	0.23Bq/L
¹⁴ C	水	20L	1000	2.5	60%	90%	3.6mBq/L
	空气	3.5m ³	1000	2.5	60%	90%	2.1mBq/m ³

注：表中 ⁹⁰Sr 样品探测限计算时，⁹⁰Y 衰减因子取 0.85。

表 3.1-8 土壤中 γ 谱核素分析测量探测限

仪器型号		GMX50P4-83		测量时间		80000 s
样品尺寸		$\Phi 75*70\text{mm}$		分析样品量		0.33kg 干样
核素名称	特征峰 keV	分支比 %	探测效率 %	本底计数	探测限 Bq/kg	
^{238}U	63.29	3.665	2.415	4232	13	
^{232}Th	238.63	43.6	2.640	2546	0.78	
^{226}Ra	351.93	35.6	1.978	2282	1.2	
^{40}K	1460.82	10.66	0.722	1158	7.9	
^{134}Cs	604.72	97.62	1.310	654	0.36	
^{137}Cs	661.66	85.1	1.300	565	0.39	
^{58}Co	810.76	99.45	1.066	483	0.38	
^{54}Mn	834.85	99.976	1.045	502	0.39	
^{60}Co	1332.49	99.826	0.745	246	0.39	

表 3.1-9 淡水中 γ 谱核素分析测量探测限

仪器型号		GEM50P4-83		测量时间		80000 s
样品尺寸		1L 马林杯		分析样品量		40 L
核素名称	特征峰 keV	分支比 %	探测效率 %	本底计数	探测限 mBq/L	
^{134}Cs	604.72	97.62	2.326	518	1.5	
^{106}Ru	621.93	9.93	2.284	460	14	
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	657.76	95.3	2.199	417	1.5	
^{137}Cs	661.66	85.1	2.059	463	1.8	
^{58}Co	810.76	99.45	1.868	360	1.5	
^{54}Mn	834.85	99.976	1.82	389	1.6	
^{60}Co	1332.49	99.826	1.061	219	2.1	

表 3.1-10 海水中 γ 谱核素分析测量探测限

仪器型号		GEM50P4-83		测量时间		80000 s
样品尺寸		$\Phi 75*35\text{mm}$		分析样品量		40 L
核素名称	特征峰 keV	分支比 %	探测效率 %	本底计数	探测限 mBq/L	
^{134}Cs	604.72	97.62	1.912	518	1.8	
^{106}Ru	621.93	9.93	1.878	460	17	
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	657.76	95.3	1.81	417	1.8	
^{137}Cs	661.66	85.1	1.804	463	2.1	
^{58}Co	810.76	99.45	1.59	360	1.8	
^{54}Mn	834.85	99.976	1.561	389	1.9	
^{60}Co	1332.49	99.826	1.188	219	1.9	

3.2 非辐射环境质量现状

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.3 受纳海域环境质量现状调查与评价

3.2.4 电磁环境质量现状调查与评价

表

表 3.2-1 环境空气监测方法、仪器和检出限

表 3.2-2 环境空气质量监测结果

表 3.2-3 噪声检测结果

表 3.2-4 秋季海水水质监测结果

表 3.2-5 冬季海水水质监测结果

表 3.2-6 春季海水水质监测结果

表 3.2-7 夏季海水水质监测结果

表 3.2-8 秋季水质评价结果

表 3.2-9 冬季水质评价结果

表 3.2-10 春季水质评价结果

表 3.2-11 夏季水质评价结果

表 3.2-12 厂址半径 15km 范围内海洋沉积物质量调查及评价结果

表 3.2-13 厂址附近海域各物种质量调查结果

表 3.2-14 厂址附近海域生物体中残留物单因子评价结果

表 3.2-15 电磁环境检测及评价结果

3.2 非辐射环境质量现状

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

苏州热工研究院有限公司协同具有环境空气质量监测 CMA 资质的深圳市惠利权环境检测有限公司（CMA 证书号：202319122787）2025 年 2 月 25 日至 3 月 4 日在陆丰核电厂址现场进行了采样。采样期间天气以晴和多云为主，温度：13.0~28.1℃；湿度：56~71%RH；大气压：100.3~102.6kPa；风向：东北/南；风速：1.5~2.8 m/s，符合采样相关技术规范要求的环境条件。

本节根据该次监测成果报告编写。

3.2.1.1 大气环境基本污染物环境质量现状

依据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，厂址所在的汕尾市 2024 年 SO₂ 年平均质量浓度为 7μg/m³，NO₂ 年平均质量浓度为 10μg/m³，PM_{2.5} 年平均质量浓度为 17.7μg/m³，PM₁₀ 年平均质量浓度为 26.5μg/m³，CO 第 95 百分位数浓度值为 0.8μg/m³，O₃ 日最大 8 小时均值第 90 百分位数浓度值为 135μg/m³，均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，说明当地的环境空气质量现状良好。

厂址半径 5km 范围内空气污染源主要是建筑施工扬尘、汽车尾气、餐饮油烟等。

3.2.1.2 大气环境特征污染物调查方案

3.2.1.2.1 监测因子及频次

监测项目包括 TSP、SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃、TVOC，同时在后埔村和厂址南侧增加监测甲苯、二甲苯和非甲烷总烃，同步观测气温、气压、风向、风速及相对湿度等。

TSP、SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 各点位连续监测 7 天，每日采样时间不低于 20 小时，每小时采样时间不低于 45min；O₃ 日最大 8 小时平均值为滑动取样；CO 每小时记录 1 次数据，连续记录 7×24h，每小时记录不低于 4 个数据。SO₂、NO₂、CO 给出日均值和时均值，TSP、PM₁₀、PM_{2.5} 仅给日均值；O₃ 给出时均值和日最大 8 小时平均值；时均值至少包括 2、8、14、20 时的监测数据。

TVOC 各点位连续监测 7 天，每天监测 1 次，采样时间 09:00-17:00，每次采样时间 8 小时。甲苯、二甲苯和非甲烷总烃各点位连续监测 2 天，每天监测 4 次，采样时间 09:00、

11:00、14:00、16:00，每次采样时间1小时。

3.2.1.2.2 监测方法和仪器

采样方法按照《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）的要求进行，采样仪器为智能综合大气采样器，表3.2-1给出了环境空气质量监测方法、仪器和检出限。

3.2.1.2.3 监测点位

结合监测时风向，在产业园、浅澳村、后埔村、厂址南侧等4处设置监测点位。

3.2.1.2.4 监测结果及评价

表 3.2-2 给出了各点位环境质量现状监测结果，表中还给出了监测结果占相应标准质量浓度限值的百分比情况。

根据监测结果，各监测点的 SO₂、NO₂、CO 的小时平均浓度值和 24 小时平均浓度值，O₃ 的小时平均浓度值，TSP、PM₁₀、PM_{2.5} 的 24 小时平均浓度值，O₃ 日最大 8 小时平均浓度值符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准要求。TVOC 的 8 小时平均浓度值、甲苯和二甲苯小时平均浓度值均符合《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 的限值要求。非甲烷总烃小时平均浓度值符合《大气污染物综合排放标准详解》中非甲烷总烃 1 小时平均浓度限值。

3.2.1.2.5 质量保证

空气环境质量监测由深圳市惠利权环境检测有限公司承担。该公司具备计量认证资质证书（证书编号 202319122787），资质认证包括环境空气监测多项检测资质，覆盖本项目空气质量所需的 TSP、SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃、TVOC、甲苯、二甲苯和非甲烷总烃等项目。

该公司遵照质量管理体系文件进行全程质量控制，监测人员通过岗前培训，均持证上岗，切实掌握样品采集、分析流程与注意事项。公司在多年的监测工作中逐步形成了一套切实可行的质量管理体系和机制，包括监测设备控制、采样、样品保存、运输和交接、检测、分析评价以及结果质量控制全过程质量保障机制，使得监测评价工作的每一个环节都有章可循、有据可依。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

苏州热工研究院有限公司环境检测中心于 2025 年 2 月 26 日~28 日对广东陆丰核

电 3、4 号机组厂址及周边区域声环境质量现状进行检测。本节内容根据该次检测成果报告编写。

调查时的气象条件（地面风向、风速）：监测时天气晴，温度 13~22℃，湿度 55~70%RH，风速 0.5~3.7m/s，符合多功能声级计（AWA6228）的设备使用环境要求。

3.2.2.1 噪声源调查

厂址半径 5km 范围内的噪声污染源主要是工业生产噪声、生活噪声和交通噪声。

- 工业生产噪声主要是汕尾临港产业园内企业生产噪声。
- 生活噪声主要是居民点的社会生活噪声。
- 交通噪声主要是进厂道路和应急道路行驶车辆交通噪声。

3.2.2.2 监测因子及频次

声环境监测因子为等效连续 A 声级。

监测两天，昼夜各监测一次。

3.2.2.3 监测方法

测量时在无雨雪、无雷电，风速小于 5m/s 下进行。

距离任何反射物（地面除外）至少 3.5m 外测量，距离地面高度 1.2m 以上；在噪声敏感建筑物外，距墙壁或窗户 1m 处，距地面高度 1.2m 以上；厂界外 1m、高度 1.2m 以上、距任一反射面距离不小于 1m。

选择昼间（6:00~22:00）和夜间（22:00~6:00）两个时段进行噪声监测，采用 10min/20min 的等效声级，夜间有频发、偶发噪声影响时同时测量最大声级。

现场使用 1 个多功能声级计，型号 AWA6228+，有效期为 2024-04-08 至 2025-04-07。

3.2.2.4 监测点位

按照《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011，监测时 GB 12523-2025 未发布）的要求进行点位布设。

（1）施工厂界周围现状监测

在厂址北侧、厂址西北侧、厂址西侧、厂址西南侧、厂址南侧、厂址东侧、厂址东北侧等厂界外1m处进行噪声监测，测量20min的等效声级 L_{eq} ，监测两天，昼夜各监测一次。

（2）进厂道路、应急道路现状监测

设置进场道路、应急道路等共计2个监测点位，监测点位位于道路边界2m~5m左右，测量20min的等效声级 L_{eq} ，监测两天，昼夜各监测一次。

（3）环境保护目标现状监测

在前堆小学、灶背小学、上南小学、红坡村、浅澳小学、上林小学、办公区、后埔小学、新丰卫生站、新安职业技术学校等10处布设监测点位，测量10min的等效声级 L_{eq} ，监测两天，昼夜各监测一次。

3.2.2.5 监测结果及评价

监测结果见表3.2-3。

厂址厂界四周2月26日建筑施工厂界昼间噪声值为(54~63)dB(A)，夜间噪声值为(47~52)dB(A)；2月27日建筑施工厂界昼间噪声值为(53~59)dB(A)，夜间噪声值为(47~50)dB(A)。两次的噪声检测结果均满足《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)中70dB(A)(昼间)、55dB(A)(夜间)标准限值。昼间噪声最大占标准限值90.00%，夜间噪声最大占标准限值94.55%。

核电厂内办公区2月26日和2月27日昼间噪声值为(54~55)dB(A)，夜间噪声值为(45~46)dB(A)。两次的噪声检测结果满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类60dB(A)(昼间)、50dB(A)(夜间)标准限值。昼间噪声最大占标准限值91.67%，夜间噪声最大占标准限值92.00%。

核电厂进场道路和应急道路两侧外30m范围内2月26日和2月27日昼间噪声值为(61~67)dB(A)，夜间噪声值为(51~54)dB(A)。两次的噪声检测结果满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中4a类70dB(A)(昼间)、55dB(A)(夜间)标准限值。昼间噪声最大占标准限值95.71%，夜间噪声最大占标准限值98.18%。

厂址周边声环境保护目标2月26日功能区昼间噪声值为(46~54)dB(A)，夜间噪声值为(38~44)dB(A)；2月27日功能区昼间噪声值为(45~54)dB(A)，夜间噪声值为(40~44)dB(A)。两次的噪声检测结果满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)

中1类55dB(A)（昼间）、45dB(A)（夜间）标准限值。昼间噪声最大占标准限值98.18%，夜间噪声最大占标准限值97.78%。

3.2.2.6 质量保证

本项目噪声监测由苏州热工研究院有限公司环境检测中心承担，环境检测中心具备计量认证资质证书（证书编号 231012341115），资质认证范围覆盖本项目区域功能区噪声监测全部内容。

本项目监测人员全部具备环境监测资质且通过环境检测中心内部专业技能考核合格后授权上岗。负责监测过程内部质量监督的人员由环境检测中心授权任命或经公司质保部门培训，负责报告审核的人员具备高级工程师资格且取得环境监测上岗资格。

现场监测过程全程三人参加，一名检测人员负责按照作业指导书要求开展仪器操作并负责报数，另一名检测人员负责监督操作，第三名检测人员负责按要求做好记录。依据苏州热工研究院有限公司环境检测中心《期间核查程序（RG/CX13-2019）》，为确保检测仪器设备始终处于合格有效的状态，在设备两次检定/校准之间进行了仪器设备的期间核查，确保设备正常运行。另外，监测单位从量值溯源、数据记录控制、数据处理质量控制、安全控制等方面进行质量管理。

3.2.3 受纳海域环境质量现状调查与评价

国家海洋环境监测中心承担了广东陆丰核电邻近海域水质环境、水生生态与渔业资源调查工作，本节引用该调查报告《广东陆丰核电工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查（2023）报告》的相关内容对受纳海域现状环境质量进行评价。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），受纳海域环境质量现状调查包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态（含生物生态、生物资源、生物质量），其中海洋生态中的生物生态和生物资源已反映在本报告书的 2.3 节，本节对本工程受纳海域的海水水质、海洋沉积物以及海洋生物质量进行反映和评价。

国家海洋环境监测中心于 2023 年 11 月 21~25 日（秋季）、2024 年 1 月 14~19 日（冬季）、2024 年 4 月 12~16 日（春季）和 2024 年 7 月 8~12 日、8 月 21~22 日（夏季）开展了厂址附近海域的海水水质调查，海洋沉积物调查在秋季开展，与海水水质同步调查，海洋生物体质量调查时间在秋季和春季。

3.2.3.1 海水水质现状及评价

厂址 15km 范围内的入海排污口多为城镇雨洪排口、规模以下水产养殖排污口、城镇生活污水散排口。涉及的废水排污许可共有 2 个，分别为陆丰市碣石铭豪污水处理有限公司、陆丰市碣石镇生猪定点屠宰场有限公司，排放口均位于碣石港内。

国家海洋环境监测中心于 2023~2024 年开展了 4 个季度陆丰核电厂邻近海域海水水质调查，调查项目有：pH、水温、盐度、悬浮物、COD、BOD₅、DO、硫化物、石油类、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、无机氮、氨氮、活性磷酸盐、活性硅酸盐、余氯、挥发酚、重金属（Hg、Cu、Pb、Cr、Zn、Cd、As、Ni、Se）、B 等。位于厂址半径 15km 范围内的调查点位共有 15 个，根据《海洋监测规范 第 3 部分：样品采集、贮存与运输》（GB17378.3-2007）的要求，分层采样。

根据《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421 号），调查点位 15、17 执行二类海水水质标准（水温执行三类标准）；点位 1、5、6 执行三类海水水质标准；其他点位均执行一类海水水质标准。

厂址半径 15km 范围内 2023-2024 年秋、冬、春、夏四个季度海水水质监测结果见表 3.2-4~表 3.2-7。表 3.2-8~表 3.2-11 给出了各项水质与 GB3097-1997 相应水质因子标准限值的比值。

依据近岸海域环境功能区划对应的水质标准，厂址半径 15km 范围内各季水质情况如下：

- 秋季海水水质调查结果中，除了个别点位的溶解氧、铜、铅超标外，其他各项水质监测因子满足其所执行的海水水质标准。
- 冬季和春季除个别点位铅超标外，其他各项水质监测因子满足其所执行的海水水质标准。
- 夏季部分点位的溶解氧（DO）、五日生化需氧量（BOD₅）、无机氮超标，其他各项水质监测因子满足其所执行的海水水质标准。

监测因子超标原因可能是调查海域距离碣石镇碣石港及泻湖较近，碣石港及泻湖水质较差，涨落潮时海水进行水体交换，进而影响附近海水水质。

对于粪大肠菌群，其与生物生态和生物资源同步进行调查，调查结果表明：秋季

核电海域水质粪大肠菌群调查结果均为未检出（检出限为 20 MPN/L）；冬季、春季、夏季核电海域水质粪大肠菌群调查结果仅在个别站位检出，其余站位的表层水及底层水均为未检出（检出限为 20MPN/L）。核电海域海水中粪大肠菌群个数远低于第一类水质标准值 2000 个/L。

3.2.3.2 海洋沉积物质量现状及评价

国家海洋环境监测中心于 2023 年 11 月 21~25 日（秋季）开展了陆丰核电邻近海域海洋沉积物调查，调查项目有：有机碳、硫化物、油类、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞）。位于厂址半径 15km 范围内的调查点位共有 9 个。

厂址半径 15km 范围内海洋沉积物质量监测结果见表 3.2-12。采用《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中第一类沉积物质量标准进行评价，表 3.2-12 也给出了各项因子占 GB 18668-2002 相应因子标准限值的百分比。

调查结果表明，厂址半径 15km 范围内海洋沉积物质量均满足第一类的海洋沉积物质量标准。

3.2.3.3 海洋生物质量现状及评价

国家海洋环境监测中心于 2023 年 11 月 21~25 日（秋季）、2024 年 4 月 12~16 日（春季）开展了陆丰核电邻近海域海洋生物质量调查，调查项目有：潮间带和近海海域海洋生物体内石油烃、重金属（Hg、Cu、Pb、Cr、Cd、Zn、As）、B 等，共计 8 项。位于厂址半径 15km 范围内的调查点位秋季有 4 个，春季有 5 个。厂址半径 15km 范围内海洋生物质量监测结果见表 3.2-13。

双壳贝类（翡翠贻贝、斧蛤），采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类海洋生物质量标准进行评价；鱼类、甲壳类和其他软体动物（非双壳贝类）采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中给出的参考值进行评价。按照上述评价标准或参考值，表 3.2-14 给出了评价结果。

秋季海洋生物质量通过与评价标准或参考值相比，鱼类石油烃含量、甲壳类砷含量超过了《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）给出的参考值；双壳贝类生物体内铬、砷、镉、总汞超 GB18421-2001 一类标准，但符合二类标准，其他生物残留因子均符合一类标准。

春季海洋生物质量通过与评价标准相比，除软体类砷含量超过了 HJ1409-2025 给出的参考值，其他生物残留因子均满足 HJ1409-2025 给出的参考值。双壳贝类生物体内铬、铅、石油烃超过 GB18421-2001 中的一类标准，但符合二类标准，其他生物残留因子均符合一类标准。

综上所述，厂址周边海域中生物体质量调查，鱼类、甲壳类和软体动物生物残毒检验结果大部分符合相应标准或参考值，少量不符合标准或参考值的原因主要为海上作业频繁、人类活动以及周边工业用海区的影响。

3.2.3.4 质量保证

厂址邻近海域水质环境、水生生态与渔业资源调查工作由国家海洋环境监测中心开展调查，其中海水水质测项 COD、BOD₅、DO、营养盐、硫化物、挥发酚委托协作单位广东宇南检测技术有限公司进行检测及分析。

国家海洋环境监测中心具有国家认证认可监督管理委员会颁发的《检验检测机构资质认定证书》，证书编号为：230012050925。国家海洋环境监测中心依据 GB/T19001-2016/ ISO9001:2015 的质量管理体系的标准，按照《检验检测机构资质认定能力评价 检验检测机构通用要求》（RB/T214-2017）的要求，修订了国家海洋环境监测中心的管理体系文件。检测工作均按照质量体系文件、实施方案以及实施方案中规定的国家最新颁布的规范、规程和标准实行严格的质量控制。国家海洋环境监测中心针对本项目设立专门的项目管理机构，调查工作的样品采集、贮存与运输严格按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)进行，对样品采集、贮存与运输、分析方法进行全面的质量控制。实验室环境严格按照《海洋调查规范 第 1 部分：总则》（GB/T 12763.1-2007）相关规定执行，在样品测试分析过程中，为保证检测结果的准确性和可靠性，对可能影响检测工作质量的环境因素和设施进行有效的监控。

广东宇南检测技术有限公司取得广东省市场监督管理局颁发的计量认证资质（CMA），认证领域包括：海水水质、海洋沉积物、海洋生态、水生生态、生物质量、水和废水、空气和废气、土壤、噪声、环境毒理、生物多样性观测等十大类 2000 多个认证项目。广东宇南检测技术有限公司对于样品采集、保存、运输、测试、数据处理及上报等全过程进行控制。

3.2.4 电磁环境质量现状调查与评价

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 2025 年 2 月 25 日开展了厂区现场监测电磁环境质量现状调查，本节内容来自该次成果。

目前，厂址区域的电磁环境现状如下：

- (1) 厂址区域内无雷达、中/微波基站。
- (2) 厂址区域内在运的电磁辐射源主要是 220kV 庆核变电站及配套的地下线缆和架空线路，另有在建的 500kV 开关站及配套线路。
- (3) 厂址区域外附近村庄主要是 10kV 公用台变和输电线路。

3.2.4.1 监测因子及点位

监测因子为工频电场、工频磁场。

厂址四周、500kV 开关站、220kV 变电站、1~6 号主变、浅澳村、上林村、红坡村、后埔村等共计 18 处设置监测点位。

3.2.4.2 监测方法

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

- (1) 监测点应选在地势平坦、远离树木且没有其他电力线路、通信线路及广播线路的空地上。
- (2) 监测仪器的探头应架设在地面（或立足平面）上方 1.5m 高度处。也可根据需要在其他高度监测，并在监测报告中注明。
- (3) 监测工频电场时，监测人员与监测仪器探头的距离至少 2.5m。监测仪器探头与固定物的距离应不小于 1m。
- (4) 监测工频磁场时，监测探头可以用一个电介质手柄支撑，并可由监测人员手持。采用一维探头监测工频磁场时，应调整探头使其位置在监测最大值方向。
- (5) 测量读数：在输变电工程正常运行时间内进行监测，每个监测点连续测 5 次，每次监测时间不小于 15 秒，并读取稳定状态的最大值。若仪器读数起伏较大时，应适当延长监测时间。求出每个监测位置的 5 次读数的算术平均值作为监测结果。

监测使用设备为电磁辐射分析仪，仪器型号为 NBM550/EHP50D，设备有效期 2024-09-23 至 2025-09-22。监测时天气晴，温度 17~18℃，湿度 60~65%RH，符合电磁辐射分析仪（NBM550）的设备使用环境要求。

3.2.4.3 监测结果及评价

表 3.2-15 给出了电磁环境质量检测及评价结果。由监测结果可知，广东陆丰核电 3、4 号机组厂址区域及周围所有检测点位工频电场范围为 (0.160~581.7) V/m，工频磁场范围为 (0.0004~0.0977) μ T，监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中电场强度 4000V/m、磁感应强度 100 μ T 的公众曝露控制限值要求，电场强度最大占标准限值 14.54%，磁感应强度最大占标准限值 0.10%。

3.2.4.4 质量保证

本项目电磁辐射监测由苏州热工研究院有限公司环境检测中心承担，环境检测中心具备计量认证资质证书（证书编号 231012341115），资质认证范围覆盖本项目电磁辐射监测全部内容。

本项目监测人员全部具备环境监测资质且通过环境检测中心内部专业技能考核合格后授权上岗。负责监测过程内部质量监督的人员由环境检测中心授权任命或经公司质保部门培训，负责报告审核的人员具备高级工程师资格且取得环境监测上岗资格。

现场监测过程全程三人参加，一名检测人员负责按照作业指导书要求开展仪器操作并负责报数，另一名检测人员负责监督操作，第三名检测人员负责按要求做好记录。

依据苏州热工研究院有限公司环境检测中心《期间核查程序 (RG/CX13-2019)》，为确保检测仪器设备始终处于合格有效的状态，在设备两次检定/校准之间进行了仪器设备的期间核查，确保设备正常运行。另外，监测单位从量值溯源、数据记录控制、数据处理质量控制、安全控制等方面进行质量管理。

表 3.2-1 环境空气监测方法、仪器和检出限

检测项目	分析仪器型号	检测方法	检出限
二氧化硫	紫外可见分光光度计 UV-7504	《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》HJ 482-2009 及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 31 号)	时均值: 0.007 mg/m ³
			日均值: 0.004 mg/m ³
二氧化氮		《环境空气 氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》HJ 479-2009 及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 31 号)	时均值: 0.005 mg/m ³
			日均值: 0.003 mg/m ³
一氧化碳	便携式红外线气体分析器 GXH-3011A	《空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法》GB 9801-88	0.3 mg/m ³
总悬浮颗粒物	电子天平 AUW120D	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》HJ 1263-2022	7 μg/m ³
PM ₁₀		《环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定 重量法》HJ 618-2011 及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 31 号)	0.010 mg/m ³
PM _{2.5}			0.010 mg/m ³
臭氧	紫外可见分光光度计 UV-7504	《环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法》HJ 504-2009 及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 31 号)	10 μg/m ³
TVOC	气相色谱质谱仪 GCMS-QP2010SE	《环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法》HJ 644-2013	1.0 μg/m ³
甲苯			0.4 μg/m ³
二甲苯			0.6 μg/m ³
非甲烷总烃	气相色谱仪 GC-2014C	《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》HJ 604-2017	0.07 mg/m ³

表 3.2-2 (1/4) 环境空气质量监测结果

(产业园)

监测项目	结果类型	检测结果 (mg/m ³)	标准限值 (mg/m ³)	占标准限值比
SO ₂	小时平均浓度值	<0.007~0.011	0.500	2.20%
NO ₂	小时平均浓度值	<0.005~0.017	0.200	8.50%
CO	小时平均浓度值	2.1~2.9	10	29.00%
SO ₂	24 小时平均浓度值	0.005~0.009	0.150	6.00%
NO ₂	24 小时平均浓度值	<0.003~0.003	0.080	3.75%
CO	24 小时平均浓度值	2.4	4	60.00%
TSP	24 小时平均浓度值	0.073~0.094	0.300	31.33%
PM ₁₀	24 小时平均浓度值	0.027~0.043	0.150	28.67%
PM _{2.5}	24 小时平均浓度值	0.024~0.034	0.075	45.33%
O ₃	小时平均浓度值	0.048~0.132	0.200	66.00%
O ₃	日最大 8 小时平均浓度值	0.083~0.098	0.160	61.25%
TVOC	8 小时平均浓度值	18.2~47.4 μ g/m ³	600 μ g/m ³	7.90%

表 3.2-2 (2/4) 环境空气质量监测结果

(浅澳村)

监测项目	结果类型	检测结果 (mg/m ³)	标准限值 (mg/m ³)	占标准限值比
SO ₂	小时平均浓度值	<0.007~0.011	0.500	2.20%
NO ₂	小时平均浓度值	<0.005~0.020	0.200	10.00%
CO	小时平均浓度值	1.3~2.4	10	24.00%
SO ₂	24 小时平均浓度值	0.005~0.008	0.150	5.33%
NO ₂	24 小时平均浓度值	<0.003~0.003	0.080	3.75%
CO	24 小时平均浓度值	1.9~2.0	4	50.00%
TSP	24 小时平均浓度值	0.050~0.088	0.300	29.33%
PM ₁₀	24 小时平均浓度值	0.020~0.042	0.150	28.00%
PM _{2.5}	24 小时平均浓度值	0.016~0.033	0.075	44.00%
O ₃	小时平均浓度值	0.041~0.133	0.200	66.50%
O ₃	日最大 8 小时平均浓度值	0.079~0.100	0.160	62.50%
TVOC	8 小时平均浓度值	10.7~51.3 μ g/m ³	600 μ g/m ³	8.55%

表 3.2-2 (3/4) 环境空气质量监测结果

(后埔村)

监测项目	结果类型	检测结果 (mg/m ³)	标准限值 (mg/m ³)	占标准限 值比
SO ₂	小时平均浓度值	<0.007~0.011	0.500	2.20%
NO ₂	小时平均浓度值	<0.005~0.020	0.200	10.00%
CO	小时平均浓度值	1.5~2.9	10	29.00%
SO ₂	24 小时平均浓度 值	0.005~0.007	0.150	4.67%
NO ₂	24 小时平均浓度值	<0.003~0.003	0.080	3.75%
CO	24 小时平均浓度值	2.1~2.3	4	57.50%
TSP	24 小时平均浓度值	0.056~0.094	0.300	31.33%
PM ₁₀	24 小时平均浓度值	0.019~0.043	0.150	28.67%
PM _{2.5}	24 小时平均浓度值	0.011~0.027	0.075	36.00%
O ₃	小时平均浓度值	0.043~0.132	0.200	66.00%
O ₃	日最大 8 小时平均 浓度值	0.093~0.102	0.160	63.75%
TVOC	8 小时平均浓度值	15.8~86.2 μ g/m ³	600 μ g/m ³	14.37%
甲苯	小时平均浓度值	0.6~4.3 μ g/m ³	200 μ g/m ³	2.15%
二甲苯	小时平均浓度值	6.8~29.5 μ g/m ³	200 μ g/m ³	14.75%
非甲烷总 烃	小时平均浓度值	0.63~1.02	2.0	51.00%

表 3.2-2 (4/4) 环境空气质量监测结果

(厂址南侧)

监测项目	结果类型	检测结果(mg/m^3)	标准限值(mg/m^3)	占标准限值比
SO ₂	小时平均浓度值	<0.007~0.010	0.500	2.00%
NO ₂	小时平均浓度值	<0.007~0.010	0.200	5.00%
CO	小时平均浓度值	0.7~1.9	10	19.00%
SO ₂	24 小时平均浓度值	0.005~0.007	0.150	4.67%
NO ₂	24 小时平均浓度值	<0.003~0.003	0.080	3.75%
CO	24 小时平均浓度值	1.4~1.7	4	42.50%
TSP	24 小时平均浓度值	0.039~0.097	0.300	32.33%
PM ₁₀	24 小时平均浓度值	0.015~0.035	0.150	23.33%
PM _{2.5}	24 小时平均浓度值	0.013~0.032	0.075	42.67%
O ₃	小时平均浓度值	0.039~0.132	0.200	66.00%
O ₃	日最大 8 小时平均浓度值	0.083~0.096	0.160	60.00%
TVOC	8 小时平均浓度值	4.1~45.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7.52%
甲苯	小时平均浓度值	2.2~5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.65%
二甲苯	小时平均浓度值	6.7~87.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43.60%
非甲烷总烃	小时平均浓度值	0.54~0.84	2.0	42.00%

**表 3.2-3 (1/4) 噪声检测结果
厂址区域建筑施工场界 (2月 26 日 ~ 27 日)**

检测点序号	检测点位置	昼间噪声值		夜间噪声值	
		检测值(dB(A))	占标准限值比	检测值(dB(A))	占标准限值比
1	厂址北侧	63	90.00%	52	94.55%
2	厂址西北侧	60	85.71%	47	85.45%
3	厂址西侧	54	77.14%	48	87.27%
4	厂址西南侧	55	78.57%	50	90.91%
5	厂址南侧	56	80.00%	52	94.55%
6	厂址东侧	54	77.14%	50	90.91%
7	厂址东北侧	54	77.14%	49	89.09%

**表 3.2-3 (2/4) 噪声检测结果
厂址周围功能区环境(2月 26 日 ~ 27 日)**

检测点序号	检测点位置	昼间噪声值		夜间噪声值	
		检测值(dB(A))	占标准限值比	检测值(dB(A))	占标准限值比
1	前堆小学	53	96.36%	43	95.56%
2	灶背小学	54	98.18%	43	95.56%
3	上南小学	49	89.09%	41	91.11%
4	红坡村	49	89.09%	40	88.89%
5	浅澳小学	54	98.18%	44	97.78%
6	上林小学	53	96.36%	44	97.78%
7	应急道路	67	95.71%	53	96.36%
8	办公区	54	90.00%	45	90.00%
9	进场道路	64	91.43%	54	98.18%
10	后埔小学	48	87.27%	41	91.11%
11	新丰卫生站	52	94.55%	43	95.56%
12	新安职业技术学校	46	83.64%	38	84.44%

表 3.2-3 (3/4) 噪声检测结果
厂址区域建筑施工场界 (2月 27 日~28 日)

检测点序号	检测点位置	昼间噪声值		夜间噪声值	
		检测值(dB(A))	占标准限值比	检测值(dB(A))	占标准限值比
1	厂址北侧	55	78.57%	50	90.91%
2	厂址西北侧	59	84.29%	50	90.91%
3	厂址西侧	54	77.14%	49	89.09%
4	厂址西南侧	53	75.71%	47	85.45%
5	厂址南侧	56	80.00%	48	87.27%
6	厂址东侧	55	78.57%	49	89.09%
7	厂址东北侧	55	78.57%	46	83.64%

表 3.2-3 (4/4) 噪声检测结果
厂址周围功能区环境 (2月 27 日~28 日)

检测点序号	检测点位置	昼间噪声值		夜间噪声值	
		检测值(dB(A))	占标准限值比	检测值(dB(A))	占标准限值比
1	前堆小学	54	98.18%	44	97.78%
2	灶背小学	48	87.27%	42	93.33%
3	上南小学	47	85.45%	41	91.11%
4	红坡村	49	89.09%	42	93.33%
5	浅澳小学	52	94.55%	43	95.56%
6	上林小学	54	98.18%	44	97.78%
7	应急道路	61	87.14%	51	92.73%
8	办公区	55	91.67%	46	92.00%
9	进场道路	63	90.00%	54	98.18%
10	后埔小学	49	89.09%	43	95.56%
11	新丰卫生站	52	94.55%	44	97.78%
12	新安职业技术学校	45	81.82%	40	88.89%

表 3.2-4 (1/2) 秋季海水水质监测结果

盐度: ‰; pH 无单位; 水深: m; 温度: °C; 其他: mg/L

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解 氧	化学 需氧 量	五日生 化需氧 量	氨氮	硝酸盐 氮	亚硝酸盐氮	无机氮	活性磷 酸盐	硅酸 盐	执行 标准
1	表	20.1	8.19	22.2	0.03	32	7.66	0.42	0.4	0.005L	0.005	0.0009L	0.00795	0.006	0.973	三类
1	底	—	8.2	21	0.03	32.1	6.05	0.34	0.5	0.008	0.007	0.007	0.022	0.003	0.882	三类
2	表	17	8.19	22.3	0.02	32.2	5.4	0.74	0.4	0.005L	0.003L	0.0009L	0.00445	0.002	0.889	一类
2	底	—	8.2	21.8	0.02	32.2	6.32	0.78	0.6	0.005L	0.005	0.004	0.0115	0.002	0.817	一类
3	表	27.2	8.15	22.4	0.02	32.6	6.28	0.65	0.8	0.018	0.178	0.003	0.199	0.015	0.688	一类
3	中	—	8.19	22.6	0.02	32.6	5.77	0.57	0.7	0.029	0.083	0.005	0.117	0.013	0.61	一类
3	底	—	8.2	22.2	0.02	32.5	7.62	0.33	0.4	0.006	0.008	0.002	0.016	0.003	0.61	一类
4	表	12.2	8.21	21.5	0.03	32.4	6.75	0.57	0.6	0.005L	0.009	0.0009L	0.01195	0.002	0.895	一类
4	底	—	8.22	20	0.02	30.9	5.43	0.72	0.9	0.006	0.013	0.0009L	0.01945	0.004	0.746	一类
5	表	13.6	8.2	20.7	0.03	32.2	6.9	0.57	0.5	0.005	0.011	0.011	0.027	0.004	0.908	三类
5	底	—	8.21	21.6	0.02	32.1	6.88	0.65	0.7	0.007	0.012	0.007	0.026	0.004	0.837	三类
6	表	14.5	8.2	22	0.03	31.8	7.09	0.57	0.5	0.005L	0.022	0.012	0.0365	0.001L	0.895	三类
6	底	—	8.2	21	0.03	32.1	6.3	0.43	0.5	0.005L	0.01	0.003	0.0155	0.004	0.817	三类
7	表	17.2	8.19	22.2	0.03	32.2	6.16	0.18	0.5	0.008	0.01	0.011	0.029	0.004	0.817	一类
7	底	—	8.2	21.2	0.03	32.2	6.33	0.25	0.5	0.015	0.006	0.0009L	0.02145	0.005	0.973	一类
8	表	22.2	8.19	22.2	0.03	32.2	6.96	0.74	0.6	0.005L	0.004	0.003	0.0095	0.002	0.766	一类
8	底	—	8.18	21.2	0.02	32.3	6.99	0.58	0.5	0.007	0.029	0.0009L	0.03645	0.005	0.824	一类
9	表	9.5	8.2	22.6	0.03	32.3	7.76	0.87	0.5	0.005L	0.019	0.017	0.0385	0.005	0.766	一类
9	底	—	8.3	22.4	0.03	32.2	7.81	0.93	0.8	0.005L	0.012	0.012	0.0265	0.005	0.746	一类
10	表	20	8.19	22.3	0.03	32.2	7.15	0.7	0.8	0.005L	0.029	0.0009L	0.03195	0.001L	0.895	一类
10	底	—	8.2	21	0.03	32.1	5.82	0.73	0.7	0.005L	0.015	0.018	0.0355	0.003	0.915	一类
15	表	14.7	8.19	22.3	0.02	32.1	7.49	0.74	0.9	0.005L	0.003L	0.0009L	0.00445	0.003	0.83	二类
15	底	—	8.2	21.2	0.02	32.1	5.86	0.72	0.7	0.033	0.008	0.006	0.047	0.003	0.889	二类

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解 氧	化学 需氧 量	五日生 化需氧 量	氨氮	硝酸盐 氮	亚硝酸盐氮	无机氮	活性磷 酸盐	硅酸 盐	执行 标准
16	表	17.2	8.19	22.5	0.02	32.3	7.09	0.82	0.7	0.005L	0.03	0.0009L	0.03295	0.002	0.882	一类
16	底	—	8.18	21.4	0.02	32.2	7.29	0.5	0.6	0.005L	0.018	0.015	0.0355	0.004	0.856	一类
17	表	24.6	8.21	22.5	0.02	32.3	6.05	0.6	0.8	0.005L	0.02	0.01	0.0325	0.004	0.733	二类
17	底	—	8.2	22.2	0.02	32.4	6.52	0.57	0.6	0.005L	0.02	0.011	0.0335	0.006	0.707	二类
18	表	24.2	8.2	22.4	0.03	32.5	5.46	0.58	0.6	0.005L	0.013	0.004	0.0195	0.004	0.649	一类
18	底	—	8.21	22.2	0.03	32.5	6.25	0.54	0.7	0.005L	0.027	0.004	0.0335	0.005	0.72	一类
21	表	13	8.24	22.1	0.02	31.9	6.63	0.86	0.8	0.01	0.014	0.015	0.039	0.006	0.759	一类
21	底	—	8.3	22	0.02	31.9	7.52	0.77	0.5	0.012	0.011	0.0009L	0.02345	0.005	0.766	一类
最小值	表	9.5	8.15	20.7	0.02	31.8	5.4	0.18	0.4	0.005	0.004	0.003	0.00445	0.002	0.649	/
最大值		27.2	8.24	22.6	0.03	32.6	7.76	0.87	0.9	0.018	0.178	0.017	0.199	0.015	0.908	/
平均值		17.81	8.20	22.1	0.03	32.2	6.72	0.64	0.6	0.01	0.028	0.01	0.03495	0.005	0.823	/
最小值	底	/	8.18	20	0.02	30.9	5.43	0.25	0.4	0.006	0.005	0.002	0.0115	0.002	0.61	/
最大值		/	8.3	22.4	0.03	32.5	7.81	0.93	0.9	0.033	0.029	0.018	0.047	0.006	0.973	/
平均值		/	8.21	21.5	0.02	32.1	6.60	0.59	0.6	0.012	0.013	0.008	0.02689	0.004	0.807	/
总平均 值	/	/	8.20	21.8	0.03	32.2	6.63	0.61	0.6	0.005	0.021	0.006	0.03369	0.004	0.808	/
一类标 准	/	/	7.8~8.5	人为造成 的海水温升不 超过当时当 地 4°C	/	/	> 6	2	1	/	/	/	0.2	0.015	/	/
二类标 准	/	/	7.8~8.5		/	/	> 5	3	3	/	/	/	0.3	0.03	/	/
三类标 准	/	/	6.8~8.8	人为造成 的海水温升夏 季不超过当 时当地 1°C, 其它季节不 超过 2°C	/	/	> 4	4	4	/	/	/	0.4	0.03	/	/

表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表 3.2-4 (2/2) 秋季海水水质监测结果

悬浮物: mg/L; 总汞: ng/L; 其他单位: μg/L

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
1	表	3.1	1.1L	2.4	3.50L	11.1	0.8	5.98	5.43	1.5	0.03L	0.89	1386	0.23L	0.20L	三类
1	底	2.2	1.1L	12.6	-	10.5	0.77	4.07	4.61	1.57	0.03L	0.95	1385	0.25	0.20L	三类
2	表	3.3	1.1L	4.8	4.03	10	0.79	3.02	3.38	1.92	0.05	0.49	1712	0.47	0.20L	一类
2	底	2.8	1.1L	6.2	-	13.4	0.74	2.38	3.66	2	0.03L	0.94	1802	0.87	0.20L	一类
3	表	2.1	1.1L	2	3.50L	14.8	0.79	3.69	9.73	1.81	0.03L	1.36	2132	0.25	0.20L	一类
3	中	2.4	1.1L	2.2	-	22.5	1.04	7.93	8.54	1.77	0.03L	1.12	2064	0.32	0.20L	一类
3	底	1.2	1.1L	3.2	-	7.28	0.64	2.19	13.2	1.12	0.03L	1.8	2243	1.05	0.20L	一类
4	表	1.8	1.1L	3.6	3.50L	7.78	0.76	2.82	1.82	1.68	0.07	0.9	1320	0.23L	0.20L	一类
4	底	1.6	1.1L	3.8	-	11.1	0.67	2.31	3.21	1.48	0.03L	0.64	1343	0.61	0.20L	一类
5	表	2.6	1.1L	2.2	4.08	11.9	0.68	2.09	3.74	1.65	0.03L	0.88	1360	0.36	0.20L	三类
5	底	1	1.1L	3.6	-	10.3	0.86	5.05	2.31	1.62	0.03L	1.03	1366	0.23L	0.20L	三类
6	表	1.2	1.1L	2.2	4.03	8.93	0.97	2.76	6.2	1.99	0.03L	1.13	1628	0.61	0.20L	三类
6	底	1.4	1.1L	8.2	-	6.63	0.74	1.95	3.66	1.84	0.03L	0.79	1544	0.54	0.20L	三类
7	表	2.7	1.1L	3.8	3.50L	10.9	0.82	5.75	2.67	1.37	0.03L	0.56	1312	0.51	0.20L	一类
7	底	2.1	1.1L	4.2	-	10.4	0.63	5.85	2.26	1.34	0.03L	0.57	1313	0.23L	0.20L	一类
8	表	2.6	1.1L	5	5.33	11.6	2	3.58	6.83	1.8	0.03L	1.17	1695	0.47	0.20L	一类
8	底	2	1.1L	5.4	-	8.16	0.9	5.39	1.69	1.86	0.03L	0.71	1683	0.54	0.20L	一类
9	表	0.8	1.1L	5.4	3.50L	10.6	0.79	1.96	4.09	1.3	0.05	1.15	1201	0.38	0.20L	一类
9	底	1.2	1.1L	5.8	3.50L	9.86	0.86	1.28	4.18	1.44	0.03L	0.21	1288	0.51	0.20L	一类
10	表	1.4	1.1L	3.2	3.50L	13.1	0.66	4.78	5.94	1.79	0.04	0.58	1712	0.61	0.20L	一类
10	底	1.1	1.1L	3.4	-	6.93	0.87	8.92	3.78	1.88	0.03L	0.63	1769	0.32	0.20L	一类
15	表	1.7	1.1L	7.4	3.50L	8.25	0.92	2.04	6.32	1.91	0.03L	1.4	1899	0.76	0.20L	二类
15	底	1.4	1.1L	8.2	-	9.31	0.95	6.26	6.24	1.87	0.04	0.8	1888	1.98	0.20L	二类
16	表	1.4	1.1L	4.6	4.09	8.06	0.82	2.39	5.86	1.88	0.04	0.88	1860	0.54	0.20L	一类
16	底	1.6	1.1L	10	-	12.8	0.55	3.11	5.2	1.89	0.03L	0.65	1685	0.51	0.20L	一类

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
17	表	0.9	1.1L	2.2	3.8	10.5	0.65	2.05	4.59	1.66	0.03L	0.94	1737	0.58	0.20L	二类
17	底	1.2	1.1L	6.6	-	9.5	0.9	2.06	12.7	1.67	0.09	0.85	1758	0.61	0.20L	二类
18	表	2.2	1.1L	2.4	3.50L	8.03	1.09	1.84	4.21	1.51	0.03L	1	1961	1.66	0.20L	一类
18	底	1.3	1.1L	3.6	-	10.7	0.88	2.39	6.81	1.57	0.04	1.37	1947	0.87	0.20L	一类
21	表	1.5	1.1L	3	3.50L	22.7	0.76	2.21	4.4	1.69	0.03L	0.36	1325	0.29	0.20L	一类
21	底	1.8	1.1L	3.4	-	10.6	0.69	1.37	5.34	1	0.03L	0.94	1352	0.24	0.20L	一类
最小值	表	0.8	1.1L	2	3.8	7.78	0.65	1.84	1.82	1.3	0.04	0.36	1201	0.25	0.20L	/
最大值	表	3.3	1.1L	7.4	5.33	22.7	2	5.98	9.73	1.99	0.07	1.4	2132	1.66	0.20L	/
平均值	表	2.0	1.1L	3.6	4.23	11.22	0.89	3.13	5.01	1.70	0.05	0.91	1616	0.58	0.20L	/
最小值	底	1	1.1L	3.2	/	6.63	0.55	1.28	1.69	1	0.04	0.21	1288	0.24	0.20L	/
最大值	底	2.8	1.1L	12.6	/	13.4	0.95	8.92	13.2	2	0.09	1.8	2243	1.98	0.20L	/
平均值	底	1.6	1.1L	5.9	/	9.83	0.78	3.64	5.26	1.61	0.01	0.86	1624	0.59	0.20L	/
总平均值	/	1.8	1.1L	4.7	4.23	10.91	0.84	3.53	5.25	1.66	0.03	0.89	1635	0.57	0.20L	/
一类标准	/	20	5	人为增加的量≤10	50	0.05	50	5	20	20	1	1	/	5	10	/
二类标准	/	50	5		50	0.2	100	10	50	30	5	5	/	10	20	/
三类标准	/	100	10	人为增加的量≤100	300	0.2	200	50	100	50	10	10	/	20	20	/

表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表3.2-5(1/2) 冬季海水水质监测结果

盐度: ‰; pH无单位; 水深: m; 温度: °C; 其他单位: mg/L

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需 氧量	五日生 化需氧 量	氨氮	硝酸盐 氮	亚硝酸 盐氮	无机氮	活性磷 酸盐	硅酸 盐	执行 标准
1	表	9.8	8.077	18.1	0	33.5	8.7	0.73	0.7	0.006	0.005	0.0009 L	0.01145	0.003	0.903	三类
2	表	17.2	8.085	17.9	0	33.8	8.51	0.64	0.5	0.012	0.022	0.007	0.041	0.009	0.809	一类
2	底	—	8.082	17.8	0.02	33.6	7.86	0.65	0.6	0.006	0.025	0.008	0.039	0.005	0.85	一类
3	表	21.2	8.165	18.8	0.04	34.1	7.8	0.32	0.5	0.008	0.109	0.017	0.134	0.011	0.897	一类
3	底	—	8.161	18.7	0.01	34.1	9.53	0.55	0.5	0.005L	0.046	0.011	0.0595	0.006	0.696	一类
4	表	9.3	8.075	18.4	0	33.5	8.51	0.84	0.7	0.005L	0.023	0.006	0.0315	0.003	0.796	一类
5	表	13.5	8.007	18.1	0	33.7	8.6	0.46	0.5	0.013	0.02	0.001	0.034	0.005	0.868	三类
5	底	—	8.078	18	0	33.6	7.93	0.48	0.5	0.016	0.02	0.003	0.039	0.007	0.827	三类
6	表	12	8.084	18	0	33.5	8.16	0.23	0.4	0.005L	0.022	0.001	0.0255	0.006	0.755	三类
6	底	—	8.08	18	0	33.5	8.87	0.37	0.4	0.005L	0.019	0.0009 L	0.02195	0.006	0.838	三类
7	表	15.2	8.103	17.9	0	33.9	9.13	0.5	0.5	0.019	0.034	0.004	0.057	0.01	0.59	一类
7	底	—	8.095	17.8	0	34	8.23	0.56	0.5	0.005L	0.018	0.007	0.0275	0.004	0.678	一类
8	表	17	8.095	17.9	0	33.7	7.92	0.41	0.4	0.005L	0.015	0.003	0.0205	0.015	0.779	一类
8	底	—	8.085	17.8	0	33.8	8.87	0.52	0.6	0.008	0.022	0.005	0.035	0.008	0.844	一类
9	表	7.4	8.178	18.7	0	33.6	8.08	0.64	0.5	0.005L	0.024	0.009	0.0355	0.008	0.773	一类
10	表	15.3	8.11	18.1	0	33.7	9.9	0.63	0.6	0.005	0.025	0.004	0.034	0.004	0.897	一类
10	底	—	8.098	18.2	0	33.8	8.05	0.62	0.5	0.005L	0.03	0.005	0.0375	0.013	0.903	一类
15	表	14.2	8.078	17.9	0	33.4	8.68	0.39	0.5	0.009	0.026	0.009	0.044	0.006	0.767	二类
15	底	—	8.067	18	0	33.4	8.38	0.73	0.6	0.005	0.004	0.0009 L	0.00945	0.006	0.839	二类
16	表	22	8.084	17.9	0	33.7	7.91	0.38	0.4	0.005L	0.023	0.008	0.0335	0.001L	0.868	一类
16	底	—	8.082	17.8	0	33.9	7.63	0.57	0.4	0.005L	0.006	0.002	0.0105	0.012	0.809	一类
17	表	13.4	8.076	17.8	0	33.7	7.59	0.41	0.4	0.005L	0.022	0.008	0.0325	0.003	0.85	二类

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	硅酸盐	执行标准
17	底	—	8.073	18	0	33.8	7.82	0.78	0.6	0.007	0.007	0.002	0.016	0.005	0.838	二类
18	表	15.2	8.104	17.8	0	33.9	9.48	0.38	0.3	0.014	0.014	0.005	0.033	0.012	0.838	一类
18	底	—	8.098	17.7	0	33.6	9.58	0.55	0.5	0.005L	0.021	0.007	0.0305	0.006	0.814	一类
21	表	11.5	8.109	18	0	34	8.6	0.65	0.7	0.008	0.016	0.002	0.026	0.01	0.678	一类
21	底	—	8.171	18.2	0	33.8	8.78	0.47	0.5	0.018	0.016	0.002	0.036	0.009	0.785	一类
最小值	表	7.4	8.007	17.8	0	33.4	7.59	0.23	0.3	0.005	0.005	0.001	0.01145	0.003	0.59	/
最大值	表	22	8.178	18.8	0.04	34.1	9.9	0.84	0.7	0.019	0.109	0.017	0.134	0.015	0.903	/
平均值	表	14.3	8.095	18.1	0.00	33.7	8.50	0.51	0.5	0.010	0.027	0.006	0.0396	0.0075	0.805	/
最小值	底	/	8.067	17.7	0	33.4	7.63	0.37	0.4	0.005	0.004	0.002	0.00945	0.004	0.678	/
最大值	底	/	8.171	18.7	0.02	34.1	9.58	0.78	0.6	0.018	0.046	0.011	0.0595	0.013	0.903	/
平均值	底		8.098	18.0	0.00	33.7	8.46	0.57	0.5	0.010	0.020	0.005	0.03016	0.007	0.810	/
总平均值	/	14.3	8.096	18.0	0.00	33.7	8.49	0.54	0.5	0.010	0.023	0.006	0.03538	0.007	0.807	/
一类标准	/	/	7.8~8.5	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1°C，其它季节不超过2°C	/	/	> 6	2	1	/	/	/	0.2	0.015	/	/
二类标准	/	/	7.8~8.5		/	/	> 5	3	3	/	/	/	0.3	0.03	/	/
三类标准	/	/	6.8~8.8	人为造成的海水温升不超过当时当地4°C	/	/	> 4	4	4	/	/	/	0.4	0.03	/	/

注：表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表 3.2-5 (2/2) 冬季海水水质监测结果

悬浮物: mg/L; 总汞: ng/L; 其他: μg/L

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
1	表	2.2	1.1L	7	13.7	9.37	0.59	1.31	3.23	0.97	0.03L	0.41	1771	0.23L	0.20L	三类
2	表	2.2	1.1L	6.4	19.2	6.05	0.34	0.69	1.46	1.04	0.03L	0.68	1190	0.23L	0.20L	一类
2	底	2.4	1.1L	6.6	-	8.85	0.45	1.64	4.23	1.14	0.05	0.62	1021	0.23L	0.20L	一类
3	表	2.2	1.1L	8.8	18.7	12.4	0.42	0.81	23.8	1.49	0.03L	1.06	1775	0.23L	0.20L	一类
3	底	2.6	1.1L	24	-	5.78	0.33	1.54	7.89	1.05	0.04	0.77	1631	0.23L	0.20L	一类
4	表	2.7	1.1L	4.8	17.1	3.00L	0.51	0.42	2.07	0.75	0.03L	0.68	1518	0.23L	0.20L	一类
5	表	2.7	1.1L	5	13.8	7.41	0.8	0.96	2.9	0.8	0.03L	0.78	1702	0.23L	0.20L	三类
5	底	2.5	1.1L	7.6	-	3.00L	0.51	0.49	3.25	0.86	0.03L	0.84	1702	0.23L	0.20L	三类
6	表	2.4	1.1L	2.8	16.4	12.1	0.48	0.58	2.31	0.83	0.03L	0.86	1725	0.23L	0.20L	三类
6	底	2.7	1.1L	3.4	-	3.00L	0.59	0.34	1.16	1	0.03L	0.74	1664	0.23L	0.20L	三类
7	表	2	1.1L	10.4	15.3	5.57	0.4	1.39	3.77	1.06	0.03L	0.51	1090	0.23L	0.20L	一类
7	底	2.6	1.1L	10.8	-	8.54	0.43	0.56	2.14	1.1	0.03L	0.71	1070	0.23L	0.20L	一类
8	表	2.5	1.1L	6.2	12.2	7.38	0.64	2.28	2.9	1.16	0.03L	1	1011	0.23L	0.20L	一类
8	底	2.2	1.1L	7.6	-	7.29	0.46	2.7	2.09	1.18	0.1	0.89	1104	0.23L	0.20L	一类
9	表	1.9	1.1L	15	19.3	3.00L	0.66	1.02	2.81	0.58	0.03L	0.92	1528	0.23L	0.20L	一类
10	表	2.3	1.1L	3	15.4	3.00L	0.8	1.33	2.86	0.97	0.03L	1.02	1652	0.23L	0.20L	一类
10	底	1.8	1.1L	9.4	-	3.00L	0.66	0.81	2.66	0.78	0.03L	0.63	1652	0.23L	0.20L	一类
15	表	1.8	1.1L	6	16.1	8.95	0.49	0.71	5.67	0.92	0.03L	0.74	1759	0.23L	0.20L	二类
15	底	1.7	1.1L	6.2	-	4.75	0.66	0.92	5.47	0.98	0.03L	0.64	1800	0.23L	0.20L	二类
16	表	2.2	1.1L	2.4	20.6	8.43	0.4	1.56	4.38	1.16	0.03L	0.48	1022	0.23L	0.20L	一类
16	底	2.2	1.1L	11.6	-	13.1	0.61	1.87	9.15	1.22	0.03L	0.96	1103	0.23L	0.20L	一类
17	表	2.1	1.1L	14.4	13.8	16.8	0.74	0.81	4.05	1	0.03L	0.48	1096	0.23L	0.20L	二类
17	底	2.1	1.1L	15.8	-	6.6	0.71	0.91	3.71	0.97	0.03L	0.64	1900	0.23L	0.20L	二类
18	表	2.3	1.1L	9	19.2	10	0.43	0.81	3.27	1.1	0.03L	0.82	1203	0.23L	0.20L	一类
18	底	2.2	1.1L	15.4	-	4.27	0.51	1.11	3.84	1.24	0.03L	1.21	1159	0.23L	0.20L	一类

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
21	表	2	1.1L	4	27.1	3.00L	0.52	0.47	2.53	0.76	0.03L	0.91	1538	0.23L	0.20L	一类
21	底	2.1	1.1L	6.4	-	3.00L	0.58	0.79	2.77	0.86	0.06	1.12	1559	0.23L	0.20L	一类
最小值	表	1.8	1.1L	2.4	12.2	5.57	0.34	0.42	1.46	0.58	L	0.41	1011	0.23L	0.20L	/
最大值	表	2.7	1.1L	15	27.1	16.8	0.8	2.28	23.8	1.49	L	1.06	1775	0.23L	0.20L	/
平均值	表	2.2	1.1L	7.0	17.2	9.50	0.55	1.01	4.53	0.97	L	0.76	1439	0.23L	0.20L	/
最小值	底	1.7	1.1L	3.4	-	4.27	0.33	0.34	1.16	0.78	0.04	0.62	1021	0.23L	0.20L	/
最大值	底	2.7	1.1L	24	-	13.1	0.71	2.7	9.15	1.24	0.1	1.21	1900	0.23L	0.20L	/
平均值	底	2.3	1.1L	10.4	-	7.40	0.54	1.14	4.03	1.03	0.06	0.81	1447	0.23L	0.20L	/
总平均值		2.2	1.1L	8.5	9.6	8.56	0.55	1.07	4.31	1.00	0.06	0.78	1442	0.23L	0.20L	/
一类标准	/	0.02	0.005	人为增加的量≤10	0.05	0.05	50	5	20	20	1	1	/	5	10	/
二类标准	/	0.05	0.005		0.05	0.2	100	10	50	30	5	5	/	10	20	/
三类标准	/	0.1	0.01	人为增加的量≤100	0.3	0.2	200	50	100	50	10	10	/	20	20	/

注：“-、/”表示无数据；“L”表示检出限。

表3.2-6(1/2) 春季海水水质监测结果

盐度:‰; pH无单位; 水深: m; 温度: °C; 其他: mg/L

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	硅酸盐	硫化物	执行标准
1	表层	20	8.25	24.9	0.01	35.08	7.1	0.58	0.6	0.005L	0.011	0.001	0.0145	0.007	1.32	1.9	三类
1	底层	—	8.17	24.8	0	35.06	6.35	0.34	0.4	0.005L	0.015	0.014	0.0315	0.003	1.32	1.9	三类
2	表层	21	8.15	25.1	0.01	34.96	7.06	0.47	0.5	0.005L	0.018	0.011	0.0315	0.007	1.4	2	一类
2	底层	—	8.16	24.8	0.02	35.19	6.53	0.51	0.5	0.008	0.015	0.008	0.031	0.004	1.34	1.9	一类
3	表层	28	8.15	25.3	0.03	35.2	6.15	0.5	0.5	0.005L	0.035	0.015	0.0525	0.006	1.21	1.8	一类
3	中层	—	8.17	23.9	0.03	35.06	6.82	0.57	0.6	0.009	0.026	0.011	0.046	0.003	1.18	1.9	一类
3	底层	—	8.17	23.8	0.02	35.28	7.15	0.36	0.5	0.005L	0.022	0.008	0.0325	0.008	1.32	1.9	一类
4	表层	9.8	8.11	24.5	0.02	35.04	7.41	0.36	0.4	0.005L	0.01	0.001	0.0135	0.006	1.36	1.9	一类
5	表层	15	8.15	24.5	0.01	35.13	7.05	0.55	0.5	0.005L	0.007	0.006	0.0155	0.004	1.36	1.9	三类
5	底层	—	8.16	23.5	0.02	35.15	7.41	0.59	0.4	0.005L	0.012	0.003	0.0175	0.005	1.18	1.8	三类
6	表层	14.5	8.13	24.4	0.01	35.02	6.74	0.54	0.6	0.005L	0.024	0.023	0.0495	0.003	1.34	2.6	三类
6	底层	—	8.12	24.3	0	35.07	6.63	0.58	0.5	0.005L	0.019	0.018	0.0395	0.004	1.29	1.7	三类
7	表层	13	8.18	24.8	0.03	35.12	7.05	0.56	0.6	0.005L	0.017	0.014	0.0335	0.005	1.25	1.7	一类
7	底层	—	8.14	24	0	35.19	7.25	0.54	0.6	0.005L	0.02	0.012	0.0345	0.004	1.17	1.6	一类
8	表层	21	8.16	25	0.02	35.24	7.05	0.52	0.6	0.007	0.031	0.004	0.042	0.007	1.3	2.4	一类
8	底层	—	8.16	24.5	0.02	35.31	6.66	0.48	0.5	0.005L	0.025	0.006	0.0335	0.007	1.34	1.7	一类
9	表层	8	8.09	24.3	0	33.74	7.11	0.49	0.5	0.008	0.03	0.017	0.055	0.007	1.28	2	一类
10	表层	17.7	8.15	24.1	0.02	35.17	7.13	0.51	0.5	0.006	0.014	0.005	0.025	0.006	1.43	2.1	一类
10	底层	—	8.14	23.9	0	35.25	7.05	0.58	0.5	0.005L	0.036	0.007	0.0455	0.007	1.31	2.4	一类
15	表层	16	8.14	24.1	0.01	35.11	6.58	0.66	0.6	0.005L	0.019	0.014	0.0355	0.006	1.45	1.8	二类
15	底层	—	8.18	23.4	0.03	35.21	6.71	0.35	0.5	0.005L	0.013	0.009	0.0245	0.007	1.49	1.9	二类
16	表层	22.5	8.17	25.1	0.03	35.19	6.53	0.35	0.5	0.005	0.011	0.008	0.024	0.006	1.43	1.8	一类
16	底层	—	8.15	23.3	0.01	35.32	6.32	0.46	0.5	0.005L	0.012	0.006	0.0205	0.008	1.46	2.1	一类

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	硅酸盐	硫化物	执行标准
17	表层	15	8.17	24.4	0	34.53	6.33	0.5	0.5	0.005L	0.023	0.006	0.0315	0.004	1.42	2.2	二类
17	底层	—	8.22	23.7	0.01	35	6.49	0.48	0.5	0.008	0.019	0.016	0.043	0.004	1.34	2.1	二类
18	表层	21	8.17	24.3	0.02	35.3	6.75	0.51	0.6	0.011	0.031	0.002	0.044	0.005	1.41	2.2	一类
18	底层	—	8.15	24.3	0.03	34.8	6.92	0.48	0.5	0.005L	0.023	0.008	0.0335	0.004	1.43	2.3	一类
21	表层	13	8.14	23.8	0.01	35.07	6.69	0.58	0.6	0.005L	0.292	0.005	0.2995	0.011	1.34	2.7	一类
21	底层	—	8.15	23.7	0.01	34.17	6.42	0.36	0.5	0.005L	0.096	0.004	0.1025	0.007	1.39	2.6	一类
最小值	表层	8	8.09	23.8	0	33.74	6.15	0.35	0.4	0.005	0.007	0.001	0.0135	0.003	1.21	1.7	/
最大值	表层	28	8.25	25.3	0.03	35.3	7.41	0.66	0.6	0.011	0.292	0.023	0.2995	0.011	1.45	2.7	/
平均值	表层	17.03	8.15	24.57	0.02	34.99	6.85	0.51	0.5	0.01	0.04	0.01	0.05	0.006	1.35	2.1	/
最小值	底	/	8.12	23.3	0	34.17	6.32	0.34	0.4	0.008	0.012	0.003	0.0175	0.003	1.17	1.6	/
最大值	底	/	8.22	24.8	0.03	35.32	7.41	0.59	0.6	0.008	0.096	0.018	0.1025	0.008	1.49	2.6	/
平均值	底	/	8.16	24.00	0.01	35.08	6.76	0.47	0.5	0.008	0.025	0.009	0.038	0.006	1.34	1.99	/
总平均值		/	8.16	24.29	0.01	35.03	6.81	0.50	0.5	0.008	0.032	0.009	0.045	0.006	1.34	2.03	/
一类标准	/	/	7.8~8.5	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C，其它季节不超过 2°C	/	/	> 6	2	1	/	/	/	0.2	0.015	/	20	/
二类标准	/	/	7.8~8.5		/	/	> 5	3	3	/	/	/	0.3	0.03	/	50	/
三类标准	/	/	6.8~8.8	人为造成的海水温升不超过当时当地 4°C	/	/	> 4	4	4	/	/	/	0.4	0.03	/	100	/

注：表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表3.2-6(2/2) 春季海水水质监测结果

悬浮物: mg/L; 总汞: ng/L; 其他: µg/L

站位	层次	挥发酚	悬浮物	油类	总汞	硼	总铬	镍	铜	锌	砷	镉	铅	硒	执行标准
1	表层	1.1L	12.2	13.5	8.92	3678	0.21	0.23L	0.42	3.39	1.15	0.03L	1.13	0.20L	三类
1	底层	1.1L	15.4	-	18	3760	0.52	0.23L	0.98	11	1.25	0.03L	1.27	0.20L	三类
2	表层	1.1L	10.8	9.89	7.35	3574	0.21	0.23L	0.45	2.17	1.03	0.03L	0.56	0.20L	一类
2	底层	1.1L	13.6	-	8.17	3705	0.42	0.23L	0.79	6.2	1.03	0.04	0.95	0.20L	一类
3	表层	1.1L	6.2	7.44	8.3	5880	0.44	0.23L	1.08	3.67	1.94	0.03L	0.67	0.20L	一类
3	中层	1.1L	6.4	-	10.3	5357	0.34	0.23L	0.77	3.04	1.77	0.03L	0.61	0.20L	一类
3	底层	1.1L	6.6	-	15.9	5242	0.29	0.23L	1.19	13.9	1.85	0.04	1.3	0.20L	一类
4	表层	1.1L	11.6	7.11	11.3	3919	0.42	0.23L	0.65	2.05	1.25	0.03	1.18	0.20L	一类
5	表层	1.1L	10.6	11.9	10.8	3655	0.37	0.23L	0.56	4.47	1.16	0.05	0.98	0.20L	三类
5	底层	1.1L	11	-	14	3805	0.27	0.23L	0.42	4.75	1.2	0.03L	1	0.20L	三类
6	表层	1.1L	11.2	7.17	13	3780	0.44	0.23L	0.69	2.49	1.08	0.03L	1.12	0.20L	三类
6	底层	1.1L	14.8	-	10.4	3699	0.51	0.23L	0.88	7.58	1.51	0.03L	1.01	0.20L	三类
7	表层	1.1L	7.4	6.83	12.9	3722	0.49	0.23L	1.58	3.9	1.3	0.04	1.95	0.20L	一类
7	底层	1.1L	9.2	-	12.4	3712	0.31	0.23L	0.68	5.33	1.26	0.03L	0.87	0.20L	一类
8	表层	1.1L	2.6	13.2	7.6	5030	0.34	0.23L	0.66	3.02	1.36	0.05	0.95	0.20L	一类
8	底层	1.1L	8.2	-	10.4	5176	0.54	0.23L	1.06	4.5	1.35	0.03L	1.49	0.20L	一类
9	表层	1.1L	5.2	10.1	9.26	6283	0.29	0.3	2.22	3.16	1.86	0.03	1.07	0.20L	一类
10	表层	1.1L	3.8	5.91	7.84	5255	0.37	0.23L	0.99	3.41	1.5	0.03	0.72	0.20L	一类
10	底层	1.1L	5	-	19	5741	0.45	0.23L	0.67	3.32	1.66	0.03L	1.01	0.20L	一类
15	表层	1.1L	7.6	8.1	8.09	3730	0.32	0.34	0.86	4.26	1.02	0.05	1.03	0.20L	二类
15	底层	1.1L	10	-	17.9	3643	0.36	0.23L	0.59	7.72	1.09	0.09	0.86	0.20L	二类
16	表层	1.1L	8.6	4.92	10.9	3728	0.44	0.23L	0.55	4.66	1.07	0.03	0.81	0.20L	一类
16	底层	1.1L	11	-	10.6	3637	0.29	0.23L	0.42	5.79	1.17	0.03	0.56	0.20L	一类
17	表层	1.1L	2	15.4	9.25	5439	0.33	0.23L	0.9	3.39	1.4	0.03	0.81	0.20L	二类
17	底层	1.1L	8	-	16.7	5015	0.41	0.23L	0.73	11	1.52	0.03L	0.79	0.20L	二类

站位	层次	挥发酚	悬浮物	油类	总汞	硼	总铬	镍	铜	锌	砷	镉	铅	硒	执行标准
18	表层	1.1L	9.4	16.7	10.4	4477	0.28	0.23L	0.76	2.72	1.24	0.07	0.85	0.20L	一类
18	底层	1.1L	9.8	-	13.1	4817	0.25	0.23L	0.54	2.24	1.31	0.03L	0.91	0.20L	一类
21	表层	1.1L	6.6	17.9	10.3	5848	0.39	0.23L	1.16	3.04	1.74	0.08	0.63	0.20L	一类
21	底层	1.1L	7.2	-	19.6	5273	0.49	0.23L	1.51	7.33	1.48	0.04	1.23	0.20L	一类
最小值	表层	1.1L	2	4.92	7.6	3637	0.25	0.3	0.42	2.24	1.02	0.03	0.56	0.20L	/
最大值	表层	1.1L	11	17.9	19.6	6283	0.54	0.34	2.22	11	1.86	0.09	1.49	0.20L	/
平均值	表层	1.1L	7.0	6.1	12.06	4873	0.37	0.32	0.91	4.64	1.38	0.04	0.91	0.20L	/
最小值	底	1.1L	5	/	8.17	3637	0.25	0.23L	0.42	2.24	1.03	0.03	0.56	0.20L	/
最大值	底	1.1L	15.4	/	19.6	5741	0.54	0.23L	1.51	13.9	1.85	0.09	1.49	0.20L	/
平均值	底	1.1L	10.0	/	14.3	4402	0.39	0.23L	0.80	7.0	1.36	0.05	1.02	0.20L	/
总平均值		1.1L	8.7	6.1	11.8	4503	0.37	0.32	0.85	4.9	1.36	0.05	0.98	0.20L	/
一类标准	/	0.005	人为增加的量≤10	0.05	0.05	/	50	5	5	20	20	1	1	10	/
二类标准	/	0.005		0.05	0.2	/	100	10	10	50	30	5	5	20	/
三类标准	/	0.01	人为增加的量≤100	0.3	0.2	/	200	20	50	100	50	10	10	20	/

注：表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表3.2-7(1/2) 夏季海水水质监测结果

盐度:‰; pH无单位; 水深: m; 温度: °C; 其他: mg/L

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	硅酸盐(执行标准
1	表层	19	8.17	30.2	0.01	25.57	6.59	1	0.8	0.039	0.072	0.01	0.121	0.003	0.563	三类
1	底层	-	8.13	27.8	0	30.17	7.57	1.09	0.8	0.01	0.06	0.01	0.08	0.001	0.6	三类
2	表层	20	8.21	30.8	0.03	25.71	6.98	0.99	0.8	0.135	0.122	0.009	0.266	0.003	0.475	一类
2	底层	-	8.11	27.6	0.03	30.95	6.2	2.13	1.8	0.11	0.046	0.03	0.186	0.001	0.586	一类
3	表层	26	8.1	30.4	0.02	25.8	7.62	0.54	0.4	0.143	0.068	0.056	0.267	0.001L	1.47	一类
3	中层	-	8.08	28.3	0.02	30.72	6.05	1.08	0.8	0.007	0.122	0.071	0.2	0.001L	1.41	一类
3	底层	-	8.18	27.5	0.01	30.92	6.04	0.58	0.5	0.112	0.078	0.054	0.244	0.001L	1.23	一类
4	表层	8	8.24	30.2	0	25.93	6.55	1.39	1	0.142	0.051	0.031	0.224	0.001	0.681	一类
5	表层	11	8.26	30.4	0	26.23	7.08	1.23	1.1	0.005	0.064	0.009	0.078	0.002	0.687	三类
5	底层	-	8.22	28.9	0.02	29.28	7.91	1.4	1	0.015	0.025	0.011	0.051	0.004	0.674	三类
6	表层	11	8.14	29.8	0.02	26.65	7.73	0.87	0.7	0.011	0.02	0.013	0.044	0.001	0.619	三类
6	底层	-	8.07	26.8	0	31.14	6.24	0.92	0.8	0.138	0.048	0.011	0.197	0.001	0.693	三类
7	表层	16	8.19	30.3	0.05	26.26	6.89	0.92	0.8	0.132	0.082	0.067	0.281	0.001	0.488	一类
7	底层	-	8.18	28.4	0	29.66	7.09	0.49	0.4	0.006	0.015	0.011	0.032	0.001L	0.781	一类
8	表层	23	8.1	30.5	0.02	25.62	6.63	1.12	0.9	0.123	0.09	0.072	0.285	0.001L	0.432	一类
8	中层	-	8.13	28.1	0.03	30.86	6.45	0.92	0.7	0.139	0.153	0.126	0.418	0.001	0.63	一类
8	底层	-	8.2	27.4	0	31.02	6.52	0.51	0.6	0.057	0.02	0.01	0.087	0.004	1.4	一类
9	表层	7	8.28	30.6	0.05	25.32	7.86	1.24	1.1	0.105	0.13	0.103	0.338	0.001L	0.768	一类
10	表层	16	8.22	30.7	0	25.89	7.59	1.12	0.8	0.056	0.093	0.014	0.163	0.001L	1.19	一类
10	底层	-	8.04	26.3	0.02	32.61	7.25	0.92	0.7	0.005 L	0.02	0.013	0.0355	0.001L	0.454	一类
15	表层	15	8.22	30.3	0.02	26.5	6.64	0.59	0.6	0.051	0.176	0.116	0.343	0.001L	0.457	二类
15	底层	-	8.06	26.6	0.02	32.53	6.22	0.95	0.9	0.008	0.087	0.055	0.15	0.004	0.492	二类
16	表层	20	8.17	29.9	0.04	26.14	7.46	0.76	0.6	0.099	0.03	0.027	0.156	0.001L	0.506	一类
16	中层	-	8.16	27.9	0.03	30.39	6.9	0.92	0.8	0.283	0.209	0.153	0.645	0.001L	0.58	一类

站位	层次	水深	pH	温度	余氯	盐度	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	硅酸盐(执行标准
16	底层	-	8.11	26.6	0	31.37	6.05	0.44	0.4	0.007	0.027	0.01	0.044	0.001L	0.592	一类
17	表层	13	8.03	26	0.01	31.7	7.51	0.25	0.4	0.061	0.055	0.04	0.156	0.001L	0.562	二类
17	底层	-	8	25.6	0.01	32.86	6.03	1.4	1.1	0.088	0.027	0.014	0.129	0.001L	0.724	二类
18	表层	17	8.19	29.9	0.02	26.14	7.59	0.44	0.4	0.116	0.048	0.031	0.195	0.001L	0.466	一类
18	底层	-	7.96	24.8	0.02	33.62	6.04	1.08	0.9	0.092	0.036	0.016	0.144	0.001L	0.51	一类
21	表层	22	8.31	30.4	0.03	25.81	7.87	0.75	0.7	0.02	0.1	0.05	0.17	0.003	0.762	一类
21	底层	-	8.23	28.5	0.02	29.28	7.52	0.94	0.8	0.163	0.09	0.047	0.3	0.004	0.423	一类
最小值	表层	7	8.03	26	0	25.32	6.55	0.25	0.4	0.005	0.02	0.009	0.044	0.001	0.432	/
最大值	表层	26	8.31	30.8	0.05	31.7	7.87	1.39	1.1	0.143	0.176	0.116	0.343	0.003	1.47	/
平均值	表层	16.27	8.19	30.0	0.02	26.35	7.24	0.88	0.7	0.083	0.080	0.043	0.21	0.002	0.68	/
最小值	底层	0	7.96	24.8	0	29.28	6.03	0.44	0.4	0.006	0.015	0.01	0.032	0.001	0.423	/
最大值	底层	0	8.23	28.9	0.03	33.62	7.91	2.13	1.8	0.163	0.09	0.055	0.3	0.004	1.4	/
平均值	底层	0	8.11	27.1	0.01	31.19	6.67	0.99	0.8	0.067	0.045	0.022	0.129	0.003	0.70	/
总平均值	/	16.27	8.15	28.6	0.02	28.80	6.92	0.93	0.8	0.082	0.073	0.042	0.195	0.002	0.71	/
一类标准	/	/	7.8~8.5	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1°C，其它季节不超过2°C	/	/	> 6	2	1	/	/	/	0.2	0.015	/	/
二类标准	/	/	7.8~8.5		/	/	> 5	3	3	/	/	/	0.3	0.03	/	/
三类标准	/	/	6.8~8.8	人为造成的海水温升不超过当时当地4°C	/	/	> 4	4	4	/	/	/	0.4	0.03	/	/

注：表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表3.2-7 (2/2) 夏季海水水质监测结果

悬浮物: mg/L; 总汞: ng/L; 其他: µg/L

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
1	表层	2	1.1L	8.8	19.3	3.14	0.32	0.72	6.7	1.57	0.04	0.54	2276	0.23L	0.20L	三类
1	底层	1.6	1.1L	11	-	3.74	0.43	0.76	6.42	1.56	0.04	0.93	2631	0.23L	0.20L	三类
2	表层	1.9	1.1L	9.8	22	5.82	0.53	0.96	4.3	1.45	0.14	0.96	2982	0.23L	0.20L	一类
2	底层	1.7	1.1L	10.8	-	3.00L	0.55	1.51	3.32	1.55	0.09	0.72	3208	0.23L	0.20L	一类
3	表层	1.5	1.1L	16.6	17	3.00L	0.51	0.85	4.06	1.21	0.12	0.78	2652	0.23L	0.20L	一类
3	中层	1.5	1.1L	13.2	-	3.00L	0.35	0.46	1.74	1.4	0.06	0.65	2516	0.23L	0.20L	一类
3	底层	1.5	1.1L	19.8	-	3.00L	0.43	0.39	2.54	1.49	0.03L	0.64	2736	0.23L	0.20L	一类
4	表层	2.1	1.1L	12.4	23.6	3.00L	0.5	0.95	3.84	1.63	0.52	0.72	2458	0.23L	0.20L	一类
5	表层	1.4	1.1L	12.6	21.3	5.01	0.33	0.5	2.21	1.73	0.04	0.59	2464	0.23L	0.20L	三类
5	底层	1.7	1.1L	14.2	-	4.78	0.49	1.19	3.15	1.66	0.13	0.75	3049	0.23L	0.20L	三类
6	表层	1.6	1.1L	14.6	15	10.1	0.31	0.74	3.23	1.79	0.04	0.46	2696	0.23L	0.20L	三类
6	底层	1.4	1.1L	15.6	-	9.74	0.39	0.76	4.12	1.92	0.17	0.61	2897	0.23L	0.20L	三类
7	表层	1.7	1.1L	11.4	14.9	6.86	0.52	0.75	2.5	1.74	0.07	0.99	2875	0.23L	0.20L	一类
7	底层	1.9	1.1L	12.2	-	11.9	0.47	0.61	3.12	1.81	0.65	0.35	3322	0.23L	0.20L	一类
8	表层	1.1	1.1L	12.4	43.9	6.4	0.37	0.96	4.62	1.69	0.14	0.86	3029	0.23L	0.20L	一类
8	中层	1.5	1.1L	12.2	-	3.00L	0.4	0.68	3.78	2.17	0.23	0.85	3274	0.23L	0.20L	一类
8	底层	1.7	1.1L	12.6	-	3.00L	0.47	0.64	2.52	1.8	0.16	0.66	3285	0.23L	0.20L	一类
9	表层	1.5	1.1L	15	21.2	3.00L	0.43	0.38	3.3	1.45	0.2	0.72	2139	0.23L	0.20L	一类
10	表层	1.8	1.1L	12.8	18.5	3.00L	0.53	0.81	2.82	1.19	0.06	0.75	2115	0.23L	0.20L	一类
10	底层	1.6	1.1L	19.4	-	3.00L	0.39	0.41	2.82	1.88	0.3	0.61	2923	0.23L	0.20L	一类
15	表层	2.1	1.1L	7	28.1	4.3	0.51	1.79	3.75	1.54	0.26	1.06	2303	0.23L	0.20L	二类
15	底层	1.8	1.1L	12	-	9.35	0.35	0.67	2.95	1.38	0.13	0.69	2691	0.23L	0.20L	二类
16	表层	1.6	1.1L	10	25.1	4.67	0.52	0.76	5.25	1.42	0.14	1.08	2293	0.23L	0.20L	一类
16	中层	1.8	1.1L	7.2	-	13.2	0.28	0.64	6.33	1.36	0.42	0.61	2471	0.23L	0.20L	一类

站位	层次	硫化物	挥发酚	悬浮物	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	硼	镍	硒	执行标准
16	底层	1.7	1.1L	16.8	-	3.84	0.41	0.63	3.25	1.09	0.07	0.55	2551	0.23L	0.20L	一类
17	表层	1.8	1.1L	8.4	5.8	3.00L	0.52	1.39	8.7	1.75	0.14	0.82	2498	0.23L	0.20L	二类
17	底层	1.8	1.1L	9	-	3.74	0.25	1.16	5.4	1.46	0.56	1.06	2660	0.23L	0.20L	二类
18	表层	1.4	1.1L	2.4	20.9	3.05	0.31	0.93	3.75	1.28	0.42	0.88	2245	0.23L	0.20L	一类
18	底层	1.3	1.1L	3.6	-	3.72	0.29	0.81	2.65	1.39	0.25	0.79	2518	0.23L	0.20L	一类
21	表层	1.6	1.1L	18.6	20.9	3.00L	0.38	0.54	2.3	1.26	0.1	0.69	2129	0.23L	0.20L	一类
21	底层	1.4	1.1L	21	-	3.00L	0.42	0.68	1.8	1.42	0.19	0.73	2301	0.23L	0.20L	一类
最小值	表层	1.1	1.1L	2.4	5.8	3.05	0.31	0.38	2.21	1.19	0.04	0.46	2115	0.23L	0.20L	/
最大值	表层	1.1	1.1L	2.4	5.8	3.05	0.31	0.38	2.21	1.19	0.04	0.46	2115	0.23L	0.20L	/
平均值	表层	1.7	1.1L	11.5	21.2	5.48	0.44	0.87	4.09	1.51	0.16	0.79	2477	0.23L	0.20L	/
最小值	底	1.3	1.1L	3.6	0	3.72	0.25	0.39	1.8	1.09	0.04	0.35	2301	0.23L	0.20L	/
最大值	底	1.9	1.1L	21	0	11.9	0.55	1.51	6.42	1.92	0.65	1.06	3322	0.23L	0.20L	/
平均值	底	1.5	1.1L	12.7	0	6.35	0.38	0.73	3.15	1.46	0.20	0.65	2627	0.23L	0.20L	/
总平均值		1.6	1.1L	12.0	21.2	6.30	0.41	0.78	3.66	1.50	0.18	0.72	2568	0.23L	0.20L	/
一类标准	/	0.02	0.005	人为增加的量≤10	0.05	0.05	50	5	20	20	1	1	/	5	10	/
二类标准	/	0.05	0.005		0.05	0.2	100	10	50	30	5	5	/	10	20	/
三类标准	/	0.1	0.01	人为增加的量≤100	0.3	0.2	200	50	100	50	10	10	/	20	20	/

注：表中：“—、/”表示无数据，“L”表示检出限。

表 3.2-8 (1/2) 秋季水质评价结果

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	执行标准
1	0.664	0.584	0.095	0.113	0.037	0.150	三类
2	0.797	1.024	0.38	0.500	0.040	0.133	一类
3	0.787	0.915	0.258	0.633	0.553	0.689	一类
4	0.810	0.985	0.323	0.750	0.079	0.200	一类
5	0.669	0.581	0.153	0.150	0.066	0.133	三类
6	0.667	0.597	0.125	0.125	0.065	0.133	三类
7	0.797	0.961	0.108	0.500	0.126	0.300	一类
8	0.790	0.860	0.33	0.550	0.115	0.233	一类
9	0.833	0.437	0.45	0.650	0.163	0.333	一类
10	0.797	0.925	0.358	0.750	0.169	0.200	一类
15	0.797	0.749	0.243	0.267	0.086	0.200	二类
16	0.790	0.834	0.33	0.650	0.171	0.200	一类
17	0.803	0.796	0.195	0.233	0.110	0.333	二类
18	0.803	1.025	0.28	0.650	0.133	0.300	一类
21	0.847	0.848	0.408	0.650	0.156	0.367	一类

表 3.2-8 (2/2) 秋季水质评价结果

站位	硫化物	挥发酚	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	镍	硒	执行标准
1	0.027	L	L	0.054	0.004	0.101	0.050	0.031	L	0.092	L	L	三类
2	0.153	L	0.081	0.234	0.015	0.540	0.176	0.098	0.050	0.715	0.134	L	一类
3	0.095	L	L	0.297	0.016	0.921	0.525	0.078	L	1.427	0.108	L	一类
4	0.085	L	L	0.189	0.014	0.513	0.126	0.079	0.070	0.770	L	L	一类
5	0.018	L	0.014	0.056	0.004	0.071	0.030	0.033	L	0.955	L	L	三类
6	0.013	L	0.013	0.039	0.004	0.047	0.049	0.038	L	0.096	0.029	L	三类
7	0.120	L	L	0.213	0.015	1.160	0.123	0.068	L	0.057	L	L	一类
8	0.115	L	0.107	0.198	0.029	0.897	0.213	0.092	L	0.940	0.101	L	一类
9	0.050	L	L	0.205	0.017	0.324	0.207	0.069	0.050	0.680	0.089	L	一类
10	0.063	L	L	0.200	0.015	1.370	0.243	0.092	0.040	0.605	0.093	L	一类
15	0.031	L	0.107	0.044	0.009	0.415	0.126	0.063	0.008	0.220	0.137	L	二类
16	0.075	L	0.082	0.209	0.014	0.550	0.277	0.094	0.040	0.765	0.105	L	一类
17	0.021	L	0.076	0.050	0.008	0.206	0.173	0.056	0.018	0.179	0.060	L	二类
18	0.088	L	L	0.187	0.020	0.423	0.276	0.077	0.040	1.185	0.253	L	一类
21	0.083	L	L	0.333	0.015	0.358	0.244	0.067	L	0.650	0.053	L	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-9 (1/2) 冬季水质评价结果

站位	pH	溶解氧	化学需氧量)	五日生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	执行标准
1	0.598	0.238	0.183	0.175	0.029	0.100	三类
2	0.722	0.199	0.323	0.550	0.200	0.467	一类
3	0.775	0.598	0.218	0.500	0.484	0.567	一类
4	0.717	0.434	0.420	0.700	0.158	0.200	一类
5	0.579	0.124	0.118	0.125	0.091	0.200	三类
6	0.601	0.185	0.075	0.100	0.059	0.200	三类
7	0.733	0.481	0.265	0.500	0.211	0.467	一类
8	0.727	0.316	0.233	0.500	0.139	0.767	一类
9	0.785	0.223	0.320	0.500	0.178	0.533	一类
10	0.736	0.676	0.313	0.550	0.179	0.567	一类
15	0.715	0.250	0.187	0.183	0.089	0.400	二类
16	0.722	0.644	0.238	0.400	0.110	0.800	一类
17	0.716	0.649	0.198	0.167	0.081	0.267	二类
18	0.734	0.598	0.233	0.400	0.159	0.600	一类
21	0.760	0.516	0.280	0.600	0.155	0.633	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-9 (2/2) 冬季水质评价结果

站位	硫化物	挥发酚	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	镍	硒	执行标准
1	0.022	L	0.046	0.047	0.003	0.026	0.032	0.019	L	0.041	L	L	三类
2	0.115	L	0.384	0.149	0.008	0.233	0.142	0.055	0.050	0.650	L	L	一类
3	0.120	L	0.374	0.182	0.008	0.235	0.792	0.064	0.040	0.915	L	L	一类
4	0.135	L	0.342	L	0.010	0.084	0.104	0.038	L	0.680	L	L	一类
5	0.026	L	0.046	L	0.003	0.015	0.031	0.017	L	0.081	L	L	三类
6	0.026	L	0.055	L	0.003	0.009	0.017	0.018	L	0.080	L	L	三类
7	0.115	L	0.306	0.141	0.008	0.195	0.148	0.054	L	0.610	L	L	一类
8	0.118	L	0.244	0.147	0.011	0.498	0.125	0.059	0.100	0.945	L	L	一类
9	0.095	L	0.386	L	0.013	0.204	0.141	0.029	L	0.920	L	L	一类
10	0.103	L	0.308	L	0.015	0.214	0.138	0.044	L	0.825	L	L	一类
15	0.035	L	0.322	0.034	0.006	0.082	0.111	0.032	L	0.138	L	L	二类
16	0.110	L	0.412	0.215	0.010	0.343	0.338	0.060	L	0.720	L	L	一类
17	0.042	L	0.276	0.059	0.007	0.086	0.078	0.033	L	0.112	L	L	二类
18	0.113	L	0.384	0.143	0.009	0.192	0.178	0.059	L	1.015	L	L	一类
21	0.103	L	0.542	L	0.011	0.126	0.133	0.041	L	1.015	L	L	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-10 (1/2) 春季水质评价结果

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	硫化物	执行标准
1	0.672	0.595	0.115	0.125	0.058	0.167	0.019	三类
2	0.770	0.883	0.245	0.500	0.156	0.367	0.098	一类
3	0.776	0.895	0.238	0.533	0.218	0.378	0.093	一类
4	0.740	0.631	0.180	0.400	0.068	0.400	0.095	一类
5	0.642	0.106	0.143	0.113	0.041	0.150	0.019	三类
6	0.625	0.598	0.140	0.138	0.111	0.117	0.022	三类
7	0.773	0.320	0.275	0.600	0.170	0.300	0.083	一类
8	0.773	0.037	0.250	0.550	0.189	0.467	0.103	一类
9	0.727	0.171	0.245	0.500	0.275	0.467	0.1	一类
10	0.763	0.189	0.273	0.500	0.176	0.433	0.113	一类
15	0.773	0.752	0.168	0.183	0.100	0.433	0.037	二类
16	0.773	0.623	0.203	0.500	0.111	0.467	0.098	一类
17	0.797	0.780	0.163	0.167	0.124	0.267	0.043	二类
18	0.773	0.585	0.248	0.550	0.194	0.300	0.113	一类
21	0.763	0.610	0.235	0.550	1.005	0.600	0.133	一类

表 3.2-10 (2/2) 春季水质评价结果

站位	挥发酚 (μg/L)	石油类	总汞	总铬	镍	铜	锌	砷	镉	铅	硒	执行标准
1	L	0.033	0.067	0.002	L	0.014	0.072	0.024	/	0.120	L	三类
2	L	0.149	0.155	0.006	L	0.124	0.209	0.052	0.040	0.755	L	一类
3	L	0.149	0.230	0.007	L	0.203	0.344	0.093	0.040	0.860	L	一类
4	L	0.142	0.226	0.008	L	0.130	0.103	0.063	0.030	1.180	L	一类
5	L	0.040	0.062	0.002	L	0.010	0.046	0.024	0.050	0.099	L	三类
6	L	0.024	0.059	0.002	L	0.016	0.050	0.026	L	0.107	L	三类
7	L	0.137	0.253	0.008	L	0.226	0.231	0.064	0.040	1.410	L	一类
8	L	0.264	0.180	0.009	L	0.172	0.188	0.068	0.050	1.220	L	一类
9	L	0.202	0.185	0.006	0.060	0.444	0.158	0.093	0.030	1.070	L	一类
10	L	0.118	0.268	0.008	L	0.166	0.168	0.079	L	0.865	L	一类
15	L	0.162	0.065	0.003	0.068	0.073	0.120	0.035	0.014	0.189	L	二类
16	L	0.098	0.215	0.007	L	0.097	0.261	0.056	0.030	0.685	L	一类
17	L	0.308	0.065	0.004	L	0.082	0.144	0.049	0.006	0.160	L	二类
18	L	0.334	0.235	0.005	L	0.130	0.124	0.064	0.070	0.880	L	一类
21	L	0.358	0.299	0.009	L	0.267	0.259	0.081	0.060	0.930	L	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-11 (1/2) 夏季水质评价结果

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	执行标准
1	0.639	0.152	0.261	0.200	0.251	0.067	三类
2	0.773	0.910	0.780	1.300	1.130	0.133	一类
3	0.747	0.913	0.367	0.567	1.185	L	一类
4	0.827	0.916	0.695	1.000	1.120	0.067	一类
5	0.689	0.339	0.329	0.263	0.161	0.100	三类
6	0.614	0.103	0.224	0.188	0.301	0.033	三类
7	0.790	0.563	0.353	0.600	0.783	0.067	一类
8	0.762	0.918	0.425	0.733	1.317	0.167	一类
9	0.853	2.034	0.620	1.100	1.690	L	一类
10	0.753	1.122	0.510	0.750	0.496	L	一类
15	0.760	0.778	0.257	0.250	0.822	0.133	二类
16	0.764	0.137	0.353	0.600	1.408	L	一类
17	0.677	0.886	0.275	0.250	0.475	L	二类
18	0.717	1.136	0.380	0.650	0.848	L	一类
21	0.847	1.647	0.423	0.750	1.175	0.233	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-11 (2/2) 夏季水质评价结果

站位	硫化物	挥发酚	石油类	总汞	总铬	铜	锌	砷	镉	铅	镍	硒	执行标准
1	0.018	L	0.064	0.017	0.002	0.015	0.066	0.031	0.004	0.074	L	L	三类
2	0.090	L	0.440	0.116	0.011	0.247	0.191	0.075	0.115	0.840	L	L	一类
3	0.075	L	0.340	L	0.009	0.113	0.139	0.068	0.090	0.690	L	L	一类
4	0.105	L	0.472	L	0.010	0.190	0.192	0.082	0.520	0.720	L	L	一类
5	0.016	L	0.071	0.024	0.002	0.017	0.027	0.034	0.009	0.067	L	L	三类
6	0.015	L	0.050	0.050	0.002	0.015	0.037	0.037	0.011	0.054	L	L	三类
7	0.090	L	0.298	0.188	0.010	0.136	0.141	0.089	0.360	0.670	L	L	一类
8	0.072	L	0.878	0.128	0.008	0.152	0.182	0.094	0.177	0.790	L	L	一类
9	0.075	L	0.424	L	0.009	0.076	0.165	0.073	0.200	0.720	L	L	一类
10	0.085	L	0.370	L	0.009	0.122	0.141	0.077	0.180	0.680	L	L	一类
15	0.039	L	0.562	0.034	0.004	0.123	0.067	0.049	0.039	0.175	L	L	二类
16	0.085	L	0.502	0.145	0.008	0.135	0.247	0.065	0.210	0.747	L	L	一类
17	0.036	L	0.116	0.019	0.004	0.128	0.141	0.054	0.070	0.188	L	L	二类
18	0.068	L	0.418	0.068	0.006	0.174	0.160	0.067	0.335	0.835	L	L	一类
21	0.075	L	0.418	L	0.008	0.122	0.103	0.067	0.145	0.710	L	L	一类

注：表中“L”表示检出限。

表 3.2-12 (1/2) 厂址半径 15km 范围内海洋沉积物质量调查及评价结果

(单位：有机碳为%，pH 无单位，其余为 mg/kg)

站位	硫化物	pH	油类	有机碳	铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞
1	12.5	8.34	26	0.69	39.3	14.7	80.5	7.6	0.06	42.1	0.047
3	14.2	8.86	29.7	0.64	32.4	8.83	58.4	8.97	0.04	23.7	0.048
4	10.5	8.48	22	0.62	35.5	11.9	63.7	7.57	0.04	35.5	0.06
6	30	8.47	17.7	0.21	33	8.63	52.2	5.84	0.03	27.5	0.041
7	22	8.52	32.2	0.29	41.9	14.1	77.4	8.76	0.04	41.1	0.124
15	29.6	8.61	17.2	0.24	34.6	12	65.7	9.37	0.04	36.4	0.044
16	12.3	8.44	20.9	0.3	41.9	15.1	79.8	9.08	0.06	45.2	0.059
17	19.9	8.63	16.5	0.35	38.9	13.3	71.4	10.5	0.03	38.8	0.051
21	10.7	8.73	16.8	0.31	36.1	11.3	66.79	11.08	0.03	33.8	0.049
第一类标准	300	/	500	2	80	35	150	20	0.5	60	0.2

表 3.2-12 (2/2) 厂址半径 15km 范围内海洋沉积物质量调查及评价结果

(单位: 有机碳为%, pH 无单位, 其余为 mg/kg)

站位	硫化物	油类	有机碳	铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞
1	0.04	0.05	0.35	0.49	0.42	0.54	0.38	0.12	0.7	0.24
3	0.05	0.06	0.32	0.41	0.25	0.39	0.45	0.08	0.4	0.24
4	0.04	0.04	0.31	0.44	0.34	0.42	0.38	0.08	0.59	0.3
6	0.1	0.04	0.11	0.41	0.25	0.35	0.29	0.07	0.46	0.2
7	0.07	0.06	0.15	0.52	0.4	0.52	0.44	0.08	0.68	0.62
15	0.1	0.03	0.12	0.43	0.34	0.44	0.47	0.07	0.61	0.22
16	0.04	0.04	0.15	0.52	0.43	0.53	0.45	0.13	0.75	0.3
17	0.07	0.03	0.18	0.49	0.38	0.48	0.53	0.07	0.65	0.26
21	0.04	0.03	0.16	0.45	0.32	0.45	0.55	0.07	0.56	0.25

表3.2-13 厂址附近海域各物种质量调查结果

(秋季)

(单位: mg/kg)

站位	物种	硼	铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞	石油烃
21	绒纹线鱗鮟	0.79	0.93	0.46	6.36	0.47	0.03L	0.38	0.0002L	15.4
3	拉氏狼牙虾虎鱼	0.6	0.91	0.55	8.23	0.28	0.03L	0.46	0.0058	23.4
5	鸡额玉蟹 0.3	6.01	0.91	1.54	10.3	2.1	0.13	0.54	0.0076	4.62
C1	翡翠贻贝	0.95	1.44	1.17	10.4	1.93	0.22	0.06	0.087	3.1
/	鱼类评价标准	—	—	20	40	1	0.6	2	0.3	20
/	甲壳类评价标准	—	—	100	150	1	2.0	2	0.2	20
/	软体类(非双壳贝类)评价标准	—	—	100	250	1	5.5	10	0.3	20
/	双壳贝类评价标准(第一类)	—	0.5	10	20	1.0	0.2	0.1	0.05	15
/	双壳贝类评价标准(第二类)	—	2.0	25	50	5.0	2.0	2.0	0.10	50

(春季)

站位	物种	硼	铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞	石油烃
2	金乌贼	0.66	0.6	0.63	10	6.77	0.03L	0.03L	0.044	0.2L
15	枪乌贼	0.68	0.64	0.83	8.41	0.75	0.05	0.03L	0.027	1.09
8	皮氏叫姑鱼	1.26	0.47	0.15	5.72	0.73	0.03L	0.06	0.0002L	0.2L
10	中华管鞭虾	1.29	0.76	1.86	6.03	2.14	0.03L	0.1	0.0002L	0.39
C2	斧蛤	1.69	0.91	1.02	11.3	0.7	0.04	0.16	0.018	17.9

表 3.2-14 厂址附近海域生物体中残留物单因子评价结果

(秋季)

站位	物种		铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞	石油烃
21	皱纹线鱗鮨		—	0.02	0.16	0.47	/	0.19	/	0.77
3	拉氏狼牙虾虎鱼		—	0.03	0.21	0.28	/	0.23	0.02	1.17
5	鸡额玉蟹		—	0.02	0.07	2.10	0.07	0.27	0.04	0.23
C1	翡翠	一类	2.88	0.12	0.52	1.93	1.10	0.60	1.74	0.21
	贻贝	二类	0.72	0.05	0.21	0.39	0.11	0.03	0.87	0.06

(春季)

站位	物种		铬	铜	锌	砷	镉	铅	总汞	石油烃
2	金乌贼		—	0.01	0.04	6.77	/	/	0.15	/
15	枪乌贼		—	0.01	0.03	0.75	0.01	/	0.09	0.05
8	皮氏叫姑鱼		—	0.01	0.14	0.73	/	0.03	/	/
10	中华管鞭虾		—	0.02	0.04	2.14	/	0.05	/	0.02
C2	斧蛤	一类	1.82	0.10	0.57	0.70	0.20	1.60	0.36	1.19
		二类	0.46	0.04	0.23	0.14	0.02	0.08	0.18	0.36

注：“—”表示无评价标准，“/”表示低于探测限。

表 3.2-15 电磁环境质量检测及评价结果

检测点序号	检测点位置	工频电场(V/m)		工频磁场(μT)	
		检测值	占标准限值比	检测值	占标准限值比
1	1号主变	0.309	0.01%	0.0035	0.00%
2	2号主变	0.313	0.01%	0.0036	0.00%
3	3号主变	0.304	0.01%	0.0034	0.00%
4	4号主变	0.307	0.01%	0.0031	0.00%
5	5号主变	0.364	0.01%	0.0020	0.00%
6	6号主变	0.326	0.01%	0.0016	0.00%
7	500kV 开关站	0.265	0.01%	0.0049	0.01%
8	220kV 变电站	0.164	0.00%	0.0047	0.01%
9	220KkV 地下电缆	0.160	0.00%	0.0697	0.07%
10	厂址西侧	0.553	0.01%	0.0007	0.00%
11	厂址北侧	0.407	0.01%	0.0018	0.00%
12	厂址东侧	0.408	0.01%	0.0050	0.01%
13	500kV 线路	0.292	0.01%	0.0038	0.00%
14	厂址 220kV 线路 (65 号杆)	581.7	14.54%	0.0370	0.04%
15	浅澳村	14.74	0.37%	0.0014	0.00%
16	上林村	0.496	0.01%	0.0040	0.00%
17	红坡村	0.263	0.01%	0.0004	0.00%
18	后埔村	10.53	0.26%	0.0977	0.10%

第四章 核电厂

4.1 厂区规划及平面布置

4.2 反应堆和蒸汽—电力转换系统

4.3 核电厂用水和散热系统

4.4 输电系统

4.5 专设安全设施

4.6 放射性废物管理系统和源项

4.7 非放射性废物处理系统

4.8 放射性物质厂内运输

4.1 厂区规划及平面布置

陆丰核电厂按照 6 台百万千瓦级机组建设规模进行厂址统一规划，分期建设。1、2 号机组采用 CAP1000 机组，3、4 号机组采用华龙一号技术融合方案（2.0 版），5、6 号机组采用华龙一号机组。

4.1.1 厂区总体规划

根据生产工艺流程特点，结合现场实际情况，全厂总体规划主要分为核电厂厂区、厂外辅助设施区、现场服务区、施工准备区等。

4.1.2 厂区总平面布置

陆丰核电厂 3、4 号机组总平面布置分为主厂房、BOP 厂房区等。

4.1.3 排放口布置

本工程放射性废气主要通过各自位于厂房顶部的烟囱排入环境。放射性废液经过放射性废液系统处理后采用槽式排放，贮存在贮存槽中的放射性废液经处理、监测达到排放标准后，与电厂的温排水混合后最终排入大海。

非放生产废水处理后，经监测达标排放。生活污水处理站（371 子项）处理后出水优先回用厂区绿化和道路清扫等用途，剩余部分达标排放。雨水排水系统收集雨水，并通过雨污水管网汇集最终排放入大海。

本项目温排水采用离岸深排方案，可以利用深海潮流动力强、掺混充分的特点，减少温排水对环境的影响。液态流出物、非放生产废水和部分生活污水随循环冷却水排放，有利于在水体中的稀释扩散。本项目气态流出物经比周边厂房更高的高烟囱排放，利于弥散并减少对周边环境的影响。

4.2 反应堆和蒸汽—电力系统

4.2.1 概述

本工程拟建 2 台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，每台机组由核岛、常规岛和电厂配套设备组成，部分设施按全厂共用原则设置。

每台华龙一号机组核蒸汽供应系统（NSSS）的额定热功率为 3190MW，堆芯额定热功率 3180MW。堆芯设计采用 18 个月换料燃料管理策略，首循环即实现 18 个月换料。

4.2.2 核岛

核岛厂房主要包括反应堆厂房（BRX）、电气厂房（BLX）、燃料厂房（BFX）、核辅助厂房（BNX）、备用冷却厂房（BEJ）、附属厂房（BAA、BAB、BAC）、补给水工艺厂房（BPS）、专用抗震柴油发电机厂房（BDU/BDV）。核岛厂房采用单堆布置方案，反应堆厂房位于核岛厂房的中间。

4.2.3 常规岛

常规岛主厂房主要布置二回路及常规岛辅助系统的设备、管道等，保证汽轮发电机组安全经济地将二回路蒸汽中的能量转化为电能，同时提供设备管道的运行和检修维护空间。

常规岛厂房与核岛厂房按 I 型、单堆布置，每台机组采用独立厂房。

厂房分为汽机房、除氧间和辅助间，并行排列，并根据工程的实际情况，将一些相对独立的系统布置于厂房侧的毗屋内。汽机房、除氧间和辅助间的底层、中间层和运转层采用大平台布置，汽轮发电机组采取纵向顺列布置，汽轮机头部朝向核岛厂房。设备及管道的布置满足系统运行、检修维护的要求。

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

核电厂用水主要分为海水用水和淡水用水，本项目充分考虑与南海较近的优势，采用海水作为冷却用水和海水淡化作为工业生产用水，海淡为除盐水站和工业用水提供淡水；本工程生活用水采用碣石镇玄武山自来水厂和陆丰市城乡供水公司供水。

4.3.2 核电厂散热系统

本期工程推荐采用“独立明渠取水+隧洞离岸深排”取排水方案。

4.4 输电系统

广东陆丰核电厂配套的 500kV 开关站按全厂六台机组规划设计，开关站布置在厂区北侧，其 500kV 出线主要为西北方向，就近接入广东省 500kV 电网。此外，预留 2 回 500kV 线路供附近海上风电场接入，经本 500kV 开关站接入电网。

前期工程已建 5 回 500kV 出线，其中，在 5、6 号机组工程中，2 回线路接入广东电网 500kV 茅湖变电站，1 回线路连接至甲子海上风电场；在 1、2 号机组工程中，拟建设 2 回线路接入 500kV 陆丰变电站。

500kV 系统：根据本期工程接入系统初步成果：陆丰核电厂 3、4 号机组拟新建 2 回线路至茅湖北开关站。最终接入系统方案，以后续电网公司审查批复意见为准。

220kV 系统：前期已建成 1 回 220kV 线路，接入 220kV 丰港变电站，第 2 回 220kV 线路将随 1、2 号机组工程同步建设。本期工程不新增线路。

4.5 专设安全设施

本工程的专设安全设施主要包括：非能动安全注入系统（RIS）、二次侧非能动余热排出系统（ASP）、非能动安全壳冷却系统（EPS）、安全壳隔离系统等组成。

4.6 放射性废物系统和源项

放射性废物系统主要包括放射性废液系统、放射性废气系统和放射性固体废物系统。

本节描述陆丰核电3、4号机组的放射性废物系统和放射性源项，包括堆芯积存量、一回路和二回路的放射性活度，液体、气体和固体放射性废物处理系统，气载和液体放射性流出物的排放量及固体放射性废物的产生量。

4.6.1 放射性源项

核电厂放射性物质最根本的来源是反应堆燃料芯块内的链式裂变反应，运行状态下裂变产生的放射性裂变产物基本上都包容在燃料元件的包壳内，只有极少量的裂变产物通过包壳缺陷泄漏到一回路冷却剂中；同时裂变产生的中子使一回路冷却剂、硼酸和其它结构材料受到辐照而产生中子活化产物。这些裂变产物和活化产物形成反应堆冷却剂中的放射性源。它们通过冷却剂的净化、蒸汽发生器传热管束的泄漏等过程造成对核辅助系统和二回路的污染。

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

放射性废液管理系统指具有控制、收集、处理、输送、贮存及排放放射性废液能力的系统，主要包括：冷却剂贮存和处理系统（TEP）、废液处理系统（TEU）、核岛废液排放系统（TER）、放射性废水回收系统（SRE）、核岛排气和疏水系统（RPE）、常规岛废液排放系统（SEL）。

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

废气处理系统（TEG）系统主要执行如下运行功能：

- 收集上游用户系统运行期间产生的含氢放射性废气；
- 对废气进行预处理，通过冷却除湿和硅胶干燥除湿有效降低进入活性炭滞留床的废气湿度，确保活性炭物理吸附功能顺利实现；
- 对系统中氢、氧浓度进行实时监测与控制，防止产生燃爆环境，确保系统平稳运行；

- 利用活性炭滞留床对废气中含有的放射性惰性气体核素进行滞留与衰变，降低放射性水平，经过滞留处理的气体在放射性活度浓度连续监测后排往下游 DWN 系统最终通过烟囱向环境排放。

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

固体废物处理系统 (TES) 为核电厂运行和维修时所产生的放射性湿废物和干废物在处置之前提供收集、处理、整备及暂存。TES 系统处理以下几种废物：

- a) 干废物（包括废纸、抹布、塑料、金属等）
- b) 湿废物
 - 废离子交换树脂（简称“废树脂”）；
 - 废过滤器芯（简称“废滤芯”）；
 - 废活性炭。

TES 系统按不同的功能主要分为三部分：

第一部分为湿废物处理，包括湿废物的收集、转运、处理、整备等管理。湿废物处理相关的设备位于核辅助厂房 (BNX) 和附属厂房 (BAA)，该部分为单机组布置。

第二部分为干废物处理，包括干废物的收集、转运、处理、整备等管理。干废物处理相关的设备位于废物辅助厂房 (BQS)，为全厂华龙一号机组共用，5、6号机组已设计、建造。

最后一部分为废物包暂存，包括各类废物包的引入、暂存及引出等管理。废物包暂存于废物暂存库 (BQT)，本期工程新建两台机组共用的废物暂存库 (BQT)。

4.6.5 乏燃料暂存系统

乏燃料暂存系统的主要功能是对从反应堆中卸出的乏燃料组件，在运往后处理厂之前进行贮存和冷却。

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

本项目生产过程中需要使用一定量的非放化学品。这些化学品包括：絮凝剂、助凝剂、亚硫酸氢钠、次氯酸钠、盐酸、氢氧化钠、氨水、水合联氨、磷酸盐等。上述化学品中，大宗的化学物质排放主要来自以下系统：

- 海水淡化系统（SWD）；
- 除盐水生产系统（SDA）；
- 循环水处理系统（CTE）；
- 常规岛化学加药系统（SIR）；
- 凝结水精处理系统（ATE）。

4.7.2 生活废物

本工程正常运行过程中产生的生活废物主要有厂区办公及员工生活区产生的废塑料、废纸张、废布料、玻璃和食堂产生的食物残渣、果皮、剩菜剩饭等，生活垃圾实行袋装分类收集，并委托当地环卫所定期收集处理，餐饮废弃物由专人上门清运，人均生活垃圾产生量约 0.5kg/人·天，生活垃圾按规定收集暂存并送到相应的垃圾场处理。

生活污水处理站（371 子项）处理后出水优先回用，剩余部分达标排放，回用时执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中城市绿化、道路清扫的限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）及修改单一级 A 标准，排放时执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）及修改单一级 A 标准和《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）的较严要求，在无法全部回用时剩余部分达标排放至 1 号机组虹吸井。

4.7.3 其他废物

陆丰 5、6 号机组建设一座非放射性工业废水站（BST）子项，为全厂六台机组共用。本期工程非放射性工业废水通过管网输送至非放射性工业废水站（BST）集中处理，不再单独设置非放射性工业废水站。非放射性工业废水处理站（BST）排放执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）。

固废将纳入全厂处理，委托专业废弃物公司将一般固体废物外运处置。危险废物将委托具有相关处理资质的公司进行外运处置。

4.8 放射性物质厂内运输

运进核电厂的放射性物质有中子源和未经辐照的新燃料组件。中子源有一次源组件和二次源组件。新燃料组件和中子源运输容器的设计、制造应能满足我国《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019) 的要求。

第五章 电厂施工建设过程对环境的影响

5.1 土地利用

5.2 水的利用

5.3 施工影响的控制

5.1 土地利用

5.1.1 土地占用

5.1.2 总平规划及建设内容

5.1.3 重要产污子项

5.1.4 陆域施工活动对自然环境的影响

5.1.5 陆域施工活动对社会环境的影响

5.1 土地利用

陆丰核电厂规划建设 6 台百万千瓦级压水堆机组，采用一次规划、分期建设的模式，本期工程建设 2 台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组。

5.1.1 土地占用

陆丰核电 3、4 号机组建设 2 台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，厂区占用土地类型目前为工业用地。核电厂建设所需的临时性用地（如施工场地等），采取租地的方式，减少永久性用地面积。

3、4 号机组工程范围已完成场地平整，3、4 号机组范围内开挖工程量主要为厂房、廊道等负挖工程量。回填工程量主要为回填工程、少部分前池及海工需求。

5.1.2 总平规划及建设内容

根据本工程生产工艺流程特点，结合现场实际情况，全场总平面布置规划为核电厂厂区、厂外辅助设施区、现场服务区、施工准备区等。本工程是在 1、2 号机组完成厂区场平的基础上进行建设，进厂道路、应急道路、重件码头、厂外辅助设施区、现场服务区、边坡及排洪工程、场外管线工程等设施全场共用。

5.1.3 重要产污子项

本期工程由各承包商开展现场施工，根据各自责任分工，在施工区域内建设相应临时车间，生产用于本期工程建设的材料，如钢结构件、金属管件、预拌混凝土等，待各承包商施工完成或本期建造施工结束后拆除设备及临时设施。

5.1.4 陆域施工活动对自然环境的影响

陆丰核电 3、4 号机组陆域施工活动对环境的影响主要是工程负挖、土石方爆破、汽车运输、建材预制、砂石料破碎、混凝土搅拌以及设备安装等造成的噪声、粉尘、有机废气、焊接烟气和植被破坏、水土流失等生态方面的影响。

5.1.4.1 声环境的影响

核电厂施工过程中，厂区内可能产生噪声的活动包括场地负挖，土石方爆破、道

路平整、主厂房（核岛、常规岛）的建设和厂区辅助配套设施的建设，另外设备安装和汽车运输也会产生一定噪声。

爆破施工是间歇性的，集中在施工初期场地平整阶段。现场施工机械设备如挖掘机、推土机、钻孔机等噪声值较高，且在实际施工过程中，通常是多台机械设备同时作业，各台设备产生的噪声会互相叠加。核电厂主体工程位于规划厂区内，南面临海，附近没有居民点，周边最近居民点后埔村位于反应堆 NNE 方向 1.6km 处。

本报告分场平和主体工程施工两个阶段与陆丰核电 5、6 号机组同期的施工噪声监测结果类比说明本工程施工期噪声的影响。

（1）场平阶段

本工程场平阶段声环境的影响，采用陆丰核电 5、6 号机组 2021 年 9 月场平阶段的监测数据进行类比。类比 5、6 号机组场平施工，预计本工程场平施工期间施工场界噪声可以满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）中的要求，声环境敏感点噪声可以满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 1 类标准限值要求，对周边声环境的影响不大。

（2）主体工程施工阶段

随着施工进程的深入，本工程进入主体工程施工阶段。陆丰核电 5、6 号机组的施工工艺和环境特征与本工程相似，本工程主体工程施工阶段的声环境影响采用陆丰核电 5、6 号机组同阶段的声环境监测成果来类比分析。

类比陆丰核电 5、6 号机组的施工时噪声的影响，预计本工程施工时施工场界噪声满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）中的要求，声环境敏感点满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准限值要求，对周边声环境的影响不大。

5.1.4.2 大气环境的影响

（1）扬尘、粉尘和汽车尾气影响

本工程施工期间主要大气污染物包括扬尘、粉尘和汽车尾气，在这些污染物中，扬尘和粉尘对大气局部环境质量影响较为明显。施工产生的地面扬尘和粉尘主要来自于施工机械和运输车辆的行驶、爆破、土石方开挖和填筑、物料堆放以及施工建筑材料的搅拌等环节，TSP 产生量与施工方式、车辆数量、道路路面状况以及天气情况相关。

由于施工时现场车辆较多，特别是大型工程车和施工机械设备（挖掘机、铲土机等），在施工和运输过程中会产生一定量的汽车尾气，主要成分为 CO、NO_x 和碳氢化合物。由于施工机械较为分散，海边风速较大，大气扩散条件较好，施工机械产生的尾气排放不会对大气环境造成明显的影响。

本工程施工期间的无组织排放期间执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）中的无组织排放限值要求：周界外浓度最高点 SO₂: 0.40mg/m³; NO_x: 0.12mg/m³; 颗粒物: 1.0mg/m³。厂址区域环境空气质量现状评价执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及修改单二级标准。

5、6 号机组的施工工艺和环境特征与本工程相似，类比其施工期监测结果，预计本工程总悬浮颗粒物的无组织排放可以满足《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）中的无组织排放限值要求；SO₂、NO₂ 和 CO 的小时平均浓度以及 NO₂、SO₂、CO、TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的日平均浓度均满足 GB 3095-2012 及修改单二级浓度限值要求。

本工程施工时，采取覆盖、定期洒水等减少扬尘的措施后，施工粉尘及扬尘的影响将局限于施工场地周围，对大气环境影响范围有限。施工结束后这部分大气污染源将不再存在，影响时段有限。距离厂址最近的居民点后埔村位于 3 号机组 NNE 方向 1.6km 处，预计施工期间的扬尘无组织排放不会对其产生影响。

另外，本工程施工时，建设单位将继续委托相关单位开展施工期陆域环境监测，在厂址和周边环境敏感点布设点位并进行定期监测，通过监测数据说明本工程施工期间大气污染物的影响情况。

（2）其他废气

在严格控制配套工程的大气污染物排放后，类比 5、6 号施工期场平施工阶段和主体工程施工阶段监测结果，预计厂区无组织废气排放满足广东省《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）达标排放的要求，厂址附近环境保护目标的环境空气质量符合 GB 3095-2012 及修改单二级浓度限值要求，对周围环境影响有限。

本工程施工时，建设单位将继续委托相关单位开展施工期陆域环境监测，同时对施工期配套设施的排放进行定期监测，如有超标，及时采取防治措施。

5.1.4.3 水环境的影响

本工程在陆域工程施工期间对水环境的污染主要来自施工生产废水和生活污水。

（1）土建生产废水

本工程施工期土建生产废水回用，不外排。

（2）安装期间生产废水：核岛安装期间排放的工业废水分为两类：系统冲洗、试压排放的废水，主要成分为除盐水、灰尘、焊渣、铁锈等；相关系统湿保养及二次侧回路排放的加药废水，主要成分除盐水、灰尘、焊渣、铁锈、联氨、磷酸三钠等化学药物。该生产废水排放执行广东省《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准。

（3）设备跑冒滴漏以及洗车废水

对于施工期由设备跑冒滴漏以及洗车等产生的含油废水，经隔油沉淀处理后回用，不外排。

（4）生活污水

本工程施工期生活污水经处理达标后全部回用不排放，处理后的废水回用于厂区绿化和地面冲洗等。回用时废水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的冲厕、车辆冲洗用水标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准，对水环境无影响。

5.1.4.4 生态环境的影响

陆丰核电厂址位于陆丰市碣石镇以南沿海的碣石半岛南端的田尾山上。原始地貌以丘陵剥蚀地貌为主，其次为平原地貌和海岸地貌。地形总体呈沿海岸及西侧高，东侧一带低。目前 3、4 号机组厂址区位置场平至厂坪标高，主要为人工地貌，西侧临近南海。

本工程不占用陆丰市海域和陆域生态保护红线，也不涉及生态环境分区管控方案中的优先管控单元。

厂址所在区域无特殊生境，本工程在建设过程中，将有规划地对整个厂区和厂外道路实施绿化，建造全新的人文景观。根据 5、6 号机组水土保持监测报告，在采取工程措施、植物措施和临时措施后，有较好的水土流失防治效果，有效改善了施工扰动造成的水土流失情况。类比前期工程施工期水土保持措施应用效果，本工程在全面落实水土保持方案报告书中的各项措施后，项目建设造成的水土流失可以得到有效控制，

预计工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

5.1.4.5 使用化学物质对环境的影响

核电厂建设施工阶段，各种设备和连接管道需要运输、贮存和现场安装，为避免盐雾锈蚀和表面氧化，采用喷砂油漆、酸洗钝化等工艺对构件或管件表面进行处理，处理过程中将使用一些化学物质。这些化学物质包括油漆、固化剂、稀释剂、磷酸三钠、无水乙醇、硝酸、氢氟酸、硅酸盐等。另外，现场施工还会用到煤油、氧气（压缩）、乙炔、丙酮、润滑油、硼酸、树脂等，上述物质有些是有毒化学物品，由施工单位按照制定的使用管理规定严格操作，对使用量严格控制。

施工期间各类危化品存储于仓库内，库房具有防风、防雨、防渗漏等措施。为减少危险化学品储存设施的环境风险，建设单位制定严格的管理措施和应急预案，包括危险化学品登记制度、配备干粉灭火器、消防沙、消防栓、防毒面具、消防服等设施、设置链锁防止钢瓶倾倒、危险品库防雨、防腐蚀、防渗处理等，尽可能避免危化品事故的发生。

5.1.4.6 固体废物对环境的影响

在陆丰核电 3、4 号机组建设过程中，施工活动会产生一定量的固体废物，包括一般工业固体废物、建筑垃圾、生活垃圾和危险废物，如处理不当，不但会占用大量土地，造成景观污染，还会产生恶臭、滋生细菌、蚊蝇，污染大气，被雨水冲刷可能污染周围水体等。为此，建设单位需制定严格的施工环境管理规定，对各类固体废物制定相应的管理措施，做到文明施工，尽量减少固废产生量；无毒无害固废尽量回收再利用。

为减少固体废物对环境的影响，建设单位将制定严格的施工环境管理规定，做到文明施工，尽量减少固废产生量；建筑垃圾按照《广东省建筑垃圾管理条例》的规定实行分类收集、分类贮存、分类运输和分类处置，并尽可能实现回收利用；生活垃圾定点堆放，及时清运；无毒无害固废尽量分类回收再利用，危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）设置专门的危废贮存仓库，定期交由有资质的单位处理或由供货商回收处置。

通过采取上述措施，本工程施工产生的固体废弃物可以得到有效管理和处置，对

环境的影响很小。

5.1.5 陆域施工活动对社会环境的影响

本工程征地范围内不涉及居民搬迁，本工程施工区不涉及历史古迹、考古场地、风景名胜。

核电厂施工期间大量外来施工人员进驻施工现场和附近村镇，将对当地居民的日常生活造成一定影响，但同时也可增加当地居民的就业机会和商业机会。由于核电建设施工期较长，大量施工人员在该地区长期居住和生活，可以增强该地区的消费能力，促进当地经济的发展。

5.2 水的利用

5.2.1 海域工程概况

5.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

5.2.3 海域施工活动对养殖区、航运、防洪堤坝、景观等的影响

5.2.4 海域施工活动对海洋功能区的影响

5.2.5 海域施工活动对周边关注点的影响

5.2.6 施工期供水水源分析

5.2.7 施工风险评价

5.2 水的利用

5.2.1 海域工程概况

本工程的海工工程包括取水工程、排水工程、冷源工程、防渗工程以及导助航工程。

排水工程采用离岸深排方案，排水构筑物采用隧洞方案，一机一洞，3、4号机组布置 2 条排水隧洞，平面布置采用“灯泡型”。

5.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

5.2.2.1 施工悬浮泥沙对水质的影响

海工施工时，不可避免影响海水水质，表现出来的主要污染物为施工产生的悬浮泥沙。本工程产生悬浮泥沙的施工工况包括：取水西导流堤、取水南导流堤建设以及取水明渠疏浚；海域明渠开挖，海陆分界线处炸礁施工；炸礁后土石方清理；拦污网桩基及施工栈桥钢管桩建设；施工栈桥钢管桩拆除；排水头部建设。

根据数模结果叠加统计，施工期悬浮物浓度增量 10mg/L 最大包络线影响面积约 4.19km^2 ，海工工程施工期间产生的悬浮泥沙影响范围较小，且该影响随着施工结束而消失，水质将逐步恢复。建设单位将在施工期开展海域环境跟踪监测，并采取必要措施，以切实减缓本工程海工施工对水质和生态环境的影响。

5.2.2.2 施工活动对沉积物环境影响分析

施工悬浮泥沙对水质影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于挖泥点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没有影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降。随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。项目海上施工对沉积物的影响主要是沉积物理化因子的物理转移。

施工过程中产生的悬浮泥沙扩散和沉降会随着施工结束逐渐消失，不会使沉积物环境质量产生明显变化。工程建设除了对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其他污染物混入，因此，工程施工过程中产生的悬浮泥沙扩散和沉降，对沉积物环境质量不会产生明显变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。

5.2.2.3 施工活动对海域生态的影响

工程建设对海洋生态的影响主要包括两部分：一是占用海域空间的海洋生物资源量影响；二是悬浮物扩散、温排水扩散范围内的海洋生物资源量影响。海工工程将占用海洋空间资源，除了施工掩埋一些海洋生物外，还将使生存在该区域的海洋生物永久性地丧失生存空间。施工过程中产生的悬浮物会造成海水水质污染，其中施工期悬浮物影响是短期的，经过一段时间后，可得到不同程度的恢复。施工期产生悬浮物的工况主要有六种：①取水南导流堤和西导流堤基槽挖泥和取水明渠疏浚；②陆域明渠开挖炸礁；③拦污网桩基及施工栈桥钢管桩建设；④施工栈桥拆除；⑤排水头部建设。其中炸礁后清淤产生的悬浮物明显大于炸礁，因此仅计算炸礁后清淤产生的悬浮物造成的生物资源的损失。

（1）对底栖生物影响分析

本工程排水管道采用盾构的施工方式，隧洞位于海床面以下，该区域底栖生物分布极少，盾构开挖过程对底栖生物无明显影响。对底栖生物影响主要为取水导流堤、排水口、拦截装置直接占用海域，占用范围内的底栖生物将全部损失；施工期临时占用海域随着施工结束，施工围闭恢复为水域环境，底栖生物逐渐恢复。

（2）对浮游生物的影响分析

①对浮游植物影响分析

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

国内有研究表明：无论是悬沙的动态试验还是静态试验结果均表明牟氏角毛藻的生长速度随悬沙浓度增大而逐渐减少，而且悬沙含量一旦超过 1000mg/L，对浮游植物生长有非常显著的抑制作用。考虑到本工程施工悬沙影响程度较小，同时较大增量的悬浮物虽然能致使浮游动植物死亡，但每天工程施工活动停止后，由于潮汐作用，会将外海的浮游动植物带入施工区及其附近海域，使施工区浮游动植物得以补充。因此施工对浮游植物的生长影响有限。

②对浮游动物影响分析

施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到300mg/L以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。但施工引起的上述环境影响是局部和暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。

（3）对渔业资源的影响分析

鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。海工作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体浑浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

海上施工会造成局部水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，导致鱼类窒息死亡。不同鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。本工程海工施工时产生的悬浮泥沙分布在施工区域及附近，悬浮泥沙影响面积很小，且悬浮物扩散影响是暂时的，会随着施工结束逐渐消失，因此，本工程施工对渔业资源的影响有限。

5.2.2.4 施工废水对海洋环境的影响

海上施工船舶因维修和日常保养会在舱底形成部分含油废水，船上人员也会产生少量生活污水。施工船舶产生的含油污水和生活污水在船舶靠岸后由岸上设施接收或在指定海域排放，不在近岸海域直接排放。盾构施工产生的生产废水主要为泥浆废水、设备清洗废水，施工过程中产生的生产废水和生活污水不在海域直接排放，在岸上进行处理或委托其他有资质的公司进行处理。

因此，预计海域施工期间的生产废水和生活污水不会对海域环境质量造成影响。

5.2.3 海域施工活动对养殖区、航运、防洪堤坝、景观等的影响

厂址附近海域为碣石镇禁止养殖区。厂址 15km 范围内共有 12 个确权养殖，其中距厂址最近的为陆丰市海喜养殖场。施工过程产生的悬浮物影响范围未到达养殖区，不会对养殖造成影响。

本工程距离中广核陆丰海洋工程基地水下工程（码头）以及乌坎港、东洲港较远，海域工程建设期间不会对航道产生不良影响。

本工程占用部分岸线为人工岸线。本工程占用人工岸线 183.1m，利用人工岸线 110.4m，不形成新岸线。本工程占用岸线位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中优化利用岸线，本段岸线的占用符合相关规划要求。

5.2.4 海域施工活动对海洋功能区的影响

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目用海和悬浮泥沙影响范围均位于陆丰核电厂通信用海区，对其他功能区不产生影响。

陆丰核电厂通信用海区空间准入要求：允许工业等用海、海底电缆管道用海；可兼容人工鱼礁、开放式养殖等增养殖用海，路桥隧道、航运、风景旅游、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；在开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海，浴场、游乐场等文体休闲娱乐用海；探索推进海域立体分层设权，光伏发电、增养殖、海底电缆管道等用海空间可立体利用；优先保障军事用海及军事设施安全；保障陆丰核电、汕尾（陆丰）临港产业园的用海需求。

利用方式要求：允许适度改变海域自然属性；优化用海平面布局，节约集约利用海域资源。

保护要求：工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置；切实保护严格保护岸线；严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；保护和合理利用无居民海岛资源；保护基岩岸滩、砂质海岸及其生境。

其他要求：重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险，保障临海工业核电的温排水需求。

悬浮泥沙对陆丰核电厂通信用海区的影响是暂时的，不改变其自然属性，符合其利用方式和保护要求。

5.2.5 海域施工活动对周边关注点的影响

(1) 生态保护红线

本工程用海范围不占用海洋生态保护红线，悬浮物影响范围不进入海洋生态保护红线，距离最近的海洋生态保护红线区（金厢生态保护区生态保护红线）约8km。

(2) 无居民海岛

工程用海范围不占用海岛，不会对海岛主导功能及未来开发利用造成影响，符合海岛保护的要求。施工期悬浮物影响范围内包括10个岛礁，后耳礁、蚊帐礁、东桔礁和东桔东岛未受悬浮物影响。施工期悬浮物浓度增加会造成一定范围海水水质受到影响，对海岛潮间带生境及周边水域环境会受到一定影响，该影响是短暂的，悬浮物随着施工结束，对水质的影响消失，海岛周边生态环境也逐渐恢复。

(3) 海洋自然保护区

本工程周边有碣石湾海马资源自然保护区、遮浪角东海洋生态自然保护区、遮浪汇聚流海洋生态系统保护区、汕尾碣石湾鲻鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区等四个海洋自然保护区，本工程用海范围及悬浮物影响范围不在上述海洋自然保护区范围内。

(4) 三场一通道

本工程周边有南海鱼类产卵场、南海北部幼鱼繁育场保护区等“三场一通道”。

本工程不位于产卵场内，距离南海中上层鱼类产卵场最近距离约25km，距离南海底层、近底层鱼类产卵场最近距离约42km。施工产生的悬浮物影响范围未进入产卵场范围。

本工程用海范围不位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，且距离超过31km。施工产生的悬浮物影响范围未进入南海北部幼鱼繁育场保护区，不会对该保护区产生影响。

本工程用海范围及悬浮物影响范围不在索饵场、越冬场和洄游通道范围内。

(5) 严格保护岸线

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》（粤府函〔2023〕336号），厂址W方位1.5km有碣石港南侧-角清村严格保护岸线。根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资发〔2025〕1号），厂址附近严格保护岸线与陆丰市国土空间总体规划不同，该规划中严格保护岸线东西两端均紧邻厂址。严格保

护岸线管控要求：应确保严格保护岸线生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

由于该严格保护岸线整体为基岩岸线，悬浮泥沙不会对岸线的现状形态和自然属性产生明显影响。本工程不降低严格保护岸线的生态功能，严格保护岸线的长度和性质不发生变化，且未在严格保护岸线的保护范围内开展损害海岸地形地貌和生态环境的活动，符合严格保护岸线管控要求。

5.2.6 施工期供水水源分析

本工程施工期间用水由自来水公司采用市政管网供给，管网已经建至陆丰核电厂址区域，建设单位已与供水公司签订了供水合同。预计本工程施工期用水不会对区域内其他用户的淡水需求造成不利影响。

5.2.7 施工风险评价

本工程施工过程中可能发生的环境风险来自相关海工构筑物施工过程中可能出现的船舶碰撞引发的溢油事故。但本工程施工期船舶数量较少，且工期较短，发生事故的概率很小。

为控制溢油风险采取的风险防范措施如下：

- (1) 根据施工区周围的构筑物布置及安全要求，加强船舶通航管理，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。
- (2) 选择有相应施工资质、有相关工程经验的施工单位进行现场施工。
- (3) 建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据施工区域船舶动态，合理安排泥驳的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。
- (4) 加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，或把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低程度。
- (5) 施工期间所有施工船舶须按照国际信号管理规定显示信号。
- (6) 船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。
- (7) 严禁施工单位擅自扩大施工作业安全区，禁止与施工无关的船舶进入事先设定的施工作业区，及时申请发布航行公告。

(8) 遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

5.3 施工影响的控制

5.3.1 减少陆域环境影响的措施

5.3.2 减少海洋环境影响的措施

5.3.3 施工期环境监测

5.3.4 水土保持监测

5.3.5 生产和生活废物

5.3 施工影响的控制

5.3.1 减少陆域环境影响的措施

本工程施工期间对陆域环境的影响主要是不同工程阶段和工程子项目建设期间对陆地大气环境、声环境等方面的影响。为最大限度降低对环境的不利影响，工程中将采取以下有效缓解措施。

(1) 大气环境

- 施工期间爆破、混凝土搅拌和载重车辆运输过程等引起粉尘和地面尘土飘散，为降低其对大气环境的影响，保护施工人员的身体健康，施工过程中采取洒水抑尘、提高炸药利用率并采用合适的爆破技术、路面硬化、控制车速和加盖苫布等方式来降低施工起尘量，有效改善施工区域的大气环境。
- 施工过程产生一定量的临时弃土，临时弃土场对环境的影响主要是弃土在堆放过程产生的扬尘污染。为控制临时弃土场对大气环境的不利影响，采取在弃土倾倒和堆放过程中适量洒水抑尘。
- 建筑土方、工程渣土等散装物料以及灰浆等流体物料运输由具备相应资质的运输企业承担，运输车辆经车辆法定检测机构检测合格有效，运输作业时确保车辆封闭严密，不得超载、超高、超宽或者撒漏，清运到指定场所处理。
- 混凝土搅拌站、砂石料厂、焊接车间、油漆喷砂车间等主要产生大气污染物的设施，采取除尘器等污染防治措施降低污染物的排放量；装修期间推广无尘打磨机降低粉尘扩散。对于现场施工的采用传统化学法的酸洗钝化工序加强施工区通风。
- 加强区域内的场地绿化，栽植能阻挡灰尘的高矮不等的乔木、灌木。

(2) 声环境

- 使用低噪声施工设备，在高噪声源设备上加装消声、减振装置，经常对设备进行保养，维持设备处于良好的运转状态。
- 合理安排施工进度，对噪声影响进行控制，避免在施工期间同步使用高噪声设备；严格控制夜间施工过程，确保声环境影响满足标准要求。
- 物料运输过程中严格控制行车速度，禁止鸣笛，尽量降低对周边声环境的影响。
- 对于土石方爆破、设备安装等带来的噪声影响，采取适当的爆破方法和技术，合理选择装药量，提高炸药利用率，划定安全防护距离、装卸设备轻拿轻放等

方式，来控制噪声影响的范围。

- 厂区绿化，选用灌木和草坪等对噪声吸收效果较好的植物构成绿化带，减轻对周围声环境的影响。

(3) 生态环境

为控制厂址区域的水土流失，采取工程措施、临时措施、植物措施来减少雨水和大风天气造成的不良生态影响，具体措施如下：

- 工程措施包括表土剥离、表土回覆、土壤改良、碎石压盖、土地整治、排水沟、截洪沟、沉砂池、挡土墙、生态袋堆筑围堰等。
- 植物措施包括园林绿化、浆砌石骨架植草护坡、灌木种植、栽植绿篱、撒播草籽、植生袋播种、植被恢复等。
- 临时措施包括临时浆砌石排水沟、临时沉砂池、临时编织袋挡墙、防雨布遮盖、临时绿化等。

(4) 化学物品管理

核电厂建设施工阶段，将涉及多种化学物质的使用。在施工时，严格执行制定的化学物品管理使用规定，对化学物品的贮存和使用量严格控制，产生的危险废物由相关资质单位处理或由供应商回收处理。

施工期间各类危化品存储于仓库内，库房具有防风、防雨、防渗漏等措施。为减少危险化学品储存设施的环境风险，建设单位制定严格的管理措施和应急预案，包括危险化学品登记制度、配备干粉灭火器、消防沙、消防栓、防毒面具、消防服等设施、设置链锁防止钢瓶倾倒、危险品库防雨、防腐蚀、防渗处理等，尽可能避免危化品事故的发生。

(5) 固体废弃物管理

建设单位将制定严格的施工环境管理规定，对一般工业固体废物、建筑垃圾、生活垃圾和危险废物按分类进行处置。对于不可回收利用的无毒无害废弃物运至建设单位指定的临时废弃物堆放场，可回收利用废弃物应尽量回收再利用；有毒有害危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）设置专门的危废贮存仓库。

通过采取上述措施，使本工程施工过程中产生的固体废弃物尽可能实现回收利用和分类处置，以减轻对环境的影响。

(6) 节水措施

本工程施工期节水的主要途径一是一水多用，重复利用，循环使用；二是加强水务管理，防止跑冒滴漏。主要节水措施如下：

- 严格节水要求和控制。核电站节水预先规划，并贯彻于设计、施工和生产运行的全过程，实行“三同时、三到位”制度，节水设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投运，先期进行全厂节水方案的规划，确保节水目标到位、节水措施到位、节水制度到位。
- 合理设置计量监测系统，加强用水调控。
- 要求开展定期的水平衡测试，不断推进节水潜力的挖掘。
- 降低输水系统漏损，杜绝水泵、输水管道的“跑、冒、滴、漏”等现象，降低管网输水损失率。
- 制定合理的生活用水定额，并严格按照合理定额标准制定节水方案和取水许可。
- 使用节水型器具，以充分提高水的利用率。
- 加强中水回用。核电站绿化、洗车、冲厕、消防等杂用水可采用经处理后符合杂用水标准的中水，生活用水排水应按要求处理回用。

（7）景观修复计划

本工程位于汕尾市辖的陆丰市碣石镇，工程区原始地貌类型为滨海丘陵，场址现状大部分已有前期工程扰动，少部分新增施工生产区未扰动。工程区土壤类型为赤红壤。在核电厂建设过程中，通过有计划的绿化和植被恢复，将对受到影响的陆域生态环境进行有效地修复。核电厂建成后，当地原有的自然生态环境将被人工景观环境所替代，从而形成新的人文景观。

5.3.2 减少海洋环境影响的措施

为减少施工期间的海洋环境影响，加强施工期溢油风险防范，采取的措施如下：

- 挖泥船挖掘过程尽量做到精确定位，减少作业中不必要的超深、越宽疏浚量。在运输泥浆途中，严格检查泥舱泥门的密封性，发现有泄漏污染物的现象，立即采取措施封堵。
- 加强对施工船舶、施工机械的维护保养；防止跑、冒、滴、漏引起水体污染。
- 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；施工船舶产生的机舱油污

水、生活污水靠岸后交陆域处理或在指定海域排放，生活和生产固体垃圾等废物集中收集，靠岸后交陆域处理，严禁排放入海。

- 盾构施工的生产废水和生活污水在岸上进行处理，不直接排入海域。
- 对于岸边堆放的土方及建筑材料，加强场地管理，增加防护措施，以防止由于外界因素进入水体。
- 在海域的禁渔期应尽量避免海上施工，从而尽最大可能地减少项目对渔业资源的影响。
- 厂区雨污分流，施工期生活污水优先回用，加强对污水处理站的维护管理，定期监测出水口水水质，确保污水站运行稳定。
- 砂石厂和搅拌站生产废水等生产废水经沉淀池处理后，回用于场地洒水抑尘和绿化等，不外排。
- 加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低。
- 开展施工期的海域监测，掌握施工过程中海域环境质量的时空变化状态、生态环境、重要环境敏感目标受影响的程度，进而根据监测结果发现存在问题，及时修正、调整环保措施。
- 岸线生态修复：开展围堰改造、植被护坡种植、围塘修复、岸线修复等工作。
- 增殖放流：拟在金厢海域投放花鲈、斜带石斑鱼、长毛对虾。

5.3.3 施工期环境监测

为了及时掌握施工期环境现状的变化情况，了解工程建设过程中对环境的影响，有必要制定并实施施工期环境监测计划。通过施工期环境监测，掌握核电厂建设期间对陆域及海域环境造成影响的程度，及时发现存在的问题，进而改进环境保护措施，控制施工活动对环境的影响，使施工对环境的影响降到最低，更好地贯彻有关环境保护法律法规，保护好环境质量，实现工程建设和环境的协调发展。

施工期环境监测包括陆域环境监测和海域环境监测，将贯穿整个施工期间。本工程施工期间环境监测方案的制定将结合厂址周边环境特征在已有前期工程监测方案基础上优化补充。

5.3.3.1 陆域环境监测

(1) 环境质量监测

环境质量监测分为：大气环境质量监测、声环境质量监测。

a. 大气环境质量监测

厂区及周边环境敏感目标共设置 4 个点位，分别为厂前区宿舍楼边、浅澳村、后埔村和上林村，监测项目为总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）、二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）、臭氧（O₃）、一氧化碳（CO），每季度一次，一年监测 4 次，每次监测不少于 7 天。SO₂、CO 和 NO₂ 监测小时浓度值和日均浓度值，O₃ 监测小时浓度值和日最大 8 小时平均浓度值，TSP、PM₁₀、PM_{2.5} 监测日均浓度值。

b. 声环境质量监测

本期工程周边环境敏感目标监测选择厂前区宿舍楼边、浅澳村、后埔村和上林村 4 个环境敏感目标。监测项目为 Leq (A)，每季监测一次，每次连续监测不少于 2 天，每天于昼、夜间各监测 1 次。

(2) 污染物排放监测

污染物排放监测针对施工场界和现场主要产污子项进行排放监测，确保施工场界和主要产污子项的污染物排放达标。各产污子项主要为大气污染物的排放，对各个子项的有组织排放废气开展监测，无组织排放废气均在施工场界统一开展监测。

1) 施工场界污染物排放监测

施工场界的污染物排放监测主要针对大气污染物无组织排放、噪声、固体废物。。

a. 大气污染物无组织排放

施工场界大气污染物无组织排放监测指标为 TSP、NO_x、SO₂、CO、NMHC、二甲苯、甲苯、苯，每季度监测，在场界上风向设置 1 个参照点，下风向设置 3 个监控点。每次连续监测不少于 7 日，每天监测小时浓度均值。

b. 噪声

陆域场界噪声监测在施工场界外 1m 共设置 4 个监测点。测试项目为等效连续 A 声级 Leq，每季度监测一次，每次连续监测 2 天，每天于昼、夜间各监测 1 次。可根据现场情况适当调整点位。

c. 固体废物

固体废物监督管理频次为半年一次，核查建筑垃圾、工业固体废物、生活垃圾、危险废物等的处理处置情况、转运清单、管理台账，达到：分类安全贮存、及时清运、处置去向明确。

2) 油漆喷砂车间

废气排气筒设置便于采样、监测并符合《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397-2007）要求的采样口和采样平台。在喷砂车间废气排放通道上设置监测点位，监测因子为颗粒物，每年监测一次。依据《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》（DB 44/2367-2022）相关要求，在油漆车间废气排放通道上设置监测点位，监测因子为二甲苯、苯、甲苯、非甲烷总烃，每年监测一次。

3) 焊接车间

依据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）的要求，在排放通道上设置监测点位，监测颗粒物、臭氧、氮氧化物、一氧化碳等污染物，每年监测一次。

4) 危化品仓库/危险废物暂存库

在危化品仓库/危险废物暂存库排气通道上设置监测点位，监测非甲烷总烃，每年监测一次。

5) 酸洗钝化车间

依据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）的要求，在排放通道上设置监测点位，监测颗粒物、氟化物、氮氧化物、硫酸雾，每年监测一次。

5.3.3.2 海域环境监测

本工程海域施工监测拟确定水文监测站位 6 个，水质监测站位 20 个，沉积物监测站位 10 个，生物生态监测站位 12 个。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），除海水水质、海洋沉积物、海洋生态外，还需要对海洋生物质量开展跟踪监测，并增加潮间带沉积物调查、潮间带生物调查。具体如下：

- 海水水质监测项目：pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷。
- 海洋沉积物监测项目：硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、

砷。

- 海洋生态监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）、潮间带生物、底栖生物。
- 海洋生物质量监测项目：总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油烃。

5.3.4 水土保持监测

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），水土保持监测范围确定为 3、4 号机组项目的水土流失防治责任范围。

监测时段：3、4 号机组项目水土保持监测时段应从施工准备期开始，至设计水平年结束；另外，在施工准备期前进行本底值监测。

监测内容：主要内容包括水土流失自然影响因素、扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

监测方法：主要采用地面观测、实地调查量测、卫星遥感监测、无人机遥感监测等方法。

5.3.5 生产和生活废物

（1）固体废物

施工期生活垃圾由当地环卫部门定期外运处置，一般工业固废、危险废物委托有相应资质的单位处置，建筑垃圾按照《广东省建筑垃圾管理条例》的有关规定实行分类收集、分类贮存、分类运输和分类处置，并尽可能实现回收利用，以减轻对环境的影响。

（2）生活污水

本工程施工期生活污水经处理达标后全部回用不排放，处理后的废水回用于厂区绿化和地面冲洗等。回用时废水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的冲厕、车辆冲洗用水标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）及修改单一级 A 标准。

（3）生产废水

本工程施工期生产废水有土建生产废水、核岛安装和调试期间生产废水。其中土建生产废水主要来自于混凝土生产链，另有设备跑冒滴漏以及洗车等产生的含油废水。

1) 混凝土生产链

砂石厂水处理系统：砂石厂生产污水经管道输送至水处理系统处理，清水回流清水池重新用于砂石厂生产，下层沉淀污泥脱水后，经皮带机送入弃渣池，作为一般固体废弃物处理。

搅拌站沉淀池：搅拌站沉淀池采用三级沉淀，冲洗搅拌机、混凝土搅拌车的废水流入沉淀池，经沉淀后，沉淀池中清水抽入混凝土搅拌车用于冲洒搅拌站道路和场地降尘，沉淀物经晾晒后作为一般固体废弃物处理。

2) 安装期间生产废水：核岛安装期间排放的工业废水拟通过非放射性工业废水处理站（BST，5、6 号机组建设）处理满足标准后排放至 5、6 号机组 BCC 井，之后排入大海。该生产废水排放执行广东省《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）。

3) 设备跑冒滴漏以及洗车废水

对于施工期由设备跑冒滴漏以及洗车等产生的含油废水，经隔油沉淀处理后回用，不外排。

4) 调试废水

本工程在核电机组调试期间会产生一定量的非放射性生产废水，调试废水通过非放射性工业废水处理站（5、6 号机组建设）处理满足标准后排放至 5、6 号机组 BCC 井，之后排入大海。核电机组调试期间的非放射性生产废水排放执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）。

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.2 正常运行的辐射影响

6.3 其它环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.2.1 散热系统设施对水体的物理影响

6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 取水系统对水生生物的影响

6.1.3.2 温排水对水生生物的影响

表

表 6.1-1 1-6 号机组运行时的取水口温升

表 6.1-2 1-6 号机组运行时半月潮最大温升包络面积

表 6.1-3 温排水与广东省海岸带及海洋空间规划相符性评价

6.1 散热系统的环境影响

陆丰核电3、4号机组拟建设两台华龙一号技术融合方案（2.0版）机组，采用海水直流冷却方式，以厂址附近的碣石湾海水作为冷却水源，电厂散热系统产生的乏热通过电厂循环冷却水随潮外泄、进入碣石湾附近广大海域。

6.1.1 散热系统方案

陆丰核电厂在冷却方式研究阶段已对直流冷却和海水冷却塔二次循环进行了比选，直流冷却方案与海水冷却塔相比，主要技术优点包括：充分利用陆丰优良的取排水条件（水深条件好易获取深层冷海水、位于碣石湾岬角处潮流通量大排水扩散条件好）、厂区布置简洁、工程量较小、机组出力高节能；直流冷却方案技术成熟，国内有丰富的设计、施工和运行经验；对大气环境及陆域生态基本无影响。因此，同前期工程一致，直流冷却作为本期工程3、4号机组的散热系统方案。

（1）取水工程比选

为避免冷源共模故障引发多机组非计划停机威胁电网安全，本期工程开展了多个方案的研究比选，推荐独立明渠取水方案，即本期工程3、4号机组拟新建取水明渠并设置独立的冷源拦截设施。

（2）排水工程比选

经综合比选，本工程现阶段排水隧洞推荐采用“灯泡型”平面方案，隧洞长约3.7km，排水隧洞穿过取水港池区域后到达-18m等深线处后。

综上，本工程现阶段推荐采取“独立明渠取水、灯泡线型隧洞排水”的取排水方案。

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.2.1 散热系统设施对水体的物理影响

根据《广东陆丰核电3、4号机组泥沙数模研究报告》，基于厂址现阶段推荐的取排水方案，专题单位采用二维泥沙数学模型对3、4机组取排水工程实施前后的水流和泥沙淤积进行模拟计算。

（1）水动力变化

因取水作用，形成一条从口门至取水口处明显的主流。口门东侧发生了流速增加，

增幅小于 0.2m/s；3、4 号机组取水明渠内，局部流速增幅最大在 0.5m/s 左右。3、4 号机组排水口在排水作用下局部水动力略有增加，影响范围在以排水口为中心东西向 300m 范围以内。

（2）泥沙冲淤变化

工程区泥沙冲淤变化相对较轻。3、4 号机组前池和明渠水域泥沙淤积将会有所增加，取水前池的淤强可以达到 0.1m/a，防波堤口门区水域淤积增加较为明显。3、4 号机组取水前池和明渠的年回淤量分别为 $0.10 \times 10^4 \text{m}^3$ 和 $0.13 \times 10^4 \text{m}^3$ ，年回淤总量为 $1.01 \times 10^4 \text{m}^3$ 。3、4 号机组排水量相对于开阔海域的潮流通量属于小量，在排水作用下排水口局部海床会发生一定程度的冲刷，但幅度基本都在 0.05m 以内。

全寿命周期内工程局部海床的冲淤变化主要表现为防波堤突出位置发生冲刷，防波堤掩护的位置将发生一定范围的淤积，工程附近海域海床冲淤幅度在 $\pm 2.0 \text{m}$ 以内。

综上，本工程建设后导致的周边海域水动力和泥沙冲淤变化主要分布在海工工程附近的较小范围内，预计不会对整个工程海域的水动力条件和泥沙冲淤造成较大改变。

6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

为分析电厂温排水对厂址附近海域的温升影响，南京水利科学研究院根据测潮及工程设计开展陆丰核电 3、4 号机组厂址附近海域三维温排水输移扩散数值模拟，本节将根据相关成果进行描述。

（1）温升分布预测

（i）取水口温升

通过开展厂址附近海域三维温排水数值模拟，表 6.1-1 给出了模拟得到 1-6 号机组正常运行期间夏、冬两季实测半月潮条件下的取水口温升。

模拟结果表明：在现阶段取排水方案下，夏季半月潮下 1、2 号机组最大取水温升为 1.25°C ，平均取水温升为 0.67°C ；3、4 号机组最大取水温升为 1.33°C ，平均取水温升为 0.67°C ；5、6 号机组最大取水温升为 1.64°C ，平均取水温升为 0.71°C ；冬季半月潮下 1、2 号机组最大取水温升为 2.03°C ，平均取水温升为 0.93°C ；3、4 号机组最大取水温升为 2.15°C ，平均取水温升为 0.94°C ；5、6 号机组最大取水温升为 2.39°C ，平均取水温升为 0.95°C 。

（ii）温升等值线包络面积

通过数值模拟得到的 1-6 号机组正常运行期间夏、冬两季半月潮的温升最大包络

线面积见表 6.1-2，对比不同深度温升影响，表、中、底各层温升有较为明显的分层。

数模半月潮温升最大包络线投影面积为：

- 0.5℃温升面积夏季为 162.66km²，冬季为 346.76km²；
- 1℃温升面积夏季为 51.22km²，冬季为 155.50km²；
- 2℃温升面积夏季为 9.90km²，冬季为 26.58km²；
- 3℃温升面积夏季为 2.23km²，冬季为 6.42km²；
- 4℃温升面积夏季为 0.71km²，冬季为 1.71km²。

（2）近岸海域环境功能区相符性评价

根据《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），陆丰核电厂附近现行有效的近岸海域环境功能区包括：田尾山生态功能区（405A），主要功能为海洋生态保护，水质目标为二类（水温执行三类标准）；碣石港口工业功能区（405B），主要功能为港口、工业区，水质目标为三类；碣石浅澳港口、工业功能区（406A），主要功能为港口、工业，水质目标为三类；碣石浅澳工业功能区（406B），主要功能为工业，水质目标为三类；碣石湾浅海渔业功能区（412），主要功能为渔场作业区，水质目标为一类；碣石湾东浅海渔业功能区（412-1），主要功能为渔场作业区，水质目标为一类（水温指标执行三类标准）；陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区（406C），在该区域内，电厂温排水将除温升不执行水质标准外，其他指标均将执行 GB3097-1997 中三类海水水质标准要求，此外，陆丰核电厂温排水排放口海水温升 4℃包络线超出本功能区，但不超过周边三类近岸海域环境功能区时，超出区域参照本功能区管理。根据《海水水质标准》（GB3097-1997），海水水质一类和二类标准为“人为造成的海水温升夏季不超过当时当地的 1℃，冬季不超过 2℃”，三类标准为“人为造成的海水温升不超过当时当地的 4℃”。

结合已开展的温排水模拟结果，1-6 号机组运行期间的夏季半月潮最大 1℃温升外包络范围和冬季半月潮最大 2℃温升外包络范围涉及的功能区水温均执行三类标准（405A、405B、406A、406B 和 412-1），4℃温升区西侧部分（约 6m²）超出陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区（406C），但位于三类区（406B）范围内，超出区域参照功能区（406C）管理，因此，1-6 号机组运行期间的温升影响满足厂址附近近岸海域环境功能区划的管理要求。

（3）海岸带及海洋空间规划相符性评价

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本工程用海位于陆丰核电厂通信用海区（630-057），本工程温排水 4℃最大温升包络区域均位于陆丰核电厂通信用海区，夏季 1℃冬季 2℃最大温升包络区域部分进入汕尾南部渔业用海区（610-084）。

表 6.1-3 给出了温排水与广东省海岸带及海洋空间规划相符性评价，经分析，本工程运行期间温排水满足陆丰核电厂通信用海区和汕尾南部渔业用海区的管控要求。

（4）生态环境分区相符性评价

经分析，陆丰核电 1-6 号机组温排水与田尾山工业与城镇用海区、珠海-潮州近海农渔业区（汕尾范围）和田尾山-石碑山农渔业区（汕尾范围）的管控要求相符。

由于本工程温排水部分涉及生态环境分区中的 2 个农渔业区，需进一步分析温排水对海洋水生生物的影响，特别是针对重要经济物种开展影响分析。根据陆丰核电厂受纳水体水生生态调查结果，厂址附近海域重要代表物种（RIS）主要有：银姑鱼、尖尾鳀、龙头鱼、仰口鲻、曼氏无针乌贼、近缘新对虾、红星梭子蟹、远海梭子蟹、口虾蛄和猛虾蛄。可以看出，厂址附近海域 RIS 主要为鱼类、甲壳类等经济物种。

通过相关文献调研，对于大多数暖水性鱼类来说，夏季温升 1℃基本在海域环境水温变化范围内，一般不会对鱼类的生长造成较大的影响。此外，由于鱼类适温范围较广，且有回避能力，大多数鱼类将避开升温场，因此预测核电厂温排水对该海域鱼类的影响可接受。

对于甲壳类的梭子蟹、虾蛄等海洋生物，其在南海环境水温条件下的夏季最大临界温度（CTM）均在 34℃以上，梭子蟹甚至可达 40℃以上，根据陆丰核电厂海域冬夏季全潮观测报告的观测数据，海域水温日变化一般不超过 32℃，叠加夏季 1℃温升后，预计对该海域甲壳类的影响有限。

总体上，本工程温排水温升涉及农渔业区的范围相对较小，暖水性游泳生物（鱼类、头足类）适温范围较广，且有避开升温场的回避能力，甲壳类生物（虾蛄、梭子蟹）具有更强的热耐受性，因此，预计核电厂温排水对该海域农渔业区的海洋水生生物的影响可接受。

（5）海域生态保护区（生态保护红线）相符性评价

根据《陆丰市国土空间规划（2021-2035年）》，本项目工程海域周边的生态保护区主要有金厢生态保护区、碣石湾生态保护区和碣石湾近海生态保护区。

温排水冬季2°C夏季1°C最大温升包络线不涉及海域生态保护区。

（6）严格保护岸线相符性评价

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》，厂址15km范围内主要为碣石港南侧-角清村（最近距厂址W方位1.5km）、湖东林场（最近距厂址NE方位9.3km）等严格保护岸线。根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资发〔2025〕1号），厂址附近严格保护岸线与陆丰市国土空间总体规划不同，该规划中严格保护岸线东西两端均紧邻厂址。

严格保护岸线管控要求：应确保严格保护岸线生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

厂址6台机组运行时温排水冬季2°C夏季1°C最大温升包络线部分涉及严格保护岸线，该严格保护岸线整体为基岩岸线，生物主要为附着于岩体上的贝壳类，通常3°C以上温升才会对其产生影响，预计温排水不会对该岸线的生态功能造成影响。此外，海工工程建设后会对碣石港南侧-角清村严格保护岸线产生轻微冲刷，但冲刷幅度不超过0.05m，且涉及区域较小，由于该严格保护岸线整体为基岩岸线，预计本工程不会改变海岸地形地貌。综上，本项目海工工程实施和运行期间的温排水可以满足其管理要求。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

陆丰核电厂取排水系统主要包括取水明渠、拦污栅、鼓形滤网、水泵、冷凝器、虹吸井和排水隧洞等部分。取排水系统各个部分对海洋生物可能产生的影响主要通过机械因素、热因素和化学因素实现。在所有这些影响因素中，最主要的是排水系统的热影响以及取水系统卷载、卷塞的影响。

6.1.3.1 取水系统对水生生物的影响

卷载效应是指水生物随电厂抽取循环冷却水而进入冷却系统，并在其中受到热、压力等物理因素和氯化等化学因素影响而死亡的现象。一般取排水产生的卷载效应只

对那些能通过取水系统滤网的鱼卵、仔鱼、仔虾、浮游生物及其它游泳类生物幼体产生明显的伤害。卷载效应与取水口附近的生物密度、种类以及取水流速、取水口的布置等因素有直接的关系。卷塞效应是指冷却水进入冷却系统时被拦截在滤网等装置上导致的生物伤害或死亡的物理现象。

本工程取水口平均流速小于邻近海域平均流速，不会对周边水域流态产生明显影响，具有游泳能力的海生物能直接游离取水口区域，不会带来明显的生物撞击影响。由于流速较低，结合各电厂实际运行情况，拦污网捕获的较大型鱼类和贝类数量相对有限，因此电厂取水对较大鱼类和贝类撞击的损失量可忽略不计。电厂取水口流速与邻近海域海流流速接近，不会对周边水域流态产生明显影响，减小了对海生物的撞击和夹带的影响。

此外，陆丰核电厂的取水口周围海域没有海洋生物的产卵场，也不涉及海洋生物的洄游路线，预计取水造成的卷载、卷塞影响较小。

6.1.3.2 温排水对水生生物的影响

陆丰核电 1-6 号机组运行过程中，其循环冷却水经厂址南侧的排水口排入南海，将导致排水口周围水体有一定的温升。如果环境水体升温后超过海洋生物生长的适宜温度，温度的升高将可能导致海洋生物的生长受到抑制或死亡。另外，自然水体经过冷却系统后骤然形成的高温差，亦有可能影响海洋生物的正常活动。

6.1.3.2.1 温排水对海洋生物的影响

（1）温排水对浮游生物的影响

浮游生物不但是某些鱼、虾、贝类的饵料生物，同时其数量的多少也决定海域海洋初级生产力的大小，从而影响渔业资源的潜在量。如果核电厂的温排水对浮游生物产生严重危害，其后果也会间接影响到本海域的渔业资源量。

温排水与浮游生物的种类数关系密切。一般说来，当水体适度增温时 ($\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$)，群落中的种类数增加，其中浮游植物的种类数平均可增加 50%，浮游动物种类数平均可增加 76%，底栖动物可增加 40%。尤其是水温较低的春、秋和冬季表现更加明显。有观测结果表明，春季温度场弱增温区 ($\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$) 生物量最高，是自然水温区生物量的 1.3 倍；而冬季的浮游动物生物量是自然水温区生物量的 2.4 倍。但是在水体强增

温时 ($\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$)，会使浮游生物生长有不利影响，特别在夏季自然水温较高时，可能引起浮游生物的种类和数量的减少、群落物种多样性较低，并改变群落中的物种组成。

在水体温度不超过 35°C 时，多数浮游生物的生长不会被抑制或造成死亡，且浮游生物多存在于海域的表层。根据陆丰核电厂海域冬夏季全潮观测报告的观测数据，海域水温日变化一般不超过 32°C 。根据已开展的温排水模拟成果，6台机组运行温排水造成 3°C 温升的影响仅限于在排放口小范围区域，在夏季半月潮表层最大温升包络面积为 2.23 km^2 (表 6.1-2)。因此预计温排水对排水口附近局部区域的浮游生物造成的不利影响范围有限。

(2) 温排水对鱼类的影响

由于鱼类是变温动物，它的体温随环境水温的变化而变化，并依靠游动行为来选择所需的适宜温度。因此，水温对鱼类的各种生命活动过程有很大影响。在适温范围内，水温的升高会提高鱼类的摄食能力，促进其性成熟，生长加速；但在水温过高时，温排水也会对鱼类产生不利的影响，包括：在强增温区、亚增温区会对鱼类洄游行为造成明显逆反影响；会提早鱼类性腺发育成熟产卵，对鱼类生殖产生影响；会使鱼类饵料生物发生变化，从而影响鱼类生长，可能引起种群结构的变动；可能增多寄生虫病的危害，增加对鱼类的致病影响。鱼类喜在适宜温度水域内活动，对超出适宜温度范围的高温或低温水体具有回避反应。在自然水体中，近海区鱼类一般都有随季节水温变化而进行洄游的现象，这是鱼类对温度的选择。

根据调查，陆丰核电厂周围海域的主要经济鱼类有银姑鱼、尖尾鳗、龙头鱼、金线鱼、带鱼和真鲷等。其中，银姑鱼适温范围为 $15\sim28^{\circ}\text{C}$ ，尖尾鳗适温范围为 $18\sim30^{\circ}\text{C}$ ，龙头鱼适温范围为 $20\sim30^{\circ}\text{C}$ ，金线鱼适温范围为 $5\sim26^{\circ}\text{C}$ ，带鱼的适温范围为 $20\sim29^{\circ}\text{C}$ ，真鲷适温范围为 $20\sim28^{\circ}\text{C}$ 。根据中科院南海所对大亚湾内几种经济鱼类进行的耐热试验研究结果，在 $25\sim33^{\circ}\text{C}$ 的驯化温度下，黑鲷、平鲷和细鳞刺的起始致死温度分别为 $34.96\sim36.42^{\circ}\text{C}$ ， $34.78\sim35.62^{\circ}\text{C}$ 和 $38.76\sim39.39^{\circ}\text{C}$ 。由于该海域内鱼类与大亚湾鱼类同属暖水性种类或暖温性种类，预计海水水温在 35°C 以内时，不会对鱼类产生不利影响。

陆丰核电厂邻近海域水温季节变化十分明显，根据陆丰核电厂海域冬夏季全潮观测报告的观测数据，海域水温日变化一般不超过 32°C ，夏季水温相对较高，其他季节水温相对较低。初步预计，由于该区域内鱼类均为暖水性或暖温性鱼类，除夏季外，

其他季节温排水入海后水体温度仍在鱼类的适温范围内，因此可以估计温排水不会对鱼类的生长造成明显的影响。夏季海水高温期间，温排水引起的海水升温对鱼类生长的影响局限于核电厂排放口附近的 3℃ 温升区域内。根据已开展的温排水模拟成果，6 台机组运行温排水造成 3℃ 温升的影响范围小，仅限于在排放口小范围区域，在夏季半月潮最大温升包络面积为 2.23km²，且大多数鱼类能够回避高温升区，因此预计温排水对海域内鱼类不会产生明显影响。

（3）温排水对贝类的影响

有关实验结果表明，贝类是变温动物，由于新陈代谢的水平低以及缺乏完善的温度调节导致其体温不恒定。温度过高，能使贝类呼吸急促而不规则，缺氧窒息，还可能造成蛋白质凝固，以至昏迷死亡。适温范围内，贝类新陈代谢旺盛，对呼吸与排泄、运动与摄食、消化与生长、性腺发育与繁殖均产生积极作用。贝类的浮游幼虫，在适温范围内生长和发育速度随水温升高而加速。水温超过一定范围时，生长率下降、发育速度受阻，甚至停止生长，导致幼虫死亡。例如牡蛎属于暖水种，对热有较强的忍受能力，生长的适宜水温 15~35℃。根据中科院南海所对大亚湾内贝类进行的耐热试验研究成果，在 25~35℃ 的驯化温度下，翡翠贻贝的起始致死温度为 34.55~36.04℃。鉴于陆丰核电厂附近海域与大亚湾同属南海近海，上述研究成果对于陆丰核电厂具有一定的参考价值。

根据调查，陆丰核电厂周围海域的主要贝类有翡翠贻贝和牡蛎等，其主要生长分布于海域沿岸的浅水底部。根据陆丰核电厂海域冬夏季全潮观测报告的观测数据，夏季海域底层水温日变化一般不超过 32℃，当受纳水体温升超过 3℃ 时，则可能对牡蛎和翡翠贻贝产生影响。根据已开展的温排水模拟成果，6 台机组运行温排水造成底层 3℃ 温升的影响仅限于在排放口小范围区域，在夏季半月潮底层温升面积最大不超过 0.15km²。因此，预计温排水对贝类产生的影响范围有限。

（4）温排水对甲壳类（虾、蟹）的影响

甲壳类的适温范围多在 18~32℃ 之间，大于 38℃ 不能正常运动，大于 39℃ 将导致其死亡。根据实验研究，在一定适温范围内，温升可以促进仔虾的生长和体重的增加。

根据调查，厂址附近海域内甲壳类主要有长毛对虾、南美白对虾和三疣梭子蟹等，幼体虾主要生活于浅海，并随着发育和生长逐渐向深海区迁移，而三疣梭子蟹主要分布于浅海的底层。在冬季期间，预计核电厂 1-6 号机组温排水引起的温升对该海域内

的虾、蟹类不会有明显影响。在夏季期间，根据陆丰核电厂海域夏季全潮观测报告的观测数据，夏季海域水温日变化一般不超过32℃，已开展的温排水模拟成果表明，6台机组运行温排水造成整个海域内4℃温升的影响范围极小，不超过0.71km²，预计温排水对甲壳类影响是非常有限的。

（5）温排水对底栖生物、潮间带生物的影响

温度变化对底栖生物的潜在影响主要包括：群落结构发生变化，动物区系组成变化明显，底栖动物栖息地减少、生物多样性指数降低等；高出自然水体6℃以上的增温，将对底栖动物造成危害，即使是冬季也是如此；而适度增温（ $\Delta T \leq 4^\circ\text{C}$ ）则有利于底栖动物种类与数量的增加；暖水性种、属的比重将会加大。由于底栖生物主要生活在海水底层，本次选用温排水底层温升面积进行评价。

根据温排水影响预测结果，本工程正常运行后，6台机组运行夏、冬季全潮底层最大4℃温升外包络面积均小于0.15km²，温排水对底栖生物、潮间带生物的影响范围较小，预计温排水对底栖生物、潮间带生物的影响有限。

6.1.3.2.2 温排水对海水养殖的影响

海水养殖均远离核电厂温排水夏季1℃冬季2℃温升包络区域，预计温排水对厂址附近海水养殖的影响有限。

6.1.3.2.3 温排水对自然保护区的影响

陆丰核电厂厂址附近的自然保护区有碣石湾海马资源自然保护区、遮浪角东海洋生态自然保护区、遮浪汇聚流海洋生态系统保护区和汕尾碣石湾鲻鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区。

碣石湾海马资源自然保护区位于田尾山以南海域，厂址S~SSE方位约20~40km；遮浪角东海洋生态自然保护区位于遮浪角东北部海域，厂址WSW方位约22~25km；遮浪汇聚流海洋生态系统保护区为省级保护区，位于遮浪南部海域，厂址WS方位约37~41km；汕尾碣石湾鲻鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于粤东汕尾市碣石湾内，厂址WNW方位约17~21km。上述自然保护区均位于厂址半径15km以外，远离核电厂温排水0.5℃温升包络区，预计电厂温排水不会对保护区内海洋生物及其栖息环境造成不良影响。

另外，厂址周边用海 15km 范围内无红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等特殊生境。

6.1.3.2.4 温排水对海洋生态影响程度分级

根据上述分析，结合 HJ1409-2025 附录 F 海洋生态影响程度划分表，给出了本工程海洋生态影响程度分级表及划定依据。经分析，本工程对厂址附近海域生态敏感区、生物资源和重要物种的影响程度为弱，对特殊生境无影响。

6.1.3.2.5 减少对水生生物不利影响的措施

为了减少温排水的影响，本工程开展了多种取排水方案的比选论证，离岸深排有利于电厂温排水与深层冷海水快速掺混、降温、稀释，从而减小核电厂温排水造成受纳海域中的高温升区域，尽可能避免或减小对海洋生态的影响。

此外，本工程将采取岸线修复和增殖放流等措施，以补偿本工程建设导致的岸线占用和海洋生物资源损失。

表 6.1-1 1-6 号机组运行时的取水口温升 (℃)

潮型	1、2 号机组取水口		3、4 号机组取水口		5、6 号机组取水口	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大
夏季半月潮	0.67	1.25	0.67	1.33	0.71	1.64
冬季半月潮	0.93	2.03	0.94	2.15	0.95	2.39

表 6.1-2 1-6号机组运行时半月潮最大温升包络面积 (km^2)

潮型	垂向位置	4°C			3°C			2°C	1°C	0.5°C
		1、2号机组	3、4号机组	5、6号机组	1、2号机组	3、4号机组	5、6号机组	1-6号机组	1-6号机组	1-6号机组
夏季半月潮	表层	0.71			2.23			9.87	50.99	162.13
	中层	0.03	0.04	0.03	0.30			0.87	20.92	135.60
	底层	0.03	0.03	0.01	0.06	0.05	0.04	0.38	12.44	112.54
	投影	0.71			2.23			9.90	51.22	162.66
冬季半月潮	表层	1.70			6.34			26.41	148.50	343.04
	中层	0.07	0.09	0.09	0.67			3.36	132.28	326.34
	底层	0.05	0.05	0.05	0.37			1.34	120.89	303.32
	投影	1.71			6.42			26.58	155.50	346.76
潮型			垂向位置		夏季 4.0°C+冬季 4.0°C			夏季 1.0°C+冬季 2.0°C		
夏、冬季半月潮叠加			投影		1.71			51.22		

表 6.1-3 温排水与广东省海岸带及海洋空间规划相符性评价

功能区名称	空间准入	利用方式	保护要求	其他要求	相符性分析
陆丰核 电工矿 通信用 海区	<p>1.允许工业用海、海底电缆管道等用海； 2.可兼容人工鱼礁、开放式养殖等增养殖用海，路桥隧道、航运、风景旅游、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.在未开发利用之前可兼容开放式养殖等增养殖用海，浴场、游乐场等文体休闲娱乐用海； 4.探索推进海域立体分层设权，光伏发电、增养殖、海底电缆管道等用海空间可立体利用； 5.优先保障军事用海及军事设施安全；保障陆丰核电的用海需求。</p>	<p>1.工业用海允许适度改变海域自然属性； 2.优化用海平面布局，节约集约利用海域资源。</p>	<p>1.工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置； 2.切实保护严格保护岸线； 3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护基岩岸滩、砂质海岸及其生境。</p>	重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险，保障临海工业核电的温排水需求。	<p>1、本用海区保障陆丰核电用海需求，符合其空间准入要求； 2、本工程运行期间会部分改变该用海区的水温、水动力及泥沙冲淤条件，本工程经严格论证用海方式合理性，通过海工工程多方案比选，尽可能降低对生态及海岸地形的影响，整体符合其利用方式要求； 3、本工程运行期间废水均处理达标排放，海工建设运行对该用海区的严格保护岸线及海岛影响有限，符合其保护要求。 4、综上，本工程运行期间温排水满足该用海区的管控要求。</p>
汕尾南部渔业用海区	<p>1.允许增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用。</p>	<p>1.严格限制改变海域自然属性； 2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全； 3.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能； 4.捕捞海域严格限制改变海域自然属性。</p>	<p>1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.保护和合理利用无居民海岛资源。</p>	——	<p>1、本工程运行期间夏季1℃冬季2℃温升包络线进入该区域的面积相对很小，且处于功能区的边缘，改变海域自然属性的程度有限，整体符合其利用方式要求； 2、本工程运行期间废水均处理达标排放，夏季1℃冬季2℃温升包络线进入该区域的面积相对很小，不会对渔业用海区的主要功能产生明显影响，符合其保护要求。 3、综上，本工程运行期间温排水满足该用海区的管控要求。</p>

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

6.2.2 照射途径

6.2.3 计算模式和参数

6.2.4 大气弥散和水体稀释

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

6.2.6 公众最大个人剂量

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

6.2.9 辐射影响评价

6.2 正常运行的辐射影响

陆丰核电厂 3、4 号机组申请建设两台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，同时厂址正在建设两台华龙一号压水堆核电机组（5、6 号机组）和两台国产 CAP1000 压水堆核电机组（1、2 号机组）。本节根据核电厂正常运行状态下的流出物排放源项，以及厂址周围的环境特征、公众的食物消费和生活习惯，对核电厂正常运行状态下流出物对公众和环境造成的辐射影响进行计算和评价，并采用流出物排放源项预期值进行公众辐射“三关键”分析。

6.2.1 流出物排放源项

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，流出物以气态和液态形态向环境释放，分别在大气环境和受纳水体中迁移扩散。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）第 6.2 款和 6.3 款规定了核动力厂每座 3000MW 热功率反应堆气态和液态流出物年排放量控制值及多堆厂址所有机组年总排放量控制值。陆丰核电 3、4 号机组及厂址六台机组流出物各类放射性核素的年排放量，均满足国家标准 GB6249-2025 相应的排放量控制要求。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）对核动力厂流出物排放除规定了总量控制要求外，对于受纳水体为海洋的核动力厂场址，其槽式排放口处的液态流出物中 ${}^3\text{H}$ 的活度浓度不应超过 $3 \times 10^7 \text{Bq/L}$ ， ${}^{14}\text{C}$ 的活度浓度不应超过 $3 \times 10^3 \text{Bq/L}$ ，其它放射性核素总浓度不应超过 1000Bq/L ，各核素活度浓度应满足 GB 6249-2025 附录 D 的要求。

陆丰核电厂 3、4 号机组将参考其他华龙核电机组的运行经验，控制一回路中的放射性水平以及设置监测控制值，确保本项目 ${}^3\text{H}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ 的排放浓度满足 GB 6249-2025 的要求。陆丰核电 3、4 号机组液态除氚碳外其余放射性核素预期工况下的排放浓度满足 GB 6249-2025 附录 D 的要求。

根据 HJ808-2016 的要求，本节采用 1~4 号机组设计值+5、6 号拟申请值排放源项对公众的辐射剂量进行估算，采用较为实际的预期源项进行“三关键”分析，确定核电厂流出物排放造成公众辐射影响的关键人群组、关键核素和关键照射途径，以更现实的反映核电厂流出物排放在环境中的分布及影响情况。

气态流出物中的 ${}^{14}\text{C}$ 在环境介质中的转移过程具有特殊机理，有别于核电厂排放的

其它各类气态放射性核素，通常认为，只有以二氧化碳形式存在的 ^{14}C 才能通过光合作用被植物吸收，并以食物的摄入形式进入食物链，对摄入者造成内照射影响。根据 IAEA 421 号技术报告，欧洲和美国的压水堆核电站以二氧化碳形态向环境排放的 ^{14}C 占 ^{14}C 气态排放量的 5~25%，根据此研究结论，本节在评估气态 ^{14}C 的排放所造成的环境辐射影响时，假定以二氧化碳形态排放的 ^{14}C 占 ^{14}C 气态排放量的 25%。

6.2.2 照射途径

6.2.2.1 气态途径

气态流出物排放对厂址评价区内公众造成的辐射影响，考虑如下四种照射途径：

- 空气浸没外照射：气态流出物进入空气后对公众造成的直接外照射剂量。
- 地面沉积物外照射：由于干湿沉积作用流出物沉积于地面对公众地面活动造成的直接外照射剂量。
- 吸入空气内照射：气态流出物进入空气后被公众吸入体内造成的内照射。
- 食入陆生食品内照射：气态流出物由于植物光合作用、根部吸收等途径进入植物体内，动物食入植物进而进入动物体内。公众食入相关动植物食品造成内照射剂量，陆生食品包括蔬菜、粮食、水果等作物产品，以及肉类、奶类等动物产品。

6.2.2.2 液态途径

液态流出物排放对厂址评价区内公众造成的辐射影响，考虑如下四种照射途径：

- 水体浸没外照射：液态流出物进入水体后公众由于游泳活动造成的浸没外照射剂量；
- 水上活动外照射：液态流出物进入水体后公众由于划船活动造成的水上外照射剂量。
- 岸边沉积物外照射：液态流出物进入水体后被泥沙吸附进而由海水冲刷作用沉积至岸边对公众在岸边活动造成的外照射剂量。
- 食入海产品内照射：液态流出物进入水体后转移至海产品内，公众食入海产品摄入放射性核素造成的内照射剂量。

公众食入海产品包括鱼类、甲壳类、软体类、藻类产品。陆丰核电厂液态流出物排放受纳水体为南侧海域，不涉及饮用水及灌溉。因此，不考虑公众或陆生动植物通过饮用海水、用海水灌溉导致摄入放射性核素而造成辐射照射的过程。

6.2.2.3 其它途径

厂址周围区域不存在可能达到或超过上述途径的个人有效剂量10%的其它照射途径。

6.2.3 计算模式和参数

陆丰核电厂运行状态下，气态和液态流出物通过各照射途径对公众造成的剂量估算模式和参数如下：

(1) 大气弥散

根据核安全导则HAD101/02推荐高斯直线烟羽扩散模型，采用厂址气象塔一整年10m和80m两层高度逐时观测的风向、风速和温度，以及地面气象站的逐时雨量等气象数据，计算厂址区域的长期大气弥散因子和地面沉积因子。扩散参数采用本报告书2.4节的推荐值。

(2) 水体稀释

根据陆丰核电厂3、4号机组工程液态流出物排放数值模拟结果，排放海域的水体稀释扩散计算采用沿水深平均的平面二维水流浓度场数学模型，水体稀释相对浓度依据该成果。

本报告采用国际原子能机构IAEA 19号安全报告推荐的模型和参数，计算放射性核素迁移扩散过程中在海水悬浮物、沉积物中的浓度。

(3) 食物消费和生活习惯

厂址半径80km范围内各子区地上环境介质（如粮食、蔬菜等）的面积、产量，公众的食物消费量以及生活习惯因子见本报告书第二章。

6.2.4 大气弥散和水体稀释

根据本工程含放射性液态流出物数值模拟计算报告成果对数值模拟模式及相关参数进行描述。

为真实反映工程附近海域潮流变化情况，采用实测半月潮水文条件作为液态流出

物计算的典型水文条件。

夏季半月潮水文条件：测量时间 2024 年 6 月 15 日～30 日；

冬季半月潮水文条件：测量时间 2024 年 1 月 5 日～20 日。

由于悬沙对放射性核素吸附和底沙再悬浮引起的放射性核素去附的影响机理较为复杂，迄今尚未有较成熟的计算公式，因此，从保守角度出发，在计算中暂未考虑悬浮泥沙对核素的吸附/去附作用。与此同时，本项目采用的 IAEA 19 号报告推荐的模型和参数中已在 K_d 参数值中反映了悬浮泥沙吸附对剂量贡献的影响。基本方程中悬沙对浓度影响的项“ $K_d \cdot S \cdot (dC/dt)$ ”取零：

$$\frac{\partial HC_i}{\partial t} + \frac{\partial u HC_i}{\partial x} + \frac{\partial v HC_i}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_x H \frac{\partial C_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y H \frac{\partial C_i}{\partial y} \right) - K_d S \frac{\partial C_i}{\partial t} - \lambda_i H C_i + S_i \quad (1)$$

计算参数的选取根据相关规范、规程要求，并考虑了与前期研究的协调性。

水流数学模型中的主要参数为糙率 n 和紊动粘性系数 ν_t 。

根据电厂附近海域的实际情况，工程海域糙率随水深变化，当水深较浅或接近露滩时，糙率取值较大，一般在 0.015～0.020 之间。根据电厂附近海域的实际情况，率定后糙率取 0.017。

水平涡粘系数 A 采用 Smagorinsky 扩散率公式，认为水平涡粘系数与水平网格尺度及速度梯度非线性项有关。

$$A = c_s l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}} \quad (2)$$

式中： c_s 为常数，选为默认值 0.28，

l 为水平网格尺度，

$$\text{变形率 } S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), \quad (i, j = 1, 2).$$

浓度场数学模型中扩散系数采用 Elder 公式计算， $E_x = E_y = 5.9 u_* H$ ， u_* 为摩阻流速。

衰变常数 λ 的取值与放射性物质的半衰期有关，根据设计单位的技术要求，此次计算主要考虑余氯和半衰期分别为 8 天、70 天、250 天、5 年和不衰变的 5 种代表核素，其衰减系数 (s^{-1}) 分别为 1.29×10^{-4} 、 1.00×10^{-6} 、 1.15×10^{-7} 、 3.21×10^{-8} 、 4.40×10^{-9} 。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

环境空气中放射性核素 ^{85}Kr 、 ^{60}Co 、 ^{131}I 年平均浓度最大值均位于 SSW 方位 0~1km 子区，年平均浓度最大值分别为 $2.70\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $6.39 \times 10^{-7}\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $1.55 \times 10^{-4}\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^3H 年平均浓度最大值均位于 SW 方位 0~1km 子区，为 $5.70 \times 10^{-1}\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^{14}C 年平均浓度最大值均位于 SW 方位 0~1km 子区，为 $1.15 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

陆丰核电 3、4 号机组排水口周围受纳水体中放射性浓度最大值位于 3、4 号机组排水口 0~1km 海域，核素 ^3H 、 ^{14}C 在该海域海水中的年平均浓度分别为 $3.93\text{Bq}/\text{L}$ 、 $2.71 \times 10^{-3}\text{Bq}/\text{L}$ 。

《海水水质标准》（GB3097-1997）中规定了海水中部分放射性核素的浓度限值，其中与陆丰核电厂液态流出物排放相关的有 ^{60}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs 五个核素，其水质指标限值分别为 $0.03\text{Bq}/\text{L}$ 、 $4.0\text{Bq}/\text{L}$ 、 $0.2\text{Bq}/\text{L}$ 、 $0.6\text{Bq}/\text{L}$ 和 $0.7\text{Bq}/\text{L}$ 。五个核素在排放口 0~1km 海域峰值浓度分别为 $1.68 \times 10^{-4}\text{Bq}/\text{L}$ 、 $2.28 \times 10^{-7}\text{Bq}/\text{L}$ 、 $1.40 \times 10^{-7}\text{Bq}/\text{L}$ 、 $2.06 \times 10^{-3}\text{Bq}/\text{L}$ 和 $2.25 \times 10^{-3}\text{Bq}/\text{L}$ ，均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的浓度限值要求。

陆丰核电厂排放口附近 0~1km 海域底泥的核素浓度远低于各核素的辐射本底水平（或探测限水平）。

6.2.6 公众最大个人剂量

(1) 公众（成人）个人剂量

陆丰核电 3、4 号机组正常运行状态下，2 台机组流出物对于一般公众（成人）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 $3.42 \times 10^{-7}\text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 $2.91 \times 10^{-7}\text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 $5.07 \times 10^{-8}\text{Sv}$ 。厂址六台机组流出物对于一般公众（成人）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 $7.23 \times 10^{-6}\text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 $7.07 \times 10^{-6}\text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 $1.56 \times 10^{-7}\text{Sv}$ 。

(2) 公众（青少年）个人剂量

陆丰核电 3、4 号机组正常运行状态下，2 台机组流出物对于一般公众（青少年）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效

剂量增量为 3.62×10^{-7} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 3.02×10^{-7} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 5.96×10^{-8} Sv。厂址六台机组流出物对于一般公众（青少年）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 5.96×10^{-6} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 5.78×10^{-6} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 1.80×10^{-7} Sv。

（3）公众（儿童）个人剂量

陆丰核电 3、4 号机组正常运行状态下，2 台机组流出物对于一般公众（儿童）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 3.27×10^{-7} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 2.71×10^{-7} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 5.64×10^{-8} Sv。厂址六台机组流出物对于一般公众（儿童）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 5.12×10^{-6} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 4.95×10^{-6} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 1.68×10^{-7} Sv。

（4）公众（婴儿）个人剂量

陆丰核电 3、4 号机组正常运行状态下，2 台机组流出物对于一般公众（婴儿）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 2.37×10^{-7} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 1.91×10^{-7} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 4.58×10^{-8} Sv。厂址六台机组流出物对于一般公众（婴儿）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNE 方位 1~2km 子区，造成的大年有效剂量增量为 4.40×10^{-6} Sv，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为 4.27×10^{-6} Sv，通过液态途径造成的年有效剂量增量为 1.30×10^{-7} Sv。

（5）最大受照年龄组

对上述各年龄组公众的个人剂量结果进行比较分析发现，陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，流出物对厂址 NNE 方位 1~2km 子区内各年龄组公众个人造成的有效剂量均大于其它各子区同年龄组公众个人的受照剂量，而对该子区各年龄组公众个人而言，核电厂的流出物对公众造成的年受照有效剂量青少年组公众个人 > 成人组公众个人 > 儿童组公众个人 > 婴儿组公众个人。陆丰核电六台机组运行状态下，流出物对厂址 NNE 方位 1~2km 子区内各年龄组公众个人造成的有效剂量均大于其它各子区同年龄组公众个人的受照剂量，而对该子区各年龄组公众个人而言，核电厂的流出物对公众造成的

年受照有效剂量成人组公众个人>青少年组公众个人>儿童组公众个人>婴儿组公众个人。

因此，陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，就一般公众的受照剂量而言，运行时其厂址 NNE 方位 1~2km 子区内的青少年受流出物造成的年有效剂量最大，为 3.62×10^{-7} Sv；厂址六台机组运行时厂址 NNE 方位 1~2km 子区内的成人组公众个人受流出物造成的年有效剂量最大，为 7.23×10^{-6} Sv。

（6）集体剂量

根据厂址评价范围内的居民年龄构成和各子区的预期人口分布，3、4 号机组和厂址六台机组对评价区内公众集体年有效剂量结果分别为 4.53×10^{-2} 人•Sv 和 1.18 人•Sv，其中各核素通过气、液态途径所造成的厂址评价区内公众总的集体年有效剂量分别为 3.69×10^{-2} 人•Sv、 8.38×10^{-3} 人•Sv 和 1.15 人•Sv、 2.72×10^{-2} 人•Sv。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

非人类生物受到的辐射照射主要来自宇宙射线、天然放射性核素以及核设施排放的流出物，由于生物种类的庞大和生存环境的广阔，目前国际上普遍使用一系列特征生物的概念，包括参考生物，参考动植物，代表物种，特征物种和受体等，对生物进行辐射影响评价。

国际放射防护委员会（ICRP）于 2008 年发布的第 108 号报告中提出了参考动植物（RAP）的概念，并将其定义为“参考动植物是一个假想的实体，具有特定动物或植物类别的假想的基本生物特征，用于描述不同科类生物分类上的共性，具有明确的解剖学、生理学和生命历史的属性，可用于将该种生物体的暴露与辐射剂量，以及剂量与产生效应相联系起来。”根据一系列的选择准则，ICRP 报告推荐了 16 种用于辐射影响评价的参考动植物。

欧盟在 2004-2007 年间开展的 ERICA 项目中选取参考生物的方式与 ICRP 报告稍有不同，它不根据分类学、解剖学、生理学以及生活史等特征选取特定物种，而是基于不同的环境特征中的典型生物类别。

ERICA 项目中采用的一系列水生和陆生生物在不同生境中的剂量学模型也为 ICRP 所采用，在辐射剂量率计算方法上，两者也都采用了 Ulanovsky 等人运用 Monte-Carlo 方法计算不同体形尺寸生物体对 α 、 β 、 γ 辐射的吸收比例，再结合各核素的辐射能量得出各种核素对于不同生物体辐射的剂量转换因子。

6.2.7.1 非人类生物的分类

ERICA 程序根据生物所在的栖息环境选择了不同的代表性生物作为参考生物，其中海洋生态系统的参考生物包括深海鱼类、鸟类、甲壳类、大型藻类、哺乳动物、双壳软体类、浅水鱼、浮游植物、多毛纲蠕虫、爬行动物、海葵珊瑚、导管植物和浮游动物 13 类。陆生生态系统的参考生物包括两栖动物、环节动物、腐食节肢动物、鸟类、飞行类昆虫、草本植物、苔藓植物、大型哺乳动物、小型掘洞哺乳动物、腹足纲软体动物、爬行动物、灌木植物、乔木 13 类。

陆丰核电厂址附近海域海洋生物的种类，按照浅水鱼、深海鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类参考生物。

6.2.7.2 非人类生物辐射影响评价

（1）水生生物辐射影响

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，厂址六台机组液态流出物对排放口附近海域水体中深海鱼类、浅水鱼、软体类、甲壳类、藻类、浮游植物和浮游动物七类海洋生物的辐射剂量率均低于 ERICA 程序推荐的 $10\mu\text{Gy}/\text{h}$ 剂量率筛选值，其中最大的为浮游动物，为 $9.67\text{E-}04\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。因此，陆丰核电 3、4 号机组运行后，两台机组及厂址六台机组排放的液态流出物对受纳海域水体中深海鱼类、浅水鱼、软体类、甲壳类、藻类、浮游植物和浮游动物七类参考海洋生物不会造成明显的损伤，对核电厂周围海域中的海洋生物总体上影响很小。

（2）陆域生物辐射影响

3、4 号机组运行期间对厂址周围陆域生物受到的附加剂量率值最大的为苔藓植物，为 $2.07\times 10^{-3}\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。厂址六台机组运行期间对厂址周围陆域生物受到的附加剂量率值最大的为飞行类昆虫，为 $6.93\times 10^{-2}\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。各类陆域生物受到的附加剂量率值均远小于 ERICA 程序推荐的 $10\mu\text{Gy}/\text{h}$ 剂量率筛选值，对核电厂周围陆域中的生物总体上影响很小。

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

根据厂址调查结果，位于厂址西侧海岸的浅澳村中有较多渔民从事渔业捕捞，距

离厂址较近的后埔村和上林村也有少量渔民从事渔业捕捞，其他村庄基本没有渔民，养殖渔民为泻湖围塘养殖。渔民出海打鱼一般视天气情况而定，捕捞海域通常为厂址附近近岸海域。三关键分析时考虑上述周边居民点。

对陆丰核电六台机组流出物排放造成的辐射影响进行“三关键”分析，陆丰核电厂址六台机运行状态下，流出物排放对厂址 NNE 方位 1.6km 的后埔村渔民造成的年有效剂量大于其它子区内渔民、村民或青少年的受照剂量，为 6.56×10^{-7} Sv/a。根据上述分析结果，本阶段将厂址 NNE 方位 1.6km 的后埔村渔民作为受陆丰核电厂址六台机组辐射影响最大的可能关键人群组。

6.2.9 辐射影响评价

陆丰核电3、4号机组以及厂址六台机组各类流出物的年排放量均能满足国家标准 GB6249-2025 相应的控制要求。3、4号机组运行过程中，液态流出物中氚、碳14以及除氚碳14外其它液态放射性核素的排放浓度满足相应排放浓度控制要求。

（1）公众辐射影响评价

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）第 6.1 款规定任何场址的所有核动力堆向环境释放的放射性核素对公众中任何个人造成有效剂量，每年不得超过 0.25mSv。陆丰核电厂规划建设六台机组，其中陆丰核电 5、6 号机组和 1、2 号机组年个人有效剂量要求均为 0.08mSv/a，本工程 2 台机组年个人有效剂量要求为 0.08mSv/a。

陆丰核电厂厂址六台机组流出物排放造成最大有效剂量为 7.23×10^{-6} Sv/a，占 GB6249-2025 年剂量要求（0.25mSv/a）的 2.89%，3、4 号机组 2 台机组流出物排放造成最大有效剂量为 3.62×10^{-7} Sv/a，占本期工程剂量要求（0.08mSv/a）的 0.45%。

通过公众辐射剂量“三关键”分析，陆丰核电厂址六台机组运行状态下，在制定环境辐射监测方案时，需要关注的关键人群组为位于厂址 NNE 方位 1.6km 的后埔村渔民，需要关注的照射途径包括：食入陆生食品内照射途径和食入海产品内照射，需要关注的放射性核素包括： ^{14}C 、 ^{137}Cs 。

（2）非人类物种辐射影响评价

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，厂址六台机组液态流出物排放对排放口附近海域海洋生物造成的辐射剂量率最大为 9.67×10^{-4} $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ，低于 ERICA 程序推荐的 $10 \mu\text{Gy}/\text{h}$ 剂量率筛选值，因此，可以认为陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，液态流出物排放不

会对排放口附近海域的海洋生物在种群上造成明显的损伤。

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，厂址六台机组气态流出物对厂址周围陆生生物造成的剂量率最大为 $6.93 \times 10^{-2} \mu\text{Gy}/\text{h}$ ，远低于 ERICA 程序推荐的 $10 \mu\text{Gy}/\text{h}$ 剂量率筛选值。因此，可以预计，陆丰核电 3、4 号机组运行后，对核电厂周围陆域中的生物辐射影响很小。

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下，就流出物的排放控制和公众所受剂量而言，三废处理系统的预期处理效果可以满足国家标准的相应要求。而就流出物排放造成的环境辐射影响而言，对非人类生物的辐射影响有限，是可以接受的。

6.3 其它环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

6.3.2 其他污染物的环境影响

6.3 其它环境影响

陆丰核电 3、4 号机组正常运行时，可能造成的环境影响除了前述温排水影响和辐射影响外，还包括循环冷却水中的化学物质、生活污水与非放工业废水、固体废物等非放射性的影响。核电厂排放的化学物质主要来自于非放射性化学物质排放、污水处理系统的流出物排放以及海水连续加氯处理系统的余氯排放等工艺过程。

本节将对上述非放射性污染物对环境的可能影响进行分析和评价。

6.3.1 化学污染物的环境影响

6.3.1.1 余氯排放的影响

为保护核电厂冷却系统不被水中附着生物堵塞，避免因其繁殖而导致的管道断面变小和流量的降低，通常在循环冷却系统的取水中加入一定浓度的次氯化物。加氯处理在抑制浮游生物在管道内繁殖的同时，也造成了电厂排放的冷却水中有一定数量的余氯。余氯对水生生物构成的影响，不仅来自于氯对水生生物的影响，还包括在水中氯与有机物形成某些有毒的有机氯化合物而具有长期的毒性，可能进入食物链对人体健康造成危害。

余氯进入水体后可水解生成游离有效氯（ HOCl 和 OCl^- ），进而与水中的氨反应产生化合态有效氯（ NH_2Cl 和 NHCl_2 ）。游离态余氯毒性强于化合态余氯，但自然条件下游离态较化合态更容易衰减，实际情况中它们对水生生物的影响差别不大。水体的化学性质、pH 值、温度以及外界光照，对余氯的生物效应都有影响。较低的 pH 值、 NH_3 含量和较高的温度，都有利于余氯毒性增强；光照会引起余氯衰减，降低其生物毒性。

国内研究人员发现，0.2mg/L 的氯可以直接杀死水中 60~80% 的藻类；0.1mg/L 的氯会使浮游植物光合作用下降 50%；当余氯稀释到 0.03mg/L 以下，水中初级生产力可完全恢复；25 °C 时余氯对咸水中浮游动物的 96h 的半致死浓度（ LC_{50} ）为 0.062~0.267mg/L；鱼类的回避性可以增强其对余氯的耐受性，余氯对几种海水鱼类的 48h LC_{50} 为 0.18~0.19mg/L；10 种鱼类对氯的回避相应浓度范围为 0.04~0.41mg/L。此外，国外研究者还曾提出，由 48h 的半致死浓度乘以安全因子 0.5 可确定余氯的安全浓度。

陆丰核电工程碣石湾湾口岬角处，针对工程所在海域的地形、边界及水流特性模

式数模专题单位采用沿水深平均的平面二维水流浓度场数学模型，并根据电厂附近海域的实际情况采用相关参数，开展余氯稀释扩散模拟研究。专题计算结果显示，余氯的半衰期很短，衰减常数较大，随温排水流出排水口后很快被自然水体所掺混、稀释，其相对浓度影响范围较小，基本限于排水口附近东西两侧近岸海域，呈扁长状分布形态。

类比国内其他核电厂正常运行的经验，本工程排水口处水中余氯浓度约 $150\mu\text{g}/\text{L}$ 。厂址六台机组正常运行后排放的余氯在附近海域全潮下稀释至余氯绝对浓度值为 $20\mu\text{g}/\text{L}$ （稀释因子约为 0.13）时最大包络面积为 2.0km^2 。可以认为陆丰核电厂址六台机组正常运行时的余氯排放对周围海域中海洋生物有明显毒性影响的范围限于有限的范围内，对海洋生物的影响范围也很有限。考虑到光照等因素引起的余氯衰减会降低余氯毒性，实际情况下本工程排放到水中的余氯对附近海域影响范围会更小。因此，可以认为余氯对电厂周边海域的海洋生物影响较小。

6.3.1.2 非放射性化学物质排放的影响

陆丰核电 3、4 号机组生产过程中需要使用一定量的化学品。这些化学品包括：盐酸、氢氧化钠、氨水、次氯酸钠、亚硫酸氢钠等。化学物质的使用主要在海水淡化系统、除盐水处理系统、常规岛化学加药系统、循环水系统、非放射性工业废水处理系统等。常规岛化学加药系统化学物质随二回路排水排放，海水淡化系统使用的化学物质随海淡浓水一并排放。除盐水处理系统使用的酸碱物质经调节 pH 值后送往海水淡化站利用，循环水处理系统使用的酸碱物质经中和调节 pH 值后送至非放射性工业废水处理站（BST）达标排放。非放射性工业废水处理站（BST）随陆丰核电 5、6 号机组建设，通过非放射性工业废水处理系统（SWT）进行水质处理，出水水质指标执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）。非放射性工业废水处理站总设计处理能力 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，各项非放射性化学物质与循环冷却水混合后对海水环境本底值增量有限。因此，非放射性化学物质排放对海水水质影响有限。

6.3.2 其他污染物的环境影响

6.3.2.1 非放工业废水环境影响

非放射性工业废水包含非放射含油废水和非放射性不含油废水。非放射性含油废水处理站（BES）用于处理包括常规岛、BOP 厂房等场所排放的非放射性含油废水，经油水分离后，石油类达标废水经非放射性工业废水收集系统（SEW）送至非放射性工业废水处理站（BST）子项，分离出来的油外运处置。

非放射性工业废水处理站（BST）用于接收及处理核电厂正常运行期间以及建设调试期间产生的非放射性不含油的工业废水，处理达标后的废水通过厂区排放口排放（5、6 号机组 BCC 井）。陆丰 5、6 号机组已建非放射性工业废水处理站（BST）负责接收处理全厂六台机组的非放射性工业废水。BST 排放执行《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）。

本工程排放的非放工业废水与循环冷却水混合后对海水环境本底值增量有限，对海洋沉积物环境影响同样有限。因此，预计不会对周围环境造成影响。

6.3.2.2 生活污水环境影响

陆丰核电 3、4 号机组与 1、2 号机组共用 371 生活污水处理站进行厂区生活污水处理，371 生活污水处理站采用 A²O+MBR 为主体的生化处理工艺。

371 生活污水处理站处理后出水优先回用厂区绿化、道路清扫及冷源拦截设施清洗等用途（全厂中水回用率按照 70%及以上控制），剩余部分达标排放，回用时执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中城市绿化、道路清扫的限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）及修改单一级 A 标准，排放时执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）及修改单一级 A 标准和《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中第二时段一级标准（其他排污单位）的较严要求，在无法全部回用时剩余部分达标排放至 1 号机组虹吸井与循环水进一步混合，对厂址周围的海洋环境造成影响很小。

6.3.2.3 海水淡化环境影响

本工程运行期生产用水采用海水淡化供水，海淡为除盐水站和工业用水提供淡水。海水淡化厂房随 1、2 号机组建设，本期新增设备。海水淡化系统拟采用反渗透法海水淡化方案。海水淡化系统中，混凝沉淀池的泥渣废水排至污泥浓缩池，然后污泥经过脱水后运出厂区由相关有资质单位处理；污泥浓缩池排出的清水、砂滤和超滤反洗水、

海淡反渗透浓水经过能量交换后，通过海水管网排至循环水系统 BCC 井，经循环水排水混合后排放。

海水淡化系统正常运行时浓盐水与循环冷却水混合后对海水盐度增量有限，因此，预计浓盐水排放不会对厂址附近海域环境造成影响。

6.3.2.4 非放射性固废环境影响

核电厂在正常运行过程中因设备的维修、零部件的损坏等会产生一定量工业固废，其中一般工业固废有废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器和废空调等，危险固废包括废油漆、废化学品、废润滑油、废日光灯管和废油布等。固废将纳入全厂固废收集处理系统，并委托专业废弃物公司（其中危废处置将委托相关有资质单位）外运处置。

核电厂运行期间产生的生活垃圾主要来源于厂区办公及员工生活区的垃圾。生活垃圾实行袋装分类收集，并委托当地环卫所定期收集处理，餐饮废弃物由专人上门清运。在落实固废收集和处置工作后，本工程非放射性固废不直接进入环境，对环境无影响。

6.3.2.5 噪声环境影响

核电厂运行噪声主要来自核岛厂房群和汽轮机厂房中高速运转和有高速流体流动的设备。核岛厂房群的噪声主要来自五个方面：

- 大量高温高压水泵及配套电动机在不停地高速运转；
- 柴油发电机组在热备用状态下的高速运转；
- 为大型空调和通风系统服务的电动鼓风机组不停运转；
- 工艺过程的泄压释放系统的安全阀、管道和箱罐等，在执行排放或泄压功能时发出很强噪声；
- 电气系统的部分设备也会发出很强噪声，例如：为反应堆控制棒驱动机构供电的发电机组、开式变压器、逆变器等。

汽轮发电机厂房的噪声主要来自以下四个方面：

- 高速运转的汽轮发电机组、主给水泵、增压泵和凝结水泵等机械动力噪声；
- 电动机、变压器等电气设备的磁场交变运动产生的电磁噪声；

- 在甩负荷时，蒸汽排入冷凝器前减温减压器会发出较强的噪声；
- 设备运行中其安全阀或排气阀事故排气时，尤其是主蒸汽管道内蒸汽通过安全阀和泄压阀向大气排放时，会产生极强气体动力噪声，但发生概率非常低。

根据国内核电厂相关资料，每台泵、风机、设备的噪声源强为 85~110dB (A)。为了降低噪声对环境的影响，各噪声源采用了隔声罩、厂房吸音、厂房封闭隔声等降噪措施。类比国内同类电厂噪声影响，考虑到陆丰核电 3、4 号机组最近居民点位于厂址 NNE 方位 1.6km 的后埔村，非居住区边界范围为反应堆半径 700m，因此预计噪声对厂界和敏感点的声环境影响较小。

6.3.2.6 电磁环境影响

对于 500kV 开关站，根据红沿河核电厂开关站的实测结果，其周界外的工频电场强度范围为 28.61~82.32V/m，工频磁场强度范围为 0.0772~0.2791μT；500kV 送电线路正下方及附近 10m 范围内的工频电场强度范围为 341.16~352.30V/m，工频磁场强度范围为 0.2686~0.2892μT。均远低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4000V/m，工频磁场 100μT 的控制限值的要求。

考虑到广东陆丰核电厂的开关站、输电线路规模与上述实测电厂的规模相同，因此，可以预计陆丰核电厂开关站、输电线路运行后对环境造成的工频电场强度以及工频磁场强度贡献与上述实测结果不会存在量级上的差异，预计项目周围的电磁环境质量可以满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4000V/m，工频磁场 100μT 的控制限值的要求。

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.2 场内运输事故

7.3 其他事故

7.4 事故应急

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述和事故源项

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

7.1.2.2 事故剂量

7.1.3 事故后果评价

表

表 7.1-1 非居住区边界上事故短期大气弥散因子

表 7.1-2 规划限制区边界上事故短期大气弥散因子

表 7.1-3 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子

表 7.1-4 剂量转换因子

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）规定，在评价选址假想事故后果时，应考虑保守大气弥散条件和烟云浸没外照射、吸入内照射和地面沉积外照射途径。非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过上述途径所接受的有效剂量不得大于 250mSv，规划限制区外边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述照射途径所接受的有效剂量不得大于 250mSv。在事故的整个持续期间内，环境影响评价范围内公众群体集体有效剂量应小于 2×10^4 人 · Sv。

7.1.1 事故描述和事故源项

核电厂选址假想事故是用于厂址适宜性评价的假想事故。对于本项目来说，选址假想事故是考虑全堆芯熔化的失水事故（LOCA），这种事故在核电厂寿期内极不可能发生。

本项目采用增强的单层预应力混凝土安全壳设计，放射性物质向环境的释放主要考虑以下途径：事故后一回路冷却剂及堆芯中的放射性核素释放到安全壳大气中，经由安全壳泄漏释放到环境。

7.1.2 事故后果计算

选址假想事故放射性释放造成的剂量后果计算主要考虑烟云浸没外照射、吸入内照射和地面沉积外照射。

7.1.2.1 事故大气弥散条件

事故工况下保守采用 RG1.145 地面模式进行事故短期弥散因子计算，地面释放时，气象数据取自气象塔 10m 高层。采用厂址气象观测系统 2024 年 2 月~2025 年 1 月连续 12 个月逐时气象观测数据以及报告书 2.4 节推荐的扩散参数，采用 CEIRA 程序系统计算厂址事故大气弥散因子。

（1）非居住区边界和规划限制区边界上的事故大气弥散因子

a) 分方位大气弥散因子：计算得到厂址周围 16 个方位、99.5% 概率水平的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为 0~2h 的事故大气弥散因子；各个方位年平均大气弥散因子为该方位按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的

年平均值；对于持续时间长于 2h 的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

b) 全厂址大气弥散因子：计算得到厂址周围各距离全厂址 95% 概率水平的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为 0~2h 的事故大气弥散因子；年平均大气弥散因子为全年按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的年平均值；对于持续时间长于 2h 的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

表 7.1-1 给出了事故发生后任意 2h 内非居住边界上的最大的事故大气弥散因子。

表 7.1-2 给出了整个事故持续期间 30d 内规划限制区边界上的事故大气弥散因子。

（2）用于事故集体剂量计算的大气弥散因子

分方位大气弥散因子：采用高斯扇形平均公式计算厂址半径 80km 范围内 192 个子区、99.5% 概率水平下的小时大气弥散因子，作为 0~2h 的事故大气弥散因子，对于持续时间长于 2h 的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

表 7.1-3 给出了厂址事故期间 80km 范围内各时段的事故大气弥散因子。

7.1.2.2 事故剂量

（1）计算参数

a) 剂量转换因子

- 惰性气体：烟云浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。
- 碘和碱金属：吸入内照射有效剂量和甲状腺当量剂量转换因子主要取自国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物；烟云浸没外照射和地面沉积外照射剂量转换因子主要取自国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）。
- 其它核素：烟云浸没外照射和地面沉积外照射剂量转换因子主要取自美国联邦导则 12 号报告；吸入内照射有效剂量和甲状腺当量剂量转换因子主要取自美国联邦导则 11 号报告。

表 7.1-4 给出了事故后果剂量计算中所采用的剂量转换因子。

b) 呼吸率

呼吸率取自美国核管理委员会管理导则 RG1.183：

- 0~8h 时间段: $Br = 3.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$;
- 8~24h 时间段: $Br = 1.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$;
- 24~720h 时间段: $Br = 2.3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 。

7.1.3 事故后果评价

在所考虑的选址假想事故工况下:

- 非居住区边界上最大个人有效剂量为 $1.50 \times 10^{-1} \text{ Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 60.00%;
- 规划限制区边界上最大个人有效剂量为 $6.67 \times 10^{-2} \text{ Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 26.69%;
- 厂址半径 80km 范围内公众群体接受的集体有效剂量为 $1.33 \times 10^4 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 66.50%。

从选址假想事故的放射性后果分析可以看出, 陆丰核电 3、4 号机组的工程安全设施的设计性能可靠, 厂址周围各类边界的设置合理, 电厂选址假想事故导致的环境放射性后果满足 GB 6249-2025 的相应要求。

表 7.1-1 非居住区边界上事故短期大气弥散因子 (s/m^3)

方位	距离 (m)	大气弥散因子 (0h~2h)
N	700	5.76E-05
NNE	700	5.81E-05
NE	700	3.99E-05
ENE	700	4.14E-05
E	700	4.77E-05
ESE	700	3.12E-05
SE	700	5.16E-05
SSE	700	7.75E-05
S	700	9.34E-05
SSW	700	9.33E-05
SW	700	8.55E-05
WSW	700	3.99E-05
W	700	4.46E-05
WNW	700	4.03E-05
NW	700	4.34E-05
NNW	700	4.42E-05
全厂址	700	7.74E-05

表 7.1-2 规划限制区边界上事故短期大气弥散因子 (s/m³)

方位	距离 (m)	大气弥散因子 (s/m ³)				
		0~2h	2~8h	8~24h	24~96h	96~720h
N	5000	9.04E-06	5.15E-06	3.12E-06	1.44E-06	4.77E-07
NNE	5000	6.94E-06	3.87E-06	2.30E-06	1.04E-06	3.30E-07
NE	5000	4.20E-06	2.43E-06	1.50E-06	7.09E-07	2.43E-07
ENE	5000	4.53E-06	2.45E-06	1.41E-06	6.09E-07	1.82E-07
E	5000	5.41E-06	2.91E-06	1.67E-06	7.13E-07	2.10E-07
ESE	5000	2.98E-06	1.63E-06	9.55E-07	4.19E-07	1.28E-07
SE	5000	8.42E-06	4.53E-06	2.61E-06	1.11E-06	3.30E-07
SSE	5000	1.44E-05	7.63E-06	4.33E-06	1.81E-06	5.19E-07
S	5000	1.78E-05	1.05E-05	6.55E-06	3.18E-06	1.13E-06
SSW	5000	1.73E-05	1.07E-05	6.97E-06	3.61E-06	1.40E-06
SW	5000	1.57E-05	9.46E-06	6.00E-06	2.99E-06	1.10E-06
WSW	5000	4.68E-06	3.08E-06	2.12E-06	1.20E-06	5.28E-07
W	5000	4.83E-06	2.78E-06	1.70E-06	7.98E-07	2.70E-07
WNW	5000	3.71E-06	2.08E-06	1.25E-06	5.65E-07	1.82E-07
NW	5000	4.61E-06	2.64E-06	1.60E-06	7.44E-07	2.48E-07
NNW	5000	4.72E-06	2.78E-06	1.73E-06	8.39E-07	2.96E-07
全厂址	5000	1.39E-05	8.84E-06	5.90E-06	3.18E-06	1.31E-06

表 7.1-3 (1/5) 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子 (0h~2h, s/m³)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	8.78E-05	2.77E-05	1.73E-05	1.13E-05	6.02E-06	2.77E-06	1.51E-06	1.03E-06	7.68E-07	6.07E-07	4.98E-07	4.20E-07
NNE	8.95E-05	2.63E-05	1.54E-05	8.95E-06	4.35E-06	1.88E-06	9.28E-07	6.44E-07	4.55E-07	3.52E-07	2.85E-07	2.37E-07
NE	6.22E-05	1.65E-05	9.24E-06	5.47E-06	2.57E-06	1.08E-06	5.62E-07	3.64E-07	2.62E-07	2.01E-07	1.62E-07	1.34E-07
ENE	6.45E-05	1.76E-05	1.01E-05	5.90E-06	2.78E-06	1.17E-06	6.09E-07	3.99E-07	2.88E-07	2.21E-07	1.77E-07	1.47E-07
E	7.49E-05	2.12E-05	1.20E-05	7.04E-06	3.39E-06	1.41E-06	7.08E-07	4.57E-07	3.27E-07	2.54E-07	2.05E-07	1.71E-07
ESE	4.86E-05	1.29E-05	7.06E-06	3.91E-06	1.76E-06	7.29E-07	3.73E-07	2.41E-07	1.73E-07	1.33E-07	1.07E-07	8.78E-08
SE	8.03E-05	2.51E-05	1.58E-05	1.04E-05	5.66E-06	2.55E-06	1.45E-06	9.88E-07	7.37E-07	5.67E-07	4.56E-07	3.78E-07
SSE	1.21E-04	4.05E-05	2.67E-05	1.77E-05	9.70E-06	4.76E-06	2.73E-06	1.87E-06	1.40E-06	1.11E-06	9.14E-07	7.72E-07
S	1.43E-04	5.02E-05	3.30E-05	2.18E-05	1.20E-05	5.89E-06	3.38E-06	2.31E-06	1.73E-06	1.37E-06	1.13E-06	9.55E-07
SSW	1.42E-04	4.91E-05	3.24E-05	2.13E-05	1.17E-05	5.76E-06	3.30E-06	2.26E-06	1.70E-06	1.34E-06	1.11E-06	9.34E-07
SW	1.28E-04	4.52E-05	2.98E-05	1.97E-05	1.07E-05	5.23E-06	3.00E-06	2.05E-06	1.54E-06	1.22E-06	1.00E-06	8.48E-07
WSW	6.29E-05	1.67E-05	1.00E-05	6.06E-06	2.95E-06	1.29E-06	6.87E-07	4.53E-07	3.28E-07	2.54E-07	2.05E-07	1.71E-07
W	6.98E-05	1.84E-05	1.04E-05	6.22E-06	2.96E-06	1.24E-06	6.44E-07	4.17E-07	3.01E-07	2.32E-07	1.86E-07	1.55E-07
WNW	6.28E-05	1.62E-05	8.83E-06	4.94E-06	2.25E-06	9.31E-07	4.75E-07	3.06E-07	2.21E-07	1.70E-07	1.36E-07	1.12E-07
NW	6.55E-05	1.85E-05	1.02E-05	6.06E-06	2.81E-06	1.21E-06	6.18E-07	4.07E-07	2.93E-07	2.26E-07	1.81E-07	1.50E-07
NNW	6.92E-05	1.98E-05	1.16E-05	6.93E-06	3.02E-06	1.29E-06	6.83E-07	4.48E-07	3.25E-07	2.51E-07	2.03E-07	1.69E-07

表 7.1-3 (2/5) 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子 (2h~8h, s/m³)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	5.81E-05	1.73E-05	1.04E-05	6.54E-06	3.33E-06	1.47E-06	7.81E-07	5.21E-07	3.84E-07	3.00E-07	2.44E-07	2.04E-07
NNE	5.58E-05	1.57E-05	8.90E-06	5.05E-06	2.38E-06	9.94E-07	4.85E-07	3.29E-07	2.31E-07	1.77E-07	1.42E-07	1.18E-07
NE	3.96E-05	1.02E-05	5.56E-06	3.20E-06	1.46E-06	5.96E-07	3.04E-07	1.94E-07	1.38E-07	1.05E-07	8.40E-08	6.92E-08
ENE	3.84E-05	1.01E-05	5.67E-06	3.23E-06	1.47E-06	6.03E-07	3.07E-07	1.98E-07	1.41E-07	1.08E-07	8.61E-08	7.09E-08
E	4.42E-05	1.20E-05	6.64E-06	3.82E-06	1.79E-06	7.25E-07	3.58E-07	2.29E-07	1.62E-07	1.25E-07	1.00E-07	8.32E-08
ESE	2.86E-05	7.34E-06	3.96E-06	2.16E-06	9.53E-07	3.85E-07	1.94E-07	1.24E-07	8.82E-08	6.73E-08	5.36E-08	4.40E-08
SE	4.94E-05	1.47E-05	8.97E-06	5.67E-06	2.96E-06	1.29E-06	7.12E-07	4.76E-07	3.50E-07	2.68E-07	2.14E-07	1.77E-07
SSE	7.38E-05	2.34E-05	1.49E-05	9.52E-06	5.00E-06	2.35E-06	1.31E-06	8.81E-07	6.52E-07	5.11E-07	4.17E-07	3.50E-07
S	9.81E-05	3.22E-05	2.04E-05	1.31E-05	6.89E-06	3.24E-06	1.80E-06	1.21E-06	8.98E-07	7.05E-07	5.75E-07	4.82E-07
SSW	1.02E-04	3.31E-05	2.10E-05	1.34E-05	7.05E-06	3.31E-06	1.84E-06	1.24E-06	9.17E-07	7.19E-07	5.87E-07	4.92E-07
SW	9.01E-05	2.99E-05	1.89E-05	1.20E-05	6.21E-06	2.91E-06	1.62E-06	1.09E-06	8.02E-07	6.29E-07	5.13E-07	4.30E-07
WSW	4.63E-05	1.19E-05	6.89E-06	4.04E-06	1.90E-06	8.00E-07	4.16E-07	2.70E-07	1.93E-07	1.48E-07	1.19E-07	9.83E-08
W	4.46E-05	1.13E-05	6.22E-06	3.63E-06	1.67E-06	6.82E-07	3.45E-07	2.21E-07	1.58E-07	1.21E-07	9.63E-08	7.94E-08
WNW	3.81E-05	9.50E-06	5.08E-06	2.79E-06	1.24E-06	5.01E-07	2.51E-07	1.60E-07	1.14E-07	8.72E-08	6.94E-08	5.70E-08
NW	4.13E-05	1.12E-05	6.05E-06	3.49E-06	1.58E-06	6.60E-07	3.30E-07	2.14E-07	1.53E-07	1.17E-07	9.32E-08	7.68E-08
NNW	4.48E-05	1.23E-05	6.96E-06	4.06E-06	1.74E-06	7.19E-07	3.72E-07	2.40E-07	1.72E-07	1.32E-07	1.06E-07	8.78E-08

表 7.1-3 (3/5) 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子 (8h~24h, s/m³)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.01E-05	1.14E-05	6.61E-06	4.01E-06	1.96E-06	8.35E-07	4.33E-07	2.84E-07	2.07E-07	1.60E-07	1.29E-07	1.07E-07
NNE	3.66E-05	9.85E-06	5.45E-06	3.03E-06	1.39E-06	5.63E-07	2.71E-07	1.81E-07	1.26E-07	9.61E-08	7.67E-08	6.31E-08
NE	2.65E-05	6.61E-06	3.54E-06	1.99E-06	8.82E-07	3.50E-07	1.75E-07	1.10E-07	7.80E-08	5.91E-08	4.69E-08	3.84E-08
ENE	2.42E-05	6.17E-06	3.38E-06	1.88E-06	8.36E-07	3.33E-07	1.67E-07	1.06E-07	7.50E-08	5.69E-08	4.51E-08	3.70E-08
E	2.76E-05	7.24E-06	3.92E-06	2.21E-06	1.01E-06	4.00E-07	1.95E-07	1.23E-07	8.69E-08	6.64E-08	5.31E-08	4.37E-08
ESE	1.78E-05	4.45E-06	2.36E-06	1.27E-06	5.51E-07	2.18E-07	1.08E-07	6.82E-08	4.83E-08	3.66E-08	2.90E-08	2.37E-08
SE	3.20E-05	9.14E-06	5.40E-06	3.31E-06	1.66E-06	7.00E-07	3.77E-07	2.48E-07	1.80E-07	1.37E-07	1.09E-07	8.96E-08
SSE	4.76E-05	1.43E-05	8.80E-06	5.47E-06	2.77E-06	1.25E-06	6.79E-07	4.49E-07	3.29E-07	2.56E-07	2.07E-07	1.72E-07
S	6.99E-05	2.17E-05	1.33E-05	8.28E-06	4.20E-06	1.90E-06	1.03E-06	6.82E-07	4.99E-07	3.88E-07	3.14E-07	2.62E-07
SSW	7.60E-05	2.33E-05	1.43E-05	8.82E-06	4.48E-06	2.02E-06	1.09E-06	7.24E-07	5.29E-07	4.11E-07	3.33E-07	2.78E-07
SW	6.62E-05	2.06E-05	1.26E-05	7.72E-06	3.84E-06	1.72E-06	9.30E-07	6.14E-07	4.48E-07	3.48E-07	2.81E-07	2.34E-07
WSW	3.52E-05	8.78E-06	4.93E-06	2.81E-06	1.28E-06	5.22E-07	2.65E-07	1.70E-07	1.20E-07	9.17E-08	7.30E-08	6.01E-08
W	2.99E-05	7.35E-06	3.94E-06	2.24E-06	1.00E-06	3.98E-07	1.98E-07	1.25E-07	8.86E-08	6.73E-08	5.34E-08	4.38E-08
WNW	2.43E-05	5.91E-06	3.11E-06	1.68E-06	7.33E-07	2.88E-07	1.42E-07	8.97E-08	6.35E-08	4.82E-08	3.82E-08	3.12E-08
NW	2.73E-05	7.12E-06	3.78E-06	2.14E-06	9.42E-07	3.83E-07	1.89E-07	1.21E-07	8.56E-08	6.49E-08	5.15E-08	4.23E-08
NNW	3.04E-05	8.00E-06	4.42E-06	2.52E-06	1.06E-06	4.26E-07	2.16E-07	1.38E-07	9.78E-08	7.46E-08	5.95E-08	4.89E-08

表 7.1-3 (4/5) 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子 (24h~96h, s/m³)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	2.28E-05	5.96E-06	3.29E-06	1.90E-06	8.72E-07	3.51E-07	1.76E-07	1.12E-07	8.01E-08	6.11E-08	4.87E-08	4.01E-08
NNE	1.92E-05	4.84E-06	2.57E-06	1.39E-06	6.06E-07	2.36E-07	1.11E-07	7.20E-08	4.98E-08	3.75E-08	2.97E-08	2.42E-08
NE	1.43E-05	3.42E-06	1.76E-06	9.57E-07	4.07E-07	1.55E-07	7.52E-08	4.65E-08	3.25E-08	2.43E-08	1.91E-08	1.56E-08
ENE	1.19E-05	2.90E-06	1.52E-06	8.22E-07	3.51E-07	1.34E-07	6.51E-08	4.06E-08	2.84E-08	2.13E-08	1.68E-08	1.36E-08
E	1.34E-05	3.33E-06	1.75E-06	9.58E-07	4.19E-07	1.61E-07	7.69E-08	4.78E-08	3.33E-08	2.52E-08	2.00E-08	1.63E-08
ESE	8.61E-06	2.06E-06	1.07E-06	5.65E-07	2.38E-07	9.09E-08	4.41E-08	2.74E-08	1.92E-08	1.44E-08	1.13E-08	9.22E-09
SE	1.65E-05	4.39E-06	2.48E-06	1.45E-06	6.84E-07	2.75E-07	1.42E-07	9.11E-08	6.51E-08	4.90E-08	3.87E-08	3.16E-08
SSE	2.43E-05	6.75E-06	3.94E-06	2.34E-06	1.12E-06	4.76E-07	2.48E-07	1.60E-07	1.15E-07	8.82E-08	7.06E-08	5.83E-08
S	4.16E-05	1.18E-05	6.90E-06	4.10E-06	1.97E-06	8.38E-07	4.37E-07	2.82E-07	2.03E-07	1.55E-07	1.24E-07	1.03E-07
SSW	4.83E-05	1.36E-05	7.92E-06	4.67E-06	2.23E-06	9.47E-07	4.92E-07	3.17E-07	2.28E-07	1.75E-07	1.40E-07	1.15E-07
SW	4.12E-05	1.17E-05	6.72E-06	3.93E-06	1.84E-06	7.71E-07	3.99E-07	2.56E-07	1.83E-07	1.40E-07	1.12E-07	9.24E-08
WSW	2.31E-05	5.51E-06	2.95E-06	1.62E-06	7.00E-07	2.72E-07	1.33E-07	8.35E-08	5.84E-08	4.39E-08	3.46E-08	2.83E-08
W	1.62E-05	3.79E-06	1.96E-06	1.07E-06	4.59E-07	1.75E-07	8.45E-08	5.24E-08	3.66E-08	2.75E-08	2.16E-08	1.76E-08
WNW	1.23E-05	2.85E-06	1.46E-06	7.71E-07	3.25E-07	1.23E-07	5.95E-08	3.69E-08	2.58E-08	1.94E-08	1.52E-08	1.24E-08
NW	1.45E-05	3.57E-06	1.84E-06	1.01E-06	4.28E-07	1.66E-07	8.01E-08	5.03E-08	3.51E-08	2.64E-08	2.08E-08	1.69E-08
NNW	1.68E-05	4.16E-06	2.21E-06	1.21E-06	4.96E-07	1.91E-07	9.38E-08	5.87E-08	4.11E-08	3.10E-08	2.45E-08	2.00E-08

表 7.1-3 (5/5) 厂址半径 80km 范围内的事故大气弥散因子 (96h~720h, s/m³)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.01E-05	2.36E-06	1.21E-06	6.47E-07	2.72E-07	1.01E-07	4.81E-08	2.96E-08	2.05E-08	1.53E-08	1.20E-08	9.74E-09
NNE	7.57E-06	1.74E-06	8.74E-07	4.52E-07	1.85E-07	6.74E-08	3.11E-08	1.92E-08	1.31E-08	9.74E-09	7.59E-09	6.13E-09
NE	5.90E-06	1.32E-06	6.50E-07	3.35E-07	1.34E-07	4.80E-08	2.24E-08	1.35E-08	9.23E-09	6.82E-09	5.29E-09	4.26E-09
ENE	4.30E-06	9.79E-07	4.87E-07	2.51E-07	1.01E-07	3.63E-08	1.69E-08	1.03E-08	7.03E-09	5.20E-09	4.04E-09	3.26E-09
E	4.76E-06	1.09E-06	5.49E-07	2.88E-07	1.19E-07	4.33E-08	2.02E-08	1.23E-08	8.42E-09	6.27E-09	4.90E-09	3.96E-09
ESE	3.03E-06	6.84E-07	3.42E-07	1.76E-07	7.13E-08	2.59E-08	1.22E-08	7.40E-09	5.09E-09	3.78E-09	2.94E-09	2.37E-09
SE	6.35E-06	1.54E-06	8.09E-07	4.42E-07	1.91E-07	7.18E-08	3.50E-08	2.16E-08	1.51E-08	1.12E-08	8.75E-09	7.07E-09
SSE	9.28E-06	2.29E-06	1.24E-06	6.91E-07	3.04E-07	1.19E-07	5.85E-08	3.64E-08	2.55E-08	1.92E-08	1.51E-08	1.23E-08
S	1.98E-05	4.95E-06	2.69E-06	1.50E-06	6.61E-07	2.59E-07	1.27E-07	7.93E-08	5.56E-08	4.18E-08	3.29E-08	2.68E-08
SSW	2.51E-05	6.28E-06	3.39E-06	1.87E-06	8.19E-07	3.19E-07	1.56E-07	9.72E-08	6.80E-08	5.10E-08	4.02E-08	3.27E-08
SW	2.08E-05	5.19E-06	2.74E-06	1.49E-06	6.36E-07	2.43E-07	1.18E-07	7.30E-08	5.09E-08	3.81E-08	2.99E-08	2.43E-08
WSW	1.27E-05	2.82E-06	1.41E-06	7.28E-07	2.94E-07	1.06E-07	4.97E-08	3.01E-08	2.06E-08	1.53E-08	1.19E-08	9.58E-09
W	6.69E-06	1.46E-06	7.18E-07	3.71E-07	1.49E-07	5.35E-08	2.49E-08	1.50E-08	1.03E-08	7.60E-09	5.91E-09	4.76E-09
WNW	4.58E-06	1.00E-06	4.92E-07	2.52E-07	1.01E-07	3.65E-08	1.70E-08	1.03E-08	7.08E-09	5.24E-09	4.08E-09	3.29E-09
NW	5.84E-06	1.33E-06	6.56E-07	3.41E-07	1.38E-07	5.03E-08	2.34E-08	1.42E-08	9.78E-09	7.24E-09	5.64E-09	4.55E-09
NNW	7.12E-06	1.63E-06	8.14E-07	4.23E-07	1.67E-07	6.04E-08	2.84E-08	1.72E-08	1.18E-08	8.77E-09	6.84E-09	5.52E-09

表 7.1-4 (1/2) 剂量转换因子

核素	衰变常数 (1/s)	烟云浸没照射 (Sv/s)/(Bq/m ³)	地面沉积外照射 (Sv/s)/(Bq/m ²)	吸入内照射 (Sv/Bq)	甲状腺吸入 (Sv/Bq)
Kr-83m	1.05E-04	2.43E-16	-	-	-
Kr-85m	4.30E-05	6.83E-15	-	-	-
Kr-85	2.05E-09	2.55E-16	-	-	-
Kr-87	1.52E-04	3.94E-14	-	-	-
Kr-88	6.78E-05	9.72E-14	-	-	-
Xe-131m	6.74E-07	3.70E-16	-	-	-
Xe-133m	3.66E-06	1.27E-15	-	-	-
Xe-133	1.53E-06	1.39E-15	-	-	-
Xe-135m	1.75E-08	1.85E-14	-	-	-
Xe-135	2.12E-05	1.11E-14	-	-	-
Xe-138	1.88E-08	5.44E-14	-	-	-
I-131	有机碘	9.98E-07	1.84E-14	3.81E-16	1.50E-08
	粒子碘				3.10E-07
	元素碘				7.40E-09
I-132	有机碘	8.37E-05	1.14E-13	2.28E-15	2.00E-08
	粒子碘				3.20E-09
	元素碘				1.40E-09
I-133	有机碘	9.26E-06	3.01E-14	6.34E-16	3.10E-09
	粒子碘				6.00E-08
	元素碘				2.80E-08
I-134	有机碘	2.20E-04	1.33E-13	2.63E-15	4.00E-09
	粒子碘				7.60E-08
	元素碘				7.00E-10
I-135	有机碘	2.91E-05	8.24E-14	1.52E-15	5.00E-11
	粒子碘				4.50E-11
	元素碘				3.20E-10
Rb-86	4.31E-07	4.81E-15	9.31E-17	1.79E-09	1.33E-09
Rb-88	6.48E-04	3.36E-14	5.95E-16	2.26E-11	1.37E-12
Rb-89	7.61E-04	1.06E-13	1.91E-15	1.16E-11	1.61E-12
Cs-134	1.07E-08	7.61E-14	1.55E-15	6.60E-09	6.30E-09
Cs-136	6.12E-07	1.08E-13	2.12E-15	1.20E-09	1.00E-09
Cs-137	7.33E-10	2.76E-14	5.71E-16	4.60E-09	4.40E-09
Cs-138	3.59E-04	1.21E-13	2.19E-15	2.74E-11	3.57E-12
Sr-89	1.59E-07	7.72E-17	2.27E-18	1.12E-08	7.96E-12
Sr-90	7.55E-10	7.53E-18	2.83E-19	3.51E-07	2.69E-10
Sr-91	2.03E-05	3.44E-14	6.78E-16	4.49E-10	9.64E-12
Sr-92	7.10E-05	6.78E-14	1.25E-15	2.18E-10	3.92E-12
Y-90	3.00E-06	1.90E-16	5.33E-18	2.28E-09	5.17E-11
Y-91	1.37E-07	2.60E-16	5.75E-18	1.32E-09	8.50E-12
Y-92	5.44E-05	1.30E-14	2.53E-16	2.11E-10	1.05E-12
Y-93	1.91E-05	4.81E-15	9.11E-17	5.82E-10	9.26E-13
Zr-95	1.25E-07	3.60E-14	7.23E-16	6.39E-09	1.44E-09
Zr-97	1.14E-05	9.02E-15	1.74E-16	1.17E-09	2.31E-11

表 7.1-4 (2/2) 剂量转换因子

核素	衰变常数 (1/s)	烟云浸没照射 (Sv/s)/(Bq/m ³)	地面沉积外照射 (Sv/s)/(Bq/m ²)	吸入内照射 (Sv/Bq)	甲状腺吸入 (Sv/Bq)
Nb-95	2.29E-07	3.75E-14	7.47E-16	1.57E-09	3.58E-10
Mo-99	2.92E-06	7.28E-15	1.47E-16	1.07E-09	1.52E-11
Tc-99m	3.20E-05	5.89E-15	1.21E-16	8.80E-12	5.01E-11
Rh-105	5.46E-06	3.72E-15	7.61E-17	2.58E-10	2.88E-12
Ru-103	2.04E-07	2.25E-14	4.64E-16	2.42E-09	2.57E-10
Ru-105	4.34E-05	3.81E-14	7.69E-16	1.23E-10	4.15E-12
Ru-106	2.18E-08	1.14E-14	3.49E-16	1.29E-07	1.72E-09
Sb-127	2.08E-06	3.33E-14	6.75E-16	1.63E-09	6.15E-11
Sb-129	4.46E-05	7.14E-14	1.38E-15	1.74E-10	9.72E-12
Te-127m	7.36E-08	1.47E-16	1.13E-17	5.81E-09	9.66E-11
Te-127	2.06E-05	2.42E-16	5.17E-18	8.60E-11	1.84E-12
Te-129m	2.39E-07	1.55E-15	3.78E-17	6.47E-09	1.56E-10
Te-129	1.66E-04	2.75E-15	6.00E-17	2.42E-11	1.63E-12
Te-131m	6.42E-06	7.00E-14	1.37E-15	1.73E-09	3.61E-08
Te-132	2.46E-06	1.03E-14	2.28E-16	2.55E-09	6.28E-08
Te-134	2.77E-04	4.24E-14	8.67E-16	3.23E-11	5.56E-10
Ba-139	1.40E-04	2.17E-15	4.59E-17	4.64E-11	2.40E-12
Ba-140	6.32E-07	8.58E-15	1.80E-16	1.01E-09	2.56E-10
La-140	4.78E-06	1.17E-13	2.16E-15	1.31E-09	6.87E-11
La-141	4.90E-05	2.39E-15	4.53E-17	1.57E-10	9.40E-12
La-142	1.25E-04	1.44E-13	2.46E-15	6.84E-11	8.74E-12
Ce-141	2.47E-07	3.42E-15	7.39E-17	2.42E-09	2.55E-11
Ce-143	5.81E-06	1.29E-14	2.78E-16	9.16E-10	6.23E-12
Ce-144	2.82E-08	8.53E-16	2.03E-17	1.01E-07	2.92E-10
Pr-143	5.90E-07	2.10E-17	7.00E-19	2.19E-09	1.68E-13
Pu-238	2.51E-10	4.89E-18	8.39E-19	1.06E-04	9.62E-10
Pu-239	9.12E-13	4.24E-18	3.67E-19	1.16E-04	9.03E-10
Pu-240	3.36E-12	4.75E-18	8.03E-19	1.16E-04	9.05E-10
Pu-241	1.53E-09	7.25E-20	1.93E-21	2.23E-06	1.24E-11
Np-239	3.40E-06	7.69E-15	1.63E-16	6.78E-10	7.62E-12
Nd-147	7.29E-07	6.19E-15	1.39E-16	1.85E-09	1.82E-11
Am-241	5.09E-11	8.18E-16	2.75E-17	1.20E-04	1.60E-09
Cm-242	4.92E-08	5.69E-18	9.56E-19	4.67E-06	9.41E-10
Cm-244	1.21E-09	4.92E-18	8.78E-19	6.70E-05	1.01E-09

注：惰性气体：烟云浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

碘和碱金属：吸入内照射有效剂量和甲状腺当量剂量转换因子主要取自国际辐射防护委员会(ICRP) 71号出版物；烟云浸没外照射和地面沉积外照射剂量转换因子主要取自国际原子能机构(IAEA) 19号安全报告(2001)。

其它核素：烟云浸没外照射和地面沉积外照射剂量转换因子主要取自美国联邦导则12号报告；吸入内照射有效剂量和甲状腺当量剂量转换因子主要取自美国联邦导则11号报告。

7.2 场内运输事故

7.2.1 新燃料运输事故

7.2.2 乏燃料运输事故

7.2.3 固体废物运输事故

7.2 场内运输事故

7.2.1 新燃料运输事故

电厂新燃料组件可以通过铁路、公路形式运至陆丰核电厂现场。

根据国内其它核电厂燃料运输的经验表明，在严格遵循国家标准的技术规范下运输燃料组件时，组件的抗震和密封性能可确保不对环境产生任何有害的影响。

新燃料运输容器设计时充分考虑了可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件也不会产生临界反应，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料散落。加上新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。

总体而言，新燃料运输事故不会对周围环境造成污染或危害人员健康，可以达到安全可靠。

7.2.2 乏燃料运输事故

乏燃料的厂内运输由乏燃料容器吊车、辅助吊车、乏燃料水池吊车、乏燃料组件抓具、水下照明装置、容器专用运输卡车及相应的操作工具完成。乏燃料组件装在专用的密封乏燃料运输容器中外运。乏燃料装入运输容器的操作以及容器的清洗、检查操作在准备井和装载井内进行。准备井和装载井为两个毗邻的水池，它们均为内衬不锈钢板覆面的钢筋混凝土结构。装载井位于乏燃料水池旁边，在乏燃料装载期间与乏燃料水池连通，其他时间由水闸门隔开。

乏燃料组件通常存储在乏燃料水池中，待乏燃料组件的剩余热功率及放射性物质衰变满足乏燃料外运条件后，可将乏燃料组件装入到乏燃料运输容器中外运。在转运的过程中，燃料组件顶部须一直覆盖足够的屏蔽水层。

乏燃料运输容器的安全可靠是实现安全运输的前提。乏燃料运输必须遵循《中华人民共和国核材料管制条例》（HAF 501-1987）、《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）、《放射性物质安全运输 货包的泄漏检验》（GB/T 17230-1998）、《核电站乏燃料运输管理办法》（交通运输部 工业和信息化部 公安部 生态环境部令 2025 年第 4 号）等准则。应证实容器在承受正常运输条件下和运输事故条件下的各种试验后，仍能保持符合密封性能与屏蔽性能的要求。

除了运输容器本身具有高的安全性外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。因此，预期的乏燃料运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

7.2.3 固体废物运输事故

废物暂存库按照废物放射性水平分区存放。电厂处理产生的最终废物包装体符合《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）。

废物暂存库内废物经过暂存后，采用公路运输、海运或铁路运输、或组合运输方案运至相应处置场设施进行集中处置。整个废物转运过程遵照《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）执行，保证转运工作人员的安全，并尽量避免核废物运输对公众的影响。

7.3 其它事故

7.3.1 建设期间其它事故分析

7.3.2 运行期间其它事故分析

7.3 其它事故

7.3.1 建设期间其它事故分析

核电厂施工建设期间的环境风险主要包括厂平及负挖期间炸药的储存和运输风险、化学品存储和使用风险、山坡开采和道路施工引起滑坡以及施工营地环境卫生问题导致施工人员的健康风险。

核电厂施工阶段需采用炸药对厂址处岩体进行爆破处理，如炸药储存和运输不当，则可能对施工人员安全及环境安全造成较大风险。核电厂爆破所用炸药集中存放于场外仓库，对炸药入库、出库、运输等过程设专人管理，每次使用前均需向公安部门申报，严格控制炸药使用量。施工过程中，在场地各主要出入口设置警示牌，告知爆破时间，每次爆破前须提前疏散周围施工人员，确保爆炸区无人员车辆后方可实施爆破作业，将炸药对人员及环境可能产生的风险降至最低。

核电厂可能需要采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理，以避免设备及管道的盐雾锈蚀和表面氧化。这些化学物质和缓蚀剂主要包括磷酸三钠、硼酸钠、非卤素的有机溶剂和硫酸、磷酸、有机酸等，如保存管理不当，可能造成泄漏风险，对地表土壤及植被生态造成破坏。由于核电厂设备和管道等均在厂内定点存放，并考虑防水防雨等不利影响，因此需后续处理过程较少，化学物质使用量不大。该部分危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）可以得到安全妥善贮存，产生的废物由生产厂商回收处理。在施工阶段，由于化学品泄漏造成的环境风险较小。

核电厂施工周期较长，施工人数众多，施工期间大量人员涌入电厂区域及附近进行施工和居住，如环境卫生管理不到位，特别在夏季，容易使爆发流行性传染病的机会大大增加，一旦发生疫情，将对整个施工区内的人员健康造成极大威胁。在电厂施工期间，将积极做好施工营地及施工场所的卫生管理，做到垃圾日产日清，提供安全的饮食和饮用水，不会对人员的健康产生风险。若发现人员出现疫情特征，及时送往附近医院治疗，减少疫情大规模扩散的几率，保障施工人员的健康。

7.3.2 运行期间其它事故分析

7.3.2.1 环境风险识别

核电厂在运行中将使用一些毒性物质和易燃物质（如柴油）等，这些物质在运输、使用、储存过程中均存在一定的事故风险隐患。

7.3.2.2 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B.1 给出的突发环境事件风险物质及临界量，筛选出环境风险及存量较大的危险化学品。根据 HJ 169 附录 C 危险物质数量与临界量比重计算，陆丰核电厂 3、4 号机组各危险物质最大储存量与临界量的比值之和 Q 为 16.48。

根据 HJ 169-2018，本项目行业及生产工艺为 M4，结合 Q 值可得危险物质及工艺系统危险性（P）的分级为 P4。依据 HJ 169 附录 D 的环境敏感程度（E）分级，厂址周边 5km 范围居住人口大于 1 万人小于 5 万人，故大气环境敏感程度分级为 E2。同时，本项目不位于地表水和地下水环境敏感区。根据 HJ 169-2018 表 2 内容可将本项目环境风险潜势划分为 II 级，对应的环境风险评价等级为三级，需定性分析说明环境风险影响后果。

上述危险化学品均按照危化品行业规范配备泄漏应急处理设备并进行严格管理，地面为混凝土防渗地面，泄漏后不会污染周边地表水或地下水，有毒气体不会大量飘散至室外造成严重的大气环境污染。同时，针对各类危险化学品，陆丰核电厂还制定了一系列管控措施，详见下节描述。

7.3.2.3 危险化学品管控措施

陆丰核电厂将参考国内在运核电厂的经验反馈，制定严格的危险化学品管控程序，明确电厂各部门在危险化学品安全管理中的职责，以切实降低电厂危险化学品在运输、装卸、贮存以及使用中可能的环境风险，具体包括：

1) 危险化学品运输和装卸

- 进入厂区的新增危险化学品需由相关部门技术审定；
- 运送进出厂区危险化学品应由交通部门认可的专业运输公司提供服务，危险化学品的运输工具应符合相关规则对运输车辆的常规要求，并配备相应的应急设施；
- 危险化学品运输和装卸的人员需进行相关安全知识专项技能培训并授权；
- 运输和装卸时，针对不同的危险化学品采取不同的安全措施和劳动保护措施。

2) 危险化学品储存管理

- 一般情况下，危险化学品需要储存在专用仓库内保管。如确因工作需要储存在现场时，须经过审批，办理储存手续，并落实好许可证上的要求；
- 储存仓库必须符合安全、消防要求；安全设施必须完好；必须制定健全的库房安全管理制度，定期检查安全状况，建立相关检查记录；
- 危险化学品必须进行分类、分项存放；仓库管理单位必须建立安全操作、发放和回收制度，确保包装完好、标签清楚，配备相应的安全技术说明书供用户查阅；危险化学品仓库的管理人员、搬运人员必须经过专项安全培训和授权才能上岗工作；
- 厂房管理方需对所辖范围内储存的危险化学品进行定期检查，督促存放人落实相关管理措施，保证存放的危险化学品不威胁厂房的安全。

3) 危险化学品使用管理

- 使用危险化学品或在相关系统上操作、取样、检修的工作人员，必须经过培训授权，了解相关化学品的特性及应急防护措施；
- 领取危险化学品时，以满足当天工作需要为准，限量领取；
- 对于易燃品的使用必须采取防火措施，远离热源和火源，防止发生火灾；
- 使用时，应根据危险化学品的种类、特性及工作情况采取相应隔离、清扫、通风、检测、防火、防爆、防毒等安全措施，并使用相应的安全防护用具。

4) 火灾防范

陆丰核电厂设计上将从建筑结构防火、电厂结构布局、电缆设计、走线、隔离、可燃物控制等方面考虑火灾防范。火灾的预防可以分为电厂设计上采取的措施和电厂运行管理上采取的措施。整个电厂的防火设计符合《核动力厂防火与防爆设计》(HAD 102/11-2019) 等相关法规标准的要求，并且严格实施有关火灾危险作业的管理措施和管理规程，以使火灾发生的可能性减至最小。

5) 氢爆防范

- 对与氢气相关的设备，严格遵照有关标准设计、制造、施工以及保证质量；
- 用氮气冲入储槽或有关的上部空间，以防止空气漏入，限制水中的氧浓度来防止空气与氢气形成混合爆炸物；
- 放射性气体废物系统废气保护床、延迟床设有氮气管，用于工作前设备的扫气和检修前的清扫；

— 安全壳内设置有氢气浓度监测系统，在设计基准事故后，由两台安全相关的非能动氢气复合器消除安全壳内的氢气，防止达到可燃下限。严重事故后，分布在安全壳内的点火器将引发氢气的燃烧，以保证安全壳的整体性。

6) 腐蚀性事故防范

为防止人员直接与氨、联氨接触，采用机械化设施输送这些物质，在加药泵出口均装有安全释放阀，一旦超压，排出溶液可返回溶液箱或者废水池处理。此外，还增加了通风装置，将有害的气体排到室外。

为防止浓酸、浓碱造成的人员伤害，设计中将采取下列措施：

- 选择的设备、部件均对酸碱具有耐腐蚀性；
- 浓酸、浓碱的输送采用机械化设备；
- 计量泵出口装有安全释放阀；
- 所有的储罐，计量箱均有液位报警联锁装置；
- 在酸碱储存区域装有安全淋浴装置和洗眼器；
- 酸碱储存中的浓酸与空气不直接接触。

综上所述，本项目对于各危险化学品的管理均设置了可靠的工程措施以及安全管理措施，在严格落实相关措施后，本项目的环境风险较小。

7.4 事故应急

7.4.1 核事故应急对策

7.4.2 厂址应急条件

7.4 事故应急

核事故应急的目的是在核电厂发生导致放射性物质可能向环境大量释放的事故时，能及时有效地实施各种应急响应行动，控制事故状态的发展并努力维持和恢复电厂的安全状态，最大限度地限制和减少事故的后果与影响，以保护公众、保护环境。

《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十五条规定：“核设施营运单位应当按照核设施的规模和性质制定核事故场内应急计划，做好应急准备。出现核事故应急状态时，核设施营运单位必须立即采取有效的应急措施控制事故，并向核设施主管部门和环境保护行政主管部门、卫生行政部门、公安部门以及其他有关部门报告。”

我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）第十四条要求在核电厂选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建核电厂必须在其场内和场外核事故应急计划审查批准后方可装料。《核电厂核事故应急管理条例实施细则之一—核电厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAF002/01）则对核电厂营运单位制定事故应急计划提出了相应的要求。同时，HAF002/01 还要求：“在整个核电厂运行阶段，应急准备应做到常备不懈；应定期进行核事故应急演习和对应急计划进行复审和修订”。

7.4.1 核事故应急对策

根据核安全导则的要求，事故应急应包括：隐蔽、简单的呼吸道和体表防护、服用稳定性碘、撤离；避迁、控制食品和水、控制通道、地区去污和人员去污等措施。

为了最大限度减少事故影响，快速有效地处理核事故发生后的各种问题，在事故时便于执行上述应急措施，陆丰核电厂成立专门的核应急组织机构，以统一指挥应急状态下的应急响应，并积极协助地方政府完善核应急组织，以利于针对陆丰核电厂建立切实可行的场外应急预案。

7.4.2 厂址应急条件

（1）厂址周边人口情况

陆丰核电厂 3 号机组半径 5km 范围内涉及陆丰市碣石镇的后埔、浅澳、上林、新丰、红坡和角清共 6 个行政村，12 个自然村。

厂址 3 号机组半径 5km 范围共有常住人口 17037 人，按陆域面积计算，平均人口密度约 848 人/km²，高于广东省和汕尾市同期的平均人口密度。

3 号机组半径 1km 以内没有自然村，离 3 号机组最近的自然村是后埔自然村，位于 3 号机组 NNE 方位约 1.6km 处，有常住人口 1816 人。3 号机组半径 5km 范围内常住人口最多的自然村为位于 3 号机组 NNW 方位 4.2km 的角清村，共有常住人口 3339 人。

3 号机组半径 15km 范围内共有常住人口总数 231163 人，按陆域面积计算人口密度为 1569 人/km²，高于广东省和汕尾市同期平均人口密度。

（2）特殊人群

厂址半径 10km 范围内无大型公共设施，各类公共设施主要集中在碣石镇镇政府所在地。

厂址半径 10km 范围内有一间医院，为碣石镇人民医院，位于厂址 N 方位约 8km，编制 495 个床位，拥有 283 名医护人员。

厂址 10km 范围内学校共有中学 8 所（其中含职业学校 1 所），小学 32 所，幼儿园 20 所，共有教师 2896 人，学生 44822 人，其中中学 17718 人，小学 20603 人，幼儿园 6501 人，主要位于碣石镇镇区。

厂址半径 10km 范围内有一家养老院，位于厂址 N 方位约 8km，共有 20 张床位，4 位老人集中居住，护理人员 4 人。厂址半径 10km 范围内没有监狱。

（3）地形与交通状况

厂址半径 5km 范围内主要为平原地形、山地地形和水体。

陆丰核电厂厂址附近区域的主要公路干线为沈海高速（G15）、G324 国道、G228 国道、S238 省道、X808 县道、X133 县道和 X139 县道。厂址附近区域内各村庄已实现了“村村通”。

（3）工农业活动

厂址最近的规模以上企业为汕尾明阳新能源科技有限公司，位于 3 号机组 NE 方位约 2.0km。汕尾（陆丰）海工基地位于核电 NE 方位约 2-8km 范围，规划重点发展电力能源、海上风电装备、特种光电海缆、油气工程装备制造等，不存在有重大潜在危险的工业设施。

厂址半径 5km 范围内的粮食、水果、蔬菜等农作物基本在当地消费。除水果中有部分外销外，其余主要由当地销售。

（4）通讯条件

陆丰 3、4 号机组厂址半径 5km 范围内各户都基本配备了移动电话或固定电话，且也都安装了电视。有线电话网络和无线通讯网络均已覆盖厂址所在的周围地区。此外，各村村委会在部分区域还设有高音喇叭。

综上所述，从可能影响执行应急计划可行性的厂址条件分析，本项目在制定和执行核事故应急计划时，不存在难以克服的困难。

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.2 其它监测

8.3 监测设施

8.4 质量保证

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

8.1.1.1 监测目的

8.1.1.2 主要原则

8.1.1.3 气态流出物监测系统

8.1.1.4 液态流出物监测系统

8.1.1.5 流出物监督性监测系统

8.1.2 辐射环境监测

8.1.2.1 监测目的

8.1.2.2 监测范围

8.1.2.3 布点原则

8.1.2.4 监测内容

8.1.2.5 辐射环境监督性监测

8.1.3 应急监测

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

本项目将建立流出物监测系统，用于监测和控制核电厂流出物的排放。核电厂运行期间流出物有气态和液态两种，即气态流出物和液态流出物。流出物监测系统附有取样装置，以确保抽取有代表性的样品供实验室分析。该监测系统同时设置有报警装置，当监测通道测量值超过报警阈值时，应立即停止排放，并按照相关的报警程序处理。

本节简要介绍本项目运行期间流出物监测的初步设想。

8.1.1.1 监测目的

流出物监测的目的是：

- 证明释放到环境中的气态和液态放射性物质的数量遵守国家批准的排放量和核电厂本身规定的管理目标值；
- 为判明核电厂放射性废物的处理是否正常有效提供数据和资料；
- 为应用适当的环境模式评价环境质量、估算公众所受的剂量提供源项数据和资料；
- 使公众确信核电厂的放射性排放确实受到严格的控制；
- 迅速发现和鉴别计划外排放的性质、种类及其程度，以便及时采取措施；
- 给出报警和必要的执行动作，以控制不合理排放，提供有关应急响应信息。

8.1.1.2 主要原则

制定运行期间流出物监测计划的主要原则有：

- 根据核电厂流出物排放途径等特点，合理地确定监测点的位置、取样测量频率和需要监测的放射性核素。在选择监测点的位置和取样时，确保监测结果能代表实际的排放。
- 考虑到计划外释放的可能性，用于常规监测的仪表具有足够宽的量程。
- 用于关键释放点的监测仪表，必须考虑冗余度。
- 为便于评价监测结果，除对释放的放射性物质监测外，还监测其它与评价和估算有关的参数，如流出物流量、温湿度及气象参数等。

8.1.1.3 气态流出物监测系统

本项目运行期间气态流出物的排放途径是烟囱，气态流出物监测主要是对烟囱中的惰性气体、放射性碘、气溶胶、 ^{3}H 和 ^{14}C 等进行监测。

气态流出物在线连续监测系统的设置将满足在正常运行和事故运行工况下对测量范围的要求，设有气溶胶在线连续监测通道、放射性碘在线连续监测通道、惰性气体在线连续监测通道和事故后惰性气体连续监测通道。根据《核电厂流出物放射性自行监测管理要求》，烟囱中应连续监测流量、温度、湿度，同时为了确定流出物排放的标况体积，还需监测压力。另外，对于蒸汽发生器凝汽器排气也设置在线监测通道。

气态流出物取样监测一般用于排放量统计，设置有气溶胶取样通道、碘取样通道、惰性气体取样通道和 ^{3}H 、 ^{14}C 取样通道。取样方法和测量周期根据流出物的排放方式、排放周期和放射性物质的特性来确定，并满足《核电厂流出物放射性自行监测管理要求》，取样通道需安装流量、温度、压力传感器，并设置流量校准接口。

8.1.1.4 液态流出物监测系统

本项目的液态流出物将按照国家法规要求采用槽式排放，废液向环境排放前先送往储存槽逐槽监测，符合排放标准后方可排放。

液态流出物监测系统包括取样分析系统和在线连续监测系统。取样分析监测主要用于判断是否满足排放标准和进行排放量统计。在线连续监测系统主要用于排放时对废液进行实时监测，防止因工作人员误操作、实验室仪器故障和取样分析结果不正确，导致液态流出物浓度超标排放，保证核电厂周围环境安全和公众健康，在线连续监测系统包括核岛废液排出流放射性浓度在线连续监测通道和常规岛废液排出流放射性浓度在线连续监测通道。

8.1.1.5 流出物监督性监测系统

为配合地方生态环境部门监督性监测工作，陆丰核电厂将按照《核动力厂流出物放射性监督性监测管理要求》（国核安发〔2025〕149号）建设全厂统一的流出物监督性监测系统，并为监督性监测系统流出物在线监测提供数据接口，为地方生态环境部门到电厂内进行流出物取样提供便利和支持。流出物监督性监测包括在线监测和抽

样监测。

8.1.2 辐射环境监测

8.1.2.1 监测目的

核电厂运行期间的环境辐射监测主要是针对厂址周围的辐射水平和环境介质中的放射性比活度进行监测，其监测方案的制定与实施将充分参考运行前本底调查所获得的监测经验以及厂址最新的环境特征。监测目的是：

- 测定环境介质中放射性核素浓度或辐射水平的变化；
- 评价营运单位执行环境标准和运行控制限值的实施情况；
- 评价核电厂对放射性物质包容和排放控制的有效性；
- 为评价环境辐射安全和估算公众剂量提供依据；
- 鉴别由其它来源引起的污染；
- 为发现未知的照射途径和确定放射性核素在环境中的传输模型提供依据；
- 为应急监测提供预警信息。

8.1.2.2 监测范围

陆丰核电厂运行期间辐射环境监测范围和布点原则将充分依据相关标准导则要求，并参考运行前的辐射本底调查方案，监测范围为：

- 环境 γ 辐射水平监测：厂址半径 20km 区域；
- 其余项目监测范围：一般取厂址半径 10km 区域。
- 海域介质监测范围：排放口附近海域。

8.1.2.3 布点原则

运行期间监测布点原则主要包括：

- 关键居民组居住区域；
- 常年主导风向下风向厂区边界附近居民点以及敏感区域；
- 厂址周边海域潮汐特点；
- 年平均最大剂量点及浓度点；
- 核电厂排水口及其附近海域；

- 尽可能与本底调查时的监测布点一致。

8.1.2.4 监测内容

(1) 环境 γ 辐射水平的监测

- 环境 γ 剂量率连续监测

设立厂区环境 γ 剂量率实时连续监测网络，实时、连续、自动监测正常运行时放射性烟羽在环境中产生的 γ 剂量率。监测站点布设时将考虑关键居民组的位置、厂址边界、常年主导风向下风向人口密集居民点、本底调查以及敏感地区等因素。环境 γ 剂量率连续监测的点位布设和监测设备具备与应急监测相兼容的特点。

- 瞬时 γ 剂量率测量

参考本底调查的结果，确定 γ 剂量率瞬时测量点位或路线，采用便携式 γ 剂量率仪或监测车巡测厂区周围原野、道路以及室内环境的 γ 剂量率水平。

- 累积剂量测量

在厂区周围布设若干累积剂量计，定时采集并测读，得到环境大气中累积 γ 剂量水平。布设的点位可与连续监测和瞬时监测的点位重合，作为 γ 剂量率监测的补充。

(2) 环境介质放射性监测

环境介质采样、分析和测量方法大体上与运行前的环境本底监测相同。

环境介质的监测内容主要包括：

- 大气：气溶胶、沉降灰中的总 α 、总 β ，空气中 ${}^3\text{H}$ 、 ${}^{14}\text{C}$ ；
- 陆域水：地表水、地下水和饮用水中的总 β 、 ${}^3\text{H}$ 和 γ 谱，降水中的总 β 和 ${}^3\text{H}$ ；
- 土壤： ${}^{90}\text{Sr}$ 和 γ 谱；
- 生物： γ 谱，指示生物加测总 β 、 ${}^3\text{H}$ （有机）、 ${}^{90}\text{Sr}$ 、 ${}^{14}\text{C}$ ；
- 海水： γ 谱、 ${}^{40}\text{K}$ 、去 K 总 β 和 ${}^3\text{H}$ ；
- 沉积物： ${}^{90}\text{Sr}$ 和 γ 谱。

对环境介质的监测，一般包含了取样、制样、测量、分析等过程，是核电厂常规环境监测的主要内容。在进行实际点位布设时，可根据本底调查的监测经验以及厂址周围环境变化，按照最优化原则，对点位进行调整。此外，随着核电厂运行期间环境监测数据的累积，核电厂应对本底调查时所确定的指示生物作进一步鉴别和分析，以最终确定对放射性污染具有指示意义的生物。

（3）气象观测

核电厂运行期间将进行气象观测，以提供评价短期或长期放射性释放对环境造成的影响所需的气象资料。核电厂设立专用的气象观测站，也可与厂区环境 γ 剂量率连续监测系统同步设置。气象观测项目包括：风向、风速和温度，地面处的降水、湿度、气压和太阳辐射等。当发生事故时，气象观测应能够提供实时气象参数，为应急决策提供支持。

（4）监测方案

按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求制定本项目的环境监测方案，包括点位布设、监测项目和监测频次，具体方案将在后续阶段环境影响报告书中给出。

8.1.2.5 辐射环境监督性监测

核电厂监督性监测系统作为核电厂环境保护设施的一部分，负责对核电厂的运行实施监督性监测。核电厂外围辐射环境监测系统则由监测子站和前沿站构成，负责对环境辐射水平及相关气象参数、样品中放射性物质等进行监测和采样分析，并实施传输监测数据至省级数据汇总点。此外，系统应同时具备核事故应急环境辐射监测的能力，并具备自动报警和通知功能。陆丰核电厂按照相关规范要求进行建设。

8.1.3 应急监测

本项目在运行期间将制定必要的应急监测方案或实施程序，用于测量核事故时放射性释放对环境造成的污染范围和污染程度，为应急决策提供数据支持。应急监测应具备以下能力：

- 用于应急监测的环境 γ 辐射连续监测系统应具备厂址半径5~10km范围内的连续监测的能力，以适应应急监测的要求；
- 设置必要的环境监测机构，配备应急响应时使用的测量仪表、环境监测车和取样车以及相应的取样和分析器材等，具备快速监测和响应的能力。

按照我国对多堆厂址各核动力厂实施统一应急管理的要求，陆丰核电厂实施统一的应急监测管理。

8.2 其它监测

8.2.1 热影响监测

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

建设单位将根据国内同类核电厂温排水监测经验和监测技术发展，考虑对核电厂运行后的温排水开展监测工作。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

（1）生活污水处理设施监测

核电厂在厂区各污水站建成后，建设单位将及时委托相关资质单位对污水站出水及无组织排放根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）及其修改单以及《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）等开展定期监测。

（2）工业废水污染物监测

依据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）的要求，在各个废水排放口开展废水流量和污染物同步监测，主要的监测项目包括：水温、pH、总氯、游离氯、COD、BOD₅、氨氮、磷酸盐、油类、悬浮物等。

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

8.3.2 环境监测设施

8.3.2.1 环境实验室

8.3.2.2 厂区辐射与气象监测系统

8.3.2.3 移动监测系统

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

流出物的准确排放量主要来自于流出物分析实验室的测量与分析。实验室主要负责流出物样品的分析测量，包括流出物样品的制备和测量。

(1) 样品制备

流出物分析的样品制备应考虑设置热准备间和冷准备间，分别用于对核岛废液贮存罐和常规岛废液贮存罐中的废液进行样品制备。

样品制备间应配置有工作台、通风柜、干燥箱、电子天平、电热板以及制备样品所需的设备等。

(2) 流出物测量

流出物样品通常在测量室内测量，常见的测量仪器主要包括：

- 高纯锗 γ 谱仪，用于分析流出物样品中的 γ 放射性核素浓度；
- NaI γ 探测器，用于分析流出物样品总 γ 放射性；
- 液闪谱仪，用于分析流出物样品中的氚和¹⁴C浓度；
- α - β 测量仪，用于分析流出物样品中的总 α 和总 β 浓度。

另外还包括总碳分析仪、台式pH计、电热板、马弗炉、分析天平、电子天平等。

8.3.2 环境监测设施

陆丰核电厂将建设相应的环境监测设施，用于满足运行期间辐射环境监测的需要。环境监测设施包括环境实验室、厂区辐射与气象监测系统和移动监测系统。

8.3.2.1 环境实验室

广东陆丰核电厂全厂共用一座环境实验室，在核电厂正常运行期间，环境实验室承担核电厂厂区及周边环境的辐射环境监测及常规环境监测职能，其功能如下：

- a) 接收各环境连续监测站点的监测数据并进行分析处理，及时发现环境异常数据并将有关信息发送到应急指挥中心/应急行动中心和主控室、辐射环境监督管理部门等；当环境实验室内的中央站不可用时，其功能转移至应急指挥中心/应急行动中心；
- b) 定期进行低活度的环境介质样品的采样、制样及测量分析工作。

在事故情况下，且环境实验室未受到污染时可对于周围环境介质的采样和测量分

析，执行一定的应急监测功能。如在事故早期对核电厂周围环境介质进行采样和测量分析；应急状态下接受应急技术支持组的指令，启用环境监测车，结合风向及源项释放情况，对设定路线环境辐射水平进行测量，并将有关信息发送至环境实验室、应急指挥中心/应急行动中心及其他相关部门。环境实验室不考虑事故下的可用性。

陆丰核电厂环境实验室随 5、6 号机组建成，位于厂区北侧，呈长方形，为地上四层建筑，耐火等级为二级。环境实验室主要功能为环境样品制备和放射性水平测量、KRS 系统监测数据接收、处理与传输。

8.3.2.2 厂区辐射与气象监测系统

本项目共用整个电厂的厂区辐射与气象监测系统（KRS 系统），包括 KRS 中央站、气象站、环境监测站和环境监测车四个工作站。其中，中央站连续采集、处理、记录和传输气象和大气 γ 辐射数据。KRS 系统随 5、6 号机组一次建成，全厂共用，本期拟新增 1 个 KRS 厂内环境监测站。本期工程拟新增 5 个地下水监测井。

8.3.2.3 移动监测系统

广东陆丰核电厂在机组运行前配置环境监测车，车内配备相应的监测设备和采样设备。在核电厂运行期间环境监测车可对厂址周围环境 γ 剂量率进行巡测，在发生核事故时亦可用于应急监测。

8.4 质量保证

8.4.1 质量管理

8.4.1.1 组织机构

8.4.1.2 人员的资格与培训

8.4.1.3 数据审查制度

8.4.2 质量控制

8.4.2.1 内部质量控制

8.4.2.2 外部质量控制

8.4 质量保证

为保证本项目流出物和环境监测设备的可靠性，确保流出物和环境监测数据的准确性，核电厂应依据国家有关标准，制订流出物与环境监测质量保证程序，确保测量结果的可信性、有效性和可比性。本节主要描述运行期间流出物与环境监测质量保证的主要原则。

8.4.1 质量管理

质量保证体系是流出物和环境监测工作管理水平的集中表现，它对组织机构、人员素质、工作环境、测试方法以及各种管理制度等可能影响监测质量的活动进行严格和有效地控制。

8.4.1.1 组织机构

适当的组织和管理机构是核电厂流出物和环境监测质量保证体系的重要组成部分，该组织机构内的人员设置及其职责应有明文规定。核电厂成立组织机构的目的在于：通过对流出物与环境监测以及排放的监督和管理，及时发现异常并采取措施，确保排放符合国家法规要求；执行有效的管理措施，减少废液产生量、排放量，减少对环境的影响；通过对电厂环境工作的监督与管理，确保电站各种废物处理、排放设施的可靠运行及环保机构的正常运作，达到保护环境的目的。

8.4.1.2 人员的资格与培训

监测结果准确度与工作人员的工作经验、专业知识和技术水平有关，所有参加取样、监测、数据统计和审核的人员均应按规程要求，参加相应的理论和实践培训，经授权后上岗。从事放射性环境监测的人员，应掌握辐射防护基础知识和放射性环境监测技术，熟悉有关环境保护和环境监测的法规和标准。同时，相关部门应不定期地组织测量、分析人员就放射性测量仪器、测量原理及测量方法展开探讨和研究，以提高对测量仪器的了解和样品测量、分析水平。

8.4.1.3 数据审查制度

为了检查质量保证的执行情况，确保监测结果的准确性，必须对监测数据进行有

计划的检查。检查应该由在被检查方面没有直接职务的有资格的人员来进行，检查人员应对检查结果出具书面报告，并经过对检查工作负责的管理单位复审。对存在的问题应该采取进一步的措施，包括再次核查等。

8.4.2 质量控制

为了保证流出物和环境监测工作的质量，质保工作必须从样品采集、运输、处理、测量、分析、保存等环节，以及文件控制、量值溯源、制订质保大纲、样品比对等方面展开。

8.4.2.1 内部质量控制

（1）样品采集、运输和贮存的质量控制

样品采集、运输和贮存的质量控制的目的是保证采集具有代表性并保持放射性核素在分析前的原始浓度。为此，应该准确地测量样品的质量、体积或流量，其误差一般控制在 $\pm 10\%$ 以内。为了确定采样的不确定度，应该定期采集平行的瞬时样品。采集的各类常规样品应妥善保存，直至得出最终分析结论。

（2）分析测量中的质量控制

样品的预处理和分析测量方法应采用标准方法或经过鉴定和验证过的方法。操作人员应严格按操作程序操作，防止样品间的交叉污染。为了确定分析测量过程中产生的不确定度，应该分析质量控制样品。

为了发现和确定实验室分析测量系统的不确定性，有必要时参加本地区和国家组织的实验室之间的分析比对，对存在的系统误差应查明原因，并采取校正措施。用于分析测量装置，应对其性能定期进行检定、校准和检验，测量过程使用的标准源应定期进行标定。

（3）数据处理

每个样品从采集、预处理、分析测量到结果计算全过程中的每一步都应有清楚、详细和准确的记录。数据处理应采用标准方法，减少处理过程中产生的误差。对于偏离正常值的异常结果应及时向技术负责人报告，并在自己的职责范围内进行核查。监测数据的正式上报或使用，必须经有关技术负责人签发。

8.4.2.2 外部质量控制

实验室外部质量控制的主要措施有：

（1）比对

为验证实验室监测设备的可靠性，确保监测数据的精确性、可比性，实验室可积极的与国内外权威机构进行实验室间比对。

（2）量值溯源

用于刻度放射性测量仪器的标准源、标准溶液或标准物质，均由计量部门提供，为测量的量值可溯源到国家基准提供有力的保证。

（3）测量仪器定期检定

所有对分析测试结果的准确性和有效性有影响的计量或检定设备，均由计量部门或其授权单位进行校准或检定，以保证所进行的检测有溯源性。

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

9.2.2 间接代价

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

陆丰核电厂址规划按照6台百万千瓦核电机组建设，3、4号机组建设2台华龙一号技术融合方案（2.0版）机组。在其整个商业运行寿期内将取得显著的经济利益，每年可上交国家和地方的税金数十亿，此为核电厂的直接利益。建成后初期还贷的压力较大，随着还贷期的结束，核电厂将凭其大容量、低运行成本和较高的年负荷因子，将会取得更为显著的经济效益。

本工程的建设将有助于进一步提高国内核电技术力量，包括核电设计及核电设备的国产化，同时也有助于提高核设备、仪表、建筑安装和科研等方面的技术水平，大力推进设计自主化和设备制造本地化，加快我国百万千瓦级核电厂的国产化进程。在提高核电安全可靠性，大幅降低核电造价，增强核电竞争力的同时，全面推动我国核电事业及相关核工业产业的发展。

除创造显著的经济利益外，本工程的建设和运行也可促进当地经济发展和提高人民的生活水平，同时可改善电厂所在地区的交通以及其它市政设施条件，优化投资环境，对拉动地方经济的增长和促进地方经济的繁荣发展有积极的意义。本工程的建设还有利于实现广东省能源供应多元化，提高能源自给率，保障广东省的能源安全和实现经济可持续发展，有利于缓解广东省能源需求和节能减排所带来的双重压力。

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.1.2.1 社会效益

本工程的建设将对缓解广东省内电力供求矛盾、优化电源结构和电网结构起到积极的作用，保障广东经济的持续稳定高速地增长。发展火电目前愈来愈受到环境保护和交通运输条件的制约，特别是二氧化碳已成为国际气候公约谈判减排的争论焦点。因此，尽快提高清洁能源在电力生产中的比重，既是我国能源、电力工业结构调整的当务之急，也是我国能源工业持续发展的长远大计。因此，尽快提高清洁能源在电力生产中的比重，既是我国能源、电力工业结构调整的当务之急，也是我国能源工业持续发展的长远大计。

核工业是综合性很强的高技术产业，代表了国家工业化程度和科学技术水平，是综合国力的重要体现。它不仅包括核电厂设计和技术服务、项目管理、土建安装、调试和运行维修、核电设备和材料制造、核燃料循环工业、核安全和环境保护、核废物处理、核科技研究支持等众多与核工业相关的专业机构和生产企业，还涉及钢铁、制造、建筑、电子等基础工业，形成了一个涉及几十个行业的庞大的产业链。通过一定数量核电厂的建设，不仅可以扩大内需，拉动经济增长，带动相关产业的发展，促进国产化能力的提高，而且能够推动我国原材料和制造业的技术创新和高科技产业化进程，改造传统工业，对综合国力的提高起到了十分重要的作用。

（1）核电建设关系到我国重大设备制造业的发展

我国的制造工业从整体上看，与世界上先进国家相比还存在着差距，通过自主研发核电，可以从整体上提高水平，促进产业结构升级和人员素质的提高。

（2）形成我国核电建设自主化的技术队伍

通过核电厂的自主设计和自主建设，可以充分利用并发展核工业现有技术体系和人才力量，整合、组建和提升核电系统设计院、常规电力设计院和相关研究所的技术力量，锻炼和培养我国高素质的核电设计队伍和项目管理队伍，逐步建立起能够全面掌握核电建设的核心技术，具有规划和设计、采购、施工安装、调试、运行维修、培训等一条龙服务的项目总承包能力，形成国际先进水平的设计和建设公司。

（3）对核燃料工业和核科技发展的影响

核电的发展将有效带动核燃料的产业发展，我国是世界上少数几个拥有较为完整核工业体系的国家之一，发展核电，是和平时期保持铀生产能力核工业建设力量的手段。

（4）对钢铁、建材、电子等基础行业的影响

由于核电厂的安全性要求高，所以对核电厂建设所需大量的钢材和建材的质量要求很高，通过一定数量核电厂的建设，有利于我国钢铁行业产品和建筑材料的结构调整，提升国际竞争力。

核电厂还需大量安全等级高的仪控设备，特别是今后全数字化仪控的应用，将进一步推动我国电子行业的发展。

本工程将积极推进我国核电设计自主化和核电设备制造本地化，充分发挥国内设计院和工程建设单位的潜力，在提高核电机组安全可靠的同时，为我国核电事业的发

展做出贡献。

本工程建设和运行中，将带来可观的就业机会，并培养出一批核电厂建设组织管理人才，为我国核电的持续发展和国内其它核电厂的建设培养人才。

（5）促进当地经济、社会的发展

本工程施工期间现场施工及安装人员高峰期预计将达 1~2 万人，需要建设配套的生产服务和生活福利等设施，将给社会带来大量的就业机会，促进当地经济发展和提高人民生活水平，同时可改善电厂所在地区的交通以及其它市政设施条件，优化投资环境，对拉动地方经济增长和社会发展有积极的意义。

综上所述，通过本工程的建设可进一步提高国内核电技术力量，包括核电设计及核电设备的国产化，同时也有助于提高核设备、仪表、建筑安装和科研等方面的技术水平。通过提高设备的国产化率，进一步缩短工期、提高质量、降低造价，为缓解广东省用电紧张局面、促进广东省经济发展发挥积极作用。

9.1.2.2 环境效益

通过本工程的建设，将使厂址区附近原有的山地、丘陵、坡地等通过总体规划、设计、绿化和美化，构成一个崭新的人文景观。

我国能源消费以煤炭为主，2024 年全国发电量统计中火力发电占比 67.36%，核能发电占比 4.73%，用大型核电厂代替燃煤火力发电厂，将大大降低燃煤火力发电厂释放的 SO₂、CO₂、NO_x 等气体对环境的污染，缓解气候污染。火电厂释放的 CO₂ 是全球 CO₂ 重要来源，而 CO₂ 作为一种对全球气候变化起负面作用的温室气体，其减排问题已成为国际气候公约谈判的争论焦点。中国政府已向世界承诺，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。碳达峰、碳中和已成为我国长期政策目标。因此，积极发展核电将是今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。据测算，建设 2 台百万千瓦级核电机组替代相同容量的脱硫煤电机组，每年可减排二氧化碳约 1200 万吨、同时有效减少二氧化硫、氮氧化物、烟尘等污染物排放。因此，积极发展核电将是今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。

总之，通过对本工程建设的利益分析，可以得出，本工程的建设是必要的，符合我国产业政策，项目的建设和运行能获得显著的社会效益、经济效益和环境效益。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

9.2.2 间接代价

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

陆丰核电 3、4 号机组工程建成价约三百余亿元人民币，除了建设费用，两台机组建成运行后，每年需要核燃料费、折旧费、摊销费、修理费、运行维护费，退役及后处理费等运行成本，此外，电厂运行期间还应缴纳税金、还贷利息，并偿还贷款本金。同时，对于运行中产生的放射性废物的处理，将根据与放射性废物处理和处置单位的合同支付相关费用，并计入运行成本。

9.2.2 间接代价

9.2.2.1 社会代价

本工程的建设和运行，不仅要解决电厂职工的饮食、居住、交通和子女受教育、就业等实际问题，而且还会给当地带来一系列急待解决的社会问题。

— 交通运输问题

核电厂的运输包括施工期间设备、大型设备、建筑材料的运输；生产期间的换料、乏燃料、固体废物运输；正常的人员进出等，将加大当地的交通运输量。

为解决电厂建设和运行期间的运输问题，核电厂采取以水运为主，陆运为辅的运输方式。在陆运方面需投入一定量的资金用于厂外公路的建设，包括新建、改造道路及修建桥梁。此外，专门开辟事故应急通道。

— 电厂建设对当地市政建设设施产生的影响

本工程的建设和运行，使厂址所在地区的人口数量有所增加，厂址所在区域的医疗、学校、商业和基础设施如道路、供排水、供热等市政工程和生活服务设施的需要将有所增加。

— 对当地社会安全、稳定的影响

核电厂建设期间将不可避免地带动当地第三产业的发展，将有大量的流动人口涌入厂址周围区域，如果不加强管理可能会对当地社会的安全造成一定的负面影响，为使当地有一个安定的生活环境和经济持续发展的社会环境，当地政府必须增加治安、社会服务等方面的投入，经过电厂业主、承包商以及当地政府的努力这种消极影响是

可以避免的。

此外，厂址半径 5km 范围内规划限制区的设立，会使该区域经济发展受到一定的限制，可通过调整经济发展方式等办法来缓解设立规划限制区对区域经济的影响。

9.2.2.2 环境代价

本工程的建设将造成厂址区域生态环境的变化，主要表现在核电厂的建设将在规划区内占用大量土地，其表土和植被需要剥离，这将影响当地植物资源量和动物的生存环境。通过核电厂建设工程中有计划的绿化和植被恢复，将对受到影响的陆域生态环境进行有效的修复。核电厂建成后，当地原有的农业和林业生态环境将被更为优美的人工景观环境所替代。

本工程建成运行后，会向环境释放放射性物质。为了控制并确保核电厂在正常运行和事故期间向环境释放的放射性物质低于国家标准，从而保障电厂工作人员和周围居民的安全，核电厂设置了各种放射性废物净化和处理系统、剂量监测系统、屏蔽防护及应急设施等。

本工程建成运行后，会有一定量的气载放射性流出物排放，对周围环境产生影响。气载放射性流出物对核电厂周围环境产生辐射影响，并通过空气浸没外照射、地面沉积放射性外照射、吸入空气内照射和食入陆生动植物产品内照射对厂址周围公众产生一定的剂量影响。根据本报告对事故的评价结果，发生事故时气载放射性流出物对周围公众产生的影响满足国家有关标准。

本工程运行产生的中、低放固体废物和乏燃料作为核废料，将均按照国家规定进行严格地处置。中、低放固体废物在废物暂存库内贮存一定时间后送往区域中、低放固体废物处置厂进行处置。乏燃料一般经过冷却，包装后送入乏燃料暂存系统暂存，暂存达到国家有关标准要求的年限后，送往国家指定的乏燃料处置厂处置。

中、低放固体废物和乏燃料经过最终处置后，随着时间的推移，对其所采取的人工屏障的性能将逐渐失去作用，由于入渗水的作用，其中的核素将从废物体中渗出，经由地下水、地下水载带进入水循环，同时经由生物活动进入生态环境。但此过程是较缓慢的，核素的释放率是较低的。此外，处置场址主动监护结束后，公众将有可能无意闯入，从而受到一定的外照射和内照射影响，根据相关资料，公众所受到的影响将低于目标管理值，是可接受的。

在核电厂发生放射性泄漏事故时，营运单位将及时启动应急计划，确保核电厂对周围环境的影响尽可能降低到最小。

本工程温排水采用离岸深排方案，在温排水温升区域内的生物种类和生物量将产生一定影响，该范围局限在排放口附近范围，不会造成区域的长期生态问题，同时，建设单位将对厂址周边海域海洋生态开展长期的跟踪监测。核电的散热将很快在水体和大气中消散，不会改变局地气候。本工程已开展水资源论证专题，对周边淡水供应产生的负担在可接受范围内。

为达到保护环境及人身安全的目的，核电厂必须对放射性三废进行严格地治理。因此，核电厂专门设置了废液、废气和固体废物处理和贮存设施、以及放射性流出物监测、环境监测和事故应急设施，尽可能降低放射性废物对公众的照射。

- 环境监测：核电厂设置环境监测系统，对电厂运行期间的环境状况进行监测，同时为检验放射性废物处理系统是否满足要求提供对照测量，电厂环境监测设施包括：辐射监测设备、数据采集及试验仪表、气象数据采集设施和环境放射性监测设备等。
- 流出物监测：核电厂设置流出物监测系统，对电厂运行期间的气载和液态流出物进行监测，用于测量流出物中放射性物质的种类和数量，为判断核电厂放射性排放是否满足国家标准限值或运行限值提供依据。
- 应急设施：核电厂除考虑正常运行情况下的环境保护和人身安全外，还考虑了在事故状态下人员的紧急疏散和医疗措施。

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.6 公众参与和调查结论

10.7 承诺

10.1 核电厂建设项目

广东陆丰核电厂全场规划建设 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，分三期，本项目为广东陆丰核电 3、4 号机组，厂址 5、6 号机组和 1、2 号机组已在建设过程中，本期工程建设两台华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，由中广核陆丰核电有限公司负责建设和运营。本工程为厂址扩建项目。

陆丰核电 3 号机组计划于 2032 年投入商业运行。本工程核电机组的设计寿命为 60 年。

10.2 环境保护设施

陆丰核电 3、4 号机组采用华龙一号技术融合方案（2.0 版）机组，本工程拟建设的环境保护设施主要包括放射性废气系统、放射性废液系统、放射性固体废物系统等。

总体而言，陆丰核电 3、4 号机组环境保护设施的设计性能可以满足环境保护的要求。

10.3 放射性排放

陆丰核电 3、4 号机组以及厂址六台机组各类放射性流出物的年排放量均能满足国家标准 GB6249-2025 相应的控制要求。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）对核动力厂放射性流出物排放除规定了总量控制要求外，对于滨海厂址，还要求其槽式排放口处的液态流出物中氚的活度浓度不应超过 $3 \times 10^7 \text{Bq/L}$ ，碳-14 的活度浓度不应超过 $3 \times 10^3 \text{Bq/L}$ ，其它放射性核素总浓度不应超过 1000Bq/L 。3、4 号机组运行过程中，氚、碳 14 以及除氚碳 14 外其它液态放射性核素的排放浓度满足 GB6249-2025 规定的相应排放浓度控制要求。

10.4 辐射环境影响评价结论

（1）电厂正常运行的辐射环境影响

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2025）第 6.1 款规定任何场址的所有核动力堆向环境释放的放射性核素对公众中任何个人造成的有效剂量，每年不得超过 0.25mSv 。陆丰核电厂规划建设六台机组，其中陆丰核电 5、6 号机组和 1、2 号机组年个人有效剂量要求均为 0.08mSv/a ，本工程 2 台机组年个人有效剂量要求为 0.08mSv/a 。

陆丰核电厂厂址六台机组放射性流出物排放造成最大有效剂量为 $7.23 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ ，占 GB6249-2025 年剂量要求 (0.25mSv/a) 的 2.89%，3、4 号机组 2

台机组放射性流出物排放造成的大有效剂量为 $3.62 \times 10^{-7} \text{ Sv/a}$, 占本期工程剂量要求 (0.08 mSv/a) 的 0.45%。

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下, 厂址六台机组气液态流出物对厂址周围海域和陆域生物造成的剂量率均远低于 ERICA 程序推荐的 $10 \mu\text{Gy/h}$ 剂量率筛选值。因此, 陆丰核电 3、4 号机组运行后, 对核电厂周围非人类生物辐射影响很小。

陆丰核电 3、4 号机组运行状态下, 就放射性流出物的排放控制和公众所受剂量而言, 三废处理系统的预期处理效果可以满足国家标准的相应要求。而就放射性流出物排放造成的环境辐射影响而言, 对非人类生物的辐射影响有限, 是可以接受的。

(2) 选址假想事故的辐射环境影响

GB 6249-2025 规定, 在评价选址假想事故后果时, 应考虑保守大气弥散条件和烟云浸没外照射、吸入内照射和地面沉积外照射途径。非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过上述途径所接受的有效剂量不得大于 250 mSv , 规划限制区外边界上的任何个人在事故的整个持续期间内 (可取 30d) 通过上述照射途径所接受的有效剂量不得大于 250 mSv 。在事故的整个持续期间内, 环境影响评价范围内公众群体集体有效剂量应小于 $2 \times 10^4 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$ 。

本工程所考虑的选址假想事故工况下:

- 非居住区边界上最大个人有效剂量为 $1.50 \times 10^{-1} \text{ Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 60.00%;
- 规划限制区边界上最大个人有效剂量为 $6.67 \times 10^{-2} \text{ Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 26.69%;
- 厂址半径 80km 范围内公众群体接受的集体有效剂量为 $1.33 \times 10^4 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$, 占 GB6249-2025 标准相应事故剂量限值的 66.50%。

从选址假想事故的放射性后果分析可以看出, 陆丰核电 3、4 号机组的工程安全设施的设计性能可靠, 厂址周围各类边界的设置是合理的, 电厂选址假想事故导致的环境放射性后果满足 GB6249-2025 的相应要求。

10.5 非辐射环境影响评价结论

(1) 散热系统运行的影响

结合已开展温排水模拟结果, 1-6 号机组运行期间的夏季半月潮最大 1°C 温升外包络范围和冬季半月潮最大 2°C 温升外包络范围涉及的功能区水温均执行三类标准

(405A、405B、406A、406B 和 412-1)，4℃温升区西侧部分超出陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区(406C)，但位于三类区(406B)范围内，超出区域参照功能区(406C)管理，因此，1-6号机组运行期间的温升影响满足厂址附近近岸海域环境功能区划的管理要求。

本工程温排水4℃最大温升包络区域均位于陆丰核电厂通信用海区，夏季1℃冬季2℃最大温升包络区域部分进入汕尾南部渔业用海区(610-084)，经分析，本工程运行期间温排水满足陆丰核电厂通信用海区、汕尾南部渔业用海区、金厢重要渔业资源产卵场生态保护区和金厢海岸防护物理防护极重要区生态保护区的管控要求。

本工程取水口平均流速小于邻近海域平均流速，不会对周边水域流态产生明显影响，具有游泳能力的海生物能直接游离取水口区域，不会带来明显的生物撞击影响。由于流速较低，结合各电厂实际运行情况，拦污网捕获的较大型鱼类和贝类数量相对有限，因此电厂取水对较大鱼类和贝类撞击的损失量可忽略不计。

本项目海工工程实施和运行期间的温排水可以满足严格保护岸线管理要求。

(2) 化学污染物的环境影响

本工程运行使用的化学物质预计不会对海水水质产生明显的影响。陆丰核电厂址六台机组正常运行时的余氯排放对周围海域中海洋生物有明显毒性影响的范围限于有限的范围内，对海洋生物的影响范围也很有限。考虑到光照等因素引起的余氯衰减会降低余氯毒性，实际情况下本工程排放到水中的余氯对附近海域影响范围会更小。因此，可以认为余氯对电厂周边海域的海洋生物影响较小。

(3) 其它污染物的环境影响

本工程运行期的非放射性生产废水最终经非放射性工业废水处理站(BST)处理达标后排放，排放执行广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)中第二时段一级标准(其他排污单位)，水质达标的废水通过5、6号机组BCC井排放，各项非放射性化学物质与循环冷却水混合后对海水环境本底值增量有限。因此，非放射性化学物质排放对海水水质影响有限。

运行期间厂内371生活污水处理站处理后出水优先回用，回用时执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫的限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)及修改单一级A标准，排放时执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)及修改单一级A标准和《水

污染物排放限值》(DB 44/26-2001)中第二时段一级标准(其他排污单位)的较严要求，对厂址周围的海洋环境造成影响很小。

各项固体废弃物均有有效处理手段处置，不会对当地环境造成不利影响。

本工程正常运行期间噪声不会对厂址边界以外的声环境造成影响，本工程运行期间噪声排放可满足要求。

类比监测结果表明，陆丰核电厂开关站的电磁辐射能够满足相关评价标准，开关站投运后对周围居民不会产生不利影响。

海水淡化系统中污泥经过脱水后运出厂区由相关有资质单位处理，浓盐水与循环冷却水混合后对海水盐度增量有限，预计浓盐水排放不会对厂址附近海域环境造成影响。

10.6 公众参与和调查结论

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》的相关规定，建设单位已根据陆丰核电3、4号机组厂址特点和社会环境状况，开展了信息公开及本公示工作，并按相关要求编制了公众参与说明。三次公示期间均未收到公众意见反馈。

10.7 承诺

综上所述，从厂址自然环境特征和社会环境特征、核电厂正常运行状态和事故工况对厂址周围公众的辐射影响、环境保护设施设计性能等方面分析，在相关环保设施和措施得到落实的情况下，陆丰核电3、4号机组对周围环境的影响是可以接受的。

同时，本项目建设单位做出如下承诺：

- (1) 建设单位承诺在开工前委托开展施工期海域和陆域环境监测工作，以掌握核电厂施工对厂址所在区域的环境质量的影响，以及加强施工期的环境管理确保施工期污染物的有效管理；
- (2) 本项目建设单位已通过一系列公众沟通与参与工作，取得了周边公众的理解和支持。建设单位将持续开展核电科普宣传，实现核电与地方经济的和谐发展。