

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程
3 号机组

环境影响报告书

（建造阶段）

中核苏能核电有限公司
二〇二五年三月

密级:

图册(文件)编号	
20263EIRHYC01	
共1册	第1册
版次: A	状态: CFC

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程

工 程 号 2026

子项号或系统号

子项或系统名称

设 计 阶 段 初步设计

工 种 综合

图册(文件)名称 3号机组

环境影响报告书

(建造阶段)

图册(文件)序号

批 准

X	Z	3	0	0	5	0	0	0	0	1	B	2	2	B	0	2	G	N
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

本文件产权属中国核电工程有限公司(CNPE)所有,未经书面许可,不得以任何方式复制、传播、发表和外传。

中国核电工程有限公司

二〇二五年三月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	sl01cj		
建设项目名称	江苏徐圩核能供热发电厂一期工程3号机组（建造阶段）		
建设项目类别	55--167核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理设施；放射性污染治理项目		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中核苏能核电有限公司		
统一社会信用代码	91320703MA1URW4F9C		
法定代表人（签章）	崔方水		
主要负责人（签字）	石岭		
直接负责的主管人员（签字）	周永平		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中国核电工程有限公司		
统一社会信用代码	911100001000027329		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
高桂玲	06351143505110583	BH026937	高桂玲
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王欣	第三章、第八章	BH026929	王欣
高桂玲	第一章、第四章、第十章	BH026937	高桂玲
李京	第二章	BH026930	李京
薛娜	第六章、第七章	BH026661	薛娜

魏刚	第五章、第九章	BH026932	魏刚
----	---------	----------	----

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
高桂玲	0000345（核安全资格证编号）： ZNPPC55-2306（登记证编号）	BH026937	高桂玲

总 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
- 1.11 环境影响报告书批复的落实情况

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 核能供热发电厂

- 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 核能供热发电厂用水和散热系统
- 4.4 输电系统
- 4.5 供热系统

4.6 专设安全设施

4.7 放射性废物管理系统和源项

4.8 非放射性废物处理系统

4.9 放射性物质厂内运输

第五章 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 核能供热发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

6.4 退役

第七章 事故的环境影响和环境风险

7.1 放射性事故和后果评价

7.2 严重事故

7.3 场内运输事故

7.4 其他事故

7.5 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 结论

10.2 承诺

第一章 概述

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 建设项目名称

1.1.2 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

1.4.1 符合国家的产业政策，保障国家能源安全

1.4.2 符合江苏省的能源政策，助力石化产业结构调整

1.4.3 符合连云港徐圩新区石化产业基地的用能需求

1.4.4 发展核能是实现核产业可持续发展的需要

1.4.5 有利于巩固我国四代核电技术的领先地位

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

1.7.1 辐射环境影响评价标准

1.7.2 非辐射环境影响评价标准

1.8 工程组成

1.9 环境保护措施

1.10 评价范围

1.10.1 辐射环境影响评价范围

1.10.2 非辐射环境影响评价范围

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

1.11.1 选址阶段环境影响报告书的批复意见

1.11.2 选址阶段环境影响报告书批复意见的落实情况

图：

图 1.10-1 厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 建设项目名称

建设项目名称：江苏徐圩核能供热发电厂一期工程 3 号机组

项目建设和运营管理单位：中核苏能核电有限公司

1.1.2 建设性质

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程 3 号机组为新建项目。中核苏能核电有限公司作为业主，负责核能供热发电厂的建设和运营管理。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

江苏徐圩核能供热发电厂是为连云港徐圩新区石化产业基地供应工业蒸汽，解决企业用汽需求，同时利用备用的热能发电，以缓解地方用电紧张局面。

本厂址规划建设“4 台华龙一号压水堆机组+2 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”及其配套的辅助、附属设施，一次规划，分期建设。一期工程规划建设 2 台华龙一号压水堆机组和 1 台高温气冷堆机组。

本工程建设一座供热厂房，供汽能力为全厂设计热负荷的 50%，即 4082t/h。

供汽设计热负荷 4082t/h 时，单台华龙一号机组发电功率约 729.7MWe，单台高温气冷堆机组发电功率约 193.5MWe，3 台机组总发电功率约 1652.9MWe。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

江苏徐圩核能供热发电厂采用我国具有自主知识产权的华龙一号和高温气冷堆堆型。按照工程固定价总投资资金需求，资金拟通过以下途径筹措：项目资本金由项目出资人（各股东方）按出资协议中确定的股份比例自行筹措；人民币融资（包含换汇所需资金）拟采用国内政策性银行和（或）商业银行贷款解决。

1.4 建设目的

1.4.1 符合国家的产业政策，保障国家能源安全

我国能源供应面临三大挑战，第一，能源供需矛盾极为尖锐；第二，能源发展需求与我国能源资源储量的人均拥有量不足之间的矛盾；第三，以煤炭为主的能源结构不合理，大量燃煤造成严重环境污染，同时产生严重的温室气体问题。2020 年，中国政府在第七十五届联合国大会上提出，中国将努力争取 2060 年前实现碳中和。2021 年 3 月 5 日，国务院总理李克强在 2021 年国务院政府工作报告中指出，扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，优化产业结构和能源结构。为应对上述挑战，我国必须采取积极措施，逐步改变目前不合理的能源结构。

江苏省水力资源匮乏，风能资源存在电量不足、出力稳定性较低的问题，省内化石能源占比高于全国，减碳压力巨大。江苏省委十三届九次会议指出，江苏省要在全国率先实现“碳达峰”的目标，而江苏省由于自身资源结构问题，非化石能源供应占比较低。“十四五”时期，江苏一批重大项目将陆续开工，用电量仍将快速增长，减排压力巨大。

通过发展核能，可避免过度依赖石油、煤炭、天然气等不可再生能源，实现能源供应多元化，提高能源的安全性。我国有必要把进一步发展核能作为推行能源多元战略的组成部分，避免增加对煤炭、进口石油等传统能源的依赖，为保障未来的能源安全服务。江苏省作为经济大省，电力需求大。在江苏省发展核能是能源供应多元化战略的重要策略，有利于缓解江苏一次能源供应的紧张状况、减轻运输压力，推进江苏电源结构多元化的进程，有利于提高能源供应安全性，在能源结构变革层面发力，有利于尽快可靠实现“碳达峰”的目标，为江苏能源供应的可持续发展打下良好基础。因此，从国家能源安全观点和产业政策角度，江苏发展核能供热发电厂，符合国家能源政策。

1.4.2 符合江苏省的能源政策，助力石化产业结构调整

江苏省能源发展规划要求能源发展的生态影响持续减轻，同时继续深化能源合作。“清洁低碳，绿色发展”仍然是调整能源结构的主要方向。徐圩新区是国务院批准设立的国家东中西区域合作示范区的先导区，是江苏沿海开发的主要实施载体，也是连云港市委市政府规划确定的发展新型临港产业的核心区。

2019年7月，生态环境部印发《关于批准上海市工业综合开发区等4家园区为国家生态工业示范园区的通知》（环科财〔2019〕58号文件），批准国家东中西区域合作示范区（连云港徐圩新区）为国家生态工业示范园区，该文件对园区废物和能源利用、减少污染排放、打造国家生态工业示范园区等提出了要求。连云港徐圩新区石化产业基地的发展目标为“4000万吨级炼油、400万吨级芳烃、300万吨级乙烯”的世界一流大型石化基地。园区体量庞大，而核能具有无碳、环保的独特优势，能有效解决制约连云港石化基地发展的煤炭消费总量、污染物排放总量等能源资源和环境容量瓶颈问题。

在江苏省的能源政策要求之下，连云港石化产业基地作为国家生态工业示范园区，重点承接江苏沿江石化产业转移，统筹兼顾长三角地区需求增长，以高水平的石化园区，适应长三角地区产业结构调整 and 升级的要求，承担着国家石化产业结构调整和江苏省沿江产业转移、升级的重任。

1.4.3 符合连云港徐圩新区石化产业基地的用能需求

随着国家生态文明建设的推进，打造生态工业园区、绿色发展的理念逐步落实，江

苏省各市的减排压力逐渐增大，煤炭指标缺口越来越大。根据连云港石化产业基地建设规划，随着园区项目逐步建成投产，园区一期项目供热负荷达到高峰后，燃煤供热和环保排放压力同步增长，地方煤炭指标不足，严重影响后续石化项目规划建设，迫切需要尽快启动江苏徐圩核能供热发电厂，以匹配园区项目热负荷需求。

徐圩化工园区石化产业工业蒸汽负荷需求大，据徐圩化工园区后续规划及蒸汽需求的初步统计，到 2030 年，徐圩化工园区各企业平均蒸汽量总需求为 13141t/h，其中包括高压蒸汽（ $\geq 9.6\text{MPa}$ ）3985t/h、中压蒸汽（1.5~4.5MPa）6471t/h 和低压蒸汽（ $< 1.5\text{MPa}$ ）2775t/h。石化园区工业蒸汽可靠性要求较高，而商用反应堆具有运行稳定、热生产能力大的基本特征。

1.4.4 发展核能是实现核产业可持续发展的需要

我国是核能利用大国，国内在建核电机组数量世界第一，发展核能是我国能源安全和可持续发展战略措施之一。本项目在发展核能的战略之下，继续开拓核能的创新应用，为我国核能的发展提供了更多的可能性。

本工程采用的 HTR-PM600S 高温气冷堆采用经 HTR-PM 验证的、成熟的设备、流程、技术（包括 NSSS 模块、燃料装卸系统、氦净化与氦辅助系统等），高温气冷堆在设计过程中充分吸收借鉴了 HTR-PM 在设计、设备制造、工程建设中的经验反馈，对部分设备、厂房、建筑结构等内容进行了改进优化工作，在保证固有安全性的前提下，使高温气冷堆的技术先进性、经济性和市场适应性得到提升。

1.4.5 有利于巩固我国四代核电技术的领先地位

本项目建设 HTR-PM600S 高温气冷堆。从长远看，建设高温气冷堆工程，推进高温气冷堆技术产业化可以为下一步的超高温工艺、制氢工艺的研发奠定坚实的科学基础，进一步巩固我国四代核电技术在商用核电的领先地位，对于占领国际先进核电技术制高点，提高我国核能国际竞争力，具有重要的国家战略地位。

1.5 建设项目的进度

3 号高温气冷堆机组 FCD 时间暂定 2026 年 4 月 30 日，建设周期为 54 个月。

1.6 环境影响报告书编制依据

为满足编制报告书的要求，本项目开展了相关专题的研究工作。

本报告书遵循的主要法规、标准和导则如下：

1) 主要法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日）；
- (3) 《中华人民共和国核安全法》（2018年1月1日）；
- (4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日）；
- (5) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2024年1月1日）；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- (8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日）；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日）；
- (10) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日）；
- (11) 《中华人民共和国土地管理法》（2020年1月1日）；
- (12) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年11月1日）；
- (13) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日）；
- (14) 《放射性物品运输安全管理条例》（2010年1月1日）；
- (15) 《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）；
- (16) 《放射性废物安全管理条例》（2012年3月1日）；
- (17) 《近岸海域环境功能区管理办法》（2010年12月22日）；
- (18) 《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002，2011）；
- (19) 《核动力厂厂址评价安全规定》（HAF101，2023）；
- (20) 《江苏省水土保持条例》（2019年9月29日）等。

2) 技术导则、标准

- (1) 《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》（HJ808-2016）；
- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

-
- （9） 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
 - （10） 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
 - （11） 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
 - （12） 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
 - （13） 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02，1987）；
 - （14） 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03，1987）；
 - （15） 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04，1989）；
 - （16） 《核电厂厂址选择中的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05，1991）；
 - （17） 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06，1991）；
 - （18） 《滨河核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/08，1989）；
 - （19） 《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09，1990）；
 - （20） 《核电厂厂址选择的极端气象事件》（HAD101/10，1991）；
 - （21） 《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11，1991）；
 - （22） 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01，2019）；
 - （23） 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）；
 - （24） 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
 - （25） 《核动力厂运行前辐射环境本底调查技术规范》（HJ969-2018）；
 - （26） 《海洋监测规范》（GB17378.1~7-2007）；
 - （27） 《海洋调查规范》（GB/T12763.1、2、4~7-2007）；
 - （28） 《海洋调查规范》（GB/T12763.3-2020）；
 - （29） 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002）；
 - （30） 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
 - （31） 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；
 - （32） 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
 - （33） 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
 - （34） 《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）；
 - （35） 《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）；
 - （36） 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
 - （37） 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
 - （38） 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

- (39) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；
- (40) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
- (41) 《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）；
- (42) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (43) 《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》（GB/T17230-1998）；
- (44) 《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）；
- (45) 《低、中水平放射性固体废物包安全标准》（GB12711-2018）；
- (46) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (47) 《放射性废物体和废物包的特性鉴定》（EJ1186-2005）；
- (48) 《低、中水平放射性固体废物容器 钢桶》（EJ1042-2014）；
- (49) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (50) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）；
- (51) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）；
- (52) 《核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）》（HJ1037-2019）；
- (53) 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；
- (54) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；
- (55) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）；
- (56) 《核电厂建设项目经济评价方法》（NB/T20048-2011）；
- (57) 《核电厂事故工况气载放射性物质释放辐射环境影响评价技术规范》（NB/T20182-2012）；
- (58) 《核电厂水文地质调查与评价技术规范》（NB/T20306-2014）；
- (59) 《核电厂总平面及运输设计规范》（GB/T50294-2014）；
- (60) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）；
- (61) 《海水冷却水排放要求》（GB/T39361-2020）；
- (62) 《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB9132-2018）；
- (63) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-1989）；
- (64) 《低、中水平放射性废物高完整性容器——混凝土容器》（GB36900.2-2018）；
- (65) 《排污单位自行监测技术指南 水处理》（HJ1083-2020）等。

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响评价标准

（1）运行状态下的剂量约束值和排放量、排放浓度控制值

参照国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）的规定，所有机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于0.25mSv。本厂址规划建设“4台华龙一号压水堆机组+2台HTR-PM600S高温气冷堆机组”，本工程1台高温气冷堆机组的公众个人剂量约束值暂定为0.03mSv/a。

根据GB6249-2025的第6.2、6.3和6.4条款的规定，本厂址6台机组运行状态下的年放射性排放量应控制在6.3条款规定的所有反应堆的流出物年排放总量控制值以内，具体如下：

气态流出物：

- 惰性气体， 6.0×10^{14} Bq/a；
- 碘， 2.0×10^{10} Bq/a；
- 长寿命粒子（ $T_{1/2} \geq 8\text{d}$ ）， 5.0×10^{10} Bq/a；
- 氡， 6.0×10^{13} Bq/a；
- C-14， 2.8×10^{12} Bq/a。

液态流出物：

- 氡， 3.0×10^{14} Bq/a；
- C-14， 6.0×10^{11} Bq/a；
- 其余核素（除氡、C-14外）， 5.0×10^{10} Bq/a。

本厂址液态流出物接纳水体为海域，液态流出物排放浓度执行GB6249-2025第6.5条规定的要求，即：“对于接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氡的活度浓度不应超过 3×10^7 Bq/L，C-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。”本项目废液处理系统按照槽式排放出口处的放射性流出物中除氡和C-14外其他放射性核素的排放浓度不超过200Bq/L的目标进行设计。

（2）事故工况下的剂量控制值

对于高温气冷堆，参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）中对于小型模块化核动力厂相关规定进行事故后果评价。设计基准事故的潜在照射后果应符合下列要求：

在发生一次稀有事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有

效剂量应小于 5mSv。在发生一次极限事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有效剂量应小于 10mSv。

（3）海水中的放射性核素浓度标准

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，受纳海域中海水的放射性核素浓度执行以下标准：

—Co-60：0.03Bq/L；

—Sr-90：4.0Bq/L；

—Ru-106：0.2Bq/L；

—Cs-134：0.6Bq/L；

—Cs-137：0.7Bq/L。

1.7.2 非辐射环境影响评价标准

（1）执行的环境空气质量标准和大气污染物排放标准

厂址地区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）和《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）规定的排放限值。

（2）国土空间规划、近岸海域环境功能区划和执行的海水水质标准

根据江苏省生态环境厅发布的《省生态环境厅关于江苏徐圩核能供热厂近岸海域环境功能区划调整的复函》（苏环函〔2023〕186号），温排水符合调整后的近岸海域环境功能区划。

按照自然资源部用海预审意见（自然资办函〔2023〕688号）明确的江苏徐圩核能供热发电厂用海范围，经对比《连云港市国土空间总体规划（2021-2035年）》和《江苏省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（征求意见稿），项目在徐圩港区东防波堤外侧海域的取、排水口用海（含1℃温升区）位于“徐圩新区工矿通信用海区（1）”。本项目取排水口位于工矿通信用海区，允许适度改变海域自然属性。近岸海域功能区划调整仅将排水头部局部海域由二类海水水质标准改为三类海水水质标准，适度改变海域自然属性，符合利用方式，符合工矿通信用海区的功能定位和管理要求。取排水口设置与规划中的海洋功能分区是相符的。

（3）污水排放标准

生活污水回用执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中车辆冲洗标准，主要污染物指标及其回用限值为：

指标	限值	指标	限值
pH	6~9	铁	0.3mg/L
色度	15 倍	锰	0.1mg/L
嗅	无不快感	溶解性总固体	1000mg/L
浊度	5NTU	溶解氧	2.0mg/L
生化需氧量（BOD ₅ ）	10mg/L	总氯	1.0mg/L（出厂） 0.2mg/L（管网末端）
氨氮	5mg/L	大肠埃希氏菌	无
阴离子表面活性剂	0.5mg/L		

其他非放射性生产废水排放石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准，主要污染物指标及其排放限值为：

指标	限值	指标	限值
化学需氧量（COD _{Cr} ）	40mg/L	动植物油类	1mg/L
氨氮	3（5）mg/L	石油类	3mg/L
总氮（以 N 计）	10（12）mg/L	阴离子表面活性剂	0.5mg/L
总磷（以 P 计）	0.3mg/L	色度	30 倍
悬浮物（SS）	10mg/L	pH	6~9
生化需氧量（BOD ₅ ）	10mg/L	粪大肠菌群数	1000MPN/L 或 CFU/L

海水排水执行《海水冷却水排放要求》（GB/T39361-2020）中 4.1 表 1 海水冷却水排放水质相关要求。

（4）噪声标准

厂界内区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类功能区标准，附近居民区环境噪声执行 1 类标准、商住混合区及交通干线经过的村庄环境噪声执行 2 类标准，道路环境噪声执行 4a 类标准。

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》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

施工期间采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（5）电磁辐射标准

a) 根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），50Hz 频率下，环境中工频电场强度的公众曝露控制限值为 4kV/m，工频磁感应强度的公众曝露控制限值为 0.1mT。

b) 根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求，对于 30MHz-3000MHz 的频率范围，该标准的公众曝露控制限值为：环境射频综合场强等效平面波功率密度在任意连续 6 分钟内的方均根值应小于 0.4W/m²（电场强度限值 12V/m）。

1.8 工程组成

本厂址规划建设“4 台华龙一号压水堆机组+2 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”及其配套的辅助、附属设施，一次规划，分期实施。厂址区域场地较为完整，厂区主要由主厂房区、冷却水设施区、配电装置区、辅助生产设施区及厂区建筑区组成。本期工程建设“2 台华龙一号压水堆机组+1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”及其配套辅助设施。本报告书仅对本期工程 3 号高温气冷堆机组进行评价，具体详见本报告书第四章。

本项目厂外还包括海水取排水工程（包括海水取水泵房、取排水管线、取排水口及暗涵工程等）等附属设施。

1.9 环境保护措施

（1）辐射影响防治措施

本工程高温气冷堆机组放射性废液管理系统用于控制、分类、收集、暂存、输送高温气冷堆核岛厂房产生的放射性废液，主要由核岛液体放射性废物收集和贮存系统（KPK）组成。

高温气冷堆机组产生的液体放射性废物通过 KPK 系统输送到华龙机组，由废液处理系统（ZLT）和核岛液态流出物排放系统（ZLD）进行处理、监测和排放。

本工程高温气冷堆机组放射性废气管理系统是将高温气冷堆产生的放射性废气进行收集、净化、处理，经监测达标后，经通风系统排放到环境中去。

放射性废气管理系统主要包括：氦辅助排气子系统、一回路抽真空系统、氦辅助废气子系统、氦辅助抽真空子系统、控制区房间排风过滤系统、负压通风系统。

本工程固体废物处理系统由高温气冷堆核岛内部分和共用华龙一号机组的部分组成。高温气冷堆产生的普通废物共用华龙的废物处理中心进行处理，根据不同类型废物的性质分别对其进行处理。

（2）非放射性影响防治措施

1) 污水防治措施

本工程拟建设污水处理构筑物、污水系统油水分离器（8SA）、非放生产废水处理站

等污水处理设施。

污水处理构筑物收集的生活污水经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗标准后，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量回用至循环水系统补水。主厂区污水处理构筑物的设计规模为 200m³/d，厂前区污水处理构筑物的设计规模为 1200m³/d。污水处理构筑物建成前设置旱厕或移动式环保厕所，定期清掏处理。

本工程 3 号机组通过室外管网收集汽轮机综合厂房、主变压器、高压厂用变压器、高压辅助变压器等子项的非放射性含油废水，汇集至污水系统油水分离器（8SA）。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到石油类满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准后，根据化学需氧量 COD_{Cr} 能否达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准切换不同的排水去向。如 COD_{Cr} 达标，排至厂区排水泵房；如 COD_{Cr} 超标，排至非放生产废水处理站处理达标后排至厂区排水泵房，最终排海。分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走，由有资质的厂家处置。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为 10m³/h，每套设备设计处理能力为 5m³/h。

非放生产废水处理站收集的非放射性生产废水经处理达到石油类满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，其他指标满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准后回用于水泵轴封水和循环水补水预处理厂房，无法回用部分排放。

2) 非放射性固体废物污染防治措施

本工程 3 号机组运行期产生的固体废物主要包括一般工业废物和危险废物。

一般工业废物主要包括废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器等，以及淡水处理、生活污水处理、循环水补水预处理、海水淡化预处理过程中产生的污泥，污水处理构筑物、污水系统油水分离器（8SA）调节池前格栅拦截的污物，废弃的膜组件和离子交换树脂。本工程产生的一般工业废物定期外运处理。

危险废物主要包括废主变压器油、废高压厂用变压器油、废高压辅助变压器油、废蓄电池、废机油、废油漆、废灯管、实验室废液（稳定废液）、废活性炭、废物桶等。本项目设置危废暂存库，对其进行集中分类暂存后，定期委托有资质单位外运处理。

非放射性固体生活垃圾收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。

3) 噪声防治措施

噪声主要来自汽轮机综合厂房及 BOP 厂房内的汽轮机、发电机、给水泵、凝结水泵以及各类水泵、风机等设备的运转以及变压器区域的主变压器的运行、冷却塔运行等。为了降低噪声对环境的影响，各噪声源拟采取以下措施：设备选型时优先选择低噪声设备，设备本身一般采取隔声、消声和减振等措施；根据设备的自重及振动特性采用合适的钢筋混凝土台座或隔振垫、减振器等；利用厂房墙体自身的隔声性能，必要时墙体可采取吸声、阻尼措施和安装隔声门窗，可降低设备噪声向外环境的传播；加强设备的维护和保养，确保设备处于良好的状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象；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，以减轻对周围声环境的影响。

综上，本工程3号机组拟建的环境保护设施主要选取了现有核电厂普遍采用的成熟、可靠、稳定、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核能供热发电厂长期运行期间的稳定运行，同时能满足国家和地方环保法规对于环境质量与污染物排放总量控制和浓度控制的相关规定和管理要求。

1.10 评价范围

本报告书针对本工程3号机组进行评价，具体评价范围如下。

1.10.1 辐射环境影响评价范围

以1号华龙一号机组核岛为中心，半径80km的地域范围。为进行剂量估算，将此区域分别以1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km为半径画12个同心圆，与圆心角为22.5°的16个方位相交划分扇形区，共192个评价子区，见图1.10-1。

1.10.2 非辐射环境影响评价范围

（1）大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）及《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》（HJ808-2016），本项目大气环境质量现状评价范围为厂址半径5km。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）及《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021），本项目施工期大气环境评价范围为施工场界、主要污染源及主要环境敏感点。

（2）水环境

本项目涉海部分主要为取排水设施及少量温排水和放射性液态流出物等排放。由于工程涉及液态流出物排海，本评价水质环境评价等级为1级。评价范围应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。本项目为核能供热发电厂，冷却方式为冷却塔，温排水量较小，评价

范围要综合考虑工程用海特点、用海要求及温排水、液态流出物和余氯排放对海域环境的影响范围及程度等。本项目评价范围以排水口为中心外扩30km。

（3）声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）及《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》（HJ808-2016），本项目声环境质量现状评价范围为厂界外1m和厂址半径5km。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）及《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），本项目运行期声环境评价范围为厂界外1m及主要环境敏感点。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）及《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），本项目施工期声环境评价范围为施工场界外1m及主要环境敏感点。

（4）电磁辐射

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），同时结合本项目开关站和输电线路情况，本项目评价范围如下：

工频电场强度、工频磁场强度：以开关站为中心，半径0.5km的环形区域以及电力出线送电走廊两侧50m带状区域。

射频综合场强：调查范围为厂址周围5km范围内环境敏感区域。

（5）生态环境

根据《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》（HJ808-2016），陆生生态环境的现状调查评价范围为厂址半径10km兼顾项目取排水管线区域；水生生态环境的现状调查评价范围为以本工程排水口为中心半径15km范围的海域。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目取排水管线生态评价范围定为管道两侧300m。

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

1.11.1 选址阶段环境影响报告书的批复意见

2024年4月17日，生态环境部《关于江苏徐圩核能供热厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审〔2024〕43号）要求在工程设计阶段及今后一个时期应重点做好的工作包括：

1、采取措施降低海水冷却塔对土壤环境的影响，开展冷却水源设计改进的可行性研

究。

2、进一步完善长距离取排水管线监测手段和维修措施，降低环境影响。

3、在确定核电厂中低放废物处置方案时，明确中低放废物最终去向。

1.11.2 选址阶段环境影响报告书批复意见的落实情况

以上批复意见的落实情况如下：

1、关于采取措施降低海水冷却塔对土壤环境的影响，开展冷却水源设计改进的可行性研究。

（1）2024年12月，连云港市农业科学院组织召开了《江苏徐圩核能供热发电厂海水冷却塔盐沉积对生态环境影响研究》中期成果专家评审会，获得了专家的认可，2024年5月至11月各项工作均取得了阶段性成果。

根据本专题已取得的中期研究成果，得出如下基本结论：本项目盐沉积对小麦和水稻产量等性能指标的影响较小。在自然条件下，本项目盐沉积对土壤含盐量影响较小；在降水较少的年份，可通过增加农田灌溉水量等措施降低海水冷却塔对土壤环境的影响。

（2）2024年7月，中国核电工程有限公司组织召开了“江苏徐圩核能供热发电厂一期工程循环水系统冷却水源设计改进可行性研究论证分析报告专家评审会”，目前已根据专家意见完成报告的升版。

报告对循环水系统自然通风冷却塔采用淡水方案的可行性进行分析，得出的基本结论如下：直接采用善后河淡水水源方案受河道淡水总量限制，因此本项目推荐采用海水作为冷却塔补水水源。

2、关于进一步完善长距离取排水管线监测手段和维修措施，降低环境影响。

本项目经开展排水管道泄漏监测方案的研究，最终选取采用在线流量监测（实时流量和累积流量）加手动取样分析的方式作为本项目排水管道泄漏监测的方案。通过实时流量法，可以监测排水管道内是否发生较大的泄漏，并及时进行处置；通过累积流量法，可以监测排水管道内是否发生微小渗漏，当液态流出物排放管道入、出口排放累积流量差大于3%时，可根据累积的时间（期间泄漏量对环境的影响极小）判断微小渗漏的情况是否严重，并采取相应的处置措施。

本项目排水管道采用顶管的施工方案，管道沿途每隔2~5.5km设置一座取水联络闸门井，兼做运行期取排水管检查井，具备取样条件，若通过流量监测的方式发现排水管道发生泄漏，可在每个检查井之间通过人工手动取样分析的方式对每段排水管道的泄漏情况进行检测，确定泄漏位置。

液态流出物管道敷设在电厂排水管内底部，液态流出物管道和电厂排水管道均按一用一备设置。当液态流出物管某段需要检修时，关闭相应排水管厂区位置的进口闸门和滩涂泵房位置的出口闸门，并将管道排空。维修人员根据分析确定的泄漏区间，通过对泄漏区间的管道打压试验，确定准确的渗漏位置。液态流出物管采用热熔连接方式，可以对渗漏点局部管道进行更换。更换完成后，对更换管段进行打压试验。

随着取排水工程设计的深入，为尽量降低排水可能的泄漏对环境的影响，陆域排水方案由原来的压力流排水方案改为重力流排水方案。在正常运行工况下，控制厂区排水池液位不高于地下水位液位，可保证排水管道外的地下水压高于排水管道内的排水水压，管道内的排水不会渗流至管道外；同时陆域排水管道在重力流条件下运行，这种运行方式安全可靠，在此种条件下运行，可以大幅减小瞬变流造成的水锤危害，保证管道的完整性。

同时考虑本项目属于近海厂址，液态流出物排放需经过厂外远距离输送，陆域排水管道长约19.2km。针对液态流出物陆域排水管道的环境监测项目为地下水的测量，在排水管道途经的环境敏感点，在管道周围设置地下水监测井，获取地下水样品送至本工程环境实验室进行测量，用于分析地下水是否受到放射性核素污染。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，核动力厂运行期间地下水的监测项目为 γ 能谱分析、 ^{90}Sr 、 ^3H ，分析频次为平水期和枯水期各1次，其中， γ 能谱分析主要关注 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{106}Ru 、 ^{95}Zr 、 ^{65}Zn 、 ^{144}Ce 等核素。

3、关于在确定核电厂中低放废物处置方案时，明确中低放废物最终去向。

将根据上级主管部门的政策，结合国内同行电站的做法，优先考虑市场化模式，委托专业公司送往具备相应资质和能力的单位进行处置，确保本工程产生的中低放废物得到及时、安全处置。



图 1.10-1 厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

第二章 厂址与环境

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

2.2 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

2.2.2 厂址半径80km范围内的人口分布

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.3 水产资源及水生态概况

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.4 气象

2.4.1 区域气候

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.3 当地气象条件

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

2.4.7 运行前的厂址气象观测

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.2 地下水

2.5.3 洪水

2.6 地形地貌

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

江苏徐圩核能供热发电厂位于连云港市徐圩新区内的西墩山区域，厂址西北距连云港市中心约25km（直线距离，下同），北距田湾核电站边界最近点约21km，东距徐圩港区边界最近点约15km，东南距黄海岸线最近点约17.5km，西南距灌云县城中心约31km。

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

2.1.2.1 厂址边界

（1）永久用地

本项目厂址区域拟征地面积约249.82ha（不含环境监测设施、检修宿舍等厂外设施用地）。环境监测设施用地面积合计约1.81ha，该用地由建设单位单独申请项目用地。

（2）临时用地

本项目厂外施工临时用地约56.7ha。除厂外施工租地外，施工临建拟利用二期工程用地面积约49.32ha。

2.1.2.2 非居住区及规划限制区

本工程非居住区半径和规划限制区半径分别为500m和5km。

2.2 人口分布与饮食习惯

本节内容根据中国辐射防护研究院于2022年4月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查和统计报告》进行编制。

厂址半径80km范围涉及江苏省连云港市、徐州市、淮安市、盐城市、宿迁市，山东省日照市、临沂市，涉及连云港市连云区、海州区、赣榆区、东海县、灌云县、灌南县，徐州市新沂市，淮安市涟水县，盐城市响水县、滨海县、阜宁县，宿迁市沭阳县，日照市岚山区，临沂市莒南县、临沭县。

人口资料来源：各市、县、镇政府相关部门提供的有关统计资料；厂址半径80km范围内的市、县2020年统计年鉴、统计报表；连云港市自然资源和规划局、公安局、应急管理局、卫生健康委员会、生态环境局、统计局、教育局等提供的有关资料和数据；厂址半径15km范围内各乡、镇政府提供的2020年有关资料和数据及实地调查、定位数据；有关单位正式出版的书刊、图件等。

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范围内的人口分布

厂址半径5km范围内人口数据采用现场调查的人口数据，根据现场实地调查走访，

当地居民多已外出务工，范围内涉及东辛农场、四队镇及同兴镇共3个乡镇1个农场15个行政村下辖的93个自然村，2020年人口数约2.5万人。距厂址最近的自然村是西隄87管理区，位于厂址W方位0.4km处，人口数约200人；人口最多的自然村是后腰村的后腰鲁河街，位于厂址SSE方位4.4km处，人口数约1.4千人。厂址半径5km范围内没有1万人以上的人口集中地区。

2.2.1.2 厂址半径15km范围内的重要人口中心

厂址半径15km范围内涉及东辛农场、徐圩新区、板浦镇、四队镇、同兴镇、圩丰镇、下车镇、图河乡、杨集镇共7个乡镇、1个农场和1个合作示范区，下辖共92个行政村。厂址半径15km范围内2020年人口总数约29万人。距离厂址最近的行政村为四队镇的鲁河村和吴赵村，鲁河村位于厂址E方位2.1km处，人口数约3千人，吴赵村位于厂址SE方位2.1km处，人口数约1.4千人；人口最多的是圩丰镇洋桥农场，位于ESE方位12.3km处，人口数约4.9千人。

2.2.1.3 流动人口

厂址半径15km范围内2020年的短期流动人口中，流入共3470人，主要为务工人员及少量农忙人员；流出共4177人，主要为务工人员及少量农忙人员。厂址半径15km范围内长期流动人口中，流入共41963人，均为务工；流出共14823人，也均为务工。2020年厂址半径15km范围内的人口以流入为主，其中流入人口大部分集中在徐圩盐场，有短期流入人口3212人，长期流入人口36200人，这部分流入人员主要为连云港石化基地内的建设人员，当前基地内的部分企业已建成，这些人员已大部分撤离厂址半径15km范围。流出人口在过节或农忙时节可能会返回户籍地。

厂址半径5km范围内的流动人口以流出为主，2020年有长期流入人口28人，均为流入鲁河村的随迁人员，有长期流出人口14761人，均为务工人员，厂址半径5km行政村的短期流动人口数量少，对短期流动人口不做统计备案。

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范围内2019年人口总数约953万人。

2.2.2.2 厂址半径80km范围内的人口中心和城镇

厂址半径80km范围涉及江苏省连云港市的连云区、海州区、赣榆区、东海县、灌云县、灌南县，徐州市的新沂市，淮安市的涟水县，盐城市的响水县、滨海县、阜宁县，宿迁市的沭阳县；山东省日照市的岚山区，临沂市的莒南县、临沭县，共2省，7市，15县

市区。厂址半径 80km 范围内涉及 10 个 10 万人口以上的城镇，距厂址最近的是连云港市海州区的新东街道，位于厂址 WNW 方位 28km，人口数约 10.8 万人；人口最多的 10 万人以上城镇是海州区的连云港市区，位于厂址 WNW 方位 29.2km 处，人口数约 32.3 万人。

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

本节内容根据中国辐射防护研究院于 2022 年 4 月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查和统计报告》进行编制。

厂址半径 10km 范围内涉及连云港市的连云区、灌云县、海州区 3 个县市区共 5 个乡镇：东辛农场、圩丰镇、四队镇、同兴镇、板浦镇。厂区土地类别包括耕地、工矿用地、坑塘水面、农村道路等。本项目不占用基本农田。

厂址半径 5km 范围内为禁采区，无有价值的矿产资源分布，无重要压覆矿。

厂址半径 15km 范围内无自然保护区、湿地公园或森林公园，风景名胜 1 处，为伊芦山景区，最近处位于厂址 WSW 方位 13km 处，该景区旺季为 2 月~5 月，日高峰客流量为 5000 人，景区目前为 3A 级。厂址半径 15km 范围内无自然保护区、湿地公园、森林公园或风景名胜区的规划。

厂址半径 15km 范围内共有文物古迹 4 处，其中省级文物古迹 3 处，分别为伊芦山六神台佛教造像、东陬山抗日石刻、伊芦山石刻群；市级文物 1 处，为封土石室。距离厂址最近的为东陬山抗日石刻，位于厂址 E 方位 6.8km 处。

厂址半径 50km 范围内无大、中型水库，有小型水库 14 座，湖泊 4 个。距离厂址最近的水库为黄泥塘水库，水库类型为小（2）型水库，最近处位于厂址 NNW 方位 19.4km 处，距离厂址最近的湖泊为陬山湖，最近处位于厂址 NE 方位 8.7km 处。

厂址半径 15km 范围内涉及 5 条河流，距厂址最近的是古泊善后河，最近处位于厂址 S 方位 0.3km 处。

厂址半径 15km 范围居民生活饮水方式为自来水，自来水普及率接近 100%。自来水均取自地表水。厂址半径 15km 范围内有已运营自来水厂 1 家，为江苏方洋水务有限公司的徐圩水厂，为东辛农场以及徐圩新区提供自来水，水厂设置两个取水口，善后河取水口位于厂址 ENE 方位，最近距离为 6.5km；香河湖应急水源地位于厂址 NE 方位 8.2km。

厂址半径 15km 范围内涉及 2 处饮用水源地保护区，即上述徐圩水厂的两处取水口。

2.3.2 陆生资源及生态概况

本节依据中国辐射防护研究院于 2022 年 4 月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期

工程厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查和统计报告》和中核第四研究设计工程有限公司于2022年3月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址附近陆域生态环境调查及分析评价专题成果报告》编制。

2.3.2.1 农业生产情况

厂址所在区域粮食有稻谷、玉米等；水果有橙子、鸭梨、桃子、猕猴桃、葡萄等。

2.3.2.2 畜牧业情况

厂址周围地区的畜牧养殖，养殖的种类包括牛、猪、羊、家禽（鸡、鸭和鹅）和少量的兔。养殖猪和家禽的较多，部分家庭养殖羊、牛等。

2.3.2.3 林业资源与自然资源情况

连云港市林木种质资源丰富，全市有木本植物78科、180属、320种，其中野生林木种质资源分属50科、110属、170种。云台山野生林木种质资源最多，有48科、108属、163种。

境内已探明矿产资源49种，其中非金属矿产33种、金属矿产11种、能源及水气矿产5种。

2.3.2.4 陆生生态系统状况

本节依据中核第四研究设计工程有限公司于2022年3月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址附近陆域生态环境调查及分析评价专题成果报告》编制。

厂址半径10km范围陆域生态环境现状调查评价工作以资料收集与现场采样、观测、调查相结合的方法开展。

2.3.2.4.1 植物及植被调查

2.3.2.4.1.1 植被及群系类型概况

（1）苔藓植物

通过收集的文献资料，整理出整体调查区苔藓植物名录，共10科14属22种，其中苔类2科2属2种，现场调查中记录到苔藓植物主要为黄牛毛藓和葫芦藓。苔藓植物数量较多的是丛藓科、葫芦藓科、真藓科、灰藓科，均为传统意义上的大科，也是华东地区常见科。

（2）维管植物

调查范围陆域内分布有维管束植物共54科142属188种。其中蕨类植物1科1属1种；裸子植物3科3属3种；被子植物50科138属184种。

野外调查共记录落叶阔叶林、草丛、人工植被、湿生植被共四种植被型。

2.3.2.4.1.2 调查区内分布的重点保护植物

调查区域野生种群国家重点保护植物有野大豆。

2.3.2.4.2 陆生动物现状调查

2.3.2.4.2.1 鸟类

根据调研资料，厂址半径10km陆域调查范围统计到鸟类有12目32科73种；在现场调查中，在厂址半径10km范围记录到鸟类8目20科29种。

根据本调查区域的自然环境，分布于此的鸟类类群主要有浅海带海岸湿地和滩涂鸟类群、森林灌木丛鸟类群、内陆湿地水域鸟类群、农田耕地鸟类群、居民点鸟类群等。

根据现场调查，本项目厂址半径10km调查范围有国家二级重点保护鸟类2种，分别为大杓鹬和画眉，江苏省重点保护鸟类16种，分别为小鸕鹚、夜鹭、大白鹭、白鹭、苍鹭、池鹭、红嘴鸥、青脚鹬、大杓鹬、白腰草鹬、斑嘴鸭、戴胜、画眉、喜鹊、灰喜鹊、麻雀。对于鸟类的濒危等级，根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》，大杓鹬属于易危等级，画眉属于近危等级，其它为无危。

2.3.2.4.2.2 哺乳动物

调查区域共记录有哺乳动物种类5目6科9种。

调查区域的哺乳动物中栖息于村庄附近的有：黄鼬、褐家鼠、普通伏翼；栖息于农田草地的有黄鼬、大仓鼠、刺猬等；栖息于树林的赤腹松鼠、草兔等。本调查区域未见本地特有种和中国特有种的分布。

本项目调查区域内未见国家重点保护野生哺乳动物，分布有江苏省重点保护陆生野生哺乳动物3种，分别为刺猬、赤腹松鼠和黄鼬。

2.3.2.4.2.3 两栖动物

调查区两栖动物共1目3科3种。蟾蜍科、蛙科、叉蛇蛙科均各1种。

本项目调查区域内未见国家重点保护野生哺乳动物，分布有江苏省重点保护陆生野生两栖动物2种，分别为中华大蟾蜍和黑斑侧褶蛙。

2.3.2.4.2.4 爬行动物

调查区爬行动物共1目4科7种。

本项目调查区域内未见国家重点保护陆生野生动物，分布有江苏省重点保护野生动物赤链蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇共3种。

2.3.2.4.2.5 腹足纲软体动物

根据资料，已记录软体动物2个目7个科14个种。调查区内软体动物主要分布在城镇和

农田等生境。

2.3.2.4.2.6 环节动物

根据资料，共记录环节动物3目4科8种。这些环节动物在调查区均有一定分布。

调查区内环节动物主要分布在城镇和农田等生境，陆生环节动物多分布于阴暗潮湿、疏松而富于有机质的土壤内，在肥沃的菜园、果园、农田、河沟旁、食堂或厨房附近的阴沟边，垃圾堆和堆肥下常可发现。

2.3.2.4.2.7 食腐类节肢动物

根据资料，共记录食腐类节肢动物4纲7目8科28种，该类动物主要生活于潮湿土壤石块中。

2.3.2.4.2.8 飞行类昆虫

根据资料，调查区范围内一共有昆虫14目，94科，307种。

2.3.2.4.3 厂址和管线区域生态特征

2.3.2.4.3.1 厂址区域

本项目厂址位于连云港市徐圩新区境东南部西墩山及周边农田和村庄区域，本次调查共记录植物47种，未发现国家重点保护野生植物。

2.3.2.4.3.2 管线区域

本项目取排水管线区域生态系统类型简单，植物物种主要为水稻农作物，以及常见草本植物，如狗尾草、牛筋草、牵牛、小蓬草、苍耳、鬼针草、葎草、芥菜等。

2.3.2.5 生态保护红线

根据自然资源部办公厅于2022年10月14日发布的《自然资源部办公厅关于北京等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》和“三区三线”划定成果，厂址半径10km范围内生态保护红线有徐圩新区集中式饮用水水源保护区、徐圩新区应急备用水源地。

2.3.2.6 陆域生态环境分区管控单元

2024年4月17日，江苏省生态环境厅将《江苏省生态环境分区管控成果动态更新情况说明（2023年）》按程序上报至生态环境部备案。2024年5月7日，生态环境部向江苏省生态环境厅出具备案回执，并提供赋码回流数据。省厅在收到备案回执后，已在江苏省生态环境厅官网中的“江苏省生态环境分区管控综合服务”平台中更新生态环境分区。

综上所述，本项目符合更新后的厂址附近陆域生态环境分区管控单元的管控要求。

2.3.2.7 距离反应堆最近的农场、菜园、果园、农田、养殖场等

距反应堆最近的农场所在地名称是西隍 82 管理区，最近的果（菜）园、农田所在地名称是西隍 82 管理区。厂址附近农田主要种植水稻。

2.3.3 水产资源及水生态概况

本节编制依据自然资源部第三海洋研究所 2022 年 9 月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址附近海域生态环境现状调查及分析评价（含渔业资源调查）报告》编制。

2.3.3.1 厂址附近海域海洋沉积物质量

本次沉积物质量调查表明，调查海区底质粒度、pH、Eh、含水率未见异常，有机氯、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油类含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准。

2.3.3.2 厂址邻近海域中的海洋生物

厂址半径 15km 范围内海域生态情况如下：

（1）微生物

夏季，调查海区各调查站位的粪大肠菌群丰度均不超过 2000 个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

秋季，调查海区各调查站位的粪大肠菌群丰度均不超过 2000 个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

冬季，调查海区仅一个调查站位的粪大肠菌群丰度超过 2000 个/升，其余均不超过 2000 个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。形成冬季粪大肠菌群丰度高的可能的原因是由于冬季降雨较少，人类活动带来的污染扩散较慢。

春季，调查海区各调查站位的粪大肠菌群丰度均不超过 2000 个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

（2）叶绿素 a 和初级生产力

夏季，调查海域表层叶绿素 a 浓度的平均值为 6.61mg/m³，底层叶绿素 a 浓度的平均值为 5.67mg/m³。夏季调查海域初级生产力的平均值为 35.51mgC/（m²·h）。

秋季，调查海域表层叶绿素 a 浓度的平均值为 2.28mg/m³，底层叶绿素 a 浓度的平均值为 2.24mg/m³。秋季调查海域初级生产力的平均值为 2.27mgC/（m²·h）。

冬季，调查海域表层叶绿素 a 浓度的平均值为 4.85mg/m³，底层叶绿素 a 浓度的平均值为 4.70mg/m³。冬季调查海域水柱初级生产力的平均值为 29.14mgC/（m²·h）。

春季，大潮期调查海域表层叶绿素 a 浓度的平均值为 1.83mg/m³，底层叶绿素 a 浓度的平均值为 1.55mg/m³。春季大潮期调查海域水柱初级生产力的平均值为 12.04mgC/（m²·h）。

春季，小潮期调查海域表层叶绿素 a 浓度的平均值为 $2.06\text{mg}/\text{m}^3$ ，底层叶绿素 a 浓度的平均值为 $1.89\text{mg}/\text{m}^3$ 。春季小潮期调查海域水柱初级生产力的平均值为 $9.16\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

（3）浮游植物和赤潮生物

①浮游植物

夏季航次调查所获样品共有浮游植物 89 种。其中硅藻 58 种，甲藻 25 种，金藻 3 种，蓝藻 1 种，裸藻 1 种，定鞭藻 1 种。

秋季航次调查所获样品共有浮游植物 63 种。其中硅藻 43 种，甲藻 15 种，绿藻 1 种，金藻 2 种，蓝藻 1 种，裸藻 1 种。

冬季航次调查所获样品共有浮游植物 78 种。其中硅藻 66 种，甲藻 10 种，金藻 1 种，定鞭藻 1 种。

春季航次调查所获样品共有浮游植物 57 种。其中硅藻 44 种，甲藻 10 种，金藻 2 种，定鞭藻 1 种。

②赤潮生物

夏季共记录赤潮生物 58 种，含硅藻 32 种，甲藻 21 种，金藻 3 种，定鞭藻 1 种，蓝藻 1 种。

秋季共记录赤潮生物 41 种，含硅藻 25 种，甲藻 13 种，金藻 2 种，蓝藻 1 种。

冬季共记录赤潮生物 54 种，含硅藻 43 种，甲藻 9 种，金藻 1 种，定鞭藻 1 种。

春季共记录赤潮生物 39 种，含硅藻 26 种，甲藻 10 种，金藻 2 种，定鞭藻 1 种。

（4）浮游动物

夏季调查中，共记录鉴定到种的浮游动物 51 种，其中水螅水母类 19 种，桡足类 17 种，毛颚类 4 种，端足类、糠虾类、十足类和枝角类均为 2 种，磷虾类等足类和被囊类均为 1 种。

秋季调查中，共记录鉴定到种的浮游动物 50 种，其中桡足类 21 种，毛颚类 9 种，水螅水母 8 种，其余物种为糠虾类、十足类和栉水母各 3 种，被囊类、磷虾类和多毛类各 1 种；此外记录原生动物夜光虫、涟虫、钩虾以及 12 类阶段性浮游幼虫。

冬季调查中，共记录鉴定到种的浮游动物 35 种，其中水母类 12 种，桡足类 12 种，糠虾类 5 种，毛颚类 2 种，栉板动物、端足类、磷虾类和被囊类均为 1 种。

春季大潮航次调查中，共记录鉴定到种的浮游动物 24 种，其中桡足类 8 种，水母类 6 种，毛颚类和糠虾类 3 种，其余物种分别为端足类 2 种，十足类和被囊类均 1 种。

春季小潮航次调查中，共记录鉴定到种的浮游动物 22 种，其中水螅水母类 9 种，桡足类 7 种，糠虾类和毛颚类各 2 种，端足类和被囊类均 1 种。

（5）大型底栖生物

夏季调查共获大型底栖生物 94 种，其中环节动物 40 种，节肢动物 26 种，软体动物 17 种，棘皮动物和其他动物分别出现 6 种和 5 种。

秋季调查共获底栖生物 91 种，其中环节动物 39 种，节肢动物 25 种，软体动物 14 种，棘皮动物和其他动物分别有 5 种和 8 种。

冬季调查共获大型底栖生物 109 种，其中环节动物 40 种，软体动物 25 种，节肢动物 30 种，棘皮动物和其他动物均出现 7 种。

春季调查共获大型底栖生物 100 种，其中环节动物 45 种，软体动物 21 种，节肢动物 16 种，棘皮动物和其他动物分别出现 5 种和 13 种。

（6）潮间带生物

夏季潮间带生物 64 种，分属 6 门。其中软体动物的物种数最高，为 21 种，环节动物和节肢动物各 20 种，其他动物（包括腕足动物和脊索动物）2 种，棘皮动物 1 种。

秋季潮间带生物调查共采获底栖生物 55 种，分属 7 门。其中环节动物 18 种，节肢动物 18 种，软体动物 15 种，其他动物（包括纽形动物、扁形动物、腕足动物、脊索动物）4 种。

冬季潮间带生物 53 种，分属 10 门。其中节肢动物的物种数最高，为 17 种，其次是环节动物为 15 种，软体动物 11 种，其他动物 9 种，棘皮动物 1 种。

春季航次共采获潮间带生物 37 种，分属 6 门。其中环节动物 17 种，节肢动物 3 种，软体动物 13 种，其他动物 4 种。

（7）鱼卵仔鱼

①垂直拖网

夏季调查，共出现鱼类浮游生物 7 科 10 属 14 种，其中鱼卵 8 种，仔稚鱼为 10 种。

秋季调查，垂直拖网仅出现 1 种小公鱼仔稚鱼。

冬季调查，鱼卵和仔稚鱼均未采到。

春季调查，共出现鱼类浮游生物 5 科 4 属 5 种，鱼卵和仔稚鱼各为 3 种。

②水平拖网

夏季调查，水平拖网记录鱼卵和仔稚鱼 2 科 20 属 24 种，其中鱼卵 14 种，仔稚鱼为 17 种。

秋季调查水平拖网出现仔稚鱼为 10 科 9 属 10 种。

冬季调查，水平拖网共记录仔稚鱼为 7 科 7 属 8 种。

春季调查，水平拖网共记录鱼卵和仔稚鱼7科6属9种，其中鱼卵4种，仔稚鱼为7种。

（8）游泳动物

夏季调查所获样品经鉴定共有游泳动物42种，其中鱼类22种，虾类6种，蟹类9种，虾蛄类1种，头足类4种。

秋季调查所获样品经鉴定共有游泳动物27种，其中鱼类16种，虾类4种，蟹类4种，虾蛄类1种，头足类2种。

冬季调查所获样品经鉴定共有游泳动物17种，其中鱼类8种，虾类3种，蟹类4种，虾蛄类1种，头足类1种。

春季调查所获样品经鉴定共有游泳动物45种，其中鱼类21种，虾类8种，蟹类11种，虾蛄类1种，头足类4种。

（9）污损生物

结合月板、季板、半年板和周年板，主要受软体动物贻贝、节肢动物藤壶、苔藓虫、水螅虫、海葵和海鞘等附着密度和生物量的影响。

2.3.3.3 生物质量

海洋贝类生物按《海洋生物质量》（GB/T 18421-2001）标准执行，非双壳贝类的生物质量评价，国家尚未颁布统一的评价标准，本报告采用《全国海岛资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价。其中甲壳类生物体内污染物质（除石油类外）含量评价标准采用《全国海岛资源综合调查简明规程》中规定的标准值，石油类含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查报告》（第二分册）中规定的标准值。

（1）铜

夏季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的铜含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带缢蛏、菲律宾蛤仔、中国蛤蜊、四角蛤蜊铜含量符合海洋生物质量一类标准，熊本牡蛎的铜含量超过海洋生物质量三类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的铜含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带菲律宾蛤仔、华丽蛤蜊、缢蛏、四角蛤蜊铜含量符合海洋生物质量一类标准，A5棘刺牡蛎的铜含量符合海洋生物质量三类标准，A1棘刺牡蛎、熊本牡蛎的铜含量超过海洋生物质量三类标准。

（2）铅

夏季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的铅含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带菲律宾蛤仔、中国蛤蜊的铅含量均符合海洋生物质量一类标准，缢蛏、四角蛤蜊和熊本牡蛎的铅含量均符合海洋生物质量二类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的铅含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带菲律宾蛤仔和四角蛤蜊的铅含量均符合海洋生物质量一类标准，华丽蛤蜊、缢蛏、棘刺牡蛎和熊本牡蛎的铅含量均符合海洋生物质量二类标准。

（3） 锌

夏季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的锌含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带菲律宾蛤仔、中国蛤蜊、四角蛤蜊的锌含量符合海洋生物质量一类标准，缢蛏的锌含量符合海洋生物质量二类标准，熊本牡蛎的锌含量符合海洋生物质量三类标准，高公岛熊本牡蛎锌含量超出海洋生物质量三类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的锌含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带菲律宾蛤仔、华丽蛤蜊和四角蛤蜊的锌含量符合海洋生物质量一类标准，缢蛏的锌含量符合海洋生物质量二类标准，A5棘刺牡蛎和熊本牡蛎的锌含量符合海洋生物质量三类标准，海蛎锌含量超出海洋生物质量三类标准。

（4） 镉

夏季调查海区鱼类、甲壳类和软体类的镉含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值；缢蛏、中国蛤蜊、四角蛤蜊的镉含量符合海洋生物质量一类标准，菲律宾蛤仔和熊本牡蛎的镉含量符合海洋生物质量二类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的镉含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的评价标准值。潮间带华丽蛤蜊、缢蛏和四角蛤蜊的镉含量符合海洋生物质量一类标准，菲律宾蛤仔、棘刺牡蛎和熊本牡蛎的镉含量符合海洋生物质量二类标准。

（5） 铬

夏季调查海区潮间带贝类的铬含量均符合海洋生物质量二类标准。

秋季调查海区潮间带菲律宾蛤仔的铬含量均符合海洋生物质量二类标准，其余贝类的铬含量均符合海洋生物质量一类标准。

（6） 汞

夏季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的汞含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》中的鱼类评价标准值。潮间带贝类汞含量符合海洋生物质量一类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的汞含量均低于《全国海岛资源综合调查简

明规程》中的鱼类评价标准值。潮间带贝类汞含量符合海洋生物质量一类标准。

（7）砷

夏季调查海区潮间带贝类的砷含量均符合海洋生物质量二类标准。

秋季调查海区潮间带华丽蛤蜊、四角蛤蜊、棘刺牡蛎的砷含量均符合海洋生物质量一类标准，菲律宾蛤仔、缢蛏和熊本牡蛎的砷含量均符合海洋生物质量二类标准。

（8）石油烃

夏季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的石油烃含量均低于《第二次全国海洋污染基线调查报告》（第二分册）中规定的标准值。潮间带菲律宾蛤仔、中国蛤蜊、四角蛤蜊的石油烃含量符合海洋生物质量一类标准，缢蛏和牡蛎的石油烃含量符合海洋生物质量二类标准。

秋季调查海区浅海鱼类、甲壳类和软体类的石油烃含量均低于《第二次全国海洋污染基线调查报告》（第二分册）中规定的标准值。潮间带棘刺牡蛎的石油烃含量符合海洋生物质量二类标准，其余贝类的石油烃含量符合海洋生物质量一类标准。

2.3.3.4 生态保护红线

根据自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《自然资源部办公厅关于北京等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》和“三区三线”划定成果，排水口半径 15km 范围内无海域生态保护红线。

2.3.3.5 工程周围环境敏感目标

项目厂址 80km 范围环境敏感目标主要包括：项目周边山东省和江苏省的自然保护区、海洋特别保护区、水生、野生动植物保护区、种质资源保护区、经济鱼类产卵场、索饵场、越冬场等重要渔业水域。排水口周边 15km 范围内，无自然保护区、海洋特别保护区、水生野生动植物保护区、种质资源保护区等。其中项目周边 30km 的自然保护区、海洋公园、其他保护区有江苏盐城国家级珍禽自然保护区、江苏连云港海州湾国家级海洋公园、羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区、开山岛海蚀地貌保护区、连岛旅游休闲娱乐区。

2.3.3.6 三场一通道

排水口周边 15km 范围内，无经济鱼类产卵场、索饵场、越冬场等。

2.3.3.7 海域生态环境分区管控单元

根据“江苏省生态环境分区管控综合服务”中的查询结果，本项目排水口半径 15km 不涉及海域优先保护单元，涉及一般管控单元。

2.3.3.8 养殖规划和养殖现状

根据《连云港市养殖水域滩涂规划（2022-2030年）（修编）》“第二章 养殖水域滩涂利用评价”——“第六节 水域滩涂承载力分析”——“第三条 水生生物资源状况”——“三、主要可养殖品种”，全市可养殖的淡水品种有泥鳅、四大家鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、黄颡鱼、团头鲂、河蟹、乌鳢、南美白对虾等。海水可养殖品种有梭子蟹、中国对虾、脊尾白虾、条斑紫菜、坛紫菜、牡蛎、贻贝、扇贝、蚶类、虾虎鱼、黑鲷、鲈鱼等。

根据《连云港市连云区养殖水域滩涂规划（2022-2030年）修编》“第二章 养殖水域滩涂利用评价”——“第七节 水产养殖产业发展分析”——“第一条 水产养殖发展现状”——【养殖品种】中，连云区主要海水养殖品种有条斑紫菜、坛紫菜、中国对虾、太平洋牡蛎、魁蚶、毛蚶、贻贝、扇贝、杂色蛤、青蛤、竹蛏、缢蛏和海参等。淡水养殖品种有草鱼、鳊鱼、鲤鱼、鲫鱼、斑点叉尾鮰、南美白对虾、泥鳅、鳊鱼、黄鳝、中华绒螯蟹等。

连云港的捕捞产品包括的经济鱼类主要有海鳗、鳊鱼、鲢鱼、沙丁鱼、鲱鱼、石斑鱼、鲷、蓝圆鲹、白姑鱼、黄姑鱼、鲆鱼、鲳鱼和鲈鱼等。经济价值较高的甲壳类和头足动物物种有：中国对虾、鹰爪虾、毛虾、日本蟳、乌贼、章鱼等。贝类具有较高经济价值的主要物种有：毛蚶、泥蚶、竹蛏等。

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.3.4.1 工业设施

厂址半径15km范围内有28家规模以上的工矿企业，其中距厂址最近的是连云港吉米农业开发有限公司，位于厂址SSE方位8.1km处，职工人数10人，从事大米加工。

本项目位于徐圩新区内，徐圩新区是国务院批准设立的国家东中西区域合作示范区的先导区，全名是国家东中西区域合作示范区连云港徐圩新区，是国家七大石化产业基地之一，是江苏沿海开发一带一路支点建设中产业合作的主要实施载体，是连云港市委市政府确定的发展新型临港产业的核心区，重点打造石化、精品钢、先进装备制造、节能环保和现代港口物流等5大主导产业。徐圩新区范围：北起烧香河河道中心线，西至烧香支河西岸，南至善后河、埭子口北岸（含徐圩湿地），东至海堤，并代管东辛农场。

厂址半径15km范围内涉及1处工业园区，为徐圩新区内的连云港石化产业基地，是国内近年来快速发展的大型沿海石化产业基地。在国家石化产业规划布局方案中，连云港石化产业基地是重点规划布局的新建石化产业基地之一，成为国家新一轮石化产业布局调整和结构优化升级战略的重要承载地。近年来，连云港石化产业基地建设加快推进，已有一批已建、在建的石化、化工项目，还有多个意向项目，各项基础设施也在不断完善，基

地入选了中国石油和化学工业联合会评选的 2019 年中国化工园区潜力 10 强园区。

根据《连云港石化产业基地“十四五”安全生产规划》，连云港石化基地位于厂址 NE~ENE 方位 7.6~17.4km 的范围内，当前园区内共有 13 家已经投产运行或处于试运行阶段的企业，以及 6 家处于正在建设状态的企业。

厂址半径 15km 范围内涉及 4 家烟花爆竹销售企业，距厂址最近的连云区好运来烟花爆竹经营部位于厂址 N 方位 7km 处，最大储量 60kg，同时也是厂址半径 15km 范围内炸药储量最大的企业。

厂址半径 15km 范围内涉及 9 家加油站和 2 家加气站，距厂址最近的是灌云顺通加油点，位于厂址 SE 方位 2.6km 处，储存柴油，单罐最大存量为 10m³；储量最多的加油站是孟陬路加油站，位于厂址 SE 方位 9km 处，汽柴油最大存量 100t，单罐最大存量为 25t。

厂址半径 15km 范围内涉及徐圩新区国家原油战略储备基地的规划，该基地的地下洞库储存部分位于东陬山地下洞库，位于厂址 E 方位 8.0km 处。

厂址半径 15km 范围内涉及多条危险品运输道路，最大运输量均在 30t 左右，距厂址最近的危险品运输道路是省道 S242，该道路距离厂址中心 1.4km，该道路涉及多种危险品运输。

厂址半径 15km 范围内涉及 4 处现有天然气管道及若干条中压燃气管道的规划，根据《连云港市城市燃气专项规划（2017-2030）》（2018.12），厂址半径 15km 范围内天然气中压管线规划：主要集中在徐圩新区以及石化产业基地，位于厂址西北方向，距厂址中心约 12km。

厂址附近涉及 2 处原油管道的规划，为连云港-徐州成品油管道和东陬山地下洞库配套原油输送管道。

经计算分析，上述危险源均不会对厂址安全造成影响。

2.3.4.2 交通

（1）公路、铁路

厂址附近交通发达，厂址所在连云港市全市农村公路通达里程 10890km，实现了全市所有行政村双车道四级公路全覆盖。厂址半径 15km 范围内主要有 G15 沈海高速、国道 G228、省道 S242 及 22 条县道。

厂址半径 15km 范围内涉及青盐铁路、连盐铁路徐圩支线（青盐铁路支线）及上合组织物流专用线，距厂址最近的是连盐铁路的徐圩支线，最近处位于厂址 N 方位 6.5km 处。

厂址半径 15km 范围内规划建设公路 7 条，距厂址最近的规划中道路是县道徐圩至东

海公路，距离厂址中心 2.2km。

厂址半径 15km 范围内规划有 3 条铁路，分别是市域铁路 S1 支线位于厂址 NNW 方位 8.5km 处；市域铁路 S2 支线位于厂址 SSW 方位 13.9km 处；连盐铁路徐圩支线位于厂址 N 方位 7.1km 处。

（2）海运

厂址半径 15km 范围内没有航道和码头。最近的港口为徐圩港区，距离厂址 18km。最近的航道为徐圩港区 10 万吨级航道，距离厂址 18km。

厂址半径 15km 内没有港区及海上航道规划。

（3）内河

厂址半径 15km 范围内无内河港口和码头，距厂址最近的码头为位于善后河的海州港码头，距离厂址约 17km。

厂址半径 15km 范围内河流航道主要有善后河、烧香河、车轴河、牛墩界圩河。

厂址半径 15km 范围内涉及 2 处内河码头的规划，分别是位于厂址 ENE 方位 10.1km 处的老烧香河作业区和位于厂址 ENE 方位 15km 处的西港河作业区。

厂址半径 15km 范围内涉及 6 条规划航道，距离厂址最近的规划航道是车轴河，最近处位于厂址 ESE 方位 5km 处。

（4）机场

厂址半径 16km 范围内没有机场，半径 4km 范围内没有航线。厂址距连云港白塔埠机场直线距离是 65km，距淮安机场 83km。厂址距连云港新机场花果山机场直线距离是 30km，距离最近的空中航线 23km，距离新机场花果山机场的最近进离场程序涉及的航线 6.5km。厂址周围现有机场及空中航线不会对厂址安全构成影响。

厂址附近规划建设 2 个机场，分别是灌云通用机场和海州通用机场，初步规划方案中，灌云通用机场位于厂址西南方向约 14.5km；海州通用机场位于厂址西方向约 7.0km。

2.4 气象

2.4.1 区域气候

厂址所在区域为暖温带半湿润季风气候区，略有海洋性气候特征。四季分明，冬季寒冷干燥，夏季高温多雨。光照充足，雨量适中。

本区位于我国东部沿海，季风系统对区内冬、夏季天气起主导作用。冬季地面系统主要为蒙古高压，高空受到东亚大槽的控制。夏季西太平洋副热带高压的位置及热带气旋的出现是影响本区夏半年天气的重要系统。春、秋季节蒙古高压、阿留申低压、印度低压，

太平洋副热带高压四个系统对峙，致使本区该时节天气多变。

冬季：受冬季风和蒙古高压控制，冬季风强盛且稳定少变。在500hPa上空，东亚大槽稳定在我国沿海一带，江苏省位于槽后，天气干燥寒冷。只有在高空有地槽东移和低层有气旋波发展时，大陆冷高压和稳定的冬季风才受到短时间的破坏，也正是这个地槽和气旋波东移发展，诱发新的强冷高压入侵和强的冬季风再建立以后进入相对稳定期。相对稳定期的大陆冷高压，由太阳辐射量增多而产生变性，气温出现回暖，回暖到新的冷高压入侵，气温就又骤降，造成回暖—降温—再回暖—再降温的循环过程。进入江苏省的冷空气路径一般有西北路、北路、西路和东路。

春季：地面气压场上为蒙古高压、阿留申低压、印度低压，太平洋副热带高压四个活动中心对峙，造成了春季环流形式中南北气流的进退交替的局面，致使江苏省的天气复杂多变，乍暖还寒。当北方冷空气较强、高空有地槽活动时，就会有移动性冷高压南下，出现春季寒潮天气。当南方暖湿气流比较活跃向北挺进与冷空气相交于江淮一带时，形成气旋，出现阴雨天气。如果南北气流势均力敌，则产生江淮静止锋，江苏省即会出现春季的低温连阴雨天气。

夏季：地面气压场上印度低压和西太平洋副高成为我国大部分地区的控制系统。由于鄂霍茨克海高压的维持，高压沿海高压脊取代沿海大槽，当太平洋副高压脊稳定在20°N左右，副高北缘的西南暖湿气流与来自大陆的西北冷气流在长江流域一带交绥，江苏省进入“梅雨”期。梅雨期一般维持20d左右，约在7月中旬结束，进入盛夏，因此从7月中旬到9月上旬是夏季风最盛时期。大陆上印度低压和西太平洋副高进一步加强，西太平洋副高明显北移，江苏省受它的控制，盛行东南风，天气稳定，出现持续性晴热天气，气温迅速上升，全省进入高温暑热季节。

秋季：冬季风开始南下，夏季风逐渐被冬季风所取代，地面气压场又一次调整，形成类似于春季的四个活动中心对立状态。高空沿海低槽很快建立，10月得以加强，但位置比隆冬稍偏西。由于冬季风南下，冷空气从低层向南方移动，在长江流域稳定下来，而高空仍受副热带高压控制，大气垂直结构十分稳定，所以江苏省常呈现秋高气爽的晴好天气。可是有些年份，蒙古高压迟迟不得建立，极地冷气团势力不强，夏季风仍占优势。在西南暖湿气流的影响下，还会造成秋雨绵绵的连阴雨天气。一旦印度低压和太平洋高压完全退出大陆，蒙古高压和阿留申低压加强，东亚大槽形成，随着一次冷空气南下，气温突降，气压陡增，便表明秋季结束，冬季来临。

厂址周边主要的四个气象站分别为灌云、赣榆、响水和连云港气象站。

根据厂址周边灌云、赣榆、响水和连云港四个气象站的多年（平均值：1991~2020年，极端值：建站~2020年）气象资料统计结果，厂址区域年平均气温为14.3~14.8℃，极端最高气温为40.2℃，极端最低气温为-21.7℃；年平均相对湿度为71~75%；年平均风速为2.1~2.3m/s，最大风速为29.3m/s，极大风速为40.0m/s；年平均降水量为892.0~912.3mm，一日最大降水量为699.7mm；年平均蒸发量为1024.0~1174.2mm；年平均气压为1016.4~1016.7hPa，极端最高气压为1047.4hPa，极端最低气压为979.8hPa；年平均日照时数为2092.5~2315.5h；年平均总云量为4.9~5.8成，年平均低云量为1.5~2.8成。

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 常规气象

以下根据代表性气象站灌云站1991~2020年的气象要素统计结果，分析厂址的当地气象条件。

1) 风向、风速

灌云站年平均风速为2.1m/s，一年中以3、4月份平均风速最大，为2.5m/s，9、10月份平均风速最小，为1.7m/s。最大风速为18.0m/s，极大风速为30.4m/s。

灌云站年最多风向为E，风频为11%，次多风向为NE和ENE，风频均为10%。混合统计的年静风频率为12%，使用自动站后，年静风（ $\leq 0.5\text{m/s}$ ）频率为10%。

2) 气温

灌云站年平均气温为14.5℃，可见最高月平均气温出现在7月，为26.9℃，最低月平均气温出现在1月，为0.8℃，极端最高气温为40.0℃，极端最低气温为-21.7℃。

3) 相对湿度

灌云站年平均相对湿度为73%，最大月平均值出现在8月份，达到84%；最小月平均值出现在3、4月份，为67%。最小相对湿度为0%。

4) 水汽压

灌云站年平均水汽压为14.4hPa，平均水汽压最高出现在7月，为29.5hPa，最低出现在1月，为4.5hPa。

5) 降水

灌云站年平均降水日数为115.2d，年平均降水量为892.0mm。一年中以7月份的平均降水量最大，为209.7mm；1月份平均降水量最少，仅为19.8mm。一日最大降水量为266.8mm。

6) 气压

灌云站年平均气压为 1016.6hPa，累年平均 1 月和 12 月份气压最高，为 1027.4hPa，7 月份平均气压最低，为 1004.0hPa。极端最高气压为 1046.6hPa，极端最低气压为 980.6hPa。

7) 云量

灌云站年平均总云量为 5.8 成，其中 7 月份平均总云量最多，为 7.4 成，12 月份平均总云量最少，为 4.5 成。低云量的年变化规律与总云量基本一致。其特征数值为：年平均 2.1 成；冬半年少，10~4 月均不足 2 成；最多也是在夏季的 7 月，为 3.7 成。

8) 日照

灌云站年平均日照时数为 2092.5h，一年中以 5 月份的平均日照时数最长，为 214.3h，1 月份的平均日照时数最短，为 146.3h。

9) 蒸发

灌云站年平均蒸发量为 1174.2mm，累年平均蒸发量以 6 月份最多，为 148.0mm，1 月份最少，为 36.9mm。

2.4.2.2 极端气象

1) 热带气旋

以厂址为中心半径 400km 的区域作为厂址热带气旋的调查范围，收集该区域内 1949~2020 年的热带气旋资料，共得到 104 个样本，平均每年约 1.4 个。采用耿贝尔函数进行极值拟合，得到厂址区域 10m 高度处百年一遇最大风速为 35.6m/s，对应的极大风速为 53.4m/s。

2) 龙卷风

调查 1960~2020 年间以厂址为中心，经度 3°、纬度 3°范围内的所有龙卷风资料，调查面积共 86537km²。经对调查事例的分解合并共得到龙卷风样本 475 例，采用核安全导则 HAD101/10（1991）推荐的富士达~皮尔森强度分类法对区域内的龙卷风进行逐个分类，其中 F0 级有 202 例，F1 级有 152 例，F2 级有 115 例，F3 级有 6 例。

以 10⁻⁷/年作为设计基准龙卷风的概率水平，得到厂址区域龙卷风最大风速为 84.1m/s。参考田湾核电站的龙卷风设计基准：设计基准龙卷风为 F4 级，设计基准龙卷风风速为 94.4m/s，从保守角度考虑，最终确定本厂址区域设计基准龙卷风为 F4 级，设计基准龙卷风风速为 94.4m/s。

龙卷风设计基准参数归纳如下：

设计基准龙卷风 F4 级

最大龙卷风风速 94.4m/s

平移速度	18.4m/s
最大旋转风速	76.0m/s
最大气压降	6.65kPa
压降率	2.44kPa/s

3) 极端风速

收集灌云、赣榆、连云港和响水四个气象站自建站~2020年的实测风资料，采用耿贝尔函数对四个气象站的最大风速序列进行极值拟合，并考虑各参证站的实测极值，最终确定厂址区域百年一遇实测风最大风速为27.2m/s，对应的极大风速为42.5m/s。

综合热带气旋和实测极端风统计结果，本工程与核安全有关的抗震I类建、构筑物设计基准风速为53.4m/s（3s阵风）。

4) 极端气温

收集灌云、赣榆、连云港和响水四个气象站自建站~2020年的极端气温资料，采用耿贝尔函数对各站的历年极端气温序列进行拟合，并考虑各参证站的实测极值，最终确定厂址区域百年一遇最高气温为41.8℃，百年一遇最低气温为-21.7℃。

5) 极端积雪

收集灌云、赣榆、连云港和响水四个气象站自建站~2020年的冬季最大积雪深度和冬季48h最大降水量资料，采用耿贝尔函数对各站的历年极端雪深序列进行拟合，分别采用耿贝尔函数和P-III函数对各站的冬季48h最大降水量进行拟合，并考虑各参证站的实测极值。按照HAD101/10（1991）的要求，百年一遇雪荷载为极端雪深和冬季48h最大降水量的叠加值。保守考虑，拟合值小于实测值时选择实测值进行计算，最终确定厂址区域百年一遇雪荷载为0.93kN/m²。

2.4.3 当地气象条件

以下根据厂址气象站2022年2月~2024年1月现场观测资料的统计结果，分析厂址的当地气象条件。

1) 风向、风速

观测期间厂址地面站年平均风速为2.7m/s。其中3、4月份平均风速最高，均为3.3m/s；9、10月份平均风速最低，为2.2m/s。年静风（≤0.5m/s）频率为0.2%。观测期间厂址地面站最大风速为12.2m/s，极大风速为21.3m/s。

观测期间厂址地面站年最多风向和次多风向分别为NE（11.9%）和NNE（9.8%）。全年期间NNE来流时平均风速最高，达到4.0m/s，其次是NE来流，平均风速为3.5m/s，

最低为 WNW 和 SSE 来流的 2.0m/s。

观测期间塔层各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）的年平均风速分别为 2.7m/s、3.6m/s、4.4m/s、4.9m/s 和 5.4m/s。各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）月平均风速最高值均出现在 3 月或 4 月份，分别为 3.3m/s、4.3m/s、5.1m/s、5.7m/s 和 6.3m/s；各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）月平均风速最低值均出现在 9 月份，分别为 2.2m/s、3.0m/s、3.7m/s、4.1m/s 和 4.6m/s。塔层各高度的年静风（ $\leq 0.5\text{m/s}$ ）频率分别为 1.3%、0.2%、0%、0.2%和 0.2%。

观测期间塔层各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）的最大风速分别为 11.0m/s、16.1m/s、19.4m/s、21.0m/s 和 22.7m/s，极大风速分别为 21.7m/s、25.1m/s、26.6m/s、26.7m/s 和 26.9m/s。

观测期间塔层各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）的最多风向均为 NE，频率分别为 14.2%、12.5%、11.7%、10.7%和 10.6%，10m、30m、50m 高度的次多风向为 SE，其他高度（70m 和 100m）的次多风向均为 ENE，频率分别为 8.4%、8.6%、9.1%、10.5%和 10.3%。

2) 气温

观测期间厂址地面站和塔层各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）年平均气温分别为 15.1℃、15.4℃、15.5℃、15.6℃、15.6℃和 15.5℃，月平均最高气温均出现在 7 月或 8 月份，分别为 27.8℃、27.7℃、27.5℃、27.4℃、27.2℃和 27.1℃，月平均最低气温均出现在 1 月份，分别为 1.1℃、2.0℃、2.4℃、2.6℃、2.7℃和 2.7℃。

观测期间厂址地面站出现的最高气温为 38.3℃，最低气温为-10.6℃。塔层各高度（10m、30m、50m、70m 和 100m）的最高气温分别为 36.5℃、36.1℃、35.8℃、35.6℃和 35.4℃，最低气温分别为-10.0℃、-9.9℃、-9.7℃、-9.5℃和-9.7℃。

观测期间铁塔 10~30m、10~50m、10~70m 和 10~100m 出现逆温的时次频率基本相当，在 36.1%~37.3%之间，其中 10~50m 的逆温频率最高，10~100m 的逆温频率最低；各层强逆温的出现频率分别为 17.2%、14.5%、11.3%和 6.7%。可见，各塔层相比，低层出现强逆温的情况偏多。

3) 相对湿度

厂址年平均相对湿度为 72.7%，7 月的平均相对湿度最高，为 84.0%，12 月平均相对湿度最低，为 65.3%。观测期间出现的最小相对湿度为 15.8%。

4) 水汽压

观测期间厂址地面站年平均水汽压为 14.9hPa, 平均水汽压最高出现在 7 月, 为 31.1hPa, 最低出现在 12 月, 为 4.7hPa。

5) 降水

观测期间地面站年平均降水量为 592.7mm。月平均降水量最大值为 8 月份的 143.8mm, 月平均降水量最小值为 1 月份的 2.3mm。观测期间出现的一日降水量最大值为 39.9mm。

观测期间单风向降水量最大值为 273.5mm (NE); 单风向降水量最小值为 8.0mm (S)。

6) 气压

观测期间厂址年平均气压为 1017.4hPa, 2 月份平均气压最高, 为 1028.7hPa; 7 月份平均气压最低, 为 1004.7hPa。观测期间最高气压为 1043.6hPa, 最低气压为 995.3hPa。

7) 蒸发

观测期间地面站年平均蒸发量为 1332.6mm, 月蒸发量以 3 月份最多, 为 222.1mm, 2 月份最少, 为 32.5mm。

8) 辐射

观测期间厂址年平均总辐射量为 174.3W/m², 年平均净辐射量为 71.0 W/m²。总辐射量月平均最大值为 5 月份的 241.3 W/m², 月平均最小值为 12 月份的 100.2 W/m²。净辐射月平均最大值为 8 月份的 118.9 W/m², 月最小值为 12 月份的 14.9 W/m²。

2.4.4 大气稳定度

根据厂址 2022 年 2 月~2024 年 1 月两整年的实测气象资料, 采用 $\Delta T/U$ 法进行大气稳定度分类, 得到观测期间中性 D 类为 29.8%, 不稳定 A~C 类分别为 8.0%、22.7%和 11.2%, 稳定 E、F 类分别为 2.6%和 25.7%。

2.4.5 联合频率

根据 2022 年 2 月~2024 年 1 月厂址气象铁塔 10m 高度的风向、风速和地面站的降水观测结果, 以及采用 $\Delta T/U$ 法得到的大气稳定度分类结果, 统计计算得到厂址 10m 高度风向、风速、稳定度三维联合频率和 70m 高度风向、风速、稳定度、雨况四维联合频率。

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

2.4.6.1 混合层高度

2022 年 1 月 6 日~1 月 26 日 (以下简称冬季) 和 2022 年 8 月 8 日~8 月 29 日 (以下简称夏季) 分别在厂址开展了大气边界层探测。

根据观测期间所探测到的温度资料, 利用干绝热曲线法分别对冬、夏两季各观测点的混合层高度数值进行了统计。可见, 早晨多由近地面层逆温控制, 大气处于稳定状态, 混

合层高度较低，日出后，随着太阳高度角的增加，太阳辐射不断增强，近地面层的热力和动力扰动随之增强，接地逆温遭到破坏和抬升，混合层高度逐渐增高，午后达到最大。从混合层高度的日变化来看，本区冬季、夏季的大气污染物垂直扩散能力最好的时间在 11~17 时之间。

根据上述冬、夏两季的混合层观测结果，综合分析后给出厂址不同稳定度下混合层高度值如下：

A-B 稳定度	807.1m
C 类稳定度	618.3m
D 类稳定度	542.0m

2.4.6.2 大气扩散参数

为研究厂址的大气扩散特征，开展了现场示踪试验、湍流观测和大气扩散数值模拟。

为了满足实际应用的需要，考虑到现场示踪能够最直接反映厂址扩散稀释情况，通过三种方法拟合的各稳定度类扩散参数比较，最终得到厂址区域的大气扩散参数。具体方法如下：先将湍流观测、示踪试验、数值模拟三种方法拟合的 D 类扩散参数平均值作为厂址 D 类扩散参数推荐值；类比示踪试验 A、B、C 各类扩散曲线的间距来外推 A、B、C 类扩散参数，类比数值模拟 E、F 类外推现场试验没有获取的 E、F 天气类型扩散参数。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

为了观测用于评价本项目正常运行状态和事故工况下气态放射性物质的弥散特征所需要的各种气象参数，在厂址现场应设立气象塔自动观测系统以及地面气象站，以开展气象观测工作。气象观测系统运行前的各气象要素年数据联合获取率均应保证在 90%以上。

厂址气象站位于厂区的上风向，地势平坦，四周十分开阔。厂址气象站于 2022 年 2 月开始正式观测。地面气象观测的气象要素包括：风向、风速、气温、相对湿度、气压、总辐射、净辐射、降水量、蒸发等。气象铁塔观测高度为 10m、30m、50m、70m 和 100m 五层，观测要素为风向、风速和气温。

气象观测仪器在安装架设前均进行了标定，并开展了风、温、湿传感器安装前的水平比对。

观测期间铁塔和地面站各气象数据的联合获取率为 99.31%，用于计算联合频率的各气象要素的数据联合获取率为 99.32%，满足导则要求。

2.5 水文

本节如无特别说明，高程系统均采用 1985 国家高程。

2.5.1 地表水

2.5.1.1 海洋水文

（1）概述

本厂址位于连云港市徐圩新区境内的西隅山区域。厂址所在地位于连云港市灌云县、海州区与连云区南部的滨海平原，其地形地貌简单，除分布有孤岛状低山残丘（大伊山最高）及西部狭长的岗岭（灌云西部）外，其余均为海陆交互沉积的滨海平原，地势自西向东南呈微倾斜状，地势低洼。

该海域设有连云港海洋站对潮位、海水温盐、气象和波浪要素进行观测。

（2）潮汐

本报告主要依据厂址专用站周年验潮资料和连云港站的长期潮位观测资料来分析计算厂址海域的潮位特征值。

厂址专用站于 2021 年 7 月~2022 年 6 月进行了为期一整年的潮位观测。利用连云港验潮站辅助分析计算厂址的潮汐特征值。依据厂址站资料、参证站连云港站的潮位资料，计算工程海域的潮位特征值如下：

平均高潮位	1.97m
平均低潮位	-1.61m
最大潮差	5.96m
平均潮差	3.58m
平均涨潮历时	5 小时 36 分
平均落潮历时	6 小时 49 分

（3）潮位

由于厂址站没有长期验潮资料，故需拓展其历时潮位资料序列来分析计算工程海域的各种潮位参数。由于厂址的增减水与连云港站的相关关系较好，故确定利用连云港站的增减水来拓展厂址的历时潮位资料序列。计算得厂址处的特征潮位如下：

1000 年一遇高潮位	4.41m
100 年一遇高潮位	3.92m
1000 年一遇低潮位	-3.65m
100 年一遇低潮位	-3.42m

（4）潮流

2021~2022 年期间对工程海域按大、中、小潮型各进行了四季全潮观测。本次观测工

程海区潮流性质为规则半日潮流，潮流运动形式属于旋转流。

夏季各测站垂线平均涨潮流最大流速为 0.80m/s，各测站垂线平均落潮流最大流速为 0.78m/s；秋季各测站垂线平均涨潮流最大流速为 0.96m/s，各测站垂线平均落潮流最大流速为 0.84m/s；冬季各测站垂线平均涨潮流最大流速为 0.91m/s，各测站垂线平均落潮流最大流速为 0.77m/s；春季各测站垂线平均涨潮流最大流速为 1.01m/s，各测站垂线平均落潮流最大流速为 0.78m/s。

夏季最大余流流速为 36.9cm/s，秋季最大余流流速为 54.0cm/s，冬季最大余流为 18.0cm/s，春季最大余流为 27.6cm/s。

（5）海水温度和盐度

连云港站多年平均表层水温值为 15.0℃。依据建立的厂址与连云港站表层水温相关关系，推算的厂址海域的历史最高海水温度值为 32.4℃，历史最低海水温度值为-2.0℃。

连云港站多年平均表层盐度值为 28.9。依据建立的厂址与连云港站表层盐度相关关系，推算的厂址海域的历史最高表层盐度为 33，历史最低表层盐度为 5.1。

（6）泥沙

夏季水文测验期间，不同测站实测涨、落潮垂线平均含沙量分别为 0.069kg/m³ 和 0.059kg/m³。不同测站涨、落潮平均含沙量中潮最大，小潮最小。

冬季水文测验期间，不同测站实测涨、落潮垂线平均含沙量分别为 0.089kg/m³ 和 0.065kg/m³。不同测站涨、落潮平均含沙量小潮最大，中潮最小。

施测海域各测站四季所取悬沙物质主要成分均为黏土质粉砂（YT）。夏、秋、冬、春季悬沙中值粒径分别为 0.0081mm、0.0084mm、0.0077mm、0.0067mm，秋季最大，春季最小。

（7）波浪

观测期间（2021 年 7 月~2022 年 6 月）厂址站的波浪平均 $H_{1/3}$ 为 0.6m，平均 $H_{1/10}$ 为 0.7m，平均周期 3.3s，最大 $H_{1/3}$ 为 2.9m，最大 $H_{1/10}$ 为 3.7m。周年观测期间常浪向为 ENE，频率 30.42%，次常浪向为 E，频率 23.65%；最大波高发生的强浪向为 NE。

（8）工程海域岸线演变和海底地形演变

取、排水口设置在徐圩港区东侧埭子口附近海域，该海域为淤泥质海岸。2010 年前，埭子口附近海岸 0m 和-2m 等深线处于缓慢冲刷状态，2010 年以后，随着徐圩港区和灌河口双导堤建设，埭子口近岸 0m 和-2m 等深线侵蚀后退，离岸-5m 和-10m 等深线区域微淤。经过 2015 年之后徐圩港区建设，工程海域岸线经历了较大改变，该阶段（2010 年至 2022

年）产生岸线变化主要原因为人类工程活动。

地形演变计算结果表明，埭子口以东至灌河口西导堤海域普遍淤积，-2m 等深线、-5m 等深线、-6m 等深线、-7m 等深线、-8m 等深线均向外海推移，说明这部分区域淤积为主；埭子口以西至徐圩港东防波堤，-2m 等深线和-5m 等深线向外海推移，-7m 等深线和-8m 等深线向岸侧推移，说明 0~-5m 淤积，-7~-8m 冲刷，即近岸淤积离岸冲刷，特别是在防波堤拐角处地形冲刷为主。根据附近导堤的建设经验，导堤建设 5 年后对埭子口海域地形影响将逐渐减弱，岸滩趋于动态稳定。

2.5.1.2 陆地水文

（1）河流水系

连云港市地处淮河流域、沂沭泗水系最下游，境内河网发达，现有 605 条县乡河道。连云港市主要大中型水库共 15 座，厂址半径 15km 内不存在水库。

厂址半径 15km 范围内涉及 5 条主要河流，分别为善后河、东干河、烧香河、车轴河与牛墩界圩河，距厂址最近的是古泊善后河。

1) 古泊善后河

厂址位于善后河左岸堤防附近。古泊善后河是沂沭泗水系主要排洪入海河道，新沭河以东和新沂河以北的区域性独流入海河道，河道两侧的防洪大堤由黏土碾压而成，位于灌云县境北部，水流自西向东流，由古涟河、泊阳河、善后河通过疏浚开挖而形成，起源于西万公河，东流经沭阳、东海县、海州区、灌云县，至东陇山经善后新闸由埭子口排水入海。其中盐河以西为古泊河，盐河以东为善后河。

2) 车轴河

厂址距车轴河约 7km。车轴河是沂沭泗水系下游平原区的一条独流入海河道，位于善后河南部偏北地区，流域面积 333km²，是境内排涝、灌溉、航运的重要河道之一，河道两侧的防洪大堤由黏土碾压而成。车轴河东流至南五队折弯分为两支，一支向北至车轴河闸（善后老闸）入埭子口，一支向东北流至洋桥图西闸入埭子口。在同兴镇西建有同兴节制闸、套闸，形成上下梯级水位控制。

3) 烧香河

烧香河是一条排水河道，西起盐河黑风口，东流 21km 至小岛河口分岔：一支水流自西向东流，向东北经烧香河北闸入海，河长 5.2km；另一支水流自北向南流，向东南经烧香河南闸入埭子口，河长 25km。

4) 盐河

盐河水流自南向北流，南起淮阴杨庄船闸，北迄连云港市新浦，承接盐河以西涝水转排入东门五图河、牛墩界圩河、车轴河、古泊河分流入海。

（2）重要水闸工程

厂址半径 15km 内涉及的河闸主要有东干河闸、善后新闻、车轴河闸、烧香河南闸、中干河闸、埃字河闸、乡干河闸、新沟河北闸等。

（3）淡水水源

本工程 3 号机组淡水用水主要包括施工期间的生产用水、人员生活用水、消防用水和施工现场的降尘、洗车用水等，以及运行期间生产用水、生活用水、厂用水系统补水、消防用水、道路浇洒、洗车及绿化用水等。

本项目淡水用水取自地表水源，拟在善后河善后新闻上游河段设置取水口取水，在厂区内新建淡水处理站，供给机组运行所需淡水。施工期淡水处理站运行前所需淡水拟由市政水源供给。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 厂址地下水

2.5.2.1.1 地表水

厂址附近范围沿线分布有河流、沟渠、鱼塘等，大部分呈近东西、南北走向，部分交织成网格状。河流主要为善后河、东干河、烧香河（南段）、车轴河、扁担河、中干河及大新河。

1) 善后河

古泊善后河的下游为善后河，全长 91km，其中善后河新闻至埭子口入海口长约 14km，河宽 50~200m，流域面积 1230km²。

古泊善后河为通航航道，下游分布有善后河新闻、车轴河闸与烧香河闸，三闸出流共用埭子河作为连云港市防洪排涝入海通道。

善后河在灌云县中部，从西盐河到埭子口全长 27.6km。善后河是新沂河以北地区主要排涝河道，为高水位排涝河道，汛期两岸支河关闸封闭，沿线低洼地强排除涝；非汛期储蓄上游回归水，供两岸农田灌溉；丰水年可供水 2~3 亿 m³，为淡水，水质较好，沿岸自来水厂用水均来自该河。

善后河整体流向由西向东，流速缓慢。厂址附近范围段（至善后河新闻）善后河长约 12.8km，其中本项目距善后河新闻约 7km；受黄海潮汐影响，善后河新闻上游和下游河水位均有一定变化，其中上游段变化较小，下游段变化较大。水文地质调查期间（2021 年

12月~2022年1月，下同），厂址附近范围段善后河河水面标高1.60~2.20m，变化幅度0.10~0.60m，由西向东变化幅度越来越大。

另外厂址下游东约6km善后河北岸为徐圩新区水源取水点。

2) 烧香河（南段）

烧香河（南段）是为了提高烧香河防洪排涝标准，在疏浚烧香河时结合修筑海堤，将烧香河改道南下而成。烧香河南段起于板桥街道，止于烧香河闸，全长约22.4km。现状河底宽约10~20m，河口宽约60m，河底高程约为-0.50~-1.63m，发挥着排涝、沟通航运、供水等功能。

烧香河（南段）水功能区为农业用水区，2020年水质目标为III类水。

经调查，烧香河（南段）整体流向由北向南，流速缓慢。受黄海潮汐影响，烧香河闸上游和下游河水位均有一定变化，其中上游段变化较小，下游段变化较大。调查期间，厂址附近范围区段（至烧香河闸）烧香河河水面标高1.80~2.20m，变化幅度0.05~0.40m，由北向南（烧香河闸）变化幅度越来越大。

3) 东干河

东干河呈近南北向，北起烧香河，南至善后河，全长约17.5km，一般河宽15~30m，水深1.0~3.0m，主要用于周边农田灌溉。

水文地质调查期间，东干河河水面标高1.70~1.80m，变化幅度0.10m。

2.5.2.1.2 厂址附近范围水文地质特征

2.5.2.1.2.1 地层岩性

厂址附近范围除西墩山体出露基岩外，其余地段均被第四系覆盖，第四系主要为中更新统小腰庄组粗砂、上更新统灌南组粉砂及粉质黏土和全新统连云港组淤泥质黏土，基岩主要为元古界片麻岩。

厂区出露的第四系主要为全新统(Q₄^{ml})人工填土，全新统连云港组海积(Q₄^m)的黏土、淤泥，上更新统灌南组冲积(Q₃^{al})的粉质黏土、粉土、角砾，上更新统灌南组海积(Q₃^m)的粉质黏土、粉砂，中更新统小腰庄组冲积(Q₂^{al})的黏土，下更新统五队镇组冲积(Q₁^{al})的中砂、粉质黏土、粉砂、黏土。

取排水管线第四系岩性主要为全新统(Q₄^{ml})人工填土，全新统海积层(Q₄^m)黏土、淤泥，上更新统灌南组冲积(Q₃^{al})的粉质黏土、粉土及粉砂，上更新统海积层(Q₃^m)粉质黏土、粉砂，中更新统冲积层(Q₂^{al})粉质黏土、粉砂及粗砂层。

2.5.2.1.2.2 地下水的类型及特征

厂址附近范围地下水主要包含松散岩类孔隙水（潜水、承压水）及基岩裂隙水两大类。

1) 松散岩类孔隙水

a) 潜水

潜水主要赋存于上部黏土、淤泥、全风化层及少量人工填土层中，一般埋深0~2.0m，一般层厚7.0~24.0m，单井涌水量小于10m³/d，厂址水文地质调查期间水位标高1.60~2.00m，随季节变化，雨季水位上升，旱季水位下降，年变化幅度1.0m左右。

b) 承压水

①第I承压水

第I承压水主要赋存于粉砂层中，厂址附近范围局部分布，一般埋深28.5~32.1m，一般层厚0~4.0m，单井涌水量150m³/d左右，调查期间水位标高-0.30m左右，年变化幅度0.3m左右。

②第II承压水

第II承压水主要赋存于中细砂层中，厂址附近范围部分地段分布，一般埋深34.8~45.4m，一般层厚0~25.0m，单井涌水量500m³/d左右，调查期间水位标高-0.60m左右，年变化幅度0.3m左右。

③第III承压水

第III承压水主要赋存于⑦₁细砂、⑦₃粉砂及⑧₂中细砂层中，厂址附近范围局部分布，一般埋深46.7~82.1m，一般层厚0~9.6m，单井涌水量150m³/d左右，调查期间水位标高-1.00m左右，年变化幅度0.2m左右。

2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于强风化~微风化片麻岩层中，分布于西隄山及其周边下伏基岩中，最大揭露厚度为106.40m，单井涌水量30m³/d左右，地下水水位随基岩埋深及其裂隙发育程度而异，无统一稳定水面，水位标高-16.39~1.71m，随季节变化，雨季水位上升，旱季水位下降，年变化幅度较大。

2.5.2.1.2.3 补给、径流与排泄条件

1) 地下水补给条件

a) 潜水

潜水补给条件受地形、气象、水文、人类活动等诸多自然及人为因素的影响。厂址附近范围大部分为滨海相沉积地貌，仅西隄山、东隄山及张宝山为孤立剥蚀残丘地貌，基岩

出露；滨海相沉积地貌区整体地形相对较为平坦开阔，浅部地层岩性为素填土、黏土及淤泥，透水能力为中等～微透水，地表水、大气降雨入渗是潜水主要补给源。厂址附近范围地表水与潜水含水层相互补给，单宽流量约为 $1.00\text{cm}^3/\text{s}$ ，降雨入渗系数约为 0.15。

b) 承压水

承压水主要赋存于粉细砂及中细砂层中，其补给条件受地形、气象、水文、人类活动等诸多自然及人为因素的影响。根据调查资料可知，承压水主要接受上部潜水、承压水侧向及越流补给。

c) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于全风化～微风化片麻岩层中，分布于西隍山、东隍山、张宝山及其周边下伏基岩中，其补给条件受地形、气象、水文、人类活动等诸多自然及人为因素的影响。根据调查资料可知，基岩裂隙水主要接受上部潜水、承压水补给。

2) 地下水径流条件

a) 潜水

根据流向试验及区域资料，流向以善后河为界，善后河以北地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河，局部汇集至西隍山采石坑区或从东隍山基岩出露区向四周扩散；善后河以南地区整体流向由西南向东北，最终汇集至善后河；水平径流速度非常迟缓，水力梯度约为 $1/10000$ 。

b) 承压水

承压水主要赋存于粉细砂及中细砂层中，透水性中等，根据流向试验及区域资料，流向由西北向东南，水平径流速度慢。

c) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于中等风化～微风化片麻岩层中，透水能力为中等～微透水，根据流向试验及区域资料，流向由西北向东南，水平径流速度慢。

3) 地下水排泄条件

经调查，厂址附近范围无地下水开采井，水质差，多为微咸水—咸水，不能直接饮用。地下水排泄主要以地面蒸发和侧向径流为主。

2.5.2.1.2.4 水力联系

根据区域资料，调查范围内的地下水主要包含松散岩类孔隙水（潜水、承压水）及基岩裂隙水两大类型。松散岩类孔隙水按水力性质和埋藏条件可分为浅层地下水（潜水、第Ⅰ承压水）和深层地下水（第Ⅱ承压水、第Ⅲ承压水）。

厂址附近范围地表水体和地下水存在相互补给的水力联系，根据临近区域资料及调查资料可知，丰水期（6~9月）地表水位一般高于地下水，地表水补给地下水，而枯水期（12月~2月）地下水排泄于地表水。

厂址附近范围承压水水位标高一般在-1.00~-0.30m，主要接受上部潜水、承压水侧向及越流补给。通过调查，区内承压水无开采，地下水水位年内变幅较小，年变化幅度0.3m左右。

厂址附近范围基岩裂隙水位随基岩埋深及其裂隙发育程度而异，主要接受上部潜水、承压水越流补给，排泄方式主要为蒸发和向下游排泄，区内基岩裂隙水开采较少。调查期间无统一稳定水面，水位标高-16.39~1.71m，随季节变化，雨季水位上升旱季水位下降，年变化幅度较大。

2.5.2.1.2.5 水文地质单元划分

水文地质单元划分主要依据为自然地理、地质和水文地质条件。具体如下：

1) 自然地理条件主要考虑地形地貌、气象与水文条件。

2) 地质条件包括厂址附近范围构造和地层条件，厂址附近范围内无断层分布，主要考虑地层条件。厂址附近范围的地貌单元分为剥蚀残丘地貌和滨海相沉积地貌，大部分为滨海相沉积地层，仅西陬山、东陬山及张宝山为孤立剥蚀残丘地层出露。

3) 水文地质条件包括地下水的储存与分布条件、地下水流场、地下水的补给、径流与排泄条件和边界条件。

厂址附近范围内水文地质单元是连云港市区域水文地质单元东南区域含水系统的一部分，整体处于径流、排泄区。潜水含水层以河流为界分为北区（ I_1 ）和南区（ I_2 ）两个相对独立的水文地质单元，厂址位于 I_1 水文地质单元内。厂址附近范围内， I_1 水文地质单元地下水整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河，局部汇集至西陬山采石坑区或从东陬山基岩出露区向四周扩散； I_2 水文地质单元地下水整体流向由西南向东北，最终汇集至善后河，流入大海。

2.5.2.1.2.6 水文地质试验

1) 抽水试验（或微水试验）

厂区及周边布置了1组基岩裂隙水抽水试验，试验层位为基岩裂隙水含水层；2组松散岩类孔隙水抽水试验，试验层位为承压含水层；2组松散岩类孔隙水微水试验，试验层位为潜水含水层，确定含水层的渗透系数、涌水量及给水度。

根据试验成果，潜水含水层的渗透系数为 $6.47 \times 10^{-6} \sim 8.22 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，平均值

$7.35 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，给水度为 $0.022 \sim 0.028$ ，平均值 0.025 。第II承压含水层的渗透系数为 $9.40 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，导水系数为 $20.30 \text{cm}^2/\text{s}$ 。第III承压含水层的渗透系数为 $2.38 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，导水系数为 $1.07 \text{cm}^2/\text{s}$ 。中等风化～微风化片麻岩基岩裂隙水含水层的渗透系数为 $5.83 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，给水度为 0.07 。

2) 压水试验

厂区共布置8组压水试验孔，根据试验成果，微风化片麻岩基岩裂隙水含水层的渗透系数为 $5.90 \times 10^{-7} \sim 9.30 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，平均值 $1.30 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，透水率为 $0.059 \sim 9.298 \text{Lu}$ ，平均值为 1.300Lu 。

3) 渗水试验

厂址及周边选择代表性地段布置了6组渗水试验，以确定表层岩土体渗透性。由试验结果可知，包气带土层的渗透性与岩性有关，岩性松散且包含较多的包气带地段的渗透系数较大，反之土层较密实且土质较均匀地段的渗透系数较小。根据统计结果，渗透系数为 $2.38 \times 10^{-4} \sim 1.36 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，平均值 $6.76 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

4) 地下水流向及弥散试验

厂址及周边布置3组地下水流向试验。具体内容如下：

a) 地下水流向试验

流向测试孔有SK2、SK4和ZK53。通过对水体的一个小时的连续观测得到了示踪剂晕的运动位置。由试验结果可知，各观测孔地下水流向与厂址附近范围的地下水整体流向（西北向东南）一致。

b) 弥散试验

弥散试验采用单孔试验方法。根据试验结果，在砂层中纵向弥散度比横向弥散度大 $100 \sim 10000$ 倍；在黏性土层中，纵向弥散度和横向弥散度之间没有明显的差异，弥散度在 $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{m}$ 之间；对于裂隙发育少的岩石层，纵向弥散度和横向弥散度同样没有明显区别，弥散度在 $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{m}$ 之间，而在裂隙发育较多的岩石层，纵向弥散度普遍比横向弥散度大。

2.5.2.1.2.7 地下水化学特征

根据地下水、地表水水质分析报告，地下水、地表水按矿化度分为4类：淡水、微咸水、咸水及盐水。

1) 淡水

a) 地表水（善后河）化学类型为 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水，矿化度 $0.98 \sim 0.99 \text{g/L}$ ，

平均 0.99g/L；pH 值 8.10~8.19，平均 8.15，偏弱碱性；总硬度 0.42~0.45g/L，平均 0.44g/L。

b) 基岩裂隙水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 0.57g/L；pH 值 7.32，偏弱碱性；总硬度 0.28g/L。

2) 微咸水

主要分布于厂址附近范围西侧潜水、深层承压水及基岩裂隙水中。

a) 潜水水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 2.20~2.26g/L，平均 2.23g/L；pH 值 7.60~7.64，平均 7.62，偏弱碱性；总硬度 0.75~0.93g/L，平均 0.84g/L。

b) 承压水、基岩裂隙水（厂址深层）化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 1.89g/L；pH 值 7.81，偏弱碱性；总硬度 0.71g/L。

3) 咸水

厂址附近范围广泛分布，水化学类型主要为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，局部为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 3.08~9.95g/L，平均值 4.80g/L；pH 值 7.60~7.83，平均 7.71，偏弱碱性；总硬度 0.61~1.85g/L，平均值 1.03g/L。

4) 盐水

主要分布于厂址以东，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 13.80g/L；pH 值 7.66，偏弱碱性；总硬度 2.50g/L。

综合分析，厂址附近范围地下水按矿化度分为淡水、微咸水、咸水及盐水，地下水水质由西往东逐渐变差。

2.5.2.1.3 厂址水文地质特征

2.5.2.1.3.1 地表水

厂址分布有多条河流、水渠、鱼塘等，大部分呈近东西、南北走向，部分交织成网格状。

场地内水渠纵横交错，遍布农田之间，用于农田的灌溉，渠宽约 5.0~10.0m，水深约 0.3~1.0m，水流缓慢。水渠内的水一般引至厂址北侧的扁担河和厂址南侧的善后河，由设置在各段的水闸控制其流向，涝季时流向河流，旱季时引入河水。

厂址内鱼塘主要位于西陂山的东北侧，主要养殖藕、鱼虾等，占地面积约 4.3km²，水深 0.5~2.5m，鱼塘内塘埂近南北向分布，宽度约 1.6~3.0m，间距约 10.5~70.0m。

厂址主要河流为善后河、东干河和烧香河等。其中善后河规模最大，善后河整体流向由西向东，流速缓慢。受黄海潮汐影响，善后河新闻上游和下游河水位均有一定变化，其中上游段变化较小，下游段变化较大。调查期间，善后河河水面标高 1.60~2.20m，变化

幅度 0.10~0.60m，由西向东变化幅度越来越大。

2.5.2.1.3.2 地下水赋存形式及类型

厂址地下水主要包含松散岩类孔隙水（潜水、承压水）及基岩裂隙水两大类型。

1) 松散岩类孔隙水

a. 潜水

潜水主要赋存于上部的黏土、淤泥及少量素填土层中，一般埋深 0~2.0m，厚 7.0~24.0m，平均 14.62m，单井涌水量小于 10m³/d，富水性弱，调查期间水位标高 1.60~2.00m，随季节变化，雨季水位上升旱季水位下降，年变化幅度 1.0m 左右。

b. 承压水

①第 I 承压水

第I承压水主要赋存于粉砂层中，厂址局部分布，一般埋深 28.5~32.1m，一般层厚 0~4.0m，单井涌水量 150m³/d 左右，水位标高-0.30m 左右，年变化幅度 0.3m 左右。

②第 II 承压水

第II承压水主要赋存于中细砂层中，在厂区部分地段分布，一般埋深 34.8~45.4m，一般层厚 0~25.0m，单井涌水量 500m³/d 左右，调查期间水位标高-0.60m 左右，年变化幅度 0.3m 左右。

③第 III 承压水

第III承压水主要赋存于细砂、粉砂及中细砂层中，厂址局部分布，一般埋深 46.7~82.1m，一般层厚 0~9.6m，单井涌水量 150m³/d 左右，调查期间水位标高-1.00m 左右，年变化幅度 0.2m 左右。

2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于强风化~微风化片麻岩层中，主要分布于西隅山区域及其周边下伏基岩中，最大揭露厚度为 106.40m，单井涌水量 30m³/d 左右，水位随基岩埋深及其裂隙发育程度而异，无统一稳定水面，水位标高-16.39~1.71m，随季节变化，雨季水位上升旱季水位下降，年变化幅度较大。

2.5.2.1.3.3 地下水的补给、径流、排泄方式

1) 潜水

潜水的补给来源主要为大气降水和地表水，其中地表水补给包括人工渠道渗漏和灌溉补给。

雨季时，潜水接受大气降水的入渗补给，由于厂区地形平坦，大气降水可充分渗透补

给第四系松散层。厂区地表水较发育，分布有多条河流、纵横交错的多条水渠、鱼塘等，大部分呈近东西、南北走向，部分交织成网格状，使浅层地下水与地表水直接接触，因此，潜水与地表水有密切的互补关系。根据临近区域资料及调查资料可知，丰水期地表水位一般高于地下水，地表水补给浅层地下水，而枯水季节浅层地下水排泄于地表水。

2) 承压水

承压水属半封闭的地下水循环系统，地下水具承压性质。天然条件下，深层地下水循环系统主要通过侧向径流补给和上部地下水的补给。

3) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要接受大气降水、地表水、上部潜水和承压水的补给，补给量的多少主要与降水的多少、岩性特征、裂隙发育程度等特征有关。

2.5.2.1.3.4 地下水的径流及排泄

1) 潜水排泄主要通过地下径流排泄。地下水总是从地势高处向地势低处排泄，厂区南侧为善后河，为厂区地下水的最终径流方向。潜水的排泄方式主要为蒸发、植物蒸腾和径流补给地表水及基岩裂隙水。

2) 根据厂址流向试验及其他资料，深层承压水的流向主要为由西北向东南流动，水平径流速度迟缓，侧向径流为主要排泄方式。

3) 基岩裂隙水径流方式为沿裂隙自高向低处流动，当裂隙发育切穿地面时，地下水沿裂隙渗（涌）出。基岩裂隙水排泄方式主要为径流排泄。

2.5.2.1.3.5 地下水动态特征和水力联系

1) 地下水动态特征

厂址开展了一个水文年的地下水和地表水水位长期观测。本次布置地下水监测孔7个。其中潜水监测孔为JC4、JC5、JC6、JC7，承压水监测孔为JC1、JC3、JC10，地表水位监测点3个，监测点位为JC2、JC8、JC9。

根据监测结果，善后河水位标高1.5~1.84m，整体表现为6月~9月水位升高，12月~次年2月水位降低，水位年变幅为0.21~0.34m。厂区承压水水位随季节变化不明显，且地下水水位标高在0.5m以下。厂区内潜水的地下水位标高在1.51~2.26m，年变化幅度为0.62~1.07m。水位变化整体表现为6月~8月丰水期水位升高，11月~1月枯水期水位降低，由于受到降雨、蒸发和人工不定期进行农田灌溉的影响，潜水地下水位随季节变化的规律不明显。

2) 水力联系

a) 潜水与地表水水力联系

根据水位长期监测结果，6月~12月厂址地下水水位（潜水）不低于善后河地表水水位，1月~5月善后河下游（JC8），潜水水位低于善后河水位。厂区靠近善后河一侧，地下水（潜水）与地表水有密切的互补关系，一般在1~5月善后河补给地下水（潜水），在6~12月地下水（潜水）补给善后河。

综上，在厂区南侧紧邻善后河处，丰水期地下水（潜水）抬高，补给善后河，枯水期则善后河补给地下水（潜水）。厂区中部远离善后河地段，地下水位常年高于善后河水位，向善后河径流。西隍山局部地下水（潜水）汇集至采石坑区。

b) 承压水与地表水水力联系

承压含水层埋深较深，水位随季节变化很小，与潜水水力联系微弱，与善后河无水力联系。

c) 潜水与承压水水力联系

潜水与承压水之间水力联系微弱，潜水水位高于承压水水头，对承压水存在微弱的补给。

2.5.2.1.3.6 地层的渗透性

1) 第四系的渗透性

为查明第四系的渗透性，对第四系进行的水文地质试验主要为钻孔抽水试验和室内渗透试验。抽水试验均在各钻孔浅部土层中进行，得到的是浅部土层的综合渗透系数。

根据各钻孔抽水试验结果，厂址区浅部土层的渗透系数为 $1.09 \times 10^{-5} \sim 8.32 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水。

2) 岩石的渗透性

厂址岩性主要为浅灰绿色片麻岩，为确定岩石的渗透性，在基岩区布置了压水试验8孔，共计14段。

根据压水试验结果，结合前期勘察压水试验成果，厂址内微风化片麻岩透水率在 $0.059 \sim 9.298 \text{Lu}$ 之间，渗透性为极微透水~弱透水。

2.5.2.1.3.7 水化学类型

根据厂址水样分析成果，厂址地表水总矿化度 $981.5 \sim 1023.2 \text{mg/L}$ ，为淡水~微咸水，pH值 $8.03 \sim 8.19$ ，为弱碱性水，地表水按硬度属硬水~极硬水。水化学类型无明显分带性，地下水中阴离子以 Cl^- 、 HCO_3^- 为主，阳离子以 Na^+ 和 Ca^{2+} 为主。

松散岩类孔隙水总矿化度 $3114.4 \sim 5941.0 \text{mg/L}$ ，为咸水，pH值 $7.64 \sim 7.80$ ，为弱碱性

水，地下水按硬度属极硬水。水化学类型无明显分带性，地下水中阴离子以 Cl^- 和 HCO_3^- 为主，阳离子以 Na^+ 为主。

基岩裂隙水总矿化度 565.7~1233.2mg/L，为淡水~微咸水，pH 值 7.32~7.75，为中性水~弱碱性水，地下水按硬度属硬水~极硬水。水化学类型无明显分带性，地下水中阴离子以 Cl^- 为主，阳离子以 Na^+ 和 Ca^{2+} 为主。

2.5.2.1.4 现有和计划的地下水利用情况

根据 2020 年连云港市水资源公报，全市水资源总量 41.37 亿 m^3 ，其中地表水资源量 33.05 亿 m^3 ，地下水资源量 8.32 亿 m^3 。全市总用水量 26.5 亿 m^3 。其中，生产用水 23.85 亿 m^3 ，占总用水量的 90.00%；居民生活用水 2.19 亿 m^3 ，占总用水量的 8.26%；生态环境用水 0.46 亿 m^3 ，占总用水量的 1.74%。

厂址位于连云港市徐圩新区，根据已有资料，徐圩新区不开采地下水，水产养殖和农业灌溉用水主要为地表水。

厂址附近范围地下水矿化度 3~10g/L，为咸水；局部 1~3g/L，为微咸水。厂址附近范围内无地下水开采，亦无民井分布。

2.5.2.1.5 工程建设对地下水的影响

厂区拟建建筑的基础大部分布置在第四系松散层中，且厂区地下水位很浅，基坑开挖时会发生一定规模的涌水和渗水现象，故在基坑开挖和基础施工前及施工过程中，应结合基坑开挖支护和基础施工方案，采取合适的基坑降水、防渗和排水措施。截排水措施会改变局部地下水流向，但不影响整体地下水流向。

此外，由于工程建设需要对厂区进行回填，根据设计，项目全厂采取台阶式布置，主厂房区、重要厂用水设施区等安全重要构筑物场地设计标高为 6.80m，西侧场地设计标高以 4.20m 为主，局部地段 5.00m，东侧场地设计标高为 5.00m。

本次根据水文地质调查成果，建立场地平整前地下水水流数值模型，得到现状条件下的地下水水流模型，场地平整后地下水水流模型将从环境影响评价风险最大角度，根据拟回填材料和回填方案，对模型中各项参数予以保守赋值，得到场地平整后的地下水水流场预测模型。

与现状相比，回填后，主厂房区、重要厂用水设施区水位抬升约 1.6~2.1m，西侧场地水位抬升约 0.6~1.4m。

2.5.2.1.6 核环境影响条件划分

厂址南侧为善后河，东侧为东干河，主要用于灌溉。厂区及周边的潜水含水层富水性

差，透水性差；承压水含水层富水性中等，透水性中等；基岩裂隙水含水层富水性差，透水性弱；整体地下水水质较差，不具备工业开采价值，周边无地下水集中开采区。项目建成后，临近居民将搬迁，项目没有利用地下水的计划。

厂址区内潜水含水层径流方向受善后河影响，善后河以北地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河；善后河以南地区整体流向由西南向东北，汇集至善后河，最终排入大海。承压水、基岩裂隙水含水层整体流向由西北向东南，最终排入大海。地下水流速整体均非常缓慢。

根据试验数据，厂址包气带渗透系数主要为 10^{-4}cm/s 量级；厂址地下水主要径流途径上含水岩组渗透系数为 10^{-5}cm/s 量级。

综合上述，根据《核电厂水文地质调查与评价技术规范》（NB/T 20306-2014），厂址附近范围无地下水开采或地下水重要水源地，包气带渗透性主要为 10^{-4}cm/s 量级，厂址地下水主要径流途径上岩土层渗透系数为 10^{-5}cm/s 量级，厂址浅层地下水与其它承压含水层之间无明显连通。综合判定本项目的核环境影响条件为一般。

2.5.2.2 取排水管线地下水

2.5.2.2.1 地表水

取排水管线区分布有海、河、沟渠、鱼塘等，大部分河流、沟渠呈近东西、南北走向，部分交织成网格状。河流主要为善后河、东干河、烧香河（南段）、复堆河、驳盐河、扁担河、西港河和深港河。

1) 黄海

黄海是一个近似南北向的半封闭浅海，位于连云港东侧。

2) 善后河

古泊善后河的下游为善后河，河宽 50~200m，流域面积约 1230km²。厂址下游东约 6km 善后河北岸为徐圩新区水源取水点。善后河详细介绍见 2.5.2.1.1 小节。

3) 东干河

东干河呈近南北向，北起烧香河，南至善后河，全长约 17.5km，一般河宽 15~30m，水深 1.0~3.0m，主要用于周边农田灌溉。水文地质调查期间（2022 年 4 月~6 月），东干河河水面标高 1.70~1.80m，变化幅度 0.10m。详细介绍见 2.5.2.1.1 小节。

4) 烧香河（南段）

烧香河（南段）起于板桥街道，止于烧香河闸，全长约 22.4km，现状河底宽约 10~20m，河口宽约 60m，河底高程约为-0.50~-1.63m，发挥着排涝、沟通航运、供水等功能。

水文地质调查期间（2022年4月~6月），厂址附近范围区段（至烧香河闸）烧香河水面标高1.40~1.50m，变化幅度0.00~0.10m，由北向南（至烧香河闸）变化幅度越来越大。

2.5.2.2.2 取排水管线水文地质概况

2.5.2.2.2.1 地下水类型及赋存条件

取排水管线区地下水主要包含松散岩类孔隙水及基岩裂隙水两大类型。松散岩类孔隙水按水力性质和埋藏条件可分为浅层地下水（包括潜水和第Ⅰ承压水）和深层地下水（第Ⅱ承压水）。

1) 松散岩类孔隙水

a) 潜水

潜水主要赋存于上部①₂黏土、②淤泥层中，一般埋深0.1~1.5m，一般层厚13.85~19.10m，单井涌水量小于10m³/d，水文地质调查期间（2022年4月~6月）水位标高1.10~3.09m，年变化幅度1.0m左右。

b) 承压水

①第Ⅰ层承压水

第Ⅰ承压含水层主要含水岩性为③₂层粉土、③₄层粉砂和⑤₂层粉砂，含水层埋深一般超过15.2m，水文地质调查期间（2022年4月~6月）水位标高-0.90~-0.35m左右，年变化幅度0.3m左右。③₂层粉土一般埋深15.2~21.1m，厚度0~5.0m；③₄层粉砂一般埋深18.6~27.4m，厚度0~3.7m；⑤₂层粉砂一般埋深24.0~32.4m，厚度0~6.6m。

②第Ⅱ层承压水

第Ⅱ承压含水层主要含水岩性为⑥₂层粉砂和⑥₃层粗砂。⑥₂层粉砂一般埋深32.1~33.8m，厚度0~6.7m，水文地质调查期间（2022年4月~6月）水位标高-0.59m左右，年变化幅度0.2m左右；⑥₃层粗砂一般埋深27.9m，厚度4.9m左右，水文地质调查期间（2022年4月~6月）水位标高-0.60m左右，年变化幅度0.2m左右。

2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要为变质岩裂隙含水层地下水，赋存于强风化~微风化片麻岩中，分布于东隅山及其周边下伏基岩中，单井涌水量30m³/d左右，水位随基岩埋深及其裂隙发育程度而异，水文地质调查期间（2022年4月~6月）无统一稳定水面，年变化幅度较大。

2.5.2.2.2.2 地下水补、径、排条件

1) 潜水

取排水管线区潜水主要补给源为大气降雨入渗补给，同时该层地下水与地表水呈季节

性互补关系，丰水期地表水位一般高于地下水，地表水补给地下水，而枯水期地下水向地表水排泄；取排水管线区地下水径流以烧香河（南段）为界，烧香河（南段）以西地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河，烧香河（南段）以东地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河或黄海，其中烧香河（南段）东侧因建设工程的影响，此处地下水向四周流；排泄方式主要为蒸发和向地表水排泄。

2) 承压水

取排水管线区承压水主要通过侧向径流补给，另外也接受上部潜水、承压水补给；径流方向由西北向东南；侧向径流为主要排泄方式。

2.5.2.2.2.3 含水层渗透性

1) 潜水含水层

取排水管线区开展了微水试验，以确定潜水含水层的渗透性，根据试验结果，潜水含水层的渗透系数 K 为 $2.19 \times 10^{-6} \sim 6.19 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，平均值 $4.17 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ；给水度 μ 为 $0.018 \sim 0.025$ ，平均值 0.021 。

2) 承压含水层

取排水管线区开展了抽水试验，根据试验结果，③₂粉土层的渗透系数 K 为 $4.19 \times 10^{-4} \sim 5.02 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均值 $4.61 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；导水系数 T 为 $0.0703 \sim 0.1257 \text{cm}^2/\text{s}$ ，平均值 $0.0980 \text{cm}^2/\text{s}$ ；给水度 μ 为 $0.07 \sim 0.09$ ，平均值 0.08 。

③₄粉砂层的渗透系数 K 为 $1.45 \times 10^{-3} \sim 1.63 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，平均值 $1.54 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；导水系数 T 为 $0.2282 \sim 0.3770 \text{cm}^2/\text{s}$ ，平均值 $0.3026 \text{cm}^2/\text{s}$ ；给水度 μ 为 $0.11 \sim 0.12$ ，平均值 0.12 。

⑤₂粉砂层的渗透系数 K 为 $1.52 \times 10^{-3} \sim 1.71 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，平均值 $1.62 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；导水系数 T 为 $0.8208 \sim 0.9400 \text{cm}^2/\text{s}$ ，平均值 $0.8804 \text{cm}^2/\text{s}$ ；给水度 μ 为 $0.14 \sim 0.15$ ，平均值 0.15 。

⑥₂粉砂层的渗透系数 K 为 $1.37 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；导水系数 T 为 $0.1912 \text{cm}^2/\text{s}$ ；给水度 μ 为 0.13 。

2.5.2.2.2.4 地下水水流方向

1) 潜水

根据取排水管线区水位观测数据，潜水流向以烧香河（南段）为界，烧香河（南段）以西地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河；烧香河（南段）以东地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河或黄海，其中烧香河（南段）东侧因建设工程的影响，此处地下水向四周流动，最终经过取排水管线区内河流汇集至善后河或黄海。

2) 承压水

根据取排水管线区流速流向试验及区域资料，承压水流向由西北向东南。

2.5.2.2.5 地下水化学特征

取排水管线区内地下水主要为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水；取排水管线区主要为工业区（包括已建、在建及规划）、农田耕植区及居民生活区，其中工业区（包括已建、在建及规划）及耕植区占绝大部分。

根据取排水管线区内地下水、地表水水质分析报告，地下水、地表水按矿化度分为4类：淡水、微咸水、咸水及盐水。

1) 淡水

淡水主要分布于地表水（善后河闸上游的善后河、烧香河闸上游的烧香河（南段））及东陬山基岩出露区基岩裂隙水中。

a) 地表水（善后河闸上游的善后河、烧香河闸上游的烧香河（南段））水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 $0.63\sim 0.65\text{g/L}$ ，平均 0.64g/L ；pH 值 $8.16\sim 8.21$ ，平均 8.19 ，偏弱碱性；总硬度 $0.26\sim 0.26\text{g/L}$ ，平均 0.26g/L 。

b) 基岩裂隙水（东陬山基岩出露区）化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 0.57g/L ；pH 值 7.32 ，偏弱碱性；总硬度 0.28g/L 。

2) 微咸水

微咸水主要分布于地表水（扁担河、西港河）中，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}\cdot\text{Ca}$ 型水，矿化度 $2.02\sim 2.35\text{g/L}$ ，平均 2.19g/L ；pH 值 $8.16\sim 8.33$ ，平均 8.25 ，偏弱碱性；总硬度 $0.53\sim 0.56\text{g/L}$ ，平均 0.55g/L 。

3) 咸水

咸水主要分布于地表水（善后河闸下游的善后河附近段）、取排水管线区烧香河（南段）以西区域潜水含水层及部分承压含水层中。

a) 地表水（善后河闸下游的善后河附近段）中，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 9.93g/L ；pH 值 7.52 ，偏弱碱性；总硬度 1.95g/L 。

b) 潜水（取排水管线区烧香河（南段）以西区域）中，水化学类型主要为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，局部为 $\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 $4.48\sim 7.96\text{g/L}$ ，平均 6.29g/L ；pH 值 $7.25\sim 7.78$ ，平均 7.51 ，偏弱碱性；总硬度 $1.09\sim 2.50\text{g/L}$ ，平均 1.56g/L 。

c) 承压水（部分地段）中，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 4.74g/L ；pH 值 7.56 ，偏弱碱性；总硬度 0.93g/L 。

4) 盐水

盐水主要分布于地表水（善后河入海口附近段、黄海）、取排水管线区烧香河（南段）以东区域潜水含水层及大部分承压含水层中。

a) 地表水（善后河入海口附近段、黄海）中，水化学类型为 $\text{Cl-Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 $30.58\sim 31.09\text{g/L}$ ，平均 30.84g/L ；pH 值 $8.24\sim 8.26$ ，平均 8.25 ，偏弱碱性；总硬度 $5.36\sim 5.46\text{g/L}$ ，平均 5.41g/L 。

b) 潜水（取排水管线区烧香河（南段）以东区域）中，水化学类型为 $\text{Cl-Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 $18.56\sim 43.17\text{g/L}$ ，平均 30.83g/L ；pH 值 $7.25\sim 7.91$ ，平均 7.48 ，偏弱碱性；总硬度 $3.68\sim 11.16\text{g/L}$ ，平均 6.44g/L 。

c) 承压水（绝大部分）中，水化学类型为 $\text{Cl-Na}\cdot\text{Mg}$ 型水，矿化度 $17.64\sim 26.02\text{g/L}$ ，平均 22.57g/L ；pH 值 $7.13\sim 7.40$ ，平均 7.24 ，偏弱碱性；总硬度 $3.03\sim 4.36\text{g/L}$ ，平均 3.80g/L 。

综合分析，取排水管线区地表水、地下水按矿化度分为淡水、微咸水、咸水及盐水，地表水、地下水水质由西往东逐渐变差。

2.5.2.2.2.6 水力联系

1) 取排水管线区地表水和潜水存在相互补给的水力联系，区内地表水较发育，分布有多条河流、沟渠、鱼塘等，大部分呈近东西、南北走向，部分交织成网格状，使潜水与地表水直接接触，因此，潜水与地表水有密切的互补关系，丰水期地表水水位一般高于潜水，地表水补给潜水，而枯水季节潜水补给地表水。

2) 承压水与地表水水力联系

承压水与地表水之间存在微弱的水力联系，地表水水位高于承压水水位，二者之间存在潜水和稳定的相对隔水层，地表水通过潜水对承压水存在微弱的间接补给。

3) 潜水与承压水水力联系

潜水与承压水之间水力联系微弱，潜水水位高于承压水水位，二者之间存在稳定的相对隔水层，潜水对承压水存在微弱的补给。

2.5.2.2.2.7 水文地质单元划分

根据水文地质调查结果，取排水管线区水文地质单元是连云港市区域水文地质单元东南区域含水系统的一部分，整体处于径流、排泄区。

其中烧香河（南段）把取排水管线区分为东西两部分，取排水管线区潜水含水层以烧香河（南段）为界分为西区（ I_1 ）和东区（ I_2 ）两个亚区，西区（ I_1 ）整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河，东区（ I_2 ）整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河或黄海，其中烧香河（南段）东侧因建设工程的影响，此处潜水向四周流动，最终经过取排水管线

区内河流汇集至善后河或黄海。取排水管线区潜水的补给主要来自于上游潜水补给及大气降雨、地表水补给，排泄主要经善后河及潜水向下游排泄入海。

承压水整体流向由西北向东南，补给主要来自于承压水含水层上游补给，排泄主要经承压水含水层向下游排泄入海，取排水管线区承压水含水层处于同一水文地质单元中。

基岩裂隙水整体流向由西北向东南，补给主要来自于基岩裂隙水含水层上游及大气降雨补给，排泄主要经基岩裂隙水含水层向下游排泄入海。

2.5.2.2.3 地下水开发利用情况

取排水管线区地下水矿化度一般大于 3g/L，为咸水～盐水，水质较差，不适用于生活饮用水，取排水管线区无地下水开采区。取排水管线区农业灌溉、养殖等生产生活用水主要利用地表水，厂址下游东约 6km 善后河北岸为徐圩新区水源取水点。

2.5.2.2.4 工程建设对地下水的影响

取排水管线区潜水流向以烧香河（南段）为界，烧香河（南段）以西地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河；烧香河（南段）以东地区整体流向由西北向东南，最终汇集至善后河或黄海，其中烧香河（南段）东侧因建设工程的影响，此处潜水向四周流动，最终经过取排水管线区内河流汇集至善后河或黄海。承压水、基岩裂隙水整体流向由西北向东南，最终排入大海。地下水流速整体均非常缓慢。

取排水管线沿线无取水点，在工程建设和营运的全过程中采取有效的环境保护措施后，对周边地下水环境影响不大，仅取水泵站的建设以及管线施工竖井局部工程建设活动，可能会存在抽排地下水的现象，但这类活动都是临时的、短期的，仅在施工期间对地下水产生较轻微的影响，总体而言，工程建设活动不会改变取排水管线区水文地质条件。

2.5.3 洪水

2.5.3.1 海洋洪水

（1）天文潮

利用厂址站主要分潮的潮汐调和常数推算 2003-2021 年（共 19 年）天文潮位，统计得到：

天文最高潮位：2.95m

天文最低潮位：-2.84m

10%超越概率天文高潮位：2.85m

10%超越概率天文低潮位：-2.71m

（2）增、减水

1) 概率论法:

利用工程海域厂址水文专用站和连云港站 2021 年 7 月~2022 年 6 月的同期潮位观测资料, 确立了其增减水相关关系。厂址站与连云港站增减水相关方程为:

$$H_{\text{厂址}} = 0.9610 \times H_{\text{连云港}}$$

其中, 相关系数 $r=0.8850$, 标准差 $q=8.3370$ 。

工程海域的增减水主要由登陆或过境的台风以及温带气旋引起。利用建立的厂址年最大增减水资料序列, 计算其 P-III 分布和 GUMBEL 分布。根据分析, P-III 分布结果更能反映极值分布情形, 结果更合理, 因此采用 P-III 分布结果作为设计依据。其中, 千年一遇增水值为 2.67m, 千年一遇减水值为 -2.01m。

2) 确定论法:

建立合理的风暴潮数值模型, 对进入或影响黄海和东海的 8 次有代表性的台风风暴潮过程进行了模拟计算, 计算值与实测值基本一致, 符合较好。

为了检验建立的温带风暴潮模式, 模拟了 6 次显著的温带风暴增减水过程。从模型模拟精度上考虑, 所建立的温带风暴潮模式, 以及所采用的气压场、风场分析资料, 均满足厂址 PMSS 计算要求。

确定可能最大热带气旋 PMTC 参数为:

P_{∞} 取 1008hPa;

台风中心气压 P_0 为 920hPa;

台风最大风速半径为 25km;

台风移速 $V_{\max} = 25\text{km/h}$;

根据模型计算厂址处可能最大风暴潮增水为 3.03m。

(3) 海平面异常

根据《2022 年中国海平面公报》, 2022 年黄海沿海海平面上升速率为 3.2mm/a, 以此推算厂址海域海平面未来 80 年将上升 25cm。

(4) 假潮

基于连云港海洋站于 2002~2021 年 5 分钟间隔的潮位观测资料, 提取了其中的假潮信息, 结果表明: 该海域的假潮振幅较小, 最大年极值假潮为 0.19m, 周期为 65~120 分钟。基于厂址海域年极值假潮序列, 计算其 GUMBEL 分布, 得厂址工程海域的可能最大假潮为 0.31m, 其振幅值远小于台风风暴潮, 可以忽略不计。

(5) 海啸

经统计分析在工程海域无论是自身还是由外海传入，都不易发生地震海啸。采用数模方法计算，琉球海沟断层 RL3 和日本南海海槽对厂址海域产生较大的海啸波，厂址附近海域最大海啸波幅为 0.20m。

（6）波浪影响

采用第三代近岸海浪数值计算模式 SWAN 模型和引起可能最大风暴潮的台风路径及与之相应的 PMTC 参数，计算确定了工程海域-6m、-10m 和-20m 等深线处特征点可能最大台风浪。其中，厂址外海-6m 等深线处有效波高最大值为 4.68m，-20m 等深线处有效波高最大值为 6.79m。

（7）海洋设计基准洪、低水位

根据 HAD101/09（1990）《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》的要求，确定厂址处由海洋洪水引起的设计基准洪水位如下：

设计基准洪水位=10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴潮增水（PMSS）+海平面上升（80 年）=2.85+3.03+0.25=6.13m。

2.5.3.2 陆域洪水

（1）概率论法推求设计水位

厂址附近河道善后河上有板浦水位站的历年（1964~2020 年）实测年最高、年最低水位（85 基准）资料，采用概率论 P-III 适线法计算频率 $p=10\%$ 、 5% 、 4% 、 3.33% 、 2% 、 1% 、 0.1% 、 0.01% 的洪水位。计算得板浦水位站 1%洪水位为 3.5m，0.1%洪水位为 3.9m。

（2）水文气象法推求 PMP

本次估算可能最大降雨，以 24 小时可能最大降雨为估算重点。选择江苏省 85.9 海棠暴雨、00.8 响水口暴雨、河南省 75.8 林庄暴雨、21.7 尖岗暴雨等作为典型暴雨，采用水汽放大法、水汽效率放大法以及 PMP 等值线图查图法，在多种方法估算的基础上进行综合分析后，合理选定厂址的可能最大降雨。

计算结果表明，本工程的 24h 可能最大点降水量在 970~1200mm 之间。本着“多种方法、综合分析、合理选用”的原则，从安全角度考虑，本次推荐 1200mm 作为本项目可能最大降水（PMP）的成果。

（3）陆域设计基准洪水位组合

厂址紧靠善后河北岸，东距黄海边约 17.5km。当海潮上岸后随陆地上水流扩散而动力衰减，若陆地水位高于海平面，陆地的水会回流入海。

采用最不利洪水组合方案分析计算了 4 种情景的洪水过程，分别为①仅发生 PMP 工

况；②仅发生水库溃决时的洪水；③千年一遇设计暴雨遭遇海洋可能最大潮位过程；④PMP 遭遇千年一遇潮位过程。设计基准洪水为以上原因之一或几个原因共同作用所引起可能最大洪水。

当上游水库发生溃决，河网发生设计洪水且河堤不溃决时，溃坝洪水淹没范围不会达到本项目厂址所在区域，厂址附近无洪水。在厂址 DBF（千年一遇暴雨遭遇最大可能潮水过程）计算过程中，分别计算了堤防是否溃决对厂区边界处洪水位的影响，对河道是否溃决的计算结果及河道内外最高水位相对关系进行了分析。结果表明 DBF 工况下厂址边界最大水位出现于厂址东侧迎海面，该值高于善后河临近河段内的水位，因此 DBF 水位计算不考虑附近河段溃堤的结果更为保守。

综合分析确定设计基准洪水位的工况主要如下：

1) 千年一遇设计暴雨遭遇海洋可能最大潮位过程

当区域内发生千年一遇的设计暴雨，行洪河道发生大洪水，海岸发生最大可能潮位过程时，考虑水库溃决、河堤未发生溃决，计算千年一遇设计暴雨遭遇海洋可能最大潮位过程时（无烧香河南支堤防、S242 公路及海堤阻挡）厂址附近的最高洪水位为 6.35m。

2) PMP 遭遇千年一遇潮位过程

当区域内发生 PMP，行洪河道发生大洪水，海岸发生千年一遇潮位过程且海堤溃决时，计算 PMP 遭遇千年一遇潮位过程时（无烧香河南支堤防、S242 公路及海堤阻挡）厂址附近最大淹没水深为 4.14m。

2.5.3.3 设计基准洪水位

综合考虑海洋洪水和陆域洪水，初步计算得到厂址处设计基准洪水位(DBF)为 6.35m。主厂区的厂坪标高为 6.80m，高于不考虑波浪影响的厂址设计基准洪水位，波浪的影响可通过修建挡浪墙等水工构筑物实现，可保证核安全相关厂房不受洪水威胁。

2.6 地形地貌

厂址位于善后河北侧的西陬山山体区域，山体位于厂址东南部，目前已被地方开辟为采石场，山体南北两侧分布两个采石坑；山体周围大部分为农田，多种植水稻。厂址地势平整，南部局部略高。

厂址范围内大部分为海积平原地貌，仅西陬山为孤立剥蚀残丘地貌。

第三章 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

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 受纳水体环境质量现状调查与评价

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

表：

表 3.1-1 环境放射性本底初步调查方案

表 3.1-2 各项目核素分析仪器设备及测量方法依据

表 3.1-3 各项目样品用量、探测限

表 3.2-1 环境空气污染物基本项目浓度限值

表 3.2-2 声环境质量标准（GB3096-2008）

表 3.2-3 监测仪器一览表

表 3.2-4 厂区监测值统计情况

表 3.2-5 输电线路监测值统计情况

表 3.2-6 厂区外环境敏感区和通信基站监测值统计情况

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底调查

中国核电工程有限公司委托中国辐射防护研究院于2021年9月至2021年12月开展了为期3个月的辐射环境本底初步调查，以了解本项目运行前的辐射环境本底概况，获得运行前环境 γ 辐射水平和周围介质放射性本底水平，为评价本项目在正常运行期间、事故及事故后对周围环境的影响提供基础数据，最终编制完成了《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程环境放射性本底初步调查报告》，并通过了专家评审。

此外，中国核电工程有限公司委托中国辐射防护研究院于2024年1月至2024年3月补充调查了取排水管线沿线、徐圩新区集中饮用水水源保护区的地表水、土壤、地下水等放射性环境质量现状，编制了《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程环境放射性本底初步调查项目补充调查报告》。

本节主要采用上述报告中的调查结果，对本项目运行前的辐射环境本底进行评价。

3.1.1.1 参照的标准规范和资料

本底初步调查工作参照的主要标准规范如下：

- 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；
- 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；
- 《核动力厂运行前辐射环境本底调查技术规范》（HJ969-2018）；
- 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》（EJ/T1075-1998）；
- 《水中总 β 放射性测定 蒸发法》（EJ/T900-1994）；
- 《水和生物样品灰中锶-90 放射化学分析方法》（HJ815-2016）；
- 《土壤中锶-90 的分析方法》（EJ/T1035-2011）；
- 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T11743-2013）；
- 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140-2018）；
- 《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16145-2022）*；
- 《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》（HJ1149-2020）；
- 《水中氚的分析方法》（HJ1126-2020）；
- 《空气中 ^{14}C 的取样与测定方法》（EJ/T1008-96）。

注：*含义为2024年1月-3月补充调查核素分析实验参照了最新标准。

3.1.1.2 调查内容

本次调查以收集现有资料并结合现场监测的方式开展。

（1）相关数据和资料收集

- 厂址半径50km范围内人口、气象、水文、地质、自然资源、农牧渔业及养殖业等资料；

- 厂址半径30km范围内核设施，铀、钍矿设施概况；
- 厂址半径15km范围内人为活动引起天然辐射照射增加的设施概况；
- 厂址半径15km范围内同位素生产以及非密封放射源同位素的应用概况；
- 厂址半径5km范围内Ⅰ类和Ⅱ类放射源的应用概况；
- 厂址所在地的辐射水平相关资料。

（2）厂址周围区域放射性本底初步调查

厂址周围区域放射性本底初步调查主要包括：

- 厂址周围20km范围内环境 γ 辐射水平：地表环境 γ 辐射剂量率和地表环境 γ 累积剂量；

- 厂址周围10km范围内主要环境介质中放射性核素活度浓度，需监测的环境介质包括土壤、空气（气溶胶、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{131}I ）、陆地水体（饮用水、地下水、地表水、地表水沉积物）和受纳水体（海水和海洋沉积物）等；

- 厂址排水管线沿线、徐圩新区集中饮用水水源保护区主要环境介质中放射性核素活度浓度，包括地表水、土壤、地下水等。

3.1.1.3 布点原则

辐射环境本底初步调查工作的测量点/采样点设置的总体原则如下：

- 应遵循相关标准规范的规定；
- 充分考虑自然环境状况、社会环境状况以及影响放射性核素在环境中迁移的各种因素；
- 充分考虑厂址周围地区人口分布、居民饮食结构等调查资料，同时参考当地气象资料；
- 重点关注主导风向下风向区域、人口稠密区、生态功能区、环境敏感区和脆弱区；
- 重点考虑项目可能的“三关键”，按“均匀选点，近密远疏”的原则进行布点，充

分考虑采样点和监测点的代表性。

3.1.1.4 调查范围及布点方案

本次调查的方案见表3.1-1，调查项目、调查范围及测量点/采样点的设置如下：

（1）地表环境 γ 辐射剂量率

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径20km范围内，按半径为2km、5km、10km、20km的16个方位角的扇形区域内布点。

- 点位布设：共布设50个测量点。在石梁河水库测量宇宙射线响应值并记录测量地点、测量仪器类型及测量条件等信息。

（2）地表环境 γ 辐射累积剂量

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径20km范围内，按半径为2km、5km、10km、20km的16个方位角的扇形区域内布点。

- 点位布设：共设置30个测量点。其中0~2km范围内布设7个点位；2km~5km范围内布设9个点位；5km~10km范围内布设7个点位；10km~20km范围内布设7个点位。

（3）空气（气溶胶、 ^3H 和 ^{14}C ）

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径10km范围内。
- 点位布设：共布设3个点位。分别位于厂区边界的小新庄、主导风向下风向的亚芦村和人口稠密的民治村。

（4）陆地水体（饮用水、地下水、地表水及其沉积物）

A. 饮用水

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径10km范围内。
- 点位布设：共布设3个点位。分别位于厂区附近的小新庄、亚芦村和民治村的居民生活取水口。

B. 地下水

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径10km范围内布点，在排水管线沿线附近增加布点。
- 点位布设：共布设4个点位。分别位于亚芦村、民治村、东隍（距离排水管线约280米）和东辛庄（距离排水管线约220米）。

C. 地表水及其沉积物

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径10km范围内布点，在排水管线沿线附近增

加布点。

- 点位布设：地表水与沉积物采样点位一致，共布设4个点位。分别位于厂址附近的善后河和东干河、厂址区域流域面积最大的水库一号水库。

（5）土壤

- 调查范围：以厂址中心为中心，半径10km范围内，在8个方位角内的陆地范围布点，在排水管线沿线附近增加布点。

- 点位布设：共布设10个点位。在厂址各个方位设置了8个点位，在排水管线沿线附近5米范围内设置2个点位。选择无水土流失的原野或田间，兼顾农田、山地、丘陵等不同类型的土壤进行采样。

（6）受纳水体（海水和海洋沉积物）

A. 海水

- 点位布设：共设置3个采样点。在取水口附近设置1个海水采样点，在排水口附近设置2个海水采样点。

B. 海洋沉积物

- 点位布设：共设置4个采样点。其中3个与海水采样点重合，1个设置在渔民主要活动的场所。

3.1.1.5 环境介质测量仪器及方法

测量项目所采用的仪器及测量方法依据见表3.1-2。各分析测量项目在选定分析测量方法时，有国家标准的，一律采用国家标准。

3.1.1.6 测量方法的探测下限

本次调查中测量方法的探测下限见表3.1-3。

3.1.1.7 调查结果

（1）厂址周围存在的辐射或放射源应用情况

根据已获得的资料，厂址半径30km范围内，除田湾核电站1~6号机组外，无其他核设施，无铀、钍矿设施。厂址半径15km范围内，无人工活动引起天然辐射照射增加的设施；厂址半径15km范围内，无同位素生产以及非密封放射源同位素的应用；厂址半径5km范围内，无I类和II类放射源的应用。

（2）环境 γ 辐射水平

A. 宇宙射线测量

本次调查宇宙射线选择在石梁河水库进行测量，共测量2组共20个数据，结果均值为 $29.3 \pm 0.9 \text{ nGy/h}$ 。

B. 地表环境 γ 辐射剂量率

地表环境 γ 辐射剂量率共设置50个测量点位，测量结果最低值为 $53.6 \pm 1.3 \text{ nGy/h}$ ，测量结果最高值为 $107.7 \pm 0.4 \text{ nGy/h}$ ，结果均值为 $82.1 \pm 8.0 \text{ nGy/h}$ （测量结果均已扣除宇宙射线）。

C. 地表环境 γ 辐射累积剂量

地表环境 γ 辐射累积剂量共设置30个测量点位，测量结果最低值为 108.4 nGy/h ，最高值为 154.2 nGy/h 。结果均值为 $129.0 \pm 11.0 \text{ nGy/h}$ 。

（3）大气中气溶胶、空气 ^3H 和 ^{14}C

A. 气溶胶

气溶胶共布设3个点位，使用青岛崂山电子仪器总厂生产的KC-1000型大流量采样器，监测频次为1次，所有样品的采样体积均大于 10000 m^3 。分析项目包括总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^7Be ）。

γ 谱分析测量结果中，除 ^7Be 和部分 ^{137}Cs 外，其余核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）结果均低于探测限。其中：

^7Be 的活度浓度范围为 $7.20 \sim 7.68 \text{ mBq/m}^3$ （均修正至采样日期中点，2021年9月15日），均值为 $7.45 \pm 0.24 \text{ mBq/m}^3$ ；

^{137}Cs 的活度浓度范围为 $<\text{MDC} \sim 9.13 \mu\text{Bq/m}^3$ ，均值为 $7.22 \pm 2.72 \mu\text{Bq/m}^3$ 。

放化分析包括总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 等，其中：

总 α 的活度浓度范围为 $0.11 \sim 0.24 \text{ mBq/m}^3$ ，均值为 $0.17 \pm 0.07 \text{ mBq/m}^3$ ；

总 β 的活度浓度范围为 $0.92 \sim 1.51 \text{ mBq/m}^3$ ，均值为 $1.13 \pm 0.33 \text{ mBq/m}^3$ ；

^{90}Sr 的活度浓度范围为 $2.25 \sim 3.73 \mu\text{Bq/m}^3$ ，均值为 $2.92 \pm 0.75 \mu\text{Bq/m}^3$ 。

B. ^3H 、 ^{14}C

空气中 ^3H 、 ^{14}C 共布设3个点位，监测频次为1次，使用空气采样泵进行采样。 ^3H 每个样品的采样体积大于 10 m^3 。 ^{14}C 每个样品的采样体积大于 2.5 m^3 。

^3H 的活度浓度范围为 $3.51 \sim 6.57 \text{ mBq/m}^3$ ，均值为 $5.15 \pm 1.54 \text{ mBq/m}^3$ ；

^{14}C 的活度浓度范围为 $41.93 \sim 50.71 \text{ mBq/m}^3$ ，均值为 $45.88 \pm 4.46 \text{ mBq/m}^3$ 。

（4）陆地水体测量结果

A. 饮用水

饮用水共布设3个点位，监测频次为1次，分析项目为总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn ）。

γ 谱测量结果均低于探测限。

放化分析中总 α 均低于探测限，总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 均给出了全部测量结果。其中：

总 β 的活度浓度范围为0.12~0.23Bq/L，均值为 $0.17\pm 0.06\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr 的活度浓度范围为3.54~3.92mBq/L，均值为 $3.73\pm 0.19\text{mBq/L}$ ；

^3H 的活度浓度范围为0.38~0.50Bq/L，均值为 $0.41\pm 0.08\text{Bq/L}$ 。

B. 地下水

地下水共布设4个点位，监测频次为1次，分析项目为总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn ）。

γ 谱测量结果均低于探测限。

放化分析中总 α 部分结果低于探测限，总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 给出了全部测量结果。其中：

总 α 的活度浓度范围为<MDC~0.68Bq/L，均值为 $0.33\pm 0.33\text{Bq/L}$ ；

总 β 的活度浓度范围为0.19~2.36Bq/L，均值为 $1.42\pm 1.05\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr 的活度浓度范围为2.07~6.53mBq/L，均值为 $4.82\pm 2.09\text{mBq/L}$ ；

^3H 的活度浓度范围为0.28~0.67Bq/L，均值为 $0.48\pm 0.16\text{Bq/L}$ 。

C. 地表水

地表水共布设4个点位，分析项目为总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn ）。监测频次为1次。

γ 谱测量结果均低于探测限。

放化分析中总 α 部分结果低于探测限，总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 给出了全部测量结果。其中：

总 α 的活度浓度范围为<MDC~0.097Bq/L；

总 β 的活度浓度范围为0.17~3.71Bq/L，均值为 $0.90\pm 1.57\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr 的活度浓度范围为2.34~8.30mBq/L，均值为 $4.85\pm 2.30\text{mBq/L}$ ；

^3H 的活度浓度范围为0.45~0.74Bq/L，均值为 $0.57\pm 0.11\text{Bq/L}$ 。

（5）底泥测量结果

底泥共布设4个点位，分析项目包括 ^{90}Sr 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K ），监测频次为1次。

γ 谱分析测量结果中， ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 和部分 ^{137}Cs 给出了测量结果，其余核素测量结果均低于探测限，其中：

^{238}U 的活度浓度范围为 29.5~57.7Bq/kg，均值为 $37.2\pm 12\text{Bq/kg}$ ；

^{226}Ra 的活度浓度范围为28.1~42.0Bq/kg，均值为 $32.0\pm 5.8\text{Bq/kg}$ ；

^{232}Th 的活度浓度范围为 52.7~63.8Bq/kg，均值为 $56.3\pm 4.5\text{Bq/kg}$ ；

^{40}K 的活度浓度范围为777~904Bq/kg，均值为 $818\pm 51\text{Bq/kg}$ ；

^{137}Cs 的活度浓度范围为<MDC~0.45Bq/kg，均值为 $0.32\pm 0.10\text{Bq/kg}$ 。

放化分析中 ^{90}Sr 各样品均给出了测量结果， ^{90}Sr 的活度浓度范围为0.40~3.31Bq/kg，均值为 $2.16\pm 1.07\text{Bq/kg}$ 。

（6）土壤测量结果

土壤共布设 10 个点位，分析项目包括 ^{90}Sr 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K ），监测频次为 1 次。

γ 谱分析测量结果中， ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 和部分 ^{137}Cs 给出了测量结果，其余核素测量结果均低于探测限，其中：

^{238}U 的活度浓度范围为 20.3~48.3Bq/kg，均值为 $29.2\pm 9.1\text{Bq/kg}$ ；

^{226}Ra 的活度浓度范围为19.4~37.8Bq/kg，均值为 $26.4\pm 5.3\text{Bq/kg}$ ；

^{232}Th 的活度浓度范围为 24.6~59.6Bq/kg，均值为 $46.8\pm 10\text{Bq/kg}$ ；

^{40}K 的活度浓度范围为482~875Bq/kg，均值为 $764\pm 101\text{Bq/kg}$ ；

^{137}Cs 的活度浓度范围为<MDC~1.84Bq/kg，均值为 $0.60\pm 0.51\text{Bq/kg}$ 。

放化分析结果中， ^{90}Sr 均给出了测量结果， ^{90}Sr 的活度浓度范围为0.28~5.27Bq/kg，最低值出现在土壤采样点2，最高值出现在厂址东，均值为 $2.40\pm 1.63\text{Bq/kg}$ 。

（7）海水测量结果

海水共设置 3 个采样点，分析项目包括总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ）。监测频次为 1 次。

γ 谱分析结果中，除 ^{137}Cs 外，其它核素测量结果均低于探测限。

^{137}Cs 的活度浓度范围为 0.95~1.66mBq/L，均值为 $1.28\pm 0.33\text{mBq/L}$ 。

放化分析的所有样品总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 均给出了测量结果，总 α 均低于探测限，其中：

总 β 的活度浓度范围为 7.73~11.7Bq/L，均值为 $9.06\pm 1.80\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr 的活度浓度范围为 0.84~1.12mBq/L，均值为 $0.97\pm 0.12\text{mBq/L}$ ；

^3H 的活度浓度范围为 $0.64\sim 0.75\text{Bq/L}$ ，均值为 $0.69\pm 0.05\text{Bq/L}$ 。

（8）海洋沉积物测量结果

海洋沉积物共设置 4 个采样点，分析项目包括 ^{90}Sr 和 γ 核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K ），测量频次为 1 次。

γ 谱分析结果中，除天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 外，其它核素测量结果均低于探测限。其中：

^{238}U 的活度浓度范围为 $23.8\sim 39.7\text{Bq/kg}$ ，均值为 $29.6\pm 6.0\text{Bq/kg}$ ；

^{226}Ra 的活度浓度范围为 $24.6\sim 30.9\text{Bq/kg}$ ，均值为 $26.8\pm 2.6\text{Bq/kg}$ ；

^{232}Th 的活度浓度范围为 $33.0\sim 50.9\text{Bq/kg}$ ，均值为 $39.7\pm 7.0\text{Bq/kg}$ ；

^{40}K 的活度浓度范围为 $537\sim 759\text{Bq/kg}$ ，均值为 $637\pm 82\text{Bq/kg}$ 。

放化分析中 ^{90}Sr 均给出了测量结果， ^{90}Sr 的活度浓度范围为 $0.53\sim 2.58\text{Bq/kg}$ ，均值为 $1.80\pm 0.96\text{Bq/kg}$ 。

3.1.1.8 质量保证措施

为保证调查结果的代表性、准确性和可靠性，调查任务由具有 CMA 资质的中国辐射防护研究院核工业太原环境分析测试中心开展。调查单位具有严格的质保体系，并针对本次调查制定了质量保证大纲，对调查过程进行全面控制，质量保证大纲经专家评审会及任务委托单位认可后严格实施。

3.1.2 辐射环境质量评价

本次调查结果与田湾核电站 7、8 号机组陆域环境放射性现状初步调查（以下简称“田湾陆域调查”）及《2020 年田湾核电站流出物与环境监测评价年报》（以下简称“田湾 2020 年报”）数据进行对比。通过对比分析，本厂址环境 γ 辐射水平及厂址周围介质中辐射水平正常，均属于正常的环境本底水平。

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

3.2.1.1 大气环境质量现状调查及评价

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司研发中心联合北京浩达建通技术检测有限公司于 2022 年 10 月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址周围环境大气、噪声现状调查及评价报告》。

执行标准和评价依据如下：

——《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

——《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

——连云港市生态环境局关于对《关于恳请批复徐圩核能供热厂一期工程非放射性污染物排放标准的函》的复函（2022年5月9日）。

《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）规定的标准限值见表3.2-1。

各监测点SO₂的小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

各监测点NO₂的小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

各监测点NO_x的小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

各监测点CO的小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

各监测点TSP的日均浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

各监测点PM₁₀的日均浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

各监测点PM_{2.5}的日均浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

综上所述，本次现状监测各污染物1小时平均质量浓度和24小时平均质量浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

3.2.1.2 质量保证

《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址周围环境大气、噪声现状调查及评价报告》引用的监测数据为北京浩达建通技术检测有限公司检验检测并出具的监测报告，北京浩达建通技术检测有限公司具有检验检测机构资质认定证书，证书编号：190112050949。监测数据报告印有CMA计量认证公章。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.2.1 声环境质量现状调查及评价

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司研发中心联合北京浩达建通技术检测有限公司于2022年10月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂厂址周围环境大气、噪声现状调查及评价报告》。

执行标准和评价依据如下：

——《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

——《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

——连云港市生态环境局关于对《关于恳请批复徐圩核能供热厂一期工程非放射性污染物排放标准的函》的复函（2022年5月9日）。

《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的标准限值见表3.2-2。

除个别监测点外，厂外敏感点噪声监测值符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类限值要求；除个别监测点外，陆域网格点噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类限值要求；厂界噪声监测值符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的1类限值要求；取排水管线噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的1类限值要求；交通噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类限值要求。

超标原因分析：

其中31监测点位第二天昼间（2022年1月15日）等效声级为63.8dB（A），昼间噪声偏高的原因为监测期间有多辆中、大型运输车辆不间断经过，交通噪声是噪声主要来源。

D3后腰鲁河街监测点位昼夜监测值均高于《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的4b类标准；D3监测点位是居住、商贸集市混合区，东侧毗邻S242省道，昼间商业活动较多，人声嘈杂，有大量车辆在商业街中行驶，商业和社会生活噪声及交通噪声是昼间噪声超标的主要原因；夜间工作生产和生活活动相对昼间较少，仍有部分商户营业至凌晨，商业街中车流量相较昼间有所减少，受省道S242影响的交通噪声也是夜间噪声来源的一部分，商业和社会生活噪声及交通噪声是夜间噪声超标的主要原因。

3.2.2.2 质量保证

《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址周围环境大气、噪声现状调查及评价报告》引用的监测数据为北京浩达建通技术检测有限公司检验检测并出具的监测报告，北京浩达建通技术检测有限公司具有检验检测机构资质认定证书，证书编号：190112050949。监测数据报告印有CMA计量认证公章。

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

本项目取、排水工程位于埭子口附近海域，西邻连云港徐圩港区，东部为灌河口。排淡河口～埭子口（古泊善后河口）长23km，岸滩呈东南走向且平直，潮滩宽达800～1000m，滩面以粉砂质砂、粉砂、粉砂质黏土组成。2005年以前在波浪潮汐共同作用下，该岸段处于侵蚀状态。海底坡度随海岸位置的不同而有变化，潮滩坡度为1/50，-3m～-5m坡度

为 1/500，-5m 以外海底坡度为 1/1300。总体上海床地形呈现岸向海从陡到平缓的变化。

3.2.3.1 海水水质现状调查

本节内容主要参考《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址附近海域生态环境现状调查及分析评价（含渔业资源调查）报告》（2022 年 9 月，自然资源部第三海洋研究所）编制。

（1）调查时间、范围及站位设置

现场调查安排在一年内四季的代表月进行，并在春季增加一次小潮/大潮期观测。于夏季大潮期（2021 年 7 月）、秋季大潮期（2021 年 10 月）、冬季大潮期（2022 年 1 月）、春季大潮期和小潮期（2022 年 4 月）进行了监测，合计 5 个航次。在工程海域邻近 50km 范围海域内布设水质大面调查站位 48 个、生态大面调查站位 29 个，沉积物质量大面调查站位 24 个，取水口连续站 1 个，布设于港池口门外，排水口连续站 1 个（排水口连续站位于排水口邻近海域，离岸约 10km）。

（2）监测项目

1) 调查海域水文要素

大面站和连续站均包括水温、水深、盐度、电导率、水色、透明度、浊度等。

2) 调查海域水环境化学要素

大面站：pH、总碱度、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、挥发酚、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐）、非离子态氨、活性磷酸盐、活性硅酸盐、硫化物、氯化物、氰化物、氟化物、石油类、阴离子表面活性剂、总磷、总氮、悬浮物、硼、重金属（汞、铜、铅、锌、镉、总铬）、砷、硒、余氯等。

连续站：pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐）、活性磷酸盐、活性硅酸盐、余氯等。

（3）实验和分析方法

样品采集、保存和分析方法分别按《海洋调查规范》（GB12763.1、4、7-2007）、《海洋监测规范（第 4 部分：海水分析）》（GB17378.4-2007）海水分析分册中规定的有关方法进行。

3.2.3.2 海水质量评价

根据四季的大面积海水水质调查结果，分析可得到如下结论：

（1）夏季调查

本调查海区夏季水温、盐度、浊度、电导率、悬浮物分布未见异常；总碱度、活性硅酸盐、总氮、总磷含量均在合理范围内；pH、化学需氧量、石油烃、铜、锌、镉、铬、砷、硒、挥发酚、氰化物和硫化物等参数均符合一类海水水质标准。

夏季溶解氧、非离子态氨个别样品符合二类海水水质标准，其余绝大部分符合一类海水水质标准；铅和汞大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准；生化需氧量不到半数样品符合一类海水水质标准，半数以上样品符合二类海水水质标准，表层个别样品符合三类海水水质标准。

夏季无机氮表层的半数样品、中层的全部样品及底层的大部分样品符合一类海水水质标准，表层和底层均有小部分样品分别符合二类和三类海水水质标准，表层的少量样品符合四类海水水质标准，个别样品超出四类海水水质标准。活性磷酸盐表层的大部分样品和中层底层的全部样品均符合一类海水水质标准，个别样品符合二、三类海水水质标准和四类海水水质标准，极少量样品超出四类水质标准。

夏季阴离子表面活性剂部分样品符合一类海水水质标准，其余样品符合二类海水水质标准；夏季氰化物均为未检出，余氯和挥发酚绝大多数样品为未检出。

夏季海水水质中pH、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、硒、石油烃、硫化物、氰化物和挥发酚的单因子指数评价结果均小于1；化学需氧量和秋季溶解氧、非离子态氨的单因子指数评价结果也小于1；溶解氧、生化需氧量和阴离子表面活性剂的单因子指数除一个站，均小于1，占全部站位的97.9%。

非离子态氨和活性磷酸盐96.3%的样品单因子指数小于1，而76.3%的无机氮样品单因子指数小于1。超标要素主要为营养盐。

（2）秋季调查

本调查海区秋季水温、盐度、浊度、电导率、悬浮物分布未见异常；总碱度、活性硅酸盐、总氮、总磷含量均在合理范围内；pH、溶解氧、非离子态氨、石油烃、铜、锌、镉、铬、砷、硒、挥发酚、氰化物和硫化物等参数均符合一类海水水质标准。

秋季铅和汞大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准；化学需氧量和阴离子表面活性剂半数样品符合一类海水水质标准，其余样品符合二类海水水质标准；生化需氧量大部分样品符合一类海水水质标准，其余样品符合二类海水水质标准。

秋季无机氮大部分样品超出四类海水水质标准，少部分样品符合四类海水水质标准；

活性磷酸盐大部分样品符合四类海水水质标准，少部分样品符合二、三类海水水质标准，少量样品超出四类海水水质标准。

阴离子表面活性剂有超半数样品符合一类海水水质标准；氰化物均为未检出，余氯和挥发酚绝大多数样品为未检出。

秋季海水水质中pH、溶解氧、非离子态氨、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、硒、石油烃、硫化物、氰化物和挥发酚的单因子指数评价结果均小于1；秋季的化学需氧量、生化需氧量和阴离子表面活性剂除一个站位外，均小于1，占全部站位的97.9%。

秋季活性磷酸盐17.5%样品的单因子指数小于1，而全部无机氮样品的单因子指数均大于1。超标要素主要为营养盐。

（3）冬季调查

本调查海区冬季水温、盐度、浊度、电导率、悬浮物分布未见异常；总碱度、活性硅酸盐、总氮、总磷含量均在合理范围内；pH、溶解氧、非离子态氨、化学需氧量、石油烃、铜、锌、镉、铬、砷、硒、挥发酚、氰化物、硫化物和阴离子表面活性剂均符合一类海水水质标准。

冬季铅和生化需氧量大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准；无机氮大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准，个别样品符合三类海水水质标准；活性磷酸盐大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二、三类海水水质标准；氰化物、余氯和阴离子表面活性剂均为未检出，挥发酚绝大多数样品为未检出。

冬季海水水质中pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、非离子态氨、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、硒、石油烃、硫化物、氰化物和挥发酚的单因子指数评价结果均小于1；冬季的生化需氧量和无机氮除一个站，均小于1，占全部站位的98.7%。

（4）春季调查

本调查海区春季水温、盐度、浊度、电导率、悬浮物分布未见异常；总碱度、活性硅酸盐、总氮、总磷含量均在合理范围内；pH、溶解氧、非离子态氨、化学需氧量、生化需氧量、石油烃、铜、锌、镉、铬、汞、砷、硒、硫化物、氰化物、挥发酚、阴离子表面活性剂以及小潮活性磷酸盐等参数均符合一类海水水质标准。

春季小潮期无机氮绝大部分样品符合一类海水水质标准，个别样品符合二类海水水质标准；大潮期无机氮大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准。

准，小部分样品符合三类海水水质标准，个别样品符合四类海水水质标准；春季大潮期活性磷酸盐绝大部分样品符合一类海水水质标准，个别样品符合二类海水水质标准。

春季大小潮期铅大部分样品符合一类海水水质标准，少部分样品符合二类海水水质标准；氰化物、挥发酚均为未检出，绝大部分余氯、阴离子表面活性剂以及半数的硫化物为未检出。

春季大潮期海水水质所有参数单因子指数评价结果均小于1；小潮期除无机氮和活性磷酸盐外，其余参数样品的单因子指数均小于1，89.5%的无机氮样品的单因子指数小于1，98.7%的活性磷酸盐样品的单因子指数小于1，超标要素主要为营养盐。

初步分析部分站位铅和汞超标的主要原因可能是由于该海域处于连云港市可继续使用的临时性海洋倾倒区附近，由于大量垃圾等污染物倾倒至该区域，导致铅和汞等污染物浓度超标。但随着海洋生态保护相关法律法规的颁布，以及地方政府部门加强海洋生态环境监管，目前该片海域的海水水质在逐年向好。

磷酸盐和无机氮超标的主要原因一方面是由于善后河属于灌溉用水，流域内农田较多，特别是夏、秋季节种植水稻，施肥等农业行为使无机氮（氮肥）、磷酸盐（磷肥）通过农田排洪排水等方式汇流至善后河，在河口处排至大海，导致海域水质超标；另一方面是由于该点位的海域存在大量的紫菜养殖排筏，其各种养殖活动（添加营养物质等）导致该海域的无机氮和磷酸盐浓度超标。结果表明，春、冬季水质较好，秋季水质活性磷酸盐、无机氮超标较多主要是因为秋季调查时间处于雨后，农业面源污染物通过雨水带入近岸海域，这与前述磷酸盐和无机氮超标原因相符。

从区域环境质量可以看出，排水口周边海域海水水质总体良好，且本项目排放口位于开阔海域，污染物排放后能够迅速与周边海水混合得到稀释扩散，对周边海域的影响仅限于排水口局部海域，总体上不会影响区域环境质量。

3.2.3.3 质量保证

《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址附近海域生态环境现状（含渔业资源）调查及分析评价报告》承担单位为自然资源部第三海洋研究所，自然资源部第三海洋研究所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，监测数据报告印有CMA计量认证公章。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 调查依据标准规范

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）
- 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订，2017年10月1日施行）
- 《核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016）
- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）
- 《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T988-2023）
- 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）
- 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
- 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
- 《监测报告》（HDJT-2022-DC-0001，2022年2月，A版）

3.2.4.2 调查内容及范围

（1）工频电场、工频磁场强度：以本工程拟建开关站为中心的半径0.5km的环形区域以及电力出线送电走廊两侧50m带状区域；

（2）射频综合场强：调查范围为本工程厂址周围5km范围内环境敏感区域。

3.2.4.3 监测方法

依据相应监测标准进行现场监测，具体监测方法及要求如下：

（1）工频电场/工频磁场强度

- 依据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013），监测点选择在地势平坦、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。
- 监测仪器的探头架设在地面（或立足平面）上方1.5m高度处。每个测点上分别测量工频电场与工频磁场强度。
- 监测工频电场时，监测人员与监测仪器探头的距离不小于2.5m。监测仪器探头与固定物体的距离不小于1m。
- 监测工频磁场时，监测探头用一个小的电介质手柄支撑，并由监测人员手持。

（2）射频综合场强

- 根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996），每个测点使用非选频式辐射测量仪，分别测量离地1.7m的射频综合场强。

- 现场测量过程中，上述所有测点记录当时的天气情况（晴、雨、雪等）、环境温度、相对湿度、测量时间、风向、风速和大气压。每个测点均拍摄照片，用于反映各测点的原貌，同时用GPS进行卫星定位以确定其准确位置。

3.2.4.4 监测仪器

本次监测仪器见表3.2-3。

3.2.4.5 监测时间及天气

2022年1月12日~1月19日对本项目厂址周围电磁环境进行了现场调查，监测期间气象条件符合监测规范及仪器使用要求。

3.2.4.6 电磁辐射源调查

厂址半径5km范围内现有电磁辐射源有徐圩新区500kV变电站，220kV输电线7条，500kV输电线2条，另有通信基站19个。

3.2.4.7 监测点设置

a) 厂区监测点设置

本次监测根据厂区内电磁辐射源和敏感区分布情况设置监测点如下：

厂区共设置9个监测点，在厂区边界设4个（东南西北），厂区内5个。编号1~9，每个监测点分别监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强。

b) 开关站监测点设置

本项目拟建2个开关站和1个已建徐圩新区500kV变电站，在每个开关站（变电站）东、南、西、北边界外5m处监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强。开关站共设置12个监测点，编号10~21。

c) 主变压器监测点设置

对本项目拟建的3个主变压器分别进行监测，选择以主变压器围墙为起点，在远离进出线一侧设监测点，按5m间距，在0~50m范围设点，共设11个监测点，监测工频电场强度与工频磁场强度。

d) 输电线路监测点设置

在厂址半径5km范围内拟建输电线路包括拟建500kV出线输电线路和拟建220kV输电线路，共九条输电线路，设置监测断面P1~P9。分别在各已建和拟建输电线路垂直方向和平行方向设置监测断面，每个监测断面上监测点设置如下：

（1）垂直方向的监测断面点位设置

在输电线路边相外设双侧垂直监测断面，以边相地面投影点为起点，与输电线路方向垂直。按5m间距，在0~50m范围设点，两侧各设11个，共设22个监测点，监测工频电场强度、工频磁场强度。

（2）平行方向的监测断面点位设置

在输电线路边相外设双侧平行监测断面，监测路径选在边相地面投影点外10m（110kV），15m（220kV）或20m（500kV）处，与输电线路方向平行，在此路径上按10m间隔设3个监测点，共6个监测点，监测工频电场强度、工频磁场强度。

对监测点进行逐一编号（P1-1~P1-28、P2-1~P2-28、P3-1~P3-28、P4-1~P4-28、P5-1~P5-28、P6-1~P6-28、P7-1~P7-28、P8-1~P8-28、P9-1~P9-28）。

e）厂区外环境敏感区和通信基站监测点设置

在本项目厂区外居民点共设置49个监测点，编号22~70，每个监测点分别监测工频电场强度、工频磁场强度和射频综合场强。在厂区外通信基站共设置19个监测点，监测射频综合场强。

3.2.4.8 电磁辐射现状监测数据

本项目厂区监测值统计情况见表3.2-4。

本项目输电线路监测值统计情况见表3.2-5。

本项目厂址区域环境敏感区和通信基站监测值统计情况见表3.2-6。

3.2.4.9 电磁辐射现状评价标准

（1）工频电场强度、工频磁场强度

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），50Hz频率下，环境中工频电场强度的公众曝露控制限值为4kV/m，工频磁感应强度的公众曝露控制限值为0.1mT。

（2）射频综合场强

厂址区域电磁辐射采用《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的要求，对于30MHz-3000MHz的频率范围，该标准的公众曝露控制限值为：环境射频综合场强等效平面波功率密度在任意连续6分钟内的方均根值应小于0.4W/m²（电场强度限值12V/m）。

3.2.4.10 电磁辐射现状监测质量保证措施

本次调查及评价工作严格按照《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程厂址区域电磁辐射本底测量和现状评价质量保证大纲》，采取的主要质量措施有：

（1）监测方法采用国家和行业标准，监测人员经考核并持有资格证上岗。

(2) 质保人员进行现场数据采集同步跟踪和同步记录，确保监测数据的有效性。

(3) 根据质量保证大纲及监测规范的要求，监测仪器经由相应资质的计量检定部门检定合格，并处于有效期内。每次监测前后，都检查仪器的工作状态，确保仪器处于良好的工作状态。

(4) 保存反映各监测点原貌的文字及图片等资料。

(5) 提交的项目成果应符合技术任务书的要求。

3.2.4.11 电磁辐射现状监测结果评价

a) 厂区内电磁辐射监测结果评价

1) 工频电场/工频磁场强度

厂区内所有监测点工频电场强度监测值范围在 0.06V/m~0.29V/m 之间，工频磁场强度监测值范围在 0.0050 μ T~0.0090 μ T 之间，分别小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100 μ T），符合标准要求。

2) 射频综合场强

厂区内所有监测点射频综合场强监测值范围在 0.10V/m~0.33V/m 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 12V/m 标准限值。

b) 开关站（变电站）电磁辐射监测结果评价

1) 工频电场/工频磁场强度

本项目 2 个拟建开关站和 1 个已建徐圩新区 500kV 变电站，所有监测点工频电场强度监测值范围在 0.09V/m~295.49V/m 之间，工频磁场强度监测值范围在 0.0024 μ T~0.0775 μ T 之间，分别小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100 μ T），符合标准要求。

2) 射频综合场强

厂区开关站所有监测点的射频综合场强监测值范围在 0.12V/m~0.55V/m 之间，所有监测值都小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的 12V/m 标准限值，符合标准要求。

c) 主变压器监测结果分析与评价

所有监测点工频电场强度监测值范围在 0.04V/m~0.20V/m 之间，工频磁场强度监测值范围在 0.0030 μ T~0.0080 μ T 之间，分别小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4kV/m 标准要求和 0.1mT（100 μ T）的标准限值，符合标准要求。

d) 输电线路电磁辐射监测结果评价

所有输电线路监测点的工频电场强度监测值范围在 0.04V/m~1395.64V/m 之间，工频磁场强度监测值范围在 0.0027 μ T~4.9998 μ T 之间，分别小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100 μ T），符合标准要求。

e) 厂区外环境敏感区和通信基站电磁辐射监测结果评价

1) 工频电场/工频磁场强度

所有监测点工频电场强度监测值范围在 0.42V/m~3.74V/m 之间，所有监测值都小于标准限值 4kV/m，符合要求；工频磁场强度监测值范围在 0.0038 μ T~0.0296 μ T 之间，小于标准限值 0.1mT（100 μ T），符合标准要求。

2) 射频综合场强

环境敏感区所有监测点监测值范围在 0.21V/m~0.55V/m 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的 12V/m 标准限值，符合标准要求。

所有监测点监测值范围在 0.42V/m~0.76V/m 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的 12V/m 标准限值，符合标准要求。

表 3.1-1 环境放射性本底初步调查方案

序号	调查对象		监测项目	监测频度	调查范围	采样点数	样品个数	平行样品数	总个数
1	环境贯穿辐射	地表	γ 辐射剂量率	2 次	20km	50	100	0	100
			累积剂量	1 次	20km	30	30	0	30
2	气溶胶		总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^7Be	1 次	10km	3	3	0	3
3	空气		^3H 、 ^{14}C 、 ^{131}I	1 次	10km	3	3	0	3
4	土壤	表层土	^{90}Sr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K	1 次	10km+排水管线 沿线	10	10	1	11
	地表水沉积物			1 次	10km+排水管线 沿线	4	4	1	5
5	陆地水体	饮用水	总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn	1 次	10km	2	2	0	2
		地下水		1 次	10km+排水管线 沿线	4	4	0	4
		地表水		1 次	10km+排水管线 沿线	4	4	1	5
6	受纳水体	海水	总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru 。	1 次	排水口附近	3	3	1	4
		海洋沉积物	^{90}Sr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K	1 次	排水口附近及主 要活动场所	4	4	1	5
7	合计	/	/	/	/	117	167	5	172

表 3.1-2 各项目核素分析仪器设备及测量方法依据

序号	监测项目	仪器设备	测量方法依据
1	γ辐射剂量率	RP3000B 型高气压电离室	HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》
2	累积剂量	RGD-3 型热释光剂量仪	GB/T10264-2014《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》
3	总α	LB770 低本底α/β测量仪	EJ/T1075-1998《水中总α放射性浓度的测定 厚源法》
4	总β	LB770 低本底α/β测量仪	EJ/T900-94《水中总β放射性测定 蒸发法》
5	³ H	Quantulus 1220 低水平液闪谱仪	HJ1126-2020《水中氚的分析方法》
6	空气 ¹⁴ C	Quantulus 1220 低水平液闪谱仪	EJ/T1008-96《空气中 ¹⁴ C 的取样与测定方法》
9	水 ⁹⁰ Sr	LB770 低本底α/β测量仪	HJ815-2016《水和生物样品灰中锶-90 放射化学分析方法》
10	土壤、沉积物、气溶胶 ⁹⁰ Sr	LB770 低本底α/β测量仪	EJ/T1035-2011《土壤中锶-90 的分析方法》
11	空气 ¹³¹ I	HPGe γ谱仪	GB/T14584-93《空气中碘-131 的取样与测定》
12	水中γ核素	HPGe γ谱仪	GB/T16140-2018《水中放射性核素的γ能谱分析方法》
13	土壤、沉积物γ核素	HPGe γ谱仪	GB/T11743-2013《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》
14	气溶胶γ核素	HPGe γ谱仪	HJ1149-2020《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》

注：2024 年 1 月-3 月的补充本底调查中水中γ核素和土壤、沉积物γ核素参照最新标准 GB/T16145-2022《环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法》执行。

表 3.1-3（1/2） 各项目样品用量、探测限

序号	调查对象	样品用量	分析核素	测量时间	探测限
1	气溶胶	1000m ³	总 α	100min	8.0×10 ⁻⁵ Bq/m ³
		1000m ³	总 β	100min	6.0×10 ⁻⁵ Bq/m ³
		10000m ³	⁹⁰ Sr	500min	4.0×10 ⁻⁶ Bq/m ³
		10000m ³	γ 谱分析	80000s	¹³⁴ Cs: 5.8×10 ⁻⁶ Bq/m ³ ¹³⁷ Cs: 5.0×10 ⁻⁶ Bq/m ³ ⁶⁰ Co: 9.0×10 ⁻⁶ Bq/m ³ ⁵⁴ Mn: 5.8×10 ⁻⁶ Bq/m ³ ⁷ Be: 6.5×10 ⁻⁵ Bq/m ³ ¹³¹ I: 5.0×10 ⁻⁶ Bq/m ³
2	空气	10m ³	HTO	1000min	8.0×10 ⁻³ Bq/m ³
		3m ³	¹⁴ C	1000min	0.1Bq/g·C
3	土壤、底泥、海洋沉积物	50g	⁹⁰ Sr	900min	0.15Bq/kg
		300g	γ 谱分析	80000s	¹³⁷ Cs: 0.26Bq/kg ¹³⁴ Cs: 0.24Bq/kg ⁵⁸ Co: 0.22Bq/kg ⁶⁰ Co: 0.24Bq/kg ^{110m} Ag: 0.40Bq/kg ⁵⁴ Mn: 0.26Bq/kg ²³⁸ U: 10Bq/kg ²³² Th: 1.1Bq/kg ²²⁶ Ra: 0.69Bq/kg ⁴⁰ K: 4.5Bq/kg

表 3.1-3（2/2） 各项目样品用量、探测限

序号	调查对象	样品用量	分析核素	测量时间	探测限
4	地表水、地下水、饮用水	3L	总 α	600min	$2.0\times 10^{-3}\text{Bq/L}$
		3L	总 β	600min	$5.0\times 10^{-3}\text{Bq/L}$
		250mL	^3H	1000min	0.18Bq/L
		50L	^{90}Sr	500min	$1.5\times 10^{-4}\text{Bq/L}$
		50L	γ 谱分析	80000s	^{137}Cs : $1.6\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{134}Cs : $1.4\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{54}Mn : $1.5\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{58}Co : $1.3\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{60}Co : $1.7\times 10^{-3}\text{Bq/L}$
5	海水	250mL	^3H	1000min	0.18Bq/L
		50L	^{90}Sr	500min	$1.5\times 10^{-4}\text{Bq/L}$
		50L	γ 谱分析	80000s	^{137}Cs : $3.5\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{134}Cs : $1.0\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{58}Co : $9.0\times 10^{-4}\text{Bq/L}$ ^{60}Co : $1.1\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ $^{110\text{m}}\text{Ag}$: $1.3\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{54}Mn : $1.0\times 10^{-3}\text{Bq/L}$ ^{106}Ru : $8.5\times 10^{-3}\text{Bq/L}$

表 3.2-1 环境空气污染物基本项目浓度限值

单位：mg/m³（标准状态）

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		单位
			一级	二级	
1	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	20	60	μg/m ³
		24小时平均	50	150	
		1小时平均	150	500	
2	二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40	40	
		24小时平均	80	80	
		1小时平均	200	200	
3	一氧化碳（CO）	24小时平均	4	4	mg/m ³
		1小时平均	10	10	
4	臭氧（O ₃ ）	日最大8小时平均	100	160	μg/m ³
		1小时平均	160	200	
5	颗粒物 （粒径小于等于10μm）	年平均	40	70	
		24小时平均	50	150	
6	颗粒物 （粒径小于等于2.5μm）	年平均	15	35	
		24小时平均	35	75	

表 3.2-2 声环境质量标准（GB3096-2008）

类别 声环境功能区类别		昼间	夜间	单位
0 类		50	40	dB（A）
1 类		55	45	
2 类		60	50	
3 类		65	55	
4 类	4a 类	70	55	
	4b 类	70	60	

注：0类声环境功能区：指康复疗养区等特别需要安静的区域。

1类声环境功能区：指以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域。

2类声环境功能区：指以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域。

3类声环境功能区：指以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对区域环境产生严重影响的区域。

4 类声环境功能区：指交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对区域环境产生严重影响的区域，包括 4a 类和 4b 类两种类型。4a 类为高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通（地面段）、内河航道两侧区域；4b 类为铁路干线两侧区域。

表 3.2-3 监测仪器一览表

仪器名称	工频电场/磁场强度测量仪	电磁场强测量仪
型号	LF-04 SEM-600	RF06 SEM-600
频率范围	1Hz~400kHz	100kHz~6GHz
分辨率	1mV/m，0.01nT	0.01V/m
灵敏度	5mV/m，1nT	0.1V/m
计量标定标号	XDdj2021-13787	XDdj2021-13805
有效期	2022 年 8 月 30 日	2022 年 8 月 30 日

表 3.2-4 厂区监测值统计情况

监测点位置	监测因子	监测值范围	最大值	评价标准
厂区	工频电场（V/m）	0.06~0.29	0.40	4000
	工频磁场（μT）	0.0050~0.0090	0.0090	100
	射频综合场强（V/m）	0.10~0.33	0.33	12
开关站（变电站）	工频电场（V/m）	0.09~295.49	295.49	4000
	工频磁场（μT）	0.0024~0.0775	0.0775	100
	射频综合场强（V/m）	0.12~0.55	0.55	12
主变压器	工频电场（V/m）	0.04~0.20	0.20	4000
	工频磁场（μT）	0.0030~0.0080	0.0080	100

表 3.2-5 输电线路监测值统计情况

监测点位置	监测因子	监测值范围	最大值	评价标准
拟建 500kV 出线输电线路（P1 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：0.04~0.13	0.13	4000
		平行监测断面：0.05~0.07	0.07	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.0027~0.0045	0.0045	100
		平行监测断面：0.0027~0.0040	0.0040	
拟建 220kV 输电线路（P2 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：0.05~0.16	0.16	4000
		平行监测断面：0.12~0.15	0.15	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.0036~0.0064	0.0064	100
		平行监测断面：0.0055~0.0063	0.0063	
220kV 芦田线输电线路（P3 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：25.57~792.23	792.23	4000
		平行监测断面：400.40~411.66	411.66	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.0310~0.3674	0.3674	100
		平行监测断面：0.2276~0.2394	0.2394	
220kV 徐孔/沿徐线输电线路（P4 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：25.31~922.44	922.44	4000
		平行监测断面：460.48~488.29	488.29	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.1265~0.8509	0.8509	100
		平行监测断面：0.6633~0.6813	0.6813	
220kV 徐东 2EO/徐区/徐西/徐香/徐炼线输电线路（P5 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：20.40~714.99	714.99	4000
		平行监测断面：300.33~318.40	318.40	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.1127~1.0516	1.0516	100
		平行监测断面：0.5028~0.5337	0.5337	
220kV 徐东 46P 线输电线路（P6 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：18.66~714.46	714.46	4000
		平行监测断面：208.38~238.29	238.29	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.0702~0.3497	0.3497	100
		平行监测断面：0.2061~0.2186	0.2186	
500kV 田徐/田圩/徐盐/徐都线输电线路（P7 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：56.87~1296.46	1296.46	4000
		平行监测断面：600.13~631.52	238.29	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.2414~4.9318	4.9318	100
		平行监测断面：2.6026~2.7037	2.7037	
500kV 徐盐/徐都线（P8 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：41.66~1395.64	1395.64	4000
		平行监测断面：601.28~620.55	620.55	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.2836~4.9998	4.9998	100
		平行监测断面：2.8962~2.9995	2.9995	
220kV 徐瀛线（P9 监测断面）	工频电场（V/m）	垂直监测断面：24.45~801.53	801.53	4000
		平行监测断面：397.86~406.74	406.74	
	工频磁场（ μT ）	垂直监测断面：0.0306~0.3687	0.3687	100
		平行监测断面：0.2505~0.2687	0.2687	

表 3.2-6 厂区外环境敏感区和通信基站监测值统计情况

监测点位置	监测因子	监测值范围	最大值	评价标准
厂区外监测点	工频电场（V/m）	0.42~3.74	3.74	4000
	工频磁场（ μ T）	0.0038~0.0296	0.0296	100
	射频综合场强（V/m）	0.21~0.55	0.55	12
通信基站	射频综合场强（V/m）	0.42~0.76	0.76	12

第四章 核能供热发电厂

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂区规划

4.1.2 平面布置

4.1.3 排放口布置

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

4.2.2 核岛

4.2.3 常规岛

4.3 核能供热发电厂用水和散热系统

4.3.1 核能供热发电厂用水

4.3.2 核能供热发电厂散热系统

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

4.4.2 输电线路

4.4.3 开关站

4.5 供热系统

4.5.1 供汽量及供汽参数

4.5.2 系统概述

4.5.3 中压蒸汽供应系统

4.5.4 次中压蒸汽供应系统

4.5.5 低压蒸汽供应系统

4.5.6 公用系统

4.6 专设安全设施

4.6.1 概述

4.6.2 一回路隔离

4.6.3 二回路隔离

4.6.4 蒸汽发生器事故排放系统

4.6.5 主控制室非能动可居留性系统

4.7 放射性废物管理系统和源项

4.7.1 放射性源项

4.7.2 放射性废液管理系统及排放源项

4.7.3 放射性废气管理系统及排放源项

4.7.4 放射性固体废物管理

4.7.5 乏燃料贮存系统

4.8 非放射性废物处理系统

4.8.1 化学污染物

4.8.2 生活废物

4.8.3 其它废物

4.9 放射性物质厂内运输

4.9.1 新燃料运输

4.9.2 乏燃料运输

4.9.3 放射性固体废物的运输

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂区规划

本项目按“4台华龙一号机组+2台高温气冷堆机组”建设规模进行厂址总体规划，统一规划，分期建设。一期工程建设2台华龙一号机组和1台高温气冷堆机组及其配套辅助设施。

4.1.2 平面布置

4.1.2.1 建设规模及项目组成

本期工程建设2台百万千瓦级华龙一号机组及1台高温气冷堆机组及其配套辅助设施。

4.1.2.2 厂区总平面布置

（1）厂区总平面规划

1）主厂房区规划

根据厂址基岩条件仅为西陲山有限山体的现状，确定华龙一号与高温气冷堆的核岛厂房采用相对的布置形式，汽轮机厂房分别布置在核岛外侧，尽量保证核岛建筑群的地基坐落在山体基岩上，减少地基处理费用。具体为2台华龙机组并列布置在西陲山山体西侧，1台高温气冷堆机组布置在西陲山山体东侧。二期工程主厂房位于本期工程北侧。

2）配电装置区规划

配电装置区集中布置在主厂房西南侧，靠近1#机组常规岛布置。

3）冷却水设施区规划

冷却水设施主要包括厂用水设施和循环冷却水设施。

a）厂用水设施

高温气冷堆机组厂用水采用二次循环方式，利用淡水进行补水。厂用水设施布置在高温气冷堆区域东南侧。

b）循环冷却水设施

循环冷却水设施采用带冷却塔的二次循环供水方式，补水取自海州湾的海水。

高温气冷堆机组自然通风冷却塔布置在其常规岛东侧。

4）辅助生产区规划

辅助生产设施根据有无放射性分为放射性辅助生产设施和非放射性辅助生产设施。

a）放射性辅助生产设施

放射性辅助生产设施集中布置在高温气冷堆常规岛附近，尽量靠近西隄山山体及主厂房区。

b) 非放射性辅助生产设施

- 水生产设施：除盐水生产厂房及储罐布置在厂区西侧。海水淡化厂房、供热用除盐水生产厂房及储罐布置在厂区东侧。

- 水处理设施：生产区污水处理构筑物布置在厂区西侧1#自然通风冷却塔周边，厂前区污水处理构筑物位于厂前区西北侧，3#机组的污水系统油水分离器布置在3#自然通风冷却塔附近，全厂设置一座非放生产废水处理站。

- 仓库及维修设施

非放射性机修车间、电仪修及专用工具库布置在厂前区西侧；仓库区集中布置在厂区西侧，危险废物暂存库、化学试剂库布置在仓库区西侧。

c) 其他非放射性生产设施

全厂共用一座氢气贮存及分配站，布置在一期主厂房西北角。厂区消防泵房布置在2#常规岛北侧；压缩空气站、10kV公用配电站、厂区附加电源柴油发电机厂房、公用气体储存区及厂区供暖换热站布置在常规岛周围；海水淡化10kV中压中心布置在海水淡化厂房西侧，海水取水泵房供电变电站布置在厂区东侧，靠近厂区边界；新燃料组件运输中转贮存场地布置在1#核岛南侧，保卫控制中心布置在3#常规岛东侧，靠近保护区出入口。

5) 厂前建筑区

厂前建筑区全厂统一规划，布置在厂区东北部，与主要进厂道路相连，方便人员出入。

(2) 竖向设计

全厂采取台阶式布置。主厂房区、重要厂用水设施区、放射性辅助生产设施区及应急设施的场地设计标高为 6.80m，海水淡化设施区、高温堆循环冷却水设施区、配电装置区、厂前及其他设施区等场地设计标高为 5.00m，华龙循环冷却水设施区、仓库区及淡水处理站等场地设计标高为 4.20m。

(3) 实物保护规划

根据本项目实物保护的要求，厂区设置控制区围栏、保护区围栏、要害区围栏三道实体保卫围栏。

(4) 厂内道路规划

为适应厂外运输及厂内厂房（车间）与厂房（车间）之间的货流及人行需要，厂区设主干道、次干道、车间引道及人行道。

厂区共设置两座对外出入口，其中主出入口设置在厂区东侧，靠近厂前区和主要进厂道路，次要出入口设置在厂区西侧，与次要进厂道路相连。

（5）绿化

在保护区外、控制区内的场地可以栽种行道树、花木及加铺草坪等，以改善环境，充分运用和发挥绿化功能，为职工提供良好的工作环境。

厂前区人员最为集中，又是企业对外的窗口，因此是绿化与美化的重点，利用多种方式，形成优美的办公环境。

4.1.2.3 环境保护相关设施的布置

本期工程中，与环境保护相关的设施有核岛厂房、放射性辅助生产设施、废、污水处理设施、应急指挥中心、环境监督监测设施、取、排水口、危险废物暂存库、冷却塔及气象站。

（1）核岛厂房

3#高温气冷堆机组核岛布置在西隅山山体东侧。

（2）放射性辅助生产设施

放射性厂房尽量靠近主厂房布置，集中布置在3号机组常规岛附近，远离人流集中区域及人流集散地，尽量避免放射性废物运输与人流的相互影响。

（3）废、污水处理设施

生产区污水处理构筑物布置在厂区西侧自然通风冷却塔周边，厂前区污水处理构筑物位于厂前区西北侧，3#机组的污水系统油水分离器布置在3#自然通风冷却塔附近，全厂设置一座非放生产废水处理站。

（4）应急指挥中心

应急指挥中心规划布置在厂前区北侧，靠近厂区主出入口布置。

（5）环境监督监测设施

环境监督监测设施目前选址工作正在开展中。

（6）取、排水口

本工程海水取水口拟布置在徐圩港区东防波堤外侧；海水排水口位于埭子河口外侧、

徐圩港区东防波堤东侧水深约-5.0m 处。

淡水原水拟取自善后河，取水口位于厂址西南角善后河处。

（7）危险废物贮存场所

危险废物分类贮存在危险废物暂存库中，布置在厂区西侧仓库区边缘。

（8）冷却塔

3#机组机械通风冷却塔布置在 3#常规岛东南侧。

3#机组自然通风冷却塔布置在 3#常规岛东侧。

（9）气象站

气象站布置在厂址东北方向，位于最大风频上风向。

4.1.2.4 环境保护措施

环境保护方面的措施主要有：

（1）在厂区保护区外可绿化区域，充分绿化，并宜采用多种绿化方式，包括立体绿化、屋顶绿化等，凡可绿化的设施如边坡等，均进行绿化。

（2）厂区总平面布置，尤其保护区（非绿化区）内各设施的布置上，尽量紧凑布局，节约用地。

（3）厂坪设计标高的确定，除重点考虑厂址设计基准洪水位、总平面布置要求、建筑物基础埋置深度等因素外，同时将土石方工程量作为最重要的因素之一，充分予以考虑，尽量减少土石方开挖、回填范围和数量。

（4）利用工程建设的时机，改善厂址区域的原始地貌，增加绿化，减少水土流失，增强防洪排涝能力，改善小区域气候。

（5）冷却塔、危险废物暂存库及污、废水处理设施等与环境保护相关的设施在总平面规划时布置在常年主导风向的下风向，远离厂前区及厂址周边居民点，尽量减少对周围环境的影响。

4.1.3 排放口布置

本期工程高温气冷堆机组流出物排放口包括气态流出物排放口、液态流出物排放口和非放射性物质排放口。

（1）气态流出物排放口

高温气冷堆机组气态流出物排放口设置有 1 个，为反应堆排风烟囱。

反应堆厂房产生的废气经处理达标后，通过反应堆排风烟囱排入大气。

（2）液态流出物排放口

液态流出物排放口为本工程海水排水口。液态流出物通过地下管沟排至厂区排水泵房，经陆域排水管道及海域排水管道排至厂址东侧埭子河口外侧、徐圩港区东防波堤东侧。

液态流出物排放口（即海水排水口）位于海域排水管道端部。

（3）非放射性物质排放口

厂区东侧东干河为厂区雨水排水接收的下游河段。主厂区位于东干河的西侧，拟设置4个雨水排水口，缓冲区位于东干河的东侧，拟设置1个雨水排水口。

厂区内生活污水经处理后进行回用，目前计划不排放至厂外。

非放射性生产废水部分回用，部分排入厂区排水泵房，最终排至大海，排放口同液态流出物排放口。

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

本工程每台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组由 6 个标准化的核蒸汽供应系统（NSSS）模块构成，每个 NSSS 模块具备独立运行的能力。6 个 NSSS 模块分成 3 个模组，每 2 个 NSSS 模块为一个模组，3 个模组可轮流停堆检修，以保证持续供热能力。

4.2.2 核岛

核岛用于包容堆芯及核辅助设施，包括以下厂房：反应堆厂房、核辅助厂房、电气厂房、共用厂房、乏燃料厂房。

4.2.2.1 反应堆冷却剂系统

每座反应堆由球形燃料元件组成的球床堆芯、陶瓷堆芯支承结构、金属堆芯支承结构、控制棒及其驱动机构、吸收球系统、反应堆压力容器、主氦风机、蒸汽发生器和热气导管等组成。

（1）球床堆芯

本工程高温气冷堆机组堆芯活性区由陶瓷堆内构件围成圆柱状空腔内堆积的、可流动的约 42 万个球形燃料元件构成。反应堆堆芯是由陶瓷堆内构件砌体构成的近似圆柱形的腔室，保证堆芯活性区等效高度 11.00m，外直径约 3.00m。平衡态堆芯内装球形燃料元件约 420,000 个。

反应堆采用球形燃料元件连续装卸的运行方式。装料管穿过反应堆压力容器顶盖进入压力容器内，通过反射层上部，从堆芯上部将燃料元件装入堆芯，燃料元件在堆芯球床内按特定的流线和速度自上向下流动，由堆芯底部通道进入卸料管，通至反应堆压力容器外，然后通过单列器使燃料元件球单列化排出，通过碎球分离器将可能的少量破损燃料元件的碎片和形状或尺寸不符合要求的燃料元件分选出来，送至碎球贮存罐贮存；完好的燃料元件通过燃耗测量装置进行燃耗测量，将一部分未达到设计燃耗值的燃料元件重新装入堆芯作再循环，将另一部分已达到设计燃耗的燃料元件输送到乏燃料贮罐贮存。

（2）陶瓷堆芯支承结构

陶瓷堆内构件分为内部的石墨反射层和之外的碳砖结构。石墨反射层又分为顶部反射层、侧反射层、底部反射层三部分。石墨反射层结构主要作为活性区的中子反射层，外层碳砖因其导热系数较小，含有热中子吸收材料硼，因此它具有隔热和吸收热中子的作用。整个石墨反射层结构在高度方向由多层石墨块组成，每层石墨块在圆周方向又等分成30块，各石墨块之间由石墨销键联接，起到定位和减少氦气漏流的作用，并使石墨砌体形成一个整体结构。底反射层下部有热气混合室，由堆芯出来温度不均匀的热氦气经热气混合室的环道结构混合后再经热气导管通入蒸汽发生器。

（3）金属堆芯支承结构

金属堆芯支承结构采用合金钢，位于陶瓷堆芯支承结构之外，起到约束、支承陶瓷堆芯支承结构的作用，并起到组织氦气流动、减少压力容器温度和辐照剂量的作用。

（4）控制棒及其驱动机构

每根控制棒对应一套驱动机构，该机构布置于反应堆压力容器上封头，它采用步进电机驱动，通过与减速装置相连接的链条机构使控制棒提升或下降，在失去电源时控制棒可以在重力作用下落到其最低位置，使反应堆停堆。控制棒系统的反应性当量能满足功率调节、热停堆的要求。

（5）吸收球系统

当反应堆需要冷停堆时，存放在堆芯上部贮球罐中的吸收球，依靠重力落入吸收球孔道，使反应堆从任何状态进入冷停堆状态，当反应堆要重新启动时，吸收球可以通过气体输送系统被回送至贮球罐内。

（6）反应堆压力容器

反应堆压力容器为立式的圆柱形壳体，压力容器顶盖与下部筒体用法兰连接，并采用 π 环焊接密封结构。压力容器顶盖上设有控制棒驱动机构的接管结构；压力容器上设置燃料装卸管、吸收球系统输气管和测量仪表管的接头或贯穿件；其侧面在热氦气混合腔室高度，有一个大孔与热气导管壳体用法兰相联接。反应堆压力容器的4个支承架均匀地布置在热气导管接口中心线的水平面上，支承在一回路舱室混凝土壁上。

反应堆压力容器与蒸汽发生器壳体、热气导管壳体构成为阻止放射性释放的第二道屏障。

（7）主氦风机

主氦风机的功能是在反应堆正常功率运行、启动和投入停堆各种工况状态下驱动足够流量的高温气冷堆一回路冷却剂—氦气流过反应堆堆芯，带走裂变热，然后流经蒸汽发生器，将热量传给二回路的水，使其转变为蒸汽，推动汽轮发电机旋转发电，氦气本身得以循环。

（8）蒸汽发生器

蒸汽发生器是联结并隔离一回路和二回路的换热设备，保证在预期的各种运行工况下把反应堆发出的热量从一回路传到二回路，以确保堆芯的冷却，并且在规定的负荷下产生合格的蒸汽，驱动汽轮机做功。在反应堆启动、停堆工况时，通过蒸汽发生器与启动停堆回路共同作用，将反应堆堆芯热量传递到最终热阱。

蒸汽发生器作为一道屏障防止一回路冷却剂和放射性物质释放到二回路，保证一回路压力边界的完整性。

（9）热气导管

热气导管一端与堆芯结构的热氦气环道出口及堆芯壳相联，另一端接到蒸汽发生器的氦气入口端。

4.2.2.2 主要辅助系统

4.2.2.2.1 氦净化与氦辅助系统

高温气冷堆的氦净化与氦辅助系统中，氦净化系统正常列、隔膜压缩机模块、氦净化系统事故除湿列、氦净化再生子系统、氦辅助排水子系统、氦辅助抽真空子系统、氦辅助废气子系统每模组各1套，氦辅助排气子系统、氦供应与贮存子系统、液氮供应与贮存子系统3个模组共用1套。其中，每个氦净化系统正常列模块由2个正常净化列组成，每个

隔膜压缩机模块主要包括一用一备两台隔膜压缩机。

（1）氮净化系统正常列

氮净化系统正常列主要功能包括反应堆正常运行时，连续地去除一回路冷却剂中的气态杂质，以保持氮气的纯度设计要求，特别是去除 H_2 、 CO 、 CO_2 、 N_2 、 H_2O 和 CH_4 ；去除一回路氮气中的氦、氡等气态放射性杂质；在反应堆启动前和在反应堆检查、检修之后对一回路冷却剂进行净化；与氮供应和贮存子系统联合，调节一回路压力；压缩空气生产与分配系统、液氮供应和贮存子系统可分别往本系统和借道本系统往一回路输送压缩空气或氮气。

（2）隔膜压缩机模块

隔膜压缩机是容积式压缩机。本模块包含两台并联的隔膜压缩机，通常一台使用，另一台备用。氮净化系统正常列工作时，由一回路主氮风机提供压头，驱动氮气流经氮净化系统正常列。本模块主要用于当一回路主氮风机停机而又需要净化运行时，可用隔膜压缩机驱动。三个隔膜压缩机模块与三个氮净化系统正常列模块相对应，每个隔膜压缩机模块只能与相对应的氮净化系统正常列模块联合运行。

（3）氮净化系统事故除湿列

事故除湿列模块可通过一回路压力泄放系统、装卸料气力输送系统、吸收球系统分别与反应堆一回路相连，与它们或它们的一部分分别组成冷却除湿回路，形成所需的流程，执行冷却和除湿功能。

（4）氮净化再生子系统

本子系统的功能是对氮净化系统正常列的净化设备进行再生和局部再生，主要设备包括再生电加热器、再生水/氮冷却器、再生气/水分离器、辅助分子筛床、隔膜压缩机等。

（5）氮辅助排水子系统

本子系统的功能是在反应堆正常运行工况下处理由氮净化系统的正常净化列和氮净化再生子系统排出的含氚废水，并经前级贮水罐排往后级贮水罐中贮存，主要设备包括前级贮水罐、后级贮水罐以及相应的管道、阀门及测量仪表组成。

（6）氮辅助排气子系统

本子系统用于接收、暂存和转运氮气，主要设备包括氮气接收暂存罐和隔膜压缩机等。

（7）氮辅助抽真空子系统

本系统用于氦净化与辅助系统的抽真空工艺，其具体功能如下：在氦净化与辅助系统（包括氧化铜床、分子筛床、低温吸附床、低温氦/氦热交换器）再生时，执行抽真空工艺；在氦净化与辅助系统充氦前，对系统和设备抽真空，以确保没有超量的空气残留在系统和设备中。

（8）氦辅助废气子系统

本子系统的主要功能为接收氦净化再生子系统再生低温吸附器（活性炭床）后的废氦气，主要设备为废气贮存罐、膜压机缓冲罐和隔膜压缩机。

（9）氦供应与贮存子系统

本子系统的主要功能包括：由氦气供应商供应的氦气，引入或压入并贮存到本系统内；为反应堆贮存必要的干净氦气；为一回路及氦辅助系统提供因泄漏而需补充的氦气，补气将通过氦净化系统正常列进入；为燃料装卸系统提供工艺过程用氦气；在反应堆运行过程中，通过本系统向一回路系统供气，或从一回路系统向本系统排气，控制一回路系统的压力；压缩空气生产与分配系统可分别往本系统和借道本系统往一回路输送压缩空气。

（10）液氮供应与贮存子系统

本系统用于接收、贮存和供应日常的液氮消耗，其具体功能包括：接收液氮供应商用罐车送来的液氮；为氦净化系统正常列的低温吸附器提供工艺过程用液氮；为工艺辐射监测系统和其它工艺系统提供工艺条件用液氮；需要时，可通过氦净化系统正常列往一回路注入氮气。主要设备为液氮贮罐和空温式液氮气化器。

4.2.2.2.2 气体采样与分析系统

气体采样和分析系统用于在核能供热发电厂运行工况下采集系统中的气体样品，并对样品进行杂质浓度分析。

4.2.2.2.3 屏蔽冷却水系统

屏蔽冷却水系统是用于控制高温气冷堆舱室混凝土温度和反应堆舱室上部气氛温度的一套大规模水冷管道回路系统。

屏蔽冷却水系统的安全等级为 NS 级，抗震等级为 NA（除冷却器外）。

屏蔽冷却水系统内的冷却水被循环泵加压后送入分水器，由分水器进行流量分配后，经管道输送至反应堆舱室和蒸汽发生器舱室，再由水冷管道系统将流量分配给每个空气冷却器，在空气冷却器内吸热升温后，被水冷管道系统送入集水器，再返回到板式换热器，

在板式换热器内与厂用水进行热量交换，温度下降到初始设计温度后，返回泵的入口，再次被送往反应堆舱室和蒸汽发生器舱室，如此往复循环，实现了本系统冷却舱室的目的。

4.2.3 常规岛

高温气冷堆常规岛包括汽轮机综合厂房及其厂房内的系统设备。

蒸汽-电力转换系统即接收核岛主蒸汽系统提供的蒸汽，驱动汽轮机发电机组将热能转换为电能。本期工程核能供应蒸汽用于热电联供，在保证所有反应堆满功率运行时，具备供热能力在“最小热负荷”与“设计热负荷”之间波动运行，汽轮机可以长期稳定运行；供热系统设计充分考虑响应热网的热负荷调节需求。供热蒸汽凝结水回到机组的回热系统，保证核岛给水量不变。

蒸汽-电力转换系统主要包括主蒸汽系统、旁路减温减压系统、启停堆系统、汽水分离再热系统、凝结水系统、给水系统和汽轮机回热抽汽系统等。

主蒸汽系统的主要功能是将核蒸汽供应系统（NSSS）模块产生的蒸汽输送进入汽轮机做功，同时为供热系统提供过热用蒸汽。另外，主蒸汽还作为轴封、辅助蒸汽系统及8号高压加热器加热的备用汽源。

旁路减温减压系统的功能是当发电机或供热系统阶跃式降负荷时，将主蒸汽通过旁路排至凝汽器，以平衡反应堆与汽轮机之间的功率差，保证反应堆安全运行；在启停反应堆过程中，配合启停堆系统需要，将蒸汽发生器产生的不满足汽轮机进汽要求的蒸汽通过旁路排至凝汽器，保证汽轮机蒸汽进汽品质。

启停堆系统的主要功能是在机组启、停过程中，实现核岛蒸汽发生器出口蒸汽参数与汽轮机进口蒸汽参数的匹配。

汽水分离再热系统的功能是将高压缸排汽经过汽水分离器除去蒸汽中的水分，然后经过再热器加热，提高蒸汽温度，再进入低压缸，减少对低压缸中长叶片的水蚀，并提高低压缸出力，从而提高汽轮发电机组的热效率。

凝结水系统位于汽轮机本体和除氧器之间，接收汽轮机排汽及其旁路排汽，并将排汽凝结为水，同时接受本机组供热蒸汽凝结水，将凝结水进行除氧、过滤、净化、加热处理，并具备维持除氧器水位、接收疏水和向用户提供减温水等功能。

给水系统用于将从低压给水加热器到蒸汽发生器给水入口的工质进行除氧、升压、加热及调节，满足核岛蒸汽发生器入口给水水质、水温和维持蒸汽发生器水位的要求，并具

备向用户提供减温水等功能。

汽轮机回热系统共设置八级，包括二级高加抽汽，一级为除氧器加热用抽汽和五级低加抽汽，抽汽取自汽轮机汽缸；当汽轮机抽汽条件不具备时，高加和除氧器加热用汽可来自主蒸汽减温减压器，以满足核岛给水温度要求。使用汽轮机抽汽加热给水，可提高给水的平均吸热温度并减少汽轮机乏汽的损失，提高机组热效率。

4.3 核能供热发电厂用水和散热系统

分别对直流循环和二次循环两种冷却方式进行比选，比选内容如下：

（1）循环水系统

目前核电站循环水系统采用的供水形式分为直流循环和二次循环。由于本项目厂址距离大海较远，取水路径长，循环水系统若采用直流供水方式，则取排水工程的基建投资过大，因此本项目循环水系统采用二次循环冷却方式。

二次循环冷却方式有淡水循环冷却、海水循环冷却、空气循环冷却三种冷却方式。空冷塔占地面积及基建投资较大，发电效率偏低，因此不作为本项目的推荐方案。由于本项目可取用的淡水量目前无法保证循环水系统需求，现阶段本项目循环水系统采用海水循环冷却方式，补水水源采用取自海州湾的海水。

（2）厂用水系统

本项目高温气冷堆机组厂用水系统为非安全级系统，可采用直流或二次循环冷却方式。由于本项目厂址距离大海较远，取水路径长，取水工程基建投资过大，因此高温气冷堆机组厂用水系统采用二次循环冷却方式。

根据不同的补水水源，二次循环冷却方式可采用淡水机械通风冷却塔（补水直接采用淡水）、淡水机械通风冷却塔（补水采用海水淡化制取）、海水机械通风冷却塔（补水直接取用海水）三种方案。本项目可取用的淡水量可以保证系统运行的补水需要，且考虑到海水机械通风冷却塔的防腐及盐雾问题，高温气冷堆机组厂用水系统采用带有淡水机械通风冷却塔（补水直接采用淡水）。

4.3.1 核能供热发电厂用水

本工程用水分为机组用水和供热用水。

4.3.1.1 机组用水

机组用水主要分为海水用水和淡水用水。

4.3.1.1.1 海水用水

海水取自海州湾，其主要功能是向循环水系统提供冷却水补水，向循环水处理系统中电解海水制氯装置和海水淡化系统提供生产原水。

本项目循环水系统采用带海水冷却塔的二次循环冷却方式，每台机组通过两条独立管道向凝汽器和辅助冷却水系统提供必需的冷却水。

4.3.1.1.2 淡水用水

淡水用水主要包括施工期间的生产用水、人员生活用水、消防用水和施工现场的降尘、洗车用水等，以及运行期间生产用水、生活用水、厂用水系统补水、消防用水、道路浇洒、洗车及绿化用水等。

（1）淡水用水量

1）施工期间用水量

施工期间的淡水用水主要由施工生产用水和施工人员的生活用水组成。施工生产用水主要包括混凝土浇筑、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗等施工用水，施工现场湿法作业、降尘、洗车用水由本工程 1、2 号机组统一考虑。

本工程 3 号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 $1500\text{m}^3/\text{d}$ ，施工人员生活用水最大日用水量为 $620\text{m}^3/\text{d}$ 。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为 $2337\text{m}^3/\text{d}$ 。

2）运行期间用水量

运行期间的淡水供水系统主要包括饮用水系统、生产水系统、除盐水系统。

饮用水系统主要供给运行期人员的生活用水、常规岛热废降温水、空调冷冻机组冷却水的补充水、供热厂房通风与空气调节系统补水、其他生活水水质的生产用水以及消防水池补充水等。本工程 3 号机组正常运行人员生活用水量 $324\text{m}^3/\text{d}$ ，其中核岛、常规岛人员生活用水量 $67.5\text{m}^3/\text{d}$ ，由饮用水系统供给的生产用水量 $1\text{m}^3/\text{d}$ 。

生产水系统主要供给除盐水系统原水、水泵轴封水、厂用水系统补水，并作为常规岛热废降温水、空调冷冻机组冷却水的补充水、厂区内其他子项生产用水以及消防水池补充水等的备用水源。本工程 3 号机组正常运行除盐水系统原水量 $2489\text{m}^3/\text{d}$ ，水泵轴封水量 $288\text{m}^3/\text{d}$ ，厂用水系统补水量 $1152\text{m}^3/\text{d}$ 。

绿化、道路浇洒、洗车等用水量为 $629\text{m}^3/\text{d}$ ，主要采用再生水，不足部分由饮用水系

统提供。

考虑管网漏损水量和未预见用水等，本工程 3 号机组运行期正常运行日用水量约为 4460m³/d，最大日用水量约为 8307m³/d。

按照纯发电功率折算，不含供热用水和厂用水系统补水，本工程 3 号机组正常运行设计耗水指标为 0.057m³/s·GW。不含供热用水，本工程 3 号机组工业用水的重复利用率约为 99.12%。

（2）供水水源

本项目淡水用水取自地表水源，拟在善后河善后新闻上游河段设置取水口取水，在厂区内新建淡水处理站，供给机组运行所需淡水。施工期淡水处理站运行前所需淡水拟由市政水源供给。

淡水处理站的原水取自厂址南侧的古泊善后河，在古泊善后河新建取水口，由两根淡水输水管线通过淡水取水泵房加压提升至淡水处理站。依据《江苏徐圩核能供热厂一期工程水资源论证报告书（报批稿）》，作为饮用水水源地的古泊善后河，经调度，其供水保证率可达 97%以上。

本项目淡水处理站设计规模为 40000m³/d，淡水处理站一期工程设计规模 24000m³/d，其供水能力可满足本工程除供热用水外的淡水用水需求。

4.3.1.2 供热用水

常规岛供热厂房三回路最大用水量 114792m³/d（设计用水量 98952 m³/d），三回路排污水量为 1147m³/d（设计排污水量 990m³/d），排污水排入海水淡化系统，供热蒸汽不回收，供热用水最大补水量 113645m³/d（设计补水量 97962m³/d），供热按年工作时间 365 天计算，供热最大补水量 41480425m³/a（设计补水量 35757225m³/a）。

4.3.2 核能供热发电厂散热系统

（1）冷却水系统

本项目华龙一号和高温气冷堆机组循环水系统均采用带冷却塔的二次循环冷却方式，补水取自徐圩港区港池的东侧海域，经滩涂泵房及输水管线至厂区海水加压泵房，后经预处理进入华龙一号机组循环水泵房前池和高温气冷堆机组冷却塔集水池；循环水由冷却塔冷却后经回水管沟进入循环水泵房，由循环水泵加压后经供水压力管进入凝汽器，经过换热后由排水压力管进入冷却塔竖井，如此循环。4 台华龙一号机组采用一机一塔配置方式，

每台机组配一座自然通风海水冷却塔（共 4 座）。两台高温气冷堆机组每台配置一座自然通风海水冷却塔（共 2 座）。

本项目华龙一号机组重要厂用水系统采用带有机械通风冷却塔的二次循环冷却方式，通过机械通风冷却塔将设备冷却水系统收集的热负荷输送到最终热阱——大气。每台机组设置 1 座机械通风冷却塔及辅助泵房（包含机械通风冷却塔、重要厂用水泵房及重要厂用水补水池）。

本项目高温气冷堆机组厂用水系统采用二次循环冷却方式，通过机械通风冷却塔将热负荷输送到大气。厂用水系统采用开式循环冷却方式，厂用水泵从冷却塔的集水池吸水，流向供水母管，再分送至设备冷却水系统换热器、屏蔽冷却水系统换热器、核岛冷冻水系统热交换器、核辅助厂房空调系统单元空调机等工艺系统用水点入口，从各工艺系统用水点出口经回水管回到冷却塔，在冷却塔内与大气换热进行冷却，冷却后的水汇流至底部集水池，至此厂用水系统完成一个开式循环。

（2）取排水方案

本工程采用暗管取水、暗管排水方案，在海堤公路外侧岸滩鱼塘处设滩涂泵房。厂区至滩涂泵房段的取水管道和排水管道均采用顶管施工，滩涂泵房至取水头部和排水口段采用盾构施工方式。

1）取排水口

本工程采用暗管取水、暗管排水方案，圆形取水头部直径拟定为 28m，取水头部拟设 8 个进水窗口、沿外部圆筒弧形对称均匀布置。头部后方分别设两条取水盾构隧洞取水，在两条隧洞入口处设置钢闸门，闸门关闭后可对隧洞内部进行干检修。取水口位于水深 -6.2m 处，为保证取水安全，在取水头部周围设防撞拦污设施及警示标识。取水头部外围拟设置一道拦污网。

本项目拟采用暗管排水方式，排水口拟布置在埭子河口外侧、徐圩港区东防波堤东侧水深约 -5.0m 处。排水采用海下多点式排水，共设 3 个排水头部，排水头部拟采用顶升管式排水形式。

2）厂区—滩涂泵房段取排水工程

厂区至滩涂泵房段单根管线长约 19.2km，采用 2 根取水管道和 2 根排水管道，2 根液态流出物管道分别内置在 2 根排水管道内，排水管线沿途一定间隔设置监测装置。排水管

线与取水管线并线布置。

通过对施工方式及管材比选，综合考虑管线使用要求、运行维护、施工便利性、经济性等因素，推荐厂区至滩涂泵房段（长约 19.2km）取排水管线采用顶管施工方案。结合靠近滩涂泵房段 5.5km 范围用海情况、周边既有建构筑物情况，取水管道采用 2 根 DN3000 钢筋混凝土管顶管，排水采用 2 根 DN2800 钢筋混凝土管顶管；其余靠近厂区段 13.7km 的管道，取水管道拟采用 2 根 DN3200 钢筋混凝土管顶管，排水管道拟采用 2 根 DN3000 钢筋混凝土管顶管。

3）泵房（转换井）—取排水口段取排水工程

将滩涂泵房布置在海堤公路外侧岸滩鱼塘处，取水采用暗管取水方式，滩涂泵房至取水头部的管线布置在港区达标尾水深海排放管东侧。取水头部至滩涂泵房段单根管线长约 7.6km，取水隧洞内径暂定 3.4m，采用两根隧洞取水，推荐采用盾构隧洞施工方式。

排水转换井设于滩涂泵房内，转换井至海域排水口采用 1 根盾构排水管，单根长约 6.4km，排水隧洞内径暂定 3.4m，推荐采用盾构隧洞方案。排水采用海下多点式排水，盾构隧洞的终端设置 3 个排水立管，排水头部拟采用顶升管式排水形式。

4.4 输电系统

本工程的厂外电力系统包括 500kV 电源系统及 220kV 电源系统。500kV 电源系统主要由华龙机组发电机引出线、500kV 升压变压器、高压厂用变压器、500kV 升压变压器进线、500kV 开关站及 500kV 输电线路组成；220kV 电源系统主要由高温气冷堆机组发电机引出线、220kV 升压变压器、高压厂用变压器、220kV 升压变压器进线、220kV 开关站、220kV 输电线路组成。500kV 电源系统和 220kV 电源系统共同组成了本项目的厂外优先电源。

根据江苏徐圩核能供热发电厂输电规划报告，本项目华龙机组采用 500kV 电压等级接入系统，厂内配套建设 500kV 开关站 1 座，出线 6 回；其中一期工程建设 4 回 500kV 送出线路至盐都变和徐圩变。高温气冷堆机组采用 220kV 电压等级接入系统，厂内配套建设 220kV 开关站 1 座，出线 6 回；其中一期工程建设 2 回 220kV 送出线路至徐圩变。

本项目华龙机组辅助电源由厂内 220kV 开关站提供。

4.4.1 电气主接线

本项目共建设两套供热工程，供热工程按“2 台华龙一号机组+1 台高温气冷堆机组”

建设为一套，首套工程 2 台华龙机组以发电机—变压器组单元接线方式升压至 500kV 接入系统，1 台高温气冷堆机组以发电机—变压器组单元接线方式升压至 220kV 接入系统，发电机与主变压器之间装设发电机出口断路器。

设置一座 500kV 开关站，采用 3/2 接线方式，建设 2 回华龙一号机组主电源进线，4 回架空出线，1 回高温气冷堆辅助电源进线，形成 3 个完整串和 1 个不完整串。全厂最终建成 4 回华龙一号机组进线，6 回架空出线，2 回高温气冷堆辅助电源进线，形成 6 个完整串。

设置 1 座 220kV 开关站，采用双母线双分段接线形式，采用屋内型 GIS 设备，220kV 开关站用作高温气冷堆电能送出，并兼做华龙一号机组辅助电源，同时兼做施工电源。本期工程建设 2 回 220kV 架空线出线，1 回机组进线，4 回变压器进线（含两回施工变压器进线）。最终建成 4-6 回 220kV 架空线出线，2 回机组进线，6 回变压器进线。

在机组起停期间，开关站可以通过主变和高压厂用变压器对厂用负荷供电。最终接入电压等级、主接线方案以接入系统、辅助电源接入系统审查意见为准。

4.4.2 输电线路

根据江苏徐圩核能供热发电厂输电规划报告，本期工程华龙机组采用 500kV 电压等级接入系统，通过 4 条 500kV 输电线路（ $4\times 630\text{mm}^2$ ）双开断环入徐圩~沂阳双线接入江苏电网。本期工程高温气冷堆机组采用 220kV 电压等级接入系统，通过 2 条 220kV 输电线路（ $2\times 630\text{mm}^2$ ）至徐圩站接入江苏电网。

通过电力电量平衡分析，本项目机组投运后部分电力在连云港电网消纳，其余电力送至江苏内部的负荷中心消纳。

通过潮流计算、稳定计算结果来看，接入系统的设计方案潮流分布合理。无 N-1 过载问题；短路电流水平合理，均在开关设备能力范围内；无三永 N-1 及异名相 N-2 暂态稳定问题。

4.4.3 开关站

1) 500kV 开关站

本期工程新建 1 座 500kV 开关站，500kV 开关站采用 4 回架空线路与江苏电网连接，2 回进线与华龙 1、2 号机组主变压器连接，1 回出线与高温气冷堆高压辅助变压器连接；预留下期 2 回出线、2 回主变进线及 1 回高温气冷堆高压辅助变压器出线。500kV 配电装

置采用户内GIS方案。

为满足系统稳定性和可靠性的要求，并考虑运行的灵活性，500kV开关站采用一个半断路器接线。为提高电气设备供电的可靠性、安全性，500kV开关站设备选用SF₆气体绝缘封闭电器（GIS），采用户内布置型式。主要技术参数如下：

系统标称电压	500kV
额定电压	550 kV
母线额定电流	5000A
短时耐受电流（有效值）	63kA、2s
工频耐受电压（有效值）	740 kV
冲击耐受电压（峰值）	1675 kV

2) 220kV 开关站

本期工程新建1座220kV开关站，220kV开关站采用2回架空线路与当地电网连接，2回华龙1、2号机组220kV辅助变压器进线、1回高温气冷堆机组220kV主变压器进线及2回220kV施工变压器进线；预留下期4回架空出线、2回辅助变压器进线及1回高温气冷堆机组220kV主变压器进线。220kV配电装置采用户内GIS方案。

为满足系统稳定性和可靠性的要求，并考虑运行的灵活性，220kV开关站采用双母线接线。为提高电气设备供电的可靠性、安全性，220kV开关站设备选用SF₆气体绝缘封闭电器（GIS），采用户内布置型式。主要技术参数如下：

系统标称电压	220kV
额定电压	252 kV
母线额定电流	2000A
短时耐受电流（有效值）	50kA、3s
工频耐受电压（有效值）	395 kV
冲击耐受电压（峰值）	950 kV

4.5 供热系统

本期工程建设2台华龙一号压水堆机组、1台HTR-PM600S高温气冷堆机组及一座供热厂房，构成1套供热系统。本期工程对外总供汽能力约4082t/h。

4.5.1 供汽量及供汽参数

本期工程供热厂房最大外供工业蒸汽量为4082t/h，平均外供工业蒸汽量为3608t/h，最小外供工业蒸汽量为2744t/h。

供热厂房至厂区边界处的厂区内蒸汽管网，每种参数工业蒸汽的管道压损数值暂按0.2MPa，温降数值暂按2°C。

4.5.2 系统概述

本期工程，在2台华龙一号汽轮发电机组和1台高温气冷堆发电机组之外，同步建设一座供热厂房。引2台华龙一号核岛生产的一部分主蒸汽及1台高温气冷堆核岛生产的一部分主蒸汽进入供热厂房，作为工业蒸汽制备的加热热源。

在供热系统内，主蒸汽循环于供热系统的二回路侧，工业蒸汽循环于供热系统的三回路侧，二回路与三回路之间物理隔离，通过各级热交换器进行表面传热。确保二回路工质不出厂，同时各台核岛机组之间的二回路工质也不混合。

高温气冷堆核岛生产的主蒸汽在主蒸汽母管上分成两个支路：其中一个支路供应主蒸汽进入高温气冷堆对应汽轮机做功发电；另一支路供应主蒸汽至供热厂房用于三种参数工业蒸汽的过热的和一部分中压工业蒸汽的蒸发。供至供热厂房的主蒸汽在供热厂房内全部凝结成水，送回至常规岛内凝结水泵出口凝结水管道，而后通过高温气冷堆常规岛内的高压给水管道送至高温气冷堆核岛蒸发器，送回高温气冷堆核岛蒸发器的给水满足205°C温度控制要求。至此，完成高温气冷堆主蒸汽在供热系统二回路侧的循环。

每台华龙一号核岛生产的主蒸汽在主蒸汽母管上分成两个支路：其中一个支路供应主蒸汽进入华龙一号对应汽轮机做功发电；另一支路供应主蒸汽至供热厂房用于三种参数工业蒸汽的蒸发。供至供热厂房的主蒸汽在供热厂房内全部凝结成水，送回至常规岛内凝结水管道，而后通过华龙一号常规岛内的高压给水管道送至华龙一号核岛蒸发器，送回华龙一号蒸发器的给水满足226°C温度控制要求。至此，完成华龙一号主蒸汽在供热系统二回路侧的循环。

全厂按照“以热定电”的方式运行，供热厂房耗用以外的富余热量进入各自对应汽轮发电机组做功发电。

4.5.3 中压蒸汽供应系统

中压蒸汽指的是参数为4.9MPa.a，460°C（厂区围墙外1m处）的工业蒸汽。中压蒸汽系统的额定制备能力1770t/h。

中压蒸汽制备系统界线如下：三回路侧按介质流向由中压给水泵入口至中压二级过热器工业蒸汽出口；高温气冷堆二回路侧按介质流向由中压二级过热器高温气冷堆主蒸汽入口至中压高温二级预热器放热侧凝结水出口；华龙一号二回路侧按介质流向由供热用中压华龙蒸发器华龙主蒸汽入口至中压二级预热器放热侧凝结水出口。

该系统先利用华龙一号主蒸汽将公用系统加热后的除盐水制备成饱和蒸汽，再利用高温气冷堆主蒸汽将饱和蒸汽过热，经过两级过热器后加热到外供蒸汽参数。华龙一号主蒸汽经过蒸发器后凝结为饱和水，先后经过华龙二级预热器和公用一级预热器后回到华龙常规岛。高温气冷堆主蒸汽经过中压一级过热器及供热用高温蒸发器后凝结为过冷水，最后经过除盐水预热器后降温到约50℃，返回高温气冷堆常规岛凝结水泵出口管道。

中压蒸汽制备系统由4列设备组成，按照4×33.3%配置，可四列设备同时运行，也可三列运行一列检修。每列设备额定制备工业蒸汽能力为590t/h。设备配置如下：4×33.3%组合式二级过热器；4×33.3%卧式管壳式一级过热器（热侧走壳程）；4×250t/h供热用高温四流程釜式蒸发器；4×400t/h供热用华龙两流程釜式蒸发器；4×400t/h供热用华龙蒸发器疏水罐；4×250t/h管壳式中压高温二级预热器；4×400t/h管壳式中压二级预热器。

4.5.4 次中压蒸汽供应系统

次中压蒸汽指的是参数为3.8MPa.a，340℃（厂区围墙外1m处）的工业蒸汽。次中压蒸汽系统的额定制备能力779.5t/h。

次中压蒸汽制备系统界线如下：三回路侧按介质流向由次中压给水泵入口至次中压二级过热器工业蒸汽出口；高温气冷堆二回路侧按介质流向由次中压二级过热器高温气冷堆主蒸汽入口至次中压一级过热器放热侧凝结水出口；华龙一号二回路侧按介质流向由供热用次中压华龙蒸发器华龙主蒸汽入口至次中压华龙二级预热器放热侧凝结水出口。

该系统先利用华龙一号主蒸汽将公用系统加热后的除盐水制备成饱和蒸汽，再利用高温气冷堆主蒸汽将饱和蒸汽过热，经过两级过热器后加热到外供蒸汽参数。华龙一号主蒸汽经过蒸发器后凝结为过冷水，先后经过二级预热器和一级预热器后回到华龙常规岛。高温气冷堆主蒸汽经过两级过热器后凝结为过冷水，最后经过除盐水预热器后降温到约50℃，返回高温气冷堆常规岛凝结水泵出口管道。

次中压蒸汽制备系统由3列设备组成，按照3×50%配置，三列同时运行或两列运行一列检修。每列设备额定制备工业蒸汽能力为390t/h。设备配置如下：3×50%发卡式二级过

热器；3×50%卧式管壳式一级过热器（热侧走壳程）；3×50%供热用华龙次中压四流程釜式蒸发器；3×50%管壳式次中压二级预热器。

4.5.5 低压蒸汽供应系统

低压蒸汽指的是参数为2.8MPa.a，340℃（厂区围墙外1m处）的工业蒸汽。低压蒸汽系统的额定制备能力1532.5t/h。

低压蒸汽制备系统界线如下：三回路侧按介质流向由低压给水泵入口至低压二级过热器工业蒸汽出口；高温气冷堆二回路侧按介质流向由低压二级过热器高温气冷堆主蒸汽入口至低压一级过热器放热侧凝结水出口；华龙一号二回路侧按介质流向由供热用低压华龙蒸发器华龙主蒸汽入口至低压华龙二级预热器放热侧凝结水出口。

该系统先利用华龙一号主蒸汽将公用系统加热后的除盐水制备成饱和蒸汽，再利用高温气冷堆主蒸汽将饱和蒸汽过热，经过两级过热器后加热到外供蒸汽参数。华龙一号主蒸汽经过蒸发器后凝结为过冷水，先后经过二级预热器和一级预热器后回到华龙常规岛。高温气冷堆主蒸汽经过两级过热器后凝结为过冷水，最后经过除盐水预热器后降温到约50℃，返回高温气冷堆常规岛凝结水泵出口管道。

低压蒸汽制备系统由4列设备组成，按照4×33.3%配置，四列同时运行或三列运行一列检修。每列设备额定制备工业蒸汽能力为510.9t/h。设备配置如下：4×33.3%发卡式二级过热器；4×33.3%卧式管壳式一级过热器（热侧走壳程）；4×33.3%供热用华龙低压四流程釜式蒸发器；4×33.3%管壳式低压二级预热器。

4.5.6 公用系统

公用系统同步为前述三种工业蒸汽制备系统提供经过预加热及除氧后的高温除盐水。

公用系统界线如下：按介质流向由厂区与供热厂房的除盐水管道的分界至三回路除氧器的给水出口。

该系统接收厂区除盐水管道的除盐水；除盐水首先经过公用除盐水预热器加热，除盐水预热器的放热侧工质为前述三种工业蒸汽供应系统产生的高温气冷堆主蒸汽凝结水；而后经过公用一级预热器对除盐水进行进一步加热，一级预热器的放热侧工质为前述三种工业蒸汽供应系统产生的华龙一号主蒸汽凝结水；最后进入三回路除氧器进行热力除氧，加热汽源取自除氧用蒸发器制备的加热蒸汽，除氧器的运行压力为0.6MPa.a。除氧后经过三种供热给水泵升压后进入二级预热器继续加热（即进入前述三种工业蒸汽供应系

统）。

公用系统总体出力按照4123t/h选择。除盐水预热器按照4×33.3%容量配置，一级预热器按照4×50%容量配置，四列同时运行或三列运行一列检修。三回路除氧器按照2×100%容量配置，两列同时运行或一列运行一列检修。系统设置3×50%中压给水泵、3×50%次中压给水泵和3×50%低压给水泵。

4.6 专设安全设施

4.6.1 概述

高温气冷堆专设安全设施主要包括一回路隔离、二回路隔离、蒸汽发生器事故排放系统、主控室可居留性系统。

4.6.2 一回路隔离

本工程针对每个NSSS模块设置组成系统的、但相互独立的一回路隔离系统。与一回路系统相关联的隔离系统包括燃料装卸系统、吸收球系统、一回路压力泄放系统、热工过程测量系统中与一回路压力容器相连的管道和隔离阀，它们与一回路压力容器一起构成了一回路压力边界。

4.6.3 二回路隔离

二回路隔离包括主给水系统和主蒸汽系统的隔离。在发生事故工况而触发紧急停堆时，保护系统除触发控制棒紧急下落、一回路主氦风机停机并关闭风机挡板等的同时，进行二回路隔离，即关闭主给水隔离阀、主蒸汽隔离阀。二回路隔离的目的是：（1）发生蒸汽发生器破管事故时尽可能减少进入一回路的汽、水量；（2）在停堆时，蒸汽发生器已无一回路氦气加热，防止二回路冷水对仍处在高温的蒸汽发生器产生冷冲击；（3）为蒸汽发生器事故排放创造条件。

4.6.4 蒸汽发生器事故排放系统

蒸汽发生器事故排放系统是一个与反应堆安全有关的系统。其主要功能是在发生蒸汽发生器断管事故，主给水与主蒸汽隔离阀隔离后，将蒸汽发生器内、主蒸汽隔离阀上游的主蒸汽管道内以及主给水隔离阀下游主给水管道内的储水/蒸汽排到专用的排放容器，即排放罐中，减少进入反应堆内的汽水量，避免蒸汽进入堆芯造成反应性事故和对堆芯的损坏。

4.6.5 主控制室非能动可居留性系统

主控制室非能动可居留性系统通过执行以下安全功能为主控制室提供应急可居留性：

（1）通风

为主控制室人员提供呼吸用气。

（2）加压

维持主控制室相对于周围空气处于相对正压，以防止放射性污染空气侵入。

（3）冷却

利用围护结构的热容，为在设计基准事故后必须运行的设备和设施提供非能动冷却。

（4）屏蔽

利用围护结构对室外放射性空气造成的辐射进行屏蔽，主控制室可居留区内人员所受辐射剂量尽可能低。

4.7 放射性废物管理系统和源项

4.7.1 放射性源项

本节堆芯的放射性总活度为一座 250MWt 高温气冷堆的数据，运行工况源项的分析为 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组（6 个 NSSS 模块），本节所提供的放射性废物产量及排放量为 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组的数据。

4.7.1.1 堆芯放射性总活度

本工程堆芯采用石墨基体球形燃料元件（也称燃料球），每个燃料元件直径约 6cm，反应堆运行时 1 个反应堆堆芯共有约 420000 个燃料元件。燃料元件中包含 UO_2 包覆燃料颗粒，新燃料中的 ^{235}U 富集度为 8.5%。反应堆采用不停堆连续换料方式，球形燃料元件多次通过堆芯，每天都有一定数量的燃料元件经卸料系统卸出，经过燃耗测量后，将已达到目标燃耗的燃料元件作为乏燃料送到乏燃料贮存罐中，其余的连同新补充的新燃料元件一起再投入堆芯，堆芯中燃料元件数维持不变（平衡堆芯）。

本工程堆芯成为平衡堆芯后，各部分功率和中子注量率得到了很好的展平。为了简便起见，只计算平衡堆芯中放射性总活度。这是因为初装堆及过渡过程中，堆芯中装载了很多低富集度的燃料元件，其卸料燃耗比平衡堆芯目标燃耗低得多，因而其堆芯总活度也相应较低，造成的辐射源项及排放源项均较低。

平衡堆芯中放射性总量约为 $4.88 \times 10^{19}\text{Bq}$ ，其中裂变产物总量为 $3.81 \times 10^{19}\text{Bq}$ ，重同位素为 $1.08 \times 10^{19}\text{Bq}$ 。

4.7.1.2 一回路裂变产物源项

反应堆正常运行时，堆芯燃料元件中产生的放射性核素是一回路中放射性的主要来源。裂变产物从燃料元件的释放包括如下几种来源：（1）从完整包覆颗粒的释放；（2）从破损包覆颗粒的释放；（3）从石墨基体中沾污的重金属（主要是铀污染）裂变导致的释放。其中，破损包覆颗粒只是指包覆层（尤其是 SiC 层）有缺陷，但燃料核芯对裂变产物仍有相当强的滞留作用。

裂变产物从包覆颗粒释放到燃料元件基体石墨中的过程基本上是扩散过程（也包括小部分反冲释放），再从基体石墨中扩散到燃料元件外；基体石墨由石墨晶粒和石墨孔隙组成，铀污染裂变导致的裂变产物释放也是从石墨晶粒扩散到石墨孔隙，然后从石墨孔隙散到燃料元件外。

4.7.1.3 一回路活化产物源项

（一） ^3H

一回路氦气中的活化产物分为两种情况，一种是氦气自身成分的活化（主要是 $^3\text{He}(n,p)^3\text{H}$ 反应）以及氦中杂质元素的活化（主要是 $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ ， $^{17}\text{O}(n,\alpha)^{14}\text{C}$ 等）；另一种是燃料元件石墨基体材料及其杂质的活化，并由于磨蚀或腐蚀而进入一回路氦气中（或先磨蚀、腐蚀进入一回路然后在堆芯活性区活化），此部分重要的活化反应为 $^{13}\text{C}(n,\gamma)^{14}\text{C}$ 、 $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{H}$ 、 $^{59}\text{Co}(n,\gamma)^{60}\text{Co}$ 等。

一回路冷却剂中 ^3H 的活度为 $1.4\times 10^{11}\text{Bq}$ 。

（二）C-14

一回路氦冷却剂中 C-14 的活度浓度为 $5.2\times 10^2\text{Bq/L}$ ，总活度为 $2.1\times 10^8\text{Bq}$ 。

（三）其它活化产物

燃料元件基体石墨中，除了 Li 杂质和 N 杂质外，还有一些其他杂质，如 K、Na、Fe、Co 等，这些杂质的活化也会产生一些比较重要的活化产物，如 ^{41}Ar 和 ^{60}Co 。

4.7.1.4 一回路内表面放射性沉积源项

一回路氦气中的放射性核素，除气态核素（惰性气体、氚等）外，其余核素在随氦气在一回路系统的循环过程中大部分沉积在一回路系统的内表面上，特别是在蒸汽发生器较冷的表面上。一回路内表面沉积的放射性活度：碘为 $9.9\times 10^{11}\text{Bq}$ ，粒子（ $T_{1/2}\geq 8\text{d}$ ）为 $1.3\times 10^{13}\text{Bq}$ 。

4.7.1.5 二回路源项

反应堆正常运行时一回路工作压力为 7MPa，蒸汽发生器的出口蒸汽压力为 14.3MPa，即一回路压力远低于二回路压力，因而正常运行工况下一回路中的放射性物质难以渗漏到二回路，因而二回路中放射性浓度非常低。二回路中放射性主要来自一回路系统中的氚向二回路的渗透，这是由于氚能在高温下穿透金属（渗透），它甚至能穿过完好的蒸汽发生器传热管壁进入二回路。由氚穿透途径造成二回路水中氚的平衡浓度约为 $1.46 \times 10^5 \text{Bq/kg} \sim 1.46 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ 。

4.7.1.6 三回路源项

根据目前供热回路的设计，参考压水堆的经验，保守假设正常运行时二/三回路每台换热器的泄漏率为 1kg/h，三回路的流量为 4082t/h，可计算出三回路的氚活度浓度最大值约为 $1.10 \text{Bq/kg} \sim 11.0 \text{Bq/kg}$ （对应于高温气冷堆二回路活度浓度 $1.46 \times 10^5 \text{Bq/kg} \sim 1.46 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ ）。

4.7.1.7 其他相关源项

（一）氦净化系统再生排放废水中的放射性活度

氦净化系统再生时产生的废液中的放射性核素主要是氚，它来自分子筛再生时得到的氚（HTO），由再生气体冷凝成氚水。低温吸附器再生中以 CH_3T 形式存在的氚，通过甲烷的催化燃烧转换为 HTO，冷凝成氚水。这些氚水将被收集到贮水罐中暂存。

根据 HTR-10 运行经验，一回路中所含的 H_2 和 H_2O 等气体杂质是极少的，因此，分子筛再生后得到的冷凝水量也是很少的。按本工程一回路氦气中气体杂质成分的设计值估算，本工程氦净化系统再生排放废水仅约 $0.3 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中主要含氚，活度水平 $< 1.2 \times 10^{12} \text{Bq/L}$ 。这些含氚废水将分别收集在 4 个专门的收集贮存罐（每个容积为 4.6m^3 ）中，在整个反应堆寿期内不排放。

（二）设备冷却水系统中的放射性活度

闭式循环的设备冷却水系统主要用于下列冷却负载或与之相连：

反应堆舱室冷却水系统；

反应堆压力容器支承冷却水系统；

屏蔽混凝土冷却水系统；

设备冷却水系统。

前面三类冷却水系统中的放射性来源为系统中的水及其杂质在由反应堆压力容器逃逸出来的中子作用下产生的感生放射性，水中杂质则主要是冷却器材料表面的腐蚀产物。

由于反应堆舱室冷却水系统所处位置中子注量率最高，其中的水又是密闭循环，故水中的放射性浓度比其它冷却器中要大。因而只需考虑舱室冷却水系统中的放射性浓度。

系统中的水设计为停堆检修时更换，预计舱室冷却水系统中的放射性活度浓度小于 370Bq/L。

设备冷却水系统与一回路系统相邻，换热管的小缝隙可能造成一回路可沉积放射性物质（气溶胶）污染设冷水，预计其中的放射性活度浓度小于 370Bq/L，核素及所占比例为一回路沉积核素及其比例。

4.7.2 放射性废液管理系统及排放源项

放射性废液管理系统用于控制、分类、收集、暂存、输送本工程 3 号机组高温气冷堆核岛厂房产生的放射性废液，主要由核岛液体放射性废物收集和贮存系统（KPK）组成。

高温气冷堆机组产生的液体放射性废物通过 KPK 系统输送到 1、2 号机组，由废液处理系统（ZLT）和核岛液态流出物排放系统（ZLD）进行处理、监测和排放。

本工程运行及检修期间产生的放射性废液主要包括 A 类、B 类、C 类、D 类、E 类、F 类共六类。

A 类废水为实验室排放的化学废水，C 类废水为集水坑和泄漏的废水、来自去污间的废水和设备去污及地面冲洗废水。A 类废水和 C 类废水都将输送到华龙一号核岛废液处理系统（ZLT）进行处理，处理达标后排放。

B 类废水为系统工艺排水，包括舱室冷却系统、屏蔽冷却系统、设备冷却水系统。该类废水化学成分简单，活度水平较低，也将输送到华龙一号核岛废液处理系统（ZLT）。

D 类废水为洗衣房废水和淋浴及卫生间排水，其放射性浓度一般很低，将监测后达到排放标准的排水排往华龙一号核岛液态流出物排放系统（ZLD），不满足排放要求的排水则输送到华龙一号废液处理系统（ZLT）。

E 类废水主要是含氚废水，将排放到核辅助厂房中专用的贮存罐中贮存，反应堆寿期内不排放到环境，待本工程退役时再作处理。

F 类废水主要含氚，其中的氚是在反应堆运行期间从一回路通过蒸汽发生器传热管壁渗透进入二回路的。

4.7.3 放射性废气管理系统及排放源项

高温气冷堆的放射性废气管理系统主要包括：氦辅助排气子系统、一回路抽真空系统、氦辅助废气子系统、氦辅助抽真空子系统、控制区房间排风过滤系统、负压通风系统。

高温气冷堆正常运行工况下向环境释放的气态放射性物质主要来源有：

- 安全壳中空气的活化；
- 一回路冷却剂系统的泄漏；
- 氦净化系统再生时的污染氦气释放；
- 对受放射性污染设备进行保养和检修时的排放；
- 预计运行事件的排放；
- 二回路抽真空排气。

本工程高温气冷堆惰性气体（包括 Ar-41）的年排放量为 $2.73\text{E}+04\text{GBq/a}$ ，碘的年排放量为 $2.40\text{E}-01\text{GBq/a}$ ，气态粒子的年排放量为 $1.75\text{E}-03\text{GBq/a}$ ，气态氚的年排放量为 $7.09\text{E}+03\text{GBq/a}$ ，气态 C-14 的年排放量为 $5.65\text{E}+02\text{GBq/a}$ 。

4.7.4 放射性固体废物管理

放射性固体废物管理主要包括固体废物处理系统、废物最小化以及废物最终处置三部分内容。

4.7.4.1 固体废物处理系统

高温气冷堆产生的废物（除特种废物外）分类收集后送往华龙一号机组固体废物处理系统处理。高温气冷堆产生的特种固体废物在高温气冷堆核岛内暂存，待有需要时通过运输车运送至华龙一号废物处理中心（QS）的高温气冷堆特种废物预留房间。

4.7.4.1.1 系统描述

（1）固体废物处理系统组成

固体废物处理系统由高温气冷堆核岛内部分和共用华龙一号机组的部分组成。高温气冷堆产生的普通废物共用华龙的处理设施进行处理，根据不同类型废物的性质分别对其进行处理。

（2）固体废物处理工艺描述

高温气冷堆废液经华龙一号 ZLT 系统处理产生的浓缩液收集在华龙一号 QF 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，经封盖和剂量检测后通

过屏蔽运输车转运至 QT 装入混凝土高完整性容器（HIC）暂存。

高温气冷堆核岛厂房产生的废过滤器芯用屏蔽运输车转运至 QS 处理，在 QS 将装有废过滤器芯的 200L 钢桶开盖并进行水泥固定，经封盖和剂量检测后送至 QT 暂存。

高温气冷堆通风系统的废过滤器芯一般仅受轻微放射性污染，送到 QT 进行贮存衰变，等待清洁解控或拆解处理。

高温气冷堆产生的废弃零部件、其他废物均用专用运输车运送到 QS，在分拣箱分拣成可压实干废物、需要烘干的潮湿干废物和不可压实废物进行处理：杂项干废物→分拣→烘干（必要时）→剪切（必要时）→初级压实→超级压实→水泥固定→200L 钢桶封盖→送 QT 暂存。

高温气冷堆的特种废物在废物处理中心预留有处理区。高温气冷堆石墨粉尘的处理工艺尚未有国际实践，目前正在开展石墨粉尘的处理工艺研究，采用以压缩空气为载带将石墨粉尘抽吸至 200L 钢桶后，后续进一步将石墨粉尘桶装入 HIC 处理或进行水泥固化处理，以满足高温气冷堆产生的特种固体废物的处理与处置需求。

（3）固体废物处理系统的废物产生量

高温气冷堆产生的固体放射性废物主要包括废排风过滤器芯、废弃零部件、废水过滤器芯、石墨粉尘以及其它废物等。同时，还包含华龙机组 ZLT 系统为处理高温气冷堆废液所产生的废过滤器芯、浓缩液、废膜组件。

本工程单台高温气冷堆机组每年大约产生 90m³ 的放射性固体废物（不计石墨粉尘等特种废物）。

4.7.4.1.2 系统运行

（1）浓缩液的处理

ZLT 产生的浓缩液收集于华龙一号机组 QF 厂房的浓缩液贮槽内，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，经封盖和剂量检测后通过屏蔽运输车转运至 QT 装入 HIC 暂存。

（2）废过滤器芯的处理

高温气冷堆废过滤器芯在废水过滤器间通过滤芯更换抓具从过滤器内取出后装入 200L 桶内，钢桶内设有定位架，用于装桶时使废过滤器芯定位，并保证均匀的生物防护，再通过屏蔽运输车和辊道送到水泥固定装置进行水泥固定。处理后产生的钢桶废物包送到

QT 暂存。ZLT 系统产生的废过滤器芯是用一个过滤器芯更换转运容器（衬铅容器）来拆卸的，拆卸后通过下降通道装入事先放置在运输设备上的 200L 钢桶中，钢桶内设有定位架，用于装桶时使废过滤器芯定位，并保证均匀的生物防护，再通过屏蔽运输车和辊道送到水泥固定装置进行水泥固定。处理后产生的钢桶废物包送到 QT 暂存。

（3）废弃零部件、其他废物、废膜组件的处理

杂项干废物根据放射性水平的不同收集在不同颜色的塑料袋内，送到 QS 进行分拣、烘干（必要时）、剪切（必要时）、初级压实、超级压实和水泥固定处理，处理后产生的废物包送到 QT 暂存。

（4）废物包暂存

QT 设有检测装置用于检测入库废物包表面剂量率、核素组成、重量和表面污染。然后，根据废物包的表面剂量率及包装类型，通过数控起重机将废物包吊运到指定的区域码放贮存。

4.7.4.2 废物最小化

4.7.4.2.1 废物最小化原则

本工程高温气冷堆设计、建造、运行和退役过程中，通过源头控制、再循环与再利用、清洁解控、优化废物处理和强化管理等措施，使最终放射性固体废物产生量（体积和活度）可合理达到尽量低。

本工程的放射性废物最小化以确保安全为前提，以废物处置为核心，通过技术和管理措施实现放射性废物最小化，遵循源头控制优先、全过程管理、全员责任和持续优化的原则。

4.7.4.2.2 设计阶段废物最小化措施

本工程高温气冷堆以氦气作为冷却剂，使得放射性废物特别是放射性废液和固废的产生量小。尽管如此，在设计中仍然考虑了废物最小化的措施。本工程在废物最小化方面主要通过源头控制、防止污染扩散、合理分类收集等来实现。

4.7.4.3 废物最终处置

放射性固体废物的运输起点为本工程的固体废物暂存库，运输终点为放射性固体废物处置场。放射性废物运输必须遵守国标 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》和 GB12711-2018《低、中水平放射性固体废物包安全标准》。

放射性固体废物的运输拟采用公路运输，公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的。废物包外运前将论证和明确具体运输路线，放射性废物的处置将遵守国家的放射性废物处置政策。

4.7.5 乏燃料贮存系统

乏燃料贮存系统的功能主要包括：乏燃料贮存、堆芯排空燃料贮存、乏燃料转运等。除此之外，还有对乏燃料暂存库和装料罐进行冷却等功能。乏燃料元件贮存在不锈钢材质的乏燃料贮罐中，采用地车、屏蔽罩和乏燃料装料装置对贮罐进行转移、吊装和装料。装满乏燃料的贮罐贮存在乏燃料暂存库的竖井内，每个竖井可放置 5 个贮罐，每个机组的乏燃料暂存库内设有 58 个竖井，可贮存 290 个贮罐，每个罐贮存 4 万个元件。

4.8 非放射性废物处理系统

4.8.1 化学污染物

为满足本工程 3 号机组的运行要求，需对有关系统的用水作某些化学处理。化学处理的主要方法是在系统中加入一定量的杀生剂、混凝剂、助凝剂、阻垢剂、还原剂、树脂再生用酸碱药剂、调节 pH 值用酸碱药剂、除氧药剂等，以保证相关工艺系统的正常运行。这些化学物质的最终产物也将随着排水排入到环境中去。

4.8.1.1 化学处理系统设计

本工程 3 号机组释放到环境中的化学物质主要产生于海水淡化系统、淡水处理系统、供热用除盐水生产系统、机组用除盐水生产系统、循环水处理系统、循环水补水预处理系统、凝结水精处理系统、废液处理系统等。

（1）海水淡化系统

海水淡化系统的原水取自海水，经“混合反应沉淀池+V 型滤池+细砂过滤器+两级反渗透”处理后，为供热用除盐水生产系统提供原水。本期工程海水淡化系统的海水类排水排放量为 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ ，其中浓盐水最大排放量约为 $1.73\text{m}^3/\text{s}$ 。

海水淡化系统加入的化学物质主要为三氯化铁、聚丙烯酰胺、盐酸、氢氧化钠、阻垢剂和 Na_2SO_3 。海水淡化系统的酸碱废水经中和处理达标（pH 调节至 6~9）后排放。

经过一级海水反渗透装置处理的一级淡水再经二级反渗透处理后供向供热用除盐水生产系统。

（2）淡水处理系统

淡水处理系统的原水取自古泊善后河，淡水处理系统采用“预臭氧氧化-混凝-沉淀-石英砂过滤-后臭氧氧化-活性炭吸附-消毒”的深度处理工艺。淡水处理系统加入的化学物质主要为聚合氯化铝、聚丙烯酰胺、次氯酸钠、臭氧，淡水处理系统处理出水达标后供全厂机组运行所需的淡水用水。

（3）除盐水生产系统

机组用除盐水生产系统为高温气冷堆机组提供符合水质水量要求的除盐水。

机组用除盐水生产系统原水来自淡水厂，经过超滤、反渗透、阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器处理后进入除盐水箱。其中超滤反洗水直接排至非放生产废水处理站进一步处理，超滤/反渗透装置化学清洗废水、树脂再生后的酸碱废水收集于废水中和池，废水经过中和处理且 pH 值达到 6~9 后排至非放生产废水处理站进一步处理。

此外在除盐水的制取过程中还需加入其它一些化学物质，如聚合氯化铝，用于去除原水中的悬浮物；还原剂 Na_2SO_3 ，它用于除去进入反渗透系统中的余氯；阻垢剂，用于防止反渗透膜浓水侧结垢；氨水，用于调节混合离子交换器产水 pH。

供热用除盐水生产系统原水来自海水淡化系统产水，再经过阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器处理后进入除盐水箱。树脂再生后的酸碱废液收集于废水中和池，废液经过中和处理后，pH 值达到 6~9 后排放，排放水质指标符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准。

（4）循环水处理系统

为保证二次循环冷却系统的正常运行，本工程循环水处理系统采用电解海水或电解食盐水电制氯的方法获得杀生剂——次氯酸钠溶液，并将其投加至循环冷却水回路中。同时在循环冷却系统中投加阻垢缓蚀剂、非氧化性杀生剂等药剂，以防止或减少系统管道、设备等发生腐蚀、垢类析出沉积，防止水质恶化。

在高温气冷堆机组的每座自然通风冷却塔附近的循环水泵房进水渠道投加次氯酸钠（电解海水），浓度为 8mg/L，每天加药 2 次，每次加药 1h。非氧化性杀生剂加药浓度为 30 mg/L，一个月投加一次。阻垢缓蚀剂按 3~5mg/L 投加，连续投加。

循环水系统投加的次氯酸钠、阻垢缓蚀剂、非氧化性杀生剂等药剂加药方式为暂定方案，后续将根据外委专题试验成果及运行调试情况确定。

高温气冷堆机组厂用水系统的主要功能是向设备冷却水系统换热器、屏蔽冷却水系统

换热器、核岛冷冻水系统热交换器、核辅助厂房空调系统单元空调机提供冷却水，并将热量通过冷却塔传输到最终热阱大气。

本系统采用开式循环冷却方式，添加杀生剂和系统阻垢缓蚀剂。系统微生物控制以氧化性杀生剂为主，非氧化性杀生剂为辅。其中，氧化性杀生剂采用电解食盐水制氯站制备的成品次氯酸钠溶液，浓度为 0.8%，连续加药，控制水中余氯为 0.5mg/L，次氯酸钠直接投加至集水池中，抑制微生物的生长，防止冷却塔填料的堵塞。有效氯添加量全年约 0.18 t。

系统阻垢缓蚀剂用于控制系统中设备、管路、阀门等碳钢构件的碳钢腐蚀。阻垢缓蚀剂配方及投加量需经动态模拟实验确定。

（5）循环水补水预处理系统

循环水补水预处理系统的原水取自海州湾，采用混凝沉淀的处理工艺。该系统加入的化学物质主要为三氯化铁、聚丙烯酰胺，系统出水达标后作为本工程运行所需的循环水系统补水。

（6）废液处理系统

废液处理系统在对废液进行处理时会进行取样，必要时注入酸碱以调节其 pH，以确保处理后的液态流出物达标（pH 调节至 6~9）后排放。

（7）凝结水精处理系统

凝结水精处理系统用以去除二回路中的溶解和悬浮杂质，确保达到蒸汽发生器给水水质标准。系统流程为：凝结水→前置阳床→树脂捕捉器→高速混床→树脂捕捉器→凝结水升压泵→主凝结水系统。凝结水精处理系统全流量处理，年运行小时数按照 8760 h 考虑。精处理再生处理过程中投加 HCl 和 NaOH，用于阳树脂和阴树脂的再生，其中再生产生的废水排入废水中和池内，系统设有加酸、加碱装置，再生废水中的主要物质是 NaCl。

（8）化学加药系统

化学加药系统包括常规岛二回路加药系统及供热系统化学加药系统。常规岛二回路系统水化学控制方法采用全挥发处理，即将氨、联氨两种化学添加剂注入到凝结水中、给水中，以保持二回路系统水化学参数在适当的范围内，使蒸汽发生器在正常运行和停机保养过程中的腐蚀和固体物质的沉积减小至最小。此外，还设置一个独立的磷酸三钠注入闭式冷却水系统，以维持该系统的 pH 值，使该系统的腐蚀得到控制。供热系统水化学控制方

法采用全挥发处理，即采用氨和联氨对供热系统给水进行处理，以控制供热系统腐蚀。废水中的主要物质是 NH_4Cl 。

4.8.1.2 废水来源与排放

本工程 3 号机组排出的化学物质主要来自下列工艺过程中产生的废水：

- 海水淡化系统的浓盐水、酸碱等化学废水；
- 淡水处理系统；
- 除盐水生产系统的酸碱废水；
- 循环水处理系统；
- 废液处理系统；
- 凝结水精处理系统；
- 化学加药系统；
- 循环水补水预处理系统。

4.8.2 生活废物

本工程 3 号机组产生的生活废物包括非控制区产生的非放射性固体生活垃圾、生活污水。

非放射性固体生活垃圾收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。本工程 3 号机组运行期间生活垃圾产生量约为 2.85 吨/天。

本工程 3 号机组正常运行时生活污水产生量为 $292\text{m}^3/\text{d}$ ；停机、大修、启动工况生活污水产生量为 $400\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水经污水处理构筑物处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗标准后，回用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量回用至循环水系统补水。主厂区污水处理构筑物的设计规模为 $200\text{m}^3/\text{d}$ ，厂前区污水处理构筑物的设计规模为 $1200\text{m}^3/\text{d}$ 。

4.8.3 其它废物

本工程 3 号机组运行期产生的其它废物主要为非放射性生产废水、固体废物等。

4.8.3.1 非放射性生产废水

本工程 3 号机组产生的非放射性生产废水主要包括来自电气厂房、共用厂房、汽轮机综合厂房、供热厂房的空调冷凝水和核辅助厂房核岛液体放射性废物收集和贮存系统的空调冷凝水；电气厂房、共用厂房、反应堆厂房的设备检修水；反应堆厂房、汽轮机综合厂

房、供热厂房供暖系统过滤器排污水；汽轮机综合厂房、供热厂房通风空调冷水系统过滤器排水；闭式水系统排水；厂用水系统冷却塔排污水等。在核辅助厂房核岛液体放射性废物收集和贮存系统排水管道上设置 γ 在线监测仪，当监测值不超过 $2 \times 10^{-5} \text{Sv/h}$ 时，作为非放生产废水排至非放生产废水处理站；当监测 γ 值超标或在线监测仪损坏时，自动切换阀门排至核岛液体放射性废物收集和贮存系统的 C 类排水中。

本工程产生的非放射性生产废水汇集至非放生产废水处理站处理，处理后的非放射性生产废水分质回用于水泵轴封水和循环水补水预处理厂房。鉴于不同子项建设进度存在差异及循环水冷却塔存在停机检修等情况，考虑无法回用的非放生产废水排入厂区排水泵房，最终排入大海。非放射性生产废水排放石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准。在非放生产废水处理站处理工艺末端设置在线监测仪表和取样口，用以监测出水水质。非放生产废水处理站工艺设备总处理能力 $2400 \text{m}^3/\text{d}$ ，分为两个系列，每系列工艺设备处理能力 $1200 \text{m}^3/\text{d}$ 。

本工程 3 号机组通过室外管网收集汽轮机综合厂房、主变压器、高压厂用变压器、高压辅助变压器等子项的非放射性含油废水，汇集至污水系统油水分离器（8SA）。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到石油类满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准后，根据化学需氧量 COD_{Cr} 能否达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准切换不同的排水去向。如 COD_{Cr} 达标，排至厂区排水泵房；如 COD_{Cr} 超标，排至非放生产废水处理站处理达标后排至厂区排水泵房，最终排海。分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走，由有资质的厂家处置。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为 $10 \text{m}^3/\text{h}$ ，每套设备设计处理能力为 $5 \text{m}^3/\text{h}$ 。

4.8.3.2 固体废物

3 号机组运行期产生的固体废物主要包括一般工业废物和危险废物。

一般工业废物主要包括废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器等，以及淡水处理、污水处理、循环水补水预处理、海水淡化预处理过程中产生的污泥，污水处理构筑物、污水系统油水分离器（8SA）调节池前格栅拦截的污物，废弃的膜组件和离子交换树脂。

本工程海水淡化沉淀池厂房的排泥水输送至循环水补水预处理厂房集中处理，在循环水补水预处理厂房设置污泥浓缩池和污泥脱水机等设备，对污泥进行减量化处理后，委托有资质的单位定期外运。淡水处理、循环水补水预处理、生活污水处理过程中产生的污泥量与原水水质和药剂添加量有关，污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。污水处理构筑物、污水系统油水分离器（8SA）格栅拦截的污物定期外运处理。

海水淡化系统工艺设计采用反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，反渗透膜元件的使用年限一般为5年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定并定期更换。经海水淡化处理工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用除盐水生产工艺设计采用超滤和反渗透膜元件。根据膜厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，超滤和反渗透膜元件的使用年限一般为5年。超滤和反渗透膜更换时间应根据现场实际运行情况，监测超滤膜和反渗透膜的运行情况，合理确定并定期更换。经除盐水生产工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用和供热用除盐水生产过程中采用离子交换树脂，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。经除盐水生产工艺用过的离子交换树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

3号机组一般工业废物产生量约30.6t/a，定期外运处理。

参考石岛湾示范工程统计数据，3号机组危险废物产生量约为63t/a，主要包括废主变压器油、废高压厂用变压器油、废高压辅助变压器油、废蓄电池、废机油、废油漆、废灯管、实验室废液（稳定废液）、废活性炭、废物桶等。本项目设置危废暂存库，对其进行集中分类暂存后，定期委托有资质单位外运处理。

4.9 放射性物质厂内运输

4.9.1 新燃料运输

燃料元件的运输将严格按照国家的有关规定进行，采取严格的保密和安全保卫措施。新燃料元件以密封罐装形式置于运输容器之内，采用集装箱平板车运送至核电厂运输通道交接。新燃料罐采用不锈钢材料制造，所用材料和结构可保证新燃料元件临界安全。运输容器及新燃料罐均有罐盖，新燃料罐与运输容器间设有拴系。

新燃料供应系统的厂内贮运包括新燃料罐从运输通道到新燃料库的运输，新燃料库和新燃料装料间内的运输，以及新燃料库内转运。

新燃料运输遵循 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》，在新燃料元件贮存和转运过程中，每个新燃料罐均加盖并通过螺栓紧固；运输、转运过程中，新燃料罐均采用了固定及防护措施以防倾倒、跌落。即使出现燃料罐倾倒、跌落事故，燃料元件不会散落出新燃料系统特定的操作舱室区域，不会出现放射性物质扩散的后果。

4.9.2 乏燃料运输

本工程高温气冷堆工程的乏燃料元件是采用连续卸出的方案，即在满功率运行期间，每天卸出额定数量的乏燃料元件，元件的类型是达到目标燃耗深度的“全陶瓷”型包覆颗粒球形燃料元件，元件外径约 60mm。

当需要将乏燃料贮罐从核电厂区内的贮存库转移到厂区外的中间贮存库以及后处理厂或永久贮存厂址时，需要通过厂外运输车和屏蔽转运容器进行操作。从在堆贮存的贮存库向外运输乏燃料贮罐时，操作如下：通过地车屏蔽罩上的起升机构和贮罐吊具将乏燃料贮罐从贮存竖井内吊出，运至转运井上方，将乏燃料贮罐吊入乏燃料吊装间内的屏蔽转运容器内，在盖好容器盖后，可用转运吊车将转运容器吊装到转运汽车上，转运汽车可运载乏燃料贮罐进行厂内外运输。

乏燃料组件运输所用屏蔽转运容器目前还在设计中，暂无外运计划，但具备外运能力。

4.9.3 放射性固体废物的运输

高温气冷堆产生的废物主要包括废排风过滤器芯、废弃零部件、废水过滤器芯、石墨粉尘以及其它废物，还包括华龙一号 ZLT 系统为处理高温气冷堆废水产生的浓缩液、废水过滤器芯、废膜组件。

ZLT 系统产生的浓缩液收集在华龙一号 QF 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，形成装有烘干盐的 200L 钢桶废物包，通过华龙一号机组屏蔽运输车转运至 QT 库装入 HIC 暂存。

高温气冷堆核岛厂房内产生的通风废过滤器芯、废弃零件以及其他干废物在产生源头按照性质进行分类、收集，从高温气冷堆核岛厂房通过干废物运输车运送到华龙一号机组废物处理中心（QS）。干废物运输车的司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 $10\mu\text{Sv/h}$ ，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

高温气冷堆废水过滤器芯在废水过滤器间通过滤芯更换抓具从过滤器内取出后装入200L桶内，然后转运至高温气冷堆核岛厂房通过吊车吊至华龙一号机组屏蔽运输车，最终送到华龙一号机组废物处理中心（QS）。ZLT系统废过滤器芯通过更换转运容器从滤芯小室内取出后装入屏蔽运输车中。屏蔽运输车包括运输车本体和屏蔽容器两部分，屏蔽运输容器内能够容纳一个内置废滤芯定位装置的200L钢桶，屏蔽容器外表面剂量率不超过2mSv/h，屏蔽容器的盖子能够锁死，以保证运输过程中的安全。

高温气冷堆的特种废物主要为石墨粉尘。这些废物在核岛内暂存，待有需要时通过运输车运送至废物处理中心（QS）。

本工程高温气冷堆机组产生的放射性废物经处理后产生的废物包主要包括装有干燥后的浓缩液盐块、装有水泥固定的废过滤器芯、超级压实后水泥固定的杂项干废物的200L钢桶。厂外运输的是HIC废物包和200L钢桶废物包。其中，表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ 的废物包可直接通过转运车辆运输；对于表面剂量率 $> 2\text{mSv/h}$ 的废物桶，则在外加屏蔽体后通过转运车辆运输。

放射性固体废物的运输起点为本工程固体废物暂存库，运输终点为放射性固体废物处置场。放射性固体废物的运输拟采用公路运输，公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的。废物包外运前将论证和明确具体运输路线，放射性废物的处置将遵守国家的放射性废物处置政策。

在放射性固体废物运输过程中将严格遵守GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》的有关要求。废物桶的设计和制造满足EJ1042-2014《低、中水平放射性固体废物容器钢桶》的要求。HIC的设计和制造满足GB36900.2-2018《低、中水平放射性固体废物高完整性容器——混凝土容器》的要求。水泥固定废物体性能满足EJ1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》以及GB41930-2022《低水平放射性废物包特性鉴定-水泥固化体》。废物包性能满足GB12711-2018《低、中水平放射性固体废物包安全标准》和GB9132-2018《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》的要求。

第五章 施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

- 5.1.1 施工建设对土地利用的影响
- 5.1.2 施工建设占用土地情况
- 5.1.3 施工活动对自然环境的影响
- 5.1.4 施工活动对社会环境的影响

5.2 水的利用

- 5.2.1 施工活动对水体环境和水资源利用的影响
- 5.2.2 取排水工程施工对环境的影响
- 5.2.3 减轻施工过程对环境影响的措施

5.3 施工影响控制

- 5.3.1 土石方开挖工程的控制措施
- 5.3.2 施工扬尘的控制措施
- 5.3.3 施工噪声的控制措施
- 5.3.4 场地回填的控制措施
- 5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施
- 5.3.6 设计地形地貌的改造措施
- 5.3.7 水土保持措施
- 5.3.8 施工期的节水措施
- 5.3.9 施工期的大气噪声监测方案
- 5.3.10 海域取排水管线施工期监测方案
- 5.3.11 陆域取排水管线施工期监测方案

表:

- 表 5.3-1 各监测因子分析方法一览表
- 表 5.3-2 监测仪器表
- 表 5.3-3 环境空气各污染物的评价标准
- 表 5.3-4 建筑施工场界环境噪声排放限值
- 表 5.3-5 声环境质量标准限值

5.1 土地利用

5.1.1 施工建设对土地利用的影响

一期工程建设时拟按六台机组规模进行场地平整，主要为回填工程。

土石方开挖与回填会损坏原有地形地貌和植被，会使施工区域尘土飞扬、大气粉尘含量增高。

主要进厂道路连接至 S242 省道、占用部分农田，目前已通过用地预审；次要进厂道路利用已有道路并对现状道路进行改造，对周边土地影响较小。

一期工程施工场地将充分利用二期工程预留用地。施工场地需要布置混凝土搅拌站等设施，在施工建设过程中可能局部对周围环境产生影响，主要有混凝土搅拌等对生态环境的影响、对土地的占用及由施工期车辆行驶噪声、汽车尾气和施工期机械噪声对周围环境的影响等。但由于厂址远离居民点、生态区，因此施工建设对环境影响较小。

5.1.2 施工建设占用土地情况

（1）厂址用地规模

本项目为全厂一次性征地，工程总用地面积约为 249.82ha，（不含环境监测设施、检修宿舍等厂外设施用地）。环境监测设施用地面积合计约 1.81ha，该用地由建设单位单独申请项目用地。

本项目厂外施工临时用地约 56.7ha。除厂外施工租地外，施工临建拟利用二期工程用地面积约 49.32ha。

（2）土地利用合理性分析

本工程已被列入国家有关能源电力规划，也是江苏省能源建设的重点项目，厂址用地满足 4 台华龙一号+2 台高温气冷堆的建设要求。为节约厂区用地，设计上合理利用厂址地基的基础条件，充分利用纵向空间，设计了多个联合厂房、多层建筑及多层综合管廊，并采取缩减通道宽度、管廊上下叠放等多项措施。

5.1.3 施工活动对自然环境的影响

5.1.3.1 对地形地貌的影响

本工程场地平整一次完成，主要为填方。在工程建设期间，通过进行必要的工程防护措施，优化施工工序，可以有效防止水土流失。同时结合厂区绿化美化，施工场地使用完毕后进行还绿等措施，对地形地貌改造的影响是局部的。

5.1.3.2 水土流失

工程建设过程中的水土流失主要发生在厂区负挖期间，形成了负挖和填筑裸露面，裸

露面表层结构疏松，无植被覆盖，造成区域内土壤抗侵蚀能力下降。同时，土石方的搬运和堆置也带来了水土流失。通过有效的工程措施（防洪排导工程、护坡等）、植被种植、临时防护等措施，可有效缓解施工建设期间的水土流失现象。

5.1.3.3 对生态环境的影响

工程施工期需要对厂址场地进行平整，场平需剥离原有地表植被，土石方挖掘工作也将破坏原有生境条件，改变当地特别是土壤生物的种群及群落结构，若处理不当将会造成水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在建设施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

5.1.3.4 对大气环境的影响

福建漳州核电厂1、2号机组施工量远大于本工程，用于施工期间对本工程大气的环境影响进行类比具有包容性。

从类比分析结果来看，本工程施工期间除颗粒物、 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 外其他指标均可满足相关标准，颗粒物、 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 除施工初期有少量不满足标准的情况出现，多数时间达标。主要超标原因为福建漳州核电厂1、2号机组同时平整场地范围较大，且多为产生颗粒物、 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 较多的爆破平整工作，随着平整工作的结束，对环境的影响也随之减少。总体上对环境的影响较小。本工程整体工程量较福建漳州核电厂1、2号机组更少，预计本工程整体对大气环境的影响处于可接受水平。

同时施工单位将严格执行施工场地“六个百分之百”的规定，具体标准为：

1、工地周边围挡100%：要求围挡高度不低于1.8m，围挡材料使用阻燃性材料，围挡内侧与周边土地接触部分要采用不低于18cm的植物进行覆盖。

2、物料堆放覆盖100%：要求物料堆放要整齐有序，物料堆放高度不超过1.5m，以篷布或其他方式完全覆盖，堆放物体的场地边线与周边土地接触部分要采用不低于18cm的植物进行覆盖。

3、土方开挖湿法作业100%：要求土方开挖过程中，必须采用湿法作业，即在土方开挖前，对土壤进行充分的压实和加固。厂区周界围栏设置喷雾降尘设施。

4、路面硬化100%：要求路面的硬化程度达到国家相关标准，即表面平整，无明显尘土和积水。

5、出入车辆清洗并密闭 100%：要求所有出入工地的车辆必须进行清洗，并采取密闭措施，防止尘土和杂物进入工地。

6、远程监控安装 100%：要求所有工地必须安装远程监控设备，对工地周边的环境进行实时监控。

后续将根据工程进度适时开展施工期监测工作，如遇相关监测指标超标，会通过现场项目反馈施工单位整改。

5.1.3.5 对声环境的影响

福建漳州核电厂 1、2 号机组施工量远大于本工程，用于施工期间对本工程噪声的环境影响进行类比具有包容性。

根据类比分析，本工程施工噪声在场界处预计可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的相关要求，本工程最近居民点为距离 0.9km 的吴赵村小李庄和兴三村李姚庄，预计可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的二类标准。施工对环境噪声的影响较小。

后续将根据工程进度适时开展施工期监测工作，如遇相关监测指标超标，会通过现场项目反馈施工单位整改。

5.1.3.6 对水环境的影响

施工期生活污水采用化粪池收集，定期抽粪车抽取后拉至有营运许可证的污水处理站进行处理。厂前区的污水处理构筑物建成后，部分生活污水通过相应污水管网汇集至厂前区的污水处理构筑物，经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗标准后，用于施工场地降尘和洗车等，不能回用部分外运合规处理。

施工期土建安装阶段混凝土养护废水、清洗地面废水不收集，受热蒸发；清洗车辆废水沉淀后循环使用；现场试压冲洗废水回用于道路洒水。

施工期调试阶段产生的非放射性生产废水以排海为主，石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准，不能满足标准的部分水量外运处理。

因此，陆域施工活动对水环境的影响很小，是局部的、暂时的，是可以接受的。

5.1.3.7 产生的固体废弃物对环境的影响

施工期间的固体废物主要是生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。

本工程 3 号机组施工建设期间指定承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和

外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

本工程3号机组施工期产生的危险废物主要包含：丁醇、丙酮；废弃柴油、汽油；废弃机油、润滑油等；废显（定）影剂、胶片及废像纸；曝光室洗片废水、不锈钢酸洗废水等废洗涤液/废腐蚀液；油漆桶；废弃的铅蓄电池；废电路板；废油漆、失效油漆；废酸；废弃胶粘剂、胶水等粘合剂、密封胶；废渗透喷罐；甲苯。施工单位将签订危险废物处置合同，现场设置危险废弃物集中暂存设施，集中分类暂存后，委托有资质单位外运处理。

因此，本工程3号机组施工期间固体废弃物对环境的影响是局部的、暂时的，是可以接受的。

5.1.4 施工活动对社会环境的影响

（1）对周围环境的影响

1）对交通的影响

施工期间大量的运输车辆进入厂区，与进厂道路连接且具备运输条件的只有S242省道，在施工期间会造成该路段运输压力的局部增加，交叉口区域可能造成拥堵。业主可协商当地交管部门，在交叉口区域设置信号灯或其他措施进行疏导，缓解局部路段的拥堵问题。

2）对周围河流的影响

由于本工程距离善后河、东干河较近，在施工期间需要避免建筑垃圾、生活垃圾的随意丢弃、倾倒、污染河道。可以采取设置警示牌、发布相应的规章制度及巡检措施，进行有效控制。

3）对土地资源的影响

场地平整前，对占用耕地、草地等可剥离表土的场地进行表土剥离，表土集中堆放。在临时堆土期间，如临时防护不到位，强降雨会产生滑塌，大风天气会产生局部扬沙，加大水土流失。

考虑到本项目施工工期较长，临时租用场地用来堆放堆土，不仅会长期占用土地资源，对周边景观环境影响大，而且存在一定的安全隐患。如果临时堆土长期大量的堆放在厂区内，会影响施工。为此，可考虑留足厂区后期绿化用土量，多余土方（含淤泥）全部外运，由外单位（或政府）进行综合利用。用于厂区绿化的表土集中堆放，并采取临时防护措施。

4）对文物古迹和风景名胜区的影響

距离厂址最近的文物古迹为东陲山抗日石刻，位于厂址E方位6.8km处；距离厂址最

近的风景区为伊芦山景区，最近处位于厂址WSW方位13km处。厂址与文物古迹和风景区的距离均较远，施工不会对其造成影响。

（2）对居民生产生活的影响

本工程在建设期间需要大量的工程施工人员，这些外来施工人员进驻施工现场，将增加该地区的消费能力，增加当地居民的就业机会，一定程度上将促进该地区经济的发展，同时可能会对当地居民的物价指数带来一定影响。

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对水体环境和水资源利用的影响

（1）施工期用水

施工期用水主要为淡水，主要包括施工生产用水和施工生活用水。施工生产用水供给混凝土浇筑、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗等施工用水，施工现场湿法作业、降尘、洗车用水由本工程1、2号机组统一考虑。施工生活用水供给施工人员生活用水，其水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）。

（2）施工期用水量

本工程3号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 $1500\text{m}^3/\text{d}$ ，施工高峰期施工人员总数按9400人考虑，施工人员生活用水最大日用水量为 $620\text{m}^3/\text{d}$ 。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为 $2337\text{m}^3/\text{d}$ 。

（3）供水水源

本工程淡水用水取自地表水源，拟在善后河善后新闻上游河段设置取水口取水，在厂区内新建淡水处理站，供给本工程机组所需淡水。淡水处理站设计规模为 $40000\text{m}^3/\text{d}$ ，淡水处理站一期工程供水能力 $24000\text{m}^3/\text{d}$ ，其供水能力可满足施工期的淡水用水需求。

施工期淡水处理站运行前所需淡水拟由市政水源供给，市政水源针对本工程的日供水量约为 $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，可以满足施工期全部淡水用水需求。

（4）施工期用水对周围水用户的影响

依据《江苏徐圩核能供热厂一期工程水资源论证报告书》（报批稿），善后河用水主要包括河道外用水量、河道生态用水量，其中河道外用水量包括徐圩新区生产生活用水需求以及古泊善后河、叮当河至善后新闻沿线的农业用水需求。目前，徐圩新区生活生产用水需求均由江苏方洋水务有限公司通过徐圩水厂和徐圩新区第二水厂供水，无其他现状取水户。根据古泊善后河1980~2020共40年的监测资料以及特枯年引调江淮水量资料，经过水量调节计算可知，依托江苏省南水北调和江水东引引调水工程体系的调度，本工程施

期用水能够得到满足，施工期供水保证率可达到90%，且本工程施工期取水不影响生活、工业和农灌等其他用户。

（5）淡水取水工程施工对环境的影响

本项目淡水水源采用厂址南侧的古泊善后河地表水。淡水取水工程按全厂共用考虑，取水流量42500m³/d。淡水取水工程包括取水口设施、重力引水管、淡水取水泵房。

取水口设施包括取水口主体结构、进水格栅、八字翼墙、保护河床安全的河底护砌、重力引水管道、八字翼墙两侧坡面向外2m保护范围设置的硬质护坡等。其中八字翼墙、保护河床安全的河底护砌施工时采用修建临时施工围堰、大开挖及结合钢板桩+钢支撑的支护施工方案，取水口主体结构采用钢板桩+钢支撑的支护施工方案，重力引水管道采用顶管施工方案；本工程取水口主体结构、八字翼墙及顶管地基处理方式均采用高压旋喷桩处理，其中位于斜坡处的八字翼墙下的高压旋喷桩地基处理需待临时围堰施工好后填筑旋喷桩桩机临时施工平台，以确保地基处理的顺利进行。为降低对河道水质、河流的影响，围堰施工拟采用土石围堰。采用顶管施工的重力引水管道拟在厂区内设置始发井，以降低对善后河的影响。八字口进水段平面为梯形，八字翼墙两侧边坡为1:4。

淡水取水泵房位于厂内，包括地上部分和地下部分，拟采用大开挖施工方案，地基处理方式采用桩基础。

淡水取水工程施工对周围环境的影响，主要是水下施工时造成河水浑浊，待施工结束后水质将恢复。施工过程中产生的土石方、淤泥、泥浆、固废、废水等运回厂区统一外运处理，不产生施工机械排气以外的废气。

5.2.2 取排水工程施工对水环境的影响

（1）海域施工

本项目用海位于江苏省连云港市徐圩新区管理范围，涉海工程布置在徐圩港区东南侧海域，涉海工程主要包括滩涂泵房、取水头部、取水管道等取水设施，排水口、排水管道等排水设施，以及检查井和检修道路等。本项目取水口位于徐圩港港池外水深-6.2m处，圆形取水头部设取水窗口；在海陆分界处滩涂鱼塘处设置一座滩涂泵房，泵房通过引桥与陆域的海堤公路连接；本项目取水管道总长约26.8km，其中位于海域部分长约13.1km，采用2根取水管道，拟采用盾构、顶管施工方案；本项目排水管道总长约25.6km，其中位于海域部分长度约为11.9km，海岸线后第一个工作井至泵房采用2根管道；在2根排水管道进入泵房后，通过泵房内设置的排水流道汇集，然后通过1根大口径盾构排水管道排至排水头部；排水头部采用海下多点式排水，排水扩散器位于管道末端。此外，施工期

还需配套建设工作井和施工道路，以及滩涂泵房施工平台。

根据《自然资源部办公厅关于江苏徐圩核能供热发电厂项目用海预审意见的函》（自然资办函[2023]688号），本项目已于2023年4月11日取得用海预审意见。

1) 海域施工期环境影响

施工期引起的悬浮泥沙扩散范围集中在取水工程头部、排水工程头部附近水域。其影响是短暂的，各产生悬浮泥沙施工环节施工时间共25天，随着施工结束，其影响将消失。

a. 施工期入海悬浮泥沙对生态环境的影响

在悬浮泥沙增量超10mg/L影响范围内可能会对浮游动植物、鱼卵、仔鱼等造成一定影响，但施工期扩散的悬沙最多持续一个潮周期左右后基本落淤完毕，持续影响时间不长，本工程施工造成的入海悬浮泥沙对浮游生物数量不会产生长期不利影响。

b. 海上施工对景观的影响

项目施工引起的景观影响主要为施工期引起的入海悬浮泥沙对海水水质的影响以及施工人员、施工机械等对视觉景观的影响。由项目与各周边景观的位置关系可知，项目与各景观目标距离较远，项目施工对周边景观影响较小，且这些影响是暂时的，随着施工的结束而结束。因此，项目海域施工对周边景观影响较小。

c. 海上施工对航运的影响

通过与相关部门保持沟通，密切注意周边小型船舶动态，合理安排施工工序，制定完善的施工安全保障方案，加强施工现场的安全警戒工作等措施，本工程不会对过往船舶的航行安全产生较大影响，附近水域的通航环境不会显著恶化，工程的建设是有保障的。

d. 海上施工对防洪堤坝的影响

工程涉海堤部分的建设与现有防洪标准、有关技术要求和管理要求相适应。涉海堤部分的建设不占用海堤堤身范围，海域排水管道为盾构隧洞，距离海堤迎水坡堤脚最小平面距离约154m，其余所有管道埋深在海堤堤脚17m以下，涉海堤部分工程建设不改变地形地貌现状，因此对海堤堤防、海床稳定几乎无影响。

2) 海域施工与规划符合性

经比对自然资源部“三区三线”划定矢量数据成果，该项目用海未占用生态管控区，不涉及生态红线。本项目海域施工影响不涉及周边生态保护红线及周边环境保护目标（保护区等）。

根据施工期入海悬浮泥沙对海水水质的影响分析，施工期扩散的悬浮泥沙最多持续一个潮周期左右后基本落淤完毕，持续影响时间不长，随着施工结束，其对海水水质的影响

也将消失，对海水水质的影响是暂时的，可恢复的，因此本项目施工期悬浮泥沙影响与近岸海域环境功能区划水质要求是相符的。

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，废水量虽然较小，但如进入海域，一部分附着在悬浮物上并随之沉降到海底，一部分溶于水中随水流扩散，而大部分则漂浮在水面上，影响厂址附近海域水质，并降低水体中光线的射入量，从而导致局部海域生态系统的紊乱和生物量的损失。船舶一般自带油水分离器，含油废水自行处理达标后排放；未配置油水分离器的船舶废水，将含油废水带至岸上厂区油水分离设施处理。

（2）陆域施工

陆域取排水管线施工期环境影响主要包括如下几个方面：

①大气环境

施工期产生的扬尘污水主要取决于施工作业方式、材料的堆积及风力等因素，其中受风力影响最大。随着施工结束本项目对环境影响将消失，因此，本项目施工期对环境空气的影响较小。

②水环境

本项目穿越河流为顶管隧洞穿越，其施工方式不会对河流产生扰动，项目废水排放主要为泥浆水、施工人员生活污水以及混凝土养护废水。

生活污水处理方式：污水处理构筑物永临结合，厂前区污水处理构筑物建成投用后排放至此处统一处理。

生产废水处理方式：混凝土养护废水、清洗地面废水不收集，受热蒸发；清洗车辆废水沉淀后循环使用；顶管产生的泥浆水使用压滤机处理后，清水循环使用，淤泥运至合法合规抛填场地抛填。

③噪声环境

在整个施工期，管线工程施工产生的噪声具有阶段性和短期性，仅在短时期内对工作井周边声环境造成一定影响，施工结束后噪声影响消失，同时应在施工过程中设置移动式声屏障。总之，管线施工对沿线区域声环境造成的短期影响是可以接受的。

④生态环境影响分析

本项目管线施工方式为顶管隧洞，工作井距离最近的生态保护目标较远，项目施工期不涉及项目周边生态环境保护目标，项目施工期废水、固废均得到合理处置，不排入管线周边生态环境保护目标，不会对其产生影响。

⑤固体废物

由于取排水管线采用顶管施工方式，埋深较深，不涉及土地用途调整和占用永久基本农田的情形，不需要办理征地。若后续取排水管线施工期间涉及工作井施工范围难以避让永久基本农田的问题，将按法定程序申请办理临时用地手续。

5.2.3 减轻施工过程对环境影响的措施

（1）减少围填泥沙入海污染海洋环境影响的措施

①避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工。

②将施工期环保要求列入招投标内容。

（2）减轻疏浚过程对海域环境影响的环保措施

①施工过程中合理安排施工进度和选用施工器具，如设置拦污屏等防护措施，尽量将悬沙影响和溢油风险降至最低。

②开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发现，应立即采取措施。

（3）施工船舶及重件码头靠港船舶机舱含油污水处理措施

①施工船舶含油污水不能随意排放，对于未安装油水分离器的小型船舶，可考虑施工期在岸上增设油水分离和处理设施。

②施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。

③严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

④根据 MARPOL73/78 公约，重件码头靠港船舶舱底油污水经自备油水分离器处理达 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准》要求后到港外排放，禁止在港内排放。

⑤重件码头到港船舶未配备油水分离处理设施，或因故障未能正常运行的，应直接交予有资质的含油污水接收处理船接收处理。

（4）减少施工过程对基本农田影响措施

根据连云港市三区三线规划，项目取排水管线约 5km 需穿越基本农田区，不涉及生态保护红线区域。由于取排水管线采用顶管施工方式，埋深约 20m，不涉及土地用途调整和占用永久基本农田的情形，不需要办理征地。本项目后续取排水管线施工期间可能会涉及工作井施工范围难以避让永久基本农田的问题，针对上述问题，后期会优化在基本农田区域的施工方案，加快施工进度，施工过程中通过耕地耕作层土壤剥离再利用等工程技术

措施，减少对耕作层的破坏。每个管段施工结束后，会及时对施工工作井区域进行恢复。

土壤保护措施：实施“分层开挖、分层堆放和分层回填”的措施，在顶管井工作面开挖过程中生熟土分开堆放，管线建设完毕后尽量及时恢复沿线地表原貌，比如种植新的草地和其他与新环境相宜的植物，使土壤生态环境的影响得到有效的控制。施工结束后，可增施肥料，施肥时注意把有机肥和化肥结合使用，增加土壤有机质含量，恢复土壤团粒结构，减轻对土壤的压实效应，从而改良土壤结构及理化性质，同时加强灌溉，以提高土壤的保肥保水能力。在农田施工中回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因河水、径流造成地表塌陷和水土流失。回填后剩余的弃土应平铺在田间或修田埂、渠埂，不得随意丢弃。

（5）减少施工过程对徐圩水源地影响的措施

本项目取排水管线不占用徐圩集中式饮用水源地边界，在施工过程中，严格控制施工范围，并且禁止施工废水、施工垃圾等乱排乱放，废水不会直接排入徐圩集中式饮用水源地内，对徐圩水源地基本无影响。

5.3 施工影响控制

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

- 严格按照设计要求进行施工；
- 土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2014）的相关规定；
- 石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；
- 合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；
- 开挖出的土方应尽可能及时运至填方地段充填，避免水土流失；
- 雨季施工做好防护措施；
- 场地和边坡形成后，尽早进行绿化；
- 开挖过程中采用相应措施确保边坡稳定。

5.3.2 施工扬尘的控制措施

- （1）场地平整之前，先将具有肥力的地表土剥离并集中堆放，用于绿化；
- （2）回填前应做好回填区域内临时排水系统的总体规划，并注意与原排水系统相适应；
- （3）填方施工取料、运料、铺填、压实等各道工序应连续进行，并设置临时围挡设施；
- （4）雨期施工的工作面不宜过大，应逐段、逐片的分期完成；
- （5）雨期施工时，雨前应及时压完已填土层或将表面压光，并做成一定坡度，以利

排除雨水；

（6）天气条件恶劣，影响回填质量时，应中止回填；

（7）凡具备绿化条件的地段，均应及时绿化；

（8）施工结束后，在全部厂址范围内，凡可进行绿化的用地均充分绿化；

（9）混凝土搅拌站的搅拌楼及皮带输送廊道以及成品料仓等部位采用全封闭措施；各原材料筒仓设备安装除尘设备，降低粉尘外溢对环境造成的污染。

5.3.3 施工噪声的控制措施

为尽量减少对附近居民的影响，应总结前期施工降噪经验，用于本期工程施工建设中；应严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2014）的相关规定。施工期间将采取以下措施，确保将施工噪声控制在相关规定的限度内：

（1）施工现场倡导文明施工，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。

（2）所有施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

（3）施工过程中，严格控制推土机一次推土量、装载机装载量，严禁超负荷运转。

（4）加强施工机械的维修保养，缩短维修保养周期，确保机械设备处于完好的技术状态。

（5）要为操作工人配备相应的劳动保护用品。

（6）车辆噪声采取保持技术状态完好和适当减低速度的方法进行控制。

（7）在噪声敏感区域均需选低频振捣棒。振捣棒使用完毕后，及时清理干净，保养好；振捣混凝土时，禁止振钢筋或钢模板。

（8）加强对混凝土泵、混凝土罐车操作人员的培训及责任心教育，保证混凝土罐车平稳运行。

（9）从声源上降低噪声。尽量选用低噪声设备和工艺，尽量选用环保型机械设备。

（10）从传播途径上控制噪声。对于噪声较大的设备，应采取吸声、隔音、隔振和阻尼等声学处理方法降低噪声，必要时设立专用工作间，以降低噪声。

（11）施工现场应切实采取措施，控制噪声的产生。如进场使用的机械设备要定期维护保养；施工过程中严禁机械设备超负荷运转；禁止夜间使用噪声比较大的机械；模板、脚手架等支拆、搬运、修理应轻拿轻放，维修时禁止使用大锤敲打，尽量降低人为产生的噪声等。

（12）加大治理噪声的宣传和奖惩力度，充分利用教育、经济等手段做好噪声的治理。

施工噪声的控制应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），并按照GB12523-2011进行建筑施工场地边界线处的等效声级测量。

5.3.4 场地回填的控制措施

场地回填的控制措施如下：

- （1）回填前应做好回填区域内临时排水系统的总体规划，并注意与原排水系统相适应；
- （2）填方施工取料、运料、铺填、压实等各道工序应连续进行，并设置临时围挡设施；
- （3）雨期施工的工作面不宜过大，应逐段、逐片的分期完成；
- （4）雨期施工时，雨前应及时压完已填土层或将表面压光，并做成一定坡度，以利排除雨水；
- （5）天气条件恶劣，影响回填质量时，应中止回填；
- （6）凡具备绿化条件的地段，均应及时绿化。

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

本工程3号机组施工期土建安装阶段混凝土养护废水、清洗地面废水不收集，受热蒸发；清洗车辆废水沉淀后循环使用；现场试压冲洗废水回用于道路洒水；曝光室洗片废水、不锈钢酸洗废液要求必须收集，运出场外由有资质的废水处理单位进行处理。

本工程3号机组施工期调试阶段产生的非放射性生产废水以排海为主，石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级B标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的B标准，不能满足标准的部分水量外运处理。

厂区内生产废水排入厂区排水泵房前取样监测，监测周期根据项目排水情况确定。

本工程3号机组施工期雨水收集、截留措施：项目前期通过新建排水明沟连接农场现有水渠形成临时雨水收集和排放系统，利用水渠、明沟、水塘接力排至东干河。同时，为减少雨水对周边水源保护区的影响，计划在厂区内建设四通工程排水沟最终排向东干河，避免厂区内雨水流入古泊善后河。

施工期生活污水采用化粪池收集，定期抽粪车抽取后拉至有营运许可证的污水处理站进行处理。厂前区的污水处理构筑物建成后，部分生活污水通过相应污水管网汇集至主厂区或厂前区的污水处理构筑物，经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中车辆冲洗水质标准后，回用于施工场地降尘和洗车等，

不能回用部分外运合规处理。

在生活污水处理站末端设置在线监测仪表和取样口，每季度取样外送监测一次。

本工程3号机组施工建设期间指定承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。根据产生源头、工艺过程、成分分析、危险特性等，初步判断产生的废物是一般固废还是危险废物，再对照《国家危险废物名录》（2025年版）进行归类；严禁将危险废物混入非危险废物中收集、贮存、运输和处置；危险废物与其他固体的混合物，以及危险废物处理后的废物的属性判定，按照国家规定的危险废物鉴别标准执行，尚未判定的，按危险废物管理；列入《国家危险废物名录》（2025年版）中危险废物豁免管理清单中的危险废物，在所列的豁免环节，且满足相应的豁免条件时，可以按照豁免内容的规定实行豁免管理。

本工程3号机组施工期现场设置危险废弃物集中暂存设施，集中分类暂存，由业主单位与具有相关资质的单位签订危险废物处置合同，定期外运处理。

5.3.6 设计地形地貌的改造措施

—严格按照设计要求进行施工；

—选择合理的施工时间，尽量避开雨季施工。若不能避开，雨季施工应做好防护措施；

—优化施工工序，对填方段新形成的不稳定边坡要及时护坡，避免长时间裸露，修建临时性排水沟以避免径流对场地的冲刷；

—基础开挖的土、石方要集中堆放，并及时回填于需要填方的地点或指定场地，避免水土流失；

—厂区施工中场地平整应与地下建筑施工相结合，统筹考虑，杜绝重复挖填，土石方运输避免乱流；

—厂区内地下设施繁多，施工时要合理安排施工顺序，遵循由深而浅、统筹安排的原则，确定临近地下设施尽量同槽一次开挖，同时应保持基坑土方边坡的稳定，基面不受扰动；

—所有建筑工地排水、设备清洗水要集中处理，尽量重复利用，对施工场所进行喷洒，减少地面起尘；

—施工结束后，在全部厂址范围内，凡裸露地面全部进行硬化或绿化，可进行绿化的用地均充分绿化。

5.3.7 水土保持措施

本项目在厂区进行表土剥离及回覆、铺设碎石、景观绿化，布设雨水管道、排水沟、雨水口、跌水井、排水管、消力池、集水井、临时排水、沉沙池及苫盖等。

在厂外道路区进行表土剥离及回覆、景观绿化，布设钢筋混凝土排水沟及雨水口。

在厂外海水取排水工程区进行表土剥离及回覆、撒播种草、恢复耕地，修建临时挡土墙，布设临时苫盖、编织袋临时拦挡、雨水排放管、临时排水沟、沉沙池、苫盖。

在厂外淡水取水工程区进行表土剥离及回覆、撒播种草和恢复耕地，布设临时拦挡、苫盖。

在厂外供电工程区进行表土剥离及回覆、撒播种草和恢复耕地，布设沉淀池、苫盖、临时拦挡、彩条布、钢板。

在表土堆放场利用现有排水沟，增设临时挡土墙和临时绿化。

5.3.8 施工期的节水措施

施工期节水措施主要是淡水的节水措施，如下：

- （1）采用用水量少、耗水量低的施工工艺，降低用水量。
- （2）采用新型管材，推广节水器具。
- （3）提高水的重复利用率。
- （4）加强节水管理，对用水量加以控制和计量。

5.3.9 施工期的大气噪声监测方案

5.3.9.1 施工期大气环境监测

根据中国核电工程有限公司2022年4月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程施工期大气环境和噪声监测分析及评价方案报告》编制。

5.3.9.1.1 监测点位

1) 厂区外

设置上风向监测点3个，即：东隍91管理区、东隍89管理区、南兴村兴庄村；下风向监测点3个，即：兴四村候场村、鲁南村杨圩庄村、西隍85管理区；距厂址最近居民点监测点2个，即：吴赵村小李庄村、兴三村李姚庄村；厂址附近最大居民点监测点1个，即：后腰村鲁河街村。其中，东隍91管理区和西隍85管理区还分别是厂址规划进场道路和应急道路沿线监测点。

2) 厂区内

在场地平整及土建阶段，在厂区内设置5个监测点。厂址边界监测点4个，即：东北厂界、东北偏东厂界、西南厂界、应急道路门岗；厂区内无组织排放监测点1个，即：搅

拌站。

若安装阶段搅拌站已停止使用，且堆土场已经完成绿化，则可撤除相应的监测点，否则应继续保留。厂区内除土建阶段所布4个厂界监测点保持不变外，还需增加1个厂区内环境空气质量监测点：业主办公楼。

调试阶段由于大规模土建施工已经基本结束，因此，待搅拌站停止使用后，厂区内的搅拌站监测点可以撤除，堆土场则需待其完成绿化后，堆土场监测点可以撤除。东北厂界、东北偏东厂界、西南厂界、应急道路门岗、业主办公楼5个监测点保持不变。

5.3.9.1.2 监测因子及频率

根据环境保护行政主管部门的关注重点，结合本项目工程特性，厂区内无组织排放监测点的监测因子为： SO_2 、 NO_x 、CO、颗粒物（TSP）等四项，大规模爆破作业期间厂区内无组织排放监测点的监测因子为： SO_2 、 NO_x 、CO、颗粒物（TSP）等四项，厂区外的环境空气保护目标监测点的监测因子为： SO_2 、 NO_2 、 NO_x 、CO、TSP、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 等七项。根据爆破作业使用的炸药成分不同，若产生上述监测因子以外的大气污染物，则应适当增加厂区内各监测点的监测因子，对其浓度进行监测。

无组织排放监测点按照《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）中的规定， SO_2 、 NO_x 、CO和颗粒物（TSP）监测1h浓度值，每天在其正常施工时间内采样4次（08:00、11:00、14:00、17:00），每次连续采样1h。爆破监测的 SO_2 、 NO_x 、CO和颗粒物（TSP）监测1h浓度值，在炸药爆炸后立即进行采样，连续采样1h；如进行多次爆破的，间隔半小时以上，额外增加一次采样，连续采样1h。环境空气质量监测点根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的规定，TSP日均值每天采样一次，每次连续采样24小时， PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 SO_2 、 NO_2 、CO、 NO_x 日均值每天采样1次，每次连续采样20h； SO_2 、 NO_2 、CO、 NO_x 小时均值每天采样4次（02:00、08:00、14:00、20:00），每次连续采样1h。

5.3.9.1.3 监测要求

监测方法应符合相关技术规范要求。监测所用仪器应按照国家计量法的要求进行检定，检定合格且在有效期内。监测环境应满足各污染物监测分析方法中关于环境的要求。监测分析方法按《环境空气质量标准》（GB3095-2012）执行，分析方法详见表5.3-1，监测所用仪器见表5.3-2。

5.3.9.1.4 监测数据统计分析

环境空气各污染物的评价标准见表5.3-3。

评价方法采用单因子评价法，评价公式如下：

$$I_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中： I_i —— i 种污染物的单项污染指数；

C_i —— i 种污染物的实测浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

S_i —— i 种污染物的评价标准， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

当 I_i 值大于1时该污染物浓度为超标，反之为未超标。

根据监测结果计算每项大气污染物的污染指数，分析各污染物达标情况和浓度变化规律，并对厂址周围大气环境质量做出总体评价。

5.3.9.1.5 监测计划

场地平整及土建阶段应每个季度至少进行一次施工期大气环境监测，每次监测保证至少7天有效数据。监测应选择施工高峰期间进行，特别是爆破施工、负挖施工等对大气环境质量造成很大影响的施工活动比较密集、频繁且施工车辆较多的时间进行监测。

安装阶段应每个季度进行一次施工期大气环境监测，每次监测保证7天有效数据。监测应尽量选择施工高峰期间进行，特别是如有部分未完成的土建施工等对大气环境质量造成较大影响的施工期间进行监测。

调试阶段可每个季度或半年进行一次施工期大气环境监测，每次监测保证7天有效数据。监测尽量选择施工高峰期间进行。

5.3.9.2 施工期声环境监测

根据中国核电工程有限公司2022年4月完成的《江苏徐圩核能供热发电厂一期工程施工期大气环境和噪声监测分析及评价方案报告》编制。

5.3.9.2.1 监测点位

1) 厂区外

在厂区外共设置25个声环境敏感目标监测点，交通噪声监测点3个。

2) 厂区内

在场地平整阶段，在厂区内布设8个监测点。厂址边界监测点4个，即：厂址东、西、南、北四个厂界；厂区内噪声源监测点1个，即：拟建搅拌站；取排水线路施工区域边界监测点2个：取排水线路施工区域北界、取排水线路施工区域南界；厂区内爆破噪声监测点，依据实际情况调整数量，暂时按1个计。

在土建阶段，在厂区内布设13个监测点。厂界监测点4个，即：厂址东、西、南、

北四个厂界；施工场界监测点 4 个，即：东、南、西、北四个施工场界；厂区内噪声源监测点 1 个，即：拟建搅拌站；取排水线路施工区域边界监测点 2 个：取排水线路施工区域北界、取排水线路施工区域南界；厂内声环境监测点 1 个，即：业主办公楼。厂区内爆破噪声监测点，依据实际情况调整数量，暂时按 1 个计。

在安装及调试阶段，在厂区内布设 9 个监测点。厂界监测点 4 个，即：厂址东、西、南、北四个厂界；施工场界监测点 4 个，即：东、南、西、北四个施工场界；厂内声环境监测点 1 个，即：业主办公楼。

5.3.9.2.2 噪声监测因子及频率

所有监测点在昼间和夜间分别进行测量，昼间监测时段为 6:00~22:00，夜间监测时段为 22:00~次日 6:00，连续监测两天（每个测点昼夜各两组有效数据）。爆破噪声监测参数为：最大声级 L_{max} ；除爆破噪声外的其他噪声监测参数为：等效连续 A 声级 L_{eq} ，最大声级 L_{max} ，累积百分声级 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} ，标准偏差 SD。

对于厂区内除爆破噪声以外的监测点及取排水线路施工区域边界监测点，每次监测连续测量 20min；对于爆破噪声监测点，每次监测爆破瞬时值；对于除交通噪声以外的厂外噪声监测点，每次监测连续测量 10min；对于厂区外的交通噪声监测点，每次监测连续测量 30min，同时记录车流量。

5.3.9.2.3 监测要求

监测时在无雨、无雪、无雷电的天气条件下进行，风速大于 1.0m/s 时加防风罩，超过 5.0m/s 时，停止测量。

监测仪器和声校准器均按有关检定规程进行了定期检定，并保证在监测期间监测仪器和声校准器处于检定有效期内。

依据《声环境质量标准》（GB3096-2008），监测点距离任何反射物（地面除外）至少 3.5m。监测时噪声分析仪置于三脚架上，传声器距地面的垂直距离 1.5m，并加风罩，周围无反射体。时间计权置于“快”响应，采样时间间隔不大于 1s。

监测结束后将结果记录在专用的环境噪声监测记录表中，包括监测时间，地点，监测人，记录人，等效声级 L_{eq} 、累积百分声级 L_{10} 、 L_{50} 和 L_{90} 以及标准偏差 SD 等参数，并记录当时的主要噪声源。

5.3.9.2.4 监测数据分析及评价

（1）等效声级 L_{eq}

在声场内的一定点位上，将某一段时间内连续暴露的不同 A 声级变化，用能量平均的

方法以 A 声级表示该段时间内的噪声大小。这个声级称为等效连续 A 声级，简称等效声级，单位为 dB (A)。

等效连续声级的数学表示：

$$Leq = 10 \lg \left(1/T \int_0^T 10^{0.1L_A(t)} dt \right)$$

式中： Leq ——在 T 段时间内的等效连续 A 声级，dB (A)；

L_A ——t 时刻的瞬时 A 声级，dB (A)；

T——连续取样的总时间，min。

(2) 累积百分声级

L_{10} 、 L_{50} 和 L_{90} 均属累积百分声级，分别表示在测量时段内有 10%、50% 和 90% 的时间噪声超过该值，也分别相当于测量时段内噪声平均峰值、平均声级和平均本底声级。

(3) 标准偏差 SD

SD 表示所测各个声级的离散程度，以标准差表示，其数学表达式为：

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Li - \bar{L})^2}$$

式中 Li ——测得的第 i 个声级，dB (A)；

\bar{L} ——所有测得声级的算术平均值，dB (A)；

n——所测得声级的总个数。

(4) 昼夜等效声级 L_{dn}

昼夜等效声级 L_{dn} 是考虑了噪声在夜间对人影响更为严重，将夜间噪声另增加 10dB(A) 加权处理后，用能量平均的方法得出 24 时的噪声平均值。其数学表达式为：

$$L_{dn} = 10 \lg 1/24 [T_d 10^{0.1L_d} + T_n 10^{0.1(L_n+10)}]$$

式中 L_d ——昼间的等效声级，dB (A)；

L_n ——夜间的等效声级，dB (A)；

T_d ——昼间的时间，小时，一般为 16 小时；

T_n ——夜间的时间，小时，一般为 8 小时。

厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的三类标准；项目施工期施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的相关限值。具体见表 5.3-4~表 5.3-5。

5.3.9.2.5 监测计划

场地平整及土建阶段应每个季度至少进行一次施工期噪声监测。监测应选择施工高峰期间进行，特别是爆破施工、负挖施工等噪声很大的施工活动比较密集、频繁且施工车辆较多的时间进行监测。

安装及调试阶段应每个季度进行一次施工期噪声监测。监测应尽量选择施工高峰期间进行。

5.3.10 海域取排水管线施工期监测方案

海域工程的施工会引起厂址附近局部海域环境发生暂时性变化，从而对该海域造成影响。为此，将委托专业单位开展海域工程施工期海域环境监测分析及评价工作，以了解施工对厂址周围海域环境所造成的影响，验证施工期所采取的环保措施的有效性。监测计划自海工工程施工开始至施工结束，在施工期的每年春、夏、秋、冬四季中具有代表性月份大小潮进行海水水质、沉积物质量、水生生物资源及海洋生物质量的监测。主要监测内容如下：

（a）海水水质

海水水质（含水文）检测项目包括：水深、余氯、透明度、盐度、水温、水色、浊度、pH值、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、挥发酚、无机氮（包括亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、硫化物、悬浮物、石油类、汞、镉、铅、铜、锌、砷、总铬、阴离子表面活性剂等。

（b）沉积物

沉积物监测的项目包括：pH值、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类、有机物、硫化物、含水率、氧化还原电位、沉积物类型等。

（c）潮间带底质

潮间带底质调查项目包括：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、有机质、硫化物、含水率和氧化还原电位等12项。

（d）生物质量

在调查区域采集贝类、鱼类、藻类和甲壳类等代表性生物种类各2种，监测生物体内的石油烃、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷等。

（e）水生生态

水生生态调查种类包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵、仔鱼）、底栖生物、微生物（粪大肠菌群）、潮间带生物、游泳动物等。

（f）潮间带生物质量

潮间带生物质量调查，调查生物选取贝类、藻类和甲壳类等3种代表生物，监测项目包括：铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、石油类等8个项目。

施工期主要包括取、排水工程盾构、取水口拦污防撞设施建设、滩涂泵房建设等施工。后续将委托专业单位开展海域工程施工期海域环境监测分析及评价工作，对海域施工期间的监测计划（包括监测布点、频次和监测内容等）进行进一步细化与完善，以了解施工对厂址周围海域环境所造成的影响，验证施工期所采取的环保措施的有效性。监测计划自海工工程施工开始至施工结束，在施工期的每年春、夏、秋、冬四季中具有代表性月份大小潮进行海水水质、沉积物质量、水生生物资源及海洋生物质量的监测。

施工期海域环境监测及分析评价专题正在开展过程中，待取得相关成果后补充完善。

5.3.11 陆域取排水管线施工期监测方案

施工期对陆域取排水工程邻近环境产生的影响进行跟踪监测，包括大气环境、噪声、水质、施工现场清理、事故性监测以及植被恢复。现阶段监测方案为初步拟定方案，后续将委托专业单位开展陆域工程施工期陆域环境监测分析及评价工作，对陆域施工期间的监测计划（包括监测布点、频次和监测内容等）进行进一步细化与完善，以了解施工对厂址周围陆域环境所造成的影响，验证施工期所采取的环保措施的有效性。监测计划自陆域取排水工程施工开始至施工结束，在施工期定期对大气环境、噪声、水质、植被恢复等情况进行监测。

（1）大气环境

大气环境监测点的布设根据施工活动的特点以及引起的污染物浓度分布特征和气象条件，把施工位置作为无组织排放源，在上、下风向分别布设参照点及监测点，在取排水工程附近酌情布设一定数量的监测点。

施工期大气环境质量监测方法、数据处理，以及施工期大气环境质量评价等遵循《环境空气质量标准》（GB3095-2012）、《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）、《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）和《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）等国家标准和导则的相关规定。

（2）噪声

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）等国家标准和导则的规定及要求，在取排水工程沿线四周及一定范围内声环境保护目标布设一定数量的噪声监测点。施工期噪声监测除了应定期并特别注意在施工期间产生较大噪声时的监测外，也

对施工厂界（场界、边界）和声环境保护目标附近可能存在的其他固定的、移动的或间歇的环境噪声污染源进行调查，并分析其对本项目监测结果的影响。

（3）水质

陆域取排水工程施工期间在附近河流穿越点上游和下游处适当位置处设置监测点。污水监测参数选取根据雨水水质特点、《排污单位自行监测技术指南 水处理》（HJ1083-2020）和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）确定。

（4）施工现场清理

施工结束后，监测施工现场的弃土、石、渣等垃圾和生态环境恢复情况。

（5）事故性监测

根据事故性质、事故影响大小、视具体情况监测气、水等。

（6）植被恢复

监测植被恢复和建设等生态环保措施落实情况。

表 5.3-1 各监测因子分析方法一览表

监测因子	方法依据	分析方法	最低检出限值（mg/m ³ ）
TSP	GB/T15432-1995	重量法	0.001
PM ₁₀ 、PM _{2.5}	HJ618-2011	重量法	0.010
SO ₂	HJ482-2009	甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	0.004（日均），0.007（小时）
NO ₂ 、NO _x	HJ479-2009	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.003（日均），0.005（小时）
CO	GB9801-88	非分散红外法	0.3

表 5.3-2 监测仪器表

监测仪器	型号/规格	有效期
空气/智能 TSP 综合采样器	具体型号以实际监测为准（现场监测应设置备用仪器）	在监测期间各监测仪器应处于鉴定有效期内，具体以实际有效期为准
一氧化碳红外线气体分析器		
紫外可见分光光度计		
电子天平		
风向风速仪		
温湿度表		

表 5.3-3 环境空气各污染物的评价标准

污染物名称	平均时间	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准	单位
NO ₂	日平均	80	μg/m ³
	小时平均	200	
NO _x	日平均	100	
	小时平均	250	
SO ₂	日平均	150	
	小时平均	500	
CO	日平均	4	mg/m ³
	小时平均	10	
PM _{2.5}	日平均	75	μg/m ³
PM ₁₀	日平均	150	
TSP	日平均	300	

表 5.3-4 建筑施工场界环境噪声排放限值

昼夜	夜间	单位
70	55	dB(A)

注：表中所列噪声值是指与敏感区域相应的建筑施工场地边界线处的限值。夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

表 5.3-5 声环境质量标准限值

类别 声环境功能区类别		昼间	夜间	单位
0 类		50	40	dB(A)
1 类		55	45	
2 类		60	50	
3 类		65	55	
4 类	4a 类	70	55	
	4b 类	70	60	

注：0类声环境功能区：指康复疗养区等特别需要安静的区域。

1类声环境功能区：指以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域。

2类声环境功能区：指以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域。

3类声环境功能区：指以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对区域环境产生严重影响

影响的区域。

4类声环境功能区：指交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对区域环境产生严重影响的区域，包括4a类和4b类两种类型。4a类为高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通（地面段）、内河航道两侧区域；4b类为铁路干线两侧区域。

第六章 核能供热发电厂运行的环境影响

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
- 6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响
- 6.1.4 冷却塔的影响

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 计算模式与参数
- 6.2.4 大气弥散和水体弥散
- 6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度
- 6.2.6 公众的最大个人剂量
- 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

6.3 其他环境影响

- 6.3.1 化学污染物的环境影响
- 6.3.2 其它污染物的环境影响

6.4 退役

- 6.4.1 概述
- 6.4.2 退役策略选择
- 6.4.3 退役计划的制定
- 6.4.4 退役方案简述
- 6.4.5 便于退役的考虑
- 6.4.6 运行阶段的设计、运行资料的收集和管理
- 6.4.7 退役费用的考虑
- 6.4.8 退役管理设想
- 6.4.9 结论

表：

- 表 6.1-1 降水量与直观觉察的对照
- 表 6.2-1 气态途径核素剂量转换因子
- 表 6.2-2 气态途径元素浓集因子和转移系数
- 表 6.2-3 液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数
- 表 6.3-1 江苏徐圩核能供热发电厂与田湾核电 1-8 号机组电磁辐射环境情况对比

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

本项目循环水系统采用海水介质二次循环冷却方式，系统补水取自海州湾的海水，水源充足可靠。

本工程采用暗管取水、暗管排水方案，在海堤公路外侧岸滩鱼塘处设滩涂取水泵房。厂区至泵房段取水工程与厂区至转换井段排水工程均采用顶管施工工艺，泵房至取水头部段采用盾构隧洞施工方式，转换井至排水头部段采用盾构隧洞方式。

1) 取排水口

本工程采用暗管取水、暗管排水方案，圆形取水头部直径拟定为 28m，头部后方分别设两条取水盾构隧洞取水，在两条隧洞入口处设置钢闸门，闸门关闭后可对隧洞内部进行干检修。取水口位于水深-6.2m 处，为保证取水安全，在取水头部周围设防撞拦污设施及警示标识。取水头部外围拟设置一道拦污网。

本项目拟采用暗管排水方式，排水口拟布置在埭子河口外侧、徐圩港区东防波堤东侧水深约-5.0m 处。排水采用海下多点式排水，共设 3 个排水头部，排水头部拟采用顶升管式排水形式。

2) 厂区—泵房段取排水工程

厂区至滩涂泵房段单根管线长约 19.2km，采用 2 根取水管道和 2 根排水管道，2 根液态流出物管道分别内置在 2 根排水管道内，排水管线沿途一定间隔设置监测装置。排水管线与取水管线并线布置。

通过对施工方式及管材比选，综合考虑管线使用要求、运行维护、施工便利性、经济性等因素，推荐厂区至滩涂泵房段（长约 19.2km）取排水管线采用顶管施工方案。结合靠近滩涂泵房段 5.5km 范围用海情况、周边既有建构物情况，取水管道拟采用 2 根 DN3000 钢筋混凝土管顶管，排水拟采用 2 根 DN2800 钢筋混凝土管顶管；其余靠近厂区段 13.7km 的管道，取水管道拟采用 2 根 DN3200 钢筋混凝土管顶管，排水管道拟采用 2 根 DN3000 钢筋混凝土管顶管。

3) 泵房（转换井）—取排水口段取排水工程

将取水泵房布置在海堤公路外侧岸滩鱼塘处，取水采用暗管取水方式，取水泵房至取水头部的管线布置在港区达标尾水深海排放管东侧。取水头部至取水泵房段单根管线长约 7.6km，取水隧洞内径暂定 3.4m，采用两根隧洞取水，推荐采用盾构隧洞施工方式。

排水转换井设于泵房内，转换井至海域排水口采用 1 根盾构排水管，单根长约 6.4km，

排水隧洞内径暂定 3.4m，推荐采用盾构隧洞方案。排水采用海下多点式排水，盾构隧洞的终端设置 3 个排水立管，排水头部拟采用顶升管式排水形式。

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

为了解厂址海域的海床及岸滩稳定性条件和泥沙冲淤演变情况，掌握其发展变化规律，本工程开展了岸滩稳定性分析和泥沙冲淤数值模拟及物理模型试验研究工作，分析论证本项目取排水工程方案的泥沙运动规律和冲淤情况。

根据泥沙冲淤数模及物模结果，取水口位于徐圩港东防波堤东侧，受港区防波堤影响在此区域潮流流速偏小，泥沙运动处于冲、淤交替状态，东西两侧冲刷、南北两侧淤积。数模和物模结果基本一致，选取数模和物模成果中数值较大者作为建议采用值，计算得取水口西侧最大冲刷-0.25m/a、北侧最大淤积 0.27m/a、东侧最大冲刷-0.26m/a、南侧最大淤积 0.41m/a。工程建成 10 年后，取水口处最大淤积为 0.70m。排水口位于-5m 水深处，泥沙冲淤不明显，强度小于 0.12m/a。总体来看，工程实施后不会改变周边大范围水域的水动力环境，因此也不会造成周边水域出现明显的地形冲淤变化，冲淤变化主要位于取排水工程附近局部水域。

淤积区水深变浅，滩面泥沙起动悬浮的可能性增加，会影响水体混浊度，但由于本工程取水规模较小，淤积区域面积不大，因此对水体混浊度影响不明显。水温受太阳辐射影响通常呈现表层至底层逐渐降低的垂向分布规律，排水口在水下增加新的热源后会对原有垂向分层模式产生影响，但考虑到本工程采用二次循环冷却方式，水量较小，垂向分层现象不显著，影响仅在局部区域。

6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

采用 MIKE3FM 软件的温盐模块开展本项目三维温排水研究。对于一期工程运行工况，夏季总的排水量为 4.2m³/s，排水温升为 2.7℃；冬季总的排水量为 3.9m³/s，排水温升为 10.5℃。

对于全厂规划机组运行工况，存在全厂热电联产和全厂发电两种运行方式，从保守角度考虑，分别选取夏、冬季排海总热量较大的运行工况。其中，夏季总的排水量为 5.2m³/s，排水温升为 7℃；冬季总的排水量为 7.5m³/s，排水温升为 10.5℃。

在冲淤平衡地形条件下，开展了推荐排水方案下规划机组运行和一期工程运行工况时的三维温排水数值模拟研究，得出主要结论如下：

- 1) 由于本项目总的排热很小、排水口处水深较浅（约 5m），温排水由排水口排出后

迅速稀释、扩散，垂向分层现象不显著，排水口近区底层温升范围略大于表层。

2) 总体而言，温排水影响范围较小，不同水文条件下呈现差异，具体为：

夏季典型潮水文条件下，全厂 1°C 温升最大包络面积为 0.12km^2 （夏季小潮），夏季半月潮水文条件下， 1°C 温升最大包络面积为 0.08km^2 。一期工程夏季大、中、小潮及半月潮 1°C 温升最大包络面积均小于 0.01km^2 。不同工况下 4°C 温升最大包络面积均小于 0.01km^2 。

冬季典型潮水文条件下，全厂 2°C 温升最大包络面积为 0.09km^2 （冬季小潮），冬季半月潮水文条件下，全厂 2°C 温升最大包络面积为 0.12km^2 。一期工程冬季大、中、小潮及半月潮 2°C 温升最大包络面积小于 0.02km^2 。不同工况下 4°C 温升最大包络面积均小于 0.01km^2 。

3) 不同水文条件下取水口温升均较小，全厂最大取水温升为 0.12°C （冬季小潮、半月潮），全厂平均取水温升最大为 0.10°C （冬季小潮）；一期工程最大取水温升为 0.06°C （冬季小潮、半月潮），一期工程平均取水温升最大为 0.05°C （冬季小潮）。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 生态环境调查

厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查结果见 2.3.3 节内容。

6.1.3.2 温排水对海洋生态的影响

（1）对功能区划的影响

根据温排水计算结果，本厂址温排水符合调整后的近岸海域环境功能区划、国土空间规划，温排水影响不涉及周边生态保护红线。

（2）对海洋生态环境的影响

研究表明，通常情况下热排放对邻近水域鱼类的产卵活动会产生一定的影响，而对仔鱼的生存及分布影响不大。鱼类一般避开温升 1.0°C 以上水域而趋于在热排放的边缘区域（温升 1.0°C ）产卵。

在夏季，工程引起排放口附近温升 4°C 范围内浮游生物、鱼类的种类及渔获量会受到明显影响，但仅限于排放口附近，排放口以外海域由于温升均小于 4°C ，对海洋生物影响可明显减少。在夏季以外的季节，特别是冬季，温排水在一定程度上可能会促进某些暖水性浮游生物、鱼类和甲壳类种群的生长和繁殖。

（3）对养殖业的影响

根据《连云港市连云区养殖水域滩涂规划（2022-2030 年）修编》，本工程排水口已

纳入海域养殖限制区中。

工程附近海域主要养殖品种为条斑紫菜，结合紫菜的养殖周期（10 月~次年 4 月），夏季不进行紫菜养殖，因此，夏季温排水对紫菜养殖基本不影响。正常气温条件下，对紫菜养殖有影响的主要为 4℃温升区，本项目一期工程冬季温升超 4℃影响面积<0.01km²。本工程温排水排放对工程周边海域的紫菜养殖影响较小。

6.1.3.3 卷吸效应和机械损伤

（1）卷吸效应和机械损伤

由于本工程取水量相对较小，取水窗口设计流速与天然潮流流速接近，运行期间对浮游生物、鱼卵仔鱼等能进入取水系统的生物造成损失的影响有限，不会造成整个区域海洋生态的变化。

（2）减小机械卷载效应措施

针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，设计中考虑的主要措施包括控制取水流速和设置拦网设施。控制取水流速是指通过对取水头部尺寸、型式的设置，控制过水断面，从而获得合理的取水流速，以达到减少对水生生物影响的目的。

6.1.4 冷却塔的影响

循环水系统采用带自然通风冷却塔的海水二次循环冷却方式，正常运行条件下，冷却塔对周边环境存在着影响。环境影响主要包括冷却塔运行产生的雾羽和荫屏、飘滴和沉降、盐沉积等对局地气象的影响，以及噪声的影响。

6.1.4.1 工程分析

本项目规划建设“4 台华龙一号压水堆机组+2 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”及其配套的辅助、附属设施，一次规划，分期实施。一期工程建设“2 台华龙一号压水堆机组+1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”。

华龙一号机组和高温气冷堆机组均采用一机一塔配置方式。每台华龙一号机组循环水系统配置一座自然通风海水冷却塔（共 4 座）；每台高温气冷堆机组循环水系统配置一座自然通风海水冷却塔（共 2 座）。

冷却塔的影响将从一期工程纯发电工况给出相关环境影响评价。热电联产工况冷却塔热负荷和运行水量较纯发电工况都有所降低，其对环境产生的影响都有所减少，因此选用纯发电工况给出相关环境影响评价。

6.1.4.2 预测与评价方法

基于 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组开展计算，其中每台纯发

电华龙一号机组配一座 16500m² 海水自然通风冷却塔（共 2 座），1 台纯发电高温气冷堆机组配一座 9500m² 海水自然通风冷却塔（共 1 座），通过计算得到 3 座冷却塔的环境影响。

6.1.4.2.1 冷却塔对局地大气的影响预测与评价

根据本项目冷却塔基本参数和 2022 年 2 月至 2023 年 1 月的厂址逐时相关气象资料，预测冷却塔对局地大气环境的影响，主要包括以下三个方面。

（1）飘滴和沉降预测结果

循环冷却水在冷却塔内溅落过程中，产生大量的细小水滴，被上升气流顶托带出塔外，形成飘滴。飘滴不但损失了循环水，而且对局地环境造成一定的影响。飘滴的环境影响和气象条件密切相关，环境气温高或湿度低，小粒径飘滴容易蒸发消失，对环境的影响明显减少；在温度低或湿度大的气象条件下，则影响加强。

通过 FLUENT 三维计算模型和 SACTI 程序分别计算在全年正常工况下冷却塔飘滴和沉降对局地气候带来的影响。

1) FLUENT 三维计算模型飘滴和沉降预测结果

根据 FLUENT 三维计算模型，研究冷却塔出口热空气和飘滴的运动特性，统计飘滴降落区域，计算在全年正常工况下冷却塔飘滴和沉降对局地气候带来的影响，可见最大水沉积量在距离厂址中心 2.5km 附近，约为 $0.075 \times 10^{-4} \text{mm/h}$ ，与表 6.1-1 对比可知，此时飘滴产生的影响：用试纸较难观测。因此，飘滴产生的水沉积，不会对环境产生影响。四个季度中最大水沉积量发生在秋季，距离厂址中心 2.5km 附近，约为 $0.095 \times 10^{-4} \text{mm/h}$ ，与表 6.1-1 对比可知，此时飘滴产生的影响：用试纸较难观测。因此，各季度飘滴产生的水沉积，不会对环境产生影响。此外本项目厂址区域年平均降水量约为 892.0mm，飘滴引起的水汽沉降量远小于该地区的年平均降水量。因此，本工程 2 台纯发电华龙一号机组冷却塔和 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔引起的降水不会对该范围内的农田等产生影响。

2) SACTI 程序飘滴和沉降预测结果

本工程 2 台华龙一号机组和 1 台高温气冷堆机组纯凝发电正常运行时，冷却塔引起附近局地范围内的水沉积量按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值线性叠加的计算预测结果如下：

a) 地面沉积水量最大值出现在评价中心（一期工程华龙一号机组北向第一座冷却塔中心）NNE 方位 500m 处，约为 $9.6 \text{E}+03 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ ，相当于全年增加 0.110mm 的降水量。

b) 在 1000m 处，地面平均沉积水量 $2 \text{E}+03 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ ，相当于全年增加降水 0.056mm。

c) 在 3000m 处, 地面平均沉积水量 $4.00 \times 10^2 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 相当于全年增加降水 0.004mm。

由预测结果可知, 地面沉积水量最大值出现在冷却塔中心 NNE 方位 500m 处。500m 处的平均沉积水量约为 $9.6 \times 10^3 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 相当于增加 0.110mm/年的降水量。本项目厂区范围以外的区域, 飘滴引起的降水增加量不超过 0.2mm。本项目厂址区域年平均降水量约为 892.0mm, 飘滴引起的水汽沉降量远小于该地区的年平均降水量。因此, 本工程 2 台华龙一号机组叠加 1 台高温气冷堆机组冷却塔纯凝发电运行引起的降水不会对该范围内的农田等产生影响。

(2) 盐分沉积的预测结果

冷却塔的循环冷却水内含有氯化钠等盐分, 这些盐分会随飘滴降落在冷却塔周边区域, 在地面上产生相应的沉积。

通过 FLUENT 三维计算模型和 SACTI 程序分别计算在全年正常工况下冷却塔盐沉积量带来的影响。

1) FLUENT 三维计算模型冷却塔盐分沉积预测结果

通过计算流体软件 FLUENT 进行冷却塔三维数学模型的求解。针对自然通风湿式冷却塔, 动量方程中浮力是主要作用力, 需要考虑浮力效应。空气流动、传热、雨滴蒸发以及水蒸气扩散需耦合求解。离散方程的求解采用分离变量法, 速度与压力的解耦采用 SIMPLEC 算法。速度和温度场的离散格式采用 QUICK 格式。计算外边界的第二类边界、填料的阻力特性、雨区以及填料区的雨滴蒸发利用 FLUENT 软件提供的二次接口, 编写 UDF 实现。

可见全年盐沉积量峰值为 $250 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 出现在西偏南约 15° 方位, 与冷却塔中心的径向距离 2~3km 区域内。主厂区内盐沉积量小于 $100 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 。

在植物生长期的任意一个月盐沉积量达到或超过 1000 千克/ $(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 可能导致很多种类植物叶片损坏, 一期两座纯发电华龙一号机组海水自然通风冷却塔和一座纯发电高温气冷堆机组海水自然通风冷却塔同时运行时, 根据三维模型计算结果本期工程纯发电工况下厂外全年盐沉积量峰值为 $250 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 春季盐沉积峰值最大, 为 $340 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 全年盐沉积水平超过 $200 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 的面积约为 1.02 km^2 。厂址附近地面盐沉积量按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值叠加的盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值 $1000 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$, 可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。

本期工程纯发电工况盐沉积水平超过 $200 \text{ kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 的区域下垫面性质主要包括河流、村庄、农田（主要是黄壤潮土, 河道两岸有少量沙土）。农作物的作物类型是水稻和

小麦。耕作方式为采用机械化措施进行翻耕，翻耕深度在 15~25cm 之间。连云港本地的熟制为一年两熟，为稻麦复种制，即每年六月份种水稻，十月份水稻收获后，翻耕播种小麦，越冬至来年六月收获，麦茬翻耕灌溉后再种水稻，如此实现稻、麦两种粮食作物轮种，所以水稻生长周期为每年 6 月至 10 月，小麦生长期为每年 11 月至第二年 6 月。

根据善后河的水质调查，总矿化度平均约为 998.8mg/L。以本期工程季度中计算的最大值 FLUENT 春季的结果进行分析，其矿化度增加 0.0052mg/L，影响程度仅为 0.00052%。因此，善后河增加本项目冷却塔产生的盐沉积后，并不会超出相关指标，盐沉积对善后河的水质类别等影响极小。

善后河河道地表水作为灌溉用水，属于淡水~微咸水，其矿化度本底值为 998.8mg/L。以本期工程季度中计算的最大值 FLUENT 春季的结果累积半年，在 0.2m 稻田水深下，在冷却塔影响下含盐量升高 10.2mg/L，仍为淡水~微咸水，矿化度分级不变。所以盐沉积对稻田水质的影响较小。

以三维模型计算的一期纯发电工况下厂外全年盐沉积量峰值（250kg/(km²·月)）考虑在农田土壤中的累积，经过 60 年后，土壤含盐量仅从 0.1%增至 0.132%，盐渍化程度分级不变。且在 60 年盐沉积累积过程中，未考虑降水和灌溉等过程对盐沉积的缓解和降低含盐量的作用，所以该值选取较为保守。

水稻在土壤含盐量为 0.1%-0.3%时可能受到影响，主要是由于水稻不同品种的耐盐性差异较大，如在低盐浓度（0.15%）下水稻产量与品种有关，‘盐粳 156’和‘盐粳 456’产量增加 10.81%和 10.64%，而‘盐丰 47’产量下降 15.79%。在 2017 年西陇区域土壤含盐量为 0.188%时，农田已正常种植水稻，所以在二期纯发电工况下盐沉积累积 60 年后的土壤含盐量从 0.1%增至 0.132%，并不会影响水稻的生长，因此本项目的冷却塔盐沉积对水稻的影响较小。

小麦在土壤含盐量为 0.1%-0.3%时几乎无影响，且不同小麦品种间的耐盐性也有差异。根据本项目小麦耐盐性实验发芽情况，排除偶然因素的影响后发现，在含盐量低于 0.2%时，含盐量对小麦几乎无影响，含盐量高于 0.2%时，可能会对小麦的芽期的出芽率及生长速度产生不利影响，在含盐量高于 0.3%时，不利影响明显。本项目开展的小麦耐盐性试验结果与标准内容相仿。且在 2017 年西陇区域土壤含盐量为 0.188%时，农田已正常种植小麦，所以二期工程累积 60 年后的盐沉积范围内的土壤含盐量从 0.1%增至 0.132%，并不会影响小麦的生长，因此本项目的冷却塔盐沉积对小麦的影响较小。

综上，经初步分析，以三维模型分别计算的盐沉积峰值结果的最大值对盐沉积范围内

的生态环境进行影响分析，其对地表水、稻田水质、土壤含盐量，以及对主要农作物（水稻和小麦）的影响较小。此外，本项目主要给徐圩石化园区供应工业蒸汽，且将长期处于热电联产工况运行模式下，盐沉积影响程度低于纯发电工况运行模式。

2) SACTI 程序冷却塔盐分沉积预测结果

本工程 2 台华龙一号机组和 1 台高温气冷堆机组纯凝发电正常运行时，厂址附近地面盐沉积量按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值线性叠加的计算预测结果如下：

a) 盐沉积的最大值出现在冷却塔中心（一期工程华龙一号机组北向第一座冷却塔中心）NNE 方位 500m 处，约为 $780.56\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。

b) 在 1000m 处，盐的平均沉积量约为 $435.24\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。

c) 在 2000m 处，盐的平均沉积量约为 $110.20\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。

当飘滴中盐沉积率在 $100\sim 200\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 的情况下，不会对植物产生危害；当盐沉积率在植物的生长期接近或超过 $1000\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 时，可能会对植物的叶片产生危害。根据初步计算结果，2 台华龙一号机组和 1 台高温气冷堆机组自然通风冷却塔运行时，厂外全年盐沉积量峰值为 $526\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，秋季盐沉积峰值最大，为 $871\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，全年盐沉积水平超过 $200\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 的面积约为 5.54km^2 ，其中位于厂区内的面积约为 2.83km^2 ，位于厂区外的面积约为 2.71km^2 ，主要位于厂区的西南侧。厂附近地面盐沉积量按华龙一号机组和高温气冷堆机组各自结果值叠加的盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值 $1000\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。

本期工程纯发电工况盐沉积水平超过 $200\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 的区域下垫面性质主要包括河流、村庄、农田（主要是黄壤潮土，河道两岸有少量沙土）。农作物的作物类型是水稻和小麦。耕作方式为采用机械化措施进行翻耕，翻耕深度在 $15\sim 25\text{cm}$ 之间。连云港本地的熟制为一年两熟，为稻麦复种制，即每年六月份种水稻，十月份水稻收获后，翻耕播种小麦，越冬至来年六月收获，麦茬翻耕灌溉后再种水稻，如此实现稻、麦两种粮食作物轮种，所以水稻生长周期为每年 6 月至 10 月，小麦生长期为每年 11 月至第二年 6 月。

根据善后河的水质调查，总矿化度平均约为 $998.8\text{mg}/\text{L}$ 。以本期工程季度中计算的最大值 SACTI 秋季的结果进行分析，其矿化度增加 $0.0134\text{mg}/\text{L}$ ，影响程度仅为 0.00135% 。因此，善后河增加本项目冷却塔产生的盐沉积后，并不会超出相关指标，盐沉积对善后河的水质类别等影响极小。

善后河河道地表水作为灌溉用水，属于淡水～微咸水，其矿化度本底值为 $998.8\text{mg}/\text{L}$ 。以本期工程季度中计算的最大值 SACTI 秋季的结果累积半年，在 0.2m 稻田水深下，在冷

却塔影响下含盐量升高 26.1mg/L，仍为淡水~微咸水，矿化度分级不变。所以盐沉积对稻田水质的影响较小。

以 SACTI 模型计算的一期纯发电工况下厂外全年盐沉积量峰值（526kg/(km²·月)）考虑在农田土壤中的累积，经过 60 年后，土壤含盐量仅从 0.1%增至 0.167%，盐渍化程度分级不变。且在 60 年盐沉积累积过程中，未考虑降水和灌溉等过程对盐沉积的缓解和降低含盐量的作用，且本项目将长期处于热电联产工况运行模式下，循环水量在 60%~85%之间运行，所以该值选取较为保守。

水稻在土壤含盐量为 0.1%-0.3%时可能受到影响，主要是由于水稻不同品种的耐盐性差异较大，如在低盐浓度（0.15%）下水稻产量与品种有关，‘盐粳 156’和‘盐粳 456’产量增加 10.81%和 10.64%，而‘盐丰 47’产量下降 15.79%。在 2017 年西陲区域土壤含盐量为 0.188%时，农田已正常种植水稻，所以在一期纯发电工况下盐沉积累积 60 年后的土壤含盐量从 0.1%增至 0.168%，并不会影响水稻的生长，因此本项目的冷却塔盐沉积对水稻的影响较小。

小麦在土壤含盐量为 0.1%-0.3%时几乎无影响，且不同小麦品种间的耐盐性也有差异。根据本项目小麦耐盐性实验发芽情况，排除偶然因素的影响后发现，在含盐量低于 0.2%时，含盐量对小麦几乎无影响，含盐量高于 0.2%时，可能会对小麦的芽期的出芽率及生长速度产生不利影响，在含盐量高于 0.3%时，不利影响明显。本项目开展的小麦耐盐性试验结果与标准内容相仿。且在 2017 年西陲区域土壤含盐量为 0.188%时，农田已正常种植小麦，所以一期工程累积 60 年后的盐沉积范围内的土壤含盐量从 0.1%增至 0.168%，并不会影响小麦的生长，因此本项目的冷却塔盐沉积对小麦的影响较小。

综上，经初步分析，以 SACTI 模型分别计算的盐沉积峰值结果的最大值对盐沉积范围内的生态环境进行影响分析，其对地表水、稻田水质、土壤含盐量，以及对主要农作物（水稻和小麦）的影响较小。此外，本项目主要给徐圩石化园区供应工业蒸汽，且将长期处于热电联产工况运行模式下，盐沉积影响程度低于纯发电工况运行模式。

（3）雾羽和荫屏的影响

湿式冷却塔内在水、空气交换的过程中产生大量湿热水汽，水汽排出后与周围空气混合，其中一部分可能冷凝形成白色的羽状雾气，即称“雾羽”。雾羽中的雾滴的粒径大约在 10~700μm 之间，由于粒径小，重量轻，可以在自然风的吹送下达到一定距离，并在一定范围内影响太阳辐射，形成阴影，即称“荫屏”，从而减弱到达地面的太阳辐射的能量。由于华龙一号机组和高温气冷堆机组冷却塔相距大于 1km，2 台纯发电华龙一号机组和 1

台纯发电高温气冷堆机组冷却塔雾羽均分布于以其各自为中心 500m 范围内，通过 SACTI 程序软件分别计算一期 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组在全年正常工况下冷却塔雾羽。

当 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组运行时，按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值线性叠加得到全年中雾羽造成冷却塔周围地面各个方位上的“荫屏”小时数和周围各个方位上全年太阳辐射累积损失量及其分布。

本工程 2 台纯发电华龙一号机组叠加 1 台纯发电高温气冷堆机组正常运行时，在冷却塔附近：

a) 最大的阴影时间位于冷却塔中心（华龙一号机组一期工程北向第一座冷却塔中心）位置 N 方位约 200m 处，全年最大阴影时间约为 1970.7 小时，相应减少的太阳辐射能量约为 1772.4MJ/m^2 ，约占总太阳辐射损失的 30.8%。

b) 在 1000m 处，各方向中最大的全年太阳辐射损失为 374.0MJ/m^2 ，约占太阳总辐射损失的 6.5%。

c) 在 3000m 处，各方向中最大的全年太阳辐射损失约为 23.0MJ/m^2 ，约占太阳总辐射能的 0.4%。

根据预测结果对冷却塔雾羽和荫屏带来的影响进行分析发现，本工程 2 台纯发电华龙一号机组叠加 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔正常运行时雾羽扩散范围主要集中在厂区内的有限范围。全年最长荫屏时间为 1770.4 小时，位于冷却塔中心位置 N 方位约 200m 处，1970.7 小时相应引起最大的太阳辐射能量损失为太阳辐射量的 30.8%。雾羽的扩散范围、荫屏引起太阳辐射能量损失基本处于厂区的内部，因此，预计本工程 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔形成雾羽“荫屏”不会对周围环境和陆生生态产生明显影响。

（4）下雾与结冰

本工程 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组的自然通风冷却塔高度分别达到 200m 和 150m 左右，具有较高的排放高度。雾羽在排出冷却塔后，由于动量和浮力作用还要向上抬升一段高度。在国外的实测和相关研究中，自然通风冷却塔的雾羽到达地面可能性是相当小的，不会导致地面结雾现象。在美国核管会 NUREG-1555 推荐的冷却塔环境影响计算模式中，也认为自然通风冷却塔不会对地面的下雾和结冰产生明显影响。

6.1.4.2.2 冷却塔噪声的影响预测

冷却塔的噪声评价的范围不应小于本项目厂区边界，并宜扩展至厂址周围敏感区或敏感目标附近。噪声标准根据敏感点所在区域的功能选定：厂址半径 3km 范围内的居住区，属于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中功能区的 1 类，噪声限值为昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）。厂边界属于《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中功能区的 3 类，噪声限值为昼间 65dB（A），夜间 55dB（A）。由于海水冷却塔在运行期间连续 24 小时工作，噪声评价按照夜间标准执行。

通过超大型自然通风逆流式冷却塔噪声预报计算软件计算冷却塔噪声本底值。本项目华龙一号机组海水冷却塔设定为一个 18.24m（与进风口高度一致）高的垂直面声源。根据计算结果单台华龙一号机组自然通风冷却塔在标准点（距塔外缘边 1m，地面以上 1.2m）的设计基准噪声为 79.1dB（A）。高温气冷堆机组冷却塔设定为一个 9.99m（与进风口高度一致）高的垂直面声源。根据计算结果一台高温气冷堆机组自然通风冷却塔在标准点（距塔外缘边 1m，地面以上 1.2m）的设计基准噪声为 84.7dB（A）。

采用工业噪声专用软件 CadnaA 对上述三座冷却塔产生的叠加噪声进行预测和控制，预测结果显示，本工程规划建设的冷却塔在厂界产生的最大噪声，已超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》规定的 3 类夜间限值。其中华龙一号机组冷却塔在南侧厂界产生的最大噪声为 57.0dB（A），超出厂边界噪声限值 2.0dB（A）；高温气冷堆机组冷却塔在厂界产生的最大噪声为 61.2dB（A），超出厂边界噪声限值 6.2dB（A）。三台机组冷却塔运行时在厂址半径 3km 范围内的居住区产生的噪声区间值为 29.0dB（A）~44.7dB（A），满足《声环境质量标准》中的 1 类标准。因此，仅需采取一定措施降低冷却塔在厂界产生的噪声即可满足标准要求。

为降低冷却塔产生的噪声在厂界的影响，需采取一定的降噪措施，冷却塔降噪措施主要包括加装消音设备或设置隔音墙等。本项目基于当前总平面布置，计算了通过在厂界附近加装隔声屏障和在冷却塔进风口处加装消声器使厂界噪声达标的方案，具体如下：

（1）厂界附近加装隔声屏障

对于两台华龙一号机组高位塔，在南侧厂界附近增加长度约 $L=216\text{m}$ 、高度 $H=5\text{m}$ 的声屏障。对于单台高温气冷堆机组常规塔，在南侧厂界附近增加长度约 $L=457\text{m}$ 、高度 $H=5\text{m}$ 的声屏障。

经预测，加装声屏障方案可在厂界满足夜间 55dB（A）的噪声规范要求，在厂外敏感点处满足夜间 45dB（A）的噪声规范要求。

该方案经济性好且对冷却塔性能影响小，经论证，本方案具有可实施性。

（2）冷却塔进风口处加装消声器

对于华龙一号机组冷却塔，靠近南侧下部进风 90°区域范围增加消声量 10dB（A）阵列进风消声器；对于高温气冷堆机组冷却塔，下部进风 180°区域范围增加消声量 20dB（A）阵列进风消声器。

经预测，加装消声器方案可在厂界满足夜间 55dB（A）的噪声规范要求，在厂外敏感点处满足夜间 45dB（A）的噪声规范要求。

该方案使用寿命长，不易受用地条件、实物保护系统要求等限制，但消声器造价高，且对冷却塔冷却性能影响相对隔声屏方案更大。

进风口加装消声器对冷却塔性能的影响体现在出塔水温升高，从而影响机组发电效益，对机组正常运行不产生影响。本方案的出塔温升影响量已包络在冷却塔设计余量内，正常情况下该消声设备不影响冷却塔的冷却效果，本方案具有可实施性。

上述提出的两种噪声治理方案均具备可实施性，各有优缺点，现考虑采用隔声屏方式，确保厂界及敏感点噪声满足相关要求。下一阶段将结合实物系统保护要求，进行详细设计。

6.1.4.2.3 小结

本工程应用 SACTI 程序、计算流体软件 FLUENT 和工业噪声专用软件 CadnaA 等预测了本项目冷却塔雾羽的弥散、飘滴的沉积以及噪声的扩散规律，同时对冷却塔环境影响进行分析，根据本工程 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组海水自然通风冷却塔环境影响分析，得出如下结论：

（1）根据 FLUENT 三维计算模型，地面沉积水量最大值出现在距离厂址中心 3km 附近，约为 $0.045 \times 10^{-4} \text{mm/h}$ ，与表 6.1-1 对比可知，此时飘滴产生的影响：用试纸较难观测。因此，飘滴产生的水沉积，不会对环境产生影响。根据 SACTI 程序，由预测结果可知，地面沉积水量最大值出现在冷却塔中心 NNE 方位 500m 处。500m 处的平均沉积水量约为 $9.6 \times 10^3 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ ，相当于增加 0.110mm/年的降水量。本项目厂区范围以外的区域，飘滴引起的降水增加量不超过 0.2mm。本项目厂址区域年平均降水量约为 892.0mm，飘滴引起的水汽沉降量远小于该地区的年平均降水量。因此，本工程 2 台纯发电华龙一号机组叠加 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔引起的降水不会对该范围内的农田等产生影响。

（2）根据 FLUENT 三维计算模型，全年盐沉积量峰值为 $250 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ ，出现在西偏南约 15°方位，与冷却塔中心的径向距离 2~3km 区域内。主厂区内盐沉积量小于 $100 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 。在植物生长期的任意一个月盐沉积量达到或超过 $1000 \text{kg}/(\text{km}^2 \cdot \text{月})$ 可能导致很多种类植物叶片损坏，一期两座纯发电华龙一号机组海水自然通风冷却塔和一座纯发电高

温气冷堆机组海水自然通风冷却塔同时运行时，盐沉积量均小于 $1000\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，厂附近地面盐沉积量按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值叠加的盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值 $1000\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。根据 SACTI 程序，2 台华龙一号机组和 1 台高温气冷堆机组海水自然通风冷却塔运行时，厂外全年盐沉积量峰值为 $526\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，厂附近地面盐沉积量按华龙机组和高温气冷堆机组各自结果值叠加的盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值 $1000\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。且经初步分析，以三维模型和 SACTI 程序分别计算的盐沉积峰值结果的最大值对盐沉积范围内的生态环境进行影响分析，其对地表水、稻田水质、土壤含盐量，以及对主要农作物（水稻和小麦）的影响较小。此外，本项目主要给徐圩石化园区供应工业蒸汽，且将长期处于热电联产工况运行模式下，盐沉积影响程度低于纯发电工况运行模式。

（3）根据预测结果对冷却塔雾羽和荫屏带来的影响进行分析发现，本工程 2 台纯发电华龙一号机组线性叠加 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔正常运行时雾羽扩散范围主要集中在厂区内的有限范围。全年最长荫屏时间为 1770.4 小时，位于冷却塔中心位置 N 方位约 200m 处，1970.7 小时相应引起最大的太阳辐射能量损失为太阳辐射量的 30.8%。雾羽的扩散范围、荫屏引起太阳辐射能量损失基本处于厂区的内部，因此，预计本工程 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组冷却塔形成雾羽“荫屏”不会对周围环境和陆生生态产生明显影响。

（4）本工程 2 台纯发电华龙一号机组和 1 台纯发电高温气冷堆机组拟采用“一机一塔”冷却塔方案。其自然通风冷却塔高度分别达到 200m 和 150m 左右，具有较高的排放高度，雾羽在排出冷却塔后，由于动量和浮力作用还要向上抬升一段高度。在国外的实测和相关研究中，自然通风冷却塔的雾羽到达地面的可能性相当小，不会导致地面结雾现象。

（5）本工程规划建设的 3 座冷却塔，运行时在厂址半径 3km 范围内的居住区产生的噪声区间值为 $29.0\text{dB}(\text{A})\sim 44.7\text{dB}(\text{A})$ ，满足《声环境质量标准》中的 1 类标准（ $45\text{dB}(\text{A})$ ）；在厂界产生的最大噪声为 $61.2\text{dB}(\text{A})$ ，已超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》规定的 3 类夜间限值（ $55\text{dB}(\text{A})$ ），需采取降噪措施，确保冷却塔实际运行满足环保要求。通过噪声软件模拟计算，提出了在厂界附近加装隔声屏或在冷却塔进风口加装消声器的方案。经预测，采取上述任意一种措施后，均能使冷却塔产生的噪声在厂界及附近居住区达标。两种噪声治理方案均具备可实施性，各有优缺点，现考虑采用隔声屏方式，确保厂界及敏感点噪声满足相关要求。

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

(1) 气态途径

本期工程规划建设 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组，由于国内尚没有针对高温气冷堆的排放控制标准，暂参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定，一台高温气冷堆机组气态流出物的排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定的单台机组气态流出物年排放量控制值比较如下：

核素类别	1 台高温气冷堆机组排放量设计值 Bq/a	本工程单台机组排放量控制值（根据功率折算） Bq/a	比值
惰性气体	2.73E+13	5.50E+13	49.68%
碘	2.40E+08	1.50E+09	16.00%
粒子（ $T_{1/2}\geq 8d$ ）	1.75E+06	6.75E+09	0.03%
氚	7.09E+12	7.50E+12	94.53%
C-14	5.65E+11	5.73E+11	98.60%

各类核素的排放量均满足相关规定的年排放量控制值要求。

本项目厂址规划建设“4 台华龙一号机组+2 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”，厂址 6 台机组运行状态下，气态流出物排放源项与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定的厂址气态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	4 台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	2 台高温气冷堆机组排放量设计值 Bq/a	厂址所有机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	2.34E+14	5.46E+13	2.89E+14	6.00E+14	48.11%
碘	3.06E+09	4.80E+08	3.54E+09	2.00E+10	17.70%
粒子（ $T_{1/2}\geq 8d$ ）	3.74E+08	3.50E+06	3.78E+08	5.00E+10	0.76%
氚	1.94E+13	1.42E+13	3.36E+13	6.00E+13	55.97%
C-14	1.46E+12	1.13E+12	2.59E+12	2.80E+12	92.50%

各类核素的排放量均满足 GB6249-2025 规定的年排放量控制值要求。

(2) 液态途径

本期工程规划建设 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组，由于国内尚没有针对高温气冷堆的排放控制标准，暂参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定，一台高温气冷堆机组液态流出物的排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定的单台机组液态流出物年排放量控制值比较如下：

核素类别	1 台高温气冷堆机组排放量设计值 Bq/a	本工程单台机组排放量控制值（根据功率折算） Bq/a	比值
氚	2.80E+13	6.23E+13	44.98%
C-14	-	1.37E+11	-
其余核素	5.08E+07	4.50E+09	1.13%

各类核素的排放量均满足 GB6249-2025 规定的年排放量控制值要求。

本项目规划建设“4 台华龙一号机组+2 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”，厂址 6 台机组运行状态下，液态流出物排放源项与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定的厂址液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	4 台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	2 台高温气冷堆机组排放量设计值 Bq/a	厂址所有机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
氚	1.74E+14	5.60E+13	2.30E+14	3.00E+14	76.67%
C-14	1.07E+11	-	1.07E+11	6.00E+11	17.83%
其余核素	7.64E+09	1.02E+08	7.74E+09	5.00E+10	15.48%

各类核素的排放量均满足 GB6249-2025 规定的年排放量控制值要求。

本工程单台高温气冷堆机组的液态流出物年排放量为 4442m³，液态流出物槽式排放口核素浓度设计值与浓度限值的比较如下：

核素类别	浓度设计值 Bq/L	浓度限值 Bq/L	占比
氚	-	3.00E+07	-
C-14	-	3.00E+03	-
其余核素	11.44	1.00E+03	1.14%

氚通过二回路排放。由表可知，正常运行工况下，核岛监测槽排口处液态流出物中不存在氚和 C-14，其余核素浓度 11.44Bq/L，满足 GB6249-2025 的浓度限值要求。

槽式排放口处液态流出物各核素浓度设计值与 GB6249-2025 浓度推荐值的比较如下：

核素	浓度设计值 Bq/L	浓度推荐值 Bq/L	核素	浓度设计值 Bq/L	浓度推荐值 Bq/L
Fe-55	3.56E-01	190	Ru-106	/	45
Ni-63	3.67E-04	90	Ag-110m	2.22E-01	70
Sr-90	1.43E-03	10	Sb-124	/	20
Cr-51	/	40	Sb-125	/	60
Mn-54	/	15	Cs-134	6.39E-01	20
Co-58	/	200	Cs-137	9.86E+00	30
Fe-59	3.80E-02	10	I-131	2.25E-01	10
Co-60	8.37E-02	120	I-133	4.16E-03	10
Zn-65	/	10			

本工程运行状态下，核岛液态流出物其余核素中的各核素浓度设计值均满足 GB6249-2025 规定浓度推荐值的要求。

6.2.2 照射途径

（1）气态途径

本工程运行状态下，气态流出物排放到环境后对公众的照射途径可归纳为：空气浸没外照射、地面沉积外照射、吸入空气内照射和食入农牧产品内照射。

（2）液态途径

本工程运行状态下，液态放射性流出物与循环冷却水混合后排入临近海域，在其稀释和扩散的过程中，对公众的照射途径可归纳为：食入海产品内照射，岸边沉积外照射，在海域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射。

（3）其他途径

本工程液态流出物的接纳水体为海域，海水不作为农业灌溉和人畜饮用水，正常运行工况下陆域管线跑冒滴漏的液态流出物通过地下水迁移对公众造成的辐射影响远小于总剂量的 10%。气态流出物通过沉降途径对善后河、徐圩新区应急备用水源地、徐圩新区集中式饮用水水源保护区造成辐射的影响小于总剂量的 10%，因此对饮用水和灌溉等其他的照射途径不予考虑。

6.2.3 计算模式与参数

（1）气态途径

本工程运行状态下，气态流出物在大气中迁移和扩散及其对公众的辐射剂量的计算采用的是核环境影响评价程序包的正常气态流出物评价模块。该程序的正常气态流出物评价

模块已于 2007 年通过国家环保总局的验收，可以用来计算核设施运行状态下排放的气态流出物对环境的影响。

在大气弥散计算中：该模式对于影响大气弥散的因素进行了较为全面的考虑，进行了风摆效应、静风的分配、大气稳定度、混合层高度、建筑物尾流以及不同地形特征的修正；同时还根据排放口的特征对排放源类型进行了分类考虑，包括高架排放、地面排放和混合排放；该程序可以计算出评价区内各子区的大气弥散因子和核素浓度。

本工程采用二次循环冷却方案，冷却塔高约 200 米，与气态流出物排放烟囱距离约 665m。通过对最不利条件进行模拟，研究最不利条件下冷却塔对模拟区烟囱污染物迁移扩散的影响。模拟结果表明，由于冷却塔的卷吸效应，对烟囱污染物局地扩散有影响，但影响程度较小，对污染物总体扩散过程影响程度有限。三台冷却塔热羽同时排放时，地面最大沉积水量为 $1\text{E}+8\text{kg}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ ，相当于全年增加降水 3.3mm，冷却塔飘滴引起的降水量比自然降水量低 2 个数量级，对地面沉积影响程度较小。

根据冷却塔对气态流出物扩散影响研究专题的结论：即使在最不利扩散条件下，冷却塔对模拟区烟囱污染物迁移扩散的影响很小，对地面沉积影响程度也较小。根据上述结论，冷却塔对烟囱污染物大气弥散的影响很小，本工程在大气弥散计算过程中按照混合排放方式进行大气弥散的评价计算。

在剂量估算中，对放射性核素衰变及地面沉积、清除和转移进行了考虑，并根据食谱、生活习性以及剂量转换因子的不同对各年龄组进行分别考虑，计算了空气浸没外照射、地面沉积外照射、烟云吸入内照射和农产品与动物产品食入内照射四种途径的辐射剂量。空气浸没外照射的计算考虑了建筑物的屏蔽效应，地面沉积外照射的计算根据联合频率考虑了干、湿沉积的共同影响。

剂量估算中所使用的惰性气体空气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），其余核素的空气浸没外照射剂量转换因子和地表沉积外照射剂量转换因子（包括空气中和水中）取自美国联邦导则 12 号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》，食入和吸入内照射剂量转换因子分别取自 GB18871-2002 中的表 B6、表 B7 和表 B9，见表 6.2-1；各核素的转移系数和浓集因子取自 IAEA 安全丛书 19 号报告，见表 6.2-2。居民人口分布、食谱、生活习性数据详见本报告第二章 2.2 节和 2.3 节。在剂量评价中，使用厂址半径 5km 范围内居民最大食谱计算厂址半径 5km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用厂址半径 80km 范围内居民食谱计算厂址半径 5~80km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用排水口附近居民最大食谱计算

排水口附近公众所受到的最大个人剂量。人口分布数据取厂址 2028 年的预期人口数。

（2）液态途径

剂量估算中食入有效剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），地表沉积和水中浸没剂量转换因子取自美国联邦导则 12 号报告（1993），沉积吸附分配系数 K_d 取自 IAEA 安全丛书 19 号报告，各数据见表 6.2-3。在剂量评价中，使用厂址半径 5km 范围内居民最大食谱计算厂址半径 5km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用厂址半径 80km 范围内居民食谱计算厂址半径 5~80km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用排水口附近居民最大食谱计算排水口附近公众所受到的最大个人剂量。人口分布数据取厂址 2028 年的预期人口数。

6.2.4 大气弥散和水体弥散

（1）大气弥散

根据厂址 2022 年 2 月~2024 年 1 月两整年的实测气象资料，采用 $\Delta T/U$ 法进行大气稳定度分类，得到观测期间厂址区域中性 D 类为 29.8%，不稳定 A~C 类分别为 8.0%、22.7% 和 11.2%，稳定 E、F 类分别为 2.6% 和 25.7%。

Cs-137 的年均大气弥散因子范围为 $3.56E-10 \text{ s/m}^3 \sim 3.04E-07 \text{ s/m}^3$ ，I-131 的年均大气弥散因子范围为 $3.45E-10 \text{ s/m}^3 \sim 3.04E-07 \text{ s/m}^3$ ，Kr-85 的年均大气弥散因子范围为 $3.64E-10 \text{ s/m}^3 \sim 3.04E-07 \text{ s/m}^3$ 。大气弥散因子最大值均出现在厂址 WSW 方位 0-1km 处。

Cs-137 的相对干沉积因子范围为 $5.33E-13 \text{ m}^{-2} \sim 4.56E-10 \text{ m}^{-2}$ ，I-131 的相对干沉积因子范围为 $3.45E-12 \text{ m}^{-2} \sim 3.04E-09 \text{ m}^{-2}$ 。相对干沉积因子最大值均出现在厂址 WSW 方位 0-1km 处。

Cs-137 和 I-131 的相对湿沉积因子范围为 $1.48E-14 \text{ m}^{-2} \sim 4.96E-11 \text{ m}^{-2}$ ，相对湿沉积因子最大值均出现在厂址 SW 方位 0-1km 处。

（2）水体弥散

南京水利科学研究院于 2023 年 2 月完成《江苏徐圩核能供热厂一期工程液态流出物排放数值模拟研究报告》。在液态剂量计算中各类核素的海水稀释因子选取最不利潮型—典型小潮时的相应结果。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

在厂址半径 80km 范围内各子区空气中的气态流出物年均放射性活度浓度的最大值出现在厂址 WSW 方位半径 0~1km 处，几种代表性核素的年均放射性活度浓度最大值分别为 $7.52E-09 \text{ Bq/m}^3$ （Cs-137）、 $2.13E-07 \text{ Bq/m}^3$ （I-131）、 $3.00E-04 \text{ Bq/m}^3$ （Kr-85）。

本工程运行状态下，即使考虑排放海域内放射性本底的叠加效应，各放射性核素浓度也都符合 GB3097-1997 的要求。

6.2.6 公众的最大个人剂量

本工程排水口与厂址距离很远，排水口位于厂址中心 ENE 方位，距厂址中心直线距离是 22.5km，在评价中保守考虑将排放口附近居民组的剂量结果作为所在子区的平均个人剂量。

（1）气态途径

本工程运行状态下，气态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $8.19\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $5.72\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $1.97\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。

（2）液态途径

本工程运行状态下，由气液态途径造成的最大个人剂量中液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $3.62\text{E-}10\text{Sv/a}$ 、 $2.13\text{E-}10\text{Sv/a}$ 、 $1.53\text{E-}10\text{Sv/a}$ 、 $3.38\text{E-}11\text{Sv/a}$ 。

（3）气液态综合途径

本工程运行状态下，气态和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $8.19\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $5.72\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $1.97\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。受到的最大个人有效剂量为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占本期工程个人剂量约束值（ 0.03mSv/a ）的 3.02%。

本工程 1 台高温气冷堆及 2 台华龙一号机组正常运行工况下，气态和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $2.69\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $3.17\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $1.00\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $3.73\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。受到的最大个人有效剂量为 $3.17\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占“2 台华龙一号机组+1 台高温气冷堆机组”个人剂量约束值（ 0.11mSv/a ）的 2.96%。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

本节主要估算本工程正常运行时，由于气、液态流出物的排放，所致周围环境介质中生物的辐射剂量水平，同时还计算了本厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时对生物的辐射影响。

6.2.7.1 生物的辐射效应

对水生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为水体照射

和底泥照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

对陆生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为空气照射和地面沉积外照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

6.2.7.2 评价模式

厂址周围环境介质中生物所受的辐射剂量采用 ERICA 程序计算。

6.2.7.3 参考生物的分类

参考生物的定义和选用是建立“非人类生物”辐射剂量评估模型的基础。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。

6.2.7.4 参数选取

ERICA 推荐所有生物的筛选值为 $10\mu\text{Gy/h}$ 。

6.2.7.5 水生生物辐射影响的估算

（1）本工程正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，本工程正常运行时，排放口附近海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，排放口附近海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，本工程正常运行时，排放口附近海域范围内水生生物是安全的。

（2）厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，排放口附近海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围内水生生物是安全的。

6.2.7.6 陆生生物辐射影响的估算

（1）本工程正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，本工程正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-4} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，本工程正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（2）厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运

行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

本工程运行状态下，厂址半径 80km 范围内居民所受的集体剂量为 $5.62\text{E-}02$ 人 $\cdot\text{Sv/a}$ 。

本工程运行状态下，气态和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $8.19\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $5.72\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $1.97\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。最大个人有效剂量出现在厂址 WSW 方位 1~2km 处，此处居住的是东辛农场西隅管理区西隅 86 管理区的村民，关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。

气态途径的主要途径为食入农牧产品造成的内照射途径，约占气态途径总剂量的 79.31%；其次为空气浸没外照射途径，约占气态途径总剂量的 19.56%；吸入空气内照射和地面沉积外照射途径分别占气态途径的 0.87%和 0.26%。气态途径的主要核素为 C-14，它所造成的剂量约占气态剂量的 76.61%；其它贡献较大的核素为 Ar-41 和 H-3，分别占气态途径总剂量的 19.39%和 3.81%。

液态途径的主要途径为食入海产品造成的内照射途径，占液态途径总剂量的 97.50%。其次为岸边沉积外照射途径，约占液态途径总剂量的 2.50%；液态途径的主要核素为 Fe-55，它所造成的剂量约占液态途径总剂量的 68.75%；其它贡献较大的核素为 H-3 和 Ag-110m，分别占液态途径总剂量的 19.90%和 4.32%。

气液态综合的关键途径为气态途径的食入农牧产品造成的内照射途径，所造成的剂量为 $7.20\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 79.28%；其次为气态途径的空气浸没外照射途径，占气液态总剂量的 19.55%。关键核素为 C-14，它所造成的剂量为 $6.95\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 76.58%；另外，Ar-41 和 H-3 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 19.38%和 3.82%。

“1 台高温气冷堆+2 台华龙一号机组”正常运行工况下，最大个人有效剂量出现在厂址 E 方位 5~10km 处，此处居住的是圩丰镇周庄村、海堤村的村民，关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $1.38\text{E-}06\text{Sv/a}$ 。关键途径为液态途径的食入海产品造成

的内照射途径，其所致的剂量为 $1.28\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 92.54%；其次为食入农牧产品造成的内照射途径，占气液态总剂量的 6.07%。各核素中关键核素为 C-14，它所造成的剂量为 $1.03\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 75.04%；另外，Co-60 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 9.68%。

6.2.9 辐射影响评价

综合上述计算分析，本工程运行状态下，气态和液态排放源项、液态途径排放的放射性核素的浓度以及公众最大个人有效剂量均满足相应国标要求。

本工程运行状态下，厂址附近水生生物和陆生生物所受辐射剂量率均远小于 ERICA 推荐的筛选值（ $10\mu\text{Gy/h}$ ）。

6.3 其他环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

本工程 3 号机组工艺系统中化学污染物对环境的其它影响主要是化学物质向海域的排放，以及由此造成的海水水质变化对海洋生物的影响。

本工程 3 号机组排放的化学物质主要来自下列工艺过程产生的废水：

- 海水淡化系统；
- 淡水处理系统；
- 除盐水生产系统；
- 循环水处理系统；
- 循环水补水预处理系统；
- 凝结水精处理系统；
- 化学加药系统。

6.3.1.1 海水淡化系统

海水淡化系统产生的废水其主要化学物质是海水预处理过程产生的悬浮物和沉淀泥浆、一级海水反渗透装置排出的浓盐水。

由于海水淡化预处理过程中所用的化学药品均是根据原水水量、悬浮物及浊度等条件按比例投加的，含有悬浮物和氢氧化铁的沉淀泥浆水进行浓缩、脱水，固体物质不排入水体，脱水机滤液回收至排泥池，不直接排放，这些化学物质将不会影响附近海域的海水质量。在线监测污泥浓缩上清液的悬浮物含量，达标后排放。污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。

海水淡化相关系统运行期间产生的海水类排水，与海水循环冷却水排水在厂区排水泵

房掺混后排放，不会影响附近海域海水质量，不会降低循环水排水水质。本期工程海水淡化系统排水量为 $2.36 \text{ m}^3/\text{s}$ ，其中浓盐水排放量约为 $1.73 \text{ m}^3/\text{s}$ 。浓盐水排放的各关键水质指标参照执行《海水冷却水排放要求》（GB/T39361-2020），海水淡化拟在以下排水管设置在线监测仪表：废水中和池的排放管设在线 pH 计监测 pH 值；浓盐水排放管设置在线 COD_{Mn} 检测仪；其他指标考虑定期取样检测。

6.3.1.2 淡水处理系统

淡水处理过程加入的化学物质有聚合氯化铝、聚丙烯酰胺、次氯酸钠、臭氧。淡水处理过程中所用的化学药品用量均是根据原水水量、悬浮物及浊度等条件按比例投加的，并在处理环节中消耗殆尽。絮凝剂、助凝剂反应生成物绝大部分存在于淡水厂的生产废水泥浆中。含有悬浮物和絮凝剂、助凝剂反应生成物的泥浆水经浓缩后进行脱水，形成固体物质不排入水体，污泥脱水后的滤出液排入室外生产废水管网，经非放生产废水处理站处理达标后回用至循环水补水预处理厂房或排海。污泥脱水分离液中的化学物质以絮凝剂、助凝剂和悬浮物为主，且浓度小于排放标准，因此不会对循环水补水或海洋环境造成影响。

6.3.1.3 除盐水生产系统

机组用除盐水生产系统废水中主要含有 NaCl 、 Na_2SO_4 、阻垢剂（盐类形式）等盐类及 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，该系统废水送至非放生产废水处理站（SF）处理达标后回用。

供热用除盐水生产系统树脂再生废水的 NaCl 排放浓度很低，两小时内最大释放浓度小于 2g/L ，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准对含盐量没有限制，且含盐量也不是《海水水质标准》（GB3097-1997）中用于海水分类的项目指标。因此，不会影响附近海域的海水质量。

6.3.1.4 循环水处理系统

向高温气冷堆机组循环水系统的海水中投加次氯酸钠溶液，在每座自然通风冷却塔附近的循环水泵房进水渠道投加次氯酸钠溶液（电解海水制氯），浓度为 8mg/L ，每天加药 2 次，每次加药 1h；另外需要投加阻垢缓蚀剂和非氧化性杀生剂。

向高温气冷堆机组循环水系统投加的次氯酸钠、非氧化性杀生剂、阻垢缓蚀剂的加药方式为暂定，后续将根据外委专题试验成果及运行调试情况考虑。

向高温气冷堆机组厂用水系统中投加氧化性杀生剂（0.8%次氯酸钠）、非氧化性杀生剂、阻垢缓蚀剂，用以杀生和防止结垢，系统设有加药装置，废水排入生产废水处理站处理，处理后优先回用于循环水补水预处理厂房，无法回用的排入厂区排水泵房排放，最终排入大海，废水排放石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一

级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B 标准。

上述系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原性物质作用而消耗。化合态余氯为氯氨（氨氮、有机胺、氯化合而成），如一氯胺（NH₂Cl）、二氯胺（NHCl₂）等。化合态余氯氧化能力低，在海水中比较持久稳定，但它的生物毒性远小于游离态氯。循环水冷却塔排水至排放口距离较远，大约为 25 公里，在排放过程中，余氯又得到进一步消耗。排至大海后，冷却水不断与海区中大量的海水进行混合，残余氯在海区中随着潮汐和海流的运动继续稀释与扩散，在这个过程中，残余氯亦得到稀释，不断扩散到海区中去，并进一步得到消耗。至排放口时，余氯浓度小于 0.1mg/L。

阻垢剂、非氧杀生剂对排放对排放口海域生态环境的影响分析：

由于含磷类药剂会对水体产生富营养化，无磷、可降解的环境友好型阻垢剂、非氧化杀生剂也应用广泛，可供选择的试剂种类较多。以市场上已成熟应用的无磷某阻垢剂和某非氧杀生剂为例，其对海洋生物的生态影响资料如下：

药剂	生物种类	生态影响资料
阻垢剂	黑头呆鱼	LC： 750mg/L(96h)
	水蚤	EC： 743mg/L(48h)
非氧杀生剂	黑头呆鱼	LC： 0.26mg/L(96h)
	大鳍鳞鲷太阳鱼	LC： 0.21mg/L(96h)
	红鲈	LC： ≥600mg/L(96h)
	无脊椎动物	LC： 0.27mg/L(48h)
	糖虾	LC： 13mg/L(96h)

可选的阻垢剂和非氧化性杀生剂排入环境后受海洋潮汐的作用以及本身的降解作用，水体中的浓度迅速降低，因此对海洋生态环境影响也相对较小。

后续根据外委专题试验成果及运行调试情况，并对拟投加的阻垢剂、非氧化性杀生剂开展专题研究及毒性试验，选择易自然降解的无毒、无环境残留型的非氧化性杀生剂及无磷环保型的阻垢剂，以满足环境保护要求。

6.3.1.5 循环水补水预处理系统

循环水补水预处理过程加入的化学物质主要为三氯化铁、聚丙烯酰胺。循环水补水预处理过程中所用的化学药品用量均是根据原水水量、悬浮物及浊度等条件按比例投加的，并在处理环节中消耗殆尽。絮凝剂、助凝剂反应生成物绝大部分存在于循环水补水预处理厂房的生产废水泥浆中。含有悬浮物和絮凝剂、助凝剂反应生成物的泥浆水经浓缩后进行

脱水，形成固体物质不排入水体，污泥脱水后的分离液排至循环水补水预处理厂房的排泥池再次参与污泥处理。因此，循环水补水预处理系统添加的化学药剂不会对周围环境造成影响。

6.3.1.6 凝结水精处理系统

精处理再生处理过程中投加 HCl 和 NaOH，用于阳树脂和阴树脂的再生。废水主要来自正常工况下排水，其他工况无排水，废水中的主要物质是 NaCl 形式排放，间断排放，平均每 3 小时排放 1 次，每次排放 2.75 小时。再生产生的废水排入废水中和池内，系统设有加酸、加碱装置，废水经中和后，使 pH=6~9，经高温气冷堆综合管廊、放射性废液管沟接至华龙一号 GC 沟的液态流出物排放总管，在滩涂泵房混合井处与非放排水掺混后排海，废水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B 标准。

6.3.1.7 化学加药系统

化学加药系统为全挥发处理方式，主要向二回路中投加氨或联氨，调节二回路汽水 pH 值和除氧。废水中的主要物质是 NH₄Cl 形式排放，废水先收集在中和池内，通过加入酸碱中和，使废水 pH 达到 6~9，经高温气冷堆综合管廊、放射性废液管沟接至华龙一号 GC 沟的液态流出物排放总管，在滩涂泵房混合井处与非放排水掺混后排海，排口处氨氮浓度约为 2.0mg/L，废水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B 标准。

加药系统还设置一个独立的磷酸三钠注入闭式冷却水系统，以维持该系统的 pH 值，使该系统的腐蚀得到控制。废水的主要形式 PO₄³⁻，废水排入闭式水系统检修防水坑，经厂区生产废水管网排至生产废水处理站，处理后优先回用于循环水补水预处理厂房，无法回用的排入厂区排水泵房排放，最终排入大海，废水排放石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B 标准。

6.3.2 其它污染物的环境影响

6.3.2.1 生产废水和生活污水的影响

本工程拟设置非放生产废水处理站，处理后的非放射性生产废水优先回用于水泵轴封水和循环水补水预处理厂房，无法回用的非放生产废水排入厂区排水泵房，最终排入大海。非放射性生产废水排放石油类执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，其他指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的 B 标准。

本工程3号机组拟设置污水系统油水分离器（8SA），处理后的非放射性含油废水水质达到石油类满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级B标准后，根据化学需氧量 COD_{Cr} 能否达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的B标准切换不同的排水去向。如 COD_{Cr} 达标，排至厂区排水泵房；如 COD_{Cr} 超标，排至非放生产废水处理站处理达标后排至厂区排水泵房，最终排海。

本工程拟设置污水处理构筑物，处理后的生活污水达到《城市污水再利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗标准，回用于绿化、道路浇洒、洗车，剩余水量回用至循环水系统补水。

因此，生产废水和生活污水不会对水环境造成明显影响，是可以接受的。

6.3.2.2 噪声的影响

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）要求，项目占地区域为3类声环境功能区，声环境影响评价等级为三级。

1台高温气冷堆机组运行后，东厂界昼间、夜间贡献值分别为49.6dB（A）、43.9dB（A），南厂界昼间、夜间贡献值分别为48.1dB（A）、42.8dB（A），西厂界昼间、夜间贡献值分别为49.0dB（A）、41.4dB（A），北厂界的昼间、夜间贡献值分别为45.8dB（A）、40.5dB（A）。

因此，一期工程1台高温气冷堆机组运行后，各厂界噪声贡献值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定3类标准限值，即昼间65dB（A）和夜间55dB（A）。

6.3.2.3 电磁辐射影响

本工程将拟建500kV开关站，根据HJ 24-2020标准要求，采用类比法和已运行的田湾核电站1-4号机组共用的500kV开关站、5-8号机组共用的500kV开关站的电磁辐射强度和分布的实际测量，对本工程建成后电磁环境影响进行预测。

本工程500kV开关站与田湾核电站现有开关站比较内容见表6.3-1。

田湾核电站厂址区域5km范围内电磁环境的主要评价结论如下：

工频电场/工频磁场：田湾核电站厂区工频电场强度监测值在0.164V/m~1428.52V/m之间，工频磁场强度监测值在0.036 μT ~9.793 μT 之间；输电线路工频电场强度监测值范围在1.326V/m~2044.64V/m之间，工频磁场强度监测值在0.035 μT ~6.817 μT 之间；田湾核电站厂区外环境敏感区工频电场强度监测值在0.118V/m~106.80V/m之间，工频磁场强度监测值在0.038 μT ~0.087 μT 之间。根据以往工程经验，机组正常运行时，开关站电场强度最大值一

般出现在靠近输电线路边相外0-5m处，最大磁场强度一般在中相导线的正下方附近，然后随距离增加而降低。距离田湾核电站厂址最近的居民区位于厂址NNW方位约1.4km处，此处工频电场监测值为0.371V/m，工频磁场监测值为0.043μT。所有工频电场/工频磁场强度监测值都分别小于标准限值4kV/m和0.1mT（100μT），符合标准要求。

本工程周围的居民点距离厂址最近的自然村位于厂址 S 方位 1.0km 处，受已有 220kV 输电线路影响，此处工频电场强度监测值为 2.44V/m，工频磁场监测值为 0.0196μT。距离田湾核电站厂址最近的居民区位于厂址 NNW 方位约 1.4km 处，此处不受输电线路影响，此处工频电场监测值为 0.371V/m，工频磁场监测值为 0.043μT。位于田湾核电站厂址 NW 方位约 2.0km 处的自然村，受已有 110V 输电线路影响，此处工频电场强度监测值为 3.087V/m，工频磁场强度监测值为 0.051μT。所有敏感目标的工频电场/工频磁场强度监测值都远小于标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100μT），符合标准要求。

可见，本工程厂址区域附近电磁辐射污染源要少于田湾核电站厂址区域。可以预见，本项目建成投运后 500kV 开关站对周围环境的电磁辐射影响也能够满足国家相关标准的要求。

6.3.2.4 固体废物的影响

3 号机组运行期产生的固体废物主要包括一般工业废物和危险废物。

3 号机组运行期产生的一般工业废物主要包括废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器等，以及淡水处理、生活污水处理、循环水补水预处理、海水淡化预处理过程中产生的污泥，污水处理构筑物、污水系统油水分离器（8SA）调节池前格栅拦截的污物，废弃的膜组件和离子交换树脂。

本工程海水淡化沉淀池厂房的排泥水输送至循环水补水预处理厂房集中处理，在循环水补水预处理厂房设置污泥浓缩池和污泥脱水机等设备，对污泥进行减量化处理后，委托有资质的单位定期外运。淡水处理、循环水补水预处理、生活污水处理过程中产生的污泥量与原水水质和药剂添加量有关，污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。污水处理构筑物、污水系统油水分离器格栅拦截的污物定期外运处理。

海水淡化系统工艺设计采用反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，反渗透膜元件的使用年限一般为 5 年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定、定期更换。经海水淡化处理工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用除盐水生产工艺设计采用超滤和反渗透膜元件。根据膜厂商的建议及调研国内

膜元件的使用情况，超滤和反渗透膜元件的使用年限一般为 5 年。超滤和反渗透膜更换时间应根据现场实际运行情况，监测超滤膜和反渗透膜的运行情况，合理确定、定期更换。经除盐水生产工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用和供热用除盐水生产过程中采用离子交换树脂，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。经除盐水生产工艺用过的离子交换树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

本工程 3 号机组产生的危险废物主要包括废主变压器油、废高压厂用变压器油、废高压辅助变压器油、废铅蓄电池、废机油、废油漆、废灯管、实验室废液（稳定废液）、废活性炭、废物桶等，在厂内设置危废暂存库，危险暂存库的设计满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求，集中分类暂存后，定期委托有资质单位外运处置。

因此，运行期间产生的固体废物不会对附近区域的环境质量造成明显影响，是可以接受的。

6.4 退役

6.4.1 概述

对核设施来说，退役是继选址、设计、建造、试运行和运行之后的最后一个阶段。它是一个包括源项调查、去污、厂内设备和系统的拆除、建筑物和结构的拆毁及对产生的废物进行处理、整备、处置等操作的过程。所有这些活动均要考虑操作人员和普通公众的健康和安全要求，也要考虑对环境产生的任何影响。目前越来越多的核设施退役研究和经验表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核设施的退役进行充分考虑。选择合适的退役策略，尽可能在厂址选择、材料选择、系统和设备设计、厂房布局、设备布置等方面考虑退役因素，可以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，将退役对环境的影响和废物产生量降至可合理达到的尽量低，尽可能降低将来退役施工的难度和费用。本节主要对本工程 3 号机组将来退役时的策略选择和阶段划分、退役计划的制定提出了初步设想，阐述了在设计阶段应考虑的有关因素和要求，并在退役费用和管理方面提出了考虑和设想。

6.4.2 退役策略选择

核设施退役是指在核设施运行寿期结束后，根据核设施所在厂址后续的使用用途所确定的退役目标，经过去污、拆除、厂房建（构）筑物拆除、场址清理等一系列工作，达到厂址的退役目标，即作为核设施厂址继续利用或达到无限制开放水平。

目前国际原子能机构推荐的退役策略分为两种：立即拆除和延迟拆除。

(1) 立即拆除是将被放射性污染的设备、结构和设施的污染部分移除或者去污至允许设施开放用于无限制使用或者由监管机构进行有限制使用水平的策略。在这种情况下，退役执行活动在运行停止后的短时间内就开始进行。这个策略隐含指出退役项目应该立即完成，包括将设施中的所有放射性材料移除至另一个新的或者已经存在的有资质的设施中进行长期贮存或者处置。

(2) 延迟拆除是将设施被放射性污染的部分处理或者放置在一定条件下一段足够的时间，直到可以进行后续的去污和/或拆除等操作，从而最终达到允许设施开放用于无限制使用或者由监管机构进行有限制使用的策略。

上述两种策略各有利弊，具体选择何种策略需要充分考虑核能供热发电厂所在国家有关退役的法规政策、放射性废物管理能力、从事退役的工作人员、退役费用估算和筹资方式、其他机组的影响、退役技术发展及其对安全及环境的影响等方面的因素，满足核能供热发电厂所在国家的放射性废物管理和核能发展战略要求。

本工程 3 号机组在设计中充分考虑了各退役策略的退役方案的需求，使得对拆除技术和辐射防护水平要求相对较高的立即拆除策略的实现成为可能。如果采取延迟拆除的策略，需要注意在封存期间保证足够的监护措施，确保设施安全。而封存之后的拆除由于放射性在一定程度上的衰变，可能会带来拆除技术上的简化。

综合比较各策略并考虑到国际上退役领域的发展趋势以及退役拆除技术的水平，针对本工程 3 号机组退役推荐选择立即拆除的退役策略。

6.4.3 退役计划的制定

退役最终目标的实现取决于周密和有组织的计划。国家核安全监管部门要求新建核设施要制定退役计划。计划的内容、范围和详细程度应根据设施的复杂性和潜在危害的不同进行调整。核能供热发电厂退役计划分三个阶段制定和提交，即：初始计划、中期计划和最终计划。三个阶段计划的内容应逐步深入、完善、细化和优化。其中安全分析和环境影响评价是退役计划安全实施的关键。

6.4.3.1 初始退役计划

初始计划的制定要考虑以下几方面的问题：退役可行性的一般分析；退役涉及到的安全问题的基本考虑；退役实施对环境影响方面的考虑；退役费用及筹资方式；明确退役期间需使用的现有设施、系统和设备。

6.4.3.2 中期退役计划

核能供热发电厂运行期间需要对初始退役计划进行定期审核、更新和细化，以制定中期退役计划（若发生重大事故时应立即制定）。需要更新和细化的内容包括：国家有关退役政策和法规的变化；退役技术的发展；退役实施时可能发生的异常事件；对影响退役计划的系统和结构的重大修改；退役费用的估算及落实情况。

6.4.3.3 最终退役计划

核能供热发电厂安全关闭前要提交详细的最终退役计划，作为关闭申请和退役申请的支持性文件，其内容深度应符合国家核安全监管部门的相关规定。

6.4.4 退役方案简述

6.4.4.1 退役范围、目标及顺序

本工程 3 号机组规划建设 1 台型号为 HTR-PM600S 的高温气冷堆，电站设计寿命均为 60 年。其退役范围具体包括：反应堆厂房（UJA）、核辅助厂房（UKA）、乏燃料厂房（UFC）、共用厂房（UKK）。

上述厂房在去污达到目标值后拆毁，建筑垃圾运走，场地平整。

6.4.4.2 退役方案

对于本工程，初步选择在设施永久关闭后不久，首先将球形燃料元件、乏燃料从堆内移出，装入专门设计加工的不锈钢乏燃料贮罐内，进行密封保存。同时，还移出反应堆运行时产生的废物，之后，核设施处在一种安全稳定的工况，进行必要的维护和检测，再进行全面的退役。

6.4.4.3 环境本底辐射水平调查

本厂址的环境本底辐射水平调查需要在首堆建造前完成，根据国家相关标准的要求，在首堆首次装料前，必须完成环境本底辐射水平调查，至少应获得最近两年的调查数据。本底调查包括环境 γ 辐射、陆地环境介质监测和海洋介质监测。环境 γ 辐射的监测范围为以反应堆厂房为中心，半径 50km 范围内，其余陆地环境介质的监测项目一般取 20~30km，海洋介质的监测范围为排放口为中心，半径 10km 范围内。主要监测内容为：

（1）厂址周围存在的辐射或放射源应用情况；

（2）两年本底调查的环境放射性监测项目，主要包括以下几类：

- 环境 γ 辐射： γ 辐射剂量率瞬时定点测量； γ 辐射累积剂量测量
- 陆地介质：大气及沉降物、土壤和底泥以及陆生生物
- 海洋介质：海水、海洋沉积物、海洋生物

（3） ^{14}C 本底调查的项目，主要包括以下几类：

- 陆域介质：水、生物
- 海洋介质：海水、生物

6.4.4.4 退役废物管理

在本工程 3 号机组退役过程中，应根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）、《放射性废物分类》（公告 2017 年第 65 号）等废物管理相关标准的规定对各类废物进行分类，并进行相关的处理处置工作。

（1）放射性固体废物

对退役过程中产生的高放废物进行包装和暂存，最终采取深地质处置方式处置；中放废物送废物处理设施进行检测、处理、整备，最终送中等深度处置场处置，处置深度通常为地下几十到几百米；低放废物可以在具有工程屏障的近地表处置设施中处置；极低放废物根据其材质及放射性水平分别进行收集和包装，送至新建废物处理设施进行处理，经检测进行解控或送至极低放填埋场填埋。

（2）放射性液体废物

系统倒空、系统串洗过程中产生的放射性废液，用原废液处理系统进行处理。

设备离线去污产生的废液，通过去污设施内配建的废液处理系统进行处理。

退役过程中工作人员产生的洗澡水等放射性水平较低的废液，利用原有系统进行收集、处理及最终排放；当原有系统拆除后，利用新建的废物处理设施的相关系统进行收集、处理和排放。

（3）放射性气载废物

退役过程中，放射性气载废物产生于使用热切割工具的拆除过程和对厂房建（构）筑物进行表面剥离去污的过程以及厂房的维护排风过程。

在进行热切割时，在切割工位旁设置移动式通风装置，对产生的放射性粉尘及气溶胶进行过滤，过滤后的气体进入厂房排风系统；表面剥离机与高效工业吸尘器配套使用，过滤后的气体也将进入厂房排风系统。气流进入厂房排风系统后通过厂房的排风装置过滤后排放。

退役过程中厂房的通排风利用厂房原有的通风系统。

6.4.5 便于退役的考虑

目前越来越多的核设施退役研究和经验表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核设施的退役进行充分考虑。尽可能在场址选择、总图布置、材料规范、系统设备布置等方面考虑利于退役的因素，以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，从退役废物

产生源头进行控制，贯彻废物最小化原则，有效减少退役施工难度和费用。

本工程 3 号机组在最初设计时考虑了将来退役的便利性，并遵循以下原则：

- 1) 任何为方便退役所采取的设计措施，都应符合现有国家法规和标准的要求。
- 2) 方便退役的措施应遵循放射性废物最小化的原则。
- 3) 对材料选择、系统和设备、厂房布局和设备布置的设计，应方便去污、拆除，方便退役操作、设备的转移。
- 4) 为核设施退役而考虑的措施，应避免与设施安全可靠运行及维护等主要目的相互抵触。
- 5) 必要时进行利益代价分析，确保方便退役措施的合理性。

6.4.6 运行阶段的设计、运行资料的收集和管理

需要提供的基本文件包括：核能供热发电厂设计、竣工文件，所要求的运行文件以及一些其他的相关文件。完整的文件资料可以确保退役工作效率并减少退役期间出现的意外情况。

在核能供热发电厂运行的几十年期间，因核能供热发电厂的变更和改进，这些文件与核能供热发电厂的真实状况的吻合性有所降低。为避免在退役和拆卸作业中出现麻烦，应该避免这种情况。

6.4.7 退役费用的考虑

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第 27 条的规定，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，并列入投资概算或生产成本。根据 NB/T20048-2011《核电厂建设项目经济评价方法》，本工程退役基金按固定资产原值的 10%计提，从投产后第一年开始平均提取。

6.4.8 退役管理设想

运行阶段应及时完善更新退役计划，特别是有重大变化时应由相关部门负责完成此项工作。

安全关闭期是从设施运行到退役主要拆除活动实施之间的一个重要阶段，该阶段从运行阶段末期启动。

这一阶段的任务主要是尽量完成需要类似运行期操作的系统作业，如全系统在线去污（如果需要）等，还应将运行期间堆放的废物收集做妥善处理整备，另外应对设施系统的放射性盘存量进行调查。

退役期主要活动是将设施内所有放射性物项进行拆卸、解体、包装、处理以使所有设

施内不再存有不符退役终态要求的放射性物项，并且最终进行建（构）筑物拆毁和场址清理，使场址最终无限制开放。

6.4.9 结论

通过上述分析，得出如下结论：

1) 核能供热发电厂退役策略选择受多种因素影响，在本核能供热发电厂建造可行的前提下，从目前的国家政策、费用来源、废物出路以及退役技术方面来看，建议将来采用立即拆除策略。

2) 本工程 3 号机组在设计阶段已考虑便于退役工作的多项措施，将来建造过程中也应继续对退役工作进行充分考虑。

3) 在核能供热发电厂安全关闭期，建议指定有关责任部门负责考虑、实施退役的前期工作。

核能供热发电厂退役将涉及国家政策、法规、经济和科学技术条件等问题。在核能供热发电厂运行寿期末采用的退役策略和退役方案，将根据技术经济的发展情况，在专门的退役阶段的可行性研究和环境影响评价工作中再行确定并分阶段实施。

表 6.1-1 降水量与直观觉察的对照

降水量（mm/h）	现象和觉察程度
低于 0.0005	用试纸较难观测
0.0005~0.005	用试纸可观测，较难引起注意
0.005~0.012	在脸部有轻微感觉，不引起大的影响
0.012~0.025	光滑表面（如玻璃）湿润；轻微察觉
0.025~0.05	高湿度条件下地湿；可察觉
超过 0.05	地湿，有些水坑；易察觉
13	大雨

表 6.2-1 (1/2) 气态途径核素剂量转换因子

核素\途径	空气浸没 Sv.m ³ /Bq.s	地表沉积 Sv.m ² /Bq.s	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
			Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
H-3	3.31E-19	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	7.30E-11	1.20E-10	2.70E-11	3.45E-11	4.65E-11	9.60E-11
C-14	2.65E-18	1.68E-20	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	6.20E-12	8.90E-12	1.10E-11	1.90E-11
Kr-85m	6.83E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	2.55E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.94E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	9.72E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.27E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.11E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	5.44E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.85E-14	3.82E-16	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	7.40E-09	1.90E-08	3.70E-08	7.20E-08
I-132	1.14E-13	2.29E-15	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	9.40E-11	2.20E-10	4.50E-10	1.10E-09
I-133	3.00E-14	6.43E-16	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	1.50E-09	3.80E-09	8.30E-09	1.90E-08
I-134	1.32E-13	2.63E-15	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	4.50E-11	1.10E-10	1.80E-10	4.80E-10
I-135	8.09E-14	1.52E-15	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	3.20E-10	7.90E-10	1.70E-09	4.10E-09
Cr-51	1.53E-15	3.12E-17	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	3.70E-11	6.59E-11	1.00E-10	2.60E-10
Mn-54	4.14E-14	8.22E-16	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	1.50E-09	2.40E-09	3.81E-09	7.51E-09
Co-57	5.68E-15	1.16E-16	2.10E-10	5.80E-10	8.90E-10	2.90E-09	1.00E-09	1.50E-09	2.30E-09	4.40E-09
Co-58	4.82E-14	9.61E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.10E-09	3.10E-09	4.50E-09	9.00E-09
Co-60	1.27E-13	2.38E-15	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	3.10E-08	4.00E-08	5.90E-08	9.20E-08
Fe-59	6.04E-14	1.13E-15	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	3.70E-09	5.50E-09	7.90E-09	1.80E-08
Sr-89	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08

表 6.2-1（2/2） 气态途径核素剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	Sv.m ³ /Bq.s	Sv.m ² /Bq.s	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
Sr-90	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08
Zr-95	3.65E-14	7.32E-16	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	4.80E-09	6.80E-09	9.70E-09	2.00E-08
Nb-95	3.78E-14	7.57E-16	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	1.50E-09	2.20E-09	3.10E-09	6.80E-09
Ru-103	2.28E-14	4.69E-16	7.30E-10	1.50E-09	2.40E-09	7.10E-09	2.40E-09	3.50E-09	5.00E-09	1.10E-08
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-09	1.50E-08	2.50E-08	8.40E-08	2.80E-08	4.10E-08	6.40E-08	1.40E-07
Sb-125	2.05E-14	4.31E-16	1.10E-09	2.10E-09	3.40E-09	1.10E-08	4.80E-09	6.80E-09	1.00E-08	2.00E-08
Cs-134	7.66E-14	1.54E-15	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	2.00E-08	2.80E-08	4.10E-08	7.00E-08
Cs-136	1.07E-13	2.12E-15	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	2.80E-09	4.10E-09	5.70E-09	1.50E-08
Cs-137	2.92E-14	6.03E-16	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	3.90E-08	4.80E-08	7.00E-08	1.10E-07
Ba-140	8.83E-15	2.00E-16	2.60E-09	5.80E-09	9.20E-09	3.20E-08	5.10E-09	7.60E-09	1.10E-08	2.70E-08
Ce-141	3.53E-15	7.51E-17	7.10E-10	1.50E-09	2.60E-09	8.10E-09	3.20E-09	4.60E-09	6.30E-09	1.40E-08

表 6.2-2 气态途径元素浓集因子和转移系数

元素\途径	浓集因子		转移系数	
	牧草	农作物可食部分	奶 d/L	肉 d/kg
Ba	1.00E-01	5.00E-02	5.00E-03	2.00E-03
Ce	1.00E-01	5.00E-02	3.00E-04	2.00E-04
Co	2.00E+00	8.00E-02	1.00E-02	7.00E-02
Cr	1.00E-01	1.00E-03	2.00E-04	9.00E-02
Cs	1.00E+00	4.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Fe	1.00E-01	1.00E-03	3.00E-04	5.00E-02
I	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Mn	1.00E+01	3.00E-01	3.00E-04	7.00E-04
Nb	2.00E-01	1.00E-02	4.00E-06	3.00E-06
Ru	2.00E-01	5.00E-02	3.00E-05	5.00E-02
Sb	1.00E-01	1.00E-03	2.50E-04	5.00E-03
Sr	1.00E+01	3.00E-01	3.00E-03	1.00E-02
Zr	1.00E-01	1.00E-03	6.00E-06	1.00E-05

表 6.2-3（1/2） 液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

核素	地面沉积	水中浸没	食入有效 Sv/Bq				沉积吸附分配系数
	Sv.m ² /Bq.s	Sv.m ³ /Bq.s	成人	青少年	儿童	婴儿	m ³ /kg
H-3	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-11	2.30E-11	3.10E-11	6.40E-11	1.00E-04
C-14	1.68E-20	2.99E-21	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	2.00E-01
Cr-51	3.12E-17	3.34E-18	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	5.00E+00
Mn-54	8.22E-16	8.98E-17	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	3.05E-02*
Fe-59	1.13E-15	1.31E-16	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	5.00E+00
Co-58	9.61E-16	1.04E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.26E-01*
Co-60	2.38E-15	2.77E-16	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	2.26E-01*
Sr-89	6.89E-17	5.43E-19	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	2.51E-03
Sr-90	1.68E-18	1.12E-19	2.80E-10	6.00E-08	4.70E-08	2.30E-07	2.51E-03
Sr-91	7.52E-16	7.61E-17	6.50E-10	1.20E-09	2.10E-09	5.20E-09	2.51E-03
Sr-92	1.27E-15	1.49E-16	4.30E-10	8.20E-10	1.40E-09	3.40E-09	2.51E-03
Y-90	1.10E-16	1.03E-18	2.70E-09	5.90E-09	1.00E-08	3.10E-08	1.00E+03
Y-91	7.49E-17	9.56E-19	2.40E-09	5.20E-09	8.80E-09	2.80E-08	1.00E+03
Zr-95	7.32E-16	7.91E-17	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	2.06E+01*
Nb-95	7.57E-16	8.20E-17	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	5.00E+01
Mo-99	1.85E-16	1.62E-17	6.00E-10	1.10E-09	1.80E-09	5.50E-09	0.00E+00
Tc-99m	1.22E-16	1.33E-17	6.40E-10	1.30E-09	2.30E-09	1.00E-08	1.00E-02
Ru-103	4.69E-16	4.95E-17	7.30E-10	1.50E-09	2.40E-09	7.10E-09	3.00E-02
Ru-106	0.00E+00	0.0-0E+00	7.00E-09	1.50E-08	2.50E-08	8.40E-08	3.00E-02
Ag-110m	2.68E-15	2.97E-16	2.80E-09	5.20E-09	7.80E-09	2.40E-08	9.20E-01*
Sb-124	1.76E-15	2.00E-16	2.50E-09	5.20E-09	8.40E-09	2.50E-08	1.00E-01
Te-131m	1.39E-15	1.54E-16	1.90E-09	4.30E-09	7.80E-09	2.00E-08	1.00E-01
Te-131	4.94E-16	4.54E-17	8.70E-11	1.90E-10	3.50E-10	9.00E-10	1.00E-01
Te-132	2.31E-16	2.31E-17	3.80E-09	8.30E-09	1.60E-08	4.80E-08	1.00E-01
Te-134	8.89E-16	9.36E-17	1.10E-10	2.20E-10	3.90E-10	1.10E-09	1.00E-01

*：数据取自中国辐射防护研究院 2024 年 5 月完成的《江苏徐圩核能供热厂一期工程厂址受纳海域泥沙核素吸附特性研究总结报告》。

表 6.2-3（2/2） 液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

核素	地面沉积	水中浸没	食入有效 Sv/Bq				沉积吸附分配系数
	Sv.m²/Bq .s	Sv.m³/Bq .s	成人	青少年	儿童	婴儿	m³/kg
I-131	3.82E-16	4.04E-17	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	2.00E-03
I-132	2.29E-15	2.46E-16	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	2.00E-03
I-133	6.43E-16	6.49E-17	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	2.00E-03
I-134	2.63E-15	2.86E-16	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	2.00E-03
I-135	1.52E-15	1.75E-16	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	2.00E-03
Cs-134	1.54E-15	1.66E-16	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	1.14E+00*
Cs-136	2.12E-15	2.34E-16	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	1.14E+00*
Cs-137	3.04E-18	6.70E-17	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	1.14E+00*
Cs-138	2.34E-15	2.66E-16	9.20E-11	1.70E-10	2.90E-10	1.10E-09	1.14E+00*
Ba-140	2.00E-16	1.91E-17	2.60E-09	5.80E-09	9.20E-09	3.20E-08	5.00E-01
La-140	2.24E-15	2.57E-16	2.00E-09	4.20E-09	6.80E-09	2.00E-08	0.00E+00
Ce-141	7.51E-17	7.78E-18	7.10E-10	1.50E-09	2.60E-09	8.10E-09	2.00E+02
Ce-143	3.19E-16	2.89E-17	1.10E-09	2.40E-09	4.10E-09	1.20E-08	2.00E+02
Ce-144	2.06E-17	1.95E-18	5.20E-09	1.10E-08	1.90E-08	6.60E-08	2.00E+02
Pr-143	2.07E-17	2.27E-19	1.20E-09	2.60E-09	4.30E-09	1.40E-08	0.00E+00
Pr-144	1.65E-16	5.07E-18	5.00E-11	9.50E-11	1.70E-10	6.40E-10	0.00E+00

*：数据取自中国辐射防护研究院 2024 年 5 月完成的《江苏徐圩核能供热厂一期工程厂址接纳海域泥沙核素吸附特性研究总结报告》。

表 6.3-1 江苏徐圩核能供热发电厂与田湾核电 1-8 号机组电磁辐射环境情况对比

	江苏徐圩核能供热发电厂	田湾1-8号机组
建设规模	4台华龙一号+2台高温气冷堆	田湾一、二期工程4*1060 MW 田湾5、6号机组2*1000 MW 田湾7、8号机组2*1200MW（在建）
电压等级	500kV	500kV
厂区内电磁辐射源	拟建1个500kV开关站、拟建1个220kV开关站，拟建6台主变压器	已建2个500kV开关站，已建1个220kV辅助开关站，已建6台主变压器
厂区外电磁辐射源	1座500kV变电站、1条拟建500kV输电线，1条拟建220kV输电线，2条500kV输电线，5条220kV输电线	3条500kV输电线，1条220 kV输电线，2条110 kV输电线

第七章 事故的环境影响和环境风险

7.1 放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述

7.1.2 事故后果计算

7.1.3 事故后果评价

7.2 严重事故

7.3 场内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

7.3.2 乏燃料运输事故

7.3.3 放射性固体废物运输事故

7.4 其他事故

7.4.1 化学物爆炸

7.4.2 火灾

7.4.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

7.5 事故应急

7.5.1 制定场内核事故应急预案的主要依据

7.5.2 应急组织

7.5.3 应急状态分级

7.5.4 应急设施

7.5.5 应急响应能力的维持

7.5.6 厂址周围道路条件

7.5.7 应急计划区

7.1 放射性事故和后果评价

根据《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》（HJ808-2016）中相关要求，需要对核电厂设计基准事故的潜在照射后果进行评价。对于高温气冷堆，基于高温气冷堆机组设计基准事故源项，采用厂址气象数据，计算各个事故对公众造成的潜在放射性后果，并评价剂量后果是否满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）的相关要求。

高温气冷堆机组所考虑的主要设计基准事故如下：

- （1）一回路失压事故类中的压力容器和一回路隔离阀之间一根 DN65mm 大连管断裂事故（极限事故）；
- （2）一回路失压事故类中的反应堆冷却剂一根仪表测量管（DN10mm）破损或断裂事故（稀有事故）；
- （3）一回路进水事故类中的蒸汽发生器一根传热管双端（2F）断裂事故（稀有事故）；
- （4）辅助支持系统事故类中反应堆辅助系统厂房内氦净化系统的一根管道破裂事故（稀有事故）；
- （5）放射性废液贮存罐的泄漏事故（稀有事故）；
- （6）乏燃料贮罐吊装事故（稀有事故）。

7.1.1 事故描述

7.1.1.1 压力容器和一回路隔离阀之间一根 DN65mm 大连管断裂事故

假设与反应堆压力容器连接的大管道（DN65mm）发生断裂，一回路冷却剂迅速向外泄漏。失压过程是在很短时间内完成的（约 13-14 分钟）。失压之后冷却剂丧失，但反应堆余热通过热传导、热辐射、对流等自然机制传导到反应堆压力容器外，且舱室冷却系统不失效，靠自然循环把余热排出到最终热阱——大气。

随着冷却剂迅速流失引起的失压过程，堆内放射性物质通过一回路破口释放到反应堆舱室，并通过舱室净化过滤释放到环境。

压力容器和一回路隔离阀之间一根 DN65mm 大连管断裂事故属于极限事故。

7.1.1.2 反应堆冷却剂一根仪表测量管（DN10mm）破损或断裂事故

一根 DN10mm 仪表连接管断裂后，泄压速率与一根 DN65mm 大连管断裂事故相比低得多，大约 8-9 小时以后一回路排空。事故后堆芯燃料的最高温度低于燃料元件设计温度限值 1620℃，因而，燃料元件中包覆燃料颗粒不会发生大量破损，包容的裂变产物不会大量释放出来。

反应堆冷却剂一根仪表测量管（DN10mm）破损或断裂事故属于稀有事故。

7.1.1.3 蒸汽发生器一根传热管双端（2F）断裂事故

假设在反应堆 102% 功率运行时，蒸汽发生器一根传热管在预热段发生 2F 断裂破口，二回路水和汽在压差作用下从破口进入一回路。当通过湿度信号确认发生进水事故后，反应堆快速停堆，蒸汽发生器主蒸汽管和给水管将由隔离阀隔离，同时启动蒸汽发生器的事故排放系统。当蒸汽发生器内压力降至与一回路压力达到平衡时，蒸汽发生器事故排放系统阀门关闭，事故排放过程结束。反应堆紧急停堆成功时，一回路风机停机，风机挡板成功关闭。

蒸汽发生器一根传热管双端（2F）断裂事故属于稀有事故。

7.1.1.4 氦净化系统的一根管道破裂事故

高温气冷堆氦净化系统由烧结金属过滤器（用于滞留颗粒状物质，也叫尘埃过滤器）、氧化铜床（用于把氦及 ^{14}CO 氧化成氦水和 $^{14}\text{CO}_2$ 而将其吸附沉积下来）、分子筛（用于吸附 $^{14}\text{CH}_4$ 和少量未被冷凝去除的氦等）以及低温吸附器（用于吸附裂变气体）等组成，可在正常运行及事故情况下对一回路冷却剂进行净化。

在发生氦净化系统的一根管道破裂事故时，反应堆保护系统控制的一回路隔离阀将把一回路与发生事故的净化列隔离。但计算源项时，仍然假设发生该事故时，氦净化系统内的隔离措施失效，氦气排放到氦气管道间，使舱室内压力超过了设定压力，爆破片装置爆破，气体通过爆破泄压管道瞬时释放到大气环境。

氦净化系统的一根管道破裂事故属于稀有事故。

7.1.1.5 放射性废液贮存罐的泄漏事故

氦净化系统及再生系统中气/水分离器分离出的含氦废水的贮存罐发生泄漏。

模块式高温气冷堆寿期内预计共有大约 18m^3 含氦水产生。设计的 4 个贮存氦水的后级罐每个容积为 4.6m^3 。贮罐漏水时，部分放射性随水的蒸发转变为气态，并通过厂房通风系统释放到环境。

放射性废液贮存罐的泄漏事故属于稀有事故。

7.1.1.6 乏燃料贮罐吊装事故

高温气冷堆堆芯卸出的乏燃料元件经暂存后装入乏燃料贮存罐（每个贮罐设计容量为 4 万个乏燃料元件）进行厂内贮存和吊装。乏燃料贮罐罐口在焊接完毕后，用地车运送至竖井上方，并由地车上的屏蔽罩的吊装机构将其竖直吊入竖井，此过程中可能发生贮罐跌落事故。

乏燃料贮罐吊装事故属于稀有事故。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

采用厂址 2022 年 2 月~2024 年 1 月两整年气象铁塔 10 米高度风向、风速、大气稳定度三维联合频率以及厂址扩散参数计算大气弥散因子。对于保守模型，计算全厂址概率水平为 95%以及各方位概率水平为 99.5%的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子，取其中较大值作为 0~2 小时保守的大气弥散因子；对于现实模型，取全厂址 50%概率水平的小时大气弥散因子作为 0~2 小时现实的大气弥散因子。对于释放持续时间长于 2 小时的大气弥散因子，则利用小时大气弥散因子与年均大气弥散因子，采用双对数内插的方法求得。

7.1.2.2 事故剂量

对各类设计基准事故计算了非居住区边界处公众个人剂量。照射途径考虑了事故期间起主要作用的三个途径：

- 放射性烟云浸没外照射；
- 沉积在地面的放射性物质外照射；
- 从烟云中吸入放射性物质内照射。

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）和美国联邦导则第 12 号报告中的推荐值。吸入内照射剂量转换因子取自于 GB18871-2002，甲状腺吸入内照射剂量转换因子取自于 ICRP71 号报告；对于 ICRP71 号报告缺少的核素的甲状腺吸入内照射剂量转换因子，则取用美国联邦导则 11 号报告中的推荐值。

7.1.3 事故后果评价

对于高温气冷堆，参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）中对于小型模块化核动力厂相关规定进行事故后果评价。设计基准事故的潜在照射后果应符合下列要求：

在发生一次稀有事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有效剂量应小于 5mSv。在发生一次极限事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有效剂量应小于 10mSv。

根据计算结果，高温气冷堆设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）的要求。

7.2 严重事故

高温气冷堆机组采用球床模块式高温气冷堆，其固有安全设计特征，确保了在任何事故工况下，燃料元件的温度不超过设计限值 1620℃，反应堆不会发生堆芯熔化和放射性大量释放的严重后果。

通过对典型超设计基准事故序列进行筛选，确定设计扩展工况（DEC）。其中，蒸汽发

生器一根传热管双端断裂叠加第一安全阀回座失败事故在选择分析的事故中剂量后果最大，具有包容性。

采用 NUREG/CR-4691 推荐的事故后果评价模式计算严重事故造成的放射性后果。

根据计算结果，对于高温气冷堆机组蒸汽发生器一根传热管双端断裂叠加第一安全阀回座失败事故，场外事故后果远低于通用优化干预水平，2 天、7 天、1 个月和 1 年内有效剂量超过 GB18871-2002 附录 E 规定的通用优化干预水平的概率水平均为 0。距离反应堆中心 3.0km 处，各时段有效剂量超过 0.1mSv 的概率均小于 30%。

针对蒸汽发生器一根传热管双端断裂叠加第一安全阀回座失败事故，通过设置湿度检测信号、直接触发紧急停堆和专设安全设施进行事故预防和缓解，具体包括：

（1）进水量的控制

可以通过隔离主给水系统和投入蒸汽发生器事故排放系统来控制进入一回路的水量。

①主给水隔离：通过停主给水泵的方式完成，事故情况下会由保护系统直接触发完成，即使触发失败，仍可以通过断电等操作来完成；

②蒸汽发生器事故排放系统：进水事故情况下，会直接触发该系统自动投入，将蒸汽发生器中存水排空，从而减少进入一回路的水量。

（2）一回路放射性物质的包容

一回路压力泄放系统的两列安全阀前均设有电动主隔离阀，因此在安全阀不能回座情况下，可以由操纵员在主控室遥控关闭安全阀前的主隔离阀，从而实现一回路放射性物质的包容。

（3）已排放的放射性物质的包容和过滤

安全阀开启后，一回路放射性物质会排入反应堆厂房，反应堆厂房首先作为放射性物质包容的边界，其次，厂房中设有负压排风系统，该系统设有高效过滤器和碘过滤器，可以在必要情况下对厂房中的放射性物质进行过滤排放，从而降低进入环境的放射性源项。

7.3 场内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

新燃料在厂内转移和运输过程以新燃料罐为基本运输单元，包括新燃料罐从运输通道到新燃料库的运输、新燃料库内转运以及新燃料库和新燃料装料间内的运输。

运输通道、新燃料库内的运输和转运利用自动装卸装置、自动转运车进行；新燃料库到新燃料装料间的厂内运输采用自动装卸装置、自动转运车和自动直线装卸装置进行；新燃料装料间内向燃料装卸系统給料操作由新燃料装料设备自动完成。

自动转运车将满载新燃料罐自动转运至新燃料库，新燃料库内自动装卸装置先将库内空的新燃料罐自模块式罐架自动吊出并放置在自动转运车空罐位，之后将自动转运车满罐位上满载新燃料罐吊出、转移至贮存罐架位存放。如此往复，实现新燃料的自动化贮存操作。

新燃料运输遵循《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），在新燃料元件贮存和转运过程中，每个新燃料罐均加盖并通过螺栓紧固；运输、转运过程中，新燃料罐均采用了固定及防护措施以防倾倒、跌落。即使出现燃料罐倾倒、跌落事故，燃料元件不会散落出新燃料系统特定的操作舱室区域，不会出现放射性物质扩散的后果。

7.3.2 乏燃料运输事故

将乏燃料贮罐从核电厂区内的乏燃料暂存库转移到厂区外的中间贮存库以及后处理厂或永久贮存厂址时，需要通过运输车和屏蔽运输容器进行操作。从在堆贮存的贮存库向外运输乏燃料贮罐时，操作如下：通过地车屏蔽罩上的起升机构和贮罐吊具将乏燃料贮罐从贮存竖井内吊出，运至转运井上方，将乏燃料贮罐吊入乏燃料吊装间内的转运容器（屏蔽运输容器）内，然后用转运吊车将转运容器吊装到转运汽车上，转运汽车可运载乏燃料贮罐进行厂内外运输。

乏燃料运输将遵循《中华人民共和国核材料管制条例》（HAF501）、《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）、《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》（GB/T17230-1998）和国务院令第562号《放射性物品运输安全管理条例》等规范要求，确保乏燃料运输容器在承受正常运输条件和相关规范要求的运输事故后，仍能保证乏燃料的包容性能与屏蔽性能满足安全要求，并确保乏燃料的临界安全满足要求。

7.3.3 放射性固体废物运输事故

高温气冷堆运行期间产生的废物主要包括废排风过滤器芯、废弃零部件、废水过滤器芯、石墨粉尘以及其它废物等，以及华龙一号 ZLT 系统为处理高温气冷堆废水产生的浓缩液、废水过滤器芯、废膜组件。

ZLT 系统产生的浓缩液收集在华龙一号 QF 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器中的 200L 钢桶烘干，形成装有烘干盐的 200L 钢桶废物包，通过华龙一号屏蔽运输车转运至 QT 库装入 HIC 暂存。废过滤器芯用华龙一号机组屏蔽运输车转运至 QS 厂房进行水泥固定处理，形成的 200L 桶装水泥固定体再送至 QT 库暂存。屏蔽运输车包括运输车本体和屏蔽容器两部分，屏蔽运输容器内能够容纳一个内置废滤芯定位装置的 200L 钢桶，屏蔽容器外表面剂量率不超过 2mSv/h，屏蔽容器的盖子能够锁死，以保证运输过程中的安全。

其他废物、废弃零部件、废膜组件等用干废物运输车运送到 QS 厂房，经处理后送至 QT 库暂存。干废物运输车的司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 $10\mu\text{Sv/h}$ ，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

高温气冷堆的特种废物主要为石墨粉尘。这些废物在核岛内暂存，待有需要时通过运输车运送至废物处理中心（QS）。

厂内运输道路有足够的宽度和平整度保证运输安全，运输过程中采取控制转运车辆行驶速度、道路通行管制等管控措施，降低放射性固体废物运输事故发生的概率和危害程度。放射性废物运输车辆司机上岗前经过驾驶训练和培训，在运输过程中严格限速行驶，并设置警告标识，其他人员未经允许不得靠近，从管理上确保废物运输安全。

7.4 其他事故

在本项目中其它事故不会或极少可能导致放射性物质向环境释放，但可能产生其它一些影响环境的后果（例如化学物质爆炸、火灾、化学物品泄漏）。设计中已对这类事故给予充分的注意，采取了切实的保护措施，可以把事故发生的可能性和对环境的可能影响减至最小。

7.4.1 化学物爆炸

高温气冷堆常规岛氢气管道按照《发电厂油气管道设计规程》DL/T5204-2016 要求，采用无缝钢管焊接方式避免泄漏。氢气的主要用户为励磁机、发电机封闭母线、气端密封油回油、励端密封油回油以及氢气冷却器回水管。上述设备集中布置在发电机区域，该区域设有 7 个漏氢监测探头，用于泄漏监测保护且与屋顶排氢风机连锁，当检测到氢气浓度达到报警值（1%）时，连锁开启屋顶排氢风机进行排气通风，避免氢气聚集。在氢气设备区域上方的楼面，设置了防止氢气聚集的专用通风孔，确保泄漏的氢气能够到达屋顶，最终通过风机排出。

7.4.2 火灾

高温气冷堆可能发生火灾风险的设备：

- （1）所有使用润滑油的设备，例如汽轮机、电动机、泵、伺服机构、阻尼器、变压器、膜压机、冷却器、空气压缩机、风机等；
- （2）电气设备和电缆；
- （3）使用燃油的设备，如柴油发电机；
- （4）除碘器；
- （5）专用防护材料（油漆涂料、顶板等）。

本工程的防火设计严格执行有关的设计规范，例如《核动力厂设计安全规定》

（HAF102-2016）、《核动力厂防火与防爆设计》（HAD102/11-2019）、《核电厂防火设计规范》（GB/T22158-2021）、《消防设施通用规范》（GB50036-2022）、《建筑防火通用规范》（GB50037-2022），贯彻以预防为主，防消结合的方针。通过预防火灾、限制火灾蔓延、火灾探测以及通过自动的或由电站运行人员操作的灭火措施来实现防火的目的。尽量使用非易燃的建筑材料和设备，对易产生火灾的物品要选择好安全贮存的位置。在设计中要考虑限制火灾蔓延的措施和设施。

7.4.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

针对非放化学品的环境风险，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的相关要求，根据本项目涉及的危险物质及工艺系统危险性和环境敏感程度确定环境风险潜势为I，仅需要开展简单分析。

本项目仅涉及危险物质的使用与贮存，针对危险化学品的物理化学性质，在其使用过程中均采取相应的防护措施。

7.5 事故应急

7.5.1 制定场内核事故应急预案的主要依据

我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）要求在厂址选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建厂址必须在其场内和场外核事故应急预案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）则对营运单位制定核事故应急预案提出了相应的要求。

核事故应急的目的是在核设施发生放射性物质可能向环境大量释放的事故时，使事故迅速得到控制，以防止或减少放射性物质向环境的释放，并采取防护行动保护厂内所有人员的安全，迅速向厂外提供保护居民安全与健康的建议。

按照国家核事故应急条例、核应急法规要求，核设施场内核事故应急预案应该在首台机组首次装料前六个月完成。本工程将根据要求适时完成场内核事故应急预案编写并上报评审。

7.5.2 应急组织

7.5.2.1 场内核应急组织

中核苏能核电有限公司在应急准备与响应中的主要责任如下：

- （1）贯彻、执行国家核事故应急工作的方针、政策和法规；
- （2）制定场内应急预案，建立场内应急组织，保障应急准备与响应所需资源，做好场内应急准备工作；
- （3）确定核能供热发电厂的应急状态，及时、有效和协调地实施核能供热发电厂场内

应急响应行动，在事故造成的放射性后果实际或可能影响场外时，向江苏省核事故应急指挥部提出进入场外应急状态和采取公众防护行动的建议；

（4）按规定及时向国家核应急协调委员会（国家核应急办）、江苏省核事故应急委员会（江苏省核应急办）、生态环境部（国家核安全局）、生态环境部华东核与辐射安全监督站、国家能源局、中国核工业集团公司及中国核能电力股份有限公司等有关部门提供有关信息资料；

（5）配合和协助开展江苏省核事故应急委员会的应急准备和响应行动。

江苏徐圩核能供热发电厂场内应急组织由应急指挥部及其领导下的运行控制组、设备抢修组、仪控抢修组、技术支持组、辐射防护组、后勤保障组、保卫消防组、公众信息组、建安协调组组成。后续在编制场内核事故应急预案时，将对江苏徐圩核能供热发电厂场内应急组织进一步完善。

7.5.2.2 与外部核应急组织间的接口

根据国务院《核电厂核事故应急管理条例》，我国核事故应急管理工作实行国家、地方、营运单位三级管理体系。

核事故应急期间，江苏徐圩核能供热发电厂应急指挥部有责任和义务及时向国家核事故应急协调委员会（国家核事故应急办公室）、江苏省核事故应急委员会（江苏省核应急办）、生态环境部（国家核安全局）、生态环境部华东核与辐射安全监督站、国家能源局、中国核工业集团公司和中国核能电力股份有限公司等部门和单位的应急机构（组织）通报和报告，并密切予以配合，协调一致地实施应急响应行动。必要时，江苏徐圩核能供热发电厂应急指挥部可请求和获得场外支援，同时电站也将接受来自上述单位的指示。

7.5.3 应急状态分级

应急等级是指按照国家有关安全法规，根据核设施出现紧急情况特征、性质、规模、后果及严重程度，特别是其可能造成放射性后果的严重性及影响范围对核设施的应急级别进行划分，以更好地实施应急响应行动。我国《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）规定核动力厂的应急状态分为：应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个等级。根据有关法规、标准的要求，同时按照本工程可能发生的事故和可能导致事故或事件的性质、特征、后果或可能的后果及其严重程度，将江苏徐圩核能供热发电厂的应急状态分为应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个级别。

（1）应急待命：出现可能危及厂址安全的某些特定工况或事件，表明厂址安全水平处于不确定或可能有明显降低。

（2）厂房应急：厂址的安全水平有实际的或潜在的大的降低，但事件的后果仅限于厂房或场区的局部区域，不会对场外产生威胁。

（3）场区应急：厂址的工程安全设施可能严重失效，安全水平发生重大降低，事故后果扩大到整个场区，除了场区边界附近，场外放射性照射水平不会超过紧急防护行动干预水平，早期的信息和评价表明场外尚不必采取防护措施。

（4）场外应急：发生或可能发生放射性物质的大量释放，事故后果超越场区边界，导致场外的放射性照射水平超过紧急防护行动干预水平，以至于有必要采取场外防护措施。

各应急状态的启动条件、应急处置、响应终止将在场内核事故应急预案中详细给出，并且，为了迅速且恰当地确定应急状态等级，基于江苏徐圩核能供热发电厂一期工程的设计和厂址特征，将制定确定应急状态等级的应急初始条件以及应急行动水平，以便应急状态下能够快速准确地对应急状态进行分级。

7.5.4 应急设施

江苏徐圩核能供热发电厂遵循积极兼容的原则建设场内应急设施，主要包括：主控制室、远程停堆站、技术支持中心、应急指挥中心、应急通讯系统、应急监测和评价设施、保卫消防设施、急救和医疗设施、公众信息中心、备用应急指挥中心等。

7.5.4.1 主控制室

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程华龙一号机组和高温气冷堆机组每台机组设置有一个主控制室，主控制室是核能供热发电厂在正常和事故工况下实施电站运行控制的关键场所，也是核能供热发电厂应急响应期间运行控制组的主要工作场所，其在应急响应期间的主要功能为：

- 集中控制、监测、分析和诊断机组的运行和事故状态，保证安全运行、维持安全状态或缓解事故后果；

- 在应急指挥中心启动之前，履行应急启动、应急通知、应急指挥等功能。

7.5.4.2 远程停堆站

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程华龙一号机组每台机组设有一个远程停堆站，高温气冷堆机组每台机组设有一个备用停堆点，是独立于主控制室的关键控制场所。主控制室和远程停堆站分别位于不同的防火区域，它们之间的距离保证操纵员在15分钟之内能够到达，并保证撤离路径是安全的，其在应急响应期间的主要功能为：

- 当主控制室由于某种原因（如火灾）变得不可用时，可靠地控制反应堆的停堆过程直到其进入安全停堆状态，并确保反应堆余热的导出；

- 触发安全系统并监视其工作过程；
- 获取机组和反应堆状态的重要安全信息。

7.5.4.3 技术支持中心

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程华龙一号机组和高温气冷堆机组每台机组设有一个技术支持中心。技术支持中心在平时用作机组当班安全工程师的值班场所，在应急响应期间则是供电站技术支持组成员工作的场所，其主要功能为：

- 对已经发生或可能发生的事故工况（包括严重事故）的分析、预测和诊断提供技术支持和指导；
- 对缓解事故或使机组或电站恢复到安全状态可采取的控制措施提供建议；
- 与机组主控制室、电站应急指挥中心进行信息交流，提供技术支持。

7.5.4.4 应急指挥中心

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程应急指挥中心是在应急响应期间指挥场内应急响应和与场外协调应急响应行动的重要场所，其在应急响应期间的主要功能为：

- 统一指挥电站内部各应急专业组和应急人员的响应行动；
- 保持电站与国家和地方政府有关部门、行业主管部门以及场外应急组织之间的通信联系，接收和传送有关信息，协调场内外应急响应行动；
- 根据事故工况和事故释放源项，进行辐射后果评价，提出场外公众防护行动建议；
- 供执行设备检修、系统或设备损坏探查任务的人员以及有关配合人员集合与待命。

7.5.4.5 保卫消防设施

江苏徐圩核能供热发电厂保卫消防设施在应急时可实施区域控制、人员清点、厂区交通管制、火灾监控和报警。

7.5.4.6 急救和医疗设施

江苏徐圩核能供热发电厂厂区设置有职业医疗中心，应急指挥中心内部也设有医疗处置室，并配备简易医疗设备和器材，可在应急状况下进行伤员的现场救护和体表污染洗消。

7.5.4.7 公众信息中心

江苏徐圩核能供热发电厂公众信息中心主要功能是接待公众和新闻媒体的采访，对公众和新闻媒体的信息需求作出响应，发布有关核能供热发电厂应急状态的信息，收集公众对有关核能供热发电厂事故应急的舆论和反应，澄清失真的传闻等。

7.5.4.8 备用应急指挥中心

在江苏徐圩核能供热发电厂处于事故工况下，且应急指挥中心失去可居留性后，江苏徐

圩核能供热发电厂备用应急指挥中心可以为应急指挥部提供应急指挥和决策的场所。

7.5.4.9 应急通讯系统

应急通信系统主要包括语音通信、数据通信和视频通信。由固定电话、移动电话、视频通信、卫星通信等多种通信手段组成常规通信与应急通信兼容的综合性应急通信网络。

应急通信是指令和实施场内应急响应行动以及保持与场外应急组织联系的重要手段，通信设施的完善和信息传递的畅通是对整个应急响应过程的有力保障，应急通讯系统在应急状态下提供江苏徐圩核能供热发电厂场内应急组织及设施与国家核安全监管部门、组织之间的通信联络和信息传输，各应急通讯系统及设备能保证在应急状态下可提供可靠、冗余的场内、外通讯联络手段，各通讯子系统的关键设备均有备用。

7.5.4.10 应急监测和评价设施

江苏徐圩核能供热发电厂监测和评价设施主要包括机组事故工况监测与评价设施、环境辐射监测设施以及场外辐射后果评价设施，另外还包括消防仪控系统（包括火灾报警系统）等特殊的事件/事故监测与评价设施。

在应急情况下，机组事故工况和堆芯损坏状况监测和评价的设施主要用于反应堆装置的监测、控制和诊断系统，安全参数显示系统，辐射监测以及事故后监测。机组消防仪控系统（包括火灾报警系统）和地震保护仪控监测系统，属于特殊的事件/事故监测与评价设施。

场外辐射后果评价设施主要包括场外辐射后果评价系统及气象观测系统。环境辐射监测设施主要包括环境监测楼、固定式环境 γ 辐射监测站、监督性监测前沿站和流出物监测实验室、环境监测车和环境介质采样车等，这些场外辐射后果评价设施和环境辐射监测设施在设计上均是覆盖全厂使用，能够满足多机组事故应急状态需求。

7.5.5 应急响应能力的维持

为了能在一旦发生事故时能够快速有效地执行应急预案，应按照常备不懈的原则做好各项应急准备工作，维持必要的应急响应能力，主要包括：

（1）应急预案的修订和完善

根据应急演习及运行中实际出现过的应急状态，认真总结经验及教训，对应急预案及相关执行程序加以修订完善，江苏徐圩核能供热发电厂场内核事故应急预案至少每两年进行一次必要的修订并报国家核安全局审评。

（2）建立并坚持应急工作人员培训制度

应急培训是维持和提高应急岗位工作人员响应能力的主要手段，对所有应急工作人员进行定期培训，包括新提名的应急岗位工作人员的岗前培训及原有应急工作人员的定期轮训。

（3）应急设施、设备及通讯等系统的维护

所有应急设施、设备及通讯、监测、评价等系统都必须妥善维护，并有严格的保养及试验制度，以保证其处于随时可用状态。

（4）按法规要求定期进行各种类型及规模的应急演练

应急演练是检验应急准备状况的主要手段。核事故应急响应过程十分复杂，因此应急演练也多种多样，一般按演习涉及的范围可分为：

- 单项演习：为检验某些应急响应基本技巧或分系统检验应急组织响应能力、应急设施设备状况而进行的较小范围的演习，分练习和部分练习；要求每年至少一次，通讯及数据传输系统的练习则应更多。

- 综合演习：核能供热发电厂应急组织全面启动的应急演练，应急响应过程中会涉及核能供热发电厂的绝大部分甚至全部应急组织、应急设施及设备；要求每两年一次。

- 联合演习：场内、外应急组织全面启动的应急演练，要求在首次装料前进行，并在运行期间每五年一次。

7.5.6 厂址周围道路条件

厂址所在连云港市交通条件便利，高速公路方面已形成以 G15 沈海高速、G25 长深高速、G30 连霍高速为主骨架的“两纵一横”布局，实现了市到县、县到县的高速公路联网畅通。普通国省干线公路初步形成“六纵七横”布局，基本实现二级及以上全覆盖。全市农村公路通达里程 10890km，实现了全市所有行政村双车道四级公路全覆盖。

厂址半径 15km 范围内，主要有 G15 沈海高速、国道 G228、省道 S242 及 21 条县道。厂址半径 10km 涉及省道 S242，县道 15 条，乡道 42 条。

由此可见，江苏徐圩核能供热发电厂厂址周围交通便利，除分布有 G15、G228、S242 等干线公路或城市主干道外，还分布有连接至各村街不同等级的村道或乡道，便利的交通条件有利于制定和实施应急预案。

7.5.7 应急计划区

根据《核电厂应急计划与准备准则第 1 部分：应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）中相关规定，在确定本工程应急计划区范围时，应遵循下述一般方法：

- （1）确定应考虑的事故的类型及源项；

- （2）计算事故通过烟羽照射途径使公众可能受到的预期剂量和采取特定防护行动后的可防止的剂量，并估计可能被污染的食品和饮用水的污染水平；计算中所用的环境转移模式和参数是审管部门推荐或认可的；

（3）将所得到的剂量数据与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）所规定的相应的通用优化干预水平或行动水平进行比较，确定应急计划区的范围大小，使在所确定的应急计划区的范围之外，事故可能导致的公众剂量和食品与饮用水的污染水平分别低于相应的通用优化干预水平和行动水平。

《核电厂应急计划与准备准则第 1 部分：应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）中对大型压水堆应急计划区（EPZ）测算应考虑的事故给出了如下规定：

（1）既应考虑设计基准事故，也应考虑严重事故，以使在所确定的应急计划区内所做的应急准备能应对严重程度不同的事故后果；

（2）对于发生概率极小的事故，在确定应急计划区时可以不予考虑，以免所确定的应急计划区的范围过大而带来不合理的经济负担；

（3）应利用国家有关审管部门认可的分析方法与程序来确定所考虑事故的源项与后果，在暂时没有合适的分析方法与程序可供利用的情况下，可参照利用同类机型同类事故的源项数据，但应经过论证；

（4）确定应急计划区时所考虑的事故及源项应经国家有关审管部门认可。

根据《核电厂应急计划与准备准则第 1 部分：应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008），在确定烟羽应急计划区范围时，应遵循如下安全准则：

（1）在烟羽应急计划区外，所考虑的后果最严重的事故序列使公众个人可能受到的最大预期剂量不应超过 GB18871-2002 所规定的任何情况下预期均应进行干预的剂量水平。

（2）在烟羽应急计划区外，对于各种设计基准事故和大多数严重事故序列，相应于特定紧急防护行动的可防止的剂量一般应不大于 GB18871-2002 所规定的相应的通用优化干预水平。

在确定食入应急计划区范围时，应遵循的安全准则如下：

在食入应急计划区外，大多数严重事故序列所造成的食品和饮用水的污染水平不应超过 GB 18871-2002 所规定的食品和饮用水的通用行动水平。

根据《核电厂应急计划与准备准则 第 1 部分：应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）的规定，对于压水堆核电厂，其烟羽应急计划区的区域范围，一般应考虑反应堆热功率的大小，在以反应堆为中心、半径 7~10km 范围内确定，其中内区半径为 3~5km；福岛事故后，国内大型压水堆烟羽应急计划区范围一般均按照内区 5km，外区 10km 来进行推荐。我国《国家核应急预案》（2013 年修订版）对食入应急计划区范围进行了规定，即以核电厂为中心、半径为 30 至 50 公里划定的区域。福岛事故后，根据国内其他核电项目的工程实践，一般按

50km 来确定。

基于现阶段的初步评价结果，初步推荐江苏徐圩核能供热发电厂一期工程的应急计划区范围如下：

— 烟羽应急计划区：烟羽应急计划区外区范围是以江苏徐圩核能供热发电厂各机组反应堆厂房为中心，半径 10km 的包络区域，烟羽应急计划区内区范围是以江苏徐圩核能供热发电厂各机组反应堆厂房为中心，半径 5km 的包络区域。整个厂址的烟羽应急计划区范围，应是以各机组所确定的烟羽应急计划区范围的包络。

— 食入应急计划区：以江苏徐圩核能供热发电厂各机组反应堆厂房为中心，半径 50km 的包络区域。整个厂址的食入应急计划区范围，应是以各机组所确定的食入应急计划区范围的包络。

对于实际边界的确定，GB/T17680.1-2008 要求还应考虑厂址周围的具体环境特征（如地形、行政区划边界、人口分布、交通和通信等）社会经济状况和公众心理等因素，使最终划定的应急计划区实际边界（不一定是圆形）符合实际，便于进行应急准备和应急响应。

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

8.1.2 辐射环境监测

8.1.3 应急监测

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

8.2.3 液态流出物排放管线泄漏监测

8.2.4 气象观测

8.2.5 水文观测

8.3 监测设施

8.3.1 放化实验室

8.3.2 环境监测设施

8.3.3 监督性监测设施

8.4 质量保证

8.4.1 质量控制

8.4.2 质量管理

表：

表 8.1-1 江苏徐圩核能供热发电厂正常运行期间辐射环境监测大纲初步方案

表 8.2-1 非放射性化学污染物和生活污水监测初步方案

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

本工程3号机组运行期间的气态和液态流出物是造成环境污染和居民受照剂量负担的主要来源，因此在流出物监测中对气态和液态流出物进行重点监测。

本工程3号机组将设置流出物监测系统，对排放管道上的气态和液态流出物进行监测，同时设置放化实验室，对气态流出物及液态流出物的取样样品进行测量。

流出物监测的内容包括流出物的放射性核素活度浓度、排放总量和核素的种类等，运行期间流出物监测方案根据我国有关法规标准和本工程的实际情况制定。

8.1.1.1 监测依据

本工程3号机组制定流出物监测方案的主要依据和参考的文件如下：

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）；
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第1部分：一般要求》（GB/T7165.1-2005）；
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第2部分：放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求》（GB/T7165.2-2008）；
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第3部分：放射性惰性气体监测仪的特殊要求》（GB/T7165.3-2008）；
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第4部分：放射性碘监测仪的特殊要求》（GB/T7165.4-2008）；
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第5部分：氡监测仪的特殊要求》（GB/T7165.5-2008）；
- 《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第1部分：一般要求》（GB/T12726.1-2013）；
- 《Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities》（ISO2889-2023）；
- 《气载放射性物质取样一般规定》（HJ/T22-1998）；

- 《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》（国核安发[2020]44号）。

8.1.1.2 监测目的

本工程3号机组运行期间流出物监测目的：

- 监测释放到环境中的气态和液态流出物的浓度，判断其是否符合国家批准的排放控制值和工程本身规定的排放管理目标值；
- 为判明本工程的运行以及放射性废物的处理和装置的工作是否正常有效提供数据和资料；
- 为评价环境影响提供放射性测量数据和资料；
- 迅速发现是否存在无计划排放和事故排放，鉴别排放性质、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，以控制不合理的排放。

8.1.1.3 监测原则

本工程3号机组运行期间流出物监测方案的制定和监测系统设计遵循的主要原则：

- 满足国家标准法规及国家生态环境部在多堆厂址统一管理规定上的要求；
- 对于所有可能产生放射性排放的途径，均应设置合理的监测手段。取样点的设置和取样系统的设计应确保监测结果能代表实际的排放；
- 对于定期排放，进行取样分析；对于存在计划外释放可能性的排放途径，应进行连续监测且仪表有足够宽的量程；对于事故后监测功能的仪表需考虑冗余监测；
- 为便于评价监测结果，除对释放的放射性物质进行监测外，还应监测其它与评价和估算有关的参数，如流出物的流量、温湿度及气象参数等；
- 根据国家标准规定的年排放控制值和浓度限值，制定合理的排放控制值和仪表的报警阈值；
- 流出物监测和取样系统的设计中将考虑地方环保部门的监督性检查和测量。

8.1.1.4 气态流出物监测

本工程3号机组运行期间的气态流出物监测主要监测对象是核能供热发电厂向环境排放的气态流出物。高温气冷堆核岛反应堆厂房、核辅助厂房、乏燃料厂房、共用厂房的放射性排风汇至核岛烟囱向环境集中排放。烟囱配置气态流出物连续监测和取样测量设备。监测设备包含取样头、气溶胶放射性活度监测仪、碘放射性活度监测仪、低量程惰性气体放射性活度监测仪、高量程惰性气体放射性活度监测仪及取样柜，核能供热发电厂运行时

两列监测取样设备同时工作。

8.1.1.5 液态流出物监测

本工程高温气冷堆核岛放射性废液排往华龙一号机组废液处理设施前进行取样监测和核素分析（主要为 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 等），然后通过高温气冷堆的废液管沟及华龙的GC沟送往华龙一号机组的处理系统进行收集和处理。处理后的废液送往华龙机组排放系统，并进行监测和取样分析，达标后方可排放，如发现超标，则返回重新处理。

在本工程3号机组常规岛排水监测水池（ULF）排水泵排水管上设置取样口，每次排放时取样，在放化实验室测量氚放射性浓度并记录。

8.1.1.6 地方环保部门监督性监测

本工程建成后将采取以下措施，支持地方环保部门进行监督性监测：

- （1）根据有关规范要求配合地方环保部门监督性监测流出物实验室的建设；
- （2）保持与地方环保部门联系，接受地方环保部门的监督与指导；
- （3）积极配合地方环保部门进行流出物监督性监测工作，并为地方环保部门定期取样提供方便；
- （4）向地方生态环境部门及时提供流出物监测数据；
- （5）定期进行监测结果的比对和监测技术的交流。

8.1.2 辐射环境监测

本工程为了确保运行期间的流出物对周围环境和居民的影响符合国家的有关规定，本阶段报告制定了本工程运行期间辐射环境监测大纲初步方案，具体内容详见表8.1-1。

8.1.2.1 监测依据

运行期间辐射环境监测依据和参考的主要标准规范有：

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）；
- 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；
- 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- 《环境 γ 辐射剂量率技术规范》（HJ1157-2021）；
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- 《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》（国核安发[2012]98号）；
- 《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》（环发[2012]16号）；

• 《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设具体技术要求（试行）》（国核安函[2014]49号）。

8.1.2.2 监测目的

运行期间辐射环境监测的目的是：

- 测定环境介质中核素活度浓度及大气中 γ 辐射水平的变化，以评估本项目排放的放射性物质对周围环境的影响情况；
- 及时发现环境介质中放射性水平的变化，并查找原因；
- 评估厂址周围环境辐射水平变化趋势，采取预防措施；
- 监测海洋环境介质是否符合国家环保标准；
- 事故应急响应期间执行应急监测。

8.1.2.3 监测范围

根据国家有关法规，运行期间拟进行辐射环境监测的范围如下：

- 环境 γ 辐射水平监测范围为以厂址为中心半径20km范围内，其余陆地环境放射性监测项目的监测范围为半径10km范围内；
- 海洋环境放射性监测以本工程排水口为中心，最远半径为10km，重点监测本工程排放口5km以内的海域。

8.1.2.4 布点原则

本工程运行期间辐射环境监测布点将结合运行前连续两年的放射性本底调查结果具体制定。同时为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，在进行辐射环境监测采样和监测点的布设中主要考虑的原则有：

- （1）陆地监测点以厂址为中心，呈辐射状布置监测点，近密远疏；
- （2）对关键居民组、居民密集地区、主导风下风向及环境敏感点适当增加监测点；
- （3）与运行前环境调查保持适当比例的同位点；
- （4）环境 γ 辐射监测点及气态放射性物质取样点重点布置在厂区主导风向的下风向厂区边界附近区域，周围没有高大的树木、建筑物；
- （5）海上取样点主要设在排放口及其附近海域；
- （6）土壤采样点设置在无水土流失的原野或田间；
- （7）考虑项目厂址区域附近地区的地形条件；
- （8）气象塔及气象观测站的位置应适当远离各种障碍物，使气象传感器的测量数据

可充分代表厂址的大气弥散状况；站位设置尽量与大气扩散试验站址一致，保持数据的可延续性；

（9）充分利用运行前的调查资料，在满足环境评价需要的情况下，尽量做到环境监测最优化；

（10）关注废液排放管线环境辐射监测。

8.1.2.5 监测项目

（1）气象要素测量

- 风速、风向、空气温度、相对湿度、降水量、大气压、天空总辐射、净辐射。

（2）环境 γ 辐射水平监测

- 主要测量的项目有环境 γ 辐射剂量率的连续监测、累积剂量监测及瞬时剂量率的测量。

（3）环境介质放射性核素浓度监测

- 气溶胶： ^{90}Sr 及 γ 能谱分析。
- 大气沉降物： ^{90}Sr 及 γ 能谱分析。
- 空气中 ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I 。
- 降水： ^3H 。
- 陆地水体：

饮用水：总 α 、总 β 、 γ 能谱、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 分析；

地表水（水库、河流等）：总 β 、 γ 能谱、 ^3H 、 ^{14}C 分析；

地下水： ^3H 、 ^{90}Sr 及 γ 能谱，可选择部分点位分析 ^{14}C 。

- 陆生生物：

肉类、水果、粮食、蔬菜等样品： ^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 γ 核素分析，每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析；

牛奶： ^{131}I ；

指示生物：根据指示生物浓集特性确定监测核素种类。

- 海洋介质：

海水：总 β 、 ^{40}K 、 ^3H ，可选择部分点位分析 ^{14}C 、 ^{90}Sr 及 γ 能谱；

海洋沉积物： ^{90}Sr 及 γ 能谱分析，在排放口方位5km范围内选择点位加测 $^{239+240}\text{Pu}$ ；

海洋生物样品： ^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 及 γ 能谱分析（包括 ^{131}I ）。

- 土壤及底泥： ^{90}Sr 和 γ 能谱分析，每个方位最近的1个点加测 $^{239+240}\text{Pu}$ 。

（4）废液排放管线

针对排水管线周边不同环境介质所受影响，排水管线的环境辐射监测初步拟定以下内容，后续随项目进展进一步确定监测方案：

- 依托排水管线沿线布置地下水监测井的方法对排水管下方的地下水进行定期取样监测，监测项目为 γ 能谱、 ^3H 、 ^{90}Sr ；
- 加强关注排水管线沿线周围的环境敏感点位（如徐圩新区水源取水点）。

8.1.2.6 测量方法

根据监测任务和样品的种类采取以下不同的测量方法：

（1）实验室分析测量（对环境介质样品）

- 物理测量和分析：使用低本底 α/β 测量仪、 α 谱仪、低本底 γ 谱仪、低本底液体闪烁计数器等仪表进行 α/β 放射性活度测量、 α 能谱分析、 γ 能谱分析、 ^3H 和 ^{14}C 放射性活度测量；
- 放射化学测量分析：按照国家标准规定的方法进行放射化学测量分析，主要对环境介质中的 ^{90}Sr 等核素进行测量分析。

（2）固定式和移动式环境 γ 辐射水平监测

- 通过设置环境监测站进行环境 γ 辐射剂量率的连续监测；
- 在环境中定点布设热释光剂量计，并在实验室中用热释光剂量测量仪进行累积剂量测量；
- 设置环境监测车/应急监测车进行核能供热发电厂周边环境 γ 辐射水平的移动监测，车上设有车载 γ 剂量率监测仪、便携式 γ 谱仪、便携式 γ 剂量率监测仪及气象要素传感器等设备。

（3）气象观测

- 在气象铁塔及地面设置风速、风向、空气温度、相对湿度、降水量、大气压、天空总辐射、净辐射等气象要素传感器用来连续观测厂区的局部气象状况。

8.1.2.7 地方环保部门的监督性监测

为了配合地方环保部门监督性监测工作的实施，本工程考虑主要从以下几个方面保证对监督性监测的支持：

- （1）根据有关规范要求配合江苏省环保部门进行监督性监测前沿站及监测子站的建

设；

（2）为地方环保部门现场监测提供便利，包括人员出入支持、人员配合、水电及监测场地的支持等；

（3）开展实验室之间的检测结果比对活动，增强交流和了解。

8.1.3 应急监测

事故工况下的环境应急监测是项目应急计划的重要组成部分，本工程将制定应急环境监测大纲，对监测原则、监测方法和步骤、监测项目、监测路线、监测组织机构、监测数据发布等作出规定。在事故工况下，根据应急监测大纲对环境中 γ 辐射水平及大纲中规定的环境介质进行快速取样，样品根据大纲要求和有关测量程序进行放射性测量。

可参与应急环境监测的监测设施和设备主要包括：

（1）环境监测站：监测设备具有足够宽的量程，并将设置维持7天的备用电池，具备应急条件下进行连续监测的能力。数据传输方式采用有线及无线两种模式，两种模式互为备用。

（2）环境监测车/应急监测车和环境介质取样车：监测车内配备便携式放射性测量和取样设备以及气象设备，能够快速给出环境 γ 辐射水平、表面污染、空气中主要放射性核素等结果。

（3）气象站：气象参数为事故应急期间的应急决策提供数据支持。气象参数主要来自气象铁塔、地面气象观测站以及设置在厂外环境监测站的风速、风向传感器。

（4）应急监测子系统：考虑到极端外部事件可能导致环境监测站损坏，因此考虑设置可在事故后投入使用的应急监测子系统，作为 γ 辐射水平监测的补充手段，以快速恢复环境监测能力。

（5）环境实验室：环境实验室在事故期间仍具备对环境介质的放射性测量能力，并参与应急响应。

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

在机组运行前，核能供热发电厂将委托编制温排水监测方案，运行后遵守生态环境相关的核电厂相关法规、规范的要求，对运行期温排水的影响范围进行监测。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

本工程非放射性生产废水排放监测执行《排污单位自行监测技术指南 水处理》

（HJ1083-2020）和《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017），生活污水回用监测执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗标准。为了进一步评估排水中含有的非放射性化学污染物和生活污水对环境的影响，计划在废水处理工艺末端排放口进行非放射性污染物的监测，初步方案见表8.2-1。

8.2.3 液态流出物排放管线泄漏监测

本工程现阶段厂外液态流出物排放管道内置于排水管道中，内管走液态流出物，外管走非放循环冷却水。正常工况下，外管可能以微小渗漏的方式向环境持续泄漏，此时内管在正常情形下以微小渗漏或者异常破裂情形下向外管泄漏液态流出物并与非放循环冷却水混合。特殊工况下，外管可能以破裂的方式向环境一次性泄漏，通过在线监测方式及时发现管道破裂后停止管线的排放。采用该套管的管道布置方式进行液态流出物和循环冷却水排放，且内、外管按照核电厂的相关规范标准进行设计，强度较高，因此内、外管同时破裂的概率极低。

内管在线泄漏监测可以采用音波法，使用的声波产生于振动发出的压力波。当管道发生泄漏时，管道内输送介质在泄漏瞬间产生具有一定特征的音波，并沿管道内介质向两端传播，现场数据采集处理终端接收音波信号，与GPS时钟一起通过网络传输给泄漏监测定位服务器。泄漏监测定位服务器进行实时识别处理，确定管道是否发生泄漏，同时利用管段两端接收到信号的时差，判断泄漏发生位置。通过对泄漏点上下游临近流量计数据的采集计算，可以计算泄漏量。

内管采用的音波法泄漏监测系统的主要性能指标可达到：

- 1) 灵敏度： $\geq 1\%$ 瞬时流量；
- 2) 定位精度： $\pm 200\text{m}$ ；
- 3) 响应时间： $\leq 1\text{min}$ ；
- 4) 误报频次： ≤ 5 次/年。

液态流出物长距离排放管线跑冒滴漏的长期辐射影响评价，按保守考虑，假设渗漏发生的位置位于地下水迁移路径上距离环境敏感点（徐圩新区水源取水点）最近的位置，按持续渗漏考虑。

8.2.4 气象观测

厂址气象站位于厂区的上风向，地势平坦，四周均十分开阔。气象观测系统由地面气象站和气象铁塔组成，地面气象站主要设置有气温、湿度、气压、风速、风向、降水、总

辐射、净辐射等传感器，气象铁塔在10m、30m、50m、70m和100m高度处架设了风速、风向和气温传感器。

观测期间（2022.2~2024.1）铁塔和地面站各气象数据的联合获取率为99.31%，用于计算联合频率的各气象要素的数据联合获取率为99.32%，满足导则要求。

8.2.5 水文观测

将参考同行业和国内同类电站的做法，跟踪相关标准规范等相关要求，逐步开展监测方案的制定等工作。根据核能供热发电厂的实际运行情况，在运行期间计划根据实际需求适时开展水文观测。

8.3 监测设施

8.3.1 放化实验室

高温气冷堆放化实验室设置在核岛共用厂房（UKK厂房），主要负责对核岛各种水系统水质的控制、放射性活度和主要核素组成的测量，监测核能供热发电厂气态流出物的样品，以确定被排放气态流出物的放射性水平，保证向环境的受控排放。

8.3.2 环境监测设施

8.3.2.1 环境辐射与气象监测系统

本工程将建设环境辐射与气象监测系统，用于连续监测厂区及周围环境地区的环境 γ 辐射水平，采集厂区及周围地区的环境介质样品并送往环境实验室分析测量，连续监测厂址区域的气象要素，为环境评价和应急决策提供气象数据，为评价本工程对环境的影响事故应急期间应急方案制定提供监测数据支持。

环境辐射和气象监测系统主要包括：

（1）气象站

对厂址所在区域的各气象要素进行实时监测、记录，主要的设施包括气象观测塔和地面气象站，所配置主要设备有气象传感器、数据采集器、数据处理传输装置等。

测量参数包括：风速、风向、空气温度、相对湿度、降水量、大气压、天空总辐射、天空净辐射。

（2）环境监测站

本厂址拟在厂区内设置4个环境监测站，在厂区外设置12个环境监测站，用于正常运行期间及应急期间的环境 γ 辐射剂量率的连续监测，运行期间的部分环境介质取样。在监测站位置选择时，在主导风下风向、关键居民组布设站址，综合考虑人口分布、交通、

通讯、供电、运行维护等因素。

（3）环境监测车辆

本工程将设置环境监测车、应急监测车和环境介质采样车。用于定期采集厂址周围各类环境介质，对厂区周围环境 γ 辐射水平进行巡测，同时在事故应急时参与应急监测。

（4）应急监测子系统

可连续测量环境 γ 辐射水平。在事故期间且环境监测站不可用的情况下，快速投放至指定地点，作为环境 γ 辐射水平监测的补充手段。

8.3.2.2 环境实验室

环境实验室拟建设在烟羽应急计划区外并且避开了年主导风的下风向，用于处理、测量和分析厂区周围环境介质样品，并在事故期间参与应急环境监测。实验室测量的项目包括 γ 谱分析、总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、累积剂量测量分析等。环境实验室将满足“三同时”进行建设。

8.3.2.3 厂区及液态流出物排放管线地下水监测井

（1）厂区地下水监测井

拟设置5口地下水监测井，对厂区附近地下水进行取样，样品送至环境实验室进行测量分析，以监测本工程的运行对地下水的影响情况。

（2）液态流出物排放管线监测井

拟在排水管线沿线附近设置3口地下水监测井，对排水管线附近的地下水进行定期取样监测，监测项目为 γ 能谱、 ^3H 、 ^{90}Sr 。

8.3.3 监督性监测设施

本厂址将依据《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》等规范，为地方生态环境部门建设监督性监测系统，监督性监测系统包括监督性流出物实验室、监督性监测前沿站、监督性监测子站等设施。

8.4 质量保证

为了保证辐射环境监测和流出物监测结果达到足够的可信度，确保获取的数据的有效性和可靠性，本工程将按照《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等国家和行业标准规范的要求建立质量保证体系，制订环境及流出物监测大纲，对周围环境及流出物的监测进行质量控制和质量管理。

8.4.1 质量控制

8.4.1.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制

样品采集、运输和贮存中的质量控制目的在于采集到具有代表性的样品，为达到此目的，拟采取以下质量控制措施：

- （1）制定各类环境介质的采样计划，包括选择合适的采样地点和位置，选择合理的采样时间、采样频率和采样方式，以保证采集到具有代表性的样品；
- （2）根据各类环境介质的特点，严格遵守各类环境介质的采样、包装、运输、交接和贮存的技术标准及操作程序，详细准确地填写采样、前处理、交接、分析测量和贮存记录，各种记录均有责任者签名；
- （3）采样装置应以文件形式说明其对放射性物质的收集效率；
- （4）只要样品可获得，应采集不少于每批次样品总数 10% 的平行双样；
- （5）样品在采集和运输过程中应防止样品被污染或样品对环境造成污染；
- （6）应有一定比例的留样备查，实验室应明确规定不同类型留样的保存期。

8.4.1.2 样品处理、分析测量中的质量控制

样品处理、分析测量中拟采取以下质量控制措施：

- （1）样品的预处理和分析测量均采用标准的方法，或者经过鉴定和验证过的方法；
- （2）分析测量的每种质量控制样品数不低于分析测量总样品数的 5%；
- （3）在分析测量的操作过程中注意防止样品之间的交叉污染；
- （4）为了确定分析测量过程中的不确定度，采取相应的校正措施；
- （5）参加能力验证或实验室之间分析测量比对活动，对存疑和不满意结果进行分析、查明原因并采取纠正措施；
- （6）对监测仪器设备严格执行定期检定和校准刻度制度，所有需检定的放射性测量仪器都按照检定周期定期检定；
- （7）刻度所用标准源和标准物质，可追溯到国家计量标准或国际计量标准。

8.4.1.3 数据处理中的质量控制

数据处理中拟采取以下质量控制措施：

- （1）监测人员应正确理解监测方法中的计算公式，保证监测数据的计算和转换不出差错，计算结果应进行校核；
- （2）监测结果的有效位数应与监测方法中的规定相符，计算中间所得数据的有效位数应多保留一位；

（3）数据处理计算中的假设、计算方法、原始数据、计算结果的合理性、一致性和准确性必须进行复核；

（4）监测结果应使用法定计量单位；

（5）采用计算机或自动化设备进行监测数据的采集、处理、记录、结果打印、储存、检索时，应建立和执行计算机数据控制程序，在数据的采集、转换、输入、输出、储存等过程中，保证信息的完整性、数据处理过程的可溯性。

8.4.2 质量管理

8.4.2.1 组织机构

将针对辐射环境监测及流出物监测的特点，明确本单位质量管理体系建立、运行、维护和持续改进方面的责任、权力和工作程序，主要包括：

（1）编制组织管理程序，明文规定管理和实施质量保证计划的组织机构、人员设置及其职责、权限等级；

（2）制定组织机构，分工明确，对本工程的环境监测及流出物监测统一管理。

8.4.2.2 人员资格和培训

监测结果准确度与工作人员的经验、知识和技术水平有关，对从事辐射监测和质量管理的培训、资格确认、任用、授权和能力等进行规范管理，确保这些工作人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平，因此，拟制定下列措施：

（1）从事辐射监测的人员必须具有相应的文化程度以及相关的专业知识和工作能力；

（2）对从事辐射监测的所有人员进行上岗前培训，熟练掌握有关采样、样品处理、分析测量、仪器设备维护以及数据处理和评价等内容，经技术考核取得相应的资格方能上岗；

（3）为了保持从事辐射监测人员的技术熟练程度，根据相应情况组织培训、考核以及定期的技能评审。

表 8.1-1（1/3） 江苏徐圩核能供热发电厂正常运行期间辐射环境监测大纲初步方案

监测对象		布点原则	监测项目	采样频次	采样范围
γ辐射	辐射空气吸收剂量率	设置 16 个连续监测子站,原则上在烟羽应急计划区范围内 16 个方位布设监测站点,沿海核动力厂,靠海一侧可根据需要布设监测站点	γ辐射空气吸收剂量率	连续	10km
	γ辐射累积剂量	厂外烟羽最大浓度落点处;厂界周围 8 个方位角按半径 2km、5km、10km、20km 的圆所形成的各扇形区域内陆地(岛屿)布点;对照点	γ辐射累积剂量	1 次/季	20km
空 气	气溶胶 ^a	主导风下风向	24 小时连续采样,每天测量一次总β或/和每周测量一次γ能谱,当总β活度浓度大于该站点周平均值的 10 倍或γ能谱中发现人工放射性核素异常升高,则将滤膜样品取回实验室进行γ能谱等分析	总β: 1 次/天 或 γ能谱: 1 次/周	10km
		厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向、主要居民点、对照点	γ能谱 年度混合样品分析 ⁹⁰ Sr	累积采样, 1 次/月, 采样体积不低于 10000m ³	10km
	沉降物 ^a	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界 <10km 的居民区、对照点	γ能谱 年度混合样品分析 ⁹⁰ Sr	累积采样, 1 次/季	10km
	气体	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界 <10km 的居民区、对照点	¹⁴ C、 ¹³¹ I	累积采样, 1 次/月	10km
	气体	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区 <10km 的居民区任选其中 1~2 个点	³ H (HTO)	1 次/周	10km
	降水	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界 <10km 的居民区、对照点	³ H	混合样品 1 次/月	10km

表 8.1-1（2/3） 江苏徐圩核能供热发电厂正常运行期间辐射环境监测大纲初步方案

监测对象		布点原则	监测项目	采样频次	采样范围	
陆 地	表层土壤		<10km，16 个方位角内（主导风下风向适当加密），部分点位可同农作物采样点；对照点	^{90}Sr 、 γ 能谱，每个方位最近的 1 个点加测 $^{239+240}\text{Pu}$	1 次/年	10km
	植物 _b	农作物	主导风下风向厂外最近的村镇；对照点	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 γ 能谱、每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析	收获期 1 次/年	10km
	动物 _b	禽、畜	主导风下风向厂外最近的村镇；对照点	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 γ 能谱，每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析	1 次/年	10km
		牛（羊）奶	主导风下风向厂外最近的奶场；对照点	^{131}I	1 次/季	10km
	指示生物		尽量选择厂外烟羽最大浓度落点处	根据指示生物浓集特性确定监测核素种类	收获期 1 次/年	10km
陆 地 水	地表水 ^c		预计受沉降影响的地表水；上游对照点，可选择部分点位分析 ^{14}C	总 β 、 γ 能谱、 ^3H 、 ^{14}C	平、枯水期各 1 次	10km
	地表水沉积物		同地表水	^{90}Sr 、 γ 能谱，10km 范围内的水体加测 $^{239+240}\text{Pu}$	1 次/年	10km
	地下水 ^c		厂内监测井、排水管沿线附近地下水监测井	γ 能谱、 ^{90}Sr 、 ^3H ，可选择部分点位分析 ^{14}C	1 次/月，抽测 1 次/月	10km
			可能受影响的地下水、对照点		平、枯水期各 1 次	10km

表 8.1-1 (3/3) 江苏徐圩核能供热发电厂正常运行期间辐射环境监测大纲初步方案

监测对象		布点原则		监测项目	采样频次	采样范围
陆 地 水	饮用水 ^c		关键人群组饮水及可能受影响的水源	^3H 、 γ 能谱、总 α 、总 β ，可选择部分点位分析 ^{90}Sr 、 ^{14}C	平、枯水期各1次	10km
	陆地水生生物 ^b	植物	主导风下风向厂外或流域覆盖厂址区域面积最大的水体；对照点	^{90}Sr 、 ^{14}C 、 γ 能谱	收获期1次/年	10km
		动物	主导风下风向厂外或流域覆盖厂址区域面积最大的水体；对照点	^{90}Sr 、 ^{14}C 、 γ 能谱	1次/年	10km
海 洋	海水 ^c		排放口附近海域；对照点	^3H 、总 β 、 ^{40}K ，可选择部分点位分析 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱	1次/半年	10km
	海洋沉积物		同海水采样点，包括潮间带土、潮下带土和海底沉积物；对照点	^{90}Sr 、 γ 能谱，在排放口方位 5km 范围内选择点位加测 $^{239+240}\text{Pu}$	1次/年	10km
	海洋生物 ^b	植物	排放口附近海域藻类等植物（含指示生物）	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱（包括 ^{131}I ）	收获期1次/年	10km
		动物	排放口附近海域鱼类、海藻、软体类以及甲壳类生物（含指示生物）	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱（包括 ^{131}I ）	1次/年	10km

注：a. γ 能谱分析应重点关注核设施排放的特征核素，可根据核设施排放的特征核素来选择分析的核素，气溶胶及沉降物 γ 能谱分析项目一般可选择但不限于 ^7Be （质控用）、 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素。

b. 生物、土壤、沉积物中 γ 能谱分析项目一般可选择但不限于 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素。

c. 水中 γ 能谱分析项目一般可选择但不限于 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{106}Ru 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素。

表 8.2-1 非放射性化学污染物和生活污水监测初步方案

监测对象	监测类型	监测指标	监测频次	监测点位	备注
生活污水	日常监测	流量、pH、水温、化学需氧量（COD _{Cr} ）、氨氮、总磷	在线监测	污水处理构筑物工艺末端	日常监测由运行主管部门负责
		总氮	每日一次		
	定期监测	流量、pH、水温、化学需氧量（COD _{Cr} ）、氨氮、总磷、总氮、悬浮物（SS）、五日生化需氧量（BOD ₅ ）、动植物油类、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群数、色度、嗅、浊度、铁、锰、溶解性总固体、溶解氧、总氯、大肠埃希氏菌	暂定每月一次，以地方环境保护行政主管部门要求为准	污水处理构筑物工艺末端取样口	定期监测由专业检测机构执行
生产废水	日常监测	流量、pH、水温、化学需氧量（COD _{Cr} ）、氨氮、总磷	在线监测	非放生产废水处理站工艺末端	定期监测由专业检测机构执行
		总氮	每日一次		
		流量、pH、水温、化学需氧量（COD _{Cr} ）、氨氮、总磷、总氮、悬浮物（SS）、色度、五日生化需氧量（BOD ₅ ）、石油类、动植物油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群数	暂定每月一次，以地方环境保护行政主管部门要求为准	非放生产废水处理站工艺末端取样口	
酸碱废水	日常监测	pH	在线监测	海水淡化厂房、除盐水生产厂房、制氯站的中和池	日常监测由运行主管部门负责
含油废水	日常监测	石油类、化学需氧量（COD _{Cr} ）	在线监测	污水系统油水分离器（8SA）工艺末端	日常监测由运行主管部门负责

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

江苏徐圩核能供热发电厂一期工程3号机组为新建项目，中核苏能核电有限公司作为业主，负责核能供热发电厂的建设和运营管理。

厂址规划建设“4台华龙一号压水堆机组和2台HTR-PM600S高温气冷堆机组”及其配套的辅助、附属设施，一次规划、分期实施。该项目为连云港徐圩新区石化产业基地供应工业蒸汽，解决企业用汽需求，同时利用剩余的核能发电，可缓解地方用电紧张局面。

据财务分析结果，工程投产后在30年经济评价期内，项目有较好的经济效益。

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.1.2.1 社会效益

江苏徐圩核能供热发电厂的建设，可有效解决制约连云港石化基地发展的煤炭消费总量、污染物排放总量等能源资源和环境容量瓶颈问题，同时提高核能利用率，促进核能多样化应用的推广，具有潜在的经济效益和巨大的社会效益。

该项目不仅将有效地解决江苏省的能源供求矛盾，还将缓解交通运输的紧张状况，进一步有利于当地的通讯、建材、教育及其他市政设施和福利事业的发展，对加快江苏省的经济发展具有重要意义。

该项目投资大，建设周期长，需要大额贷款本息，可有效促进当地金融等服务产业发展。建设和运行期间，核能供热发电厂直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题。同时，还能优化能源结构、带动医疗卫生、零售业等地方相关产业发展。核能供热发电厂职工教育文化水平较高，在融入当地的过程中也有利于促进整个社会发展水平的提高。

核电属于高技术产业，其中核电设备设计与制造的技术含量高，质量要求严，产业关联度很高，涉及上下游几十个行业。加快核电自主化建设，有利于推广应用高新技术，促进技术创新，在提高我国制造业整体工艺、材料和加工水平方面发挥重要作用。

发展核能热电联产不仅能为国家提供必要的电力和热力，而且能为国家的核能奠定坚实的技术、人才基础。通过发展核电，可有效地保持和发展一支高水平的核技术体系和人才资源。

9.1.2.2 环境效益

核能供热发电厂的环境效益主要来自于其替代燃煤供热发电所带来的减排效应，每年可减少大量燃煤的使用，有效减少CO₂、SO₂、NO_x、烟尘、灰渣等污染物，降低有害气体

体对环境的污染，缓解酸雨的发生。同时，燃煤释放的 CO_2 是全球 CO_2 重要来源，而 CO_2 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。因此，积极发展核电将是我国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。

同时，本项目利用海水淡化技术，节约淡水资源。在项目建设规划中，拟对已破坏的生态进行修复，将改善周围的生态环境。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

（1）建设期环保设施投资

江苏徐圩核能供热发电厂的项目计划总资金包括建筑工程费、设备购置费、安装工程费等工程费用和建设单位管理费、设计和技术服务费、联合试运转费等工程其他费用以及预备费、建设期贷款利息和融资费用、铺底流动资金、进口环节增值税。

环保设施投资包括废物处理处置系统、流出物监测和环境监测系统、环境整治、施工期环保投入等费用。

（2）运行期环保费用

运行期间的环保费用包括退役基金，乏燃料处理处置基金和中低放废物处理处置费。

乏燃料后处理基金从投产后第六年开始提取。中低放废物处理处置费从投产后第一年提取。退役基金从计算期第一年开始提取。

9.2.2 间接代价

9.2.2.1 社会代价

本项目的厂区和生活区需要征用大量的土地。按规定，在厂址外边界半径 5km 范围内为规划限制区，在该地区内要限制人口机械增长、集中居民点建设和工矿企业及其他事业的发展。

本项目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，以及正常的人员进出运输等，其运输量非常大，不可避免地增加当地的运输负担。

本项目的施工过程中，将严格按照国家有关规定进行操作和管理，制定了满足环保要求的施工方案，并采取了相应的防护措施，所以对周围环境造成的影响是很有限的。

核能作为一种高新能源技术，需要针对其安全性和环保性，对涉及切身利益的公众进

行充分的宣贯，消除公众担忧甚至恐惧的心理，增强公众对核能项目建设与发展的接受与理解，有利于核能项目的顺利进行和营造更为和谐的核能利用发展环境。

9.2.2.2 环境代价

施工期间对环境的影响主要表现在噪声、扬尘、生活污水和生产废水以及施工建设对自然景观造成一定程度的破坏等方面。为了达到保护环境和保护公众的目的，本项目设置了各种放射性废物净化和处理系统、环境监测和流出物监测系统、屏蔽防护体系以及应急设施等，以控制并确保项目在正常运行期间和事故工况下向环境释放的放射性物质低于国家标准，对环境和公众的影响在可接受的范围内。本报告书的前面章节已对本工程 3 号机组的环境影响做出了详细的论证。

运行期间非放射性因素对环境的影响主要表现在温排水、机械损伤和卷吸效应、化学污染物、生产废水以及生活污水等方面。由于本项目采用二次循环冷却方式，取排水量较小，并采取了相关的处理设施，在运行期间温排水、机械损伤和卷吸效应对海洋生物影响有限。运行期间排出的各种废水所含化学物质数量较少，而且在标准规定的控制浓度以下，所以，化学物质排放不会对本项目所在海域产生明显的不利影响；所有厂房的生产废水及生活污水均处理达标后排放，不会对环境产生影响。

本项目正常运行期间对周围环境和公众的辐射影响在可接受的范围内；在事故工况下，亦能够满足 GB6249-2025 规定的剂量控制值。

从以上分析可以得出结论：江苏徐圩核能供热发电厂是经济的、环保的。虽然前期资金投入较大，但对于能源需求紧张、资源相对匮乏、经济发展迅速的地区，利用核能是解决能源问题的有效手段，是调整能源结构、实现区域经济可持续发展的重要保证。本项目的建设不仅将给各股东方、国家和地方带来可观的经济效益，同时还将获得良好的社会效益和环境效益。

第十章 结论与承诺

10.1 结论

10.1.1 核能供热发电厂建设项目

10.1.2 环境保护设施

10.1.3 放射性排放

10.1.4 辐射环境影响评价结论

10.1.5 非辐射环境影响评价结论

10.2 承诺

10.1 结论

10.1.1 核能供热发电厂建设项目

江苏徐圩核能供热发电厂位于连云港市徐圩新区内的西墩山区域。厂址规划建设“4台华龙一号压水堆机组和2台HTR-PM600S高温气冷堆机组”，一次规划，分期实施。

10.1.2 环境保护设施

10.1.2.1 放射性废物处理系统

本工程高温气冷堆机组放射性废液管理系统用于控制、分类、收集、暂存、输送高温气冷堆核岛厂房产生的放射性废液，主要由核岛液体放射性废物收集和贮存系统（KPK）组成。

高温气冷堆机组产生的液体放射性废物通过KPK系统输送到华龙机组，由废液处理系统（ZLT）和核岛液态流出物排放系统（ZLD）进行处理、监测和排放。

本工程高温气冷堆机组放射性废气管理系统是将高温气冷堆产生的放射性废气进行收集、净化、处理，经监测达标后，经通风系统排放到环境中去。

放射性废气管理系统主要包括：氦辅助排气子系统、一回路抽真空系统、氦辅助废气子系统、氦辅助抽真空子系统、控制区房间排风过滤系统、负压通风系统。

本工程固体废物处理系统由高温气冷堆核岛内部分和共用华龙一号机组的部分组成。高温气冷堆产生的普通废物共用华龙的废物处理中心进行处理，根据不同类型废物的性质分别对其进行处理。

10.1.2.2 污水处理系统

本工程设置污水处理构筑物等对生活污水进行收集和处理，再生水满足回用水相关标准；3号机组通过室外管网收集汽轮机综合厂房、主变压器、高压厂用变压器、高压辅助变压器等子项的非放射性含油废水，汇集至非放射性含油废水处理站进行处理，处理出水满足相关标准要求。通过室外管网收集的非放射性生产废水，汇集至非放生产废水处理站进行处理，处理出水满足相关标准要求。

10.1.2.3 辐射环境监测

为保证核能供热发电厂各系统运行的有效性，保护环境、公众和职业人员安全，本工程将设置完整而全面的流出物监测系统和能够覆盖整个厂址区域的辐射环境监测设施，并且制定运行期间流出物和环境监测方案以及应急监测方案。

10.1.3 放射性排放

本厂址规划建设“4台华龙一号压水堆机组和2台HTR-PM600S高温气冷堆机组”，

本阶段暂参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）规定的单堆、多堆场址流出物排放总量控制值，本期工程及全场所有机组运行状态下，各类核素的排放量均满足GB6249-2025规定的年排放量控制值要求。

槽式排放出口处的放射性流出物中除氙和C-14外其他放射性核素浓度低于1000Bq/L，可以满足GB6249-2025中对流出物排放浓度的控制要求，也满足本工程拟定的200Bq/L排放浓度设计目标的要求。

10.1.4 辐射环境影响评价结论

10.1.4.1 运行状态下的环境影响评价

（1）运行状态下对公众的辐射影响评价

本工程运行状态下，气态和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $8.19\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $5.72\text{E-}07\text{Sv/a}$ 、 $1.97\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。受到的最大个人有效剂量为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占本期工程个人剂量约束值（ 0.03mSv/a ）的3.02%。

本工程1台高温气冷堆及2台华龙一号机组正常运行工况下，气态和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 $2.69\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $3.17\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $1.00\text{E-}06\text{Sv/a}$ 、 $3.73\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。受到的最大个人有效剂量为 $3.17\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占“2台华龙一号机组+1台高温气冷堆机组”个人剂量约束值（ 0.11mSv/a ）的2.96%。

“三关键”分析：

本工程运行状态下，最大个人有效剂量出现在厂址WSW方位1~2km处，此处居住的是东辛农场西隅管理区西隅86管理区的村民，关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 $9.07\text{E-}07\text{Sv/a}$ 。气液态综合的关键途径为气态途径的食入农牧产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 $7.20\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的79.28%；其次为气态途径的空气浸没外照射途径，占气液态总剂量的19.55%。关键核素为C-14，它所致的剂量为 $6.95\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的76.58%；另外，Ar-41和H-3的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的19.38%和3.82%。

“1台高温气冷堆+2台华龙一号机组”正常运行工况下，最大个人有效剂量出现在厂址E方位5~10km处，此处居住的是圩丰镇周庄村、海堤村的村民，关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $1.38\text{E-}06\text{Sv/a}$ 。关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 $1.28\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的92.54%；其次为食入

农牧产品造成的内照射途径，占气液态总剂量的 6.07%。各核素中关键核素为 C-14，它导致的剂量为 $1.03\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 75.04%；另外，Co-60 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 9.68%。

（2）正常运行对非人类生物的辐射影响

水生生物：

①本工程正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，本工程“1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围内不同介质中放射性核素对不同水生生物的影响率分别在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，排放口附近海域范围内各种水生生物所受的剂量率小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，本工程“1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围水生生物是安全的。

②厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，排放口附近海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，排放口附近海域范围内水生生物是安全的。

陆生生物：

①本工程正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，本工程“1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内不同介质中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-4} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，本工程“1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

②厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，厂址“2 台华龙一号压水堆机组与 1 台 HTR-PM600S 高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的

剂量率均远小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，厂址“2台华龙一号压水堆机组与1台HTR-PM600S高温气冷堆机组”正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

10.1.4.2 事故工况下的环境影响评价

对于高温气冷堆，参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）中对于小型模块化核动力厂相关规定进行事故后果评价。

设计基准事故的潜在照射后果应符合下列要求：

在发生一次稀有事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有效剂量应小于 5mSv 。在发生一次极限事故时，非居住区边界外公众在事故的整个持续时间内可能受到的有效剂量应小于 10mSv 。

根据计算结果，高温气冷堆设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2025）的要求。

10.1.5 非辐射环境影响评价结论

10.1.5.1 施工期间的环境影响

（1）社会环境影响

本工程在建设期间需要大量的工程施工人员，这些外来施工人员进驻施工现场，将增加该地区的消费能力，增加当地居民的就业机会，一定程度上将促进该地区经济的发展，同时对当地居民的物价指数可能会带来一定影响。

（2）施工噪声的影响

土石方工程施工期间，开挖爆破以及各类施工和运输机具所产生的噪声对厂址周围的声环境将产生一定的影响。但爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，其影响时间短，爆破施工完毕，噪声也即消失。因此施工噪声对环境的影响是可以接受的。

（3）对大气环境的影响

施工过程中，由于负挖的爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会使施工区域尘土飞扬、大气中粉尘含量增高。土石方施工完成后，当地的大气质量将很快得以恢复。因此，施工过程中粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。

（4）对水环境的影响

施工期生活污水、施工期土建安装阶段生产废水尽可能回用，无法回用部分外运处理，不排入环境；施工期调试阶段产生的非放生产废水以排海为主。陆域施工活动对水环境的影响很小，是局部的、暂时的，是可以接受的。

（5）对生态环境的影响

工程施工期需要对厂址场地进行平整，场平需剥离原有地表植被，土石方挖掘工作也将破坏原有生境条件，改变当地特别是土壤生物的种群及群落结构，若处理不当将会造成水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在建设施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

（6）海域施工的影响

海域工程施工对水环境的影响主要表现为悬浮泥沙对海洋水质环境和生态的影响。工程施工将引起海域悬浮泥沙颗粒物增加，水体透明度下降，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，导致局部海域内浮游植物生物量下降，引起初级生产力水平降低。施工期影响仅是短期影响，施工结束后，水体中的泥沙将在重力作用下下沉为主，在施工停止一段时间后，绝大部分泥沙将沉降于海底，海水会很快变清。

（7）陆域取排水工程施工的影响

陆域取排水工程施工期间主要对大气、噪声环境产生影响，在施工期间将通过采取一定措施减小影响，并随着施工结束本项目对环境的影响将消失。陆域取排水工程不涉及对河流水质、生态环境的影响。

（8）淡水取水工程施工的影响

淡水取水工程施工对周围环境的影响，主要是水下施工时造成河水浑浊，待施工结束后水质将恢复。施工过程中产生的土石方、淤泥、泥浆、固废、废水等运回厂区统一外运处理，本工程不产生施工机械排气以外的废气。

（9）水土保持

工程施工期间，将针对厂区、厂外道路区、厂外海水取排水工程区、厂外淡水取水工程区、厂外供电工程区及表土堆放场采取有效的工程措施开展水土流失防治工作，在工程建设期及植被恢复期还将进行水土保持监测。通过以上措施，可有效防治施工期间的水土流失情况。

（10）固体废弃物的影响

施工期间的固体废物主要是生活垃圾、建筑垃圾和危险废物。本工程施工建设期间指定承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）

及时外运，避免运输过程中的遗撒等。施工单位将签订危险废物处置合同，现场设置危险废物集中暂存设施，集中分类暂存后，委托有资质单位外运处理。因此，本工程施工期间固体废物对环境的影响是局部的、暂时的，是可以接受的。

10.1.5.2 运行期间的环境影响

（1）温排水的影响

在夏季，工程排水口附近温升 4°C 范围内浮游生物、鱼类的种类及渔获量会受到影响，但仅限于排水口附近，排水口以外海域由于温升均小于 4°C ，对海洋生物影响可明显减少。在夏季以外的季节，特别是冬季，温排水在一定程度上可能会促进某些暖水性浮游生物、鱼类和甲壳类种群的生长和繁殖。由于本项目采用二次循环冷却方案，温排水影响范围较小，根据温排水结果，不同工况下 4°C 温升最大包络面积均小于 0.01km^2 。

（2）生活污水和生产废水的影响

本工程产生的生活污水全部回用；生产废水尽可能回用，无法回用部分排放，排放的生产废水石油类满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级B标准，其他指标满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）中的B标准，不会影响周围环境。

（3）化学污染物的环境影响

循环水系统、厂用水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速消耗，化合态余氯氧化能力低，在海水中比较持久稳定，但它的生物毒性远小于游离态氯。循环水冷却塔排水至排放口距离较远，大约为25公里，在排放过程中，余氯又得到进一步消耗，至排放口时浓度很低，影响区域仅在排放口附近海域，对海洋生物的影响范围有限。

在循环水系统、厂用水系统中投加的阻垢缓蚀剂、非氧化性杀生剂采用环保产品，并且在循环冷却水系统中消耗殆尽，循环水冷却系统排污水中阻垢缓蚀剂、非氧化性杀生剂含量极低。排海区域水量丰富，扩散稀释能力较好，不会对受纳水体产生明显影响。

凝结水精处理再生处理过程中产生的废水排入废水中和池内，通过废水泵的搅拌中和作用使pH值范围为6~9，然后经高温气冷堆综合管廊、放射性废液管沟接至华龙一号GC沟的液态流出物排放总管，在滩涂泵房混合井处与非放排水掺混后排海。再生废水中的主要物质排放满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B标准，允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。不会影响附近海域的海水质量。

化学加药系统产生的废水先收集在中和池内，通过加入酸碱中和，使废水pH达到6~9，然后经高温气冷堆综合管廊、放射性废液管沟接至华龙一号GC沟的液态流出物排放

总管，在滩涂泵房混合井处与非放排水掺混后排海。废水中的主要物质排放满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）B标准。

（4）冷却塔的影响

本工程冷却塔运行所引起的降水不会对厂址附近区域内的农田等产生影响，盐沉积对地表水、稻田水质、土壤含盐量，以及对主要农作物（水稻和小麦）的影响均较小。冷却塔形成的雾羽“荫屏”不会对周围环境和陆生生态产生明显影响，也不会导致地面结雾现象。

冷却塔运行时将会产生一定噪声，在厂址半径3km范围内的居住区产生的噪声区间值为29.0dB（A）~44.7dB（A），满足《声环境质量标准》中的1类标准（45dB（A））；在厂界产生的最大噪声为61.2dB（A），已超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》规定的3类夜间限值（55dB（A）），现考虑采用隔声屏方式进行降噪，确保厂界及敏感点噪声满足相关要求。

（5）噪声的影响

本工程正常运行后，采用Cadna/A程序进行预测计算，一期工程1台高温气冷堆机组正常运行后声源对各厂界的噪声贡献值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定3类标准限值，即昼间65dB（A）和夜间55dB（A）。厂址附近最近居民点和厂址周围声环境质量影响满足相应标准要求。

（6）电磁辐射的影响

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的要求，采用类比法和已运行的田湾核电站1~4号机组共用的500kV开关站、5~8号机组共用的500kV开关站的电磁辐射强度和分布的实际测量，对本工程建成后电磁环境影响进行预测。本工程厂址区域附近电磁辐射污染源要少于田湾核电站厂址区域，类比可知，本工程投运后500kV开关站对周围环境的电磁辐射影响也能够满足国家相关标准的要求。

（7）固体废物的影响

本工程海水淡化沉淀池厂房的排泥水输送至循环水补水预处理厂房集中处理，在循环水补水预处理厂房设置污泥浓缩池和污泥脱水机等设备，对污泥进行减量化处理后，委托有资质的单位定期外运。淡水处理、循环水补水预处理、生活污水处理过程中产生的污泥量与原水水质和药剂添加量有关，污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。污水处理构筑物、污水系统油水分离器格栅拦截的污物定期外运处理。

海水淡化系统工艺设计采用反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件

的使用情况，反渗透膜元件的使用年限一般为5年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定并定期更换。经海水淡化处理工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用除盐水生产工艺设计采用超滤和反渗透膜元件。根据膜厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，超滤和反渗透膜元件的使用年限一般为5年。超滤和反渗透膜更换时间应根据现场实际运行情况，监测超滤膜和反渗透膜的运行情况，合理确定并定期更换。经除盐水生产工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

机组用和供热用除盐水生产过程中采用离子交换树脂，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。经除盐水生产工艺用过的离子交换树脂中不含有游离液体或有害物质，一般按照工业固体废物进行处理。

运行期间产生的固体废物不会对附近区域的环境质量造成明显影响，是可以接受的。

10.2 承诺

本报告书给出的对本工程3号机组建设和运营单位在环境保护方面的承诺如下：

——严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度；

——本工程建设期间，将严格进行施工期大气、噪声、海域环境监测，及时了解施工对环境的影响情况，积极与施工方沟通，尽量采取对环境影响小的施工方式。

综上所述，从自然条件和社会条件分析，本工程厂址能满足“1台高温气冷堆机组”的建设和运行要求。施工建设对环境的影响以及工程正常运行和事故工况对环境的可能影响均符合我国相关法律法规、标准的要求。因此，从核能供热发电厂建设和运行对环境的影响角度看，本工程建设是可行的。