

田湾核电站 7、8 号机组

环境影响报告书

(建造阶段)

江苏核电有限公司

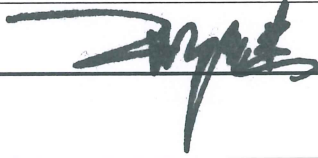
二〇二〇年九月



密级：

图册(文件)编号	
1517LEIRHYC01	
共 1 册 第 1 册	
版次：A	状态：CFC

田湾核电站 7、8 号机组

工 程 号	1517
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	环境影响报告书
	(建造阶段)
图册(文件)序号	—
批 准	

LYG	L	B000	01	12100000	TR	0001	H
-----	---	------	----	----------	----	------	---

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
工程设计综合甲级资质证书：A111003049
二〇二〇年九月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	田湾核电站 7、8 号机组		
环境影响评价文件类型	环境影响报告书（建造阶段）		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	江苏核电有限公司		
法定代表人或主要负责人（签字）	刘兆华		
主管人员及联系电话	任校江 0518-82205415		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	中国核电工程有限公司		
社会信用代码	911100001000027329		
法定代表人（签字）	徐鹏飞		
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	薛娜 010-88022058		
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
薛 娜	00019558（环评资格证编号）	薛娜	
	A105303311（登记证编号）		
	0000844（核安全资格证编号）		
	ZNPPE43-2309（登记证编号）		
2.主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
薛 娜	00019558（环评资格证编号）， A105303311（登记证编号）	第一章和第十章	薛娜
李 京	0006864（环评资格证编号）， A105304811（登记证编号）	第二章	李京
王 欣	0006857（环评资格证编号）， A105305011（登记证编号）	第三章和第八章	王欣
张敬辉	00017650（环评资格证编号）， A105302511（登记证编号）	第四章	张敬辉

韩蕊	2017035110352016110714000413 (环评资格证编号), A105304611 (登记证编号)	第五章	韩蕊
高桂玲	0004412 (环评资格证编号), A105302911 (登记证编号)	第六章和第七章	高桂玲
魏刚	0006883 (环评资格证编号), A105304511 (登记证编号)	第九章	魏刚
四、参与编制单位和人员情况 无			

MODIFICATION

文件修改记录

REV	DATE	CHAPTER	PAGE	MODI FICATION
版本	日期	章节	页码	修改范围及依据
A	2020.9	-	-	首次出版

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 核电厂

- 4.1 厂址规划及平面布置
- 4.2 反应堆和蒸汽-电力系统
- 4.3 核电厂用水和散热系统
- 4.4 输电系统
- 4.5 专设安全设施

4.6 放射性废物系统和源项

4.7 非放射性废物处理系统

4.8 放射性物质厂内运输

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

5.2 水的利用

5.3 施工影响控制

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.2 正常运行的辐射影响

6.3 其它环境影响

6.4 初步退役计划

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.2 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 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

- 10.4 辐射环境影响评价结论
- 10.5 非辐射环境影响评价结论
- 10.6 公众意见采纳情况总结
- 10.7 承诺

第一章 概 述

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

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

1.5 建设项目的进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 编制依据文件

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

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

1.9.1 辐射影响防治措施

1.9.2 非放射性影响防治措施

1.10 评价范围

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

表：

表 1.7-1 厂址 8 台机组的排放量设计值和厂址的排放量控制值

图：

图 1.10-1 田湾核电站厂址半径 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 核电厂名称

项目名称：田湾核电站 7、8 号机组

建设单位：江苏核电有限公司

1.1.2 建设性质

田湾核电站 7、8 号机组为扩建项目，是由中国核能电力股份有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司、连云港金联能源投资有限公司分别以 51%、20%、29% 的股比共同投资建设的商业性核电站。江苏核电有限公司负责核电厂的建设和运营管理。中国核电工程有限公司负责核岛技术后援工作、工程设计、采购、建安、调试等工程总承包工作。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

田湾核电站规划建设 8 台百万千瓦级核电机组，统一规划，分期建设。

田湾核电站 1~4 号采用 VVER-1000 压水堆核电机组，5、6 号机组采用 M310 加改进核电机组，1~4 号机组已建成投产，5~6 号机组正在建设中。

田湾核电站 7、8 号机组拟采用俄罗斯 VVER-1200 技术，建设两台 AES-2006 型核电机组及其配套辅助设施。反应堆电功率为 1200MW，热功率为 3200MW。本工程机组规划布置在田湾核电站 6 号机组扩建端西北侧场地（船山），与田湾核电站 1~6 号机组属同一厂址。田湾核电站 7、8 号机组工程将充分利用 1~6 号机组已有设施，尽量减少工程投资。

田湾核电站 7、8 号机组与田湾 1-6 号机组在环境保护方面实施“四统一”，即统一运行管理、统一申请排放量、统一进行流出物和环境监测、统一制定并实施应急计划和准备。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

田湾核电站 7、8 号机组拟采用俄罗斯 AES-2006 型商用压水堆核电技术，建设两台百万千瓦级核电机组，以俄罗斯列宁格勒核电站二期工程为参考电站。

田湾核电站 7、8 号机组项目计划总资金约为 500 亿元，资金筹措渠道主要包括资本金和国内金融机构贷款两个部分。项目资本金由田湾核电站 7、8 号机组工程项目各股东方自行筹措。除资本金投入外，本项目人民币和外币资金需求由国内政策性银行和（或）商业银行提供贷款支持。

为了更好地推进项目进展，满足江苏省经济增长对电力的需求，优化华东电网的电力结构，通过总结 1~6 号机组的建设情况和借鉴其他电站的建设和运行经验，田湾核电站 7、8 号机组工程项目将在设计采购、工程建造等方面进行优化调整，安全性、可靠性和经济性将得到更进一步的提高。

田湾核电站 7、8 号机组工程项目直接和间接用于环境保护的费用约占项目计划总投

资的 2.30%。

1.4 建设目的

（1）满足江苏省电力负荷增长的需要

江苏省经济持续、快速发展。截至 2018 年底，江苏省内全社会装机容量 126574MW，2018 年江苏省全社会用电量 6128 亿千瓦时，同比增长 5.52%，最高用电负荷 105740MW，同比增长 2.34%。根据预测，江苏电网“十五五”期间存在较大电力缺口，其中 2025 年夏季电力缺口 29000MW，至 2030 年电力缺口将扩大为 46000MW。未来江苏电网存在较大的电源建设空间。

（2）积极发展核电是保障国家能源安全的需要

华东地区火电的比重仍然较大，2018 年底华东地区火电装机容量占比为 72.65%，与此同时，水电装机(含抽蓄)和核电装机容量比重分别仅为 8.24%和 6.07%，严重依赖煤炭的能源消费结构加大了能源供应风险。

我国煤炭资源虽然比较丰富，但探明程度很低，煤炭总资源量的探明储量仅相当于世界平均水平的 55.3%，相当于 OECD(经济合作发展组织)国家的 22.5%，相当于美国的 10.2%。从各地区一次能源生产与消费看，我国只有黑龙江、山西、陕西、内蒙古、新疆和山东六省区能够实现能源自给，其他地区则需要依靠外部输入才能实现能源平衡。

降低风险的办法是发展多种能源，改变当前严重依赖煤炭的能源消费结构。从我国的替代能源资源看，积极推进核电是最现实的选择。

江苏省基本没有水力资源，风能资源又存在电量不足、出力稳定性较低等问题，而作为经济大省，电力需求大，为建立安全、可靠、稳定、经济的能源保障体系，能源供应必须采取多元化的战略。发展核电是能源供应多元化战略的重要组成部分，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，为江苏能源供应的可持续发展打下良好基础。

（3）积极发展核电是经济可持续发展的必然选择

华东电网以燃煤电厂为主，煤炭消耗量逐年增加，使二氧化硫、氮氧化物及烟尘灰渣的排放量呈上升趋势，大部分地区被国家划定为酸雨和二氧化硫污染双控区。目前电网内燃煤电厂的排放已对环境造成很大的压力，随着煤炭消耗量的增长，必将进一步加重华东地区的环保压力。

为贯彻党中央、国务院关于打赢蓝天保卫战决策部署，落实《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，全力做好2018-2019年秋冬季大气污染防治工作，生态环境部、国家发展和改革委员会等11部委、4省市政府共同印发《长三角地区2018-2019年秋冬季大气污染综合治理

攻坚行动方案》方案中提出，严格控制煤炭消费总量，深入推进燃煤锅炉治理，开展建成区散煤清零行动。相比2017年，2018年上海市、浙江省煤炭消费总量持续下降，江苏省净削减1500万吨以上，安徽省煤炭消费总量实现“由增转降”。

同时严禁新建自备燃煤机组，新建大型燃煤机组实行容量和耗煤量等量或减量替代，积极推进煤炭集中使用，制定专项方案，淘汰能耗、水耗、环保、安全等不达标的30万千瓦以下燃煤机组，2018年江苏、浙江、安徽分别淘汰44万千瓦、42万千瓦和32万千瓦燃煤机组。

而核电作为清洁能源，发展核电是减少大气污染排放、在控煤背景下提供电力支撑的有效途经和必然选择。

根据江苏省“十三五”期间节能减排综合实施方案，到2020年，江苏省全省二氧化硫、氮氧化物排放总量需要分别控制在66.8万吨、85.4万吨，均比2015年下降20%，后续节能减排任务将更加艰巨。在当今世界能源结构中，核电作为一种优质清洁能源，已被人们所广泛接受。由核电厂替代燃煤、燃油电厂，将显著改善区域的环境质量。因此，建设该项目对缓解江苏省的环境保护压力具有重要意义。

（4）发展核电优化电源结构

核能发电作为一种新型的能源，发展迅速，从已运行的核电站装机容量来看美国仍居首位，装机容量占全世界的四分之一，其次是法国、日本、德国和俄罗斯。从发展趋势来看，在今后30年内将会有更多国家和地区拥有核电站，预计到2025年，核电站总数将达到1000座，核电发电量将占总发电量的约三分之一，由此可见核电将成为电力工业的支柱。

我国的电力生产严重依赖煤炭发电，能源结构非常不合理。国家计划至2020年平均每年至少要建成2—3台百万千瓦级的核电机组，使核电装机容量占全国发电总装机容量的比例提高到4%。

江苏省经济发展迅速，一次能源自给率低，对外依存度较高。本期工程的建设符合国家能源政策，有利于保障江苏省供电需求，优化江苏省能源、电源结构，提高江苏省能源自给率，对江苏省调整能源结构、推进节能减排具有积极作用。

1.5 建设项目的进度

田湾核电站1、2号机组已经分别于2007年5月和8月投入商业运行。3、4号机组分别于2018年2月和12月投入商业运行。

5号机组已于2015年12月27日核岛FCD，计划2020年7月1日首次装料，2020年12月31日商运；6号机组已于2016年9月7日核岛FCD，计划2021年2月1日首次装

料日，2021 年 7 月 31 日商运。

田湾核电站 7、8 号机组计划于 2020 年 12 月 31 日开工建设，单台机组建设周期为 65 个月，7 号机组 2026 年 5 月 31 日建成投产，8 号机组与 7 号机组间隔 10 个月建设，8 号机组于 2027 年 3 月 31 日投入商业运行。具体开工时间以政府相关部门批复为准。

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 编制依据文件

- (1) 《连云港市城市总体规划》（2015-2030 年）；
- (2) 《江苏省“十三五”生态环境保护规划》（2016 年 10 月通过专家评审）；
- (3) 《江苏省生态保护与建设规划》（2014-2020 年）；
- (4) 《江苏省地表水环境功能区划》（苏政复[2003]29 号）；
- (5) 《江苏省生态空间管控区域规划》（2020 年 1 月）；
- (6) 《连云港市生态文明建设规划》（2015-2022 年）；
- (7) 《连云港市海洋功能区划》（2013-2020 年）；
- (8) 《连云港市土地利用总体规划（2006-2020 年）调整方案》；
- (9) 国家能源局 2019 年 5 月 10 日“关于江苏田湾核电站 7、8 号机组项目有关工作座谈会的会议纪要”（国能综纪核电〔2019〕14 号）；
- (10) 《关于同意连云港市田湾核电站附近近岸海域环境功能区划调整的函》（苏环委办[2015]27 号）；
- (11) 《水利部淮河水利委员会关于田湾核电站 7、8 号机组取水许可申请准予行政许可决定书》（淮委许可〔2020〕7 号）；
- (12) 《市生态环境局关于田湾核电站 78 号机组非放射性污染排放执行标准请示的复函》（连环函〔2019〕68 号）。
- (13) 《自然资源部办公厅关于田湾核电站 7、8 号机组项目用海预审意见的函》（自然资办函[2020]1655 号）
- (14) 《关于田湾核电站 7、8 号机组环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审[2020]111 号）

本工程专题报告充分利用了田湾核电站 3、4 号机组和 5、6 号机组已有的最新成果，并补充了针对 7、8 号机组的外委成果，同时为满足外委成果的时效性等要求，本工程已重新委托开展了相关专题的工作。

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

1.6.2.1 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) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；
- (4) 《中华人民共和国核安全法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (5) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 5 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) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日）；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日）；
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (11) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日）；
- (12) 《放射性物品运输安全管理条例》（2010 年 3 月 1 日）；
- (13) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害与海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日）；
- (14) 《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日）；
- (15) 《近岸海域环境功能区管理办法》（2010 年 12 月 22 日）；
- (16) 《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保局 [1997] 第 18 号令）；
- (17) 《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）；
- (18) 《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）；
- (19) 《放射性废物安全监督规定》（HAF401）；

1.6.2.2 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》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）；
- (8) 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；
- (9) 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；
- (10) 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

- (11) 《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》(HAD101/05);
- (12) 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》(HAD101/06);
- (13) 《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》(HAD101/09);
- (14) 《核电厂厂址选择的极端气象现象》(HAD101/10);
- (15) 《核电厂设计基准热带气旋》(HAD101/11);
- (16) 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》(HAD002/01);
- (17) 《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011);
- (18) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001);
- (19) 《海洋监测规范》(GB17378.1~7-2007);
- (20) 《海洋调查规范》(GB12763.1~7-2007);
- (21) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002);
- (22) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- (23) 《核设施流出物监测的一般规定》(GB11217-89);
- (24) 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》(GB11216-89);
- (25) 《环境核辐射监测规定》(GB12379-90);
- (26) 《核辐射环境质量评价一般规定》(GB11215-89)
- (27) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)
- (28) 《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019);
- (29) 《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》(GB/T 17230-1998);
- (30) 《电离辐射监测质量保证一般规定》(GB8999-1988);
- (31) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (32) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- (33) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002);
- (34) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002);
- (35) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- (36) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (37) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008);
- (38) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008);
- (39) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
- (40) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);
- (41) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001);

- (42) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18957-2001)
- (43) 《放射性废物体和废物包的特性鉴定》(EJ 1186-2005);
- (44) 《核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定》(GB14589-93);
- (45) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》(HJ681-2013);
- (46) 《电磁环境控制限值》(GB8702-2014);
- (47) 《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);
- (48) 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T 10.3-1996);
- (49) 《核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）》(HJ1037-2019)。

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响评价标准

本报告运行状态和事故工况下的剂量评价标准，遵循《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)中的有关规定。

(1) 运行状态下的剂量约束值和排放量、排放浓度控制值

根据国家标准《核动力厂辐射防护规定》(GB6249-2011)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。田湾核电站厂址剂量约束值为 0.25mSv/a，田湾核电站 7、8 号机组拟定的剂量约束值为 0.06mSv/a。

根据 GB 6249-2011 的第 6.2、6.3 和 6.4 条款的规定，田湾核电站所有机组运行状态下的年放射性排放量应控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内，具体如下：

气载流出物：

- 惰性气体， 2.4×10^{15} Bq/a;
- 碘， 8.0×10^{10} Bq/a;
- 长寿命粒子 ($T_{1/2} \geq 8d$)， 2.0×10^{11} Bq/a;
- 氚， 6.0×10^{13} Bq/a;
- C-14， 2.8×10^{12} Bq/a。

液态流出物：

- 氚， 3.0×10^{14} Bq/a;
- C-14， 6.0×10^{11} Bq/a;
- 其余核素（除氚、C-14 外）， 2.0×10^{11} Bq/a。

本厂址 8 台机组运行状态下的放射性流出物年排放量以及与厂址控制值的比较见表 1.7-1。

GB6249-2011 第 6.8 条中规定了液态流出物排放浓度的要求。本厂址属滨海厂址，电

厂运行过程所产生的液态流出物系统排放口的浓度按照以下要求来控制，即：槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素的排放浓度不超过 1000Bq/L。

（2）事故工况下的剂量控制值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011），对于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，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下；在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

（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）环境空气质量标准和大气污染物排放标准

环境空气质量：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准。

大气污染物排放：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 无组织排放监控浓度限值。

（2）海洋环境功能区划和执行的海水水质标准

根据《关于同意连云港市田湾核电站附近海域环境功能区调整的函》（苏环委[2015]27 号）的内容，将田湾核电站 1~8 号机组运行工况下温排水夏季 1℃最大温升包络线与现有三类功能区界限、四类功能区界限和岸线之间的围合范围由原二类功能区调整为三类功能区，涉及海域面积为 19.4 平方公里，主要功能调整为一般工业用水——核电温排水区，海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的三类标准；将田湾核电站 1~8 号机组运行工况下冬季半月潮最大 4℃温升包络线与取水渠、岸线之间的围合范围原三类功能区调整为温排水混合区，涉及海域面积为 44.9 平方公里，除水温外，执行《海水水质标准》

三类标准。

（3）污水排放标准

生活污水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 排放标准。

其它非放射性废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

（4）噪声标准

声环境质量：项目区执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中3类标准，即昼间：65dB（A），夜间55dB（A）；项目区外周边村庄执行2类标准，即昼间：60dB（A），夜间50dB（A）；交通噪声执行4a类标准，即昼间：70dB（A），夜间55dB（A）。

厂界噪声：执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 3 类标准，即昼间：65dB（A），夜间 55dB（A）。

建筑施工噪声：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间70dB（A），夜间55dB（A）。

（5）电磁辐射标准

工频电场：4kV/m；工频磁场：0.1mT（100μT）。

射频综合场强：执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），30MHz~3000MHz，任意连续6min不超过0.4W/m²。

1.8 工程组成

本项目主体工程为核岛、常规岛和配套设施 BOP 工程，具体工程组成详见第四章。本工程厂外没有新建的配套设施。

1.9 环境保护措施

本工程拟采取的环境保护措施包括设置核岛通风系统、废物处理和排放系统、厂区三废处理设施及环境保护工程、辐射监测系统，以及进行厂区绿化等。

1.9.1 辐射影响防治措施

本工程放射性废物处理系统包括特种下水收集系统，液体放射性废物处理系统（KPF），液体废物贮存系统（KPK），常规岛废液排放系统（LDL），放射性废气处理系统，固体放射性废物贮存系统（KPE），液体放射性废物转运系统（KPH）等。

1.9.1.1 特种下水收集系统

特种下水收集系统由反应堆厂房特种下水收集系统（KTF）、安全厂房特种下水收集系统（KTL）、核辅助厂房特种下水收集系统（KTH）及核服务厂房特种下水收集系统（KTT）组成。特种下水收集系统的功能是分类收集各厂房的特种下水，并将收集的特种下水分别

输送到液体放射性废物处理系统（KPF）、含硼疏水收集系统（KTC）的贮槽，对核岛内由 KTT 系统收集的废水进行监测排放。

1.9.1.2 液体放射性废物处理系统（KPF）

液体放射性废物处理系统（KPF）的功能是接收和处理放射性废液，将蒸发产生的蒸残液送往液体废物贮存系统 KPK 中贮存。处理后达到允许指标的冷凝液向环境排放。

1.9.1.3 液体放射性废物贮存系统（KPK）

液体放射性废物贮存系统（KPK）用于把核电厂运行和维修过程中产生的放射性废树脂和吸附剂、KPF 系统蒸发产生的蒸残液在送往田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理之前进行中间贮存。

1.9.1.4 常规岛废液排放系统（LDL）

常规岛废液排放系统（LDL）收集凝结水精处理废液中和及排放系统树脂再生和管道清洗水，机组启动初期 30%负荷以下的疏排水，常规岛厂房检修时的含油废液（除油后）和设备管道疏水以及蒸汽发生器化学清洗后的冲洗水。这些废液在 LDL 系统贮槽内混匀、取样分析，低于规定排放控制值（除 H-3、C-14 外其他放射性核素的浓度上限值为 200Bq/L）时，通过虹吸井稀释后有控制地向环境排放。

1.9.1.5 放射性废气处理系统

放射性废气处理系统包括氢燃烧系统（KPL10）、放射性气体处理系统（KPL30）、贮槽排气处理系统（KPL70）和 HVAC 系统中相关的排风净化系统。

氢燃烧系统（KPL10）履行下述功能：

- 去除一回路补给水除气器(KBA10BB001)排气中的氢气；
- 去除稳压器卸压箱(JEG10BB001)排气中的氢气；
- 去除一回路有组织泄漏槽(KTA10 BB001)排气中的氢气；
- 确保氢气在催化氢氧复合器内燃烧；
- 将氢浓度不超过 0.2%(体积)的气体混合物送往 KPL30 系统。

放射性气体处理系统（KPL30）处理氢燃烧系统（KPL10）排气和冷却剂贮槽排气，使其向环境排放的气载流出物的放射水平在国家规定的限值之内。

贮槽排气处理系统（KPL70）收集、处理核电厂除 KBB、KBC1、KTC 系统贮槽之外的其它放射性液体贮槽的排气，使向环境排放的气态放射性量在国家标准规定的限值之内。在 KPL30 系统发生故障时，KBB、KBC1、KTC 系统贮槽的排气也送到本系统处理。

核岛通风系统（HVAC）对各厂房进行采暖、通风和空调，根据需要，对送、排风进行过滤和除碘处理，以提供适宜的温度和空气质量良好的环境，减少气载放射性物质向大

气环境的排放，确保运行人员健康、安全及设备的有效运行。

1.9.1.6 固体放射性废物贮存系统（KPE）

KPE 系统用于贮存装有固体废物的 200L 钢桶，装有废 IC、NTMC 的贮运容器等。

1.9.1.7 液体放射性废物转运系统（KPH）

KPH 系统用于将核岛内液体放射性废物贮存系统（KPK）贮存的废树脂、蒸残液和地漏水处理系统（KPF）产生的旋流器泥浆转运到 KPM 和 KPN 系统的运输槽车。

1.9.2 非放射性影响防治措施

（1）污水处理设施

本工程生活污水处理设施与前期工程共用。本工程产生的生活污水由生活污水排水系统收集送至 1、2 号机组已建的南区污水处理站集中处理。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/T18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化等，回用剩余水量排入大海。南区污水处理站污水处理设计规模 $1440\text{m}^3/\text{d}$ ，可满足 1~8 号机组生活污水处理要求。

本工程通过室外管网收集汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水，汇集至含油生产废水油水分离池。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准（含油类 $<5\text{mg/L}$ ），排入室外雨水管网，最终排至大海；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。含油生产废水油水分离池设计规模 $2\times 5\text{m}^3/\text{h}$ 。

（2）噪声污染防治措施

本工程通过合理布置总平面，使重点噪声源尽量布置在厂区中部，并充分利用其他辅助建筑物进行屏蔽。

发电机、汽轮机、水泵、空压机等设备在招标过程中提出设备噪声水平要求，并布置在室内、对设备基础采取减震处理、必要时加装消声器。厂房四周墙体选用隔声较好的结构，必要时采用吸声材料，使厂房的建筑结构将起到一定的隔声效果。从而使厂区边界处噪声满足国家标准要求。

（3）固体废物处理设施

本工程运行期产生的固体废物主要为一般工业废物。主要包括淡水处理和生活污水处理过程中产生的污泥、膜组件和除盐水处理过程中采用的膜组件、使用的离子交换树脂及经油水分离装置分离后的废油、凝结水精处理过程中废弃的离子交换树脂等。本工程淡水处理、生活污水处理与前期工程共用。

除盐水生产工艺设计采用超滤膜组件和反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内除盐水处理膜元件的使用情况，超滤膜元件、反渗透膜元件的使用年限为 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。经除盐水工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

除盐水处理过程中使用的离子交换树脂使用年限为 5~8 年。树脂的更换时间应根据现场实际运行情况，监测离子交换树脂的运行情况，合理确定、定期补充或更换。经除盐工艺用过的或常规岛凝结水精处理过程中产生的废弃树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

1.10 评价范围

根据《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89），辐射环境影响评价范围是以 8 号机组反应堆为中心，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。厂址半径 80km 评价子区划分示意图见图 1.10-1。

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）和《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目大气环境评价范围为厂址半径 5km。

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）和《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），本项目声环境评价范围为厂址半径 5km。

电磁辐射评价范围：工频电场、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：调查范围为核电厂厂址周围 5km 范围内环境敏感区域。

温排水评价范围：水环境影响评价的范围将参照《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-2018）、《海洋工程环境影响评价技术导则》（GBT19485-2014）的相关要求，同时参考本工程温排水专题的研究范围确定。

生态环境的评价范围：

陆生生态环境的现状调查评价范围为厂址半径 10km；水生生态环境的现状调查评价范围为以田湾核电站排水口为中心，两侧沿岸向外延伸距离各 30km，向海延伸 50km 范围的海域。

施工期海域生态评价范围为以排水口为中心的厂址近岸海域，结合海工工程方案确定。

施工期陆域评价范围为厂址征地范围，包括厂区、取排水区、施工场地区、开挖面人工边坡区等。

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批复意见

2020 年 9 月 10 日，生态环境部《关于田湾核电站 7、8 号机组环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审[2020]111 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如下：

（1）综合考虑厂址近岸海域环境条件，进一步优化温排水排放方式和考虑热负荷利用，原则上将全厂温排水对近岸海域环境的影响控制在六台机组评估的规模以内。在 5、6 号机组商运后，对六台机组温排水的实际影响情况进行评估。

（2）进一步优化田湾核电站 1-8 号机组气、液态流出物的排放源项，明确地方固体废物的去向。

（3）参考田湾核电站 1-4 号机组液态流出物排放和监测的经验反馈，优化排放贮存罐容量设计。

1.11.2 选址阶段环境影响报告书批复意见的落实情况

以上批复意见落实情况如下：

（1）关于“综合考虑厂址近岸海域环境条件，进一步优化温排水排放方式和考虑热负荷利用，原则上将全厂温排水对近岸海域环境的影响控制在六台机组评估的规模以内。在 5、6 号机组商运后，对六台机组温排水的实际影响情况进行评估。”

结合田湾核电站周边企业用汽需求，协商签订供汽协议，将核电厂产生的部分热量用于厂址周边企业的生产，以减小温排水对海域环境的影响。在 5、6 号机组商运后，将对六台机组温排水的影响进行监测。

（2）关于“进一步优化田湾核电站 1-8 号机组气、液态流出物的排放源项，明确地方固体废物的去向。”

在工程设计阶段将进一步开展田湾核电站 1-8 号机组气、液态流出物排放源项的优化工作。田湾核电站将根据上级主管部门的政策，结合核电厂废物处置多途径研究成果和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，并根据具体情况制定送处置计划。

（3）关于“参考田湾核电站 1-4 号机组液态流出物排放和监测的经验反馈，优化排放贮存罐容量设计。”

目前已与俄罗斯设计院讨论了优化排放贮存罐容量设计的问题，并形成初步的改进方案，该方案与 3、4 号机组的 KTT30 基本相同，在下一阶段将继续优化和细化该方案。

表 1.7-1 厂址 8 台机组的排放量设计值和厂址的排放量控制值

气液 态	核素类别	1、2 号机组排 放量设计值 Bq/a	3、4 号机组 排放量设计 值 Bq/a	5、6 号机组 排放量设计 值 Bq/a	本工程排 放量设计值 Bq/a	本工程放 量控制值 Bq/a	厂址 8 台机 组总排放量 设计值 Bq/a	厂址排放 量控制值 Bq/a	8 台机组年 排放量占厂 址控制值的 比值
气态	惰性气体	7.63E+13	1.66E+14	1.01E+14	7.72E+13	1.20E+15	4.21E+14	2.40E+15	17.52%
	碘	6.60E+09	4.76E+09	7.18E+08	9.92E+08	4.00E+10	1.31E+10	8.00E+10	16.34%
	粒子 ($T_{1/2} \geq 8d$)	1.54E+08	1.12E+09	7.98E+07	2.58E+07	1.00E+11	1.38E+09	2.00E+11	0.69%
	氚	5.92E+12	5.92E+12	5.37E+12	7.06E+12	3.00E+13	2.43E+13	6.00E+13	40.45%
	碳-14	6.41E+11	6.41E+11	6.48E+11	6.67E+11	1.40E+12	2.60E+12	2.80E+12	92.75%
液态	氚	5.92E+13	5.92E+13	5.37E+13	7.06E+13	1.50E+14	2.43E+14	3.00E+14	80.90%
	碳-14	6.48E+10	6.48E+10	6.70E+10	6.76E+10	3.00E+11	2.64E+11	6.00E+11	44.03%
	其余核素	7.70E+09	1.18E+10	2.47E+10	9.89E+09	1.00E+11	5.41E+10	2.00E+11	27.05%

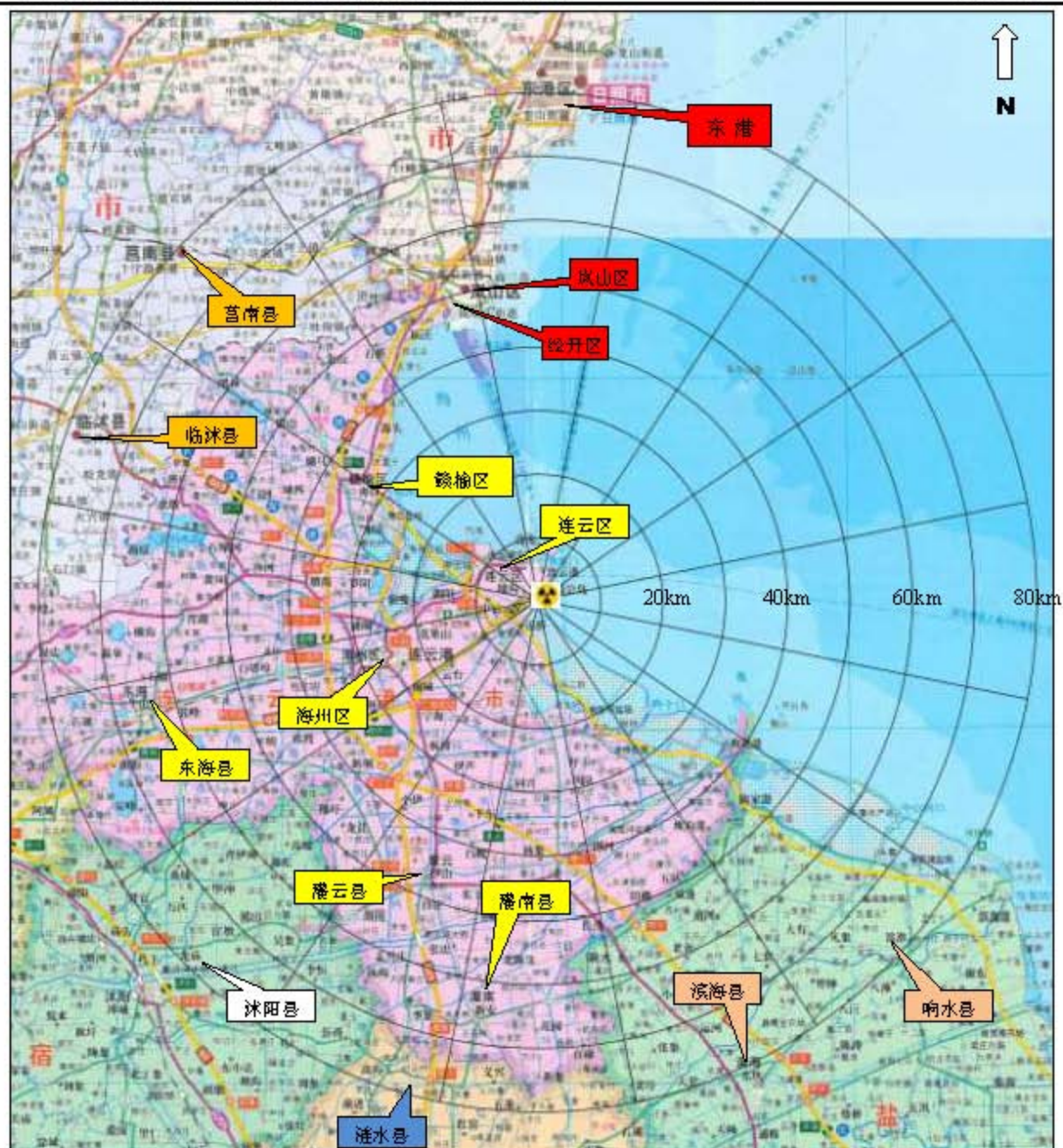


图 1.10-1 田湾核电站厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

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

2.2.1 厂址近区域的人口分布

2.2.2 厂址半径 80km 区域的人口分布

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 厂址附近的工业、交通和军事设施

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

表：

表 2.4-1 各气象站基本状况与地理位置一览表

表 2.4-2 2019 年气象铁塔各层逆温强度的时次频率

表 2.4-3 厂址地区各类天气条件下的扩散参数

表 2.4-4 地面气象观测传感器主要性能一览表

表 2.5-1 主要潮位特征值

表 2.5-2 厂址不同重现期潮位值表

表 2.5-3 厂址附近范围民井调查结果表

表 2.5-4 厂址不同重现期增、减水值

表 2.5-5 不同水位时厂址前-5m 处最大波要素

图：

图 2.4-1 西连岛各季和年的风玫瑰图

图 2.4-2 2019 年厂址地面站各季和年风频分布

图 2.4-3 2019 年厂址气象铁塔各层风频分布

图 2.5-1 厂址附近区域综合水文地质图

图 2.5-2 厂址区综合水文地质图

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

田湾核电站位于江苏省连云港市连云区宿城街道，7、8 号机组位于厂区西部（建北方向描述，下同），6 号机组西侧，其中 7 号机组反应堆中心距 6 号机组反应堆中心直线距离约 292m。

厂址西距连云港市海州区中心约 29.4km（直线距离，以下同）；西北距连云区中心约 13.2km，北距连云港码头约 4.8km；东北距高公岛乡约 2.2km；厂址东临黄海，西北临东崖屋村，南为鱼塘，北为后云台山。

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

厂址边界即厂址征地边界。

厂址边界即厂址征地边界。

5~8号机组总征地面积70.98hm²，其中7、8号机组永久设施用地54.83hm²，5、6号机组永久设施用地16.15hm²。

本期工程总用地面积95.84hm²（不含海工工程等厂外设施用地），其中永久设施用地54.83hm²），施工临时设施用地41.01 hm²。

永久设施用地（54.83hm²）已随前期工程征用完毕，主要包含厂区用地、厂前建筑区用地、其他设施用地及边坡工程用地；施工临时设施用地占用已征土地 17.98hm²（绝大部分在 1~4 号机组征地范围内），需重新租用土地 23.03hm²。

2.1.2.2 非居住区及规划限制区

对于 7、8 号机组，根据俄方提供的初步安全分析报告，选取稳压器波动管破裂叠加堆芯应急冷却系统能动部分失效严重事故作为选址假想事故，进行非居住区边界以及规划限制区边界的计算。应用于事故后果评价的事故（短期）大气弥散因子采用 USNRC 的管理导则 RG1.145 推荐的模式和方法进行计算。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)，在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。

经计算得到，厂址拟定非居住区边界处（500m）的任何个人，在选址假想事故后的

任意 2h 内所接受的最大有效剂量满足 GB6249-2011 规定的剂量验收准则要求，拟定规划限制区边界处（5km）的任何个人在选址假想事故后整个事故期间受到的有效剂量满足 GB6249-2011 中的验收准则要求。故推荐以反应堆厂房为中心、将半径 500m 的包络线作为非居住区边界，推荐以各反应堆厂房为中心，将半径 5km 的包络线作为规划限制区边界。

故田湾核电站 7、8 号机组非居住区以反应堆厂房为中心，半径 500m 范围；规划限制区以反应堆厂房为中心，半径 5km 范围。非居住区范围内未征地的面积约为 16hm²。

最近居民点为厂址西北方向的东崖屋村，距离 8 号机组核岛中心约 800m，与征地红线最近距离约 690m。

田湾核电站非居住区内，征地范围外西侧和北侧区域，山体陡峭，基本排除居住可能性，仅西南部小部分区域，地形平坦，应由田湾业主和当地政府协商管理此区域，确保此区域无人居住。

根据苏环函【2017】39 号《关于报送连云港市城市总体规划-江苏田湾核电站与周边 10km 规划相容性分析专题报告审查意见的函》，田湾核电站 5km 规划限制区已得到江苏省环境保护厅认可，并在连云港市城市总体规划（2015-2030）中统筹考虑。

2.2 人口分布

本节编制依据中国核电工程有限公司于 2019 年 7 月完成的《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查报告 B 版》。

田湾核电站厂址半径 80km 范围内主要涉及江苏省连云港市、宿迁市、淮安市和盐城市所辖的 14 个县（市、区），山东省日照市和临沂市所辖的共计 4 个县（市、区），人口调查的资料和数据来源于：厂址半径 80km 范围内涉及的省、市、区、县提供的 2017 年最新的统计年鉴、年鉴、统计报表、相关规划等资料；厂址半径 15km 范围内涉及的各街道、镇人民政府提供的 2017 年最新的有关统计资料，以及实地调查收集的资料；厂址半径 5km 范围内实地调查，获取最新的资料和数据。本报告中，厂址半径 15km 范围内的数据以 8 号机组为中心进行了调整，8 号机组距离 5 号机组 587m。

2.2.1 厂址近区域的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围内的人口分布

厂址半径 5km 范围内主要涉及连云区所辖的板桥街道、高公岛街道、连云街道、宿城街道、云山街道和连云港经济技术开发区所辖的中云街道，涉及 6 个街道的 12 个行政村和 11 个社区，共计 40 个居民点。截止 2017 年底，总人口数为三万六千余人。厂址半

径 5km 范围内没有万人以上的居民点。距离厂址最近的自然村为东崖屋，位于厂址 NW 方位，距离本次调查中心 0.8km，截止到 2017 年底人口总数为四百余人；厂址半径 5km 范围内最大的居民点为连云街道荷花社区，位于厂址 N 方位 4.1km，2017 年底人口总数为三千七百余。

2.2.1.2 厂址半径 15km 范围内的重要居民点

厂址半径 15km 范围主要涉及连云区、连云港经济技术开发区、云台山景区和徐圩新区所辖的 11 个街道、1 个农场，共计涉及 74 个社区和行政村，2017 年底人口总数为十九万余人。厂址半径 10km 范围内没有 10 万人以上的城镇。距离厂址最近的行政村是位于厂址 NW 方位 0.8km 处的连云区宿城街道东崖屋村，2017 年底人口总数为八百余人；厂址半径 15km 范围内人口最多的是位于厂址 WNW 方位 9.7km 的连云区墟沟街道院前社区，2017 年底人口总数为一万一千余人。

2.2.1.3 流动人口

厂址半径 15km 范围内主要以农业、海水养殖业和工业为主，没有大中专院校，大部分长期流动人口的流动方式主要是务工、经商、随迁，以流入为主，厂址半径 15km 范围内长期流动人口总数为 28410 人：其中流入人口总数为 26250 人；流出人口总数为 2160 人。厂址半径 15km 范围内的短期流动人口主要是外地来连云港市的旅游度假游客。区域内主要景点及 2017 年旅游人口情况如下：

连岛海滨旅游度假区（N 方位，8.1km），国家 AAAA 级旅游区，年接待游客 425.0 万人次，旺季为每年 4 月到 10 月，单日最大游客接待数可达 6.0 万人次。

花果山风景区（WSW 方位，9.2km），国家 5A 级旅游区，年接待游客 4 百万人次。

海鲜美食文化旅游景区（NW 方位，10.4km），AA 级景区，年接待游客 2 万人次。

北固山生态公园（NW 方位，9.4km），AA 级景区，年接待游客 33 万人次。

宿城船山飞瀑景区（NW 方位，0.2km），AAA 级景区，每年接待游客主要集中于春、夏、秋三季，年接待游客 15 万人次，单日最大接待游客数量约 1600 人次左右。

海上云台山景区（NW 方位，2.7km），国家 AAAA 级旅游景区，旺季为每年 4 月到 10 月，2017 年游客接待量为 207 万人次。

厂址半径 5km 范围内主要以农业、海水养殖业和工业为主，人口的流动方式主要是务工、经商、随迁，以流入为主。厂址半径 5km 范围内长期流入人口总数为 6251 人；长期流出人口总数为 799 人。

2.2.2 厂址半径 80km 区域的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 区域内的人口分布

厂址半径 80km 范围内主要涉及共计 18 个县（市、区）的 144 个街道、镇（乡），厂址半径 80km 范围内 2017 年底的总人口数为八百余万人，厂址半径 80km 范围内平均人口密度低于江苏省和连云港市同期平均人口密度。

2.2.2.2 厂址半径 80km 区域内的人口中心和城镇

厂址半径 80km 范围内没有百万人以上的人口中心，十万人以上的城镇有 8 个。人数最多同时距离厂址最近的人口中心是位于厂址 WSW 方位 24.5km 处的连云港市区，人口数约 49 万余人。

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

本节编制依据中国核电工程有限公司于 2019 年 7 月完成的《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查报告 B 版》。本节内容中，厂址半径 15km 范围内的数据以 8 号机组为中心进行了调整。

田湾核电厂为沿海厂址，厂址周围耕地较少。厂址所在的连云区（含徐圩新区、开发区），根据连云港市土地利用总体规划（2006~2020），田湾核电站厂址所在区域土地利用现状和规划类型均为工业建设用地。

厂址半径 15km 范围内有一处省级自然保护区，为云台山森林自然保护区，位于厂址 NW 方位，核心区距离厂址 2.5km。

厂址半径 10km 范围内省级以上文物古迹共 5 个，其中国家级 2 个，分别为藤花落遗址，相对厂址位置为 W 方位 9km；东连岛东海琅琊郡界域刻石，相对厂址最近为 N 方位 8km。距离厂址最近的古迹为云台山抗日石刻群，相对厂址最近位置为 NNW 方位 2.7km。

厂址半径 15km 范围内省级以上风景名胜区有一处，为云台山风景名胜区（国家级），根据《云台山风景名胜区总体规划（2011-2030）》（2015 年修订），景区界线相对厂址最近位置为 NNW 方位 0.8km。

厂址半径 15km 范围内的旅游度假区有 6 个，分别为连岛海滨旅游度假区（N 方位，8.1km），国家 AAAA 级旅游区；花果山风景区（WSW 方位，9.2km），国家 5A 级旅游区；海鲜美食文化旅游景区（NW 方位，10.4km），AA 级景区；北固山生态公园（NW 方位，9.4km），AA 级景区；宿城船山飞瀑景区（NW 方位，0.2km），AAA 级景区；海上云台山景区（NW 方位，2.7km），国家 AAAA 级旅游景区。

厂址半径 50km 范围内的淡水资源主要有地表水、过境水和地下水。境内水系基本属

于淮河流域沂沭泗水系。厂址半径 50km 范围内涉及骨干河流 39 条，厂址半径 50km 范围内无大中型水库，有小型水库 25 座。厂址所在连云港市工农业用水及当地居民饮用水水源情况：农业用水、渔业用水主要靠当地水库和河流，远离海岸线的乡镇居民有少量水井作为补充。

厂址半径 15km 范围内居民饮用水均为地表水，几乎村村通自来水，其普及率已达 90% 以上。

厂址半径 5km 范围居民用水主要来自宿城水库，自来水普及率 98% 以上，宿城水库为小（一）型水库，主要用于下游水利灌溉及辖区内饮用水及工业用水供应，供水范围几乎涵盖厂址半径 5km 范围所有村街。个别乡村饮用山泉水，也有个别自然村饮用井水，包括：宿城街道大竹园村地势较高无法供应自来水，饮用水主要来自山涧沟塘坝供水；连云街道庙岭社区有 10 口水井作为居民饮用水，胜利社区靠山边居民饮用山泉水（取水点在院墙路五排宿舍西），云台社区有 9 口水井作为居民饮用水。厂址半径 15km 范围除个别自然村使用井水外，不涉及到地下水的开发利用。

2.3.2 陆生资源及生态概况

本节依据中国核电工程有限公司于 2019 年 7 月完成的《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查报告 B 版》和中核第四研究设计工程有限公司于 2017 年 6 月完成的《田湾核电站 3、4 号机组工程项目厂址附近陆域生态环境调查及评价报告》编制。

2.3.2.1 农业生产情况

厂址半径 80km 范围内，主要种植的农作物有粮食作物、油料、蔬菜、水果、茶叶等。主要粮食作物有稻谷、小麦、玉米、薯类、豆类；油料有花生、油菜籽；蔬菜包括叶菜类、白菜类、瓜菜类、根类、茄果类、葱蒜类、菜用豆类、水生菜类；水果包括苹果、梨、葡萄、桃、杏、红枣、柿子、山楂、猕猴桃、樱桃等。

2.3.2.2 畜牧业情况

厂址半径 80km 范围内农村的副业生产主要是畜牧养殖，养殖的种类包括大牲畜、猪、羊、家禽（鸡、鸭和鹅）和少量的兔。猪和家禽是厂址周围绝大多数农户的副业，牛、羊和兔是部分农户的家庭副业，饲养量相对较少。

2.3.2.3 林业资源与自然资源情况

连云港全市林地面积 1856.14 百公顷，苗木花卉面积 213.3 百公顷，森林覆盖率 24.7%，林木覆盖率 27.5%，活立木蓄积量 1020 万立方米。

连云港市已发现矿种 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

2.3.2.4.1 调查方法

本次调查采用资料收集和现场调查相结合的方法，调查范围为田湾核电站半径 10km 的范围，共设置 19 个调查样地。

2.3.2.4.2 植物

调查区内苔藓植物现场调查共有 11 科 17 属 25 种，优势科分别是丛藓科、灰藓科、青藓科、真藓科、葫芦藓科和凤尾藓科；优势属为凤尾藓属、真藓属、青藓属、毛口藓属、立碗藓属、绢藓属、灰藓属。维管植物现场调查到的物种有 101 科 395 种。调查区内蕨类植物 22 科、29 属、38 种；裸子植物 5 科、13 属、16 种；被子植物 131 科、518 属、946 种，被子植物科属种数上均占绝对优势。被子植物中，双子叶植物是绝对的优势类群。

植物群落主要有黑松-盐肤木-荇草群落，杉木-盐肤木-紫萁群落，茅栗+化香-野珠兰-荇草群落，茅栗-野珠兰-麦冬群落，化香-野珠兰-荇草群落，牛奶子-华北绣线菊-窄头橐吾群落，意杨-救荒野豌豆群落，草丛群落，芦苇+碱蓬群落，作物植被。

调查区的优势种主要为化香、麻栎、黑松、刺楸、盐肤木、芦苇和盐地碱蓬。

调查区内一共有 9 个特有种，分别为：牛鼻栓、盾果草、枳、银杏、水杉、楸树、红楠、流苏、金镶玉竹。

调查区主要植物资源有赤松、杉木、毛竹、麻栎、意杨、楸树等林业树种；板栗、茶、小麦、水稻等各种经济农作物；桃、梨、葡萄、樱桃、杏等水果；何首乌、海洲常山、海州香薷、金银花、卷柏等中药材类植物以及具有食用价值的野菜包括盐地碱蓬、蕨等。其中，野生分布、产量丰富且具有经济开发价值的植物为楸树和盐地碱蓬，二者在整个调查区都有大量分布。

调查区内共有 14 种国家级重点保护野生植物分布，其中银杏和水杉为国家 I 级重点保护物种，现场调查到 3 种保护植物，分别为银杏、金荞麦、野大豆。调查区内共有 100 余株古树名木，主要为朴树、黄连木、银杏等。

2.3.2.4.3 动物

（1）鸟类

调查区内资料收集共有鸟类 19 目 58 科 229 种，调查区内一共有国家级重点保护野生鸟类 32 种，其中国家 I 级重点保护野生鸟类有白腹军舰鸟、东方白鹳等 6 种，国家 II 级

重点保护野生鸟类有红隼、苍鹰等 26 种。调查区内还有 180 种鸟类被列入中国国家林业局 2000 年 8 月 1 日发布的《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》（简称“三有”鸟类），以及省级保护鸟类 16 种。

（2）两栖动物

两栖动物调查主要通过资料收集完成，调查区共有两栖动物 1 目 3 科 11 种，其中，蛙科有 6 种，蟾蜍科有 3 种，雨蛙科 2 种。调查区内两栖动物保护物种共有三种，分别为东方铃蟾、黑斑侧褶蛙和金线侧褶蛙。

（3）爬行动物

爬行动物调查主要通过资料收集完成，调查区共有爬行动物 7 科 14 属 21 种。调查区内共有 6 种爬行类保护动物分布，分别为乌龟、赤链蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇、翠青蛇和短尾蝮，均为省级保护物种。

（4）哺乳动物

哺乳动物调查主要通过资料收集完成，调查区共有哺乳动物 5 目 10 科 19 种，其中小型掘穴类哺乳动物有 4 目 5 科 14 种。常见的北方种有草兔、大仓鼠、黑线姬鼠和黄鼬。调查区内共有 8 种哺乳类保护动物分布，分别为刺猬、赤腹松鼠、赤狐、黄鼬、猪獾、果子狸、狗獾、豹猫，均为省级保护物种。

（5）飞行类昆虫

调查区内资料收集共有昆虫 17 目 138 科 742 个物种。调查区内无保护性飞行类昆虫分布。

（6）腹足纲软体动物

调查区内资料收集共有软体动物 2 目 9 科 19 种。现场调查采集到软体动物标本 87 个，分属 1 个纲 1 个目 8 个科 15 种。

（7）食腐类节肢动物

调查区内资料收集共有食腐类节肢动物 4 纲 4 目 8 科 46 种。现场调查共发现食腐类节肢动物 4 纲 5 目 6 科 12 种。调查区内甲壳纲的优势种为光滑鼠妇；唇足纲和倍足纲的优势物种分别为少棘蜈蚣和条马陆；昆虫纲的优势种为黑翅土白蚁。调查区内无保护性食腐类节肢动物分布。

（8）环节动物

调查区内资料收集共有环节动物 3 目 4 科 9 种。现场调查共采集到环节动物标本 136 个，共有 2 目 3 科 8 种。调查区内无保护性环节动物分布。

2.3.2.4.4 生态红线

根据江苏省人民政府于 2018 年 6 月印发的《江苏省国家级生态保护红线规划》，厂址半径 15km 范围内陆域生态红线区域 3 个：连云港云台山森林省级自然保护区、云台山国家森林公园、连云港北固山省级森林公园。

2.3.2.5 距离反应堆最近的居民点、农田、菜园、养殖场、奶牛场等

厂址周围半径 15km 范围内无牧场，有 1 处奶牛场-连云港东辛农场东旺奶牛养殖有限公司，距离厂址 S 方位约 13km。

厂址半径 5km 范围内距离厂址最近的农田和菜园均位于 8 号机组 NW 方位 1.2km 处，属东崖屋村村民自行种植。

2.3.3 水产资源及水生态概况

本节依据自然资源部第一海洋研究所于 2020 年 4 月完成的《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址附近海域生态环境现状调查和分析评价调查报告》编制，调查时间为 2019 年 2 月、2019 年 4 月、2019 年 8 月和 2019 年 10 月。

2.3.3.1 厂址附近海域海洋沉积物质量

调查海域沉积物中石油类、有机碳和有机氯含量都符合相关沉积物质量标准，没有超标出现；总体上，受人为活动影响，近岸污染物含量高于离岸方向。

调查海域表层沉积物重金属含量调查结果显示：Cd 的污染最为严重，有 11 个站位超过相应的沉积物质量标准，超标率为 42.3 %，Cr 和 Cu 分别有 3 个和 1 个站位超标；Hg、Pb、Zn、As 含量未超标。

田湾核电站邻近海域的底质环境质量没有明显的恶化趋势。

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

1) 连续站（L1 为排水口，L2 为取水口）

冬季连续站调查期间，L1 站海水中粪大肠菌群含量在未检出~54 个/L 之间；L2 站海水中粪大肠菌群含量在未检出~15 个/L 之间。

春季连续站调查期间，L1 站海水中粪大肠菌群含量在未检出~41 个/L 之间；L2 站海水中粪大肠菌群含量在未检出~20 个/L 之间。

夏季连续站调查期间，L1 站海水中粪大肠菌群含量在 1~69 个/L 之间；L2 站海水中粪大肠菌群含量在 1~28 个/L 之间。

秋季连续站调查期间，L1 站海水中粪大肠菌群含量在未检出~432 个/L 之间；L2 站海水中粪大肠菌群含量在 1~324 个/L 之间。

2) 大面站

冬季大面站海水中粪大肠菌群含量在未检出~12 个/L。连续站调查期间，排水口海水中粪大肠菌群含量在未检出~54 个/L 之间；取水口海水中粪大肠菌群含量在未检出~15 个/L 之间。

春季大潮海水中表层粪大肠菌群含量变化范围为未检出~96 个/L；小潮表层粪大肠菌群含量变化范围为未检出~150 个/L。连续站调查期间，排水口海水中粪大肠菌群含量在未检出~41 个/L 之间；取水口海水中粪大肠菌群含量在未检出~20 个/L 之间。

夏季海水中表层粪大肠菌群含量变化范围为未检出~148 个/L。连续站调查期间，排水口海水中粪大肠菌群含量在 1~69 个/L 之间；取水口海水中粪大肠菌群含量在 1~28 个/L 之间。

秋季海水中表层粪大肠菌群含量变化范围为未检出~67 个/L。连续站调查期间，排水口海水中粪大肠菌群含量在未检出~432 个/L 之间；取水口海水中粪大肠菌群含量在 1~324 个/L 之间。

(2) 叶绿素 a 和初级生产力

1) 连续站（L1 为排水口，L2 为取水口）

冬季 L1 站 Chl-a 的含量范围在 0.01~0.64 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.23 $\mu\text{g/L}$ 。L2 站 Chl-a 的含量范围在 0.01~0.39 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ ；其中表层 Chl-a 的含量范围在 0.01~0.39 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ ；底层 Chl-a 的含量范围在 0.15~0.16 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ 。

春季 L1 站 Chl-a 的含量范围在 0.03~1.83 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.42 $\mu\text{g/L}$ 。L2 站 Chl-a 的含量范围在 0.02~0.44 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ ；其中表层 Chl-a 的含量范围在 0.05~0.44 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.19 $\mu\text{g/L}$ ；底层 Chl-a 的含量范围在 0.02~0.26 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 0.11 $\mu\text{g/L}$ 。

夏季 L1 站 Chl-a 的含量范围在 0.39~27.72 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 8.70 $\mu\text{g/L}$ 。L2 站 Chl-a 的含量范围在 0.31~16.55 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 5.65 $\mu\text{g/L}$ ；其中表层 Chl-a 的含量范围在 0.31~16.55 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 6.20 $\mu\text{g/L}$ ；底层 Chl-a 的含量范围在 0.62~11.54 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 4.96 $\mu\text{g/L}$ 。

秋季 L1 站 Chl-a 的含量范围在 1.19~29.19 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 10.76 $\mu\text{g/L}$ 。L2 站 Chl-a

的含量范围在 0.59~28.75 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 9.17 $\mu\text{g/L}$ ；其中表层 Chl-a 的含量范围在 0.59~28.75 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 7.90 $\mu\text{g/L}$ ；底层 Chl-a 的含量范围在 8.59~25.49 $\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 14.67 $\mu\text{g/L}$ 。

2) 大面站

冬季表层 Chl-a 含量变化范围为 0.07~0.56 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.36 $\mu\text{g/L}$ ，底层 Chl-a 含量变化范围 0.19~0.48 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 0.36 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围为 3.19~16.93 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ，平均值为 7.85 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。

春季大潮表层 Chl-a 含量变化范围为 0.31~0.80 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.43 $\mu\text{g/L}$ ，底层 Chl-a 含量变化范围 0.10~0.53 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 0.37 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围为 3.42~12.46 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ，平均值为 6.23 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。小潮表层 Chl-a 含量变化范围为 0.37~1.41 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.71 $\mu\text{g/L}$ ，底层 Chl-a 含量变化范围 0.39~1.36 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 0.84 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围为 2.12~52.48 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ，平均值为 12.20 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。

夏季表层 Chl-a 含量变化范围为 0.01~5.35 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.84 $\mu\text{g/L}$ ，底层 Chl-a 含量变化范围 0.03~5.21 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 1.05 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围为 0.12~11.21 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ，平均值为 3.74 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。

秋季表层 Chl-a 含量变化范围为 0.12~4.68 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.31 $\mu\text{g/L}$ ，底层 Chl-a 含量变化范围 0.36~1.84 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 0.94 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围为 0.11~51.42 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ，平均值为 9.79 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。

与历史数据相比，叶绿素 a 在春季是降低的趋势，其他季节均呈升高的变化趋势。粪大肠菌群的趋势变化不明显，无明显的历史变化趋势。

(3) 浮游植物

1) 连续站（L1 为排水口，L2 为取水口）

a. 连续站水采浮游植物

冬季调查海域连续站平均监测到 17.4 种。连续站冬季水采浮游植物的优势种类为中肋骨条藻。

春季调查海域连续站平均监测到 3.1 种。水采浮游植物的优势种类为具槽直链藻。

夏季调查海域连续站平均监测到 16.2 种。水采浮游植物的优势种类在 L1 站和 L2 站有拟旋链角毛藻、中肋骨条藻。

秋季调查海域连续站平均监测到 4.0 种。水采浮游植物的优势种类有并基角毛藻、琼氏圆筛藻、格氏圆筛藻和中肋骨条藻。

b. 网采浮游植物

冬季连续站调查，L1 站检测到浮游植物 2 门 21 属 37 种，L2 站检测到 4 门 21 属 35 种；优势种类为柔弱根管藻、具槽直链藻、中肋骨条藻和短楔形藻。

春季连续站调查，L1 站检测到浮游植物 3 门 29 属 50 种，L2 站检测到 2 门 25 属 42 种；优势种类为星脐圆筛藻、具槽直链藻、格氏圆筛藻、虹彩圆筛藻、舟形藻和琼氏圆筛藻。

夏季连续站调查，L1 站检测到浮游植物 4 门 40 属 67 种，L2 站检测到 6 门 39 属 61 种；优势种类为泰晤士旋鞘藻、冰河拟星杆藻、拟旋链角毛藻、扭链角毛藻、中肋骨条藻、短角弯角藻和格氏圆筛藻。

秋季连续站调查，L1 站检测到浮游植物 2 门 17 属 25 种，L2 站检测到 2 门 18 属 23 种；优势种类为琼氏圆筛藻、具槽直链藻、中肋骨条藻、星脐圆筛藻和格氏圆筛藻和虹彩圆筛藻。

2) 大面站

冬季调查海域共鉴定出网采浮游植物 6 门 34 属 69 种，其中硅藻门 22 属 56 种，占属数的 64%，占总种数的 81%；甲藻门 2 属 2 种，占属数的 6%，占总种数的 3%；蓝藻门 6 属 7 种，占属数的 18%，占总种数的 10%；绿藻门 2 属 2 种，占属数的 6%，占总种数的 3%，金藻门和裸藻门分别 1 属 1 种，占属数的 3%，占总种数的 4%。

春季调查海域共鉴定出网采浮游植物 2 门 17 属 24 种，其中硅藻门 15 属 22 种，占属数的 88%，占总种数的 92%；甲藻门 2 属 2 种，占属数的 12%，占总种数的 8%。

夏季调查海域共鉴定出网采浮游植物 5 门 29 属 46 种，其中硅藻门 16 属 28 种，占属数的 55%，占总种数的 61%；甲藻门 10 属 15 种，占属数的 34%，占总种数的 33%；蓝藻门、裸藻门和着色鞭毛藻门分别 1 属 1 种，占属数的 3%，占总种数的 2%。

秋季调查海域共鉴定出网采浮游植物 2 门 26 属 42 种，其中硅藻门 22 属 35 种，占属数的 85%，占总种数的 83%；甲藻门 4 属 7 种，占属数的 15%，占总种数的 17%。

与历史数据相比，浮游植物的数量有明显的增加，这与近海区域普遍富营养化的趋势相一致。

(4) 浮游动物

冬季调查期间调查海域共鉴定浮游动物 4 大类 11 种，其中桡足类最多，共有 8 种，占总种数的 72.7%，其次是浮游动物幼体、毛颚类和腔肠动物，分别有 1 种，占总种数的 9.1%。

春季调查期间调查海域共鉴定浮游动物 7 大类 27 种，其中桡足类最多，共有 10 种，占总种数的 37%；其次是浮游动物幼体 5 种，占总种数的 18.5%；毛颚类、糠虾类和端足

类动物，分别有 3 种，占总种数的 11.1%；腔肠动物 2 种，占总种数的 7.4%；十足类 1 种，占总种数的 3.7%。

夏季调查期间调查海域共鉴定浮游动物 10 大类 49 种，其中幼体最多，共有 14 种，占总种数的 28.6%；其次是桡足类 13 种，占总种数的 26.5%；腔肠动物 9 种，占总种数的 18.4%；原生动物和枝角类分别有 3 种，占总种数的 6.1%；毛颚类和糠虾类分别有 2 种，占总种数的 4.1%；磷虾类、尾索动物和轮虫分别有 1 种，占总种数的 2.0%。

秋季调查期间调查海域共鉴定浮游动物 9 大类 27 种，其中桡足类最多 11 种，占总种数的 40.7%；幼体 6 种，占总种数的 22.2%；腔肠动物 4 种，占总种数的 14.8%；毛颚类、尾索动物、糠虾类、轮虫、磷虾类和介形类 分别有 1 种，占总种数的 3.7%。

与历史数据相比，浮游动物的数量有降低的趋势，这与近些年捕捞强度和富营养化导致的生态系统不稳定有关。

（5）游泳动物

冬季调查范围共出现渔业资源种类 28 种，其中，鱼类 13 种，占总种数的 46%；甲壳类 11 种，占 39%；头足类 4 种，占 14%。优势种为葛氏长臂虾、棘头梅童鱼、六丝钝尾鰕虎鱼、莱氏舌鳎、日本鼓虾和矛尾鰕虎鱼。

春季调查范围共出现渔业资源种类 42 种，其中，鱼类 20 种，占总种数的 47.6%；甲壳类 11 种，占 42.9%；头足类 4 种，占 9.5%。优势种为鲜明鼓虾、细巧仿对虾、变态蛄、红狼牙鰕虎鱼和日本鼓虾。

夏季调查范围共出现渔业资源种类 45 种，其中，鱼类 23 种，占总种数的 51%；甲壳类 19 种，占 42%；头足类 3 种，占 7%。优势种为凤鲚、日本枪乌贼、莱氏舌鳎、六丝钝尾鰕虎鱼、三疣梭子蟹、黑鳃梅童鱼、口虾蛄和葛氏长臂虾。

秋季调查范围共出现渔业资源种类 42 种，其中，鱼类 25 种，占总种数的 59.5%；甲壳类 13 种，占 31%；头足类 4 种，占 9.5 %。优势种为葛氏长臂虾、莱氏舌鳎、棘头梅童鱼、六丝钝尾虾虎鱼、三疣梭子蟹和口虾蛄。

与历史数据相比，夏季渔业资源种类均高于冬季渔业资源种类，鱼类均是调查海域主要的渔获物。相比历史数据，游泳动物种类数变化不大。游泳动物的优势种组成有明显增加，小黄鱼的优势度在夏季变低，反映了渔业资源的变化，过渡捕捞或许是造成上述变化的一个重要因素。

（6）底栖生物

冬季调查海域内共出现底栖生物 30 种，隶属于环节动物、软体动物、甲壳动物、棘

皮动物和鱼类 5 个门类。其中甲环节动物出现的种类数最多，为 11 种，各占底栖生物种类组成的 36.7%；其次为甲壳动物，10 种，占种类组成的 33.3%；软体动物 6 种，占种类组成的 20%；鱼类出现 2 种，占种类组成的 6.7%；棘皮动物 1 种，占种类组成的 3.3%。

春季调查海域内共出现底栖生物 48 种，隶属于环节动物、棘皮动物、甲壳动物、纽形动物、软体动物和鱼类 6 个门类。其中甲壳动物出现的种类数最多，为 18 种，各占底栖生物种类组成的 37.5%；其次为软体动物，12 种，占种类组成的 25 %；环节动物 9 种，占种类组成的 18.8%；鱼类出现 5 种，占种类组成的 10.4%；棘皮动物 3 种，占种类组成的 6.3%。

夏季调查海域共出现底栖生物 18 种，隶属于软体动物、甲壳动物、环节动物、棘皮动物、星虫动物和鱼类 6 个门类。其中软体动物出现的种类数最多，为 9 种，各占底栖生物种类组成的 50%；其次为甲壳动物，3 种，占种类组成的 16.7%；环节动物和棘皮动物 2 种，占种类组成的 11.1%；鱼类和星虫动物出现 1 种，占种类组成的 5.6%。

秋季调查海域共出现底栖生物 15 种，隶属于环节动物、软体动物、甲壳动物、棘皮动物和鱼类 5 个门类。其中环节动物出现的种类数最多，为 6 种，各占底栖生物种类组成的 40%；其次为甲壳动物，4 种，占种类组成的 26.7 %；软体动物和棘皮动物各 2 种，占种类组成的 13.3%；鱼类出现 1 种，占种类组成的 6.7%。

与历史数据相比，底栖生物除冬季外，生物量均呈升高的趋势，年均值上也是呈升高的趋势。

（7）潮间带生物

冬季调查海域经鉴定共有 15 种，软体动物种类最多，有 7 种，其次是甲壳动物和环节动物，均为 3 种，星虫和腔肠动物各 1 种。优势种为软体动物的短滨螺，甲壳动物绒螯近方蟹和环节动物日本刺沙蚕。

春季调查海域经鉴定共有 29 种，软体动物种类最多，13 种，其次是甲壳动物，12 种，环节动物 2 种，星虫和腔肠动物各 1 种。优势种为软体动物的短滨螺，褶牡蛎，甲壳动物绒螯近方蟹和星虫动物革囊星虫。

夏季调查海域经鉴定共有 25 种，软体动物种类最多，11 种，其次是甲壳动物，8 种，环节动物 3 种，星虫、腔肠动物和鱼类各 1 种。优势种为软体动物的短滨螺，褶牡蛎，单齿螺，疣荔枝螺和甲壳动物绒螯近方蟹。

秋季调查海域经鉴定共有 28 种，甲壳动物种类最多，14 种，其次是软体动物，9 种，环节动物 4 种，鱼类 1 种。优势种为软体动物的短滨螺，褶牡蛎，单齿螺，中间似滨螺和

甲壳动物绒螯近方蟹，白脊藤壶。

潮间带生物优势种在季节和年际上变化小，较为稳定。本次调查种类数低于历史高值，但高于历史低值，处于中间水平。

2.3.3.3 生物质量

项目调查共收集 12 种海洋生物，其中鱼类 3 种，虾类 2 种，蟹类 1 种，软体类 4 种，藻类 2 种。采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中第一类标准为评价标准。

对调查海域内 5 类 12 种海洋生物的生物质量进行分析。结果表明：虾类和蟹类生物体质量较好，各评价参数（重金属和石油烃）均符合海洋生物体质量一类标准。银鲳鱼石油含量超标。软体类生物质量较差。藻类目前尚未有质量标准，参照鱼类质量评价标准，各评价参数（重金属和石油烃）也均符合海洋生物体质量一类标准。

2.3.3.4 保护区及保护性水生生物

厂址周围环境敏感区主要为山东省和江苏省的自然保护区、海洋特别保护区、海洋公园、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。

2.3.3.4.1 自然保护区

自然保护区主要包括山东省的日照前三岛海洋自然保护区、日照付疃河河口湿地自然保护区和日照文昌鱼自然保护区；江苏省盐城湿地珍禽国家级自然保护区。

2.3.3.4.2 海洋特别保护区

海洋特别保护区主要包括山东省的日照大竹蛭--西施舌生态系统海洋特别保护区、前三岛岛群海洋特别保护区和桃花岛海岛海洋特别保护区；江苏省的连云港海州湾海湾生态与自然遗迹海洋特别保护区。

2.3.3.4.3 海洋公园

海洋公园主要包括山东省的日照国家级海洋公园；江苏省的江苏连云港海州湾国家级海洋公园。

2.3.3.4.4 种质资源保护区

种质资源主要包括山东省的海州湾大竹蛭国家级水产种质资源保护区、前三岛海域国家级水产种质资源保护区、日照海域西施舌国家级水产种质资源保护区、日照中国对虾国家级水产种质资源保护区、日照金乌贼种质资源保护区、日照栉江珧种质资源保护区；江苏省的海州湾中国对虾国家级水产种质资源保护区。

2.3.3.4.5 “三场一通”概况

田湾核电厂海域位于黄海海域，其附近海域是鱼类等大部分经济生物的产卵场、索饵场和越冬场的分布区。

（1） 鳀

① 种群与洄游

每年秋末冬初，随着水温下降至 15℃ 左右，鳀离开沿岸逐渐游向深水区，并在 11 月初开始南下作适温洄游。4 月中旬前后，随着水温的回升，鳀开始北上做产卵洄游。先南后北地陆续向海州湾、乳山近海、烟威近海、莱州湾、渤海湾各产卵场。

② 产卵场与产卵期

鳀的产卵场很广，渤、黄海近岸几乎都有鳀产卵场，鳀在山东近海的重要产卵场有海州湾、乳山近海、烟威近海、莱州湾和渤海湾，其产卵期依次延后。鳀的产卵期很长，在黄海的产卵期为 5 月中、下旬至 10 月中旬前后，6 月为产卵盛期，产卵持续时间约 5 个月。

③ 索饵场与索饵期

随着产卵季节的推移，完成部分批次产卵的个体逐渐由近岸浅水区外返，同时觅食以补充下批次产卵所需能量。夏季 7、8 月份，大部分鳀已产卵结束，移向深水区索饵，小部分个体在索饵中继续产卵。

（2） 小黄鱼

① 种群与洄游

小黄海北部—渤海群系和黄海中部群系小黄鱼越冬场在黄海中部，越冬期为 1—3 月份。随着水温的升高，小黄鱼从越冬场向北洄游，经成山头分为两群，一群游向北，另一群经山东半岛北部海域进入渤海，在渤海沿岸、鸭绿江口等海区产卵。在 10—11 月小黄鱼逐渐游经成山头以东，124°E 以西海区向越冬场洄游。

② 产卵场与产卵期

主要产卵场有烟威近海、乳山外海、海州湾产卵场。产卵期为 5~7 月，产卵盛期为 5 月下旬至 6 月上旬。

小黄鱼主要产卵期为 4~5 月，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。根据历史资料，目前小黄鱼重要产卵场在烟威近海、乳山近海和海州湾，而莱州湾出现小黄鱼的鱼卵和仔稚鱼均很少，已不成为小黄鱼的重要产卵场。

③ 索饵场与索饵期

每年 7~8 月，当年生小黄鱼幼鱼主要分布在莱州湾、烟威近海、乳山近海、海州湾等产卵场。9~10 月，渤海的小黄鱼幼鱼主要在渤海中部索饵育肥。10 月下旬至 11 月，渤海的小黄鱼幼鱼陆续经渤海海峡进入黄海北部，会同在烟威近海索饵育肥的小黄鱼幼鱼经石岛外海陆续向位于黄海西南部深水区。12 月以后又移动到济州岛东南的越冬场。

（3）蓝点马鲛

① 种群与洄游

在蓝点马鲛种群的研究中，把越冬场在沙外和江外渔场，洄游于黄、渤海各个产卵场的蓝点马鲛鱼群为一个种群；把越冬场在浙、闽外海渔场，洄游于浙、闽和南黄海近海产卵场的蓝点马鲛鱼群划为另一种群。山东近海的蓝点马鲛属前一种群。

4 月下旬，蓝点马鲛由越冬场经大沙渔场，进入海州湾和山东半岛南部各产卵场，产卵期在 5~7 月。8 月下旬随着近岸水温下降，鱼群陆续向较深水域行适温洄游。10 月上、中旬，蓝点马鲛主群向东南移动经海州湾外围海域，汇同海州湾内索饵鱼群在 11 月上旬迅速向东南洄游，经大沙渔场的西北部返回沙外及江外渔场越冬。

② 产卵场与产卵期

蓝点马鲛产卵场主要有莱州湾、渤海湾、烟威近海、乳山近海和海州湾等。产卵期 5~7 月，由南至北相应推迟。根据历史资料分析，蓝点马鲛的主要产卵场在山东近海包括渤海湾、莱州湾、烟威近海、乳山近海和海州湾，密集区分布在渤海湾南端、乳山外以及日照-胶南外海。

③ 索饵场与索饵期

每年 6~7 月，蓝点马鲛稚鱼在莱州湾、烟威近海、乳山近海、海州湾等产卵场浅水区索饵，8 月当年生蓝点马鲛幼鱼以分布于产卵场的幼鳀为食，9 月蓝点马鲛幼鱼开始进入产卵场外侧较深水处索饵。10 月后，渤海的蓝点马鲛陆续经渤海海峡进入黄海北部，在此索饵。随着气温继续下降，此部分蓝点马鲛会同烟威渔场的蓝点马鲛进入石岛渔场、连青石渔场索饵，至 1 月基本到达黄海中部的越冬场索饵。

（4）中国对虾

① 种群与洄游

越冬中国对虾的主群沿着黄海中部海沟的西侧 40~60 m 等深线向北前进。3 月底 4 月初，进入成山头东北部水深 65 m 的海底洼地，于 4 月上、中旬，穿过和渤海海峡 4 天左右的低温区进入水温较高的渤海，并于 4 月下旬分别游至各河口附近的产卵场。越冬虾群 11 月中、下旬经过烟威外海后于 11 月末和 12 月初绕过成山头，沿黄海中部海沟南

下。1、2 月份在黄海中南部的海区分散越冬。

② 产卵场与产卵期

中国对虾产卵场分布较广，4 月中、下旬就有一支虾群游至海州湾及山东半岛南岸产卵场。主群 4 月下旬到达渤海莱州湾，渤海湾，辽东湾产卵场。在主群北上经过成山头之后又分出一支虾群于 4 月中，下旬游至鸭绿江口附近产卵。同时，在主群绕过成山头西进过程中，还有小股虾群在烟威渔场近岸产卵。

③ 索饵场

春季，在渤海和黄海北部与中部近岸水域发生的中国对虾，一生中要进行两次洄游，一次是在秋季 11 月份的中、下旬，由于渤海和黄海北部与中部近岸水温的下降，在那里索饵和生长的中国对虾分别集群，进行长、短距离不一的越冬洄游，最后到达黄海中、南部分散进行越冬。

（5）鲐

① 种群和洄游

3 月末、4 月初，鲐由越冬场北上进行产卵洄游，5~6 月先后抵达青岛—石岛外海、烟台—威海外海、海洋岛外海的水域产卵，小部分鱼群经渤海海峡进入渤海产卵。7 月下旬产卵结束。8~10 月，鲐陆续返回较深水域，主要在石岛东南、黄海南部和北黄海的中部一带索饵。秋季（10 月~12 月），鱼群开始向黄海中南部更深的水域移动并索饵。冬季（2 月），鱼群全部向东南退至黄海暖流舌状区域的范围内，大部分鱼群则进入对马水域和东海进行越冬。

② 产卵场与产卵期

鲐产卵场主要有烟威近海、乳山近海和海州湾等。产卵期 5~7 月，由南至北相应推迟。3 月末、4 月初，越冬群体由越冬场北上进行产卵洄游。5 月上中旬，群体先后到达青岛~石岛外海、海洋岛外海、烟台~威海外海，水深在 40 m 以浅的产卵场。5 月下旬，小部分鱼群进入渤海。5 月下旬~6 月为鲐的产卵盛期，7 月仍有部分鱼产卵，8 月产卵结束。

（6）口虾蛄

① 种群与洄游

黄、渤海口虾蛄是地方资源，越冬不做长距离洄游，只在深浅水之间做短距离移动。渤海的口虾蛄终生在渤海生活，其越冬期是 12 月中旬至翌年 3 月中旬。3 月下旬开始，口虾蛄向近岸移动，5~7 月集中于近岸浅水区产卵。

② 产卵场与产卵期

黄、渤海沿岸水域为口虾蛄的产卵场，产卵期的水温为 12~18℃，秋后，当水温下降至 12℃ 以下时，开始向深水区移动，行穴居越冬。口虾蛄产卵期为 4 月底至 7 月，产卵盛期为 5 月。

（7）三疣梭子蟹

① 种群与洄游

三疣梭子蟹属于近岸种，为地方性种群，游泳能力较弱，不做长距离洄游，深秋时，只做短距离移动，在离岸稍远的水域即可越冬。春季 4 月初，黄海北部地理群的越冬群体向北部近岸浅水区产卵场移动，黄海南部地理群的越冬群体向吕泗渔场的近岸浅水区、海州湾、朝鲜半岛的西海岸等产卵场移动。12 月至翌年 3 月，在离岸稍远的软泥低质海域蛰伏越冬。

② 产卵场与产卵期

三疣梭子蟹产卵场集中分布于沿岸浅海河口附近。4 月下旬开始产卵，第 1 次散仔时间为 5 月底~6 月初。6 月中旬开始第 2 次产卵高峰，6 月下旬开始散仔。

（8）枪乌贼

① 种群和洄游

日本枪乌贼的越冬场主要在黄海中南部；火枪乌贼越冬场主要在黄海中北部。两种枪乌贼的越冬期为 12 月~翌年 2 月。3 月份，越冬群体开始聚集，向黄海西部、北部近岸和渤海的各产卵场进行生殖洄游。4 月下旬，日本枪乌贼到达山东半岛南岸的各产卵场，一部分群体同时进入渤海。

② 产卵场

枪乌贼的产卵场遍布整个山东近海的产卵场，密集区为莱州湾及渤海产卵场、海洋岛产卵场。日本枪乌贼的产卵期为 4 月下旬~7 月上旬，盛期是 5~6 月；火枪乌贼的产卵期为 5~10 月。

2.3.3.4.6 保护性水生生物特征

文昌鱼亦称海矛，文昌鱼科。文昌鱼体侧扁，体长 40~57 毫米。繁殖季节为每年 6 至 8 月，吃浮游生物。文昌鱼为小型海生动物，广泛分布于世界温暖地区海岸水域，是珍稀名贵的海洋野生头索动物，列为中国二类重点保护对象。

本调查期间调查水域均没有发现文昌鱼和其他珍稀或濒危海洋生物物种。

2.3.3.5 海洋捕捞与主要经济物种

连云港田湾核电厂附近海域主要包括 99-101 渔区、109-112 渔区和 119-120 渔区等附

近渔区。主要作业类型为刺网和张网，也包括拖网、围网和钓具等其他渔具。连云港区主要经济鱼类主要有银鲳、蓝点马鲛、鲈鱼、黄鲫、青鳞鱼、刀鲚、凤鲚、太平洋鲱、远东拟沙丁、鳓鱼、燕鲷、日本鳀鱼、赤鼻棱鳀等。

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、日本枪乌贼、金乌贼等。贝类具有较高经济价值的主要物种有：毛蚶、褶牡蛎、近江牡蛎等。

2.3.3.6 养殖业

厂址半径 15km 范围内，共 32 个人工养殖场，养殖品种均为紫菜，其中距核电厂厂址最近的人工养殖场距取水口的距离为 9.26km，距排水口距离为 11.4km。

2.3.3.7 生态红线

根据 2018 年 6 月的《江苏省国家级生态保护红线规划》，厂址半径 15km 范围内海域生态红线区域有江苏连云港海州湾国家级海洋公园、墟沟旅游休闲娱乐区、鸽岛海蚀地貌保护区、连岛旅游休闲娱乐区、羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区。根据 2017 年 3 月的《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，鸽岛海蚀地貌保护区和羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区分别划定了 0.016 平方公里和 0.21 平方公里的陆域面积保护区，不涉及海域范围。

2.3.4 厂址附近的工业、交通和军事设施

本节编制依据中国核电工程有限公司于 2019 年 7 月完成的《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址周围人口、食谱、环境及其外部人为事件调查报告 B 版》。本节内容中，厂址半径 15km 范围内的数据以 8 号机组为中心进行了调整。

2.3.4.1 工业设施

连云港市现状轻工业比重大、重工业比重小。现已初步形成医药、化工、食品、电力、非金属矿物制造（硅资源加工）五大支柱产业。农副食品加工业、饮料制造业等传统劳动密集型产业基础较好。医药制造、新材料、电子信息等高科技产业具有一定区域优势。

厂址半径 15km 范围内规模以上工业类型主要为化学原料及化学制品制造、建材生产加工、矿业产品加工、农副产品加工等，厂址半径 15km 范围内规模以上工矿企业有 69 家，主要分布在连云区板桥工业园（SSW~SSE 方位 2.9~11km）、连云港经济技术开发区（WNW~NW 方位 4.0~25km）和徐圩新区（SSE~SSW 方位 7.6~25km），距离厂址最近的规模以上工矿企业是连云港美特佳新型建材有限公司，位于云山街道黄崖村，主要从事混凝土生产和销售，共有职工 55 人，相对厂址位置为 W 方位 2.5km。职工人数最多的工矿企业是江苏恒瑞医药股份有限公司，位于黄河路 38 号，主要从事注射剂生产，共有职工

3943 人，相对厂址位置为 W 方位 8.4km。

根据《连云港市城市总体规划（2015~2030）》，连云港产业发展按照“三带、三核、四片、多区”的产业空间布局。以国家级经济技术开发区、国家级高新技术产业开发区为核心，重点发展战略性新兴产业，着力构建高新技术产业带；以省级开发园区为载体，发展水晶与硅材料、食品制造业、精细化工、金属精加工等特色产业，加快产城融合步伐，着力构建都市型产业带；以沿海交通干线为主轴，依托港口、园区，重点布局临港基础性工业，着力构建沿海产业带。沿海重点打造北翼的赣榆港区临港产业区、海洋经济开发区、赣榆经济开发区和南翼的板桥工业园、徐圩临港产业区、灌河港区临港产业区。

厂址半径 15km 范围内的工业园主要包括徐圩新区、云港经济技术开发区、板桥工业区（连云开发区）和旗台作业区。

厂址半径 5km 范围内规模以上工矿企业有 5 家，主要经营业务包括主要经营业务包括混凝土和建筑材料生产销售以及紫菜食品加工。职工人数最多的工矿企业是位于连云区荷花街海丰路，相对厂址 NNW 方位 4.9km 处的连云港港口集团供电工程公司，主要从事港口电力供应，共有职工 105 人。距离厂址最近的是位于云山街道黄崖村，相对厂址 WSW 方位 2.5km 处的连云港美特佳新型建材有限公司，主要从事混凝土生产销售，共有职工 55 人。

厂址半径 15km 范围内生产、使用、经营危化品企业共计 16 家，主要集中在板桥工业园（连云经济开发区）和连云港区旗台作业区，主要危险品为化工原料、压缩气体等。厂址半径 15km 范围内有加油站（点）22 个。厂址半径 15km 范围内有毒有害气体主要是液氨、液氯、溴甲烷和丙烯腈。

连云港区旗台作业区储存的危化品均通过连云航道运输，运输危化品品种包括丙烯腈、丙烯醇、1-己烯、甲苯、二氯乙烷、丙烯、液化石油气、硫酸、硫磺、甲醇，连云航道距离厂址最近 6.5km。

经过计算分析，所有上述厂址半径 15km 范围内的危险品，均不会对厂址安全构成影响。

2.3.4.2 交通

（1）公路

厂址半径 15km 范围内的公路有：

北疏港高速 S72：位于厂址北侧，最近处位于田湾核电站 N 方位 8.3km；

南疏港公路：位于厂址北侧，最近处位于田湾核电站 N 方位 4.3km；

东疏港高速 S73：位于厂址北侧和西侧，最近处位于田湾核电站 WNW 方位 1.0km（隧道口）；

G228（丹东线）：位于厂址西侧，最近处位于田湾核电站 WSW 方位 2.6km；

S242（黑林至沂北转盘）：位于厂址西侧，最近处位于田湾核电站 WSW 方位 6.9km；

G310（连共线）：位于厂址北侧，最近处位于田湾核电站 N 方位 4.5km；

G30（连霍高速）：高速起点位于厂址 NW 方位 8.5km，东疏港公路向西，南、北疏港公路向南均与该高速入口相接；

S72 北疏港高速从墟沟街道至猴嘴街道，等级为一级，最近处位于厂址 N 方位 8.3km。

滨海大道：最近处位于田湾核电站 E 方位 2.3km 处。

根据《连云港市城市总体规划》（2008~2030 年）和《江苏省省道公路网规划（2011~2020 年）》，结合《连云港市“十二五”综合交通运输体系发展规划》，厂址半径 15km 范围内的规划的公路有 1 条，为 G311 连栾线。G311 连栾线从浦南海清立交西至新沂与连云港交界，规划等级为一级，最近处位于厂址 SW 方位 4.6km。

厂址 15km 范围内加油站储存的汽油或柴油运输情况，距离厂址最近且运输量最大的路线为临洪西路-人民西路-徐新路-三河路-内部道路路线，位于厂址 NW 方位 1.3km，运输汽柴油，单次最大运输量为 30t。

东疏港高速存在运输危险品的车辆，主要的危险品为液化石油气、丙烯腈、甲苯、丙烯和丙酮，最大运输量为 30t。金桥丰益氯碱有限公司运输液氯，最近处为 G228 距离厂址 2.6km，根据连云港市公安局交通警察支队的复函，将运输路线调整到距离厂址 6.9km 的 S242，单次运输 25t；连云港死海溴化物有限公司运输的溴甲烷，最近处为 G228 距离厂址 2.6km，单次运输 1t；连云港碱业有限公司运输的液氨，最近处为 G30 距离厂址 10.6km，单次运输 30t。

厂址附近公路涉及运输汽柴油车辆，经过计算分析，均不会对厂址安全构成影响。对于距离厂址 1.0km 的东疏港道路运输的丙烯腈和距离厂址 6.9km 运输的液氯，江苏核电有限公司采取了相应的管控措施后，上述危险源对核电厂的安全影响是可以接受的。

（2）铁路

厂址半径 15km 范围现有铁路为陇海线，路离厂址最近处为 N 方位约 4.5km 处。

厂址半径 15km 范围在建铁路为徐圩支线。主要为徐圩港区杂货、原料和产品提供运输条件。徐圩港区铁路支线从厂址西侧和南侧穿过，最近处位于厂址 SW 方位约 9.8km。

厂址半径 15km 范围内规划线路为上合物流园铁路专用线、徐圩临港产业区铁路专用

线、徐圩港区铁路专用线。其中上合物流园专线最近处位于厂址 SW 方位 5.3km；徐圩港区铁路专用线和徐圩临港产业区铁路专用线，最近处位于厂址 SE 方位 9.4km。

厂址半径 15km 范围内铁路不涉及危险品运输，不会对厂址安全构成影响。

（3）水上交通

1) 港口海运

连云港港已初步形成以连云港区为主体，以徐圩港区、赣榆港区、灌河港区为两翼的总体发展格局，另有部分千吨级内河码头分布在上合组织物流园区。

连云港区位于海州湾西南岸，是散杂集并举、客货兼顾的大型综合性港区。现已形成东部旗台作业区以大型散货为主、中部马腰和庙岭作业区以集装箱和通用散货为主、西部墟沟作业区以通用散货和杂货为主的格局。距离最近的为旗台作业区，旗台作业区位于港区东侧，共有 5 万吨级以上泊位 7 个，综合通过能力 3478 万吨，其中外贸进口铁矿石装卸能力 2230 万吨。主要从事铁矿石、散化肥、氧化铝运输，兼顾液体散货作业。

徐圩港区位于连云港市南部小丁港至灌河口之间，目前处于起步建设阶段，东西防波堤基本建成、10 万吨级航道已经建成，港内良好的掩护条件和进港航道水深已经具备，截至 2017 底，共有万吨级以上经营性生产性泊位 11 个，综合通过能力 3794 万吨。

厂址半径 15km 范围涉及连云港区航道和徐圩港区航道。连云港区航道由主航道、马腰支航道、庙岭支航道和墟沟支航道组成。徐圩港区目前 10 万吨级散货船单线航道已建成通航。连云港区旗台作业区储存的危化品均通过连云航道运输，运输危化品品种包括丙烯腈、丙烯醇、1-己烯、甲苯、二氯乙烷、丙烯、液化石油气、硫酸、硫磺、甲醇。徐圩港区除新荣泰码头有少量化学品外，无危化品经徐圩航道运输。经过分析计算，厂址 15km 范围内的港口海运储存、运输的危化品，均不会对厂址安全构成影响。

2) 内河航运

厂址半径 15km 范围内的内河航道为烧香河航道，该航道为三级航道。烧香河主要功能为农业用水及泄洪，流域的水资源量相对贫乏，由于降雨的年内分配及多年变化不均，导致径流变化较大，航运功能较弱，河道中很少有船只航行。烧香河航道最近处位于厂址 S 方位 2.8km 处，为烧香河闸口。内河航道不存在危险品运输，不会对厂址安全构成影响。

（4）空运

厂址 SW 方位约 50km 处有一军民两用的白塔埠 4D 机场，可以起落波音 737、757、麦道 85、图 154 等飞机；离厂址最近的空中航线为连云港~大连航线，地面投影距离田湾核电站约 35km。

连云港近期规划的新机场位于灌云县小伊乡境内，定名为连云港花果山国际机场，新

机场位于田湾核电站西南方向约 40km 处。

厂址半径 10km 范围内没有机场，空中航线距离厂址 4km 以外，按照核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）的规定，可不考虑飞机坠毁对核电厂安全的影响。

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，气候的基本特征是季风气候显著，冬冷夏热，四季分明，具有海洋性气候和大陆性气候双重特点。冬季受欧亚大陆冬季风控制，气候干燥寒冷，呈现明显的大陆性气候，夏季则受低纬度洋面来的夏季风影响，潮湿多雨，气温偏高，表现出较为明显的海洋性气候特征。春、秋、冬三季常有冷空气侵袭，时常伴有大风和冰雪。

本区天气条件是由于高空天气系统如东亚大槽、西太平洋副热带高压、西风带阻塞、南亚高压、西南低涡、切变线和南支大槽等和地面天气系统如气旋、冷锋、台风、梅雨锋等活动造成的，而常年的气候特征基本上由大气环流决定。

冬季：厂址区域整个对流层在西风带控制之下，我国华北和西北处于深厚的东亚大槽后部，苏鲁两省稍靠大槽底部。与此相对应，地面盛行西北气流，引导极地大陆气团南下，形成寒冷干燥的基本气候特点。冬季本区常有气旋生成活动，并由于锋面和气旋活动而经常发生雨雪和随后的大风降温天气。

春季：春季是大气环流由冬季到夏季的转换季节。500hPa 以上的环流基本上仍是冬季形势，但底层的环流形势表现为冬、夏大气活动中心并存，东亚大槽明显减弱，蒙古高压的强度也显著减弱。地面流场已开始具有夏季环流的特点，这时盛行气旋活动和冷高压过程，天气多变。

夏季：对流层中部 500hPa 等压面上西风带显著北移，长江中下游直至华北南部 5000m 上空气流呈西南—东北向。随着西太平洋副热带高压逐步北进，雨带也随之北移，6 月中下旬至 7 月上旬是长江中下游地区的梅雨期，为全年最集中的多雨期。7 月中旬地面全在夏季风控制之下，该地进入盛夏期，受热带海洋气团的影响，天气潮湿闷热。夏季我国沿海常有热带气旋活动，是形成降水与暴雨的另一种主要天气。梅雨和热带气旋活动都可对连云港地区造成影响。特别是台风和冷空气南下同时发生、干冷空气与暖湿热带海洋气团交汇，可形成强烈的风雨过程。

秋季：自九月份起冬季的大气环流形势开始建立。长江流域和华北在平直的风带控制

下，华南上空是反气旋环流，槽脊活动较少；副热带高压势力减弱，蒙古高压建立并逐渐增强，多秋高气爽天气，但冷空气南下时对本区也能造成降水和偏南、偏北大风。

厂址周边主要的四个气象站分别为西连岛、赣榆、燕尾港和连云港（新浦）气象站。各气象站的地理位置和基本状况与见表 2.4-1。

根据厂址周边西连岛、赣榆、燕尾港和连云港四个气象站多年（~2018 年）气象资料统计结果，厂址区域年平均气温为 13.8~15.5℃，极端最高气温为 40.2℃（连云港，2002.7.15），极端最低气温为-19.5℃（赣榆，1969.2.6）；年平均相对湿度为 69~75%；年平均风速为 2.5~5.1m/s，极端最大风速为 36.3m/s（西连岛，2012.8.3）；年平均降水量为 892.0~943.2mm；年平均蒸发量为 1538.6~1746.4mm；年平均气压为 1014.9~1016.8hPa，极端最高气压为 1047.4hPa（连云港，2000.1.31），极端最低气压为 981.8hPa（西连岛，2012.8.3）；年平均日照时数为 2320.6~2466.4h；年平均无霜日为 210~287d。

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 常规气象

对厂址气象站与西连岛站 2017~2018 年两整年的风、温、压的同步观测逐时数据进行相关性分析，发现除风速、风向外，两站的气象要素逐日变化趋势一致性非常好，逐时风速的变化具有较好的同步性，但总体上西连岛的平均风速均显著大于厂址地面气象站，由于云台山对气流扰动导致两站风频分布也存在一定差异。

从西连岛站的地理位置、气象观测资料的可靠性、与厂址气象要素变化趋势的一致性，以及日平均和逐时资料的相关性等方面综合分析，西连岛气象站作为厂址代表性气象站是适宜的。

以下根据西连岛气象站 1971~2018 年共 48 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

图 2.4-1 是西连岛站各季节和全年的风向玫瑰图。西连岛的最多风向为 ESE，占全年风频的 11.8%，相邻的东风频率也比较高，占全年的 9.4%、两者合计达 21.2%。年静风频率（ $\leq 0.5\text{m/s}$ ）为 2.6%。

西连岛站年平均风速为 5.1m/s，一年中以 4 月和 11 月份风速最大，平均 5.4m/s，7 月份最小，平均为 4.7m/s。年最大风速和极大风速的极值分别为 36.3m/s 和 44.4m/s，出现在 2012 年达维台风登陆时。

2) 气温

西连岛站年平均气温为 14.7℃，最高月平均气温出现在 8 月份，为 26.6℃，最低月平均气温出现在 1 月份，为 1.6℃。有记录以来的极端最高气温为 38.5℃，出现在 1966 年 7 月 15 日，极端最低气温为-13.3℃，出现在 2016 年 1 月 24 日。

3) 湿度

西连岛站年平均相对湿度为 69%，最大月平均值出现在 7 月份，达到 82%；最小月平均值出现在 12 月份，为 62%。

西连岛站年平均水汽压为 13.9hPa，最大月平均值出现在 7 月份，达到 28.2 hPa；最小月平均值出现在 1 月份，为 4.5hPa。

4) 降水

西连岛站年平均降水日数为 86d，年平均降水量为 892.0mm，一年中 7 月份降水量最大，多年平均月降水量为 225.0mm，8 月份次大，为 186.3mm；12 月份最少，多年平均月降水量仅为 18.1mm。一日最大降水量为 432.2mm，出现在 1985 年 9 月 2 日。

48 年间西连岛暴雨日数（日雨量≥50mm）共 167d，年平均出现 3.5d，出现日集中在夏季和秋初的 6~9 月，冬春季不出现或偶见。

5) 气压

西连岛年平均气压为 1014.9hPa，累年平均 1 月气压最高，为 1025.4hPa，7 月平均气压最低，为 1002.2hPa。

6) 云量和日照

西连岛年平均总云量为 5.4 成，其中 7 月份总云量最多，为 7.1 成，12 月份总云量最少，为 4.2 成。低云量的年变化规律与总云量基本一致。其特征数值是：年平均 2.2 成；冬半年少，10~4 月均不足 2 成；最多也是在夏季的 7 月和 8 月，为 3.3 成。

该地日照比较充足，年平均日照时数为 2320.6h，一年中日照时数以 5 月份的总时数 237.2h 为最长，2 月日照时数 153.9h 为最短。年平均日照百分率为 54%，一年中 9 月的百分率最高，为 58%。6、7 两月的天文日照时数最长，因云天多日照百分率为 49%，反而成为一年中最低的月份。

7) 蒸发

西连岛累年平均蒸发量为 1746.4mm，累年平均蒸发量以 5 月份最多，为 217.1mm，1 月份最少，为 61.1mm。

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 1949~2018 年的热带气旋资料，采用耿贝尔函数进行极值拟合，确定厂址百年一遇的最大可能热带气旋的最低中心气压为 934.7hPa，百年一遇热带气旋最大风速为 38.3m/s，百年一遇热带气旋极大风速为 49.8m/s。

2) 龙卷风

调查 1960~2018 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 59745 km²。经对调查事例的分解合并共得到龙卷风样本 507 例，采用核安全导则（HAD101/10）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 267 例，F1 级有 167 例，F2 级有 69 例，F3 级有 4 例。

以 10⁻⁷/年作为设计基准龙卷风的概率水平，确定厂址区域设计基准龙卷风为 F4 级。

龙卷风设计基准参数归纳如下：

最大龙卷风速	94.4 m/s
平移速度	18.4 m/s
最大风速半径	50 m
总气压降	66.5 hPa
压降速率	24.4 hPa/s
最大旋转风速	76.0 m/s

3) 极端风速

收集西连岛、赣榆、连云港、燕尾港 4 个气象站有自记记录以后至 2018 年的历年 10min 平均最大风速数据。对最大风速资料进行观测高度的订正后，采用耿贝尔函数进行极值拟合，确定厂址区域百年一遇实测风最大风速为 36.3m/s，百年一遇极大风速为 49.6m/s。

4) 极端气温

收集西连岛（1960~2018 年）、赣榆（1957~2018 年）、连云港（1951~2018 年）、燕尾港（1973~2018 年）四个气象站的历年极端最高气温和极端最低气温资料，采用耿贝尔函数进行极值拟合，确定厂址百年一遇最高气温为 42.2℃，百年一遇最低气温为-21.2℃。

5) 雪荷载

收集西连岛、赣榆、连云港和燕尾港有观测记录以来的历年冬季最大雪深和逐日降水资料，经整编得到各站历年冬季极端积雪深度和连续 2d 与 3d 的最大降水量数据。由于无 48h 最大降水的完整统计，从冬季逐日降水量获得连续 2d 和连续 3d 的最大降水量，分别拟合后近似估算 48h 可能最大降水。采用耿贝尔函数进行极值拟合，确定厂址百年一遇雪

荷载为 100kg/m^2 (0.98kN/m^2)。

2.4.3 当地气象条件

以下根据厂区南地面气象站和新建气象铁塔 2019 年一整年的气象观测资料，分析厂址的当地气象条件。

1) 风向、风速

观测期间地面站年平均风速为 2.9m/s ，各月平均风速变化范围为 $2.4\sim 3.6\text{m/s}$ ，年静风频率为 1.3%。铁塔 10m、30m、70m 和 100m 高度的年平均风速分别为 2.6m/s 、 3.3m/s 、 3.9m/s 和 4.1m/s ，各高度的年静风频率分别为 2.4%、1.7%、3.0%和 2.6%。整体上，厂址区域属于风速常年较大，局地输送能力较好的地段。

观测期间地面站最大风速极值为 13.2m/s ，出现在 6 月 6 日；极大风速极值为 23.2m/s ，出现在 7 月 6 日。铁塔 10m、30m、70m 和 100m 高度的最大风速极值分别为 15.1m/s 、 19.3m/s 、 22.9m/s 和 23.9m/s ，均出现在 11 月 17 日；极大风速极值分别为 23.7m/s 、 29.9m/s 、 32.2m/s 和 30.3m/s ，其中 10m 出现在 11 月 17 日，100m 出现在 6 月 6 日，其他高度均出现在 11 月 24 日。

图 2.4-2 给出了 2019 年地面站各季和年风频分布。可见，地面站年主导风向为 NNE~ENE，风频达 34.6%；年次主导风向为 W~NW，年风频为 29.4%。图 2.4-3 给出了 2019 年气象铁塔各层风频分布。可见，观测期间铁塔 10m、30m、70m 和 100m 高度的最多风向均为 NNE~ENE 方位，风频分别为 29.0%、29.8%、29.5%和 28.5%；10m 和 30m 高度的次多风向均为 WSW~WNW 方位，风频分别为 28.2%和 27.7%，70m 和 100m 高度的次多风向均为 SW~W 方位，风频分别为 26.5%和 26.3%。

2) 气温

观测期间厂址地面站的年平均气温为 15.7°C ，7 月份月平均气温最高，为 27.1°C ；1 月份月平均气温最低，为 2.3°C 。铁塔 10m、30m、70m 和 100m 高度的年平均气温分别为 15.5°C 、 15.7°C 、 15.4°C 和 15.0°C ，最高月平均气温分别为 26.7°C 、 26.8°C 、 26.4°C 和 26.2°C ，除 100m 高度出现在 8 月份外，其他高度均出现在 7 月份；最低月平均气温分别为 2.5°C 、 2.7°C 、 2.6°C 和 2.3°C ，均出现在 1 月份。

地面气象站观测期间出现的极端最高气温为 36.7°C ，出现在 7 月 30 日；极端最低气温为 -6.2°C ，出现在 1 月 16 日。铁塔 10m、30m、70m 和 100m 高度的极端气温分别为 34.9°C 、 34.8°C 、 34.1°C 和 33.8°C ，均出现在 5 月 23 日；极端最低气温分别为 -5.4°C 、 -4.7°C 、 -4.7°C 和 -4.7°C ，均出现在 1 月 16 日。

2019 年铁塔各层逆温强度的时次频率见表 2.4-2。可见，10-30m、10-70m 和 10-100m 各层强逆温的频率分别为 14.02%、4.70%和 1.25%；出现逆温的频率分别为 39.74%、25.17%和 23.11%。可见当地低层出现强逆温的频率较高。

观测期间厂址地面站年平均露点温度为 10.6℃，月平均最高值出现在 7 月，为 24.8℃，月均最低值出现在 1 月，为-3.4℃。观测期间出现的最高露点温度为 30.4℃，出现在 7 月 30 日；最低露点温度为-18.0℃，出现在 12 月 30 日。

3) 湿度

观测期间厂址地面气象站年平均相对湿度 74.6%，各月在 64.0%（3 月）~88.0%（7 月）之间变化。最低相对湿度为 14.0%，出现在 3 月 30 日和 5 月 20 日。

4) 降水

观测期间厂址年降水量为 633.4mm，月降水量最高值为 164.1mm，出现在 6 月份；月降水量最低值为 7.8mm，出现在 5 月份。最大降水量出现在 ENE 方位，为 280.1mm。一日最大降水量为 79.7mm，出现在 6 月 6 日。

5) 气压

观测期间厂址年平均气压为 1016.4hPa，1 月平均气压最高，为 1029.0hPa，7 月平均气压最低，为 1003.2hPa。观测期间厂址极端最高气压为 1042.1hPa，出现在 12 月 31 日；极端最低气压为 979.5hPa，出现在 8 月 11 日。

6) 辐射

观测期间厂址总辐射量和净辐射量分别为 3515.0MJ/m²和 2098.8MJ/m²；月最高值分别为 6 月份的 432.5MJ/m²和 325.9MJ/m²，月最低值分别为 12 月份的 155.6MJ/m²和 26.7MJ/m²。

2.4.4 大气稳定度

采用厂址 2017 年 1 月~2019 年 12 月三整年的厂址气象铁塔各高度的逐时风向、风速和气温资料来确定大气稳定度。可见，厂址区域 D 类稳定度占 38.28%，不稳定的 A、B、C 类分别占 3.34%、17.26%和 17.75%，偏稳定的 E、F 类分别占 3.47%和 19.91%。

2.4.5 联合频率

利用 2017 年 1 月~2019 年 12 月三整年的厂址气象铁塔各高度的逐时风向、风速和地面气象站的降水观测结果，以及上述采用 $\Delta T \sim u$ 法得到的稳定度分类结果，统计计算得到 10m 高度的风向-风速-稳定度三维联合频率和 100m 高度的风向-风速-稳定度-降水四维联合频率。

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

2.4.6.1 混合层高度

根据中国辐射防护研究院于 1997 年夏季和冬季在厂址一带开展过短期低空探测，再结合射阳探空站多年早晨的探空资料确定的各季最大混合层高度，同时参照 GB/T3840-91《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》推荐的中性稳定度混合层高度计算公式的计算结果。此外，还考虑了厂址区域夏季向岸流时可能出现的热内边界层。最终确定运行状态下计算采用的混合层高度为：A 类和 B 类稳定度：800m；C 类和 D 类稳定度：600m。

2.4.6.2 大气扩散参数

厂址所处滨海地段地形较为复杂，其微气象既受丘陵山区的影响，又受海洋影响，致使厂址风场特征较为复杂。厂址区域扩散参数的确定综合了 SF₆ 示踪实验和铁塔湍流测量两种方法，得到各类天气条件下的扩散参数见表 2.4-3。推荐扩散参数计算方法充分考虑了现场实际情况的影响，示踪实验和湍流观测结果优缺互补，因而是合理的。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

为了观测用于评价电厂正常运行期间和事故工况下气载放射性物质的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数据联合获取率均应保证在 90%以上。

厂址一期工程已经建立现场气象塔自动观测系统以及地面气象站，并在 2004 年 4 季度正式开始观测。由于厂址北区的气象塔受云台山气流扰动的影响，2012 年在应急指挥中心西侧新建了 102m 高的厂区南气象铁塔，并于 2012 年 4 月份开始运行。

地面气象站和国家气象站网的常规气象站基本相同，为一个 25×25m² 的标准气象观测场，位于应急指挥中心旁边，设在 10m 气象桅杆及地面观测站上的气象传感器实时测量该站点的风速、风向、气温、湿度、气压、雨量、天空总辐射、净辐射等气象要素数据，并通过专线实时传送到设在应急指挥中心的 1 号气象数据采集器主机。地面气象观测传感器主要性能一览表见表 2.4-4。

气象铁塔塔身高 102m，铁塔采用的是上海气象科学研究所生产的 COS-2 型气象梯度仪。设在铁塔上的传感器可以连续的采集、处理和记录在 10m、30m、70m、100m 处的风速、风向、气温等气象数据，并可以通过无线收发机或专用电话线实时传送到设在应急指挥中心的气象数据采集器主机。用于计算联合频率的数据的联合获取率为 98.6%，满足核安全导则的要求。

操作人员在监测系统日常正常运行状态期间，从计算机界面上获取全系统的实时气象

信息，也可用运行计算机界面软件的控制模块来选择获取历史信息。根据 EJ/T736-92《核设施现场污染气象资料标准》的规定进行定期试验与维护。气象监测系统所用的所有传感器均须由国家相关部门的仪器鉴定所标定，且均有相应的标定证书，传感器在安装前先在室内进行水平比对。以保证所得气象数据的质量和准确性。

2.5 水文

本节内容依据的专题报告有《田湾核电扩建工程 5、6 号机组工程水文补充分析计算报告（B 版）》（2015.08）、《田湾核电站 7、8 号机组工程海域水文测验分析报告》（2019.12）等。

2.5.1 地表水

2.5.1.1 海洋水文

（1）概括描述

田湾核电站 7、8 号机组位于江苏省连云港市东北部船山处，毗邻 1-6 号机组，位于 5、6 号机组西侧，厂址远离黄海，西与宿城山谷相邻，南面为黄海滩地。黄海海滩较为平坦，海底坡度较小，水深变化缓慢，等深线大体上与海岸线平行。-5m 等深线距厂址 2~3 公里，距羊山岛岸边约 0.06 公里；-10m 等深线距岸约 10 多公里。

连云港海区潮汐观测使用的基本水准点为连云港水尺零点，其高程在黄海基准点以下 2.87m，在连云港平均海平面以下 2.90m。本节中水位基准面均为 56 黄海基面。

1997 年 3 月~1998 年 3 月在工程海域进行了为期一年的水文站连续观测，同时借助附近海域的长期海洋观测站（连云港站）的同步观测资料与厂址站海洋水文观测资料进行相关，拓延海洋水文资料序列。连云港站主要观测项目有风、潮位、波浪、水温等。

在田湾核电站工程海域分别于 2009 年 12 月 19 日~2010 年 1 月 9 日和 2010 年 7 月 1 日~2010 年 7 月 19 日开展了冬季、夏季海洋水文观测工作。在此水文观测的基础上 2019 年对此海域重新进行冬季、夏季大、中、小潮的同步水文测验工作，测验项目包括潮位、海流、水温、悬沙、盐度、海面风和表流迹线观测。

（2）潮汐

核电站厂址位于海州湾南岸。由潮位资料进行调和分析，求得连云港多年平均的调和常数。 $R = (H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2} = 0.31 < 0.5$ （ H_{K1} 、 H_{O1} 、 H_{M2} 分别为分潮 K1、O1、M2 的平均振幅）。按照目前我国采用的潮汐类型划分标准，该工程海域的潮汐属半日潮性质，且浅海分潮也较显著，故而该地海域属正规半日潮型。

厂址处的主要潮位特征值是采用厂址站 1997 年 3 月~1998 年 3 月的资料统计，并用连云港的长期资料（1951 年~2014 年）统计结果进行比较后确定的。潮位特征值见表 2.5-1。

根据厂址高公岛站和连云港站 1997 年 3 月～1998 年 3 月的同期潮位资料，确立其潮位的相关关系如下：

高潮位相关方程：

$$H1（厂址）=0.987H（连云港）+0.052m \quad (2.5-1)$$

相关系数=0.984

标准差=0.07m

低潮位相关方程：

$$L1（厂址）=0.981L（连云港）+0.043m \quad (2.5-2)$$

相关系数=0.986

标准差=0.08m

将连云港站 1951～2014 年的历年的最高高潮位、最低低潮位值分别带入上述相关方程，推算出厂址高公岛的年最高和最低潮位系列，计算其 P-III 分布和耿贝尔分布，得到不同重现期低潮位，本着合理偏保守的原则，采用 P-III 分布结果，结果见表 2.5-2。

（3）海流

根据2019年田湾厂址海域全潮水文测验结果，厂址海域潮流特征如下：

——潮流性质、运动形式、流向

施测海域潮流类型属于规则半日潮流性质。整体来看，外海测站以逆时针的旋转流为主，近岸测站往复流为主。观测海域的海流主流向大体为偏 SW-NE 向，偏 NE 向为落潮流向，偏 SW 向为涨潮流向。

——各站垂线平均涨、落潮流平均流速

从空间分布来看，表现出近岸流速小，外海流速大的特征。从垂向分布来看，大部分由表层至底层有随深度增加逐渐减小的趋势。从时间分布来看，大部分站位大潮期海流最大，中潮次之，小潮最小。

冬季测验期间，大潮期垂线平均涨潮流平均流速在 16～49 cm/s 之间，落潮流平均流速在 13～35 cm/s 之间；中潮期垂线平均涨潮流平均流速在 9～36 cm/s 之间，落潮流平均流速在 12～31 cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流平均流速在 10～27 cm/s 之间，落潮流平均流速在 9～23 cm/s 之间。

夏季测验期间，大潮期垂线平均涨潮流平均流速在 16-48 cm/s 之间，落潮流平均流速在 9-36 cm/s 之间；中潮期垂线平均涨潮流平均流速在 12-40 cm/s 之间，落潮流平均流速在 11-32 cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流平均流速在 10-26 cm/s 之间，落潮流平均流速在 8-26 cm/s 之间。

——各站垂线平均涨、落潮流最大流速

冬季测验期间，大潮期垂线平均涨潮流最大流速在 35~101 cm/s 之间，落潮流最大流速在 27~54 cm/s 之间；中潮期垂线平均涨潮流最大流速在 19~74 cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速在 22~53 cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流最大流速在 20~48 cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速在 20~39 cm/s 之间。

夏季测验期间，大潮期垂线平均涨潮流最大流速在 28~91 cm/s 之间，落潮流最大流速在 20~56 cm/s 之间；中潮期垂线平均涨潮流最大流速在 23~68 cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速在 19~47 cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流最大流速在 18~49 cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速在 14~45 cm/s 之间。

——测点最大流速

冬季测验期间，施测海域的测点实测最大流速涨潮段为 116 cm/s，流向 248°；落潮段为 77 cm/s，流向 17°。夏季测验期间，施测海域的测点实测最大流速涨潮段为 99 cm/s，流向 205°；落潮段为 67 cm/s，流向 40°。

——余流

余流的变化主要受风场、径流以及地形的支配。

从各层余流结果看，冬季测验期间，大潮期各站各层余流流速在 0.6~14.4 cm/s 之间；中潮期余流流速在 0.2~16.4 cm/s 之间；小潮期余流流速在 0.8~23.0 cm/s 之间。绝大部分测站的各层余流流速值不超过 10 cm/s。夏季测验期间，大潮期各站各层余流流速在 0.5~43.2 cm/s 之间；中潮期余流流速在 0.4~38.9 cm/s 之间；小潮期余流流速在 0.2~21.2 cm/s 之间。绝大部分测站的各层余流流速值不超过 10 cm/s。

总体上工程海域基本表现为外海余流的流速值要大于近岸，表层至底层逐渐递减的特征。冬季外海的整体余流方向为 S~SE 向，这与冬季盛行偏北风有关。冬夏季近岸的余流方向表现为多方向性变化，差异显著，无明显规律。

（4）波浪

根据补充收集的连云港海洋站 2010~2014 年的测波资料，统计分析工程海域的波况，结果表明：NE 向所占的频率都最高为 24%，其次为 E 向和 ENE 向，所占频率分别为 14.1% 和 8.1%，常浪向为 E~NE 向；0.5m 以下的波高 $H_{1/10}$ 所占频率为 72%，2.0m 以上的波高 $H_{1/10}$ 所占频率为 0.6%，强浪向均为 NE~NNE 向；周期频率分布与波高基本一致，其中，E~NE 向，分别占 14.1%、8.1% 和 24.0%，3S 以下平均周期所占频率均为 56.7%，7S 以上的平均周期所占频率为 0.1%。

（5）海水温度

根据连云港站 1960~2014 年的海水温度资料序列，分析得到工程海域水温特征值如下：

——连云港多年平均水温

根据连云港和厂址的海水温度相关关系，推算的厂址多年平均值为 14.1℃。考虑到近些年水温的变化，厂址处平均水温取 15.3℃。

——年极值水温

连云港站历年表层海水温度最高值和最低值分别为 31.5℃ 和 -2.0℃，分别发生于 1966 年 8 月 6 日和 1963 年 1 月 26 日。

根据连云港和厂址夏季日均水温的关系，推算的厂址海域多年最高水温值为 31.6℃。取厂址海域多年最低水温值与连云港站一致，为 -2.0℃。

——夏季（7~9 月）表层水温累积频率 1% 和 10% 的水温值。

连云港站多年夏季（7~9 月）表层水温累积频率 1% 和 10% 的水温值分别为 29.5℃ 和 28.0℃。

（6）盐度

海水表层盐度多年平均为 29.3‰，最高盐度值为 33.0‰（1996 年 5 月 29 日）；历年月平均最高盐度值为 32.5‰（1996 年 5 月）；海水表层最低盐度值为 5.2‰（1971 年 8 月 31 日）。

（7）泥沙

根据 2019 水文测验期间含沙量资料和悬沙粒度资料，分析得到基本结论如下：冬季测验期间，施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.077 kg/m³，其中大潮为 0.104 kg/m³，中潮为 0.070 kg/m³，小潮为 0.056 kg/m³，垂线平均最大含沙量大、中、小潮分别为 0.801 kg/m³、0.385 kg/m³ 和 0.376 kg/m³。夏季测验期间，施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.027 kg/m³，其中大潮为 0.034 kg/m³，中潮为 0.020 kg/m³，小潮为 0.026 kg/m³，垂线平均最大含沙量大、中、小潮分别为 0.889 kg/m³、0.144 kg/m³ 和 0.290 kg/m³。

四季水文测验期间，施测海域的平均含沙量均呈现表层至底层逐渐增大的特征，涨潮段含沙量大于落潮段含沙量的测站要更多一些。

四季水文测验期间，工程海域悬沙平均中值粒径在 0.0044mm~0.0273mm 之间变化，悬沙物质主要为粘土质粉砂。

2.5.1.2 陆地水文

连云港市是多河流的城市，主要河流为蔷薇河，其它河流有大浦河、西盐河、龙尾河、玉带河、妇联河、善后河、烧香河、排淡河、临洪河等。蔷薇河是连云港市唯一的淡水水

源河，其上游为人工开挖的淮沐新河，水源主要是洪泽湖水，平常以 $40\sim 50\text{m}^3/\text{s}$ 流量进入连云港市。蔷薇河全长 53km，宽 70~100m，流域面积 1819km^2 。沿河主要支流有民主河、鲁兰河、乌龙河等。建有排灌站 80 余座，排灌面积 90 万亩。蔷薇河由刘顶处进入连云港市区，市区内长 16km，再经临洪闸汇入临洪河后入海，临洪闸以下至入海口段称临洪河，长约 16km，为感潮河流。

除暴雨季节外，省水利部门通过蔷薇河从洪泽湖调水 $15\sim 20\text{m}^3/\text{s}$ ，以满足连云港市区生产、生活用水需要。

市区内的大浦河，西盐河、龙尾河和玉带河是新浦和海州区内主要河流。目前主要功能为市区排污和运输。以上河流均由临洪闸以下入临洪河入海，不会对蔷薇河水质造成污染。

妇联河、排淡河、善后河均单独入海，主要为运输功能。除蔷薇河外，其它河流水质均不同程度受到污染，经调查和水质分析，均不能做为淡水水源。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 厂址附近范围地下水

根据水文地质调查结果，厂址及其周边水文地质条件相对简单，主要由基岩裂隙水和第四系松散孔隙水组成。含水层的平面分布见厂址附近范围综合水文地质图（图 2.5-1）。

基岩裂隙水主要分布于基岩山区，基岩受褶皱、断裂的构造作用，裂隙比较发育，但因长期裸露地表，遭受风化剥蚀，裂隙多被充填，故其地下水不丰富。在有利于补给的张扭性构造破碎带，有较为丰富的地下水。

第四系松散岩类孔隙水分布在云台山四周坡麓及山涧谷地和平原区，属孔隙潜水，有统一的地下水位，含水层厚度不大，水量较贫乏。厂址附近范围第四系松散孔隙水中多为半咸水、咸水，基本不能饮用。

1) 含水岩组

根据含水层岩性，区内地下水可分两大类型（第四系孔隙水和基岩裂隙水）、三个含水岩组，依埋藏深度，将埋深约 50m 以上的地下水称浅层地下水，50m 以下的地下水称深层地下水。

①第四系松散孔隙水无压—微承压（浅层）含水岩组

主要位于云台山四周坡麓及山涧谷地和平原区的浅层（50m 以上）部位。

含水层主要为含砾砂层和含砾亚砂土，多不连续，层数较多，厚度较薄。富水性较差，涌水量 $0.1\sim 1\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}$ ，多为咸水、半咸水，水位埋深多小于 3m。水化学类型多为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3$ — $\text{Na}\cdot\text{Ca}$ 型或 $\text{Cl}\cdot\text{Na}$ 型，平原区浅层地下水矿化度多大于 $10\text{g}/\text{L}$ ，硬度多为 30~50 德国度。

②第四系松散孔隙水承压（深层）含水岩组

含水层主要为中细砂及含砾亚砂土层，其顶板埋深在 30~50m 之间，含水层厚度 3~15m，承压水位埋深一般 1~2m，单位涌水量一般小于 0.7L/s·m，大者可达 1L/s·m，渗透系数 0.1-7m/d，矿化度大于 3g/L，水化学类型以 Cl-Na 型为主，属咸水。

③基岩裂隙含水岩组

云台组岩层富水性受构造节理和风化裂隙控制，一般属隔水层。局部节理裂隙发育地带泉水出露较多，出水量小于 1L/s，富水性弱。矿化度一般小于 0.3g/L，水化学类型以 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na} \cdot \text{Ca}$ 或 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na}$ 型为主，硬度多小于 3 德国度。云台组深部地下水贫乏。

2) 地下水补给、径流、排泄

①坡麓地带第四系松散孔隙水

补给来源主要有大气降水及基岩裂隙水侧向补给。自山坡向平原或海岸方向流动，在沟谷地段，谷坡中的地下水向沟谷中心径流，渗透系数 1~5m/d。

地下水排泄有蒸发、人工开采、径流三种方式。其中人工开采的水量较小。水位变化受气象控制明显，雨季水位高，旱季水位低。

②平原区第四系松散孔隙水

补给来源主要有大气降水和邻区的侧向径流补给。

地下水从山前向东南方向运动，流入大海，浅部孔隙水的排泄还有蒸发，该层地下水很少被开采使用。

③基岩裂隙水

基岩裸露区，大气降水是唯一补给源，且仅在地形较缓、植被茂盛、裂隙发育、岩石破碎部位，入渗补给较强。渗透系数通常仅有 0.01~0.017m/d，径流一般较弱。排泄有蒸发、径流，或以泉的形式向地表排泄。

基岩隐伏区，有潜水的侧向径流补给及部分地段上覆松散层孔隙水的垂向补给，径流一般很弱。排泄有侧向径流、排入松散层二种途径。地下水由地势高处流向低处，最终流入大海。

3) 地下水取水点调查

根据厂址水文地质调查结果，海积平原区大部分村庄有取水井，井深一般小于 10m。厂址附近范围水井资料见表 2.5-3，水井位置见图 2.5-1。厂址附近村庄主要分布在厂址的西北侧和东北侧。厂址北侧和西侧均为地势高于厂坪的基岩山区，形成了较好的隔水屏障，厂址南侧为海积平原，东侧为大海。厂址无贯通厂区内外的含水通道。厂址区地下水总体流向由西北向东南流动，最终排入大海，厂址靠近海边，是地下水的排泄区。厂区下游无

地下水取水点。因此厂区地下水不会向厂区外围居民点运移。

4) 水力联系

①地下水之间的水力联系

丘陵山体地段基岩裂隙水接受大气降水补给后，以节理裂隙为径流通道，以山体分水岭为界向两侧沟谷或洼地径流，侧向排泄于第四系松散岩类孔隙中形成孔隙潜水，第四系松散岩类孔隙水接受大气降水及基岩裂隙水侧向补给后，一部分向下补给深层地下水，一部分向地势低洼处流动，一部分顺地形坡面形成地表径流向下游流去。

②地下水与地表水的水力联系

厂址区为南温带半湿润季风气候，雨季水量较充沛，水库池塘蓄水、河流上游水系来水后对其周围地下水有较强的补给作用。溪流、沟渠对其两侧的地下水无论是第四系松散岩类孔隙水还是基岩裂隙水均有补给。

③水文地质单元之间的水力联系

调查区内三个水文地质单元均主要受大气降水补给，排淡河、烧香河两侧地带同时还受河流上游来水补给。各水文地质单元地下水、地表水均由高向低排泄，由山体向平原、洼地排泄，在交界地带（以烧香河、排淡河为界）部分排泄入河流中，最终流向调查区东侧大海。烧香河、排淡河为天然的水文界线，各水文地质单元与这两条河有一定的补给和排泄关系，但彼此之间并无相互补给、排泄的条件。

2.5.2.2 厂址区地下水

2.5.2.2.1 地下水类型

厂址区地下水分两大类，即第四系孔隙潜水和基岩裂隙水，见厂址区水文地质图（图 2.5-2）。

1) 第四系孔隙潜水

第四系孔隙潜水主要赋存于核电厂范围内的人工回填片石层以下的第四系土层中。核电厂内原始海积平原区域现均已回填，水位埋深在 4.60~22.05m，标高 1.38~1.94m，7、8 号机组范围第四系孔隙水水位与海水潮位基本无联系。海积层以黏性土、淤泥质土为主，富水性差，渗透性低。海积层黏性土的渗透系数为 $1.27 \times 10^{-6} \text{cm/s} \sim 2.7 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，其中含砂量较高的地层渗透系数较大。综合来看，渗透等级属微~弱透水。

地下水补给来源主要是大气降水补给、地表径流入渗补给以及基岩裂隙水顺山前侧向径流补给。排泄方式主要有蒸发、径流。

2) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于强、中等风化的二长浅粒岩裂隙中，基岩节理裂隙多为剪节理，

节理裂隙张开度多呈闭合~微张，以闭合为主，节理面铁锰质浸染，一般无充填，少数裂隙充填有微晶高岭土（蒙脱石）粘土矿物，节理延伸长度一般在 3~10m，延伸长度最长的大于 20m，微风化岩体平均节理间距为 0.55m，根据主厂区钻孔压水试验结果分析，微风化岩体透水率为 0.09~3.86Lu，渗透系数为 $9.00 \times 10^{-7} \sim 3.86 \times 10^{-5}$ cm/s，属极微透水~弱透水岩体，渗透性很差。因基岩节理裂隙多呈闭合或微张状态，故裂隙赋水性差，仅以脉状或树枝状分布，且无统一的地下水位，水质为淡水。

基岩裂隙水的主要补给源是大气降水，排泄方式有径流、蒸发或以下降泉的形式出露于山间沟谷地带和山间洼地。

2.5.2.2.2 地下水活动特征

厂址区内第四系孔隙水主要受大气降水补给，靠近山体区域同时接受基岩裂隙水侧向补给。原海积平原地势平缓，水力坡度小，含水层渗透性低，第四系孔隙水流速缓慢。排泄方式主要为蒸发和向东、向南方向排泄，部分汇集至厂区南侧的水渠，最终流向大海。

基岩裂隙水主要受大气降水补给，径流一般较弱，且径流途径较短，径流方向基本受地形控制，总体上自高向低处排泄。排泄方式部分蒸发排泄或以下降泉的形式出露于山间沟谷地带和山间洼地，部分径流排泄补给第四系孔隙水，最终向东、南排入大海。根据调查发现，在人工边坡坡面上，发现局部地段裂隙渗水，经裂隙沿坡面呈点滴状或线状渗水，雨后水量明显增大。经观测发现，长时间无雨渗水量明显减少，部分渗水点甚至干涸。

2.5.2.2.3 地下水的化学成分

水化学类型无明显分带性，总的表现为阴离子以 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 为主，阳离子以 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主。pH 值在 6.99~8.31 之间，属中性水~弱碱性水；基岩裂隙水总矿化度多小于 200mg/l，属淡水；第四系松散岩类孔隙水总矿化度多在 200~3000mg/l 之间，属淡水~低矿化水（微咸水）。

2.5.2.2.4 水力联系

厂址区所在范围水文地质条件简单，在厂址附近范围内属于 I 后云台山水文地质单元，主要受大气降水补给，通过缓慢渗流后最终向东南方向的大海排泄。

7、8 号机组厂址区及整个田湾核电站厂区北侧、西侧、南侧均为云台山山体，东侧为大海，无贯通厂区内外的断裂构造所形成的含水通道。因天然山体分水岭的存在，厂址区地下水与其他单元间基本无相互补给的条件，基本不存在水力联系。

2.5.2.3 电厂对地下水的利用计划

地下水位受降水影响，年变幅较大，含水层较薄，不具备工业开采价值。厂址区及其周围没有居民开采地下水作为生活用水或用于农业灌溉。

核电厂没有利用地下水作为安全相关水源的计划。

2.5.2.4 电厂对地下水的可能影响

拟建场地附近没有供水水源地，不存在对供水水源的影响问题。

厂址区内地下水径流方向基本受地形控制，总体上自高向低处流动，最终向南经地表河流或向东直接排入大海。厂址区整平开挖后，不会改变地下水的总体流向，厂址区地下水下游方向没有居民。因此，即使地下水被污染也不会对周边村庄的居民生活用水不会造成有影响。

无贯通厂区内外的断裂构造所形成的含水通道。

综上所述，厂址周围居民的生活用水，不会因厂址地下水条件的改变而受影响。核电厂工程建设不会形成向厂区外围居民点的地下水迁移路径。核电厂工程建设也不会对厂址周围居民的生活用水造成影响。

2.5.3 洪水

2.5.3.1 海洋洪水

（1）历史洪水

江苏田湾核电站工程厂址地区，据调查 1939 年（民国 28 年）8 月 30 日（农历 7 月 16 日）曾发生过气象海啸。根据对当地居民的调查，历史资料的考证及风暴潮数值模拟计算结果都非常接近，得 1939 年的特大洪水位（潮位）为 56 黄海平均海平面上 4.23m。另外，1956 年 9 月的第 22 号台风，曾使本地区出现过一次高水位，估计值为 3.94m。

（2）海潮洪水

——风暴潮增减水

1) 概率论法

根据厂址高公岛站和连云港站 1997 年 3 月～1998 年 3 月的同期增减水资料，确立其增、减水的相关关系：

高公岛站与连云港站增水相关方程为：

$$H_{\text{高公岛站}} = 0.942 \times H_{\text{连云港站}}$$

$$\text{相关系数 } r = 0.836$$

$$\text{标准差 } q = 8.45$$

高公岛站与连云港站减水相关方程为：

$$H_{\text{高公岛站}} = 1.041 \times H_{\text{连云港站}}$$

$$\text{相关系数 } r = 0.785$$

$$\text{标准差 } q = 8.91$$

将连云港站 1951~2014 年的年最大增、减水值分别带入高公岛和连云港增水相关方程与减水相关方程，推算出高公岛历年最大增、减水值；然后分别计算高公岛增、减水年极值序列的 P-III 分布和 GUMBEL 分布，本着合理偏保守的原则，采用 P-III 分布结果作为核电厂址风暴潮重现期增减水值，结果见表 2.5-4。

2) 确定论法

确定论法计算厂址可能最大风暴潮增减水采用三重嵌套网格风暴潮数值模型。对进入或影响厂址附近海域有代表性的台风风暴潮过程进行了模拟计算，计算结果表明，所建立的风暴潮模型能够满足计算核电厂厂址处可能最大风暴潮增、减水的要求。

本着合理偏保守原则，确定可能最大热带气旋 PMTC 参数为：

台风外围气压	$P_{\infty}=1008\text{hPa}$;
台风中心气压	$P_0=920\text{hPa}$;
台风半径	$R=25\text{km}$;
台风移动速度	$V_d=25\text{km/h}$ 。

经计算田湾核电站厂址处可能最大台风增水为 4.33m，减水为-2.52m。可能最大温带风暴增水（PMSS）为 3.36m，可能最大温带风暴减水（-PMSS）为-3.09m。

——假潮

假潮是叠加在潮汐上的一种较短周期的震动，经常发生在沿岸的海湾中，其成因主要为“气压波强迫作用”、“大气压力扰动和风向、风速突变”、“自由波共振”、“港湾地理环境”等，当外力周期与海湾的固有振动周期一致时，则激发假潮。

复核计算收集了连云港海洋站于 2002~2014 年 5 分钟间隔的潮位观测资料，提取了其中的假潮信息，研究了变化特征。研究表明：该海域的假潮振幅较小，最大年极值假潮为 0.19m，最大振幅不超过 0.37m，周期为 65~120 分钟。

基于连云港海洋站年极值假潮序列计算其 GUMBEL 分布，得到厂址海域 1000 年一遇的假潮为 0.34m。将厂址海域 1000 年一遇的假潮近似作为厂址海域的可能最大假潮值。因此，田湾核电厂址海域的可能最大假潮为 0.34m。

——海啸

可能最大海啸产生的增、减水，是根据历史海啸资料分析、地震构造环境研究、潜在震源区划分和潜在海啸源鉴别的基础上对工作区内（海域）的海啸源参数进行估算确定。根据地震海啸数值模拟计算方法，对工作区（30°~40°N，117°~130°E）中的四个海啸源进行了数值计算，其最终结论是位于南黄海的 2 号(T2)潜在海啸源对连云港核电站厂址处海啸增（减）水的影响最大。田湾核电站厂址可能最大地震海啸的增水为 51cm，减水为

-59cm。

——海平面异常

利用连云港站海平面长期监测资料和其它信息，综合分析了工程海域海平面变化状况，指出工程海域海平面将持续上升，但幅度不大，不会出现异常变化状况。厂址工程海域未来 80 年海平面上升值约为 14cm。

（3）波浪

核电站厂址的防波浪措施是通过临海岸边修筑防波堤来实现的。波浪计算的设计高水位是按最高天文潮加百年一遇增水的组合水位进行计算。其组合潮位如下：最高天文潮（2.96m）+百年一遇增水（2.08m）=5.04m。波浪计算的校核高水位，是按可能最大风暴增水（4.33m）+10%超越概率天文高潮位（2.71m）+海平面异常（0.14m）=7.18m 进行计算。

可能最大台风浪的计算是在以上两种水位条件下采用青岛海洋大学海浪数值模式和 Bretschneider 的台风浪模式两种方法计算：由于青岛海洋大学方法计算的最大 $H_{1/10}$ 大于 Bretschneider 法的计算结果。故从偏安全角度出发，采用海洋大学模式计算结果，见表 2.5-5。

（4）洪水影响

核电厂址对海洪的防护是按照《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）进行考虑的。核电厂址的设计基准洪水位的组合（不考虑波浪影响）如下：

10%超越概率天文高潮：	2.71m
可能最大台风增水：	4.33m
海平面上升：	0.14m
设计基准洪水位：	7.18m

田湾核电站 7、8 号机组厂坪标高定为 7.85m，高于设计基准洪水位。波浪的影响通过修筑防波堤来解决，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对核岛的安全产生影响。

2.5.3.2 陆地洪水

（1）厂区暴雨洪水

田湾核电厂址的可能最大降水研究，是在广泛收集自然地理资料、暴雨洪水资料、气象资料的基础上，对区域暴雨洪水特性及暴雨天气成因进行分析，采用确定论法和概率论法分别计算厂址的可能最大降雨，从而得到厂址不同历时的可能最大降雨（PMP）资料 and 不同历时、不同重现期的设计暴雨资料。

厂址的厂区雨水排水，按千年一遇降雨量设计，可能最大降雨 PMP 进行校核，并根

据《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》，保证设计基准洪水位叠加千年一遇降雨工况下核安全相关厂房的防洪安全。

（2）山洪

对于厂址周围山坡上的暴雨径流，采用截洪沟拦截并分别引入两侧排水渠再排入大海，不会对核电厂造成影响。

（3）溃坝洪水

在厂址西南约 4km 的后云台山腹地山间，有一座宿城水库。宿城水库属小型水库，坝型为均质土坝，汇水面积小，来水量也小，干旱季节水库水位已近死库容水位。宿城水库工程特征值如下：

集雨面积（km ² ）	5.23
兴利库容（104 m ³ ）	242.0
兴利水位（m）	20.0
汛限水位（m）	20.0
坝体特征：坝顶长（m）	474.0
最大坝高（m）	18.0
坝顶高程（m）	22.4
坝顶宽度（m）	3.5
溢洪道堰顶高程（m）	20.0

在溃坝计算中按假定宿城水库大坝全部垮掉考虑，通过计算至入海口公路处的最高溃坝水位低于核电站厂坪标高，由此可以看出溃坝对厂址没有影响。

（4）溪流与江河洪水

由于厂址三面靠山，一面临海，连云港地区的河流均被云台山相隔，故无影响厂址的河流洪水。

2.6 地形地貌

7、8号机组工程用地在 5、6 号机组建设期间已完成场地平整施工，场地东西向长 446～623m，南北向长约 900m；场地北部标高为 7.60m 左右（1956 黄海高程系，下同），南部标高在 7.60～5.00m 范围内，现为临时石料堆场，土地类别为建设用地。

场地西部和北部为安全级人工边坡，西部边坡最高标高 80.00m，北部边坡与前期工程人工边坡顺接，最高标高 116.00m；东部毗邻 5、6 号机组工程（在建）；南部为施工临建区。

表 2.4-1 各气象站基本状况与地理位置一览表

站名	纬度	经度	高度（m）	距厂址距离和方位	建站时间	备注
厂址气象站	34°41'N	119°27'E	1.2	厂址南侧	2004 年	-
西连岛	34°47'N	119° 26'E	26.9	北，9km	1960 年	一般站
赣榆	34° 51'N	119° 08'E	5.3	西北，28km	1951 年	基本站
燕尾港	34°29'N	119° 47'E	5.0	东南，36km	1973 年	一般站
连云港	34°35'N	119° 10'E	4.7	西南，24km	1950 年	一般站

表 2.4-2 2019 年气象铁塔各层逆温强度的时次频率

单位：%

高度（m）	无 $\Delta T/\Delta z \leq 0$	有 $\Delta T/\Delta z > 0$	弱 $0 < \Delta T/\Delta z \leq 1.7$	中 $1.7 < \Delta T/\Delta z \leq 3.4$	强 $\Delta T/\Delta z > 3.4$
10~30	60.26	39.74	19.13	6.59	14.02
10~70	74.83	25.17	12.91	7.57	4.70
10~100	76.89	23.11	15.66	6.20	1.25

表 2.4-3 厂址地区各类天气条件下的扩散参数

稳定度	A、B	C	D	E	F
P_y	0.293	0.279	0.266	0.219	0.214
q_y	0.881	0.871	0.861	0.841	0.800
P_z	0.367	0.344	0.331	0.468	0.558
q_z	0.828	0.789	0.760	0.633	0.526

注：（参数采用值 $\sigma_y = P_y X^{q_r}, \sigma_z = P_z X^{q_z}$ ）

表 2.4-4 地面气象观测传感器主要性能一览表

要素	型号	测量范围	分辨率	准确度	生产厂家
风向	FY1-2V	0-60m/s	0.1m/s	$\pm(0.3+0.03V)\text{m/s}$	天津海洋技术研究所
风速	FY1-2D	$0^{\circ}\text{-}360^{\circ}$	1.4°	$\pm 5^{\circ}$	
温度	WZPK	$-20\text{-}+50^{\circ}\text{C}$	0.01°C	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$	上海气象科学研究所
湿度	HMP45D	0-100%	1%	$\pm 4\%$ ($\leq 80\%$) $\pm 8\%$ ($>80\%$)	芬兰维萨拉公司
气压	ZZG-1	85-1060hPa	0.01hPa	$\pm 0.30\text{hPa}$	北京力龙威华测控技术有限公司
雨量	SL3-1	4mm/min 以内	0.1mm	$\pm 0.4\text{mm}(\leq 10\text{mm})$ $\pm 4\%(>10\text{mm})$	上海气象仪器厂有限公司
总辐射	CM6B	$0\text{-}1400\text{W/m}^2$	1W/m^2	$\leq \pm 2\%$	荷兰 KIPP&ZONEN 公司
净辐射	NR LITE	$-2000\text{-}2000\text{W/m}^2$	1W/m^2	$\leq \pm 5\%$	

表 2.5-1 主要潮位特征值

	单位：m
当地平均海面	0.03
56 黄海高程基准	0.00
理论深度基准面	-2.87
最高天文潮位	2.96
最低天文潮位	-3.02
超越概率 10%天文高潮位	2.71
超越概率 10%天文低潮位	-2.81
设计（历时 1%）高潮位	2.48
设计（历时 98%）低潮位	-2.34
历史最高高潮位(1997 年 8 月 19 日)	3.61
历史最低低潮位(1959 年 1 月 10 日)	-3.42
平均高潮位	1.92
平均低潮位	-1.77
平均潮差	3.69
平均大潮差	4.43
平均小潮差	2.92
最大潮差(1997 年 8 月 21 日)	6.04
平均涨潮历时	5 小时 36 分
平均落潮历时	6 小时 50 分

表 2.5-2 厂址不同重现期潮位值表

重现期（年）	频率 P %	高潮位（m）	低潮位（m）
10000	0.01	4.98	-4.11
1000	0.1	4.48	-3.89
500	0.2	4.33	-3.81
200	0.5	4.13	-3.71
100	1	3.98	-3.63
50	2	3.82	-3.55
33	3	3.73	-3.49
20	5	3.61	-3.43
10	10	3.45	-3.34
5	20	3.28	-3.25
2	50	3.03	-3.08

表 2.5-3 厂址附近范围民井调查结果表

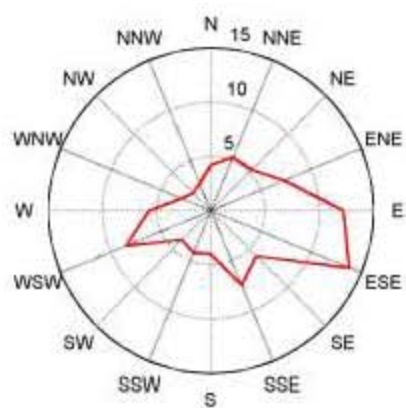
水井编号	X	Y	井口标高（m）	水位埋深（m）	水位标高（m）
井 1	3330.93	3118.61	75.6	1.5	74.1
井 2	2715.66	2505.77	4.6	1.15	3.45
井 3	2759.11	2589.87	4.7	1	3.7
井 4	1864.47	2937.17	31.1	1	30.1
井 5	2389.49	2895.27	5.2	0.4	4.8
井 6	2829.22	804.09	15.4	1.8	13.6
井 7	2826.88	804.29	3.2	0.53	2.67
井 8	2907.39	2311.22	5.2	2.45	2.75
井 9	6154.11	5100.63	92.1	1.6	90.5
井 10	5907.77	5678.18	151.1	1.22	149.88
井 11	4790.14	6051.96	181.6	0.4	181.2

表 2.5-4 厂址不同重现期增、减水值

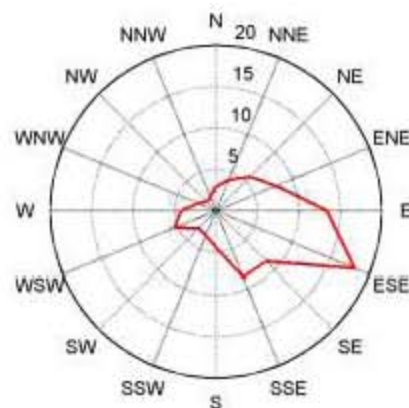
重现期 （年）	频率 P %	增水（m）	减水（m）
10000	0.01	3.39	-3.05
1000	0.1	2.79	-2.54
500	0.2	2.60	-2.39
200	0.5	2.35	-2.19
100	1	2.18	-2.02
50	2	1.97	-1.86
33	3	1.84	-1.73
20	5	1.72	-1.64
10	10	1.52	-1.46
5	20	1.22	-1.29
2	50	1.01	-1.02

表 2.5-5 不同水位时厂址前-5m 处最大波要素

项 目	设计高水位时厂址前-5m 处最大波要素	校核高水位时厂址前-5m 处最大波要素
Hs	5.56m	5.76m
H _{1/10}	6.54m	6.82m
H _{1%}	7.42m	7.79m
H _{1/100}	7.92m	8.33m
平均波周期 T	8.7s	8.9s



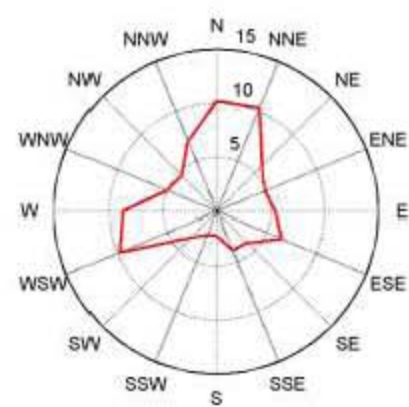
春季



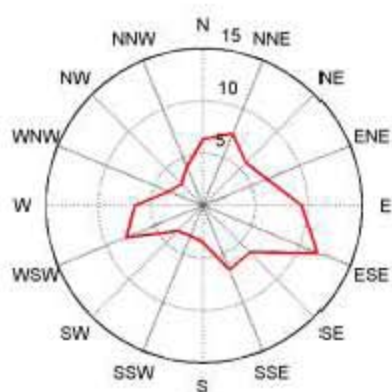
夏季



秋季

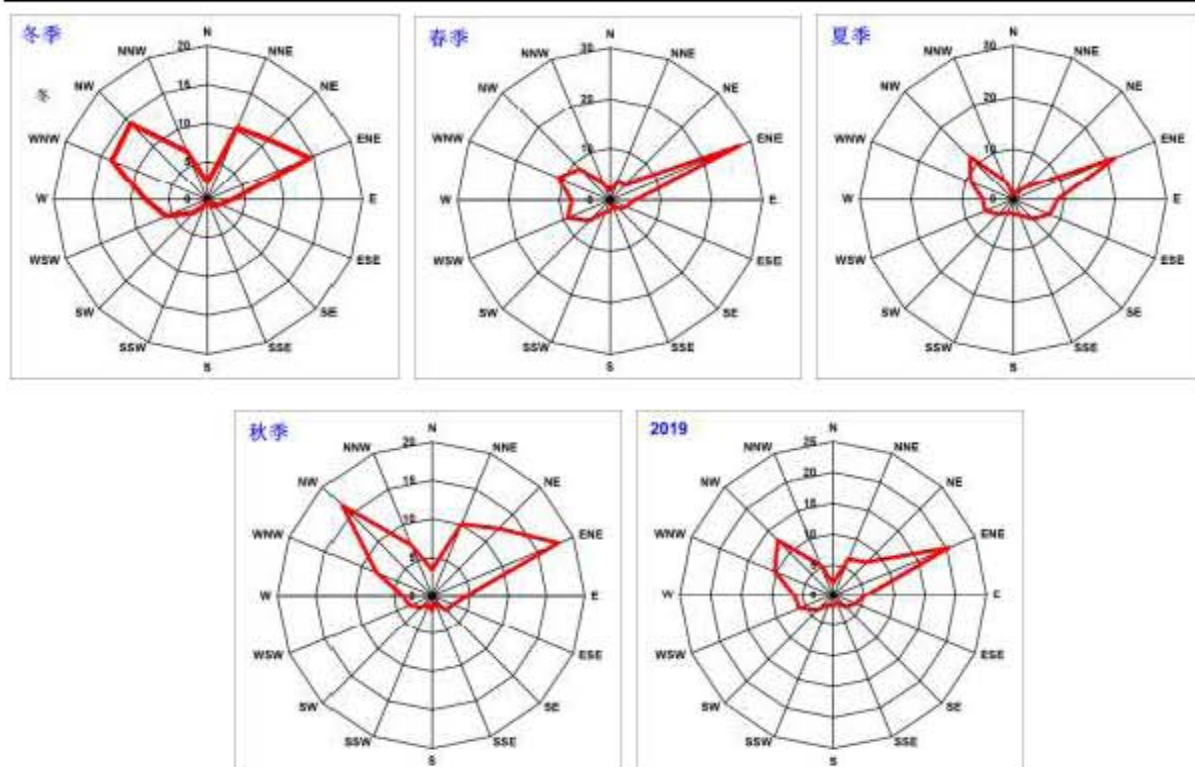


冬季



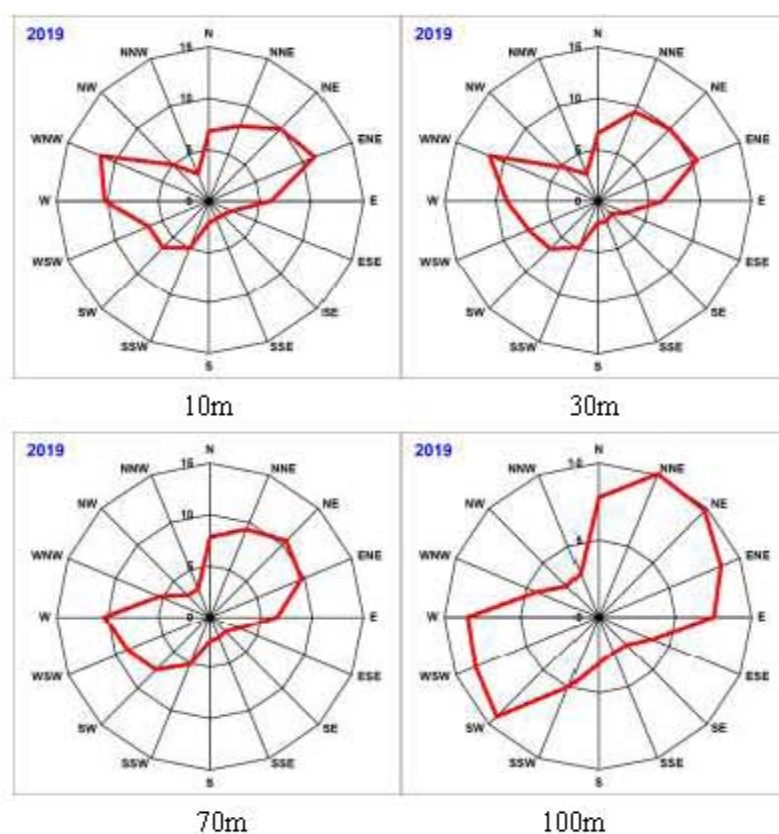
全年

图 2.4-1 西连岛各季和年的风玫瑰图



单位：%

图 2.4.2 2019 年厂址地面站各季和年风频分布



单位：%

图 2.4.3 2019 年厂址气象铁塔各层风频分布

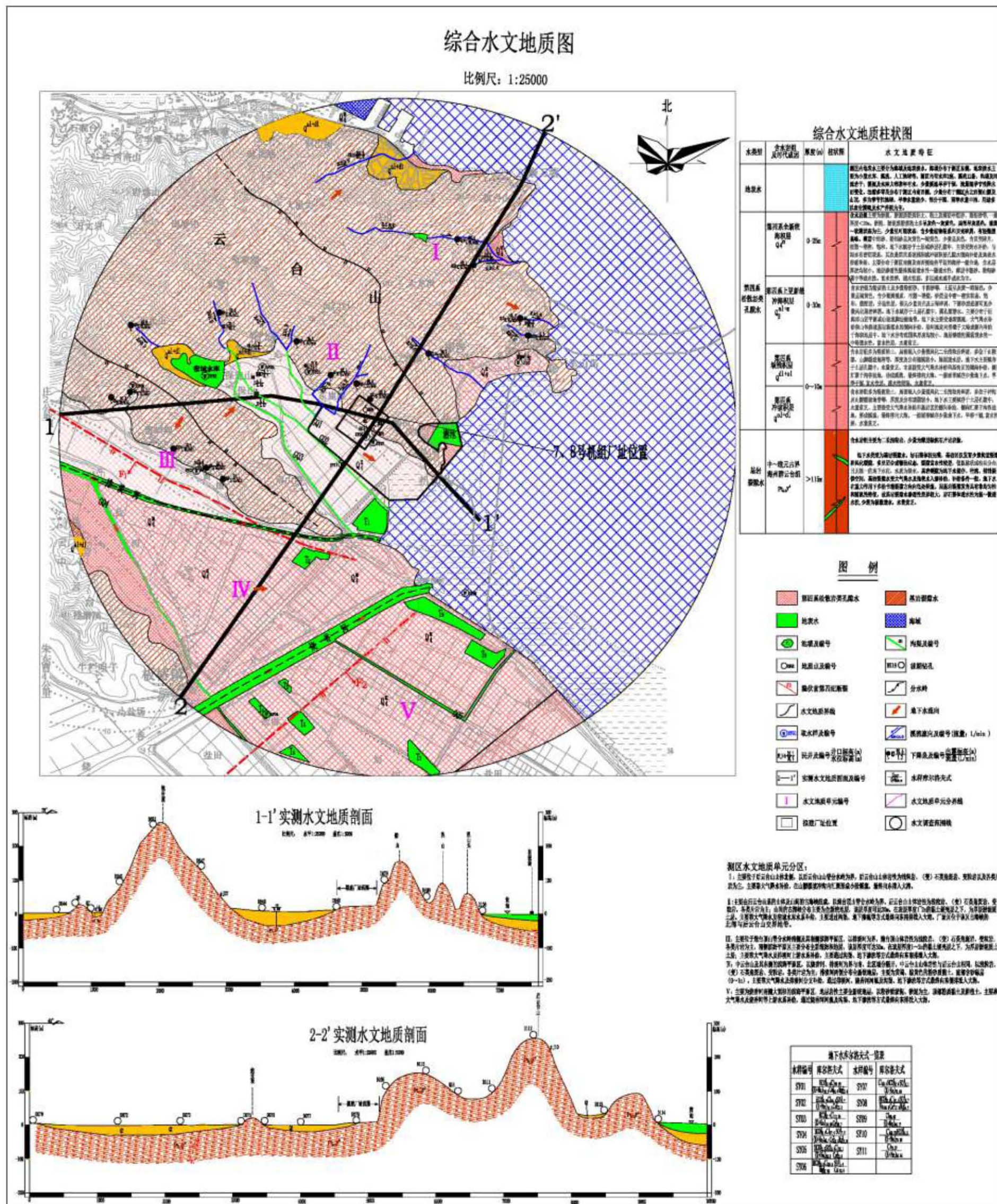


图 2.5-1 厂址附近区域综合水文地质图

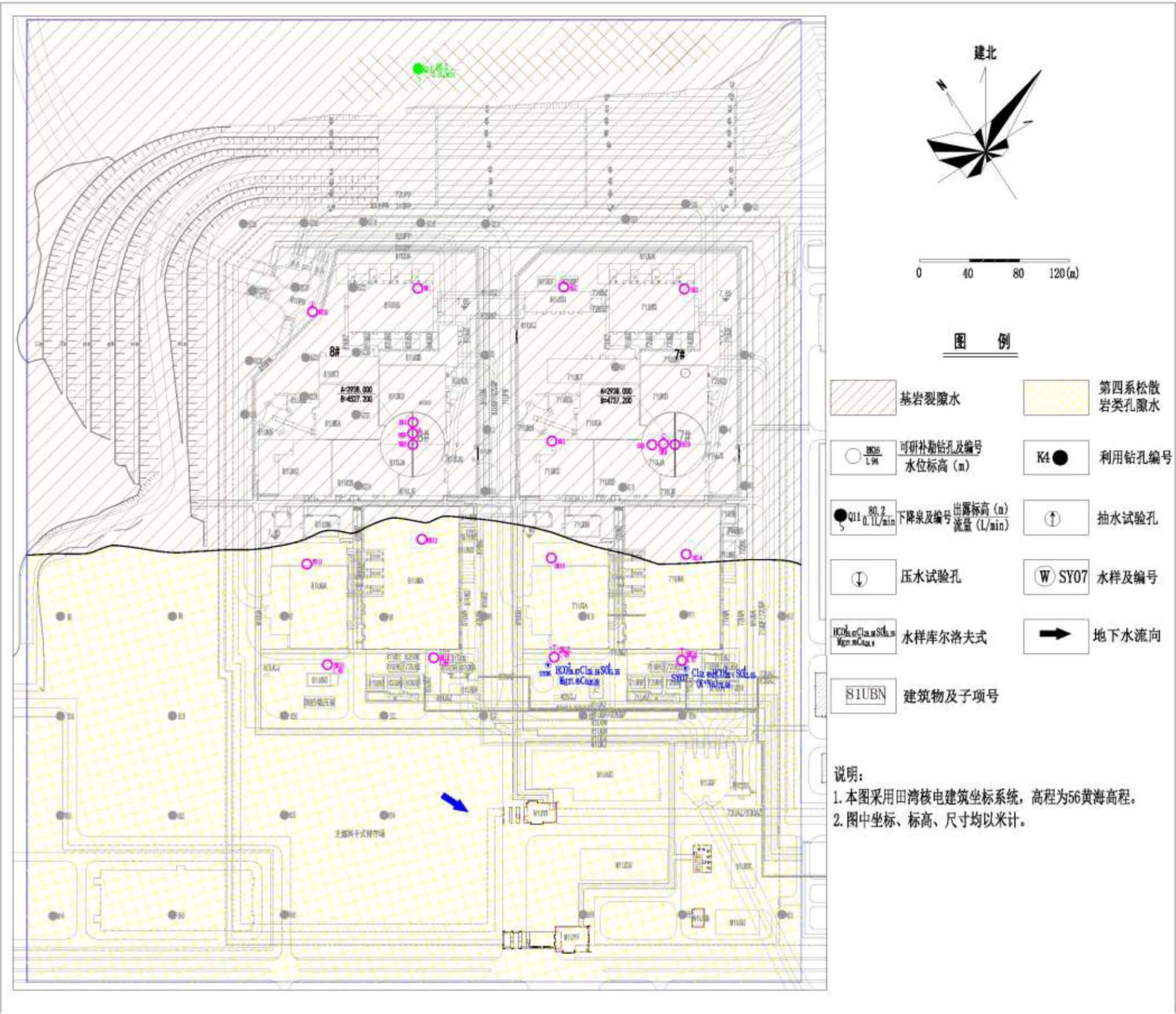


图 2.5-2 厂址区综合水文地质图

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境现状调查

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 田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查方案

表 3.1-2 采用的仪器及测量方法依据

表 3.1-3 γ 谱仪分析测量参数

表 3.1-4 放化分析测量参数

表 3.1-5 原野 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

表 3.1-6 道路 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

表 3.1-7 2018 年田湾核电站 γ 辐射剂量率连续监测结果

表 3.1-8 原野 γ 辐射累积剂量（按小时平均）测量结果

表 3.1-9 道路 γ 辐射累积剂量（按小时平均）测量结果

表 3.1-10 作业文件及名称

表 3.1-11 主要仪器设备列表

表 3.1-12 标准物质列表

表 3.2-1 田湾核电站厂区电磁辐射监测点设置情况

表 3.2-2 田湾核电站开关站监测点设置

表 3.2-3 田湾核电站主变压器监测点编号一览表

表 3.2-4 田湾核电站厂区外监测点设置情况

表 3.2-5 田湾核电站厂区外变电站与通讯基站监测点设置情况

表 3.2-6 监测仪器一览表

表 3.2-7 居民区环境辐射电平水平标注

表 3.2-8 田湾核电站厂区内工频电场/工频磁场强度现状监测结果

表 3.2-9 田湾核电站厂区内射频电场强度现状监测结果

表 3.2-10 田湾核电站开关站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

表 3.2-11 田湾核电站开关站射频电场强度现状监测结果

表 3.2-12 田湾核电站主变压器工频电场/工频磁场强度现状监测结果

表 3.2-13 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

表 3.2-14 田湾核电站厂区外环境敏感区、宿城变电站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

表 3.2-15 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点、变电站与通讯基站监测点射频电场强度现状监测结果

表 3.2-16 厂区内监测值统计情况

表 3.2-17 输电线路监测值统计情况

表 3.2-18 厂区外环境敏感区监测值统计情况

图：

图 3.1-1 田湾核电站 3、4 号机组工程项目首次装料前辐射环境现状调查项目组织机构图

图 3.1-2 RSS-131 固定场所数据分析（按小时均值统计结果 NGY/H）

图 3.1-3 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第一路 α 本底质控图

图 3.1-4 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第二路 α 本底质控图

图 3.1-5 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第三路 α 本底质控图

图 3.1-6 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第四路 α 本底质控图

图 3.1-7 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第一路 β 本底质控图

图 3.1-8 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第二路 β 本底质控图

图 3.1-9 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第三路 β 本底质控图

图 3.1-10 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第四路 β 本底质控图

图 3.1-11 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 a 道 β 本底质控图

图 3.1-12 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 b 道 β 本底质控图

图 3.1-13 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 c 道 β 本底质控图

图 3.1-14 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 d 道 β 本底质控图

图 3.1-15 BE6530 型高纯锗 γ 谱仪本底质控图

图 3.1-16 QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪本底质控图

图 3.2-1 田湾核电站厂区监测点设置示意图

图 3.2-2 田湾核电站开关站监测点设置示意图

图 3.2-3 田湾核电站主变压器监测点设置示意图

图 3.2-4 田湾核电站输电线路监测断面设置示意图

图 3.2-5 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点设置示意图

图 3.2-6 田湾核电站厂区外变电站和通讯基站监测点设置示意图

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境现状调查

田湾核电站属多堆厂址，1~4 号机组为俄罗斯 WWER1000 压水堆核电机组，1999 年 10 月 20 日田湾核电站 1 号机组正式浇灌第一罐混凝土，2007 年 5 月投入商业运行；2 号机组于 2007 年 8 月份投入商业运行，3、4 号机组分别于 2018 年 2 月 15 日和 12 月 22 日投入商业运行。田湾 5、6 号机组为 M310 改进型机组，目前正在建设中。田湾 7、8 号机组拟建 WWER1200 压水堆核电机组，目前正在规划设计中。

中国核电工程有限公司委托中国原子能科学研究院于 2015 年 5 月至 2016 年 4 月在田湾核电站开展了为期 1 年的辐射环境现状调查，获得了环境中的辐射水平和周围环境介质放射性现状水平，最终编制完成了调查报告和质量保证总结报告，并通过了专家评审。通过对比田湾核电站 2018 年环境监测结果，未发现田湾 3、4 号机组运行对本地区辐射环境水平产生明显影响，因此本节主要采用中国原子能科学研究院的调查结果，结合近年来田湾核电站的其他监测数据，对田湾核电站 7、8 号机组运行前的辐射环境现状进行描述和评价。

3.1.1.1 标准规范

辐射环境现状调查时参照的主要标准规范如下：

- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；
- 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB11216-89）；
- 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；
- 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）；
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- 《环境辐射监测中生物采样的基本规定》（EJ 527-90）；
- 《海洋调查规范总则》（GB12763.1-2007）；
- 《海洋调查规范海洋生物调查》（GB12763.6-2007）；
- 《海水水质标准》（GB3097-1997）。

3.1.1.2 调查内容

辐射环境现状调查主要分为资料收集和实地调查两部分：

（1）相关数据和资料收集

- 厂址周围 50km 范围内核设施或矿产开发设施的基本情况；

- 厂址周围 30km 范围内非密封放射性同位素源及 10km 范围内密封放射性同位素源的基本情况。

(2) 现场实际调查

- 厂址半径 50km 范围内的陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率；
- 厂址半径 50km 范围内的陆地环境 γ 辐射累积剂量；
- 厂址半径 30km 范围内土壤（表层土）放射性核素活度浓度；
- 厂址半径 30km 范围内空气介质中放射性核素活度浓度；
- 厂址半径 50km 范围内陆地水体（饮用水、地下水、地表水和底泥（沉积物））放射性核素活度浓度；
- 厂址半径 50km 范围内陆地生物放射性核素活度浓度；
- 厂址半径 10km 范围内受纳水体（海水和沉积物）放射性核素活度浓度；
- 厂址半径 10km 范围内海洋生物放射性核素活度浓度。

上述调查对象的相关监测项目、监测频度以及分析项目等详见表 3.1-1。

3.1.1.3 调查方法

(1) 布点原则

在设置采样点时，充分考虑核电站周围地区人口分布、居民食物结构等调查资料，同时参考当地气象的资料，重点关注主导风向下风向区域、人口稠密区以及敏感区（如生态功能区、海水养殖区），充分考虑样品和监测点的代表性。遵循国家法律法规和相关标准并严格按照调查技术任务书的要求，充分考虑厂址自然环境状况和社会环境状况（人口分布、水资源、气象资源、土地利用情况等）以及影响放射性核素在环境中迁移的各种因素，按“均匀选点，近密远疏”的原则安排，最终确定布点方案。

(2) 布点方案

A. 环境 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量

环境 γ 辐射空气吸收剂量率和环境 γ 累积剂量调查范围为 50km，以田湾核电站 3、4 号机组核岛位置为中心，按半径为 2km、5km、10km、20km、30km、50km 的 16 个方位角的扇形区域内布点。陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率共设置 90 个监测点，陆地环境 γ 累积剂量共设置 70 个监测点，对照点设在青口镇。仪器对宇宙射线的响应测量点选择在当地的最大淡水水库连云港市东海县石梁河水库中进行。

B. 土壤中放射性核素活度浓度

土壤中放射性核素活度浓度的调查范围为 30km，共设置 12 个采样点。对照点设在青

口镇。

C. 空气介质中放射性核素活度浓度

空气介质的调查对象主要有气溶胶、沉降物、降水和空气中 ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I ，调查范围为 30km。气溶胶和沉降物各设置 7 个采样点，降水和空气中 ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I 设置 5 个采样点。气溶胶、沉降物、降水和空气中 ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I 的采样点位设置在同一位置。

D. 陆地水体放射性核素活度浓度

以田湾核电站 3、4 机组核岛位置为中心，半径 50km 以内。地表水和底泥设置 4 个采样点，对照点设在青口河。饮用水设置 4 个采样点，对照点设在青口镇。地下水设置 5 个采样点，对照点设在青口镇。

E. 陆地生物放射性核素活度浓度

综合考虑当地的陆生资源及生态概况，以及 1、2 号机组运行期间监测点的情况和 3、4 号机组将来可能影响的地区进行布点，以田湾核电站 3、4 号机组核岛位置为中心，半径 50km 以内。陆地生物样品共 11 种，包含小麦、稻米、蔬菜、水果、牧草、茶叶、松针、鸡肉、猪肉、牛奶和淡水鱼。

F. 海域放射性核素活度浓度

海水和沉积物设置 10 个采样点，以 3、4 号机组循环排放口为中心，以半径 0.5km、2km 和 10km 选取采样点，重点关注排放口附近 2km 的海域，在青口闸以北的海域设置对照点。

G. 海洋生物放射性核素活度浓度

综合考虑田湾核电站 3、4 号机组周围海域中海洋生物的种类以及生产情况进行布点。

（3）测量仪器及测量方法

测量项目所采用的仪器及测量方法依据见表 3.1-2。

本次调查监测方法的探测下限见表 3.1-3~表 3.1-4。

3.1.1.4 调查结果

（1）相关数据和资料收集

A. 核设施或矿产开发设施情况

50km 范围内核设施只有田湾核电站，田湾核电站一期工程 1、2 号机组分别于 2007 年 5 月 17 日和 8 月 16 日投入商业运行；田湾核电站二期工程 3、4 号机组分别于 2018 年 2 月 15 日和 12 月 22 日投入商业运行；田湾 5、6 号机组目前正在建设中；田湾 7、8 号正在规划设计中。

根据第一次全国污染源普查伴生放射性污染源普查结果，距离核电站 50km 范围内的矿产开发企业只有江苏省东海县丽港稀土材料厂，行业类别为稀土金属冶炼。

B. 密封与非密封放射性同位素源情况

核电站周围 30km 范围放射性同位素源使用单位主要有：连云港市东浦纸业有限公司、连云港市第一人民医院和中国核工业二三建设有限公司连云港项目部。其中为 30km 范围内非密封放射性同位素源使用的单位是连云港市第一人民医院，具有乙级非密封放射性物质工作场所；10km 范围内密封放射性同位素源的单位是中国核工业二三建设有限公司连云港项目部，使用 II 类放射源。

(2) 陆地 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量

A. 宇宙射线测量

宇宙射线的测量选择在石梁河水库进行实地测量。石梁河水库位于新沭河中游，地处连云港市赣榆区、东海县交界处，西临山东临沭，东距连云港市区约 35 公里，坝长 5200 米，高 22 米，最大库面积 91 平方千米，总库容 5.31 亿立方米。石梁河水库选取的测量点距离岸边大约 3km，水深约 11m，测量结果为 34.8nGy/h。

B. 陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率

陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率选用高压电离室进行测量。一共设置了 90 个测量点，其中 21 个测量点位是道路，包括水泥路、砂石路和柏油路；其余 69 个测量点位是原野，包括草地、农田、山坡等地表。

陆地 γ 辐射空气吸收剂量率的测量结果(扣除仪器宇宙射线响应值)见表 3.1-5~3.1-6。

陆地原野 γ 辐射空气吸收剂量率的测量值范围为 37.7~87.4nGy/h。各点的平均值范围为 45.0~76.4nGy/h，按点平均值为 56.9±5.6nGy/h。

陆地道路 γ 辐射空气吸收剂量率的测量值范围为 23.7~77.1nGy/h。各点平均值范围为 29.2~70.6nGy/h，按点平均值为 59.4±10.0nGy/h。

C. 田湾核电站 γ 辐射剂量率连续监测结果

2018 年田湾核电站环境 γ 辐射剂量率连续监测站运行状态良好，核电站周围站点环境 γ 辐射剂量率测量结果的月均值详见表 3.1-7，年度平均值范围为 0.082μGy/h~0.095μGy/h。

D. 陆地环境 γ 辐射累积剂量

累积剂量采用现场布设热释光剂量计（TLD）的方式监测，共布设了 70 个点，监测频次为 1 次/季度。整个调查过程中，由于工程建设以及核电南门前的云宿路扩建等原因造成的样品丢失总计 20 个。

陆地环境 γ 辐射累积剂量测量结果（按小时平均、未扣除仪器宇宙射线响应值）见表 3.1-8~3.1-9。

原野 γ 辐射累积剂量的测量值范围为 58.7~139.4nGy/h。各点的年平均值范围为 69.0~98.5nGy/h，按点平均值为 82.4 ± 6.8 nGy/h。道路 γ 辐射累积剂量的测量值范围为 60.1~116.7nGy/h。各点平均值范围为 74.5~102.8nGy/h，按点平均值为 85.9 ± 8.1 nGy/h。

（3）土壤中放射性核素活度浓度

本次调查共设置 12 个土壤采样点，采样时使用土壤采集器，采用梅花五点法采集，条件不具备时用蛇型布样采集。土壤样品的采样频度为 1 次/半年，每点采 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 的表层土样（1~5cm），每个样品的采样量一般为 2kg。

土壤中放射性核素活度浓度的测量结果： ^{238}U 的活度浓度范围为 21.7~58.7Bq/kg（干样）， ^{226}Ra 的活度浓度范围为 21.9~51.3Bq/kg（干样）， ^{232}Th 的活度浓度范围为 28.3~61.8 Bq/kg（干样）， ^{40}K 的活度浓度范围为 614~1230Bq/kg（干样）。 ^{90}Sr 活度浓度范围 0.317~1.05Bq/kg（干样）， ^{137}Cs 活度浓度范围 $<0.25 \sim 11.8$ Bq/kg（干样），放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

（4）空气介质中放射性活度浓度

A. 气溶胶

气溶胶设置 7 个采样点，样品采集使用崂应 2031 型 TSP 大流量空气采样器，以 $1 \text{m}^3/\text{min}$ 的流量采样。气溶胶总 α/β 样采集频度为 1 次/月，每个采样点采集时间为 1 天（24 小时），采样量为 1000m^3 ；气溶胶其他核素样采集频度为 1 次/季，每个采样点采集时间约为 7 天（168 小时），采集总量为 10000m^3 。气溶胶的分析项目有：总 α 、总 β 和 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的放化分析和 γ 谱分析。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

总 α ：活度范围 $0.021 \sim 1.347 \text{mBq/m}^3$ ，均值为 $0.446 \pm 0.310 \text{mBq/m}^3$ ；

总 β ：活度范围 $0.071 \sim 2.44 \text{mBq/m}^3$ ，均值为 $0.784 \pm 0.310 \text{mBq/m}^3$ ；

^7Be ：活度范围 $0.66 \sim 5.85 \text{mBq/m}^3$ ，均值为 $3.26 \pm 1.29 \text{mBq/m}^3$ ；

^{90}Sr ：活度范围 $0.006 \sim 0.198 \text{mBq/m}^3$ ，均值为 $0.063 \pm 1.292 \text{mBq/m}^3$ ；

^{137}Cs ：活度范围 $<1.50 \sim 2.5 \text{mBq/m}^3$ ，均值为 $1.53 \pm 0.54 \text{mBq/m}^3$ 。

B. 沉降物

沉降物设置 7 个采样点，采集设备为 $50 \text{cm} \times 50 \text{cm}$ 的方形不锈钢槽，槽壁高 50cm，采用湿法采样。沉降物总 β 样采集频度为 1 次/月，沉降物其他核素样采集频度为 1 次/季。沉降物

的分析项目有：总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的放化分析和 γ 谱分析。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

总 β ：活度范围 $4.5\sim 40\text{Bq/m}^2$ ，均值为 $15.4\pm 7.6\text{Bq/m}^2$ ；

^{90}Sr ：活度范围 $0.012\sim 1.797\text{Bq/m}^2$ ，均值为 $0.557\pm 0.432\text{Bq/m}^2$ ；

^{137}Cs ：活度范围 $<0.028\sim 0.154\text{Bq/m}^2$ 。

C. 降水

降水设置5个采样点，采集频度为1次/季。降水的分析项目有：总 α 、总 β 、 ^3H 和 γ 谱分析，由于降水采集量较少， ^{137}Cs 只采用了 γ 谱仪分析，没有进行化学分析，第三个季度降水较少，只进行了总 α 、总 β 和 ^3H 分析。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

总 α ：活度范围 $36.8\sim 209\text{mBq/L}$ ，均值为 $86.9\pm 44.8\text{mBq/L}$ ；

总 β ：活度范围 $31.3\sim 215\text{mBq/L}$ ，均值为 $83.1\pm 47.3\text{mBq/L}$ ；

^3H ：活度范围 $0.51\sim 1.27\text{Bq/L}$ ，均值为 $0.84\pm 0.22\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr ：活度范围 $1.24\sim 7.42\text{mBq/L}$ ，均值为 $3.39\pm 1.7\text{mBq/L}$ 。

D. ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I

^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I 设置 5 个采样点，空气中氚（HTO）样品采集：由 H3R7000 采样器采集空气中冷凝水，采集冷凝水 500ml，用玻璃瓶保存后运回实验室进行分析。空气中 ^{14}C 样品采集：使用中辐院的空气中 ^{14}C 采样器，采用装有 NaOH 溶液的鼓泡器对使空气中的 CO_2 进行吸收捕集，溶液用塑料瓶保存后运回实验室。空气中 ^{131}I 样品采集：使用装有滤纸的和活性炭盒的 ^{131}I 取样器进行取样，取完样后样品尽快运回实验室进行分析。在实验室对 ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I 样品进行分析，其中 ^{131}I 低于探测限。

^3H ：氚化水中 ^3H 的测量结果为 $0.416\sim 3.97\text{Bq/L}$ ；空气中 ^3H 活度浓度范围为 $2.91\sim 25.21\text{mBq/m}^3$ 。

^{14}C ：活度范围 $153\sim 396\text{mBq/g}\cdot\text{碳}$ 或 $30.6\sim 79.2\text{mBq/m}^3\cdot\text{空气}$ ，均值为 $267.1\text{mBq/g}\cdot\text{碳}$ 或 $53.4\text{mBq/m}^3\cdot\text{空气}$ 。

（5）陆地水体中放射性核素活度浓度

饮用水、地表水和底泥设置 4 个采样点，地下水设置 5 个采样点。饮用水、地下水、地表水样品容器选用聚乙烯塑料桶，取 ^3H 样时应采用硬质玻璃容器。现场采集的 50L 水样进行预处理，将处理好的样品带回实验室测量。底泥样品采集水体底部泥土，将采集到

的底泥剔除明显的石子、草根等杂物后装入聚乙烯塑料袋内，运回实验室分析。

A. 饮用水

饮用水的分析项目有：总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{14}C 和 γ 谱分析。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

总 α ：活度范围 $<25\sim135\text{mBq/L}$ ，均值为 $74.6\pm38.4\text{mBq/L}$ ；

总 β ：活度范围 $51.0\sim163\text{mBq/L}$ ，均值为 $97.4\pm36.8\text{mBq/L}$ ；

^3H ：活度范围 $0.18\sim0.78\text{Bq/L}$ ，均值为 $0.52\pm0.18\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr ：活度范围 $0.80\sim8.27\text{mBq/L}$ ，均值为 $3.46\pm2.36\text{mBq/L}$ ；

^{14}C ：饮用水中 ^{14}C 活度浓度范围为 $(3.18\pm0.11)\text{E-04}\sim(5.90\pm0.68)\text{E-04Bq/L}$ 。

B. 地下水

地下水的分析项目有：总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{14}C 和 γ 谱分析，并采用化学分析法分析了 ^{137}Cs 。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

厂区 1、厂区 2 地下水井测量年均活度浓度：总 α 均值为 $165\pm5\text{mBq/L}$ ；总 β 均值为 $424\pm65\text{mBq/L}$ ； ^3H 均值为 2.01Bq/L ； ^{90}Sr 均值为 $1.74\pm0.14\text{mBq/L}$ ； ^{137}Cs 低于探测限。

对高公岛乡、东磊山泉和青口镇地下水进行统计；

总 α ：活度范围 $55.4\sim211\text{mBq/L}$ ，均值为 $118\pm52\text{mBq/L}$ ；

总 β ：活度范围 $99.0\sim503\text{mBq/L}$ ，均值为 $228\pm151\text{mBq/L}$ ；

^3H ：活度范围 $0.73\sim1.13\text{Bq/L}$ ，均值为 $0.90\pm0.15\text{Bq/L}$ ；

^{90}Sr ：活度范围 $1.58\sim10.33\text{mBq/L}$ ，均值为 $5.36\pm3.43\text{mBq/L}$ ；

^{137}Cs ：高公岛乡均值 $0.293\pm0.028\text{mBq/L}$ ；东磊山泉均值 $0.324\pm0.043\text{mBq/L}$ ；

^{14}C ：高公岛乡地下水中 ^{14}C 活度浓度为 $(4.13\pm0.44)\text{E-04 Bq/L}$ 和 $(2.19\pm0.21)\text{E-01 Bq/g·碳}$ ；青口镇地下水中 ^{14}C 活度浓度为 $(3.77\pm0.34)\text{E-04Bq/L}$ 和 $(1.79\pm0.22)\text{E-01 Bq/g·碳}$ 。

C. 地表水

地表水的分析项目有：总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 ^{14}C 和 γ 谱分析，并采用化学分析法分析了 ^{137}Cs 。

γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

总 α ：活度范围 51.1~248mBq/L，均值为 123 \pm 62 mBq/L；

总 β ：活度范围 123~320mBq/L，均值为 196 \pm 65mBq/L；

^3H ：活度范围 0.71~1.27Bq/L，均值为 0.86 \pm 0.18Bq/L；

^{90}Sr ：活度范围 0.42~2.86mBq/L，均值为 1.49 \pm 0.96mBq/L；

^{137}Cs ：活度范围 <0.25~0.52mBq/L，均值为 0.28 \pm 0.15mBq/L；

^{14}C ：宿城水库中 ^{14}C 活度浓度为 (6.49 \pm 0.89) E-04 Bq/L 和 (2.78 \pm 0.24) E-01 Bq/g·碳；
青口河水中 ^{14}C 活度浓度为 (4.79 \pm 0.52) E-04 Bq/L 和 (2.38 \pm 0.32) E-01 Bq/g·碳。

D. 底泥

底泥 γ 谱分析结果中放射性核素 (^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I) 测量结果均低于探测限。

^{238}U ：活度范围 35.3~55.3Bq/kg（干样），均值为 46.8 \pm 6Bq/kg（干样）；

^{226}Ra ：活度范围 23.7~39.3Bq/kg（干样），均值为 31.2 \pm 4.9Bq/kg（干样）；

^{232}Th ：活度范围 31~60.2Bq/kg（干样），均值为 45.6 \pm 8.8Bq/kg（干样）；

^{40}K ：活度范围 582~1030Bq/kg（干样），均值为 806 \pm 155Bq/kg（干样）；

^{137}Cs ：活度范围 <0.25~1.42Bq/kg（干样），均值为 0.51 \pm 0.35q/kg（干样）；

^{90}Sr ：活度范围 0.60~0.92Bq/kg（干样），均值为 0.80 \pm 0.11Bq/kg（干样）。

（6）陆地生物放射性核素活度浓度

动物及水果蔬菜类采集可食用部分，牧草从地里面直接割收，松针在当地的松树上直接采摘。选择可食部分的原则是符合大多数人的食用习惯和取样处理方便，.动物取瘦肉为主，将采来的样品洗净，称鲜重。陆地生物样品包含了粮食、蔬菜、水果、牧草、茶叶、松针、鸡肉、猪肉、牛奶、淡水鱼。其中粮食采集了4个小麦和3个稻米，蔬菜采集6个、水果采集2个、牧草1个、茶叶2个、松针2个，鸡肉4个，猪肉4个、牛奶2个，淡水鱼6个，共采集了36个生物。从调查结果可知，各类陆生生物样品中 ^{90}Sr 的活度浓度范围为 0.0034~0.81Bq/kg（鲜样）， γ 谱分析结果中放射性核素 (^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{238}U) 测量结果均低于探测限。

（7）海域放射性核素活度浓度

A. 海水

海水设置 10 个采样点，海水在潮间带外取样，样品容器选用聚乙烯塑料桶，取 ^3H 样时应采用硬质玻璃容器，现场采集的 50L 水样进行预处理，将处理好的样品带回实验室测量。海水的分析项目有： ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{14}C 、 ^3H 和 γ 谱分析。

γ 谱分析结果中放射性核素 (^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe 、 ^{106}Ru 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$)

测量结果均低于探测限。

^{137}Cs : 活度范围 0.36~1.60mBq/L, 均值为 $0.99\pm0.34\text{mBq/L}$;

^{90}Sr : 活度范围 $<0.16\sim0.84\text{mBq/L}$, 均值为 $0.45\pm0.21\text{mBq/L}$;

^3H : 活度范围 0.65~16.33Bq/L, 均值为 $2.80\pm3.42\text{Bq/L}$ 。

^{14}C : 活度范围为 1.09~8.51mBq/L, 折合为 0.12~0.47Bq/g·碳。

B. 海洋沉积物

海洋沉积物设置 10 个采样点, 海洋沉积物的采取与海水采集同步, 用海底泥取样器勾取, 沉积物剔除明显的杂质后, 装入聚乙烯塑料袋, 运回实验室分析。

γ 谱分析结果中放射性核素 (^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I) 分析结果均低于探测限。

^{238}U : 活度范围 34.5~46.4Bq/kg (干样), 均值为 $40\pm4.1\text{Bq/kg}$ (干样);

^{226}Ra : 活度范围 25.3~35.9Bq/kg (干样), 均值为 $31.2\pm3.1\text{Bq/kg}$ (干样);

^{232}Th : 活度范围 25.2~62.3Bq/kg (干样), 均值为 $47.9\pm8.3\text{Bq/kg}$ (干样);

^{40}K : 活度范围 696~835Bq/kg (干样), 均值为 $754\pm37\text{Bq/kg}$ (干样);

^{137}Cs : 活度范围 $<0.25\sim2.13\text{Bq/kg}$ (干样), 均值为 $1.01\pm0.74\text{Bq/kg}$ (干样);

^{90}Sr : 活度范围 $<0.20\sim0.97\text{Bq/kg}$ (干样), 均值为 $0.52\pm0.26\text{Bq/kg}$ (干样)。

C. 海洋生物

海洋生物样品的采集是直接从当地的渔民手中购买, 在实验室里进行分析。海洋生物放射性核素调查所采集的样品种类有: 贝类、软体类、鱼类、藻类和指示生物牡蛎。其中鱼类、甲壳类、软体类和指示生物采集两次, 藻类采集一次, 共采集物种 11 个, 样品 27 个。

^{90}Sr : 活度浓度范围为 $0.035\pm0.017\sim0.059\pm0.026\text{Bq/kg}$ (鲜样);

^{137}Cs : 活度浓度范围为 $0.006\pm0.001\sim0.037\pm0.042\text{Bq/kg}$ (鲜样);

^{14}C : 活度浓度范围为 $6.71\pm0.94\sim23.7\pm7.4\text{Bq/kg}$ (鲜样);

本次调查中对个别样品进行了有机氚测量, 测量结果为 $2.62\pm1.36\text{Bq/kg}$ (鲜样)。

3.1.1.5 质量保证措施

为保证调查结果的代表性、准确性、和可靠性, 以及对调查过程进行全面控制, 在本次环境放射性质量调查过程中采取了一系列质量保证措施。在调查过程中的质量保证措施主要有以下几个方面:

(1) 组织机构及人员配备

任务承担单位针对本次调查成立了调查组织机构, 进行质量控制, 质量控制组织机构

见图 3.1-1，明确的规定了相应的职责、权限和联络渠道。在组织机构中确保了质量保证人员和部门的组织独立性，并授予实施和验证的质量保证人员和部门拥有足够的权力，包括不受经费和进度约束的权力，以便鉴别质量问题，建议、推荐或提供解决办法；必要时拥有对不符合、有缺陷或不满足要求的工作或物项采取行动，以制止进行下一步工序、交货、安装或使用的权力，直到作出适当的安排；同时具有可直接向承担单位领导报告工作的权利和义务。

（2）样品的质量控制

A. 调查方法控制

本次调查采用最新有效的国家和行业标准，对于部分未颁布标准方法的项目，结合本次调查的实际需要，根据公开发表的文献上已有的方法，制定相应的作业指导规程，组织有关专家审定，并经实验验证，由项目负责人批准后在项目组内部实施。项目组根据国家和行业标准，制定相应的作业文件。本次调查中的调查方法首选国家标准，其次选用行业标准或者专家认可、并经实验验证的方法。国家标准方法发生变化时，及时更新。本次调查采用的实验室作业文件见表 3.1-10。

B. 采样的质量控制

对各类样品的采集和预处理，制定操作程序，要求参加采样的人员在实施采样前充分了解，并在采样过程中严格执行。

● 样品的采集和预处理

对于样品的采集和预处理，实验室参照相关国标与行标，制定了 FSJC·ZY08《环境介质样品的采集和预处理操作规程》，样品采集与现场预处理过程严格按照操作规程要求进行。

● 样品的标识

采样人员负责对样品编号，加贴唯一性识别标志，注明样品的详细信息。样品管理员在接收样品时，应及时登记后保存。

● 样品的流转

调查中的样品按相关规定进行包装，并由专车运输至实验室。样品按照分析顺序流转，交接签收时应检查样品的状况。分析人员对分析完毕的样品，加贴状态标识以免发生混淆，使样品具有可追溯性。样品在制备、测试、传递过程中应加以防护，严格遵守有关样品的程序，避免受到非正常损坏。样品如遇意外损坏或丢失，应详细记录其情况，及时采取补救措施。

- 样品的贮存

分析完成后的样品应及时通知样品管理员送回样品库保存，为了避免分析的样品在存储、处置和监测过程中发生非正常损坏，样品分类存放，以保证分析结果的准确可靠。

- 环境条件的控制

对用于本底调查的设施和环境条件应按照设施和环境控制程序进行有效的控制，以保证调查结果有效。

C. 数据处理质量控制

依据“质量记录控制程序”的要求，项目组制定关于原始数据记录、数据处理、检测结果报告与审核程序。针对不同的检测项目，编制专用的原始记录单（包括采样记录，分析测量记录等），检测结果报告单。要求检测人员严格按照分析测量程序规定，真实、准确、完整地记录分析测量过程中的相关信息。在对原始数据进行必要的整理之前，逐一检查原始记录是否按规定的要求填写完全、正确。检测人员要按规范的检测结果报告单及时写出检测报告，项目负责人审核原始记录及运算过程是否规范、完整、准确。质量管理人组织质保人员和部分专家对各分项目组的报告数据进行核实评审。

D. 样品测量的质量控制

样品测量的质量控制包括：空白样的分析和质保样的测定。

空白样品的分析测量：为检查实验用水和化学试剂的放射性本底水平及分析人员的操作能力，在样品分析过程中进行空白样品分析。

质保样的测定：包括平行样、比对样、加标样、复测样等，原则上平行样、比对样、加标样、复测样对于某一类样品不同时采用，质保证样不少于样品 10%。

- 陆地 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量

陆地 γ 辐射空气吸收剂量率采用复测和仪器间的比对，其中仪器比对选择的仪器是北京市辐射安全技术中心同一型号的电离室，该电离室通过了仪器的检定。从表中可以看出：质保样的相对偏差在 10% 以内，质保控制情况良好。

- 环境 γ 累积剂量采用布设平行样。每季在同一点位不同位置布设 4 片平行样，布设位置尽量相同。取值时相互间的相对偏差控制在 30% 以内，后取其平均值作为当季的环境 γ 累积剂量。空气吸收剂量率测量均值与累积剂量（按小时平均）测量均值吻合较好。

- 环境水体样品

环境水体样品包括降水、饮用水、地下水、地表水和海水。降水、饮用水、地下水、

地表水测量核素相同，共采集样品 49 个，质保样品（平行或复测）5 个；海水采集样品 20 个，设置质保样品（平行或复测）2 个，质保样比例 10.1%。

- 土壤、底泥

土壤、底泥（含海底泥）共采集样品 52 个，质保样品 15 个，其中平行或复测样 5 个，实验室间的比对样 10 个，质保样比例 28.8%。

- 生物

生物包括陆地生物和海洋生物，共采集样品 63 个，质保样品 15 个，其中平行或复测样 7 个，实验室间的比对样 8 个，质保样比例 23.8%。

- 气溶胶、沉降灰

气溶胶、沉降灰总 α 总 β 采集样各 84 个，其他核素测量各 28 个，总 α 总 β 质保样 9 个，质保比例 10.7%，气溶胶其他核素质保样 5 个，质保比例 17.8%，沉降灰其他核素质保样 3 个，质保比例 10.7%。

- 空气氡和 ^{14}C

空气氡和 ^{14}C 采集样各 20 个，质保比例 10%，标准偏差均没有超过 30%。

（3）仪器设备的控制

- 仪器设备的检定

参与本次调查的仪器设备，按照量值溯源关系，定期经计量部门检定，保证检定/校准结果能够溯源到国家计量基准，检定合格后方可使用。无法直接溯源的设备，可参加实验室间比对。本项目涉及的主要仪器设备详见表 3.1-11，所有仪器均在检定的合格期内。

- 仪器性能的检验

仪器本底质控图是检查仪器状态是否正常的主要手段。在项目分析测量中涉及到的仪器主要有：RSS-131 高气压电离室、BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪、MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器、QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪、BE6530 型高纯锗 γ 谱仪。各仪器质控图见图 3.1-2~3.1-16。

- 仪器设备使用人员要求

调查分析测量人员应严格按照仪器的操作规程使用仪器，并持有相应的上岗证，若是没有相应证件的人员操作时，应在有证人员的指导下按现行有效版本的作业指导书中规定的程序进行。监测人员在操作仪器设备前后均应检查其状态和环境条件并记录。

（4）标准物质的控制

本底调查监测工作所用的标准物质必须是有证标准物质，且在有效期内。监测人员领

用的标准物质必须妥善保管并标识，在有效期内使用。过期的标准物质应报质量负责人批准后核销。本项目使用标准物质见表 3.1-12。

（5）化学试剂的控制

用标准溶液配置工作溶液时，应根据国家标准的技术规范执行，并做详细记录；在使用高活度标准溶液时，要防止其对低本底实验室的沾污；用标准溶液配制工作溶液时，应根据国家标准的技术规范执行，并做详细记录；实验室使用的试剂溶液和蒸馏水必须贴上标签，试剂溶液的标签必须写明名称、浓度、配制日期，有的试剂还要写明有效期。

（6）实验室间的比对

2015 年 4 月~2016 年 6 月，调查任务承担单位参与实验室比对验证 3 次。2015 年 2 月份，北京中实国金国际实验室能力验证研究和北京中实国金国际实验室能力验证研究中心组织了一次水中镭-90 的检测比对，比对结果合格。2015 年 8 月份，参加中国建材检验认证集团股份有限公司（CTC）组织实施的“CTC PT-2014-03 建筑材料放射性测试”能力验证，验证结果合格。2015 年 7 月份，参加中国核工业集团公司组织的核电厂和“两厂两院”环境监测实验室比对，结果合格。

3.1.2 辐射环境质量评价

（1）核设施或矿产开发设施情况

厂址 50km 范围内运行的核设施只有田湾核电站 1~4 号机组，根据《田湾核电站 2018 年流出物与环境监测评价年报》，2018 年田湾核电站 1、2 号机组运行以及 3、4 号机组调试、运行放射性气态、液态流出物排放量和排放浓度均低于生态环境部批准的排放限值及电站规定的管理目标值，核电站 50km 范围内放射性的监测结果处于本底涨落范围内，没有发现明显异常。

厂址 50km 范围内的矿产企业只有江苏省东海县丽港稀土材料厂，行业类别为稀土金属冶炼。

（2）密封与非密封放射性同位素源情况

厂址半径 30km 范围内有数家放射源、射线装置使用单位，放射性源项主要为工业、医用的非密封放射性同位素源、密封放射性同位素源以及射线装置，均接受监督管理，对周围环境影响较小。

（3）环境 γ 辐射水平

除本次调查外，田湾核电站地区目前有田湾核电站 1、2 号机组运行前本底调查（2000~2002 年）结果（以下简称“运行前调查”）、田湾核电站流出物与环境监测评价年报

（2017年、2018年）结果（以下简称“2017、2018电厂监测”）、田湾核电站外围环境监督性监测报告（2017年）结果（以下简称“2017、2018监督性监测”）、2019年完成《田湾核电站7、8号机组陆域环境放射性现状调查报告（2019.1~2019.4）》（以下简称“2019现状调查”）。通过对比，不同机构/单位的测量结果基本处于同一水平，没有发现明显差异。

田湾核电站3、4号机组运行前一年环境放射性现状调查中， γ 辐射空气吸收剂量率瞬时测量中，原野的 γ 辐射空气吸收剂量率测量值范围为37.7~87.4nGy/h，按点平均值为56.9±5.6nGy/h；道路的 γ 辐射空气吸收剂量率的测量值范围为23.7~77.1nGy/h，按点平均值为59.4±10.0nGy/h。 γ 辐射累积剂量的测量中，原野的 γ 辐射累积剂量测量值范围为58.7~139.4nGy/h，按点平均值为82.4±6.8nGy/h。道路的 γ 辐射累积剂量的测量值范围为60.1~116.7nGy/h，按点平均值为85.9±8.1nGy/h。

此外，参考1995年出版的《中国环境天然放射性水平》中调查结果，江苏连云港原野 γ 辐射空气吸收剂量率的本底水平为33.1~66.8nGy/h，道路 γ 辐射空气吸收剂量率的本底水平为26.9~73.7 nGy/h，测量结果基本上处于同一水平。从上述分析比较可知，田湾核电站周围环境的 γ 辐射水平仍处于环境本底水平，未发现明显异常。

（4）土壤中放射性核素活度浓度

将本次调查结果与“运行前调查”、“2017、2018电厂监测”、“2017、2018监督性监测”、“2019现状调查”的测量结果进行比较。参考1995年出版的《中国环境天然放射性水平》中调查结果，江苏连云港土壤中天然放射性核素 ^{238}U 的含量为18.1~45.3 Bq/kg、 ^{226}Ra 的含量为13.1~49.0 Bq/kg、 ^{232}Th 的含量为17.9~67.6 Bq/kg、 ^{40}K 的含量为405.4~876.2 Bq/kg。上述对比表明，各测量结果基本上处于同一水平，均在环境正常本底水平，未发现明显异常。

（5）空气介质中放射性核素活度浓度

A. 气溶胶

本次调查中气溶胶样品中总 α 活度浓度范围为0.021~1.347 mBq/m³，总 β 活度浓度范围为0.071~2.44 mBq/m³， ^7Be 活度范围为0.66~5.85mBq/m³， ^{90}Sr 活度范围为0.006~0.198 mBq/m³， ^{137}Cs 活度范围<1.50~2.5mBq/m³。

B. 沉降物

本次调查中沉降物样品中总 β 活度范围为4.5~40Bq/m²， ^{90}Sr 活度范围为0.012~1.797 Bq/m²， ^{137}Cs 活度范围<0.028~0.154Bq/m²， γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

C. 降水

本次调查中降水样品中总 α 活度范围为 36.8~209mBq/L，总 β 活度范围为 31.3~215mBq/L， ^3H 活度范围为 0.51~1.27Bq/L， ^{90}Sr 活度范围为 1.24~7.42mBq/L， γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

D. ^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I

空气中氚化水中 ^3H 的测量结果为0.416~3.97Bq/L； ^3H 活度浓度范围为2.91~25.21mBq/m³，空气中 ^{14}C 的活度范围为153~396 mBq/g·碳（换算为30.6~79.2mBq/m³·空气）， ^{131}I 低于探测限。

E. 评价结论

将本次调查结果与“运行前调查”、“2017、2018电厂监测”、“2017、2018监督性监测”、“2019现状调查”的测量结果进行比较，通过对比可以看出，不同机构/单位的测量结果均处于同一水平，没有发现异常数据。田湾核电站周围空气介质中放射性核素活度浓度处于环境本底水平，未发现明显异常，田湾核电站的运行未对本地区空气介质中放射性核素产生明显影响。

（6）陆地水体中放射性核素活度浓度

A. 饮用水

饮用水样品中总 α 活度浓度范围<25~135mBq/L，总 β 活度浓度范围为 51.0~163mBq/L， ^3H 活度浓度范围为 0.18~0.78Bq/L， ^{90}Sr 活度浓度范围为 0.80~8.27mBq/L， ^{14}C 活度浓度范围为（3.18±0.11）E-04~（5.90±0.68）E-04Bq/L， γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中给出的放射性指标指导值为：总 α 放射性为 500 mBq/L，总 β 放射性为 1000 mBq/L，通过比较，饮用水样品中总 α 和总 β 的活度浓度水平满足标准要求。

B. 地下水

厂区 1，厂区 2 地下水井测量年均活度浓度：总 α 均值 165±5mBq/L；总 β 均值 424±65mBq/L； ^3H 均值 2.01±14Bq/L； ^{90}Sr 均值 1.74±0.14mBq/L； ^{137}Cs 低于探测限。厂区外地下水总 α 活度范围为 55.4~211mBq/L，总 β 活度范围为 99.0~503mBq/L， ^3H 活度范围为 0.38~2.13Bq/L， ^{90}Sr 活度范围为 1.58~10.33mBq/L， ^{137}Cs 活度均值为 0.309mBq/L，地下水中 ^{14}C 活度浓度均值为 3.95E-04 Bq/L 和 1.99E-01 Bq/g·碳。 γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

C. 地表水

地表水样品中总 α 活度范围为 51.1~248mBq/L，总 β 活度范围为 123~320mBq/L， ^3H 活度范围为 0.71~1.27Bq/L， ^{90}Sr 活度范围为 0.42~2.86mBq/L， ^{137}Cs 活度范围 <0.25~0.52mBq/L，宿城水库中 ^{14}C 活度浓度为 $(6.49 \pm 0.89) \text{E-04 Bq/L}$ 和 $(2.78 \pm 0.24) \text{E-01 Bq/g·碳}$ ，青口河水中 ^{14}C 活度浓度为 $(4.79 \pm 0.52) \text{E-04 Bq/L}$ 和 $(2.38 \pm 0.32) \text{E-01 Bq/g·碳}$ ， γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe ）测量结果均低于探测限。

D. 底泥

底泥样品中 ^{238}U 活度范围为 35.3~55.3Bq/kg（干样）， ^{226}Ra 活度范围为 23.7~39.3Bq/kg·干， ^{232}Th 活度范围为 31~60.2Bq/kg（干样）， ^{40}K 活度范围为 582~1030Bq/kg（干样）， ^{137}Cs 活度范围 <0.25~1.42Bq/kg（干样）， ^{90}Sr 活度范围为 0.60~0.92Bq/kg（干样）， γ 谱分析结果中放射性核素（ ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{131}I ）测量结果均低于探测限。

E. 评价结论

将本次调查结果与“运行前调查”、“2017、2018 电厂监测”、“2017、2018 监督性监测”、“2019 现状调查”的测量结果进行比较，通过对比可以看出，不同机构/单位的测量结果均处于同一水平，没有发现明显异常数据。田湾核电站周围陆地水体中放射性核素活度浓度仍处于环境本底水平，未发现明显异常，田湾核电站的运行未对本地区陆地水体产生明显影响。

（7）陆地生物放射性核素活度浓度

陆生植物选取具有代表性宿城乡青菜、松针和茶叶，陆生动物选取当地人主要食物的鸡肉和猪肉进行了比较。通过对比分析可知，本次调查中各类陆地生物中的 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的放射性核素活度浓度的测量结果与“运行前调查”、“2017、2018 年电厂监测”的测量结果处于同一水平，在正常环境本底水平范围，没有发现明显异常。因此，可认为田湾核电站周围陆地生物放射性核素活度浓度仍处于环境本底水平，田湾核电站的运行未对本地区陆地生物产生明显影响。

（8）海域放射性核素活度浓度

将本次调查结果与“运行前调查”、“2017、2018 电厂监测”、“2017、2018 监督性监测”、“2019 现状调查”的测量结果进行比较，通过对比分析可知，本次调查中的测量结果与“运行前调查”、“2017、2018 电厂监测”、“2017、2018 监督性监测”、“2019 现状调查”的测量结果基本上处于同一水平，没有发现明显异常，田湾核电站的运行未对本地区海域放射性核素活度浓度产生明显影响。

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

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司和北京美添辰环境检测有限公司于 2019 年 4 月完成的《田湾核电站 7、8 号机组厂址周围大气环境质量现状监测与评价报告》。

大气环境监测时间为 2019 年 2 月 24 日至 3 月 3 日，2 月 27 日由于天气原因（小雨）停止监测一天。调查季节属冬季，地面站主导风向为 ENE，风速为 2.9m/s。

3.2.1.1 大气环境质量现状调查

执行标准和评价依据

- 1) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；
- 2) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)；
- 3) 《市生态环境局关于田湾核电站 78 号机组非放射性污染排放执行标准请示的复函》（连环函〔2019〕68 号）。

环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准。

3.2.1.2 大气环境质量评价

(1) 大气环境质量评价

各测点的SO₂、NO₂、NO_x、CO小时浓度均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准限值。

除SO₂外，其余监测项目均有测点的24h平均浓度不满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准限值。

(2) 超标原因分析

NO₂24h平均浓度超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准限值要求，监测期间厂区渣土车作业频繁是造成NO₂浓度超标的主要原因；

NO_x24h平均浓度超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准限值要求，监测期间常有渣土运输车辆通过，会引起厂区氮氧化物浓度升高，另外6#黄崖村临近进出厂道路，厂区车辆和社会车辆是本次监测氮氧化物超标主要原因；

TSP、PM₁₀、PM_{2.5}24h平均浓度超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准限值要求。监测期间，厂区并无土石方作业。2月24日~2月25日、3月1日~3月2日4日颗粒污染物浓度超标，最大浓度值均出现在2月24日，与连云港市公布的区域环境空气质量数据规律吻合，上述4日区域环境空气质量数据中PM₁₀和PM_{2.5}数值偏高，可见区域环境影响是造成颗粒污染物超标的重要原因。

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

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司联合核工业二〇三研究所于 2019 年 4 月编制的《田湾核电站 7、8 号机组厂址周围噪声现状水平监测及评价报告》。

声环境调查时间为在 2019 年 2 月 23 日至 2 月 28 日。调查季节属冬季，地面站主导风向为 ENE，风速为 2.9m/s。

执行标准和评价依据

- 1) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)；
- 2) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；
- 3) 《市生态环境局关于田湾核电站 78 号机组非放射性污染排放执行标准请示的复函》(连环函〔2019〕68 号)。

厂界声环境质量执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中的 3 类标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 65dB(A) 和 55dB(A)，厂址周围村庄声环境质量执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中的 2 类标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 60dB(A) 和 50dB(A)，交通噪声执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中 4a 类区噪声标准，即昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)。

3.2.2.2 声环境质量现状评价

根据《声环境质量标准》(GB 3096-2008)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 和噪声监测数据的统计结果可知，评价区域内，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 3 类限值；厂区外敏感目标满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类限值；厂区外网格监测点，除了个别点位外，均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类限值，个别点超标的原因在于该监测点邻近道路，昼间噪声受交通噪声影响较大，夜间有渣土车来往，故噪声测值一直处于较高水平；厂区外工业区噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准；交通噪声测点满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准；海域噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准；定点噪声测点除仅一个测点个别时段超标，其余满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准，超标原因在于该测点为厂址最近的人口聚居地，除当地居民居住外，还有较多施工人员居住，社会生活产生的噪声以及来往车辆的通行噪声是该测点的主要噪声来源，也是夜间噪声处于较高水平的主要原因之一。

综上所述，除了个别监测点在个别监测时段外，其余厂界、陆域、海域、交通及居民点噪

声监测值均满足标准要求。

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

2019年2月至2019年10月在田湾核电站邻近海域进行了冬、春、夏和秋四个季度的航次调查。海水水质调查要素包括水温、水深、盐度、水色、透明度、pH、总碱度、溶解氧、化学耗氧量、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、磷酸盐、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、金属（汞、铜、铅、锌、镉、总铬）、砷、硒、余氯等。

冬季调查海域海水中pH、DO、Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、氰化物、阴离子洗涤剂、砷、硒、铬、硫化物和挥发酚等均未超过二类海水水质标准；超标的参数有COD、BOD₅、PO₄³⁻-P、DIN和石油，站位超标率分别为 46%、58%、32%和 2%和 8%。冬季连续站L1 站超标因子为BOD₅、COD和DIN，样品超标率分别为 8%、8%和 23.8%；L2 站超标因子为BOD₅、COD和DIN，样品超标率均为 8%、8%和 54%。按海洋功能进行分区评价中，主要超标污染物也为COD、BOD₅、PO₄³⁻-P和DIN，站位超标率分别为 42%、42%、23%和 2%。

春季调查中，海域中pH、DO、Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、氰化物、阴离子洗涤剂、砷、硒、铬、硫化物和挥发酚等均未超过二类海水水质标准；超标要素为COD、BOD₅、DIN、PO₄³⁻-P和石油，站位超标率分别为 56%、33%、65%、2%和 10%。春季连续站L1 站超标因子为DIN，样品超标率分别为 100%；L2 站超标因子为DIN，样品超标率均为 84%。分区评价中，主要超标污染物也为COD、BOD₅、PO₄³⁻-P和DIN，站位超标率分别为 35%、33%、2%和 52%。

夏季调查中，海域中pH、Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、氰化物、阴离子洗涤剂、砷、硒、铬、硫化物和挥发酚等均未超过二类海水水质标准；超标要素为DO、COD、BOD₅、DIN和PO₄³⁻-P，站位超标率分别为 56%、75%、13%、10%和 10%。夏季连续站L1 站超标因子为DO和DIN，样品超标率分别为 31%和 8%；L2 站超标因子为DO和DIN，样品超标率均为 23%和 8%。分区评价中，夏季海区超标要素为DO、COD、BOD₅、DIN和PO₄，站位超标率分别为 38%、42%、13%、10%和 10%。

秋季调查中，超标要素为DO、COD、BOD₅、DIN、PO₄³⁻-P和石油，站位超标率分别为 17%、38%、8%、50%、38%和 2%。秋季连续站L1 和L2 未出现超标情况。分区评价中，秋季海区超标要素为DO、COD、BOD₅、DIN和PO₄，站位超标率分别为 14%、19%、8%、40%和 30%。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 电磁辐射现状调查

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）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订，2017 年 10 月 1 日施行）；
- 《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保局[1997]18 号令）；
- 《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）；
- 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；
- 《辐射环境保护管理导则—电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）；
- 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）；
- 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）；
- 《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/T 988-2005）；
- 《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ 681-2013）。

2) 调查内容及范围

- 工频电场、工频磁场强度：以本工程核电厂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 0.5km 带状区域；
- 射频综合场强：调查范围为本工程核电厂厂址周围 5km 范围内环境敏感区域。

3) 监测方法

- 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》（HJ 681-2013），监测点应选择在地势平坦、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。

监测仪器的探头应架设在地面（或立足平面）上方 1.5m 高度处。也可根据需要在其他高度监测，并在监测报告中注明。

监测工频电场时，监测人员与监测仪器探头的距离应不小于 2.5m。监测仪器探头与固定物体的距离应不小于 1m。

监测工频磁场时，监测探头可以用一个小的电介质手柄支撑，并可由监测人员手持。采用一维探头监测工频磁场时，应调整探头使其位置在监测最大值的方向。

- 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。

4) 厂址区域电磁辐射源调查

根据现场踏勘，厂址区域现有电磁辐射源有运行中的 1~4 号机组、江苏省电力公司 110kV 宿城变电站、田湾核电站区内通讯基站 1 个，厂区外通讯基站 19 个、高压输电线路六条。输电线路包括，110kV 云城线、110kV 香宿线、还有并列在一条输电线路上的 500kV 田盐线、500kV 田都线、500kV 田伊线、220kV 云核线。

5) 监测点的设置

- 厂址区域监测点设置

本次调查工作共设置 17 个监测点，在厂区边界设 4 个（东南西北），厂区内 13 个。编号 1~17[#]，1~16[#]监测点分别监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强。17[#]监测点只监测射频电场强度。

监测点名称、编号、见表 3.2-1 和图 3.2-1。

- 开关站监测点设置

田湾核电站目前共有 3 个开关站，分别为 220kV 辅助开关站、1~4 号机组 500kV 出线开关站、5~8 号机组 500kV 出线开关站。其中 220kV 辅助开关站与 1~4 号机组 500kV 出线开关站并排在同一站址。分别在 220kV 辅助开关站与 1~4 号机组 500kV 出线开关站站址、5~8 号机组 500kV 出线开关站址东、南、西、北围墙外 5m 处监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强。编号 18~25[#]。开关站监测点设置情况见表 3.2-2 和图 3.2-2。

- 主变压器监测点设置

对于主变压器，选择以主变围墙为起点，在远离进出线一侧设监测点监测工频电场强度与工频磁场强度。其中，工频电场强度与工频磁场强度监测按 5m 间距，在 0~50m 范围设点，共设 11 个监测点。

本次调查工作分别对 1~8 号机组主变进行监测，现场监测过程中根据实际情况（地形限制等）对监测点数量进行相应的调整，并逐一编号，监测点设置编号见表 3.2-3，监测断面位置见图 3.2-3。

- 输电线路监测点设置

本次调查工作共设 4 处监测断面（编号 P1~P4），且分别在各拟建输电线路和已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 20m 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。

现场监测过程中根据实际情况（地形限制等）对监测点数量进行了相应的调整，并逐一编号，监测点设置编号如下：

a.云城 110kV 输电线路监测点编号为 P1-1~P1-X。

b.香宿 110kV 输电线路监测点编号为 P2-1~P2-X。

c.220kV 云核线/500kV 田伊线 /500kV 田都线 / 500kV 田盐线（并排在同一条输电线路断面，所以按照一个断面监测）监测点编号为 P3-1~P3-X。

d.田湾核电站 5~8 号机组 500kV 出线监测点编号为 P4-1~P4-X。

田湾核电站输电线路监测断面设置情况见图 3.2-4。

• 厂区外环境敏感区监测点设置

在田湾核电站厂区外敏感区共设置 18 个监测点，设点原则是以 7、8 号机组开关站为中心，半径五公里范围内已建成和规划的居民点为环境敏感区，敏感区监测点编号 26~43[#]。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。

监测点设置情况见表 3.2-4 和图 3.2-5。

• 厂区外变电站与通讯基站监测点设置

在田湾核电站厂区外宿城东崖屋村有一座 110kV 宿城变电站，在变电站东、南、西、北边界外 5m 处设置监测点，监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强，编号 44~47[#]。厂区外通讯基站共设置 19 个监测点，编号 48~66[#]。每个监测点只监测射频电场强度。

监测点设置情况见表 3.2-5 和图 3.2-6。

6) 监测仪器

本次监测使用的仪器见表 3.2-6。

3.2.4.2 电磁辐射质量现状评价

1) 评价标准

a) 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暴露控制限值为 4kV/m，工频磁感应强度的公众暴露控制限值为 0.1mT。

b) 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-3000 MHz 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 分钟内的平均值应小于 0.4 W/m^2 （电场强度限值 12 V/m ）。

同时，按照《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）附录 B2 中居民区环境辐射电平水平标注，对 5km 范围内的居民区环境电磁辐射进行分类标注，分类要求见表 3.2-7。

2) 质量现状结论

各项测量数据结果见表 3.2-8~表 3.2-15。

根据评价区域电磁辐射测量结果（统计情况见表 3.2-16~表 3.2-18），得到如下结论：

1) 厂区内电磁辐射监测结果评价：

- 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 $0.164 \text{ V/m} \sim 1428.52 \text{ V/m}$ 之间，工频磁场强度监测值在 $0.036 \mu\text{T} \sim 9.793 \mu\text{T}$ 之间，分别小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中标准限值 4 kV/m 和 0.1 mT （ $100 \mu\text{T}$ ），符合要求。

- 射频综合场强

厂区内所有监测点射频综合场强监测值在 $0.27 \text{ V/m} \sim 1.33 \text{ V/m}$ 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中规定的 12 V/m 标准限值。

2) 输电线路电磁辐射监测结果评价

输电线路所有监测点工频电场强度监测值范围 $1.326 \text{ V/m} \sim 2044.64 \text{ V/m}$ 之间，工频磁场强度监测值在 $0.050 \mu\text{T} \sim 6.817 \mu\text{T}$ 之间，分别小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中标准限值 4 kV/m 和 0.1 mT （ $100 \mu\text{T}$ ），符合要求。

3) 厂区外监测点电磁辐射监测结果评价

- 工频电场/工频磁场强度监测结果

厂区外所有监测点工频电场强度监测值在 $0.118 \text{ V/m} \sim 106.80 \text{ V/m}$ 之间，所有监测值都小于标准限值 4 kV/m ，符合要求；工频磁场强度监测值在 $0.038 \mu\text{T} \sim 0.087 \mu\text{T}$ 之间，小于标准限值 0.1 mT （ $100 \mu\text{T}$ ），符合要求。

- 射频综合场强

所有监测点监测值在 $0.08 \text{ V/m} \sim 1.81 \text{ V/m}$ 之间。最大值为 61# 监测点（羊山岛移动基站），其监测值为 1.81 V/m 。所有监测值都小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中的 12 V/m 标准限值，符合标准要求。

表 3.1-1（1/4） 田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查方案

序号	调查对象		采样(监测)频度	采样(监测)点位	全年采样数	全年分析样品数	分析项目	采样(监测)地点
1	陆地环境 γ 辐射		季	90	360	360	空气吸收剂量率 ⁽¹⁾	50km
			季	70	275	275	累积剂量	50km
2	土壤（表层土）		半年	12	24	24	^{90}Sr 、 ^{137}Cs ⁽²⁾ 、 γ 谱分析 ⁽³⁾	柳河村、连岛、杨圩、板桥镇、宿城乡 2 个、东辛集团 2 个、核电厂北、环境大楼、青口镇 2 个
3	空气	气溶胶	月	7	84	84	总 α 总 β	厂前区、双围墙内、杨圩、板桥镇、宿城乡、环境大楼、青口镇
			季	7	28	28	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	厂前区、双围墙内、杨圩、板桥镇、宿城乡、环境大楼、青口镇
		沉降物	月	7	84	84	总 β	厂前区、双围墙内、杨圩、板桥镇、宿城乡、环境大楼、青口镇
			季	7	28	28	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	厂前区、双围墙内、杨圩、板桥镇、宿城乡、环境大楼、青口镇
		降水	季	5	20	20	总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	厂前区、杨圩、板桥镇、宿城乡、青口镇
		^3H 、 ^{14}C 和 ^{131}I	季	5	60	20	HTO、 ^{14}C 、 ^{131}I	厂前区、杨圩、板桥镇、宿城乡、青口镇

表 3.1-1（2/4） 田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查方案

序号	调查对象		采样(监测)频度	采样(监测) 点位	全年采样数	全年分析样品数	分析项目	采样(监测) 地点
4	陆地水体	地表水	半年	4	8	8	总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	蔷薇河、新沐河、宿城水库和青口河
			半年	1	2	2	^{14}C	宿城水库
		沉积物	半年	4	8	8	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	蔷薇河、新沐河、宿城水库和青口河
		饮用水	季	4	16	16	总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	宿城乡，高公岛乡、板桥镇和的青口镇
			季	1	4	4	^{14}C	宿城乡
		地下水	半年	5	10	10	总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱分析	厂区地下水井 2 个、东磊山泉、高公岛乡和青口镇
			半年	1	2	2	^{14}C	高公岛乡
5	陆地生物	小麦	年	4	4	4	^{90}Sr 、 γ 谱分析	杨圩、宿城乡、东辛农场和青口镇
			年	1	1	1	^{14}C	宿城乡
		稻米	年	3	3	3	^{90}Sr 、 γ 谱分析	宿城乡、东辛农场和青口镇
			年	1	1	1	^{14}C	宿城乡
		蔬菜	半年	3	6	6	^{90}Sr 、 γ 谱分析	宿城乡、板桥和青口镇
			半年	1	2	2	^{14}C	宿城乡、板桥和青口镇
		牧草	年	1	1	1	^{90}Sr 、 γ 谱分析	宿城乡

表 3.1-1（3/4） 田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查方案

序号	调查对象		采样(监测)频度	采样(监测)点位	全年采样数	全年分析样品数	分析项目	采样(监测)地点
		水果	年	3	2	2	^{90}Sr 、 γ 谱分析	核电站南门、朝阳和青口镇
			年	1	1	1	^{14}C	宿城乡
		茶叶	半年	1	2	2	^{90}Sr 、 γ 谱分析	宿城乡
		牛奶	半年	1	2	2	^{131}I 、 γ 谱分析	宿城乡
		松针	半年	1	2	2	^{14}C 、 ^{90}Sr 、有机氟、 γ 谱分析	宿城乡
		家禽	半年	2	4	4	^{90}Sr 、 γ 谱分析	板桥镇和青口镇
			半年	1	2	2	^{14}C	板桥镇
		家畜	半年	2	4	4	^{90}Sr 、 γ 谱分析	板桥镇和青口镇
		淡水鱼	半年	3	6	6	^{90}Sr 、 γ 谱分析	朝阳、新浦和青口镇
6	受纳水体	海水	半年	10	20	20	^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连岛浴场、水岛、取水口附近、高公岛乡以南海域、安全排放口、循环排放口、3,4 机组排循环放口附近、丁港、刘圩、青口闸
			半年	2	4	4	^{14}C	丁港、高公岛乡
		沉积物	半年	10	20	20	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连岛浴场、水岛、取水口附近、高公岛乡以南海域、安全排放口、循环排放口、3,4 机组排循环放口附近、丁港、刘圩、青口闸
		藻类	年	3	3	3	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	西连岛、高公岛乡和青口镇

表 3.1-1（4/4） 田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查方案

序号	调查对象	采样(监测)频度	采样(监测)点位	全年采样数	全年分析样品数	分析项目	采样(监测)地点
	贝类	半年	4	4	4	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连云港、西连岛、高公岛乡和青口镇
	甲壳类	半年	4	4	4	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连云港、西连岛、高公岛乡和青口镇
		半年	1	2	2	^{14}C	高公岛乡
	软体类	半年	4	4	4	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连云港、西连岛、高公岛乡和青口镇
		半年	1	2	2	^{14}C	高公岛乡
	鱼类	半年	4	4	4	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 谱	连云港、西连岛、高公岛乡和青口镇
		半年	1	2	2	^{14}C	高公岛乡
	牡蛎	半年	1	2	2	^{14}C 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、有机氟、 γ 谱	小丁港

注：1) 同时给出贯穿辐射剂量率及扣除仪器对宇宙射线响应的环境 γ 剂量率。

2) 对单独提出 ^{137}Cs 测量要求的项目，若 γ 谱不能给出介质中 ^{137}Cs 的活度浓度，采用放化方法进行了分析。

3) γ 谱分析至少包括： ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等人工核素，另外：

◆ 对空气增加 ^7Be ；

◆ 土壤、沉积物、生物类介质增加 ^{40}K 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U ；

◆ 对地表水、饮用水、地下水、海水增加 ^{59}Fe ；

◆ 对受纳水体介质增加 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru 。

4) 表中分析样品的个数不含质样的分析，质保样具体情况详见《田湾核电站 3、4 号机组首次装料前辐射环境现状调查质量保证总结报告》。

表 3.1-2 采用的仪器及测量方法依据

序号	监测项目	仪器设备	测量方法依据
1	环境 γ 辐射瞬时剂量率	RSS131 高气压电离室 YB-IV 型高气压电离室	GB/T14583-1993 《环境地表原野贯穿辐射剂量率测定规范》 GB12379-1990 《环境核辐射监测规定》 EJ/T379-1989 《环境贯穿辐射监测一般规定》
2	累积剂量	RGD-3 型热释光剂量仪	GB8998-1988 《环境热释光剂量计及其使用方法》 GB10246-1988 《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》
3	总 α	BH1227 α/β 测量仪 MPC-9604 α/β 测量仪	EJ/T1075-1998 《水中总 α 放射性浓度的测量 厚源法》
4	总 β		EJ/T 900-1994 《水中总 β 放射性测定 蒸发法》
5	生物灰 ^{90}Sr		GB 11222.1-1989 《生物样品灰中锶-90 放射化学分析方法 二—（2-乙基己基）磷酸萃取色层法》
6	水中 ^{90}Sr		GB 6766-1986 《水中锶-90 放射化学分析方法 二—（2-乙基己基）磷酸萃取色层法》
7	土壤、沉积物 ^{90}Sr		EJ/T 1035-2011 《土壤中锶-90 的分析方法》
8	水中 γ 核素	BE6530 HPGe γ 谱仪 GEM35P483HPGe γ 谱仪 GMS60S 反康 γ 谱仪	GB/T 16140-1995 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB 11713-1989 《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
9	土壤、沉积物、气溶胶、沉降物		GB 11743-1989 《土壤中放射性核素 γ 能谱测定》 GB/T 16145-1995 《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
10	生物灰 γ 核素		GB/T 16145-1995 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB 11713-1989 《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
11	^3H (HTO)	QUANTULUS1220 低水平液闪谱仪	GB 12375-1990 《水中氚的分析方法》
12	空气中 ^{14}C		EJ/T 1008-1996 《空气中 ^{14}C 的取样与测定方法》
13	水中、空气中 ^3H		GB/T 12375-1990 《水中氚的分析方法》

表 3.1-3(1/2) γ 谱仪分析测量参数测量仪器：HPGe γ 谱仪 相对效率：38% 样品几何尺寸： $\Phi 70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 测量时间：8000s

环境介质	核素	能量 (keV)	发射几率	本底计数	探测效率	最小探测限	最小探测限单位	样品量
土壤	^{238}U	92.6	0.0516	1881	4.00E-02	4.72E+00	Bq/kg	0.24kg
	^{232}Th	911.1	0.277	558	1.20E-02	1.60E+00		
	^{226}Ra	351.2	0.389	1969	2.60E-02	9.86E-01		
	^{40}K	1460.8	0.107	1409	9.70E-03	8.13E+00		
	^{137}Cs	661.7	0.8521	319	2.00E-02	2.36E-01		
	^{134}Cs	795.8	0.854	171	1.40E-02	2.46E-01		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	210	1.26E-02	2.59E-01		
	^{58}Co	810.7	0.9945	121	1.21E-02	2.05E-01		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	375	1.10E-02	3.96E-01		
生物灰	^{137}Cs	661.7	0.8521	118	1.99E-02	2.88E-01	Bq/kg 灰	0.12kg
	^{134}Cs	604.7	0.976	97	2.07E-02	2.19E-01		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	92	1.75E-02	2.46E-01		
	^{58}Co	810.7	0.9945	121	1.67E-02	2.57E-01		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	67	1.28E-02	2.88E-01		
降水	^{137}Cs	661.7	0.8521	118	1.99E-02	6.91E-04	Bq/L	0.15kg 原始水样 50L
	^{134}Cs	604.7	0.976	97	2.07E-02	5.26E-04		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	92	1.75E-02	5.91E-04		
	^{58}Co	810.7	0.9945	90	1.67E-02	6.16E-04		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	67	1.28E-02	6.91E-04		
海水	^{137}Cs	661.7	0.8521	118	2.14E-02	6.43E-04	Bq/L	0.10kg 原始水样 50L
	^{134}Cs	604.7	0.976	97	2.23E-02	4.88E-04		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	92	1.89E-02	5.48E-04		

表 3.1-3(2/2) γ 谱仪分析测量参数测量仪器：HPGe γ 谱仪 相对效率：38% 样品几何尺寸： $\Phi 70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 测量时间：8000s

环境介质	核素	能量 (keV)	发射几率	本底计数	探测效率	最小探测限	最小探测限单位	样品量
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	657.7	0.944	91	2.14E-02	5.09E-04		
	^{58}Co	810.7	0.9945	92	1.84E-02	5.65E-04		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	67	1.41E-02	6.27E-04		
淡水	^{137}Cs	661.7	0.8521	118	1.99E-02	6.91E-04	Bq/L	0.18kg 原始水样 50L
	^{134}Cs	604.7	0.976	97	2.06E-02	5.28E-04		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	92	1.80E-02	5.75E-04		
	^{58}Co	810.7	0.9945	92	1.75E-02	5.95E-04		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	67	1.42E-02	6.23E-04		
气溶胶	^7Be	477.6	0.1052	329	2.66E-02	3.50E-05	Bq/m ³	10000m ³
	^{137}Cs	661.7	0.8521	168	2.12E-02	3.87E-06		
	^{134}Cs	604.7	0.976	240	2.28E-02	3.75E-06		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	138	1.71E-02	3.71E-06		
	^{58}Co	810.7	0.9945	92	1.67E-02	3.11E-06		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	69	1.21E-02	3.71E-06		
沉降物	^7Be	477.6	0.1052	117	2.24E-02	1.10E-02	Bq/m ² ·月	取样时间：90 天 取样面积：0.25m ²
	^{137}Cs	661.7	0.8521	125	1.98E-02	1.59E-03		
	^{134}Cs	604.7	0.976	264	2.06E-02	1.94E-03		
	^{58}Co	810.7	0.9945	210	1.95E-02	1.79E-03		
	^{60}Co	1173.2	0.9987	193	1.28E-02	2.61E-03		
	^{54}Mn	834.8	0.9998	120	1.75E-02	1.50E-03		

表 3.1-4 放化分析测量参数

分析项目	环境介质	样品 采集量	本底(cpm)	测量时间(min)	探测效率(%)	化学回收率(%)	探测下限
总 α	气溶胶	1000m ³	0.79	3600	3	100	22 μ Bq/m ³
	水	2L	0.028	1200	2	100	15mBq/L
总 β	气溶胶	1000m ³	0.79	3600	35	100	11 μ Bq/m ³
	沉降物	90 天 0.25m ²	0.79	600	28	100	15mBq/m ² ·月
	水	2L	1.30	1200	27	100	9.4mBq/L
⁹⁰ Sr	水	50L	0.79	3600	55	80	0.16mBq/L
	生物灰	15g	0.79	3600	55	80	0.80mBq/g 灰
	土壤	50g	0.79	3600	55	80	0.20Bq/kg
³ H	空气	250ml	0.91	300	26	100	0.20Bq/L(水样)
	水	250ml	0.91	300	26	100	0.20Bq/L
	生物中氚	500g	0.91	300	26	100	30mBq/g · 鲜样
¹⁴ C	空气	2.5m ³	2.5	600	60	100	3.0mBq/m ³
	水	50L	2.5	300	60	100	5.0mBq/L(7.7mq/g · C)
	生物	500g	2.5	300	60	100	5.0mBq/ g · 鲜样

表 3.1-5(1/4) 原野 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.05	2015.08	2015.11	2016.3		
柳河	T1	NNE	1.7	34°41'59.26"	119°28'17.03"	62.5	64.2	60.0	53.2	53.2~64.2	60±4.9
城港紫菜	T2	WSW	1.4	34°41'12.3"	119°26'41.4"	65.9	62.4	64.2	58.9	58.9~65.9	62.9±3
黄窝	T4	N	3.4	34°43'03.00"	119°28'33.24"	70.1	70.5	87.4	77.6	70.1~87.4	76.4±8.1
磨刀塘	T5	NNE	4.5	34°43'38.6"	119°28'10.4"	77.2	65.2	62.1	73.7	62.1~77.2	69.5±7.1
南山湾	T7	WSW	1.6	34°41'04.34"	119°26'32.99"	61.9	62.2	55.2	58.7	55.2~62.2	59.5±3.3
羊山岛	T8	NE	2.5	34°42'01.2"	119°29'15.8"	65.1	67.5	69.9	55.2	55.2~69.9	64.4±6.5
杨圩	T9	SW	2.2	34°40'24.3"	119°26'51.7"	61.0	60.5	50.8	61.9	50.8~61.9	58.6±5.2
板桥镇	T10	SW	4.5	34°39'43.84"	119°24'58.48"	51.7	60.3	53.0	47.0	47.0~60.3	53±5.5
留云岭	T13	WNW	4.4	34°42'11.94"	119°24'48.32"	68.4	63.3	71.3	56.0	56~71.3	64.8±6.7
宿城	T14	WNW	3.4	34°42'04.2"	119°26'01.6"	62.4	64.8	58.2	49.5	49.5~64.8	58.7±6.7
苹果园公寓	T17	NW	2.5	34°42'18.9"	119°26'48.3"	46.1	56.7	44.3	42.6	42.6~56.7	47.4±6.3
台南社区	T18	W	3.4	34°41'45.05"	119°25'55.47"	58.0	53.5	53.9	45.3	45.3~58	52.7±5.3
烧香河大桥	T20	SW	3.1	34°39'20.8"	119°27'11.41"	55.5	53.1	47.7	50.9	47.7~55.5	51.8±3.3
板桥镇污水处理厂	T21	SSW	3.3	34°39'00.62"	119°27'24.27"	57.6	53.8	49.8	50.7	49.8~57.6	53±3.5
陈圩社区	T24	WSW	4.2	34°40'09.38"	119°25'17.18"	60.1	60.6	56.9	58.5	56.9~60.6	59±1.7
小东庵	T26	NNW	3.7	34°42'43.2"	119°25'44.3"	66.9	65.1	58.7	48.5	48.5~66.9	59.8±8.3
台南盐场	T27	SW	6.3	34°42'12.31"	119°25'49.37"	70.7	71.0	65.4	60.0	60.0~71	66.8±5.2
云门寺	T28	WSW	5.7	34°40'31.52"	119°24'26.15"	55.8	56.5	52.2	46.2	46.2~56.5	52.7±4.7
朱麻	T29	WSW	9.4	34°38'21.18"	119°21'45.51"	66.9	64.9	63.6	57.2	57.2~66.9	63.2±4.2
远洋大厦	T33	NW	9.6	34°45'21.70"	119°22'39.70"	54.5	58.3	52.4	43.4	43.4~58.3	52.1±6.3
西连岛	T34	NE	9.5	34°44'55.59"	119°29'14.71"	53.4	56.3	50.5	51.3	50.5~56.3	52.9±2.6
东连岛	T35	NNE	8.16	34°46'04.46"	119°26'51.78"	55.5	56.0	49.0	60.9	49.0~56	55.3±4.9

表 3.1-5(2/4) 原野 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.05	2015.08	2015.11	2016.3		
隔村	T36	WSW	9.7	34°39'55.97"	119°21'35.95"	60.3	60.6	58.7	50.0	50.0~60.6	57.4±5
凤凰村	T37	WSW	9.5	34°37'59.91"	119°22'59.14"	63.5	67.3	56.1	50.8	50.8~67.3	59.4±7.4
专家一村	T38	NW	9.96	34°45'01.14"	119°22'27.56"	60.3	60.1	57.0	53.8	53.8~60.3	57.8±3.1
东辛农场一分场	T39	SSW	9.5	34°36'12.40"	119°24'31.29"	59.4	59.7	55.8	50.2	50.2~59.7	56.3±4.4
张跳村	T40	S	8.5	34°36'09.74"	119°27'14.24"	58.8	59.1	45.9	56.5	45.9~59.1	55.1±6.3
环境大楼	T41	W	10	34°41'28.20"	119°21'06.09"	61.0	64.9	51.8	58.7	51.8~64.9	59.1±5.5
石桥	T42	WSW	5.6	34°40'19.4"	119°24'41.3"	58.8	58.6	55.5	46.6	46.6~58.8	54.9±5.7
刘庄	T43	WNW	6.5	34°42'06.6"	119°22'56.7"	68.4	68.0	62.2	57.7	57.7~68.4	64.1±5.1
荷花街	T44	NNW	5.5	34°44'04.74"	119°26'23.68"	65.4	63.5	52.2	52.6	52.2~65.4	58.4±7
相圩	T45	SW	7.59	34°38'16.2"	119°23'58.2"	62.4	62.8	60.9	50.7	50.7~62.8	59.2±5.7
江庄	T46	S	6.5	34°41'08.86"	119°23'04.41"	56.8	60.3	53.4	46.6	46.6~60.3	54.3±5.8
山南管理社区	T47	SW	8.6	34°36'33.8"	119°24'43.2"	59.5	61.7	55.5	49.2	49.2~61.7	56.5±5.5
大金湾	T48	WNW	5.7	34°41'46.6"	119°23'58.4"	59.0	60.9	60.7	53.9	53.9~60.9	58.6±3.3
东方医院	T49	NNW	6.5	34°44'05.40"	119°24'46.31"	62.1	61.1	56.9	65.8	56.9~62.1	61.5±3.7
徐圩	T50	SSE	18	34°30'30.40"	119°32'26.48"	57.1	56.5	55.7	54.7	54.7~57.1	56±1
东辛集团	T51	SSW	17.3	34°32'41.18"	119°23'10.37"	62.7	61.6	54.8	46.7	46.7~62.7	56.4±7.4
奶牛公司	T52	SW	18.9	34°33'37.80"	119°19'20.71"	58.3	60.6	54.1	46.2	46.2~60.6	54.8±6.3
花果山	T53	SW	18.6	34°38'35.23"	119°14'34.76"	62.2	65.0	59.7	49.4	49.4~65	59.1±6.8
朝阳	T54	W	14.7	34°41'20.2"	119°17'57.9"	48.4	49.0	44.9	37.7	37.7~49	45±5.2
胜利村	T55	W	12.1	34°41'33.3"	119°19'24.5"	52.7	50.6	48.6	40.2	40.2~52.7	48±5.5
云台乡	T56	SW	15.5	34°35'47.2"	119°18'06.7"	49.2	54.1	48.7	48.7	48.7~54.1	50.2±2.6
海滨公园	T57	WNW	11.4	34°44'49.34"	119°22'11.46"	52.4	50.3	45.8	57.0	45.8~52.4	51.4±4.7
东山二大队	T58	SSE	19	34°30'52.4"	119°31'30.5"	58.8	55.8	55.9	58.7	55.8~58.8	57.3±1.7

表 3.1-5(3/4) 原野 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.05	2015.08	2015.11	2016.3		
渔湾村	T59	WSW	12.4	34°38'13.57"	119°20'37.03"	65.5	63.2	60.8	62.8	60.8~65.5	63.1±1.9
专家二村	T61	WNW	11.6	34°42'51.34"	119°21'02.33"	60.2	56.6	52.3	49.2	49.2~60.2	54.6±4.8
云台农场	T62	WSW	17	34°34'47.6"	119°16'17.0"	60.9	66.8	62.9	55.5	55.5~66.8	61.5±4.7
伊芦乡	T63	SSW	25	34°26'09.4"	119°19'02.3"	62.5	48.9	55.9	57.0	48.9~62.5	56.1±5.6
罗阳镇	T65	W	28	34°42'56.28"	119°06'08.29"	59.2	59.4	51.8	49.2	49.2~59.4	54.9±5.2
宋庄	T66	WNW	29	34°47'04.02"	119°07'05.28"	59.4	60.1	58.3	53.1	53.1~60.1	57.7±3.2
李巷	T67	WSW	28	34°36'57.82"	119°07'52.08"	54.7	56.8	55.3	53.0	53.0~56.8	54.9±1.6
圩丰镇	T68	SSE	26	34°27'32.63"	119°33'30.00"	56.5	55.9	49.6	53.8	49.6~55.9	54±3.1
四队	T69	S	24	34°25'36.48"	119°31'13.69"	58.0	55.7	53.9	56.8	53.9~58	56.1±1.8
新浦公园	T70	WSW	28.5	34°35'55.50"	119°10'04.30"	54.9	56.7	50.7	48.2	48.2~56.7	52.6±3.9
同兴	T71	S	27	34°25'19.09"	119°23'21.11"	59.4	51.4	53.8	54.4	51.4~59.4	54.7±3.4
东隰山村	T72	SSE	21	34°32'32.09"	119°32'03.26"	61.9	58.2	46.9	58.6	46.9~61.9	56.4±6.6
图河	T74	SSE	37.2	34°22'16.5"	119°35'33.9"	55.0	51.0	50.2	51.5	50.2~55	51.9±2.1
青口镇	T75	WNW	35.2	34°48'12.29"	119°05'03.77"	53.8	55.8	47.5	43.1	43.1~55.8	50.1±5.8
沙河	T76	W	48.8	34°43'53.7"	118°55'47.3"	46.1	53.7	42.8	46.9	42.8~53.7	47.4±4.6
龙苴	T77	SW	49.4	34°20'56.2"	119°06'32.7"	59.8	59.2	45.8	52.5	45.8~59.8	54.3±6.6
柘汪	T78	NNW	48	35°04'30.2"	119°13'34.0"	55.4	56.4	46.4	43.1	43.1~56.4	50.3±6.6
海头	T79	NW	37.1	34°54'50.6"	119°09'41.7"	53.8	58.3	52.6	52.0	52.0~58.3	54.2±2.9
新坝	T80	SW	33.8	34°28'20.0"	119°13'25.4"	55.8	55.1	52.8	54.6	52.8~55.8	54.6±1.3
核电南门	T82	SSW	0.94	34°40'47.31"	119°27'08.23"	56.1	59.6	58.7	47.6	47.6~59.6	55.5±5.5
厂区一	T84	E	0.7	34°41'04.66"	119°27'36.99"	61.7	61.5	60.6	68.7	60.6~61.7	63.1±3.7
厂区二	T85	E	0.8	34°40'58.66"	119°27'47.72"	61.7	65.5	62.1	68.9	61.7~65.5	64.5±3.4

表 3.1-5(4/4) 原野 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位 编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.05	2015.08	2015.11	2016.3		
办公大楼	T89	SW	0.6	34°40′57.96″	119°27′22.15″	65.9	78.2	69.2	62.1	62.1~78.2	68.9±6.9
会展中心	T90	N	0.5	34°40′55.39″	119°27′44.84″	53.9	56.8	50.6	46.5	46.5~56.8	51.9±4.4

表 3.1-6(1/2) 道路 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.0 5	2015.08	2015.11	2016.3		
东崖屋村	T3	NW	1.7	34°41'47.70"	119°26'19.15	57.1	53.5	50.8	53.7	50.8~57.1	53.8±2.6
高公岛乡	T6	NNE	2.3	34°42'14.1"	119°28'51.7"	68.1	68.7	62.9	65.4	62.9~68.7	66.3±2.7
港校	T11	W	2.1	34°41'23.27"	119°26'10.06	68.5	63.4	62.1	55.3	55.3~68.5	62.3±5.4
蟹琪沟	T12	W	4.1	34°41'20.3"	119°25'02.1"	65.4	64.4	60.7	63.6	60.7~65.4	63.5±2
夏庄	T15	NW	2.5	34°42'06.36"	119°26'02.15"	71.7	69.8	64.2	61.7	61.7~71.7	66.9±4.7
大竹园	T16	NW	2.5	34°42'18.9"	119°26'48.3"	72.8	70.6	63.3	75.6	63.3~75.6	70.6±5.3
板跳	T19	SW	2	34°40'34.0"	119°26'57.6"	64.2	60.1	60.8	66.3	60.1~66.3	62.9±2.9
丰益盐化 产业园	T22	S	4.1	34°38'01.82"	119°27'19.57"	61.8	61.0	60.8	61.7	60.8~61.8	61.3±0.5
烧香河闸	T23	SSE	3.6	34°40'06.50"	119°27'35.78"	55.2	60.9	57.4	58.7	55.2~60.9	58.1±2.4
顾圩	T25	SW	3.7	34°39'37.21"	119°25'22.81"	70.3	70.7	62.8	62.3	62.3~70.7	66.5±4.6
中云	T30	W	9	34°40'41.63"	119°21'44.79"	59.2	65.8	50.2	55.7	50.2~65.8	57.7±6.5
云山乡	T31	WNW	8.6	34°42'15.53"	119°22'07.67"	50.4	53.5	45.9	47.7	45.9~53.5	49.4±3.3
陶庵	T32	WNW	7.5	34°44'10.71"	119°25'09.96"	51.5	59.2	54.0	66.4	51.5~66.4	57.8±6.6
西四别墅	T60	NW	14	34°45'31.05"	119°20'50.38"	63.9	60.5	47.4	51.7	47.4~63.9	55.9±7.6
板浦镇	T64	SW	27	34°29'15.20"	119°15'12.58"	34.5	33.9	41.4	51.6	33.9~51.6	40.3±8.2

表 3.1-6(2/2) 道路 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		测量结果				测量值范围	均值及标准 偏差
				N	E	2015.05	2015.08	2015.11	2016.3		
灌西盐场	T73	ESE	38	34°27'48.07"	119°43'52.87"	30.6	23.7	30.9	31.8	23.7~31.8	29.2±3.7
核电西门	T81	WNW	0.7	34°41'18.16"	119°27'09.19"	62.8	60.0	63.2	64.7	60~64.7	62.7±1.9
厂前区	T83	S	0.6	34°40'51.94"	119°27'22.04"	64.6	67.2	62.7	65.4	62.7~67.2	65±1.9
厂区三	T86	/	/	34°41'18.50"	119°27'30.50"	72.5	72.1	68.3	65.2	65.2~72.5	69.5±3.5
厂区四	T87	/	/	34°41'10.80"	119°27'25.72"	51.1	62.2	54.7	59.9	51.1~62.2	57±5
核电北门	T88	NNE	0.6	34°41'32.33"	119°28'08.79"	77.1	67.5	70.4	66.1	66.1~77.1	70.3±4.9

表 3.1-7 2018 年田湾核电站 γ 辐射剂量率连续监测结果单位： $\mu\text{Gy/h}$

月份	05UCJ	02UCJ	03UCJ	06UCJ	04UCJ
1 月	0.084	0.088	0.082	0.089	0.091
2 月	0.085	0.087	0.082	0.089	0.094
3 月	0.085	0.088	0.084	0.089	0.094
4 月	0.085	0.088	0.084	0.090	0.095
5 月	0.085	0.088	0.085	0.090	0.095
6 月	0.086	0.088	0.085	0.090	0.096
7 月	0.084	0.087	0.084	0.089	0.094
8 月	0.083	0.087	0.084	0.088	0.093
9 月	0.083	0.087	0.084	0.089	0.094
10 月	0.083	0.087	0.083	0.089	0.095
11 月	0.084	0.087	0.083	0.089	0.094
12 月	0.084	0.088	0.083	0.089	0.093
平均值	0.084	0.088	0.084	0.089	0.094

表 3.1-8(1/2) 原野 γ 辐射累积剂量（按小时平均）测量结果

单位：nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		2015.5~ 2015.8	2015.8~ 2015.12	2015.12~ 2016.3	2016.3 ~2016.6	均值及标准偏差
				N	E					
柳河	T1	NNE	1.7	34°41'59.26"	119°28'17.03"	77.3	91.8	76.9	75.5	80.4±7.6
城港紫菜	T2	WSW	1.4	34°41'12.3"	119°26'41.4"	94.2	109.1	89.6	67.1	90.0±17.4
黄窝	T4	N	3.4	34°43'03.00"	119°28'33.24"	80.1	98.8	99.3	100.8	94.7±9.8
磨刀塘	T5	NNE	4.5	34°43'38.6"	119°28'10.4"	93.1	113.5	98.0	89.3	98.5±10.7
南山湾	T7	WSW	1.6	34°41'04.34"	119°26'32.99"	86.7	94.7	88.1	93.2	90.7±3.8
杨圩	T9	SW	2.2	34°40'24.3"	119°26'51.7"	75.9	85.1	104.0	71.5	84.1±14.4
板桥镇	T10	SW	4.5	34°39'43.84"	119°24'58.48"	80.2	86.8	121.9	76.1	91.3±20.9
宿城	T14	WNW	3.4	34°42'04.2"	119°26'01.6"	80.2	89.1	92.4	-	87.2±6.3
苹果园公寓	T17	W	3.4	34°41'45.05"	119°25'55.47"	80.1	84.3	74.5	77.4	79.1±4.2
台南社区	T18	SW	5	34°38'34.0"	119°25'24.1"	73.6	87.7	85.7	76.4	80.9±6.9
陈圩社区	T24	WSW	4.2	34°40'09.38"	119°25'17.18"	80.6	99.9	69.5	81.3	82.8±12.6
台南盐场	T27	SW	6.3	34°42'12.31"	119°25'49.37"	86.1	104.6	80.4	82.3	88.4±11.1
云门寺	T28	WSW	5.7	34°40'31.52"	119°24'26.15"	70.8	72.4	66.8	67.3	69.3±2.7
朱麻	T29	WSW	9.4	34°38'21.18"	119°21'45.51"	77.3	94.2	79.6	74.8	81.5±8.7
远洋大厦	T33	NW	9.6	34°45'21.70"	119°22'39.70"	72.7	89.4	88.0	68.5	79.6±10.6
东连岛	T34	NE	9.5	34°44'55.59"	119°29'14.71"	70.9	81.5	86.5	71.2	77.5±7.7
西连岛	T35	NNE	8.16	34°46'04.46"	119°26'51.78"	72.5	90.4	90.7	79.0	83.2±9
隔村	T36	WSW	9.7	34°39'55.97"	119°21'35.95"	74.4	91.4	81.2	72.9	80.0±8.4
凤凰村	T37	WSW	9.5	34°37'59.91"	119°22'59.14"	-	89.2	73.4	72.9	78.5±9.2
专家一村	T38	NW	9.96	34°45'01.14"	119°22'27.56"	77.4	88.6	81.5	72.5	80.0±6.8
环境大楼	T41	W	10	34°41'28.20"	119°21'06.09"	84.2	96.5	81.7	86.6	87.3±6.5
石桥	T42	WSW	5.6	34°40'19.4"	119°24'41.3"	65.5	80.2	84.4	-	76.7±9.9
刘庄	T43	WNW	6.5	34°42'06.6"	119°22'56.7"	86.0	101.3	85.3	84.6	89.3±8
相圩	T45	SW	7.59	34°38'16.2"	119°23'58.2"	67.6	84.8	90.0	87.0	82.3±10.1
江庄	T46	S	6.5	34°41'08.86"	119°23'04.41"	74.1	87.3	76.1	71.7	77.3±6.9
山南管理社区	T47	SW	8.6	34°36'33.8"	119°24'43.2"	62.3	-	-	75.7	69.0±9.5

表 3.1-8(2/2) 原野 γ 辐射累积剂量（按小时平均）测量结果

单位：nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离 km	坐标		2015.5~ 2015.8	2015.8~ 2015.12	2015.12~ 2016.3	2016.3 ~2016.6	均值及标准偏差
				N	E					
大金湾	T48	WNW	5.7	34°41'46.6"	119°23'58.4"	58.7	86.5	-	64.3	69.8±14.7
徐圩	T50	SSE	18	34°30'30.40"	119°32'26.48"	78.5	86.1	96.6	70.3	82.8±11.2
东辛集团	T51	SSW	17.3	34°32'41.18"	119°23'10.37"	70.8	102.5	139.4	71.7	96.1±32.4
奶牛公司	T52	SW	18.9	34°33'37.80"	119°19'20.71"	80.2	101.2	88.7	79.4	87.4±10.1
花果山	T53	SW	18.6	34°38'35.23"	119°14'34.76"	70.2	94.0	89.6	73.0	81.7±11.9
朝阳	T54	W	14.7	34°41'20.2"	119°17'57.9"	72.4	74.9	69.6	73.1	72.5±2.2
云台乡	T56	SW	15.5	34°35'47.2"	119°18'06.7"	84.3	80.6	74.6	96.8	84.1±9.4
海滨公园	T57	WNW	11.4	34°44'49.34"	119°22'11.46"	70.8	80.9	88.5	78.5	79.7±7.3
东山二队	T58	SSE	19	34°30'52.4"	119°31'30.5"	-	103.5	88.1	74.0	88.6±14.8
渔湾村	T59	WSW	12.4	34°38'13.57"	119°20'37.03"	80.5	95.5	97.6	80.9	88.6±9.2
专家二村	T61	WNW	11.6	34°42'51.34"	119°21'02.33"	80.1	-	81.4	84.8	82.1±2.4
云台农场	T62	WSW	17	34°34'47.6"	119°16'17.0"	74.2	-	-	64.4	69.3±6.9
罗阳镇	T65	W	28	34°42'56.28"	119°06'08.29"	74.1	91.2	93.9	76.2	83.9±10.1
宋庄	T66	WNW	29	34°47'04.02"	119°07'05.28"	77.3	95.2	84.3	70.4	81.8±10.6
李巷	T67	WSW	28	34°36'57.82"	119°07'52.08"	66.2	80.6	86.9	75.7	77.3±8.7
四队	T69	S	24	34°25'36.48"	119°31'13.69"	70.3	87.8	-	65.1	74.4±11.9
新浦公园	T70	WSW	28.5	34°35'55.50"	119°10'04.30"	72.1	93.0	90.0	75.3	82.6±10.4
同兴	T71	S	27	34°25'19.09"	119°23'21.11"	70.8	85.0	74.7	73.8	76.1±6.2
青口	T75	WNW	35.2	34°48'12.29"	119°05'03.77"	69.4	91.5	87.8	81.3	82.5±9.7
柘汪	T78	NNW	48	35°04'30.2"	119°13'34.0"	71.5	103.1	82.2	74.0	82.7±14.3
海头	T79	NW	37.1	34°54'50.6"	119°09'41.7"	66.9	78.7	75.7	71.8	73.3±5.1
核电南门	T82	SSW	0.94	34°40'47.31"	119°27'08.23"	77.0	-	-	92.8	84.9±11.2
厂区一	T84	E	0.7	34°41'04.66"	119°27'36.99"	76.3	92.7	76.8	73.1	79.7±8.8
厂区二	T85	E	0.8	34°40'58.66"	119°27'47.72"	79.8	95.5	99.9	74.5	87.4±12.2
办公大楼	T89	SW	0.6	34°40'57.96"	119°27'22.15"	91.2	101.9	72.0	114.8	95.0±18.1
会展中心	T90	N	0.5	34°40'55.39"	119°27'44.84"	73.0	89.8	94.6	74.7	83.0±10.8

注：“—”表示剂量片丢失无测量数据。

表 3.1-9 道路 γ 辐射累积剂量（按小时平均）测量结果

单位：nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）

点位名称	点位编号	方位	距离	坐标		2015.5~ 2015.8	2015.8 ~2015.12	2015.12~ 2016.3	2016.3 ~2016.6	均值及标准偏差
			km	N	E					
东崖屋村道路	T3	NW	1.7	34°41'47.70"	119°26'19.15	77.3	86.3	79.1	70.2	78.2±6.6
高公岛乡	T6	NNE	2.3	34°42'14.1"	119°28'51.7"	78.8	106.9	78.8	81.0	86.4±13.7
港校	T11	W	2.1	34°41'23.27"	119°26'10.06	92.5	109.8	116.7	92.3	102.8±12.3
蟹琪沟	T12	W	4.1	34°41'20.3"	119°25'02.1"	78.6	86.2	-	60.2	75.0±13.4
夏庄	T15	NW	2.5	34°42'06.36"	119°26'02.15"	87.6	94.5	78.2	80.9	85.3±7.3
板跳	T19	SW	2	34°40'34.0"	119°26'57.6"	84.0	90.2	83.7	95.4	88.3±5.6
烧香闸	T23	SSE	3.6	34°40'06.50"	119°27'35.78"	74.1	88.5	84.8	74.0	80.4±7.4
顾圩	T25	SW	3.7	34°39'37.21"	119°25'22.81"	80.3	107.9	103.6	94.3	96.5±12.2
中云	T30	W	9	34°40'41.63"	119°21'44.79"	72.4	89.7	83.8	70.0	79±9.3
云山乡	T31	WNW	8.6	34°42'15.53"	119°22'07.67"	80.0	84.3	74.1	90.7	82.3±7.0
陶庵	T32	WNW	7.5	34°44'10.71"	119°25'09.96"	84.1	83.5	107.7	87.4	90.7±11.5
西墅别墅	T60	NW	14	34°45'31.05"	119°20'50.38"	-	83.4	74.6	78.2	78.8±4.4
板浦镇	T64	SW	27	34°29'15.20"	119°15'12.58"	70.7	77.9	77.0	72.5	74.5±3.4
核电西门	T81	WNW	0.7	34°41'18.16"	119°27'09.19"	78.0	90.0	99.9	-	89.3±11
厂前区	T83	S	0.6	34°40'51.94"	119°27'22.04"	67.2	-	80.5	85.8	77.8±9.6
厂区三	T86	/	/	34°41'18.50"	119°27'30.50"	88.7	99.7	92.2	85.2	91.4±6.2
厂区四	T87	/	/	34°41'10.80"	119°27'25.72"	104.2	-	-	85.4	94.8±13.3
核电北门	T88	NNE	0.6	34°41'32.33"	119°28'08.79"	88.9	97.8	94.8	-	93.8±4.5

注：“—”表示剂量片丢失无测量数据。

表 3.1-10 作业文件及名称

序号	作业文件编号	作业文件名称
1	FSJC·ZY03	环境贯穿辐射剂量测定规程
2	FSJC·ZY07	环境地表 γ 辐射剂量率测定操作规程
3	FSJC·ZY08	环境介质样品的采集和预处理操作规程
4	FSJC·ZY09	土壤、生物样品总 α 、总 β 分析测定规程
5	FSJC·ZY10	土壤中 ^{90}Sr 的分析操作规程
6	FSJC·ZY11	气溶胶中 ^{90}Sr 放化分析操作规程
7	FSJC·ZY12	水中 ^{131}I 、 ^{125}I 分析方法操作规程
8	FSJC·ZY13	环境水中氚的分析测量操作规程
9	FSJC·ZY15	水中总 α 、总 β 分析测定操作规程
10	FSJC·ZY17	水中 ^{90}Sr 放化分析方法操作规程
11	FSJC·ZY21	沉降物中 ^{90}Sr 分析测定规程
12	FSJC·ZY22	沉降物中总 α 、总 β 分析测定规程
13	FSJC·ZY23	气溶胶中总 α 、总 β 分析测定规程
14	FSJC·ZY24	生物样品（陆地海洋）中 ^{90}Sr 的放化分析规程
15	FSJC·ZY25	牛奶中 ^{131}I 、 ^{125}I 的分析方法操作规程
16	FSJC·ZY27	植物中 ^{131}I 、 ^{125}I 的分析方法操作规程
17	FSJC·ZY28	低本底 HpGe γ 谱仪样品分析测定操作规程
18	FSJC·ZY36	空气中 ^{14}C 的分析测量操作规程
19	FSJC·ZY37	有机氚的分析测定
20	FSJC·ZY40	标准物质使用和标准溶液配制作业指导书
21	FSJC·ZY41	化学试剂检查、验证作业指导书

表 3.1-11 主要仪器设备列表

名称	厂家	型号	检定周期（月）	证书编号	检定单位
高气压电离室	美国GE公司	RSS-131	12	GFJGJL1005140000697	国防科技工业一级计量站
热释光测量仪	放化研究院	RGD-3A	12	JZ-D07-140423D001	
四路低本底α/β测量仪	中核核仪器厂	BH1227	24	DYhd2014-0745	中国计量科学研究院
超低本底α/β计数	Protean Instrument Corporation	MPC-9604	24	DYhd2014-0745	中国计量科学研究院
超低本底液闪谱仪	WALLAC	QUANTULUS 1220	24	GFJGJL1005140001326	国防科技工业一级计量站
高纯锗γ谱仪	美国ORTEC公司	BE6530	36	JD-A21-130506A201	
高纯锗γ谱仪	美国ORTEC公司	GEM35P4-83	36	JD-A21-130626A201	
电子天平	常熟市衡器厂	LP503	12	T14042302	中国原子能科学研究院计量室
电子天平	梅特勒	AE240	12	T14042303	

表 3.1-12 标准物质列表

标准物质名称	生产单位	定值日期	定值单位
^{137}Cs 点源	原子高科	2010/3/19	国防科技工业 一级计量站
^{60}Co 点源		2010/3/17	
^{133}Ba 点源		2010/3/19	
^{241}Am 粉末（总 α ）		2009/6	中国计量科学研究院
KCl粉末（总 β ）		2009/6	中国计量科学研究院
^{137}Cs 模拟土壤	国防科技工业 一级计量站	2010/7/12	国防科技工业 一级计量站
^{60}Co 模拟土壤		2010/7/12	
^{241}Am 模拟土壤		2010/7/12	
^{133}Ba 模拟土壤		2010/3/9	
^{137}Cs 点源/面源	原子高科	2012/6/7	
^{60}Co 点源	原子高科	2012/6/4	
^{241}Am 点源	原子高科	2012/6/6	
^{152}Eu 点源	原子高科	2012/6/6	
^{137}Cs 、 ^{60}Co 生物灰	IAEA	2010/3	
^{40}K 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 模拟土壤	国防科技工业 一级计量站	2013/8	

表 3.2-1 田湾核电站厂区电磁辐射监测点设置情况

编号	监测点名称	编号	监测点名称
1	厂界东	2	厂界南
3	厂界西	4	厂界北
5	1、2#机组厂区一号办公楼	6	1、2#机组厂区二号办公楼
7	1、2 号机组中心	8	3、4 号机组中心
9	5、6 号机组中心	10	拟建 7、8 号机组中心
11	华兴公司办公区	12	中建二局办公区
13	工程公司办公区	14	电建三办公区
15	二三公司办公区	16	华兴搅拌站
17	厂区移动通讯基站	/	/

表 3.2-2 田湾核电站开关站监测点设置

开关站名称	监测点设置	编号
220kV 辅助开关站、1~4 号机组 500kV 出线开关站	东、南、西、北围墙外 5m 处 监测工频电场、工频磁场强度 和射频电场强度。	18~21
5~8 号机 500kV 出线开关站		22~25

表 3.2-3 田湾核电站主变压器监测点编号一览表

监测点名称	1#主变 压器	2#主变 压器	3#主变 压器	4#主变 压器	5#主变 压器	6#主变 压器	拟建 7#变 压器	拟建 8#变 压器
监测点 编号	A1~A11	B1~B11	C1~C11	D1~D11	E1~E11	F1~F11	G1~G11	H1~H11

表 3.2-4 田湾核电站厂区外监测点设置情况

编号	名称	编号	名称	编号	名称
26	临海社区	27	胜利社区	28	云台社区
29	荷花社区	30	黄窝村	31	高公岛社区
32	羊山岛	33	柳河村	34	宝山村
35	大竹园村	36	东崖屋村	37	高庄村
38	留云岭村	39	夏庄居委会	40	黄崖村
41	云门寺村	42	程圩社区	43	跃进社区

表 3.2-5 田湾核电站厂区外变电站与通讯基站监测点设置情况

编号	名称	编号	名称	编号	名称
44	宿城 110kV 变电站东边界	45	宿城 110kV 变电站南边界	46	宿城 110kV 变电站西边界
47	宿城 110kV 变电站北边界	48	苹果园通讯基站	49	南山湾电信基站
50	南山湾移动基站	51	南山湾联通基站	52	宿城街道移动基站
53	宿城街道电信基站	54	宿城街道联通基站	55	船山通讯基站
56	上合组织（连云港物流园）基站	57	跃进村石料厂联通基站	58	程圩村通讯基站
59	石桥石面厂联通基站	60	云门寺通讯基站	61	羊山岛移动基站
62	羊山岛联通基站	63	高公岛电信基站	64	黄窝村移动基站
65	黄窝村电信基站	66	港口老街通讯基站	67	柳河村电信基站

表 3.2-6 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	PMM8053A（EHP50C）	PMM8053A（EP330）
频率响应	5Hz~100kHz	100kHz~3GHz
测量灵敏度/准确度	0.01V/m, 1nT	0.3V/m
计量标定标号	XDdj2018-3314	XDdj2018-3269
有效期	2019 年 8 月 8 日	2019 年 8 月 7 日

表 3.2-7 居民区环境辐射电平水平标注


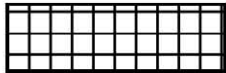



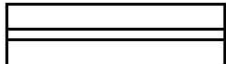
序号	种 类	射频电场强度（mV/m）
1		>300
2		200~300
3		130~200
4		80~130
5		50~80
6		<50

表 3.2-8 田湾核电站厂区内工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	经纬度	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
1	厂界东	34°41'14.19"N 119°27'48.64"E	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	0.499	0.038
2	厂界南	34°40'59.26"N 119°26'56.87"E	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	6.611	0.098
3	厂界西	34°41'35.27"N 119°26'20.15"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	13.468	0.063
4	厂界北	34°41'36.96"N 119°27'3.55"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.287	0.040
5	1、2#机组厂区一号办 公楼	34°41'1.99"N 119°27'0.52"E	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	10.512	0.067
6	1、2#机组厂区二号办 公楼	34°41'4.54"N 119°27'30.71"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.544	0.091
7	1、2 号机组中心	34°41'13.97"N 119°27'35.09"E	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	0.750	0.050
8	3、4 号机组中心	34°41'20.62"N 119°27'22.01"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.568	0.044
9	5、6 号机组中心	34°41'24.87"N 119°27'4.93"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.164	0.052
10	拟建 7、8 号机组中心	34°41'36.75"N 119°26'55.32"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.660	0.039
11	华兴公司办公区	34°41'11.88"N 119°26'55.34"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.113	0.039
12	中建二局办公区	34°41'19.1"N 119°26'48.65"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.908	0.038
13	工程公司办公区	34°41'22.2"N 119°26'44.23"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.029	0.050
14	电建三办公区	34°41'21.92"N 119°26'35.08"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.697	0.039
15	二三公司办公区	34°41'26.89"N 119°26'35.06"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.267	0.040
16	华兴搅拌站	34°41'41.02"N 119°27'57.53"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.193	0.039

表 3.2-9 田湾核电站厂区内射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
1	厂界东	34°41'14.19"N, 119°27'48.64"E	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	0.58
2	厂界南	34°40'59.26"N, 119°26'56.87"E	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	0.47
3	厂界西	34°41'35.27"N, 119°26'20.15"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.62
4	厂界北	34°41'36.96"N, 119°27'3.55"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.32
5	1、2#机组厂区一号办公楼	34°41'1.99"N, 119°27'0.52"E	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	0.37
6	1、2#机组厂区二号办公楼	34°41'4.54"N, 119°27'30.71"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.51
7	1、2 号机组中心	34°41'13.97"N, 119°27'35.09"E	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	0.42
8	3、4 号机组中心	34°41'20.62"N, 119°27'22.01"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.45
9	5、6 号机组中心	34°41'24.87"N, 119°27'4.93"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.33
10	拟建 7、8 号机组中心	34°41'36.75"N, 119°26'55.32"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.27
11	华兴公司办公区	34°41'11.88"N, 119°26'55.34"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.62
12	中建二局办公区	34°41'19.1"N, 119°26'48.65"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.57
13	工程公司办公区	34°41'22.2"N, 119°26'44.23"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.51
14	电建三办公区	34°41'21.92"N, 119°26'35.08"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.50
15	二三公司办公区	34°41'26.89"N, 119°26'35.06"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.57
16	华兴搅拌站	34°41'41.02"N, 119°27'57.53"E	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.44
17	厂区移动通讯基站	34°40'56.63"N, 119.27°27'22.06"E	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	1.33

表 3.2-10 田湾核电站开关站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	经纬度	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
18	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出 线开关站东围墙外 5m	34°41'7.79"N 119°27'24.64"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	34.310	0.320
19	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出 线开关站南围墙外 5m	34°41'7.52"N 119°27'18.75"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1428.52	1.819
20	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出 线开关站西围墙外 5m	34°41'12.75"N 119°27'15.5"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	29.057	0.197
21	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出 线开关站北围墙外 5m	34°41'11.42"N 119°27'21.88"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.970	0.267
22	5~8 号机组 500kV 出 线开关站东围墙外 5m	34°41'18.9"N 119°26'58.58"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.020	0.040
23	5~8 号机组 500kV 出 线开关站南围墙外 5m	34°41'18.89"N 119°26'54.64"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.660	0.050
24	5~8 号机组 500kV 出 线开关站西围墙外 5m	34°41'22.16"N 119°26'53.02"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.773	0.042
25	5~8 号机组 500kV 出 线开关站北围墙外 5m	34°41'21.85"N 119°26'56.36"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.225	0.041

表 3.2-11 田湾核电站开关站射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
18	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出线 开关站东围墙外 5m	34°41'7.79"N, 119°27'24.64"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.40
19	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出线 开关站南围墙外 5m	34°41'7.52"N, 119°27'18.75"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.46
20	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出线 开关站西围墙外 5m	34°41'12.75"N, 119°27'15.5"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.54
21	220kV 辅助开关站、 1~4 号机组 500kV 出线 开关站北围墙外 5m	34°41'11.42"N, 119°27'21.88"E	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	0.57
22	5~8 号机组 500kV 出线 开关站东围墙外 5m	34°41'18.9"N, 119°26'58.58"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.56
23	5~8 号机组 500kV 出线 开关站南围墙外 5m	34°41'18.89"N, 119°26'54.64"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.47
24	5~8 号机组 500kV 出线 开关站西围墙外 5m	34°41'22.16"N, 119°26'53.02"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.54
25	5~8 号机组 500kV 出线 开关站北围墙外 5m	34°41'21.85"N, 119°26'56.36"E	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.34

表 3.2-12（1/4） 田湾核电站主变压器工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度 %	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
A1	1#主变围墙外 0m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.636	9.793
A2	1#主变围墙外 5m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.312	6.045
A3	1#主变围墙外 10m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.207	3.175
A4	1#主变围墙外 15m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.145	2.084
A5	1#主变围墙外 20m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.730	1.386
A6	1#主变围墙外 25m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.614	0.996
A7	1#主变围墙外 30m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.579	0.731
A8	1#主变围墙外 35m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.111	0.564
A9	1#主变围墙外 40m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.079	0.469
A10	1#主变围墙外 45m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.014	0.436
A11	1#主变围墙外 50m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	1.952	0.417
B1	2#主变围墙外 0m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.633	7.965
B2	2#主变围墙外 5m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.609	3.550
B3	2#主变围墙外 10m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.583	1.743
B4	2#主变围墙外 15m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	3.236	0.980
B5	2#主变围墙外 20m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.969	0.652
B6	2#主变围墙外 25m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.704	0.469
B7	2#主变围墙外 30m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.645	0.384
B8	2#主变围墙外 35m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.522	0.338
B9	2#主变围墙外 40m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.505	0.319
B10	2#主变围墙外 45m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	2.504	0.314
B11	2#主变围墙外 50m	2019-2-26,AM	晴	11.2	66.3	东	4.0	102.8	1.921	0.308
C1	3#主变围墙外 0m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.981	0.074
C2	3#主变围墙外 5m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.967	0.050
C3	3#主变围墙外 10m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.946	0.045
C4	3#主变围墙外 15m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.955	0.048
C5	3#主变围墙外 20m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.734	0.046
C6	3#主变围墙外 25m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.695	0.045
C7	3#主变围墙外 30m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.853	0.044

表 3.2-12（2/4） 田湾核电站主变压器工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温 度℃	湿 度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
C8	3#主变围墙外 35m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.750	0.043
C9	3#主变围墙外 40m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.537	0.045
C10	3#主变围墙外 45m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.511	0.044
C11	3#主变围墙外 50m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.340	0.046
D1	4#主变围墙外 0m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.959	9.315
D2	4#主变围墙外 5m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.864	7.662
D3	4#主变围墙外 10m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.709	4.777
D4	4#主变围墙外 15m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	3.309	2.410
D5	4#主变围墙外 20m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.983	1.446
D6	4#主变围墙外 25m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.693	0.901
D7	4#主变围墙外 30m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.583	0.672
D8	4#主变围墙外 35m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.306	0.575
D9	4#主变围墙外 40m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.192	0.560
D10	4#主变围墙外 45m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	2.068	0.528
D11	4#主变围墙外 50m	2019-2-25,PM	晴	14.6	39.6	北	2.5	102.4	1.752	0.516
E1	5#主变围墙外 0m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.693	0.041
E2	5#主变围墙外 5m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.802	0.042
E3	5#主变围墙外 10m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.902	0.041
E4	5#主变围墙外 15m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.916	0.043
E5	5#主变围墙外 20m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.833	0.044
E6	5#主变围墙外 25m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.938	0.045
E7	5#主变围墙外 30m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.965	0.048
E8	5#主变围墙外 35m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.718	0.043
E9	5#主变围墙外 40m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.607	0.054
E10	5#主变围墙外 45m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.625	0.050
E11	5#主变围墙外 50m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.621	0.046
F1	6#主变围墙外 0m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.883	0.045
F2	6#主变围墙外 5m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.712	0.048
F3	6#主变围墙外 10m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.861	0.041

表 3.2-12（3/4） 田湾核电站主变压器工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温 度℃	湿 度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
F4	6#主变围墙外 15m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.680	0.043
F5	6#主变围墙外 20m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.874	0.039
F6	6#主变围墙外 25m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.765	0.036
F7	6#主变围墙外 30m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.876	0.041
F8	6#主变围墙外 35m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.728	0.042
F9	6#主变围墙外 40m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.877	0.047
F10	6#主变围墙外 45m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.795	0.045
F11	6#主变围墙外 50m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	0.843	0.042
G1	7#主变围墙外 0m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.682	0.040
G2	7#主变围墙外 5m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.653	0.037
G3	7#主变围墙外 10m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.663	0.038
G4	7#主变围墙外 15m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.647	0.040
G5	7#主变围墙外 20m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.609	0.041
G6	7#主变围墙外 25m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.624	0.039
G7	7#主变围墙外 30m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.606	0.040
G8	7#主变围墙外 35m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.618	0.039
G9	7#主变围墙外 40m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.598	0.042
G10	7#主变围墙外 45m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.602	0.041
G11	7#主变围墙外 50m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.596	0.040
H1	8#主变围墙外 0m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.580	0.043
H2	8#主变围墙外 5m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.585	0.040
H3	8#主变围墙外 10m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.568	0.038
H4	8#主变围墙外 15m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.572	0.037
H5	8#主变围墙外 20m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.598	0.040
H6	8#主变围墙外 25m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.586	0.042
H7	8#主变围墙外 30m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.602	0.041
H8	8#主变围墙外 35m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.608	0.040
H9	8#主变围墙外 40m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.596	0.039

表 3.2-12（4/4） 田湾核电站主变压器工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温 度℃	湿 度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
H10	8#主变围墙外 45m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.621	0.038
H11	8#主变围墙外 50m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	0.598	0.039

表 3.2-13(1/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
云城 110kV 输电线路垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P1-1	东边相下 0m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	226.86	0.093
P1-2	东边相外 5m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	222.98	0.092
P1-3	东边相外 10m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	147.85	0.075
P1-4	东边相外 15m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	81.141	0.057
P1-5	东边相外 20m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	37.864	0.054
P1-6	东边相外 25m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	16.737	0.046
P1-7	东边相外 30m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	10.125	0.043
P1-8	东边相外 35m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	6.157	0.040
P1-9	东边相外 40m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	5.665	0.040
P1-10	东边相外 45m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	4.925	0.038
P1-11	东边相外 50m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	3.504	0.036
P1-12	西边相下 0m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	220.86	0.099
P1-13	西边相外 5m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	216.82	0.097
P1-14	西边相外 10m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	137.86	0.086
P1-15	西边相外 15m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	82.942	0.062
P1-16	西边相外 20m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	33.190	0.056
P1-17	西边相外 25m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	18.694	0.050
P1-18	西边相外 30m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	11.271	0.045
P1-19	西边相外 35m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	6.952	0.041
P1-20	西边相外 40m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	5.721	0.040

表 3.2-13(2/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P1-21	西边相外 45m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	4.868	0.038
P1-22	西边相外 50m	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	3.606	0.035
云城 110kV 输电线路平行监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P1-23	东边相外 20m (1)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	35.62	0.052
P1-24	东边相外 20m (2)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	36.18	0.054
P1-25	东边相外 20m (3)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	35.16	0.050
P1-26	西边相外 20m (1)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	34.12	0.052
P1-27	西边相外 20m (2)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	35.60	0.053
P1-28	西边相外 20m (3)	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	34.65	0.052
香宿 110kV 输电线路垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P2-1	东边相下 0m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	587.38	0.141
P2-2	东边相外 5m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	538.59	0.133
P2-3	东边相外 10m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	354.88	0.120
P2-4	东边相外 15m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	217.31	0.109
P2-5	东边相外 20m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	101.73	0.094
P2-6	东边相外 25m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	28.530	0.074

表 3.2-13(3/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P2-7	东边相外 30m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	15.551	0.056
P2-8	东边相外 35m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	15.227	0.055
P2-9	东边相外 40m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	14.756	0.052
P2-10	东边相外 45m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	12.651	0.049
P2-11	东边相外 50m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	10.616	0.048
P2-12	西边相下 0m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	597.35	0.138
P2-13	西边相外 5m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	483.38	0.126
P2-14	西边相外 10m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	341.02	0.112
P2-15	西边相外 15m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	205.13	0.106
P2-16	西边相外 20m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	98.547	0.091
P2-17	西边相外 25m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	29.184	0.072
P2-18	西边相外 30m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	16.162	0.065
P2-19	西边相外 35m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	14.350	0.062
P2-20	西边相外 40m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	13.620	0.058
P2-21	西边相外 45m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	12.178	0.056
P2-22	西边相外 50m	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	10.712	0.050
香宿 110kV 输电线路平行监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P2-23	东边相外 20m (1)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	99.62	0.093
P2-24	东边相外 20m (2)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	101.65	0.092

表 3.2-13(4/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P2-25	东边相外 20m (3)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	98.62	0.092
P2-26	西边相外 20m (1)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	99.76	0.091
P2-27	西边相外 20m (2)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	98.72	0.090
P2-28	西边相外 20m (3)	2019-2-27,AM	阴	7.8	70.0	北	1.5	102.4	98.65	0.091
220kV 云核线/500kV 田伊线 /500kV 田都线 / 500kV 田盐线垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P3-1	西边相下 0m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	972.58	0.668
P3-2	西边相外 5m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	973.89	0.638
P3-3	西边相外 10m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	580.11	0.586
P3-4	西边相外 15m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	284.23	0.554
P3-5	西边相外 20m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	98.918	0.513
P3-6	西边相外 25m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	90.578	0.478
P3-7	西边相外 30m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	83.479	0.461
P3-8	西边相外 35m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	71.643	0.454
P3-9	西边相外 40m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	57.418	0.428
P3-10	西边相外 45m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	55.668	0.436
P3-11	西边相外 50m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	54.212	0.448
P3-12	东边相下 0m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	2044.64	6.817
P3-13	东边相外 5m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	1927.54	6.336
P3-14	东边相外 10m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	1749.64	5.820

表 3.2-13(5/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P3-15	东边相外 15m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	1458.88	5.139
P3-16	东边相外 20m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	1033.30	3.854
P3-17	东边相外 25m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	500.42	2.670
P3-18	东边相外 30m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	302.88	1.455
P3-19	东边相外 35m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	203.64	1.115
P3-20	东边相外 40m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	146.03	0.907
P3-21	东边相外 45m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	110.41	0.746
P3-22	东边相外 50m	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	81.897	0.655
220kV 云核线/500kV 田伊线 /500kV 田都线 / 500kV 田盐线平行监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P3-23	西边相外 20m (1)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	72.330	0.508
P3-24	西边相外 20m (2)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	74.421	0.568
P3-25	西边相外 20m (3)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	70.715	0.537
P3-26	东边相外 20m (1)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	868.01	3.129
P3-27	东边相外 20m (2)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	854.95	3.179
P3-28	东边相外 20m (3)	2019-2-25,AM	晴	10.3	44.1	东	2.0	102.5	836.84	3.461
田湾核电站 5~8 号机组 500kV 出线垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P4-1	东边相下 0m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.447	0.055
P4-2	东边相外 5m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.328	0.052
P4-3	东边相外 10m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.465	0.060

表 3.2-13(6/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P4-4	东边相外 15m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.452	0.051
P4-5	东边相外 20m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.365	0.050
P4-6	东边相外 25m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.462	0.056
P4-7	东边相外 30m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.502	0.060
P4-8	东边相外 35m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.480	0.061
P4-9	东边相外 40m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.426	0.057
P4-10	东边相外 45m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.398	0.052
P4-11	东边相外 50m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.386	0.061
P4-12	西边相下 0m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.469	0.053
P4-13	西边相外 5m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.529	0.058
P4-14	西边相外 10m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.502	0.060
P4-15	西边相外 15m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.481	0.062
P4-16	西边相外 20m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.426	0.060
P4-17	西边相外 25m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.347	0.064
P4-18	西边相外 30m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.368	0.059
P4-19	西边相外 35m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.326	0.052
P4-20	西边相外 40m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.392	0.056
P4-21	西边相外 45m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.402	0.052

表 3.2-13(7/7) 田湾核电站厂址区域输电线路工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	监测时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
P4-22	西边相外 50m	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.396	0.050
田湾核电站 5~8 号机组 500kV 出线平行监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据										
P4-23	东边相外 20m (1)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.392	0.050
P4-24	东边相外 20m (2)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.378	0.056
P4-25	东边相外 20m (3)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.402	0.052
P4-26	西边相外 20m (1)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.396	0.056
P4-27	西边相外 20m (2)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.385	0.060
P4-28	西边相外 20m (3)	2019-2-26,PM	晴	12.4	42.5	东	1.0	102.5	1.382	0.062

表 3.2-14（1/2） 田湾核电站厂区外环境敏感区、宿城变电站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点编号	测点位置	经纬度	监测时间	天气情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
26	临海社区	34°43'51.31"N 119°27'5.14"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.204	0.041
27	胜利社区	34°43'42.36"N 119°27'20.92"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	1.399	0.042
28	云台社区	34°43'55.02"N 119°27'4.48"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	1.189	0.040
29	荷花社区	34°44'14.25"N 119°26'7.36"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	1.115	0.046
30	黄窝村	34°43'4.98"N 119°28'13.77"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.126	0.041
31	高公岛社区	34°42'12.46"N 119°28'42.74"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.118	0.038
32	羊山岛	34°42'0.16"N 119°28'50.64"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.157	0.038
33	柳河村	34°42'1.5"N 119°27'55.42"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.208	0.040
34	宝山村	34°42'12.04"N 119°25'40.34"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.199	0.042
35	大竹园村	34°42'31.26"N 119°25'53.81"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	3.087	0.051
36	东崖屋村	34°41'48.23"N 119°26'14.86"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.371	0.043
37	高庄村	34°42'5.35"N 119°25'43.45"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.189	0.040
38	留云岭村	34°42'13.37"N 119°24'40.66"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.159	0.041
39	夏庄居委会	34°42'7.28"N 119°25'56.07"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.168	0.044
40	黄崖村	34°41'12.82"N 119°24'57.92"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.287	0.041

表 3.2-14（2/2） 田湾核电站厂区外环境敏感区、宿城变电站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点 编号	测点位置	经纬度	监测时间	天气 情况	温 度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μ T)
41	云门寺村	34°40'35.26"N 119°24'0.71"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	1.012	0.044
42	程圩社区	34°40'12.55"N 119°24'57.42"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	3.968	0.087
43	跃进社区	34°39'33.69"N 119°24'48.59"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	1.769	0.058
44	宿城 110kV 变电站东 边界	34°41'43.65"N 119°26'23.93"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	106.80	0.087
45	宿城 110kV 变电站南 边界	34°41'42.87"N 119°26'21.76"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	6.223	0.046
46	宿城 110kV 变电站西 边界	34°41'44.36"N 119°26'22.21"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	35.000	0.062
47	宿城 110kV 变电站北 边界	34°41'44.98"N 119°26'23.4"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	8.706	0.054

表 3.2-15（1/4） 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点、变电站与通讯基站监测点射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
26	临海社区	34°43'51.31"N, 119°27'5.14"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.32
27	胜利社区	34°43'42.36"N, 119°27'20.92"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.49
28	云台社区	34°43'55.02"N, 119°27'4.48"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.18
29	荷花社区	34°44'14.25"N, 119°26'7.36"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.39
30	黄窝村	34°43'4.98"N, 119°28'13.77"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.46
31	高公岛社区	34°42'12.46"N, 119°28'42.74"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.47
32	羊山岛	34°42'0.16"N, 119°28'50.64"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.48
33	柳河村	34°42'1.5"N, 119°27'55.42"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.40
34	宝山村	34°42'12.04"N, 119°25'40.34"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.41
35	大竹园村	34°42'31.26"N, 119°25'53.81"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.15
36	东崖屋村	34°41'48.23"N, 119°26'14.86"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.24

表 3.2-15（2/4） 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点、变电站与通讯基站监测点射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
37	高庄村	34°42'5.35"N, 119°25'43.45"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.31
38	留云岭村	34°42'13.37"N, 119°24'40.66"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.16
39	夏庄居委会	34°42'7.28"N, 119°25'56.07"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.23
40	黄崖村	34°41'12.82"N, 119°24'57.92"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.18
41	云门寺村	34°40'35.26"N, 119°24'0.71"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.08
42	程圩社区	34°40'12.55"N, 119°24'57.42"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.19
43	跃进社区	34°39'33.69"N, 119°24'48.59"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.41
44	宿城 110kV 变电站东边 界	34°41'43.65"N, 119°26'23.93"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.50
45	宿城 110kV 变电站南边 界	34°41'42.87"N, 119°26'21.76"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.42
46	宿城 110kV 变电站西边 界	34°41'44.36"N, 119°26'22.21"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.18
47	宿城 110kV 变电站北边 界	34°41'44.98"N, 119°26'23.4"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.50

表 3.2-15（3/4） 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点、变电站与通讯基站监测点射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
48	苹果园通讯基站	34°41'42.93"N, 119°25'54.5"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.86
49	南山湾电信基站	34°40'45.33"N, 119°24'29.05"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.48
50	南山湾移动基站	34°40'42.35"N, 119°24'15.67"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.89
51	南山湾联通基站	34°40'43"N, 119°24'14.89"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.92
52	宿城街道移动基站	34°41'56.87"N, 119°25'53.88"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.96
53	宿城街道电信基站	34°42'8.98"N, 119°25'51.85"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.34
54	宿城街道联通基站	34°42'10.64"N, 119°25'47.06"E	2019-2-24,PM	晴	15.8	34.5	东北	1.4	102.4	0.46
55	船山通讯基站	34°41'42.06"N, 119°26'31.67"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.76
56	上合组织（连云港物流 园）基站	34°39'38.9"N, 119°24'52.7"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.43
57	跃进村石料厂联通基站	34°39'25.05"N, 119°24'51.04"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.35
58	程圩村通讯基站	34°39'59.38"N, 119°24'52.4"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.35

表 3.2-15（4/4） 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点、变电站与通讯基站监测点射频电场强度现状监测结果

测点 编号	测点名称	经纬度	测量时间	天气 情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	射频电场强度（V/m）
59	石桥石面厂联通基站	34°40'19.28"N, 119°24'25.38"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.66
60	云门寺通讯基站	34°40'19.54"N, 119°24'11.47"E	2019-2-24,AM	阴	8.0	69.1	南	0.5	102.6	0.46
61	羊山岛移动基站	34°41'56.32"N, 119°28'55.11"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	1.81
62	羊山岛联通基站	34°41'57.06"N, 119°28'53.37"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.80
63	高公岛电信基站	34°42'12.96"N, 119°28'33.73"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.25
64	黄窝村移动基站	34°43'16.09"N, 119°28'46.11"E	2019-2-28,PM	晴	10.6	54.5	东	1.5	101.5	1.20
65	黄窝村电信基站	34°43'18.78"N, 119°28'1.92"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.87
66	港口老街通讯基站	34°43'41.31"N, 119°27'37.98"E	2019-2-28,AM	晴	6.4	65.3	无	-	102.0	0.63
67	柳河村电信基站	34°41'51.45"N, 119°27'47.68"E	2019-2-27,PM	阴	10.1	56.4	西	1.5	100.1	0.85

表 3.2-16 厂区内监测值统计情况

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）	0.164~13.468	13.468	4000
	工频磁场（μT）	0.038~0.098	0.098	100
	射频综合场强（V/m）	0.27~1.33	1.33	12
开关站	工频电场（V/m）	0.773~1428.52	1428.52	4000
	工频磁场（μT）	0.040~1.819	1.819	100
	射频综合场强（V/m）	0.34~0.57	2.22	12
主变压器	工频电场（V/m）	0.568~3.959	3.959	4000
	工频磁场（μT）	0.036~9.793	9.793	100

表 3.2-17 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	
云城 110kV 输电线路 (P1 监测断面)	工频电场 (V/m)	垂直监测断面: 3.504~226.86	226.86	4000	
		平行监测断面: 34.12~36.18	36.18		
	工频磁场 (μT)	垂直监测断面: 0.035~0.099	0.099	100	
		平行监测断面: 0.050~0.054	0.054		
香宿 110kV 输电线路 (P2 监测断面)	工频电场 (V/m)	垂直监测断面: 10.616~597.35	597.35	4000	
		平行监测断面: 98.65~101.65	101.65		
	工频磁场 (μT)	垂直监测断面: 0.048~0.141	0.141	100	
		平行监测断面: 0.090~0.093	0.093		
220kV 云核线/500kV 田伊线 /500kV 田都线 /500kV 田盐线输电线路 (P3 监测断面)	工频电场 (V/m)	垂直监测断面: 54.212~2044.64	2044.64	4000	
		平行监测断面: 70.715~868.01	868.01		
	工频磁场 (μT)	垂直监测断面: 0.448~6.817	6.817	100	
		平行监测断面: 0.508~3.461	3.461		
5~8 号机组 500kV 出线输电线路 (P4 监测断面)	工频电场 (V/m)	垂直监测断面: 1.326~1.529	1.529	4000	
		平行监测断面: 1.378~1.402	1.402		
	工频磁场 (μT)	垂直监测断面: 0.050~0.064	0.064	100	
		平行监测断面: 0.050~0.062	0.062		

表 3.2-18 厂区外环境敏感区监测值统计情况

监测点位置	监测因子	监测值范围	最大值	评价标准
厂区外环境敏感区	工频电场 (V/m)	0.118~3.968	3.968	4000
	工频磁场 (μT)	0.038~0.087	0.087	100
	射频综合场强 (V/m)	0.08~0.49	0.49	12
厂区外宿城变电站与通讯基站	工频电场 (V/m)	6.223~106.80	106.80	4000
	工频磁场 (μT)	0.046~0.087	0.087	100
	射频综合场强 (V/m)	0.18~1.81	1.81	12

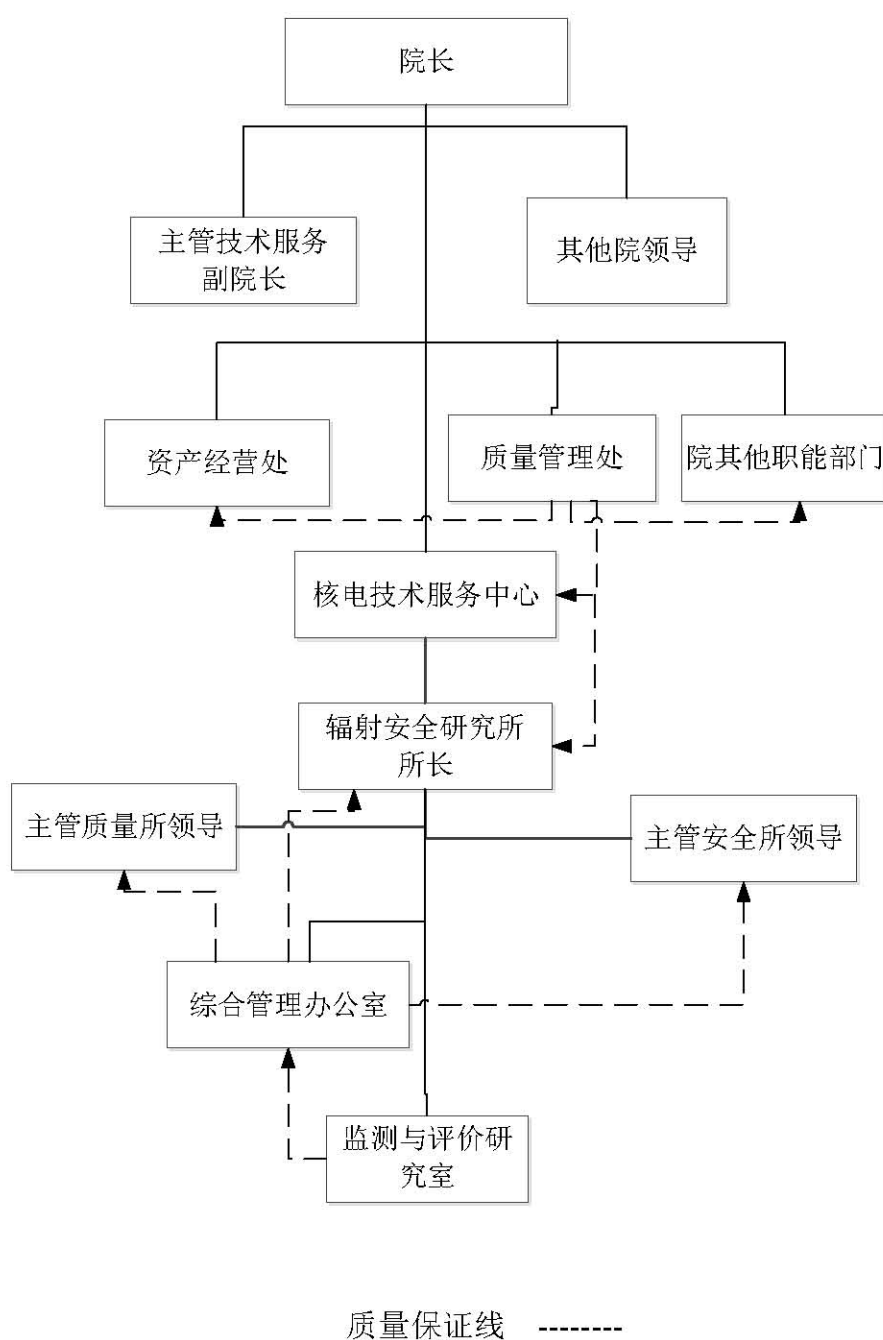


图 3.1-1 田湾核电站 3、4 号机组工程项目首次装料前辐射环境现状调查项目组织机构图

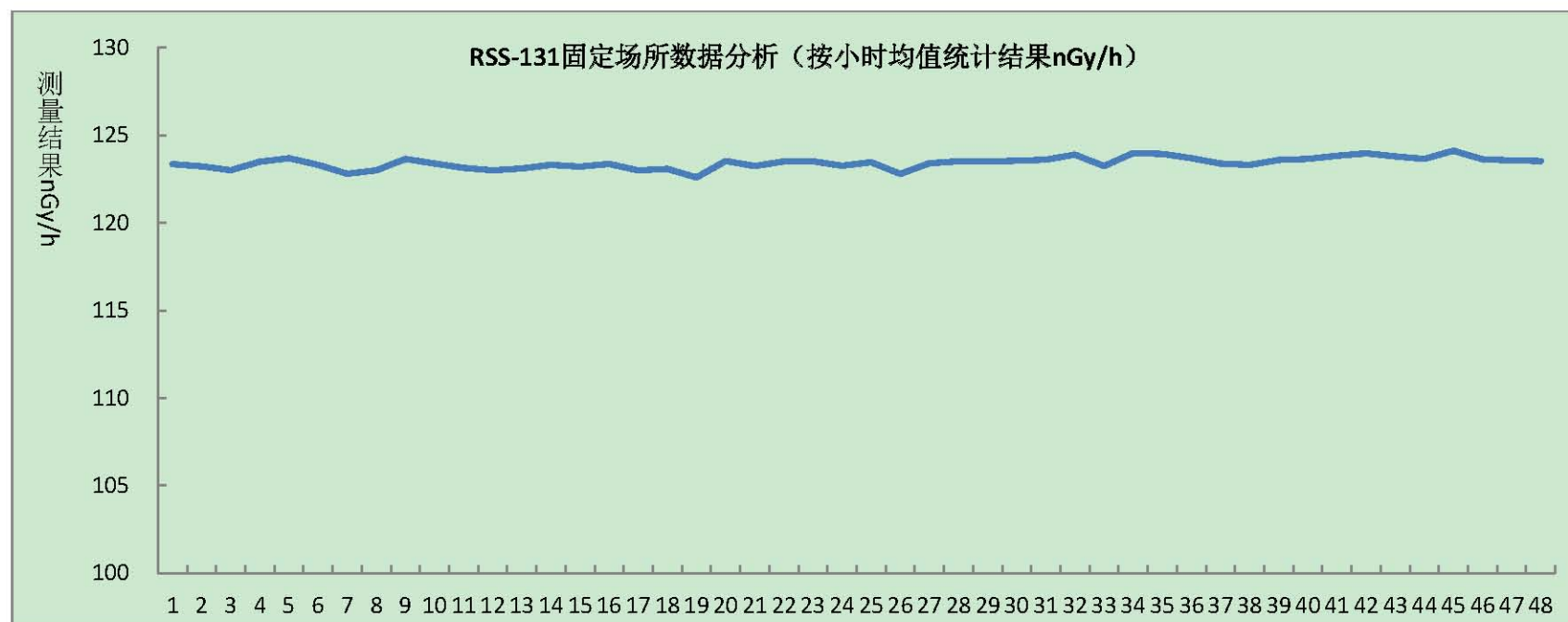
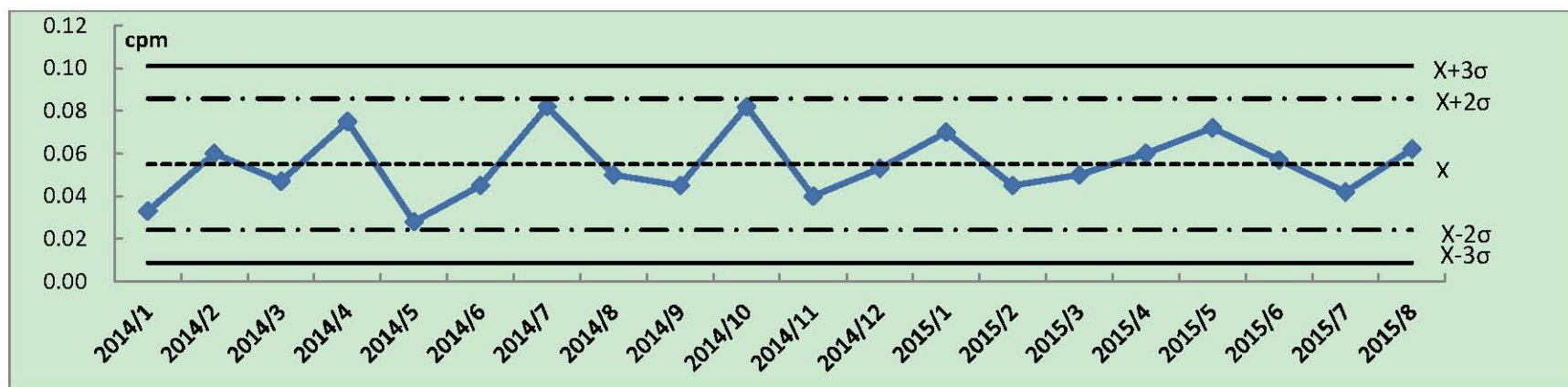
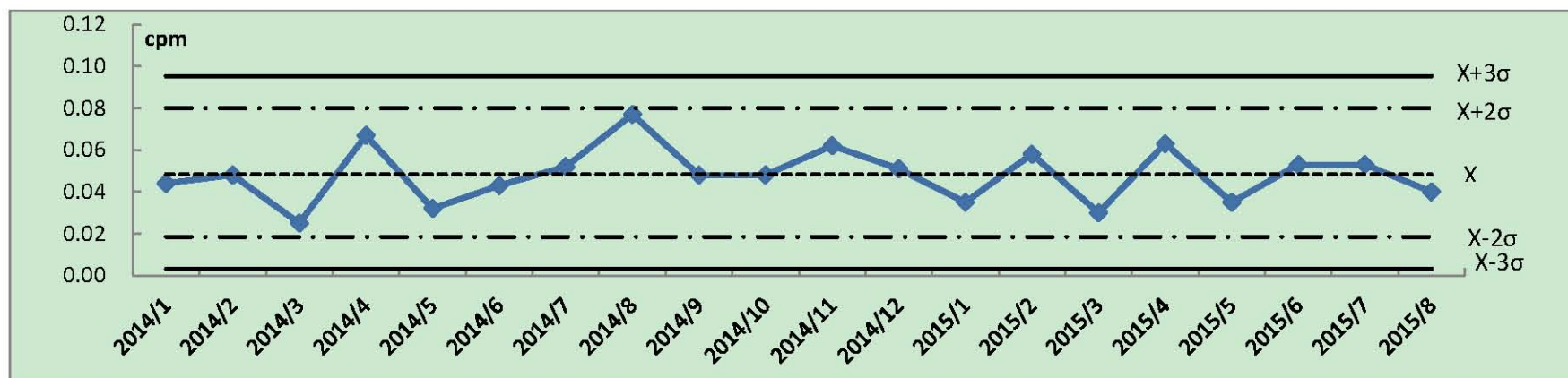
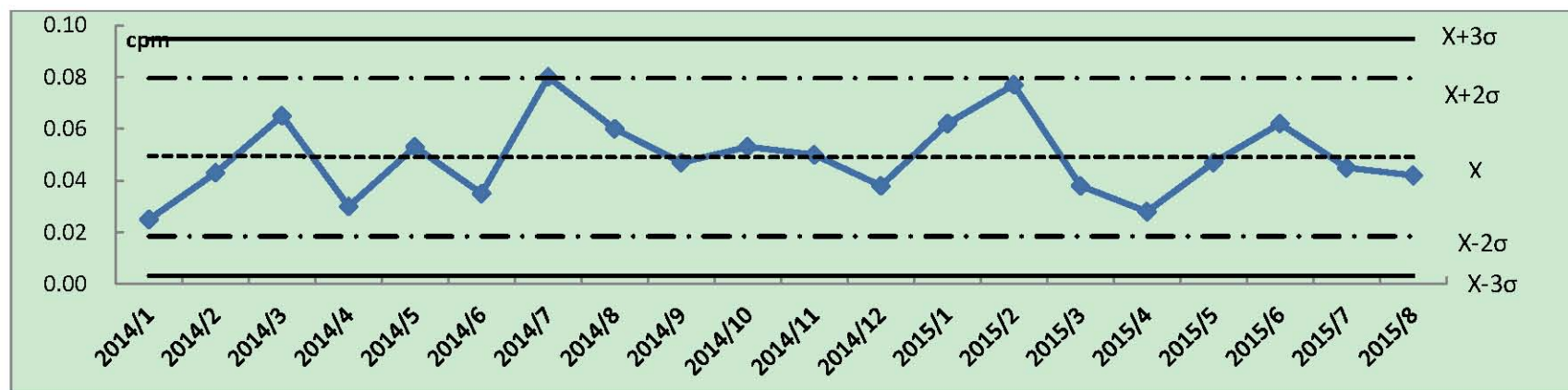
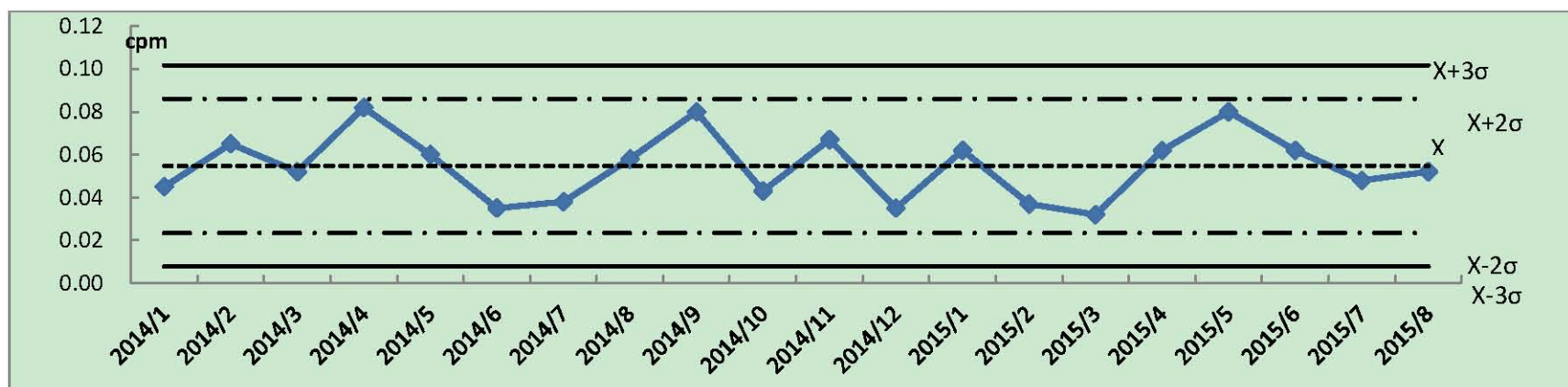
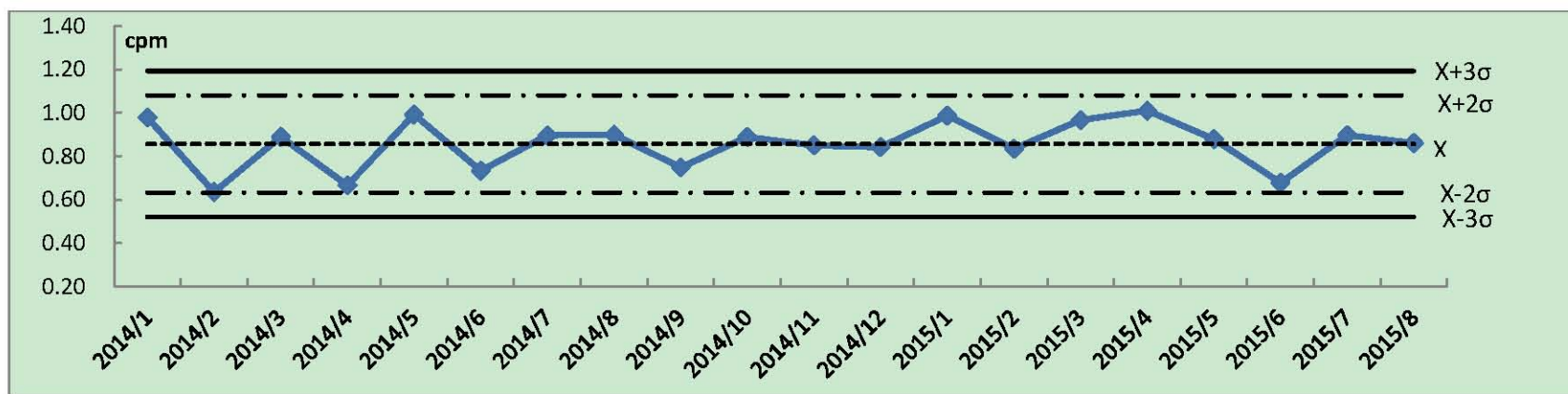
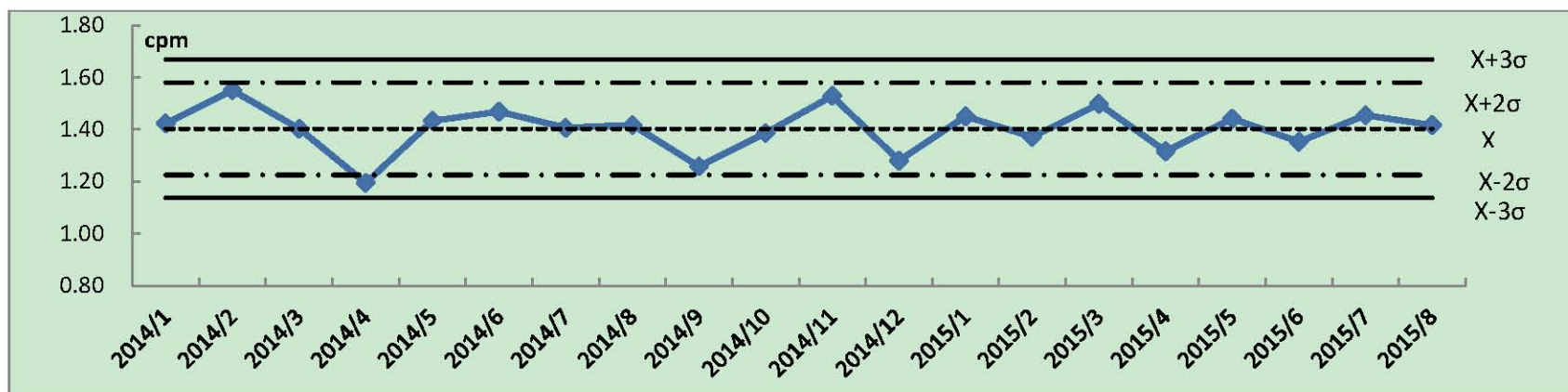
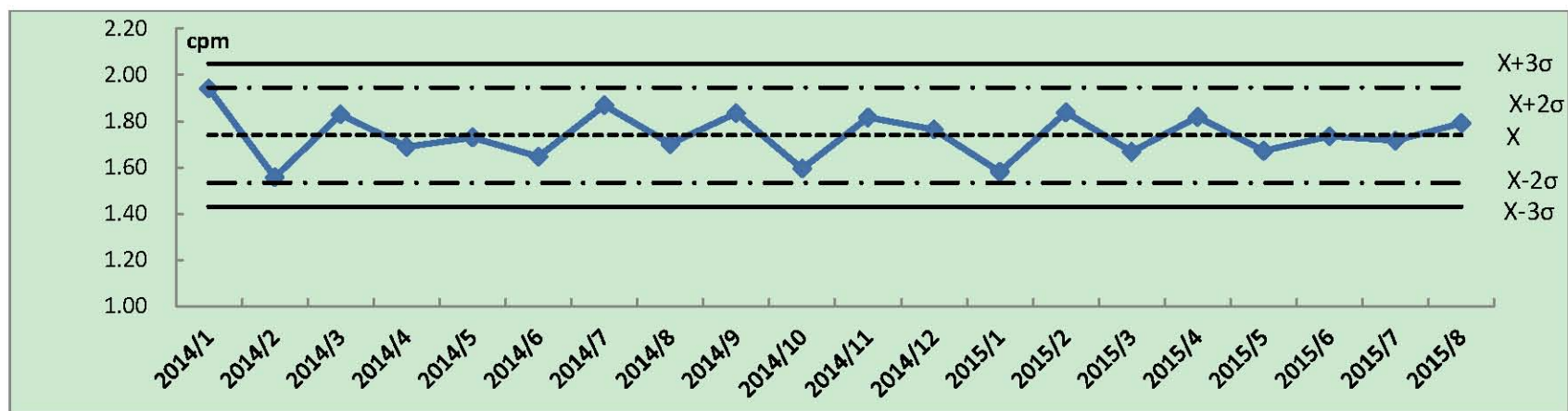
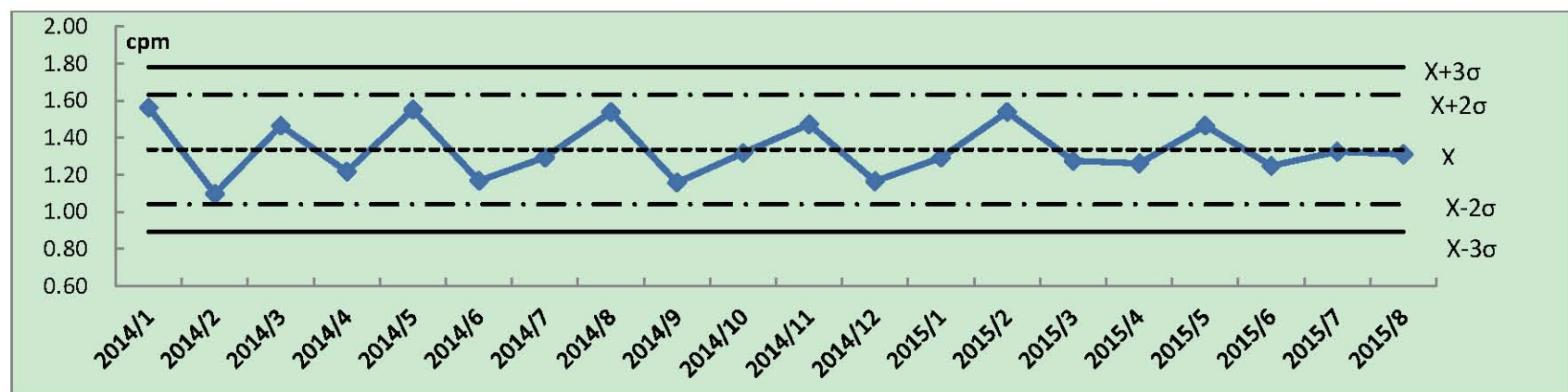


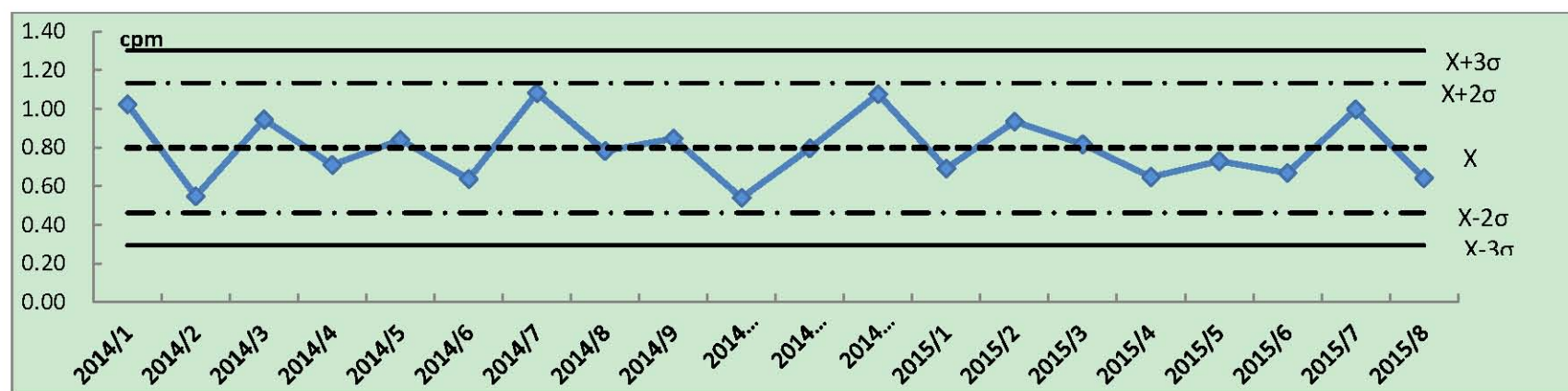
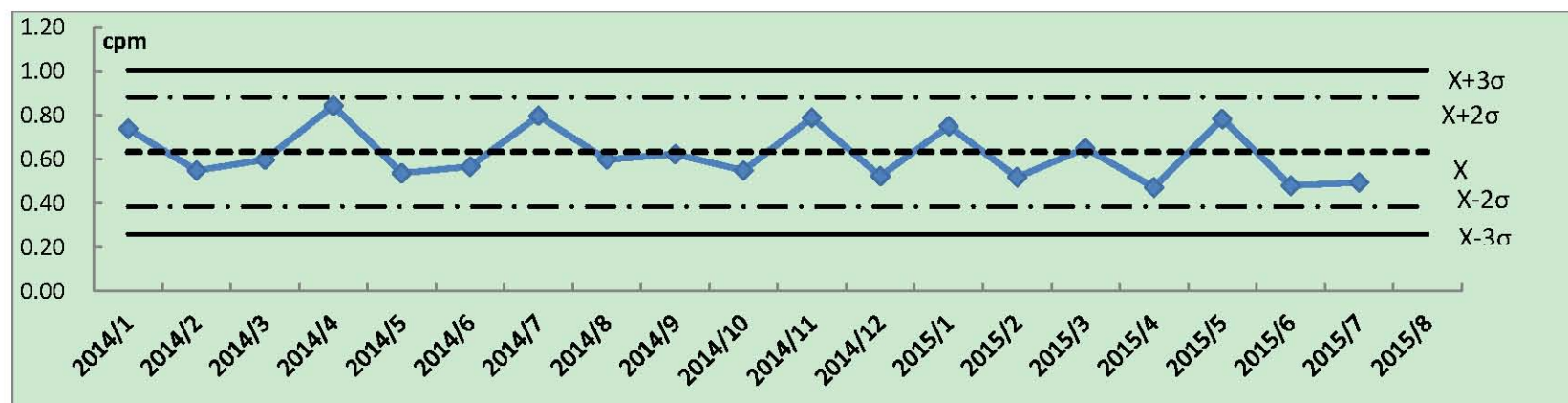
图 3.1-2 RSS-131 固定场所数据分析（按小时均值统计结果 nGy/h）

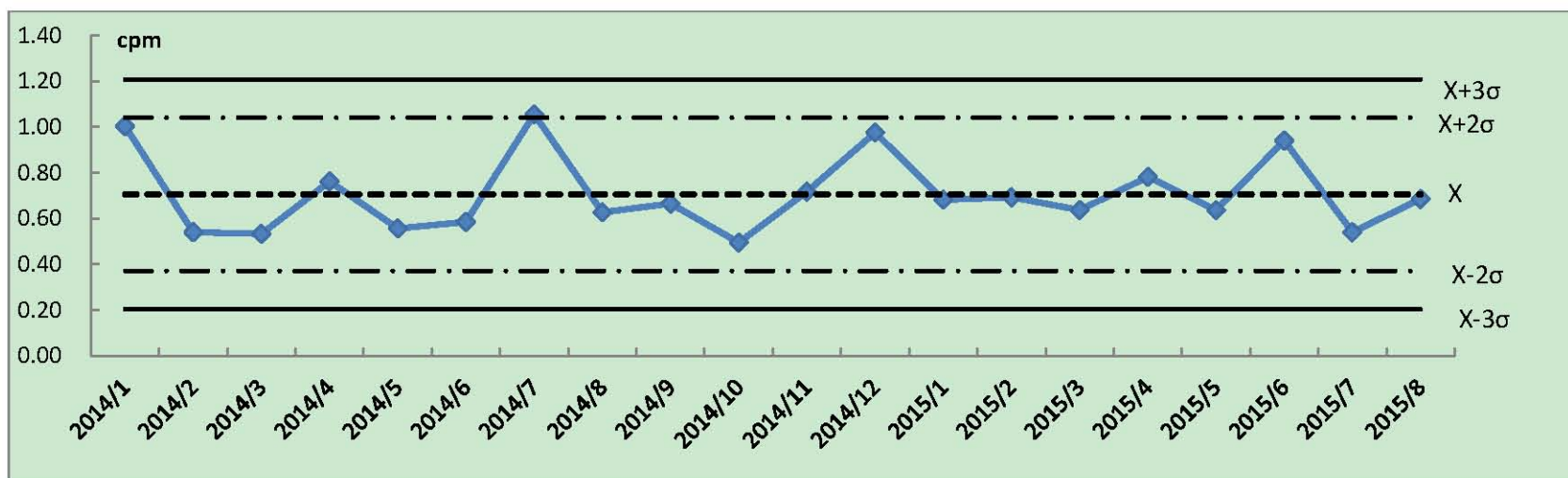
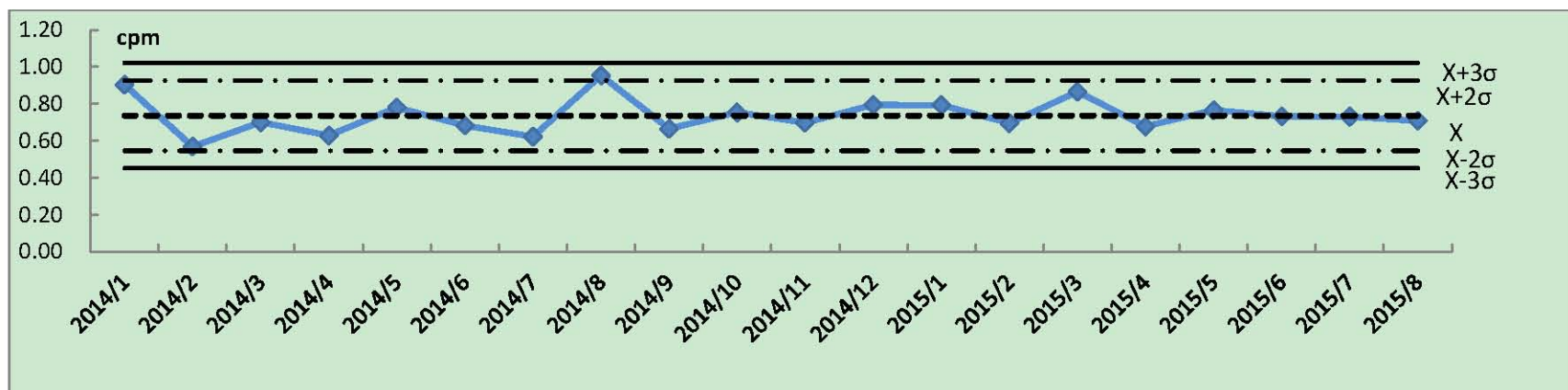
图 3.1-3 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第一路 α 本底质控图图 3.1-4 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第二路 α 本底质控图

图 3.1-5 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第三路 α 本底质控图图 3.1-6 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第四路 α 本底质控图

图 3.1-7 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第一路 β 本底质控图图 3.1-8 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第二路 β 本底质控图

图 3.1-9 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第三路 β 本底质控图图 3.1-10 BH1227 型四路低本底 $\alpha\beta$ 测量仪第四路 β 本底质控图

图 3.1-11 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 A 道 β 本底质控图图 3.1-12 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 B 道 β 本底质控图

图 3.1-13 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 C 道 β 本底质控图图 3.1-14 MPC-9604 型四路超低本底 α/β 计数器 D 道 β 本底质控图

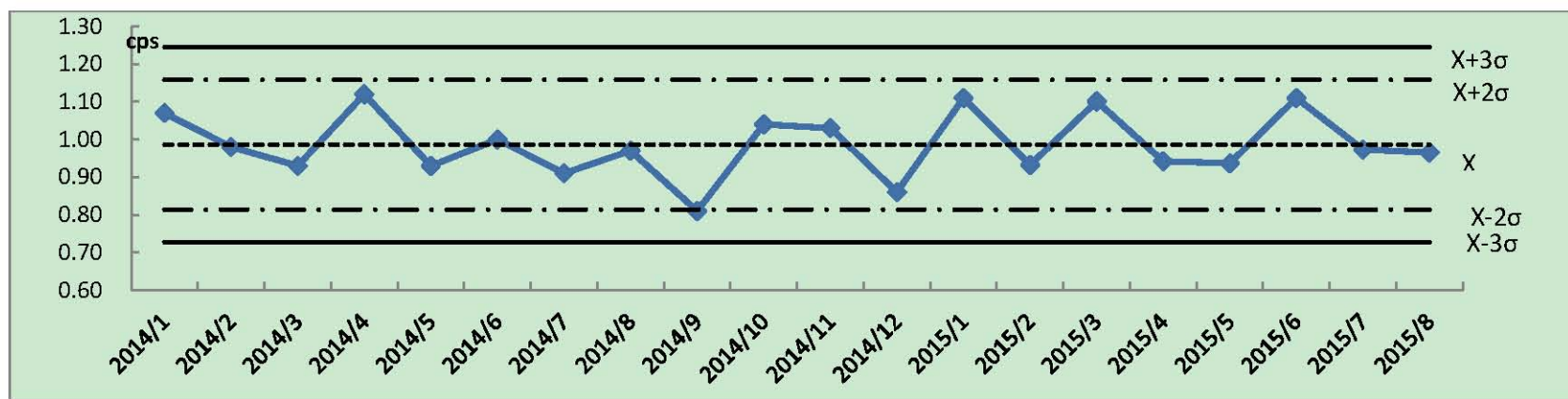
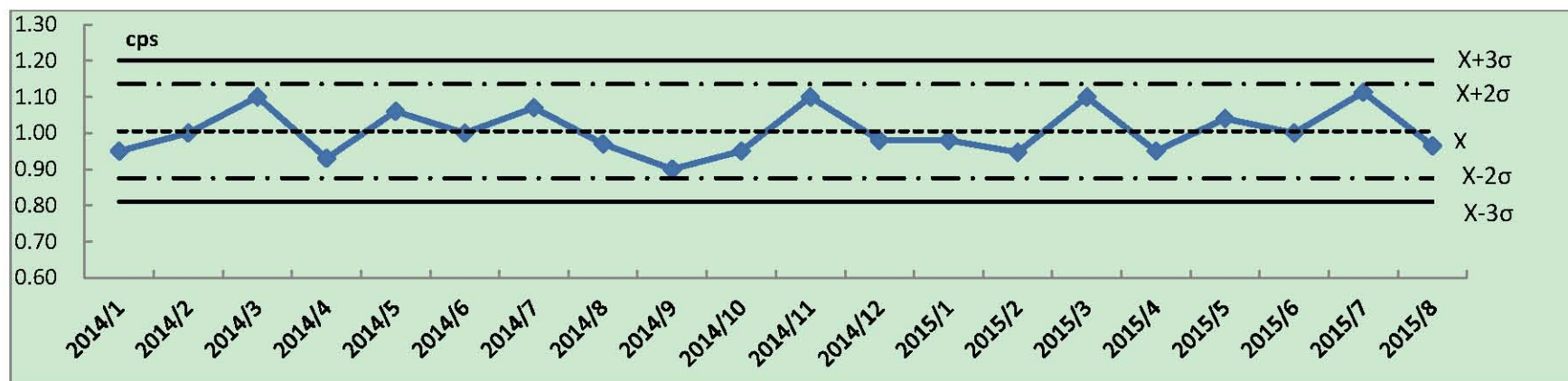
图 3.1-15 BE6530 型高纯锗 γ 谱仪本底质控图

图 3.1-16 QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪本底质控图



图 3.2-1 田湾核电站厂区监测点设置示意图



图 3.2-2 田湾核电站开关站监测点设置示意图

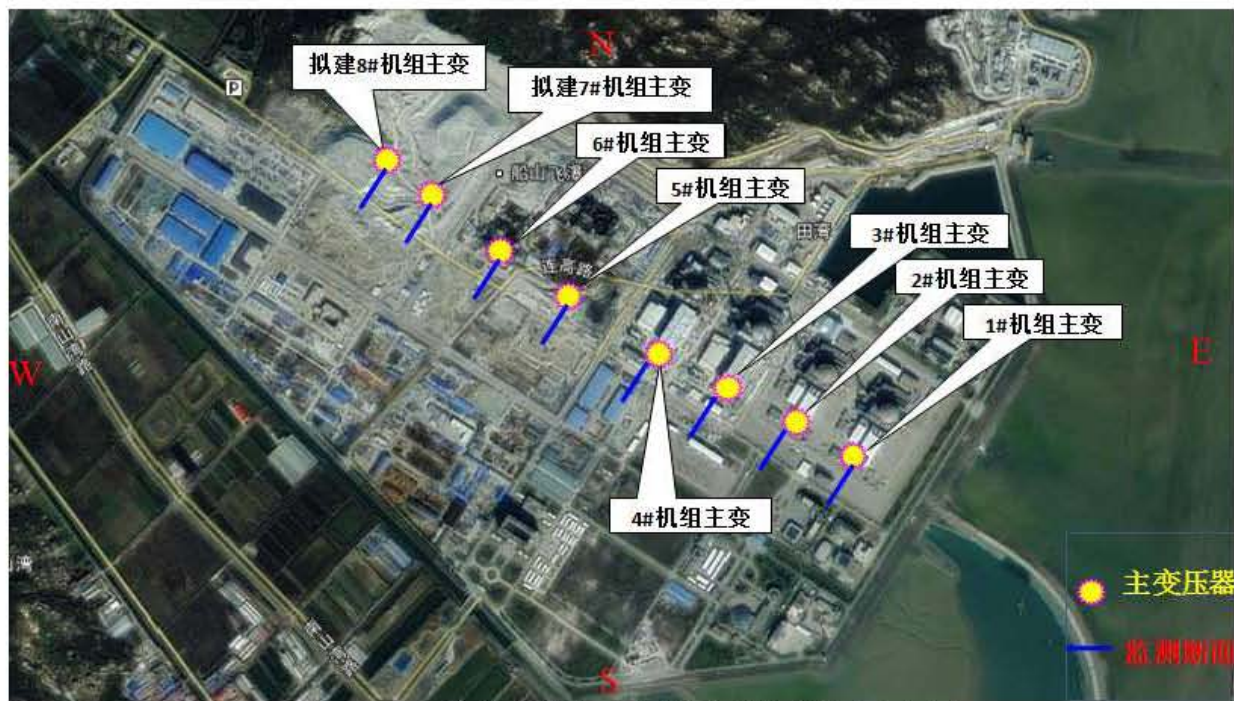


图 3.2-3 田湾核电站主变压器监测点设置示意图

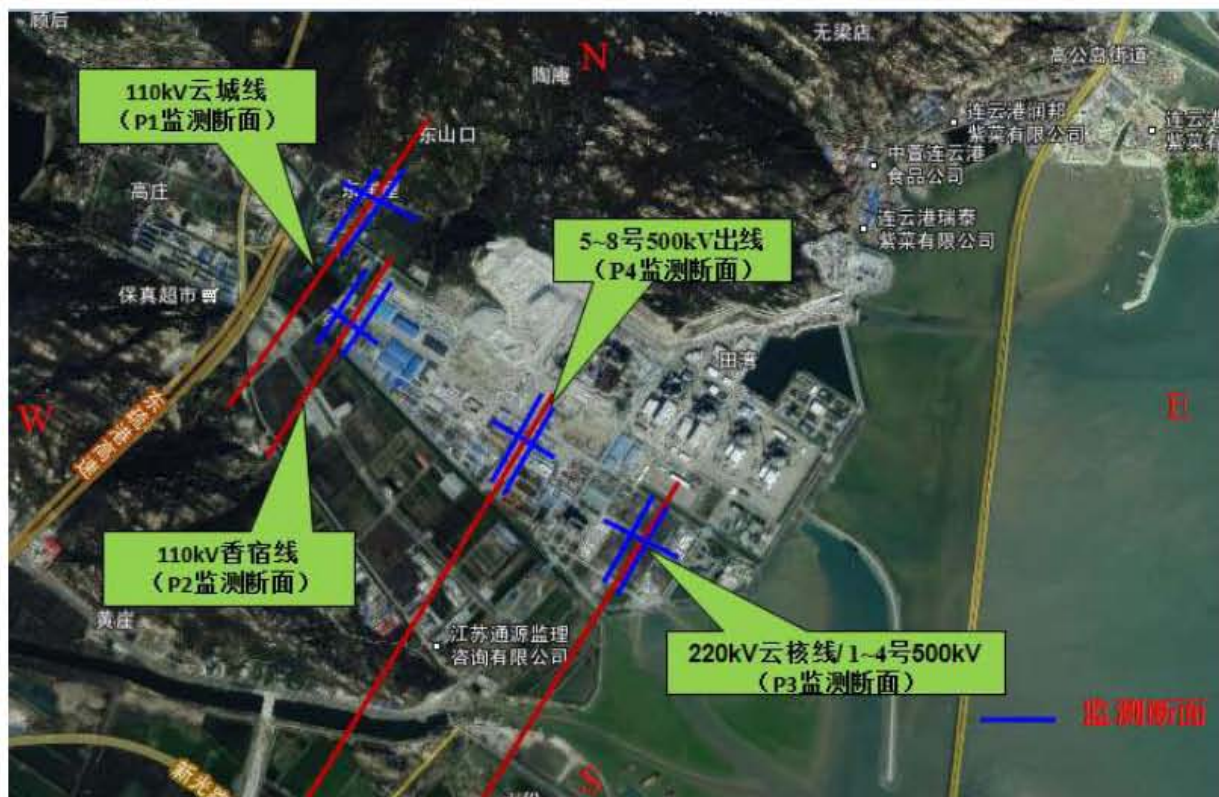


图 3.2-4 田湾核电站输电线路监测断面设置示意图

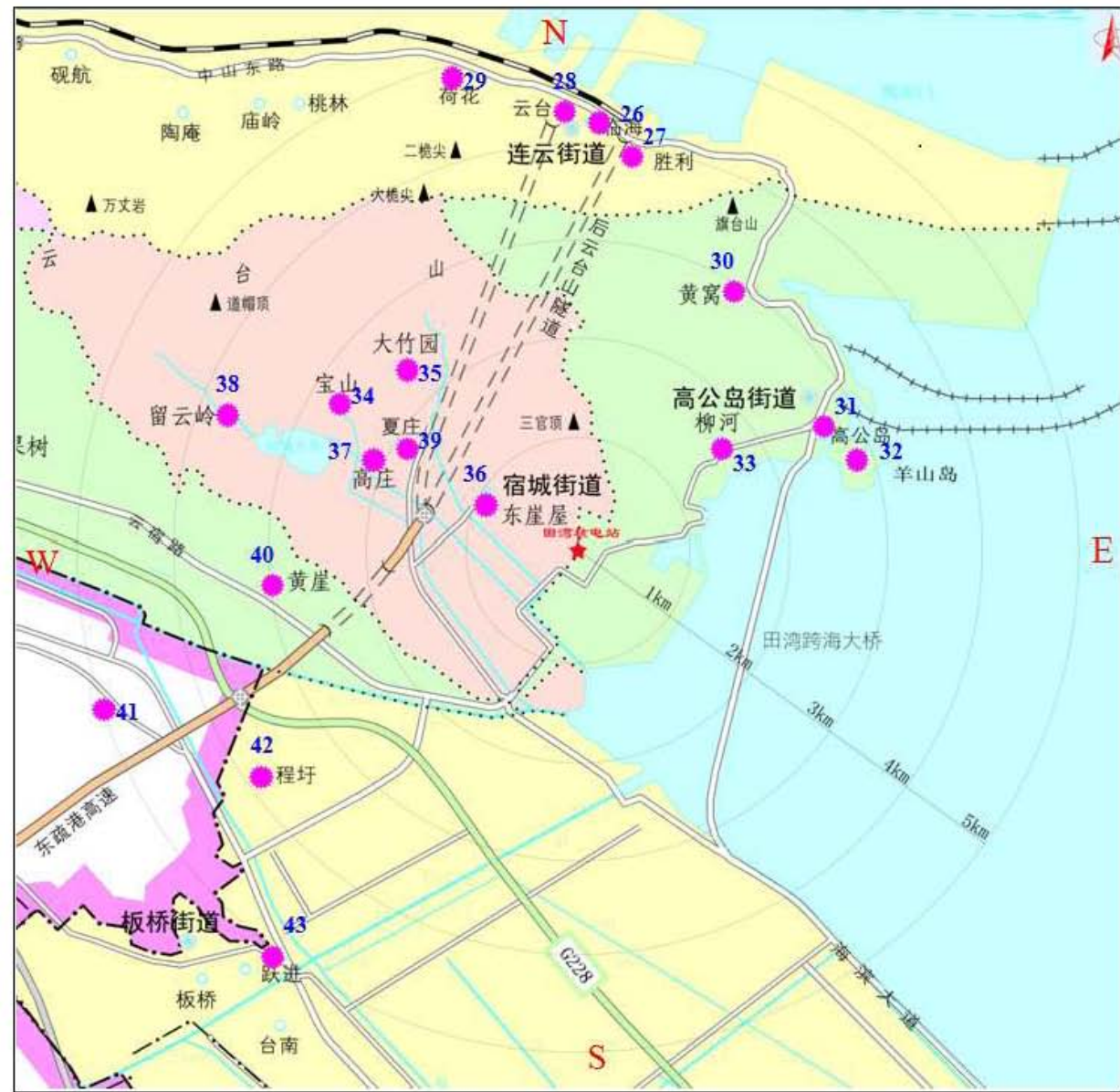


图 3.2-5 田湾核电站厂区外环境敏感区监测点设置示意图

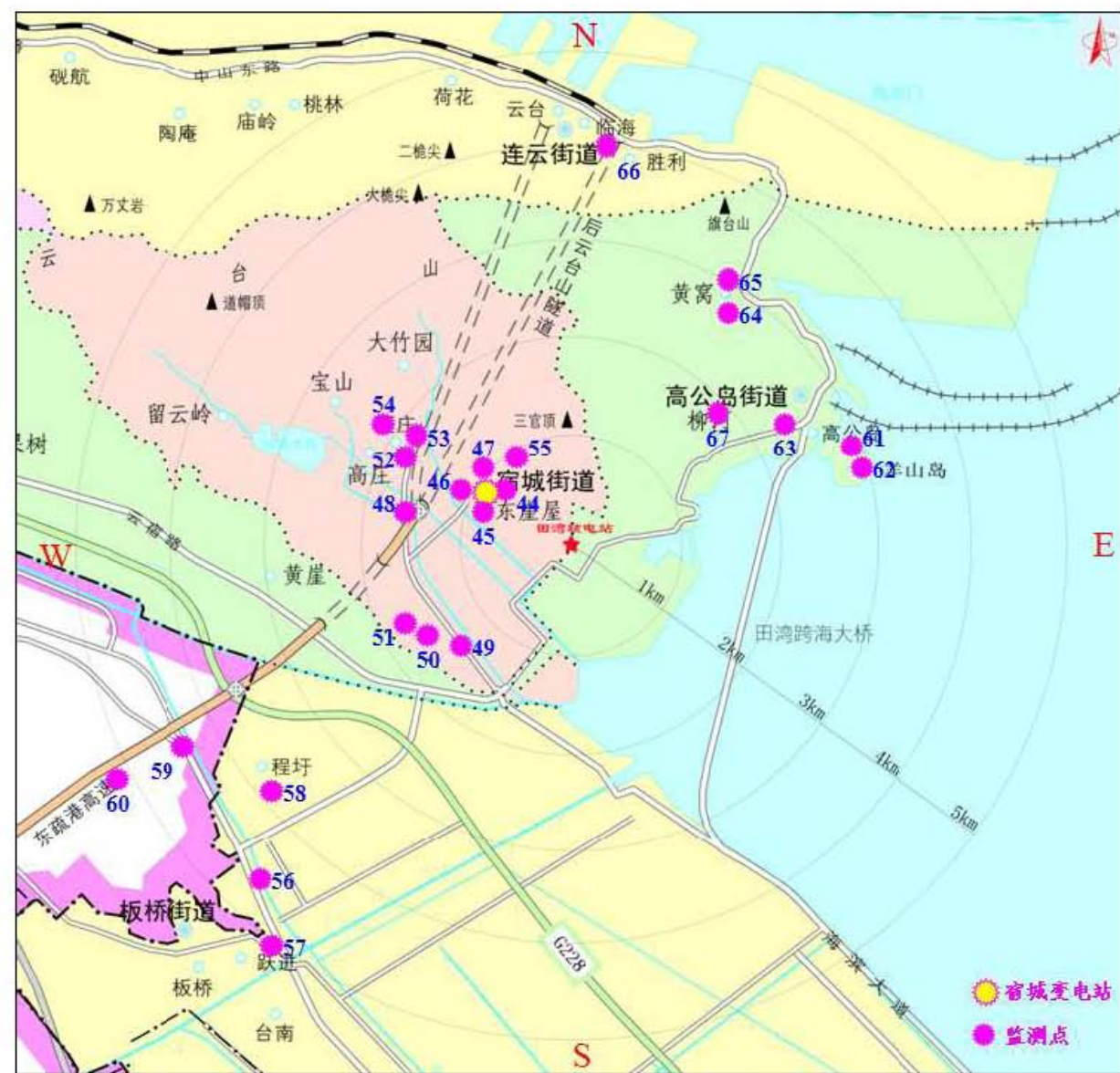


图 3.2-6 田湾核电站厂区外变电站和通讯基站监测点设置示意图

第四章 核电厂

4.1 厂址规划及平面布置

4.1.1 厂址规划

4.1.2 厂区平面布置

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 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.2 核电厂散热系统

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

4.4.2 开关站的选型和布置

4.4.3 与电力系统的连接

4.5 专设安全设施

4.5.1 概述

4.5.2 应急堆芯冷却系统

4.5.3 安全壳喷淋系统（JMN）

4.5.4 蒸汽发生器应急给水系统

4.6 放射性废物管理系统和源项

4.6.1 放射性源项

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

4.6.5 乏燃料贮存系统

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

4.7.2 生活废物

4.7.3 其它废物

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

4.8.2 乏燃料运输

4.8.3 放射性固体废物运输

表：

表 4.1-1 新建（改扩建）建构筑物一览表

表 4.1-2 与前期工程共用建构筑物一览表

表 4.1-3 厂区总平面布置主要技术经济指标表

表 4.3-1 海水冷却水量

图：

图 4.2-1 蒸汽-电力转换系统流程示意图

图 4.3-1 各期取水口的相对关系示意图

图 4.3-2 各期排水口的相对关系示意图

4.1 厂址规划及平面布置

4.1.1 厂址规划

田湾核电站规划建设 8 台百万千瓦级压水堆核电机组，统一规划，分期建设。1~4 号机组采用俄罗斯 VVER-1000/V428 型压水堆核电机组，位于厂址东部，目前已建成投入运行；5、6 号机组采用以福建福清核电厂一期工程技术方案为参考，实施 41 项重大技术改进的核电机组，位于厂址中部，目前正在建设中；7、8 号机组采用俄罗斯 VVER-1200/V491 型压水堆核电机组，位于厂址西部。

1) 厂坪设计标高

7、8 号机组厂坪设计标高（核电工程安全重要物项的场地设计标高）同已通过安全审查的 1~6 号机组，定为 7.85m（1956 年黄海高程系统，下同）。

2) 主厂房建筑群位置（建北方向描述，下同）

7、8 号机组位于 5、6 号机组西侧，1~6 号机组反应堆厂房中心在一条直线上，7、8 号机组反应堆厂房中心连线较之南移 62m。

反应堆厂房中心东西向距离：6 号与 7 号---285m；7 号与 8 号---210m。

3) 电力出线规划

电力出线在 5、6 号机组建设时已统一考虑，出线方向由配电装置区首先向南，至厂址南排洪沟边缘后向东南，与 1~4 号机组电力出线并线，共计出线 4 回，其中姚湖变电站 1 回、艾塘变电站 1 回、花果山变电站 2 回。220kV 辅助电源接入 2 回，其中云台变电站 1 回，香河变电站 1 回。

4) 取排水设施及海工工程规划

本工程冷却水取自高公岛乡东北侧黄海海域，通过明渠+隧洞的方式输送至厂区；冷却水排水通过暗渠+排水明渠将温排水引入距岸线约 1400m 外的水域排放。

厂址已建淡水厂一座，可以满足本工程的淡水需求，雨水收集经虹吸井排放至排水明渠，生活污水送至污水处理站，处理达标后排放至厂区南侧排洪沟。

5) 对外交通运输规划

对外交通运输利用前期工程已有设施。前期工程已建设三条主要厂外道路（核电南路—次要进厂道路、核电西路—主要进厂道路、核电北路—次要进厂道路）及一座 3000t 级大件码头。

6) 厂区工程规划

厂区包含生产区及厂前建筑区。生产区包含主厂房区、循环冷却水设施、配电装置区、

辅助生产设施区等。具体内容见“4.1.2 厂区总平面布置”。

7) 厂外其他设施区规划

其他设施分为新建设施及共用设施两类。

新建厂外设施包含培训中心、武警营房、厂前停车场等，位于 7、8 号机组厂前建筑区南侧。

共用厂外设施包含消防站、污水处理站、气象站、应急指挥中心、应急移动设备库、大件码头等，其中消防站、污水处理站、气象站位于厂址东南部，应急指挥中心、应急移动设备库、大件码头位于厂址东北部。

8) 场地平整、边坡及截排洪工程规划

7、8 号机组工程用地在 5、6 号机组建设期间已完成场地平整施工，场地东西向长 446~623m，南北向长约 900m；场地北部标高为 7.60m 左右，南部标高在 5.00~7.60m 范围内。

场地西部和北部为安全级人工边坡，西部边坡最高标高 80.00m，北部边坡与前期工程人工边坡顺接，最高标高 116.00m。

场地西部、北部边坡坡顶设置截洪沟，坡脚设置排洪沟，洪水通过截排洪设施，有组织的汇入大海。设计标准为千年一遇加 PMP 校核。

9) 施工场地规划

7、8 号机组施工场地利用前期工程施工场地，包含总承包单位临建场地、核岛土建场地、核岛安装场地、常规岛临建场地、混凝土搅拌站及砂石料堆场等。

总承包单位临建场地分为仓储区和办公区两部分。仓储区位于和谐大道以北，7、8 号机组西侧控制区围栏以西。办公区位于和谐大道以南，7、8 号机组厂前建筑区以东，正对 7、8 号机组控制区出入口。

核岛土建场地位于和谐大道以南，5~8 号机组电力出线以东；核岛安装场地位于和谐大道以南，7、8 号厂前建筑区以西；常规岛临建场地位于和谐大道以南，5~8 号电力出线以西。

混凝土搅拌站利用已建设施，位于大件码头的北部。

10) 施工准备区规划

施工用水、用电从前期工程引接，本期工程不需新建。

施工道路规划两条线路，具体如下：

a、厂址西门→和谐大道→7、8 号机组施工场地

b、大件码头→1、2 号机组前池北侧道路→田湾大道→和谐大道→7、8 号机组施工场

地。

11) 施工生活区规划

施工生活区利用现有田湾核电站施工生活设施，满足施工队伍日常生活、文化、娱乐的需要。施工生活区位于厂址西侧，距厂址最近边界约 600m（直线距离）。

4.1.2 厂区平面布置

4.1.2.1 布置原则

- 1) 厂区总平面布置与厂址总体规划协调一致。
- 2) 充分利用 1~6 号机组已建设施，降低工程总投资。
- 3) 功能分区明确，合理划分放射区与非放射区。
- 4) 合理确定主厂房、循环冷却水设施和配电装置区位置，尽量保证循环水取排水管道和高压电气廊道的短捷、顺畅。
- 5) 建构筑物紧凑布置，节约用地。
- 6) 通道满足运输、防火、卫生、安全、实物保护、管线布置及施工安装要求。
- 7) 避免建设机组与运行机组的相互影响。

4.1.2.2 建设规模及项目组成

- 7、8 号机组工程规划建设两台 1200MWe 级压水堆核电机组及配套辅助设施。
- 7、8 号机组新建（改扩建）建构筑物详见表 4.1-1。
- 7、8 号机组与前期工程共用建构筑物详见表 4.1-2。

4.1.2.3 布置说明

厂区包含主厂房区、循环冷却水设施、配电装置区、辅助生产设施区、厂前建筑区。

1) 主厂房区

主厂房区主要包括核岛、常规岛；核岛由反应堆厂房（71UJA/81UJA）、蒸汽间（71UJE/81UJE）、安全厂房（71UKD/81UKD）、控制厂房（71UCB/81UCB）、应急柴油发电机厂房（71UBS/81UBS）、重要用户冷却水泵房（71UQB/81UQB）、辅助厂房（71UKA/81UKA）、核服务厂房（71UKC/81UKC）、运输桥架（71UJG/81UJG）、排风烟囱（71UKH/81UKH）、新燃料和工艺运输设备贮存厂房（71UKT）、固体放射性废物贮存厂房（81UKT）、联合消防泵站（N1USG）、联合消防泵站储水罐（N1UGF/N2UGF）等组成；常规岛由汽轮机厂房（71UMA/81UMA）、主变压器构筑物（71UBF/72UBF/73UBF/81UBF/82UBF/83UBF）、主变备用相构筑物（N1UBV）、高压厂用变压器构筑物（71UBE/72UBE/81UBE/82UBE）、高压厂用备用变压器构筑物

（71UBR/72UBR/81UBR/82UBR）、高压厂用备用变压器进线小间（71UBU/81UBU）、变压器事故油坑（71UBH/81UBH）、润滑油转运间（71UMX/81UMX）、汽机事故油坑（71UMT/81UMT）、主泵配电间（71UBA/81UBA）、压缩空气储罐（72USC/82USC）、机组柴油发电机厂房（71UBN/81UBN）等组成。

7、8 号机组主厂房布置在 5、6 号机组厂区西侧，由东向西采用核岛北向、常规岛南向的并列布置方式，各机组相对位置如下：

6 号机组与 7 号机组堆芯间距为 291.67m，其中东西向距离为 285m，南北向距离为 62m。

7 号机组与 8 号机组堆芯间距为 210m。

7、8 号机组核岛区各子项基底均位于微风化岩体上，微风化岩体饱和单轴抗压强度为 92.7MPa，剪切波速为 2685m/s，地基承载力特征值为 7.0MPa，完整程度为较完整～完整，以完整为主，基本质量等级主要为 I 级，局部为 II 级，远大于核岛各子项基底压力，地基均匀稳定。

汽轮机厂房基底持力层由北向南依次为微风化岩体、中等风化岩体、强风化岩体、第四系，强～微风化岩体能满足上部荷载要求，可采用天然地基，常规岛南端存在第四系的地段需采取适当的工程措施进行处理。

2) 循环冷却水设施区

循环冷却水设施区主要包含重要厂用水取水构筑物（N1UPD）、重要用户冷却水泵房（71UQB/81UQB）、循环水泵房（71UQA/81UQA）、虹吸井（N1UQF）。其中重要厂用水取水构筑物位于厂区西北部；重要用户冷却水泵房为核岛厂房一部分，位于反应堆厂房北侧；循环水泵房位于汽轮机厂房西侧；虹吸井位于 7 号常规岛厂房南部。

3) 辅助生产设施区

辅助生产设施分为放射性辅助生产设施和非放射性辅助生产设施。

放射性辅助生产设施分为新建放射性设施和共用放射性设施。

新建放射性设施为乏燃料干式储存场和废物运输车库（M1UKQ）。乏燃料干式储存场为预留场地，供未来 1~8 号机组乏燃料干式储存使用，位于 7、8 号机组厂区西南部。废物运输车库位于 3、4 号机组重要厂用水取水构筑物南侧空地。

共用放射性设施包含特种汽车库（AS）、放射源库（EN）、废物暂存库（QT）、职业去污室（BH）、厂区实验室（AL）、放射性废物处理中心（T4UKT）。特种汽车库、放射源库、废物暂存库与 5、6 号机组共用，位于 5、6 号机组核岛北侧；职业去污室、厂区实

验室与 5、6 号机组共用，位于 5、6 号机组常规岛东南侧；放射性废物处理中心为 1~8 号机组共用，位于 4 号机组核岛北侧。

非放射性辅助生产设施分为新建非放设施、改扩建非放设施及共用非放设施。

新建非放设施主要包含除盐水厂（N1UGC）、仪用压空机房（N1USC）、制氮车间（N1UTN）、消防稳压设备间（N3UGF）、二氧化碳站（71UTG/81UTG）、含油生产废水油水分离池（N1UGM）、综合仓库（M1USU）、气瓶库（M1USK）、化学品仓库（M1USD）、地下水监测站（N1UCJ/N2UCJ/N3UCJ）等。除盐水厂和含油生产废水油水分离池位于 7 号常规岛南部，便于与 7、8 号机组的生产联系；仪用压空机房两台机组共用，位于 8 号机组常规岛南侧；制氮车间位于仪用压空机房西侧；消防稳压设备间位于仪用压空机房南侧；二氧化碳站单元式布置，分别位于 7、8 号机组汽轮机厂房东侧；含油生产废水油水分离池位于 7 号机组主变西侧；综合仓库、气瓶库位于除盐水厂南侧；化学品仓库位于厂区东南角，远离其他生产设施。改扩建非放设施包含制氯站（M1UTL）、空气压缩机房（M1USC）、氢气贮存及分配站（M1UTK）。其中制氯站、空气压缩机房、氢气贮存及分配站位于 5、6 号厂区内，临近 7 号机组主变压器平台，5~8 号机组配电装置区北侧，在 5、6 号机组建设期间已完成土建工程，本期工程设备安装工程完成后供 5~8 号机组共同使用。

共用非放设施包含保安楼（UG）、机电仪修车间（AF）、辅助锅炉房（T1UTH）。保安楼、机电仪修车间与 5、6 号机组共用，位于 5~8 号机组配电装置区的东北侧。辅助锅炉房为全厂共用，位于 3 号机组核岛北侧。

4) 厂前建筑区

厂前建筑区包含综合办公楼（M1UYC）、职工餐厅（M1UYD）、档案馆（M1UYN）。厂前建筑区位于和谐大道以南，生产区西南侧，东侧与总承包商临建办公楼毗邻。

5) 实物保护

根据核电厂实物保护要求，厂区设置控制区围栏、保护区围栏和要害区围栏。

要害区围栏为单层可视围栏并配有轻质防护栏，装备相应的技术防范设施，部分利用核岛厂房建筑外墙并增设相应的安全保卫设施，包围区域为核岛及其附属设施。

保护区围栏为双层铁丝网可视围栏，装备相应的技术防范设施，包围区域为要害区围栏内建构筑物、常规岛、循环水设施区及大部分辅助生产设施。

控制区围栏为单层铁丝网可视围栏，包围区域为保护区范围内所有建构筑物及综合仓库、气瓶库和化学品库等辅助生产设施区。

控制区、保护区、要害区出入口设置监控系统和执勤哨位，进入人员及车辆必须持有相关证件。

6) 竖向设计

厂区采用平坡式布置，主厂房区厂坪设计标高 7.85m，核岛厂房和常规岛厂房室内±0.00 设计标高为 8.00m。辅助生产设施区及厂前建筑区场地设计标高由北向南逐步降低，标高范围为 5.00~7.60m。

场地排水采用有组织的地下管道排水系统。

7) 交通运输

a. 厂内道路布置

厂内运输主要为设备材料备件以及新燃料、乏燃料、固体废物等的运输，均采用道路运输方式。

厂内道路分为干路、支路、人行道、车间引道，干路宽度 9m 和 7m，支路宽度 4m，车间引道根据建筑物出入口尺寸确定；干路转弯内半径不小于 9m，支路转弯内半径不小于 6m。

沿主厂房四周设置重型路，转弯内半径不小于 27m。

沿控制区、保护区内侧，要害区外侧设置巡逻道路。

上述各类道路，除满足生产运输要求外，还兼具消防功能。

b. 厂区出入口布置

厂区共设置三处出入口，其中控制区出入口（MIUYF）为主要出入口，位于 7、8 号机组厂区南部，毗邻和谐大道。

厂区东北部设置备用出入口，与 5、6 号机组保护区连通，通过 5、6 号机组核岛北侧道路及 1、2 号机组前池北侧道路连接大件码头和厂址次要进厂道路，既可以作为大件运输设备出入口，也可以用于厂区应急疏散。

厂区东南部设置备用出入口，与 5、6 号机组控制区连通，便于与 5~8 号机组配电装置区及 5、6 号机组仓储维修区的生产联系。

8) 铺砌及绿化

由于核电厂对辐射防护、卫生、防火、安全保卫等方面的特殊要求，厂区分为绿化区和非绿化区。

——非绿化区。厂区保护区内不进行绿化，采用硬化地面或铺设碎石。

——绿化区。厂前建筑区及保护区外生产区进行绿化，栽种行道树、花木、加铺草坪

等，以改善环境，为核电厂职工提供良好的生产生活空间。

绿化区域的地表均需填筑不低于 30cm 厚的耕植土壤，以利于树木花卉的生长。

4.1.2.4 环境保护相关设施的平面布置

本期新建的环境保护相关设施除核岛外，主要包含乏燃料干式储存场地、废物运输车库（M1UKQ）、生活污水和生产废水处理设施等。

1) 放射性辅助生产设施

乏燃料干式储存场（预留）布置于厂区西南部，为 1~8 号机组乏燃料干式储存提供场地。废物运输车库位于 3、4 号机组重要厂用水取水构筑物南侧空地。与前期工程共用的放射性辅助生产设施包括：特种汽车库（AS）、放射源库（EN）、废物暂存库（QT）、职业去污室（BH）、厂区实验室（AL）、放射性废物处理中心（T4UKT）、南区污水处理站（02UGQ）。

2) 生活污水和生产废水处理设施

本期工程新建含油生产废水油水分离池（N1UGM），主要通过室外直埋管道收集厂内（含油）生产废水，经处理达标后汇入虹吸井，最终排入海域。根据厂区内用地现状及生产废水源位置，将 N1UGM 布置于 7 号机组冷却水泵房南侧。

本期生活污水处理设施与前期工程共用，位于厂址东南部。

4.1.2.5 环境保护措施

本工程充分考虑环境保护要求，使其对原有地貌的改变不仅能够补偿，而且得到改善，以创造优美的小区域环境。具体实施措施主要有以下几方面：

1) 建构筑物紧凑布置，以节约用地。

2) 厂区内可绿化区域充分进行绿化，并采取多种绿化方式，包括立体绿化、屋顶绿化等。

3) 尽量为工程施工提供便利，使施工活动对环境的影响降低至最小。

4) 工程完工后，施工场地进行表土回覆和全面整地，采取灌草结合的方式恢复植被。

4.1.2.6 技术经济指标

厂区总平面布置主要技术经济指标详见附表 4.1-3。

4.1.3 排放口布置

4.1.3.1 排放口位置

本工程流出物主要包含液态流出物和气态流出物：

1) 液态流出物排放点

液态流出物包括：循环冷却水、重要厂用水、生活污水、生产废水、雨水、厂区含油废水和低放废液。

循环冷却水、重要厂用水、雨水及处理达标的生产废水、低放废液以及厂区含油废水分离出的水，通过地下管沟排至虹吸井，经联合排水暗沟排至排水明渠，最后通过排水明渠排至排水口（液态流出物释放点），进入厂址东南部海域（受纳水体），此液态流出物释放点在核电厂海域地产权界线内。厂区含油废水分离出的油由油污车运输到厂外统一处理。

处理达标的生活污水通过地下管网排至厂区南侧排洪沟。

2) 气态流出物排放点

气态流出物排放点为核岛通风烟囱（71UKH/81UKH）顶部，核岛气态流出物经过处理达标后，通过核岛通风烟囱排入大气。

4.1.3.2 排放口位置合理性

液态流出物经处理达标后通过地下管沟排至虹吸井，稀释后经联合排水暗沟排放至排水口。

气态流出物排放点位于厂址最大风频的下风向，且远离厂前建筑区及生活配套设施，有效避免气态流出物扩散对生产生活的影响。

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

本工程拟建设两台 1200MWe 级俄罗斯 AES-2006 型核电机组，其中核岛以列宁格勒核电站二期工程（以下称为 LNPP-2）为参考电站，主 I&C、通讯系统和消防 I&C 除外。常规岛设计相关的标准和要求参考田湾核电站 3、4 号机组。

每台机组的核蒸汽供应系统主要由反应堆冷却剂系统和相关的核辅助系统组成，蒸汽电力转换系统由汽轮发电机组及其辅助系统和二回路热力系统组成。

田湾 7、8 号机组是两台电功率 1200MW 压水堆核电机组。其反应堆装置是额定热功率为 3200MWe 的 AES-2006 型反应堆。

由于核能的风险与电离辐射有关，因此总的核安全目标是在核电厂中建立并保持对放射性危害的有效防御，以保护人员、社会和环境免受危害。安全设计原理的最重要部分是纵深防御概念，它贯彻于安全有关的全部活动中，包括与组织、人员行为或设计有关的方面，以保证这些活动均置于重叠措施的防御之下，即使有一种故障发生，它将由适当的措施探测、补偿或纠正。田湾核电站 7、8 号机组的设计在贯彻纵深防御概念时采用了一系列多层次的防御，用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护：

——第一层次防御的目的是防止偏离正常运行及防止系统失效。这一层次要求按照恰当的质量水平和工程实践，例如多重性、独立性及多样性的应用，正确并保守地设计、建造、维修和运行核电厂。所有构筑物、系统和部件都要根据其安全功能及重要程度进行安全分级，针对不同级别采用不同的规范标准和抗震要求，以及不同的质量保证措施。在第一层次防御中还包括了按经过实践考验的规程进行的核电站在役检查、维护和试验。设计中也考虑了进行这些活动时的可达性和必要的装备和工具。

——第二层次防御的目的是检测和纠正偏离正常运行状态，以防止预计运行事件升级为事故工况。这一层次中最重要的是设置了保护系统，以保证安全相关的重要参数的偏离达到设定的阈值时停闭反应堆，使电站处于安全状态。为此设置了两套独立的停堆系统——控制棒系统和硼酸控制系统。

——第三层次防御是必须投入专设安全设施和规程以控制由某些预计运行事件的升级引起的事故工况的后果。为此，设置了一系列反应堆专设安全设施，如安全注入系统、安全壳喷淋系统、应急给水系统以及它们的支持系统，这些专设安全设施在事故工况时自动投入运行以控制事故产生的后果。

——第四层次防御的目的是针对设计基准可能已被超过的严重事故，以保证放射性的释放保持在尽可能低的水平。这一层次最重要的目的是保护包容功能。除了事故管理规程之外，还有可以防止事故进展的补充措施与规程，以及减轻选定的严重事故后果的措施来达到。

——第五层次即最后层次防御的目的是减轻可能由事故工况引起潜在的放射性物质释放造成的放射性后果。在设计中，要求有适当装备的应急控制中心并编制厂内和厂外应急响应计划。

4.2.2 核岛

核岛包括反应堆厂房、蒸汽间、安全厂房、控制厂房、重要厂用水厂房、核辅助厂房、应急柴油发电机厂房、核服务厂房、新燃料贮存厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.2.1 堆芯部件

田湾 7、8 号机组的反应堆的组成部分有：压力容器、上部组件、堆内构件（保护管组件，堆芯吊篮，围筒）、堆芯部件（燃料组件，控制棒组件）和堆内监测仪表。控制棒驱动机构装在属于上部组件的反应堆顶盖上。

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

1) 系统功能

a) 传热

在核电厂正常运行期间，一回路系统通过沿反应堆——蒸汽发生器——反应堆冷却剂泵——反应堆流动的一回路冷却剂将反应堆堆芯所产生的热量传递给蒸汽发生器二次侧的给水，并使蒸汽发生器二次侧的给水转化为驱动汽轮发电机的饱和蒸汽。本系统的传热功能还包括在反应堆冷却的初期和启动的后期将反应堆的热量传递给二回路系统。

b) 反应性控制

用作反应堆冷却剂的除盐除氧水既用来作为传热的介质，又充当中子慢化剂和反射层以及中子毒物硼酸的溶剂，从而提供一种独立的反应性控制手段作为控制棒的补充。

c) 压力控制

在核电厂正常运行工况下，为了避免在反应堆内出现泡核沸腾，需要将反应堆冷却剂的压力保持在高于反应堆出口温度所对应的饱和压力。反应堆冷却剂的压力由通过波动管线连接到一条冷却剂环路的稳压器来维持。

d) 第二道屏障

一回路系统及其设备作为反应堆冷却剂的压力边界构成防止溶解（或悬浮）在冷却剂中的放射性裂变产物释放的第二道屏障。

2) 系统概述

一回路系统主要由 4 条冷却剂循环环路、一套稳压和卸压系统（JEF/JEG）及有关的连接管道和阀门组成。

每条冷却剂循环环路包括一台卧式蒸汽发生器（JEA）、一台反应堆冷却剂泵（JEB）、将蒸汽发生器和反应堆冷却剂泵与反应堆压力容器连接起来的 DN850 反应堆冷却剂管道（JEC）及有关的连接管道和阀门。

冷却剂在反应堆堆芯将燃料裂变所产生的热量带出堆芯，从反应堆压力容器的出口进入反应堆冷却剂管道的热段，然后从卧式蒸汽发生器的热集流管进入蒸汽发生器传热管将热量传递给二回路的给水，使二回路的给水产生饱和的用于驱动汽轮发电机的蒸汽，被冷却后的一回路冷却剂进入蒸汽发生器的冷集流管并离开蒸汽发生器进入冷却剂管道的过渡段，随后从反应堆冷却剂泵的下部进入反应堆冷却剂泵，在反应堆冷却剂泵内升压后的冷却剂经泵出口进入冷却剂管道的冷段，沿冷段从反应堆压力容器的入口进入反应堆堆芯完成一次循环。

蒸汽发生器的传热管既作为一回路冷却剂与二回路冷却剂传热的表面，也与冷、热集流管一起构成防止放射性裂变产物从一回路进入二回路的屏障。

稳压和卸压系统由一台稳压器、3 组稳压器安全阀、一台卸压箱及有关的连接管道和阀门组成。

稳压器通过一条波动管线使稳压器的下部与 4 号环路的热段相连接，通过一条喷淋管线使稳压器的上部与 3 号环路的冷段相连接。

3) 主要设备

a) 主管道

反应堆冷却剂管道用于将反应堆压力容器、蒸汽发生器、反应堆冷却剂泵等连接起来，以便反应堆冷却剂在一回路系统中进行循环，完成其冷却堆芯并将热量传递给蒸汽发生器二次侧给水的任务。

反应堆冷却剂管道属于安全 2H 级、抗震 I 类设备。

b) 蒸汽发生器

蒸汽发生器是一回路系统中的主要设备之一，作为传热设备用于将一回路冷却剂中的热量传递给二回路的给水，使其产生用于驱动汽轮发电机的干饱和蒸汽；作为一回路压力边界的一部分用于承受一回路冷却剂的压力，并与一回路其它压力边界一起构成防止堆芯放射性裂变产物向二回路或安全壳内释放的屏障。

蒸汽发生器属于安全 1H 级的正常运行设备，抗震类别为 I 类。

在设计污垢系数和堵管率小于 10%的条件下，能在电厂额定功率运行期间可靠地提供所要求的蒸汽流量，并满足湿度不大于 0.20%的所要求的蒸汽品质要求。

在所有的设计工况下，能够可靠地将一回路冷却剂冷却到所要求的温度。

c) 主泵

反应堆冷却剂泵组用于使一回路冷却剂沿反应堆——蒸汽发生器——反应堆冷却剂泵——反应堆进行强迫循环。

在与断电相关的事态工况下冷却剂泵组的惰转能保证冷却剂的循环，以确保堆芯的安全冷却，并为建立冷却剂的自热循环创造条件。

按照安全类别的分级，反应堆冷却剂泵组属于正常运行的装置。承受内压及接头的固定螺栓等部件属于 1H 级，电动机和预埋件属于 2H 级。反应堆冷却剂泵组属于抗震 I 类设备。

d) 稳压器及卸压系统

稳压器及卸压系统由一台稳压器、3 组稳压器安全阀、一台卸压箱及有关的连接管道和阀门组成。各设备安全分级如下：

- 稳压器：1H；
- 固定件、管式电加热装置：2H；
- 波动管线、喷淋管线、冷却及排放管线：2H；
- 稳压器安全阀：23；
- 喷淋管线上的阀门：2H；
- 卸压箱：3H；
- 从稳压器安全阀到卸压箱的蒸汽排放管线：3H。

从稳压器到并包括稳压器安全阀的抗震类别为 I 类；从稳压器安全阀以后到并包括卸压箱的抗震类别为 IIa 类。

4.2.2.3 主要辅助系统

AES-2006 型机组方案核辅助系统主要包括容积和硼酸控制系统、一回路冷却剂净化系统、一回路冷却剂贮存系统、燃料水池冷却系统、燃料水池和硼水贮存箱水净化系统、蒸发器排污系统、蒸发器排污水净化系统、维持一回路冷却剂化学性质的化学药剂的配置和供应系统。

反应堆辅助系统确保下列功能：

- 反应堆冷却剂容积控制和化学控制；
- 反应堆停堆和启动时排出余热；
- 反应堆换料期间燃料组件的装卸。

各系统简要描述如下：

1) 容积和硼酸控制系统

主要功能为：维持冷却剂的物质平衡和水质；控制反应堆的反应性；调节水化学工况；净化冷却剂；供给主泵密封水；为了调节一回路的压力及冷却稳压器，向稳压器喷水；用于一回路系统的密封性和强度试验；保证停堆时冷却剂的除气；校正应急堆芯冷却系统非能动部分的安注箱中的水位和水质。

系统中设有：两台大流量上充泵；三台小流量活塞式上充泵；一台水压试验泵；下泄再生热交换器；下泄后冷却器；冷却剂排水冷却器；补给水除气器；冷却剂备用下泄热交换器；一回路冷却剂下泄再生热交换器等。

2) 一回路冷却剂净化系统

系统主要功能为净化以阴离子和阳离子形式存在的溶解产物，去除处于悬浮状态的放射性腐蚀产物，从而保证一回路的水化学工况标准。主要设备包括阳离子交换器、阴离子

换热器、混合床离子交换器、滤料捕集器和相应的管道、阀门和仪表等。

3) 一回路冷却剂贮存系统

系统的主要功能是在正常运行工况（包括电站的启动和停堆工况）和预期运行事件工况下接收和贮存一回路系统的冷却剂；进行一回路冷却剂首次充注；接收和贮存来自含硼疏水收集系统的疏水；并在燃料循环寿期末从冷却剂中除去硼酸。

主要设备包括冷却剂贮槽、冷却剂输送泵、离子交换器、树脂捕集器、阀门、管道及仪表等。

4) 燃料水池冷却系统、燃料水池和硼水贮存箱水净化系统

燃料水池冷却系统用于完成下列功能：

- ① 排出存放在燃料水池内的乏燃料组件的余热；
- ② 在正常运行和电站断电时，在反应堆竖井、燃料水池及换料检查井的燃料组件和乏燃料上面形成辐射防护层。

燃料水池和硼水贮存箱水净化系统用于完成以下功能：

- ① 净化燃料水池冷却系统，除去所含的杂质，以降低它的放射性并确保透明度；
- ② 净化硼水贮存系统，除去所含的杂质。

主要设备包括燃料水池冷却泵、燃料水池排水泵、热交换器、机械过滤器、离子交换器、硼水冷却器等。

5) 蒸发器排污系统、蒸发器排污水净化系统

主要功能是从蒸发器中排污、净化和疏水。主要设备包括排污水返回泵、排污冷却器和排污后冷却器、阴离子交换器、阳离子交换器、过滤器和树脂捕集器等。

6) 维持一回路冷却剂化学性质的化学药剂的配置和供应系统

系统功能为：接受、配置和暂存指定运行浓度的化学药剂；向一回路提供化学药剂以确保一回路冷却剂化学性质的标准指标。

主要设备有计量泵、间歇性氨溶液贮罐、间歇性联氨溶液贮罐、带有搅拌器的配制槽等。

4.2.3 常规岛

常规岛主要包括汽轮机厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.3.1 蒸汽-电力转换系统

蒸汽-电力转换系统接收来自核蒸汽供应系统的蒸汽，通过汽轮发电机组将热能转换成电能。

蒸汽-电力转换系统流程示意图见图 4.2-1。

蒸汽-电力转换系统主要包括主蒸汽系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机回热抽汽系统、汽轮机旁路系统、辅助给水系统等。

主蒸汽系统：在汽轮机厂房设有主蒸汽联络管，以均衡各主蒸汽管道的压力。四根主蒸汽管道将四台蒸汽发生器产生的蒸汽，经过主蒸汽快速隔离阀，主汽门和调节汽门送入汽轮机高压缸。主蒸汽母管上还接有汽水分离再热器的二级再热蒸汽段、汽轮机的轴封系统、辅助蒸汽系统以及汽轮机旁路系统等管路。

汽水分离再热器系统：汽水分离再热器接收来自汽轮机高压缸的排汽，利用分离器去除其湿气并经汽轮机高压缸抽汽和主蒸汽加热至过热状态以避免汽轮机叶片腐蚀，提高电厂效率。

凝结水系统：凝结水系统位于汽轮机本体和除氧器之间的系统，具有将汽轮机的排汽凝结成水；将凝结水从热阱抽出，经过凝结水泵升压，经过轴封冷却器、低压加热器和疏水冷却器后，送至除氧器；接收各疏水箱来的疏水；为电站提供必要的凝结水储存量等功能。

主给水系统：用于从除氧器至蒸汽发生器给水入口进行除氧、升压和加热。

汽轮机回热抽汽系统包括低压加热器和高压加热器系统。汽轮机回热抽汽系统是利用汽轮机的抽汽、轴封系统的溢流蒸汽以及主汽门和调节汽门阀杆部分漏汽加热凝结水和给水，从而提高汽轮机热力循环效率，并使进入除氧器的主凝结水、进入蒸汽发生器的给水达到预定的温度。

汽轮机旁路系统：在机组启动、停机和汽轮机甩负荷时，通过汽轮机旁路阀(BRU-K)，将蒸汽从蒸汽发生器释放到汽轮机凝汽器中。当反应堆功率与汽轮机功率不一致时，该系统通过减压装置把多余的蒸汽排入凝汽器，以防止蒸汽发生器内部压力增加过大而导致快速泄压装置（BRU-A）或安全阀动作。

辅助给水系统：在机组启动、停堆、计划冷却等机组过渡工况时向蒸汽发生器供水；在所有给水泵切掉时（预期运行事件），给蒸汽发生器提供不超过 7%额定流量的给水。

4.2.3.2 汽轮发电机组

田湾核电站 7、8 号机组汽轮发电机组额定功率为 1265MW。汽轮机为单轴、四缸六排汽再热凝汽式汽轮机。汽轮机包括一个高压缸，三个低压缸及其附件，包括阀门、盘车装置、带顶轴油系统的润滑油系统、仪表和控制系统等。汽轮机采用半速汽轮机，额定转速 1500 转/分钟。

发电机为无刷励磁汽轮发电机，水氢氢冷却方式。

4.2.3.3 凝汽器

汽轮机每个低压缸下部都设有一台凝汽器，从低压缸排出的乏汽进入凝汽器后，在冷却水的作用下转变为凝结水，从凝汽器底部的 6 根凝结水管道汇总成一根母管，再分别进入三台容量各为 50%的凝结水泵。

凝汽器为表面式热交换器，即汽轮机的排汽与冷却水（海水）通过传热管表面进行间接换热，冷却水管为钛管。每个凝汽器主要由接颈、壳体、水室、排汽接管和热阱等组成。

凝汽器接颈内布置有汽轮机低压缸抽汽管道及汽轮机旁路蒸汽接收装置，最大能接收约 64%额定流量的主蒸汽。为防止因汽机旁路蒸汽而使凝汽器温度升高和汽轮机低压缸超温，在凝汽器接颈内设有水幕喷淋保护装置和低压缸喷淋保护装置，由喷水形成水幕以保护凝汽器管束和低压缸。

在凝汽器壳体与接颈之间按抽管方向中心线平行对称布置 3 台合体低压加热器。

热阱布置在管束下方，设计有足够的空间，使流经管束下部的部分蒸汽进入该空间，回流加热管束底部的凝结水，从而减轻传热过程中产生的过冷现象。热阱内还附设了凝结水除氧装置，对凝结水进行真空除氧，避免机组在低负荷或空气大量泄漏情况下凝结水的含氧量大于 20ppb。

为确保凝汽器冷却管表面清洁，保证传热效果，每台凝汽器配备两套胶球清洗装置（每侧一套），用以对冷却管内表面进行定期清洗。在汽轮机适当减负荷至一定程度情况下可对凝汽器任意一半进行清洗或检修。

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.1.1 海水用水

海水取自黄海，其主要功能是向循环水系统、重要厂用水系统提供冷却水；向制氯站提供生产原水；向滤网提供冲洗水。循环水系统和重要厂用水系统采用海水直流冷却方式。

上述海水系统正常运行时的用水量详见表 4.3-1。

黄海取水条件好、水量充足可靠，可满足循环水系统、重要厂用水系统及其他海水用水系统的取水需求，不会出现冷却水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统。

4.3.1.2 淡水用水

核电厂的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、消防用水、道路浇洒、洗车

用水等。

1) 淡水用水量

a) 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搅拌、混凝土养护、冲洗砂石、降尘浇洒、砌筑工程、施工机械用水等。

田湾核电站 7、8 号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 $1760\text{m}^3/\text{d}$ ，施工人员生活用水最大日用水量为 $1230\text{m}^3/\text{d}$ ，施工现场降尘和洗车用水量为 $134\text{m}^3/\text{d}$ 。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 $3444\text{m}^3/\text{d}$ 。

b) 运行期间用水量

运行期淡水用水包括生活用水、生产用水、消防用水和洗车、道路浇洒用水等。

生活水系统供给生活用水、采用生活水水质的生产用水、消防补水、洗车用水等。

采用生活水水质的生产用水主要包括循环水泵房用水、核岛用水、常规岛用水等。生产用水主要供给除盐水处理系统原水。

道路浇洒用水采用再生水，洗车用水采用淡水。

考虑管网漏损水量与未预见水量以及淡水厂自用水量，田湾核电站 7、8 号机组运行期正常运行日用水量为 $4641\text{m}^3/\text{d}$ ，最大日用水量为 $7842\text{m}^3/\text{d}$ 。

本工程正常运行设计耗水指标为 $0.023\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{GW}$ 。

2) 供水水源

田湾核电站 7、8 号机组施工期间和运行期间的淡水由 1、2 号机组已建的淡水厂提供，道路浇洒用水采用再生水，洗车用水采用淡水。淡水厂的原水取自蔷薇河。

根据《田湾核电站 7、8 号机组水资源论证报告书》，鉴于田湾核电站 7、8 号机组和 1-6 号机组的最大日用水量不会在同一天出现，田湾核电站 1-8 号机组运行期最大日用水量出现在七台运行、一台冷启动工况，运行期八台机组最大日用水量约为 $23733\text{m}^3/\text{d}$ 。田湾核电站 1、2 号机组已建淡水厂的设计规模为 $28000\text{m}^3/\text{d}$ ，可以满足 1-8 号机组的淡水用水需求。

道路浇洒日用水量约为 $39\text{m}^3/\text{d}$ 。本工程正常运行期间新增生活污水产生量约为 $87\text{m}^3/\text{d}$ ，再生水产生量约为 $78\text{m}^3/\text{d}$ ，可以满足道路浇洒的水量要求，洗车用水采用淡水。

上述淡水水源水量充沛，核电厂不会出现因淡水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统的情况。

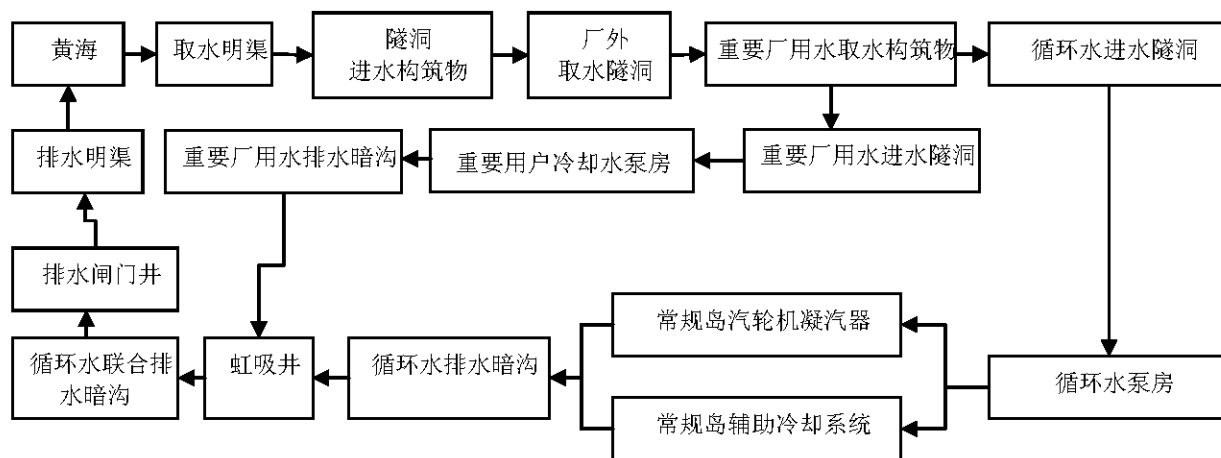
4.3.2 核电厂散热系统

本工程海水取排水系统的功能主要是为常规岛和核岛提供冷却水，并将常规岛循环冷

却水、核岛重要用水排水以及符合排放标准的液态放射性流出物混合后经排水渠排入海域。

本工程循环冷却水和重要厂用水均采用海水直流供水系统。海水取自黄海，通过引水渠将羊山岛东北侧的海水引至厂外引水隧洞进水构筑物，再经过厂外引水隧洞进入重要厂用水取水构筑物。其中循环冷却水通过循环水进水暗沟→循环水泵房→循环水进水管→汽轮机房→循环水排水管道→虹吸井→循环水联合排水暗沟→排水闸门井→排水明渠→入海；重要厂用水通过重要厂用水进水廊道→重要用户冷却水泵房→重要厂用水排水暗沟→虹吸井→循环水联合排水暗沟→排水闸门井→排水明渠→入海。

本工程取排水的主要流程为：



7、8 号机组与 1~6 机组共用取水导流堤，厂外引水隧洞进水构筑物在田湾核电站扩建工程 5、6 号机组项目中与 5、6 号机组合建，需进行取水明渠疏浚工程；7、8 号机组的排水导流堤与 1~6 机组共用，需新建排水口并延长现有导流堤，进行排水明渠疏浚工程。

本工程与前期工程取排水口之间的关系图详见图 4.3-1 和图 4.3-2。

1) 取水导流堤与取水明渠

取水明渠道流堤包括南、北两条堤，南、北两条导流堤在 1、2 号机组取水明渠道流堤的基础上东延约 1.5km，其中北导流堤再向东北外延 1.1km，同时南导流堤再向东北延长约 2.6km。取水导流堤已建成。取水明渠位于南、北两条导流堤之间，按照全厂规划容量八台机组考虑共用，明渠内底标高-9.5m 不变，取水明渠底宽随不同工程规划而不同。1~8 号机组共同运行时取水明渠内底宽约 190m。

在取水明渠进口设置有桩基平台拦污网，可有效拦截海面可能突出现的大量庞大的浒苔、麦秸秆等漂浮物，避免堵塞取水构筑物的进水口造成局部水头损失剧增。

2) 厂外引水隧洞进水构筑物

在厂外引水隧洞头部设置厂外引水隧洞进水构筑物及相应的运行维护设施，其主要功能是保证隧洞在设计潮位下取用所需水量，使其具有良好的进水条件，并防止杂物进入隧

洞，在引水系统需要检修时截断水流。

厂外引水隧洞进水构筑物采用潜孔式进水的布置形式。其主要组成部分包括粗格栅、检修闸门、细格栅及移动式抓斗清污机、旋转滤网、加氯设施和起重机等。

3) 取水隧洞

每台机组设置一条取水隧洞，本期工程共设置 2 条，每条隧洞内径 $d=6.8\text{m}$ ，每条隧洞长度约 $L=3.8\text{km}$ ，设置有检修闸门可单条隧洞独立检修，正常运行工况下取水隧洞内流速约 1.85m/s 。

4) 循环水泵房和重要用户冷却水泵房

本工程每台机组均设置一座循环水泵房和一座重要用户冷却水泵房。

5) 排水构筑物与排水口

排水采用暗渠+排水导堤+开挖明渠相结合的排水方式。7、8 号机组的循环冷却水排水和重要厂用水排水在厂区排水虹吸井内混合，再通过排水隧洞排向东南侧，穿过南护岸由排水口排入大海。每台机组设置一条排水隧洞。

排水口门在 3~6 号机组排水口门基础上向西拓宽约 68m ，需拆除原 3~6 号排水口门喇叭口西侧抛石堤，并在西侧约 68m 处新建 7、8 号机组排水喇叭口西抛石堤，长约 194m ，结构与 3~6 号排水喇叭口相同。排水口门由前段的喇叭口结构和后段护坦组成。

6) 排水导流堤与排水明渠

排水明渠道流堤在前期工程已建成的长 1.3km 排水导流堤基础上，平行于海岸向东南方向延伸 2.05km ，排水明渠通过开挖形成。7~8 号机组的排水明渠内底宽约 80m ，明渠内底标高 -3.5m 。

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

田湾核电站 7、8 号机组工程汽轮发电机的额定功率为 1265MW 、额定功率因数为 0.9 、发电机额定电压为 27kV ，每台机组分别与三个单相升压变压器（主变）相连，以发电机—变压器组单元接线方式升压至 500kV 接入系统。

发电机与主变压器通过离相封闭母线相连，母线上设有发电机出口断路器。

500kV 配电装置选用 SF_6 气体绝缘的全封闭组合电器(GIS)，采用一个半断路器接线。

根据接入系统审查意见，田湾核电站 7、8 号机组工程 2 台机组与 5、6 号机组通过 500kV 高压配电装置接入 5、6 号机组升压站，不新增 500kV 送出线路，直接利用田湾核电站 5、6 号机组已建配套送出线路，最终形成 4 机 4 线的运行状态。

根据接入系统审查意见，田湾核电站 7、8 号机组高备变接入前期已经建成的 220kV

开关站，在原有预留基础上进行扩建。每台机组设两台分裂绕组高压厂用备用变压器，为两台机组的安全停运提供厂用备用电源。每两台高压厂用备用变压器作为一个组合，高压侧连接后共用 1 个 220kV 配电装置间隔，通过 1 回 220kV 高压电缆接入 220kV GIS 高备变出线间隔。

4.4.2 开关站的选型和布置

田湾核电站 7、8 号机组工程地处海边，所有电气设备都必须考虑盐雾腐蚀的影响，为提高电气设备供电的可靠性、安全性，500kV 与 220kV 开关站都是室内型，500kV 和 220kV 配电装置采用 SF₆ 气体绝缘组合电器（GIS）。

500kV 和 220kV 开关站位置在厂区的南部，出线向南。主变压器及其厂用备用变压器布置在汽轮机厂房附近。

4.4.3 与电力系统的连接

本工程可优化江苏省能源及电源结构，有利于缓解一次能源运输的压力，提高能源供应的安全性，对减少碳排放、保护环境发挥着重要作用，同时还可充分利用稀缺的厂址资源和现有的技术力量，具有投资省、见效快的优点。本期 7、8 号机组以 500kV 电压等级接入 5、6 号机升压站，不新增 500kV 送出线路，而直接利用田湾核电 5、6 机组已建配套送出线路，即 2 回至花果山、1 回至艾塘、1 回至姚湖，最终形成 4 机 4 线运行状态。

4.5 专设安全设施

4.5.1 概述

专设安全设施主要由应急堆芯冷却系统、安全壳喷淋系统、蒸汽发生器应急给水系统等系统组成。其中应急堆芯冷却系统包括高压安全注入系统、低压安全注入系统、应急堆芯冷却系统非能动部分。

下面详细介绍关于专设安全设施中各系统的系统设计和性能描述。

4.5.2 应急堆芯冷却系统

应急堆芯冷却系统由以下子系统组成：

- 高压安全注入系统(JND)；
- 低压安全注入系统(JNG1)；
- 应急堆芯冷却系统非能动部分(JNG2)；

在失水事故时，整个应急堆芯冷却系统应保证不断向一回路注入硼酸溶液以冷却反应堆堆芯。在设备切换（包括由于断电的原因）时，在可能中断注入硼酸溶液的持续时间内应防止堆芯冷却的准则遭到破坏。

4.5.2.1 高压安全注入系统（JND）

高压安注系统（JND）在冷却剂丧失事故期间，当反应堆冷却剂系统压力低于高压安注系统（JND）的工作压力时，高压安全注入系统保证快速向一回路注入硼酸溶液，以冷却堆芯，其注入量随一回路的背压降低而增加。

高压安注系统由 4 个相同且相互之间完全独立的系列组成，每个系列的容量为 100%，每个系列具有自己独立的工艺部分、控制系统和保障系统，能独立完成系统功能。每个系列设备实行实体隔离。

每个系列设有一台高压安注泵、阀门及相应的连接管道，以及相应的试验管线和再循环管线。

高压安注系统每两个系列通过低压安注系统（JNG1）的管道与含硼水贮存系统（JNK）中的地坑罐连接，地坑罐贮存低浓度含硼水，其容积能满足高压安注系统（JND）、低压安注系统（JNG-1）、安全壳喷淋系统（JMN）的泵同时运行的需求。

在高压安注泵的出口管线上的安全壳贯穿处，靠安全壳外侧设有电动隔离阀，靠安全壳内侧设有止回阀。

当发生一回路冷却剂丧失事故且高压安注泵接到信号后，从低浓度含硼水贮存地坑罐取水。当一回路中压力达到应急堆芯冷却系统非能动部分（JNG2）或低压安注系统（JNG1）的运行参数时，操作员可手动停止高压安注系统的运行，应急堆芯冷却系统非能动部分（JNG2）或低压安注系统（JNG1）投入运行。在事故条件下，在要求运行的整个周期时间内系统部件连续运行冷却反应堆。

4.5.2.2 低压安注系统（JNG1）

低压安注系统在冷却剂丧失事故期间，包括 DN850 主冷却剂管道的断裂，当冷却剂系统的压力下降到低于 JNG1 系统的工作参数时，向一回路注入硼酸溶液，以防止燃料组件的熔化和变形，其注入量随一回路的背压降低而增加。

低压安注系统由 4 个相同且相互之间完全独立的系列组成，每个系列的容量为 100%，每个系列具有自己独立的工艺部分、控制系统和保障系统，能独立完成系统功能。每个系列设备实行实体隔离。

每个系列设有一台低压安注泵、阀门及相应的连接管道，以及相应的试验管线和再循环管线。

在安全壳含硼水贮存地坑罐至低压安注泵的入口管线上设置电动隔离阀，防止地坑罐中的水丧失。在低压安注泵的出口管线上的安全壳贯穿处，靠安全壳外侧设有电动隔离阀，靠安全壳内侧设有止回阀。在安全壳内一回路环路供给管道上设置止回阀，在正常运行工

况下限制一回路冷却剂泄漏。低压安注系统（JNG-1）、高压安注系统（JND）、安全壳喷淋系统（JMN）泵进口母管上设置热交换器，用于冷却水或导出余热。

低压安注系统每两个系列与含硼水贮存系统（JNK）中的地坑罐连接，地坑罐贮存低浓度含硼水，其容积能满足高压安注系统（JND）、低压安注系统（JNG-1）、安全壳喷淋系统（JMN）的泵同时运行的需求。

当发生一回路冷却剂丧失事故且低压安注泵接到信号后，从低浓度含硼水贮存地坑罐取水。在事故条件下，在要求运行的整个周期时间内，系统部件运行直至将反应堆装置转入到安全状态。

4.5.2.3 应急堆芯冷却系统非能动部分（JNG2）

应急堆芯冷却系统非能动部分(JNG2)的设计功能是：在冷却剂丧失事故期间，当一回路压力下降到低于限值时，快速向一回路注入硼酸溶液。硼酸溶液数量足以冷却反应堆堆芯直至低压安注系统投入（JNG1）。

应急堆芯冷却系统非能动部分(JNG2)由 4 个相同且相互之间完全独立的系列组成，每一系列包括应急堆芯冷却系统安注箱、管道与阀门。每个安注箱上都各安装 2 个先导安全阀用于超压保护。自安注箱至反应堆的 DN300 管道上设置 2 个止回阀与 2 个快速截止阀。

在核电厂正常运行期间，两个串联的 DN300 止回阀将两个安注箱与反应堆隔开。当反应堆压力低于蓄压箱中压力时，止回阀自动开启并将蓄压箱内的含硼水注入反应堆，两个安注箱与反应堆入口腔室相连，另外两个与反应堆出口腔室相连。

当安注箱的水位低于一定限值时，产生关闭快速截止阀的信号，以避免氮气进入反应堆。

安注箱的管道直接与反应堆连接，可避免当主冷却剂管道破裂时使注入的水流失，有利于事故后对堆芯进行冷却。

应急堆芯冷却系统非能动部分(JNG2)在要求其运行的反应堆冷却剂系统的各种泄露情况下向堆芯注入足够的含硼水。

4.5.3 安全壳喷淋系统（JMN）

安全壳喷淋系统作为防止放射性裂变产物在事故工况下向环境释放的一项措施，其主要功能是导出事故后安全壳内大气中的热量，降低安全壳内的压力和温度，吸附和清除安全壳中的放射性裂变产物（尤其是放射性碘）。

安全壳喷淋系统设有 4 个相互独立的系列，每个系列可提供系统 50%的额定喷淋量。每个系列由一台喷淋泵、一台热交换器和有关的阀门、节流孔板及管道组成。

每个系列通过低压安注系统的管线与硼水贮存箱及安全壳地坑相连接，在核电厂正常

运行时，硼水贮存箱内的温度保持在 70℃。

在安全壳内，每个系列的压力管线与装有喷嘴的喷淋母管相连接。喷淋母管和喷嘴安装在安全壳的穹顶部位，喷淋所覆盖体积约为安全壳自由空间的 70%，喷嘴为圆锥体。

JMN 系统的每个系列都有一条试验管线和一条再循环管线。

JMN 共设有两台化学添加箱。四个系列的化学添加泵分别与这两台化学添加箱相连接，构成化学添加剂子系统。所设的化学添加子系统保证了喷淋水合适的化学性质，这样既降低了喷淋水对不锈钢材料所产生的腐蚀作用，又可提高对裂变产物（尤其是放射性碘）的去除效率。

包括管线和阀门在内的部分安全壳喷淋系统的设备位于安全壳内，而另外一部分管线、阀门和设备位于安全厂房中有防火屏障的独立房间内。

在安全壳喷淋系统的设计中考虑了下列设计基准事故：

- 一回路冷却剂系统管线的破裂；
- 位于安全壳内的二回路管线的破裂。

当反应堆一回路发生大破口失水事故或安全壳内的二回路主蒸汽管道发生破裂时，安全壳内压力增加。在喷淋初期，从硼水贮存箱取水进行喷淋，称为直接喷淋阶段；当硼水贮存箱的水用完后，喷淋系统切换到从安全壳地坑中取水进行喷淋，称为再循环喷淋阶段。在再循环喷淋阶段，安全壳地坑的水由安全壳喷淋系统的热交换器冷却。这样导出了安全壳内的热量，降低了安全壳内的压力和温度，减少了安全壳内大气中的放射性物质的含量，既保证了安全壳的密封性和结构完整性，也防止了安全壳内的放射性物质向环境释放。

4.5.4 蒸汽发生器应急给水系统

蒸汽发生器应急给水系统（LAR/LAS）用于在正常运行条件偏离工况和设计基准事故下，当主给水系统和辅助给水系统不能供给水时，保证为蒸汽发生器提供给水。系统应该在蒸汽发生器中液位降低相关原始事件下和要求应急冷却或机组保持热备用时发挥功能作用。

系统应该在断电情况下不晚于 120s 保证向蒸汽发生器供给水。系统应该在所有冷却阶段在蒸汽发生器中的压力达到 0.1MPa 时，保证向蒸汽发生器供给水。系统应该在断电工况下 1 个通道和大气旁排阀运行时，保证最大必须冷却速率 15℃/h。系统应该确保蒸汽发生器保持给定水位。应急给水管道应该独立与蒸汽发生器相接。系统应该在事故情况下运行，并在事故后保持可用性。

应急给水系统由 4 个完全独立的系列组成，每个系列的容量为 100%，每个系列具有自己独立的工艺部分、控制系统和保障系统。系列设备实行实体隔离。在每个系列中设有

一台应急给水泵、阀门及相应的连接管道，以及相应的试验管线和再循环管线。

应急给水系统每个系列的泵吸入管道都与容量各为 1000m^3 的除盐水贮存箱相连，箱中除盐水的温度为 $+20^{\circ}\text{C}$ 到 $+25^{\circ}\text{C}$ 。

应急给水的部分设备，包括管道和止回阀位于安全壳内，其它部分（应急给水泵、阀门、管道）位于相互之间有防火屏障实体隔离的单独的蒸汽隔间内。

根据事件的进展，应急给水系统保证向蒸汽发生器供水，并与大气释放阀一起将反应堆装置维持在热停堆状态直到电源恢复或反应堆装置变为冷停堆状态。

4.6 放射性废物管理系统和源项

4.6.1 放射性源项

核电厂运行产生的放射性物质主要来源于反应堆燃料芯块内的裂变反应，裂变反应产生的裂变产物绝大部分都被包容在燃料元件包壳内，只有极少量的裂变产物由于燃料元件包壳破损而泄漏到反应堆一回路冷却剂中。同时裂变反应所产生的中子会使反应堆冷却剂自身以及腐蚀产物、控制棒、硼酸和其它材料发生活化而产生生活化腐蚀产物。

反应堆冷却剂中的放射性活度很大程度上取决于燃料包壳的缺陷特征，以及裂变产物从燃料包壳间渗透入冷却剂的现象。

这些裂变产物和中子活化腐蚀产物通过冷却剂的净化、蒸汽发生器传热管束的泄漏等过程造成对二回路系统的污染。

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

放射性废液管理系统包括下列系统：

- 特种下水收集系统（KT*）；
- 液体放射性废物处理系统（KPF）；
- 液体放射性废物贮存系统（KPK）；
- 常规岛废液排放系统（LDL）。

其中 KT*、KPF、KPK 系统为单机组设置，LDL 为双机组设置。

4.6.2.1 特种下水收集系统

特种下水收集系统由反应堆厂房特种下水收集系统（KTF）、安全厂房特种下水收集系统（KTL）、核辅助厂房特种下水收集系统（KTH）和核服务厂房特种下水收集系统（KTT）组成。

1) 系统功能

——分类收集各厂房的特种下水，放射性活度浓度相对较高的特下水进入特下水接收槽 KPF12BB001 中，放射性活度浓度相对较低的废液进入低放废液接收槽

KPF60BB001/002;

——将收集的特种下水分别输送到液体放射性废物处理系统（KPF）、含硼疏水收集系统（KTC）的贮槽；

——对核岛内由 KTT10 子系统收集的废水进行监测排放，对常规岛内由 LDL 系统收集的废水进行监测排放。

2) 系统描述

——反应堆厂房特种下水收集系统（KTF）分类收集反应堆厂房内不含硼介质的设备和房间地面排水、含硼介质的设备和房间地面排水，并通过输送泵分别送往液体放射性废物处理系统（KPF）和含硼疏水收集系统（KTC）；

——安全厂房特种下水收集系统（KTL）分类收集安全厂房的含硼放射性废液，将特下水通过输送泵送到特下水收集槽 KPF12BB001，厂房高层处中相对洁净的排水和消防水自流至核辅助厂房的 KTH11BB001 地坑，由 KTL10 收集的相对洁净的消防水经 KTH11 系统管道进入低放废液接收槽 KPF60BB001/002；

——核辅助厂房特种下水收集系统（KTH）用于收集核辅助厂房、安全厂房、反应堆厂房、核服务厂房房间去污、管道泄漏以及火灾后控制区内产生的放射性废液。KTH40 收集的特下水通过输送泵送到贮槽 KPF12BB001，由 KTH20、KTH21 收集的相对洁净排水送至低放废液接收槽 KPF60BB001/002；

——核服务厂房特种下水收集系统（KTT）分类收集和输送来自核服务厂房的特下水、管道和设备的排水、实验设备排水、带潜在放射性沾污的淋浴水和洗手盆排水、消防水以及反应堆冷却剂泵的冲洗水。其中，控制区的淋浴水和反应堆冷却剂泵冲洗水进入 KTT10 系统的三个贮槽进行槽式监测排放。如果 KTT10 监测槽内废水的放射性浓度超过排放控制值则送往 KPF60 系统进行处理。由 KTT40 收集的特下水自流进入 KPF12BB001 收集后处理；由 KTT20 收集的相对洁净的淋浴水、洗手盆废水和实验室废水进入 KTH11BB001 地坑，输送至 KPF60 进行处理；控制区的消防水由 KTT11 收集并自流入 KTH11BB001 地坑后，输送至 KPF60 进行处理。

4.6.2.2 液体放射性废物处理系统（KPF）

1) 系统功能

液体放射性废物处理系统（KPF）的功能是接收和处理放射性废液，将蒸发产生的蒸残液送往液体放射性废物贮存系统（KPK）中贮存。处理后达到允许指标的冷凝液尽可能复用做补给水，其余部分向环境排放。

2) 设计基准

根据俄罗斯标准规范 NP-001-15 本系统属于正常运行的系统，核安全等级为“3H”。

根据 NP-089-15《核动力装置的设备和管道设置和安全运行规范》本系统质量等级为“C”组。

根据 NP-031-01 本系统的抗震类别为 II 类。

KPF 系统的设备设计处理能力为 $7100 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

排水地坑 KPF12BB001，溢流槽 KPF10BB003 及排水槽 KPF20BB001、KPF20BB002 房间设置钢敷面。

KPF 系统采用蒸发、离子交换的处理方法。蒸发器处理能力为 6t/h ，蒸发器总的去污系数为 10^5 ，冷凝液过滤器（除盐器）的去污系数为 $10\sim 100$ 。净化后的冷凝液作为补给水，非平衡的部分向环境排放。经蒸发处理后，每台机组每年产生含盐量为 400g/L 的蒸残液约 20m^3 。

3) 系统描述

反应堆厂房、核辅助厂房、安全厂房产生的特下水收集在特下水接收槽 KPF12BB001 内。特下水接收槽 KPF12BB001 被分为洁净水区 and 污染水区，含有可机械去除杂质的废液送入污染水区，在污染水区进行沉降后产生的泥浆将定期输送至 KPK 系统，此后送至田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理。沉降后的废液进入洁净水区，用泵 KPF12AP001、KPF12AP002 将该废液送入旋流器 KPF11AT001、KPF12AT001，在此杂质被分离出来，以泥浆的形式送入液体放射性废物转运系统（KPH）系统旋流器泥浆接收槽（KPH10BB001）暂存后送至田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理。

经旋流净化后的废液送入贮槽 KPF20BB001/002。贮槽 KPF20BB001/002 中的废液在送入蒸发器前，可在贮槽内利用 KBD-2 系统提供的 NaOH 进行 pH 调节并进行废液取样。用排水槽泵 KPF21AP001 或 KPF22AP001 将排水贮槽 KPF20BB001、KPF20BB002 内的废水混合。

用排水槽泵 KPF21AP001（或 KPF22AP001）将废液送至过滤器 KPF24AT001/KPF25AT001 后，将废水先输送至蒸发器 KPF30AT001 进行蒸发，然后初步浓缩液进入后蒸发器 KPF30AT002 进一步蒸发，蒸发后浓度达 400g/L 的蒸残液进入液体放射性废物贮存系统（KPK）贮槽。

蒸发器 KPF30AT001 的二次蒸汽在冷凝器 KPF30AC010 内冷凝，冷凝液自流入缓冲槽 KPF30BB001，后蒸发器 KPF30AT002 的二次蒸汽在冷凝器 KPF30AC030 内冷凝，同样流入溢流槽 KPF10BB003。冷凝液泵 KPF41AP001、KPF42AP001 将 KPF10BB003 的冷凝液送至冷却器 KPF40AC001 冷却，然后经过滤器（离子交换器）KPF40AT001、KPF40AT002

过滤后进入监测槽 KPF40BB001、KPF40BB002 中的一个，冷凝液在监测槽内经混合、取样分析，合格后用泵 KPF43AP001、KPF44AP001 将冷凝液送到排放渠。当冷凝液监测不合格时，可以将其返回到排水贮槽 KPF20BB001、KPF20BB002 进行二次净化。

未冷凝的蒸汽和气体的混合物从冷凝器 KPF30AC010、KPF30AC030 送到排气冷凝器 KPF30AC020。排气冷凝器中的不凝气体进入贮槽排气处理系统（KPL3），而蒸汽的冷凝液流入缓冲槽 KPF30BB001。

KPF60BB001/002 用于接收来自各个厂房相对洁净的排水以及消防水、来自特种洗衣房系统（SRP）的超标洗衣水、核服务厂房特种下水收集系统 KTT10 监测槽内放射性浓度超过排放控制值的废水，以及来自常规岛废液排放系统（LDL）的超标废液。在进行取样后将废液送至 KPF60AT001/002 进行离子交换处理。处理后的废液进入 KPF60BB003，此后将其输送至排放管线进行排放。

4.6.2.3 液体放射性废物贮存系统（KPK）

1) 系统功能

液体放射性废物贮存系统（KPK）用于把核电厂运行和维修过程中产生的放射性废树脂和吸附剂、KPF 系统蒸发产生的蒸残液在送往田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理之前进行中间贮存。

2) 设计基准

进入 KPK 系统的放射性废物量（单台机组）年预期值为：含盐量为 400g/L 的蒸残液 13m³，废树脂 13.9m³。

KPK 系统设有 2 个 80m³ 蒸残液贮槽、2 个 30m³ 中放废树脂贮槽、一个 30m³ 低放废树脂贮槽、一个 80m³ 备用贮槽。

3) 系统描述

——浓缩液的处理

KPK 系统接收 KPF 系统后蒸发器 KPF30AT002 产生的蒸残液及核岛内各过滤器水力卸料时产生的离子交换废树脂。

含盐量为 400g/L 的蒸残液自流入蒸残液贮槽 KPK10BB001 或 KPK10BB002。当蒸残液的含盐量低于 400g/L 时，将其输送回 KPF20BB001/002 处理。蒸残液需要处理时，使用泵 KPK40AP001、KPK40AP002 通过软管和快速接头把蒸残液从贮槽 KPK10BB001、KPK10BB002 输入蒸残液屏蔽运输槽车，然后送到田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理。

在应急情况下可以把蒸残液从贮槽 KPK10BB001、002 送入备用贮槽 KPK10BB003，当故障排除后介质再返回原贮槽。

——废树脂的处理

燃料水池和含硼水贮槽水净化系统（FAL）、一回路冷却剂净化系统（KBE）、冷却剂贮存系统（KBB）、一回路冷却剂处理系统（KBF）和液体放射性废物处理系统（KPF）产生的中放废树脂送入中放废树脂贮槽 KPK20BB001 或 KPK20BB002 贮存。贮槽 KPK20BB001 和 KPK20BB002 互为备用，同时在应急情况下可以把废树脂由 KPK20BB001、002 送入 KPK30BB001，当故障排除后介质再返回原贮槽。

废树脂需要处理时，使用泵 KPK52AP001、KPK54AP001 通过软管和快速接头把废树脂从 KPK20BB001、KPK20BB002 输入废树脂屏蔽运输槽车，然后送到田湾核电基地放射性废物处理中心（T4UKT）处理。

重要厂用水中间冷却回路（KAA）、液体废物处理系统（KPF）和蒸汽发生器排污水净化系统（LCQ40）过滤器产生的低放废树脂大部分情况下为非放或极低放树脂，为降低低放废物产生量，这些系统产生的树脂先收集在树脂中间容器 KPK60AT001 中，达到清洁解控标准的树脂经过辐射监测和监管部门批准后可作为非放废物处理，不宜再生时装入 200L 钢桶，存放在固体废物暂存库的专门区域进行贮存衰变；其他树脂送至低放射性树脂槽 KPK30BB001，等依据放射性水平进行处理。

4.6.2.4 放射性废水槽式排放

田湾核电 7、8 号机组工程项目放射性废水按槽式排放原则进行监测排放，包括以下几部分：

- 液体放射性废物处理系统（KPF）的监测与排放单元；
- 核服务厂房特种下水收集系统（KTT）；
- 常规岛废液排放系统（LDL）。

排放的废水有：

- 特种洗衣房、控制区卫生出入口等放射性浓度低于排放控制值的废水；
- LD 过滤器酸碱再生液；
- 二回路不可控泄漏水；
- 经 KPF 系统处理符合排放要求后的非平衡排水。

1) 液体放射性废物处理系统（KPF）的监测与排放

KPF 监测槽 KPF40BB001、KPF40BB002 为两台有效容积为 82 m^3 废液贮槽。进入监测槽的冷凝液在槽内经混合、取样分析，在此同时使用传感器 KPF40CR001、KPF40CR002

进行自动辐射监测。合格的液态流出物用泵 KPF43AP001、KPF44AP001 将冷凝液送入循环冷却水排水暗沟（UQN）与循环冷却水混合后经排放口排入海域。

核服务厂房、辅助厂房的低放废水和汽轮机凝结水排水收集在 KPF60BB001、KPF60BB002 中，每个收集槽的容积为 30m^3 。废水经监测送往 KPF60AT001、KPF60AT002 进行过滤，过滤后的废液收集在 KPF60BB003 中。经过实验室分析检测和 KPF60CR001 自动辐射监测后，将放射性活度低于排放限值 200Bq/L 的废液排入循环冷却水排水暗沟（UQN）与循环冷却水混合后经排放口排入海域。

当由 KPF40、KPF60 排放的液态流出物监测不合格时，可以将其返回到排水贮槽 KPF20BB001、KPF20BB002 进行二次净化。

KPF40 系统控制贮箱疏水和含硼不平衡水处理装置冷凝水的年平均不平衡水排放量估计为 $4400\text{m}^3/\text{年}$ ，KPF60 系统控制贮箱的再生水、过滤器 LCQ，KPF40 的清洗水，考虑卫生间和盥洗室水，排放量约为 $10000\text{m}^3/\text{年}$ 。

2) 核服务厂房特种下水收集系统（KTT）的监测与排放

放化实验室相对洁净的排水经 KTT 系统管道自流入 3 个监测槽 KTT10BB001、KTT10BB002、KTT10BB003 之一，每个监测槽有效容积为 10m^3 。当一个监测槽充满后，取样分析废水的放射性浓度，如果放射性浓度超过排放控制值（除 H-3 和 C-14 外其他放射性核素的浓度上限值为 200Bq/L ）时，废水被送往 KPF60 系统处理；若取样分析符合排放要求，则废水经 KPF 排放管线排入循环冷却水排水暗沟（UQN）与循环冷却水混合后经排放口排入海域。

常规岛废液排放系统（LDL）

常规岛液态流出物排放系统（LDL）通过各废液收集系统收集来自常规岛以下来源的放射性和潜在放射性废液：

——凝结水精处理废液中和及排放系统树脂再生和管道清洗水（单台机组年排放量 62400m^3 ）；

——机组启动初期，30%负荷以下的疏排水（包括高加疏水、低加疏水、MSR 疏水等，单台机组年排放量 13110m^3 ）；

——常规岛厂房检修时的含油废液（除油后）和设备管道疏水（单台机组年排放量 1320m^3 ）；

——蒸汽发生器化学清洗后的冲洗水（ $160\text{m}^3/\text{a}$ ，每年一次）。

这些废液在 LDL 系统贮槽内混匀、取样分析，低于规定排放控制值（除 H-3、C-14 外其他放射性核素的浓度上限值为 200Bq/L ）时，通过虹吸井（W1UQF）稀释后有控制

地向环境排放。

LDL 系统设置三个 500m^3 的废液排放贮槽 LDL10/20/30BB001，贮槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个贮槽同时破裂溢出的全部废液量。三个贮槽中一个用于接收废液，一个用于废液的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。LDL 系统每个贮槽设有循环搅拌管线，废液在贮槽内充分混合均匀，经取样分析合格后监测排放。若贮槽内废液放射性浓度超过排放控制值，废液送到 KPF60 系统重新进行处理。

三个贮槽有一根共用的排放管线及一根通往 KPF 系统的管线。在排放管线上安装有一台辐射监测仪和受监测仪控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀、一个止回阀及一台流量测量仪表。

常规岛液态流出物排放系统（LDL）废液排放量约为 $24.28 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ （两台机组），正常排放流量为 $100\sim 350\text{m}^3/\text{h}$ 。通常每天排放一槽，但个别情况下（机组启动时，上游连续来水）系统需要连续向环境排放，连续排水量约 1.04 万 m^3 ，排放流量为约 $350\text{m}^3/\text{h}$ 。

4.6.2.5 放射性液态流出物排放源项

正常运行期间液态放射性流出物主要来源于液体废物处理系统（KPF）、特种洗衣房排水系统（SRP）、核服务厂房特排水系统（KTT）、二回路冷凝水净化系统（LD）再生水、汽轮机厂房不可控泄漏。

在设计工况下单台机组废液年排放量（除氚和 C-14 以外）为 $4.95\text{E}+00\text{GBq/a}$ ，液态氚的年排放量为 $3.53\text{E}+04 \text{ GBq/a}$ ，液态 C-14 的年排放量为 $3.38\text{E}+01 \text{ GBq/a}$ 。

在现实工况下单台机组废液年排放量（除氚和 C-14 以外）为 $1.41\text{E}-01\text{GBq/a}$ ，液态氚的年排放量为 $1.65\text{E}+04 \text{ GBq/a}$ ，液态 C-14 的年排放量为 $3.64\text{E}+00 \text{ GBq/a}$ 。

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

放射性废气处理系统包括氢燃烧系统（KPL10）、放射性气体处理系统（KPL30）、贮槽排气处理系统（KPL70）和 HVAC 系统中相关的排风净化系统。每台核电机组配备一套放射性废气处理系统。

4.6.3.1 氢燃烧系统（KPL10）

1) 系统功能

为防止在正常运行和预计运行事件工况下，在放射性气体处理系统（KPL30）内形成氢氧爆炸性混合气体，氢燃烧系统履行下述功能：

- a) 去除一回路补给水除气器（KBA10BB001）排气中的氢气；
- b) 去除稳压器卸压箱（JEG10BB001）排气中的氢气；

- c) 去除一回路有组织泄漏槽（KTA10BB001）排气中的氢气；
- d) 确保氢气在催化氢氧复合器内燃烧；
- e) 将氢浓度不超过 0.2%（体积）的气体混合物送往 KPL30 系统。

2) 设计基准

根据俄罗斯标准 NP-001-15，KPL10 系统中设备分级如下：

——根据俄罗斯标准 NP-001-15，除稳压器卸压箱排气管路上的截止阀及其之间的管道以及安全壳隔离阀及其之间的管道外，其他设备的核安全等级为 3H 级；

——根据俄罗斯标准 NP-089-15，除稳压器卸压箱排气管路上的截止阀及其之间的管道以及安全壳隔离阀及其之间的管道外，其他设备的质量分组为 C 类；

——根据俄罗斯标准 NP-031-01，除稳压器卸压箱排气管路上的截止阀及其之间的管道以及安全壳隔离阀及其之间的管道外，其他设备的抗震等级为抗震 II 类。

KPL10 系统中稳压器卸压箱排气管路上的截止阀由第一组可靠供电系统（柴油发电机组）供电，其他能动设备均由第二组可靠供电系统（柴油发电机组）供电。

进入本系统的气体放射性浓度为 $10^{-1} \sim 10^4 \text{GBq/m}^3$ ，系统接收来自一回路补给水除气器（KBA10BB001）的排气 130kg/h （ $\sim 3 \text{Nm}^3/\text{h}$ ）；接收稳压器卸压箱（JEG10BB001）的排气 $2 \text{Nm}^3/\text{h}$ ；有组织泄漏收集贮槽（KTA10BB001）和有组织泄漏冷却器（KTA10AC001）排气 $20 \text{Nm}^3/\text{h}$ 。

本系统不净化气体中的放射性，只去除气体中的氢气。为防止在本系统内含氢混合气体达到爆炸危险浓度，消除发生火灾的可能性，设计中采取了下述主要措施：

——进入本系统的含氢混合气体用气量为 $234 \text{Nm}^3/\text{h}$ 循环氮气稀释，确保气体中氢的体积浓度不超过 2.5%；

——在复合器前后均设置双重氢、氧连续监测仪，复合前氧按化学计算量加入，复合后气体中的氢的体积浓度不超过 0.2%；

——根据俄方提供的资料，在不利条件下本系统可能发生的最大爆炸压力为 0.68MPa，但系统的抗压强度按 1.0MPa 设计。

3) 系统描述

本系统有两条相同的可互为备用的处理线，一条工作，一条备用。

以第一条生产线为例，来自一回路补给水除气器（KBA10BB001）的汽-气混合物以 130kg/h 的流量进入本系统。二次蒸汽在排气冷凝器（KPL11AC001）中冷凝，不凝性的氮、氢和惰性放射性气体进入循环回路。

在循环回路中用流量 $234 \text{Nm}^3/\text{h}$ 的氮气进行稀释，保证回路混合气体中的氢浓度不超

过 2.5%（体积）。然后气体进入容积为 9m^3 的缓冲槽（KPL11BB001），便于氢、氧浓度测量和加氧量的控制。

混合气体由压缩机（KPL11AN001）送入电加热器（KPL11AH001），气体被加热到 140°C ，再进入复合器（KPL11BZ001），在催化剂的作用下进行氢、氧复合。复合后气体温度升至 350°C ，进入气体冷却器（KPL11AC002）冷却至 50°C ，再通过调节阀（KPL13AA201）返回缓冲槽，完成闭合回路循环。

稳压器卸压箱（JEG10BB001）排气（ $2\text{Nm}^3/\text{h}$ ）和有组织泄漏收集槽（KTA10BB001）排气（ $20\text{Nm}^3/\text{h}$ ）进入排气冷凝器和缓冲槽之间的管路，与冷凝冷却后的除气器排气混合。

上述不同来源的气体经复合、冷却后送往 KPL30 系统。

缓冲槽和捕集器中的冷凝液流入水封槽（KPL10BB003），再排入 KTC 系统的含硼疏水箱 KTC10BB001。

为了确保氢、氧复合，在缓冲槽下游的回路中供入氧气。加入量一方面要考虑到在各种工况下可靠地复合，另一方面要注意混合气体的防火、防爆。

当工作生产线发生故障时，操作人员将手动切换到备用生产线。

本系统设备与可靠供电的相应系统连接。当发生断电时，工作生产线的设备通过柴油发电机逐步启动程序启动并继续执行预定功能。

4.6.3.2 放射性气体处理系统（KPL30）

1) 系统功能

放射性气体处理系统处理氢燃烧系统（KPL10）排气和冷却剂贮槽排气，使其向环境排放的气载流出物的放射性水平在国家规定的限值之内。

2) 设计基准

根据俄罗斯标准 NP-001-15，放射性气体处理系统属于非安全相关系统。KPL30 系统中所有设备分级如下：

——根据俄罗斯标准 NP-001-15，设备的核安全等级为“3H”；

——根据俄罗斯标准 NP-089-15，设备的质量分组为“C”；

——根据俄罗斯标准 NP-031-01，设备的抗震等级为“抗震 II 类”。

KPL30 系统中沸石再生循环线设备及阀门由第三组可靠供电系统供电，其他所有能动设备均由第二组可靠供电系统（柴油发电机组）供电。在各种工况下，系统确保：

- a) 处理冷却剂贮槽排出的放射性气体 $2\text{Nm}^3/\text{h}$ （贮槽通风） $\sim 62\text{Nm}^3/\text{h}$ （调硼堆冷却剂 60t/h 排放到贮槽）；

- b) 处理含硼疏水箱 KTC10BB001 的放射性排气；
- c) 处理氢燃烧系统的放射性排气，流量从功率运行时的 $\sim 2\text{Nm}^3/\text{h}$ 到除氧排气时的 $\sim 3.76\text{Nm}^3/\text{h}$ ；
- d) 水封槽收集的冷凝液输送到含硼疏水箱 KTC10BB001。

正常运行工况和设计基准事故工况下，KPL30 系统收集的废气放射性水平如下：

——氢燃烧系统排气的放射性为 $10^{-1}\sim 10^4\text{GBq}/\text{m}^3$ ；

——来自冷却剂贮存系统（KBB）、一回路补给水系统（KBC1）和含硼疏水收集系统（KTC）排气的放射性为 $2\times 10^{-3}\sim 10^2\text{GBq}/\text{m}^3$ 。

3) 系统描述

进入 KPL30 系统的气体组成是氮气 98.8%，氢气 0.2%和氧气 1%，放射性惰性气体小于 0.01%。

本系统由两条相同的互为备用的处理线（一条运行，一条备用）和沸石再生线组成。

由 KPL10 系统压缩机（KPL11AN001 或 KPL12AN001）提供的压头，将 KPL10 的气体以 $2\sim 5\text{Nm}^3/\text{h}$ 流量送入本系统的气体冷却器（KPL31AC001），冷却到 35°C 后进入捕集器（KPL31AT001）和过滤器（KPL31AT002）。气水分离后气体进入沸石干燥器（KPL31AT003 或 KPL31AT004）进一步干燥。干燥后气体（湿含量控制在 $10\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 左右）依次通过由四个活性炭床组成的活性炭吸附器（KPL31AT005），放射性碘、氪和氙的同位素被活性炭吸附。每组活性炭吸附器（KPL31AT005）的活性炭总装量为 20m^3 ，在 30°C 常压下活性炭对氪和氙的吸附及滞留时间，见下表：

核素	吸附系数	正常运行时滞留时间, h	冷停堆时滞留时间, h
氪	14	87	720
氙	280	1700	2500

来自冷却剂贮存系统（KBB）、一回路补给水系统（KBC1）、含硼疏水收集系统（KTC）的贮槽排气以 $2\sim 62\text{Nm}^3/\text{h}$ 流量进入辅助工作线。辅助工作线的处理工艺与主工作线的相同。通过压缩机吸入总管上的调节阀将房间内的空气送入压缩机入口管线，从而保证压缩机持续稳定运行。

沸石干燥器（KPL31AT003/004、KPL32AT003/004）轮流运行，即一台投运时，另一台正处于再生或备用状态。失效的沸石干燥器，用 $93.6\text{Nm}^3/\text{h}$ 的加热气体闭式循环再生。再生工艺如下：

通过压缩机将气体送入电加热器 KPL41AH001（KPL41AH002）加热到 400℃，逆向吹扫沸石干燥器，解吸的水汽与吹扫气一起进入气体冷却器 KPL41AC001 冷却到 40℃。经捕集器 KPL41AT001 气水分离后进入过滤器 KPL41AT002 除湿。除湿后的气体进入压缩机，完成闭合再生循环。

随着再生的进行，沸石逐步被干燥，随之沸石干燥器出口气体的温度上升，当气温达到 220℃时，再生过程结束，电加热器停运。通过 KAA 侧冷却水对沸石进行冷却，压缩机连续运行，直至沸石被冷却至可投运温度时，压缩机停运，沸石干燥器准备投运。

当工作线内任意一台设备故障时，将氢燃烧系统 KPL10 的排气转送到辅助工作线，来自 KBC、KBB、KTC 系统贮槽的排气通过阀门 KPL34AA001 转送入 KPL70 贮槽排气系统进行净化处理。

当排放管线以及活性炭吸附器（KPL31AT005）出口管线的气体放射性水平超过允许限值时，阀门 KPL31AA107、KPL32AA107 自动关闭。

本系统设备由可靠供电系统供电。当发生断电时，工作生产线的设备通过柴油发电机逐步启动程序启动并继续执行预定功能。

4.6.3.3 贮槽排气处理系统（KPL70）

1) 系统功能

本系统收集、处理核电厂除 KBB、KBC1、KTC 系统贮槽之外的其它放射性液体贮槽的排气，使向环境排放的气态放射性量在国家标准规定的限值之内。在 KPL30 系统发生故障时，KBB、KBC1、KTC 系统贮槽的排气也送到本系统处理。

2) 设计基础

根据俄罗斯标准 NP-001-15，贮槽排气处理系统为非安全相关系统。KPL3 系统中的所有设备分级如下：

——根据俄罗斯标准 NP-001-15，设备安全等级为“3H”；

——根据俄罗斯标准 NP-089-15，设备质量分组为“C”；

——根据俄罗斯标准 NP-031-01，设备抗震等级为“抗震 II 类”。

KPL3 系统中的能动设备均由正常运行的供电系统供电。进入本系统的最大气量为 160Nm³/h，气体的放射性为 5×100~5×10⁻⁵GBq/m³。气溶胶过滤器的效率为 99.96%，碘过滤器的效率≥98%。

3) 系统描述

系统由两条相同的互为备用的生产线（工作线和备用线）组成。

正常运行工况下，系统最大含有液体放射性介质贮槽的排气以 160Nm³/h 流量进入工

作线的气体冷却器（KPL70AC001），冷凝液从捕集器（KPL70AT005）流入水封槽（KPL70BB001），再送到含硼疏水收集系统的含硼水输水箱（KTC10BB001）。

气、液分离后的气体进入气溶胶过滤器（KPL70AT001），过滤后气体由电加热器（KPL70AH001）加热到 45~50℃，再进入碘过滤器（KPL70AT002）。正常工况下碘过滤器前气体相对湿度<80%，除碘后的气体由压缩机（KPL70AN001）送往通风系统。

贮槽排气由系统工作压缩机来输送。通过控制调节阀（KPL70AA201 或 KPL70AA202）将房间空气送入电加热器入口管线，来确保通过电加热器和压缩机的气体流量保持恒定，工作线设备故障时，排气由手动切换至备用线处理。

一旦排气管线的放射性水平超过允许排放限值，阀门 KPL70AA105、KPL70AA106 自动关闭，备用管线投运。

4.6.3.4 核岛通风系统（HVAC）

核岛通风系统对各厂房进行采暖、通风和空调，根据需要，对送、排风进行过滤和除碘处理，以提供适宜的温度和空气质量良好的环境，减少气载放射性物质向大气环境的排放，确保运行人员健康、安全及设备的有效运行。

4.6.3.4.1 系统设计

1) 主要系统

含放射性的废气主要来于下述厂房，并由相应的通风系统进行处理：

——反应堆厂房

- 安全壳空间负压通风系统 KLD10、KLD11。
- 事故检修通风系统 KLD20、KLD21。

——辅助厂房

- 主送风系统 KLE10。
- 主排风系统 KLE20。
- 带排风净化的主排风系统 KLE30。

——安全厂房

- 安全壳环形空间负压通风系统 KLC11、KLC21、KLC31、KLC41。
- 安全厂房通风系统 KLG。

——储存厂房

- 固体放射性废物储存库通风系统及新燃料储存厂房通风系统 KLF。

——核服务厂房

- 核服务厂房生活区及控制区特种洗衣机房排风系统 KLT22、KLT23。

2) 设计基准

——控制区和非控制区房间单独通风；

——通过通风系统，保证辅助厂房、安全厂房、反应堆厂房、核服务厂房、固体放射性废物储存厂房及新燃料储存厂房控制区房间的完整性；

——合理的规划及布置，以减少通风系统的数量；

——保证可能污染区域的全部通风空气经监测后，通过烟囱排向大气；

——在污染区内，保证空气从低污染区流向高污染区；

——每个厂房的通风系统的排风口尽可能远离新风口；

——从潜在放射性污染区域排放的空气不能进行再循环；

——没有污染的空气可以从屋顶或墙上的通风口排至室外大气中；

——所有可能来自污染区的空气，在排放之前要进行监测，通过烟囱排放至室外环境中。

4.6.3.4.2 系统组成

每个厂房通风系统主要通过各类过滤器对放射性废气进行过滤处理。包括预过滤器、高效空气粒子过滤器和碘吸附器等。

1) 预过滤器

预过滤器用于除去环境空气中的浮尘。过滤效率不低于 85%。

2) 高效空气粒子过滤器

高效空气粒子过滤器用于捕集气流中的细颗粒。对于气溶胶的过滤效率不低于 99.99%。

3) 碘吸附器

除放射性碘过滤器用于吸附气流中的气载放射性碘。对分子碘的过滤效率不低于 99.9%；对有机碘的过滤效率不低于 99%。

4.6.3.4.3 系统运行

4.6.3.4.3.1 反应堆厂房

1) 安全壳空间负压通风系统 KLD10、KLD11

a) 设计目的

——维持安全壳内负压；

——保证气流从低污染区向高污染区流动；

——在排入通风烟囱前对排风净化；

——电站正常运行工况下的空气交换；

b) 系统组成

KLD10/KLD11 系统由两台风量均为 100% 的机组（一备一用）、阀门和风管组成。每台通风机组由对应通道的正常供电系统和正常可靠供电系统供电。安全壳隔离阀由应急供电系统供电。KLD10 系统与 KLE10 系统相连，KLD11 系统由下述部件组成：

- 除雾器；
- 电加热器；
- 预过滤器；
- 高效空气粒子过滤器；
- 碘吸附器；
- 密闭截断阀；
- 变频风机；
- 止回阀。

c) 系统描述

来自 KLE10 系统的送风通过隔离阀进入安全壳，并通过风管将风送到安全壳的上部空间以及楼梯、电梯和环形吊车的控制小室。

从蒸汽发生器间、KBE 过滤器间和 KBA 热交换器间通过风管和隔离阀排风，经 KLD11 系统过滤器组，由通风高烟囱排入大气。

送风系统 KLE10 停运时，排风系统 KLD11 继续工作，通过变频风机改变风量，保证服务房间的负压。

当过滤机组发生火灾时，安装在过滤器机组上下游的防火阀由火灾探测器信号控制关闭，相应过滤机组的风机自动停运，备用风机自动启动。

当反应堆厂房发生火灾时，根据火灾探测器信号，KLD11 排风系统停运，送风系统 KLD10 不送风。

d) 预期的运行方式

在 NPP 正常运行及预期运行事件以及在安全壳内压力达到 0.105 兆帕（绝对）设计事故情况下系统运行。

在设计基准事故下，系统不运行。

2) 事故检修通风系统 KLD20、KLD21

a) 设计目的

——检修与换料之前，对安全壳内放射性气溶胶和碘进行净化，以确保 NPP 内、外区域的放射性排放满足安全法规的要求；

——为进入人员提供符合卫生标准的工作环境；

——保证气流从低污染区流向高污染区；

b) 系统组成

KLD20 送风系统由下述部件组成：

——空调机组；
——密闭截断阀；
——安全壳隔离阀
——防火阀
——风管。

KLD21 排风系统由下述部件组成：

——密闭截断阀；
——安全壳隔离阀；
——双速风机；
——过滤机组；

过滤器组包括：

——密闭隔离阀；
——防火阀；
——电加热器；
——高效空气粒子过滤器；
——碘吸附器。

c) 系统描述

在定期停堆检修或事故后，KLD20 送排风系统以两种模式运行：循环模式和送、排风模式。

在循环模式下，排风机运行风量为 $24000 \pm 600 \text{ m}^3/\text{h}$ 。安全壳内空气经过滤后又送回安全壳内，KLD20 送风系统停止运行。当空气净化达到要求时，操作员可根据 RM（放射性监测）系统指令切换到送、排风模式。

在送、排风模式下，安全壳内空气通过排风烟囱排入大气。通过空调机组处理的室外空气经风管送入安全壳房间和蒸汽发生器房间。在排风管上设有放射性连续监测措施。如果安全壳内放射性增大或燃料组件坠落，检修人员应撤离安全壳。送风系统关闭，排风系统切换到循环模式运行。

在反应堆正常运行工况，为使人员进入中央大厅和 RCP 电机房间，KLD20 系统周期性开启并运行一段时间以净化安全壳内空气。为提高 KLD20 系统的可靠性，KLE30 系统

风机可作为备用风机使用。如果 KLE30 系统不运行，KLE30 系统风机可以投入运行。

根据布置在过滤机组下游或过滤器小室内的火灾探测器信号，或者一旦安全壳内发生火灾，KLD20 系统送排风将自动停止，相应的防火阀自动关闭。

d) 预期的运行方式

在预防维修保养工况下的系统运行方式见系统描述。

在预期运行事件下，系统不运行。

在设计基准事故下，系统不运行。

4.6.3.4.3.2 核辅助厂房

a) 设计目的

核辅助厂房的通风系统（KLE10、KLE20 和 KLE30）的功能是保证室内换气次数和设计温度，对辅助厂房、安全厂房、反应堆厂房、核服务厂房、储存厂房通风，保证它们所要求的换气次数并将室内温度及负压维持在规定限值内；保证气流从低污染区向高污染区流动；保障 NPP 围墙内外环境的放射性安全。

除了上述功能之外，每个系统具有单独的功能，如下：

KLE10

——为辅助厂房房间送风；

- 1) 反应堆厂房KLD10；
- 2) 安全厂房KLG01；
- 3) 核服务厂房KLT10；
- 4) 贮存库厂房KLF10、KLF11；
- 5) 反应堆厂房机组之间空间KLC01、KLC02、KLC03、KLC04、KLC05。

——保证反应堆厂房机组之间空间的负压；

——保持安全壳内负压。

KLE20

——辅助厂房房间排风并保证房间内部负压；

——为其他厂房排风：

- 1) 安全厂房KLG02；
- 2) 核服务厂房KLT20；
- 3) 固体放射性废料贮存库厂房KLF21、KLF22；
- 4) 保证下述厂房检测通道区域房间内负压：

——与通风系统 KLC02、KLC13、KLC23、KLC33、KLC43 连接，从反应堆厂房机

组之间空间排风，并保证此区域的负压。

KLE30

——辅助厂房房间排风并保证它们内部负压；

——为其他厂房排风：

1) 安全厂房KLG02；

2) 核服务厂房KLT20；

3) 安全壳环形空间负压：KLC02、KLC13、KLC23、KLC33、KLC43。

辅助厂房排风系统 KLE20、KLE30 在核电站正常运行条件下，以及核电站正常运行条件破坏情况下完成其功能，功能如下：

——必要的通风换气，保持房间内空气温度和负压在规定范围内；

——保证空气流从最小污染区流向最大污染区；

——保证核电站房间内和核电站之外的放射性安全；

——过滤设备生产能力25000立方米/小时；

——过滤器内空气净化粒径按0.3微米和2.0微米最容易渗入微粒设计：

——分子碘，99.9%；

——碘有机化合物（甲基碘），99%。

系统 KLE10、KLE20、KLE30 保持房间内空气温度在以下范围：

——反应堆厂房包壳之间的环形空间，+15℃—+40℃；

——安全厂房，+5℃—+45℃；

——辅助厂房，+5℃—+45℃；

——核服务厂房，+15℃—+40℃；

——固体放射性废料贮存库，工艺运输设备仓库，+15℃—+40℃。

——新核燃料贮存库，+15℃—+25℃。

b) 系统组成

送风系统 KLE10 由两台均为 100%送风量的空调机组、风管和阀门组成。每台空调机组均由正常运行可靠供电系统的对应通道供电。该系统包括下述部件：

——电加热阀；

——预过滤器；

——高效过滤器；

——水加热器；

——水冷却器；

——变频风机。

KLE20 和 KLE30 系统都各自有两台 100%容量的风机，共用通风管道。每台风机都由正常可靠供电系统的对应系列供电。

KLE20 系统的每台风机包括下列部件：

——隔离阀；

——带变频控制器和电气旁路的变频风机。

KLE30 系统的每台风机包括下列部件：

——隔离阀；

——带变频控制器和电气旁路的变频风机。

KLE30 系统还包括 8 套过滤机组，包括气溶胶过滤器和碘吸附器。4 台运行，4 台备用。

c) 系统描述

——主送风系统 KLE10

被处理后的空气通过 KLE10 系统送到辅助厂房的各房间和走廊以及其它厂房的送风系统，送风温度保持在 17℃。

通过改变送风量可控制相关厂房的负压。

——主排风系统 KLE20

在核电站正常运行工况下，并且排风不需要过滤时，空气由 KLE20 系统排风管路通过烟囱排放至室外环境中。KLE10 和 KLE20 系统为 100%容量运行，KLE30 系统不运行。

——带排风净化的主排风系统 KLE30

分为 2 种设计工况，一是一个厂房发生污染，一个是 2 个厂房同时发生污染。

第一种工况：当一个厂房探测到放射性泄漏时，系统从无净化的排风系统 KLE20 切换到带有净化的 KLE30。同时，KLE20 系统的风量自动降低，KLE30 系统的风量逐渐增加。KLE10 系统的风量不变。

第二种工况：当 2 个厂房同时发生污染时，根据通风机前负压传感器信号，平稳地将 KLE30 系统的风量增到到 100%，排风经 KLE30 系统过滤器净化后排放到大气中。系统 KLE20 的通风机以 50%的风量运行。此时，KLE30 系统过滤机组全部使用。

d) 预期的运行方式

在正常运行和预期运行事件下，系统运行。

4.6.3.4.3.3 安全厂房

1) 安全壳环形空间负压通风系统 KLC11/21/31/41

a) 设计目的

在设计基准事故下，通风系统 KLC11/21/31/41 用于保证和维持安全壳环形空间和安全厂房中的负压，且排风经通风烟囱排放到大气之前要先经过净化。

b) 系统组成

KLC11/21/31/41 系统由 4 个相似、但彼此独立的通道组成，共用通风管道。KLC11/21/31/41 系统包括四台排风机组，容量 50%（2 用 2 备）、防火阀和风管。

排风机组包括下列部件：

- 止回阀；
- 除雾器；
- 电加热器；
- 空气冷却器；
- 预过滤器；
- 高效空气粒子过滤器；
- 碘吸附器；
- 密闭隔离阀；
- 排风机。

c) 系统描述

接到安全壳内压力高于 0.129MPa 的信号，反应堆厂房环形空间和安全厂房边界上的密闭隔离阀关闭，通过 KLC11/21/31/41 系统排风。反应堆厂房环形空间和安全厂房的排风经过滤器过滤后，通过通风烟囱排放到大气。

KLC11/21/31/41 系统机组应该按安全壳中的压力升高自动投入。在主控室和备用控制室由操纵员控制。如果运行设备其中一台发生故障，根据压力信号启用另一通道中的备用机组。

——当安全壳中压力升高到大于 300 帕（余压）时，自动投运 KLC11AN011、KLC21AN011、KLC31AN011、KLC41AN011 风机。

——当安全壳中压力升高到大于 300 帕（余压）时，辅助厂房和安全厂房边界上的密封截止阀自动关闭。

当反应堆厂房环形空间负压超过 400Pa 时，操纵员在 MCR 或 SCR 关闭 KLC11AN011、KLC21AN011、KLC31AN011、KLC41AN011 风机。过滤器着火时，防火阀关闭，排风机停运。

手动密闭隔离阀安装在 KLC11/21/31/41 与 KLG 系统的连接管上，作用是将安全厂房与环形空间隔离，以保证核电机组在丧失全部电源的超设计基准事故下，只从环形空间内的房间排风。在其它所有工况下，该阀门打开。

KLC11/21/31/41 系统由应急供电系统供电。

d) 预期的运行方式

在正常运行和预期运行事件下，KLC11/21/31/41 系统不运行。

在核电机组运行时，反应堆厂房环形空间负压系统处于备用状态（一旦事故发生即可投入运行）。

设计基准事故下，系统运行。

2) 安全厂房通风系统 KLG

a) 设计目的

送风和排风系统 KLG01、KLG02、KLG13、KLG23、KLG33、KLG43 用于保证安全厂房房间必须的通风换气，并保持房间内的负压。循环冷却系统 KLG11、KLG21、KLG31、KLG41 用于保证安全厂房 4 个安全通道房间的设计温度。

KLG13、KLG23、KLG33、KLG43 系统用于保证 4 个安全通道房间的换气次数。

KLG51、KLG52、KLG53、KLG54、KLG55、KLG56 系统

b) 系统组成

——循环冷却系统 KLG11、KLG21、KLG31、KLG41 由循环冷却机组和风管组成；

——KLG01、KLG 02 KLG13、KLG23、KLG33、KLG43 系统由安全厂房的送排风管与辅助厂房的 KLE10 和 KLE20（KLE30）系统管网相连。KLG01、KLG 02 KLG13、KLG23、KLG33、KLG43 系统由密闭隔离阀、防火阀和风管组成，用于切断安全厂房与 KLE10、KLE20 的风管；

——KLG13、KLG23、KLG33、KLG43 系统分别为安全厂房各通道的送排风系统，由防火阀和风管组成。

c) 系统描述

在设计基准事故、超设计基准事故以及事故后措施实施阶段，在系统维持其可操作性和与之连接的外部系统可用时，KLG01/02 与 KLE10、KLE20 系统风管连接的阀门执行其功能。如果安全壳内压力超过 0.129MPa，阀门保证切断安全厂房与 KLE10、KLE20 通风管网之间的联系，排风使用 KLC11/21/31/41。

循环冷却系统 KLG11、KLG21、KLG31、KLG41 在正常条件、预期运行事件、设计基准事故、超设计基准事故以及事故后措施实施阶段，在与之连接的外部系统可用时，都

要执行其功能，保证室内参数满足工艺要求。

在房间中的空气温度高于+40℃时，KLG11/KLG21/KLG31/KLG41 对应冷却系统装置投入，在房间中的空气温度低于+20℃时系统停运。

4.6.3.4.3.4 储存厂房

1) 固体放射性废物储存库通风系统

a) 设计目的

KLF10 送风系统来自 KLE10 系统，送风至固体放射性废物厂房的各个房间，保证房间的正常换气，维持房间温度。

KLF20 排风系统将固体放射性废物厂房各个房间的排风排至 KLE20 系统。

KLF25 用于对 KLF25 净化设备对固体放射性废料处理综合体排风的净化。

KLF15 排风系统将运输通道中装载废物进入固体放射性废物厂房时产生的废气排出。

b) 系统组成及描述

KLF10 送风系统要求的风量来自位于辅助厂房的 KLE10 主送风系统。

KLF20 为固体放射性废物厂房各个房间排风，排风系统由防火阀和风管组成。

KLF15 排风系统将运输通道中装载废物进入固体放射性废物厂房时产生的废气排出。由风机、防冲击波阀、风管和柔性软管组成。

KLF25 排风系统由风机、过滤器、防火阀、风管组成。

c) 预期的运行方式

在 NPP 正常运行工况、预期运行事件工况下，KLF10、KLF20 系统运行；在设计基准事故下，KLF10、KLF20 系统不运行。

在 NPP 正常运行工况，KLF15 系统运行，在预期运行事件工况、设计基准事故下，KLF15 系统不运行。

2) 新燃料储存厂房通风系统

a) 设计目的

KLF11 将系统 KLE10 送来的空气送至新核燃料贮存库房间，保证房间的正常换气，维持房间温度为+10℃—+35℃，相对空气湿度不大于 80%。

KLF21 排风系统为新燃料储藏厂房房间排风。

KLF16 排风系统为运输通道排风，将运输中产生的废气排至室外。

b) 系统组成及描述

KLF11 送风系统要求的风量来自位于辅助厂房的 KLE10 送风系统，送风至新燃料储藏厂房的各个房间，当需要时启动电加热器，以保证新燃料储藏库的温度要求。

KLF2 排风系统由阀门和风管组成。排风排至室外。

KLF16 排风系统由风机、阀门和风管组成。排风排至室外。

c) 预期的运行方式

在 NPP 正常运行工况、预期运行事件工况下，KLF11、KLF21 系统运行；KLF16 在正常运行工况下运行，在预期运行事件工况、设计基准事故下，KLF16 系统不运行。

4.6.3.4.3.5 核服务厂房

a) 设计目的

KLT 系统用于对核服务厂房控制区的房间进行通风换气。其中：

KLT10 从 KLE10 系统取风，为核服务厂房控制区所有房间送风，确保房间内的通风换气；

KLT11 保证核服务厂房控制区的温度及换气要求；

KLT20 为核服务厂房控制区的排风系统；

KLT15 为运输通道排风；

KLT21 为实验室的排风；

KLT22 为核服务厂房生活区排风；

KLT23 为控制区特种洗衣机房进行通风。

b) 系统组成及描述

KLT10 送风系统取自 KLE10 系统，送往核服务厂房控制区；KLT20 排风系统排入 KLE20 系统；

生活房间送风系统 KLT12 由 2x100%的 2 台通风设备、配件、空气管路组成；

生活房间排风系统 KLT22 由 2x100%的 2 台通风设备、防火阀、空气管路组成；

KLT23 为控制区特种洗衣机房进行通风，由两台 2x100%的通风机和阀门、风管组成，风机一用一备；

KLT15 为运输通道排风，包括一台排风机和风管。

c) 预期的运行方式

在 NPP 正常运行工况、预期运行事件工况下，系统运行。

4.6.3.4.3.6 通风烟囱

每台电力机组的通风烟囱高度 100m，靠近辅助厂房处。烟囱中设有监测气载放射物质和记录排放废气放射性水平及流量的装置。

4.6.3.5 放射性气载流出物排放源项

放射物质气溶胶排放的计算假设为：

——机组正常工况时一回路冷却剂处于运行限值水平；

——由于机组瞬态和停机时非密封燃料元件裂变物质进入冷却剂增加（尖峰效应）所引起的放射性气溶胶一次性日排放量上升。

正常运行期间气态放射性流出物主要来源于反应堆厂房通风系统、核辅助厂房通风系统、KPL30 放射性气体处理系统、KPL70 贮槽排气处理系统和汽轮机厂房的排放。

在设计工况下单台机组排放量：惰性气体的年排放量为 $3.86\text{E}+04\text{GBq/a}$ ，碘的年排放量为 $4.96\text{E}-01\text{GBq/a}$ ，气溶胶的年排放量为 $1.29\text{E}-02\text{GBq/a}$ ，气态氙的年排放量为 $3.53\text{E}+03\text{GBq/a}$ ，气态 C-14 的年排放量为 $3.34\text{E}+02\text{GBq/a}$ 。

在现实工况下单台机组排放量：惰性气体的年排放量为 $6.63\text{E}+03\text{GBq/a}$ ，碘的年排放量为 $7.55\text{E}-02\text{GBq/a}$ ，气溶胶的年排放量为 $3.02\text{E}-03\text{GBq/a}$ ，气态氙的年排放量为 $3.57\text{E}+02\text{GBq/a}$ ，气态 C-14 的年排放量为 $6.75\text{E}+01\text{GBq/a}$ 。

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

放射性固体废物管理系统用于收集和处理田湾 7、8 号机组产生的固体废物，并对处理后的废物包进行暂存。放射性废物管理系统包括田湾核电站 7、8 号机组新建部分和与其他机组共用部分。本工程新建的固体废物处理系统包括核岛厂房内的液体放射性废物转运系统（KPH）和固体废物贮存系统（KPE），与田湾核电厂 1-6 号机组共用设施包括放射性废物处理中心（T4UKT）、位于 2 号机组的可降解废物处理系统（KPW）、位于 3、4 号机组的放射性固体暂存库（T2UKT）和 5、6 号机组的废物暂存库（QT）。

4.6.4.1 设计基准

田湾 7、8 号机组放射性固体废物管理系统设计基准如下：

——本工程需要处理的放射性固体废物包括废树脂、蒸残液、旋流器泥浆和杂项干废物（含可降解废物）。

——本工程新建的放射性废物管理系统用于转运和暂存放射性固体废物，包括 KPH 系统和 KPE 系统。KPH 系统用于收集上游产生的放射性泥浆并具有废树脂、蒸残液和泥浆向厂房外转运的功能，KPE 系统用于放射性废物的贮存。

——本工程新建的放射性废物管理系统是安全相关的系统，部分设备为核安全 3 级，其他设备为非核安全级（NC）。

——田湾核电厂放射性固体废物采用集中处理方式，放射性固体废物通过屏蔽转运容器和专用车辆转运至 T4UKT 和 KPW 处理；T2UKT 和 QT 也用于暂存放射性固体废物，

KPW、T4UKT、T2UKT 和 QT 是与其他机组共用的已建设施。

——废树脂、蒸残液和泥浆采用烘干、超压和水泥固定的处理工艺，经处理后形成的 200L 钢桶废物包在 T4UKT 短期贮存，然后送往机组的暂存库。

——装有烘干废树脂、蒸残液干燥盐和烘干泥的 200L 钢桶在送往处置场前，在 T4UKT 用混凝土高完整性容器（HIC）进行二次包装。

——干废物采用分拣、烘干（如需）、初级压实、超级压实和水泥固定的处理工艺，经处理后形成的 200L 钢桶废物包在 T4UKT 短期贮存，然后送往机组的暂存库。

——采用可降解防护用品和可降解处理技术，减少废物包产生量；可降解处理产生的二次废物进行水泥固定处理。

——通风系统的废过滤器芯一般仅受轻微放射性污染，与受轻微污染的大件物品都送至 QT 进行贮存衰变，等待清洁解控；放射性水平异常的通风系统废过滤器芯作为干废物进行处理。

——经处理后产生的最终废物包性满足 GB12711-2018《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》和 GB9132-2018《低、中水平放射性固体废物的浅层处置规定》的要求，水泥固定体性满足 EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》的要求。

4.6.4.2 系统组成

放射性废物管理系统包括田湾核电站 7、8 号机组新建部分和与其他机组共用部分。本工程新建的放射性废物管理系统用于转运和贮存放射性固体废物，包括 KPH 系统和 KPE 系统。

a) KPH 系统

液体放射性废物转运系统(KPH)系统用于将核岛内液体放射性废物贮存系统(KPK)贮存的废树脂、蒸残液和地漏水处理系统（KPF）产生的旋流器泥浆转运到 KPM 和 KPN 系统的运输槽车。KPH 系统的设备位于田湾 7、8 号机组辅助厂房（UKA）内，71UKA 和 81UKA 内各设一套。液体放射性废物转运系统（KPH）分为 3 个子系统：KPH10 子系统用于收集和转运旋流器泥浆；KPH20 子系统用于转运蒸残液；KPH30 子系统用于转运废树脂。

b) KPE 系统

固体废物贮存系统（KPE）用于贮存装有固体废物的 200L 钢桶、装有废 IC、NTMC 的贮运容器等。KPE 系统根据废物包类型及表面剂量率，对废物包进行分区贮存。废树脂、蒸残液、旋流器泥浆和杂项干废物在 T4UKT 处理后产生的 200L 钢桶废物包用运输槽车送至 81UKT，通过电动桥式吊车吊运至废物包贮存间内贮存。废 IC、NTMC 预期每 4 年

在反应堆换料时产生一次。装有废 IC、NTMC 的贮运容器在反应堆厂房暂存衰变 4 年后运至 T2UKT 库贮存。

与田湾核电厂 1-6 号机组共用设施包括放射性废物处理中心（T4UKT）、位于 2 号机组的可降解废物处理系统（KPW）、位于 3、4 号机组的放射性固体暂存库（T2UKT）和 5、6 号机组的废物暂存库（QT）。1-8 号机组产生放射性固体废物（废树脂、蒸残液、旋流器泥浆和杂项干废物）通过专用车辆运送到 T4UKT 统一处理。处理后产生的 200L 钢桶废物包在 T4UKT 短期暂存后送到各机组的固体放射性废物贮存库暂存。可降解废物在 KPW 处理后产生的二次废物在 T4UKT 进行水泥固定处理。T2UKT 用于贮存机组产生的废 IC、NTMC。QT 用于存放机组产生的轻微污染的大件废物，也可暂存部分 7、8 号机组产生的 200L 钢桶废物包。

4.6.4.3 系统运行

本工程新建的放射性废物管理系统用于转运和贮存放射性固体废物，包括 KPH 系统和 KPE 系统。其他系统与厂址机组共用。

a) KPH 系统运行

KPH 系统用于收集 KPF 系统旋流器产生的泥浆，并对蒸残液、废树脂和泥浆进行转运，将贮存在核岛内的废物转运至相应处理系统的屏蔽运输车内，送至 T4UKT 进行处理。KPH 系统在 7、8 号机组的 UKA 厂房各设有一套转运接口箱，通过快速接头与废物运输槽车相连，蒸残液、废树脂和泥浆均用泵输送至运输槽车的屏蔽容器内。

b) KPE 系统运行

本工程新建的固体废物暂存设施 81UKT 和 71UKT，其中 81UKT 用来贮存 7、8 号机组运行产生的 200L 钢桶废物包，71UKT 用来贮存新燃料以及特种工具。KPE 系统可将送至库内的物品卸下并放置在专用运输工具上，以转移到临时储存库，或将库内贮存的物品取出，装载到外运的运输工具上。设施和设备的设计考虑了辐射防护功能，减少人员的受辐照量。

c) 其他系统运行

其他系统是与厂址机组共用的已建设施，遵循相关设施的运行原则。

废树脂在 UKA 厂房通过废树脂运输槽车运输到 T4UKT 集中处理。废树脂经磨碎后送到锥形干燥器烘干装入 165L 钢桶，再将 165L 钢桶封盖后送至超压站进行超压处理，压实后产生的桶饼送到水泥固定子系统进行水泥固定。水泥固定后的 200L 钢桶进行封盖和放射性检测后在 T4UKT 进行短期暂存后送至机组暂存库暂存。

蒸残液在 UKA 厂房桶过蒸残液运输槽车转运到 T4UKT 集中处理。在 T4UKT 蒸残液通过接收、混匀、桶内干燥处理形成固体盐块，然后将装有烘干后浓缩液盐块的钢桶送往超级压实机进行超压处理，形成的桶饼经优化组合后装入 200L 钢桶水泥固定。水泥固定后的 200L 钢桶进行封盖和放射性检测后送到 T4UKT 废物库暂存。

泥浆在 UKA 厂房收集后，由运输槽车（与蒸残液共用）运输到 T4UKT 内的泥浆接收槽中。泥浆通过软管计量泵送到桶内干燥器，桶内干燥器产生的装有固态物质的钢桶进行超级压实、桶饼优选、水泥固定、200L 钢桶封盖和放射性检测。最终的 200L 钢桶废物包送到 T4UKT 废物库暂存。

装有烘干废树脂、蒸残液干燥盐和烘干泥的 200L 钢桶在送往处置场前，在 T4UKT 用混凝土高完整性容器（HIC）进行二次包装。

控制区产生的杂项干废物在产生地收集后通过运输槽车运输到 T4UKT，经过分拣、干燥（如需要）、初级压实、超级压实和水泥固定后形成 200L 钢桶废物包；可降解废物在可降解废物处理系统（KPW）处理后，二次废物在 T4UKT 进行超级压实水泥固定处理。水泥固定后的 200L 钢桶进行封盖和放射性检测后在 T4UKT 进行短期暂存后送至机组暂存库暂存。

4.6.4.4 废物最小化

本工程在废物最小化方面主要通过源头控制、分类收集处理、改进处理工艺和提升运行管理水平来实现，通过优化设计方案和强化管理措施减少放射性废物产生量，提高废物最小化水平。

源头控制方面：

——根据核电站的运行经验，影响废物产生量的主要因素包括：运行管理水平，相关设备的完好状态，放射性废物产生及消耗材料的使用。在严格的规章制度下，安全稳定运行的同时，采用可靠性高的设备，能够有效减少设备的泄漏和维修。

——田湾 7、8 号机组采用可降解工作服和防护用品替代传统的棉质防护用品。可压实杂项干废物的量将减少至原来的 40%。

分类收集处理方面：

——重要厂用水中间冷却回路（KAA）和蒸汽发生器排污系统（LCQ）过滤器产生的废树脂和除盐床产生的废树脂一般仅受轻微放射性污染，装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶中，送到暂存库的专门区域进行贮存衰变。若废树脂经衰变达到清洁解控水平后，经监管部门批准可作为非放废物处理。

——通风系统的废过滤器芯表面剂量率水平很低，大部分核素是短寿命的，送到废物

暂存库的专门区域进行贮存衰变，等待清洁解控。

——表面剂量率很低的大尺寸废物暂时不作为放射性废物处理，将其放在废物暂存库的专门区域进行贮存衰变，并在贮存一定年限后进行清洁解控。

——对于不可压实废物中的金属部件进行贮存衰变，后续阶段可以去污后进行再利用。

——对核电站运行和维修过程中所产生的废物严格分类收集、处理。

在运行方面：

——优化设备管理，优化预防性维修计划，选用免维护或维修率低的设备，改进设备运行状态，减少设备的跑、冒、滴、漏。

——对符合豁免或清洁解控条件的废物及时申请豁免或解控。

4.6.4.5 废物最终处置

本工程需要处置的是混凝土 HIC 废物包和 200L 钢桶废物包，废物包在废物暂存库存放一定年限后，运往国家规划的低放固体废物区域处置场。计划每两年向规划中的放射性废物处置场运输一次（多批）废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。

放射性固体废物包（200L 钢桶废物包）运输的起点为 81UKT，装有烘干蒸残液盐块、废树脂压饼的 200L 钢桶在运往处置场之前，在 T4UKT 装入 HIC 灌浆封盖，HIC 废物包的运输起点为 T4UKT，运输终点为规划中的低放固体废物区域处置场。放射性废物厂外运输将遵守 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》。

放射性废物的处置将遵守国家的区域处置政策。待处置场确定后，明确运输方式和论证运输路线的可行性。

4.6.4.6 放射性固体废物源项

7、8 号机组产生的放射性固体废物包括废树脂、蒸残液、旋流器泥浆和杂项干废物（含可降解废物）。废物源项结合本工程的设计文件和田湾 1-4 号机组的运行数据给出。

a) 废树脂

废树脂来源于下列系统的除盐器：

- 燃料水池和含硼水贮槽水净化系统（FAL）、一回路冷却剂净化系统（KBE）、冷却剂贮存系统（KBB）、一回路冷却剂处理系统（KBF）产生的废树脂送入废树脂贮槽；
- 液体废物处理系统（KPF）产生的废树脂送入废树脂贮槽；
- 重要厂用水中间冷却回路（KAA）和蒸汽发生器排污水净化系统（LCQ-2）系统的废树脂进行贮存衰变。

b) 蒸残液和旋流器泥浆

蒸残液来自液体废物处理系统（KPF）的蒸发器，是主要含硼酸钠、硼酸或其它化合物的水溶液。

旋流器泥浆来自液体废物处理系统（KPF）的旋流器，是主要含不溶固态物质的泥浆。

c) 杂项干废物

核电厂内的杂项干废物包括受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等。它们在产生地分类收集在塑料袋内后送到放射性废物处理中心（T4UKT）进行分拣（如需要）、干燥（如需要）、超级压实（如需要）和水泥固定处理。可降解废物经降解处理后产生的二次废物在 T4UKT 进行水泥固化处理。

4.6.5 乏燃料贮存系统

乏燃料贮存系统是用于暂时贮存和转运乏燃料组件的系统，其功能是把从反应堆卸出的乏燃料组件运送到乏燃料贮存水池中的乏燃料贮存格架中贮存。乏燃料水池冷却和处理系统为乏燃料的贮存和转运提供安全环境。

在贮存过程中乏燃料组件经过冷却、衰变，达到可以用乏燃料运输容器运输的限值后，将乏燃料组件从贮存水池中取出，装入乏燃料运输容器准备从核电厂运出。

4.6.5.1 设计准则

乏燃料贮存系统设计准则如下：

- (1) 反应堆及其堆芯卸出的燃料组件的转运、检查，以及贮存和冷却设施、设备都布置在安全壳内；
- (2) 反应堆堆芯装载量为 163 组燃料组件，反应堆每年停堆换料一次，每次更换堆芯中的 42 组燃料组件；
- (3) 用一台装卸料机在防护水层下进行反应堆换料和转运；
- (4) 在安全壳内的乏燃料贮存水池内贮存乏燃料组件，经过贮存、冷却使其放射性和衰变热降到可运输的允许值；
- (5) 乏燃料贮存水池的贮存容量可贮存 10 年间反应堆正常换料卸出的乏燃料组件，以及在反应堆压力容器、堆内构件检查、维修和在事故情况下需卸出的整个堆芯的燃料组件；
- (6) 燃料组件的装卸、操作和贮存其次临界度应不小于 0.05；
- (7) 从反应堆卸出的乏燃料组件、控制棒组件放置在乏燃料贮存水池的乏燃料贮存格架中贮存。池水中的含硼浓度为 16g/kg，采用强迫冷却，保持池水温度为 50～70℃；
- (8) 将贮存冷却后的乏燃料组件装入乏燃料运输容器准备从核电厂运出；
- (9) 在反应堆大厅内用环吊进行工艺运输设备的所有操作。

4.6.5.2 乏燃料贮存系统描述

反应堆每年停堆更换 1/4 堆芯的燃料组件(42 组燃料组件)。从反应堆中卸出的乏燃料组件由装卸料机在防护水层下转运至靠近反应堆的乏燃料贮存水池的乏燃料贮存格架中存放、冷却，经若干年后其放射性和衰变热的衰减可达到运输要求的允许值，可装入乏燃料运输容器运出核电厂。

乏燃料贮存水池位于反应堆安全壳内，靠近反应堆布置。根据设计准则，贮存水池中的乏燃料贮存格架有 732 个贮存空位，24 个破损组件密封容器贮存空位，这可满足在 10 年间反应堆正常换料卸出的乏燃料组件和反应堆在事故情况下或压力容器、堆内构件检修时需同时卸出整个堆芯燃料组件的贮存需求。乏燃料组件在冷却水池中采用强迫循环冷却。乏燃料贮存的次临界度不小于 0.05。

乏燃料贮存水池设有水池冷却和净化系统，用以排出乏燃料组件在贮存期产生的衰变热，并按水质要求净化池水。水池内壁是不锈钢覆面，保证在寿期内不泄漏。水池还设有不锈钢覆面泄漏监测系统，在寿期内可随时监测覆面的密封性。

当乏燃料贮存水池装满乏燃料组件时，池水的深度保证满足辐射防护的安全要求。

4.6.5.3 乏燃料贮存系统及其防护安全措施

为保证乏燃料组件的安全装卸和贮存，在设计中采用了如下防护安全措施：

(1) 乏燃料组件从反应堆中卸出和转运到乏燃料贮存水池的乏燃料贮存架中贮存，是在足够深的防护水层下用专用程序控制的装卸料机来完成的。

(2) 乏燃料组件在水池中贮存期间有相应的冷却和净化系统保证导出乏燃料组件产生的剩余热量和池水的净化，保证池水中的放射性物质及杂物在限值之内，以保证工作人员的辐射安全。

(3) 乏燃料贮存水池设有不锈钢覆面，防止腐蚀和泄漏。为监测水池覆面的密封性设有水池覆面泄漏监测系统，一旦发现泄漏可以及时进行维修。

(4) 为防止贮存的燃料组件在事故情况下可能发生过热，乏燃料贮存系统的贮存设备、设施及其冷却系统的设计既要保证满足燃料组件的冷却要求，又要保证贮存水池无失水和意外排放的可能。

(5) 乏燃料贮存水池布置在反应堆安全壳内，对贮存水池池水表面蒸发的水蒸汽采取通风措施，不使其扩散，由安全壳内排出的气体经过滤和放射性监测系统监测达到所要求的限值后方能排入大气，保证不污染环境。

(6) 为满足乏燃料贮存的核安全要求，采用乏燃料贮存格架，并用相应浓度含硼水充满水池，保证乏燃料贮存的次临界度不小于 0.05。

(7) 在乏燃料贮存水池正常运行情况下对水池水位、水温和含硼浓度进行监测，并设

有放射性超剂量报警装置。

(8) 乏燃料贮存系统的主要设施和设备都按相应的安全标准、规范进行设计，并根据相应的抗震类别、安全等级和质保等级制造、安装，以确保在 SL-1 和 SL-2 工况下乏燃料的安全装卸和贮存。

乏燃料贮存系统的布置、运行和操作都在安全壳内按严格的程序和规程进行，因此不会对环境及居民健康产生不利影响。

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

为满足田湾核电站 7、8 号机组的运行要求，需对核电站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数量的腐蚀抑制剂或化学添加剂，以保证水质并实现以下目的：避免设备的腐蚀和结垢、去除水中的氧、调整水的 pH 值、调节反应堆的反应性、水处理装置的再生、达到水处理工艺效果、防止海生物的附着和繁殖、化学清洗等。

这些化学物质的最终产物也将随着排水排入到环境中去。

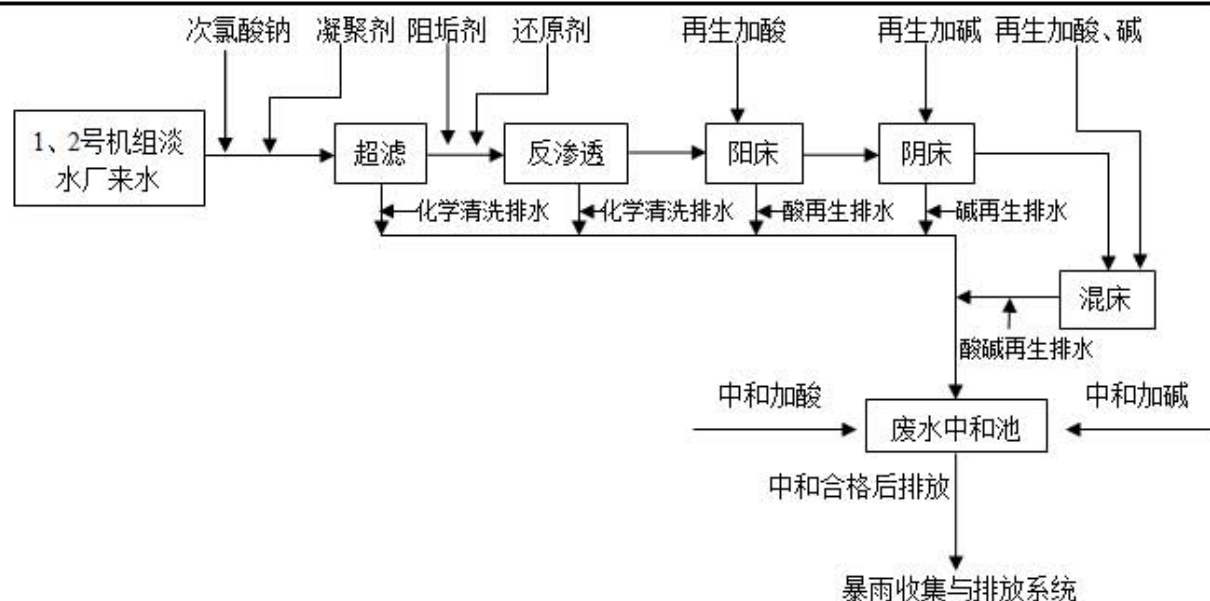
4.7.1.1 化学处理系统设计

田湾核电站 7、8 号机组释放到环境中的化学物质主要产生于循环冷却水系统、除盐水生产系统、核岛及常规岛各系统中。

海水循环冷却水系统在运行过程中需要对海水进行加药处理，以防止海生物在设备、管道内和排放口繁殖，从而避免因其繁殖而导致的管道断面缩小，阻力增加，流量降低。考虑在循环水中添加菌藻抑制剂、非氧化杀菌剂、阻垢剂。氧化性杀菌剂采用次氯酸钠，连续投加，保证取水头部和联合泵房入口水中次氯酸钠的浓度达到 1mg/L；取水隧道中间设两处冲击加药点，每个点 3mg/L（加药时间为 0.5 小时，每天 2 次）；非氧化杀菌冲击加药，根据水质监测情况考虑加药频次；循环冷却水中加入的阻垢剂为无磷环保型。

田湾核电站 7、8 号机组采用电解海水的工艺来制取次氯酸钠，制氯站与 5、6 号机组合建，制氯过程中使用的化学物质的描述详见 5、6 号机组环评报告的相关章节。

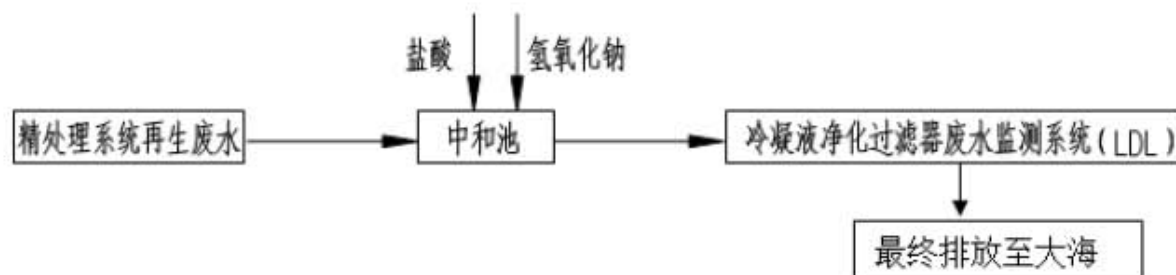
除盐水生产系统的原水取自 1、2 号机组淡水厂。除盐水生产系统采用离子交换工艺，产水供向厂区除盐水用水点。除盐水生产系统工艺流程简图如下：



除盐水生产系统的树脂再生废液中和后会排放少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH，酸碱废液经中和达标后排入厂区暴雨收集与排放系统。

除盐水系统的树脂再生和废液中和会排放少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH。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 NaHSO_3 ，它用于除去进入反渗透系统的水中的余氯；阻垢剂，用于防止反渗透膜浓水侧结垢。

常规岛凝结水精处理系统树脂再生和废液中和会排放少量化学物质。



4.7.1.2 废水来源及排放

田湾核电站 7、8 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：

- 除盐水生产系统；
- 核电站有关厂房的液体流出物及系统排污水处理；
- 废油处理；
- 厂址废物处理设施热洗衣房的排水；
- 生活污水。

其它各类非放废水分别经处理达到国家排放标准后，排入 7、8 机组厂区暴雨收集与

排放系统，经虹吸井排入大海。

4.7.2 生活废物

本工程产生的生活废物包括核电站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按生活垃圾处理规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。

本工程运行期间生活垃圾产生量约为 1.8 吨/天。

生活污水来自厂区、厂前建筑区、其它设施区的各个厂房、车间、实验室、办公楼等处卫生设备以及洗衣房等处的非放射性生活污水的排水。本工程生活污水由生活污水排水系统收集送至已建成南区污水处理站集中处理。生活污水经处理后达到《城市污水再生利用-城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）城市绿化水质要求，出水用于厂区绿化等。回用剩余水量排入大海。生活污水处理站产生的剩余污泥外运。

南区生活污水处理站分两期改造，一期 $840\text{m}^3/\text{d}$ ，已投入运行，运行正常，二期 $600\text{m}^3/\text{d}$ ，在 2021 年底完成，完成后总处理能力达到 $1440\text{m}^3/\text{d}$ 。根据 2019 年生活污水处理量实测数据，南区污水处理站一期改造完成后处理能力 $840\text{m}^3/\text{d}$ ，能满足目前南区实际日最大污水量 $765\text{m}^3/\text{d}$ 处理要求；南区污水处理站二期改造完成后处理能力 $1440\text{m}^3/\text{d}$ ，能满足南区和北区合计日最大污水量 $884\text{m}^3/\text{d}$ 处理要求。根据田湾核电站各阶段现场人数，保守估算待 7、8 号机组建设及运行时，1~8 号机组生活污水量峰值为 $1181\text{m}^3/\text{d}$ ，小于南区污水处理站的处理能力 $1440\text{m}^3/\text{d}$ ，满足要求。

南区生活污水处理站主要工艺流程图如下：



4.7.3 其它废物

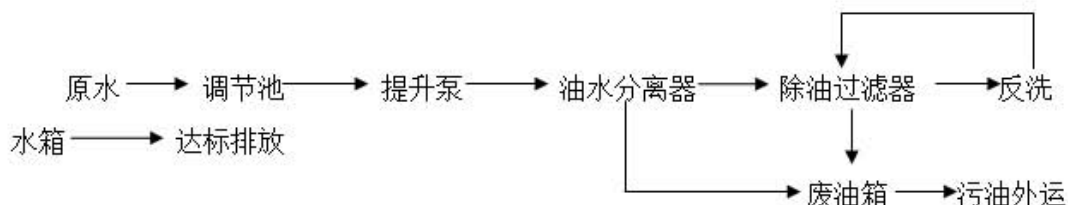
田湾核电站 7、8 号机组产生的其它非放射性废物主要指非放射性含油废水、废油、固体废物等。

4.7.3.1 非放射性含油废水、废油

本工程通过室外管网收集汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含

油废水，汇集至本工程含油生产废水油水分离池。含油生产废水油水分离池设计规模 $2 \times 5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准（含油类 $< 5 \text{ mg/L}$ ），排入室外雨水管网，最终排至大海；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。

非放射性含油废水处理流程图如下：



4.7.3.2 固体废物

本工程运行期产生的固体废物主要为一般工业废物。主要包括淡水处理和生活污水处理过程中产生的污泥、膜组件和除盐水处理过程中采用的膜组件、使用的离子交换树脂及经油水分离装置分离后的废油、凝结水精处理过程中废弃的离子交换树脂等。本工程淡水处理、生活污水处理与前期工程共用。

除盐水处理工艺设计采用超滤膜组件和反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内除盐水处理膜元件的使用情况，超滤膜元件、反渗透膜元件的使用年限为 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。经除盐水处理工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

除盐水处理过程中使用的离子交换树脂使用年限为 5~8 年。树脂的更换时间应根据现场实际运行情况，监测离子交换树脂的运行情况，合理确定、定期补充或更换。经除盐水处理工艺用过的或常规岛凝结水精处理过程中产生的废弃树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

田湾核电站 7、8 号机组采用 AES-2006 堆型。新燃料组件运输拟采用俄罗斯的新燃料运输容器，容器的设计和制造遵守俄罗斯放射性物质运输规定，并满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

本项目的新燃料运输容器由左右两个圆柱形筒体焊接而成。容器的上部设有吊装耳板，以便于起吊容器。每台容器可以装载两组燃料组件。

新燃料组件及其运输容器有良好的抗震和密封性能，在正常运输条件下，能确保运输

过程中的安全，对环境不会产生任何有害辐射影响。田湾核电站 7、8 号机组工程首炉新燃料组件由中核集团公司定点厂提供，运输容器由生产厂运至田湾核电站 7、8 号机组工程的新燃料贮存库。

4.8.2 乏燃料运输

从核电厂卸下的乏燃料组件在安全壳乏燃料贮存水池暂存若干年后，将其装入乏燃料运输容器，运往后处理厂。

乏燃料组件运输容器采用符合 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》要求的乏燃料运输容器，在运输过程中可保证运输人员和沿途居民的安全，并符合环保要求。

乏燃料运输的运输起点为田湾核电站 7、8 号机组工程，运输终点为规划中的乏燃料后处理厂。

如果乏燃料后处理厂选在沿海地区，待厂址确定后再确定运输方式及运输路线。

4.8.3 放射性固体废物运输

田湾核电站 7、8 号机组需要运输的放射性固体废物包括处理前的固体废物和处理后的废物包。处理前的固体废物包括废树脂、蒸残液/泥浆和杂项干废物，处理后的废物包装形式为装有烘干废树脂、蒸残液盐块和烘干泥压实桶饼的 200L 钢桶水泥固定体、装有干废物桶饼的 200L 钢桶水泥固定体和外运处置前二次包装形成的 700L 混凝土高完整性容器（HIC）。

4.8.3.1 处理前的固体废物运输

机组运行期间产生的废树脂、蒸残液和旋流器泥浆在核岛内暂存一定时间后，将由专用的屏蔽运输槽车从核岛送往放射性废物处理中心（T4UKT）进行烘干处理，运输槽车的屏蔽设施可以保证槽车外表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，司机室后的屏蔽保证司机室内剂量率不超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 。废树脂屏蔽运输槽车和蒸残液屏蔽运输槽车设有泄漏探测和液位探测装置，防止运输过程中发生放射性物质泄漏。

杂项干废物，如衣服、手套、鞋罩、塑料、小型零部件等，集中收集后由专用的封闭式运输车运输，运输车司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

放射性废物运输车辆在厂内专用路线工作，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。

4.8.3.2 处理后的废物包运输

在 T4UKT 处理形成的装有烘干废树脂、蒸残液盐块和烘干泥压实桶饼的 200L 钢桶水泥固定体废物包和装有干废物桶饼的 200L 钢桶水泥固定体废物包经一段时间暂存后用专用车辆运输到机组的废物暂存库。废物桶在厂内运输使用专用运输车，外表面剂量率 $>$

2mSv/h 的废物桶在运输时放入屏蔽容器内，保证运输容器外表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，运输车沿规划路线行驶，运输废物期间实行道路管制措施，减小厂区人员受放射性危害的风险。

装有烘干废树脂、蒸残液盐块和烘干泥压实桶饼的 200L 钢桶废物包外运处置前需运输到 T4UKT 进行二次包装，装入混凝土 HIC 后封盖养护形成 700L 混凝土 HIC 废物包。机组最终外运的废物包为 200L 钢桶和 700L 混凝土 HIC 包装的废物包。200L 钢桶的设计和制造满足 EJ 1042-2014《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》的要求，混凝土 HIC 的设计和制造满足 GB 36900.2-2018《低、中水平放射性废物高完整性容器—混凝土容器》的要求；废物包性能满足 EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》和 GB 12711-2018《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》的相关要求。放射性固体废物包外运拟采用公路运输，在运输过程中将严格遵守 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》中的有关要求。由于区域处置场尚未选址，待处置场选址后再明确运输方式和论证运输路线的可行性。

表 4.1-1（1/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
核岛(含核岛相关廊道)					
1	71UJA	反应堆厂房	2090	-	体积 162987m ³
2	81UJA	反应堆厂房	2090	-	体积 162987m ³
3	71UJE	蒸汽间	794	-	体积 33785m ³
4	81UJE	蒸汽间	794	-	体积 33785m ³
5	71UKD	安全厂房	2394	-	体积 73991 m ³
6	81UKD	安全厂房	2394	-	体积 73991 m ³
7	71UCB	控制厂房	2098.6	-	体积 120147m ³
8	81UCB	控制厂房	2098.6	-	体积 120147m ³
9	71UBS	应急柴油发电机厂房 (包含燃料储罐)	2977	-	体积 62361 m ³
10	81UBS	应急柴油发电机厂房 (包含燃料储罐)	2977	-	体积 62361 m ³
11	71UKA	辅助厂房	2270.4	-	体积 83649 m ³
12	81UKA	辅助厂房	2270.4	-	体积 83649 m ³
13	71UQB	重要用户冷却水泵房	1113	-	体积 33989 m ³
14	81UQB	重要用户冷却水泵房	1113	-	体积 33989 m ³
15	71UKC	核服务厂房	1809.8	-	体积 39782m ³
16	81UKC	核服务厂房	1809.8	-	体积 39782m ³
17	71UJG	运输桥架	-	-	体积 1726 m ³
18	81UJG	运输桥架	-	-	体积 1726 m ³
19	71UKH	排风烟囱	-	-	

表 4.1-1（2/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
20	81UKH	排风烟囱	-	-	
21	71UKT	新燃料和工艺运输设备 贮存厂房	1540.9	-	体积 41450.4m ³
22	81UKT	固体放射性废物贮存厂房	1070	-	体积 19719m ³
23	71UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 844.8m ³
24	72UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 590.7m ³
25	73UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 587.4m ³
26	74UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 699.6m ³
27	81UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 844.8m ³
28	82UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 590.7m ³
29	83UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 587.4m ³
30	84UBZ	安全系统廊道	-	-	体积 699.6m ³
31	71UGS	排水泵站	-	-	体积 381.5m ³
32	72UGS	排水泵站	-	-	体积 491.25m ³
33	81UGS	排水泵站	-	-	体积 381.5m ³
34	82UGS	排水泵站	-	-	体积 491.25m ³
35	71UJZ	人员通行综合廊道	-	-	体积 4186m ³
36	81UJZ	人员通行综合廊道	-	-	体积 4186m ³
37	71UKZ	廊道(71UBS 至 71UKT)	-	-	体积 455.4m ³
38	81UKZ	廊道(81UBS 至 81UKT)	-	-	体积 455.4m ³
39	N1USG	联合消防泵站	1359	2330	

表 4.1-1（3/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
40	N1UGF	联合消防泵站储水罐	-	-	
41	N2UGF	联合消防泵站储水罐			
42	71USZ	电气廊道（71UBS 至 N1USG）	-	-	
43	81USZ	电气廊道（81UBS 至 N1USG）	-	-	
44	72USZ	工艺廊道(71UBS 至 N1USG)	-	-	
45	82USZ	工艺廊道(81UBS 至 N1USG)	-	-	
46	71UHZ	71UKA 与 71UKH 之间的电 气廊道	-	-	
47	81UHZ	81UKA 与 81UKH 之间的电 气廊道	-	-	
常规岛					
48	71UMA	汽轮机厂房	8834	41726	
49	81UMA	汽轮机厂房	8834	41726	
50	71UMX	润滑油转运间	374	374	
51	81UMX	润滑油转运间	374	374	
52	71UMT	汽机事故油坑	42.3	-	
53	81UMT	汽机事故油坑	42.3	-	
54	71UBA	主泵配电间	165.1	330.2	
55	81UBA	主泵配电间	165.1	330.2	
56	72USC	压缩空气储罐	11.4	-	
57	82USC	压缩空气储罐	11.4	-	
58	71UBN	柴油发电机厂房	803	1688	
59	81UBN	柴油发电机厂房	803	1688	
60	71UBF	主变压器构筑物	100.8	-	
61	72UBF	主变压器构筑物	100.8	-	
62	73UBF	主变压器构筑物	100.8	-	
63	81UBF	主变压器构筑物	100.8	-	

表 4.1-1（4/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
64	82UBF	主变压器构筑物	100.8	-	
65	83UBF	主变压器构筑物	100.8	-	
66	N1UBV	主变备用相构筑物	100.8	-	
67	71UBE	高压厂用变压器构筑物	92	-	
68	72UBE	高压厂用变压器构筑物	92	-	
69	81UBE	高压厂用变压器构筑物	92	-	
70	82UBE	高压厂用变压器构筑物	92	-	
71	71UBR	高压厂用备用变压器构筑物	92	-	
72	72UBR	高压厂用备用变压器构筑物	92	-	
73	81UBR	高压厂用备用变压器构筑物	92	-	
74	82UBR	高压厂用备用变压器构筑物	92		
75	71UBU	高压厂用备用变压器进线小间	249	471	
76	81UBU	高压厂用备用变压器进线小间	249	471	
77	71UBH	变压器事故油坑	38.5	-	
78	81UBH	变压器事故油坑	38.5	-	
79	71USY	综合管架	-	-	
80	81USY	综合管架	-	-	
循环水设施					
81	N1UPD	重要厂用水取水构筑物	1900	-	
82	71UQA	循环水泵房	4762		
83	81UQA	循环水泵房	4762		
84	N1UQF	虹吸井	1825.7	-	
辅助生产设施					
85	71UTG	二氧化碳站	54	54	
86	81UTG	二氧化碳站	54	54	
87	N1UGC	除盐水厂房	3019		

表 4.1-1（5/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
88	N1USC	仪用压空机房	173		
89	N1UGM	含油生产废水油水分离池	206	-	
90	N1UTN	制氮车间	312	312	
91	N3UGF	消防稳压设备间	124	124	
92	M1UKQ	废物运输车库	300	300	
93	M1USU	综合仓库	2500	4000	
94	M1USD	化学品仓库	700	700	
95	M1USK	气瓶库	700	700	
96	N1UCJ	地下水监测井	8	8	
97	N2UCJ	地下水监测井	8	8	
98	N3UCJ	地下水监测井	8	8	
实物保护设施					
99	71UZJ	要害区围栏	-	-	
100	81UZJ	要害区围栏	-	-	
101	N1UZJ	保护区围栏	-	-	
102	M1UZJ	控制区围栏	-	-	
103	N2UZJ	7、8 号机组之间临时围栏	-	-	
104	N1UYF	保护区出入口	-	-	
105	M1UYF	控制区出入口	-	-	
厂前建筑区					
106	M1UYC	综合办公楼	3500	8000	
107	M1UYD	职工餐厅	1400	1400	
108	M1UYN	档案馆	1000	2000	
主要管沟（不含核岛相关廊道）					
109	N1UUA~N9UUA	综合技术廊道	-	-	
110	M1UPL	厂外取水隧洞	-	-	
111	M2UPL	厂外取水隧洞	-	-	
112	M1UQN	联合排水暗沟	-	-	
113	M2UQN	联合排水暗沟	-	-	

表 4.1-1（6/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
114	71UPN	循环水进水隧洞（含 UQA 与 UMA 之间循环水管道）	-	-	
115	81UPN	循环水进水隧洞（含 UQA 与 UMA 之间循环水管道）	-	-	
116	71UQN	循环水排水暗沟	-	-	
117	72UQN	循环水排水暗沟	-	-	
118	81UQN	循环水排水暗沟	-	-	
119	82UQN	循环水排水暗沟	-	-	
120	71UPP	重要厂用水进水隧洞	-	-	
121	72UPP	重要厂用水进水隧洞	-	-	
122	81UPP	重要厂用水进水隧洞	-	-	
123	82UPP	重要厂用水进水隧洞	-	-	
124	71UQP	重要厂用水排水暗沟 （含溢流井）	-	-	
125	72UQP	重要厂用水排水暗沟 （含溢流井）	-	-	
126	81UQP	重要厂用水排水暗沟 （含溢流井）	-	-	
127	82UQP	重要厂用水排水暗沟 （含溢流井）	-	-	
128	N1UKZ	废液排放管沟	-	-	
129	N2UKZ	废液排放管沟	-	-	
130	71UAZ	500kV 高压母线廊道	-	-	
131	81UAZ	500kV 高压母线廊道	-	-	
132	72UAZ	220kV 电缆沟	-	-	
133	82UAZ	220kV 电缆沟	-	-	
134	73UAZ	500kV 系统控制电缆沟	-	-	
135	83UAZ	500kV 系统控制电缆沟	-	-	
136	74UAZ	220kV 系统控制电缆沟	-	-	
137	84UAZ	220kV 系统控制电缆沟	-	-	
138	71UMZ	71UQA 南侧廊道	-	-	
139	72UMZ	廊道（71UQA 与 71UMA 之间，71UBN 与核岛之间）	-	-	
140	82UMZ	廊道（81UQA 与 81UMA 之间，81UBN 与核岛之间）	-	-	

表 4.1-1（7/7）新建（改扩建）建构筑物一览表

序号	代号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
141	N1UBZ	电气廊道（7、8 号机组之间）	-	-	
142	N1USZ	人员和管道廊道	-	-	
143	N1UYZ~N3UYZ	人员和管道廊道	-	-	
海工设施					
144	M1UPK	隧洞进水构筑物	4428.6	-	5、6 号机组建设期间已完成土建，本期工程仅需设备安装
145	M1UPR	排水口门	-	-	-
其它设施					
146	M1UZU	武警营房	3000	3000	
147	M1UYH	培训中心（包含模拟机房）	4000	4000	
148	M1UZD	厂前停车场	6000	-	
149	-	乏燃料干式储存场	20000	-	田湾核电基地共用
150	M1000	厂区室外工程	-	-	
改扩建设施（5、6 号机组建设期间已完成土建，本期工程仅需设备安装）					
151	M1UAB(TB)	500kV 开关站	-	-	5、6 号 TB
152	M1UAC(TC)	500kV 网控楼	-	-	5、6 号 TC
153	W1UAD(TD)	220kV 开关站	-	-	1-6 号 TD
154	W1UAC	220kV 网控楼			
155	M1USC(ZC)	空气压缩机房	-	-	5、6 号 ZC
156	M1UTK(ZB)	氢气贮存及分配站	-	-	5、6 号 ZB
157	M1UTL(HX)	制氮站	-	-	5、6 号 HX

表 4.1-2 与前期工程共用建构筑物一览表

序号	子项所属工程	代号	名称	备注
1	1、2 号机组	01UYP	消防站	本期增加消防车 1 辆
2	1、2 号机组	01USV	环境监测楼	
3	1、2 号机组	02UGQ	南区污水处理站	
4	1、2 号机组	02UCL	厂区南气象站	
5	1、2 号机组	-	淡水厂	
6	1、2 号机组	01UMP	应急移动设备库	
7	3、4 号机组	W1UCE	应急指挥中心	
8	3、4 号机组	T1UTH	辅助锅炉房	
9	3、4 号机组	T4UKT	放射性废物处理中心	
10	5、6 号机组	AS	特种汽车库	
11	5、6 号机组	EN	放射源库	
12	5、6 号机组	QT	废物暂存库	
13	5、6 号机组	CF	取水口管理站	
14	5、6 号机组	AF	机电仪修车间	
15	5、6 号机组	BH	职业去污室	
16	5、6 号机组	AL	厂区实验室	
17	5、6 号机组	UG	保安楼	
18	全厂共用	M1UPX	取水明渠	
19	全厂共用	M1UQX	排水明渠	
20	全厂共用	-	大件码头	

表 4.1-3 厂区总平面布置主要技术经济指标表

序号	项 目		单位	数量	备注
1	厂区用地	规划容量	hm ²	136.36	控制区用地
		本期工程	hm ²	27.15	
2	单位容量用地	规划容量	m ² /kW	0.1623	
		本期工程	m ² /kW	0.1131	
3	建构筑物用地		hm ²	9.86	
4	建筑系数		%	36.3	
5	道路广场面积		hm ²	4.79	
	其中	重型道路用地面积	hm ²	1.51	
		轻型道路用地面积	hm ²	3.28	
6	道路广场系数		%	17.6	
7	绿地面积		hm ²	1.63	
8	绿地率		%	6	
9	7、8 号机组主要管廊长度	厂外取水隧洞	m	7752	7、8 号机组总长
		重要厂用水进水隧洞	m	1288	
		重要厂用水排水暗沟	m	1903	
		循环水进水隧洞	m	524	
		循环水排水暗沟	m	955	
		废液排放管沟	m	500	
		联合排水暗沟	m	2614	
		综合技术管沟	m	2974	
		500kV 电缆廊道	m	747	
		220kV 电缆廊道	m	394	
10	厂区围栏长度	要害区围栏	m	1052	不包括围栏外侧的轻质护栏
		保护区围栏	m	1488×2	
		控制区围栏	m	1771	
		7、8 号机组之间临时围栏	m	465	

表 4.3-1 海水冷却水量（m³/h）

机组 编号	凝汽器 冷却水		辅助冷 却水	重要厂 用水	制氯站 用水	旋转滤网 冲洗用水	鼓形滤网 冲洗用水	总水量	
	夏季	冬季						夏季	冬季
7	228996	137398	4500	3600	335	500	540	238471	146873
8	228996	137398	4500	3600	335	500	540	238471	146873
合计	457984	274796	9000	7200	670	1000	1080	476942	293746

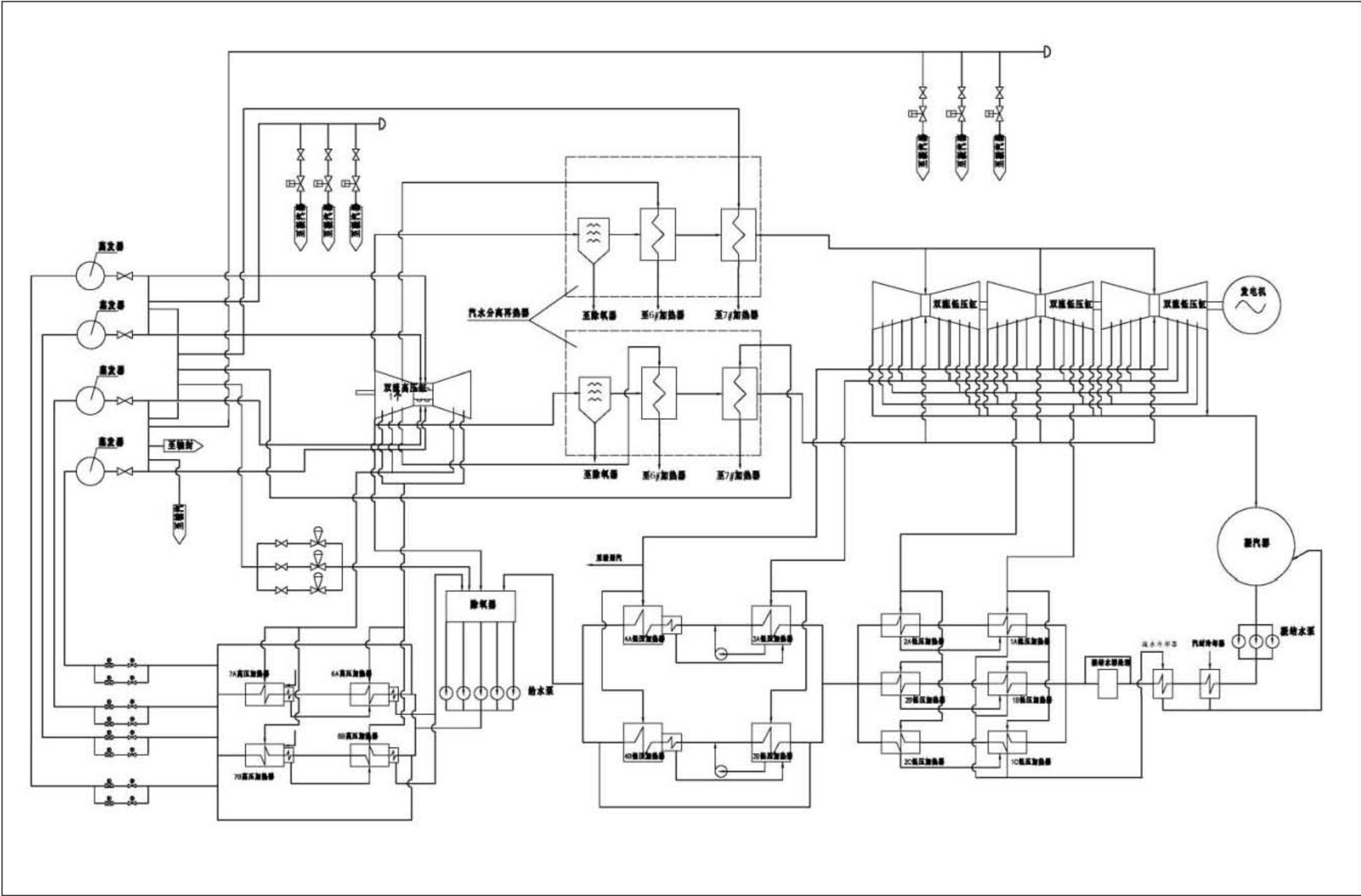


图 4.2-1 蒸汽-电力转换系统流程示意图

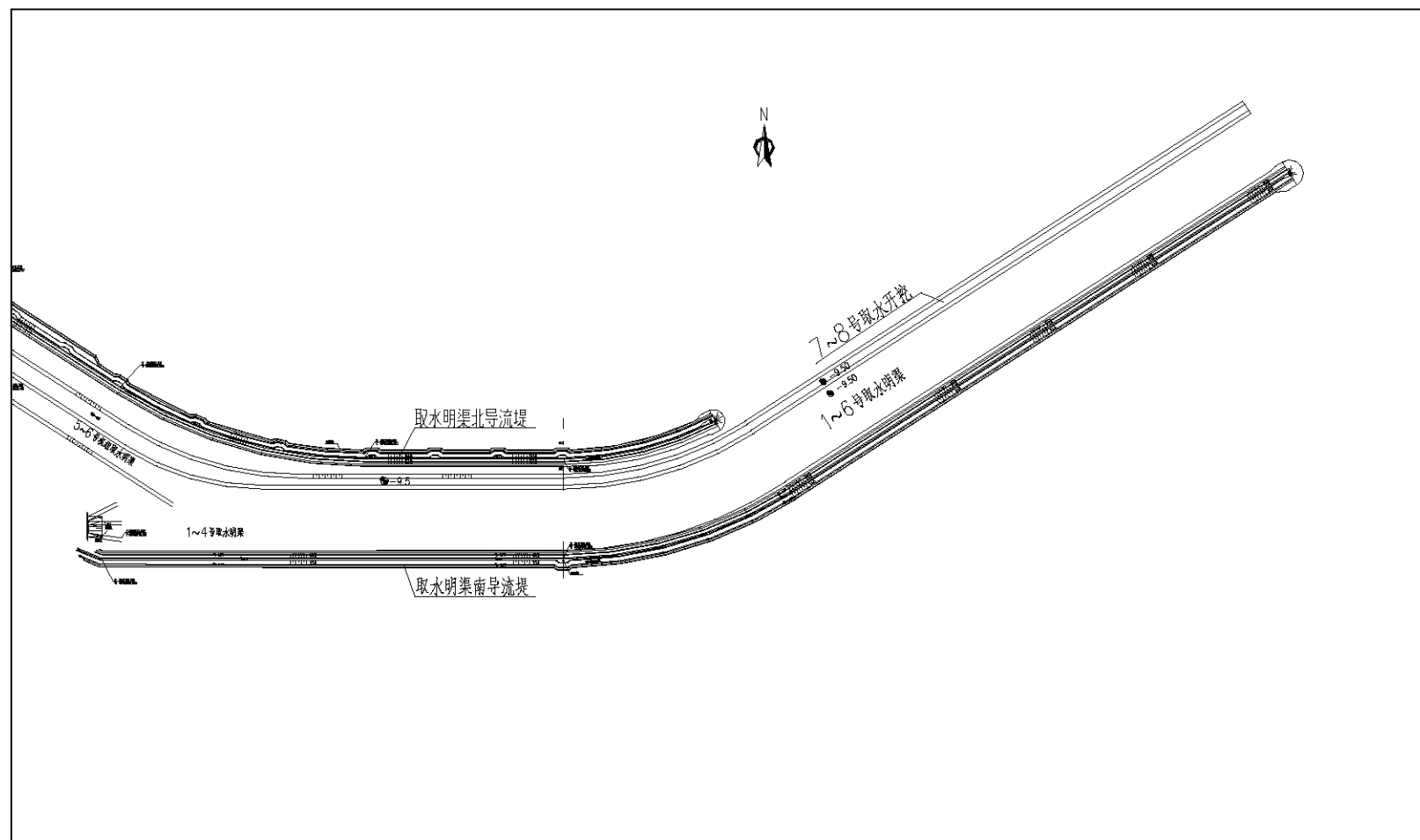


图 4.3-1 各期取水口的相对关系示意图

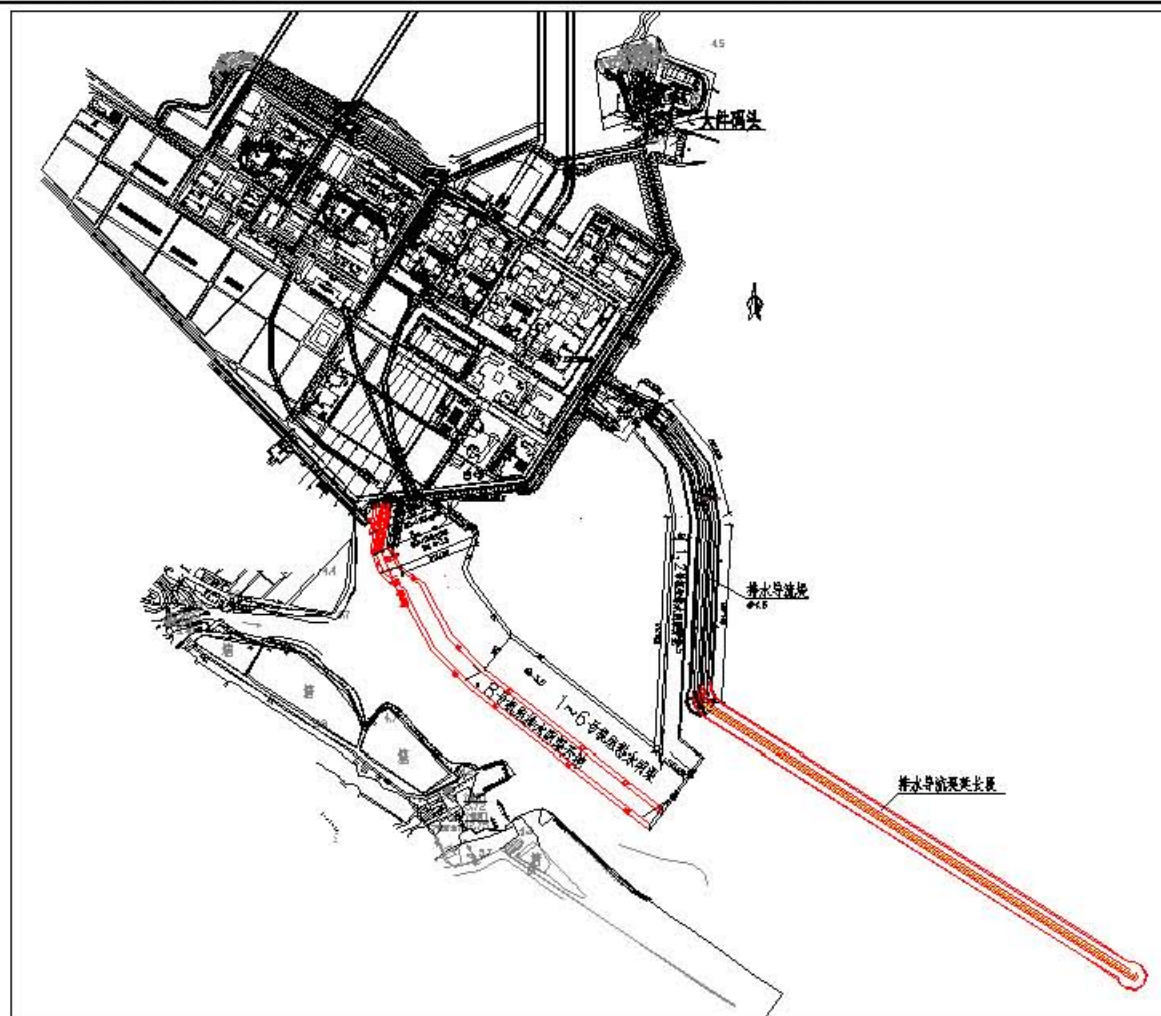


图 4.3-2 各期排水口的相对关系示意图

第五章 核电厂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 陆域施工对水环境的影响

5.2.2 海域施工对水环境的影响

5.2.3 减轻海域施工过程对水环境影响的措施

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 非放射性物质的控制措施

5.3.7 放射源的管理措施

5.3.8 设计地形地貌的改造措施

5.3.9 水土保持措施

5.3.10 施工期的节水措施

5.3.11 施工期监测

5.1 土地利用

5.1.1 施工建设对土地利用的影响

1) 场地平整

7、8 号机组工程用地在 5、6 号机组建设期间已完成场地平整施工，场地东西向长 446~623m，南北向长约 900m；场地北部标高为 7.60m 左右，南部标高在 5.00~7.60m 范围内。

2) 永久道路及临时道路

7、8 号机组沿用前期工程已建永久厂外道路，包含核电北路、核电南路、核电西路；临时道路建设均处于厂址总用地范围内，不需额外新征或租用土地。

3) 建筑材料生产设施

混凝土搅拌站、砂石料生产厂等厂外施工设施利用前期工程已有设施，位于厂址东北角，大件码头北侧。

4) 土石方堆放场地

土石方堆放场地分为毛石堆场和细石堆场。毛石堆场位于租地范围内，和谐大道以北；临时细石堆场位于永久设施用地西南角。本期工程土石方全部厂内堆放，不在厂外建设堆放场地，减少土石方搬运对周边环境的影响。

5) 施工生活区

本期工程施工生活区沿用前期工程已建设施。

5.1.2 施工建设占用土地情况

5.1.2.1 征地情况

7、8 号机组永久设施用地 54.83hm²，已在前期工程征用完毕，为建设用地。

5.1.2.2 土地使用情况

本期工程总用地面积 95.84hm²（不含海工工程等厂外设施用地），其中永久设施用地 54.83hm²，施工临时设施用地 41.01 hm²。

永久设施用地主要包含厂区用地、厂前建筑区用地、其他设施用地及边坡工程用地；施工临时设施用地占用已征土地 17.98hm²，需重新租用土地 23.03hm²。

5.1.2.3 土地利用合理性

- 充分利用前期工程已有设施，节约用地，种汽车库、放射源库、废物暂存库、职业去污室、厂区实验室、放射性废物处理中心、保安楼、机电仪修车间、辅助锅炉房等均与前期工程共用。

- 在满足相关规范的前提下，厂房尽量集中或合并布置。

- 在满足管廊施工、穹顶吊装要求的前提下，减小核岛中心间距，减小厂区及非居住区面积。5~8 号机组最初按照 4 台 M310 机组进行规划并征地的，目前 7、8 号机组采用 VVER 堆型，功率增加，用地需求增大，故通过管廊上下叠加敷设、分体吊装，厂房联合布置等方式减少占地。

- 根据施工进度安排，利用部分永久设施用地作为施工临时设施用地，减小施工临时设施用地面积。

- 施工办公设施集中布置，减小施工临时设施用地面积。

- 厂址附近无大规模的工业企业、交通要道和军事设施，人口稀少、土地贫瘠，满足建设核电站的要求。

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

7、8 号机组工程用地位于 6 号机组西侧，该场地在 5、6 号机组建设时已完成场地平整施工。场地现状东西向长 446~623m，南北向长约 900m；场地北部标高为 7.6m 左右，南部标高在 7.60~5.00m 范围内。

场地西部和北部为安全级人工边坡，西部边坡最高标高 80.00m，北部边坡与前期工程人工边坡顺接，最高标高 116.00m；东部毗邻 5、6 号机组工程（在建）；南部为施工临建区。本期工程对周边地形地貌等的环境影响较小。

5.1.3.2 水土流失

本期工程为扩建工程，应急指挥中心、淡水厂、厂外道路、大件码头等沿用前期工程已有设施，可能造成水土流失的区域主要为厂区、施工场地、排水口、混凝土搅拌站及砂石料生产厂等。

本工程在建造期间采取相关工程措施（敷设雨水管道、硬化路面、碎石铺设场地等）、绿化措施（种植乔木、绿篱、灌木、攀援等植物）、临时措施（临时排水沟、沉砂池等），尽量减少本建设区域的水土流失。

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严重的水土流失，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。

本工程施工范围内没有珍稀保护物种的分布。厂址附近区域植被覆盖度较高，生物多

样性较丰富，陆域生态环境与连云港市平均水平相差不大，基本保持了良好的生态环境状况。在施工建设过程中，建设单位将有规划地对整个场区设施进行绿化。田湾 1-4 号机组建成后区域植被没有明显变化，区域内的生态系统结构和功能未发生较大的变化，类比田湾 1-4 号机组建设前后的生态环境变化，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

施工过程中，由于土石方施工的爆破、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。

5.1.3.5 对声环境的影响

施工期间，土石方工程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，影响时间短，爆破施工完毕，噪声也即消失。因此核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。

5.1.3.6 对水环境的影响

陆域施工活动对水环境的影响主要来自施工人员生活污水的排放。

施工期生活污水排放量为 $297\text{m}^3/\text{d}$ ，输送到南区污水处理站集中处理，经生化处理并监测达标后，出水回用于绿化。南区生活污水处理站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/T18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。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

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间由指定的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。7、8 号机组固体废弃物的堆放、清理、平整、外运和管理等采用 5、6 号机组成熟的经验，且堆置于同一堆场。因此，本工程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

7、8 号机组用地均为建设用地，不涉及动迁居民，不会对当地居民造成不利影响。

核电厂工程建设期间需要大量的工程施工人员，大量的外来施工人员进驻施工现场，可能对附近居民的日常生活造成轻微的影响，但同时也可以增加当地居民的就业机会和商机，而大量施工人员在该地区较长时期的居住和生活，可以增强该地区的消费能力，促进经济的发展。

5.2 水的利用

5.2.1 陆域施工对水环境的影响

（1）施工期用水

核电厂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搅拌、混凝土养护、降尘浇洒、砌筑工程、施工机械等用水。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》（GB 5749-2006）。

（2）施工期用水量

田湾核电站 7、8 号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 $1760\text{m}^3/\text{d}$ ，施工人员生活用水最大日用水量为 $1230\text{m}^3/\text{d}$ ，施工现场降尘和洗车用水量为 $134\text{m}^3/\text{d}$ 。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 $3444\text{m}^3/\text{d}$ 。

（3）供水水源

田湾核电站 7、8 号机组施工期间所需的淡水来田湾一期已建的淡水厂。淡水厂的原水取自蔷薇河。

（4）施工期用水对周围水用户的影响

田湾核电站扩建工程 7、8 号机组与 1~6 号机组为同一水源，原水取自蔷薇河。根据《田湾核电站 7、8 号机组水资源论证报告书》，本工程取水对区域水资源可利用量影响小，取水占蔷薇河总需水量的比例不大，不影响其他用户取用水条件。

5.2.2 海域施工对水环境的影响

田湾核电站 7、8 号机组海域施工建设过程中对水环境的影响主要来自排水口建设、排水导流堤延长段的建设、明渠和航道疏浚工程施工，以及海上施工船舶产生的含油废水排放等。

（1）取排水工程施工对环境的影响

田湾核电站 7、8 号机组排水口与排水堤的建设、明渠和航道疏浚工程施工对海洋环境的影响主要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砂颗粒物增加，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。悬浮泥砂对浮游植物的负面影响将直接导致水体中溶解氧含量的减少，导致部分浮游动物窒息死亡，同时悬浮颗粒会粘附在生物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游生物会吞食适当粒径的颗粒物，造成内部消化系统的紊乱。悬浮颗粒物还会堵塞鱼类的鳃部，损害其滤水和呼吸功能。

另外，悬浮物中有害物质的二次污染也会对海水水质产生一定影响。施工造成的海水中悬浮物浓度增加主要表现在机械的搅动，施工结束后，水体中的泥沙将在重力作用下以下沉为主，在施工停止 3~4 小时后，绝大部分泥砂将沉降于海底，海水会很快变清。

（2）海上施工船舶含油废水排放对环境的影响

海上施工船舶因维修和日常保养会在舱底形成部分含油废水，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。

5.2.3 减轻海域施工过程对水环境影响的措施

采取下列措施可减轻施工过程对水环境的影响：

（1）减少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）减轻施工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，如在不影响施工进度情况下尽可能选用较小的抓斗，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《船舶污染物排放标准》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。

5.3 施工影响控制

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程》(GB6722-2014)的相关规定，为了控制构筑物负挖对 1~6 号机组及其它已建设施的影响，可采用以下措施：

- 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；
- 对各种临时弃土、弃渣按照“先挡后弃”的原则处理。

5.3.2 施工扬尘的控制措施

- (1) 施工现场进出口、主要道路和砂、石堆场，各种加工场地进行硬化处理。
- (2) 车辆清洗废水经二次沉淀后循环使用或用于洒水降尘。
- (3) 施工区域内的临时道路专人清扫，洒水，各种加工场地及材料堆场划分责任区，由相关施工班组每日清扫。
- (4) 水泥、砂、土等材料运输时封闭或严密覆盖。
- (5) 现场水泥、珍珠岩粉、高效石膏粉、干粉砂浆、界面粘洁剂等入库或严密覆盖。
- (6) 砣、砂浆搅拌机封闭，气候干燥室砂等粒径小的材料洒水润湿。
- (7) 禁止在道路和人行道上堆放或转运易扬尘的建筑材料。
- (8) 严禁在施工现场排放有毒烟尘和气体，不得在施工现场洗石灰、煎熬沥青，工地生活燃料应符合环保有关要求。
- (9) 建筑工程完工后必须及时清理现场和平整场地，消除各种尘源。
- (10) 有扬尘产生的施工切割、打磨等尽量集中进行，密闭施工或带水作业，不能集中进行的尽量密闭作业。
- (11) 为在粉尘工作环境中的施工人员配备口罩等防尘措施，并随时注意检查、救护。

（12）遇有四级风以上天气不得进行土方回填、转运以及其他可能产生扬尘污染的施工。

（13）施工现场严禁焚烧垃圾，职工食堂不得烧材或煤，必须使用清洁能源。

（14）临时办公点、职工宿舍、食堂打扫卫生及施工现场和楼地面要及时清理，清理前要洒水。

（15）驶入建筑工地的运输车辆，必须车身整洁，转载车箱完好，转载货物必须堆码整齐，不得污染道路环境。否则，不允许其驶入工地。

（16）运送各种建筑材料、施工垃圾、渣土的车辆必须应有遮盖和防护措施，防止建筑材料、建筑垃圾和尘土飞扬、洒落和流溢。否则，不允许其驶入工地。

5.3.3 施工噪声的控制措施

（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，严格超负荷运转。

（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）尽量选择低噪声设备，最大限度降低噪声。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，如空压机、发电机等，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。

5.3.4 场地回填的控制措施

7、8 号机组工程施工期间仅有建筑物基础和管沟等的少量回填，没有大面积的场地回填工作。

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

- 对于施工期间现场废物垃圾的处置，制定相应的管理规定，并严格执行；
- 从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；
- 集中储存，做好防护措施，使其对环境的影响降至最低；
- 采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒；
- 污水采用有组织排水方式，处理达标后排入大海。
- 建筑垃圾每天由指定承包单位清运到现场规划的临时垃圾堆场，最后，委托专业队伍定期清运至当地环卫部门指定的垃圾场。

本工程施工建设期间施工生产用水主要用于消耗和重复利用。管道打压冲洗、混凝土基础冲洗、清洁等作业产生的废水，经过沉淀、过滤并检测达标后排入雨水管线及排洪沟，最终和雨水一起排放至环厂排洪沟。

本工程施工建设期间施工区的生活污水排至临时厕所，定期由污水车抽吸至田湾一期生活污水管网，最终排至南区污水处理站处理，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/T18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化等，回用剩余水量排入大海。施工期生活污水排放量为 $297\text{m}^3/\text{d}$ 。南区生活污水处理站主要工艺详见 4.7.2 节。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。

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。

5.3.6 非放射性物质的控制措施

- 对需进行表面处理的设备、管道、钢材等，要求设备承包商在出厂前进行处理；
- 必须现场处理的，由施工单位严格执行化学物品使用管理规定，对其使用量严格控制。

5.3.7 放射源的管理措施

施工期间主要用 γ 射线进行无损探伤检验及焊缝检查，依据国家颁布的《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制订放射源管理制度。管理措施主要涉及到使用、贮存和处理几个方面，具体内容如下：

（1）放射源的使用

— 对于使用放射源的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗；

— 施工期间使用放射源的主要危害是外照射，因此在操作中必须充分利用时间、距离和屏蔽防护。装卸放射源时，尽量使用长柄钳等远距离操作器械，操作时间要准确、迅速，必要时可提前进行模拟练习。现场透照布置时，尽可能让射线辐射窗口远离工作人员。本项目施工期间从事放射工作的人员要穿戴必要的射线防护用品，如铅胶围裙、铅胶手套、铅玻璃眼镜等。用于处理放射性同位素与射线装置的工具均为专用，不得挪作他用；

— 调试或测试放射探伤装置在专门的射线探伤室或空旷的地方进行；射线工作区域用围栏圈出非安全区，并派专人监查；

— 根据射线的辐射范围，划出一定范围的警戒区域，并设置电离辐射标志和中文警示说明，必要时须有专人负责警戒，以防无关人员进入辐射现场。放射源使用完毕后，及时清点回收；

— 探伤作业前发布探伤通知，将探伤信息（包括探伤作业地点、警戒范围、时间等）告知各参建单位，避免发生误照射。在探伤作业过程中，对作业前现场公告、拉警戒带隔离、请主控广播、携带剂量率仪表、利用实体隔离、挂射线探伤警示牌、作业前清场、佩戴个人剂量计等辐射安全要求进行检查；

— 佩带监测个人或环境射线辐射剂量仪器，对辐射场所进行监测，防止意外照射及监测个人所受辐射剂量。组织从事或拟从事放射工作人员进行一年一次的体检，并建立相关的健康档案；凡在放射事故中有受到超剂量辐射嫌疑的人员，要及时组织接受特别体检，确认伤害程度；

— 为防止因放射源使用不当、安全防护措施不到位而造成工作人员和周围公众的高剂量误照射，在发生该种辐射事故时，及时启动事故应急预案，控制事故可能造成的危害并按事故报告制度进行报告和处理。

（2）放射源的贮存

— 放射性同位素与射线装置出入源库时，要办理出入库手续并登记、检查，做到账

物相符。放射性同位素与射线装置存放在专用库内，库内有防火、防盗、防泄漏的安全防护措施，专人负责看管。放射性同位素与射线装置专用库不得存放易燃、易爆和腐蚀性物品；

— 运输采用符合防护及安全需求的防护容器及车辆，对货包进行表面污染及辐射水平测量。并安排专人押运，防止放射源丢失及意外事故；

— 放射源存放在安全的防护容器中，并贮存在专门的库、室、柜内。对其表面污染及辐射水平进行测量与监控。进入库房的放射性同位素与射线装置本身先要闭锁，放射性同位素与射线装置不得在库房外存放过夜或较长时间库外存放；

— 放射源存放在安全的房间或源库内，专设屏蔽厂房进行贮存，并对其防护墙根据最大辐照量进行计算，使工作人员和公众不会受到超限值的照射；

— 放射性同位素与射线装置专用库的周围设置围栏标记和警告牌，必要时设置安全联锁、报警装置或者工作信号。对放射源贮存容器设置明显的放射性标识和中文警示说明。

（3）放射源的处理

— 本项目产生的废源按采购合同约定的方式，优先考虑由供货方回收。

5.3.8 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，对新开挖面采用土工布或塑料布等进行覆盖，防止雨水冲刷；
- 优化施工工序，对工程开挖区要先修建临时性排水沟以避免径流对开挖场地的冲刷；对工程开挖的弃土弃渣要及时清运；弃土（渣）场地必须先拦后弃，防止弃土（渣）流失；对开挖面、填方段等新形成的不稳定边坡要及时护坡，避免长时间裸露；
- 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，避免或减少二次倒运；
- 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。

5.3.9 水土保持措施

东北电力设计院有限公司于 2019 年 10 月编制完成了《田湾 7、8 号机组水土保持方案报告书（报批稿）》。水利部于 2019 年 11 月 7 日以水许可决[2019]83 号文对该方案进行了批复。

工程建设造成的水土流失主要发生在施工期。7、8 号机组是在核电厂已有厂址上进行的扩建工程，除厂区工程的建设可能引发水土流失，其它如四通一平工程、厂外道路、淡水厂、输电线路、海工工程、大件码头、施工准备区等均已在前期工程建设完毕，这些工程的建设均是在保证厂区安全的前提下，充分按照水土保持原则，符合水土保持要求的条件下完成的，改扩建子项也已在前期工程中完成土建施工，本次工程仅需设备安装，除厂区工程外，本期工程仅需新建厂外取排水设施，故本节主要阐述厂区工程、厂外取排水设施以及施工生产区的水土保持。

5.3.9.1 水土保持防治措施

1) 防治区划分

根据水土流失防治责任范围主体工程布局、施工工艺以及水土流失特点等，本期工程水土流失防治分区按照主体工程布局划分为厂区、施工生产区和厂外取排水设施区。厂区主要为核岛、常规岛、重要厂用水取水构筑物负挖和建（构）筑物周边土石方回填，以及地下管沟设施施工，水土流失需要重点防治；施工生产区利用前期工程的施工场地。在施工期间，总承包单位办公区基本无扰动，其他场地以材料堆放、设备安装为主，对土地扰动方式主要为占压，临时堆石料场扰动频繁，水土流失需要重点防治；厂外取排水设施区厂外取水隧洞采取钻爆法施工，排水暗沟采用盾构施工工艺，土石方主要为隧洞、排水暗沟的出渣和临时堆放。

2) 措施总体布局

在本期工程水土保持措施在布局上，突出工程措施与植物措施结合，重点时段、重点区域集中治理的特点。

a) 厂区

施工过程中，在本期厂区内设置雨水管线，在厂区保护区围栏内铺设碎石，在 7 号机组常规岛的东侧沿道路一侧设置临时排水沟。施工结束后，对可绿化区域（含整个厂区边坡）进行表土回覆和全面整地，采取乔灌草结合的方式恢复植被。

b) 施工生产区

施工过程中，在总承包单位办公区与常规岛施工场地之间，沿施工道路一侧设置临时排水沟，在临时排水沟末端设置沉沙池；在临时堆石料场周围设置临时挡渣墙、表面采取密目网防护。施工结束后，对施工生产区进行表土回覆、全面整地，对临时占用农用设施的进行复耕，对临时占用其他林地的进行灌草结合恢复植被，对布设在前期工程厂区的可绿化区域采取乔灌草结合的方式恢复植被。

c) 厂外取排水设施区

施工过程中，对临时堆料场采取密目网防护。施工结束后，对施工场地进行表土回覆和全面整地，采取灌草结合的方式恢复植被。

3) 分区措施布设

①厂区

- 工程措施：采用雨水排水设施、碎石覆盖、表土回覆、全面整地等措施；
- 植物措施：包括厂区绿化规划、种植要求、绿化区域绿化工程量等；
- 临时措施：主要为临时排水措施，在 7 号机组常规岛的东侧沿道路一侧设置 1 条临时排水沟，该临时排水沟向南延伸，与施工生产区内的临时排水沟连接，将雨水排至厂区南部围墙外的现有排水沟内。

②施工生产区

- 工程措施：本期工程施工结束后，对利用核电厂永久征地范围内的施工生产区进行绿化，对临时租用的施工生产区全部恢复原地貌；在实施绿化和复耕前，对施工生产区的可绿化区域和复耕区域，采取 37kW 拖拉机进行全面整地，整地面积 23.33hm²，耕深 30cm。需复耕的场地，在整地满足复耕要求后，交给当地农民使用。

•植物措施：对利用核电厂永久征地范围内的施工生产区的边角区域进行绿化，绿化范围包括利用前期工程厂区永久占地道路两侧和厂区围墙处。

- 临时措施：主要为临时排水沟、沉沙池、临时挡渣墙、临时苫盖等措施。

③厂外取排水设施区

- 工程措施：厂外取水隧洞和冷却水排水暗沟施工结束后，对施工场地进行植被恢复对可绿化区域进行表土回覆。

•植物措施：本方案设计对厂外取水隧洞和冷却水排水暗沟的施工场地采取灌、草相结合的方式绿化。

- 临时措施：采用临时苫盖的方式。

5.3.9.2 水土保持监测措施

1) 监测范围与时段

监测范围为水土流失防治责任范围，监测分区与水土流失防治分区一致。

水土保持监测时段从施工准备期开始，至设计水平年结束，并考虑施工准备期前进行本底值监测。本期工程监测时段从 2020 年 12 月开始，止于 2027 年 12 月。

2) 监测内容

本期工程监测内容主要包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施监测等。

3) 监测方法

本期工程采用地面观测、实地量测、遥感监测、调查监测及资料分析、巡查监测相结合的方式进行监测。

4) 监测频次

•水土流失影响因素情况

降雨和风力等气象资料可通过收集资料，或设置监测设备观测。降雨量、平均风速和风向每月统计。日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水统计降水量和历时，风速大于 5m/s 时统计风速、风向、出现的次数或频率；地形地貌状况监测频次监测期不少于 1 次；地表组成物质监测频次施工准备期和试运行期各监测 1 次；植被状况监测频次施工准备期前测定 1 次；地表扰动情况和水土流失防治责任范围实地量测监测频次应不少于每季度 1 次，典型地段监测每月 1 次。遥感监测应在施工前开展 1 次，施工期每年不少于 1 次，试运行期 1 次。

•水土流失状况监测

水土流失类型及形式监测每年不少于 1 次；水土流失面积监测每季度不少于 1 次；土壤侵蚀强度施工准备期前和监测期末各 1 次，施工期每年不少于 1 次；土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量应不少于每月 1 次，遇暴雨、大风等应加测。土壤流失面积、土壤流失量和弃土（石、渣）潜在土壤流失量监测精度不小于 90%。

•水土流失危害监测

水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测工作。

•水土保持措施监测

工程措施重点区域每月监测记录不少于 1 次，整体状况每季度不少于 1 次；植物措施类型及面积每季度监测不少于 1 次；栽植 6 个月后调查成活率，保存率及生长状况每年不

少于 1 次；郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次；临时措施不少于每月监测记录 1 次；措施实施情况每季度统计 1 次；水土保持措施对主体工程安全建设和运行、对周边水土保持生态环境发挥的作用监测每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

5) 监测点位布设

施工前，设置 1 处定位监测点位，对原地貌进行监测。

从本期工程水土流失预测结果看，水土流失主要发生在厂区和临时堆石料场。本期工程施工期设置 3 处固定监测点。监测时可以根据工程具体施工进度，调整各监测点位的监测项目；监测主要针对动土区域，进行水蚀监测。

5.3.9.2 实施条件和成果

1) 监测设施设备及人员配置

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。本期工程水土保持监测由建设单位委托具备完成本项目监测任务的单位开展水土保持监测工作。水土保持监测按 3 人考虑，要求 1 名监测工程师参加。

2) 监测成果

监测成果包括监测实施方案、监测记录表、监测意见、监测季度报告、监测年度报告、水土保持监测总结报告、相关监测图件、影像资料。

5.3.10 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：

- 采用用水量少、耗水量低的施工工艺，降低用水量。
- 采用新型管材，推广节水器具。
- 提高水的重复利用率。
- 加强节水管理，对用水量加以控制和计量。

5.3.11 施工期监测

5.3.11.1 大气环境

根据中国核电工程有限公司 2020 年 7 月完成的《田湾核电站 7、8 号机组施工期大气环境监测分析及评价工作大纲》，此次施工期共布设监测点 6 个，兼顾主导风上、下风向、居民点、厂界和污染源。

厂区内的监测点按照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）进行监测，监测因子包括 SO₂、NO_x 和颗粒物共三项。根据《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）

中的规定，SO₂、NO_x 和颗粒物时均值每天采样 4 次，每次连续采样 1h。

厂区外的监测点按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）进行监测，监测因子包括 SO₂、NO₂、NO_x、CO、TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 共七项。根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的规定，TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、NO_x、CO 日均值每天采样 1 次，每次连续采样 24h；SO₂、NO₂、NO_x、CO 小时均值每天采样 4 次，每次连续采样 1h。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）要求，厂区内外的所有监测点均连续监测 7 天并且提供监测时的气象特征参数。

具体监测时间根据施工计划，基本按照一年四个季度为代表进行监测，每个季度监测一次，每年监测四次。

5.3.11.2 声环境

根据中国核电工程有限公司 2020 年 7 月完成的《田湾核电站 7、8 号机组施工期声环境监测分析及评价工作大纲》，本次监测厂址位置共设 7 个监测点，其中，核电厂 7、8 号施工场界监测点 4 个；5、6 号机组厂界监测点 1 个；厂区内噪声源监测点 2 个。在厂址半径 5km 范围内的集中居民点布设 5 个监测点，对其进行昼夜监测。厂区外交通噪声布设 2 个监测点。

施工期间，厂址位置的 7 个监测点每天在昼间和夜间分别测量连续 20min 等效声级 L_{eq} 和最大声级 L_{max}，连续监测两天。厂区外的 5 个敏感区域监测点每天在昼间和夜间分别监测 10min 等效连续 A 声级 L_{eq}，连续监测两天。对于交通噪声监测点，每个测点昼、夜间每次分别监测 30min，连续监测两天，并记录当时的机动车流量。

具体监测时间根据施工计划，基本按照一年四个季度为代表进行监测，每个季度监测一次，每年监测四次。

5.3.11.3 水环境

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，为此委托相关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。监测计划暂定自海工工程施工开始至施工结束，海水水质暂定在施工期间每季度大、小潮各监测一次；沉积物质量在施工期的典型季节进行监测；水生生物（包括仔鱼、鱼卵）及生物质量在施工期内典型季节进行监测。

（1）站位布设

参考田湾核电站前期工程施工期海域监测站位布设情况，暂定布设 15 个大面站进行

施工期海域环境监测分析与评价，同时在核电厂取水口和排水口附近布设 2 个定点连续观测站（可兼做大面站观测）。

（2）监测内容

1) 海水水质

水温、水色、浊度、透明度、pH 值、盐度、粪大肠菌群、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、非离子态氨、活性磷酸盐、活性硅酸盐、悬浮物、挥发性酚、石油类、汞、镉、铅、铜、锌、六价铬、总铬、砷、硫化物、余氯和阴离子表面活性剂等。

2) 海洋沉积物质量

pH 值、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、有机碳、硫化物、含水率、氧化还原电位、沉积物类型等。

3) 水生生物

在调查水域内，水生生物资源调查种类应包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵、仔鱼）、底栖生物、微生物（大肠菌群、粪大肠菌群）、潮间带生物等。

4) 海洋生物质量

在调查区域分别采集 2 种有代表性的贝类、鱼类、藻类和甲壳类，监测生物体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类等。

5) 潮间带底质和潮间带生物质量

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。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。

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 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

6.2 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 其它环境影响

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 初步退役计划

6.4.1 概述

6.4.2 退役策略

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 不同装机循环水量及取排水温升
- 表 6.1-2 温排水计算工况
- 表 6.1-3 温升包络面积（排水导流堤延长 2.05km 方案）
- 表 6.1-4 取水温升特征值（排水导流堤延长 2.05km 方案）
- 表 6.2-1 气态剂量计算剂量转换因子
- 表 6.2-2 气态剂量计算转移系数和浓集因子
- 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

图：

- 图 6.1-1 田湾核电站 7、8 号机组推荐的取排水方案示意图（延长排水明渠道流堤 2.05km）
- 图 6.1-2 田湾核电附近海床 2005～2019 年各等深线变化（理基）
- 图 6.1-3 田湾核电附近海床 2005～2013 年冲淤分布
- 图 6.1-4 田湾核电附近海床 2013～2019 年冲淤分布
- 图 6.1-5 涨落潮流场图
- 图 6.1-6 流速差值等值线
- 图 6.1-7 平衡后地形冲淤分布
- 图 6.1-8 田湾核电站位置及温排水数值模拟计算范围示意图

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

根据厂址条件，田湾 7、8 号机组冷却水排放方案分为两类冷却方式 3 类排水方案进行比选，包括海水直流冷却明渠方案、海水直流冷却暗管远排方案、二次循环冷却塔方案。综合比选两类冷却方式 3 类排水方案的优缺点，基于厂址周边条件，推荐直流冷却明渠排放（延长排水导流堤 2.05km 方案）。田湾核电站取排水工程方案简述如下：

本期工程采用以海水为冷却水的直流供水系统。田湾核电站取水采用明渠+取水隧洞方案。取水明渠考虑规划容量 8 台机组共用，该取水明渠南、北两条导流堤已建成，南、北两条导流堤在 1、2 号机组取水明渠道流堤的基础上东延约 1.5km，其中北导流堤再向东北外延 1.1km，同时南导流堤再向东北延长约 2.6km，南、北导流堤中心线间距约 320m。南北导流堤内通过开挖形式形成取水明渠，1、2 号机组，3、4 号机组和 5、6 号机组，7、8 号机组取水明渠从南向北依次并排布置，明渠之间相互不影响。1~4 号机组共同运行时明渠底宽约 100m，1~6 号机组共同运行时明渠底宽约 155m，1~8 号机组共同运行时明渠底宽约 190m。取水明渠设计底标高为-9.5m。

田湾核电站排水采用排水隧洞+排水明渠方案，利用单边导流堤将 1、2 号机组排水与扩建工程排水集中向东南侧顺岸出流。排水明渠道流堤已建成，排水导流堤总长约 1.3km。7、8 号机组排水明渠道流堤在前期工程已建成的长 1.3km 排水导流堤基础上，平行于海岸向东南方向延伸 2.05km。3~6 号机组的排水口位于 1、2 号机组排水口西南侧，7、8 号机组排水口位于 3~6 号机组排水口的西侧。排水明渠为相连布置，分期开挖。其中，1、2 号机组的排水明渠内底宽 60m，明渠内底标高-3.5m；3~6 号机组的排水明渠内底宽约 160m，明渠内底标高-3.5m；7~8 号机组的排水明渠内底宽约 80m，明渠内底标高-3.5m。

田湾核电站 7、8 号机组推荐的取排水方案布置情况见图 6.1-1。

田湾核电站不同机组冷却水量及取排水温升见表 6.1-1。

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.2.1 工程前后潮流场变化与岸滩、底床冲淤变化

基于 2019 年水文观测及水下地形资料，进行了厂址附近海域的海床及岸滩稳定性和泥沙冲淤数模分析。

（1）岸滩演变分析

根据 2005 年、2013 年和 2019 年水深测图，进行冲淤对比分析。等深线对比见图 6.1-2，冲淤分布见图 6.1-3 和图 6.1-4，由图分析可知：

1) 2005~2013 年期间冲淤变化

从等深线变化看，0m、1m、2m、3m、4m 及 5m 等深线整体向海移动，海床呈淤积趋势，其中核电取水明渠两侧、南抛泥区及徐圩港区北堤堤根处外移幅度最大。

从冲淤分布看，核电取水明渠两侧、徐圩港区北堤堤根、南抛泥区淤积厚度达 1~3m；羊山岛南侧 0m 和 3m 等深线之间区域淤积厚度在 0~1m，其它区域淤积较小；徐圩港区北侧 3m 等深线外及核电排水口附近局部有小幅冲深，冲深幅度基本小于 0.5m。

2) 2013~2019 年期间冲淤变化

从等深线变化看，除徐圩港区北堤堤根附近 0m、1m 等深线及+1m 等高线侵蚀后退外，其它区域 0m、1m、2m、3m、4m 及 5m 等深线整体向海移动，海床整体呈淤积趋势，其中核电取水明渠北侧外移幅度最大。

从冲淤分布看，南抛泥区、核电取水明渠堤根附近、徐圩港区北堤堤根处、核电排水口附近有明显冲刷增深，局部增深 1m 以上；核电取水明渠北侧淤积最大，淤积厚度达 1~2m；羊山岛南侧 0m 和 4m 等深线之间区域淤积厚度多在 0~1m 之间，4m 等深线以外区域淤积较小。

（2）泥沙冲淤数模分析

图 6.1-5 为田湾核电 1~8 号机组 6.1.1.2 节所述取排水工程方案实施后，工程大范围海域涨落潮流场图。图 6.1-6 为与现状相比全潮平均流速差值和全潮最大流速差值等值线（红色为流速增加，蓝色为流速降低）。

田湾核电 1~8 号机组实施后，原排水导流堤西侧排水水域水流流速有增有减，其中 3~8 号排水明渠内水流流速主要呈增加趋势。受排水导流堤延长影响，延长段内侧近岸和堤头附近水域水流流速呈增加趋势，平均流速增加值介于 0.1~0.6m/s 之间，最大流速增加值介于 0.1~1.0m/s 之间；导流堤北侧浅水水域流速呈减小趋势，平均流速减小值介于 0.1~0.45m/s 之间，最大流速减小值介于 0.1~0.85m/s 之间。受取水量增加和取水明渠浚深影响，取水明渠内水流流速有增有减。

排水导流堤延长 2.05km 工程实施后达到基本平衡状态时，工程附近滩面冲淤参见图 6.1-7。可见：排水导流堤延长 2.05km 实施后，取水工程附近滩面冲淤基本没有变化，排水导流堤北侧滩面呈淤积趋势，导流堤延长段内侧近岸存在一定冲刷，冲深介于 0.2~3.5m 之间。

6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

基于 2019 年水文观测及水下地形资料，进行了温排水数模计算分析，本节主要依据此专题研究成果，评价田湾核电站 7、8 号机组建成后正常运行期间温排水的影响。

（1）数值模拟基本方程

连续方程

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial (Hu)}{\partial x} + \frac{\partial (Hv)}{\partial y} = 0 \quad (6.1)$$

运动方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gu}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} - \frac{\tau_{sx}}{\rho H} - \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE \frac{\partial u}{\partial x}) \\ - \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE \frac{\partial u}{\partial y}) - fv = 0 \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gv}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} - \frac{\tau_{sy}}{\rho H} - \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE \frac{\partial v}{\partial x}) \\ - \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE \frac{\partial v}{\partial y}) + fu = 0 \end{aligned} \quad (6.3)$$

热输运方程

$$\frac{\partial \Delta T}{\partial t} + u \frac{\partial \Delta T}{\partial x} + v \frac{\partial \Delta T}{\partial y} = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HD_x \frac{\partial \Delta T}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HD_y \frac{\partial \Delta T}{\partial y}) - \frac{K_s \Delta T}{\rho c_p H} \quad (6.4)$$

(6.1)~(6.4)式中：H 为水深， $H = h_b + \zeta$ ， h_b 为基准面以下水深； ζ 为相对基准面水位；u、v 分别为 x、y 方向垂向平均流速；t 为时间变量；C 为谢才系数， $C = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{3}}$ ，n 为糙率系数；E 为广义粘性系数； ρ 为水体密度；g 为重力加速度； ΔT 为水体超温， $\Delta T = T - T_\infty$ ，T 为水温， T_∞ 为自然水温； D_x 、 D_y 为广义物质扩散系数；f 为柯氏力系数； τ_{sx} 、 τ_{sy} 为表面风应力； τ_s 在 x、y 方向的分量。

(2) 定解条件

——流场定解条件

边界条件：对于岸边界采用流速滑移条件，即 $\bar{v}|_b \cdot \bar{n} = 0$ ；对于水边界采用给定潮位过程，即 $H_b(x, y, t) = H_0(x, y) + \zeta(x, y, t)$ ，其中 $\zeta(x, y, t)$ 给定，边界潮位条件由天科所提供。

初始条件：采用静流条件起算，即 $\bar{v}|_{t=0} = 0$ 。

——温度场定解条件

边界条件：对于岸边界采用绝热条件，即 $\frac{\partial T}{\partial n}|_b = 0$ ；对于水边界，流出算域时按下式求解，流入计算域时按插值计算法求解。

$$\frac{\partial (H \Delta T)}{\partial t} + \frac{\partial (Hu \Delta T)}{\partial x} + \frac{\partial (Hv \Delta T)}{\partial y} = 0 \quad (6.5)$$

初始条件：对于域内采用零温升条件，即 $\Delta T(x, y, 0) = 0$ 。

（3）模拟范围

数值模拟范围包括从岚山头—连云港—开山岛东 15km，水域面积约 4000km²。计算范围示意图见图 6.1-8。

（4）模型潮流场验证

通过2019年实测大、中、小潮潮位以及流速、流向对数值模型进行验证，结果表明潮位计算值与实测值吻合较好，计算所模拟的各测流点涨潮及落潮流方向、转潮点准确，流速计算值与实测值的差异较小。因此，可以认为所采用的流场数值模型及选定的参数是合适的，能够用于核电站所在水域潮流运动的数值预报。

（5）模型温度场验证

模型温度场验证工作依据 2019 年 8 月 25 日夏季小潮原型观测温升场结果进行，原观期间核电四台机组满功率运行。

鉴于原参数（扩散系数）模拟计算给出的 1℃温升范围模拟计算结果明显偏大，结合本项目温度场验证要求，通过对相应参数（热扩散系数）的反复调整、校验，以期实现 1℃温升区分布模拟计算结果与实测结果的基本一致。

现有四台机组运行条件下，热扩散系数调整后不同潮态模拟计算与原型实测 1℃温升线分布对比分析结果可知：

- 1) 涨、落潮不同潮态温升分布特性模拟计算与原型实测结果符合较好；
- 2) 数模计算得到的 1℃温升影响区面积与原型实测结果基本一致(计算结果略大于实测结果)。

基于上述对比分析结果可知，通过校验提出的模型计算广义热扩散系数取值是适宜的。

（6）计算工况

具体组合的计算工况见下表 6.1-2。

（7）计算结果

田湾核电站 1~8 号机组正常运行时，冬季与夏季气象条件下不同潮型的温排水影响范围见表 6.1-3，取水温升特征值见表 6.1-4。基本结论如下：

1) 比较大、中、小潮温升包络面积，大潮潮流最强，掺混最充分，因而全潮平均高温升区面积最小，又因其输移挟带能力最强，故全潮最大温升影响面积最大；小潮与之相反，高温升区面积最大。半月潮包含了大、中、小潮，并模拟了大、中、小潮潮流变化过程，从全潮平均温升包络面积看，与中潮接近，而全潮最大包络面积则最大。

2) 与现排水方案相比，排水导流堤延长 2.05km 方案使温度场南移，排水出流所在位置及其水动力条件的不同、温排水分布区域的差异，造成温升影响面积有所变化，高温升

（4℃）面积减小、其它温升区范围略有增大。

3) 排水导流堤延长 2.05km 方案，7、8 号机组采取直流冷却方式，夏季气象条件下，电厂 8 台机组运行温排水影响带来 1℃温升影响区全潮最大包络面积约 84.2km²，4℃温升影响区全潮最大包络面积约 21.3km²，取水温升平均值不超过 1.0℃，最大值不超过 1.2℃；冬季气象条件下，1℃温升影响区全潮最大包络面积约 130km²，4℃温升影响区全潮最大包络面积约 30.2km²，取水温升平均值不超过 1.6℃，最大值不超过 1.9℃。

4) 1~8 号机组运行带来的温升分布符合近岸海域环境功能区划，即冬、夏季气象条件下 4℃温升线均未超出温排水混合区范围；夏季工况 1℃温升线和冬季工况 2℃温升线均在三类区范围内，部分区域位于港口四类区。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 取水工程对水生生物的影响

大量的循环冷却水取水将对取水口周围的较小海洋生物产生卷吸效应，如鱼卵、仔稚鱼、仔虾、浮游生物及其游动的生物幼体可能被卷吸，并通过旋转滤网进入冷却水循环系统。在通过冷凝器时经受激剧温度变化的热冲击致使活力下降、肌体受损伤乃至死亡，即“卷载”现象；个别较大的生物可能被取水设施的旋转滤网阻截时受到机械撞击、擦伤、切断和死亡，即“卷塞”。由于机械损伤和热冲击等产生的“卷塞”和“卷载”生物效应因生物种群耐受力不同而存在差异。基于田湾核电厂地理位置、水文、气象等厂址条件（详见报告第二章），对海水直流和二次循环两种冷却方式进行了分析比选，本期工程冷却系统拟采用海水直流冷却方式。关于海水用水量和冷却水取水系统相关描述详见 4.3 节。针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，目前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。并在取水明渠内设置拦污网，可以起到一定的拦截水生生物的效果。

参考秦山二期工程研究成果，进入冷却系统的浮游藻类的机械损伤率为 11.98%~27.08%，连续两年监测的平均损伤率为 20.33%，而损伤后恢复实验的结果表明，经过 72 小时后浮游藻类的数量与自然海水中的数量相同，证明经过 3 天后即可恢复到原来的数量。对浮游动物的实验表明，浮游动物的总损伤率为 55%。但浮游动物生殖期短（一般 1~7 天），繁殖快，生物量周转率较高，恢复试验证明浮游动物各种类恢复到原来的时间为 30 小时~6 天。Karas 曾对瑞典西部沿岸几个核电厂的冷却水系统对浮游动物的卷吸效应进行过研究。其结果表明，进入冷却水系统的浮游动物因机械损伤及温升引起的死亡率在加氯情况下死亡可达到 60%（上述几个电厂运行期间的连续监测结果表明，浮游动物的总数

减少了 30~50%。在法国格拉夫林核电站的观察表明，几个经过机械损伤、热冲击造成的死亡率：浮游动物在 10%以下，其中敏感群体 20%；底栖鱼类的卵 50%，幼鱼为 100%。对撞击比较敏感的鲱鱼死亡达 100%，耐抗力较强的比目鱼、鳗鱼、鲈鱼在 0~20%间；海虾在 30~70%间。因为没有田湾核电站的实际资料，上引数据仅供参考。

田湾核电站 8 台机组运行时，概略的估计被卷吸进入冷却水系统的鱼卵、仔稚鱼、甲壳类幼体等数量看来很大，但是由于海洋鱼虾类属具有繁殖力强、产卵多的特点，在自然环境下其幼体阶段的自然死亡率也很高，根据人工育苗的经验，多数情况下虾卵及其幼体成活率一般要低于 10%。根据国家海洋局第一海洋研究所的海洋环境调查报告，重要的经济水产生物的产卵场和回游线路均离厂址有很远的距离，如：带鱼、小黄鱼、大黄鱼、绿鳍马面产卵场和回游线路离厂址最近距离有 60~100km 和 120~200km；中国对虾产卵场和回游线路离厂址最近距离为 20km 和 30km；乌贼分别为 5km 和 10km。海水取水工程采用引水明渠和隧洞组合方案，取水源头（引水明渠入口处）在军港港池段，取水口附近不是渔业捕捞作业场所，此处没有陆上的径流，浮游生物、仔鱼、卵等发育成长相对少，加上核电站采用明渠底层取水，水流流速不大，故对大的成鱼吸引作用不大，即使有到拦污栅上的成鱼，仍有逃脱的可能，所以取水设施运行时的卷吸效应对海洋生物的影响限于局部小范围，与海洋生物的大量繁殖能力相比是很小的，因此，不会对渔业经济和海洋生态及其生态平衡产生影响。

根据《核动力厂取排水环境影响评价指南》（HJ1037-2019），结合上述分析，可以初步判断本工程厂址归于生物价值低-冷却水流量高的组合，难以直接判定最佳实践技术。在这种情况下，需在开展文献调研、现场调查和实验研究的基础上，对取水设施环境影响进行分析和评价。目前，已开展田湾核电站 1-4 号机组取水生物损失量调查专题研究工作，以及本工程取水设施对环境影响的分析和评价专题研究工作，待取得最终评价成果后补充相关内容。

6.1.2.2 温排水影响分析

在核电厂的运行过程中，大量的冷却水经过冷凝器后一般温升 10℃左右，其后排入环境水体将导致排放口附近有限的海域海水温度升高。如果环境水体升温后超过海洋生物生长的适宜温度，就有可能导致海洋生物生长受到抑制甚至死亡；如果在适温范围内，也有可能因为环境水体温度的升高，反而促进海洋生物的生长和繁殖。另外反应堆突然启动或停闭导致排放口水温的骤然改变造成的“冷冲击”，特别在寒冷季节，鱼类往往来不及适应或避开而可能死亡。

根据国外有关研究资料，当夏季水温升高 6~8℃时，会引起浮游植物光合作用的活性

减弱，这种现象并未破坏藻类的细胞，经过几个小时后（不超过一昼夜），浮游植物的光合作用就会恢复。对浮游动物而言，水体增温 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 时，多数情况下不会对其种群有不利影响，有时还会促进其种类、数量及生物量的增加，从而提高海域的生产力和物种的多样性。

鱼类的适温范围内，水温的升高会促使摄食能力增强，生长及性成熟加快。如果水温超过适温范围，将会抑制鱼类新陈代谢和发育生长；如果超过其忍受极限，还将会导致其死亡的危险。另一方面，鱼类具有对超出适温的高温或低温水体的回避反应，使某些鱼类进行远距离的适温洄游。

厂址近海主要海洋生物的适温性均较宽，如对虾适温范围 $8\sim 30^{\circ}\text{C}$ ；牡蛎 $2\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；带鱼 $15\sim 22^{\circ}\text{C}$ ；海蜇 $16\sim 27^{\circ}\text{C}$ ；紫菜 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在评价区域内几种重要的经济水产种类的产卵和回游路线均距厂址较远，在 $20\sim 200\text{km}$ 范围。

据调查的评价区海域海水自然温度变化来看，其表层水温，春季多在 $11\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，近岸水温高，为 16°C 左右，外海水温低，为 12°C 左右；夏季水温一般在 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，近岸高，外海低。秋季水温在 $10\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，但近岸水温低，外海水温高，在平岛附近最高值为 16.5°C 。冬季水温一般在 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ，近岸温度低，外海温度高。水温的垂向分布表现为表层水温高，底层水温低，夏季表底层温差较大，约 1°C 左右，最大温差可达 4°C ，冬季表底层向温差较小，约 0.2°C 。这就是说，海洋生物生活在海水温度自然的变化温差区域内，不同的生物有不同的适温范围，并可寻找适宜的范围或适应微小的变化。局部的温升不会改变大环境。

由于温排水导致的海水温升仅局限在有限的范围内，海水温升 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 对于目前在此海域可见的海洋生物仍在适温范围。

厂址所在海域的沿岸原有一些海水养殖场，多为养殖紫菜、其次为对虾，紫菜适温范围在 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，对虾在 $8\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，故温升对海水养殖影响是有限的。

在厂址半径 80km 海域内的前三岛（半山岛、达山岛和车牛山岛）岛屿周围 4 海里范围内为海珍品增值保护区，主要保护鲍鱼、海参、对虾、牡蛎等的增养殖。该渔业保护区距离厂址约 42km ，已远在温排水温升 0.5°C 影响以外，故核电厂温排水排放不会对前三岛渔业保护区内海珍品种类产生影响。

根据《核动力厂取排水环境影响评价指南》（HJ1037-2019），由 6.1.2.2 节所述温排水物理影响预测结果，并结合上述分析，可以初步判断本厂址现有排水方案不满足温排水潜在影响小的条件。在这种情况下，需采用分析论证类型 II 进行温排水环境影响分析论证：在开展文献调研、现场调查和实验研究的基础上，针对选择的温排水 RIS 进行评价，明确

温排水对受纳水体中关键物种和经济物种生长和繁育的影响。若核动力厂温排水对关键物种和经济物种造成明显影响，则应给出减小温排水影响的建议和方案，重新进行替代厂址分析、冷却方式或排放方式的优化和比选、冷却系统设计以及运行的优化和比选等。给出优化后的温排水限值，并重新进行温排水论证工作。最终证明给出的温排水限值能够满足水体质量标准，对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响小。

目前，已开展本工程温排水对环境影响的分析和评价专题研究工作，待取得评价成果后补充相关内容。

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

（1）气载流出物排放源项

本工程运行状态下，气载流出物主要通过高 100m、直径 2m 的烟囱排入大气。

本工程两台机组运行状态下，气载流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的气载流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	本工程两台机组排放量 设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	7.72E+13	1.20E+15	6.43%
碘	9.92E+08	4.00E+10	2.48%
粒子（ $T_{1/2} \geq 8d$ ）	2.58E+07	1.00E+11	0.03%
氚	7.06E+12	3.00E+13	23.53%
碳-14	6.67E+11	1.40E+12	47.64%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

厂址 8 台机组运行状态下，气载流出物排放源项与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的厂址气载流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机 组排放 量设计 值 Bq/a	3、4 号机 组排放 量设计 值 Bq/a	5、6 号机 组排放 量设计 值 Bq/a	本工程排 放量设计 值 Bq/a	厂址 8 台 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	7.63E+13	1.66E+14	1.01E+14	7.72E+13	4.21E+14	2.40E+15	17.52%
碘	6.60E+09	4.76E+09	7.18E+08	9.92E+08	1.31E+10	8.00E+10	16.34%
粒子 （ $T_{1/2} \geq 8d$ ）	1.54E+08	1.12E+09	7.98E+07	2.58E+07	1.38E+09	2.00E+11	0.69%
氚	5.92E+12	5.92E+12	5.37E+12	7.06E+12	2.43E+13	6.00E+13	40.45%
碳-14	6.41E+11	6.41E+11	6.48E+11	6.67E+11	2.60E+12	2.80E+12	92.75%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的厂址年排放量控制值要求。

（2）液态流出物排放源项

本工程两台机组运行状态下，液态流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规

定》（GB 6249-2011）规定的液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	本工程两台机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
氚	7.06E+13	1.50E+14	47.07%
碳-14	6.76E+10	3.00E+11	22.53%
其余核素	9.89E+09	1.00E+11	9.89%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

厂址 8 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》（GB 6249-2011）规定的液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	3、4 号机组排放量设计值 Bq/a	5、6 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程排放量设计值 Bq/a	厂址 8 台机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
氚	5.92E+13	5.92E+13	5.37E+13	7.06E+13	2.43E+14	3.00E+14	80.90%
碳-14	6.48E+10	6.48E+10	6.70E+10	6.76E+10	2.64E+11	6.00E+11	44.03%
其余核素	7.70E+09	1.18E+10	2.47E+10	9.89E+09	5.41E+10	2.00E+11	27.05%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

本工程为滨海厂址，田湾核电站 7、8 号机组为单堆布置，每台机组设置一套液态放射性废物处理系统，其中核岛废液量约 14400m³。常规岛废液排放系统（LDL）废液排放量约为 24.28 万 m³/a。对于核岛部分，放射性流出物中除氚和 C-14 外其他放射性核素在保守工况下为 5.0Bq/L，在现实工况下为 4.3Bq/L；对于常规岛部分，放射性流出物中除氚和 C-14 外其他放射性核素在保守工况下为 80.3Bq/L，在现实工况下为 1.31Bq/L。均满足 GB6249-2011 规定的排放控制值要求。

6.2.2 照射途径

6.2.2.1 气载途径

本工程运行状态下，气载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。

6.2.2.2 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海州湾，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。

本工程为滨海厂址，海水不作为农业灌溉和人畜饮用水，因此对饮用水和灌溉的照射途径不予考虑。

6.2.3 计算模式与参数

（1）气态途径

根据气态途径排放的源项数据和国标、国际标准推荐的计算模式和参数以及厂址参数，计算了气载流出物对厂址半径 80km 范围内公众的最大个人有效剂量。

在使用核环境影响程序包计算气载流出物在大气中迁移和弥散时，本工程使用了 100m 高度风向、风速、稳定度、雨况四维联合频率。全厂址 1~8 号机组使用了 100m 高度风向、风速、稳定度、雨况四维联合频率，结合核电站已完成的大气扩散实验研究提供的扩散参数推荐的厂址扩散参数。在计算运行状态下气载流出物对公众的辐射剂量中，所使用的参数如下：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》（GB 18871-2002），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；居民食谱和生活习性数据以及动植物养殖和种植数据取自本报告第 2.2、2.3 节。

（2）液态途径

根据国标、国际标准推荐的计算模式和参数，计算了液态途径放射性流出物对厂址半径 80km 范围内公众造成的个人有效剂量。

在计算运行状态下液态流出物对公众的辐射剂量中，所使用的参数如下：食入有效剂量转换因子采用 GB 18871-2002 中的数据；地表沉积和水中浸没剂量转化因子取自美国联邦导则 12 号报告（1993）；核素的 K_d 系数采用 IAEA 安全丛书 19 号报告的数据，其中 Co、Cs 和 Sr 的沉积吸附分配系数 K_d 采用中国辐射防护研究院 2001 年 2 月提供的《泥沙对放射性核素吸附、去附、沉积和再悬浮实验研究及综合分析（B 版）》中的研究成果，各数据见表 6.2-3。

6.2.4 大气弥散和水体弥散

（1）大气弥散

厂址濒临东海，场地相对比较开阔，对气载放射性流出物在大气中迁移和扩散有利。

Cs-137 的年均大气弥散因子范围为 $5.59E-10 \text{ s/m}^3 \sim 4.95E-07 \text{ s/m}^3$ ，I-131 的年均大气弥散因子范围为 $5.36E-10 \text{ s/m}^3 \sim 4.95E-07 \text{ s/m}^3$ ，Kr-85 的年均大气弥散因子范围为 $5.78E-10 \text{ s/m}^3 \sim 4.95E-07 \text{ s/m}^3$ 。

Cs-137 的相对干沉积因子范围为 $8.38\text{E-}13\text{ m}^{-2}\sim 7.42\text{E-}10\text{ m}^{-2}$ ，I-131 的相对干沉积因子范围为 $5.36\text{E-}12\text{ m}^{-2}\sim 4.95\text{E-}09\text{ m}^{-2}$ 。

Cs-137 和 I-131 的相对湿沉积因子范围为 $9.50\text{E-}14\text{ m}^{-2}\sim 6.02\text{E-}11\text{ m}^{-2}$ 。

（2）水体弥散

厂址排放口不同范围海域放射性核素的稀释因子根据最新拟定的 2.05km 延长堤的方案开展了模拟计算，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—典型小潮的相应结果。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

田湾核电站 7、8 号机组为单堆布置，每台机组设置一套低放废液排放系统，处理后符合排放要求的液态流出物采用槽式排放。根据排放源项与排放参数计算得到的核电站总排放口处的放射性核素浓度（只考虑液态流出物与冷却水完全混合后的浓度）可知，本工程运行状态下排放海域的海水水质满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的放射性指标要求，即使考虑排放海域内放射性本底与核电站液态流出物排放的叠加效应，放射性核素的浓度也均符合 GB3097-1997 中相应的放射性指标要求。

6.2.6 公众的最大个人剂量

（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 $3.41\text{E-}07\text{ Sv/a}$ 、 $3.55\text{E-}07\text{ Sv/a}$ 、 $2.18\text{E-}07\text{ Sv/a}$ 、 $1.50\text{E-}07\text{ Sv/a}$ 。

（2）液态途径

本工程运行状态下，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）公众造成的最大个人有效剂量分别为 $1.79\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $1.87\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $8.13\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 、 $4.19\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 。

（3）气液态综合

本工程运行状态下，气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）公众造成的最大个人有效剂量分别为 $1.82\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $1.91\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $8.34\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 、 $4.33\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 。厂址半径 80km 范围内公众所受到的最大个人有效剂量为 $1.91\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占本工程剂量约束值（暂定 0.06mSv/a ）的 31.83%。

本工程建成后将与田湾核电站 1~6 号机组一起运行，8 台机组运行状态下，气液态途径综合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 $6.04\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $6.43\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $2.89\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 、 $1.68\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 。厂址半径 80km 范围内公众所受到的最大个人有效剂量为 $6.43\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占厂址个人剂量约束值 (0.25mSv/a) 的 25.72%，其中气态途径剂量为 $1.45\text{E-}06\text{ Sv/a}$ ，液态途径剂量为 $6.27\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

本节主要估算田湾核电站 7、8 号两台机组正常运行时，由于气、液态放射性流出物的排放，所致周围环境介质中生物的辐射剂量水平，同时还计算了田湾核电站 1-8 号八台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“非人类物种”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

由生物的剂量率限值（ERICA 推荐所有生物的筛选值为 $10\mu\text{Gy/h}$ ）反推出各核素在环境介质中对不同生物的浓度限值即为环境介质浓度限值，该参数与核素、媒介、生物种类有关，是一般筛选方法的技术基础。

6.2.7.5 水生生物辐射影响的估算

（1）田湾核电站 7、8 号两台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，田湾核电站 7、8 号两台机组正常运行时，0~80km 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，0~80km 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，田湾核电站 7、8 号两台机组正常运行时，厂址附近 0~80km 海域范围内水生生物是安全的。

（2）田湾核电站 1-8 号八台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，田湾核电站 1-8 号八台机组正常运行时，0~80km 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^{-2} 数量级以下；从剂量率的估算来

看，0~80km 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，田湾核电站 1-8 号八台机组正常运行时，厂址附近 0~80km 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）田湾核电站 7、8 号两台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，田湾核电站 7、8 号两台机组正常运行时，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^{-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，田湾核电站 7、8 号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（2）田湾核电站 1-8 号八台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，田湾核电站 1-8 号八台机组正常运行时，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，田湾核电站 1-8 号八台机组正常运行时，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

本工程运行状态下采用现实排放源项计算周围的关键人群组、关键核素和关键照射途径。

本工程运行状态下，根据现实源项的评价结果，厂址半径 80km 范围内成人组、青少年组、儿童组、婴儿组最大个人有效剂量出现在厂址 SW 方位 1~2km 处，此处居住的是南山湾的村民，关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $2.00\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 。

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 $0.137\text{ 人}\cdot\text{Sv/a}$ 。

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 66.55%；其次为空气浸没外照射途径，约占气态途径总剂量的 31.89%；吸入内照射和地面沉积外照射途径分别占气态途径的 1.08%和 0.48%。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 64.34%；其它贡献较大的核素为 Kr-88，占气态途径总剂量的 17.34%。

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 99.97%。液态途径的主要核素为 C-14，它所造成的剂量约占液态途径总剂量的 95.95%；其它贡献较大的核素为 I-131，占液态途径总剂量的 1.60%。

气液态综合的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 $1.93\text{E-}06\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 96.46%；其次为气态途径的食入农牧产品的内照射途

径，占气液态总剂量的 2.34%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 $1.90\text{E-}06\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 94.84%；另外，I-131 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 1.55%。

本工程建成后将与田湾核电站 1~6 号机组一起运行，8 台机组运行状态下，最大个人有效剂量出现在厂址 SW 方位 1~2km 处，此处居住的是南山湾的村民。关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $2.61\text{E-}05\text{ Sv/a}$ 。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 $2.57\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 98.74%；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 0.95%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 $1.71\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 65.35%；另外，Fe-59 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 19.79%。

6.2.9 辐射影响评价

综合上述计算分析，本工程及厂址 8 台机组运行状态下，气态和液态途径排放总量、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。

本工程及厂址 8 台机组运行状态下，厂址附近 0~80km 范围内水生生物和陆生生物所受辐射剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（ $10\mu\text{Gy/h}$ ）。

6.3 其它环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

田湾核电站 7、8 号机组运行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。

本工程排放的化学物质主要来自下列工艺过程产生的废水：

- 除盐处理；
- 凝结水精处理；
- 循环水处理系统。

淡水厂在 1、2 号机组时已一次性建设完成，因此不在本工程范围内。

6.3.1.1 除盐处理

核电站除盐水的处理过程是将田湾淡水厂来的生产水进行反渗透和离子交换除盐。废水中的化学物质主要是树脂再生废水中的 NaCl。

树脂床再生废水的 NaCl 排放浓度很低，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。与循环冷却水混合后，其浓度更低，并且 NaCl 是非毒性的，也不会影响田湾的海水质量。

6.3.1.2 凝结水精处理

本工程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。再

生产产生的废水排入废水中和池内，系统设有加酸、加碱装置，通过废水泵的搅拌中和作用使 $\text{pH}=6\sim 9$ ，然后通过废水泵送到冷凝液净化过滤器废水监测系统（LDL）。再生废水中的主要物质是 NH_4Cl 和 NaCl 。其中对环境产生影响的是 NH_4Cl ，排放浓度小于 5mg/L 。氨氮排放满足《污水综合排放标准》中一级标准，允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。因此，不会影响附近海域的海水质量。

6.3.1.3 循环水处理系统

循环水处理系统对流经循环水系统的海水作连续加氯处理，加药量保证取水头部、泵房加药点处冷却水中有效氯含量为 1.0mg/L 及取水隧道中间点的两处冲击投加点的有效氯含量为 3.0mg/L （加药时间为 0.5 小时，每天 2 次）。这个浓度可以防止海洋生物在整个循环水系统的管道内和排放口繁殖，以避免因其繁殖而导致的整个系统的管道断面缩小、阻力增加和流量的降低。

加入循环冷却水中的游离态氯衰减得很快，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（ NH_2Cl ）、二氯胺（ NHCl_2 ）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。另一主要的因素是残余氯在海区中的稀释与扩散，冷却水排入海域后，随着潮汐和海流的运动，冷却水不断与海区中大量的海水进行混合，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。循环水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，至排放口时，余氯浓度降得很低。

余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。

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

本工程其它生产废水主要为汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水，汇集至本工程含油生产废水油水分离池。含油生产废水油水分离池设计规模 $2\times 5\text{m}^3/\text{h}$ 。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准（含油类 $<5\text{mg/L}$ ），排至大海；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。

本工程产生的生活污水由生活污水排水系统收集送至 1、2 号机组南区污水处理站集中处理。田湾核电站 8 台机组所产生的生活污水量最大为 $1181\text{m}^3/\text{d}$ 。南北区生活污水处理能力能够满足要求，且还有一定的裕量。南、北区污水处理站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/T18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化等，回用剩余水量排入大海。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准的生活污水和满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水均允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。

因此，生产废水和生活污水排放不会对附近海域的海水质量造成明显影响，是可以接受的。

6.3.2.2 噪声的影响

田湾核电站 7、8 号机组运行后，西厂界所受影响最大，声源对西厂界的贡献值为 40.2dB(A)，东厂界所受影响最小，声源对东厂界的噪声贡献值为 18.2dB(A)，声源对南厂界和北厂界的噪声贡献值分别为 30.9dB(A)和 18.6dB(A)。因此，田湾核电站 7、8 号机组运行后，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 65 dB(A)和夜间 55 dB(A)。

田湾核电站 7、8 号机组正常运行对离厂址最近的东崖屋村的贡献值为 22.9 dB(A)，远小于当地的声环境本底值，工程运行对东崖屋村的影响可忽略不计，东崖屋村满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 2 类标准。

6.3.2.3 电磁辐射的影响

本工程 500kV 开关站与秦山二期/秦山二期扩建、秦山三期共用的 500kV 开关站相比：

- （1）开关站电压等级都为 500kV；
- （2）开关站都布置在厂区内，且都为露天型、敞开式布置；
- （3）设备的环保要求都符合产品出厂标准。

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）标准中 8.1.1 节的规定可利用已运行的秦山二期/秦山二期扩建、秦山三期共用的 500kV 开关站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。根据《秦山核电厂扩建项目（方家山核电工程）厂址区域电磁辐射本底调查和现状评价报告》（2011 年 12 月）可知，运行后的秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 开关站及 500kV 送电线路工频电磁、工频磁场强度及无线电水平均满足国家相关标准的要求。

《秦山核电厂扩建项目（方家山核电工程）厂址区域电磁辐射本底调查和现状评价报

告》的编制背景为：秦山核电基地中秦山核电一期工程 $1\times 300\text{MW}$ 机组、二期工程 $2\times 650\text{MWe}$ 机组和三期工程 $2\times 700\text{MWe}$ 机组正在运行，秦山二期扩建工程 $2\times 650\text{MWe}$ 机组中 3#机组已经运行，4#机组正在调试，秦山核电厂扩建项目 $2\times 1000\text{MWe}$ 核电机组正在建设。即秦山核电基地厂址区域现有电磁辐射源有已运行各核电工程各自所辖的主变压器、开关站、输变电路及三座移动通讯基站，该报告的主要评价结论如下：

一工频电磁/工频磁场：秦山核电基地内厂区工频电场强度监测值在 $0.082\text{V/m}\sim 1820\text{V/m}$ 之间，工频磁场强度在 $0.02\mu\text{T}\sim 52.4\mu\text{T}$ 之间；核电基地外环境敏感区工频电场强度监测值在 $0.268\text{V/m}\sim 843.9\text{V/m}$ 之间，工频磁场强度在 $0.018\mu\text{T}\sim 2.296\mu\text{T}$ 之间。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 $0.1\text{mT}(100\mu\text{T})$ ，符合标准要求。

一射频综合场强：秦山核电基地内厂区射频电场强度监测值在 $0.12\text{V/m}\sim 0.96\text{V/m}$ 之间，核电基地外环境敏感区射频电场强度监测值在 $0.12\text{V/m}\sim 0.98\text{V/m}$ 之间。所有监测点监测值都小于《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。

此外，根据《田湾核电站 7、8 号机组厂址区域电磁辐射本底测量及现状评价报告》，田湾核电站厂址区域附近电磁辐射污染源要少于秦山核电基地。可以预见，田湾核电站 7、8 号机组建成投运后 500kV 开关站对周围环境的电磁辐射影响能够满足国家相关标准的要求。

6.4 初步退役计划

6.4.1 概述

对核电厂来说，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。目前越来越多的核电厂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电厂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。本节主要对田湾核电厂 7、8 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

核电站机组退役的推荐策略为：立即拆除、延迟拆除。

——立即拆除：是指在核设施最终停闭后，对污染的设备、结构进行拆除或去污，直至该核设施的放射性水平达到允许开放并无限制使用，或达到监管机构规定的使用限值。

——延迟拆除：有时也称核设施的安全封存，是指核设施最终停闭后，对部分被放射性污染的设备、建筑物或非放设备、建筑物进行处理处置，污染较严重的设备被安全封存，直至其放射性水平达到可以进行后续去污和/或拆除，从而达到允许该设施无限制使用或者由监管机构进行限制使用的策略。

6.4.2.1 延迟拆除

- 延迟拆除的优势如下：

显著降低人员的集体剂量，减少长期贮存过程中的活度以及的放射性衰变产生的放射性废物量，以及降低加工和处理废物的费用，无须为放射性废物提供大量的贮存设施，未来可能应用新技术和新型远程机器人进行放射性系统、结构和设备的退役。

- 延迟拆除的劣势如下：

安全封存的核电站机组是一个拥有独立具体运行时间表的单元，需要相当数量的维护人员来维持生命保障系统的运行、监督、控制、维修、预防性维护、现场和实验室测试。为了确保公众和环境的安全，必须采取成本较高的措施，例如，反应堆厂房上方，在较低的内部压力下建造和运行安全壳，防止放射性物质释放到环境中。此外，还应采取措施，确保在各种静电、温度、化学、辐射、气候等因素作用下，核电站厂房钢筋混凝土和金属结构的稳定性、耐久性和承载能力。现有的核电站厂房的设计，并不能达到 100 年甚至更长时间的贮存间隔。还要考虑自然和人为灾难、恐怖主义行为等威胁，必须保证公众和环境的安全。从以上因素可以看出，核电站安全封存将会产生高额的经济费用。此外，这种方案无意中会产生一个需要下一代人来解决的问题。

6.4.2.2 立即拆除

- 立即拆除的优点如下：

能在较短的时间内，将土地复原使用。治理工程完成后，可将这片土地划入“未开发区”，以供自由使用或用于建设新的核电站机组。退役时，选用熟悉已建立的基础设施特点的高级合格人员。无需对核电站机组和现场状态进行长时间的观测、技术监督和辐射监测。

- 立即拆除的缺点如下：

拆卸人员将受到高辐射影响；产生大量的放射性废物，需要高额的处理、打包和运输到处置库的费用；必须建立新的放射性废物贮存库。

6.4.2.3 退役策略的选择

针对特定的核电站单位，应基于多因素分析，选择最优的退役策略，考虑的方面如下：安全、环境保护、公众健康保护、工作成本、对核电站所在区域的社会经济和环境影响、以及所需的财务、技术、材料和人力资源等。但是，最重要的是，应根据现行法律（法规）和管理文件的要求，论证退役策略（无论按照哪种策略）能够确保员工、当地公众和环境的安全。

影响核电站机组退役经济指标的关键因素是安全封存的高成本（执行已规划的作业、使用期特性的恢复、过期部件的更换、辐射保障和技术安全）。因此，选择“延迟拆除”的退役策略，核电站机组的安全封存费用与退役工程的费用相当。

影响核电站机组退役策略选择的其他重要条件，对今后阐述关键技术和借鉴经验是必要的，为进一步进入世界核电站退役市场，应保证合格运行人员参与退役。

综合上述分析，将“立即拆除”策略作为田湾核电站 7、8 号机组退役的退役策略，“立即拆除”作为实施该方案的主要方法。

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 “立即拆除”退役方案

本核电站机组选择在核电站最终关闭后，对污染的设备、结构进行拆除或去污，直至该核设施的放射性水平达到允许开放并无限制使用，或达到监管机构规定的使用限值的立即拆除退役方案。

为了论证核电站退役方案，营运单位应保证进行核电站机组各种退役方案研究所必需的机组调查。

经授权机构做出决定以及编制必需的文件后，营运单位最终停堆以进行机组退役。

按照规定期限最终停堆后，通过移除乏燃料，核电站机组进入安全关闭状态。

根据监管机构标准文件的要求，为退役而停堆的核电站机组在乏燃料从机组中去除之前视为仍在运行。在此期间对员工、文件的所有要求与对待运行机组的要求一致。

在多机组核电站场地退役项目方案框架内，具体方案的选择和方案的结构应取决于工程、经济、生态和其它因素的最佳组合，应使用上述因素的最佳组合对方案的选择和方案结构进行论证。

因退役工作非常复杂，其过程可以分为数个阶段并包含被监测核电站机组长时间安全封存的阶段，其目的是使安全实体屏蔽状态维持在应有水平的情况下，通过放射性物质的衰变来降低设施的放射性危险水平。

通过阶段工程完工时达到的设施终态来描述和确定退役各阶段。

“立即拆除”退役方案可分为两个阶段：

- 核电机组拆除准备阶段；
- 核电机组作为“放射性设施”拆除阶段。

6.4.4.2 环境本底辐射水平调查

田湾核电厂 7、8 号机组建造前，已建有首堆田湾 1、2 号机组，根据国家相关标准的要求，首堆田湾核电厂 1、2 号机组首次装料前，必须完成本厂址的环境本底辐射水平调查，并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

6.4.4.3 退役废物管理

在田湾核电厂 7、8 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

6.4.5.1 材料的选择

选择可使产生的放射性材料体积及放射性材料弥散降至最低的材料、措施，以便表面去污。

在核电站的设计阶段，应特别注意结合有利于放射性废物管理的特点，以及核电站今后的退役和拆除。

特别是，设计应适当考虑：

- 材料的选择，以便尽可能减少放射性废物的数量，并便于去污；
- 可能的必要的可达能力和处理方法；
- 处理和贮存运行中产生的放射性废物以及管理（如分离或整理、表征、分类、预处理、处理和重组）核电站退役过程中产生的放射性废物所需设施的规定。

在核电站设计过程中，应考虑与退役有关的辐射防护要求。设计工程方案和措施应旨在降低废物的辐射剂量率、体积和放射性水平，从而降低与核电站退役过程相关的成本，提供核电站退役的措施与运行期间的辐射防护和废物处理同等重要。这些措施包括，如建筑材料的选择。

田湾核电站 7、8 号机组的设计中采取了一些措施，以降低成本和辐射照射率，以及核电机组退役过程中产生的废物体积和放射性水平。

核电站设计使用以下材料用于控制区的完工房间，以保护厂房构筑物免受放射性污染：

- 可去污的环氧磁漆基聚合物涂料；
- 在核设施和其他需要提高消防安全性、易于净化和防止液体腐蚀性介质的设施中，在不可燃的基础上采用聚合物涂层，以实现在混凝土、水泥砂浆层、马赛克地板表面等上施用地板涂层；
- 专门为保护金属、混凝土和钢-混结构、核电站设备和房间、放射性废物处置库表面、乏核燃料运输容器而制造的耐腐蚀涂层、抗辐射、可去污、耐热涂层。

与一回路冷却剂接触的材料中的钴含量最低值根据不同部位分别为：

- RPV、反应堆内部件和堆芯元件的表面覆层-最大 0.05%；
- 蒸汽发生器管道最大 0.015%；

- 反应堆容器区与堆芯相对的铁氧体材料-0.03%;
- 一回路系统的其他部件最大 0.05%。

反应堆容器和与一回路冷却剂接触的堆内构件的光洁度等级和流道几何结构用于防止腐蚀产物沉积，并对设备进行去污处理。

容器和反应堆顶部表面覆盖有几层钴含量有限的耐腐蚀覆层。

反应堆容器外壳中镍（以及硫、磷、铜、铈、锡、铅）的含量有限。

在运行条件下，与一回路冷却剂和二回路水接触的材料具有低腐蚀速率和耐局部腐蚀的特点。

通过材料的选择、防腐涂料的应用和水化学条件的维持，达到了防止运行中腐蚀损坏的目的。

蒸汽发生器一回路联箱采用耐腐蚀覆层，换热管采用不锈钢 08Cr18Ni10Ti-U 制造，钴含量最高 0.015%。

稳压器本体由 10MnNi2MoVA 钢制成，稳压器与一回路介质接触的内表面涂有至少 5mm 厚的耐腐蚀材料包层，表面光滑，以减少腐蚀产物的沉积。

在田湾核电站 7&8 号机组反应堆厂房的设计中，与水化学有关的要求包括一回路和二回路冷却剂净化系统的要求，以及一回路和二回路冷却剂质量控制系统的要求。

6.4.5.2 主要系统和设备的设计

拆卸和清除大型部件的措施、方便拆除和远程清除高放射性水平部件的措施、系统去污措施。

田湾核电站 7、8 号机组采用 VVER-1200 堆型，在进行设计时，考虑了运行中需要尽可能地满足污染最严重设备和土建构筑物的拆除需求。田湾核电站 7、8 号机组布置和土建工程设计方案使得可以根据“立即拆除核电站”方案终止机组的运行。

反应堆布局 and 反应堆厂房设计使核电站运行过程中可进行反应堆大型设备（反应堆压力容器除外）的更换。可通过使用设备隔间的孔洞，远程拆卸设施和反应堆厂房外运的设施（行车、吊装机构、运输小车、设备闸门）完成此操作。

6.4.5.3 便于退役的标准建（构）筑物和系统

核电站设计的目标之一应是便于核电站之后的退役，包括退役过程中采用标准的核电站建（构）筑物和系统。

田湾核电站 7、8 号机组退役期间，设备、系统、运输方面的标准构筑物和工艺措施是指反应堆机组和核电站设计中将使用并配备可防止核素与污染物扩散到控制区外的实

体屏障。

对于在退役阶段之前或退役阶段期间需要提供完整功能的系统和系统部件，这些系统和系统部件的设计寿命中应包含退役所需时间。

在退役期间，如果核电站正常运行期间的标准废物装卸装置的使用寿命和运行可行性得到合理论证，放射性废液和固体放射性废物退役可通过上述装置进行处理。

为降低辐照剂量，达到最低可允许水平，与反应堆和系统运行控制、乏燃料装卸和运输过程以及放射性设备的其他运输与搬运操作相关的全部过程应尽可能提高自动化程度、实现远程操作，上述操作由配置通信和监视装置的防护面板进行监视。

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。

在核电厂运行的几十年期间，因核电厂的变更和改进，这些文件与核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。相对应的措施包括：

- 从设计和竣工文件中转化的机组基准文件应该随时更新；
- 应确保在核电厂寿期内这些文件的
- 可用性。必须采取措施防止数据丢失（例如，保存副本）；
- 应记录可能对未来有影响的非常规事件（如，有关污染物溢出或泄漏的信息）。

需要采取措施来确保可以储存和查阅的退役所需的文件，主要包括：

- 与运行相关的图纸和图表，包括：机械和电气图、电缆敷设图、管道等轴图、布置图、贯穿件图、部件详细资料、钢筋图、组装专用工具图和所有设备以及反应堆装置的图纸；
- 对于选择性操作，允许使用和修改设备和建（构）筑物的其他文件（例如吊装机械的设计，专用工具，地板，承载结构，制造和设备规格书，土工技术试验结果）；
- 照片和录像（有字幕、日期和注释），有利于说明设备的组装和安装，土方工程和埋入地下的部分结构的施工，部件吊装方法，道路规划，同时关注那些将承受高放射性和污染的部件；
- 数量清单：混凝土量、钢筋吨数、电缆长度等验收文件，施工中使用的材料样本，这些样本可用来检查杂质，受辐照材料的强度数据、耐腐蚀能力等，同时也能够用来区分初始放射性和由于反应堆运行导致增加的放射性，特别是对于

施工中采用的有初始人工放射性的材料；

- 保留反应堆施工材料（钢材，混凝土等）的样本和标本；
- 所有运行事件的记录及其评价，以及对原设备所做的所有改造的记录；
- 所有能够追踪放射性清洁和放射性数量的文件（方位图、涂片检测、各种取样等等）；
- 厂址放射性生态参考调查（陆地和海洋环境）也有益于形成最终退役报告。

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 NT/B20048-2011《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有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），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）筑物拆毁和厂址清理，使厂址最终无限制开放。

6.4.9 结论

通过上述分析，得出如下结论：

- 1) 核电厂退役策略选择受多种因素影响，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) 田湾核电厂 7、8 号机组在设计阶段已考虑方便退役工作的多项措施，将来建造阶段也应继续对退役工作进行充分考虑。
- 3) 在核电厂安全关闭期，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 不同装机循环水量及取排水温升

装机	装机容量	冷却水流量 (m³/s)		取排水温升 (℃)	
		夏季	冬季	夏季	冬季
1 [#] ~2 [#] 机组	2×1000MW	51×2		10	
3 [#] ~4 [#] 机组	2×1000MW	60×2		8	
5 [#] ~6 [#] 机组	2×1000MW	59.1×2		8	
7 [#] ~8 [#] 机组	2×1000MW 直流 冷却	69×2	44.9×2	8	12.3

表 6.1-2 温排水计算工况

工 况	装机	循环水量/取排水温升	潮型、气象条件	地形
1	1 [#] ~8 [#] 机组	51×2 (m³/s) / 10℃ +	冬季半月潮 冬季	实测地形
2		60×2 (m³/s) / 8℃ +		
3		59.1×2 (m³/s) / 8℃+		
4		44.9×2 (m³/s) / 12.3℃		
5	直流冷却	51×2 (m³/s) / 10℃ + 60×2 (m³/s) / 8℃+ 59.1×2 (m³/s) / 8℃+ 69×2 (m³/s) / 8℃	夏季半月潮 夏季	实测地形

表 6.1-3 温升包络面积（排水导流堤延长 2.05km 方案）

编号	装机容量	潮型 气象条件	类别	等温升线包络面积（km ² ）				
				4℃	3℃	2℃	1℃	0.5℃
1	1 [#] ~8 [#] 机组 （直流冷却）	冬季半月潮 冬季	全潮最大	30.2	45.9	70.1	130	271
2		夏季半月潮 夏季	全潮最大	21.3	30.5	49.5	84.2	153

表 6.1-4 取水温升特征值（排水导流堤延长 2.05km 方案）

工况	装机	潮型、气象条件	方案	取水温升（℃）	
				全潮最	全潮平
1	1 [#] ~8 [#] 机组 （直流冷却）	2019 年冬季半月潮 冬季	延长导流堤 2.05km	1.9	1.6
2		2019 年夏季半月潮 夏季		1.2	1.0

表 6.2-1（1/2） 气态剂量计算剂量转换因子

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
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-83m	1.87E-18	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-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-131m	4.37E-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
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	6.60E-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	3.80E-09	7.50E-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

表 6.2-1（2/2） 气态剂量计算剂量转换因子

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/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
Sr-89	4.46E-16	1.68E-18	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08
Sr-90	1.33E+00	2.24E-04	2.80E-08	6.00E-08	4.70E-08	2.30E-07	1.60E-07	1.80E-07	2.70E-07	4.20E-07
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-10	1.10E-09	1.70E-09	7.60E-09	3.80E-10	6.00E-10	1.40E-09	1.90E-09
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
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
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-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
Ar-41	6.60E-14	1.26E-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
Ag-110m	1.38E-13	2.68E-15	2.80E-09	5.20E-09	7.80E-09	2.40E-08	7.60E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.50E-08
Sb-122	2.19E-14	5.02E-16	1.70E-09	3.70E-09	6.10E-09	1.80E-08	1.00E-09	1.80E-09	2.80E-09	6.30E-09
Sb-124	9.28E-14	1.76E-15	2.50E-09	5.20E-09	8.40E-09	2.50E-08	6.40E-09	9.60E-09	1.40E-08	3.10E-08

表 6.2-2 气态剂量计算转移系数和浓集因子

核素\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
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
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
Sr	1.00E+01	3.00E-01	3.00E-03	1.00E-02

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				底泥沉积吸附分配系数
	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	4.20E-11	5.70E-11	7.30E-11	1.20E-10	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
Ag-110m	2.85E-15	3.02E-16	2.80E-09	5.20E-09	7.80E-09	2.40E-08	1.00E-01
Ba-140	2.44E-15	2.76E-16	4.60E-09	1.00E-08	1.60E-08	5.20E-08	5.00E-01
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	1.86E-16	7.03E-18	5.25E-09	1.11E-08	1.92E-08	6.66E-08	2.00E+02
Co-58	9.61E-16	1.04E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	1.50E+00
Co-60	2.38E-15	2.77E-16	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	1.50E+00
Cr-51	3.12E-17	3.34E-18	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	5.00E+00
Cs-134	1.54E-15	1.66E-16	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	4.77E-01
Cs-136	2.12E-15	2.34E-16	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	4.77E-01
Cs-137	6.06E-16	6.71E-17	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	4.77E-01
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-10	1.10E-09	1.70E-09	7.60E-09	5.00E+00
Fe-59	1.13E-15	1.31E-16	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	5.00E+00
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	6.42E-16	6.79E-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
La-140	2.24E-15	2.57E-16	2.00E-09	4.20E-09	6.80E-09	2.00E-08	5.00E-01
Mn-54	8.22E-16	8.98E-17	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	2.00E+01
Mo-99	3.07E-16	2.95E-17	1.24E-09	2.40E-09	4.10E-09	1.55E-08	—

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 m ³ /kg
	Sv/(Bq s m ⁻²)	Sv/(Bq s m ⁻³)	成人	青少年	儿童	婴儿	
Nb-95	7.57E-16	8.20E-17	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	5.00E+01
Pr-143	2.07E-17	2.27E-19	1.20E-09	2.60E-09	4.30E-09	1.40E-08	2.00E+02
Pr-144	1.65E-16	5.07E-18	5.00E-11	9.50E-11	1.70E-10	6.40E-10	2.00E+02
Rb-88	7.62E-16	7.50E-17	9.00E-11	1.70E-10	3.00E-10	1.10E-09	—
Ru-103	4.70E-16	4.95E-17	7.34E-10	1.51E-09	2.41E-09	7.15E-09	3.00E-02
Ru-106	3.54E-16	1.08E-16	7.16E-09	1.53E-08	2.55E-08	8.54E-08	3.00E-02
Sr-89	6.89E-17	5.23E-19	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	8.50E-02
Sr-90	1.12E-16	1.14E-18	2.98E-09	6.59E-08	5.70E-08	2.61E-07	8.50E-02
Sr-91	1.09E-15	1.09E-16	1.68E-09	3.43E-09	5.87E-09	1.72E-08	8.50E-02
Tc-99m	1.22E-16	1.33E-17	6.40E-10	1.30E-09	2.30E-09	1.00E-08	1.00E-02
Te-131	4.94E-16	4.54E-17	8.70E-11	1.90E-10	3.50E-10	9.00E-10	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-132	2.31E-16	2.31E-17	3.80E-09	8.30E-09	1.60E-08	4.80E-08	1.00E-01
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
Y-93	2.14E-16	1.13E-17	1.20E-09	2.50E-09	4.30E-09	1.40E-08	1.00E+03
Zr-95	7.32E-16	7.91E-17	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	1.00E+02

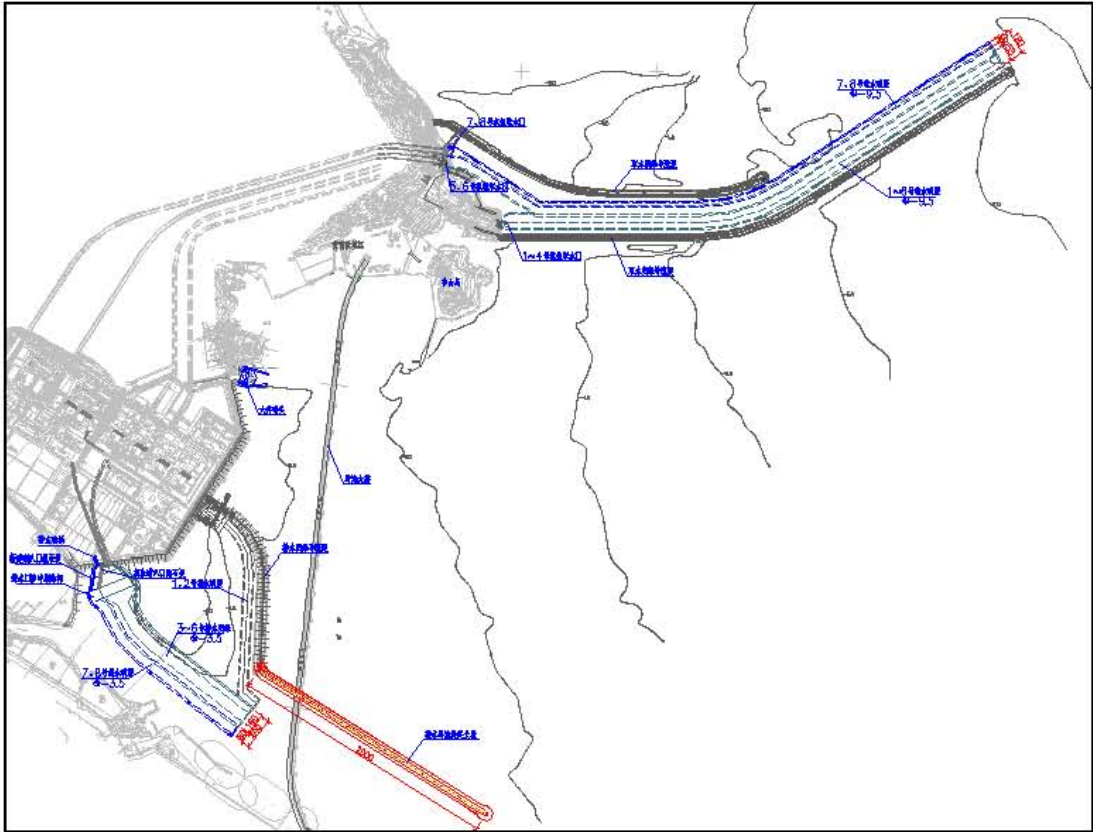


图 6.1-1 田湾核电站 7、8 号机组推荐的取排水方案示意图
(延长排水明渠导流堤 2.05km)

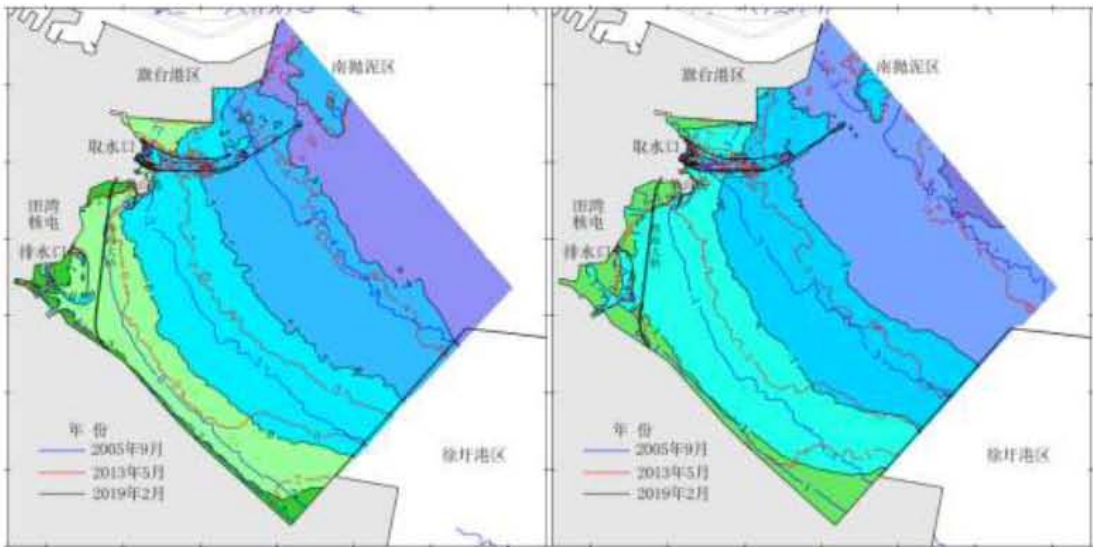


图 6.1-2 田湾核电附近海床 2005~2019 年各等深线变化（理基）

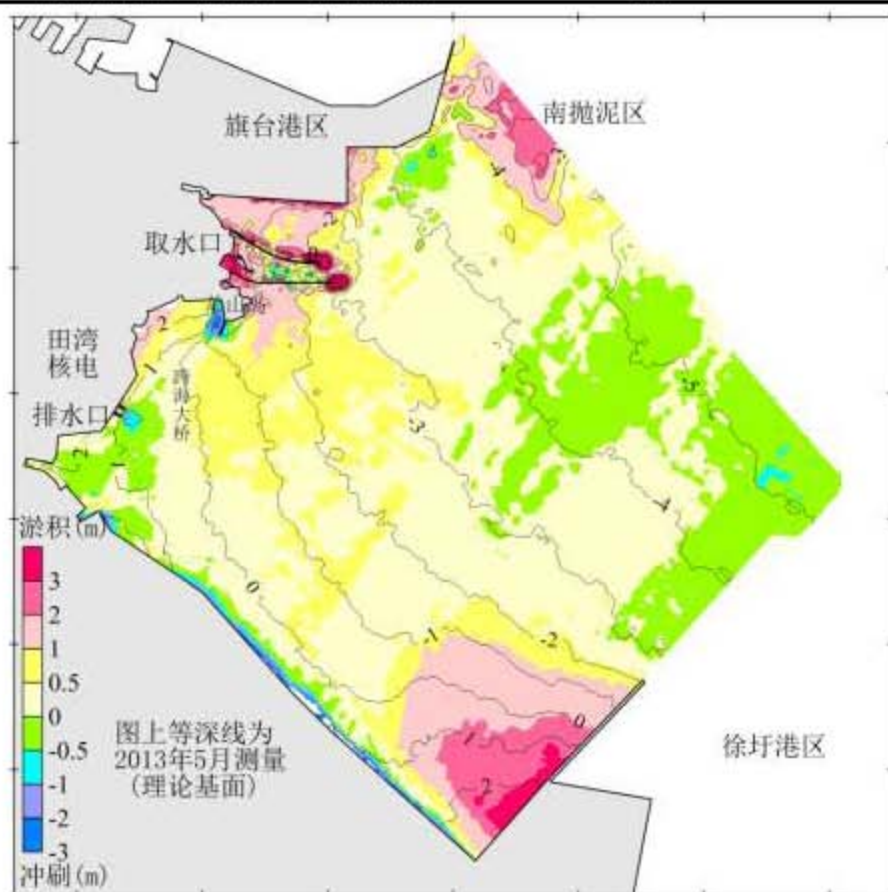


图 6.1-3 田湾核电附近海床 2005~2013 年冲淤分布

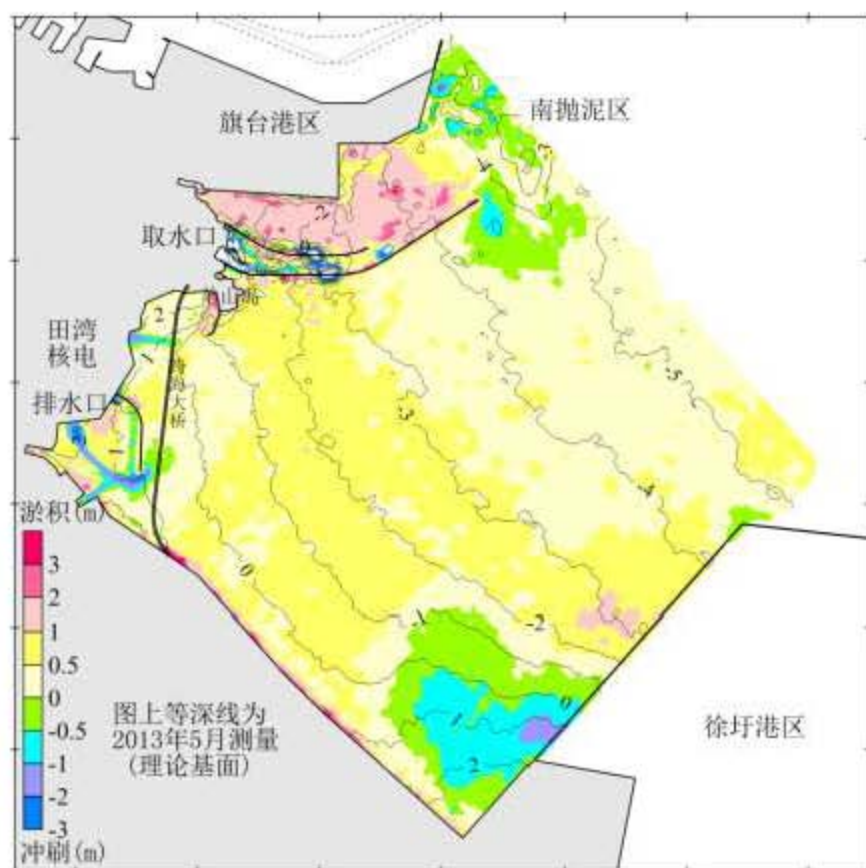
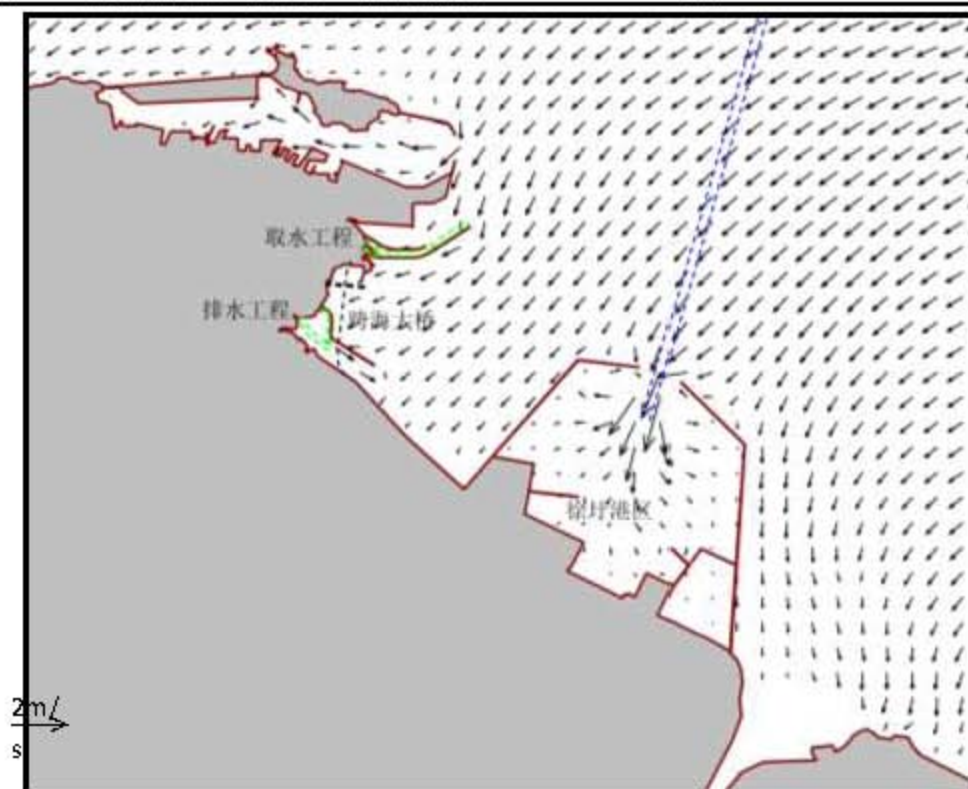
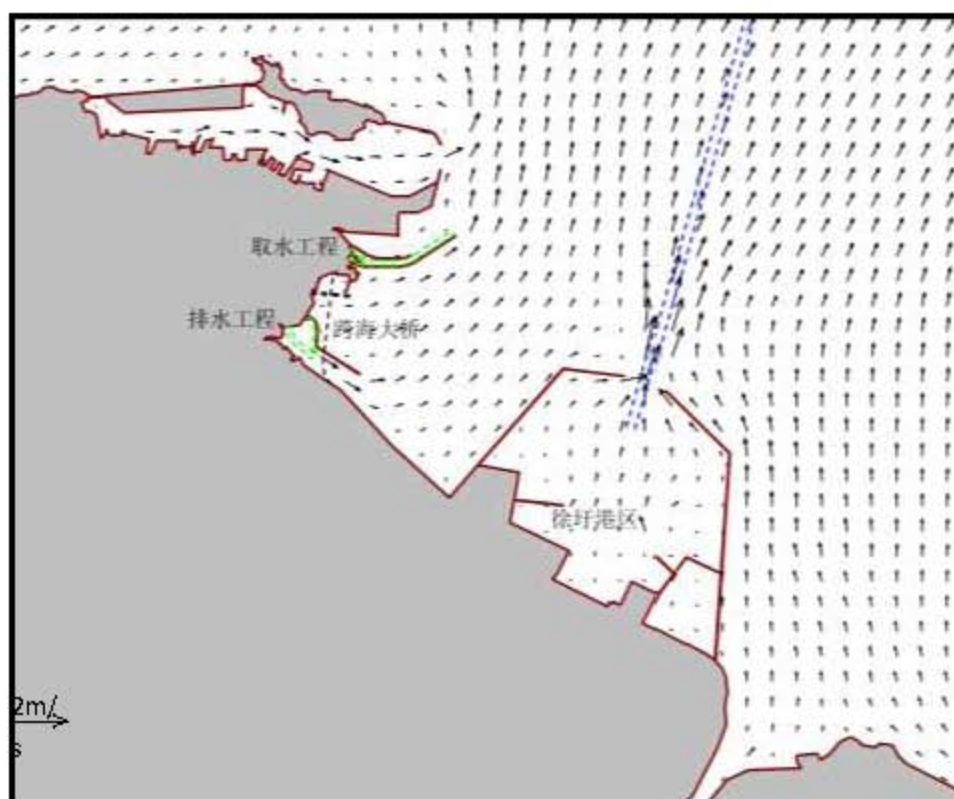


图 6.1-4 田湾核电附近海床 2013~2019 年冲淤分布

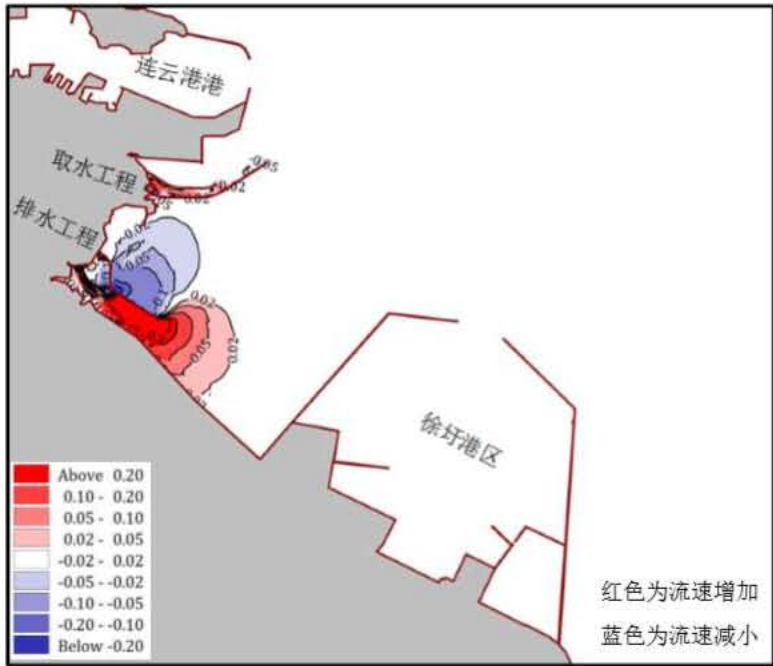


涨潮

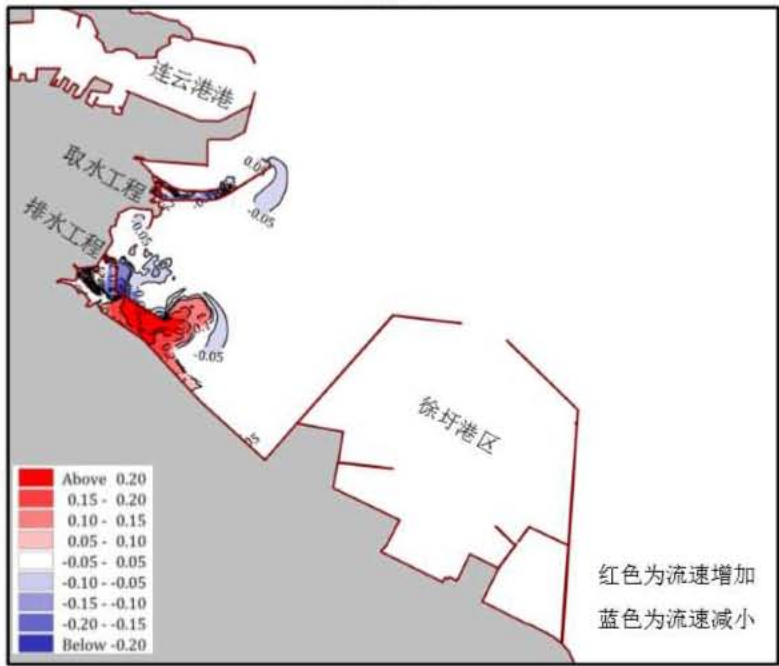


落潮

图 6.1-5 涨落潮流场图



全潮平均



全潮最大

图 6.1-6 流速差值等值线

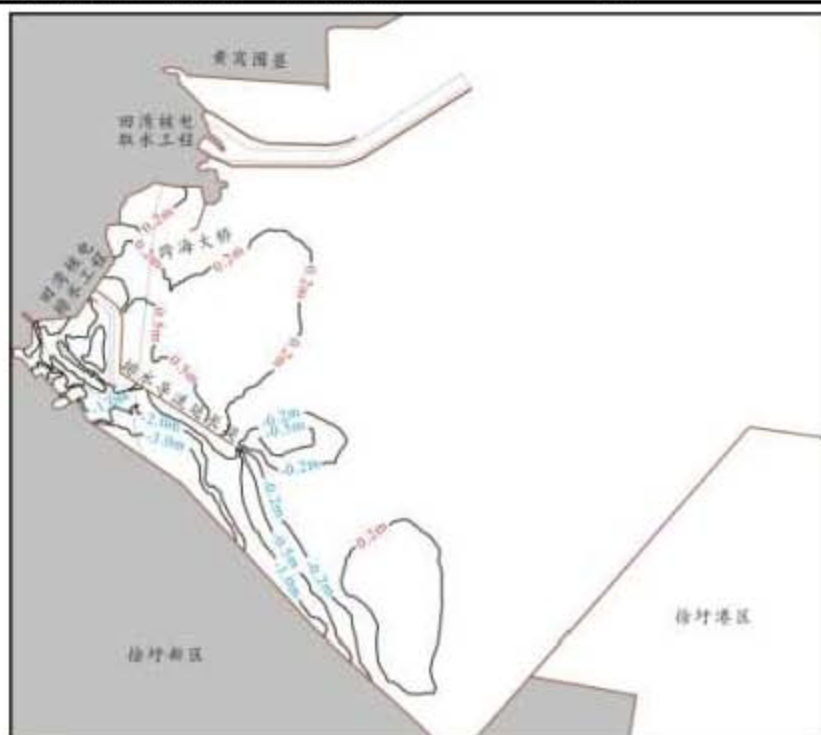


图 6.1-7 平衡后地形冲淤分布

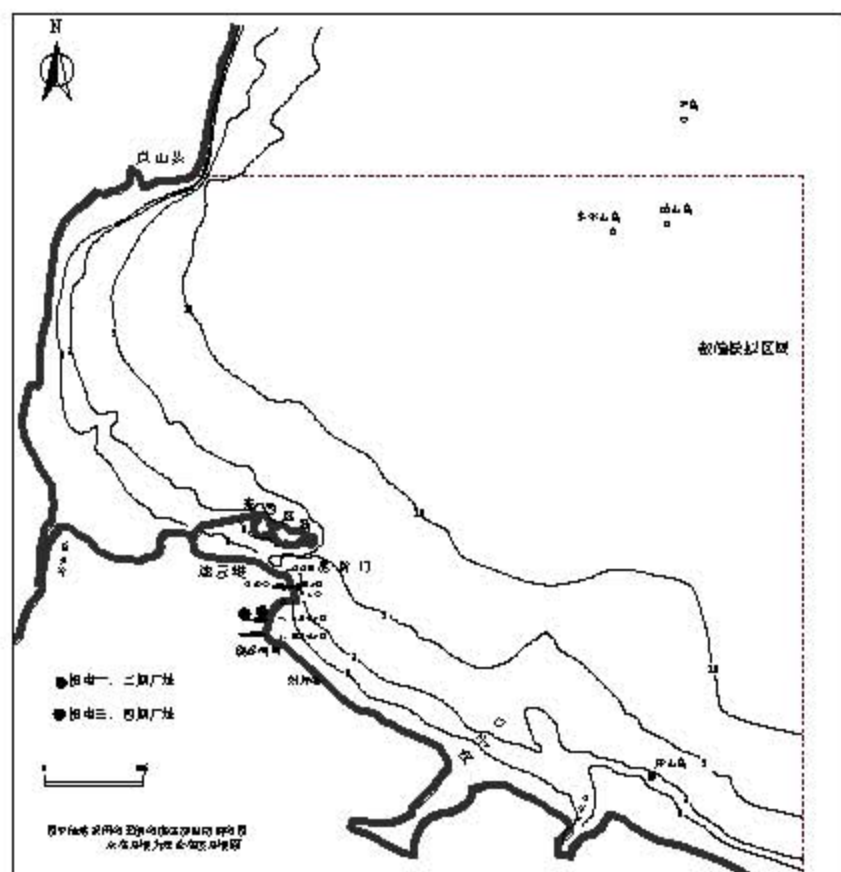


图 6.1-8 田湾核电站位置及温排水数值模拟计算范围示意图

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 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

7.2.1 事故描述

7.2.2 事故后果

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

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 其它事故

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 制定应急计划的主要依据

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 5km 范围内重要居民点分布与道路条件分析

7.5.7 应急计划区的划分

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述

根据《核动力厂环境辐射防护规定》GB 6249-2011 中事故工况下的辐射防护要求，需要对核电厂设计基准事故的潜在照射后果进行评价。田湾核电站 7、8 号机组采用俄罗斯 AES-2006 型商用压水堆核电技术，参考电厂为俄罗斯列宁格勒核电厂二期工程。本章根据 AES-2006 型机组设计基准事故源项，采用田湾核电厂厂址气象数据，计算各个事故对公众造成的潜在放射性后果，并评价各事故的剂量后果是否满足 GB 6249-2011 的要求。

依据俄方提供的田湾核电站 7、8 号机组初步安全分析报告（以下简称 PSAR）第 15 章，本工程所考虑的主要设计基准事故如下：

- 当量直径小于 100mm 的一回路管道破裂，导致冷却剂有少量泄漏；
- 当量直径超过 100mm 的一回路管道破裂导致冷却剂大量泄漏，包括反应堆冷却剂管道断裂；
- 蒸汽发生器换热交换管破裂，然后以 60℃/h 的速度冷却；
- 蒸汽发生器顶盖抬起情况下的一回路至二回路泄漏；

上述 4 个设计基准事故中，当量直径小于 100mm 的一回路管道破裂，导致冷却剂有少量泄漏事故，以及蒸汽发生器换热交换管破裂，然后以 60℃/h 的速度冷却事故为第 3 类设计基准工况，属于 GB 6249-2011 中规定的稀有事故；当量直径超过 100mm 的一回路管道破裂导致冷却剂大量泄漏，包括反应堆冷却剂管道断裂事故，以及蒸汽发生器顶盖抬起情况下的一回路至二回路泄漏事故为第 4 类设计基准工况，属于 GB 6249-2011 中规定的极限事故。

7.1.1.1 当量直径小于 100mm 的一回路管道破裂，导致冷却剂有少量泄漏

当量直径小于 100 mm 的一回路管线破裂导致一回路冷却剂减少事故所考虑的始发事件为 3 类工况。对该事故工况下田湾核电厂 7、8 号机组反应堆装置的安全运行结果进行了分析，计算分析直到反应堆装置达到受控状态。

考虑 MCP（主管道）冷段上当量直径为 25mm 的断裂谱。保守估计泄漏的位置在反应堆入口处的冷段管道的下部母线上，因为一回路发生了更深的脱水。

7.1.1.2 当量直径超过 100mm 的一回路管道破裂导致冷却剂大量泄漏，包括反应堆冷却剂管道断裂

该事故是由于当量直径超过 100 mm 的一回路管线破裂造成的，包括 MCP（主管道）

的断裂，考虑的始发事件属于 4 类工况。

根据对反应堆装置和核电厂的功能影响，所考虑的始发事件属于一回路冷却剂存量减少类。

一回路管线破裂引起的 LB LOCA 可通过以下征兆识别：

- 回路压力下降；
- 稳压器液位下降；
- 安全壳内的压力上升。

事故分析中考虑了具有最大功率燃料棒的最高包壳温度方案。

7.1.1.3 蒸汽发生器换热交换管破裂，然后以 60℃/h 的速度冷却

蒸汽发生器换热管破裂随后以 60℃/h 的速度冷却事故为 3 类工况。

计算分析进行到反应堆装置达到受控状态。换热管破裂导致一回路冷却剂双侧泄入蒸汽发生器，并可通过以下标志识别：

- 故障蒸汽发生器蒸汽管线的活度增加；
- 一回路冷却剂存量减少（一回路冷却剂压力降低，PRZ 排空）；
- 故障蒸汽发生器中锅炉水位增加。

采用的分析方案中分析了用于确定从故障蒸汽发生器排放到环境中的介质量，假设在事故发生时厂用电丧失。

7.1.1.4 蒸汽发生器顶盖抬起情况下的一回路至二回路泄漏

该事故始发事件为 4 类工况。

根据对反应堆装置和核电厂的功能影响，所考虑的始发事件属于一回路冷却剂存量减少类。本事故一般可以根据以下征兆进行识别：

- 损坏的蒸汽发生器蒸汽管线活度增加；
- 一回路冷却剂压力降低；
- 故障 SG 中的液位增长；
- 稳压器液位下降。

采用的分析方案对故障 SG 的最大介质释放量进行评估。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

采用田湾核电厂址 2017-2019 年的 10m 高度风向—风速—稳定度三维联合频率以及厂

址实测扩散参数，计算全厂址时间保证概率水平为 95%以及各方位概率水平为 99.5%的高斯烟羽轴浓度的小时大气弥散因子，取各方位的最大值与全厂址 95%概率水平的值比较，取其中较大值作为 0~2 小时保守的大气弥散因子；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平均大气弥散因子，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分别计算了非居住区边界和规划限制区外边界的个人剂量。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。

考虑上述三种照射途径，分别计算非居住区边界处公众在各设计基准事故后 2h 内，以及规划限制区边界处公众在各设计基准事故持续期间受到的有效剂量以及甲状腺当量剂量。

外照射剂量转换因子取自 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

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）中规定，对于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，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下。

在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

根据上述事故源项和相关参数，分别计算 4 种设计基准事故在现实和保守两种大气弥散因子模型下的剂量后果，计算结果表明，当采用现实和保守两种大气弥散因子模型时，

田湾核电站 7、8 号机组设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足 GB6249-2011 的要求。

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述

俄方目前提供的田湾核电站 7、8 号机组 PSAR 第十九章中对 DEC-B 严重事故开展了确定性分析，并选取稳压器波动管破裂（Dn346）叠加堆芯应急冷却系统能动部分失效严重事故情景评估放射性后果。该事故实际上属于一回路大破口事故情景，在研究的所有严重事故场景中，反应堆装置功率运行时一回路发生大破口事故的事故发展速度最快，反应堆释放裂变产物最多，放射性物质向环境释放达到最大值。本节将对该事故的环境风险进行评价。

7.2.2 事故后果

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。NUREG/CR-4691 模拟了放射性物质释放入大气的严重事故的场外后果。NUREG/CR-4691 提出的评价模式可以估算公众剂量，健康效应以及环境污染的经济代价和损失。

计算选定的严重事故分别在事故后的 2 天、7 天、1 个月和 1 年内不同距离超越指定有效剂量的概率。计算结果显示，严重事故条件下，场外公众所受有效剂量满足国标 GB 18871-2002 规定的通用优化干预水平。

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

本节主要描述了严重事故预防阶段、严重事故后果缓解阶段 DEC 工况下的事故管理措施。

7.2.3.1 预防措施

事故初始阶段主要目的之一是在始发事件-冷却剂泄漏至安全壳后，保证安全壳的隔离。隔离阀分成数组，根据一回路泄漏参数的信号自动关闭。隔离阀从一级可靠事故供电系统获得可靠供电。分配要遵守一个原则：位于一条管道的两台隔离阀从供电系统的不同通道获得供电。

事故严重阶段开始之前管理的主要目的是恢复一回路供水系统的设备，该措施持续到诊断出事故严重阶段已开始。

恢复堆芯余热导出需要：

- 一回路冷却剂的数量保持在必要水平
- 将余热导出至最终热阱

事故叠加一回路泄漏时故必须完成如下工作：

- 从下列系统向一回路供水
- 终端吸收棒导热

或者通过非能动余热导出系统经蒸汽发生器导出热量。

事故不伴随有一回路泄漏的情况下，用上一条提到的措施恢复余热导出到最终热阱。

严重事故氢状态的管理需要保证安全壳内有足够数量的蒸汽。事故过渡到严重阶段的条件是多个一回路供水系统失效，最有可能失效的原因是供水系统由于相同原因失灵（全厂断电）。由于喷淋系统拥有同样的向一回路喷水的保障体系，故对其在事故初始阶段的功能不做计算分析。对喷淋系统功能在事故发展的后期阶段进行研究，目的是降低保障系统恢复后安全壳内的压力。

7.2.3.2 缓解措施

（1） 安全壳内氢状态的管理

大破口事故时安全壳内氢状态的管理：措施的主要目的为预防安全壳隔室内产生有爆炸危险的氢浓缩物。安全壳内氢状态管理的策略基于一回路泄漏的尺寸各有不同。大破口不要求操纵员采取任何措施管理安全壳内的氢状态，该项安全措施通过分布在安全壳所有空间内的氢复合器催化部件的氧化，将氢从密闭空间大气中移除。

安全壳除氢系统具有非能动工作原理（不要求保障系统）。氢复合器的布置和总数量依据计算分析的结果选择。氢复合器在安全壳内的布置根据参考电站的设计经验进行初步选定。

小破口时安全壳内氢状态的管理：为保严重事故叠加一回路小破口时的氢气安全，需要补充使用积极的管理措施，将反应堆装置一回路排出的氢气再分配至远离泄漏点的安全壳的隔室。氢的重新分布通过将一回路介质经 JNA 系统管道排放至地坑实现。距离泄漏点较远的大量水箱加强预防了氢混合物爆炸危险。

（2） 预防高压熔堆

田湾 7、8 号机组设计中使用如下技术措施可避免压力容器在高压下损坏：

- 使用蒸汽发生器非能动余热导出系统将二回路热量排出，降低压力。
- 打开稳压器脉冲阀和事故除气系统。该动作由操纵员从机组主控室的后备盘上完成。

（3） 堆芯捕集器内熔融物的冷却

达到 DEC-B 发生的条件后（堆芯上方温度达到 400℃），堆芯捕集器各隔室注满冷却水，转入到热备用状态。

（4） 保证事故压力容器内外阶段的次临界状态

严重事故时燃料的次临界状态，借助核电站设备的物理特性和严重事故管理措施实现。该项措施通过对严重事故压力容器内外阶段燃料各种状态的中子物理计算得到验证。

（5） 采取措施向地坑水箱注入碱溶液，吸附放射性碘

（6） 预防安全壳在内部升压时损坏

田湾 7、8 号机组设计考虑了安全壳非能动余热导出系统。安全壳穹顶的四周安装了 16 个热交换器-冷凝器，一回路泄漏时形成的蒸汽在其内凝结。非能动余热导出系统水箱内的水和热交换器-冷凝器中的蒸汽介质进行自然循环从而将热量排出。非能动余热导出系统水箱内的水加热到饱和温度时，蒸汽通过通气阀向大气排放。

（7） 预防乏燃料水池损坏

为冷却乏燃料水池设计了常设系统 FAK。当系统有能力工作时，更倾向于使用该系统来冷却乏燃料水池。外部供电系统恢复后使用乏燃料水池水净化系统 FAL 给乏燃料池供水。

7.2.3.3 DEC 管理的供电系统

DEC 下用户供电系统旨在所有电源包括常设机组柴油发电机失灵后，给用户供电以便在 24 小时内甚至更长时间（达 72 小时）监督和管理 DEC（包括严重事故）。

7.2.3.4 采取措施降低严重事故后期阶段安全壳内压力

完成严重事故管理的一系列初期动作后，必须要降低安全壳内的压力。主要释热源和压力升高的原因是安全壳内有一回路冷却剂，事故过程中形成的不凝结的气体、堆芯捕集器内的熔融物和乏燃料水池内的燃料、以及事故进程中释放的部分热量在安全壳内建筑构件上聚集。综上，为可靠降低安全壳内压力必须将所有蒸汽凝结，抑制所有蒸汽源（堆芯捕集器和乏燃料水池）。

7.3 场内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

田湾核电站 7、8 号机组工程的新燃料组件运输拟采用俄罗斯制造的新燃料运输容器，容器的设计和制造遵守俄罗斯放射性物质运输规定，并满足我国 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求。

在正常运输条件下，新燃料组件及其运输容器的减震和密封性能确保运输的安全，对环境不会产生任何有害影响。本项目的新燃料运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料散落。此外新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。所以，新燃料运输事故不会对周围环境和人员造成危害和污染。

7.3.2 乏燃料运输事故

反应堆换料卸出的乏燃料组件在安全壳内的乏燃料贮存水池中暂存，在水池贮满之前运往乏燃料后处理厂。田湾核电站 7、8 号机组工程采用满足我国 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》要求的乏燃料运输容器进行乏燃料运输。

除了乏燃料运输容器本身具有高的安全性以外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。从 2003 年开始，我国每年都进行大亚湾乏燃料运输工作，将乏燃料组件安全地运至中核 404 有限公司贮存水池贮存。大亚湾乏燃料安全运输经验表明，我国在乏燃料运输的组织管理、方案设计和实施、运输工具配置及安全保障措施等方面的能力完全可以保证乏燃料运输的安全。因此，预期的乏燃料运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

7.3.3 放射性固体废物运输事故

机组运行期间产生的废树脂、蒸残液和旋流器泥浆在核岛内暂存一定时间后，将由专用的屏蔽运输槽车从核岛送往放射性废物处理中心（T4UKT）进行烘干处理，运输槽车的屏蔽设施可以保证槽车外表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，降低运输过程中的放射性危害。废树脂屏蔽运输槽车和蒸残液屏蔽运输槽车设有泄漏探测和液位探测装置，防止运输过程中发生放射性物质泄漏。烘干后的废树脂、蒸残液盐块和烘干泥超压后在 200L 钢桶内进行水泥固定，经养护和一段时间的暂存后再进行运输。

干废物通常放射性水平很低，由专用的厢式封闭货车进行运输，防止运输过程中废物掉落。干废物处理后最终在 200L 钢桶内进行水泥固定，经养护和一段时间的暂存后再进行运输。

200L 钢桶废物包由专用的屏蔽运输车进行运输，屏蔽容器牢固定位在运输车板上，屏蔽容器盖具有锁死功能；防止废物桶运输过程中跌落和放射性废物散落。运输钢桶的屏蔽容器可以保证容器外表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，降低运输过程中的放射性危害。

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。

装有烘干废树脂、蒸残液盐块和烘干泥的 200L 钢桶在外运处置前再次运输到 T4UKT 进行二次包装，装入混凝土高完整性容器（HIC），混凝土 HIC 废物包经养护后再进行运输。最终外运的废物包形式为 200L 钢桶和 700L 混凝土 HIC，外运前进行表面剂量率检测，如果表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，可直接通过专用车辆运输；如果表面剂量率 $> 2\text{mSv/h}$ ，则在外加屏蔽体后通过专用车辆运输。

放射性固体废物包外运拟采用公路运输，在运输过程中将严格遵守 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》中的有关要求。200L 钢桶的设计和制造满足 EJ 1042-2014《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》的要求，混凝土 HIC 的设计和制造满足 GB 36900.2-2018《低、中水平放射性废物高完整性容器—混凝土容器》的要求；废物包性能满足 EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》和 GB 12711-2018《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》的相关要求。运输过程中如果废物包从运输车辆上掉落，仅会造成废物桶的局部损坏，废物散落的可能性很小；即便散落少量废物，也可以采取措施收集，防止对环境造成污染。

7.4 其它事故

在本电厂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

厂区内贮存的化学物品中除了氢气以外，都不是直接易爆的化学物。氢气和氮气是一起作为覆盖气体用于清除一回路冷却剂中的氧。清除覆盖气体时，是将这些气体排入放射性废气处理系统的衰变箱内。废气处理系统中配备有氢氧监测器，氢气和氧气不会在系统中积聚到危险的数量，因而不会发生氢气爆炸事故。

7.4.2 火灾

核电站可能产生火灾危险的设备有很多，如所有使用润滑油的设备、电气设备和电缆、使用燃油的设备、碘吸附器、特殊的防护材料等。

核电站的防火设计严格执行有关的设计规范，贯彻以防为主，消防结合的方针。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厂运行人员操作的灭火措施来实现防火的目的。

7.4.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

厂区贮存的可能发生泄漏危险的化学物品有：氢气、氮气、硫酸、氢氧化钠、联氨、硼酸、碳酸氢钠、柴油、燃料油和润滑油等。

氢气和氮气是无害气体，主要作为覆盖气体用于一回路系统中，即使发生泄漏，经电厂排风系统排入环境中，也不会产生有害影响。

液体状态的酸碱溶液，用槽车运入电厂内，盛装在专用贮槽或贮罐内。对运输和装卸采取一些保护措施，确保不会发生溅落或溢出。贮槽或贮罐均采用耐腐蚀材料和保守的设计，保证它们不会发生破裂或泄漏。箱室有足够高的覆面，即使发生泄漏，泄漏液也能被收集，不会释放到环境中。因此酸碱溶液在运输、装卸和贮存期间，预期不会导致环境风险。

厂区内不会有危险数量的汽油贮存。应急柴油机房贮存有一定量的柴油，对此设计了安全防火系统，确保不会发生危及环境安全的火灾。

危险品仓库内仅贮有少量化学试剂，不贮存危险数量的酸碱溶液，不存在危及环境安全的化学物品泄漏事故的可能性。

7.5 事故应急

7.5.1 制定应急计划的主要依据

我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）要求在核电厂选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建核电厂必须在其场内和场外核事故应急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）则对核电厂营运单位制定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电厂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电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，电厂应急预案应该在首次装料前六个月完成。田湾核电站 7、8 号机组将根据要求适时完成场内应急预案编写并上报评审。

7.5.2 应急组织

田湾核电站 7、8 号机组将与场内 1~6 号机组采用统一的核应急组织体系。目前，田

湾核电站已经建立了针对 1-4 号运行机组和 5、6 扩建工程建设的场内应急组织，场内应急组织包括应急指挥部及其领导下的运行控制组、技术支持组、设备抢修组、仪控抢修组、辐射防护组、后勤保障组、保卫消防组、公众信息组、扩建工程协调组组成，后续将在申请首次装料批准书时，将针对 7、8 号机组进行扩充完善。

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，根据核电厂出现紧急情况特征、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。根据我国有关法规，参照国外核事故分级的技术标准，按照核电厂可能发生的事故和可能导致事故之事件的性质、特征、后果或可能的后果及其严重程度，将田湾核电站 7、8 号机组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。各应急状态的启动条件、应急处置、响应终止将在场内应急预案中详细给出。

（1） 应急待命：出现可能危及核电厂安全的某些特定工况或事件，表明核电厂安全水平处于不确定或可能有明显降低。

（2） 厂房应急：核电厂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：核电厂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。

7.5.4 应急设施

田湾 7、8 号机组将与 1、2 号机组共用消防站、环境检测楼、厂区南气象站，与 3、4 号机组共用应急指挥中心、放射性废物处理中心，与 5、6 号机组共用厂区实验室（非放射性部分）、保安楼。

同时，根据国家有关核应急法规的要求，遵循积极兼容的原则，7、8 号机组还将新建部分应急响应设施，如应急通信系统、厂区连接道路等。

田湾 7、8 号机组应急设施包括主控制室、辅助控制室、技术支持中心、应急指挥中

心、备用应急指挥中心、运行支持中心、公众信息中心、监测和评价设施、应急通信、应急警报，以及医疗急救设施、消防设施、保卫设施等辅助应急设施。

7.5.5 应急响应能力的维持

尽管需要启动应急预案的事故很少，但核电厂的应急准备却必须常备不懈，为了能在需要时顺利实施应急预案，则应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完善，核电厂的场内应急预案至少每两年要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

对所有应急工作人员进行定期培训，包括新人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习

应急演习是检验应急准备状况的主要手段之一。核电厂应急响应的过程十分复杂，因此应急演习也多种多样，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、应急设施及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：核电厂应急组织全面启动的应急演习，应急响应过程中会涉及核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习，要求在首次装料前进行，并在运行期间每五年一次。

7.5.6 5km 范围内重要居民点分布与道路条件分析

厂址半径 5km 范围内主要涉及连云区所辖板桥、高公岛、连云、宿城、云山街道和连云港经济技术开发区所辖中云街道等 6 个街道的 12 个行政村和 11 个社区，共计 40 个居民点。其中，距离厂址最近的自然村为东崖屋，位于厂址 NW 方位 0.8km 处；最大的居

民点为连云街道荷花社区，位于厂址 N 方位 4.1km 处。厂址半径 5km 范围内共有 6 所学校（含幼儿园）、3 个社区卫生服务中心、1 所养老机构。

厂址半径 5km 范围内除分布有南疏港公路、东疏港公路（S73）、G228、G310、海滨大道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。厂址周围交通便利，对制定和实施应急预案有利，交通规划有利于应急预案的实施。

田湾核电站对外公路交通便利，已建成的核电南路、核电西路、核电北路通过三个方向与区级公路及市区道路相接。核电厂可用的三条应急道路方向不同，且间距较远，事故条件下被放射性烟羽同时覆盖的概率较小。综上所述，厂址近区有三条不同方向的应急道路供应急撤离行动的实施，并实现了与当地交通路网的有效衔接，上述道路设置能够满足应急条件下的撤离需求。

7.5.7 应急计划区的划分

核电厂应急计划区范围的测算需要满足《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/T 17680.1-2008的相关要求：

（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，在确定核电厂应急计划时可以不予考虑，以免使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）在确定应急计划区范围时，根据核电厂的设计，所考虑的最严重的事故的放射性后果不超过发生确定性健康效应剂量阈值；并考虑选用能代表各种设计基准事故和大多数严重事故序列的事故，计算其后果并与通用干预水平的数值相比较。

依据国标 GB/T 17680.1-2008，田湾核电站 7、8 号机组烟羽应急计划区的划分准则为：

（1）在烟羽应急计划区之外，对于各种设计基准事故的预期剂量不超过 GB18871 所规定的通用优化干预水平。其中，烟羽应急计划区内区预期剂量应小于撤离的通用优化干预水平，外区预期剂量应小于隐蔽和碘防护的通用优化干预水平。

（2）在烟羽应急计划区之外，所考虑严重事故序列的预期剂量不超过 GB18871 所规定的通用优化干预水平。即内区预期剂量应小于撤离的通用优化干预水平，外区预期剂量应小于隐蔽和碘防护的通用优化干预水平。

（3）在烟羽应急计划区之外，所考虑的严重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 所规定的任何情况下预期均应进行干预的剂量水平。

田湾核电站 7、8 号机组食入应急计划区的划分准则为：

在食入应急计划区之外，所考虑的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 GB18871 所规定的食品和饮用水的通用行动水平。

依据目前所获取的事故源项资料，计算设计基准事故和严重事故条件下场外公众所受的预期剂量，在此基础上，结合我国法规标准要求，并参考国内同类核电站应急计划区的划分经验，测算后初步推荐将 5km 作为田湾核电站 7、8 号机组烟羽应急计划区的内区边界，将 10km 作为烟羽应急计划区的外区边界；初步推荐食入应急计划区半径为 50km。

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 其它监测

8.2.1 热影响监测

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

8.2.3 气象观测

8.2.4 水文观测

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

8.3.2 环境监测设施

8.4 质量保证

8.4.1 质量管理

8.4.2 质量控制

表：

表 8.1-1 田湾核电站运行期间环境辐射监测方案

表 8.2-1 非放射性化学污染物和生活污水监测初步方案

表 8.2-2 气象观测系统仪器主要技术指标参数

表 8.3-1 流出物实验室和辐射剂量监测实验室的房间面积和房间功能

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

田湾核电站 7、8 号机组的运行期间流出物监测包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测。

本工程放射性流出物监测的内容包括流出物的放射性浓度、排放总量和核素种类等。运行期间流出物监测方案根据我国有关法规和核电站的实际情况制定。

8.1.1.1 监测依据

流出物监测系统及监测设施由俄方设计、供货。该系统的设计方案除满足俄罗斯的相关法规标准外，还满足下列中方的流出物监测相关法规标准：

GB 18871-2002	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
GB 6249-2011	《核动力厂环境辐射防护规定》
GB 11217-89	《核设施流出物监测的一般规定》
GB 11216-89	《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
GB/T 7165.1-2005	《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/T 7165.2-2008	《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/T 7165.3-2008	《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/T 7165.4-2008	《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/T 7165.5-2008	《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/T 12726.1-2013	《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/T 12726.2-2013	《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第 2 部分：气态排出流及通风中放射性离线连续监测设备》
GB 3097-1997	《海水水质标准》

环发〔2012〕16 号 《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》

ANSI N13.1-2011 《Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities》

8.1.1.2 监测目的

运行期间流出物监测目的：

- 监测释放到环境中的气载和液态放射性流出物的浓度，判断其是否符合国家批准的排放控制值和核电站本身规定的排放管理目标值；
- 为判明核电站的运行以及放射性废物的处理和控制装置的工作是否正常有效提供数据和资料；
- 迅速发现有无计划外排放和事故排放，为鉴别排放性质、种类及其程度提供监测数据，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，可为核电站在事故期间的应急响应提供信息。

8.1.1.3 监测原则

田湾核电站 7、8 号机组运行期间流出物监测方案的制定和监测系统的设计遵循的主要原则有：

- 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监测外，还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；
- 根据国家规定标准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 气载放射性流出物监测

田湾核电站 7、8 号机组的气载流出物中放射性主要来自于放射性气体的衰变处理系统、核岛厂房的通风、停堆期间安全壳换气及常规岛的废气排放系统等。

气载放射性流出物除了二回路蒸汽安全阀、卸压排放和烟囱排放到环境中外，还包括

常规岛废气排放。因此在设计中应考虑对烟囱(UKH)排放和常规岛废气排放的监测(MAJ)。

（1）烟囱（UKH）放射性气态流出物监测

田湾核电站 7、8 号机组的气载流出物向环境排放的主要出口是烟囱（UKH），田湾核电站 7、8 号机组的每个机组都设有一个烟囱。需排放的气载流出物在排风中心充分混合后，通过金属排放道进入烟囱排至大气。在金属排风道内设有气载流出物取样装置、高量程惰性气体探测器（电离室）及空气流量、温湿度传感器。

每个烟囱的气载流出物监测系统由结构相同的 3 组取样监测回路组成，其中 1 组为正常运行取样监测系统，另 2 组取样监测道回路为互为冗余的事故取样监测系统。每组取样监测回路由厂房辐射监测系统（ARMS）的烟囱取样管路、1 个气溶胶监测道（P）、一个碘监测道（I）、1 个低量程惰性气体监测道（G_L）、1 个高量程惰性气体监测道（G_H）和 1 个流量、温湿度监测道组成。

在气溶胶监测道（P）和碘监测道（I）上同时设有取样回路，用于气溶胶和碘的连续取样。样品定期送至实验室进行分析。除气溶胶和碘的连续取样外，在烟囱上还设有 1 个 H-3 和 C-14 的连续取样点及 1 个惰性气体的定期取样点，样品送至实验室进行分析。

当被测流出物中浓度水平超过预定阈值时，相应监测道仪表给出信号，并启动相应控制设施。流量、温湿度传感器用于测量排出空气流量、温湿度等参数，使用该参数及所测排放浓度来估算排出的总活度。

（2）常规岛放射性气态流出物监测（MAJ）

田湾核电站 7、8 号机组还对常规岛的惰性气体排放进行连续监测。田湾核电站 7、8 号机组的主凝汽器真空系统尾气是直接通过常规岛厂房的屋顶向环境排放，为了监测其排放活度，在主凝汽器真空系统尾气排放母管上设置了惰性气体连续监测道（MAJ30CR001）连续监测向环境排放的惰性气体活度。必要时在 MAJ 系统对气溶胶进行取样监测，样品送至实验室进行分析。

8.1.1.5 液态放射性流出物监测

（1）放射性废液分批排放监测总体描述

田湾核电站 7、8 号机组含放射性物质废液均采用槽式排放。来自不同系统排放的废液，先进入各自的罐（槽）中，罐（槽）中废液在排放前必须先取样，在流出物实验室进行定量分析测量。排放的放射性废液分别与核岛及常规岛的循环冷却水混合，一起通过总排放水渠排入大海。

（2）核岛放射性废液排放监测

核岛放射性废液排放主要来自放射性废液处理系统（KPF）和核服务厂房特种下水系统（KTT）。当被测罐（槽）废液样品的测量结果低于排放管理目标值时，则可进行排放，否则不准排放或返回 KPF、KTT 系统进行处理。在 KPF40BB001~002、KPF60BB003 罐内各设置了一个连续监测道 KPF40CR001~002、KPF60CR001 来监测排放废液的放射性浓度。当 KPF40CR001~002、KPF60CR001 监测道的测量值超过规定的阈值时，仪表给出报警并触发隔离阀动作终止排放。排放时为了核实实验室的测量结果以及核实被排罐（槽）完全排空，在常规岛废液排放总管设置了连续监测道 LDL50CR001 进行监测。

此外，对总排放渠中混合后的液态流出物进行定期取样，对样品处理后进行实验室分析。样品分析测量项目是：总 β 、 γ 谱分析、氡测量、 ^{14}C 。

（3）常规岛废液排放厂房（LDL）

常规岛废液排放也采用槽式排放，在排放前必须先取样，在流出物实验室进行定量分析测量，在废液储存罐（槽）废液样品的测量结果低于排放管理目标值时，则可进行排放。常规岛放射性废水在排入环境之前先在 NIUKT 子项厂房贮存罐存放，废液通过排放管上的取样管进入探测装置的取样测量容器，经离线低放液体活度监测仪测量后由取样泵再排至废液排放管。排放时为了核实实验室的测量结果以及核实被排罐（槽）完全排空，在常规岛废液排放总管设置了连续监测道 LDL50CR001 进行监测。当排放液体放射性水平达到或超过报警值时，产生报警信号，该报警信号触发设在排放管下游位置的排放阀，使其关闭，废液停止排放并返回至废液处理系统再处理，直到经监测满足排放要求后才能排放。

A. 主要功能

- 连续监测废液的排放，并就地及远程显示测量结果；
- 设置报警阈值，超过阈值时在就地及远程发出报警，并连锁关闭排放阀。

B. 仪器设备

在厂房设置了 1 台离线低放液体活度监测仪进行放射性连续测量。

8.1.1.6 地方环保局监督性监测

为了满足地方环保部门进行监督性监测，田湾核电站 7、8 号机组建成后满足地方环保部门进行流出物监督性监测的主要措施有：

- 7、8 号机组的气载、液态放射性流出物在线连续监测的数据传输至相关环保部门
- 经常保持与地方环保部门联系，及时争取地方环保部门的监督与指导。
- 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，包括：根据需要向地方环保部门提供烟囱气溶胶及放射性碘的取样样

品；提供烟囱中 ^{14}C 和 ^3H 样品给地方环保部门进行测量；从废液罐中提取废液样品时，可同时为地方环保部门提取平行样品。

- 向江苏省环保部门及时提供流出物监测月报表；地方环保部门以季报、年报的形式反馈给核电站相关环境监测数据；核电站流出物监测及样品测量分析数据可随时供地方环保部门查询。
- 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

环境监测大纲详见表 8.1-1。

8.1.2.1 监测依据

运行期间环境监测依据的主要标准有：

GB 18871-2002	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
GB 6249-2011	《核动力厂环境辐射防护规定》
HJ/T 61-2001	《辐射环境监测技术规范》
GB 12379-1990	《环境核辐射监测规定》
GB 11216-89	《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
GB/T 14583-1993	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》
GB8999-88	《电离辐射监测质量保证一般规定》
国核安发[2012]98号文	《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》

8.1.2.2 监测目的

运行期间环境监测的目的是：

- 测定环境介质中核素浓度及大气中 γ 辐射水平的变化，以评估田湾核电站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活度的变化，并查找原因，以便采取预防措施；
- 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

根据国家有关法规和田湾核电站所在厂址的具体情况，监测范围如下：

- 陆地环境：环境 γ 辐射水平为 50km，其余监测项目一般取 20~30km，重点监测核电站周围 10km 范围，距核电站约 30km 的青口镇作为环境监测的对照点。
- 海洋环境：海洋环境监测范围为 10km，重点监测废液排放口 3km 范围内的海域

和 4km 范围内滩涂。

8.1.2.4 布点原则

为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，在进行田湾核电基地环境监测采样和监测点的布设中主要考虑的原则及因素有：

- 依据相关标准及技术规范；
- 陆地监测点以反应堆厂房为中心，成辐射状布置监测点，近密远疏；
- 环境 γ 辐射监测点及气载放射性物质取样点重点布置在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；
- 废液排放方式及特点、潮汐规律；
- 海上取样点主要设在排放口及其附近海域；
- 土壤采样点设置在无水土流失的原野或田间；
- 考虑田湾核电站厂址区域附近地区的地形等条件；
- 陆生和海生生物生长周期、采样品种的代表性；
- 测量或取样点尽量与运行前本底调查布点一致，或至少有一部分与运行前本底调查时一致，并根据运行期间的环境监测情况进行调整；
- 气象塔的位置应适当地远离各种障碍物，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；站位设置尽量能与大气扩散试验站址一致，保持数据的可延续性；
- 充分利用运行前本底调查及田湾核电站运行期间所获得的资料，并在满足环境评价需要的情况下，尽量做到环境监测最优化。环境监测的重点是对关键居民组的居住区域及对居民危害最大的那些核素和项目。

8.1.2.5 监测项目

（1）气象要素的监测

田湾核电站已建成一个气象观测系统，包括场区南气象站和场区铁塔气象站，观测的气象要素主要包括风速、风向，空气温度，相对湿度，降雨量，大气压，天空总辐射及净辐射。

（2）环境 γ 辐射水平监测

主要测量项目有：

- 大气中环境 γ 辐射水平的连续监测（自动连续监测装置）；
- 累积剂量监测（使用 TLD 热释光剂量计）；

- 非连续监测（使用便携式仪表），得到瞬时剂量率。

（3）环境介质放射性核素浓度监测

- 大气及沉降物
 - 气溶胶：总 α 、总 β 、 ^{137}Cs 及 γ 谱分析；
 - 大气沉降物：总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 及 γ 核素分析；
 - ^{131}I ；
 - ^3H ；
 - ^{14}C 。
- 水
 - 降水： ^3H 及 γ 核素分析；
 - 饮用水：总 α 、总 β 、 ^3H 及 γ 核素分析；
 - 地表水（水库、河流等）： ^3H 及 γ 核素分析；
 - 海水：总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 γ 谱分析；
 - 地下水： ^3H 及 γ 核素分析。
- 陆地生物
 - 农作物、动物及产品：进行 γ 核素分析；
 - 牛奶： ^{131}I 放化分析；
- 海洋生物
 - 鱼类、甲壳类、软体类和藻类等：进行 γ 核素、 ^{14}C 分析。
- 土壤与沉积物
 - 土壤及岸边沉积物：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素分析；
 - 水库沉积物：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素分析；
 - 潮间带样品：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素分析；
 - 潮下带样品：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素分析。
- 指示生物
 - 松针：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素、 ^{14}C 分析；
 - 牡蛎：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素、 ^{14}C 分析。
- 其它介质：
 - 海盐样品：进行 γ 核素分析；
 - 卤水样品：进行 ^3H 及 γ 核素分析。

田湾核电站的环境介质样品低本底测量系统均设置在现已建成的环境监测楼，在本项目建成后将继续沿用原有设施，用于整个核电基地周围环境介质样品的测量。

8.1.2.6 测量方法

田湾核电站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、低本底液体闪烁测量装置、低本底 γ 谱仪等仪表进行 α/β 放射性活度测量、 γ 能谱核素分析、 ^3H 放射性活度测量。
- 放射化学测量分析：放射化学测量分析的方法按照国家标准规定进行，主要对环境介质中的 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 等核素进行测量分析。

（2）固定式环境 γ 辐射监测和流动辐射监测

- 设置环境 γ 辐射监测站，进行连续监测；
- 在环境中定点布设 TLD 元件，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，对核电站周边环境 γ 辐射监测，车上设有便携式 γ 谱仪、便携式 γ 剂量率监测仪等设备。

（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、降雨量、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基地的气象状况。

8.1.3 应急监测

8.1.3.1 监测目的

田湾核电站环境辐射应急监测目的是，在核电站事故应急状态下，及时了解和掌握环境辐射水平和放射性污染情况。在田湾核电站发生事故时，环境/应急监测车将携带便携式仪表对厂址区域的环境 γ 辐射水平进行快速测量。如有必要，环境介质采样车将对空气、土壤、地面水、陆地生物以及电厂排放口及周围海域海水等环境介质取样，并根据事故发展情况调整取样频度，送至环境监测楼中进行测量分析，以确定污染区域和污染水平，为评价事故性质、源项大小以及应采取的防护措施提供数据支持。

8.1.3.2 监测范围

田湾核电站应急监测范围分为厂区内监测和外环境监测。厂区内监测主要以反应堆为中心，划分不同等级的监测区域，制定厂区巡测路线，在厂房应急状态时实施厂区巡测。外环境监测范围重点为厂址周围半径 5km 内的地域，视情况适当扩大范围，但一般不超

过半径 10km，制定相应的厂外巡测路线以及巡测点，在应急状态时开展巡测。

8.1.3.3 监测内容

（1）厂区内监测的主要内容为：

- 近地表上部 γ 剂量率（连续测量和即时测量）：厂内 8 个固定监测站的连续监测、环境监测车便携式仪表即时测量；
- 地表 α 、 β 污染水平测量；
- 空气中放射性污染浓度测量：主要为测量放射性气溶胶和碘。

（2）场区外环境监测内容为：

- 近地表上部 γ 剂量率：厂外 6 个固定监测站的连续监测、环境监测车便携式仪表即时测量；
- 地表 α 、 β 污染水平测量；
- 空气中放射性污染浓度测量：主要为测量放射性气溶胶和碘；
- 热释光剂量计测量累积剂量；
- 车载移动 γ 谱仪分析测量核素。

8.1.3.4 监测设备

参与环境应急监测的监测设施和设备主要包括：

- 固定式环境 γ 辐射监测站：监测设备具有足够宽的量程，并将设置维持 72 小时的备用电池，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。
- 应急监测车和环境监测采样车：车内配备便携式放射性测量和取样设备以及气象设备，可以快速给出环境 γ 辐射水平、表面污染、空气中主要放射性核素等。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。
- 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固定式环境 γ 辐射监测站的风速/风向传感器。
- 环境监测楼：环境监测楼在事故期间仍具备对环境介质的放射性测量能力，在事故期间参与应急响应。

8.2 其它监测

8.2.1 热影响监测

在 2019 年田湾核电站 7、8 号机组前期研究阶段，完成了冬夏两季航天遥感+航空遥

感+海面船测厂址海域温度场原型观测工作。

在田湾核电站 7、8 号机组运行前，将继续开展厂址海域温排水遥感监测工作，获得本期工程运行前温排水影响现状。

田湾核电站 7、8 号机组商运后，将遵守生态环境相关的核电厂法规、规范的要求，采用航天遥感等方式对运行期间的温排水进行监测。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

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水环境的影响，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 气象观测

目前田湾核电站已建成一个气象观测系统，包括场区南气象站和场区铁塔气象站，气象铁塔的地理位置见图 8.2-1。气象观测系统可自动连续采集、处理和记录田湾核电站附近的风速、风向、温度、湿度、雨量、气压、天空总辐射、净辐射等气象要素数据。气象观测系统所用的所有传感器均由国家相关部门标定，且均有相应的标定证书，以保证所得气象数据的质量和准确性，仪器主要技术指标参数见表 8.2-2。2018 年田湾核电站气象观测系统整体运行良好，总的数据获取率为 99.95%，其中场区南气象站数据获取率为 99.91%，场区铁塔气象站各层数据获取率均为 99.99%。气象设施分布如下：

- 场区南气象站

场区南气象站为一个 $25\times 25\text{m}^2$ 的标准气象观测场，位于应急指挥中心旁，厂区地面气象站观测场里的各气象要素（风速、风向、温度、湿度、雨量、气压、天空总辐射、净辐射等）传感器连续感应实时气象要素的变化，将其转换成相应电量的变化，由自动气象站主机负责采集，计算处理，并进行平均值计算，极值挑选等，所有这些数据存入主机的存储器的同时，通过 RS-232 通讯口送到应急中心的气象数据中央计算机。

- 场区铁塔气象站

场区铁塔气象站位于应急指挥中心西侧，高 102 米，在气象铁塔的 10m、30m、70m 和 100m 高处各有一个风速、风向和温度传感器，连续感应实时气象要素的变化，并将其变化转换成相应电量的变化，由气象梯度仪主机进行采集、计算处理，得出相应时刻的气象要素垂直变化和大气垂直稳定度等级。所有测量所得的各原始数据和预处理后的数据被暂存在气象梯度仪的内存中，同时，这些数据也可通过有线或无线的通讯方式发给应急中心的气象数据中央计算机。

气象数据在应急指挥中心和环境监测楼中央计算机的相应服务器处理、贮存，并与实

时收集的核电厂地区 γ 辐射监测数据一起传至环境监测实时数据网,进行集中管理、贮存、显示、传输、查询和发布。

8.2.4 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。根据电站的实际运行情况,在运行期间计划每 5~10 年开展一次大面积水文观测。

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

流出物实验室用于监测核电厂气载和液态流出物的样品,以确定被排放气载和液态流出物的放射性水平,保证向环境的受控排放。本工程流出物实验室设置在两处,其中兼有液态放射性流出物(KPF、KTT、LDL)和部分气态(烟囱 H-3、C-14)排放测量功能的实验室位于核服务厂房放化实验室(70/80SRG50),用于流出物测量的房间主要包括流出物制样室和放化测量室。气载流出物(除 H-3、C-14 外)样品的核素测量地点为核服务厂房辐射剂量监测实验室,用于取样分析放射性惰性气体、碘和气溶胶的体积比活度。

流出物制样室、放化测量室和辐射剂量监测实验室主要仪器设备的配置,能够满足流出物监测的需求,详见表 8.3-1。

8.3.2 环境监测设施

环境监测设施主要包括环境 γ 辐射监测系统、环境监测楼、自动气象观测系统、环境监测车辆、地下水监测井、监督性监测系统前沿站和子站等。田湾核电站 7、8 号运行后将增设 3 口地下水监测井,其余均将延用已有监测设施。

8.3.2.1 环境 γ 辐射监测系统

(1) 环境 γ 辐射监测站

核电站烟囱排放的放射性气态流出物是核电站周围居民受照的重要途径,因此大气 γ 辐射监测是环境监测的重点项目。田湾核电站已运行环境监测站 13 个,分别为厂内站 8 个,厂外站 5 个。其中,厂内站包括田湾 1/2 号双围墙内 4 个(91UCJ、92UCJ、93UCJ、94UCJ)、3/4 号机组新增 3 个(W1UCJ、W2UCJ、W3UCJ)和厂前区(01UCJ),5 个厂外站分别在高公岛(02UCJ)、宿城乡(03UCJ)、环境监测楼(04UCJ)、杨圩(05UCJ)、板桥镇(06UCJ)。此外,田湾核电站拟在跨海大桥上新建 1 个监测站,目前该站正在建设中;并将田湾 1/2 号双围墙内 93UCJ 监测站移到厂区边界处,目前正在进行方案评审。厂区外 3 个站(杨圩、宿城乡和环境监测楼)和厂区 2 个站(厂前区和厂区四)均设有空气中气溶

胶、碘、H-3、C-14、雨水和沉降灰收集装置。13 个监测站围绕田湾核电站形成一个监测网，环境 γ 监测站实时获取环境 γ 辐射剂量率数据，通过有线或无线方式实时传输到应急指挥中心和环境监测楼 γ 辐射监测数据中央计算机。

（2）累积 γ 剂量及瞬时 γ 剂量率测量

在现有田湾核电地区累积 γ 剂量、瞬时 γ 剂量率监测点位基础上，将根据需要考虑在田湾核电站 7、8 号机组厂区内附近增设累积 γ 剂量监测点位。取样频率为每季度一次，并在实验室对剂量计进行分析测量。

瞬时 γ 剂量率采用便携式环境 γ 剂量率计按布点图对监测点位进行测量，测量频度为每季度一次。

8.3.2.2 环境监测楼

（1）概述

为进行厂址区域环境辐射监测及环境介质样品的测量分析，田湾核电站已在连云港开发区建设了环境监测楼，负责田湾核电站周围环境介质样品的采集、制样、样品分析测量以及对环境样品测量数据处理及评价。

（2）位置和规模

环境监测楼距核电站厂区约 10km，总面积约为 2000m²，共三层，分为样品制备、放化分析、物理测量、信息处理传输及办公等区域。环境监测楼内共有 29 间环境监测实验室。

环境监测楼除配置了水、电、气和某些专用房间的空调和排风外，还在该建筑物旁建有一个 3 车位的汽车库，供存放 1 辆环境监测采样车和 2 辆应急监测车。

环境监测楼内配备的主要设备包括以下几类：

取样设备：主要有气溶胶及碘取样装置、沉降物取样设备、降水收集器、空气 ³H 取样装置以及一些专用取样设备。

制样设备：主要有通风柜、灰化炉、干燥箱及其它放化制样器具。

放射性分析测量仪器：主要有低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁测量装置、低本底 γ 谱仪和热释光测量仪等。

8.3.2.3 自动气象观测系统

气象数据是评价核电站气态流出物对周围环境影响程度及范围的重要参数，因此气象观测系统也为电厂运行期间的环境监测的重要组成部分。目前田湾核电站已建成一个气象观测系统。它由场区南气象站和场区铁塔气象站组成。主要的设施有气象梯度仪（安装在

气象铁塔上)、地面自动气象站、日射仪、通讯系统、气象中心站。主要观测的气象要素为风速、风向、温度、气压、湿度、降水、天空总辐射、太阳直射和净辐射。

这些气象数据在应急指挥中心和环境监测楼中央计算机的相应服务器处理、贮存,并与实时收集的核电站地区 γ 辐射监测数据一起传至环境监测实时数据网,进行集中管理、贮存、显示、传输、查询和发布。

8.3.2.4 环境监测车辆

田湾核电站目前已经配备了 1 辆环境监测采样车和 2 辆应急监测车,正常运行时用于厂区及周围环境 γ 辐射水平进行巡测、环境介质的快速测量、环境介质样品的采样和传送及环境辐射与气象监测系统的日常维护,也可进行热释光元件(TLD)的布设及回收,事故条件下进行应急监测及采样。车上装有车载 γ 谱仪、便携式气溶胶、碘空气取样器、便携式 α/β 表面污染测量仪、便携式 γ 剂量率仪、手持式气象设备、全球定位设备和无线通讯设备。

8.3.2.5 地下水监测井

田湾核电站 3、4 号机组设置了 3 口地下水监测井,分别位于 31UQB 厂房、T4UKT 厂房、T3UKT 厂房附近。田湾核电站 5、6 号机组新增加了 3 口地下水监测井,分别位于 QA 厂房、FC 厂房、AC 厂房附近。针对本工程,拟新增 3 口监测井,监测井位置将根据厂区地下水径流等情况进行确定。

8.3.2.6 监督性系统前沿站和子站

监督性系统前沿站位于连云港市经济技术开发区峨眉山路 8-1 号,距离核电站 10.8km,总面积 3800m²。监督性监测系统子站共有 14 处。

8.4 质量保证

8.4.1 质量管理

质量管理涉及到组织管理、人员资格和培训以及检查和经验反馈。

8.4.1.1 组织机构

- 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、权力等级。
- 统一的环境监测组织机构,对田湾核电站地区的环境监测进行统一管理。
- 环境监测科设有科长、环境监测物理工程师、环境监测化学工程师及技术员。

8.4.1.2 人员资格和培训

田湾核电站环境监测科建立和完善了工作人员资格和培训管理规定,对环境监测人员

严格执行培训与授权制度，所有人员必须经过培训考核合格，并取得相应的授权，才有资格上岗从事相关工作。

田湾核电站积极开展年度培训工作，结合实验室认可工作要求，组织人员参加实验室认可内审员、测量不确定度评估、实验室检测或校准结果符合性判定及质量控制人员专业能力培训等相关认可培训，掌握认可有关基础知识和技能，开展环境监测相关技术标准和程序、环境监测中放射性数据处理岗位培训，提高监测人员的技术水平。2018 年，对所有相关人员都进行了基本安全授权培训（复训）、考核和重新授权，对 4 名员工进行了 γ 能谱仪技术高级培训；组织 3 名从事气态流出物监测的分析员对烟囱惰性气体、卤素、气溶胶的取样操作、高纯锗 γ 谱仪操作进行了专项培训；按照化学分析人员岗位培训大纲的要求，组织对新入职员工进行了管理程序和技术程序培训、放射化学基础知识培训、放射性样品取样培训、放射化学分析仪器理论和实操培训等。

8.4.1.3 技术交流

田湾核电站不定期与江苏省辐射环境监测管理站（省站）开展交流，主要包括：

- 进行技术交流；
- 召开研讨会；

与其工作人员交流监测质量控制工作中经验。

8.4.2 质量控制

8.4.2.1 建立质量保证体系

从 2003 年环境监测设施建成运行开始，田湾核电站就依据国家相关标准，建立了包括人员培训、样品采集和处理、仪器刻度和检验、样品测量分析、标准参考物质使用和数据处理等一系列质量保证措施。田湾核电站环境辐射监测和流出物监测相关的程序和规程定期进行升版。

8.4.2.2 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，采取了以下质量控制措施：

- 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。
- 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。

- 制定了操作样品时防止交叉污染的措施。
- 环境样品采集一定的平行样品以进行平行样测量分析和进行复检。
- 保存的各类常规样品（包括分析剩余样品、非破坏性分析样品和备检样品），并附有可靠的标签和专门的记录。

8.4.2.3 样品处理、分析测量中的质量控制

样品处理、分析测量中的质量控制措施包括：

- 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。并有完备的书面程序。任何操作人员均不得擅自修改常规采用的方法或程序。在对样品的处理中采取有效措施以防止核素损失和使样品受到污染。准确地配制载体和标准溶液、注意检查载体和标准溶液的质量。严格制备供放射性测量的样品。
- 在分析测量的操作过程中落实《环境监测质量保证措施》（EMC-0-UCJ00-001）程序规定，防止样品之间的交叉污染的措施。
- 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。
- 分析测量掺标样品或标准参考物质，以确定分析测量的准确度。分析测量时，采用与相应的待测样品相同的操作程序。
- 分析测量空白样品。空白样品与待测样品同时进行预处理和化学分析比对。
- 为了发现监测设备和监测中可能存在的缺陷，验证环境监测设备的可靠性，确保环境监测数据的精确性，可比性，田湾核电站非常重视实验室内部和外部的比对，积极组织了与外部单位的及实验室内部的比对。
- 仪器的刻度和检验：田湾核电站对环境监测仪器设备严格执行定期检定和校准刻度制度，所有放射性测量仪器，都按照检定周期定期检定。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，同时还采取如下的检验措施以确保仪器在测量时仍然处于刻度时的良好状态：
 - 标准（参考）样品分析。
 - 放射性测量仪器每月至少进行一次本底、效率检验，并制作仪器本底、效率的控制图。
 - 对 γ 谱仪、低本底 α/β 测量仪等每年进行一次以说明仪器计数是否满足泊松分布的 χ^2 检验。
 - 每月进行能量分辨率和能量刻度检验。
 - 所有放射性测量仪器，每年刻度一次，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。

8.4.2.4 数据处理中的质量控制

数据处理中的质量控制包括：

- 每个样品从采样、预处理到分析测量、结果计算过程中的每一步都有清楚、详细、准确的记录，并有责任者签字，原始记录和环境监测结果将长期保存。
- 详细、准确的质量控制记录，包括所有采样和分析测量仪器性能的检定、校准、检验和维修情况；质量控制样品分析和实验室间的比对情况；标准计量器具、标准源、标准参考物质的使用情况和掺标样品、载体和标准溶液的配制情况；计算机程序验证情况等。将有关质量控制文件长期保存。
- 进行数据统计学处理。数据处理尽量采用标准方法，减少处理过程中产生的误差。对数据处理、计算结果进行严格审核，审核人在审核报告上签字。
- 对于偏离正常值的异常结果，及时向技术负责人报告，并进行核查。
- 环境监测报告中所采用的量、单位和符号等均符合国家颁布的标准。

表 8.1-1（1/2） 田湾核电站运行期间环境辐射监测方案

项目	监测对象		监测种类及核素	取样或测量频度	取样或测量点分布	采样点数
环境 γ 辐射	剂量率		γ 辐射	连续	1、2 号机组双围墙内 4 点、厂前区、现场工程公司、综合楼、核电观景平台、杨圩、宿城、高公岛、板桥镇和环境监测楼各 1 点	14
			γ 辐射	季	按 22.5°方位角布点，近密远疏。	75
	累积剂量		γ 辐射	季	原则同上	75
大气及沉降物	大气		^{131}I	月	双围墙内 1 点，厂前区、杨圩、宿城乡和环境监测楼各 1 点	5
			^{14}C	月		
			^3H	月		
	气溶胶		总 α 、总 β	周	双围墙内 1 点，厂前区、综合楼、杨圩、宿城乡和环境监测楼各 1 点	6
			γ 核素	月		
			^{137}Cs	半年		
	沉降灰		总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 γ 核素	季	双围墙内 1 点，厂前区、杨圩、宿城乡和环境监测楼各 1 点	5
	降水		^3H 、 γ 核素	季		
陆地水	饮用水		总 α 、总 β 、 ^3H 、 γ 核素	季	核电厂现场、宿城、高公岛、青口镇	4
	地表水		^3H 、 γ 核素	半年	宿城水库、蔷薇河水、青口河水	3
	地下水		^3H 、 γ 核素	半年	厂区地下水井、高公岛、东磊山泉	10
土壤、岸边沉积物			γ 核素、 ^{90}Sr	年	柳河、黄窝、大竹园、青口、东崖屋、宿城、环境楼、云门寺、杨圩、板桥、东辛农场、蒿西、蒿东、蔷薇河、青口河	15
水库沉积物			γ 核素、 ^{90}Sr	年	宿城水库	1
农畜产品	农作物	稻谷	γ 核素	年	核电厂边界、青口镇	2
		小麦	γ 核素	年	板桥镇、宿城、青口镇	3
		青菜	γ 核素	年	宿城、柳河、青口镇	3
		水果	γ 核素	年	宿城（油桃）、朝阳（山楂）、青口（樱桃）、东海（草莓）	4
		茶叶	γ 核素	年	宿城云台山、花果山	2
		草	γ 核素	年	宿城、柳河	2
	动物及产品	猪肉	γ 核素	年	宿城乡、青口镇	2
		鸡	γ 核素	年	宿城乡、青口镇	2
		淡水鱼	γ 核素	年	朝阳、新浦	2
		牛奶	^{131}I	半年	东辛农场	1
海水和沉积物	海水		^3H 、 γ 核素	半年	1~2 号机组循环冷却水和安全厂用水取样站、3~4 号机组排放口、5~6 号机组排放口、排放口附近海域 2 点、高公岛、丁港、水岛、连岛、青口闸以北	11
			总 β 、 ^3H	月	1~2 号机组循环冷却水和安全厂用水取样站、3~4 号机组排放口、5~6 号机组排放口	4
			^{90}Sr	年	排放口附近 2 点、高公岛、青口闸以北	4
	沉积物	潮下带	γ 核素、 ^{90}Sr	年	排放口附近 2 点、高公岛、丁港、水岛、连岛、青口闸以北	7
		潮间带	γ 核素、 ^{90}Sr	年	丁港、青口闸	2

表 8.1-1（2/2） 田湾核电站运行期间环境辐射监测方案

项目		监测对象	监测种类及核素	取样或测量频度	取样或测量点分布	采样点数
海产品	鱼类	黄鲫鱼	γ 核素	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
		蓝点鲰	γ 核素、 ^{14}C	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
		带鱼	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		鲻鱼	γ 核素、 ^{14}C	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
	甲壳类	鹰爪虾	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		虾	γ 核素、 ^{14}C	年	方洋港闸、青口下口海域	2
		梭子蟹	γ 核素	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
		虾蛄	γ 核素、 ^{14}C	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
	软体类	蛤仔	γ 核素、 ^{14}C	年	连云港以东海域	1
		乌贼	γ 核素、 ^{14}C	年	连云港以东海域、青口镇下口海域	2
		紫贻贝	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		缢蛏	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		毛蚶	γ 核素	年	连云港以东海域	1
	藻类	紫菜	γ 核素、 ^{14}C	年	柳河、青口镇下口海域	2
		海带	γ 核素	年	连岛	1
指示生物	松针	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C	年	宿城水库保驾山、北固山	2	
	牡蛎	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C	半年	高公岛附近海域、青口海域	2	
盐类	海盐	γ 核素	年	台南盐场	1	
	卤水	^3H 、 γ 核素	年	台南盐场	1	

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	pH、水温、COD	在线监测	生活污水处理站处理工艺末端排放口	日常监测由运行主管部门负责。
		BOD、SS、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂、总氮、氨氮、总磷、色度、粪大肠菌群数	每日一次		
	定期监测	pH、水温、COD、BOD、SS、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂、总氮、氨氮、总磷、色度、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。	生活污水处理站处理工艺末端排放口	定期监测由地方环境保护行政主管部门或专业检测机构执行。
酸碱废水	日常监测	pH	在线监测	除盐水生产厂房等废水中和池排放管	

表 8.2-2 气象观测系统仪器主要技术指标参数

参数 传感器	测量范围	分辨率	精度	采样频率
风速	0~60m/s	0.1m/s	±（0.3±0.03 _{实际} ）m/s	1 次/s
风向	0°~360°	1.4°	±5°（周速>0.5m/s	1 次/s
温度	-20℃~+60℃	0.01℃	±0.1℃	1 次/10s
湿度	10%~100%RH	1%RH	±4%RH	1 次/10s
气压	850~1060hP a	0.1hPa	±0.3hPa	1 次/10s
雨量	0~240mm/h	0.1mm	±0.4mm(<10mm) ±4%(≥10mm)	1 次/min
总辐射	0~2kW/m ²	1W/m ²	9.71μv.w ⁻¹ .m ²	1 次/10s
净辐射	-2~2kW/m ²	1W/m ²	14μv.w ⁻¹ .m ²	1 次/10s

表 8.3-1 流出物实验室和辐射剂量监测实验室的房间面积和房间功能

房间	功能	使用面积 m ²
流出物制样室	核岛气液态流出物样品制样	22.25
放化测量间	分析流出物核素放射性活度	39.4
源存放间	存放校准用放射源	7
辐射剂量监测实验室	气载流出物样品γ 核素测量	40

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

表：

表 9.2-1 电厂环境保护费用汇总表

表 9.2-2 乏燃料后处理费及退役基金提取表

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

田湾核电站 7、8 号机组工程项目规划建设两台百万千瓦级压水堆核电机组，统一规划建设。电厂设计寿命期均为 60 年，财务评价经营期为 30 年。工程投产后，年供电量为 164.05 亿度。

田湾核电站 7、8 号机组工程项目的建设，可发挥堆群优势，降低建设造价和营运费用，降低上网电价，增强核电的竞争性，做到以核养核，滚动发展。

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

（1）社会效益

田湾核电站 7、8 号机组工程项目的建设，将有效地满足江苏省的能源需求，优化能源结构，缓解交通运输的紧张状况，带动医疗卫生、零售业等相关产业发展，推动当地的经济发展，提高人民的生活水平。

核电站项目投资大，建设周期长，可以有效促进当地金融等服务产业发展。建设期间，可提供约 6 万人年的各种建设人才的就业机会；运行期间，核电站各岗位的就业人数总计约为 800 人，直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题。同时，常规岛和 BOP 部分的设计、部分设备及全部工程建设施工均在国内市场实施，对于项目当地经济的提升、核电上下游产业的发展将起到积极的作用。

田湾核电站 7、8 号机组工程项目通过对厂区周围环境的绿化装饰美化了周边的生活环境，带来了新的景观。

同时，核能合作是中俄战略合作的重要组成部分，受到中俄两国国家领导人的高度关注。田湾核电站 7、8 机组项目是中俄两国核能领域一揽子合作的重要组成部分。

（2）环境效益

田湾核电站 7、8 号机组工程项目正常运行状态下，放射性流出物对周围居民的辐射影响小于天然本底辐射的波动范围，对生态环境的影响也很小。通过对选址假想事故后果的分析，周围居民可能受到的最大个人有效剂量和 80km 评价范围的集体有效剂量明显小于规定的限值。

同释放大量飘尘二氧化硫造成酸雨、释放二氧化碳造成温室效应和需要庞大排灰场地的燃煤电厂相比，核电是一种安全、清洁、高效的能源，对环境影响很小。以正常年份发电量 1640.52 万兆瓦时、减排因子 1.05 计算，每年可减排 CO₂ 为 1723 万吨，按 9.0 欧元/吨的单价计算，可产生环境效益 119683 万元。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

（1）建设期环保设施投资

田湾核电站 7、8 号机组工程项目工程计划总资金为 503.94 亿元，包括建筑工程费、设备购置费、安装工程费、2/3 首炉燃料费等工程费用和建设单位管理费、勘察设计费、生产准备费等工程其他费用以及预备费、建设期贷款利息、铺底流动资金等。

田湾核电站 7、8 号机组工程项目直接和间接用于环境保护的费用约占项目计划总投资的 2.30%，详见表 9.2-1。

（2）运行期环保费用

田湾核电站 7、8 号机组工程项目在运行期间，平均每年需要投入一定的资金，用来支付核燃料、运行维护、大修和设备更换、燃料后处理、退役基金、放射性废物处置基金等费用。其中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。

① 退役基金

根据国家能源局 2011 年颁发的《核电厂建设项目经济评价方法》（NB/T 20048-2011）的有关规定，核电站的退役费用应以退役基金的形式计入商业运行后企业的总成本费用，一般规定的退役基金的提取方法是以固定资产原值为基数，总额一般控制在固定资产原值的 10%。田湾核电站 7、8 号机组工程项目的退役基金以发电工程固定资产原值为基数，提取比例为 10%。从计算期第一年开始提取，在计算期内，平均每年提取退役基金 14446 万元。

② 乏燃料处理处置基金

对于乏燃料后处理和放射性废物处置基金的提取数额，依据《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》财综[2010]58 号文，田湾核电站 7、8 号机组工程项目的乏燃料后处理处置费，从投产后第六年开始提取，按 0.026 元/kWh 计提。在计算期内，平均每年提取约 35545 万元。

③ 中低放废物处理处置费

根据《核电厂建设项目经济评价方法》（NB/T 20048-2011）的相关规定，中低放废物处理处置费从投产后第一年开始提取，按 0.5 元/kWh 计提。在计算期内，平均每年提取约 859 万元。

田湾核电站 7、8 号机组工程项目经济寿期内乏燃料后处理处置费、退役基金及中低放废物处理处置费提取情况详见表 9.2-2。

9.2.2 间接代价

（1）社会影响

田湾核电站 7、8 号机组工程项目厂区、生活区需要长期征用大量的土地。按规定，在核电站外边界半径 5km 范围内为限制区，即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它事业的发展。

在核电站建设初期，电厂建设所需的施工设备、器材和人员的运输会增加当地交通网的负担，亦可能增加交通事故的频率。建设期间的大型设备的运输会给所经线路的交通（包括陆路和海运）带来一定的影响。

核电站运行期间，电厂工作人员加上家属可达数千人，居住在当地，对该地方的文教、卫生、商业、交通等市政设施造成一定的压力，加重了地方市政负担。

（2）环境影响

核电站施工期间对环境的影响主要表现在噪声、扬尘、少量有毒化学品和放射源的使用、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。但是由于在核电站的施工过程中，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和施工组织设计，并采取了相应的防护措施，所以对周围环境造成的影响是是有限的。另外，由于厂址半径 500m 范围内无居民居住，核电站施工对公众的影响程度很小。由于核电站的建设，使当地的地形地貌发生了变化，但是在电厂投入运行后，在厂区附近将尽可能绿化，改善和美化环境。

核电站运行期间非放射性因素对环境的影响主要表现在机械损伤和卷吸效应、温排水、化学物质的排放以及生活污水等方面。但是由于田湾核电站 7、8 号机组工程项目采用直流循环海水冷却方式，在电厂运行期间对整个当地的渔业资源和水生生物产生的影响很小，不会因冷却水取水导致大批成鱼机械损伤，对浮游生物造成的卷吸效应也不会很明显；由于海湾所具有的优良自然条件，核电站排出的温排水可以得到充分的掺混、稀释，并逐渐向外海迁移，因而造成的影响范围很小；核电站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，并且是经循环冷却水稀释后再排放海域，所以，化学物质排放不会对核电站所在海域产生明显的不利影响；由于所有厂房的生活污水都在厂区用管道收集后送到厂区生活污水处理站，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的一级排放标准后排入大海，因此，生活污水不会对环境产生影响。

田湾核电站 7、8 号机组正常运行期间对环境产生的辐射影响是很小的，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—2011 规定的

的剂量控制值。

从以上分析可以得出：田湾核电站 7、8 号机组是经济的、环保的。对于电力需求紧张，资源相对匮乏，经济发展迅速的地区，发展核电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。田湾核电站 7、8 号机组的建设不仅将给各股东方、国家和地方带来一定的经济效益，同时还将获得良好的社会效益和环境效益。

表 9.2-1 电厂环境保护费用汇总表

序 号	项 目 名 称	费 用(万元)
1	核岛三废处理系统	63285
2	核岛通风系统	11772
3	常规岛水处理系统及附属生产工程	7512
4	厂区三废处理及环境保护系统	5740
5	流出物监测和环境监测系统	25905
6	厂区绿化	200
7	施工期间环保费用	1467
	合计	115880

表 9.2-2 乏燃料后处理费及退役基金提取表

序号	项目名称	提取开始时间	经济寿期内提取年数	每年提取金额 (万元)	寿期内总计提取金额 (万元)
1	乏燃料后处理处置费	投产期第六年提取	25	42654	1066338
2	退役基金	投产期第一年提取	30	14446	433385
3	中低放废物处理处置费	投产期第一年提取	30	859	25762

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 施工期间的环境影响

10.5.2 运行期间的环境影响

10.6 承诺

10.1 核电厂建设项目

田湾核电站位于江苏省连云港市连云区宿城街道，本工程 7、8 号机组位于厂区西北侧，东临正在建设的田湾核电站 5、6 号机组，以及已投入运行的田湾 1~4 号机组。

田湾核电站规划建设 8 台 1000MW 级核电机组，一次规划，分期建设。1~4 号机组为俄罗斯 WWER1000 压水堆核电机组，1 号机组 2007 年 5 月投入商业运行；2 号机组 2007 年 8 月份投入商业运行。3、4 号机组分别于 2018 年 2 月 15 日和 12 月 22 日投入商业运行。5、6 号机组以福建福清核电厂一期工程技术方案为参考，应用成熟技术实施 42 项重大技术改进，进一步提高了机组的安全性，目前正在建设中。7、8 号机组拟建 WWER1200（AES-2006 型）压水堆核电机组，计划于 2020 年 12 月 31 日开工建设，单台机组建设周期为 65 个月，7 号机组 2026 年 5 月 31 日建成投产，8 号机组与 7 号机组间隔 10 个月建设，8 号机组于 2027 年 3 月 31 日投入商业运行。

田湾核电站 7、8 号机组拟采用俄罗斯 AES-2006 型商用压水堆核电技术，建设两台百万千瓦级核电机组，以俄罗斯列宁格勒核电站二期工程为参考电站。根据田湾 7、8 号机组中俄技术设计合同、总合同，俄方负责核岛设计，中方负责常规岛和 BOP 设计及相关联合设计。江苏核电有限公司负责核电厂的建设和运营管理。中国核电工程有限公司负责核岛技术后援工作、工程设计、采购、建安、调试等工程总承包工作。

田湾核电站 7、8 号机组工程两台机组计划总资金约为 500 亿元。资金筹措渠道主要包括资本金和国内金融机构贷款两个部分。项目资本金由田湾核电站 7、8 号机组工程项目各股东方自行筹措。除资本金投入外，本项目人民币和外币资金需求由国内政策性银行和（或）商业银行提供贷款支持。田湾核电站 7、8 号机组工程项目直接和间接用于环境保护的费用约占项目计划总投资的 2.30%。

10.2 环境保护设施

本工程配套建设放射性废物处理设施，对“三废”进行处理。“三废”处理设施采用成熟可靠技术，可以保证放射性废液和放射性废气处理后达标排放；放射性固体废物处理后满足安全处置要求，每台机组每年产生固体废物包体积小于 50m^3 ，可以满足放射性废物最小化要求。

本工程利用已建好的一套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施与气象监测系统，并且制订了环境辐射监测方案。此外，江苏省地方环保部门针对田湾核电站建设相应的流出物和环境监测设施，进行监督性监测。

本工程生活污水处理设施与前期工程共用。其中，主厂区各子项和施工区的生活污水通过相应污水管网汇集至南区污水处理站，经处理达标后，用于绿化等，回用剩余水量排

入大海。本工程通过室外管网收集汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水，汇集至含油生产废水油水分离池，经过油水分离设施处理达标后排入大海；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。

田湾核电站 7、8 号机组的废物处理系统的设计性能和放射性流出物监测系统的预期效果，完全可以满足对核电站周围环境保护的要求。

10.3 放射性排放

田湾核电站 7、8 号机组的设计年排放量及厂址 8 台机组的排放量均满足国标 GB6249-2011 的要求。槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度不超过 1000Bq/L。

10.4 辐射环境影响评价结论

（1）运行状态下对公众的辐射影响

本工程运行状态下估算公众的最大个人剂量时，流出物排放源项采用排放量设计值。田湾核电站 7、8 号机组运行状态下，气液态流出物对公众的最大个人有效剂量出现在厂址 SW 方位 1~2km 处，此处居住的是南山湾的村民，各年龄组中青少年组的剂量最大，为 $1.91\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占本工程剂量约束值（暂定 0.06mSv/a ）的 31.83%。本工程建成后将与田湾核电站 1~6 号机组一起运行，8 台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对公众造成的最大个人有效剂量出现在厂址 SW 方位 1~2km 处，此处居住的是南山湾的村民，各年龄组中青少年组的剂量最大，为 $6.43\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占厂址个人剂量约束值（ 0.25mSv/a ）的 25.72%。

本工程状态下分析可能的关键人群组、关键核素、关键照射途径时，采用现实排放源项。田湾 7、8 号机组运行状态下，可能的关键居民组为南山湾的青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $2.00\text{E-}06\text{ Sv/a}$ 。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 $1.93\text{E-}06\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 96.46%；关键核素为 C-14，它所致的剂量为 $1.90\text{E-}06\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 94.84%。

厂址 8 台机组运行状态下，可能的关键居民组为南山湾的青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $2.61\text{E-}05\text{Sv/a}$ 。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 $2.57\text{E-}05\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 98.47%；关键核素为 C-14，它所致的剂量为 $1.71\text{E-}05\text{ Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 65.35%。

（2）运行状态下对非人类物种的辐射影响

田湾核电站 7、8 机组正常运行时，0~80km 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，0~80km 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，田湾核电站 7、8 机组正常运行时，厂址附近 0~80km 海域范围内水生生物是安全的。

田湾核电站 7、8 号机组正常运行时，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分别在 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小于 $10\mu\text{Gy/h}$ 。因此，田湾核电站 7、8 号机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

田湾核电站 1-8 号 8 台机组正常运行时，0~80km 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^{-2} 数量级以下；从剂量率的估算来看，0~80km 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，田湾核电站 1-8 号 8 台机组正常运行时，厂址附近 0~80km 海域范围内水生生物是安全的。

田湾核电站 1-8 号 8 台机组正常运行时，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，田湾核电站 1-8 号 8 台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（3）事故工况的辐射影响

按照国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011），在建造阶段，应对设计基准事故的放射性后果进行分析和评价。根据 AES-2006 型机组设计基准事故源项，采用田湾核电厂厂址气象数据，计算各个事故对公众造成的潜在放射性后果，并评价各事故的剂量后果是否满足 GB 6249-2011 的要求。

从计算结果可以看出，田湾核电站 7、8 号机组各设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足 GB6249-2011 的要求。

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 施工期间的环境影响

（1）社会环境影响

核电站工程建设期间大量的工程施工人员进驻施工现场，对附近居民的日常生活产生轻微影响，同时由于大量施工人员在该地区较长时期的居住和生活，增加当地居民的就业机会和商机，可以增强该地区的消费能力，促进经济的发展。

（2）水土保持

本工程水土保持施工期间，将采取一系列措施进行水土保持防治，包括：工程措施：表土剥离、厂区边坡防护；植物措施：厂区绿化规划设计、厂区边坡植草；临时防护措施：厂区表土临时防护、厂区施工道路临时排水、临时堆土需用密目网遮盖。

通过以上措施，可有效防治施工期间的水土流失情况。为对水土保持措施进行控制和对实施效果进行验证，同时对施工期的水土流失情况进行评价和及时发现问题，本工程将开展全面的水土保持监测工作，以便提出相应的对策和采取行之有效的措施不断改进和完善，全面防治新增水土流失和改善生态环境。

（3）施工噪声

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。因此核电站施工噪声对环境的影响是可以接受的。

（4）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。

（5）对水环境的影响

陆域施工活动对水环境的影响主要来自施工人员生活污水的排放。

本工程部分施工区的生活污水排至临时厕所，定期由污水车抽吸至田湾一期生活污水管网，最终排至南区污水处理站处理，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/T 18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化等，回用剩余水量排入大海。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的生活污水均允许排入《海水水质标准》（GB 3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。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。

（6）固体废弃物的影响

施工期间，现场会产生一定数量的固体废弃物，主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间由指定的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。7、8 号机组固体废弃物的堆放、清理、平整、外运和管理等采用 5、6 号机组成熟的经验，且堆置于同一堆场。因此，本工程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。

（7）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严重的水土流失，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。

本工程施工范围内没有珍稀保护物种的分布。厂址附近区域植被覆盖度较高，生物多样性较丰富，陆域生态环境与连云港市平均水平相差不大，基本保持了良好的生态环境状况。在施工建设过程中，建设单位将有规划地对整个场区设施进行绿化。田湾 1-4 号机组建成后区域植被没有明显变化，区域内的生态系统结构和功能未发生较大的变化，类比田湾 1-4 号机组建设前后的生态环境变化，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。

10.5.2 运行期间的环境影响

（1）温排水的影响

8 台机组温排水的影响海域主要为工业用海区，无自然保护区及渔业资源区。取水口机械损伤、生物效应的影响较小。基本不会对渔业经济和海洋生态及其生态平衡产生影响。

（2）生产废水和生活污水的影响

本工程非放射性含油废水经过含油生产废水油水分离池，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准，排入大海；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。

本工程主厂区各子项的生活污水通过相应污水管网汇集至南区污水处理站，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/T18920-2002）中城市绿化水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。生活污水处理的排放物除总有机物外，不会导致任何有毒化学物质进入受纳水体环境中。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的生活污水和满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水均允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。

（3）化学污染物的环境影响

树脂床再生废水的 NaCl 排放浓度很低，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。与循环冷却水混合后，其浓度更低，并且 NaCl 是非毒性的，也不会影响田湾的海水质量。

本工程精处理再生废水中的主要物质是 NH_4Cl 和 NaCl 。其中对环境产生影响的是

NH_4Cl ，排放浓度小于 5mg/L 。氨氮排放满足《污水综合排放标准》中一级标准，允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。因此，不会影响附近海域的海水质量。

循环水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，至排放口时，余氯浓度降得很低。余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。

综上所述，从田湾核电站 7、8 号机组厂址的自然条件和社会条件分析，能满足 7、8 号机组建设的要求。本工程施工建设对环境的影响以及电厂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，从核电站建设和运行对环境的影响角度看，建设田湾核电站扩建工程 7、8 号机组是可行的。

10.6 公众意见采纳情况总结

江苏核电有限公司依据相关法规标准的要求开展了田湾核电站 7、8 号机组建造阶段的公众参与活动，包括田湾核电站 7、8 号机组建造阶段首次环境影响评价信息公开（2020 年 8 月 10 日起）、征求意见稿公示（2020 年 8 月 24 日—2020 年 9 月 7 日）及田湾核电站周边公众问卷调查情况、核电科普、7、8 号机组开展的公众问卷调查意见处理等内容。在本次公示期间，建设单位或环评单位均共收到 2 位公众通过邮件咨询。第一位咨询本项目是否有考虑热电联产，向附近工业区供应高压蒸汽，替代燃煤锅炉生产蒸汽，实现环境效益的相关信息；第二位咨询本项目环保方向的 4 条问题。本次调查工作人员已及时给与回复。

10.7 承诺

本报告书给出的对本工程建造和运营管理单位在环境保护方面的承诺如下：

- 将严格执行配套建设的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。
- 工程建造过程中，将严格制定施工期间的环境保护管理制度，并加强监测和检查，有效防止水、气、声、渣等非放污染物的环境影响。