

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组 竣工环境保护验收监测报告

建设单位：江苏核电有限公司

编制单位：苏州热工研究院有限公司

2022 年 2 月

建设单位法人代表: (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项目负责人: 陈超峰

报告编写人: 陈超峰 杨立涛 曾帆 张海英

陈超峰 杨立涛 曾帆 张海英

建设单位: 江苏核电有限公司



(盖章)

编制单位 苏州热工研究院有限公司



(盖章)

电话: 18961371755

电话: 0512-83552301

传真: 0518-82207971

传真: 0512-83552888

邮编: 222042

邮编: 215004

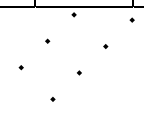
地址: 连云港市连云区宿城

地址: 苏州市西环路 1688 号

街道核电南路 9000 号

文件修订页

版次	日期	页码	章节	修订内容
A	2021.12			初版
B	2022.2.28			增加附件 4 验收会验收意见
B	2022.2.28	136	9.3.3	增加 5、6 号机组运行前海水水质中活性磷酸盐调查结果
B	2022.2.28	144-147	9.4.1	增加应急管理和应急演练相关内容



目 录

1 项目概况	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 验收范围和內容.....	2
2 验收依据	4
2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度	4
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范	5
2.3 建设项目环境影响报告书及其审批部门审批决定	6
2.4 其他相关文件	6
3 项目建设情况	7
3.1 地理位置及平面布置	7
3.2 建设內容	11
3.3 燃料组件及换料管理	13
3.4 水源及水平衡	13
3.4.1 海水用水系统.....	14
3.4.2 淡水用水系统.....	14
3.5 技术路线	16
3.6 环境管理目标值	16
3.6.1 国家法规和标准的要求	16
3.6.2 核电厂申请和批准的年排放量	17
3.6.3 核电厂流出物排放管理目标值	17
3.7 项目变动情况	18
4 环境保护设施	19
4.1 污染物治理设施	19
4.1.1 放射性废液处理系统	19
4.1.2 放射性废气处理系统	25
4.1.3 放射性固体废物处理系统	28
4.1.4 化学污染物治理措施	28

4.1.5 含油废水的处理设施	29
4.1.6 生活污水处理设施	29
4.1.7 非放射性固体废物治理措施	29
4.1.8 噪声治理措施	30
4.2 其他环境保护设施	30
4.2.1 应急设施	30
4.2.2 排污口、监测设施及在线监测装置	31
4.3 环保设施投资及“三同时”落实情况	41
5 环境影响报告书主要结论与建议及其审批部门审批决定	42
5.1 环境影响报告书主要结论与建议	42
5.1.1 主要结论	42
5.1.2 环评报告书建议/承诺	47
5.2 环评报告书批复	47
5.3 环境影响报告书中环保措施落实情况核实	48
5.4 环境影响报告书批复落实情况	49
6 验收执行标准	50
6.1 流出物监测评价标准	50
6.2 电磁环境监测评价标准	51
6.3 噪声监测评价标准	51
6.4 废水监测评价标准	52
6.5 海水水质评价标准	53
7 验收监测	55
7.1 环境保护设施调试运行效果	55
7.1.1 放射性废物处理设施运行效果监测	55
7.1.2 非放射性废水处理设施运行效果监测	56
7.1.3 噪声治理措施运行效果监测	57
7.2 环境质量监测	58
7.2.1 辐射环境监测	58
7.2.2 电磁环境质量监测	59

7.2.3 海水水质监测	60
7.2.4 温排水监测	60
8 质量保证	61
8.1 核电站流出物监测与环境监测质量保证	61
8.1.1 监测方法控制	63
8.1.1.1 流出物监测分析方法	63
8.1.1.2 辐射环境监测方法	65
8.1.2 仪器设备的检定/校准	66
8.1.3 标准物质的质量控制	69
8.1.4 人员能力控制	70
8.1.4.1 流出物相关人员培训及考核	70
8.1.4.2 环境监测相关人员培训及考核	70
8.1.5 流出物监测过程中的质量控制措施	71
8.1.5.1 流出物取样、运输和贮存	71
8.1.5.2 预处理及分析方法	72
8.1.5.3 质控样品测定	72
8.1.5.4 加标回收率的测定	72
8.1.5.5 质量控制图	73
8.1.5.6 原始记录	73
8.1.5.7 分析数据的处理及报告	73
8.1.5.8 数据处理	73
8.1.6 环境监测中的质量控制措施	75
8.1.6.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制	75
8.1.6.2 样品处理、分析测量中的质量控制措施	75
8.1.6.3 质控样品	76
8.1.7 外部质量控制	77
8.1.8 竣工验收专项比对	79
8.1.8.1 流出物监测	79
8.1.8.2 辐射环境监测	82
8.2 噪声监测过程中的质量保证和质量控制	91

8.2.1 监测环境条件控制	91
8.2.2 监测方法控制	91
8.2.3 监测设备控制	91
8.2.4 量值溯源	91
8.2.5 数据记录控制	92
8.2.6 数据处理质量控制	92
8.2.7 监测人员资质	92
8.3 电磁环境监测过程中的质量保证和质量控制	92
8.3.1 监测环境条件控制	92
8.3.2 监测方法控制	92
8.3.3 监测设备控制	93
8.3.4 量值溯源	93
8.3.5 数据记录控制	94
8.3.6 数据处理质量控制	94
8.3.7 监测人员资质	94
9 验收监测结果	95
9.1 生产工况	95
9.2 环保设施调试运行效果	95
9.2.1 放射性废液治理设施效能	95
9.2.1.1 放射性废液处理系统调试情况	95
9.2.1.2 放射性液态流出物处理系统的运行情况	97
9.2.2 放射性废气处理设施效能	103
9.2.2.1 放射性废气处理系统调试情况	103
9.2.2.2 放射性废气处理设施运行情况	105
9.2.3 放射性固体废物处理设施效能	111
9.2.3.1 放射性固体废物处理系统调试情况	111
9.2.3.2 放射性固体废物处理系统运行情况	111
9.2.4 化学污染物治理效果	111
9.2.5 含油废水治理效果	112
9.2.6 生活污水处理设施效能	113

9.2.7 非放射性固体废物治理效果	114
9.2.8 噪声治理效果	114
9.3 工程建设对环境的影响	115
9.3.1 辐射环境监测结果	115
9.3.2 电磁环境监测	129
9.3.3 海水水质监测	131
9.3.4 温排水影响监测	133
9.4 其他环境保护设施核实	139
9.4.1 应急设施与应急管理	139
9.4.2 排污口、监测设施及在线监测装置	143
9.4.2.1 排污口设置	143
9.4.2.2 监测设施	143
9.4.2.2.1 放射性气态流出物在线监测	143
9.4.2.2.2 放射性液态流出物在线监测	143
9.4.2.2.3 辐射环境在线监测	143
9.4.2.2.4 地下水监测井	143
9.4.2.2.5 流出物监测实验室	143
9.4.2.2.6 环境实验室	145
9.4.2.2.7 环境应急监测设施	146
9.4.2.2.8 非放射性污染物监测	146
9.4.2.2.9 热影响监测	147
9.4.2.2.10 气象观测	147
9.4.2.2.11 水文观测	147
9.4.2.2.12 生态监测	147
9.4.2.2.13 噪声监测	147
9.4.2.2.14 电磁环境监测	148
10 验收监测结论	149
10.1 概述	149
10.2 工程变动情况	149
10.3 环境保护设施建设情况	149

10.4 环境保护设施调试效果	150
10.5 工程建设对环境的影响	151
10.6 验收结论	152
10.7 后续建议	152
附件 1 环境影响报告书批复	153
附件 2: 危险废物处理合同	156
附件 3: 危险废物处理单位资质	165
附件 4: 验收意见	170



1 项目概况

1.1 项目背景

本工程为田湾核电站扩建工程 5、6 号机组，建设 2 台 M310 型百万千瓦级压水堆核电机组。田湾核电站规划建设 8 台百万千瓦级核电机组，厂址进行统一规划，分期建设。1~4 号机组为俄罗斯 WWER1000 压水堆核电机组，已投入运行，5 号机组已于 2015 年 12 月 27 日核岛 FCD，2020 年 7 月首次装料，2020 年 9 月商运；6 号机组已于 2016 年 9 月 7 日核岛 FCD，2021 年 2 月 1 日首次装料，2021 年 6 月 2 日具备商运条件。

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组各阶段环境影响评价均是由中国核电工程有限公司完成，各阶段环境影响报告书批复情况如下：

- 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书（选址阶段），审批部门：原环境保护部，审批时间：2010.5.4，审批文号：环审[2010]132 号；
- 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响复核报告（选址阶段），审批部门：国家核安全局，审批时间：2015 年 9 月 14 日，审批文号：国核安函[2015]94 号；
- 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段），审批部门：原环境保护部，审批时间：2015 年 12 月 23 日，审批文号：环审〔2015〕263 号；
- 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段），审批部门：生态环境部，审批时间：2020 年 7 月 7 日，审批文号：环审[2020]87 号。

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组主要里程碑如下：

- 2015 年 12 月 27 日，5 号机组核岛第一罐混凝土；
- 2016 年 9 月 7 日，6 号机组核岛第一罐混凝土；
- 2020 年 7 月 29 日，5 号机组首次装料；
- 2020 年 9 月 8 日，5 号机组并网发电；
- 2021 年 2 月 1 日，6 号机组首次装料；
- 2021 年 6 月 2 日，6 号机组并网发电。

根据国家相关要求，江苏核电有限公司委托苏州热工研究院有限公司开展田湾核

电站扩建工程 5、6 号机组（以下简称“本工程”）的竣工环境保护验收工作。2021 年 6 月，江苏核电有限公司组织召开了本工程竣工环境保护验收工作大纲和质量保证大纲专家（以下简称“两纲”）审查会。根据审查会会议纪要，苏州热工研究院有限公司完善了两纲内容。2021 年 7 月和 10 月，苏州热工研究院有限公司依据两纲赴田湾核电站现场开展了竣工环保验收现场资料收集、采样、监测、环境管理检查等。根据现场检查、现场监测、实验室分析结果，编制了本竣工环境保护验收监测报告，作为本工程竣工环境保护验收的支持性材料。

2022 年 2 月 17-18 日，江苏核电有限公司主持召开了本工程竣工环境保护验收会，形成《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组的竣工环境保护验收意见》，详见附件 4，并根据验收会议中提出的建议进行了修改，编制完成本报告。

1.2 验收范围和内容

依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），2021 年 6 月，江苏核电有限公司委托苏州热工研究院有限公司开展田湾核电站扩建工程 5、6 号机组的竣工环境保护验收监测报告编制工作，苏州热工研究院有限公司的环境检测中心取得了检验检测机构资质认定证书（171012050252），曾多次承担核电站竣工环境保护验收报告编制工作。

本工程验收范围主要是 5、6 号机组核岛、常规岛和 BOP 工程的环保设施运行效能评估、流出物监测和辐射环境监测系统性能评价、流出物排放和环境辐射水平监测结果评价等，5、6 号机组利用 1~4 号机组的配套工程、辅助工程、公用工程等已通过环境保护验收的，本次不再进行重复验收。

2021 年 7 月和 10 月，苏州热工研究院有限公司工作人员赴田湾核电站开展现场监测、资料收集和现场核查工作。

开展的现场核查工作包括：

- （1）核查环保手续履行情况；
- （2）核查本工程建成情况，确定建设性质、地点、技术路线等，分析工程组成及规模是否与环境影响报告书相一致；

（3）核查环境保护设施建设和调试情况，确定环境保护设施是否满足“三同时”要求；

（4）核查流出物排放浓度与总量是否满足国家法规标准的规定和监管部门的批复要求；

（5）核查核电站自主开展的废水监测及其排放情况；

（6）核查核电站周围环境辐射水平，确定机组试运行后对环境的辐射影响是否与环境影响报告书预测相一致；

（7）核查核电站开展的温排水遥感调查、海水水质监测、海洋生态监测和海洋水文观测情况。

开展的现场监测工作包括：

（1）流出物全面监测，并与电厂自主监测进行比对，监测方案见表 7-1；

（2）对周围辐射环境开展一次监测，并与电厂自主监测进行比对，监测内容和方案见表 7-3；

（3）厂界噪声及周围居民点声环境监测；

（4）电磁环境监测。



2 验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

本项工作在验收监测和现场核查、编制报告的过程中将遵循以下法律法规、标准和规章。其中，主要考虑以环境影响报告书所列的法规标准作为验收依据，对于环境影响报告书批准以后发布或修订的法规标准在本次验收时将新进行校核。

- 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修订）；
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）；
- 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行）；
- 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日修订）；
- 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- 《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月 28 日修订）；
- 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年 11 月 1 日）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；
- 《放射性物品运输安全管理条例》（2010 年 1 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- 《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日起施行）；
- 《近岸海域环境功能区管理办法》（2010 年 12 月 22 日）；
- 《核电站核事故应急管理条例》（HAF002）；
- 《核电站厂址选择安全规定》（HAF101）；
- 《放射性废物安全监督规定》（HAF401）；

- 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日）；
- 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环境保护部、工信部、国防科工局 2017 年第 65 号公告，2017 年 11 月）；
- 《核动力厂营运单位的应急准备和响应》（HAD002/01-2010）；
- 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号，2015 年 4 月 2 日发布）。

2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001，按 HJ61-2021 校核）；
- 《环境核辐射监测规定》（GB12379-1990），按《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）校核；
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89），按《核电站流出物放射性监测技术规范（试行）》（国核安发【2020】44 号）校核；
- 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB8999-1988，按 GB8999-2021 校核）；
- 《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），按《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021 校核）；
- 《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）；
- 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；
- 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002），按《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB 18920-2020）校核；
- 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

- 《声环境质量标准》 (GB3096-2008) ;
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) ;
- 《放射性废物管理规定》 (GB14500-2018) ;
- 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》 (GB18599-2001) , 按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 GB18599-2020 校核) ;
- 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18957-2001) (2013 年修订) ;
- 《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014) 。

2.3 建设项目环境影响报告书及其审批部门审批决定

- 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书 (运行阶段) (报批版) (江苏核电有限公司, 2019 年 10 月) ;
- 关于田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书 (运行阶段) 的批复 (生态环境部, 环审[2020]87 号) 。

2.4 其他相关文件

- (1) 环评报告审批意见;
- (2) 国家核安全局批准的与环境保护相关的其他文件;
- (3) 本项目招标文件、技术规范书及投标文件;
- (4) 项目收集的三废系统和环境监测系统设计文件、系统调试报告;
- (5) 本工程试运行以来的流出物监测和辐射环境监测年报、月报;
- (6) 环境管理程序;
- (7) 试运行以来开展的环境专项研究报告。



3 项目建设情况

3.1 地理位置及平面布置

田湾核电站位于江苏省连云港市连云区宿城乡，厂址濒临黄海，西距连云港市海州区中心约 33km（直线距离，下同）；西北距连云区中心约 11km；北距连云港码头约 5.2km；东北距高公岛乡约 2km，田湾核电地理位置见图 3-1。

田湾核电站规划机组主厂房群（反应堆厂房中心）在同一轴线上由东向西平行布置。1~4 号机组工程主厂房区布置在厂区东侧，5、6 号机组主厂房区布置在 4 号机组西侧，能充分利用 1~4 号机组有关设施和电厂建设资源，实现电厂资源的充分利用。

5、6 号机组反应堆厂房中心坐标（1954 北京坐标系）为：

- 5 号机组反应堆厂房 X=3840537.184 Y=40449794.422
- 6 号机组反应堆厂房 X=3840585.548 Y=40449719.948

田湾核电站总平面布置示意图见图 3-2，5、6 号机组平面布置图见图 3-3。



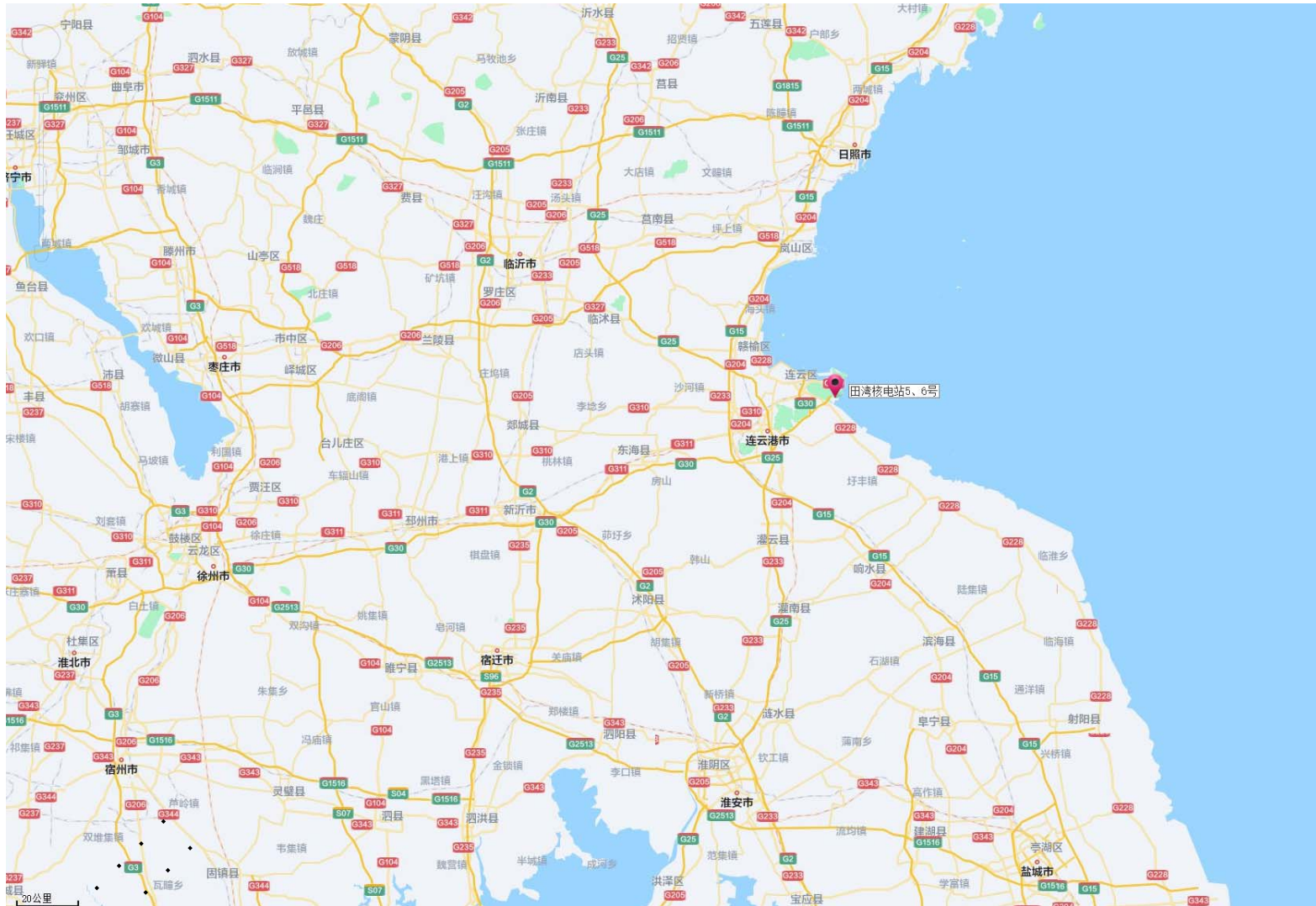


图 3-1 田湾核电站地理位置示意图



图 3-2 田湾核电站厂平面布置示意图

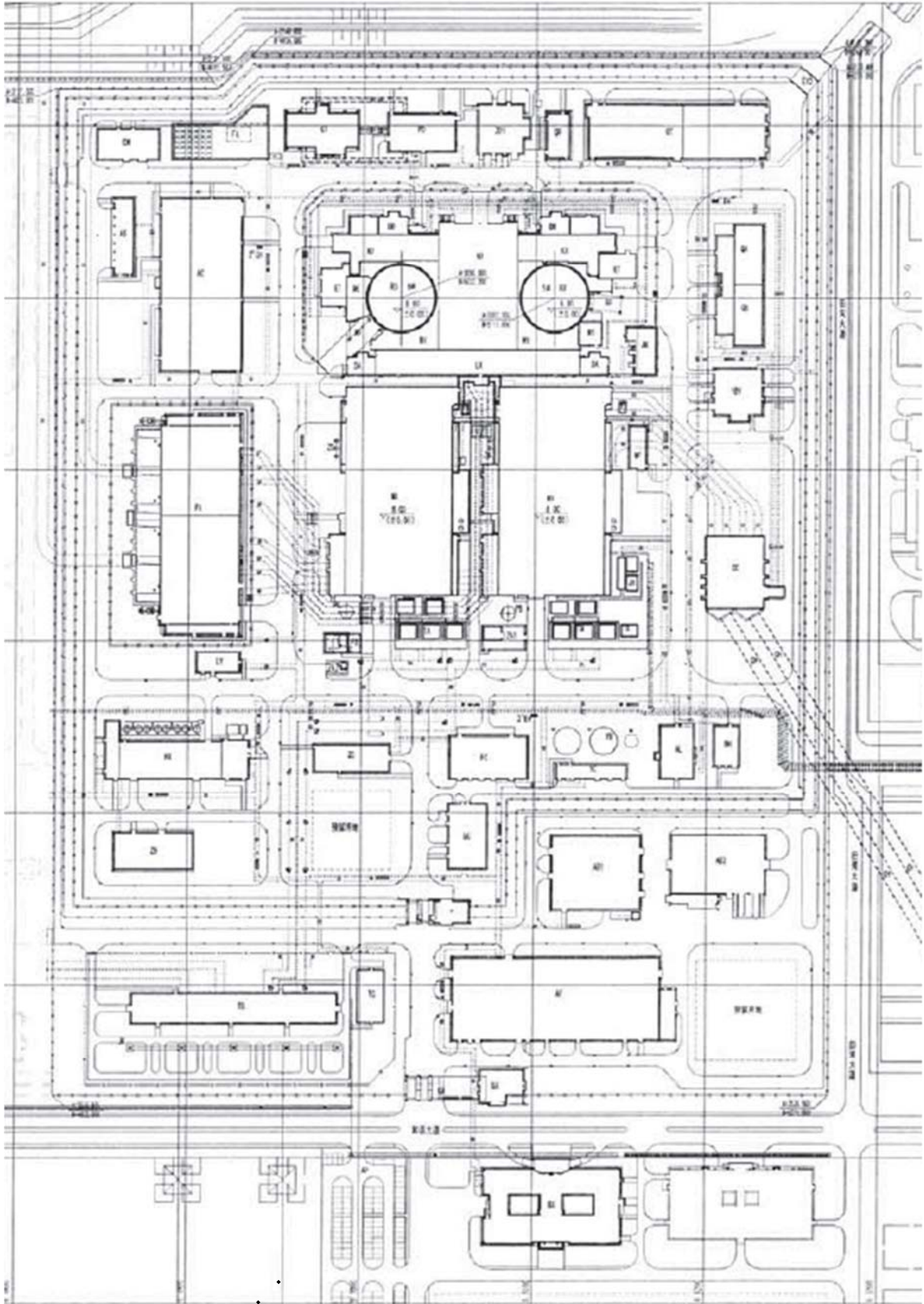


图 3-3 5、6 号机组平面布置图

3.2 建设内容

本工程由核岛 NI、常规岛 CI 和配套设施 BOP 组成。厂区总平面按功能分为五个区，分别为主厂房区、循环水设施区、开关站区、辅助生产区、厂前区及其他设施区，扩建工程 5、6 号机组的 2 台机组主厂房建筑群及其辅助生产建、构筑物的工程组成详见表 3-1，部分辅助生产设施按照 5~8 号四台机组一次建设。

表 3-1 田湾核电站 5、6 号机组主要建、构筑物

分区	子项号	建构筑物名称	备注
核岛	RX	反应堆厂房	单机组设置
	LX	电气厂房	5、6 号共用
	NX	核辅助厂房	5、6 号共用
	DX	柴油发电机厂房	单机组设置
	EU	5、6 号机联楼	5、6 号共用
	KX	燃料厂房	单机组设置
	WX	连接厂房	单机组设置
	RE	辅助给水箱间	单机组设置
	ET	反应堆停堆更衣室	单机组设置
	RP	核岛龙门架	单机组设置
常规岛	MX	汽轮发电机厂房	单机组设置
	MF	消防稳压设备间	5、6 号共用
	MO	润滑油传送间	5、6 号共用
	MP	凝结水精处理间	单机组设置
	MV	汽机通风间	单机组设置
	TA	主变压器平台	单机组设置
	TX	备用变压器平台	
	FF	常规岛事故排油坑	单机组设置
	FS	油水分离池	5、6 号共用
	JX	辅助变压器平台	5、6 号共用
	LM	LX 与 MX 间连廊	5、6 号共用
	PB	TE 除盐水箱	单机组设置
	FG	放射性油水分离池	在 MX 内
	TB	主开关站	5~8 号机组共用
	TC	网控楼	5~8 号机组共用
	TD	辅助开关站	5~8 号机组共用
	JN	500kV 进线门架	厂房按 5~8 号机组共用设计，设备分期配置
	CA	取水头部	5~8 号机组共用

分区	子项号	建构筑物名称	备注
水工子项	CF	取水口管理站	5~8 号机组共用
	CE	取水隧洞	5、6 号共用
	CH	排水隧洞	5、6 号共用
	PX	联合泵房	5、6 号共用
	GD	循环水进排水管道	5、6 号共用
	GA	重要厂用水取水管道	5、6 号共用
	GS	重要厂用水排水管道	5、6 号共用
	CC	虹吸井	5、6 号共用
辅助生产区	AC	放射性机修车间	5、6 号共用
	AK	严重事故低压电源厂房	5、6 号共用
	AS	特种汽车库	5~8 号机组共用
	CT	机械通风冷却塔 (含水池)	5、6 号共用
	PD	机械通风冷却塔辅助泵房	5、6 号共用
	IDY	5 号机组备用柴油发电机厂房	
	2DY	6 号机组备用柴油发电机厂房	
	EN	放射源库	5、6 号共用
	QA	核岛液态流出物排放厂房	5、6 号共用
	QB	常规岛液态流出物排放厂房	5、6 号共用
	QR	放射性废油暂存库	1~6 号机组共用
	QT	废物暂存库	5~8 号机组共用
	ABI	综合仓库	5、6 号共用
	AB2	大件仓库	5、6 号共用
	AF	机电仪修车间	5、6 号共用
	AL	厂区实验室	5、6 号共用
	FC	润滑油和油脂库	5、6 号共用
	BH	职业去污室	全厂共用
	HX	制氮站	厂房按 5~8 号机组共用设计, 设备分期配置
	OB	高位水箱	5、6 号共用
	UA	控制区大门	5、6 号共用
	UB	围栏	5、6 号共用
	UD	保护区大门	5、6 号共用
	UG	保安楼	5、6 号共用
	YB	除盐水储水罐	5、6 号共用
	YC	加氨间及氨贮存间	5、6 号共用
ZAI	氮气站	5、6 号共用	
ZA2	气体储存区	5、6 号共用	

分区	子项号	建构筑物名称	备注
	ZB	氢气贮存及分配站	厂房按 5~8 号机组共用设计, 设备分期配置
	ZC	空气压缩机房	厂房按 5~8 号机组共用设计, 设备分期配置
	ZD	压缩空气罐	单机组设置
	LY	6.6kV 公用配电站	5、6 号共用
	FXI	新燃料转运场地	5、6 号共用
	EH	地下水监测井	5、6 号共用
其他设施区	BX	生产办公楼	5、6 号共用
	AP	停车场	5、6 号共用
	EA	培训中心	在一期培训中心北侧扩建
	FL	周值班宿舍	5、6 号共用
	EY1	武警营房	5、6 号共用
	EY2	厂区西门、北门	5、6 号共用
	00	室外工程	5、6 号共用
	JG	截洪沟	
	PG	排洪沟	
	OIUMP	应急移动电源、移动泵仓库	1~6 号共用
	WIUCE	应急指挥中心	全厂共用
	T4UKT	废物处理中心	1~6 号共用
	CQ	大件码头	全厂共用, 1~4 号已建
	CB	取水明渠	全厂共用, 已随 3、4 号机组建设
CD	排水明渠	全厂共用, 已随 3、4 号机组建设	

3.3 燃料组件及换料管理

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组装载 157 组全 M5 型 AFA3G 燃料组件及其相关组件, 堆芯从首循环开始按 18 个月换料设计, 分三区装载, 对应的三种富集度分别为 1.8%, 2.4%, 3.1%; 从第二循环起, 每次换料卸出 68 组乏燃料组件, 同时装入相同数量的新燃料组件, 新燃料组件富集度分为 4.45% 和 4.95% 两种, 第五循环达到平衡循环, 平衡循环燃料组件批平均卸料燃耗约为 47000MWD/tU。

3.4 水源及水平衡

核电站的主要用水系统分为海水用水系统和淡水用水系统。

3.4.1 海水用水系统

核电站海水取自黄海，其主要功能是向循环水系统（CRF）、重要厂用水系统（SEC）提供冷却水；向循环水处理系统（CTE）提供生产原水；向循环水过滤系统（CFI）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。

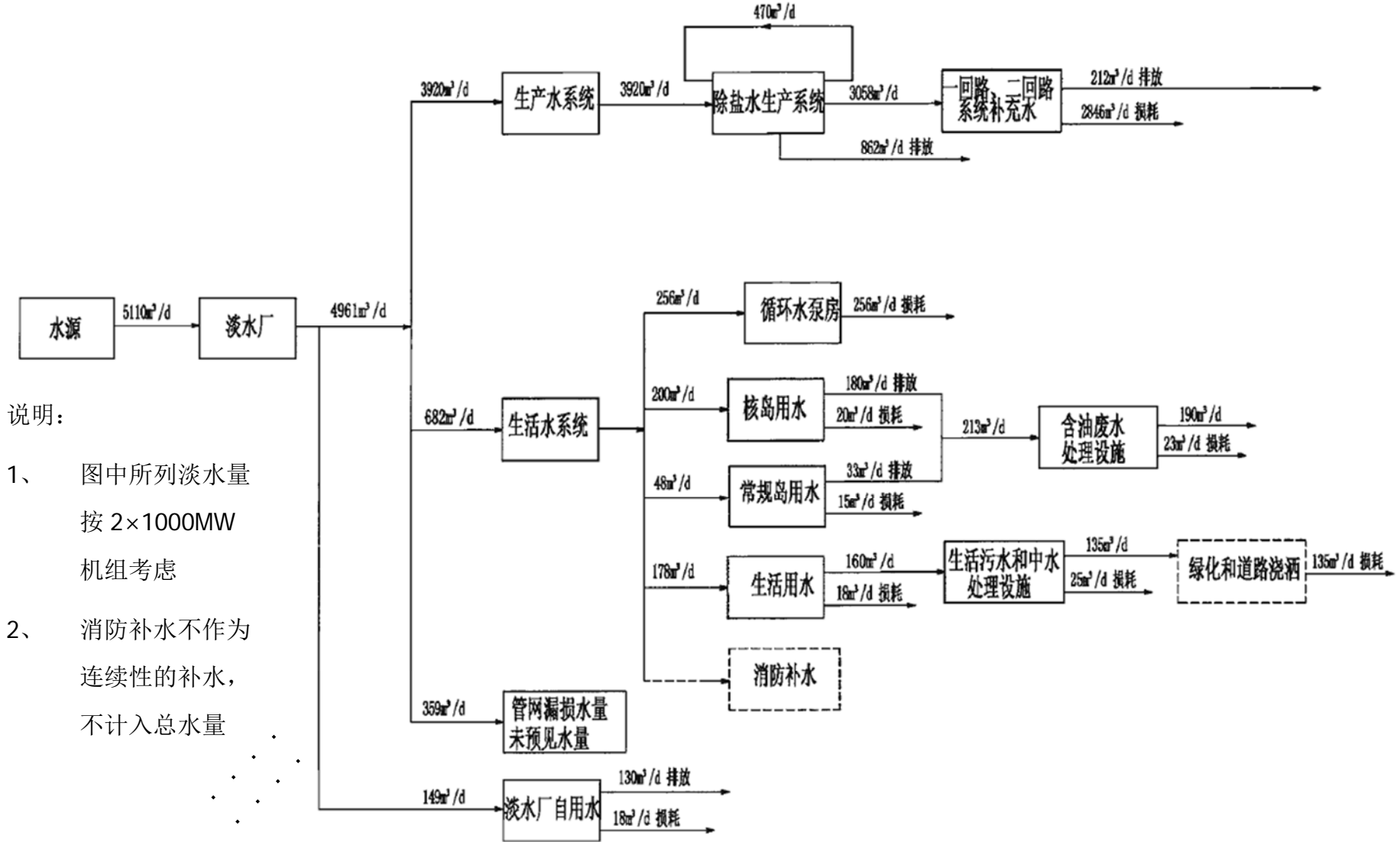
黄海海水水量充足可靠，可满足主冷却水系统、安全相关用户的工艺水系统及其他海水用水系统的取水需求。

3.4.2 淡水用水系统

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组与 1~4 号机组为同一水源。田湾核电站扩建工程 5、6 号机组淡水水源引自一期 1、2 号机组已建成的淡水厂，供应全厂生产用水、生活用水、消防用水以及施工用水。绿化、道路浇洒、洗车等用水采用中水。淡水厂总设计规模为 28000m³/d。淡水厂的原水取自蔷薇河。在蔷薇河刘顶河段河堤外建有取水泵站，由两根 DN500 输水管线送至淡水厂。淡水厂的设计规模为 28000m³/d，取水口、取水泵站及输水管线设计供水能力 30000m³/d，可满足核电站 1~6 号机组淡水取用水要求。

考虑管网漏损水量与未预见水量以及淡水厂自用水量，田湾核电站扩建工程 5、6 号机组运行期正常运行日用水量为 4961m³/d，最大日用水量为 6202m³/d。运行期间水量平衡图详见图 3-4。





说明:

- 1、 图中所列淡水量按 2×1000MW 机组考虑
- 2、 消防补水不作为连续性的补水, 不计入总水量

图 3-4 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组正常运行工况淡水水量平衡图

3.5 技术路线

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组采用 M310 改进型压水堆核电机组，考虑福岛核事故的经验反馈、HAF102 要求及《“十二五”期间新建核电厂安全要求》，结合概率安全分析、在建机组 SAR 审评共性问题的解决方案、以及国内外同类机组运行经验反馈，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，特别是提高了机组严重事故的预防和缓解能力，与国内近期开工的同类型机组安全水平相当。

3.6 环境管理目标值

3.6.1 国家法规和标准的要求

(1) 公众个人剂量控制

《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 中的第 6.1 条规定：任何厂址的核动力堆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 的剂量约束值。

(2) 年排放量控制

GB6249-2011 第 6.2 条规定每座轻水堆型 (3000MW) 核动力厂放射性气态和液态流出物的年排放量控制值，见表 3-2。

GB6249-2011 第 6.6 条款规定，核动力厂的年排放总量按季度和月控制，每个季度的排放总量不应超过所批准的年排放总量的二分之一，每个月的排放总量不应超过所批准的年排放总量的五分之一。若超过，必须迅速查明原因，采取有效措施。

表 3-2 GB6249-2011 规定的轻水堆流出物排放控制值

流出物类别	控制项目	轻水堆
放射性气态流出物 (Bq/a)	氚	1.5E+13
	碳-14	7.0E+11
	惰性气体	6.0E+14
	碘	2.0E+10
	粒子 (半衰期≥8d)	5.0E+10
放射性液态流出物 (Bq/a)	氚	7.5E+13
	碳-14	1.5E+11
	其余核素	5.0E+10

(3) 排放浓度控制

GB6249-2011 第 6.8 条规定,对于滨海厂址,槽式排放口处的流出物中除氚和碳-14 外其它放射性核素不应超过 1000Bq/L。

3.6.2 核电厂申请和批准的年排放量

(1) 剂量控制

依据运行阶段环境影响报告书,田湾核电站扩建工程 5、6 号机组对公众照射的剂量约束值为 0.06mSv/a。

(2) 年排放量控制

关于田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书(运行阶段)的批复(生态环境部,环审[2020]87 号)规定了本工程的流出物年排放量,见表 3-3。

表 3-3 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组流出物排放量批准值

流出物类别	申请项目	5、6 号机组批准排放量
气态流出物 (Bq/a)	氚	5.37E+12
	碳-14	8.50E+11
	惰性气体	9.09E+13
	碘	6.45E+08
	粒子(T1/2≥8d)	7.16E+07
液态流出物 (Bq/a)	氚	5.37E+13
	碳-14	6.20E+10
	其余核素	2.46E+10

3.6.3 核电厂流出物排放管理目标值

为保证流出物排放管理达标,田湾核电站根据年度生产计划编制流出物排放量管理目标值,并将管理目标值分解至月度、连续三月累计控制值,对流出物排放进行管控,确保单月、连续三月累计实际排放量满足管理目标值管控要求。

流出物排放量管理目标值制定原则:统计田湾核电厂各机组历年流出物实际排放量及机组运行工况,结合年度机组运行计划,考虑机组在正常运行与维修期间流出物排放量的差异,参考其它核电厂的运行经验,估算年度流出物排放总量,再保留一定裕量作为年度排放总量管理目标值。表 3-4 给出了田湾核电站扩建工程 5、6 号机组流出物管理目标值。

表 3-4 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组流出物管理目标值

放射性气态流出物 (Bq/a)					放射性液态流出物 (Bq/a)		
惰性气体	碘	粒子	氚	碳-14	氚	碳-14	其余核素
6.10E+13	2.96E+08	9.60E+07	4.93E+12	4.80E+11	4.93E+13	2.4E+10	5.92E+09

3.7 项目变动情况

本项目无重大工程变更。



4 环境保护设施

4.1 污染物治理设施

4.1.1 放射性废液处理系统

放射性废液系统用于控制、收集、处理、输送、贮存、监测和排放核电厂正常运行期间（包括发生预期运行事件时）产生的放射性废液。核电厂的废液包括核岛废液和常规岛废液，核岛废液最终通过核岛废液排放系统（TER）排放，常规岛废液通过常规岛废液排放系统（SEL）排放，如果 SEL 系统的废液中放射性浓度超过排放限值，废液被送回 TEU 系统化学排水槽作再处理。

放射性废液系统用于控制、收集、处理、输送、贮存、监测和排放核电厂正常运行期间（包括发生预期运行事件时）产生的放射性废液。废液管理系统由下列系统组成：

- 硼回收系统（TEP）
- 废液处理系统（TEU）
- 核岛废液排放系统（TER）
- 放射性废水回收系统（SRE）
- 核岛疏水排气系统（RPE）

其它已被污染或可能被污染的废液由下列系统收集、处理或排放：

- 蒸汽发生器排污系统（APG）
- 常规岛废液收集系统（SEK）
- 常规岛废液排放系统（SEL）

除此之外，化学和容积控制系统（RCV）和反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统（PTR）也具备一部分废液系统的相关功能。

放射性废液的收集和处理流程图见图 4-1。其中 SRE、RPE、SEK 为废液收集输送系统，TEP、TEU、TER、APG、SEL 是废液处理、排放系统。



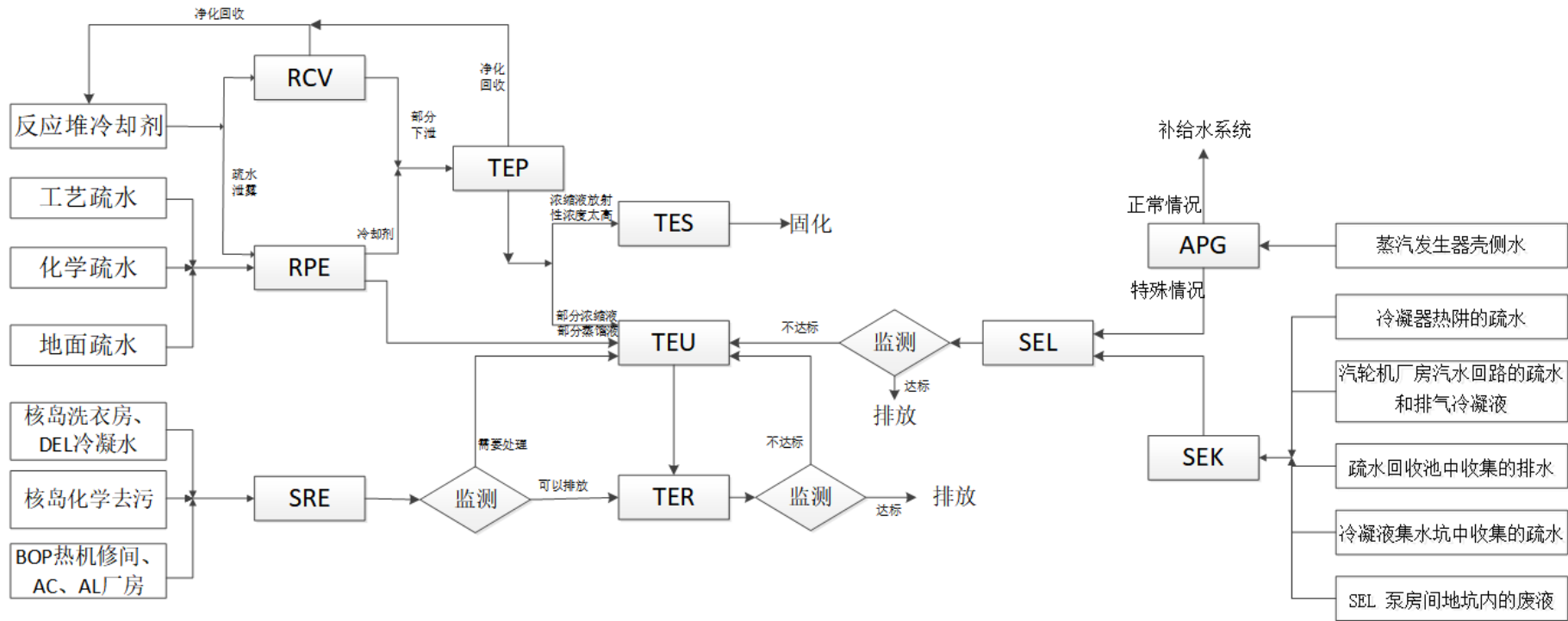


图 4-1 放射性废液系统废液流向示意图

4.1.1.1 硼回收系统 (TEP)

(1) 系统功能

TEP 系统为两台机组共用, 位于核辅助厂房内, 执行如下功能:

- 收集化学容积控制系统 (RCV) 与核岛排气和疏水系统 (RPE) 来的含氢反应堆冷却剂, 为反应堆冷却剂排水提供足够的贮存容积;
- 对含氢冷却剂用除盐和脱气进行净化, 通过蒸发制取反应堆补给水和 4% (重量百分比) 硼酸溶液, 返回反应堆硼和水补给系统 (REA) 重复使用;
- 用除盐器直接对化学容积控制系统 (RCV) 含低浓度硼酸的反应堆冷却剂的下泄流除硼。

(2) 主要处理设备

TEP 系统的主要处理设备包括各类贮罐和监测罐、除气塔、蒸发器、过滤器、除盐床以及用于输送流出物的离心式泵等。

(3) 系统组成

系统设置两条生产线, 能独立运行, 也能相互备用。每条生产线由净化、水与硼分离和除硼三部分组成。

- 净化: 净化部分包括前贮槽、过滤器、除盐器和除气装置, 处理能力 $27.2\text{m}^3/\text{h}$ 。除盐器的去污因子为 10, 除气塔脱气因子为 10^6 。正常运行情况下, 这部分是一条生产线对应一个反应堆。
- 水与硼分离: 水与硼分离部分为两堆共用, 主要设备有中间贮存槽、蒸发装置、蒸馏液监测槽和浓缩液监测槽, 处理能力为 $3.5\text{m}^3/\text{h}$ 。蒸发装置的去污因子为 10^3 。
- 除硼: 除硼部分设置两台相同的阴床除盐器和一台混床除盐器, 一台机组对应一台阴床除盐器, 对 RCV 来的含硼反应堆冷却剂直接除硼。设置一台混床除盐器用在大修期间一回路冷却剂的净化床。

TEP 产生的蒸馏液经过取样分析后有如下几种出路:

- 若水质满足反应堆补给水要求, 则由蒸馏液泵 013PO (012PO) 将其直接送往反应堆硼和水补给系统 (REA) 作为补给水使用;
- 若蒸馏液中硼浓度含量略高, 则将其送往阴床除盐器 TEP006DE 进一步除硼后送 REA 使用;

- 若蒸馏液不合格，需要再处理时，则利用蒸馏液泵 013PO (012PO) 打会中间贮槽去，重新在本系统的蒸发装置中处理；
- 为了维持反应堆冷却剂中合适的氚浓度，通过 TEU 的排放管将含氚高的蒸馏液送到 TER 排放。

TEP 产生的浓缩液经过取样分析后有如下几种出路：

- 若浓缩液合格，则利用浓缩液泵 TEP014PO 送到 REA 系统作为补给硼酸用；
- 若浓缩液不合格，则经浓缩液泵 TEP014PO 返回到中间贮槽中去，重新用蒸发器处理（仅限于低硼含量的浓缩液）；
- 若浓缩液不合格，也可用泵将其送往 TEU 工艺排水接收槽，由 TEU 系统除盐处理（仅限于低硼含量的和低放射性浓度的浓缩液）；
- 在浓缩液放射性浓度太高 ($\cong 1.85\text{TBq/m}^3$) 的情况下，送往 TES 装桶固化。

4.1.1.2 废液处理系统 (TEU)

(1) 系统功能

TEU 系统为两台机组共用，位于核辅助厂房内。该系统用于贮存、监测和处理从反应堆冷却剂系统来的不能复用的废液以及核电厂正常运行及预期事件中产生的其它放射性废液，并将处理后低于设定排放标准（总 $\gamma \leq 0.5\text{MBq/m}^3$ ）的废液排往 TER 系统的废液贮罐。

(2) 主要处理设备

TEU 系统的主要处理设备包括各类贮罐和监测罐、蒸发器、过滤器、除盐床以及各类用于输送流出物的泵等。

(3) 系统组成

TEU 系统包括前置贮存、化学中和、蒸发处理、除盐处理、过滤处理和监测排放六个处理单元。其处理的废液按其来源、化学物含量和放射性分为以下三种类型：

- 工艺排水：化学物含量低的放射性废液，采用除盐工艺处理，去污因子 10~100；
- 化学排水：化学物含量高的放射性废液，采用蒸发工艺处理，去污因子 1000；

- 地板排水、服务排水：含有各种化学物成分的低放射性废液，采用过滤工艺进行处理。

4.1.1.3 废液排放系统 (TER)

(1) 系统功能

废液排放系统 (TER) 收集、贮存和监测电厂核岛产生的废液，以及异常情况下蒸汽发生器排污系统 (APG) 产生的废液，提供排放通道。TER 系统位于核辅助厂房，由两台机组共用。

TER 系统处理的废液包括：

- 硼回收系统 (TEP) 来的废液，包括中间贮槽排放的含 $H-3$ 量高的反应堆冷却剂疏水和蒸发器蒸馏液；
- 废液处理系统 (TEU) 的废液，包括蒸发器蒸馏液、经除盐器处理的废水和经过滤器处理的废液；
- 放射性废水回收系统 (SRE) 的洗衣房和放射性化学车间的废水；
- 核岛排气和疏水系统 (RPE) 的疏水；
- 从核辅助厂房来的固体废物处理系统 (TES) 的疏水；
- 核岛废液流出物排放系统 (TER) 地坑疏排水；
- 异常情况下蒸汽发生器排污系统 (APG) 的蒸汽发生器排污液。

(2) 主要处理设备

TER 系统的主要处理设备为贮存罐和用于输送流出物的泵，此外，还有一套在线辐射监测报警装置 (KRT901MA)。

(3) 系统组成

为了满足核电厂放射性废液槽式排放的要求，TER 系统设置了 3 个 $500m^3$ 的贮存罐，每个罐带有一台离心泵，用于罐内废液的搅拌混合、排放或将废液重新送回 TEU 系统再处理。三个贮存罐中，在一个罐收集废液时，另一个已充满的罐可以取样监测，监测合格的废液通过排放管线排放，不合格的废液则可以返回到 TEU 系统重新处理。第三个罐作为备用。在 TEU 系统的贮存罐容量不能满足要求时，TEU 系统的废液能被传输到 TER 系统的贮存罐内暂存，等待处理。

TER 系统的排放管线为三个贮存罐共用，排放管线上设有一套属于 KRT 系统的放射性浓度监测装置，一个由 KRT 信号激发的自动截止阀，一个用于测量废液排放

体积的积分流量计，以及一根用于取样的疏水和取样管线。贮存罐内的废液排放时，KRT 系统的 901MA 通道在线监测废液的放射性浓度，当 KRT901MA 处于高报警阈值时，相应的自动截止阀被激发而自动关闭，废液排放停止。

4.1.1.4 常规岛废液贮存和排放系统（SEL）

（1）系统功能

SEL 系统由两台机组共用，SEL 系统具备如下的功能：

- 将常规岛的排放废液收集、混匀、取样分析、监测后有控制地排放。
- 当环境稀释能力不足而要求延迟排放，或当取样分析或辐射监测系统（KRT）监测到废液的放射性浓度超过允许排放限值时，可暂存废液；
- 将超过允许排放限值的废液输送至废液处理系统（TEU）处理；
- 为 TER 系统提供备用贮存罐。

（2）主要处理设备

SEL 系统的主要处理设备为贮存罐和用于输送流出物的泵，此外，还有一套在线辐射监测报警装置（KRT902MA）。

（3）系统组成及工艺流程

SEL 系统为两台机组共用，每两台机组设置三个废液排放贮槽和三台排放泵，地坑泵安装在泵房地坑内。本系统三台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；排放泵用于混和废液（通过喷射器）和排放废液；地坑泵把地坑内的水输送至贮槽。废液在贮槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据废液放射性浓度及环境稀释能力确定废液的排放流量。

排放管上的 KRT 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，如果排放废液的放射性浓度超过预定值，监测系统会发出警报并自动关闭隔离阀。贮槽废液放射性浓度超过排放限值，废液被送回 TEU 系统化学排水接收槽再作处理。

4.1.1.5 蒸汽发生器排污系统（APG）

（1）系统功能

由于蒸汽发生器一次侧向二次侧的泄漏或凝汽器的泄漏，二次侧的水可能会受到污染。为了使二次侧水的特性保持在电厂运行允许限值以内，蒸汽发生器排污是

必要的。APG 系统的主要功能是收集和处理蒸汽发生器排污产生的废液。该功能是通过以下的主要操作实现的：

- 蒸汽发生器二次侧水在不同流量下的连续排污；
- 冷却和减压；
- 排污产生的废液经连续处理后送往凝汽器再利用或送往 TER 系统或 SEL 系统排放。

（2）主要处理设备

APG 系统的主要处理设备有各类除盐床、加热器和过滤器。

（3）系统组成

核电厂两台机组各配置一个 APG 系统，每个 APG 系统由排污废液的收集和冷却、减压和流量控制站、处理回路和排放回路四部分组成。

4.1.2 放射性废气处理系统

放射性废气处理系统为两台机组共用，用于收集、贮存并处理两座反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准及核电厂管理规范要求后排入大气。

放射性废气处理系统主要包括：

- 废气处理系统（TEG）；
- 厂房通风系统（HVAC）；
- 主冷凝器真空系统（CVI）。

4.1.2.1 废气处理系统（TEG）

TEG 系统为两堆共用，位于核辅助厂房内。其功能是收集和处理放射性气态惰性气体、卤素元素和微粒，以将预期的废气年排放量和限制区及非限制区的工作人员受照剂量降至合理可行尽量低（ALARA）的水平。

TEG 系统有两个独立的子系统：即含氢废气子系统和含氧废气子系统，用于处理工艺废气：

- 含氢废气子系统对放射性含氢废气进行控制、收集、输运、贮存、衰变和监测，直至达到允许向环境排放的水平时进行可控排放；

— 含氧废气子系统接收各种设备和容器的放气，并维持某些贮存罐的负压，这样的气体可能含有放射性，气体进入 TEG 含氧系统母管经碘过滤器后排向核辅助厂房通风系统 (DVN)。

(1) 含氢废气子系统

含氢废气主要是由氢气、氮气、衰变过程中产生的放射性惰性气体 (例如 Xe, Kr) 和碘等组成。

该类废气进入本系统后采用压缩贮存、衰变的方法降低废气的放射性浓度。贮存期满后进行分析，如符合要求即可将废气排至 NX 厂房的通风系统

(DVN)，经由 DVN 系统的主排风 (空气) 稀释后排向烟囱。

(2) 含氧废气子系统

含氧废气主要由空气、少量放射性碘及其同位素组成。

该类废气由核岛疏水排气系统 (RPE) 收集于含氧废气母管中，进入本系统后经碘吸附器进行除碘处理后排至通风系统 (DVN)，经由 DVN 系统的主排风 (空气) 稀释后排向烟囱 (不经贮存)。

4.1.2.2 厂房通风系统 (HVAC)

核岛厂房通风系统 (HVAC) 对各厂房进行采暖、通风和空调，维持各厂房内的环境条件和一定的换气次数。根据需要，除了维持各厂房空气的温度、湿度以外，还对排风进行过滤和除碘处理，减少了气态放射性物质向大气环境的排放。HVAC 系统控制气流从较低污染区域流向较高污染区域，而且使各厂房内被污染的空气全部经监测过滤后，通过烟囱排放。这样可以确保运行人员的健康、安全和设备的有效运行以及对排入大气环境的空气的净化。

含放射性的废气主要来源于下述厂房，并由相应的通风系统进行过滤处理：

a) 燃料厂房

- 核燃料厂房通风系统 (DVK)
- 安全注入和安全壳喷淋泵电机房通风系统 (DVS)

b) 核辅助厂房

- 核辅助厂房通风系统 (DVN)
- 安全壳环廊房间通风系统 (DVW)

c) 反应堆厂房

- 安全壳内空气净化系统（EVF）
- 安全壳内大气监测系统（ETY）
- 安全壳换气通风系统（EBA）

每个厂房通风系统主要通过各类型过滤器对放射性空气进行过滤处理。过滤器类型包括进风预过滤器、排风预过滤器、高效过滤器、高效空气粒子过滤器和碘吸附器等。

a) 进风预过滤器

用于除去大气浮尘，这种过滤器效率相对较低，但效率至少为 85%（基于标准 GB/T14295）。

b) 排风预过滤器

用于高效过滤器和高效空气粒子过滤器前的排风过滤，捕集气流中的粗颗粒，以延长高效过滤器和高效空气粒子过滤器的使用寿命。这种过滤器效率至少为 85%（基于标准 GB/T14295）。

c) 高效过滤器

高效过滤器用来捕集气流中的细小颗粒。这种过滤器效率至少为 95%（基于标准 GB/T14295）。

d) 高效空气粒子过滤器（HEPA）

高效空气粒子过滤器用来捕集气流中的极细小颗粒。这种过滤器的净化系数至少为 5000（基于标准 GB/T6165）。

过滤器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。除非另有说明，过滤器介质均使用玻璃纤维材料。过滤器单元安装在过滤器的排架上或安装在密封的金属箱体中。

e) 碘吸附器

设置于有潜在放射性危险区域的通风系统中，用于吸附气流中的放射性碘。常态下，这种过滤器吸附分子碘的净化系数至少为 5000（或首次试验要求对甲基碘净化系数 ≥ 1000 ）（基于标准 NFM62206）。

碘吸附器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。吸附介质是含 1% 的 KI（碘化钾）和 TEDA（三乙烯二胺）浸渍的煤基炭或椰壳炭。碘吸附器单元安装在碘吸附器的排架上或安装在密封的金属箱体内。

4.1.2.3 冷凝器抽气系统（CVI）

CVI 系统的主要功能是保持冷凝器的真空度在正常运行所要求的水平。同时，把抽出的气体输送至 DVN 系统或在启动时抽出气体直接排入大气。该系统本身不具备放射性废气的贮存、处理功能。

当蒸汽发生器传热管破损时，一回路冷却剂从蒸汽发生器一次侧向二次侧泄露，从而造成 CVI 系统抽出的气体带有放射性。系统为此设置了放射性气体检测系统。

4.1.3 放射性固体废物处理系统

放射性固体废物处理设施包括田湾核电站 5、6 号机组新建部分和 1~6 号机组共用部分。5、6 号机组新建部分是位于核辅助厂房（N 厂房）的放射性废物处理系统（TES）和固体废物暂存库（QT），TES 系统用于收集核岛内产生的放射性固体废物、对废过滤器芯进行水泥固定处理，QT 用于暂存 5、6 号机组产生的放射性固体废物包。1~6 号机组共用部分是已建设施，包括放射性废物处理中心（T4UKT）和位于 2 号机组核服务厂（21UKC）的可降解处理系统（KPW），T4UKT 的设施用于运输和处理浓缩液、废树脂和杂项干废物（不包括可降解废物），KPW 系统用于处理可降解废物。

N 厂房内的 TES 系统为 5、6 号机组共用，主要包括浓缩液和废树脂贮存槽、浓缩液和废树脂转运站及废滤芯水泥固定等设备，QT 库容按 4 台机组（考虑后续 7、8 号机组）运行 5 年产生的废物量进行设计。

4.1.4 化学污染物治理措施

田湾核电站扩建工程 5、6 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：

（1）循环水处理系统（海水加氯系统）

为防止海洋生物在管道内和排放口繁殖，对流经取水头部、循环水及重要厂用水系统的海水作连续加氯处理。海水中的余氯包括游离态余氯和化合态余氯，加入冷却海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。

系统中加入的氯通过制氯站电解海水得到，制氯站产生的废水经中和后通过 CC 井排放。

（2）除盐水加氨系统

淡水厂在 1、2 号机组已建设完成，除盐水处理厂在 3、4 号机组已建成，不在本工程范围内，从 3、4 号机组除盐水处理厂来的除盐水经加氨后送 SER 除盐水箱，加氨过程中，如果 pH 和电导率不合格时，会产生少量废水，中和处理后经 CC 井排放。

（3）凝结水精处理系统

凝结水精处理系统采用 NaOH 溶液及 HCl 作为离子交换树脂的再生剂；每次树脂再生的排废水收集至精处理废水中和池内，中和后经 SEL 系统排放。

4.1.5 含油废水的处理设施

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 FS 油水分离池。FS 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 $< 5 \text{mg/L}$ ），经检测合格后最终排至大海；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。

4.1.6 生活污水处理设施

本项目使用 1、2 号机组已建成的生活污水处理系统，本项目不新建污水处理设施。目前，生活污水处理设施已完成改造，改造后的出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2020）中的绿化标准。

4.1.7 非放射性固体废物治理措施

（1）危险废物处理

危险废物委托有资质的单位进行处理处置。

（2）一般固体废物处理

委托有能力的单位进行处理处置。

4.1.8 噪声治理措施

核电站的噪声主要来自厂房群和汽轮机厂房中高速运转和有高速流体流动的设备，包括：

- 大量高温高压水泵及配套电动机在不停地高速运转；
- 柴油发电机组在热备用状态下的高速运转；
- 为大型空调和通风系统服务的电动鼓风机不停运转；
- 工艺过程的泄压释放系统的安全阀、管道和箱罐等，在执行排放或泄压功能时发出噪声；
- 电气系统的部分设备也会发出很强噪声。
- 高速运转的汽轮发电机组、主给水泵、增压泵和凝结水泵等机械动力噪声；
- 电动机、变压器等电气设备的磁场交变运动产生的电磁噪声；
- 在甩负荷时，蒸汽排入冷凝器前减温减压器会发出较强的噪声；
- 设备运行中其安全阀或排汽阀事故排汽时，尤其是主蒸汽管道内的蒸汽通过安全阀和泄压阀向大气排放时，会产生极强的气体动力噪声，但发生这种情况的概率非常低。

采取的主要治理措施包括隔声、减震和距离衰减。

4.2 其他环境保护设施

4.2.1 应急设施

田湾核电站应急设施为全厂共用设施，主要有：主控制室、备用控制室、技术支持中心、应急指挥中心、运行支持设施、监测和评价设施、应急通信系统等。电站同时还利用场区医学救护设施、消防设施、保卫设施等作为相应的辅助应急设施。



4.2.2 排污口、监测设施及在线监测装置

4.2.2.1 排污口设置

本工程流出物主要包括液态流出物和气态流出物，其排放口位置见图 4-2。

（1）液态流出物排放点

循环冷却水排水口为液态流出物排放点。液态流出物经处理达标后通过地下管沟排至虹吸井，稀释后经循环水排水暗渠排至排水明渠，最后通过排水明渠排至排水口（液态流出物排放点），进入厂址东南部海域（受纳水体）。

生活污水接入前期工程生活污水管网，经前期已建成的污水处理站处理达标后中水回用，多余部分排入厂址南侧排洪沟，并最终进入厂址东南部海域。

非放射性含油废水在油水分离池 FS 处理达标，后经虹吸井、循环水排水暗渠、排水明渠，排至排水口（液态流出物排放点），最终排至厂址东南部海域（受纳水体）。

液态流出物排放点坐标为：X=38220.344，Y=50974.785（1954 北京坐标系）。

（2）气态流出物排放点

反应堆排风烟囱为气态流出物排放点。5、6 号机组反应堆厂产生的气态流出物经过处理达标后，通过排风烟囱排入大气。

气态流出物排放点坐标为：X=40566.813，Y=49730.436（1954 北京坐标系），排风口标高为 73.38m（56 黄海高程）。



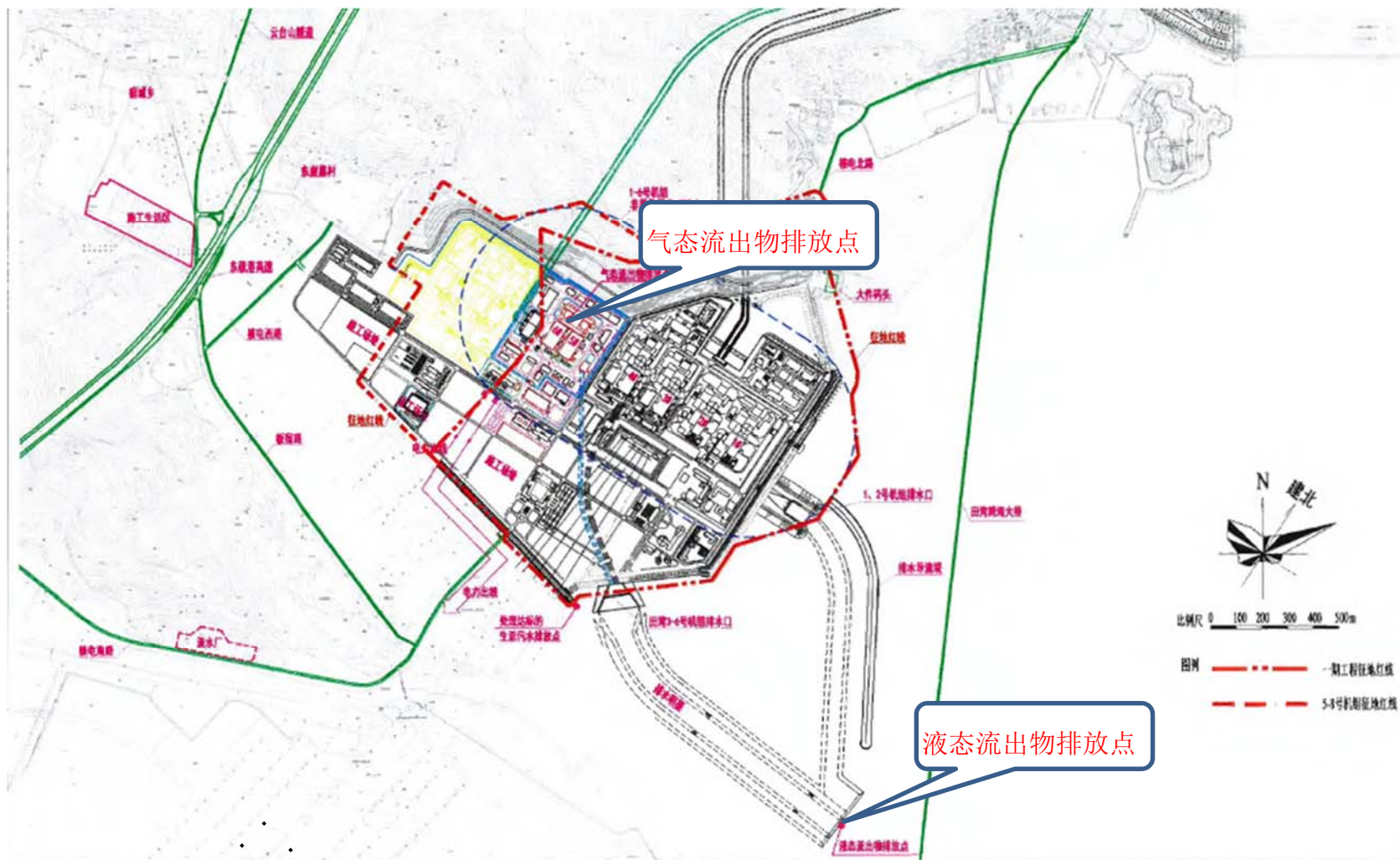


图 4-2 排放口布置点位图

4.2.2.2 监测设施

4.2.2.2.1 放射性气态流出物在线监测

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组设有一个排风烟囱，设有烟囱气溶胶活度监测道（1KRT016MA、2KRT016MA）、烟囱碘活度监测道（1KRT020MA、1KRT020MA），烟囱低量程气体监测道（1KRT017MA、2KRT017MA）和烟囱高量程气体监测道（1KRT021MA、2KRT021MA），各监测道的详细信息见表 4-1。

烟囱低量程和高量程气体监测道按照事故后监测系统(PAMS)的要求进行设计，包括两列冗余的监测设备。由烟囱低量程气体监测道给出的高辐射报警信号自动关闭安全壳内大气监测系统（ETY）隔离阀和废气处理系统（TEG）排放阀。

4.2.2.2.2 放射性液态流出物在线监测

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组设有 QA/QB 厂房。QA 厂房主要收集、贮存核岛废液排放系统（TER）废液，QB 厂房主要收集、贮存汽轮机厂房的废液（SEL）。在 QA、QB 厂房各设置一套低放液体排放监测道（9KRT901MA、9KRT902MA），其功能是连续监测贮罐排放管道中的废液浓度，以验证实验室所分析的排放前贮罐中的样品浓度，同时监视已分析过的废液贮罐废液是否在排放。当排放废液活度浓度超过预定阈值时，给出报警信号，并自动启动隔离阀，停止废液排放。监测道的信息见表 4-2。



表 4-1 气态流出物连续监测道情况

监测道编号	监测道名称	测量范围	一级报警阈值 Bq/m ³	二级报警阈值 Bq/m ³	探测器类型	测量对象	标定核素
1KRT016MA	5 号机组烟囱气溶胶活度监测道	1~3.7E+06Bq/m ³	40	280	半导体探测器	β	Tl-204、Pu-238
2KRT016MA	6 号机组烟囱气溶胶活度监测道	1~3.7E+06Bq/m ³	40	280	半导体探测器	β	Tl-204、Pu-238
1KRT020MA	5 号机组烟囱碘活度监测道	3.7~3.7E+06Bq/m ³	16	116	Nal (Tl)) 闪烁体探测器	γ	Ba-133
2KRT020MA	6 号机组烟囱碘活度监测道	3.7~3.7E+06Bq/m ³	16	116	Nal (Tl)) 闪烁体探测器	γ	Ba-133
1KRT017MA	5 号机组烟囱低量程气体监测道	3.7E+03~3.7E+09Bq/m ³	4.8E+05	3.4E+06	半导体探测器	β	Co-60
2KRT017MA	6 号机组烟囱低量程气体监测道	3.7E+03~3.7E+09Bq/m ³	4.8E+05	3.4E+06	半导体探测器	β	Co-60
1KRT021MA	5 号机组烟囱高量程气体监测道	3.7E+08~3.7E+15Bq/m ³	5E+08	2E+09	电离室	β	Cs-137
2KRT021MA	6 号机组烟囱高量程气体监测道	3.7E+08~3.7E+15Bq/m ³	5E+08	2E+09	电离室	β	Cs-137



表 4-2 液态流出物连续监测道情况

监测道编号	监测道名称	测量范围	一级报警阈值 Bq/m ³	二级报警阈值 Bq/m ³
9KRT901MA	核岛废液 γ 活度监测道	3.7E+03~ 3.7E+08Bq/m ³	2.7E+06	4.5E+06
9KRT902MA	常规岛废液 γ 活度监测道		8E+04	4E+05

4.2.2.2.3 辐射环境在线监测

田湾核电站一期工程已设置了 13 个固定式环境 γ 辐射监测站，分别为厂内站 8 个，厂外站 5 个，厂内站包括双围墙内 4 个站（91UCJ、92UCJ、93UCJ、94UCJ）、厂前区（01UCJ）、现场综合楼（W1UCJ、核电观景平台 W2UCJ、厂界排水渠 W3UCJ），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）及板桥镇（06UCJ）。

厂区外 3 个站（杨圩、宿城乡和环境监测楼）和厂区 2 个站（厂前区和双围墙）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。

4.2.2.2.4 地下水监测井

5、6 号机组在厂区新增 3 口地下水监测井，分别位于 QA 厂房、FC 厂房、AC 厂房附近。

4.2.2.2.5 流出物监测实验室

流出物实验室用于监测核电厂气态和液态流出物的样品，以确定被排放气态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位于厂区实验室一层，流出物实验室包括包括热冷制备间（112）、热制备间（114）、核素测量间（108）、 γ 谱仪探头间（109）和放射源储存间（116）。

5、6 号机组流出物监测大纲见表 4-3。

表 4-3 流出物监测大纲

系统		监测项目	监测频次	监测设备	方法探测下限典型值 (Bq/m ³)	不确定度
液态流出物	TER	总 γ 、总 β 、 γ 核素、H-3、C-14、Sr-90	每次排放前监测总 γ 、总 β 、 γ 核素、H-3、C-14；Sr-90 每季度监测一次。	低本底 α/β 计数器 γ 谱仪液闪谱仪	总 β : 7500 总 γ : 18000 H-3: 12000 C-14: 9000 (C-14 提取时为 20800)	总 β : 29.3% 总 γ : 10.7% H-3: 27.6% C-14: 23.8%
	SEL	总 γ 、总 β 、 γ 核素、H-3、C-14	每次排放前监测总 γ 、总 β 、 γ 核素、H-3、C-14。			
气态流出物	DVN	惰性气体	单次取样, 每月 4 次。	γ 谱仪	3.35E+02 (Xe-133)	-
		卤素	累积取样, 每月 4 次。	γ 谱仪	1.34E-04 (I-131)	-
		气溶胶	累积取样, 每月 4 次。	γ 谱仪	3.70E-04 (Co-60)	-
		气态 H-3	累积取样, 每月 4 次。	液闪谱仪	1.9	30.1%
		气态 C-14	累积取样, 每月 4 次。	液闪谱仪	1.5	20.7%
	TEG	惰性气体、卤素、气溶胶、气态 H-3	每次排放前监测惰性气体、卤素、气溶胶、气态 H-3。	γ 谱仪液闪谱仪	3.35E+02 (Xe-133) 1.50E+00 (I-131) 3.62E+00 (Co-60) 1.05E+02 (H-3)	H-3: 30.1%
	ETY	惰性气体、卤素、气溶胶、气态 H-3	每次排放前监测惰性气体、卤素、气溶胶、气态 H-3。		3.35E+02 (Xe-133) 3.50E-03 (I-131) 3.00E-03 (Co-60) 1.50E+01 (H-3)	

4.2.2.2.6 环境实验室

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。

环境监测楼是田湾核电站全场共用设施。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。

田湾核电站环境监测大纲见表 4-4。

表 4-4 田湾核电站环境辐射监测大纲

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、板桥和环境楼各 1 点	13	
		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	I-131	月	双围墙内 1 点，厂前区、杨圩、宿城和环境楼各 1 点	5	
		C-14	月			
		H-3	月			
	气溶胶	总 α 、总 β	周	双围墙内 1 点，厂前区、综合楼、杨圩、宿城和环境楼各 1 点	6	
		γ 核素	月			
		Cs-137	半年			
	沉降灰	总 α 、总 β 、Sr-90、 γ 核素	季	双围墙内 1 点，厂前区、杨圩、宿城和环境楼各 1 点	5	
降水	H-3、 γ 核素	季				
陆地水	饮用水	总 α 、总 β 、H-3、 γ 核素	季	核电厂现场、宿城、高公岛、青口	4	
	地表水	H-3、 γ 核素	半年	宿城水库、蔷薇河、青口河	3	
	地下水	H-3、 γ 核素	半年	厂区地下水井、高公岛、东磊山泉	4	
土壤、岸边沉积物		γ 核素、Sr-90	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、Sr-90	年	宿城水库	1	
农畜产品	农作物	稻谷	γ 核素	年	核电站边界、青口	2
		小麦	γ 核素	年	板桥、宿城、青口	3
		青菜	γ 核素	年	宿城、柳河、青口	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、青口	2
		鸡	γ 核素	年	宿城、青口	2
		淡水鱼	γ 核素	年	朝阳、新浦	2
		牛奶	I-131	半年	东辛农场	1
	海水和沉	海水	H-3、 γ 核素	半年	排放口 3 点及排放口附近 2 点、高公岛、丁港、水岛、连岛、青口闸以北	10

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	
积物		总 β 、H-3	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	3	
		Sr-90	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、Sr-90	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、Sr-90	年	丁港、青口闸	2
海产品	鱼类	黄鲫鱼	γ 核素	年	连云港以东海域、青口下口海域	2
		蓝点鲷	γ 核素	年	连云港以东海域、青口下口海域	2
		带鱼	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		鲻鱼	γ 核素	年	连云港以东海域、青口下口海域	2
	甲壳类	鹰爪虾	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		虾	γ 核素	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、青口下口海域	2
		虾菇	γ 核素	年	连云港以东海域、青口下口海域	2
	软体类	蛤仔	γ 核素	年	连云港以东海域	1
		乌贼	γ 核素	年	连云港以东海域、青口下口海域	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	年	柳河、青口下口海域	2
		海带	γ 核素	年	连岛	1
	指示生物	松针	Sr-90、 γ 核素	年	宿城水库保驾山、北崮山	2
		牡蛎	Sr-90、 γ 核素	半年	高公岛附近海域、青口下口海域	2
盐类	海盐	γ 核素	年	台南盐场	1	
	卤水	H-3、 γ 核素	年	台南盐场	1	

4.2.2.2.7 环境应急监测设施

参与应急环境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。

—环境监测车/应急监测车和环境介质取样车：监测车内配备便携式放射性测量和取样设备以及气象设备，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。

—环境实验室：环境实验室在事故期间仍具备对环境介质的放射性测量能力，在事故期间参与应急响应。

4.2.2.2.8 非放射性污染物监测

田湾核电站在运行期间将会向环境排放少量化学有害物，主要是通过液态途径向海洋排放。因此环境监测中考虑非放射性化学物质测量，以检验液态流出物中非放射性化学有害物是否符合国家有关的排放标准，评估液态流出物中非放射性化学有害物排放对核电厂附近海域生态的影响。监测内容主要有：余氯、pH、联氨、氨氮、磷酸盐、油类等，监测方案见

监测对象	取样测量地点	分析项目	周期
总排口 废水	取水口、1~2号机组循环冷却水取样站、1~2号机组安全厂用水取样站、3~4号机组排放口、5~6号机组排放口	硼、油类、硫酸盐、镍、钾、铁、COD、BOD ₅ 、活性磷酸盐、联氨、氨氮	月
		溶解氧、pH值、余氯、温度	周

田湾核电站在本工程运行期间对生活污水进行监测，执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准，监测内容主要有：pH 值、温度、氨氮、总氮、总磷、油类等。

表 4-5 田湾核电站非放射性污染物监测方案

监测对象	取样测量地点	分析项目	周期
------	--------	------	----

总排口 废水	取水口、1~2 号机组循环冷却水取样站、1~2 号机组安全厂用水取样站、3~4 号机组排放口、5~6 号机组排放口	硼、油类、硫酸盐、镍、钾、铁、COD、BOD ₅ 、活性磷酸盐、联氨、氨氮	月
		溶解氧、pH 值、余氯、温度	周

4.2.2.2.9 热影响监测

在田湾核电站 5、6 号机组商运后，继续组织开展电站附近海域温排水遥感监测工作。根据《核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）》（HJ1037-2019）的要求，对温排水的环境影响进行后评价。

4.2.2.2.10 气象观测

目前田湾核电站已建成一个气象观测系统。它由一个气象铁塔站和两个地面气象站组成，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。三个气象站各设施分布如下：

- 厂区气象站（01UCL，102m 铁塔）；
- 厂区地面气象站（02UCL，10m 气象桅杆）；
- 环境监测楼地面气象站（03UCL，10m 气象桅杆）。

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、网络传输、查询和网上发布。

4.2.2.2.11 水文观测

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和地下水地形观测。

4.2.2.2.12 生态监测

计划每五年开展一次生态监测。

4.2.2.2.13 噪声监测

计划每季度开展一次噪声监测。

4.2.2.2.14 电磁环境监测

计划每季度开展一次电磁环境监测。

4.3 环保设施投资及“三同时”落实情况

本工程总投资约为 2431500 万元，其中环保设施投资 109105 万元，占总投资比例 4.49%，环保设施投资明细见表 4-6，环保设施按环境影响报告书的要求落实，并满足于“三同时”要求。

表 4-6 本工程环保设施投资明细表

序号	项目名称	投资（万元）
环保设施投资		109105
一	废物处理处置系统	97926
1	核岛厂房通风系统	25128
2	核岛废物处理和排放系统	29351
3	常规岛含油污水处理	345
4	放射性机修及去污车间	9625
5	三废处理设施及环境保护工程	33477
二	流出物监测和环境监测系统	4212
6	核岛辐射监测系统	4212
三	环境整治	5507
7	雨水-污水系统和地下管道（GE）	4130
8	TER 废液排放廊道（GC2）	307
9	海域使用费	1070
四	施工期环保投入	1459
绿化投资		64
合计		109168

5 环境影响报告书主要结论与建议及其审批部门审批决定

5.1 环境影响报告书主要结论与建议

5.1.1 主要结论

（1）对公众的辐射影响

田湾核电站 5、6 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为 $1.15\text{E-}05\text{Sv/a}$ ，其中，气态对公众的最大个人有效剂量为 $3.98\text{E-}07\text{Sv/a}$ ，液态对公众的最大个人有效剂量为 $1.13\text{E-}05\text{Sv/a}$ ，满足本工程剂量约束（ 0.06mSv/a ）的要求。

本工程运行阶段分析关键人群组、关键核素、关键照射途径时，采用现实排放源项。田湾 5、6 号机组运行状态下，关键居民组为柳河村二组的青少年组，受到的最大个人有效剂量为 $1.07\text{E-}05\text{Sv/a}$ 。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 $1.05\text{E-}05\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 98.30%；关键核素为 C-14，它所致的剂量为 $7.92\text{E-}06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 73.81%。

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 87.54%；其次为空气浸没外照射途径，约占气态途径总剂量的 10.06%；吸入内照射和地面沉积外照射途径分别占气态途径的 2.08% 和 0.32%。气态途径的主要核素为 C-14，它所致的剂量约占气态剂量的 82.04%；其它贡献较大的核素为 H-3 和 Kr-88，分别占气态途径总剂量的 7.49% 和 4.95%。

液态途径的主要途径为食入海产品造成的内照射途径，约占液态途径总剂量的 99.60%；其次为岸边沉积外照射途径，约占液态途径总剂量的 0.40%。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 73.72%；其它贡献较大的核素为 Co-60 和 I-131 分别占液态途径总剂量的 9.34% 和 6.37%。

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，其所造成的剂量为 $1.05E-05\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 98.30%；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 1.13%。各核素中关键核素为 C-14，它所造成的剂量为 $7.92E-06\text{Sv/a}$ ，约占气液态总剂量的 73.81%；另外，Co-60 和 I-131 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 9.23% 和 6.29%。

(2) 对非人类物种的辐射影响

田湾核电站 5、6 号机组正常运行时，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 5、6 号机组正常运行时，厂址附近 0~80km 海域范围内水生生物是安全的。

田湾核电站 5、6 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 5、6 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。

(3) 事故工况的辐射影响

在各类极限事故中，放射性后果最严重的是弹棒事故。在一系列的保守假设下，公众在非居住区边界 2h 内和规划限制区边界整个事故持续时间内受到的有效剂量分别为 $2.68E-02\text{Sv}$ 和 $6.59E-03\text{Sv}$ ，分别占事故剂量控制值的 26.8% 和 6.59%，甲状腺当量剂量分别为 $3.14E-01\text{Sv}$ 和 $8.25E-02\text{Sv}$ ，分别占事故剂量控制值的 31.4% 和 8.25%。

在各类稀有事故中，放射性后果最严重的是废气处理系统破损事故，当采用保守大气弥散因子时，公众在非居住区边界 2h 内和规划限制区边界整个事故持续时间内受到的有效剂量分别为 $1.55E-03$ 和 $5.73E-04\text{Sv}$ ，分别占事故剂量控制值的 31.0% 和 3.46%；甲状腺当量剂量分别为 $4.86E-04\text{Sv}$ 和 $5.43E-05\text{Sv}$ ，分别占事故剂量控制值 0.97% 和 0.11%。综上所述，田湾核电站 5、6 号机组设计基准事故对环境造成的剂最后果均满足 GB6249-2011 的要求。

事故分析表明：田湾 5、6 号机组运行期间可能发生的设计基准事故和特殊工况事故导致的环境放射性后果是可以接受的。

（4）施工期间的环境影响

■ 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。

■ 水土保持

本工程的水土保持方案报告书已通过评审，水利部于 2010 日以“水保函[2010]31 号文”对该方案进行了批复。本工程是在核电站已有厂址上进行建设，除厂区工程的建设可能引发水土流失，其它如厂外道路、淡水厂、输水管线、大件码头及部分海工工程等均在前期工程时建设完毕，这些措施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，故本节主要阐述厂区工程的水土保持。本工程水土流失防治责任范围为 163.31h m²，其中项目建设区 160.29h m²，直接影响区 2.92h m²。水土保持主要通过工程措施、植物措施、临时措施及水土保持监测等达到水保要求。

■ 施工噪声

田湾核电站 5、6 号机组工程施工期间，施工场界昼夜间噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，敏感区昼夜间噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）类标准。随着施工的结束，施工活动对施工场界、厂区和厂址周围敏感点的影响也将随之消失。

■ 大气环境的影响

在工程施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，大气中粉尘含量增高。本项目在施工期间通过采取措施有效地减少了扬尘的释放。通过施工期大气环境监测，验证了抑尘措施的有效性，施工期间各监测点污染物整体上满足环境空气质量标准二级的控制要求，施工对环境空气的影响是可以接受的。

■ 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/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》（GB18918-2002）中一级标准的生活污水均允许排入《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，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。

■ 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。5、6 号机组固体废弃物的堆放、清理、平整、外运和管理等采用 3、4 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）运行期间温排水的影响

6 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。

（6）运行期间取水工程的影响

本工程取水方式为厂址北侧海域设置取水明渠，通过取水隧洞取水，明渠内水流流速与天然潮流流速接近，预计运行期间对浮游生物、角卵仔鱼等能进入取水系统的生物造成损失的影响有限，不会造成整个区域海洋生态的变化。卷吸效应对该

海域海洋生态的影响很小。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。

（7）运行期间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 FS 油水分离池处理，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/T 18920-2002）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）中一级标准后，用于绿化等，回用剩余水排入厂区雨水管网，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》（GB18918-2002）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。同时，生活污水处理站处理后的再生水尽可能回用，仅回用剩余部分溢流排放，因此，生产废水和生活污水排放不会对附近海域的海水质造成明显影响，是可以接受的。

（8）运行期间工业噪声

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组运行后，对各厂界的噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定 3 类标准；对东崖屋陶庵村的影响可忽略不计，工程正常运行后，东崖屋陶庵村满足声环境质量《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

（9）运行期间非放化学物质

核电站在运行过程中向海域排放一定的化学物质，由于这些物质是在处理后有序排放的，其排放不会使受纳海域的水质产生明显的变化，对受纳水体的影响十分有限。

综上所述，从田湾核电站扩建工程 5、6 号机组厂址的自然条件和社会条件分析，能满足 5、6 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 5、6 号机组是可行的。

5.1.2 环评报告书建议/承诺

本工程运行期间，营运单位江苏核电有限公司将确保环保设施安全有效地运行，严格进行流出物监测和环境监测，并积极配合国家有关部门推动处置场的建设。

5.2 环评报告书批复

田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段）格式和内容符合《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）的要求。报告书编制依据充分，采用的评价标准合适，所执行的标准级别明确；放射性源项分析合理；田湾核电站 5、6 号机组正常运行状态下的辐射影响和事故工况下的放射性后果满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求；环境保护设施完备，具备运行后的环境监测和流出物监测能力。

按照审评意见修订完善后的《田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段）》，可以作为该项目的审批依据。我部原则同意你公司按照报告书所列的建设项目的性质、规模、地点、采取的环境保护措施开展下一阶段工作。

根据流出物排放的相关标准要求，田湾核电站 5、6 号机组的流出物年排放量如下：气态流出物中，惰性气体，为 $9.09\text{E}+13\text{Bq/a}$ 、碘为 $6.45\text{E}+08\text{Bq/a}$ 、粒子为 $7.16\text{E}+07\text{Bq/a}$ 、氚为 $5.37\text{E}+12\text{Bq/a}$ 、碳-14 为 $8.50\text{E}+11\text{Bq/a}$ ；液态流出物中，氚为 $5.37\text{E}+13\text{Bq/a}$ 、碳-14 为 $6.20\text{E}+10\text{Bq/a}$ 、其余核素为 $2.46\text{E}+10\text{Bq/a}$ 。

在首次装料后应重点做好的工作：



（一）严格落实流出物年排放总量控制，综合考虑该项目的“三废”系统和处理工艺、运行管理措施和人员操作能力，并根据运行后 5 年期间流出物监测结果，进一步开展流出物年排放量申请值的优化工作。

（二）进一步落实中、低放固体废物的最终处置方案。

（三）按照相关承诺开展田湾核电站附近海域温排水遥感监测工作，对取排水的环境影响进行评估。

5.3 环境影响报告书中环保措施落实情况核实

本项目环境影响报告书中环保措施落实情况见

表 5-1。

表 5-1 环境影响报告书中环保措施落实情况对照表

章节编号	环境影响报告书要求	落实情况
1.9	放射性废液进行分类收集，并按照废液特性采用不同工艺处理：地面排水、服务排水放射性浓度低，悬浮固体含量高，用过滤方法处理；工艺排水放射性浓度高，化学物质含量低，一般采用除盐工艺处理；化学排水放射性浓度高，化学物质含量也高，用蒸发方法处理。处理后的废液可在监测槽中进行取样分析，符合排放要求进行监测排放。	按要求建成废液收集系统，放射性废液处理系统 TEU 和放射性废液槽式排放系统 TER，制定并运行流出物监测大纲，确保放射性废液监测达标后排放，排放过程中设置有在线监测系统，报警后可自动关闭排放系统
1.9	工艺系统产生的含氢废气采用贮存、衰变的力法降低放射性浓度，工艺系统产生的含氧废气和房间通风排气进行过滤和必要的除碘，经处理后的废气通过烟囱监测排放。	已建成含氢废气贮存衰变系统 TEG，运行过程中衰变时间满足环评要求。通风系统按要求设置了高效过滤器和碘吸附器，经试验净化系数满足验收准则，烟囱设置了在线监测系统和取样监测系统。
1.9	放射性固体废物包括废树脂、浓缩液、废过滤器芯和杂项干废物，废树脂采用磨碎-烘干-压实-水泥固定-装混凝土高完整性容器（HIC）的方法处理，浓缩液采用烘干—压实—水泥固定—装混凝土。高完整性容器（HIC）的方法处理，废过滤器芯采用水泥固定处理，杂项干废物分类后采用可降解、压实、水泥固定等方法处理。处理后的固体废物包满足安全处置要求和放射性废物最小化要求。	废树脂和浓缩液处理设施共用 1~4 号机组已建成的废物处理系统，本工程建设了废树脂、浓缩液收集转运装置，建设了废滤芯水泥固定装置，满足环评要求

章节编号	环境影响报告书要求	落实情况
1.9	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汇至 3、4 号机组的生产生活和含油废水排水泵站 (TIUGQ)，生活污水经提升送至 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 1440m ³ /d,可满足 1~6 号机组生活污水处理要求。	南区污水处理站完成升级改造，处理后的水质满足要求，详见 9.2.6 节。
1.9	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 FS 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<5mg/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。FS 油水分离池设计规模 2x5m ³ /h。	FS 油水分离池已建成并投入使用，出水水质满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中的一级标准 (含油类<5mg/L)，污油委托有资质单位处理 (合同和资质详见附件 2 和附件 3)。
1.9	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。	经监测，厂区边界噪声满足国家标准要求，详见 9.2.8 节。

5.4 环境影响报告书批复落实情况

依据《关于田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书 (运行阶段) 的批复》(环审【2020】87 号)，本项目环境影响报告书批复落实情况见表 5-2。

表 5-2 环境影响报告书批复落实情况对照表

批复要求	落实情况
根据流出物排放的相关标准要求，田湾核电站 5、6 号机组的流出物年排放量如下：气态流出物中，惰性气体，为 9.09E+13Bq/a、碘为 6.45E+08Bq/a、粒子为 7.16E+07Bq/a、氚为 5.37E+12Bq/a、碳-14 为 8.50E+11Bq/a；液态流出物中，氚为 5.37E+13Bq/a、碳-14 为 6.20E+10Bq/a、其余核素为 2.46E+10Bq/a。	经核查，2020 年 11 月~2021 年 10 月，气态流出物中，惰性气体，为 1.72E+12Bq/a、碘为 3.91E+06Bq/a、粒子为 1.97E+06Bq/a、氚为 2.79E+11Bq/a、碳-14 为 1.30E+11Bq/a；液态流出物中，氚为 2.64E+13Bq/a、碳-14 为 9.48E+09Bq/a、其余核素为 4.27E+08Bq/a。流出物排放量总值低于批复要求。

批复要求	落实情况
严格落实流出物年排放总量控制, 综合考虑该项目的“三废”系统和处理工艺、运行管理措施和人员操作能力, 并根据运行后 5 年期间流出物监测结果, 进一步开展流出物年排放量申请值的优化工作。	2021 年 9 月, 根据田湾核电站 5、6 号机组长燃料循环周期调整, 已开展 5、6 号机组排放量申请值优化, 后续, 田湾核电站计划运行 5 年后开展该项工作。
进一步落实中、低放固体废物的最终处置方案。	针对低污染放射性金属废物, 2020 年 6 月已完成一批次约 9 吨外运熔炼; 针对放射性可燃废物, 2020 年 9 月开展了已整备 578.4 立方米废物外运焚烧处理处置的外委工作, 目前已完成合同签订; 针对电站产生其它放射性固体废物, 电站已参与了核能行业协会组织开展的《核电厂低放废物处置多途径研究》, 后续将持续跟踪处置场的建设动态, 适时开展电站放射性固体废物的处置工作。
按照相关承诺开展田湾核电站附近海域温排水遥感监测工作, 对取排水的环境影响进行评估。	已委托核工业遥感监测中心开展温排水监测评估工作

6 验收执行标准

6.1 流出物监测评价标准

核电站运行期间对公众的辐射影响和对非人类物种的辐射影响均和流出物的排放有关, 因此, 流出物的排放满足环境影响报告书的要求, 则核电厂运行对公众的辐射影响和对非人类物种的辐射影响也能满足环境影响报告书的要求。

(1) 排放量控制值

根据本工程环评批复, 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组流出物年排放量控制值如下:

气态流出物

- ✓ 惰性气体, $9.09 \times 10^{13} \text{Bq/a}$;
- ✓ 碘, $6.45 \times 10^8 \text{Bq/a}$;

✓ 长寿命粒子 ($T_{1/2} \geq 8d$) , $7.16E+07Bq/a$;

✓ 氚, $5.37E+12Bq/a$;

✓ C-14, $8.50E+11Bq/a$ 。

液态流出物

✓ 氚 $5.37E+13Bq/a$;

✓ C-14, $6.20E+10Bq/a$;

✓ 其余核素 (除氚、C-14 外) , $2.46E+10Bq/a$

(2) 浓度控制

GB6249-2011 第 6.8 条款规定, 对滨海厂址, 槽式排放出口处的流出物中除氚和 C-14 外其他放射性核素浓度不应超过 $1000Bq/L$ 。

6.2 电磁环境监测评价标准

根据环评报告, 厂址电磁环境执行《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 的相关标准限值。核电站 5、6 号机组 500kV 开关站及输电线走廊、地理电缆以离地面 1.5m 高度处 $4kV/m$ 作为居民区工频电场评价标准, 以 $0.1mT$ ($100\mu T$) 作为磁感应强度的评价标准。

依据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 对于架空输变电线路下方属于耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所, 其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 $10kV/m$, 且应给出警示和防护指示标志。

6.3 噪声监测评价标准

声环境质量标准: 项目区的声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类标准, 项目区外周边村庄声环境质量执行 2 类标准 (昼间 $60dB(A)$ 夜间 $50dB(A)$) 。

噪声排放标准: 建筑施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准控制要求; 运行后噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类标准 (昼间 $65dB(A)$ 夜间 $55dB(A)$) 。

6.4 废水监测评价标准

(1) 生产废水排放标准

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。生产废水验收标准具体见表 6-1。

表 6-1 生产废水污染物监测验收标准

废水类别	监测项目	控制标准
含油废水	石油类	≤5mg/L
	pH 值	6~9
常规岛废水	pH 值	6~9
凝结水精处理系统酸碱废水	pH 值	6~9
加氨系统废水 循环水加氯系统	pH 值	6~9
	余氯	/

(2) 生活污水

根据环境影响报告书,生活污水回用执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)中城市绿化水水质标准,排放水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级 A 标准。由于《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)已升版到 GB18920-2020,本次按《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)中城市绿化水水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级 A 标准验收,同时对是否满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB18920-2020)的城市绿化水水质标准进行校核,详见表 6-2。

表 6-2 生活污水验收标准

监测项目	GB18918-2002 排放标准	GB/T18920-2002 回用标准	GB18920-2020 校核标准
石油类, mg/L	1		
pH 值, mg/L	6~9	6~9	6~9
COD, mg/L	50		
BOD5, mg/L	10	20	10
氨氮, mg/L	5	20	8
悬浮物 SS, mg/L	10		
动植物油, mg/L	1		
阴离子表面活性剂, mg/L	0.5	1	0.5
总氮, mg/L	15		

监测项目	GB18918-2002 排放标准	GB/T18920-2002 回用标准	GB18920-2020 校核标准
总磷, mg/L	0.5		
色度, 度	30	30	30
粪大肠菌群数, 个/L	1000	3	
总汞, mg/L	0.001		
烷基汞, mg/L	不得检出		
总镉, mg/L	0.01		
总铬, mg/L	0.1		
六价铬, mg/L	0.05		
总砷, mg/L	0.1		
总铅, mg/L	0.1		
浊度, 度		10	10
溶解性总固体, mg/L		1000	1000
溶解氧, mg/L		1	2
总氯, mg/L		1~2.5	1~2.5
大肠埃希氏菌			无
嗅		无不快感	无不快感

6.5 海水水质评价标准

根据环评报告, 核电站附近海域执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 中三类标准, 其中, 温排水混合区除水温指标外, 其余指标执行海水水质三类标准(温排水混合区不执行水质标准)。本次验收的海水监测项目具体考虑与核电站排放有关且有评价标准的污染物质(监测项目)。相应的评价标准列于表 6-3。

表 6-3 海水水质评价标准

序号	污染物	GB3097-1997 三类标准
1	石油类	≤0.30mg/L
2	硫酸盐(硫化物, 以 S 记)	≤0.10mg/L
3	镍	≤0.020mg/L
4	pH 值	6.8~8.8
5	COD	≤4mg/L
6	BOD5	≤4mg/L
7	活性磷酸盐(以 P 计)	≤0.030mg/L
8	无机氮	≤0.4mg/L
9	非离子氨	≤0.02
10	溶解氧	>4mg/L
11	Co-60	0.03Bq/L

12	Sr-90	4.0Bq/L
13	Ru-106	0.2Bq/L
14	Cs-134	0.6Bq/L
15	Cs-137	0.7Bq/L



7 验收监测

7.1 环境保护设施调试运行效果

7.1.1 放射性废物处理设施运行效果监测

放射性废物处理设施运行效果采用核电厂自主监测结果进行评估，主要通过以下结果评估放射性废物处理设施的运行效果：

- 气态流出物月度、季度排放量是否满足 GB6249-2011 的要求；
- 气态流出物年度排放量是否满足环评批复的要求；
- 液态流出物月度、季度是否满足 GB6249-2011 的要求；
- 液态流出物年度排放量是否满足环评批复的要求；
- 液态流出物排放浓度是否满足 GB6249-2011 的要求。

为确认流出物监测数据的有效性，验收承担单位开展了一次全面的流出物监测，并和核电厂自主监测结果进行比对，验证比对监测采用的设备与方法与核电站流出物监测实验室相同。主要考虑的监测项目基本覆盖核电站的流出物取样监测，验证性监测的频次为一次。主要分析内容见表 7-1，对于比对结果不满意的数据开展原因分析，分析对以往监测结果的影响，采取纠正措施后开展再次比对。

表 7-1 流出物验收比对监测计划

种类	取样点	介质	分析项目	样品的采集与测量	分析核素
液态	TER (核岛废液排放系统)	水	总β	1 升样品，测量 1000s	
			H-3	1ml 样品+9ml 闪烁液， 20min	H-3
			C-14	——	C-14
			γ能谱	1L 样品，测量 20000s	Mn-54、Co-58、Fe-59、Co-60、Sb-124、I-131、Cs-137、Cs-134
	SEL (常规岛废液排放系统)	水	总β	1 升样品，测量 1000s	
			H-3	5ml 样品+15ml 闪烁液， 20min	H-3
C-14			——	C-14	

			γ 能谱	1L 样品, 测量 20000s	Ag-110m、Co-58、Co-60、Cs-137、Cs-134、I-131、I-133、Mn-54、Sb-124、Sb-125、Cr-51、Fe-59
气态	TEG (废气处理系统)	气体	γ 能谱	3L 专用取样瓶, 测量 5000s	Ar-41、Kr-88、Xe-133、Xe-135
		滤膜	γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	Co-58、Co-60、Cs-137、Sb-124
		活性炭滤纸	γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	I-131, I-133
		氟水	H-3	5ml 样品+15ml 闪烁液, 20min	H-3
	ETY (安全壳大气检测系统)	气体	γ 能谱	3L 专用取样品, 测量 5000s	Ar-41, Kr-88, Xe-133, Xe-135
		滤膜	γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	Ag-110m、Co-58、Co-60、Cs-137、Cs-134、Mn-54、Sb-124、Sb-125、Cr-51、Fe-59
		单碘盒	γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	I-131, I-133
		氟水	H-3	5ml 样品+15ml 闪烁液, 20min	H-3
	连续排放样品	气体	γ 能谱	3L 专用取样瓶, 测量 5000s	Kr-88, Xe-133, Xe-135
		滤膜	γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	Ag-110m、Co-58、Co-60、Cs-137、Cs-134、Mn-54、Sb-124、Sb-125、Cr-51、Fe-59
		双碘盒	总 γ	直接测量, 测量 1000s	——
			γ 能谱	直接测量, 测量 5000s	I-131, I-133
		氟水	H-3	5ml 样品+15ml 闪烁液, 20min	H-3
	碱溶液	C-14	3ml 样品+3ml 水+14ml 闪烁液, 60min	C-14	

7.1.2 非放射性废水处理设施运行效果监测

田湾核电站 5、6 号机组相关的非放射性废水处理设施主要包括:

- 升级改造后的南区生活污水处理站
- 加氨系统废水中和池
- 凝结水精处理系统中和池
- 循环水加氯系统

■ 含油废水油水分离池

对于非放射性废水处理设施主要对其出水水质进行监测，满足环评报告给出的排放要求，主要监测内容见表 7-2。

表 7-2 非放射性废水处理设施出水监测方案

监测对象	取样测量地点	监测项目
生活污水处理站	生活污水处理站出水口	石油类、pH 值、COD、BOD5、氨氮、悬浮物、动植物油、阴离子表面活性剂、总氮、总磷、色度、粪大肠菌群数、浊度、溶解性总固体、溶解氧、总氯、总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、大肠埃希氏菌、嗅
含油废水油水分离池	含油废水油水分离池出口	pH、石油类
凝结水精处理系统酸碱废水	SEL 排放口	pH
加氨系统废水	加氨系统废水出口	pH
循环水加氯系统	5、6 号机组排放口	余氯

7.1.3 噪声治理措施运行效果监测

验收监测单位对田湾核电站 5、6 号机组厂界和最近的居民点开展噪声监测，监测点位见图 7-1，监测频次为昼夜各一次。





图 7-1 噪声监测布点图

7.2 环境质量监测

7.2.1 辐射环境监测

本次竣工环境保护验收辐射环境质量主要依据核电站自主开展的环境监测结果，和运行阶段环境影响报告给出的辐射环境质量现状进行对比分析，给出辐射环境质量现状评价。

表 7-3 给出了本次验收比对监测方案。

表 7-3 田湾核电站 5、6 号机组验收辐射环境监测方案

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	
陆地水	饮用水	总 α 、总 β 、 γ 核素	1 次	高公岛	
	地表水	H-3、 γ 核素	1 次	宿城水库	
	地下水	H-3、 γ 核素	1 次	高公岛	
土壤、岸边沉积物		γ 核素、Sr-90	1 次	宿城	
水库沉积物		γ 核素、Sr-90	1 次	宿城水库	
农畜	农作物	小麦	γ 核素	1 次	宿城

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	
产品	青菜	γ 核素	1 次	柳河	
	动物及 产品	鸡	γ 核素	1 次	青口
		淡水鱼	γ 核素	1 次	朝阳、新浦
		牛奶	I-131	1 次	东辛农场
海水 和沉 积物	海水	H-3、 γ 核素、Sr-90	1 次	排放口、丁港	
	沉积物	潮下带	γ 核素、Sr-90	1 次	丁港
		潮间带	γ 核素、Sr-90	1 次	丁港
海产 品	鱼类	鲢鱼	γ 核素、C-14	1 次	青口下口海域
	甲壳类	虾	γ 核素、C-14	1 次	方洋港闸
	软体类	乌贼	γ 核素、C-14	1 次	连云港以东海域
	藻类	紫菜	γ 核素、C-14	1 次	柳河
指示 生物	松针	Sr-90、 γ 核素、C-14	1 次	宿城水库	
盐类	海盐	γ 核素	1 次	台南盐场	

7.2.2 电磁环境质量监测

验收监测单位对 5、6 号机组 500kV 变电站和厂内输变电线路的电磁环境进行了监测，监测布点图见图 7-2。



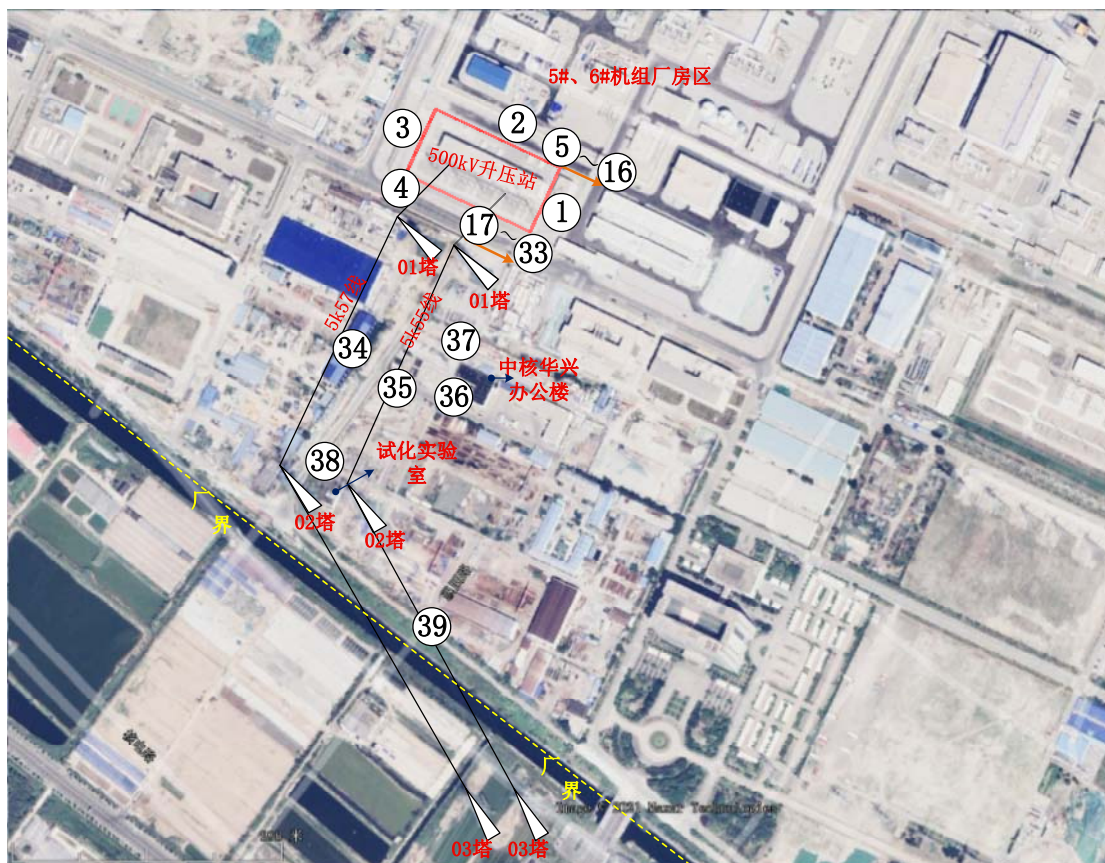


图 7-2 电磁环境监测布点图

7.2.3 海水水质监测

在 5、6 号机组运行期间，核电厂开展了取水口和排水口附近海域海水水质监测，参考环评报告的要求，主要监测内容见表 7-4。

表 7-4 海水水质监测方案

监测对象	取样测量地点	分析项目
海水	5~6 号机组总排放口	硼、油类、硫酸盐、钾、铁、COD、BOD5、活性磷酸盐、联氨、氨氮、溶解氧、pH 值、余氯、温度
	取水口	

7.2.4 温排水监测

在 5、6 号机组运行期间，田湾核电站委托核工业航测遥感中心对核电站附近海域开展了温排水遥感调查，航空遥感调查范围完全覆盖温排水温升影响区域，涵盖排水口周边约 1K-40m² 海域面积，航天遥感调查范围以核电站排水口为中心，覆盖约 1500km² 海域面积，并开展海水温度测量和流速、流向测量等海面实测工作。

8 质量保证

8.1 核电站流出物监测与环境监测质量保证

根据国家相关法规、标准的要求，田湾核电站编写了流出物监测和环境监测质量控制程序，包括取样、测量、分析、数据处理等方面的程序和规程，并按照公司文件管理规定进行定期升版。流出物监测相关的管理程序、执行程序和技术程序见表 8-1，环境监测相关的管理程序、执行程序和技术程序见表 8-2。

表 8-1 流出物相关的管理程序技术程序

序号	程序编号	程序名称
1	CY-TW-2102	放射性流出物分析的质量控制管理
2	CY-TW-320	放射性流出物排放管理
3	RP-Z-00000-018	放射性流出物取样规程
4	RP-Z-00000-026	烟囱取样设备巡检规定
5	RP-Z-00000-027	T4UKT 烟囱取样操作单
6	RP-Z-00000-029	气态流出物中 C-14 测量规程
7	RP-Z-00000-030	气态流出物中 H-3 测量规程
8	RP-Z-00000-031	液态流出物中 C-14 测量规程
9	RP-Z-00000-032	液态流出物中 H-3 测量规程
10	RP-Z-00000-033	液闪谱仪 (Quantulus1220) 操作规程
11	RP-Z-00000-034	C-14 制样仪 (OI-1030W) 操作规程
12	RP-Z-00000-035	液态流出物中总 β 测量规程
13	RP-Z-00000-036	液态流出物中 Sr-90 测量规程
14	RP-Z-00000-037	低本底 $\alpha\beta$ 计数器 (BH1216) 操作规程
15	RP-Z-00000-038	气态流出物中惰性气体测量规程
16	RP-Z-00000-039	气态流出物中碘测量规程
17	RP-Z-00000-040	气态流出物中气溶胶测量规程
18	RP-Z-00000-041	液态流出物中 γ 核素和总 γ 测量规程
19	RP-Z-00000-042	高纯锗 γ 谱仪 (ORTEC) 操作规程
20	RP-Z-00000-043	高纯锗 γ 谱仪 (CANBERRA) 操作规程
21	RP-Z-00000-044	pH 计 (3STAR) 操作规程
22	RP-Z-00000-045	pH 计 (SevenExcellence) 操作规程
23	RP-Z-00000-046	放射性流出物实验室管理

序号	程序编号	程序名称
24	RP-Z-00000-047	放射性流出物监测规范
25	RPS-1-00000-245	1 号机组烟囱取样操作单
26	RPS-2-00000-245	2 号机组烟囱取样操作单
27	RPS-3-00000-018	3 号机组烟囱取样操作单
28	RPS-4-00000-018	4 号机组烟囱取样操作单
29	RP-4-00000-019	液闪谱仪 (QuantulusGCT6220) 操作规程

表 8-2 环境监测管理程序与技术程序

序号	程序编号	程序名称
1	EM-TW-1	环境保护领域管理
2	EM-TW-210	环境监测
3	EMC-0-UCJ00-001	环境监测质量保证措施
4	EMC-0-UCJ00-002	环境监测中数据处理
5	EMC-0-UCJ00-003	环境实验室样品编码原则
6	EMC-0-UCJ00-004	环境管理科化学试剂、器材管理规定
7	EMC-0-UCJ00-005	环境样品采样程序
8	EMC-0-UCJ00-006	环境样品前处理程序
9	EMC-0-UCJ00-007	LB770 低本底 α/β 测量仪操作程序
10	EMC-0-UCJ00-008	沉降灰和海水总 α 、总 β 测量程序
11	EMC-0-UCJ00-009	气溶胶总 α 、总 β 测量程序
12	EMC-0-UCJ00-010	QUANTULUS1220 型液闪谱仪操作程序
13	EMC-0-UCJ00-011	环境样品中氡的放射性测量规程
14	EMC-0-UCJ00-012	土壤、沉积物和沉降物样品中铯-90 的放射性测量规程
15	EMC-0-UCJ00-013	低本底 γ 谱仪操作规程
16	EMC-0-UCJ00-014	环境样品 γ 谱仪测量规程
17	EMC-0-UCJ00-016	RGD-3B 型热释光剂量仪操作规程
18	EMC-0-UCJ00-017	环境监测车车载监测仪器操作规程
19	EMC-0-UCJ00-018	气溶胶、空气中碘采样规程
20	EMC-0-UCJ00-019	自动辐射环境监测系统操作规程
21	EMC-0-UCJ00-021	海水非放分析规程
22	EMC-0-UCJ00-022	水中 Sr-90 的放射性测量规程
23	EMC-0-UCJ00-024	牛奶中 I-131 的放射性测量规程
24	EMC-0-UCJ00-025	生物样品灰中 Sr-90 的放射性测量规程
25	EMC-0-UCJ00-026	饮用水总 α 、总 β 测量分析规程

序号	程序编号	程序名称
26	EMC-0-UCJ00-028	气溶胶中 Cs-137 的放射性测量规程
27	EMC-0-UCJ00-031	环境监测车使用规定
28	EMC-0-UCJ00-033	520 紫外可见分光光度计的操作程序
29	EMC-0-UCJ00-034	Solaar 原子吸收分光光度计的操作程序
30	EMC-0-UCJ00-036	环境监测仪器检定管理
31	EMC-0-UCJ00-037	应急样品采集测量规范
32	EMC-0-UCJ00-038	环境监测楼应急柴油发电机定期试验程序
33	EMC-0-UCJ00-040	环境管理科安全管理
34	EMC-0-UCJ00-041	环境管理科放射源操作规程
35	EMC-0-UCJ00-042	环境空气中 C-14 测量规程
36	EMC-0-UCJ00-043	MDS-8 低本底 α/β 测量仪操作程序
37	EMC-0-UCJ00-044	RGD-6 型热释光剂量仪操作规程
38	EMC-0-UCJ00-045	环境监测样品采集及分析用品定额标准
39	EMC-0-UCJ00-046	SPECORD®50PLUS 紫外可见分光光度计操作程序
40	EMC-0-UCJ00-047	红外分光测油仪操作程序
41	EMC-0-UCJ00-048	环境监测仪器设备管理
42	EMC-0-UCJ00-049	环境监测记录控制
43	EMC-0-UCJ00-050	非放液体排放监督检测规程
44	EMC-0-UCJ00-051	田湾核电站环境监测大纲

8.1.1 监测方法控制

8.1.1.1 流出物监测分析方法

(1) 惰性气体

依据标准：GB/T11713-2015《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》；分析方法：用 1L 不锈钢马林罐收集，压力 0.3MPa；多道谱仪测量，测量时间 5400 秒。

(2) 气态流出物中碘

依据标准：GB/T11713-2015《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》；分析方法：活性炭碘盒或活性炭滤纸吸附，流速 20L/min，累积时间 7~10 天；多道谱仪测量，测量时间 5000 秒。

(3) 气溶胶

依据标准：GB/T11713-2015《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》；分析方法：气溶胶滤纸吸附，流速 20L/min，累积时间 7~10 天；多道谱仪测量，测量时间 5000 秒。

(4) 气态 H-3

依据标准：GB/T12375-1990《水中氚的分析方法》；分析方法：高纯水鼓泡法（带催化氧化）收集氚水，吸收液 4*120mL，流速 20L/min，累积时间 7~10 天；8mL 吸收液+12mL 闪烁液混合均匀；暗置 30min 后液闪谱仪测量，测量时间 600 秒。

(5) 气态 C-14

依据标准：EJ/T1008-96《空气中 C-14 的取样与测定方法》；分析方法：0.5mol/LNaOH 溶液鼓泡法（带催化氧化）吸收二氧化碳，吸收液 4*120mL，流速 20L/h，累积时间 7~10 天；8mL 吸收液+12mL 闪烁液混合均匀；暗置 30min 后液闪谱仪测量，测量时间 600 秒。

(6) 液态流出物中 H-3

依据标准：GB/T12375-1990《水中氚的分析方法》；分析方法：低水平 $H-3$ 样品：8mL 水样+12mL 闪烁液混合均匀；暗置 30 分钟后液闪谱仪测量，测量时间 600 秒。高水平 $H-3$ 样品：1mL 水样+7mL 高纯水+12mL 闪烁液混合均匀；暗置 30 分钟后液闪谱仪测量，测量时间 60 秒。

(7) 液态流出物中 C-14

分析方法：取 30mL 水样总碳分析仪制样，用 20mL0.5mol/LNaOH 溶液吸收；8mLNaOH 吸收液+12mL 闪烁液混合均匀；暗置 30min 后液闪谱仪测量，测量时间 600 秒。

(8) 液态流出物中 γ 核素

依据标准：GB/T11713-2015《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》，GB/T16140-2018《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》；分析方法：直接取 500mL 水样；多道谱仪测量，测量时间 3600 秒或 7200 秒。

(9) 液态流出物中总 γ

依据标准：GB/T11713-2015《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》，GB/T16140-2018《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》；分析方法：直接取 500mL 水样；多道谱仪测量，测量时间 900 秒；取 100KeV-2MeV 之间计数作为总 γ 计数。

(10) 液态流出物中总 β

依据标准：EJ/T900-1994《水中总 β 放射性的测定蒸发法》；分析方法：取 50mL 水样，加 5mL β 载体液和 1mL 柠檬酸钠混合蒸干；取 50mg 粉末状样品在测量盘中铺平；低本底 α/β 测量仪测量，测量时间 600 秒。

(11) 液态流出物中 Sr-90

依据标准：HJ815-2016《水和生物样品灰中锶-90 的放射化学分析方法》；分析方法：取 1L 水样（液态流出物季度混合样），采用二-（2-乙基己基）磷酸萃取色层法制样；低本底 α/β 测量仪测量，测量时间 7200 秒。

8.1.1.2 辐射环境监测方法

辐射环境使用的监测方法详见表 8-3。

表 8-3 辐射环境监测方法

项目	分析测量方法	测量装置	回收率% ¹⁾	效率%	测量时间 Min	本底 cpm	样品量	探测下限
γ 吸收剂量率	连续测量	高气压电离室						1.0E-8Gy/h
	瞬时测量	FH40G			瞬时			1E-8Gy/h
		ADM-300			瞬时			1.0E-7Gy/h
累积 γ 剂量	TLD 组件	RGD-6						1E-6Gy/h
氚	蒸馏法制样 液体液闪计数法	Quantulus1220 液闪谱仪		27	1440	0.9	8ml	0.899Bq/L
C-14	氧化后碱液吸收 液体液闪计数法	Quantulus1220 液闪谱仪		11.5	1440	6.10	4g	0.09Bq/g 碳
总 β	气溶胶	总 计数法	99.6	47	50×4	0.7	300m ³	3.27E-5Bq/m ³
	排放渠 海水	总 计数法	92 ²⁾	40	100×2	0.7	50ml	0.250Bq/L
	淡水	蒸发制样、总 计数法		40	200	0.7	1L	1.14E-2Bq/L
	沉降灰	蒸发制样、 总 计数法		40	200	0.7	0.5 g	2.30E-2Bq/g
总 α	气溶胶	总 α 计数法		28	50×4	0.1	300m ³	2.07E-5Bq/m ³
	沉降灰	总 α 计数法	LB770、MDS- 8	32	100×2	0.15	1.5g	4.43E-2Bq/g
	饮用水	蒸发制样、 总 α 计数法	α/β 测量仪	28	100×2	0.1	1L	6.20E-3Bq/L

项目		分析测量方法	测量装置	回收率% ¹⁾	效率%	测量时间 Min	本底 cpm	样品量	探测下限
Sr-90	生物	萃取色层法		50	45	800	0.58	10g	0.929Bq/kg 灰
	土壤			40	45	800	0.58	50g	0.232Bq/kg 干
	海水			50	45	800	0.58	40L	0.232Bq/m ³
	沉降灰			50	45	800	0.58	0.5g	1.86E-2Bq/g
	沉积物			70	45	800	0.58	50g	0.133Bq/kg
Cs-137	气溶胶	磷钼酸铵吸附-碘铋酸铯沉淀法		90	21	1440	0.58	13000m ³	6.34E-7Bq/m ³
I-131	牛奶	四氯化碳萃取-碘化银沉淀法		30	30	800	0.58	4L	5.81E-3Bq/L
γ 谱	气溶胶	滤膜采样	ORTEC HPGe D. [GEM60p-s] [GMX40p-s] [GEM40P4-76] γ 谱仪	84.6	6.1	1400	0.14	6000m ³	Cs-137 2.51E-6Bq/m ³
	碘	活性炭盒采样		81.3	2.7		0.30	500m ³	I-131 1.04E-04Bq/m ³
	生物	灰化制样		84.6	3.3		0.57	70g(灰)	Cs-137 0.802Bq/kg 灰
	土壤	烘干、研磨制样		84.6	2.6		0.62	320g	Cs-137 0.232Bq/kg 干
	淡水	蒸发制样		84.6	2.2		0.19	20L	Cs-137 2.43Bq/m ³
	海水	亚铁氰化钴钾沉淀法制样		84.6	4.7		0.56	100L	Cs-137 0.391Bq/m ³
	沉积物	烘干、研磨制样		84.6	1.9		0.69	0.23kg	0.46 Bq/kg 干
	沉降灰	蒸发、烘干		84.6	5.3	2800	0.62	0.70 月 m ²	0.036Bq/(月 m ²)

1) 化学回收率或 Cs-137 661.6keV、I-131 364.5keV 射线发射几率; 2) 指海水制样过程中回收率。

8.1.2 仪器设备的检定/校准

核电站建立了仪器设备的管理程序, 具体内容如下:

—分析仪器应进行检定、校准和检验。新的或经过维修的分析仪器, 使用前必须进行性能调试、检定和校准, 后续校准频率取决于仪器的类型和稳定性; 强制检定的分析仪器应按照国家计量法规有关规定进行检定; 常规使用的分析仪器应进行常规检验;

—检定和校准证书应及时存档, 并同步更换仪器上的检定合格标签;

—分析仪器的使用及维护必须严格按照相应的操作及维护规程要求执行;

—分析仪器应由专人负责管理, 包括定期进行仪器标定和维护, 并做好记录; 仪器出现异常或故障时, 及时处理或申报维修, 将仪器的故障现象、故障原因、检修过程、维护方法及注意事项等详细记录备案, 并对测量数据进行追溯性核查;

—分析仪器应建立台帐, 内容主要包括: 仪器名称、仪器型号、仪器出厂编号、生产厂家、购买日期、责任人、仪器状态、检定或校准周期等;

—所有分析仪器在更换部件后或检验源检验出现偏离时, 都应重新刻度后方可使用;

—所有分析仪器在条件改变时或进行的有关活动可能对仪器测量结果造成影响时, 都应进行检验或重新刻度;

—所有分析仪器的最小可探测限至少每年核实 1 次;

—放射性测量仪器每月至少进行一次本底、效率检验, 并绘制仪器本底、效率的控制图;

—对 γ 谱仪、低本底 α/β 测量仪等每年进行 1 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。

2021 年流出物实验室和环境实验室仪器设备检定/校准情况见表 8-4、表 8-5。

表 8-4 2021 年流出物实验室仪器设备检定/校准情况

序号	仪器名称	仪器型号	有效期	状态	检定单位
1	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	2023.12.7	在用	湖南省电离辐射计量站
2	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	2023.12.7	在用	湖南省电离辐射计量站
3	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	2022.6.8	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
4	低本底液体闪烁体仪	LSC-LB7	2023.12.7	在用	湖南省电离辐射计量站
5	低本底液体闪烁体仪	A6220	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
6	总 α/β 测量仪	MPC-9604	2023.12.7	在用	湖南省电离辐射计量站

序号	仪器名称	仪器型号	有效期	状态	检定单位
7	总 $\alpha\beta$ 测量仪	RMS5121	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
8	TOC 分析仪	1030	2022.12.16	在用	江苏省计量科学研究院
9	电子天平	BSA224S-CW (220g)	2022.11.3	在用	江苏省计量科学研究院
10	电子天平	BSA224S-CW (220g)	2022.11.3	在用	江苏省计量科学研究院
11	pH 计	S8	2022.5.18	在用	江苏省计量科学研究院
12	移液枪	Thermoscientific (1-5ML)	2022.12.23	在用	江苏省计量科学研究院
13	移液枪	Thermoscientific (1-5ML)	2022.12.23	在用	江苏省计量科学研究院
14	移液枪	Thermoscientific (1-5ML)	2022.7.27	在用	江苏中宁计量科技有限公司
15	移液枪	Thermoscientific (1-5ML)	2022.7.27	在用	江苏中宁计量科技有限公司
16	移液枪	Thermoscientific (2-10ML)	2022.7.27	在用	江苏中宁计量科技有限公司
17	移液枪	Thermoscientific (2-10ML)	2022.7.27	在用	江苏中宁计量科技有限公司
18	移液枪	Thermoscientific (2-10ML)	2022.12.23	在用	江苏省计量科学研究院
19	移液枪	Thermoscientific (2-10ML)	2022.12.23	在用	江苏省计量科学研究院

表 8-5 2021 年环境实验室仪器设备检定/校准情况

序号	名称	型号	有效日期	状态	检定单位
1	程控烘箱	FD-53	2022.8.27	在用	国防 3213 二级计量站
2	程控烘箱	FD-115	2022.8.27	在用	国防 3213 二级计量站
3	程控烘箱	FD-115	2022.8.27	在用	国防 3213 二级计量站
4	程控烘箱	FD-115	2022.8.27	在用	国防 3213 二级计量站

序号	名称	型号	有效日期	状态	检定单位
5	热释光剂量仪	RGD-6	2022.7.14	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
6	热释光剂量仪	RGD-6	2022.4.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
7	低本底液体闪烁仪	Quantulus1220-003	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
8	低本底液体闪烁	Quantulus1220-003	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
9	高纯锗 γ 谱仪	GMX40P-S (N)	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
10	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
11	高纯锗 γ 谱仪	GEM60P-S (P)	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
12	单参数水质分析	PC II	2022.9.29	在用	江苏省计量院
13	单参数水质分析仪	PC II	2022.11.17	在用	江苏省计量院
14	低本底 α/β 测量仪	MPC9604	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
15	低本底 α/β 测量仪	MPC9604	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
16	低本底 α/β 测量仪	MPC9604	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
17	低本底 α/β 测量仪	MPC9604	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
18	便携式 γ 剂量率	FH40G	2022.7.25	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
19	高纯锗 γ 谱仪	GEM-C7080-LB-C	2022.6.7	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
20	低本底 α/β 测量仪	LB770	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站
21	低本底 α/β 测量仪	LB770	2023.5.20	在用	国防科技工业电离辐射一级计量站

8.1.3 标准物质的质量控制

(1) 标准放射源管理措施

—标准放射源应从有资质的放射源生产和销售单位采购，供应商必须提供标准放射源合格证书；

—标准放射源应在其有效期到期之前进行检定，实验室稀释配制的标准放射源，有效期通常不超过 2 年。标准放射源超过有效期或有明显降级时，不能继续使用，应根据放射源管理规定进行处理；

—在贮存和使用标准放射源的过程中要防止被沾污或损失。

(2) 其它标准物质的管理措施

—其它标准物质应从有资质的计量单位采购，供应商必须提供质量合格证书；标准物质超过有效期后就不能继续使用，必须重新配制和标定；应加强检查，防止出现标准物质失效的情况；

—在贮存和使用标准物质的过程中要防止被沾污或损失。

8.1.4 人员能力控制

8.1.4.1 流出物相关人员培训及考核

田湾核电站对放射性流出物监测相关管理和技术人员严格执行培训、考核与授权制度。所有相关人员均进行了厂级安全培训、考核和授权；流出物分析人员均进行了岗位技能培训，并取得岗位授权。

8.1.4.2 环境监测相关人员培训及考核

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。每年选送技术人员外出进行技术培训，并举办内部技术讲座，以使技术人员知识得以更新和扩展、技能得以提高。

2020 年环境监测实验室开展的相关培训见表 8-6。

表 8-6 2020 年环境检测实验室培训情况

编号	培训项目名称	培训目标	培训内容	培训对象	培训方式
1	低本底仪器操作与维护培训	掌握仪器操作与维护方法	低本底仪器操作软件；效率刻度、本底、样品检测；低本底仪器维护知识	放化、总放分析人员	实操

2	液闪谱仪操作与维护培训	掌握仪器操作与维护方法	液闪谱仪操作软件；效率刻度、本底、样品检测；低本底仪器维护知识	水中氚分析人员	实操
3	水中氚的分析方法培训	掌握水中氚的分析方法	水中氚的前处理方法；水中氚测量质量控制；水中氚数据处理	水中氚分析人员	课堂+实操
4	热释光测量培训	掌握热释光测量方法	热释光测量原理；测量仪器操作使用；测量仪器维护。	热释光检测人员	实操
5	陆地水总 β 放射性检测方法培训	掌握实验原理及方法	陆地水总 β 放射性检测方法实验原理及方法	总放分析人员	实操
6	γ 谱仪操作与日常维护培训	掌握仪器原理、操作与维护方法	γ 谱仪原理知识； γ 谱仪操作软件； γ 谱仪仪器效率刻度、本底、样品检测； γ 谱仪仪器日常维护知识	γ 谱分析人员	课堂+实操
7	环境保护知识	掌握国家相关环境保护政策内容	掌握国家相关环保政策有关废气、废液、非放固体废物和危险废物的管理要求解读培训。	实验室检测人员	外训
8	实验室风险管理	掌握实验室风险管理相关内容	掌握实验室的风险识别方法，确保实验室管理体系正常运行	实验室检测人员	内训

8.1.5 流出物监测过程中的质量控制措施

8.1.5.1 流出物取样、运输和贮存

流出物取样、包装、运输和贮存应编制操作规程，尽量采用国家和国际标准，规程需包括操作步骤、方法、要求和记录等，以保证样品具有代表性，避免样品中放射性核素通过物理、化学和生物作用损失或沾污等。

样品接收、核查和发放环节应受控，样品标签和包装应完整。若发现样品有异常，应如实记录，并尽快采取相应措施，必要时重新取样。

样品应分区存放，并有明显标志，以免混淆。样品保存条件应符合相关标准或技术规范要求。

准确测量样品的质量、体积或流量，其误差一般控制在 10% 以内。

采样装置对放射性核素的收集效率应通过文件形式体现。一般应根据使用的实际条件用实验测定收集效率，如果使用条件与采样装置的生产厂家的测定条件相同或相近，也可采用厂家给出的数据。

对放射性水平异常或有其他特殊情况的样品应保存到有调查结论后再进行处理。

8.1.5.2 预处理及分析方法

样品预处理和测量分析应编制程序，尽量采用国家和国际标准，也可采用经过鉴定和验证，在实践中普遍应用的方法，或由行业内部制定的标准方法等。

所有测量分析装置都应有性能和操作说明书。

任何人不得擅自修改常规采用的方法和程序。

测量分析期间，应防止样品间交叉污染。分析测量实验室和仪器设备，应尽可能按放射性核素种类及其浓度大小区分使用。

8.1.5.3 质控样品测定

为了确定测量分析过程中产生的不确定度以便采取相应的校正措施，应该进行质控样品的测定；质控样品包括平行样、掺标样和空白样。

平行样用来评价结果变异性的来源，由尽可能均匀的样品来制备。

掺标样在某些情况下可代替标准物质，用来估计测量结果的准确度和精密度，同时也可测定核素的放射化学回收率；若掺标样的回收率超过控制限，应分析原因，并考虑是否需要重新进行分析。

空白样测量用来检查测量过程中样品放射性的交叉污染情况，同时也提供了扣除本底的资料；空白样测定结果一般应低于方法检出限。

8.1.5.4 加标回收率的测定

加标样品与样品在相同的前处理和测定条件下进行分析，对于分析方法加标回收率的测定，一般要求加标样品与未加标样品各作 6 次及 6 次以上平行试验；在实际应用时应注意加标物质的形态、加标量和加标的基体；加标量一般为样品浓度的 0.5~3 倍，且加标后的总浓度不应超过分析方法的测定上限；样品中待测物浓度在方法检出限附近时，加标量应控制在校准曲线的低浓度范围；加标后样品体积应无显著变化，否则应在计算回收率时考虑这项因素。

8.1.5.5 质量控制图

常用的质量控制图在应用上分空白值控制图、平行样控制图和加标回收率控制图等。

日常分析时，质量控制样品与被测样品同时进行分析，将质量控制样品的测定结果标于质量控制图中，判断分析过程是否处于受控状态；如本底的涨落是否符合预计的计数统计误差，本底水平是否存在漂移，计数效率是否有再现性等；探测器本底和效率控制图需要至少 20 个以上的数据，且这些数据应取自正常情况下的本底或效率测量，而不应在短期内突击进行重复测量。

8.1.5.6 原始记录

原始数据记录内容一般包括取样日期、分析日期、样品名称、分析相关参数、测量结果、备注等，所有这些原始记录都应符合质保要求。

以电子文件形式储存的文件，应按照相关仪器使用规程或实验室的要求进行编号，不得覆盖已有编号，并在原始记录本上进行记录。

仪器使用和维护的原始记录、试剂/标准配制记录、仪器/试剂标定是实验室检测分析原始记录的延伸，上述要求同样适用。

8.1.5.7 分析数据的处理及报告

当分析人员（通过平行样测量等）发现测量结果超过预期时，应及时查找原因、采取纠正措施，并向上级报告。

样品分析报告必须经编（校）、审后，才能被视为有效的检测报告。

8.1.5.8 数据处理



保证监测数据的完整性，确保全面、客观地反映监测结果；不得利用数据有效性规则，达到不正当的目的；不得选择性地舍弃不利数据，人为干预监测和评价结果。

有效数字及数值修约：

—记录测定数值时，应同时考虑计量器具的精密度、准确度和读数误差。对检定合格的计量器具，有效数字位数可以记录到最小分度值，最多保留一位不确定数字；

—精密度一般只取 1~2 位有效数字；

—校准曲线相关系数只舍不入，保留到小数点后第一个非 9 数字；如果小数点后多于 4 个 9，最多保留 4 位；校准曲线斜率的有效位数，应与自变量的有效数字位数相等；校准曲线截距的最后一位数，应与因变量的最后一位数取齐。

异常值的判断和处理：

—以检出水平 α 为 5% 进行异常值的判断，当出现异常高值时，应查找原因，原因不明的异常高值不应随意剔除。

数据校核及审核：

—对原始数据和拷贝数据进行校核；对可疑数据，应与样品分析的原始记录进行校对；

—监测原始记录应有检测人员和校核人员的签名；检测人员负责填写原始记录；校核人员应检查数据记录是否完整、抄写或录入计算机时是否有误、数据是否异常等，并考虑以下因素：监测方法、监测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等；

—审核人员应对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。

监测结果的表示：

—监测结果应采用法定计量单位；

—平行样的测定结果在允许偏差范围内时，用其平均值报告测定结果；

—监测结果低于方法检出限时，给出方法检出限值；

—需要时，应给出监测结果的不确定度范围。

8.1.6 环境监测中的质量控制措施

8.1.6.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制

样品采集、运输和贮存中的质量控制目的在于采集到具有代表性的样品。为达到此目的，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。

8.1.6.2 样品处理、分析测量中的质量控制措施

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了《环境监测质量保证措施》（EMC-0-UCJ00-001）程序规定的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。

8.1.6.3 质控样品

为了确定分析测量的精密度,采用平行样品分析测量。

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。

环境监测项目均严格按照环境监测操作程序执行。生物、土壤、海洋沉积物、海水等项目进行 γ 谱分析复检率高于 15%。 γ 谱核素分析环境样品(生物、表层土、海洋沉积物)时取 5%~20%样品作平行样分析, Sr-90 分析(生物、土壤、沉积物和海水) 5%~20%作平行样分析,液闪分析项目(除排放口海水)的平行样比例在 5%~20%,满足《环境监测质量保证措施》要求。

2020 年开展的化学分析样品中平行样分析结果见表 8-7。

表 8-7 2020 年化学分析样品平行样测量结果

项目	点位	平行样 1	平行样 2	结果	项目	点位	(平行样)	(平行样)	结果
空气中氚, Bq/L	环境楼	2.8±0.3	2.6±0.3	满意	饮用水中总 α , Bq/L	核电厂现场	0.033±0.007	0.037±0.008	满意
		2.2±0.3	2.5±0.3	满意			0.045±0.006	0.033±0.006	满意
		1.2±0.3	1.3±0.3	满意			0.028±0.006	0.031±0.005	满意
		2.3±0.3	2.1±0.3	满意			0.020±0.004	<0.015	满意
		1.2±0.3	1.4±0.3	满意	饮用水中总 β , Bq/L	核电厂现场	0.163±0.005	0.153±0.004	满意
		3.6±0.3	3.4±0.3	满意			0.106±0.004	0.136±0.003	满意
		1.9±0.3	1.7±0.3	满意			0.213±0.004	0.240±0.005	满意
		<1.0	<1.0	满意			0.154±0.004	0.167±0.003	满意
	1.4±0.3	1.5±0.3	满意	饮用水中氚, Bq/L	核电现场	2.1±0.3	2.0±0.3	满意	
	1.7±0.3	1.6±0.3	满意			1.1±0.3	0.9±0.3	满意	
	1.3±0.3	1.8±0.3	满意			1.3±0.3	<0.9	满意	
	2.5±0.3	2.6±0.3	满意			1.5±0.3	1.3±0.3	满意	
生物中 Sr-	北崮山松	0.350±0.012	0.308±0.039	满意	土壤中 Sr-	宿城	0.416±0.063	0.390±0.104	满意

项目	点位	平行样 1	平行样 2	结果	项目	点位	(平行样)	(平行样)	结果
90, Bq/kg	针				90, Bq/kg				
	高公 岛牡 蛎	0.025±0.0 02	0.026±0. 002	满意		杨圩	0.305±0.059	0.292±0.066	满意
		0.017±0.0 02	0.019±0. 002	满意		环境楼	0.221±0.069	0.312±0.053	满意
海水 中 Sr- 90, mBq/ L	连岛	0.468±0.0 36	0.494±0. 052	满意	柳河	0.792±0.050	0.730±0.069	满意	
	高公 岛	1.156±0.0 75	0.971±0. 067	满意	板桥	0.271±0.065	0.204±0.059	满意	

8.1.7 外部质量控制

田湾核电站流出物实验室与连云港辐射监测管理站建立了长期的实验室比对机制, 每年制定比对计划, 2020 年共开展了 5 类共计 56 个样品的比对, 测量分析结果一致, 比对情况详见表 8-8。

表 8-8 流出物样品比对结果

监测对象	监测项目	比对样名称	比对样品数 (个)	比对结果
烟囱	气溶胶	气溶胶样品	12	一致
烟囱	卤素	活性炭样品	12	一致
烟囱	氡	氡样品	4	一致
烟囱	碳-14	碳-14 样品	4	一致
核岛废液	γ 核素	核岛废液	16	一致
	氡		8	一致

田湾核电站环境监测实验室与江苏省辐射环境监测管理站、连云港辐射监测管理站建立了长期的实验室比对机制, 每年制定比对计划。2020 年共开展了 5 类共计 11 个样品的比对, 各单位的测量分析结果一致, 2020 年比对项目与结果见表 8-9。

表 8-9 2020 年三方比对项目与结果

监测对象	监测项目	比对样名称	比对样品数 (个)	比对结果
累积剂量	累积剂量	略	3	一致

陆地水	锶-90	高公岛地下水	1	一致
	γ 谱		1	
海水	氚	排放口海水	1	一致
	锶-90		1	一致
土壤	γ 谱	柳河土壤	1	一致
	锶-90		1	一致
生物	锶-90	宿城保驾山茶叶	1	一致
	γ 核素		1	一致

2020 年, 田湾核电站环境监测实验室参加了参加由生态环境部辐射环境监测技术中心、生态环境部核与辐射安全中心、江苏省核管中心、中国核工业集团有限公司、中国辐射防护研究院等单位组织的能力验证和实验室间比对项目, 项目均取得满意结果, 详见表 8-10。

表 8-10 2020 年田湾核电站参加外部质量保证项目及其结果

比对/考核项目	组织单位	比对结果	备注
土壤中 Sr-90	生态环境部核与辐射安全中心	满意	比对
土壤中 γ 核素		满意	比对
生物灰中 γ 核素	中国辐射防护研究院	满意	能力验证
土壤中 Sr-90		满意	能力验证
土壤中 γ 核素		满意	能力验证
水中 Sr-90		满意	能力验证
气溶胶滤膜中总 α	生态环境部辐射环境监测技术中心	合格	考核
气溶胶滤膜中总 β		合格	考核
沉降物 γ 能谱分析		合格	考核

2020 年田湾核电站和本项目承担单位开展了非放射性监测比对, 非放射性监测比对结果见表 8-11 和表 8-12。可以看到, 验收监测单位样品分析结果与核电站监测结果均处于相近的水平, 所有比对结果均为满意。

表 8-11 非放射性监测比对结果 (相对偏差判断法), mg/L

项目	点位	田湾核电 y1	苏州院 y2	实验室间相对偏差, %	评价标准要求, %	结论
亚硝酸盐	高公岛	1.7E-02	1.4E-02	9.68	≤ 25	满意
	3/4 号排放口	1.1E-02	1.3E-02	8.33	≤ 25	满意
COD	高公岛	1.52E+00	1.440E+00	2.70	≤ 25	满意
	3/4 号排放口	1.6E+00	1.600E+00	0.00	≤ 25	满意
活性磷酸盐	高公岛	2.3E-02	2.7E-02	8.60	≤ 15	满意
	3/4 号排放口	3.0E-02	3.4E-02	6.63	≤ 15	满意
氨氮	高公岛	2.61E-01	2.75E-01	2.67	≤ 15	满意
	3/4 号排放口	3.07E-01	3.18E-01	1.79	≤ 15	满意

注: 表中评价标准参考《水和废水监测分析方法》第四版。

表 8-12 非放射性监测比对结果 (临界值判断法), mg/L

项目	点位	田湾核电 y1	苏州院 y2	两次测量结果之差	临界值	结论
油类	高公岛	9.2E-02	8.7E-02	0.005	0.005	满意
	3/4 号排放口	0.1.85E-01	1.82E-01	0.003	0.009	满意
硫酸盐	高公岛	2.113E+00	2.115E+00	0.002	0.017	满意
	3/4 号机组排放口	2.398E+00	2.399E+00	0.001	0.021	满意
硼	高公岛	9.4E-02	9.7E-02	0.003	0.014	满意
	3/4 号排放口	1.09E-01	1.31E-01	0.022	0.018	满意

注：油类精密度参考 GB17378.4-2007《海洋监测规范第 4 部分海水分析》，硫酸盐参考 GBT11899-1989《水质硫酸盐的测定重量法》，硼参考 HJ/T49-1999《水质硼的测定姜黄素分光光度法》。

8.1.8 竣工验收专项比对

对流出物监测和辐射环境监测比对结果的评价采用相对偏差法，以验证核电厂流出物监测数据的可靠性。参考《电离辐射环境监测与评价》（潘自强编）中辐射环境监测的质量保证中要求掺标样品的相对平均偏差应小于 30%，大于 30%则需要进一步分析原因。RD 由下式计算：

$$RD = |y1 - y2| / (y1 + y2) \times 100\%$$

式中，y1 和 y2 分别代表苏州院和江苏核电的监测结果。

对于小于探测限（MDC）数据的评价：如果平行双样中有一个结果大于 MDC，另外一个小于 MDC，则采用大于 MDC 的数值和 MDC 进行比较；如果平行双样中两个结果都小于 MDC，则认为两个平行样结果可以接受。对于探测限数据相差较大的情况，对双方的数据进行进一步核查。

8.1.8.1 流出物监测

2021 年本项目承担单位和田湾核电站开展了竣工验收流出物监测专项比对，气态流出物比对结果见表 8-13。从表中可以看到，苏州院和江苏核电的监测结果基本上无显著性差异，整体结果一致性较好。

表 8-13 气态流出物质量样品监测结果与评价

(1) TEG 系统 (mBq/m³)

类别	核素	样品来源	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	评价结果
氚	H-3	TEG	2.84E+07	3.66E+07	13%	满意
卤素	I-131	TEG	1.50E+00	1.90E+00	12%	满意
	I-131		<2.6E-01	<3.1E-01	—	满意
气溶胶中 γ核素	Cs-137	TEG	<5.4E-01	<6.4E-01	—	满意
	Co-60		<3.3E-01	<3.6E-01	—	满意
	Co-58		<6.2E-01	<5.9E-01	—	满意
	Sb-124		<4.0E-01	<4.5E-01	—	满意
惰性气体	Ar-41	TEG	<1.2E+02	<2.0E+02	—	满意
	Kr-88		<1.8E+03	<2.3E+03	—	满意
	Xe-133		2.70E+04	2.55E+04	—	满意
	Xe-135		<3.9E+02	<4.2E+02	—	满意

(二) ETY 系统 (mBq/m³)

类别	核素	样品来源	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	评价结果
氚	H-3	5M1ETY	8.80E+07	9.06E+07	1.5%	满意
卤素	I-131	5M1ETY	<2.6E-03	<2.2E-03	—	满意
	I-131		<4.2E-03	<2.1E-03	—	满意
气溶胶中 γ核素	Cs-134	5M1ETY	<2.8E-03	<2.7E-03	—	满意
	Cs-137		<1.8E-03	<2.6E-03	—	满意
	Co-60		<3.9E-03	<3.2E-03	—	满意
	Mn-54		<3.1E-03	<2.8E-03	—	满意
	Cr-51		<1.8E-02	<2.1E-02	—	满意
	Ag-110m		<1.7E-03	<1.5E-03	—	满意
	Fe-99		<1.8E-03	<6.2E-03	—	满意
	Co-58		<2.2E-03	<2.1E-03	—	满意
	Sb-122		<3.9E-03	<2.5E-03	—	满意
	Sb-124		<1.5E-03	<1.4E-03	—	满意
惰性气体	Ar-41	5M1ETY	1.16E+05	1.30E+05	5.7%	满意
	Kr-88		<3.8E+02	<3.5E+02	—	满意
	Xe-133		8.33E+04	8.59E+04	1.5%	满意
	Xe-135		6.48E+02	6.66E+02	1.4%	满意

(三) KRT 系统 (mBq/m³)

类别	核素	样品来源	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	评价结果
氚	H-3	5M9KRT	9.77E+07	9.17E+07	3.2%	满意
碳	C-14	5M9KRT	1.09E+04	1.13E+04	1.8%	满意
卤素	I-131	5M9KRT	<2.0E-04	<2.0E-04	—	满意
	I-131		<9.6E-04	<9.4E-04	—	满意
气溶胶中 γ 核素	Cs-134	5M9KRT	<1.6E-04	<1.6E-04	—	满意
	Cs-137		<1.5E-04	<1.4E-04	—	满意
	Co-60		<8.2E-05	<1.8E-04	—	满意
	Mn-54		<4.7E-05	<9.0E-05	—	满意
	Cr-51		<1.4E-03	<1.7E-03	—	满意
	Ag-110m		<1.1E-04	<1.2E-04	—	满意
	Fe-99		<3.1E-04	<3.8E-04	—	满意
	Co-58		<1.4E-04	<1.2E-04	—	满意
	Sb-122		<4.9E-04	<2.7E-03	—	满意
	Sb-124		<1.30E-04	<1.61E-04	—	满意
惰性气体	Ar-41	5M9KRT	<7.7E+01	<8.0E+01	—	满意
	Kr-88		<3.3E+02	<4.1E+02	—	满意
	Xe-133		<2.8E+02	<3.3E+02	—	满意
	Xe-135		<6.4E+01	<7.1E+01	—	满意

注：参考《电离辐射环境监测与评价》（潘自强编）中辐射环境监测的质量保证中要求掺标样品的相对平均偏差应小于 30%，这里认为两者的相对平均偏差应小于 30%就可以接受。

液态流出物监测比对结果见表 8-14。从表中可以看到，田湾核电站的监测结果与苏州院的监测结果一致性较好。

表 8-14 液态流出物质量样品监测结果与评价
(一) TER 系统 (Bq/m³)

监测项目	样品编号	核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	评价结果
pH	5M9TER002 BA	pH	7.1	6.7	2.9%	满意
氚		H-3	5.06E+08	9.02E+08	28%	满意
碳		C-14	1.81E+05	3.07E+05	26%	满意
总 β		总 β	1.81E+04	2.22E+04	10%	满意
γ 核素	5M9TER002	Mn-54	2.34E+03	2.61E+03	5.5%	满意

	BA	Co-58	2.62E+03	1.90E+03	16%	满意
		Fe-99	<2.85E+02	<2.56E+02	—	满意
		Co-60	<1.25E+02	<7.53E+01	—	满意
		Sb-124	<3.02E+02	<1.17E+02	—	满意
		I-131	7.23E+02	5.62E+02	12%	满意
		Cs-134	1.07E+03	1.28E+03	8.9%	满意
		Cs-137	3.17E+03	1.75E+03	29%	满意

(二) SEL 系统 (Bq/m³)

监测项目	样品编号	核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	评价结果
pH	5M9SEL003 BA	pH	8.6	8.0	3.6%	满意
氚		H-3	7.13E+03	5.71E+03	11%	满意
碳		C-14	3.60E+03	2.77E+03	13%	满意
总 β		总 β	7.73E+03	6.74E+03	6.8%	满意
总 γ		总 γ	1.78E+05	1.14E+05	22%	满意
γ 核素	5M9SEL003 BA	Mn-54	<9.5E+01	<4.3E+01	—	满意
		Co-58	<1.2E+02	<1.3E+02	—	满意
		Fe-99	<3.4E+02	<3.6E+02	—	满意
		Co-60	<8.8E+01	<1.9E+02	—	满意
		Sb-124	<1.1E+02	<1.2E+02	—	满意
		I-131	<1.2E+02	<1.5E+02	—	满意
		Cs-134	<7.2E+01	<2.0E+02	—	满意
		Cs-137	<1.7E+02	<1.2E+02	—	满意
		Cr-51	<1.1E+03	<9.2E+02	—	满意
		Ag-110m	<1.3E+02	<1.5E+02	—	满意
		Sb-122	<1.0E+02	<1.6E+02	—	满意
		I-132	<1.4E+02	<1.6E+02	—	满意
		I-131	<1.2E+02	<1.1E+02	—	满意
		I-134	<2.4E+02	<9.1E+01	—	满意
I-135	<8.3E+02	<6.4E+02	—	满意		

8.1.8.2 辐射环境监测

2021 年本项目承担单位和田湾核电站开展了竣工验收辐射环境监测专项比对, 比对结果见表 8-15~



表 8-31。可以看到, 验收监测单位样品分析与核电站监测结果均处于相近的水平, 所有比对结果均为满意。

表 8-15 饮用水中质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
饮用水	高公岛	总 α	Bq/L	0.040±0.007	0.063±0.063	22%	满意
		总 β	Bq/L	0.212±0.004	0.207±0.004	1.2%	满意
		Ce-144	mBq/L	<15	<12	—	满意
		Sb-124	mBq/L	<2.2	<1.9	—	满意
		Cs-134		<2.2	<1.7	—	满意
		Cs-137		<2.1	<1.6	—	满意
		Co-58		<2.2	<1.8	—	满意
		Mn-54		<2.3	<1.5	—	满意
		Fe-99		<3.7	<3.3	—	满意
		Co-60		<2.2	<1.7	—	满意
K-40							

表 8-16 地表水中质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
地表水	宿城水库	H-3	Bq/L	1.80±0.30	1.51±0.29	8.8%	满意
		Ce-144	mBq/L	<7.2	<17	—	满意
		Th-232		<1.4	<4.6	—	满意
		Ra-226		<9.8	<12	—	满意
		Be-7		<16	<21	—	满意
		Sb-124		<1.8	<2.7	—	满意
		Cs-134		<2.1	<2.4	—	满意
		Cs-137		<2.2	<3.1	—	满意
		Co-58		<1.6	<3.0	—	满意
		Mn-54		<2.0	<2.6	—	满意
		Fe-99		<3.9	<4.8	—	满意
		Co-60		<2.0	<2.6	—	满意
		K-40		<6.6	<8.0	—	满意

表 8-17 地下水中质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
地下水	高公岛地下水	H-3	Bq/L	1.22±0.33	1.07±0.33	6.6%	满意
		Ce-144	mBq/L	<19	<17	—	满意
		Th-232		<16	5.5±3.3	—	满意
		Ra-226		<10	<4.9	—	满意
		Be-7		<19	<21	—	满意
		Sb-124		<2.4	<2.4	—	满意
		Cs-134		<2.2	<2.4	—	满意
		Cs-137		<1.6	<3.2	—	满意
Co-58	<2.7	<2.6	—	满意			

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
		Mn-54		<2.3	<2.6	—	满意
		Fe-99		<5.7	<6.1	—	满意
		Co-60		<2.6	<2.8	—	满意
		K-40		363±29	352±46	1.5%	满意

表 8-18 土壤中质量样品监测结果及评价, Bq/kg

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
土壤	宿城	Sr-90	0.549±0.053	0.496±0.094	5.1%	满意
		U-238	31.4±10.5	31.9±4.7	0.8%	满意
		Ce-144	<3.0	<2.8	—	满意
		Th-232	54.9±4.6	53.8±0.8	1.0%	满意
		Ra-226	34.4±4.8	29.7±0.9	7.3%	满意
		Be-7	<4.1	<3.4	—	满意
		Sb-124	<0.41	<0.37	—	满意
		Cs-134	<0.43	<0.36	—	满意
		Cs-137	2.66±0.44	2.7±0.3	0.7%	满意
		Co-58	<0.27	<0.37	—	满意
		Mn-54	<0.54	<0.37	—	满意
		Fe-99	<1.1	<0.86	—	满意
		Co-60	<0.68	<0.42	—	满意
K-40	972±95	983±11	0.6%	满意		

表 8-19 水库沉积物中质量样品监测结果及评价, Bq/L

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
地表水沉积物	宿城水库	Sr-90	0.734±0.258	0.896±0.251	9.9%	满意
		U-238	22.2±2.5	21.3±3.8	2.1%	满意
		Ce-144	<1.9	<2.3	—	满意
		Th-232	32.3±1.2	29.0±0.6	5.4%	满意
		Ra-226	17.3±0.6	17.4±0.4	0.3%	满意
		Be-7	<1.4	<2.8	—	满意
		Sb-124	<0.17	<0.31	—	满意
		Cs-134	<0.28	<0.28	—	满意
		Cs-137	<0.20	<0.38	—	满意
		Co-58	<0.18	<0.32	—	满意
		Mn-54	<0.34	<0.33	—	满意
		Fe-99	<0.37	<0.71	—	满意
		Co-60	<0.28	<0.36	—	满意
K-40	959±33	954±11	0.3%	满意		

表 8-20 小麦质量样品监测结果及评价, Bq/kg 鲜

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
小麦	宿城	Ce-144	<0.022	<0.14	—	满意
		Be-7	3.2±0.3	2.4±0.4	14%	满意
		Ru-103	<0.02	<0.03	—	满意
		Sb-124	<0.02	<0.03	—	满意
		Cs-134	<0.02	<0.03	—	满意
		Ru-106	<0.24	<0.28	—	满意
		Cs-137	<0.03	<0.03	—	满意
		Co-58	<0.03	<0.03	—	满意
		Mn-54	<0.03	<0.03	—	满意
		Fe-99	<0.04	<0.09	—	满意
		Co-60	<0.04	<0.04	—	满意
		K-40	142±7	133.0±1.4	3.3%	满意

表 8-21 青菜质量样品监测结果及评价, Bq/kg 鲜

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
青菜	柳河	Ce-144	<0.025	<0.03	—	满意
		Be-7	0.45±0.05	0.40±0.11	5.9%	满意
		Ru-103	<0.01	<0.01	—	满意
		Sb-124	<0.01	<0.01	—	满意
		Cs-134	<0.01	<0.01	—	满意
		Ru-106	<0.06	<0.07	—	满意
		Cs-137	<0.01	<0.01	—	满意
		Co-58	<0.01	<0.01	—	满意
		Mn-54	<0.01	<0.01	—	满意
		Fe-99	<0.02	<0.02	—	满意
		Co-60	<0.01	<0.01	—	满意
		K-40	36.3±1.8	35.8±0.3	0.7%	满意

表 8-22 鸡肉质量样品监测结果及评价, Bq/kg 鲜

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
鸡肉	青口镇	Ce-144	<0.02	<0.05	—	满意
		Be-7	<0.07	<0.08	—	满意
		Ru-103	<0.01	<0.01	—	满意
		Sb-124	<0.01	<0.01	—	满意
		Cs-134	<0.01	<0.01	—	满意
		Ru-106	<0.08	<0.10	—	满意
		Cs-137	0.016±0.004	<0.01	23%	满意
		Co-58	<0.01	<0.01	—	满意

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
		Mn-54	<0.01	<0.01	—	满意
		Fe-99	<0.02	<0.03	—	满意
		Co-60	<0.02	<0.02	—	满意
		K-40	63.5±3.1	62.4±0.2	0.9%	满意

表 8-23 海水中质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
海水	丁港	H-3	Bq/L	6.72±0.37	6.20±0.36	4.0%	满意
海水	排放口	Sr-90	mBq/L	0.497±0.105	0.408±0.057	9.8%	满意
海水	丁港	Ce-144	mBq/L	<2.0	<2.5	—	满意
		Ru-103		<0.49	<0.51	—	满意
		Sb-124		<0.39	<0.53	—	满意
		Cs-134		<0.48	<0.57	—	满意
		Ru-106		<5.3	<5.2	—	满意
		Cs-137		<0.61	<0.69	—	满意
		Co-58		<0.20	<0.57	—	满意
		Mn-54		<0.61	<0.57	—	满意
		Fe-99		<1.1	<1.2	—	满意
		Co-60		<0.77	<0.72	—	满意
		K-40		370±19	363±13	1.0%	满意

表 8-24 潮下带中质量样品监测结果及评价, Bq/kg

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
潮下带底泥	丁港	Sr-90	1.053±0.073	0.890±0.103	8.4%	满意
		U-238	<11.4	<12	—	满意
		Ce-144	<2.3	<2.7	—	满意
		Th-232	17.6±2.5	16.8±0.6	2.3%	满意
		Ra-226	41.8±5.7	40.9±1.1	1.1%	满意
		Be-7	<2.5	<3.5	—	满意
		Sb-124	<0.29	<0.39	—	满意
		Cs-134	<0.35	<0.41	—	满意
		Cs-137	<0.35	<0.45	—	满意
		Co-58	<0.40	<0.43	—	满意
		Mn-54	<0.39	<0.43	—	满意
		Fe-99	<0.6	<0.97	—	满意
		Co-60	<0.53	<0.47	—	满意
		K-40	782±77	798±13	1.0%	满意

表 8-25 潮间带土中质量样品监测结果及评价, Bq/kg

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
潮间带底泥	丁港	Sr-90	0.722±0.070	0.592±0.063	9.9%	满意
		U-238	10.1±±2.2	11.7±3.6	7.3%	满意
		Ce-144	<1.9	<2.3	—	满意

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
		Th-232	18.1±0.85	17.0±0.5	3.1%	满意
		Ra-226	42.0±1.2	40.9±0.9	1.3%	满意
		Be-7	<1.3	2.9±1.6	—	满意
		Sb-124	<0.17	<0.30	—	满意
		Cs-134	<0.26	<0.29	—	满意
		Cs-137	<0.3	<0.36	—	满意
		Co-58	<0.27	<0.32	—	满意
		Mn-54	<0.18	<0.33	—	满意
		Fe-99	<0.36	<0.75	—	满意
		Co-60	<0.27	<0.37	—	满意
		K-40	811.5±28.5	804.9±9.9	0.4%	满意

表 8-26 鱼质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
鲮鱼	青口下口海域	C-14	Bq/gC	未开展	0.21±0.02	—	—
			Bq/kg 干	未开展	99±11	—	—
		Ce-144	Bq/kg 鲜	<0.05	<0.06	—	满意
		Be-7		<0.09	<0.10	—	满意
		Ru-103		<0.01	<0.01	—	满意
		Sb-124		<0.01	<0.01	—	满意
		Cs-134		<0.01	<0.01	—	满意
		Ru-106		<0.11	<0.11	—	满意
		Cs-137		0.020±0.005	0.013±0.006	21%	满意
		Co-58		<0.01	<0.01	—	满意
		Mn-54		<0.013	<0.02	—	满意
		Fe-99		<0.04	<0.04	—	满意
		Co-60		<0.01	<0.02	—	满意
		K-40		61.081±2.970	59.1±0.6	1.6%	满意

表 8-27 虾质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
虾	方洋港闸	C-14	Bq/gC	未开展	0.19±0.02	—	—
			Bq/kg 干	未开展	75±7	—	—
		Ce-144	Bq/kg 鲜	<0.04	<0.04	—	满意
		Be-7		<0.06	<0.07	—	满意
		Ru-103		<0.01	<0.01	—	满意
		Sb-124		<0.01	<0.01	—	满意
		Cs-134		<0.01	<0.01	—	满意
		Ru-106		<0.07	<0.09	—	满意
		Cs-137		<0.01	<0.01	—	满意
		Co-58		<0.01	<0.01	—	满意
		Mn-54		<0.01	<0.01	—	满意
		Fe-99		<0.02	<0.03	—	满意
		Co-60		<0.02	<0.01	—	满意
		K-40		24.8±1.2	24.3±0.4	1.0%	满意

表 8-28 乌贼质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
乌贼	连云港以东	C-14	Bq/gC	未开展	0.19±0.02	—	—
			Bq/kg 干	未开展	39±4	—	—
		Ce-144	Bq/kg 鲜	<0.05	<0.04	—	满意
		Be-7		<0.06	<0.07	—	满意
		Ru-103		<0.01	<0.01	—	满意
		Sb-124		<0.01	<0.01	—	满意
		Cs-134		<0.01	<0.01	—	满意
		Ru-106		<0.08	<0.08	—	满意
		Cs-137		<0.01	<0.01	—	满意
		Co-58		<0.01	<0.01	—	满意
		Mn-54		<0.01	<0.01	—	满意
		Fe-99		<0.01	<0.02	—	满意
		Co-60		<0.02	<0.01	—	满意
		K-40		15.3±0.8	14.9±0.3	1.3%	满意

表 8-29 紫菜质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
紫菜	柳河	C-14	Bq/gC	未开展	0.18±0.02	—	—
			Bq/kg 干	未开展	52±6	—	—
		Ce-144	Bq/kg 鲜	<0.50	<0.45	—	满意
		Be-7		<0.8	<0.75	—	满意
		Ru-103		<0.06	<0.09	—	满意
		Sb-124		<0.08	<0.10	—	满意
		Cs-134		<0.08	<0.09	—	满意
		Ru-106		<0.78	<0.97	—	满意
		Cs-137		<0.09	<0.11	—	满意
		Co-58		<0.11	<0.12	—	满意
		Mn-54		<0.10	<0.12	—	满意
		Fe-99		<0.29	<0.32	—	满意
		Co-60		<0.06	<0.15	—	满意
		K-40		558±28	521.6±5.1	6.0%	满意

表 8-30 指示生物质量样品监测结果及评价

样品名称	采样地点	监测核素	单位	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
松针	宿城水库	Sr-90	Bq/kg 鲜	0.384±0.835	0.418±0.791	4.2%	满意
		C-14	Bq/gC	未开展	0.20±0.02	—	—
			Bq/kg 干	未开展	87±8	—	—
		Ce-144	Bq/kg 鲜	<0.11	<0.13	—	满意
		Be-7		34.0±1.7	32.6±0.8	2.1%	满意
		Ru-103		<0.01	<0.03	—	满意
		Sb-124		<0.02	<0.02	—	满意
		Cs-134		<0.02	<0.03	—	满意
		Ru-106		<0.25	<0.25	—	满意
		Cs-137		<0.03	<0.03	—	满意
		Co-58		<0.03	<0.03	—	满意
		Mn-54		<0.03	<0.03	—	满意
		Fe-99		<0.1	<0.07	—	满意
		Co-60		<0.02	<0.04	—	满意
K-40	71.4±3.5	70.1±1.1		0.9%	满意		

表 8-31 海盐中质量样品监测结果及评价, Bq/kg

样品名称	采样地点	监测核素	田湾核电 y1	苏州院 y2	RD	比对结果
海盐	台南盐场	Ce-144	<1.2	<1.8	—	满意
		Be-7	<1.8	<2.6	—	满意
		Sb-124	<0.21	<0.31	—	满意
		Cs-134	<0.21	<0.35	—	满意
		Cs-137	<0.24	<0.39	—	满意
		Co-58	<0.16	<0.31	—	满意
		Mn-54	<0.16	<0.34	—	满意
		Fe-99	<0.3	<0.69	—	满意
		Co-60	<0.17	<0.38	—	满意
		K-40	10±4	13.7±4.5	15.6	满意



8.2 噪声监测过程中的质量保证和质量控制

8.2.1 监测环境条件控制

现场监测方法遵循以下原则：1) 测量时应在无雨雪、无雷电，风速小于 5m/s 下进行；2) 距离任何反射物（地面除外）至少 3.5m 外测量，距离地面高度 1.2m 以上；在噪声敏感建筑物外，距墙壁或窗户 1m 处，距地面高度 1.2m 以上；厂界外 1m、高度 1.2m 以上、距任一反射面距离不小于 1m；3) 选择昼间（6:00~22:00）和夜间（22:00~6:00）两个时段进行噪声监测，采用 1min 的等效声级。

监测环境条件及工况见表 8-32。

表 8-32 监测环境条件及工况

序号	监测对象	监测时间	气象条件
1	噪声	2021.9.2, 10:13~10:40	晴, 温度: 25.5℃, 风速: 3.1m/s
2	噪声	2021.9.2, 22:01~22:50	晴, 温度: 17.0℃, 风速: 2.2m/s

8.2.2 监测方法控制

本次竣工环保验收噪声监测因子为工业企业厂界噪声、功能区噪声。现场监测过程全程两人参加，其中一人负责按照国家标准和技术规范中规定方法开展监测，另一人负责监督操作，同时按要求做好记录。

8.2.3 监测设备控制

依据项目承担单位《期间核查程序 (RG/CX13-E0)》，为确保检测仪器设备始终处于合格有效的状态，在设备两次检定/校准之间应进行仪器设备的期间核查。

8.2.4 量值溯源

用于测量分析仪器设备已经严格按照《年度周期检定校准计划》的要求定期进行检定/校准，并在检定/校准后进行确认。本次监测使用仪器监测时间段均处于检定有效期内。

监测使用设备为多功能声级计，仪器信息见表 8-33。

表 8-33 噪声测量仪器信息

仪器名称	仪器型号	仪器编号	校准单位	有效期
多功能声级计	AWA6228	HJ-18	苏州计量所	2021-3-5 至 2022-3-4
声校准器	AWA6221A	HJ-19	苏州计量所	2021-3-5 至 2022-3-4

8.2.5 数据记录控制

现场监测记录表中经过校核人员校核和数据审核。

8.2.6 数据处理质量控制

为保证本项目监测数据的有效，按项目承担单位《数据控制与保护程序》的要求进行数据处理。没有偏离正常值的异常结果和敏感值。

8.2.7 监测人员资质

监测人员均已通过上岗考核和生态环境部核与辐射安全中心颁发的上岗证书。

8.3 电磁环境监测过程中的质量保证和质量控制

8.3.1 监测环境条件控制

验收监测单位对田湾核电站 5、6 号机组的电磁环境进行了监测，监测时天气条件均满足标准要求，监测环境条件及工况见表 8-34。

表 8-34 监测环境条件及工况

序号	监测对象	气象条件	监测工况
1	500kV 开关站	天气：晴 温度：28.2℃ 湿度：52.1%RH	302kV，3586A
2	输变电线路		

8.3.2 监测方法控制

本次竣工环保验收电磁环境监测的因子为工频电场、工频磁场。现场监测方法满足《交流输变电工程电磁环境监测方法》(HJ681-2013)的要求,主要包括:

(1) 监测点选在地势平坦、远离树木且没有其他电力线路、通信线路及广播线路的空地上。

(2) 监测仪器的探头应架设在地面(或立足平面)上方 1.5m 高度处。

(3) 监测工频电场时,监测人员与监测仪器探头的距离至少 2.5m。监测仪器探头与固定物的距离应不小于 1m。

(4) 监测工频磁场时,监测探头可以用一个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方向。

(5) 测量读数:在输变电工程正常运行时间内进行监测,每个监测点连续测 5 次,每次监测时间不小于 15 秒,并读取稳定状态的最大值。若仪器读数起伏较大时,应适当延长监测时间。求出每个监测位置的 5 次读数的算术平均值作为监测结果。

8.3.3 监测设备控制

依据项目承担单位《期间核查程序(RG/CX13-E0)》,为确保检测仪器设备始终处于合格有效的状态,在设备两次检定/校准之间应进行仪器设备的期间核查。

8.3.4 量值溯源

用于测量分析仪器设备已经严格按照《年度周期检定校准计划》的要求定期进行检定/校准,并在检定/校准后进行确认。

监测使用设备为电磁辐射分析仪,仪器信息见表 8-35。

表 8-35 工频电场、工频磁场测量仪器信息

仪器名称	仪器型号	仪器编号	校准单位	校准日期
电磁分析仪	NBM-550/EHP-50F	HJ-140	上海计量院	2021.6.3~2022.6.2

8.3.5 数据记录控制

现场监测记录表中数据均经过校核。每个点位的测量数据确保清楚、详细、准确的记录，记录未有涂改，记录进行了唯一性编号并有签名。

8.3.6 数据处理质量控制

为保证本项目监测数据的有效，按项目承担单位《数据控制与保护程序（RG/CX30-E0）》的要求进行数据处理。没有偏离正常值的异常结果和敏感值。

8.3.7 监测人员资质

监测人员均已通过人员上岗考核和生态环境部核与辐射安全中心颁发的上岗证。



9 验收监测结果

9.1 生产工况

田湾核电站 5 号机组 2020 年 9 月 8 日投入运行, 6 号机组 2021 年 6 月 2 日投入运行。田湾核电站扩建工程 5、6 号机组汽轮发电机的额定容量为 1278MVA, 按额定运行工况下有功功率为 1150MW 核算额定发电量, 田湾核电站扩建工程 5、6 号机组试运行期间各月的发电量及满功率额定发电量见表 9-1, 其中 5 号机组 9~10 月份大修。

由表 9-1 可以看出, 自 6 号机组投运以后, 2021 年 6~9 月份, 5、6 号机组的发电量达到设计发电量的 83%, 满足验收工况条件。

表 9-1 试运行期间各月的发电量及满功率额定发电量 (亿千瓦时)

年份	月份	5 号机组	6 号机组	总发电量	额定发电量	设计工况占比率
2020	9	4.56	/	4.56	8.28	55%
2020	10	7.49	/	7.49	8.28	90%
2020	11	7.21	/	7.21	8.28	87%
2020	12	8.08	/	8.08	8.28	98%
2021	1	8.35	/	8.35	8.28	101%
2021	2	5.04	/	5.04	8.28	61%
2021	3	8.35	/	8.35	8.28	101%
2021	4	7.96	/	7.96	8.28	96%
2021	5	8.34	/	8.34	8.28	101%
2021	6	7.78	7.34	15.12	16.56	91%
2021	7	8.15	8.15	16.3	16.56	98%
2021	8	7.82	8.11	15.93	16.56	96%
2021	9	0.4	7.88	8.28	16.56	50%
2021	10	2.06	8.23	10.29	16.56	62%
	合计	91.59	39.71	131.3	157.32	83%

9.2 环保设施调试运行效果

9.2.1 放射性废液治理设施效能

9.2.1.1 放射性废液处理系统调试情况

放射性废液系统的污染治理措施主要是回收硼、蒸发净化、过滤净化和除盐净化, 在这些废液处理系统的调试过程中, 除了各设备的功能和各流程正确性外, 主要试验了过滤净化和除盐净化的压降参数、蒸发净化后浓缩液和蒸馏液浓度参数, 另外为满足 TER 系统取样均匀性的要求, 也进行了 TER 混合效率试验, 主要的调试

程序报告结果见表 9-2, TEP 系统和 TEU 系统蒸发器 100 小时的主要试验结果见表 9-3, 由试验结果可以看出, TEP 硼回收系统的蒸发装置在 100 小时的稳定试验中, 蒸馏液和浓缩液的浓度均满足验收准则要求, TEU 蒸发净化装置在 100 小时的稳定性试验中, 蒸馏液的浓度为 0, 其净化效果满足环保要求。TER 混合效率试验结果见图 9-1, TER 中的溶液在经过 30min 的搅拌后, 其浓度已达到混合均匀的要求。

调试试验结果表明, 系统的性能和功能满足系统设计的要求。

表 9-2 放射性废液处理系统的调试结果

序号	试验代码	调试报告名称	试验结果
1	TR-6M2-APG-50D	系统功能试验(功率运行)报告	除盐床、过滤器压降满足准则要求
2	TR-5M0-SRE-10	核岛废水贮槽及相关排水泵试验报告	液位、流量、泵参数正常
3	TR-5M9-TEU-56	蒸发装置 100 小时特性试验报告	蒸馏液和浓缩液浓度满足准则要求
4	TR-5M9-SEL-50	系统试验报告	流量和剂量率超过设定值均能引发阀门自动关闭
5	TR-5M9-TER-50	系统试验报告	流量和剂量率超过设定值均能引发阀门自动关闭
6	TR-5M9-TER-12	混合器效率试验报告	混合均匀时间 30min
7	TR-5M9-TEP-10 TR-5M9-TEP-10-1	前贮槽和净化子系统试验报告	净化装置压差合格
8	TR-5M9-TEP-56	蒸发装置 100 小时持续运行试验报告	蒸馏液和浓缩液浓度满足准则要求
9	TR-5M9-TEP-61 TR-5M9-TEP-61-1	除气装置 100 小时持续运行试验报告	除气塔温度、水位、压力等参数满足准则要求

表 9-3 蒸发装置 100 小时试验结果

试验编号	试验参数	准则值	样本号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TP-5M9-TEU-56	蒸馏液硼浓度	≤5ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	浓缩液硼浓度	≤15000ppm	839	1182	1260	1350	1387	2410	4740	7051	8616	13216
	pH	6~9	6.72	6.81	6.96	6.68	6.68	6.54	6.86	6.72	6.88	6.75
	导电率	<10μS/cm	0.47	0.4	0.55	0.55	0.76	0.96	0.43	0.5	0.49	0.42
TP-5M9-TEP-56 001EV	蒸馏液硼浓度	≤5ppm	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	浓缩液硼浓度	7000-7700ppm	7514	7312	7265	7678	7092	7151	7226	7351	7228	7270
	蒸馏液中氧浓度	<0.10mg/kg	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08
TP-5M9-TEP-56 002EV	蒸馏液硼浓度	≤5ppm	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	浓缩液硼浓度	7000-7700ppm	7041	7155	7379	7501	7496	7511	7579	7552	7415	7434
	蒸馏液中氧浓度	<0.10mg/kg	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04

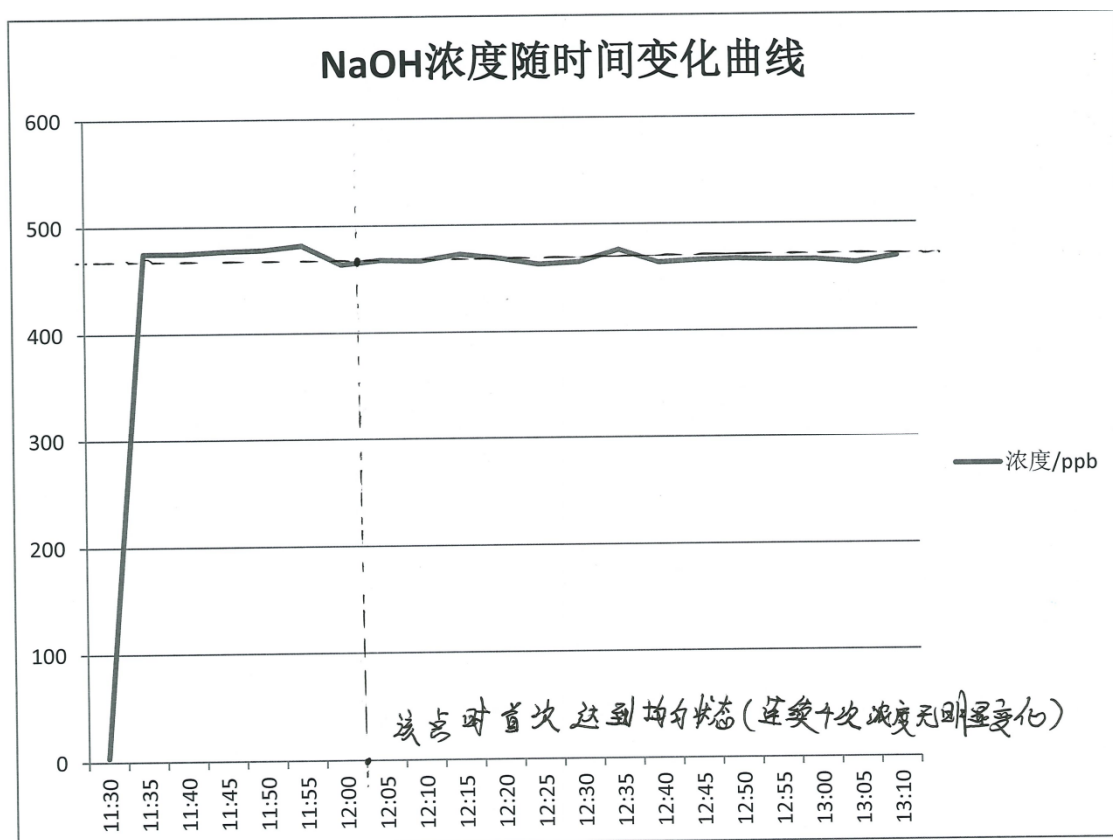


图 9-1 TER 混合效率试验结果图

9.2.1.2 放射性液态流出物处理系统的运行情况

2020 年 11 月~2021 年 10 月, TER 系统共排放液态流出物 66 罐, 排放废水体积总计 25569m³, 其排放前取样分析结果见表 9-4, 由表中结果可知:

H-3 的检出率为 100%, 浓度范围 1.49E+05~3.59E+09Bq/m³;

C-14 的检出率为 87.9%, 浓度范围为小于探测限~1.45E+06Bq/m³;

Mn-54 的检出率为 43.9%, 浓度范围为小于探测限~2.84E+03Bq/m³;

Co-58 的检出率为 68.2%, 浓度范围为小于探测限~1.17E+05Bq/m³;

Co-60 的检出率为 13.6%, 浓度范围为小于探测限~1.13E+03Bq/m³;

Fe-59 的检出率为 1.5%, 浓度范围为小于探测限~8.07E+02Bq/m³;

Sb-124 的检出率为 22.7%, 浓度范围为小于探测限~7.97E+03Bq/m³;

I-131 的检出率为 21.2%, 浓度范围为小于探测限~1.50E+03Bq/m³;

Cs-134 的检出率为 7.6%，浓度范围为小于探测限 $\sim 1.53\text{E}+03\text{Bq/m}^3$ ；

Cs-137 的检出率为 25.8%，浓度范围为小于探测限 $\sim 3.17\text{E}+03\text{Bq/m}^3$ ；

Ag-110m 的检出率为 1.5%，浓度范围为小于探测限 $\sim 2.93\text{E}+02\text{Bq/m}^3$ ；

Sb-122 的检出率为 1.5%，浓度范围为小于探测限 $\sim 8.78\text{E}+02\text{Bq/m}^3$ 。

由于 6 号机组是从 2021 年 6 月开始投入运行，考虑 5、6 号机组从设计建造到运行都保持一致，为估算 5、6 号机组全部运行后全年的排放量，采用 2020 年 11 月至 2021 年 5 月期间 5 号机组的排放数据的 2 倍估算 5、6 号机组同时运行的排放量。表 9-5 给出了田湾核电站 5、6 号机组 2020 年 11 月至 2021 年 10 月液态流出物排放量与年限值的比较情况。可以看出，液态流出物中各类流出物均小于年排放限值，其中液态除氚碳外核素最大为 $4.27\text{E}+08\text{Bq}$ ，占年限值的 1.74%；液态氚最大为 $2.64\text{E}+13\text{Bq}$ ，占年限值的 49.19%；液态 C-14 最大为 $9.48\text{E}+09\text{Bq}$ ，占年限值的 15.305%。表 9-5 表明各核素每个月的排放量占年排放限值比例最大为 11.58%，满足每个月的排放总量不应超过所批准的年排放总量的五分之一的要求。

表 9-6 给出了田湾核电站 5、6 号机组液态流出物各季度的排放量情况，各季度各核素排放量占年排放限值比例最大为 17.58%，满足每个季度的排放总量不超过所批准的年排放总量的二分之一的要求。

表 9-7 给出了本工程试运行以来每次 TER 排放的废液体积以及除氚碳外核素浓度。从表中可以看出，本工程 TER 排放废液中除氚碳核素浓度最大为 $6.59\text{E}+05\text{Bq/m}^3$ (659Bq/L)，满足 GB6249-2011 对于滨海厂址槽式排放出口处除氚和碳-14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L 的要求。

2020 年 11 月至 2021 年 10 月，SEL 系统排放的液态流出物 720 罐，排放体积 297265.4m^3 ，所有放射性核素的浓度均低于方法探测限，且 SEL 系统废液总 γ 活度浓度全部小于 80Bq/L ，均不纳入流出物排放量统计。

综上分析表明，田湾核电站 5、6 号机组放射性废液处理系统运行良好，所有排放满足国家标准和批复排放量限值的要求。



表 9-4 液态流出物 TER 取样分析结果 (Bq/m³)

序号	月份	排放体积, m ³	H-3	C-14	Mn-54	Co-58	Fe-59	Co-60	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ag-110M	Sb-122
1	11	428.7	1.49E+05	5.58E+04	<2.09E+02	<2.62E+02	<3.48E+02	<1.98E+02	<1.84E+02	<1.26E+02	<1.73E+02	<2.00E+02	-	-
2		395.3	1.24E+06	7.84E+04	<2.22E+02	<2.06E+02	<3.91E+02	<1.98E+02	<1.60E+02	<1.57E+02	<1.27E+02	<1.49E+02	-	-
3		402.6	1.55E+05	1.54E+04	<2.22E+02	<2.41E+02	<2.49E+02	<1.61E+02	<1.68E+02	<1.37E+02	<1.22E+02	<2.00E+02	-	-
4		425.8	1.22E+06	<1.05E+04	<2.10E+02	<3.88E+02	<3.98E+02	<2.28E+02	<1.87E+02	<1.67E+02	<1.08E+02	<1.34E+02	-	-
5		385.6	1.82E+06	5.47E+04	<1.99E+02	<1.24E+02	<2.52E+02	<2.01E+02	<1.30E+02	<1.88E+02	<8.12E+01	<1.90E+02	-	-
6	12	405	8.55E+05	1.17E+04	<1.84E+02	<1.96E+02	<7.84E+02	<8.83E+02	<1.34E+02	<1.74E+02	<4.84E+02	<1.34E+02	-	-
7		384.6	3.10E+07	<1.05E+04	<1.06E+02	<2.33E+02	<3.56E+02	<9.49E+01	<1.92E+02	<1.52E+02	<1.89E+02	<1.64E+02	-	-
8		411.3	2.35E+08	6.69E+04	<1.81E+02	<1.78E+02	<4.60E+02	<1.14E+02	<2.25E+02	<1.56E+02	<2.50E+02	<2.44E+02	-	-
9		403.5	1.86E+07	2.61E+05	<1.96E+02	<1.92E+02	<4.26E+02	<2.55E+02	<1.50E+02	<1.56E+02	<2.35E+02	<1.49E+02	-	-
10		385.1	3.81E+08	1.07E+05	<2.34E+02	<1.45E+02	<4.60E+02	<1.61E+02	<1.84E+02	<1.42E+02	<6.79E+01	<1.77E+02	-	-
11		428.7	1.40E+06	1.08E+05	<1.84E+02	<1.65E+02	<3.55E+02	<9.48E+02	<1.76E+02	<2.13E+02	<2.67E+02	<1.77E+02	-	-
12		437	1.08E+09	6.12E+05	1.02E+03	2.03E+03	<4.60E+02	<1.61E+02	<1.84E+02	<1.78E+02	<1.29E+02	<2.31E+02	-	-
13		390.4	3.73E+08	4.64E+04	<4.03E+02	<1.74E+02	<4.26E+02	<1.61E+02	<1.59E+02	<2.07E+02	<1.31E+02	<2.31E+02	-	-
14	1	422.4	1.25E+06	8.12E+04	<1.96E+02	7.00E+02	<3.02E+02	<2.28E+02	<1.60E+02	<1.60E+02	<2.20E+02	<6.68E+01	-	-
15		425.3	3.58E+08	2.31E+04	2.73E+03	6.93E+03	<1.33E+02	<8.75E+01	<2.32E+02	<2.34E+02	<1.44E+02	1.14E+03	-	-
16		413.7	4.01E+08	1.28E+04	<2.04E+02	<1.39E+02	<4.60E+02	<1.14E+02	<1.68E+02	<1.57E+02	<1.66E+02	<1.64E+02	-	-
17		378.3	1.58E+07	<1.05E+04	<4.74E+02	1.24E+03	<3.01E+02	<2.28E+02	<1.59E+02	<2.01E+02	<2.04E+02	<2.11E+02	-	-
18		405	1.83E+05	<1.05E+04	<4.05E+01	<1.20E+02	<2.13E+02	<1.14E+02	<8.81E+01	<7.82E+01	<1.02E+02	<1.11E+02	-	-
19		424.9	1.20E+06	<1.05E+04	<2.14E+02	<2.14E+02	<3.92E+02	<2.50E+02	<2.12E+02	<2.02E+02	<2.45E+02	<2.09E+02	-	-
20		392.9	1.66E+08	4.10E+04	1.31E+03	6.18E+03	<1.74E+02	<2.73E+02	<1.43E+02	3.53E+02	<1.25E+02	6.77E+02	-	-
21	2	388	1.35E+08	1.40E+05	1.26E+03	4.91E+03	<7.59E+01	<1.49E+02	<1.32E+02	3.89E+02	<1.06E+02	7.07E+02	-	-
22		388.5	1.52E+08	4.10E+04	<1.05E+02	<1.09E+02	<8.91E+01	<1.42E+02	<7.54E+01	<9.16E+01	<8.46E+01	<9.48E+01	-	-
23	3	386.1	3.59E+09	1.13E+06	3.91E+02	4.24E+02	<1.84E+02	<1.63E+02	<9.31E+01	<9.12E+01	<8.36E+01	<9.21E+01	-	-
24		383.6	8.77E+08	3.40E+05	6.71E+02	5.07E+02	<1.86E+02	<9.01E+01	<1.20E+02	<1.03E+02	<9.76E+01	4.14E+02	-	-
25		403	8.14E+08	3.77E+05	<6.78E+01	2.71E+02	<1.11E+02	<9.33E+01	<3.77E+01	1.12E+02	<6.59E+01	<6.69E+01	-	-

序号	月份	排放体积, m ³	H-3	C-14	Mn-54	Co-58	Fe-59	Co-60	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ag-110M	Sb-122
26		379.3	1.26E+08	2.50E+05	1.42E+03	1.35E+03	<2.46E+02	<5.10E+01	<9.57E+01	<1.05E+02	<1.15E+02	3.89E+02	-	-
27	4	389	1.27E+08	1.12E+05	7.61E+02	1.33E+03	<1.31E+02	<1.10E+02	<1.08E+02	<1.11E+02	<7.43E+01	5.46E+02	-	-
28		405	1.15E+09	6.88E+05	2.84E+03	5.37E+03	<3.13E+02	<1.74E+03	<3.56E+02	1.30E+03	1.09E+03	3.11E+03	-	-
29		410.3	2.68E+09	1.45E+06	<1.55E+02	4.69E+02	<1.59E+02	<1.17E+02	<6.53E+01	<6.54E+01	<9.32E+01	<8.52E+01	-	-
30		386.5	1.03E+09	5.92E+05	1.35E+03	3.03E+03	<1.70E+02	<9.87E+01	<1.97E+02	4.18E+02	6.06E+02	1.79E+03	-	-
31		5	417.1	2.71E+09	8.40E+04	3.03E+02	5.27E+02	<1.90E+02	2.52E+02	<7.20E+01	<9.20E+01	<1.04E+02	2.19E+02	-
32	407.4		2.25E+09	4.74E+04	1.41E+03	1.71E+03	<2.74E+02	<1.39E+02	<1.87E+02	<1.76E+02	7.90E+02	1.37E+03	-	-
33	392.4		7.64E+08	4.30E+05	<2.39E+02	<2.34E+02	<2.58E+02	<1.54E+02	<8.79E+01	3.26E+02	<1.34E+02	5.04E+02	-	-
34	431.2		1.76E+09	1.14E+06	<8.86E+01	<1.94E+02	<3.16E+02	<1.53E+02	<1.31E+02	<1.65E+02	<1.79E+02	<1.95E+02	-	-
35	6	403	4.02E+08	2.04E+05	<1.07E+02	<1.48E+02	<2.40E+02	<1.26E+02	<1.36E+02	<1.35E+02	<1.70E+02	<1.38E+02	-	-
36		422	2.09E+09	4.57E+04	<2.08E+02	6.93E+02	<2.67E+02	<1.30E+02	<1.39E+02	<1.71E+02	<2.37E+02	5.23E+02	-	-
37		434.6	1.28E+09	7.88E+04	9.56E+02	1.10E+03	<2.24E+02	<1.99E+02	<1.18E+02	<1.89E+02	<8.17E+01	8.92E+02	-	-
38	7	405.9	5.06E+08	1.81E+05	2.34E+03	2.62E+03	<2.85E+02	<1.25E+02	<3.02E+02	7.23E+02	1.07E+03	3.17E+03	-	-
39		413.7	1.56E+09	3.07E+05	5.32E+02	1.10E+03	<2.56E+02	<7.53E+01	<1.17E+02	<1.62E+02	<1.28E+02	<1.75E+02	-	-
40		421	2.20E+08	<2.08E+04	4.00E+02	8.29E+02	<2.88E+02	<2.01E+02	<1.16E+02	<1.51E+02	<1.57E+02	4.06E+02	-	-
41		316.2	1.60E+09	3.92E+05	<1.54E+02	<7.51E+01	<2.04E+02	<7.53E+01	<1.61E+02	<1.74E+02	<1.76E+02	<8.03E+01	-	-
42		439.4	3.98E+08	9.87E+04	2.84E+02	7.19E+02	<3.17E+02	<2.87E+02	<1.27E+02	<1.69E+02	<2.09E+02	<1.88E+02	-	-
43	8	388	2.44E+07	2.44E+04	<7.49E+01	8.96E+02	<3.29E+02	<6.76E+01	<1.02E+02	<1.43E+02	<1.54E+02	<1.54E+02	-	-
44		421	3.64E+07	<2.08E+04	<1.93E+02	4.94E+02	<3.68E+02	<1.61E+02	<1.44E+02	<1.43E+02	<1.09E+02	<1.78E+02	-	-
45		380.7	1.62E+09	5.83E+05	1.11E+03	2.85E+03	<1.72E+02	<1.02E+02	<1.50E+02	7.17E+02	<2.17E+02	6.82E+02	-	-
46		422.9	1.22E+09	1.20E+05	<1.17E+02	<1.68E+02	<2.99E+02	<3.09E+02	<8.02E+01	<1.73E+02	<1.33E+02	<1.21E+02	-	-
47		441.4	2.75E+09	9.28E+05	<1.39E+02	1.61E+03	<3.98E+02	<6.41E+01	<1.39E+02	4.83E+02	<2.09E+02	5.93E+02	-	-
48		417.6	1.48E+09	6.18E+05	<3.19E+02	3.37E+03	<2.30E+02	<6.41E+01	<1.39E+02	4.57E+02	<1.76E+02	<1.59E+02	-	-
49	9	433.6	8.83E+08	5.37E+05	<1.22E+02	5.42E+02	<1.73E+02	<1.88E+02	<8.37E+01	<1.82E+02	<2.08E+02	<1.95E+02	-	-
50		401.6	1.25E+09	2.55E+05	<1.87E+02	8.56E+02	<3.41E+02	<2.85E+02	<2.41E+02	<1.94E+02	<1.64E+02	<1.72E+02	-	-

序号	月份	排放体积, m ³	H-3	C-14	Mn-54	Co-58	Fe-59	Co-60	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ag-110M	Sb-122
51	10	435.5	1.24E+09	1.07E+06	6.78E+02	3.70E+04	<3.05E+02	4.88E+02	<2.62E+02	<2.61E+02	<1.71E+02	<2.15E+02	-	-
52		227.5	2.83E+08	6.45E+04	1.31E+03	1.17E+05	<4.58E+02	1.13E+03	5.84E+03	8.13E+02	<3.52E+02	<5.10E+02	-	-
53		246.4	1.11E+08	4.35E+04	<4.21E+02	7.27E+04	<3.46E+02	<6.86E+02	3.80E+03	1.50E+03	1.53E+03	<6.71E+02	-	-
54		259	9.76E+07	4.01E+04	1.25E+03	7.88E+04	<6.00E+02	<5.42E+02	2.98E+03	<5.44E+02	<2.87E+02	<6.65E+02	-	-
55		246.9	1.01E+08	<2.23E+04	1.36E+03	8.26E+04	<8.07E+02	<6.47E+02	3.61E+03	<5.36E+02	<4.09E+02	<5.94E+02	-	-
56		298.8	1.28E+08	9.35E+04	1.02E+03	7.29E+04	<4.90E+02	1.09E+03	3.46E+03	<4.54E+02	<2.83E+02	<5.83E+02	-	-
57		422.4	1.57E+08	5.72E+04	1.34E+03	5.82E+04	<5.28E+02	9.92E+02	6.06E+03	<4.82E+02	<2.12E+02	<4.30E+02	-	-
58		418.6	2.85E+08	4.52E+04	2.55E+03	1.04E+05	<3.05E+02	<5.71E+02	7.97E+03	<5.36E+02	<3.88E+02	<5.50E+02	-	-
59		348.2	1.34E+08	4.69E+04	1.10E+03	5.36E+04	<1.93E+02	9.19E+02	2.95E+03	<4.10E+02	<3.88E+02	<4.10E+02	-	-
60		365.7	1.81E+08	4.95E+04	<3.47E+02	4.64E+04	<6.10E+02	4.13E+02	2.58E+03	1.04E+03	<3.28E+02	<3.43E+02	-	-
61		350.7	2.06E+08	8.11E+04	8.56E+02	5.62E+04	8.07E+02	<3.43E+02	3.27E+03	1.05E+03	<4.05E+02	<3.16E+02	-	-
62		339.5	2.31E+08	3.58E+04	5.50E+02	2.36E+04	<2.47E+02	4.41E+02	2.10E+03	<1.70E+02	<1.43E+02	<1.02E+02	-	-
63		288.1	1.78E+08	4.69E+04	1.29E+03	4.75E+04	<1.93E+02	<1.28E+02	5.95E+03	<3.88E+02	<4.73E+02	<5.35E+02	-	8.78E+02
64		259.5	2.67E+08	5.03E+04	<5.91E+02	6.06E+04	<3.69E+02	1.00E+03	7.26E+03	<4.29E+02	<4.02E+02	<5.16E+02	-	-
65		376.8	6.40E+08	1.09E+05	<1.89E+02	2.06E+04	<1.93E+02	<5.28E+02	5.08E+02	<2.98E+02	<3.86E+02	<3.90E+02	2.93E+02	-
66		409.3	1.41E+09	3.06E+05	<1.48E+02	2.39E+04	<3.05E+02	<3.05E+02	1.88E+03	<2.98E+02	<2.23E+02	<2.90E+02	-	-



表 9-5 田湾核电站 5、6 号机组液态流出物排放量

年份	月份	液态流出物					
		除氘碳外其余核素		液态氘		液态碳-14	
		排放量 A (Bq)	A/年限 值	排放量 B (Bq)	B/年限 值	排放量 C (Bq)	C/年限 值
2020 年	11	3.28E+06	0.01%	3.68E+09	0.01%	1.69E+08	0.27%
	12	8.90E+06	0.04%	1.76E+12	3.28%	1.03E+09	1.65%
2021 年	1	2.32E+07	0.09%	7.80E+11	1.45%	1.44E+08	0.23%
	2	6.12E+06	0.02%	2.22E+11	0.41%	1.40E+08	0.23%
	3	5.46E+06	0.02%	4.20E+12	7.82%	1.63E+09	2.62%
	4	2.08E+07	0.08%	4.02E+12	7.49%	2.30E+09	3.71%
	5	7.60E+06	0.03%	6.22E+12	11.58%	1.43E+09	2.31%
	6	2.46E+06	0.01%	1.60E+12	2.98%	1.36E+08	0.22%
	7	6.82E+06	0.03%	1.62E+12	3.02%	3.72E+08	0.60%
	8	6.71E+06	0.03%	2.99E+12	5.57%	9.54E+08	1.54%
	9	6.67E+07	0.27%	1.52E+12	2.83%	8.27E+08	1.33%
	10	2.69E+08	1.09%	1.48E+12	2.76%	3.52E+08	0.57%
合计		4.27E+08	1.74%	2.64E+13	49.19%	9.48E+09	15.30%

注：2020 年 11 月~2021 年 5 月为 5 号机组排放数据×2 估算得到。

表 9-6 田湾核电站 5、6 号机组液态流出物每季度排放量

季度	液态流出物					
	除氘碳外其余核素		氘		碳-14	
	排放量 A (Bq)	A/年限 值	排放量 B (Bq)	B/年限 值	排放量 C (Bq)	C/年限 值
第 4 季度 (2020.11~2021.1)	3.54E+07	0.14%	2.54E+12	4.74%	1.34E+09	2.17%
第 1 季度 (2021.2~2021.4)	3.24E+07	0.13%	8.44E+12	15.72%	4.07E+09	6.56%
第 2 季度 (2021.5~2021.7)	1.69E+07	0.07%	9.44E+12	17.58%	1.94E+09	3.13%
第 3 季度 (2021.8~2021.10)	3.42E+08	1.39%	5.99E+12	11.15%	2.13E+09	3.44%

注：2020 年 11 月~2021 年 5 月的基础数据为 5 号机组排放数据×2 估算得到。

表 9-7 液态流出物 TER 排放的废液体积以及除氘碳外核素浓度

年份	排放日期	排放体积 (m ³)	总 γ (Bq/m ³)	年份	排放日期	排放体积 (m ³)	总 γ (Bq/m ³)
2020 年	11-05	428.7	<2.24E+04	2021 年	05-26	431.2	<1.80E+04
	11-10	395.3	<2.24E+04		06-02	403.0	<1.80E+04
	11-17	402.6	<2.24E+04		06-11	422.0	<1.80E+04
	11-25	425.8	<2.24E+04		06-21	434.6	<1.80E+04

年份	排放日期	排放体积 (m ³)	总 γ (Bq/m ³)	年份	排放日期	排放体积 (m ³)	总 γ (Bq/m ³)
	11-30	385.6	<2.24E+04		07-04	405.9	2.77E+04
	12-01	405.0	<2.24E+04		07-11	413.7	1.89E+04
	12-05	384.6	<2.24E+04		07-15	421.0	1.96E+04
	12-09	411.3	<2.24E+04		07-22	316.2	<1.80E+04
	12-13	403.5	<2.24E+04		07-29	439.4	2.25E+04
	12-17	385.1	<2.24E+04		08-07	388.0	<1.80E+04
	12-20	428.7	4.18E+04		08-11	421.0	<1.80E+04
	12-22	437.0	3.09E+04		08-17	380.7	3.58E+04
	12-27	390.4	<2.24E+04		08-21	422.9	<1.80E+04
	2021 年	01-01	422.4		<2.24E+04	08-25	441.4
01-06		425.3	5.02E+04	08-31	417.6	3.12E+04	
01-10		413.7	<2.24E+04	09-05	433.6	<1.80E+04	
01-11		378.3	<2.24E+04	09-11	401.6	1.07E+05	
01-15		405.0	<2.24E+04	09-17	435.5	2.08E+05	
01-21		424.9	<2.24E+04	09-27	227.5	6.59E+05	
01-25		392.9	4.08E+04	09-30	246.4	4.33E+05	
02-07		388.0	3.95E+04	10-01	259.0	4.62E+05	
02-21		388.5	<2.24E+04	10-02	246.9	4.78E+05	
03-01		386.1	<2.24E+04	10-02	298.8	4.21E+05	
03-09		383.6	<2.24E+04	10-03	422.4	3.51E+05	
03-11		403.0	<2.24E+04	10-04	418.6	6.38E+05	
03-23		379.3	<2.24E+04	10-05	348.2	3.28E+05	
04-04		389.0	<1.80E+04	10-05	365.7	9.10E+04	
04-15		405.0	7.04E+04	10-06	350.7	2.61E+05	
04-21		410.3	<1.80E+04	10-07	339.5	3.60E+05	
04-29		386.5	5.59E+04	10-07	288.1	3.03E+05	
05-08		417.1	<1.80E+04	10-08	259.5	4.01E+05	
05-16		407.4	<1.80E+04	10-10	376.8	1.63E+05	
05-23		392.4	<1.80E+04	10-20	409.3	1.44E+05	

9.2.2 放射性废气处理设施效能

9.2.2.1 放射性废气处理系统调试情况

废气处理系统的主要环境保护措施是：TEG贮存衰变和过滤净化。

(1) 贮存衰变

在基本负荷运行工况下，含氢废气在衰变箱内贮存衰变60天；在废气量大而放射性浓度低的负荷跟踪运行工况下贮存衰变45天。田湾核电站5、6号机组共设置衰变箱8个，其中18m³衰变箱4个(004BA、005BA、006BA、007BA)，60m³衰变箱4个(008BA、009BA、010BA、011BA)；自2020年9月份5号机组投入运行以来，到2021年12月底，TEG系统共排放4次，最小衰变时间79天，满足衰变60天的要求，详见表9-8。

表 9-8 TEG 系统贮存衰变时间

衰变箱号	开始充气时间	结束充气时间	体积 (m ³)	排放开始时间	最小衰变时间, d
(5M9TEG004BA)	2021/8/1	2021/8/29	18	2021/12/18	110
(5M9TEG010BA)	2020/9/4	2021/8/1	60	2021/10/5	96
(5M9TEG011BA)	2020/7/26	2020/9/1	60	2020/11/18	79
(5M9TEG004BA)	2020/7/25	2020/7/26	18	2020/11/14	111

(2) 过滤器效率

依据通风系统调试大纲,在核电站运行前开展了各通风过滤系统的高效过滤器的净化系数和碘吸附器净化系数试验,试验结果见表9-9,可以看出,各通风过滤系统的高效过滤器的净化系数和碘吸附器净化系数均满足相关验收准则的要求。

表9-9 通风系统排风过滤器试验结果

系统名称	过滤净化系统名称	5号机组		6号机组		验收准则	试验结果
		过滤器通道	净化系数	过滤器通道	净化系数		
核燃料厂房通风系统 (DVK)	正常排风: 2台高效过滤器 (互为备用)	5M1DVK005FA	4.40E+03	6M2DVK005FA	1.73E+03	>1000	合格
		5M1DVK006FA	5.89E+03	6M2DVK006FA	3.31E+03	>1000	合格
	碘排风: 1台高效过滤器, 1台碘吸附器	5M1DVK007FA	1.98E+04	6M2DVK007FA	4.11E+03	>1000	合格
		5M1DVK001PI	1.38E+04	6M2DVK001PI	5.75E+02	>100	合格
核辅助厂房通风系统 (DVN) (5、6号机组共用)	正常排风: 4台并联的高效过滤器 (3用1备)	5M9DVN023FA	2.52E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN024FA	2.56E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN025FA	7.83E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN026FA	2.65E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN023/024/026FA	2.54E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN024/025/026FA	2.56E+03	/	/	>1000	合格
	碘排风: 2台高效过滤器, 2台碘吸附器 (1用1备)	5M9DVN027FA	1.57E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN028FA	1.73E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN001PI	3.04E+03	/	/	>1000	合格
		5M9DVN002PI	4.20E+03	/	/	>1000	合格
外围设备间通风系统 (DVW)	正常排风: 1台高效过滤器	5M1DVW004FA	1.52E+03	6M2DVW004FA	6.18E+03	>1000	合格
		5M1DVW003FA	1.44E+03	6M2DVW003FA	6.61E+03	>1000	合格
	碘排风: 1台高效过滤器, 1台碘吸附器	5M1DVW001PI	3.93E+03	6M2DVW001PI	1.12E+03	>1000	合格
安全壳内空气监测系统 ETY	正常排风: 1台高效过滤器, 1台碘吸附器	5M1ETY002FA	7.2E+03			>1000	合格
		5M1ETY001PI	1.64E+04	6M2ETY001PI	2.11E+04	>1000	合格

系统名称	过滤净化系统名称	5 号机组		6 号机组		验收准则	试验结果
		过滤器通道	净化系数	过滤器通道	净化系数		
废气处理系统 TEG	2 台碘吸附器	5M9TEG001PI	1.14E+04	/	/	>1000	合格
		5M9TEG002PI	8.69E+03	/	/	>1000	合格

9.2.2.2 放射性废气处理设施运行情况

2020 年 11 月~2021 年 10 月, 通过烟囱共排放废气 $3.17\text{E}+09\text{m}^3$, 其取样分析结果见表 9-10, 由表中数据可知:

H-3 的检出率为 100%, 排放浓度范围为 $1.75\text{E}+01\sim 1.70\text{E}+02\text{Bq}/\text{m}^3$;

C-14 的检出率为 95.8%, 排放浓度范围为小于探测限 $\sim 3.55\text{E}+02\text{Bq}/\text{m}^3$;

I-131 的检出率为 10.4%, 排放浓度范围为小于探测限 $\sim 2.98\text{E}-03\text{Bq}/\text{m}^3$;

Co-58 的检出率为 4.2%, 排放浓度范围为小于探测限 $\sim 1.91\text{E}-03\text{Bq}/\text{m}^3$;

其余 Ar-41、Kr-88、Xe-133、Xe-135、I-133、Sb-124、Cs-137、Co-60 的检出率均为 0。

由于 6 号机组是从 2021 年 6 月开始投入运行, 考虑 5、6 号机组从设计建造到运行都保持一致, 为估算 5、6 号机组全部运行后全年的排放量, 采用 2020 年 11 月至 2021 年 5 月期间 5 号机组的排放数据的 2 倍估算 5、6 号机组同时运行的排放量。

表 9-11 给出了田湾核电站 5、6 号机组 2020 年 11 月至 2021 年 10 月气态流出物排放量与年限值的比较情况。从表 9-11 中可以看出, 气态流出物中各类流出物均小于年排放限值, 其中惰性气体最大为 $1.72\text{E}+12\text{Bq}$, 占年限值的 1.90%; 卤素最大为 $3.91\text{E}+06\text{Bq}$, 占年限值的 0.62%; 气溶胶最大为 $1.97\text{E}+06\text{Bq}$, 占年限值的 2.75%; 气态氙最大为 $2.79\text{E}+11\text{Bq}$, 占年限值的 5.19%; 气态 C-14 最大为 $1.30\text{E}+11\text{Bq}$, 占年限值的 15.31%。

从表 9-11 可以看出, 所有月份各类流出物的排放量均远小于年排放总量的 20%, 满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 中每个月的排放总量不应超过所批准的年排放总量的五分之一的要求。

每个季度的排放量见表 9-12, 所有季度各类流出物的排放量均远小于年排放总量的 50%, 满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 中每个季度的排放总量不应超过所批准的年排放总量的二分之一的要求。

综上所述, 田湾核电站 5、6 号机组放射性废气处理系统运行良好, 所有排放满足国家标准和批复排放量限值的要求。



表 9-10 烟囱取样分析结果 (Bq/m³)

月份	日期	惰性气体				卤素		气溶胶				H-3	C-14
		Ar-41	Kr-88	Xe-133	Xe-135	I-131	I-133	Sb-124	Cs-137	Co-60	Co-58		
11	1~7	<9.38E+01	<2.31E+02	<3.45E+02	<5.74E+01	<3.87E-04	<1.24E-03	<2.62E-04	<2.95E-04	<1.91E-04	<9.91E-05	2.95E+01	2.12E+01
	8~14	<1.24E+02	<2.47E+02	<3.13E+02	<5.17E+01	<2.19E-04	<1.32E-03	<2.01E-04	<2.76E-04	<3.79E-04	<3.70E-04	3.03E+01	1.46E+01
	15-21	<4.49E+01	<2.30E+02	<2.88E+02	<4.94E+01	<2.79E-04	<1.24E-03	<2.01E-04	<2.40E-04	<1.90E-04	<3.16E-04	3.24E+01	2.10E+01
	22-31	<7.22E+01	<2.03E+02	<2.70E+02	<4.30E+01	<2.47E-04	<3.44E-04	<1.54E-04	<1.83E-04	<8.72E-05	<1.26E-04	1.75E+01	8.40E+00
12	1~7	<1.04E+02	<2.12E+02	<2.36E+02	<5.15E+01	<2.71E-04	<8.46E-04	<1.75E-04	<1.94E-04	<2.09E-04	<2.19E-04	3.00E+01	1.20E+01
	8~14	<5.12E+01	<1.65E+02	<2.02E+02	<3.84E+01	<2.27E-04	<1.03E-03	<9.48E-05	<1.91E-04	<1.07E-04	<1.72E-04	4.30E+01	1.10E+01
	15-21	<4.19E+01	<1.82E+02	<2.36E+02	<4.69E+01	<3.99E-04	<1.85E-03	<2.11E-04	<2.14E-04	<2.61E-04	<7.40E-05	3.20E+01	7.50E+00
	22-31	<1.06E+02	<2.21E+02	<2.73E+02	<4.68E+01	<1.57E-04	<1.06E-03	<1.47E-04	<1.34E-04	<1.77E-04	<1.67E-04	6.10E+01	5.20E+00
1	1~7	<1.35E+02	<2.44E+02	<2.28E+02	<4.70E+01	<4.74E-04	<2.08E-03	<2.05E-04	<2.33E-04	<3.84E-04	<2.64E-04	3.70E+01	<4.0E+00
	8~14	<9.16E+01	<2.62E+02	<3.26E+02	<6.48E+01	<2.41E-04	<8.46E-04	<3.28E-04	<3.70E-04	<5.07E-04	<1.24E-04	3.20E+01	9.00E+00
	15-21	<7.08E+01	<2.09E+02	<2.56E+02	<4.35E+01	<2.63E-04	<1.02E-03	<3.73E-04	<3.54E-04	<4.70E-04	<1.10E-04	4.10E+01	7.50E+00
	22-31	<1.00E+02	<2.06E+02	<2.29E+02	<5.00E+01	<1.70E-04	<8.31E-04	<1.38E-04	<1.19E-04	<1.24E-04	<1.53E-04	2.00E+01	<4.0E+00
2	1~7	<4.05E+01	<2.26E+02	<3.70E+02	<5.32E+01	<2.51E-04	<1.01E-03	<1.31E-04	<1.69E-04	<1.69E-04	<1.92E-04	9.20E+01	1.20E+01
	8~14	<6.27E+01	<1.62E+02	<2.22E+02	<4.61E+01	<3.73E-04	<1.48E-03	<1.46E-04	<1.06E-04	<1.62E-04	<2.09E-04	1.10E+02	3.10E+01
	15-21	<1.24E+02	<2.11E+02	<2.45E+02	<4.66E+01	<2.84E-04	<1.43E-03	<1.57E-04	<2.31E-04	<1.47E-04	<2.34E-04	4.80E+01	2.80E+01
	22-31	<9.61E+01	<2.11E+02	<2.80E+02	<4.96E+01	<2.44E-04	<1.57E-03	<1.61E-04	<2.42E-04	<2.77E-04	<1.54E-04	5.20E+01	2.60E+01
3	1~7	<4.78E+01	<2.19E+02	<2.81E+02	<5.13E+01	<3.05E-04	<1.32E-03	<2.33E-04	<2.39E-04	<2.08E-04	<2.56E-04	4.60E+01	1.10E+01
	8~14	<4.35E+01	<2.57E+02	<4.11E+02	<7.06E+01	<1.97E-04	<7.13E-04	<2.33E-04	<2.05E-04	<1.22E-04	<1.60E-04	3.10E+01	6.00E+00

月份	日期	惰性气体				卤素		气溶胶				H-3	C-14
		Ar-41	Kr-88	Xe-133	Xe-135	I-131	I-133	Sb-124	Cs-137	Co-60	Co-58		
	15-21	<3.86E+01	<2.41E+02	<2.63E+02	<4.65E+01	<2.83E-04	<1.47E-03	<2.03E-04	<2.28E-04	<2.11E-04	<8.65E-05	2.80E+01	7.40E+00
	22-31	<7.99E+01	<1.28E+02	<5.03E+01	<2.64E+01	<2.13E-04	<1.35E-03	<1.22E-04	<9.17E-05	<1.69E-04	<4.45E-05	5.00E+01	1.80E+01
4	1~7	<5.84E+01	<1.11E+02	<4.65E+01	<2.65E+01	<1.96E-04	<7.03E-04	<1.46E-04	<1.69E-04	<2.45E-04	<1.79E-04	3.10E+01	7.20E+00
	8~14	<1.36E+02	<2.16E+02	<2.89E+02	<4.69E+01	<1.85E-04	<8.01E-04	<1.35E-04	<1.88E-04	<2.48E-04	<2.12E-04	4.30E+01	1.10E+01
	15-21	<9.93E+01	<2.47E+02	<2.44E+02	<5.64E+01	<2.24E-04	<8.87E-04	<1.86E-04	<2.15E-04	<9.40E-05	<2.23E-04	4.20E+01	1.10E+01
	22-31	<8.75E+01	<1.87E+02	<2.22E+02	<3.68E+01	<2.09E-04	<1.66E-03	<7.55E-05	<1.55E-04	<2.36E-04	<1.77E-04	5.10E+01	7.70E+00
5	1~7	<1.54E+02	<2.61E+02	<3.10E+02	<5.63E+01	<2.49E-04	<1.19E-03	<1.73E-04	<1.36E-04	<2.81E-04	<1.51E-04	5.80E+01	1.40E+01
	8~14	<1.14E+02	<2.10E+02	<2.96E+02	<4.84E+01	<2.42E-04	<1.06E-03	<1.14E-04	<1.94E-04	<1.30E-04	<1.92E-04	4.60E+01	9.40E+00
	15-21	<1.09E+02	<1.94E+02	<2.80E+02	<4.43E+01	<2.09E-04	<9.54E-04	<1.92E-04	<2.98E-04	<1.63E-04	<2.85E-04	4.30E+01	5.70E+00
	22-31	<9.41E+01	<1.98E+02	<2.77E+02	<4.58E+01	<1.48E-04	<5.50E-04	<1.04E-04	<1.61E-04	<1.50E-04	<1.19E-04	4.40E+01	1.80E+00
6	1~7	<2.97E+01	<1.59E+02	<3.48E+02	<4.43E+01	<2.05E-04	<8.48E-04	<1.32E-04	<1.51E-04	<2.79E-04	<1.51E-04	4.39E+01	9.02E+00
	8~14	<6.53E+01	<2.20E+02	<2.63E+02	<4.59E+01	<2.36E-04	<1.27E-03	<1.05E-04	<1.33E-04	<1.07E-04	<1.27E-04	5.32E+01	1.08E+01
	15-21	<6.12E+01	<2.61E+02	<4.22E+02	<5.55E+01	<2.42E-04	<9.98E-04	<1.55E-04	<1.58E-04	<1.85E-04	<1.26E-04	5.53E+01	6.74E+00
	22-31	<9.23E+01	<1.89E+02	<2.43E+02	<5.36E+01	<1.87E-04	<1.05E-03	<1.07E-04	<1.19E-04	<1.57E-04	<7.90E-05	6.54E+01	1.14E+01
7	1~7	<1.10E+02	<4.76E+02	<1.43E+03	<8.15E+01	<1.81E-04	<8.96E-04	<1.30E-04	<1.53E-04	<8.19E-05	<1.42E-04	9.11E+01	9.51E+00
	8~14	<7.70E+01	<3.27E+02	<2.76E+02	<6.41E+01	<2.00E-04	<9.61E-04	<1.37E-04	<1.54E-04	<1.86E-04	<1.30E-04	1.02E+02	3.98E+00
	15-21	<4.83E+01	<2.01E+02	<4.00E+02	<4.50E+01	<1.97E-04	<8.90E-04	<1.66E-04	<1.19E-04	<8.83E-05	<1.16E-04	9.38E+01	1.09E+01
	22-31	<6.72E+01	<2.50E+02	<2.79E+02	<4.35E+01	<1.58E-04	<8.26E-04	<4.16E-05	<1.14E-04	<1.51E-04	<7.92E-05	1.09E+02	1.43E+01
8	1~7	<9.49E+01	<1.69E+02	<2.32E+02	<3.97E+01	<2.02E-04	<1.00E-03	<5.04E-05	<1.45E-04	<2.28E-04	<1.79E-04	1.05E+02	1.06E+01

月份	日期	惰性气体				卤素		气溶胶				H-3	C-14
		Ar-41	Kr-88	Xe-133	Xe-135	I-131	I-133	Sb-124	Cs-137	Co-60	Co-58		
	8~14	<5.68E+01	<2.13E+02	<2.47E+02	<4.90E+01	<2.49E-04	<1.04E-03	<1.45E-04	<1.50E-04	<1.85E-04	<1.79E-04	9.87E+01	1.18E+01
	15-21	<9.67E+01	<2.06E+02	<2.52E+02	<3.62E+01	<3.12E-04	<9.03E-04	<1.94E-04	<1.81E-04	<1.85E-04	<1.98E-04	7.94E+01	8.83E+00
	22-31	<9.11E+01	<2.60E+02	<4.06E+02	<5.87E+01	<1.55E-04	<9.03E-04	<7.93E-05	<4.40E-05	<1.14E-04	<1.80E-04	7.70E+01	6.39E+00
9	1~7	<1.02E+02	<1.88E+02	<4.53E+02	<5.05E+01	<2.55E-04	<9.12E-04	<1.64E-04	<1.56E-04	<8.90E-05	<1.68E-04	1.70E+02	7.54E+01
	8~14	<7.88E+01	<2.77E+02	<2.53E+02	<5.67E+01	9.66E-04	<9.57E-04	<1.74E-04	<2.57E-04	<1.93E-04	<1.30E-04	7.18E+01	1.85E+02
	15-21	<8.05E+01	<2.61E+02	<2.85E+02	<6.08E+01	2.98E-03	<8.71E-04	<1.07E-04	<1.51E-04	<8.85E-05	<1.86E-04	8.00E+01	6.65E+01
	22-31	<1.86E+02	<4.49E+02	<2.60E+02	<6.80E+01	2.52E-03	<7.25E-04	<7.28E-05	<1.19E-04	<1.83E-04	1.91E-03	1.06E+02	2.09E+02
10	1~7	<5.25E+01	<3.80E+02	<2.43E+02	<4.56E+01	2.20E-03	<7.25E-04	<8.72E-05	<1.09E-04	<7.43E-05	1.11E-03	1.22E+02	3.55E+02
	8~14	<1.36E+02	<3.13E+02	<2.45E+02	<7.00E+01	6.32E-04	<8.44E-04	<1.11E-04	<2.12E-04	<3.57E-04	<1.96E-04	9.00E+01	2.04E+02
	15-21	<9.00E+01	<2.21E+02	<2.23E+02	<4.14E+01	<2.45E-04	<1.90E-03	<1.11E-04	<1.83E-04	<1.94E-04	<1.69E-04	7.67E+01	1.41E+02
	22-31	<1.12E+02	<2.31E+02	<2.05E+02	<4.67E+01	<1.97E-04	<2.12E-03	<6.49E-05	<1.16E-04	<1.25E-04	<8.90E-05	6.30E+01	7.25E+01



表 9-11 田湾核电站 5、6 号机组气态流出物排放量与批准年限值比较

年份	月份	气态流出物									
		惰性气体		卤素		气溶胶		气态氙		气态碳-14	
		排放量 D (Bq)	D/年 限值	排放量 E (Bq)	E/年 限值	排放量 F (Bq)	F/年 限值	排放量 G (Bq)	G/年 限值	排放量 H (Bq)	H/年 限值
2020	11	1.56E+11	0.17%	2.96E+05	0.05%	2.02E+05	0.28%	1.25E+10	0.23%	7.38E+09	0.87%
	12	1.54E+11	0.17%	3.88E+05	0.06%	1.80E+05	0.25%	2.32E+10	0.43%	4.50E+09	0.53%
2021	1	1.71E+11	0.19%	3.82E+05	0.06%	2.66E+05	0.37%	1.64E+10	0.30%	2.48E+09	0.29%
	2	1.69E+11	0.19%	4.58E+05	0.07%	1.99E+05	0.28%	4.16E+10	0.77%	1.31E+10	1.55%
	3	1.67E+11	0.18%	4.00E+05	0.06%	1.83E+05	0.26%	2.16E+10	0.40%	6.24E+09	0.73%
	4	2.26E+11	0.25%	3.72E+05	0.06%	2.14E+05	0.30%	2.50E+10	0.47%	5.40E+09	0.64%
	5	1.88E+11	0.21%	3.08E+05	0.05%	1.93E+05	0.27%	2.64E+10	0.49%	4.00E+09	0.47%
	6	8.50E+10	0.09%	1.63E+05	0.03%	7.29E+04	0.10%	1.43E+10	0.27%	2.50E+09	0.29%
	7	1.34E+11	0.15%	1.41E+05	0.02%	6.39E+04	0.09%	2.63E+10	0.49%	2.68E+09	0.32%
	8	8.84E+10	0.10%	1.57E+05	0.02%	7.85E+04	0.11%	2.36E+10	0.44%	2.42E+09	0.28%
	9	9.78E+10	0.11%	4.87E+05	0.08%	1.89E+05	0.26%	2.67E+10	0.50%	3.44E+10	4.05%
	10	8.14E+10	0.09%	3.61E+05	0.06%	1.30E+05	0.18%	2.13E+10	0.40%	4.50E+10	5.29%
合计		1.72E+12	1.90%	3.91E+06	0.62%	1.97E+06	2.75%	2.79E+11	5.19%	1.30E+11	15.31%

注：2020 年 11 月~2021 年 5 月为 5 号机组排放数据×2 估算得到。

表 9-12 田湾核电站 5、6 号机组气态流出物各季度排放量

季度	气态流出物									
	惰性气体		卤素		气溶胶		气态氙		气态碳-14	
	排放量 D (Bq)	D/年 限值	排放量 E (Bq)	E/年 限值	排放量 F (Bq)	F/年 限值	排放量 G (Bq)	G/年 限值	排放量 H (Bq)	H/年 限值
第 4 季度 (2020.11~2021.1)	4.81E+11	0.53%	1.07E+06	0.17%	6.48E+05	0.90%	5.21E+10	0.96%	1.44E+10	1.69%
第 1 季度 (2021.2~2021.4)	5.62E+11	0.62%	1.23E+06	0.19%	5.96E+05	0.84%	8.82E+10	1.64%	2.47E+10	2.92%
第 2 季度 (2021.5~2021.7)	4.07E+11	0.45%	6.12E+05	0.10%	3.30E+05	0.46%	6.70E+10	1.25%	9.18E+09	1.08%
第 3 季度 (2021.8~2021.10)	2.68E+11	0.30%	1.01E+06	0.16%	3.98E+05	0.55%	7.16E+10	1.34%	8.18E+10	9.62%

9.2.3 放射性固体废物处理设施效能

9.2.3.1 放射性固体废物处理系统调试情况

表 9-13 给出了 TES 系统的调试程序清单和试验结果, 调试试验结果表明, 系统的性能和功能满足系统设计的要求。

表 9-13 TES 系统调试试验及试验结果列表

序号	试验代码	试验名称	试验结果
1	TR-5M9-TES-53	湿废物转运接口箱试验报告	介质运输顺利, 无跑冒滴漏现象
2	TR-5M9-TES-13	过滤器芯子更换转运容器和将废过滤器芯子运往装桶站的检查报告	系统运行符合要求
3	TR-5M9-TES-15	浓缩液贮槽试验报告	工艺顺序符合要求
4	TR-5M9-TES-01	QT 废物暂存库厂房吊车报告	满足要求

9.2.3.2 放射性固体废物处理系统运行情况

自试运行以来, 5、6 号机组产生的放射性固体废物见表 9-14, 从目前的运行结果可以看出, 放射性固体废物运行能够满足环评报告提出的单机组产生量小于预期值 41m³的要求。

表 9-14 放射性固体废物产生量

	原生废物量	预估处理整備后废物量
技术废物	7376.8kg	10.74m ³
废树脂	0.93m ³	1.98m ³
蒸残液	11m ³	5.5m ³
废水过滤器	21 个	4.04m ³
废通风过滤器	615 个	1.17m ³
有机废液	0.23m ³	0.23m ³
淤积物	0.14m ³	0.14m ³
合计	/	23.81m ³

9.2.4 化学污染物治理效果

(1) 循环水处理系统 (海水加氯系统)

2021 年 6~10 月, 核电厂对 5、6 号机组排放口出水中的余氯进行了监测, 监测结果见表 9-15, 余氯浓度范围为 0.02~0.09mg/L。

表 9-15 5、6 号机组排放口出水中的余氯监测结果 (mg/L)

监测日期	监测结果	监测日期	监测结果
2021.6.3	0.08	2021.08.05	0.09
2021.6.8	0.06	2021.08.12	0.08
2021.6.17	0.04	2021.08.19	0.08
2021.6.23	0.04	2021.08.26	0.07
2021.7.8	0.02	2021.09.03	0.06
2021.7.15	0.03	2021.09.09	0.08
2021.7.22	0.09	2021.09.16	0.05
2021.7.29	0.08	2021.09.24	0.07

(2) 除盐水加氨系统

除盐水加氨产生的废水出口有在线 pH 仪表, 控制 pH 值在 6-9, 系统运行在自动状态, 排放到 ATE。经核查, 5、6 号机化学加药系统 SIR 中的氨溶液箱至今未产生废水。

(3) 凝结水精处理系统

2021 年 6~10 月, 核电厂对 SEL 常规岛排放系统的出水水质进行了取样分析, 分析结果见表 9-16。由监测结果可以看出, 经中和后废水的 pH 值能满足 GB8978-1996 的一级排放标准。

表 9-16 SEL 常规岛排放非放射性污染物 pH 值监测结果

月份	监测结果	排放标准
6	8.47	6~9
7	8.05	
8	8.48	
9	8.16	
10	8.41	

9.2.5 含油废水治理效果

2021 年 6 月~10 月期间, 核电厂对含油废水处理设施的出水水质进行了监测, 监测结果见表 9-17, 监测结果表明, 含油废水处理设施的出水水质满足 GB8978-1996 的一级排放标准。

表 9-17 2021 年含油废水出水水质

月份	分析项目	单位	1 号清水箱监测结果	2 号清水箱监测结果	排放标准
6	石油类	mg/L	2.0	0.3	5
	pH	/	7.22	7.1	6~9
7	石油类	mg/L	3.7	0.8	5
	pH	/	7.02	7.92	6~9
8	石油类	mg/L	1.9	1.5	5
	pH	/	6.25	8.26	6~9
9	石油类	mg/L	0.2	1.2	5
	pH	/	6.59	6.77	6~9
10	石油类	mg/L	0.2	0.3	5
	pH	/	6.60	8.83	6~9

9.2.6 生活污水处理设施效能

生活污水处理站出水水质和厂界废气监测委托苏州华测检测技术有限公司开展，其检验检测机构资质认证证书编号：161020340329，其检测资质涵盖了本项目所有监测参数。

2021 年 7 月 22 日~7 月 23 日，对污水处理站的出水水质进行了取样监测，取日混合样，监测结果见表 9-18，2021 年 7 月 22 日，处理 462 吨水，7 月 23 日处理 557 吨水。

由监测结果可以看出，除了粪大肠菌群不满足 GB18918-2002 一级 A 的排放标准和 GB/T8920-2002 的绿化回用标准，大肠埃希氏菌不满足 GB18920-2020 的绿化回用标准外，其他指标均同时满足 GB18918-2002 一级 A 的排放标准和 GB18920-2020 的绿化回用标准。

表 9-18 出水水质检测结果

分析项名称	第一次检测结果	第二次检测结果	GB18918-2002 一级 A 标准限值	GB18920-2020 绿化标准限值	单位
pH 值	7.4	7.5	6~9	6~9	无量纲
溶解氧	6.40	6.36	---	>2	mg/L
总氯	0.69	0.51	---	2.5	mg/L
化学需氧量	12	9	50	---	mg/L
总氮	4.63	4.48	15	---	mg/L
总磷	0.08	0.05	0.5	---	mg/L
氨氮	0.094	0.109	5	8	mg/L
阴离子表面活性剂	ND	ND	0.5	0.5	mg/L
粪大肠菌群*	ND	ND	1000	---	MPN/L
大肠埃希氏菌*	ND	ND	---	不得检出	MPN/100L

分析项名称	第一次检测结果	第二次检测结果	GB18918-2002 一级 A 标准限值	GB18920-2020 绿化标准限值	单位
浊度	1	1	---	10	度
溶解性固体	418	600	---	1000	mg/L
臭	无任何气味	无任何气味	---	无不快感	
六价铬	ND	ND	0.05	---	mg/L
动植物油	ND	ND	1	---	mg/L
石油类	ND	ND	1	---	mg/L
五日生化需氧量	3.4	2.8	10	10	mg/L
悬浮物	7	8	10	---	mg/L
色度	2	2	30	30	倍
铅	ND	ND	0.1	---	mg/L
铬	ND	0.03	0.1	---	mg/L
镉	ND	ND	0.01	---	mg/L
汞	ND	ND	0.001	---	mg/L
砷	ND	ND	0.1	---	mg/L

注：ND 表示检测结果低于探测限。

9.2.7 非放射性固体废物治理效果

(1) 危险废物处理

危险废物委托中核环保产业有限公司、光大环保（连云港）废弃物处理有限公司、光大环保（连云港）固废处置有限公司、太仓中蓝环保科技服务有限公司、常州市锦云工业废弃物处理有限公司和江苏致和再生资源利用有限公司进行处理处置，其合同和公司资质见附件 2 和附件 3。

(2) 一般固体废物处理

委托中核环保产业有限公司处理，包括固体废物收集点管理、可回收物资收集点管理、固体废物收集及分类、固体废物转运、固体废物处理等。

9.2.8 噪声治理效果

验收监测单位对核电站厂址边界和最近居民点的噪声进行了监测，监测结果见表 9-19。厂界昼间噪声最大为 49.2dB (A)，夜间噪声最大为 45.5dB (A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008) 3 类标准。周围声环境敏感点

昼间噪声为 47.3dB (A)，夜间噪声为 43.9dB (A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 的 2 类标准。

表 9-19 噪声监测结果, dB (A)

点位编号	点位名称	昼间	夜间
1	厂界西南侧墙外	47.8	45.1
2	核电西门外草地	48.0	44.8
3	厂界西北侧围栏外	47.4	44.1
4	核电东北侧围墙外	49.2	45.5
5	最近居民点 (东崖屋村)	47.3	43.9

9.3 工程建设对环境的影响

9.3.1 辐射环境监测结果

由于 6 号机组从 2021 年 6 月开始运行, 本节辐射环境监测结果采用核电站 6 号机组运行以后 2021 年 6 月~10 月份的环境监测数据进行评价。

(1) γ 辐射水平监测结果

核电站周围环境 γ 辐射剂量率连续监测结果见表 9-20, 所有厂外站点日均值范围为 0.053~0.108 μ Gy/h, 和 5、6 号运行前 2018 年~2019 年的监测范围 0.076~0.117 μ Gy/h 相比, 监测结果处于相近的统计涨落范围。

2021 年第三季度原野和道路 γ 辐射瞬时剂量率监测结果见表 9-21, 监测结果范围为 49~103nGy/h, 处于 5、6 号机组运行前的 γ 辐射瞬时剂量率 (58~122nGy/h) 波动范围内。

2021 年第三季度陆地 γ 辐射累积剂量监测结果 (按小时平均) 见表 9-21, 监测结果范围为 57~124nGy/h, 处于 5、6 号机组运行前的 γ 辐射累积剂量 (58~139nGy/h) 波动范围内。

综上所述, 核电站周围 γ 辐射监测结果在 5、6 号机组运行前调查结果波动范围内, γ 辐射处于正常水平。



表 9-20 连续监测站监测结果, $\mu\text{Gy/h}$

	91UCJ	92UCJ	93UCJ	94UCJ	厂前区	杨圩	高公岛	宿城乡	板桥镇	环境楼	跨海大桥	综合楼	观景平台	工程公司
最小值	0.112	0.110	0.112	0.101	0.103	0.079	0.086	0.099	0.075	0.087	0.053	0.100	0.109	0.096
最大值	0.128	0.126	0.129	0.116	0.121	0.097	0.096	0.108	0.085	0.104	0.065	0.119	0.123	0.113
平均值	0.115	0.113	0.115	0.104	0.107	0.083	0.088	0.101	0.077	0.091	0.056	0.104	0.112	0.100

表 9-21 2021 年 γ 辐射瞬时剂量率和累积剂量监测结果

监测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	累积剂量 (nGy/h)	监测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	累积剂量 (nGy/h)
中云乡	86	95	徐圩	75	/
云门寺	87	103	张麓村	77	90
台南盐场	76	85	东辛集团	79	96
板桥	60	78	奶牛公司	81	101
杨圩	72	86	徐圩新区	73	/
丁港	75	92	城港紫菜场	97	101
板跳	69	92	港校	67	90
黄崖	84	96	宿城乡	80	/
云山乡	81	103	留云岭	70	92
环境楼	77	95	夏庄	79	96
专家二村	81	102	东崖屋道路	77	93
云龙涧	83	105	苹果园公寓	76	99
朱麻	90	118	核电西门	71	98
云台农场	77	100	核电南门	69	95
朝阳	84	93	厂前区	73	103
先锋工区	76	91	厂区一	102	112
新浦公园	67	94	厂区二	100	114
浦北村	85	103	厂区三	101	116
罗阳	74	97	厂区四	91	103
宋庄	72	93	核电北门	82	96
青口镇	83	96	柳河	88	114
海头	87	99	高公岛	77	91
柘汪乡	83	102	磨刀塘	88	97
沙河镇	79	97	黄窝	103	103
门河	69	/	连云镇	92	106
伊山镇	82	110	专家一村	69	90
杨集镇	76	99	陶庵	78	99
图河	76	112	远洋大厦	84	104
灌西盐场	67	94	海滨公园	66	86
新坝	86	124	西连岛	63	87
龙苴	85	120	跨海大桥	49	57
宁海	90	98	核电观景平台	93	109
板浦	74	104	现场工程公司	80	/
伊芦山	91	106	现场综合楼	83	94

监测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	累积剂量 (nGy/h)	监测点位	γ 辐射瞬时剂量率 (nGy/h)	累积剂量 (nGy/h)
同兴	78	91	平明镇	71	99
四队	74	98	黄川镇	71	103
圩丰	78	99	白塔埠镇	71	102
东隰山村	75	97			

注： γ 辐射瞬时剂量率未扣除宇宙射线响应，“/”表示该点位热释光片丢失。

(2) 气溶胶中放射性核素监测结果

空气中总 α 监测结果见表 9-22，监测结果范围为 0.001~0.098Bq/m³，结果在 5、6 号运行前 2019 年~2020 年监测结果 (0.006~0.114Bq/m³) 范围内。

空气中总 β 监测结果见表 9-23，监测结果范围为 0.004~0.226Bq/m³，结果在 5、6 号运行前 2019 年~2020 年监测结果 (0.017~0.265Bq/m³) 范围内。

气溶胶中 γ 核素监测结果见

表 9-24，由监测结果可以看出，气溶胶中人工 γ 核素的监测结果均小于探测限。

表 9-22 2021 年空气中总 α 监测结果，Bq/m³

	厂前区	双围墙	杨圩	宿城	环境楼	综合楼
6 月 02 日	0.023	0.023	0.024	0.015	0.030	0.036
6 月 08 日	0.065	0.046	0.082	0.026	0.049	0.035
6 月 16 日	0.034	0.021	0.018	0.014	0.023	0.036
6 月 22 日	0.091	0.054	0.093	0.034	0.098	0.036
7 月 06 日	0.022	0.017	0.017	0.012	0.036	0.011
7 月 13 日	0.042	0.027	0.027	0.017	0.034	0.004
7 月 20 日	0.003	0.002	0.002	0.002	0.009	0.002
7 月 30 日	0.009	0.007	0.006	0.001	0.004	0.002
8 月 03 日	0.007	0.034	0.007	0.012	0.025	0.004
8 月 10 日	0.068	0.024	0.020	0.028	0.058	0.025
8 月 17 日	0.017	0.025	0.019	0.017	0.056	0.017
8 月 25 日	0.060	0.034	0.050	0.037	0.053	0.027
9 月 03 日	0.017	0.023	0.018	0.023	0.057	0.014
9 月 08 日	0.023	0.030	0.033	0.029	0.033	0.022
9 月 14 日	0.003	0.007	0.007	0.006	0.023	0.003
9 月 23 日	0.023	0.029	0.032	0.037	0.014	0.017
10 月 9 日	0.005	0.005	0.011	0.016	0.031	0.007
10 月 12 日	0.005	0.006	0.006	0.008	0.010	0.003
10 月 19 日	0.029	0.029	0.051	0.036	0.072	0.017

10 月 26 日	0.033	0.030	0.075	0.042	0.033	0.027
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 9-23 2021 年空气中总 β 监测结果, Bq/m³

	厂前区	双围墙	杨圩	宿城	环境楼	综合楼
6 月 02 日	0.067	0.074	0.063	0.042	0.069	0.067
6 月 08 日	0.146	0.101	0.169	0.077	0.11	0.07
6 月 16 日	0.082	0.060	0.047	0.041	0.062	0.067
6 月 22 日	0.221	0.127	0.225	0.080	0.226	0.079
7 月 06 日	0.046	0.034	0.035	0.026	0.077	0.023
7 月 13 日	0.094	0.060	0.070	0.038	0.073	0.010
7 月 20 日	0.007	0.005	0.005	0.005	0.018	0.004
7 月 30 日	0.017	0.014	0.014	0.003	0.009	0.004
8 月 03 日	0.015	0.079	0.015	0.027	0.051	0.009
8 月 10 日	0.151	0.049	0.047	0.062	0.129	0.062
8 月 17 日	0.037	0.052	0.039	0.036	0.113	0.039
8 月 25 日	0.130	0.072	0.104	0.083	0.113	0.063
9 月 03 日	0.038	0.052	0.043	0.056	0.127	0.034
9 月 08 日	0.051	0.070	0.072	0.068	0.070	0.054
9 月 14 日	0.008	0.016	0.017	0.015	0.051	0.009
9 月 23 日	0.081	0.080	0.095	0.093	0.050	0.050
10 月 9 日	0.013	0.014	0.033	0.042	0.083	0.021
10 月 12 日	0.014	0.017	0.020	0.025	0.029	0.008
10 月 19 日	0.087	0.086	0.162	0.104	0.201	0.058
10 月 26 日	0.097	0.088	0.209	0.121	0.097	0.081

表 9-24 2021 年气溶胶中 γ 核素监测结果 (μBq/m³)

月份	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	I-131
6	厂前区	<35	<5.2	<7.3	<3.3	<5.3	<3.8	<41	<3.8	<7.8	<4.5	<5.2	<23	<0.11
	双围墙	<29	<2.8	<4.2	<2.4	<2.8	<1.9	<19	<2.3	<4.8	<2.7	<2.0	<17	<0.04
	杨圩	<45	<3.5	<6.6	<3.5	<3.5	<4.0	<18	<3.0	<4.8	<4.0	<2.8	<35	<0.04
	宿城	<44	<3.9	<6.4	<3.7	<4.8	<4.8	<41	<3.3	<6.5	<4.1	<2.1	<45	<0.02
	综合楼	<17	<2.2	<4.5	<1.8	<2.1	<1.8	<11	<2.0	<2.6	<2.0	<1.9	<9	<0.08
	环境楼	<70	<6.5	<14.0	<5.1	<9.0	<6.6	<79	<7.1	<11.4	<5.8	<8.0	<40	<0.11
7	厂前区	<15	<3.4	<6.5	<1.4	<5.0	<3.6	<40	<3.5	<3.8	<3.4	<1.6	<16	<0.09
	双围墙	<13	<2.2	<4.0	<2.4	<2.4	<1.9	<17	<2.4	<2.7	<2.3	<1.3	<12	<0.04
	杨圩	<20	<2.4	<4.4	<2.3	<2.8	<2.0	<17	<2.1	<2.8	<2.7	<3.3	<9	<0.04
	综合楼	<30	<2.2	<4.4	<1.6	<2.5	<2.0	<23	<2.2	<3.4	<2.4	<2.4	<12	<0.03
	宿城	<25	<3.0	<5.7	<1.3	<1.3	<2.8	<28	<2.8	<2.1	<2.7	<2.3	<8	<0.07
	环境楼	<33	<4.4	<7.9	<3.7	<4.3	<2.9	<28	<3.7	<5.0	<4.0	<4.1	<20	<0.09
8	厂前区	<35	<3.3	<4.1	<3.7	<3.1	<1.5	<21	<3.7	<4.4	<3.5	<3.5	<21	<0.03
	双围墙	<24	<2.2	<5.2	<1.0	<2.2	<2.2	<26	<2.1	<2.5	<2.6	<1.2	<13	<0.04
	杨圩	<14	<2.5	<1.7	<0.9	<1.3	<2.0	<18	<2.2	<1.1	<2.3	<2.6	<14	<0.02
	宿城	<38	<3.8	<5.9	<3.4	<3.8	<2.0	<20	<3.9	<5.3	<3.9	<4.2	<25	<0.02
	综合楼	<31	<3.4	<6.0	<1.2	<3.2	<2.9	<21	<2.5	<3.9	<2.3	<3.5	<10	/
	环境楼	<20	<3.7	<8.3	<2.4	<1.9	<6.7	<46	<3.9	<6.0	<4.7	<4.4	<38	<0.05

月份	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	I-131
9	厂前区	<24	<2.6	<6.8	<2.7	<2.9	<3.2	<12	<3.2	<3.5	<3.2	<3.4	<17	<0.02
	杨圩	<19	<1.8	<4.2	<1.9	<1.7	<2.2	<23	<2.3	<2.7	<1.9	<2.9	<10	<0.03
	双围墙	<29	<3.4	<5.1	<2.0	<2.4	<3.4	<20	<3.2	<4.0	<3.4	<3.6	<15	<0.06
	宿城	<29	<3.1	<5.8	<3.4	<3.6	<2.5	<39	<4.3	<6.5	<4.3	<2.0	<32	<0.05
	综合楼	<51	<5.2	<8.9	<4.4	<5.6	<5.1	<43	<3.7	<5.8	<4.5	<5.5	<19	/
	环境楼	<38	<2.1	<9.5	<5.2	<5.7	<4.0	<38	<4.8	<6.3	<4.6	<2.7	<23	<0.09
10	厂前区	<23	<4.2	<6.1	<3.9	<4.0	<2.3	<15	<3.3	<4.5	<3.3	<3.2	<21	<0.02
	杨圩	<16	<3.5	<2.6	<3.2	<3.6	<1.7	<21	<2.4	<3.7	<3.1	<3.0	<8	<0.03
	环境楼	<15	<4.2	<7.8	<1.5	<1.7	<3.1	<33	<2.4	<2.8	<3.3	<1.6	<22	<0.09
	宿城	<22	<3.2	<6.8	<3.4	<4.5	<3.0	<32	<3.2	<3.9	<3.1	<2.8	<11	<0.03
	双围墙	<31	<2.1	<5.8	<3.3	<3.8	<2.6	<34	<2.6	<4.0	<3.3	<3.2	<16	<0.03
	综合楼	<11	<0.8	<1.4	<1.3	<2.6	<1.0	<11	<2.0	<2.4	<1.5	<2.0	<7	/

注：I-131 监测结果的单位为 mBq/m³。

(3) 空气中氡碳监测结果

空气中氡的监测结果见表 9-25，监测结果范围为 1.3~8.4Bq/L，厂区内空气中氡的监测结果和运行前的调查结果（0.416~3.97Bq/L）略有升高，厂外监测站点的监测结果（1.3~4.6Bq/L）在运行前的调查结果（0.416~3.97Bq/L）波动范围内。

空气中 C-14 的监测结果见表 9-26，监测结果范围为 0.29~0.47Bq/g·碳，和运行前的调查结果（0.153~0.396Bq/g·碳）相比略有升高。

表 9-25 空气中氡监测结果，Bq/L

月份	厂前区	双围墙	杨圩	宿城	环境楼	综合楼
6	1.6±0.3	2.7±0.3	2.2±0.3	4.6±0.4	2.5±0.3	2.7±0.3
7	2.2±0.3	1.9±0.3	3.2±0.3	1.8±0.3	2.1±0.3	8.4±0.5
8	1.8±0.3	4.1±0.4	1.8±0.3	1.8±0.3	2.0±0.3	7.1±0.5
9	2.2±0.3	2.6±0.3	1.5±0.3	1.3±0.3	1.5±0.3	1.8±0.3
10	2.3±0.3	5.6±0.4	1.4±0.3	1.3±0.3	1.9±0.3	6.0±0.4

表 9-26 空气中 C-14 监测结果，Bq/g·碳

月份	厂前区	双围墙	杨圩	宿城	环境楼
6	0.42±0.03	0.40±0.03	0.44±0.03	0.43±0.03	0.42±0.03
7	0.37±0.02	0.39±0.03	0.40±0.03	0.46±0.03	0.40±0.03
8	0.40±0.03	0.47±0.03	0.44±0.03	0.46±0.03	0.40±0.03
9	0.45±0.03	0.46±0.03	0.40±0.03	0.45±0.03	0.45±0.03
10	0.59±0.03	0.34±0.02	0.49±0.03	0.29±0.02	0.40±0.03

(4) 地表水中放射性核素监测结果

水中放射性核素监测结果见表 9- 27，地表水中人工放射性 γ 核素监测结果均低于探测限。

陆域水中氡的监测结果见
表 8-16 和

表 8-17，监测结果范围为 1.22~1.8Bq/L，监测结果处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.18~2.01Bq/L) 范围内。

饮用水中总 α 和总 β 监测结果见表 8-15，总 α 监测结果为 0.04Bq/L，监测结果处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (小于探测限~0.135Bq/L) 范围内；总 β 监测结果为 0.212Bq/L，监测结果和 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.051~0.163Bq/L) 水平相当。

(5) 土壤、沉降灰、沉积物中放射性核素

土壤、沉降灰、沉积物中放射性核素监测结果见表 9- 28。

其中土壤中 Cs-137 的监测结果为小于探测限~2.66Bq/kg，监测结果和 5、6 号机组运行前的现状调查 (小于探测限~2.41Bq/kg) 水平相当，其他人工放射性 γ 核素均低于探测限。

土壤中 Sr-90 监测结果为小于探测限~0.96Bq/kg，处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.317~1.05Bq/kg) 波动范围内。

沉降灰中人工放射性 γ 核素均低于探测限。沉降灰中 Sr-90 监测结果为 0.96~7.24Bq/月*m²，和 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.08~1.80Bq/月*m²) 水平相当。

沉积物中 Cs-137 的监测结果为 0.47Bq/kg，处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (小于探测限~1.42Bq/kg) 波动范围内。

沉积物中 Sr-90 的监测结果为 0.36Bq/kg，处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.60~0.92Bq/kg) 波动范围内。

(6) 海水中放射性核素监测结果

2021 年海水中放射性核素监测结果见表 9- 29，除 Cs-137 外，其他人工放射性 γ 核素监测结果均小于探测限，海水中 Cs-137 的监测结果为 0.63~1.26 Bq/m³，处于运

行前现状调查结果 ($0.36\sim 1.60\text{ Bq/m}^3$) 范围内; 海水中 Sr-90 的监测结果为 $0.62\sim 0.90\text{ Bq/m}^3$, 处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (小于探测限 $\sim 0.84\text{ Bq/m}^3$) 波动范围内。

海水中 Co-60 监测结果小于探测限 (0.59 Bq/m^3), 小于《海水水质标准》GB3097-1997 中 30 Bq/m^3 的要求, 也小于环评报告预测的最大浓度 8.56 Bq/m^3 ;

海水中 Sr-90 监测结果最大为 0.90 Bq/m^3 , 小于《海水水质标准》GB3097-1997 中 4000 Bq/m^3 的要求, 也小于环评报告预测的最大浓度 1.05 Bq/m^3 ;

海水中 Ru-106 监测结果小于探测限 (5.5 Bq/m^3), 小于《海水水质标准》GB3097-1997 中 200 Bq/m^3 的要求, 也小于环评报告预测的最大浓度 4.90 Bq/m^3 ;

海水中 Cs-134 监测结果小于探测限 (0.49 Bq/m^3), 小于《海水水质标准》GB3097-1997 中 600 Bq/m^3 的要求, 也小于环评报告预测的最大浓度 9.4 Bq/m^3 ;

海水中 Cs-137 监测结果最大为 1.52 Bq/m^3 , 小于《海水水质标准》GB3097-1997 中 700 Bq/m^3 的要求, 也小于环评报告预测的最大浓度 13.2 Bq/m^3 。

(7) 海洋沉积物中放射性核素监测结果

2021 年海洋沉积物中放射性核素监测结果见表 9-30, 除 Cs-137 外, 其他人工放射性 γ 核素监测结果均小于探测限, 海水中 Cs-137 的监测结果为小于探测限 $\sim 1.69\text{ Bq/kg}$, 处于运行前现状调查结果 (小于探测限 $\sim 2.23\text{ Bq/kg}$) 范围内; 海水中 Sr-90 的监测结果为小于探测限 $\sim 0.86\text{ Bq/kg}$, 处于运行前现状调查结果 (小于探测限 $\sim 0.97\text{ Bq/kg}$) 波动范围内。

(8) 生物中放射性核素监测结果

2021 年 6 月, 江苏核电委托苏州热工研究院有限公司开展了生物中氚和 C-14 的监测, 氚的监测结果见表 9-31, 生物中氚的活度浓度均低于探测限。C-14 的监测结果表 9-32, C-14 的监测结果范围为 $9.5\sim 32.3\text{ Bq/kg}\cdot\text{鲜样}$, 处于运行前现状调查 ($5.56\sim 71.8\text{ Bq/kg}\cdot\text{鲜样}$) 范围内。

2021 年 6 月~10 月开展的生物中放射性核素监测结果见表 9-33, 除 Cs-137 外, 其他人工放射性 γ 核素监测结果均低于探测限, 猪肉中 Cs-137 监测结果为 0.026 Bq/kg 鲜, 处于 5、6 号机组运行前的现状调查 ($0.013\sim 0.055\text{ Bq/kg}$ 鲜) 范围内; 鸡

肉中 Cs-137 监测结果为 0.016 Bq/kg 鲜, 处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.024~0.068Bq/kg 鲜) 波动范围内; 黄鲫鱼中 Cs-137 监测结果为 0.040 Bq/kg 鲜 (未调查该鱼类本底); 鲻鱼中 Cs-137 监测结果为 0.020 Bq/kg 鲜, 处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.029~0.052Bq/kg·鲜) 波动范围内。

陆生指示生物松针中的 Sr-90 监测结果为 0.385Bq/kg·鲜, 处于 5、6 号机组运行前的现状调查 (0.61~1.01Bq/kg 鲜) 范围内; 海洋指示生物牡蛎中 Sr-90 监测结果为 0.019~0.025Bq/kg·鲜, 处于运行前的运行前现状调查 (0.044~0.077Bq/kg 鲜) 波动范围内。



表 9-27 水中放射性核素监测结果 (Bq/m³)

月份	样品	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144
6	地下水	厂区 B	<17	<2.9	<6	<2.7	<3.1	<1.0	<26	<2.4	<1.4	<2.5	<2.3	<18
	饮用水	青口	<12	<1.7	<3	<1.7	<2.1	<1.1	<16	<1.5	<1.3	<1.6	<0.8	<5
	饮用水	现场	<7	<1.6	<1	<1.7	<1.7	<1.7	<16	<1.4	<0.6	<1.7	<0.9	<5
7	地下水	厂区 D	<15	<1.7	<2	<1.7	<0.6	<1.6	<15	<1.9	<1.6	<1.9	<1.8	<12
	地下水	厂区 E	<14	<2.7	<3	<2.5	<2.4	<1.2	<26	<2.3	<1.0	<2.4	<2.1	<18
	地下水	厂区 F	<19	<2.6	<4	<2.2	<2.9	<2.3	<13	<2.5	<2.2	<2.5	<2.4	<16
	地下水	32UGS	<15	<1.9	<2	<2.0	<0.9	<1.7	<14	<2.0	<1.0	<1.9	<1.7	<11
8	饮用水	高公岛	<13	<1.9	<3	<2.2	<2.7	<2.3	<18	<1.9	<1.9	<1.9	<1.4	<9
	地表水	宿城水库	<17	<1.9	<4	<1.6	<2.0	<1.8	<19	<1.7	<1.7	<2.1	<2.2	<7
9	饮用水	宿城	<11	<2.8	<5	<2.2	<2.0	<1.1	<20	<2.3	<1.8	<2.3	<2.4	<16
	饮用水	现场	<7	<1.4	<4	<2.1	<2.8	<2.1	<18	<2.2	<2.1	<2.0	<2.4	<15
	地下水	高公岛	<7	<2.3	<6	<2.7	<2.6	<2.1	<19	<2.4	<2.0	<2.2	<1.6	<19
	饮用水	高公岛	<17	<2.1	<5	<2.3	<2.0	<1.6	<20	<1.6	<1.7	<2.2	<2.2	<15
10	饮用水	青口	<14	<1.8	<3	<2.0	<2.6	<1.9	<10	<2.1	<2.1	<2.2	<2.3	<9
	地下水	高公岛	<17	<1.9	<3	<2.8	<2.6	<1.7	<17	<1.9	<1.1	<2.1	<2.8	<14
	地表水	青口	<16	<2.8	<5	<1.8	<2.7	<1.8	<8	<1.9	<1.8	<2.2	<1.9	<16

表 9-28 2021 年土壤、沉降灰和沉积物中 γ 核素监测结果

样品	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	Sr-90
土壤	大竹园	<2.1	<0.36	<0.7	<0.22	<0.41	<0.15	<2.6	<0.29	<0.29	<0.29	2.59±0.44	<2.1	0.64±0.09
土壤	东崖屋	<2.4	<0.45	<0.8	<0.39	<0.45	<0.47	<2.1	<0.37	<0.32	<0.40	2.32±0.39	<3.1	0.61±0.08
土壤	环境楼	<3.4	<0.50	<0.4	<0.17	<0.37	<0.32	<3.4	<0.31	<0.47	<0.42	<0.50	<2.2	0.31±0.06
土壤	宿城	<3.2	<0.54	<1.1	<0.27	<0.68	<0.18	<4.2	<0.41	<0.38	<0.43	2.65±0.34	<3.0	0.47±0.05
土壤	云门寺	<1.4	<0.41	<1.0	<0.37	<0.48	<0.37	<3.8	<0.29	<0.19	<0.37	0.99±0.36	<3.3	0.35±0.08
土壤	黄窝	<1.8	<0.45	<0.9	<0.40	<0.47	<0.39	<3.8	<0.38	<0.46	<0.38	<0.45	<2.4	0.24±0.07
土壤	蒿东	<3.8	<0.43	<0.7	<0.39	<0.47	<0.32	<3.7	<0.33	<0.43	<0.40	<0.40	<3.0	0.96±0.09
土壤	蒿西	<1.5	<0.52	<0.9	<0.37	<0.26	<0.42	<2.1	<0.30	<0.43	<0.41	<0.50	<3.1	<0.19
土壤	东辛农场	<3.6	<0.45	<0.9	<0.17	<0.45	<0.28	<4.0	<0.44	<0.33	<0.44	0.92±0.47	<3.0	0.96±0.07
沉降灰	厂前区	<0.4	<0.030	<0.1	<0.02	<0.028	<0.05	<0.20	<0.04	<0.16	<0.024	<0.027	<0.07	3.94±0.63
沉降灰	双围墙	<0.3	<0.019	<0.1	<0.03	<0.023	<0.03	<0.18	<0.02	<0.05	<0.019	<0.014	<0.11	4.23±0.62
沉降灰	杨圩	<0.3	<0.028	<0.1	<0.03	<0.032	<0.02	<0.25	<0.04	<0.15	<0.025	<0.020	<0.12	4.45±0.49
沉降灰	宿城	<0.3	<0.020	<0.1	<0.01	<0.023	<0.03	<0.16	<0.02	<0.11	<0.019	<0.016	<0.13	6.52±0.52
沉降灰	环境楼	<0.3	<0.023	<0.1	<0.03	<0.024	<0.03	<0.07	<0.03	<0.11	<0.019	<0.022	<0.10	7.24±0.51
沉积物	蔷薇河	<2.6	<0.35	<0.4	<0.25	<0.52	<0.26	<1.3	<0.23	<0.15	<0.31	0.47±0.26	<1.5	0.36±0.06

注：土壤和沉积物中 γ 核素监测结果单位为 Bq/kg，沉降灰中 γ 核素监测结果单位为 Bq/(月*m²)。

表 9-29 海水中放射性核素监测结果 (Bq/m³)

样品	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	Sr-90
海水	高公岛	<4.0	<0.61	<0.9	<0.58	<0.54	<0.51	<3.8	<0.36	<0.18	<0.46	0.91±0.24	<1.5	0.72±0.01
海水	连岛	<1.0	<0.30	<0.6	<0.26	<0.33	<0.33	<2.6	<0.24	<0.28	<0.31	0.84±0.21	<1.8	
海水	青口闸	<1.9	<0.47	<0.7	<0.32	<0.52	<0.33	<3.4	<0.37	<0.27	<0.40	1.24±0.29	<1.1	0.90±0.10
海水	丁港	<1.5	<0.58	<0.9	<0.41	<0.47	<0.55	<4.6	<0.47	<0.44	<0.46	0.92±0.25	<2.1	
海水	水岛	<2.4	<0.42	<0.4	<0.33	<0.37	<0.32	<3.6	<0.25	<0.16	<0.32	0.92±0.23	<2.5	
海水	1、2 号排放口	<2.0	<0.35	<0.6	<0.16	<0.41	<0.13	<3.2	<0.29	<0.19	<0.31	1.26±0.25	<1.6	0.72±0.06
海水	3-6 号排口附近	<2.3	<0.37	<0.5	<0.38	<0.42	<0.32	<2.8	<0.35	<0.33	<0.37	0.93±0.22	<2.1	0.72±0.08
海水	循环排放口	<3.6	<0.55	<1.0	<0.36	<0.56	<0.44	<4.7	<0.46	<0.34	<0.47	<0.64	<1.9	
海水	3、4 号排放口	<3.0	<0.57	<0.6	<0.36	<0.47	<0.53	<5.5	<0.46	<0.43	<0.46	0.98±0.26	<1.5	
海水	安全排放口	<3.5	<0.48	<1.0	<0.65	<0.59	<0.49	<4.0	<0.44	<0.23	<0.49	<0.59	<2.2	
海水	5、6 号排放口	<2.7	<0.60	<0.7	<0.50	<0.55	<0.37	<3.9	<0.34	<0.42	<0.47	0.81±0.22	<1.9	

表 9-30 海洋沉积物中放射性核素监测结果 (Bq/kg)

样品	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	Sr-90
潮下带	青口闸以北	<3.0	<0.43	<1.0	<0.17	<0.53	<0.23	<4.0	<0.30	<0.46	<0.39	1.69±0.43	<3.2	<0.18
潮间带	青口闸	<1.9	<0.33	<0.5	<0.25	<0.27	<0.31	<2.3	<0.23	<0.24	<0.28	1.55±0.36	<1.2	0.50±0.06
潮下带	安全排放口附近	<3.0	<0.52	<0.5	<0.44	<0.62	<0.23	<4.2	<0.34	<0.24	<0.42	1.03±0.39	<2.5	0.65±0.06
潮下带	水岛	<1.7	<0.29	<0.4	<0.20	<0.33	<0.24	<1.8	<0.24	<0.26	<0.24	0.58±0.21	<2.1	<0.18
潮下带	丁港	<2.0	<0.39	<0.8	<0.29	<0.43	<0.32	<2.2	<0.31	<0.35	<0.33	0.75±0.31	<2.1	0.25±0.07
潮下带	高公岛	<2.6	<0.35	<0.7	<0.33	<0.44	<0.30	<2.6	<0.28	<0.28	<0.31	0.72±0.24	<1.2	0.27±0.06
潮下带	连岛	<2.8	<0.38	<0.9	<0.13	<0.38	<0.33	<2.5	<0.30	<0.15	<0.35	0.75±0.31	<1.3	0.86±0.06
潮下带	56 机排放口	<3.3	<0.45	<0.3	<0.37	<0.55	<0.41	<3.4	<0.41	<0.50	<0.42	1.05±0.44	<3.0	0.78±0.05
潮下带	循环排放口附近	<1.3	<0.33	<0.4	<0.28	<0.45	<0.22	<3.4	<0.22	<0.31	<0.30	0.73±0.33	<1.8	0.25±0.06
潮下带	3-6 排放口附近	<2.9	<0.36	<0.6	<0.25	<0.47	<0.24	<3.1	<0.23	<0.15	<0.31	<0.34	<2.2	0.29±0.06
潮下带	12 号机组排放口附近	<2.6	<0.43	<0.5	<0.34	<0.63	<0.36	<2.3	<0.35	<0.39	<0.36	0.83±0.27	<3.1	0.38±0.06



表 9-31 生物中氚监测结果

样品名称	采样地点	有机氚		自由水氚	
		Bq/L	Bq/kg·鲜	Bq/L	Bq/kg·鲜
蓝点鲰	连云港以东海域	<1.1	<0.25	<1.1	<0.76
	青口下口海域	<1.1	<0.17	<1.1	<0.85
鲻鱼	连云港以东海域	<1.1	<0.13	<1.1	<0.88
	青口下口海域	<1.1	<0.18	<1.1	<0.83
虾	方洋港闸	<1.1	<0.19	<1.1	<0.78
	青口下口海域	<1.1	<0.21	<1.1	<0.78
虾菇	连云港以东海域	<1.1	<0.17	<1.1	<0.84
	青口下口海域	<1.1	<0.15	<1.1	<0.88
蛤仔	连云港以东海域	<1.1	<0.11	<1.1	<0.95
乌贼	连云港以东海域	<1.1	<0.13	<1.1	<0.92
	青口下口海域	<1.1	<0.17	<1.1	<0.87

表 9-32 生物中 C-14 监测结果

监测对象	取样点位	样品活度浓度 (Bq/g·碳)	生物中碳-14 活度浓度 (Bq/kg·鲜)
蓝点鲰	连云港以东海域	0.21±0.02	32.3±2.7
	青口下口海域	0.22±0.02	20.9±1.6
鲻鱼	连云港以东海域	0.21±0.02	17.1±1.4
	青口下口海域	0.21±0.02	24.4±2.0
虾	方洋港闸	0.20±0.02	21.8±2.4
	青口下口海域	0.18±0.03	20.3±2.8
虾菇	连云港以东海域	0.20±0.02	17.0±1.9
	青口下口海域	0.18±0.03	15.2±2.1
蛤仔	连云港以东海域	0.19±0.02	9.5±0.8
乌贼	连云港以东海域	0.21±0.02	13.2±1.4
	青口下口海域乌贼	0.20±0.04	16.8±3.1

表 9-33 生物中放射性核素监测结果 (Bq/kg·鲜)

样品	地点	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Ru-103	Ru-106	Sb-124	I-131	Cs-134	Cs-137	Ce-144	Sr-90
青菜	青口	<0.02	<0.003	<0.01	<0.003	<0.004	<0.002	<0.03	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	
猪肉	青口	<0.09	<0.015	<0.01	<0.014	<0.025	<0.013	<0.11	<0.010	<0.012	<0.011	0.026±0.006	<0.058	
牡蛎	高公岛	<0.02	<0.003	<0.01	<0.003	<0.005	<0.003	<0.03	<0.003	<0.003	<0.003	<0.005	<0.012	0.025±0.003
黄鲫鱼	青口	<0.06	<0.014	<0.03	<0.013	<0.023	<0.010	<0.12	<0.012	<0.009	<0.012	0.040±0.007	<0.061	
牡蛎	青口	<0.02	<0.005	<0.01	<0.004	<0.007	<0.004	<0.03	<0.004	<0.002	<0.004	<0.008	<0.009	0.019±0.002
水果	青口	<0.03	<0.011	<0.03	<0.011	<0.019	<0.008	<0.06	<0.008	<0.008	<0.008	<0.010	<0.038	
小麦	宿城	<0.11	<0.026	<0.04	<0.026	<0.040	<0.023	<0.24	<0.022	<0.021	<0.022	<0.028	<0.14	
小麦	板桥	<0.17	<0.029	<0.09	<0.011	<0.056	<0.012	<0.22	<0.020	<0.021	<0.023	<0.031	<0.07	
对虾	方洋港闸	<0.03	<0.010	<0.02	<0.009	<0.016	<0.006	<0.07	<0.008	<0.005	<0.008	<0.009	<0.040	
乌贼	连云港以东	<0.05	<0.007	<0.009	<0.008	<0.015	<0.007	<0.078	<0.008	<0.007	<0.008	<0.008	<0.045	
青菜	柳河	<0.03	<0.008	<0.02	<0.006	<0.008	<0.006	<0.06	<0.005	<0.004	<0.005	<0.007	<0.025	
鸡	青口镇	<0.025	<0.010	<0.024	<0.010	<0.024	<0.009	<0.080	<0.009	<0.009	<0.009	0.016±0.004	<0.019	
松针	宿城水库	<0.1	<0.03	<0.1	<0.03	<0.02	<0.01	<0.25	<0.02	<0.01	<0.02	<0.03	<0.11	0.385±0.008
鲮鱼	青口下口海域	<0.078	<0.013	<0.037	<0.011	<0.014	<0.004	<0.114	<0.010	<0.007	<0.011	0.020±0.005	<0.049	

9.3.2 电磁环境监测

验收监测单位对 5、6 号机组 500kV 升压开关站和输变电线路的电磁环境进行了监测, 监测结果见表 9-34 和表 9-35, 升压站四周工频电场最大为 1040V/m, 工频磁场最大为 0.7012 μ T, 满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中公众曝露控制限值工频电场不超过 4kV/m, 工频磁场不超过 100 μ T 的要求。输变电线路监测结果表明在在输电线路下方工频磁场会超过 4kV/m, 现场核实超过 4kV/m 的位置均为园地、道路等场所, 按照 GB8702-2014 的要求, 在园地、道路等场所工频电场大于 4kV/m 小于 10kV/m 的区域应设置警示标识, 核电站已在这些区域设置警示标识, 见图 9-2。

表 9-34 500kV 升压站电磁环境监测结果

点位编号	点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μ T)
1	500kV 升压站东侧边界外	389.5	0.5301
2	500kV 升压站北侧边界外	101.7	0.2526
3	500kV 升压站西侧边界外	574.2	0.4584
4	500kV 升压站南侧边界外	1040	0.7012
5	500kV 升压站入线 0m	102.1	1.0996
6	500kV 升压站入线 1m	109.8	1.0218
7	500kV 升压站入线 2m	93.0	0.9717
8	500kV 升压站入线 7m	95.1	0.9448
9	500kV 升压站入线 12m	91.0	0.9802
10	500kV 升压站入线 17m	89.9	0.7936
11	500kV 升压站入线 22m	86.6	0.6306
12	500kV 升压站入线 27m	87.0	0.5737
13	500kV 升压站入线 32m	85.1	0.5844
14	500kV 升压站入线 37m	86.0	0.5815
15	500kV 升压站入线 42m	77.0	0.6380
16	500kV 升压站入线 47m	69.0	0.5929

表 9-35 厂内输变电线路电磁环境监测结果

点位编号	点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μ T)
17	5k55 输变线路正下方	6654	2.8928
18	5k55 输变线路下方东侧 1m	6770	3.0674

点位编号	点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μT)
19	5k55 输变线路下方东侧 2m	6679	3.2522
20	5k55 输变线路下方东侧 3m	6706	3.4052
21	5k55 输变线路下方东侧 4m	6715	3.5248
22	5k55 输变线路下方东侧 5m	6632	3.6228
23	5k55 输变线路下方东侧 6m	6341	3.6822
24	5k55 输变线路下方东侧 7m	5935	3.6092
25	5k55 输变线路下方东侧 12m	5549	3.5076
26	5k55 输变线路下方东侧 17m	5257	3.3316
27	5k55 输变线路下方东侧 22m	5020	3.1186
28	5k55 输变线路下方东侧 27m	4521	2.6890
29	5k55 输变线路下方东侧 32m	3978	2.3382
30	5k55 输变线路下方东侧 37m	2820	1.7650
31	5k55 输变线路下方东侧 42m	2066	1.4968
32	5k55 输变线路下方东侧 47m	1519	1.2758
33	5k55 输变线路下方东侧 52m	1024	1.0770
34	5k57 线 1#、2#塔输变线正下方 (道路)	4836	2.5620
35	5k55 线 1#、2#塔输变线正下方 (中核华兴大门口)	1401	2.0820
36	中华核兴办公楼前	1235	2.6930
37	中华核兴办公楼北侧	1308	2.8910
38	中华核兴试化实验室	920.9	1.3858
39	5k55 线 2#、3#塔输变线正下方 (道路)	5550	3.1646



表 9-36 海水水质监测结果

日期	氨氮, mg/L		活性磷酸盐, mg/L		BOD ₅ , mg/L		COD, mg/L		油类, mg/L		镍, mg/L	
	水质标准 0.4		水质标准 0.03		水质标准 4		水质标准 4		水质标准 0.3		水质标准 0.02	
	高公岛取水口	5-6 机组排放口	高公岛取水口	5-6 机组排放口	高公岛取水口	5-6 机组排放口	高公岛取水口	5-6 机组排放口	高公岛取水口	5-6 机组排放口	高公岛取水口	5-6 机组排放口
6 月	0.137	0.172	0.039	0.058	未检出	1	1.2	1.68	0.050	0.061	<0.07	<0.07
7 月	0.316	0.386	0.013	0.039	未检出	1	0.916	1.38	<0.05	<0.05	<0.07	<0.07
8 月	0.159	0.189	0.0325	0.028	未检出	4	1.705	1.82	<0.05	<0.05	<0.07	<0.07
9 月	0.176	0.164	0.018	0.018	1.5	4	1.615	1.38	<0.05	<0.05	<0.07	<0.07
10 月	0.171	0.035	0.1025	0.109	1.5	1	1.78	1.23	<0.05	<0.05	<0.07	<0.07



9.3.4 温排水影响监测

核电站对取水口和排水口水温进行了监测，监测结果见表 9-37，由监测结果可以看出，取排水口最大温升为 7℃，小于设计温升（8℃）。

表 9-37 取排水温升监测结果

监测日期	5\6 排放口, □	取水口, □	温升, □
2021.6.3	29.5	23.0	6.5
2021.6.8	30.4	24.6	5.8
2021.6.17	28.9	23.6	5.3
2021.6.23	31.2	26.2	5
2021.7.8	33.3	26.3	7
2021.7.15	33.3	27.8	5.5
2021.7.22	34.1	28.2	5.9
2021.7.29	33.3	27.3	6
2021.08.05	35.2	34.6	0.6
2021.08.12	34.6	29.7	4.9
2021.08.19	35.0	28.6	6.4
2021.08.26	33.7	27.6	6.1
2021.09.03	30.3	27.1	3.2
2021.09.09	31.1	28.3	2.8
2021.09.16	31.8	26.2	5.6
2021.09.24	31.2	26.6	4.6

田湾核电站 5、6 号机组投入运行后，核工业航测遥感中心于 2021 年 7 月~8 月开展了田湾核电站 6 台机组运行情况下周围海域温排水影响航空遥感监测，其航空遥感监测内容见表 9-38。

表 9-38 夏季遥感监测内容

序号	监测时间	利用情况	潮汐状态	运行工况
1	2021.7.3	温度场分布、流场	大潮涨末	6 台满功率运行
2	2021.8.5	温度场分布、流场	小潮落末	6 台满功率运行
3	2021.8.7	温度场分布、流场	小潮涨急 小潮涨末	6 台满功率运行
4	2021.8.8	温度场分布、流场	大潮涨急 大潮落末	6 台满功率运行

序号	监测时间	利用情况	潮汐状态	运行工况
5	2021.8.14	温度场分布、流场	大潮落急	6 台满功率运行
6	2021.8.19	温度场分布、流场	小潮落急	6 台满功率运行

夏季大潮温升包络由 6 台机组运行条件下夏季大潮涨急、涨末、落急、落末 4 个典型潮态数据叠加形成，温升包络羽迹总体向北东方向展布，高值温升包络漫过导流坝后向东展布，低值温升向北东延伸。大于 4.0℃温升包络区面积约 14.72km²，大于 1.0℃温升包络面积为 49.05km²，夏季大潮温升包络分布见图 9-3。

夏季小潮温升包络由 6 台机组运行条件下夏季小潮涨急、涨末、落急、落末 4 个典型潮态数据叠加形成，温升包络羽迹总体向北东方向展布，高值温升包络漫过导流坝后向东展布，低值温升向北东延伸。大于 4.0℃温升包络区面积约 14.90km²，大于 1.0℃温升包络面积为 48.09km²，夏季小潮温升包络分布见图 9-4。

将夏季大潮遥感监测最大温升结果与海域功能区划叠加分析表明，遥感监测 4.0℃以上温升区域完全在混合功能区以内；1℃以上温升区完全位于三类功能区以内，详见图 9-5。

将夏季小潮遥感监测最大温升结果与海域功能区划叠加分析表明，遥感监测 4.0℃以上温升区域完全在混合功能区以内；1℃以上温升区完全位于三类功能区以内，绝大部分位于混合功能区以内，详见图 9-6。

由遥感监测结果可以看出，5、6 号机组运行后，6 台机组温排水影响能够保证 4.0℃以上温升区域完全在混合功能区以内，1℃以上温升区完全位于三类功能区以内，符合环评报告的计算结果，满足海水水质功能要求。



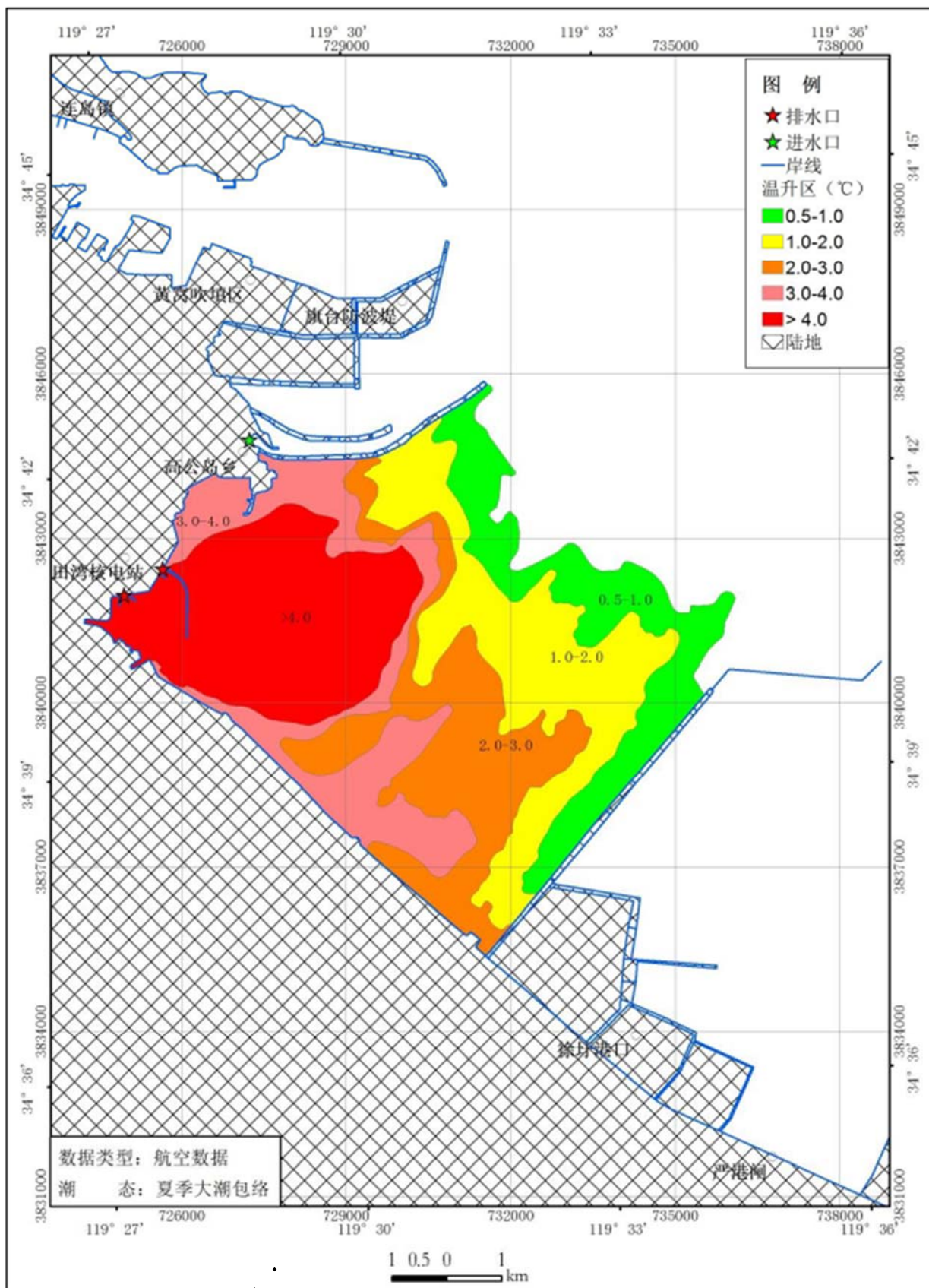


图 9-3 夏季大潮温升包络图

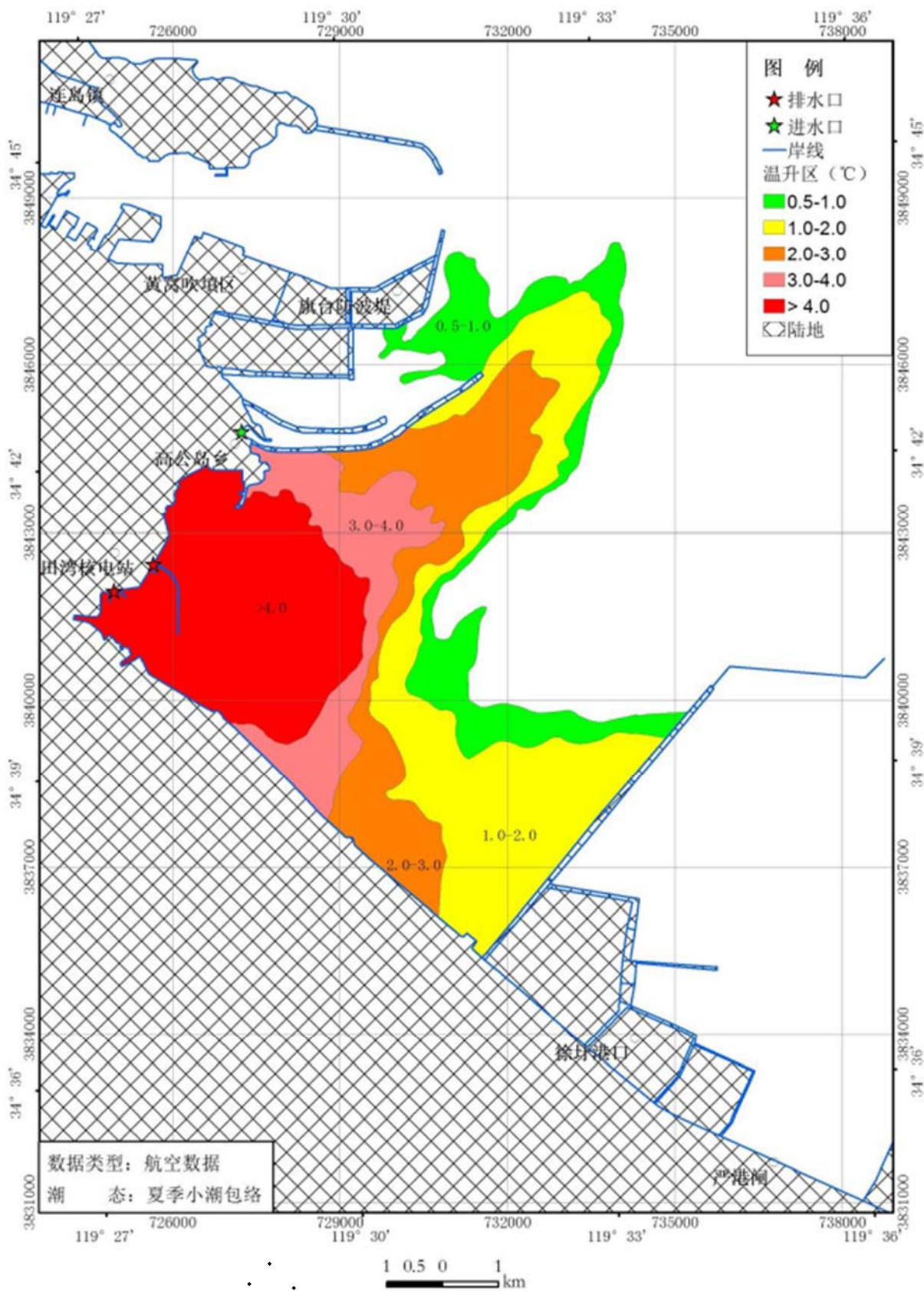


图 9-4 夏季小潮温升包络图

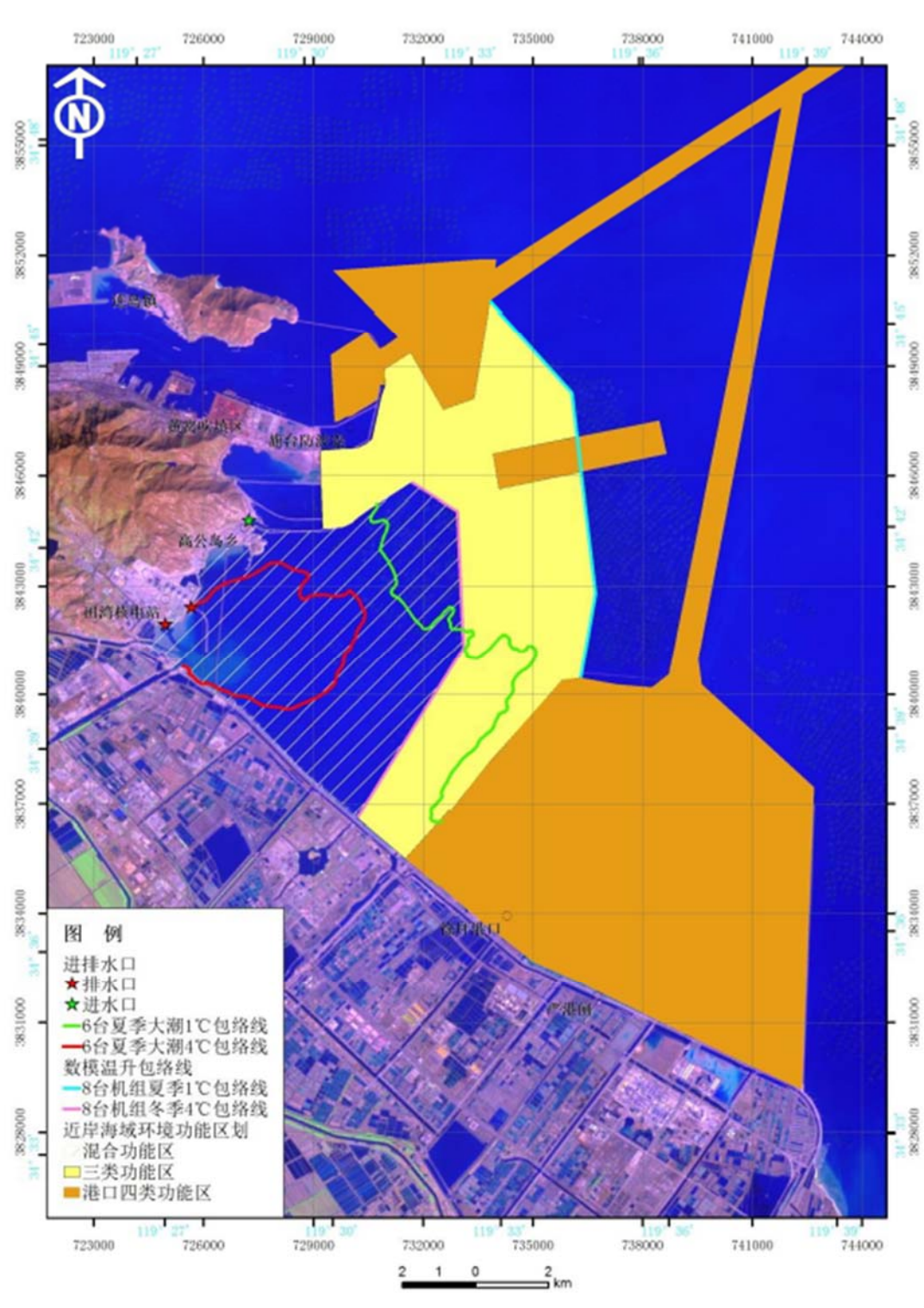


图 9-5 夏季大潮 1、4 号最大温升与三类功能区、温升用海区叠加图

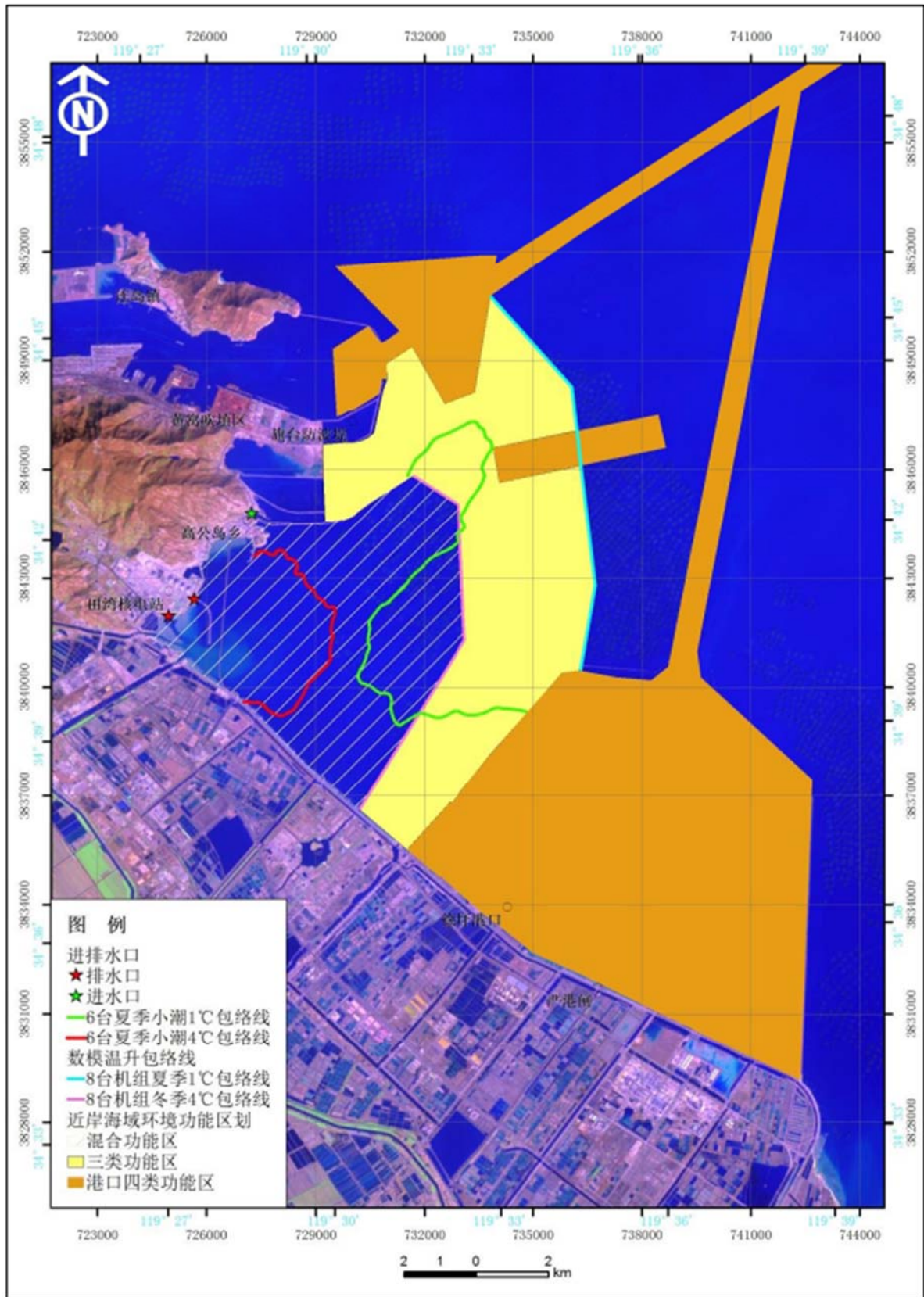


图 9-6 夏季小潮 1℃、4℃最大温升与三类功能区、温升用海区叠加图

9.4 其他环境保护设施核实

9.4.1 应急设施与应急管理

（1）应急设施管理

田湾核电站应急设施全厂共用，已经随 1~4 号机组完成建设。本工程未新建应急设施。

目前，电站应急设施设备主要有 1-6 号机组主控室、备控室/远程停堆站、仪控工程师站、技术支持中心、应急指挥中心、运行支持中心、备用应急指挥室、应急通讯系统、应急集合点等。按照公司应急程序《应急文件与设施设备管理》（EP-TW-111）的规定，每月组织各相关处室对所负责的应急设施设备进行定期检查，每半年组织开展一次独立监督检查。针对定期检查和独立监督检查过程中发现的问题，制定纠正行动、落实责任部门并跟踪纠正行动完成情况，实施闭环管理。

定期组织开展应急指挥中心、运行支持中心应急柴油发电机组定期试验，通风空调过滤系统定期试验，海事卫星电话、音视频会议系统定期测试。对于试验和测试过程中发现的问题，及时提出状态报告或缺陷申请，由相关责任部门进行检查处理。此外，还定期组织对相关应急仪表进行检定以及每季度对应急食品进行更新替换。通过上述检查和试验，有效保证了电站所有应急设施设备、物资均处于良好可用的状态。

截至 2021 年 12 月 2 日，共组织开展应急设施设备、文件物资月度定期检查 11 次、独立监督检查 2 次，开展应急指挥中心和运行支持中心应急柴油发电机组定期试验 22 次、通风空调过滤系统定期试验 22 次、海事卫星电话和音视频会议系统定期测试 70 次，检查和试验过程中共发现问题 52 项，已完成整改。同时，公司积极推动涉及应急指挥中心本质安全的技术改造工作，完成应急指挥中心蓄电池室风机控制箱和照明开关技改项目及应急指挥中心应急照明供电线路技改项目，另有 1 项技术改造工作正在实施中，计划于 2022 年年底完成。

（2）应急体系建设

2020 年 4 月 10 日，《田湾核电站场内核事故应急预案》（修订版）得到国家核安全局的正式批复，2021 年，电站结合历次内外部监督检查管理要求和电站应急

管理体系最新变化情况，组织对《田湾核电站场内核事故应急预案》进行修订完善，进一步提升预案的指导性和可操作性，并报国家核安全局备案。同时，按照最新版《田湾核电站场内核事故应急预案》和各类应急演习发现问题整改要求，公司积极组织对应急程序和预案进行梳理和修订，本年度共修订完成 15 份核事故应急程序、40 份非核突发事件专项应急预案和现场处置方案。目前，公司应急文件体系包括 29 份核事故应急程序（详见表 9-39）、1 份综合应急预案、20 份非核突发事件专项应急预案以及 36 份现场处置方案，涵盖核应急管理和非核突发事件应急管理两部分，所有程序和预案都处于最新可用的状态，能够满足田湾核电站应急准备和响应的文件需求。

表 9-39 田湾核电站核事故应急程序清单

序号	程序编码	程序名称	版本
1	EP-TW-1	应急准备与响应分领域管理	C
2	EP-TW-110	应急响应岗位人员的提名、批准与 on-call 值班安排	B1
3	EP-TW-111	应急文件与设施设备管理	B1
4	EP-TW-113	应急培训与演习	B3
5	EP-TW-114	承包商应急响应管理	A2
6	EP-TW-121	应急通知与启动	B1
7	EP-TW-122	场内应急防护行动	A1
8	EP-TW-123	应急保卫	A2
9	EP-TW-124	与场外应急组织的接口	A1
10	EP-TW-125	应急照射控制	A
11	EP-TW-126	核应急医学救护	A1
12	EP-TW-127	应急环境监测	C
13	EP-TW-128	事故环境后果评价	A
14	EP-TW-129	应急干预原则和场外公众防护措施	A
15	EP-TW-130	公众信息组的应急响应行动	A2
16	EP-TW-131	应急移动设备调度	B1
17	EP-TW-132	堆芯损伤评价	A2
18	EP-TW-133	严重事故应急管理	A1
19	EP-TW-134	多机组应急行动方案	A1
20	EP-TW-135	应急终止	A1
21	EP-TW-136	场区应急辐射监测	B4

序号	程序编码	程序名称	版本
22	EP-TW-141	应急指挥部的应急响应行动	A3
23	EP-TW-142	运行控制组的应急响应行动	A1
24	EP-TW-143	设备抢修组的应急响应行动	E
25	EP-TW-144	技术支持组的应急响应行动	A3
26	EP-TW-145	辐射防护组的应急响应行动	A5
27	EP-TW-146	后勤保障组的应急响应行动	C
28	EP-TW-147	仪控抢修组的应急响应行动	C
29	EP-TW-148	扩建工程协调组的应急响应行动	B

(3) 应急组织管理

截至 2021 年 12 月 6 日, 电站场内应急组织共有应急岗位 110 个, 应急岗位授权人 628 人, 其中关键岗位 119 人。公司结合三期、四期扩建工程进展及田湾核电站 2020 年、2021 年场内综合应急演练发现问题整改要求, 在电站场内应急组织中增加了辐射防护组辐射控制人员应急岗位, 取消了扩建工程协调组助理 A (5、6 号机组) 应急岗位, 将仪控抢修一组与仪控抢修二组合并为仪控抢修组, 使得电站场内应急组织的设置合理性和组织协调性得到进一步优化。根据公司应急程序《应急响应岗位人员的提名、批准与 ON-CALL 值班安排》(EP-TW-110) 的规定, 为确保应急 ON-CALL 值班人员处于随时应召到岗的状态, 电站不定期地通过短信抽查和启动抽查两种方式对应急 ON-CALL 值班人员进行抽查。截止 2021 年 12 月 6 日, 已组织开展短信抽查 49 次, 启动抽查 11 次, 共抽查 11430 人次, 能够按照相关应急程序要求启动响应的人员有 11425 人次, 抽查合格率为 99.96%。同时, 分别在上下半年各组织一次完全不通知的夜间启动到岗演练, 所有人员均能够在规定时间内完成启动与响应, 应急 ON-CALL 值班人员总体在岗情况满足国家相关法规和公司应急管理程序的要求。

(4) 应急演练

根据《江苏核电有限公司 2021 年核应急演练和培训计划》和《江苏核电有限公司 2021 年突发事件应急预案培训与演习计划》的要求, 电站以 2021 年场内综合应急演练为重点、各类核事故单项应急演练和非核突发事件应急演练为支撑, 严格按

照场内核事故应急预案、核事故应急程序和非核突发事件应急预案的要求开展应急演练。全年共组织各类应急演练 62 项，参演人数共计约 1000 人，演习共发现问题 170 项，已全部录入管理行动进行跟踪处理。通过演习有效地检验和提升了田湾核电站各级场内应急组织处置核事故与非核突发事件的应急响应能力。

2021 年 9 月 15 日，田湾核电站成功组织场内综合应急演练，演习得到了华北核与辐射安全监督站评估团“成功”的评价，评估团认为此次演习全面检验了田湾核电站核事故应急准备与响应能力，达到了检验预案、规范程序、锻炼队伍、提升能力、强化意识的目的，是一次具有较高水平的核事故场内综合应急演练。

（5）应急培训

2021 年，公司严格按照年度应急培训计划的要求，组织开展了包括基本安全授权培训、应急启动与响应培训、应急专业技能培训（包括应急移动设备连接、核事故后果评价、堆芯损伤评价等）在内的应急培训 35 次，参加人员共计 2260 人次，培训对象涵盖了场内应急人员、非应急人员以及协作单位人员。通过培训有力强化了电站非应急人员的应急准备与响应意识，提高了应急人员的应急启动与响应能力和专业技术能力。

（6）协作单位应急管理

按照《承包商应急响应管理》（EP-TW-114）程序要求，每周对各协作单位应急联络人进行应急短信抽查，截至 2021 年 12 月 2 日，全年共组织抽查 49 周，合计 614 人次，合格率 100%。

按照《2021 年现场承包商单位应急演练计划》，组织对承包商单位应急演练进行现场监督、评估。截至 2021 年 12 月 2 日，田湾核电站生产承包商单位组织实施核应急演练 8 次、非核应急演练 10 次；扩建承包商单位组织各类突发事件应急演练 22 次。承包商应急演练评估结果全部合格，针对演习过程中发现的问题，建立了跟踪台账落实整改，形成闭环管理。

（7）应急管理与技术创新

根据实际应用经验反馈，组织对电站应急指挥管理系统进行扩展升级，提高系统的操作性和实用性，优化了人脸识别签到、A/B 角值班切换和电子文档编审等功

能模块，开发智能（语音通报、传真、视频等）通讯功能。开展非应急人员集合清点智能化研究，调研同行电站智慧应急相关良好做法，收集潜在的物联网、人脸识别等技术手段资料。初步探索移动泵软管自动装卸、移动电源车自动驾驶等新技术应用等。

9.4.2 排污口、监测设施及在线监测装置

9.4.2.1 排污口设置

经核实，本工程已按环境影响报告要求设置了液态流出物排放口和气态流出物排放口。

9.4.2.2 监测设施

9.4.2.2.1 放射性气态流出物在线监测

依据《5 号机组调试试验报告-监测仪预运行试验报告》（TR-5M1-KRT-10）和《6 号机组调试试验报告-监测仪预运行试验报告》（TR-6M2-KRT-10），放射性气态流出物在线监测系统经检查系统设备安装情况，测试通道核物理性能，及报警、源检、模拟量输出、报警联动等通道功能项测试，测试结果满足验收准则要求，试验合格。

9.4.2.2.2 放射性液态流出物在线监测

依据《5 号机组调试试验报告-监测仪预运行试验报告》（TR-5M1-KRT-10）和《6 号机组调试试验报告-监测仪预运行试验报告》（TR-6M2-KRT-10），放射性液态流出物在线监测系统经检查系统设备安装情况，测试通道核物理性能，及报警、源检、模拟量输出、报警联动等通道功能项测试，测试结果满足验收准则要求，试验合格。

9.4.2.2.3 辐射环境在线监测

经核实，田湾核电站一期工程已设置了 13 个固定式环境 γ 辐射监测站，并投入运行，本工程未新建固定式环境 γ 辐射监测站。

9.4.2.2.4 地下水监测井

经核实，5、6 号机组在厂区新增 3 口地下水监测井，分别位于 QA 厂房、FC 厂房、AC 厂房附近。

9.4.2.2.5 流出物监测实验室

经核实，流出物实验室已建成投用，流出物实验室配备的流出物监测的仪器和设备，能够满足环评报告提出的要求，详见表 9-40。

依据《田湾核电站流出物放射性监测大纲》(RP-Z-00000-361, C1 版)，目前流出物监测项目和监测频次满足环评报告的要求，但是，《核电站流出物放射性监测技术规范(试行)》(国核安发【2020】44 号)已于 2020 年 9 月 1 日开始施行，DVN 应增加每季度颗粒物混合样的 Sr-90 监测，DVN 增加每月 4 次 Kr-85 监测，核岛废液应增加季度混合样中 Fe-55 和 Ni-63 监测，每批次氙的探测限应达到 $1E+04Bq/m^3$ 。

表 9-40 流出物分析实验室配备的仪器设备

序号	房间号	设备名称	仪器设备型号及规格参数	实际配备	环评要求
1	112	分析天平 (220g)	220g, 精度 0.1mg。	1	1
2		超声波清洗机	电源电压: 220V, 容量: 22.5L, 超声频率: K-40Hz, 超声输入功率: 700W, 输入总功率: 1700W 工作温度: 室温-80℃ 工作时间可调: 1-20min	1	未要求
3	114	分析天平 (220g)	220g, 精度 0.1mg。	1	1
4		红外线烘干机	工作温度范围: 室温至 190℃, 灯泡样式。	1	1
5		干燥烘箱	工作温度范围 20~210℃, 温控精度±1℃; 不锈钢内胆和搁架, 约 130L。	1	1
6		便携式 pH 计	梅特勒-托利便携式 pH 计 S8, pH 测量范围: -2.000 到 19.999, 分辨率 0.001, 相对精度 ±0.005, 自动校准。	1	1
7		总有机碳分析仪	美国 1030WTOC, 100℃+湿法氧化法标准测量 TC/TIC/TOC/NPOC。	1	1
8		马弗炉	温度范围 100-500℃; 温控精度: ±温℃; 使用容积: 4L。	1	1
9		4 孔恒温水浴锅	工作温度范围: 室温+5~99℃, 温控精度温控精℃; 容积约 10L。	1	1
10		电炉(已坏)	功率 2000w。	1	1
11		温控电热板(代替已坏的电炉)	电压: AC220-240V, 50Hz 最大功率: 1850W 最高温度: 600℃	1	

序号	房间号	设备名称	仪器设备型号及规格参数	实际配备	环评要求
12		手动真空泵抽滤瓶成套	配 5 动微孔滤膜和 47mm, 500mL 过滤器; 手动真空泵制造材料 (主体): PVC, 最大真空度: 58-64cmHg; 抽滤瓶制造材料: 玻璃, 容量: 1L。	1	1
13		移液器 (1-5ml)	容量 1000-5000 微升, 准确度: ± 40 微升, 精确度: 15 微升	4	未要求
14		移液器 (2-10ml)	容量 2000-10000 微升, 准确度: ± 60 微升, 精确度: 30 微升	4	未要求
15	108、109	高纯锗 γ 谱仪	ORTECGEM40P4-76, 晶体类型: P 型高纯锗, 同轴型, 相对探测效率: $\geq 40\%$; 能谱范围: 50keV~10MeV; 分辨率: 1332.5keV 半峰宽 2.1keV; 数字化谱仪 ≥ 8192 道。	2	2
16		高纯锗 γ 谱仪	ORTECGEM40P4-76, 晶体类型: P 型高纯锗, 同轴型, 相对探测效率: $\geq 40\%$; 能谱范围: 50keV~10MeV; 分辨率: 1332.5keV 半峰宽 2.1keV; 数字化谱仪 ≥ 8192 道。	1	未要求
17		液闪计数器	LSC-LB7 计数效率: H-3 的效率大于 65%, C-14 的效率大于 95%; 配有制冷装置保证设备温度恒定。	1	1
18		液闪计数器	A6220 计数器: 电源: 100-240V50-60Hz1.5A; 操作温度: 15-35 \square 操作相对湿度: 30%-85%电压: 100-240V 频率: 50/60Hz 能谱范围: 0-2000Kev; 配有制冷装置保证设备温度恒定。	1	未要求
19		低本底 $\alpha\beta$ 测定仪	ORTECPIC-MPC9604, 4 路超低本底流气式正比计数器每路均有独立探测器、防卫探测器、10cm 铅 40 屏蔽和电子学单元; 本底: $\alpha < 0.1\text{CPM}$, $\beta < 1\text{CPM}$; 效率: 对 $\alpha^{241}\text{Am} \geq 42\%$, 对 $\beta^{\text{Sr-90-90Y}} \geq 55\%$ 。	1	1
20		低本底 $\alpha\beta$ 测定仪 RMS5121	电源电压: 交流 220V $\pm 10\%$, 50Hz $\pm 1\text{Hz}$ 环境温度: +5~+35 $\square \pm 2\%$ 最大湿度: 85% (+30 \square)	1	未要求
21		除湿机	循环风量 520 立方/小时, 900w。	1	1
22		除湿机 DH588D (T4 转入、在 118 房间)	最大除湿量: 30 $\text{c}/90\text{RH}58\text{L}/\text{天}$, 名义除湿量: 0.8Kg/h, 额定电压/频率: 220V/50Hz, 额定输入功率: 900W, 额定输入电流: 4.0A, 最大输入功率: 980W, 最大输入电流: 4.6A, 热交换器最大工作压力: 4.0MPa	1	未要求

9.4.2.2.6 环境实验室

经核实,环境监测楼是田湾核电站全场共用设施,已随 1、2 号机组建成投用,环境实验室配备的仪器设备满足环境影响报告书的要求,详见表 9-41。

依据《田湾核电站环境监测大纲》(EMC-0-UCJ00-051, B0 版),田湾核电站环境监测内容满足环境影响报告书的要求。

表 9-41 环境监测实验室主要大型仪器配置

序号	仪器名称	型号	现有数量	生产厂家	与环评报告对比情况
1	低本底 α/β 测量仪	LB770	2 台	德国 Berthold	增加一台
2	低本底 α/β 测量仪	MPC-9604	4 台	美国 Protean	增加两台
3	低本底液体闪烁仪	Quantulus1220	2 台	芬兰 WALLAC	无变化
4	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	1 台	美国 ORTEC	无变化
5	高纯锗 γ 谱仪	GEM60P-S	1 台	美国 ORTEC	无变化
6	高纯锗 γ 谱仪	GMX40P-S	1 台	美国 ORTEC	无变化
7	高纯锗 γ 谱仪	GEM40P4-76	1 台	美国 ORTEC	新增加
8	热释光剂量仪	RGD-3B	—	中国防化研究所	报废
9	热释光剂量仪	RGD-6	2 台	北京海阳博创	增加一台
10	标准高气压电离室	RSS-131	1 台	美国 GE	无变化
11	原子吸收光谱仪	SOLAAR-S4	1 套	美国热电	无变化
12	紫外/可见分光光度计	9243UV5	2 套	美国热电	无变化

9.4.2.2.7 环境应急监测设施

经核实,应急监测设施为田湾核电站全厂共用设施,1、2 号机组建设时已经建成,3、4 号机组新增应急监测车一台,为丰田普拉多 SUV,本工程未新增应急监测设施。

9.4.2.2.8 非放射性污染物监测

依据《田湾核电站环境监测大纲》(EMC-0-UCJ00-051, B0 版),田湾核电站非放射性环境监测内容和频次见

监测对象	取样测量地点	分析项目	周期
------	--------	------	----

总排口 废水	取水口、1~2 号机组循环冷却水取样站、1~2 号机组安全厂用水取样站、3~4 号机组排放口、5~6 号机组排放口	硼、油类、硫酸盐、镍、钾、铁、COD、BOD ₅ 、活性磷酸盐、联氨、氨氮	月
		溶解氧、pH 值、余氯、温度	周

，满足环境影响报告书的要求。

依据《厂区生活污水监测》，田湾核电站开展的生活污水监测项目包括：pH 值、温度、氨氮、总氮、总磷、动植物油、化学耗氧量、色度、悬浮物和 BOD₅，满足环境影响报告书的要求。

另外，依据《化学排放管理》(CY-TW-310, D1 版)，田湾核电站还开展了含油废水处理系统废水、淡水厂滤池反洗水废液、T0QH 辅助锅炉房废液、制氯站废液、中和池、5、6 号机组常规岛废液等生产系统非放射性废水监测工作。

9.4.2.2.9 热影响监测

经核实，江苏核电有限公司已委托核工业航测遥感中心开展“田湾核电厂附近海域温排水遥感调查”，对 5、6 号机组运行后全场 6 台机组对周围海域温度场的变化情况进行调查。

9.4.2.2.10 气象观测

经核实，目前田湾核电站已建成一个气象观测系统，并投入运行。本工程未新建气象观测系统。

9.4.2.2.11 水文观测

江苏核电有限公司已委托国家海洋局南通海洋环境监测中心站开展了“田湾核电厂址附近海域海洋水文观测”在田湾核电厂址附近海域布设了 5 个流场观测站位观测要素包括流速、流向、悬沙含量等，同时，在田湾核电排水口附近海域开展水深地形测量。

9.4.2.2.12 生态监测

江苏核电有限公司已委托国家海洋局南通海洋环境监测中心站开展田湾核电站厂址附近海域海洋生态环境跟踪监测及渔业资源跟踪监测。

9.4.2.2.13 噪声监测

依据《三废监督计划》，环境应急处每季度开展一次厂址边界噪声监督检查。

9.4.2.2.14 电磁环境监测

江苏核电有限公司委托连云港辐射环境监测管理站每季度对田湾核电站厂区及周边电磁环境现状开展监测。



10 验收监测结论

10.1 概述

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组工程项目为田湾核电站的扩建工程，位于江苏省连云港市连云区宿城街道，厂址座落于后云台山南麓的扒山头地区，东临黄海，西与宿城山谷相邻，南面是黄海滩地，北靠后云台山。

田湾核电站 5、6 号机组是 2 台 M310 型百万千瓦级压水堆核电机组。

本项目建设内容主要包括核岛、常规岛及部分辅助设施。部分废物处理和辅助生产设施利用 1~4 号机组已建设施。

本项目各阶段环境影响评价均是由中国核电工程有限公司完成，各阶段环境影响报告书批复情况如下：厂址阶段环境影响报告书于 2010 年 5 月 4 日由原环境保护部审批（环审[2010]132 号），建造阶段环境影响报告书于 2015 年 12 月 23 日由原环境保护部审批（环审[2015]263 号），运行阶段环境影响报告书于 2020 年 7 月 7 日由生态环境部审批（环审[2020]87 号）。

本项目于 2015 年 12 月开始浇灌第一罐混凝土，至 2021 年 6 月，6 号机组投入商运，本项目建设完成。本项目的实际总投资与环保投资均按照设计要求建成并投入使用。

本工程验收范围主要是 5、6 号机组核岛、常规岛和 BOP 工程的三废环保设施运行效能评估、流出物监测和辐射环境监测系统性能评价、流出物排放和环境辐射水平监测结果评价等，1~4 号机组已经完成验收的配套工程、辅助工程、公用工程等本次不再进行重复验收。

10.2 工程变动情况

本工程的环境保护设施已按照环评批复要求投入使用，无重大变更情况。

10.3 环境保护设施建设情况

本项目按照环评报告的要求已经建成以下环境保护设施：

(1) 放射性三废处理设施：硼回收系统 (TEP)、废液处理系统 (TEU)、核岛废液排放系统 (TER)、放射性废水回收系统 (SRE)、核岛疏水排气系统 (RPE)、蒸汽发生器排污系统 (APG)、常规岛废液收集系统 (SEK)、常规岛废液排放系统 (SEL)、废气处理系统 (TEG)、厂房通风系统 (HVAC)、主冷凝器真空系统 (CVI)、放射性体物处理系统 (TES) 和固体废物暂存库 (QT)。

(2) 污水处理设施：生活污水处理系统 (1、2 号机组已建成)，2021 年完成升级改造。

(3) 辐射监测设施：环境辐射与气象监测系统和环境监测楼 (1、2 号机组已建成)，气态流出物和液态流出物在线监测系统，流出物实验室，新增 3 个地下水监测井。

(4) 一般固体废物和危险废物均已委托有相关资质的单位进行处理。

10.4 环境保护设施调试效果

(1) 气态流出物处理设施运行效果

经核查，气态流出物处理设施经调试合格后投入运行，用于气态流出物净化处理的高效过滤器和碘吸附器开展的试验表明其净化系数满足净化要求，TEG 系统的贮存衰变时间满足环境影响报告书的要求，运行以后的气态流出物的监测结果表明，气态途径各类放射性核素年排放量均小于国家批复的排放限值，气态流出物处理设施运行效果良好，满足环境影响报告书及批复的要求。

(2) 液态流出物处理设施运行效果

经核查，液态流出物处理设施经调试合格后投入运行，液态流出物的监测结果表明，槽式排放的液态流出物，每罐的放射性核素（除氙和碳-14 外）浓度都不超过 1000Bq/L；各类放射性核素年排放量均小于国家批复的排放限值，液态流出物处理设施运行效果良好，满足环境影响报告书及批复的要求。

(3) 放射性固体废物处理设施运行效果



经核查，自运行以来，放射性固体原生废物的产生量远小于设计产生量，固体废物的处理和减容主要利用 1~4 号机组已建成的设施，从以往实际运行结果可以看出其处理能力和减容效果满足设计要求。

（4）污水处理设施运行效果

本工程产生的生活污水收集后通过 1、2 号机组已建成的生活污水处理系统进行处理，2021 年改生活污水处理系统完成了升级改造，经验收监测表明，出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 排放标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2020）中的绿化回用标准。

其他生产污水通过 5、6 号机组 CC 井排放，排放水质满足《《污水综合排放标准》》GB8978-1996 排放限值中的一级标准。

10.5 工程建设对环境的影响

（1）辐射环境影响

通过对本工程试运行以来的环境监测结果分析表明，核电站周围辐射水平和 5、6 号机组运行前的现状调查期间辐射水平相当，未发现辐射水平存在升高趋势，未对周围辐射环境造成影响。海水中放射性核素的监测结果满足《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求。

（2）电磁环境影响

监测结果表明，田湾核电站 5、6 号机组 500kV 开关站周围及输变电路周围电磁环境满足 GB8702-2014 的要求。

（3）声环境影响

监测结果表明，核电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准，周围居民点声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（4）海洋环境影响

监测结果表明，核电站附近海域海水水质基本保持在本项目运行前的调查结果范围内，本项目运行后没有对周边海水水质指标造成不良影响。

（5）温排水影响

根据田湾核电站 2021 年 7 月和 8 月开展的遥感监测结果，其温排水引起的温升区小于预测的范围，满足相应的混合区和海水水质要求。

10.6 验收结论

综上所述，核电站按照环境影响报告书及其批复要求落实相关环境保护措施，建成的废物处理系统、流出物监测系统和环境监测系统等环保配套设施试运行正常，本工程试运行期间流出物排放满足国家标准要求，非放射性废水和噪声达标排放，试运行期间，周围环境质量满足原有功能区划的要求，未对核电站周围辐射环境造成可察觉的影响。

10.7 后续建议

（1）《核电站流出物放射性监测技术规范（试行）》（国核安发【2020】44 号）已于 2020 年 9 月 1 日开始施行，核电厂应尽快开展相关研究和改造，以满足该技术规范对流出物监测项目和探测限的要求。

（2）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）已于 2021 年 5 月 1 日开始实施，核电厂在后续开展环境监测方案优化的过程中可参照该标准要求进行调整。

（3）核电厂已对常规岛排放的废液开展了非放射性污染物指标的监测，但是在原设计中未考虑非放射性污染物指标监测结果超标后的处理设施（环境影响报告书也未提出要求），核电厂宜考虑后续环境保护改进方案。



附件 1 环境影响报告书批复

中华人民共和国生态环境部

环审〔2020〕87 号

关于田湾核电站 5、6 号机组 环境影响报告书（运行阶段）的批复

江苏核电有限公司：

你公司《关于受理审查田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段）（B 版）的请示》（苏核发〔2020〕107 号）收悉。经研究，批复如下：

一、田湾核电站 5、6 号机组位于江苏省连云港市连云区，是在田湾核电站 1 至 4 号机组所在场址上继续建设的两台百万千瓦级压水堆核电机组。

田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段）格式和内容符合《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的

— 1 —

格式和内容》(HJ 808—2016)的要求。报告书编制依据充分,采用的评价标准合适,所执行的标准级别明确;放射性源项分析合理;田湾核电站 5、6 号机组正常运行状态下的辐射影响和事故工况下的放射性后果满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249—2011)的要求;环境保护设施完备,具备运行后的环境监测和流出物监测能力。

按照审评意见修订完善后的《田湾核电站 5、6 号机组环境影响报告书(运行阶段)》,可以作为该项目的审批依据。我部原则同意你公司按照报告书所列的建设项目的性质、规模、地点、采取的环境保护措施开展下一阶段工作。

二、根据流出物排放的相关标准要求,田湾核电站 5、6 号机组的流出物年排放量如下:气载流出物中,惰性气体为 9.09×10^{13} Bq、碘为 6.45×10^8 Bq、粒子为 7.16×10^7 Bq、碳-14 为 8.5×10^{11} Bq、氚为 5.37×10^{12} Bq;液态流出物中,氚为 5.37×10^{13} Bq、碳-14 为 6.2×10^{10} Bq、其余核素为 2.46×10^{10} Bq。

三、在首次装料后应重点做好的工作

(一)严格落实流出物年排放总量控制,综合考虑该项目的“三废”系统和处理工艺、运行管理措施和人员操作能力,并根据运行后 5 年期间流出物监测结果,进一步开展流出物年排放量申请值的优化工作。

(二) 进一步落实中、低放固体废物的最终处置方案。

(三) 按照相关承诺开展田湾核电站附近海域温排水遥感监测工作, 对取排水的环境影响进行评估。

四、项目建成后按照规定程序实施竣工环境保护验收。

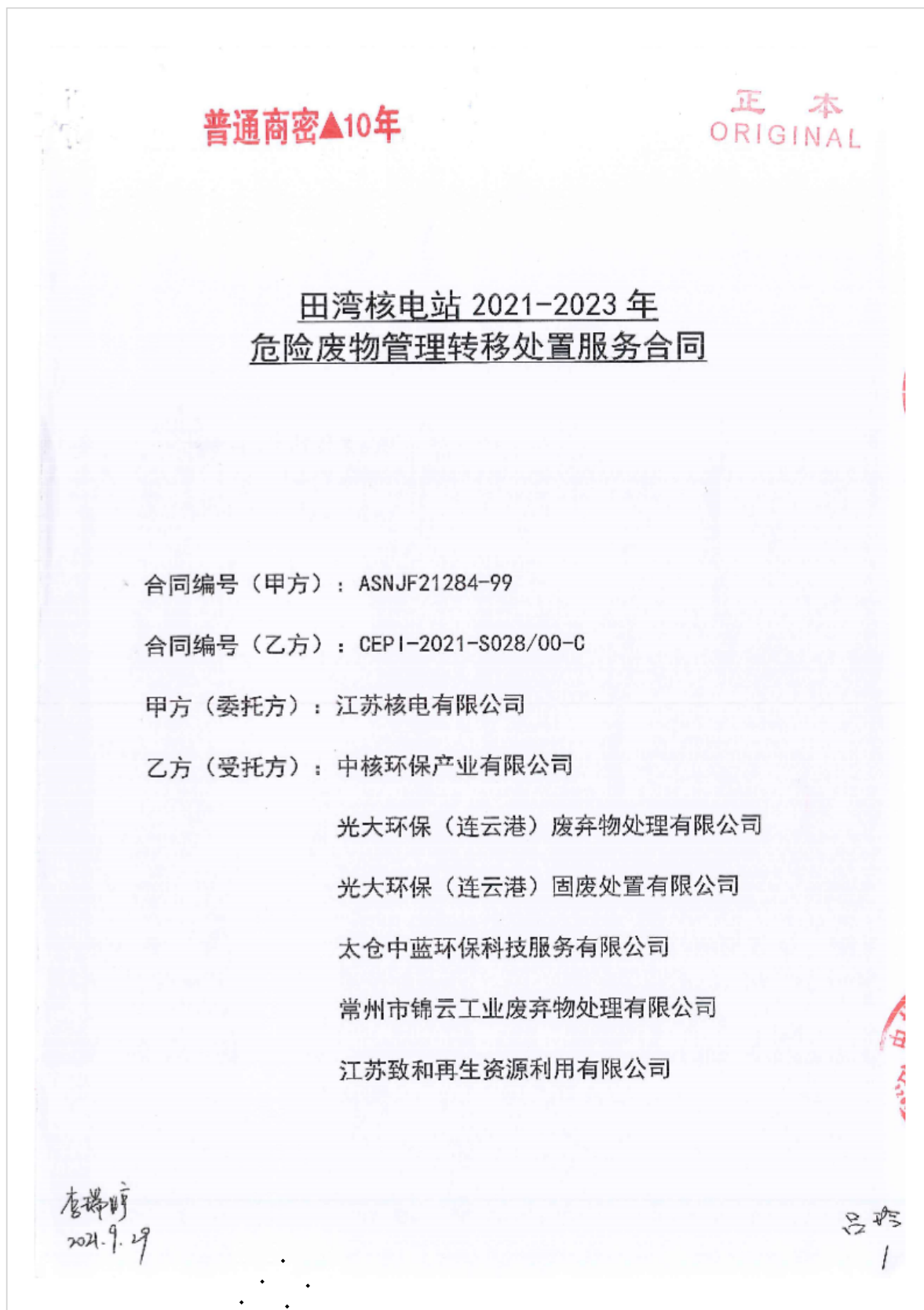
五、我部委托江苏省生态环境厅配合生态环境部华北核与辐射安全监督站, 负责该项目的环境保护监督检查工作。

六、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内, 将批准后的环境影响报告书分送生态环境部华北核与辐射安全监督站和江苏省生态环境厅。



(此件社会公开)

附件 2: 危险废物处理合同



田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

甲方(委托方):江苏核电有限公司

乙方 1(受托方):中核环保产业有限公司

乙方 2(受托方):光大环保(连云港)废弃物处理有限公司

乙方 3(受托方):光大环保(连云港)固废处置有限公司

乙方 4(受托方):太仓中蓝环保科技服务有限公司

乙方 5(受托方):常州市锦云工业废弃物处理有限公司

乙方 6(受托方):江苏致和再生资源利用有限公司

鉴于甲方拟长期委托乙方提供中长期技术服务,且乙方同意接受委托,根据《中华人民共和国民法典》及其他有关法律、法规和规章的规定,双方经协商一致,订立本合同。

1. 定义

除非另有明确约定,下列词语应具有本条所赋予的含义:

- 1.1. 甲方:是指合同中列明的、委托乙方提供技术服务的法人或其他组织,包括其承继方和经许可的受让方。
- 1.2. 乙方:是指合同中列明的、向甲方提供技术服务的法人或其他组织,包括其法定承继方。
- 1.3. 一方:是指甲方或乙方。
- 1.4. 双方:指甲方和乙方。
- 1.5. 合同:是指甲乙双方签署的本合同及相关附件,包括双方根据合同约定不时进行的修改和补充。
- 1.6. 现场:除非特别指明,指出湾核电厂所控制的区域。
- 1.7. 技术要求:是指作为合同附件出现的被称为“技术要求”、“技术规格书”、“技术协议”、“技术规范”的文件以及其他类似性质的文件。
- 1.8. 法律:是指中华人民共和国现行的法律、行政法规、部门规章、地方性法规、地方政府规章、自治条例、单行条例及其他对本合同履行可能产生影响的规范性文件。
- 1.9. 书面形式:是指合同文件、信件和数据电文(包括电报、电传、传真、电子数据交换和电子邮件)等可以有形地表现所载内容的形式。

- 1.10. 元：是指人民币货币单位。
- 1.11. 日（天）：是指公历日。
- 1.12. 除本合同另有约定外，“以上”、“以下”、“以内”、“×日内”、“届满”，均包括本数；“不满”、“以外”，不包括本数；“×日前”、“×日后”不包括当日。按照日、月、年计算期间的，开始的当天不算入，从下一天开始计算。期间的最后一天不是工作日的，该期间应于下一个工作日终止。

2. 服务内容

2.1. 乙方应向甲方提供以下中长期技术服务：

乙方1：负责代表联合体提交和接收相关资料、信息及指示、处理与之有关的一切事物，并负责合同实施阶段的主办、组织和协调、以及收付款，开票等工作。

乙方2：负责废有机溶剂（危险废物代码：900-401-06计1吨、900-402-06计4.5吨、900-404-06计1吨）、油水混合物200吨（危险废物代码：900-007-09）、废防冻液、

冷却液125吨（危险废物代码：900-007-09）、废毛刷、滚筒0.5吨（危险废物代

码：900-252-12）、油漆类废物25吨（危险废物代码：900-299-12）、废粘合剂、密

封剂1吨（危险废物代码：900-014-13）、有机树脂类废物355吨（危险废物代

码：900-015-13）、废显（定）影剂、胶片、废像纸0.6吨（危险废物代码：900-019-16）、

废酸3吨（危险废物代码：900-349-34）、废碱2吨（危险废物代码：900-399-35）、

废弃包装物、容器38吨（危险废物代码：900-041-49）转移处置服务。

乙方3：负责废含汞灯管灯泡3.5吨（危险废物代码：900-023-29）转移处置服务。

乙方4：负责废抗燃油200吨（危险废物代码：900-033-37），废化学品3吨（危险废物

物代码：900-047-49）转移处置服务。

乙方5：负责矿物油废物699吨（危险废物代码：HW08）转移处置服务。

乙方6：负责废蓄电池60吨（危险废物代码：900-052-31）转移处置服务。

2.2. 技术服务内容详见技术要求（附件1）。

3. 服务期限

- 3.1. 乙方提供服务的期限为：自合同签订之日起至2023年12月31日。
- 3.2. 乙方应按照甲方下达的年度工作计划、任务委托书和工作单进度要求完成相关

田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

甲方：江苏核电有限公司

法定代表人(负责人)或

授权代表 张毅



[Handwritten signature of Zhang Yi]

乙方 1: 中核环保产业有限公司

法定代表人(负责人)或

授权代表 吕玲



[Handwritten signature of Lu Ling]

地址：江苏省连云港市连云区宿城街道核电南路 9000 号

邮编：222042

联系人：李瑞婷 *[Handwritten signature]*

电话：0518-82206137

传真：0518-82206180

Email: lirt@cnpn.com.cn

开户银行：中国银行连云港市核电站支行

账号：4845 5820 9199

税号：91320700138970480K

开户行地址：江苏省连云港市连云区海棠中路 28 号

地址：江苏省连云港市连云区连云新城丰惠广场 36 楼

邮编：222042

联系人：吕玲 *[Handwritten signature]*

电话：18105138606

传真：0528082296951

Email: 283660652@qq.com

开户银行：中国银行连云港市核电站支行

账号：513171620665

税号：91320703MA1UYETK8U

开户行地址：江苏省连云港市连云区海棠中路 28 号

经各方确认本合同签订(生效)于 2021 年 9 月 29 日

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

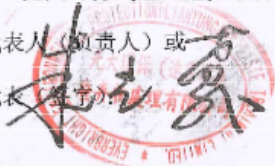
田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

乙方 2: 光大环保(连云港) 废弃物处理有限公司

法定代表人(负责人)或

授权代表(签字):



地址 连云港市灌云县临港产业区纬七路北首

邮编: 222200

联系人: 刘智

电话: 15961300766

传真: /

Email: /

开户银行: 中国银行灌云支行

账号: 478069692666

税号: 91320700743906129L

开户行地址: 灌云县幸福大道溢彩大厦 1 层

田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

乙方 3: 光大环保 (连云港) 固废处置有限公司

法定代表人 (负责人) 或

授权代表 (签字)

地址: 连云港市灌云县临港产业区燕尾新城低密度专家楼 9 号楼

邮编: 222200

联系人: 刘智

电话: 15961300766

传真: /

Email: /

开户银行: 中国农业银行灌云城镇支行

账号: 10457301040007890

税号: 913207000552168291

开户行地址: 灌云县胜利西路明珠大厦 1 层

田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

乙方 4: 太仓中蓝环保科技服务有限公司

法定代表人 (负责人) 或

授权代表 (签字):



地址: 江苏省太仓市港口开发区石化区滨江南路 18 号

邮编: 215433

联系人: 金波

电话: 13605811973

传真: /

Email: jinbo03@sinochem.com

开户银行: 中国建设银行股份有限公司太仓港口支行

账号: 3225 0199 7339 0988 8888

税号: 91320585MAIN0P0597

开户行地址: 江苏省苏州市太仓市浏家港镇飞马路 325 号

田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

乙方 5: 常州市锦云工业废弃物处理有限公司

法定代表人(负责人)或

授权代表(签字):



地址: 常州市新北区春江镇花港路 9 号

邮编: 213033

联系人: 印春

电话: 18651004067

传真: 0519-85778170

Email: 1349750415@qq.com

开户银行: 中国建设银行常州春江支行

账号: 32001624536059666668

税号: 91320411572589439P

开户行地址: 常州市春江镇新农综合楼 7-8 号

26

田湾核电站 2021-2023 年危险废物管理转移处置服务合同

签署页

乙方 6：江苏致和再生资源利用有限公司

法定代表人（负责人）或
授权代表（签字）



地址：连云港市海州区浦南镇开发区东海路 2 号

邮编：222000

联系人：刘永忠

电话：13705136937

传真：85266889

Email：64459396@qq.com

开户银行：中国建设银行连云港胸阳支行

账号：32050165503600000659

税号：91320700MA1NGALG98

开户行地址：江苏省连云港市海州区秦东门大街

附件 3: 危险废物处理单位资质



危险废物
经营许可证

正本

编号: JSCZ0411OOD009-4

发证机关: 常州市环境保护局



发证日期: 2018 年 12 月 3 日

名称 常州市锦云工业废弃物处理有限公司
法定代表人 徐云
注册地址 常州市新北区春江镇花港路 9 号
经营设施地址 同上

核准经营 处置、利用废矿物油 (HW08, 251-001-08、900-199-08、900-200-08、900-201-08、900-203-08、900-204-08、900-209-08、900-210-08、900-214-08、900-216-08、900-217-08、900-218-08、900-219-08、900-220-08、900-249-08) 5000 吨/年; 废油泥 (HW08, 071-001-08、071-002-08、072-001-08、251-002-08、251-003-08、251-006-08、900-199-08、900-200-08、900-210-08、900-213-08、900-221-08、900-222-08、900-249-08) 5000 吨/年; 含油废白土渣 (HW08, 251-012-08、900-213-08) 1000 吨/年; 含油废磨削灰、含油废砂轮灰 (HW08, 900-200-08 或 HW17, 336-064-17) 6000 吨/年; 感光材料废物 (HW16, 266-009-16、231-001-16、231-002-16、863-001-16、749-001-16、900-019-16) 1000 吨/年; 200L 以下小容积废油漆桶 (HW49, 900-041-49) 2000 吨/年;
处置含有机溶剂水洗液 (HW06, 900-401-06、900-402-06、900-403-06、900-404-06) 5000 吨/年; 废乳化液 (HW09, 900-005-09、900-006-09、900-007-09) 10000 吨/年; 喷涂废液 (HW12, 900-250-12、900-251-12、900-252-12、900-253-12、900-254-12、900-256-12、264-013-12) 2000 吨/年; 酯化废液、清洗废液 (HW13, 265-102-13、265-103-13) 2000 吨/年; 金属表面处理含油废液 (HW17, 336-064-17、336-066-17) 3000 吨/年;
收集废含汞荧光灯管 (HW29, 900-023-29) 30 吨/年 #

许可条件见附件
有效期限自 2018 年 11 月至 2023 年 11 月
初次发证日期 2011 年 8 月 11 日

危险废物经营许可证

编号 JS07230OI558-4
名称 光大环保(连云港)废弃物处理有限公司
法定代表人 朱光磊
注册地址 连云港市灌云县临港产业区纬七路北首
经营设施地址 连云港市灌云县临港产业区纬七路北首
核准经营 焚烧处置医药废物(HW02), 废药物药品(HW03), 农药废物(HW04), 木材防腐剂废物(HW05), 废有机溶剂与含有机溶剂废物(HW06), 废矿物油与含矿物油废物(HW08), 油/水、烃/水混合物或乳化液(HW09), 精(蒸)馏残渣(HW11), 染料涂料废物(HW12), 有机树脂类废物(HW13), 新化学物质废物(HW14), 感光材料废物(HW16), 表面处理废物(HW17, 仅限#336-059-17), 废酸(HW34), 废碱(HW35), 含酚废物(HW39), 含有机卤化物废物(HW45), 其他废物(HW49, 仅限 900-039-49、900-041-49)、废催化剂(HW50, 仅限#261-151-50、261-152-50、261-183-50、900-048-50), 合计 10000 吨/年#
有效期限 自 2021 年 8 月 至 2026 年 5 月

说 明

1. 危险废物经营许可证是经营单位取得危险废物经营资格的法律文件。
2. 危险废物经营许可证的正本和副本具有同等法律效力, 正本应放在经营设施的醒目位置。
3. 禁止伪造、变造、转让危险废物经营许可证。除发证机关外, 任何其他单位和个人不得扣留、收缴或者吊销。
4. 危险废物经营单位变更法人名称、法定代表人和住所的, 应当自工商变更登记之日起 15 个工作日内, 向原发证机关申请办理危险废物经营许可证变更手续。
5. 改变危险废物经营方式, 增加危险废物类别, 新、改、扩建原有危险废物经营设施, 经营危险废物超过批准经营规模 20% 以上的, 危险废物经营单位应当重新申请领取危险废物经营许可证。
6. 危险废物经营许可证有效期届满, 危险废物经营单位继续从事危险废物经营活动的, 应当于危险废物经营许可证有效期届满前 30 个工作日内向原发证机关申请换证。
7. 危险废物经营单位终止从事危险废物经营活动的, 应当对经营设施、场所采取污染防治措施, 并对未处置的废物作出妥善处理, 并在 20 个工作日内向发证机关申请注销。
8. 转移危险废物, 必须按照国家有关规定填报《危险废物转移联单》。

发证机关: 江苏省生态环境厅

发证日期: 2021 年 8 月 13 日

初次发证日期 2018 年 5 月 7 日

危险废物经营许可证

编号 JSLYG320723OOL001-7
名称 光大环保(连云港)固废处置有限公司
法定代表人 朱光鼎
住所 连云港市灌云县临港产业区燕尾港新城低密

专家楼 9 号楼

经营设施地址 连云港市灌云县临港产业区海滨大道南侧
核准经营方式 填埋

核准经营类别 表面处理废物 HW17 (336-050-17、336-051-17、336-052-17、336-053-17、336-054-17、336-055-17、336-056-17、336-057-17、336-058-17、336-059-17、336-060-17、336-061-17、336-062-17、336-063-17、336-064-17、336-066-17、336-067-17、336-068-17、336-069-17、336-100-17、336-101-17)、焚烧处置残渣 HW18 (772-002-18、772-003-18、772-004-18、772-005-18)、含金属有机化合物废物 HW19 (900-020-19)、含铬废物 HW21 (193-001-21、193-002-21、261-041-21、261-042-21、261-043-21、261-044-21、314-001-21、314-002-21、314-003-21、336-100-21)、含铜废物 HW22 (304-001-22、397-051-22、397-005-22)、含锌废物 HW23 (312-001-23、336-103-23、384-001-23、900-021-23)、含砷废物 HW24 (261-139-24)、含镉废物 HW26 (384-002-26)、含铅废物 HW31 (304-002-31、384-004-31、243-001-31)、无机氟化物废物 HW32 (900-026-32)、废碱 HW35 (261-059-35、221-002-35、900-399-35)、石棉废物 HW36 (109-001-36、261-060-36、302-001-36、308-001-36、367-001-36、900-030-36、900-031-36、900-032-36)、含镍废物 HW46 (261-087-46、384-005-46、900-037-46)、有色金属冶炼 HW48 (091-001-48、091-002-48、321-002-48、321-031-48)、其他废物 HW49 (900-039-49、900-042-49、900-046-49、900-000-49) #

核准经营规模 20000 吨/年

有效期限 自 2021 年 8 月 16 日至 2022 年 6 月 10 日

说 明

1. 危险废物经营许可证是经营单位取得危险废物经营资格的法律文件。
2. 危险废物经营许可证的正本和副本具有同等法律效力,正本应放在经营设施的醒目位置。
3. 禁止伪造、变造、转让危险废物经营许可证。除发证机关外,任何其他单位和个人不得扣留、收缴或者吊销。
4. 危险废物经营单位变更法人名称、法定代表人和住所的,应当自工商变更登记之日起 15 个工作日内,向原发证机关申请办理危险废物经营许可证变更手续。
5. 改变危险废物经营方式,增加危险废物类别,新、改、扩建原有危险废物经营设施,经营危险废物超过批准经营规模 20% 以上的,危险废物经营单位应当重新申请领取危险废物经营许可证。
6. 危险废物经营许可证有效期届满,危险废物经营单位继续从事危险废物经营活动的,应当于危险废物经营许可证有效期届满前 30 个工作日内向原发证机关申请换证。
7. 危险废物经营单位终止从事危险废物经营活动的,应当对经营设施、场所采取污染防治措施,并对未处置的废物作出妥善处理,并在 20 个工作日内向发证机关申请注销。
8. 转移危险废物,必须按照国家有关规定填报《危险废物转移联单》。

发证机关: 连云港市生态环境局

发证日期: 2021 年 8 月 16 日

初次发证日期: 2016 年 4 月 15 日

危险废物经营许可证

编号 JS038300157174

名称 太仓中蓝环保科技有限公司

法定代表人 王军祥

注册地址 太仓港港口开发区石化区滨江南路 18 号

经营设施地址 太仓港港口开发区石化区滨江南路 18 号

核准经营 焚烧处置医药废物 (HW02), 农药废物 (HW04), 废有机溶剂与含有机溶剂废物 (HW06), 废矿物油与含矿物油废物 (HW08), 油/水、烃/水混合物或乳化液 (HW09), 精 (蒸) 馏残渣 (HW11), 染料、涂料废物 (HW12), 有机树脂类废物 (HW13), 新化学物质废物 (HW14), 感光材料废物 (HW16), 有机磷化合物废物 (HW37), 有机氟化物废物 (HW38), 含酚废物 (HW39), 含醚废物 (HW40), 含有机卤化物废物 (HW45), 其他废物 (HW49, 仅限 900-039-49、#900-041-49、900-042-49、900-046-49、900-047-49、900-999-49), 合计 19800 吨/年#

仅限使用。
年 月 日

有效期限 自 2020 年 8 月至 2025 年 7 月

说 明

1. 危险废物经营许可证是经营单位取得危险废物经营资格的法律文件。
2. 危险废物经营许可证的正本和副本具有同等法律效力, 正本应放在经营设施的醒目位置。
3. 禁止伪造、变造、转让危险废物经营许可证。除发证机关外, 任何其他单位和个人不得扣留、收缴或者吊销。
4. 危险废物经营单位变更法人名称、法定代表人和住所的, 应当自工商变更登记之日起 15 个工作日内, 向原发证机关申请办理危险废物经营许可证变更手续。
5. 改变危险废物经营方式, 增加危险废物类别, 新、改、扩建原有危险废物经营设施, 经营危险废物超过批准经营规模 20% 以上的, 危险废物经营单位应当重新申请领取危险废物经营许可证。
6. 危险废物经营许可证有效期届满, 危险废物经营单位继续从事危险废物经营活动的, 应当于危险废物经营许可证有效期届满前 30 个工作日向原发证机关申请换证。
7. 危险废物经营单位终止从事危险废物经营活动的, 应当对经营设施、场所采取污染防治措施, 并对未处置的废物作出妥善处理, 并在 20 个工作日内向发证机关申请注销。
8. 转移危险废物, 必须按照国家有关规定填报《危险废物转移联单》。

发证机关 江苏省生态环境厅

发证日期 2020 年 8 月 20 日

初次发证日期 2018 年 12 月 21 日

危险废物经营许可证

(副本)

编号 JSLYG0724COO016-3
名称 江苏致和再生资源利用有限公司
法定代表人 刘永忠
注册地址 连云港市海州经济开发区西区东海路2号
经营设施地址 连云港市海州经济开发区西区东海路2号
核准经营方式 收集
核准经营类别 收集废铅酸电池 HW31 (900-052-31) 类

核准经营规模 15000 吨/年
有效期限 2021 年 4 月 9 日至 2022 年 9 月 5 日

说 明

1. 危险废物经营许可证是经营单位取得危险废物经营资格的法律文件。
2. 危险废物经营许可证的正本和副本具有同等法律效力, 正本应放在经营设施的醒目位置。
3. 禁止伪造、变造、转让危险废物经营许可证。除发证机关外, 任何单位和个人不得扣留、收缴或者吊销。
4. 危险废物经营单位变更法人名称、法定代表人和住所的, 应当自工商变更登记之日起 15 个工作日内, 向原发证机关申请办理危险废物经营许可证变更手续。
5. 改变危险废物经营方式, 增加危险废物类别, 新、改、扩建原有危险废物经营设施, 经营危险废物超过批准经营规模 20% 以上的, 危险废物经营单位应当重新申请领取危险废物经营许可证。
6. 危险废物经营许可证有效期届满, 危险废物经营单位继续从事危险废物经营活动的, 应当于危险废物经营许可证有效期届满前 30 个工作日内向原发证机关申请换证。
7. 危险废物经营单位终止从事危险废物经营活动的, 应当对经营设施、场所采取污染防治措施, 并对未处置的废物作出妥善处理, 并在 20 个工作日内向发证机关申请注销。
8. 转移危险废物, 必须按照国家有关规定填报《危险废物转移联单》。

发证机关: 连云港市生态环境局

发证日期: 2021 年 4 月 9 日

初次发证日期: 2018 年 8 月 2 日



附件 4: 验收意见

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组 竣工环境保护验收意见

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号), 2022 年 2 月 17-18 日江苏核电有限公司主持召开田湾核电站扩建工程 5、6 号机组竣工环境保护验收会。建设单位成立了验收工作组, 由江苏核电有限公司(建设单位)、中国核电工程有限公司(设计单位、环评单位、总承包单位)、中核工程咨询有限公司(监理单位)、中国核工业华兴建设有限公司(核岛土建施工单位、BOP 建安单位)、中国核工业二三建设有限公司(核岛安装单位)、中国能源建设集团江苏省电力建设第三工程有限公司(常规岛施工单位)、苏州热工研究院有限公司(验收监测单位)等单位的代表和 5 名专业技术专家组成。验收工作组现场检查了工程项目环境保护设施和措施的落实情况, 听取了建设单位和验收调查单位对该项目竣工环境保护验收调查情况的介绍, 并审阅了有关材料。经认真讨论、审议, 形成验收意见如下:

一、项目基本情况

(一) 建设地点、规模、主要建设内容

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组工程项目为田湾核电站的扩建工程, 位于江苏省连云港市连云区宿城街道, 本期工程建设两台 M310 改进型百万千瓦级压水堆核电机组, 建设内容主要包括核岛、常规岛及部分辅助设施。部分辅助生产设施利用 1-4 号机组已建成的设施。

(二) 环评审批及建设过程

《田湾核电站扩建工程 5、6 号机组环境影响报告书(运行阶段)》,

审批部门：生态环境部，审批时间：2020 年 7 月 7 日，审批文号：环审[2020]87 号。

本项目于 2015 年 12 月开始浇灌第一罐混凝土；2020 年 9 月，5 号机组投入商运，2021 年 6 月，6 号机组投入商运，本项目建设完成。

（三）投资情况

田湾核电站扩建工程 5、6 号机组工程总投资约为 243 亿元人民币，其中环保设施投资约为 10.9 亿元人民币。

（四）验收范围

本工程验收范围主要是 5、6 号机组核岛、常规岛和 BOP 工程的三废环保设施运行效能评估、流出物监测和辐射环境监测系统性能评价、流出物排放和环境辐射水平监测结果评价等，1~4 号机组已经完成验收的配套工程、辅助工程、公用工程等本次不再进行重复验收。

二、工程变动情况

本工程的环境保护设施已按照环评批复要求投入使用。经现场核查，项目无重大变更。

三、环境保护设施建设情况

（一）废液处理设施

本项目建设了废液处理系统，主要建成：硼回收系统（TEP）、废液处理系统（TEU）、核岛废液排放系统（TER）、放射性废水回收系统（SRE）、核岛疏水排气系统（RPE）、蒸汽发生器排污系统（APG）、常规岛废液收集系统（SEK）和常规岛废液排放系统（SEL）等。

（二）废气处理设施

本项目建设了废气处理系统，主要建成：废气处理系统（TEG）、厂房通风系统（HVAC）和主冷凝器真空系统（CVI）等。

（三）放射性固体废物处理设施

本项目建设了放射性固体废物处理系统，主要建成：放射性固体废物处理系统（TES）和固体废物暂存库（QT），同时利用 1~6 号机组已建的放射性废物处理中心（T4UKT）和可降解处理系统（KPW）处理放射性固体废物。

（四）流出物监测系统

本项目建设的流出物监测系统主要包括：流出物监测实验室，气态流出物取样系统，液态流出物取样系统，在线监测系统等。

（五）辐射环境监测设施

本项目共用 1~4 号机组已建成的环境辐射与气象监测系统和环境监测楼，新增 3 个地下水监测井。

四、环境保护设施调试效果

（一）液态流出物处理设施运行效果

经核查，液态流出物处理设施经调试合格后投入运行，液态流出物的监测结果表明，排放的所有液态流出物每罐的放射性核素（氙和碳-14 外）浓度都不超过 1000Bq/L；各类放射性核素年排放量均小于国家批复的排放限值，液态流出物处理设施运行效果良好，满足环境影响报告书及批复的要求。

（二）气态流出物处理设施运行效果

经核查，气态流出物处理设施经调试合格后投入运行，用于气态流出物净化处理的高效过滤器和碘吸附器开展的定期试验表明其净化系数满足净化要求，TEG 系统的贮存衰变时间满足环境影响报告书的要求，运行以后的气态流出物的监测结果表明，气态途径各类放射性核素年排放量均小于国家批复的排放限值，气态流出物处理设施运行效果良好，满足环境影响报告书及批复的要求。

（三）放射性固体废物处理设施运行效果

经核查，自运行以来，放射性固体原生废物的产生量远小于设计产生量，固体废物的处理和减容主要利用 1-4 号机组已建成的设施，从以往实际运行结果可以看出其处理能力和减容效果满足设计要求。

（四）污水处理设施运行效果

本工程产生的生活污水收集后通过 1、2 号机组已建成的生活污水处理系统进行处理，2021 年生活污水处理系统完成了升级改造，经验收监测表明，出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 排放标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2020）中的绿化回用标准。

其他生产污水通过 5、6 号机组 CC 井排放，排放水质满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）排放限值中的一级标准。

五、工程建设对环境的影响

（一）辐射环境影响

通过对本工程试运行以来的环境监测结果分析表明，核电站周围辐射水平和运行前的现状调查辐射水平相当，未发现辐射水平存在升高趋势，未对周围辐射环境造成影响。

（二）电磁环境影响

监测结果表明，田湾核电站 5、6 号机组 500kV 开关站周围及输电线路周围电磁环境满足 GB8702-2014 的要求。

（三）声环境影响

监测结果表明，核电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准，周围居民点声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（四）海洋环境影响

监测结果表明，核电站附近海域海水水质保持在本项目运行前的

调查结果范围内,本项目运行后没有对周边海水水质指标造成不良影响。

(五) 温排水影响

根据田湾核电站 2021 年 7 月和 8 月开展的遥感监测结果,其温排水引起的温升区小于预测的范围,满足相应的混合区和海水水质要求。

(六) 其他影响

已对建设过程受影响的场地,进行了整治和绿化。

非放射性固体废物的产生、处理、处置和生活污水、生产废水处理排放满足相关法规标准要求。

六、 验收结论

综上所述,核电站按照环境影响报告书及其批复要求落实相关环境保护措施,建成的废物处理系统、流出物监测系统和环境监测系统等环保配套设施试运行正常,本工程试运行期间流出物排放满足国家标准要求,非放射性废水和噪声达标排放,试运行期间,周围环境质量满足原有功能区划的要求,未对核电站周围环境造成可察觉的影响。

验收工作组一致认为本项目符合环境保护验收条件,同意通过本项目竣工环境保护验收。

验收工作组签字:

孙均超 李强 陈辛 杨明 李峰
李强 王雪 张友 任立
朱高 郭明 薛红 李强

江苏核电有限公司

2022 年 2 月 18 日