三门核电项目5、6号机组工程

环境影响报告书

（选址阶段）

三门核电有限公司

二〇二一年九月

密级：

图册(文件)编号	
1907-J00HYK01	
共 1 册　第 1 册	
版次：B	状态：CFC

三门核电项目 5、6 号机组工程

工　程　号	1907
子项号或系统号	
子项或系统名称	
设 计 阶 段	可行性研究
工　　种	综　合
图册（文件）名称	环境影响报告书 （选址阶段）
图册（文件）序号	一
批　　准	

S	M	T	3	2	8	1	0	0	0	1	B	2	2	B	0	0	M	D

中国核电工程有限公司

二〇二一年九月

中国核电工程有限公司
技术文件专用章
（十三）
1101020344925

编制单位和编制人员情况表

项目编号	mit3wt
建设项目名称	三门核电项目 5、6 号机组工程
建设项目类别	55--167 核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理设施；放射性污染治理项目
环境影响评价文件类型	环境影响报告书（选址阶段）
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	三门核电有限公司
统一社会信用代码	91331022773136954N
法定代表人（签章）	缪亚民
主要负责人（签字）	吴元明
直接负责的主管人员（签字）	李拓
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中国核电工程有限公司
统一社会信用代码	911100001000027329
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
郑　伟	05351323505130418（环评资格证书管理号）；0000547（核安全资格证编号），ZNPPC45-1903（登记证编号）	BH026934	郑伟

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郑　伟	第一章、第十章	BH026934	郑伟
郑　伟 李　京	第二章、第六章	BH026934 BH026930	郑伟 李京
王　欣	第三章、第八章	BH026929	王欣
韩　蕊	第四章	BH026658	韩蕊
高桂玲	第五章	BH026937	高桂玲
薛　娜	第七章	BH026661	薛娜
魏　刚	第九章	BH026932	魏刚

第一章 概 述

表：

图：

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

项目名称：三门核电项目 5、6 号机组工程；

项目建设和运营管理单位：三门核电有限公司。

1.1.2 建设性质

三门核电项目 5、6 号机组工程为新建项目。三门核电有限公司作为业主，负责核电厂的建设和运营管理。三门核电有限公司成立于 2005 年，由中国核能电力股份有限公司、浙江浙能电力股份有限公司、中电投核电有限公司、华电福新能源股份有限公司和中核投资有限公司等共同出资组建。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

三门核电厂址规划建设 6 台百万千万级核电机组，统一规划，分期建设。

三门核电一期工程（1、2 号机组）采用 AP1000 核电机组，已经分别于 2018 年 9 月和 11 月投入商业运行；三门核电项目 3、4 号机组采用 CAP1000 核电机组，已具备开工条件。

三门核电项目5、6号机组计划建设两台融合后的“华龙一号”压水堆核电机组及其配套辅助设施，工程采用华龙一号融合技术方案，机组电功率1200MWe，额定热功率3190MWt。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

三门核电项目5、6号机组直接和间接用于环境保护的费用的建设投资约占总项目计划总资金的2.2%。

按照工程固定价总投资资金需求，资金拟通过以下途径筹措：

项目资本金由项目出资人（各股东方）按出资协议中确定的股份比例自行筹措；

人民币融资（含换汇）拟采用国内政策性银行和（或）商业银行贷款解决。

1.4 建设目的

（1）符合我国的能源战略

核电是一种安全、可靠、清洁、经济的能源，由于其具备资源消耗少、环境影响小和供应能力强等优点，已成为与火电、水电并列的世界三大电力供应支柱，在世界能源结构中有着重要的地位。在中国，加快发展核电，逐步提高核电在能源供应中的比例，已成为国家重要的能源发展战略。

我国的煤炭、石油、天然气、水资源等蕴藏量丰富，位居世界前列，但因人口数量多，人均占有量远低于世界平均水平。同时，我国用于发电的煤炭和水力资源分布极不均衡。

大约有 70%的煤炭资源集中分布在我国北部和中部的内蒙古、新疆、山西、陕西等地区，80%以上的水力资源分布在我国西南地区，而经济较发达的东部沿海地区则能源资源匮乏。作为世界能源消费大国，发展核电是解决我国资源分布不均、能源短缺的重要途径。

加快核电建设是优化能源结构、保护环境、实现可持续发展的重要措施，对于满足经济和社会发展不断增长的能源需求，实现能源、经济和生态环境协调发展，提升我国综合实力、工业及科学技术水平，具有重要意义。

（2）满足浙江省电力负荷增长的需求

浙江省经济的持续快速发展，需要电力工业的稳步发展。根据浙江电网“十四五”规划，浙江省全社会最高负荷 2024 年将达到 11280 万千瓦、2025 年 11800 万千瓦。在 8%的备用率下，考虑规划省内新增相关抽蓄、核电、白鹤滩直流的落点以及区外电源受入后，若不计本工程 2 台 120 万千瓦机组，2024 年仍存在约 1115 万千瓦电力缺口、2025 年存在约 1160 万千瓦电力缺口。本工程投产后可填补浙江电网一定的电力缺口，满足电网负荷发展需要。

浙江省电煤主要依靠外部输入，电煤供应受资源采购、交通运输等的约束不断加大，发电成本也逐年提高。电煤资源的短缺将影响到浙江省电力的发展。为保证能源的长期稳定供应，核能将成为必不可少的替代能源。发展核电可改善浙江省的能源供应结构，减少对煤炭的依赖，保障浙江省能源安全和经济安全，是浙江省经济可持续发展的需要。

（3）有利于环境保护

目前浙江省电源结构中有较多的燃煤机组，大量燃煤机组的建设，不可避免地要大量增加二氧化硫、氮氧化物、烟尘灰渣等污染物的排放量，地区的环境将受到严重影响。另外，电力是国家污染减排的重点领域，国家严格控制“长三角”等地区新建燃煤火电厂，对排放总量实行严格控制，环境成为影响电力发展的重要因素。

核电是一种技术成熟的清洁能源，温室气体接近零排放，不排放二氧化硫、烟尘、氮氧化物。三门核电项目 5、6 号机组工程的建设，实际上相当于减少了同等容量火电厂的建设。三门核电项目 5、6 号机组工程采用的“华龙一号”三代核电技术，每年可减排放二氧化硫约 0.34 万吨，氮氧化物约 0.32 万吨，二氧化碳约 1400 万吨（基础数据取自《中国电力行业年度发展报告 2019》）。浙江正在创建“清洁能源示范省”，能源发展与生态环境保护的关系更加紧密，减排治污、控制城市环保指标、提高城市生态环境质量刻不容缓。以核电替代部分煤电，不但可以减少煤炭的开采、运输和燃烧总量，而且是电力工业减排污染物的有效途径，是减缓地球温室效应的重要措施，是优化能源结构的优先选择。

（4）改善电源布局和结构

浙江省是经济大省、资源小省。省内能源资源储量相对较少，石油、煤炭等一次能源资源严重匮乏，全省的煤炭、是由、天然气等一次能源均需靠外区调入，同时水资源、风资源等新能源后续开发空间有限。浙江省原煤探明储量很少，为 1.68 亿吨，且大部分已开采利用，电力生产比较依赖外购煤炭发电，“外电入浙”比例逐年升高，能源结构较不合理。目前，浙江省原煤产量很低，且近年来产量持续下降。至 2017 年底，浙江省一次能源生产量仅为 2151 万吨标准煤，而一次能源消费总量 21030 万吨标准煤，其中煤品燃料占 49.8%，油品占 20.2%，天然气占 6.0%，水和核电合计占比 10.2%，其他燃料占 13.8%。因此，发展核电能减少浙江电网电力需求对煤炭、天然气等常规一次能源的依赖，扭转浙江省传统非持续性的能源发展模式，调整和优化能源结构，落实能源可持续发展的方针。

1.5 建设项目的进度

三门核电厂 5、6 号机组采用“华龙一号”（融合方案）机组，其中 5 号机组 FCD 时间 2022 年 12 月 31 日，单台机组建设周期为 58 个月，两台机组开工日期间隔 10 个月，分别计划于 2027 年 10 月、2028 年 8 月投入商业运行。

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 编制依据文件

本工程专题报告利用了三门核电厂 1-4 号机组已有的部分成果，同时为满足外委成果的时效性等要求，本工程开展了新专题的研究。

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

1.6.2.1 主要法规

（1） 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

（2） 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；

（3） 《中华人民共和国核安全法》（2018 年 1 月 1 日）；

（4） 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；

（5） 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 5 日）；

（6） 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；

（7） 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；

（8） 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日）；

（9） 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日）；

（10） 《中华人民共和国水法》（2016 年 9 月 1 日）；

（11） 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）；

（12） 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年 11 月 1 日）；

（13）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日）；

（14）《放射性物品运输安全管理条例》（2010 年 1 月 1 日）；

（15）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害与海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日）；

（16）《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日）；

（17）《近岸海域环境功能区管理办法》（2010 年 12 月 22 日）；

（18）《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保局［1997］第 18 号令）；

（19）《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）；

（20）《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）；

（21）《放射性废物安全监督规定》（HAF401）；

（22）《浙江省海洋环境保护管理条例》（2017 年 9 月 30 日）；

（23）《浙江省水土保持条例》（2020 年 11 月 27 日）；

（24）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2018 年 3 月 1 日）；

1.6.2.2 技术导则、标准

（1）《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016）；

（2）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（3）《环境影响评价技术导则 大气环境》（ HJ 2.2-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ2.3-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

（7）《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020）；

（8）《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；

（9）《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；

（10）《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

（11）《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05）；

（12）《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06）；

（13）《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）；

（14）《核电厂厂址选择的极端气象现象》（HAD101/10）；

（15）《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11）；

（16）《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）；

（17）《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；

（18）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

（19）《海洋监测规范》（GB17378.1～7-2007）；

（20）《海洋调查规范》（GB12763.1～7-2007）；

（21）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002）；

（22）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

（23）《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；

（24）《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB11216-89）；

（25）《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；

（26）《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）

（27）《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）

（28）《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；

（29）《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》（GB/T 17230-1998）；

（30）《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB8999-1988）；

（31）《海水水质标准》（GB3097-1997）；

（32）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

（33）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（34）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

（35）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

（36）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；

（37）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（38）《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

（39）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

（40）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18957-2001）

（41）《放射性废物体和废物包的特性鉴定》（EJ 1186-2005）；

（42）《核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定》（GB14589-93）；

（43）《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》（EJ 1042-2014）

（44）《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》（GB 12711-2018）

（45）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；

（46）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

（47）《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）；

（48）《电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）；

（49）《核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）》（HJ1037-2019）。

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

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

（1）运行状态下的剂量约束值和排放量、排放浓度控制值

根据国家标准《核动力厂辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，所有机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于0.25mSv。三门核电项目1、2号机组已建成投运，剂量约束值为0.08mSv/a，考虑厂址容量以及预留3、4号机组的剂量约束值，拟定本工程三门核电项目5、6号机组的剂量约束值为0.08mSv/a。

根据GB 6249-2011的第6.2、6.3和6.4条款的规定，三门核电厂所有机组运行状态下的年放射性排放量应控制在6.2条款规定值的4倍以内，具体如下：

气载流出物：

——惰性气体， 2.4×10^{15} Bq/a；

——碘， 8.0×10^{10} Bq/a；

——长寿命粒子（$T_{1/2}\geq8d$）， 2.0×10^{11} Bq/a；

——氚， 6.0×10^{13}Bq/a；

——C-14， 2.8×10^{12}Bq/a。

液态流出物：

——氚， 3.0×10^{14} Bq/a；

——C-14， 6.0×10^{11}Bq/a；

——其余核素（除氚、C-14外）， 2.0×10^{11} Bq/a。

本工程拟定的流出物排放量控制值为厂址控制值的1/3。本厂址6台机组运行状态下的放射性流出物年排放量以及与厂址控制值的比较见表1.7-1。

GB6249-2011第6.8条中规定了液态流出物排放浓度的要求。本厂址属滨海厂址，电厂运行过程所产生的液态流出物系统排放口的浓度按照以下要求来控制，即：槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳14外其他放射性核素的排放浓度不超过1000Bq/L。

（2）事故工况下的剂量控制值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011），在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意2h内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于0.25Sv；规划限制区边界上的任何

个人在事故的整个持续期间内（可取30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于2×10^4人•Sv。

（3）海水中的放射性核素浓度标准

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

－Co-60：0.03Bq/L；

－Sr-90：4.0Bq/L；

－Ru-106：0.2Bq/L；

－Cs-134：0.6Bq/L；

－Cs-137：0.7Bq/L。

1.7.2 非辐射环境影响的评价标准

本报告非辐射环境影响的评价标准依据《关于三门核电项目非放射性环境影响评价执行标准的请示》（三门核环发[2020]151号）和《浙江省生态环境厅关于三门核电项目非放射性环境影响评价执行标准的复函》执行。

（1）环境空气质量标准和大气污染物排放标准

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

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

（2）海洋环境功能区划和执行的海水水质标准

依据浙江省环境保护厅及浙江省发展和改革委员会《关于三门核电厂二期工程近岸海域环境功能区划调整意见的复函》（浙环函〔2013〕445号），三门核电厂南侧、排放口所在海域为三门临港工业三类区，三门核电厂北侧、厂区码头附近海域为三门核电码头四类区，海水水质均执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中三类标准。

（3）污水排放标准

施工期和运行期生活污水排入健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂处理达标后排放；其它非放射性生产废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

（4）噪声标准

核电厂厂址区域声环境质量评价执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的3类标准，厂址周边村庄声环境质量评价执行1类标准；交通噪声执行4a类标准。

核电厂施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声标准》。

核电厂厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。

（5）电磁辐射标准

核电厂厂址及周边区域电磁辐射环境现状评价执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。

工频电场：4kV/m；工频磁场：0.1mT（100μT）。

射频综合场强：12V/m。

1.8 工程组成

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

1.9 环境保护措施

本工程拟采取的环境保护措施包括设置核岛通风系统、核岛废物处理和排放系统、常规岛含油污水处理、放射性机修及去污车间、厂区三废处理设施及环境保护工程、核岛辐射监测系统等，以及进行厂区绿化等。

（1）辐射影响防治措施

放射性废物管理系统包括核岛疏水排气系统（RVD）、废液处理系统（ZLT）、废气处理系统（ZGT）和固体废物处理系统（ZST）等。它们分别用以收集、处理、监测、暂存或排放核电厂运行过程中产生的放射性液体、气体和固体废物。

核岛疏水排气系统（RVD）分成反应堆冷却剂疏水子系统、工艺疏水子系统、化学疏水子系统、地面疏水子系统、含氢废气子系统、含氧废气子系统，共6个独立的子系统，每个子系统收集不同种类的放射性废物。这些子系统根据废物的特性，通过各自的独立管网将废物分别输送到核辅助厂房内的硼回收系统（ZBR）、废气处理系统（ZGT）和废液处理系统（ZLT）进行处理。

废液处理系统（ZLT）的功能为收集和处理核电厂运行过程中产生的放射性废液（即地面排水、化学排水和工艺排水），并把放射性浓度和化学含量降低到可向外界环境排放的水平。根据需要，废液可经过滤、蒸发和絮凝注入及活性炭吸附与离子交换处理。处理后对液态流出物进行监测排放，将超标废液返回蒸发处理。

废气处理系统（ZGT）的功能为处理反应堆正常运行期间和预计运行事件情况下产生的含氢放射性废气和含氧放射性废气。含氢废气采用压缩贮存衰变的方法降低废气的放射性浓度。衰变处理后，废气经在线连续监测排至核辅助厂房通风系统（VNA）。含氧废气

经过碘过滤器除碘后由排气风机排至通风系统，经通风系统的排气进行稀释以后排向烟囱。

固体废物处理系统（ZST）的功能是收集、贮存、转运、处理和暂存核电厂产生的放射性固体废物。ZST 系统根据废物的不同类型和性质对其分别进行处理：

— 在核电厂运行期间核岛厂房产生的废树脂和浓缩液在核辅助厂房内各自的贮槽内暂存衰变一段时间后，送到水泥固化装置与水泥干混料混合均匀装入400L钢桶固化。

— 核岛产生的外表面剂量率＞2mSv/h的废过滤器芯送到水泥固定装置进行水泥固定。

（2）非放射性影响防治措施

①污水处理设施

本工程污水处理设施利用 1~4 号机组已建的 3#污水处理站、新建的污水系统油水分离器。

主厂区的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的 3#污水处理站（必要时设置转输池和提升水泵），再提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。

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，汇集至污水系统油水分离器。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，经管网排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为10m^3/h，每套设备设计处理能力为5m^3/h。

②噪声污染防治措施

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

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

③固体废物污染防治措施

a.一般工业固废

正常运行过程中因设备的维修、零部件的损坏等会产生一定量的工业固体废物，有废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器和废空调等，将纳入全厂固废收集处理系统，委托专业单位对上述废物进行处置。

b.危险废物

运行时，将会产生废油漆、废化学品、废润滑油、废日光灯管和废油布等危险固体废物，将其归类后，委托具有危险废弃物处置资质的单位对其处置。

c.生活垃圾及污泥

非放射性固体生活垃圾按生活垃圾处理规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。淡水厂设置污泥浓缩池和污泥脱水机等设备，对污泥进行减量化处理后，定期外运处理。

1.10 评价范围

根据《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89），辐射环境影响评价范围是以8号机组反应堆为中心，半径80km的地域范围。为进行剂量估算，将此区域分别以1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km为半径画12个同心圆，与圆心角为22.5°的16个方位相交划分扇形区，共192个评价子区。厂址半径80km评价子区划分示意图见图1.10-1。

根据《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016），本项目大气环境评价范围为厂址半径5km。

根据《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016），本项目声环境评价范围为厂址半径5km。

电磁辐射评价范围：1）工频电场、工频磁场强度：以已建共用开关站为中心，半径0.5km的环形区域以及电力出线送电走廊两侧50m带状区域；2）射频综合场强：调查范围为本工程核电厂厂址周围5km范围内环境敏感区域。

温排水评价范围：参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GBT19485-2014）的相关要求，同时参考本工程温排水专题的研究范围确定。

生态环境的评价范围：

陆生生态环境的现状调查评价范围为厂址半径10km；水生生态环境的现状调查评价范围为以三门核电厂排水口为中心，两侧沿岸向外延伸距离各30km，向海延伸50km范围的海域。

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

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

表 1.7-1 厂址 6 台机组的排放量设计值和厂址的排放量控制值

类型	核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	3、4 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程两台融合的华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	厂址 6 台机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
气态	惰性气体	2.36E+14	2.36E+14	1.17E+14	5.89E+14	2.40E+15	24.54%
	碘	1.28E+10	1.28E+10	1.92E+09	2.76E+10	8.00E+10	34.45%
	粒子（$T_{1/2}$≥8d）	1.91E+10	1.91E+10	1.87E+08	3.85E+10	2.00E+11	19.23%
	氚	9.46E+12	9.46E+12	9.20E+12	2.81E+13	6.00E+13	46.87%
	碳-14	6.40E+11	6.40E+11	7.32E+11	2.01E+12	2.80E+12	71.86%
液态	氚	8.52E+13	8.52E+13	9.20E+13	2.62E+14	3.00E+14	87.47%
	碳-14	7.10E+10	7.10E+10	5.38E+10	1.96E+11	6.00E+11	32.63%
	其余核素	2.28E+10	2.28E+10	1.30E+10	5.86E+10	2.00E+11	29.30%

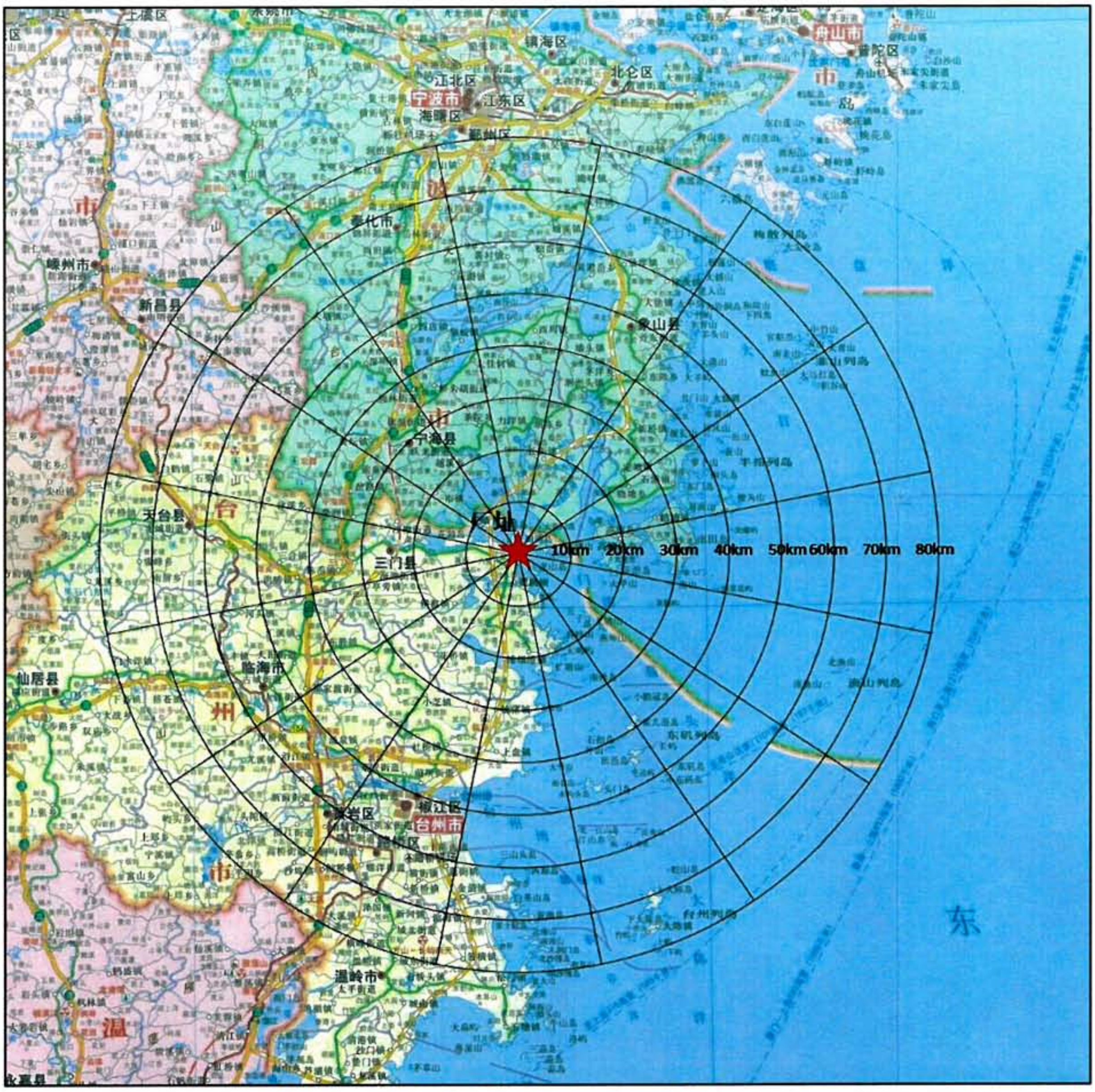


图 1.10-1 三门核电厂厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

第二章 厂址与环境

表

图

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

厂址地处浙江省东部沿海，位于台州市三门县健跳镇辖区内。厂址座落于健跳镇东北部约 6km 的猫头山嘴半岛——娘娘殿岗上，濒临三门湾，北、东、南三面临海，西面靠猫头山。

厂址西距三门县城(海游镇)约 26km，西北距宁海市区约 30km，西南距台州市区约 50km，北距宁波市区约 83km。厂址地理位置详见图 2.1-1。

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

2.1.2.1 厂址边界

根据《国土资源部关于浙江三门核电一期工程建设用地的批复》（国土资源函字[2011]687 号文），三门核电一期工程共计批准建设用地 206.31hm^2。其中厂区用地 181.08hm^2、进厂道路 11.6hm^2、淡水管线 0.76hm^2、猫头村搬迁安置地 12.86hm^2，一期工程已按照国土资源部的发文要求办理了全部土地的征用手续。

根据国家海洋局《关于浙江三门核电一期工程项目用海的批复》（国还管字[2010]733 号文），三门核电一期工程项目用海总面积 289.8697 hm^2。其中透水构筑物（码头、引桥）用海 0.4644 hm^2，港池用海 1.5164 hm^2，海底管道用海 6.1110 hm^2，取水口（含取水设施）用海 5.3389 hm^2，排水口（含排水设施）用海 14.0327 hm^2，温排水用海 262.4063 hm^2。

根据中华人民共和国自然资源部《自然资源部关于三门核电项目 3、4 号机组工程用海预审意见的函》（自然资函[2018]621 号文），三门核电项目 3、4 号机组工程用海方式为透水构筑物、取排水口、取排水管道、温排水用海，用海面积控制在 92 hm^2 以内。

5、6 号机组工程用地面积为 56.41hm^2，其中厂区用地 21.80 hm^2，施工场地 34.61 hm^2，均在一期工程批准用地范围内，本期工程无新增征地，征海的相关工作在进行过程中。

厂址地产界限包括陆域及海域地产边界。陆域地产边界为陆域征地边界，主要包括厂区用地、厂址防护设施用地等；海域地产边界为征海边界，主要包括联合泵房、取排水口、取排水管道、温排水等用海。沿厂址地产边界设置用地界桩或围栏。

2.1.2.2 非居住区和规划限制区

依据《核电厂选址假想事故源项分析准则》（NB/T 20470-2017）给出的准则对选址假想事故源项及其放射性后果进行分析和评价。该准则采用设计基准大破口失水事故（DBALOCA）作为选址假想事故。华龙一号机型设计采用双层安全壳，堆芯熔化后释放到安全壳大气中的放射性核素，经安全壳环形空间的滞留与过滤排放释放到环境中。采用 RG1.145 中的大气弥散模式计算相应的大气弥散因子，由此计算得到选址假想事故工况下

场外公众的受照剂量，计算结果显示，厂址拟定非居住区边界处（500m）的任何个人在选址假想事故后的任意 2h 内所接受的最大有效剂量，以及厂址拟定规划限制区边界处（5km）的任何个人在事故的整个持续期内接受的有效剂量均不超过 0.25Sv，符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的剂量控制值。核电厂规划限制区范围以反应堆厂房为中心，半径 5km。

三门县人民政府于 2013 年 1 月 17 日发布《三门县人民政府关于同意在三门核电厂址周围设置非居住区的函》，同意在三门核电厂设置非居住区。

2.1.2.3 移民搬迁及厂址附近居民点

厂址附近居民、村庄在 1、2 号机组工程建设时均已完成了搬迁和补偿，位于本期工程非居住区范围之外，因此本期工程不涉及移民搬迁。

2.2 人口分布与饮食习惯

本节参考苏州热工研究院有限公司于 2019 年 12 月完成的《浙江三门核电 5、6 号机组厂址环境资料调查、陆域生态环境现状调查及评价专题报告（B 版）》进行编制。

厂址半径 80km 范围内共涉及浙江省台州市、宁波市和绍兴市 3 市下辖的 15 个县、市、区。人口调查的资料和数据来源于：厂址半径 5km 范围内行政村、自然村提供的 2018 年末的统计资料，厂址半径 5～15km 范围内的各街道、乡镇政府、公安局 2018 年人口统计年报和农业报表，厂址半径 15～80km 范围选用了各市、县、区统计部门的 2018 年统计年鉴。本节人口分布资料的调查中心为三门核电厂 5 号机组核岛中心。

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围内的人口分布

厂址半径 5km 范围主要为三门县健跳镇区域，共有居民点 17 个，户籍人口七千余人。离厂址最近的居民点为赤头村，位于厂址 WSW 方位 2.7km，2018 年底有人口数五百余人。最大居民点为大冲村，位于厂址 WSW 方位 3.5km，有人口数八百余人。厂址半径 5km 范围内没有万人以上的乡镇。

2.2.1.2 厂址半径 15km 范围内的重要居民点

厂址半径 15km 范围涉及三门县下辖的健跳镇、蛇蟠乡、浦坝港镇、横渡镇、海润街道和宁海县下辖的力洋镇、长街镇、一市镇，总人口数为十一万余人。健跳镇区为该区域最大的居民点，包括健农村、健渔村、猫头村、西山头村和峧头村，位于厂址 SSW 方位 6.5~7.2km 处，有人口六千余人；其次是六敖片区，包括上街、中街、下街、乾墩、十八庄和、马庄 6 个村，位于厂址 WSW 方位约 5.0~5.9km 处，有人口六千余人。厂址半径 10km 范围内没有十万人以上的城镇。

三门县近期规划人口2020年县域常住人口46.0万人；远期2030年县域常住人口58.0万人。规划近期2020年县域城镇人口31.0万人，城镇化水平67%；远期2030年县域城镇人口45.0万人，城镇化水平78%。中心城区人口规划近期2020年城镇人口18.3万人；远期2030年中心城区城镇人口23.5万人。

2.2.1.3 流动人口

厂址附近流动人口分两类，一类为长期居住的外地人口，基本都在当地居住半年以上，另一类为旅游人口，在当地逗留时间仅几天。

其中，长期流动人口具体情况如下：

— 健跳镇流动人口以流出为主，截至2018年12月全镇流入人口236人，外来人口流入方向比较分散，以在镇区经商、从事渔业和水产加工业、务农和从事养殖为主；流出人口522人，主要为外出经商、周边城市打工居多。

— 蛇蟠乡流动人口较少，以流出人口为主，截至2018年11月全乡流入人口13人，流出人口18人，流入人口主要分布在沿海各村从事海水养殖。

— 浦坝港镇工业企业较多，流动人口数量相对较多，截至2018年12月全镇流入人口5030人，其中跨省流入人口1320人，多分布于各工业产业集中区，以打工为生；流出人口36602人，其中跨省流出人口1139人，以省内流出为主。

— 力洋镇以流入人口为主，截至2018年12月全镇流入人口3649人，其中东园村流入人口2272人。

— 长街镇截至2018年12月全镇流入人口3188人，主要集中在长街村、石桥头村、大湖村和塘里村。

短期流动人口具体情况如下：

目前，厂址半径15km范围内所涉及的风景名胜区主要为位于蛇蟠乡的蛇蟠岛景区（国家3A级景点），位于厂址NW方位约9km处，2018年共有游客35.61万人次，其中5~10月为旺季，日均游客数约为1500人，十一黄金周单日最多游客上万人。

2.2.2 厂址半径80km范围内的人口分布

2.2.2.1 厂址半径80km范围内的人口分布

三门核电厂址半径80km范围内涉及浙江省台州市、宁波市、绍兴市所辖的15个县、市、区，厂址半径80km范围内2018年末有户籍人口六百六十余万人， 厂址半径80km范围内平均人口密度高于浙江省同期平均人口密度；低于台州市同期平均人口密度。

2.2.2.2 厂址半径80km范围内的人口中心和城镇

厂址半径80km范围内无百万人口以上的大城市，超过10万人的人口中心6个，主

要为各区、县级市的城区所在地。距离厂址最近的十万人以上人口中心为宁波市宁海区城区，位于厂址 NW 方位 30km，2018 年底人口数为十三余万人。距离厂址最大的人口中心为台州市椒江城区，位于厂址 SSW 方位 50km，2018 年底人口数为三十一万余人。

厂址半径 15km 范围内没有万人以上的乡镇和行政村。

2.3 土地利用及资源概况

本节参考苏州热工研究院有限公司于 2019 年 12 月完成的《浙江三门核电 5、6 号机组厂址环境资料调查、陆域生态环境现状调查及评价专题报告（B 版）》进行编制。

2.3.1 土地和水体的利用

厂址所在的三门县土地类型多样，全县西部低山区，中部低山丘陵区，东部平原滩涂区及沿海岛屿区，地势西高东低，低山、丘陵、平原、滩涂、海岛等地形俱全，其中以丘陵为主，土地总面积 107200ha，其中，耕地 21056.15ha，林地 53513.38ha，园地 5309.81ha，城镇村及工矿用地 7882.45ha，交通运输用地 1802.88ha，水域及水利设施用地 17768.10ha，

根据《三门县域总体规划（2014~2030 年）》，三门县土地利用将坚持耕地保护和城乡发展相协调，合理配置城乡居民点建设用地，并积极保护湿地资源的原则，规划到 2030 年耕地不少于 18960ha，基本农田不少于 18473ha；健跳镇规划建设用地面积为 930ha。根据规划，健跳镇将严格按照核电要求控制相应建设用地范围和内容，六敖片区以少量产业发展为主，健跳片区发展适量人居用地、临港型和工业用地。

厂址所在区域未发现重要矿产资源，离厂址最近的矿产为三门县健跳镇白馋山普通建筑石料矿，位于厂址 WSW 方位约 3km，已过经营许可证有效期。厂址半径 15km 范围内矿山经营许可证有效期均已过期或停产。

厂址半径 15km 范围内没有国家级重点文物保护单位，有省级文物保护单位 2 处，健跳所城遗址和蒲西巡检司城，分别位于厂址 S 方位 7.0km 和 W 方位约 11km。

厂址半径 15km 范围内的主要旅游景点为蛇蟠岛风景区（NW 方位约 9km，国家 3A 级景点）、三门农博园（WNW~NW 方位约 5km）和木杓沙滩（SSE 方位约 12km）。

厂址半径 15km 范围内没有自然保护区。

厂址附近最近的水库为宁海县胡陈港水库，位于厂址 N 方位约 10km 处的三门湾顶，集水面积 196km^2，设计正常水位 1.00m，相应库容 0.6076 亿 m^3。

厂址半径 15km 范围内居民用水的水源地有三个，分别为：健跳水厂供水工程，距厂址 WSW 方位 11.5km；浬浦水厂供水工程，距厂址 SSW 方位 15km；石滩水厂供水工程，距厂址 WSW 方位 33km。

三门县境内没有利用地下水作为饮用水和农业灌溉用水及工业用水的情况。

2.3.2 陆生资源及生态概况

本节依据苏州热工研究院有限公司于2019年12月完成的《浙江三门核电5、6机组厂址环境资料调查、陆域生态环境现状调查及评价专题报告》编制。

2.3.2.1 农业生产情况

厂址所在区域粮食耕作为一年三熟、蔬菜常年生产、水果季节性较强。地区农业生产品种繁多，主要有粮食作物、油料作物、经济作物、蔬菜和水果。其中：

粮食作物主要是水稻，其次是番薯、小麦、大豆、蚕豆、大麦和玉米等；

油料作物绝大部分是油菜籽，其次是花生、芝麻等；

经济作物主要有棉花、茶叶和甘蔗；

蔬菜品种繁多，叶类蔬菜有青菜、芹菜、菠菜、莴苣、苋菜、空心菜、大白菜等；茄果类有蕃茄、茄子、辣椒等；瓜类有黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜等；豆类有刀豆、豇豆、毛豆、蚕豆等；水生蔬菜有茭白、莲藕等；根类蔬菜有萝卜、大头菜、马铃薯等；

水果主要是柑橘和杨梅，其他还有枇杷、桃子、草梅和樱桃等。

2.3.2.2 畜牧业情况

厂址半径15km范围内，畜牧规模饲养户较多。健跳镇的养殖场以养鸭和养猪为主，少量养羊，养鸭场规模一般在一千至数千只，养猪场一般为几十至上百只。

2.3.2.3 林业资源与自然资源情况

根据现有三门县林业规划，三门县土地总面积773866.67ha，其中林业用地占62.20%。在林地面积中，有林地面积52772.27ha，占79.15%；疏林地占0.08%；灌林地占12.89%；未成林地占4.17%；无立木林地占2.62%；宜林地占1.09%。

厂址附近的健跳片区和六敖片区分别有林地4599.47ha和4207.13ha，森林种类主要为松林和经济林。

2.3.2.4 陆生生态系统状况

本节依据苏州热工研究院有限公司于2019年12月完成的《浙江三门核电5、6号机组厂址环境资料调查、陆域生态环境现状调查及评价专题报告》编制，调查时间为2019年9月16-27日，并结合调查区内鸟类分布特点和迁徙特征于2019年10月31日-11月1日进行了候鸟的补充观测。

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

2.3.2.4.1 植物及植被调查

2.3.2.4.1.1 植被及群系类型概况

本次现场调查与资料调研共得到高等植物 442 种，隶属 122 科、306 属。

其中现场调查得到高等植物 393 种，隶属 116 科、286 属。其中苔藓植物 7 种，涉及 7 科、7 属；蕨类植物 12 种，涉及 10 科、11 属；裸子植物 8 种，涉及 4 科、6 属；被子植物 366 种，涉及 94 科、261 属。资料调研得到高等植物 49 种，隶属 30 科、41 属，其中苔藓植物有 2 种，涉及 2 科、2 属；蕨类植物 3 种，涉及 2 科、2 属；裸子植物 2 种，涉及 2 科、2 属；被子植物 42 种，涉及 24 科、35 属。

根据《中国植被》植被分类标准，结合本区植被特点，可将调查范围内的植被类型划分为 18 个群系。分别为杉木群系、马尾松群系、黑松群系、椿叶花椒群系、麻栎群系、朴树群系、白栎群系、榆树群系、黄檀群系、枫香群系、樟群系、木荷群系、毛竹群系、刚竹群系、檵木群系、白背叶群系、芦苇群系、加拿大一枝黄花群系。

2.3.2.4.1.2 调查区内分布的重点保护植物

根据《国家重点保护植物名录》（第一批）和《浙江省重点保护野生植物名录》(第一批)，调查范围内法定保护植物有樟和柃木两种。

2.3.2.4.2 陆生动物现状调查

三门县境内生态系统多样，植被丰富，陆生野生动物种类较丰富，国家级和省级保护物种众多。据县林业部门工作中掌握的资料，国家二级保护动物有穿山甲、鹰鸮、小鸥、小鸦鹃、小杓鹬、雀鹰、虎纹蛙等，省重点保护动物有黄鼬、果子狸、棘胸蛙、黑尾鸥、黑枕燕鸥、戴胜、宁波滑蜥、舟山眼镜蛇、王锦蛇等。

2.3.2.4.2.1 鸟类

① 物种组成

本次调查 2 次野外监测共记录鸟类 13 目 40 科 117 种，其中第一次调查为普及调查，10 条样线野外监测共记录到的鸟类为 11 目 34 科 85 种，加上样点法辅助第一次监测共记录 12 目 38 科 104 种。第二次 6 条样线共监测到鸟类 11 目 27 科 51 种。

另外，根据调研资料，调查范围内存在绿头鸭、青脚鹬、须浮鸥 3 种鸟，都为冬候鸟，其中绿头鸭为省重点保护动物，其余为省一般保护动物。

② 重点保护物种情况

所记录到的 117 个物种中，有国家二级重点保护鸟类 17 种，包括小鸦鹃、小杓鹬、小青脚鹬、黄嘴白鹭、鹗、黑翅鸢、凤头蜂鹰、蛇雕、日本松雀鹰、雀鹰、白尾鹞、黑鸢、灰脸鵟鹰、大鵟、红隼、燕隼和游隼。《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》中的濒危（EN）种有大杓鹬和小青脚鹬 2 种，易危（VU）种有黄嘴白鹭，近危（NT）种有蛎鹬、白腰杓鹬、灰尾漂鹬和震旦鸦雀 4 种。

2.3.2.4.2.2 两栖、爬行动物

实地调查中，共发现两栖动物6种：黑斑蛙、黑眶蟾蜍、棘胸蛙、小弧斑姬蛙、泽陆蛙、镇海林蛙，其中棘胸蛙为浙江省重点保护动物，其他5种为省一般保护动物；发现爬行动物6种：南草蜥、宁波滑蜥、王锦蛇、舟山眼镜蛇、中华石龙子、银环蛇，其中宁波滑蜥、王锦蛇、舟山眼镜蛇为浙江省重点保护动物，其他3种为省一般保护动物。

调研资料表明，调查范围内，有两栖动物3种：饰纹姬蛙、中华大蟾蜍、中国雨蛙，分别属于姬蛙科、蟾蜍科、雨蛙科三个科，其中中国雨蛙为浙江省重点保护动物，其他2种为省一般保护动物；有爬行动物1种：北草蜥，属蜥蜴科，为省一般保护动物。

2.3.2.4.2.3 哺乳动物

本次实地调查，共发现哺乳动物8种，分别属于鼠科、鼬科、猬科、鼩鼱科、兔科、猪科、鹿科等7个科，其中黄鼬为浙江省重点保护动物，普通刺猬、野猪、小麂为省一般保护动物。

资料调研表明，调查范围内存在猪獾、赤腹松鼠、普氏蹄蝠、绒山蝠等4种哺乳动物，分别属于鼬科、松鼠科、蹄蝠科、蝙蝠科等4个科，均为省一般保护动物。

2.3.2.4.2.4 土壤动物

本次调查，共发现土壤动物17种，属于圆马陆科、瓶螺科、蟋蟀科、锹甲科、园蛛科等15个科。

2.3.2.4.2.5 飞行类昆虫

本次实地调查，共发现飞行昆虫39种，分别属于蜡蝉科、眼蝶科、蜻科、丽蝇科、斑腿蝗科等30个科。这些物种均未被列入保护动物。

2.3.2.5 生态保护红线

厂址半径10km范围内的生态保护红线只有三门县罗岙水库水源涵养生态保护红线部分区域（《三门县生态红线方案》，三门县生态环境局2019年），面积为$0.08km^2$。

2.3.2.6 距离反应堆最近的农场、菜园、果园、农田等

离厂址最近的农场为凤凰山农垦场，该农场建于1964年，是三门县内唯一通过市级验收的生态场，主要从事农业种植和水产养殖加工。离厂址最近的菜园、果园和农田位于赤头村。

2.3.3 水产资源及水生态概况

本节编制依据自然资源部第三海洋研究所2020年6月完成的《三门核电工程水域海洋生态及海水水质调查报告》和自然资源部第二海洋研究所2020年6月完成的《三门核电渔业资源及生物遗传多样性现状调查报告》。

2.3.3.1 厂址附近浅海沉积物质量

评价结果显示，浅海沉积物各项调查指标铅、锌、镉、铬、石油类、砷、有机碳均符合国家海洋沉积物质量标准中第一类标准，有 3 个站位铜符合沉积物质量第二类标准；4 个站位汞含量符合沉积物质量第三类标准；1 个站位硫化物超过沉积物质量第三类标准。

2.3.3.2 厂址邻近海域中的海洋生物

（1）微生物

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

秋季调查海域所有站位粪大肠菌群丰度均不超过2000个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

冬季调查海域所有站位粪大肠菌群丰度均不超过2000个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

春季大潮期调查海域所有站位粪大肠菌群丰度均不超过2000个/升，均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

春季小潮期调查海域所有站位粪大肠菌群丰度均不超过2000个/升，水质均符合《国家海水水质标准》中的一至三类海水水质标准。

（2）叶绿素 a 和初级生产力

i.大面站

夏季调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 17.32mg/m^3，变化范围介于 6.86～32.98 mg/m^{3}之间；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 17.46mg/m^3，变化范围介于 6.05～42.15mg/m^{3}之间。初级生产力的平均值为 94.74mgC/（m^2·h），变化范围在 34.66～231.70mgC/（m^2·h）之间。

秋季调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.20mg/m^3，变化范围介于 0.49～2.35 mg/m^{3}之间；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 0.90mg/m^3，变化范围介于 0.40～2.07mg/m^{3}之间。初级生产力的平均值为 3.48 mgC/（m^2·h），变化范围在 1.51～6.76mgC/（m^2·h）之间。

冬季调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 0.73 mg/m^3，变化范围介于 0.47～0.99 mg/m^{3}之间；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 0.70 mg/m^3，变化范围介于 0.50～0.90 mg/m^{3}之间。冬季调查海域初级生产力的平均值为 2.94 mgC/(m^2·h)，变化范围在 2.07～6.74 mgC/（m^2·h）之间。

春季（大潮）调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.17 mg/m^3，变化范围介于 0.83～

1.57 mg/m^{3}之间；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.15 mg/m^3，变化范围介于 0.83～1.46 mg/m^{3}之间。春季（大潮）调查海域初级生产力的平均值为5.14 mgC/（m^2·h），变化范围在2.95～14.36 mgC/（m^2·h）之间。

春季（小潮）调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为1.07 mg/m^3，变化范围介于0.34～2.34 mg/m^{3}之间；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.05 mg/m^3，变化范围介于 0.59～2.28 mg/m^{3}之间。春季（小潮）调查海域初级生产力的平均值为9.71 mgC/（m^2·h），变化范围在1.14～35.09 mgC/（m^2·h）之间。

ii.连续站（取水口和排水口）

取水口连续站表层叶绿素 *a* 的含量在0.72～1.08 mg/m^{3}之间，平均值为0.88 mg/m^3，底层叶绿素 *a* 的含量在0.71～1.56 mg/m^{3}之间，平均值为1.09 mg/m^3；排水口连续站表层叶绿素 *a* 的含量在0.59～1.31 mg/m^{3}之间，平均值为1.01 mg/m^3。取水口连续站初级生产力的含量在1.60～4.14 mgC/（m^2·h）之间，平均值为2.62 mgC/（m^2·h）；排水口连续站初级生产力的含量在1.91～3.77 mgC/（m^2·h）之间，平均值为2.88 mgC/（m^2·h）。

iii.历史对比

厂址半径15km范围内海洋生态调查结果与最近的2013年同范围调查结果的对比如下。从季节的变化趋势上，2013年调查海域的叶绿素 *a* 浓度总体表现为秋季＜冬季＜春季＜夏季，2019-2020年的调查结果则表现秋季＜春季＜冬季＜夏季；从站位上看，2020年春季大小潮的表、底层以及2020年冬季表层叶绿素 *a* 无论从浓度还是变化范围来看，均低于2013年同季节；而2019年夏季及秋季的表、底层以及2020年冬季底层叶绿素 *a* 无论从浓度还是变化幅度来看，均高于2013年同季节。

（3）浮游植物和赤潮生物

① 水采浮游植物

i.大面站

夏季共记录浮游植物4门50属111种（类），其中硅藻35属81种（类），甲藻13属28种，金藻1属1种，蓝藻门1属1种。该监测海域优势种主要有中国盒形藻，布氏双尾藻，丹麦细柱藻等。

秋季共记录浮游植物3门29属50种（类），其中硅藻23属41种（类），甲藻6属8种，蓝藻门1属1种。该监测海域优势种主要是菱形海线藻。

冬季共记录浮游植物2门16属39种（类），其中硅藻15属38种（类），甲藻1属1种。该监测海域优势种主要是中肋骨条藻。

春季大潮期共记录浮游植物2门19属45种（类），其中硅藻17属41种（类），甲藻

2属4种。大潮期调查海区主要优势种，表层主要是具槽帕拉藻，底层主要是中肋骨条藻。

春季小潮期共记录浮游植物1门13属25种（类），全属于硅藻。调查海区主要优势种主要是中肋骨条藻。

ii,连续站（取水口和排水口）

春季连续站共记录浮游植物3门14属23种（类），其中硅藻11属20种（类），甲藻2属2种，金藻1属1种。排水口取水口连续站的优势种仅有两种：具槽直链藻和条纹小环藻。

② 网采浮游植物

i.大面站

夏季共记录网采浮游植物3门26属52种，其中硅藻22属46种，甲藻3属5种，定鞭藻门1属1种。优势种主要有丹麦细柱藻、布氏双尾藻、中国盒形藻等。。

秋季共记录网采浮游植物4门26属57种，其中硅藻20属47种，甲藻4属8种，蓝藻1属1种，定鞭藻门1属1种。优势种主要有劳氏角毛藻、细弱圆筛藻、辐射圆筛藻等。

冬季共记录网采浮游植物1门24属48种，全属于硅藻。调查海区主要优势种为中肋骨条藻。

春季大潮期共记录网采浮游植物1门17属31种，全属于硅藻。调查海区主要优势种是中华盒型藻。

春季小潮期共记录网采浮游植物1门11属21种，全属于硅藻。春季小潮期主要优势种是中华盒型藻。

ii,连续站（取水口和排水口）

连续站共记录网采浮游植物2门14属41种（类），其中硅藻19属40种（类），甲藻1属1种。排水口取水口连续站的优势种为：中华盒形藻、星脐圆筛藻、琼氏圆筛藻、弯菱形藻、玛氏骨条藻和密连角毛藻。

③ 赤潮生物

夏季记录的赤潮生物共17种，含硅藻10种，甲藻7种。

秋季记录的赤潮生物共10种，含硅藻6种，甲藻4种。

冬季记录的赤潮生物共17种，含硅藻13种，甲藻4种。

春季大潮记录的赤潮生物共19种，含硅藻16种，甲藻3种。

春季小潮记录的赤潮生物共14种，含硅藻13种，甲藻1种。

④历史对比

厂址半径 15km 范围内海洋生态调查结果与最近的 2013 年同范围调查结果的对比如下。与 2013 年历史资料比较显示，从种类数上来看，两年度皆是夏季种类数最高，其余季节的种类数基本持平；从优势种上看，2013 年四季优势种种类数较多，其中夏季优势种种类数最高，冬季最低。2013 年共发现赤潮生物 53 种，2019 年发现的赤潮生物 35 种。

（4）浮游动物

i.大面站

夏季共记录鉴定到种的浮游动物43种，种类组成以刺胞动物和桡足类最为优势，分别记录17种和14种，分别占浮游动物总种类数的39.53%和32.56%，其次为栉水母动物3种，占总种类数的6.98%。

秋季航次共记录鉴定到种的浮游动物39种，鉴定到种的浮游动物以桡足类种类数最为丰富，共计鉴定到21种，占所有鉴定到种浮游动物种类数的53.85%，其次为刺胞动物8种，占总种类数的20.51%。其余各类群如糠虾类等各记录2种，被囊类等各记录1种。

冬季航次观测海域共记录鉴定到种的浮游动物仅有19种，种类组成以桡足类最为优势，合计记录16种，占浮游动物总种类数的84.21%，其余类群鉴定到种浮游动物仅各有1种。

春季大潮期航次采集样品共记录鉴定到种的浮游动物有21种，种类组成以桡足类最为优势，合计记录到种15种，占鉴定到种浮游动物总种类数的71.43%，其次为刺胞动物和糠虾类，鉴定到种均为2种，分别占鉴定到种总种类数的9.52%，其余类群各鉴定到种1种。

春季小潮期航次采集样品共记录鉴定到种的浮游动物26种，种类组成以桡足类最为优势，共鉴定记录了15种，占浮游动物总种类数的57.69%，其次为刺胞动物动物3种，占总种类数的11.54%，糠虾类和毛颚类各记录到2种，占浮游动物总种类数的7.69%。

ii,连续站（取水口和排水口）

连续观测点共计鉴定到种浮游动物29种，其中排水口鉴定到种浮游动物22种，取水口鉴定到种浮游动物23种。鉴定到种浮游生物以桡足类最为优势，共计鉴定到种17种，其次为糠虾类4种，刺胞动物3种，涟虫目2种，毛颚类、被囊类和介形类各1种。

iii.历史对比

厂址半径15km范围内海洋生态调查结果与最近的2013年同范围调查结果的对比如下：观测期间浮游动物全年共计鉴定到种浮游动物72种，与2012-2013年观测期间结果基本一致（70种），观测期间各季节种类数依次为观测期间各季节种类数依次为夏季>秋季>春季>冬季，与历史数据对比显示，冬季航次种类数均相对较低，其余各季节种类数与历史数据无显著性差异。

（5）潮间带大型底栖生物

夏季潮间带大型底栖生物调查共采获大型底栖生物 92 种，隶属于 8 门 67 科。其中，节肢动物 28 种，占总物种数的 30.43%；软体动物 27 种，占总物种数的 29.35%；环节动物 22 种，占总物种数的 23.91%；其它类群共 15 种，占总物种数的 16.30%。

秋季潮间带大型底栖生物调查共采获大型底栖生物 78 种，隶属于 8 门 61 科。其中，节肢动物 26 种，占总物种数的 33.33%；软体动物 24 种，占总物种数的 30.77%；环节动物 17 种，占总物种数的 21.79%；其它类群占总物种数的 14.10%。

冬季潮间带大型底栖生物调查共采获大型底栖生物 102 种，隶属于 13 门 71 科。其中，软体动物 35 种，占总物种数的 34.31%；环节动物 27 种，占总物种数的 26.47%；节肢动物 22 种，占总物种数的 21.57%；其他类群大型底栖生物共 18 种，占总物种数的 17.65%。

春季潮间带大型底栖生物调查共采获大型底栖生物 100 种，隶属于 10 门 67 科。其中，软体动物 35 种，占总物种数的 35.00%；环节动物 27 种，占总物种数的 27.00%；节肢动物 27 种，占总物种数的 27.00%；其他类群 11 种，占总物种数的 11.00%。

厂址半径 15km 范围内海洋生态调查结果与最近的 2013 年同范围调查结果的对比如下：2013 年数据为：2013 年夏季航次采获大型底栖生物 90 种；2013 年秋季航次采获大型底栖生物 60 种；2013 年冬季航次采获大型底栖生物 37 种；2013 年春季航次采获大型底栖生物 37 种。2013 年航次各个季节采获大型底栖生物均少于 2019~2020 年相应航次。

（6）浅海大型底栖生物

夏季共有浅海大型底栖生物7门67科88种，以环节动物与节肢动物物种数最多（27种），二者占总种数的61.36%。软体动物和其它动物的物种数分别为15种和14种，棘皮动物物种数较低（5种）。泥样调查站位中大型底栖生物68种，以环节动物最多（25种）。底拖网调查站位采获大型底栖生物35种，以节肢动物物种数居多（11种）。

秋季共有浅海大型底栖生物10门60科80种。其中以环节动物物种数最多（26种），节肢动物次之（25种），两者占总物种数的60.69%。泥样调查站位中物种数以环节动物最多（25种），底拖网调查站位中以节肢动物物种数居多（10种）。

冬季共有大型底栖生物8门65科92种。其中以环节动物物种数最多（32种），节肢动物次之（27种），两者占总物种数的64.13%。

春季共有大型底栖生物7门57科84种。其中以环节动物物种数最多（32种），节肢动物次之（22种），两者占总物种数的64.29%。泥样站位调查中，物种数以环节动物最多（31种）；底拖网站位调查中，以节肢动物物种数居多（11种）。

厂址半径15km范围内海洋生态调查结果与最近的2013年同范围调查结果的对比如下：2013年度共鉴定三门湾底栖生物217种，物种数季节变化为春季>秋季>夏季>冬季。

2019~2020年度共鉴定三门湾底栖生物190种，物种数季节变化为以冬季>夏季>春季>秋季。两个年度相比，2019~2020年度物种数组成以节肢动物物种数增长最高。

（7）鱼卵仔鱼

夏季调查鱼卵、仔稚鱼CPUE（渔获量）分别为1.76和2.88 ind./net，秋季鱼卵、仔稚鱼CPUE分别为0.06和0.06 ind./net，冬季调查鱼卵、仔稚鱼CPUE分别为0.24和0 ind./net，春季鱼卵、仔稚鱼CPUE分别为1.35和2.71 ind./net。

（8）游泳动物

四个季度渔业资源调查中共采集到游泳生物101种。其中，头足类3种，虾蟹类42种，鱼类56种，分别占比2.97%，41.58%和55.45%。

夏季、秋季、冬季和春季底拖网出现的游泳生物分别为69种、59种、30种和33种（头足类、虾蟹类和鱼类）。

夏季、秋季、冬季和春季游泳生物生物量CPUE平均值分别为9.67、6.35、5.90和7.33 kg/net，游泳生物尾数CPUE均值分别为1414、490、372和460 ind./net。

夏季调查中共出现2个优势种，分别为口虾蛄和龙头鱼。秋季调查中共2个优势种，分别为三疣梭子蟹和龙头鱼。冬季调查中仅出现1个优势种，为三疣梭子蟹。春季调查中共出现2个优势种，分别为三疣梭子蟹和中华栉孔虾虎鱼。

2.3.3.3 生物质量

本节主要根据《海洋生物质量》（GB18421- 2001）、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》、《无公害食品水产品中有毒有害物质限量》（NY5073-2006）、《食品中污染物限量》（GB2762-2017）等国家标准。

对于铜，鱼类、甲壳类、软体动物中铜采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》评价；贝类中铜采用《海洋生物体质量标准》（GB18421- 2001）中的第一类标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）样品中铜的含量均未出现超标现象。秋季，鱼类、甲壳类和贝类样品均未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）生物样品中，其中鱼类、甲壳类和软体动物（龟足）样品中铜的含量均未出现超标现象，贝类生物中，有生物样品的铜的含量符合海洋生物质量三类标准。春季，鱼类、甲壳类、贝类生物样品中，其中鱼类和甲壳类样品中铜的含量均未出现超标现象，贝类生物中，有生物样品的铜的含量符合海洋生物质量三类标准。

对于铅，鱼类、甲壳类、软体动物中铅采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》评价；贝类中铅采用《无公害食品水产品中有毒有害物质限量》（NY5073- 2006）标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类、软体动物（脉红螺）样品中铅含量均未出现超标现

象。秋季，鱼类、甲壳类、贝类样品中铅的含量亦未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）样品中铅的含量均未出现超标现象。春季，鱼类、甲壳类和贝类样品中铅的含量均未出现超标现象。

对于锌，鱼类、甲壳类、软体动物中锌采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》评价；贝类中锌采用《海洋生物体质量标准》（GB18421-2001）中的第一类标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）样品中锌的含量均未出现超标现象。秋季鱼类、甲壳类和贝类样品中锌含量均未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）生物样品中，其中鱼类、甲壳类和软体动物（龟足）样品中锌的含量均未出现超标现象；贝类生物中，有生物样品的锌的含量符合海洋生物质量三类标准。春季，鱼类、甲壳类和贝类生物样品中，其中鱼类、甲壳类样品中锌的含量均未出现超标现象；贝类生物中，生物样品的锌的含量均符合海洋生物质量三类标准。

对于镉，鱼类、甲壳类、软体动物中镉采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》评价；贝类中镉采用《无公害食品水产品中有毒有害物质限量》（NY5073-2006）标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）生物样品中，有贝类生物样品的镉的含量超过NY5073-2006标准。秋季，鱼类、甲壳类和贝类生物样品中，有贝类生物样品的镉的含量超过NY5073-2006标准。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）生物样品中，其中鱼类、甲壳类和软体动物（龟足）样品中镉的含量均未出现超标现象，有贝类生物样品的镉的含量超过NY5073-2006标准。春季，鱼类、甲壳类、贝类生物样品中，其中鱼类、甲壳类样品中镉的含量均未出现超标现象；有贝类生物样品的镉的含量超过NY5073-2006标准。

对于铬，鱼类、甲壳类、软体动物和贝类中铬采用《食品中污染物限量》（GB2762-2017）标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）生物样品中，有鱼类生物样品的铬的含量超过GB2762-2017标准。秋季，鱼类、甲壳类和贝类生物样品中铬含量均未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）样品中铬的含量均未出现超标现象。春季，鱼类、甲壳类、贝类样品中铬的含量均未出现超标现象。

对于汞，鱼类、甲壳类、软体动物中汞采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》评价；贝类中汞采用《海洋生物体质量标准》（GB18421-2001）中的第一类标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）样品的汞含量均未出现超标现象。秋季，鱼类、甲壳类和贝类样品的汞含量均未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）样品中汞的含量均未出现超标现象。春季，鱼类、甲壳类、贝类样品中汞的含量均未出现超标现象。

对于砷，鱼类、甲壳类、软体动物和贝类中砷采用《无公害食品水产品中有毒有害物质限量》（NY5073- 2006）标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）生物样品中，有鱼类生物样品砷含量超过NY5073-2006标准。秋季，鱼类、甲壳类和贝类生物样品中，有鱼类生物样品的砷的含量超过NY5073-2006标准。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）生物样品中，其中甲壳类、贝类和软体动物（龟足）样品中砷的含量均未出现超标现象；有鱼类生物样品的砷的含量超过NY5073-2006标准。春季，鱼类、甲壳类、贝类生物样品中，其中甲壳类、贝类样品中砷的含量均未出现超标现象；有鱼类生物样品的砷的含量超过NY5073-2006标准。

对于石油烃，鱼类、甲壳类、软体动物和贝类中石油烃采用《海洋生态环境监测技术规程》标准评价。夏季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（脉红螺）样品石油烃含量均未出现超标现象。秋季，鱼类、甲壳类和贝类样品石油烃含量均未出现超标现象。冬季，鱼类、甲壳类、贝类和软体动物（龟足）样品石油烃含量均未出现超标现象。春季，鱼类、甲壳类、贝类样品石油烃含量均未出现超标现象。

2.3.3.4 生态红线

根据2017年的《浙江省海洋生态红线划定方案》，三门核电项目附近15km范围的海洋生态红线管控区有三门东部滩涂湿地。

2.3.3.5 工程周围环境敏感目标

依据《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》（2018年9月修订），核电厂址80km半径范围海域内无海洋自然保护区分布，工程附近的生态敏感目标主要为三门湾南养殖区，三门湾南增殖区，三门捕捞区，浙江花岙国家级海洋公园重点保护区，五子岛旅游娱乐区和渔山列岛保留区。

三门湾的主要经济鱼类有大黄鱼、小黄鱼、银鲳、白姑鱼、海鳗、凤鲚、带鱼等。

2.3.3.6 养殖情况

三门湾为浙江省三大半封闭型港湾之一，渔业生产资料涉及浙江省台州市所辖三门县、宁波市所辖宁海市、象山县等3县（市）。

旗门港、海游港、健跳港、浦坝港等港湾水域宽阔，是三门县海水养殖的重点区域。同时，三门县水系发达，适合开展溪流水产增养殖。有几十座大小水库，有利于淡水养殖的发展。

象山县海洋资源丰富，滩涂区域主要位于定塘镇的沿白礁水道滩涂，高塘岛乡的长大涂、黄沙岙，鹤浦镇的水糊涂等。

调查水域内各县市的主要养殖方式有池塘养殖、滩涂养殖、普通网箱养殖、浮筏式养

殖、吊笼养殖等，另外有少量工厂化养殖。养殖品种包括鱼类、虾类、青蟹、紫菜和海带、蛏、蚶等。

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.3.4.1 工业设施

厂址半径 15km 范围内规模以上工业企业共 8 家，主要是从事混凝土生产、钢质船舶制造、气体压缩机制造、火力发电和食品制造业等。距离厂址最近的企业为浙江三门永泰建材有限公司，位于厂址 W 方位 2km，从事混凝土生产，员工 43 人。

厂址半径 15km 范围内主要工业园区位于健跳镇、浦坝港镇和蛇蟠乡。

根据目前《三门县域总体规划（2014-2030 年）》规划，厂址半径 15km 范围内的工业规划不会对厂址安全构成影响。

厂址半径 15km 范围内没有生产、贮存易燃易爆危险品的企业，潜在的固定危险源为油库、炸药库和一些加油站、加气站。

厂址半径 15km 范围内有一个油库——健跳油库，为中国石油化工股份有限公司浙江台州三门健跳供应站，位于厂址 SSW 方位 7.4km 处，有 500m^3 和 2000m^3 的 0 号柴油贮罐各一座，以及 1 个 200m^3 的燃料油罐。健跳油库的柴油采用海运，海上运输油轮吨位分 500t 和 1000t 两种，通常仅使用 500t 船只，油轮航道距离核电厂址最近约 7.4km。

厂址半径 15km 范围内有一个民用炸药库，位于厂址 W 方位 5.5km 处，最大贮存量可达 48t，炸药供应三门全县使用。炸药运输车辆一次最大运输量为 1t，离厂址最近点位于 WSW 方位约 3km。

厂址 15km 范围内有 9 个加油站和 1 个液化石油气中转站，距离厂址最近的加油站为中国石油化工股份有限公司浙江台州三门石油支公司六敖加油站，位于厂址 WSW 方位 4.2km，有 3 座 30m^3 的汽油罐和 2 座 30m^3 的柴油罐。公路运输离厂址最近点为厂址 NW 方位约 4km 的 74 省道，油罐车最大容量为 36000L，一次可运油 30t。

厂址附近没有天然气、原油管网等危险品地下管线。

根据计算，这些炸药、加油站、液化气站、油库及其运输工具均不会对核电厂安全构成潜在危险。

2.3.4.2 交通

（1）陆运

三门县境内公路交通较为发达。目前境内有高速公路三条：G15 沈海高速（甬台温段）、甬台温高速复线和 G15W 常台高速（上三段），县域内总里程 20.5km；省道三条：34 省道（S214）甬临线、74 省道（S224）岭三线和 60 省道（S326）天高线，县域内总里程 82.4km。

这些高等级公路构成了三门县和外界交通联系的重要纽带。

厂址半径15km范围内道路情况如下：

74省道（S224）岭三线，从厂址西侧和南侧通过，离厂址最近直线距离约4km；

甬台温高速复线三门段，也称沿海高速。该公路从三门核电厂址西侧南北向穿过，距离厂址最近处约5.5km；

农村公路方面，三门县所有乡镇现已全部通等级公路，乡镇内也基本实现了村村通公路，并实现了路面硬化。

根据《三门县公路水路交通运输“十三五”发展规划》，与厂址距离较近、联系较为密切的规划建设有上三高速东延建设（也称珠（岙）六（岙）高速），最近位于厂址西侧约5km；台州港健跳港区疏港公路，包括健跳南港区疏港公路和健跳北港区疏港公路，距厂址较近的是北港区疏港公路，最近点位于厂址SSE方位约5km。南港区疏港公路最近点位于厂址S方位约8km，规划等级为一级公路。

厂址半径15km范围内目前没有已建成的铁路，也没有铁路建设规划。

（2）海运

厂址半径15km范围内主要作业区位于健跳港区，健跳港区分为下沙塘、七市塘、洋市涂、牛山、浦西和作为远景预留发展的龙山作业区六个作业区。

三门湾内港汊航道水道较多，主要有猫头水道、蛇蟠水道等，两个水道也是船舶进出三门湾内各港汊的主要水道，猫头水道位于厂址E方位2km，蛇蟠水道位于厂址N方位3.8km，主要运载沙石、建材等，不存在危险品运输。厂址附近较为重要的航道为健跳港区进港航道，距离厂址的最近距离约为5.5km。2013年根据三门核电建设需要和三门湾海域实际现状，健跳港区对供进出船舶待泊、驳载、避风之用的锚地进行了调整，调整后的锚地包括三门湾大中型船舶避风锚地、大甲山待泊锚地和三门湾引航检疫驳载锚地。其中距厂址最近为三门湾大中型船舶避风1#锚地，位于厂址ENE方位约3.5km。

三门健跳港原为二级渔港，现已建设为国家一级渔港，有浮码头6个，泊位长度270m，趸船6艘，引桥3座，围堤1180m，陆域回填4.5万m^2，港区道路1.26万m^2，综合执法办证中心800m^2，港区水电、通讯导航等配套设施齐全，年渔货卸港量可达5万吨。健跳渔港位于厂址S~SSE方位7.5km处。

（3）空运

厂址半径16km范围内没有机场，距离厂址最近的机场是位于厂址SW方位约60km处的台州路桥机场。距离厂址最近的航线为J603航线，距离航线地面投影约15km。厂址半径4km范围内没有起落航道或其他航线，厂址半径10km范围内没有机场。厂址16km

范围内没有年起落大于 193d^2 的机场，厂址 16km 范围外没有年起落大于 386d^2 的机场。

根据 2015 年 9 月发布的《浙江省通用机场发展规划》，浙江省将在宁海县新建一类通用机场。2018 年宁波市发改委批复同意宁海通用航空机场工程可行性研究报告。规划机场位于三门核电厂址 NNE 方位约 9km。根据已通过评审的《宁海通用机场飞机坠毁至三门核电厂厂址频率计算报告》，报告计算的核电厂厂址坠机频率为 7.42*10^{-8} 次/年，小于 HAD101/04 核电厂外部人为事件筛选值 10^{-7} 次/年，宁海通用机场飞机坠毁对三门核电厂厂址安全不会构成影响。

2.4 气象

2.4.1 区域气候

厂址所在区域为亚热带季风气候区，其气候特点是：四季分明，温和湿润，雨量充沛，日照较多，光热水匹配较好。同时，该地区天气变化较复杂，每年都有可能出现一些灾害性天气，如热带气旋、暴雨、干旱、冰雹、低温、寒潮大风等。

春季的气候特点是天气复杂多变，时常阴雨连绵。春季开始，大陆高压衰退，副热带高压北进，暖湿气流势力加强，气温逐渐回升，由于锋面气旋活动频繁，常造成阴雨天气（称为春雨），且冷暖多变，晴雨无常。春季虽多雨水，但降水强度不大，多霏霏细雨。

初夏，极锋开始稳定，夏季环流开始建立，副热带高压已开始影响该地区，但北方冷空气还有一定的势力且不时南下，南下的冷空气与北上的暖湿气流相遇，静止锋往往维持在该区域上空，造成旷日持久的大面积降水，即所谓的“梅雨”季节（该地称雨季）。该雨季为该地区主要雨季之一，天气以阴雨日为主，大雨、暴雨出现的频率均较春雨阶段明显增多，除了台风暴雨外，区域内暴雨多发生在该雨季。遇雨水较多的“丰水”年份，会造成较大的洪涝灾害，而雨水特少的“空梅”年份，又易引起干旱。初夏气温已较高，由于持续的降水，使空气中湿度较大，多为高温高湿的天气。

雨季一结束，该地区受副热带高压控制，气温骤升，即进入盛夏。盛夏的气候特征是，晴热、少雨，常见的气象灾害为高温、干旱、台风。盛夏虽然为秉性暖湿的热带海洋气团控制，水汽丰沛，但副热带高压盛行下沉气流，缺乏大规模的抬升致雨作用，因此，除午后局部地区有由对流引起的热雷阵雨，或由台风影响带来的大风降水天气外，天气往往晴热、少雨。日照时间长且强度大，温度日较差较小，造成高温酷暑，是一年中温度最高时期。盛夏季节，降水少，蒸发大，如遇长时间不降水，容易出现大面积的持续干旱现象。

秋季，是夏季风转变为冬季风的过渡季节，北方冷空气势力开始加强，气温逐渐下降，降水较夏季显著减少，沿海东北大风明显增多、增强。秋季天气较稳定，天气类型较为简单，一类是冷空气影响带来的短过程降水和降温天气，另一类就是秋高气爽的好天气。除

9月份气温仍然较高，台风活动也较频繁外，季内无明显气象灾害，是一年中最为舒适的季节。

冬季总的气候特点是，晴朗、寒冷。进入冬季，该地区处于北方冷气团控制，盛行偏北风，气温明显下降，多晴冷天气，是全年最冷的季节，年极端最低气温均出现在本季。隆冬时期，在强冷空气南下时，会引起剧烈的降温，造成严寒天气。偶尔强冷空气接连南侵，或遇强烈的寒潮天气爆发，也会造成持续的严寒天气，偶尔有下雪出现。一般情况下，严寒天气持续时间不长，冷空气过后气温就会回升。冬季天气较稳定，晴朗少雨，雨量、雨日为全年最少，是一年中最干燥时期。到了暮冬，这时冬季风开始减弱，夏季风开始在华南出现，气温渐渐回升，降水开始增多。

厂址周边气象站主要有石浦、三门、宁海、临海、象山和洪家气象站等，各气象站的地理位置和基本状况见表2.4-1。

根据厂址周边石浦、三门、宁海、临海、象山和洪家气象站六个气象站多年（建站~2018年）气象资料统计结果，厂址区域年平均气温为16.6~17.8℃，极端最高气温为42.0℃，极端最低气温为-9.6℃；年平均相对湿度为77.0~80.3%，最小相对湿度为4.0%；年平均风速为1.7~5.1m/s，最大风速为40.0m/s，极大风速为57.9m/s；年平均降水量为1413.2~1683.8mm，一日最大降水量为355.7mm；年平均气压为1001.5~1015.6hPa，极端最高气压为1041.4hPa，极端最低气压为951.0hPa；最大积雪深度为50cm。

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 常规气象

根据石浦气象站1960～2018年共59年的气象要素统计结果，分析厂址的当地气象条件。

1）风向、风速

石浦站的年最多风向为N，风频为17.2%，其次为SW和NE，风频分别为15.3%和13.1%。年平均静风频率为0.9%。图2.4-1是各季节和全年的风向玫瑰图。

石浦站年平均风速为5.1m/s，有记录以来出现的最大风速为40.0m/s，出现在1979年8月24日；极大风速为57.9m/s，出现在1989年7月21日。

2）气温

石浦站年平均气温为16.6℃，有记录以来的极端最高气温为38.8℃，出现在1971年8月；极端最低气温为-7.5℃，出现在1967年1月。

3）湿度

石浦站年平均相对湿度为80.2%，累年最小相对湿度为4%，出现在1963年2月。

4）降水

石浦站年平均降水日数为158.3d，累年最多降水日数为183d，出现在1970年和1975年；最少降水日数116d，出现在2003年。年平均降水量为1414.3mm，年降水最大值为2021.0mm，出现在2012年；年降水最小值为778.9mm，出现在2003年。

石浦站年平均暴雨日数为3.64d，一年中暴雨日主要集中在5～10月，1月份从未出现过。记录范围内一日最大降水量为286.7mm，出现在2017年10月15日。

5）气压

石浦站年平均气压为1001.5hPa，累年极端最高气压为1025.1hPa，极端最低气压为954.5hPa。

6）日照

石浦站年平均日照时数为1898.5h，1971年日照时数最多达2336.1h，2018年日照时数最少为1296.9h。

7）蒸发

石浦站累年平均蒸发量为1362.3mm。

2.4.2.2 极端气象

1）热带气旋

以厂址为中心半径400km的区域作为厂址热带气旋的调查范围，收集该区域内1949~2018年的热带气旋资料，采用耿贝尔函数进行极值拟合，得到厂址热带气旋设计基准为：百年一遇热带气旋最低中心气压为895.25hPa，10m高度处百年一遇热带气旋最大风速为54.6m/s，百年一遇热带气旋极大风速为76.4m/s。

2）龙卷风

调查1949~2018年间以厂址为中心，经度3°、纬度3°范围内的所有龙卷风资料，共得到龙卷风样本83例。采用核安全导则（HAD101/10）推荐的富士达~皮尔森强度分类法对区域内的龙卷风进行逐个分类，其中F0级有23例，F1级有35例，F2级有24例，F3级有1例。

以10^{-7}/年作为设计基准龙卷风的概率水平，得到设计基准龙卷风为F3级，最大风速取F3级的上限值92.0m/s。

龙卷风设计基准参数归纳如下：

最大龙卷风速	92.0 m/s
平移速度	17.9m/s
最大风速半径	50.0m

总气压降	63.7hPa
压降速率	22.8hPa/s
最大旋转风速	74.1m/s

3）极端风速

调查厂址周边石浦、宁海、临海和洪家四个气象站的历年极端实测风资料，资料年限均截至 2018 年，采用耿贝尔函数进行极值拟合，得到厂址实测极端风设计基准为：10m 高度处百年一遇实测风最大风速为 45.4m/s，百年一遇实测风极大风速为 62.5m/s。

4）极端气温

调查厂址周边石浦、宁海、临海和洪家四个气象站的历年极端气温资料，资料年限均截至 2018 年，采用耿贝尔函数进行极值拟合，得到厂址极端气温的设计基准为：百年一遇最高气温为 43.0℃，百年一遇最低气温为-11.6℃。

5）极端积雪

调查厂址周边石浦、宁海、临海和洪家四个气象站的历年极端积雪深度和冬季 48h 最大降水资料，资料年限均截至 2018 年，分别采用耿贝尔函数和 P-III函数进行极值拟合，取该地区平均积雪密度 0.2t/m^3 来计算雪水当量，再按照导则的要求叠加百年一遇冬季 48h 降水量，最终得到厂址极端积雪的设计基准为：百年一遇雪荷载为 2.44kN/m^2。

2.4.3 当地气象条件

根据厂址气象站和 10m 小塔 2018 年一整年的气象观测资料，分析厂址的当地气象条件。

1）风向、风速

铁塔 10m、30m、80m 和 100m 高度的年平均风速分别为 3.5m/s、4.4m/s、4.8m/s 和 4.9m/s，各高度的年静风频率分别为 0.1%、0.1%、0.1 和 0.3%。10m 小塔年平均风速为 3.6m/s。

观测期间铁塔 10m、30m、80m 和 100m 高度的最大风速极值分别为 22.4m/s、23.3m/s、23.8m/s 和 23.7m/s；极大风速极值分别为 29.9m/s、32.8m/s、32.7m/s 和 32.0m/s。

图 2.4-2 给出了 2018 年 10m 小塔和气象铁塔各高度年风频分布。可见，观测期间，铁塔各高度除 10m 处的最多风向为 WSW 外，其他各高度（30m、80m 和 100m）的最多风向均为 NW，风频分别为 11.5%、12.5%、13.3%和 15.9%；铁塔 10m、30m、80m 和 100m 高度的次多风向分别为 NW、WSW、W、WNW，风频分别为 9.4%、12.0%、11.9%和 11.6%。10m 小塔的最多风向为 WSW，风频为 12.0%，次多风向为 W，风频为 9.7%。

2）气温

厂址地面站的年平均气温为 17.3℃，铁塔 10m、30m、80m 和 100m 高度的年平均气

温分别为17.3℃、17.1℃、17.0℃和16.9℃，10m小塔的年平均气温为17.4℃。

地面气象站观测期间出现的极端最高气温为34.8℃，极端最低气温为-3.9℃。铁塔10m、30m、80m和100m高度的极端气温分别为34.4℃、33.5℃、33.1℃和33.1℃，极端最低气温分别为-3.4℃、-3.2℃、-3.1℃和-3.5℃。

厂址地区逆温主要为辐射逆温，出现的频率仅为9%。从日变化来看，厂址地区夜晚至凌晨逆温出现次数相对较多，白天逆温出现次数较少，全天逆温出现趋势大致"凹"形。从月变化来看，各高度贴地逆温在冬季出现较多，在夏季出现较少。

3）湿度

厂址年平均相对湿度为83%，观测期间厂址最低相对湿度为21%。

4）降水

厂址年降水日数为172d，全年降水量为1251.9mm。

5）气压

观测期间厂址年平均气压为1006.4hPa，极端最高气压为1029.3hPa，极端最低气压为983.5hPa。

6）辐射

观测期间厂址总辐射量为5405.9MJ/m^2，净辐射量为2659.0MJ/m^2。

2.4.4 大气稳定度

根据厂址2018年一整年的实测气象资料，采用ΔT/U法进行大气稳定度分类，可见，厂址区域D类稳定度占主导，频率为61.5%，不稳定的A~C类次之，频率为23.7%，偏稳定的E、F类最少，频率为14.8%。

2.4.5 联合频率

采用2018年一整年的厂址气象铁塔10m和80m高度的风向、风速资料，以及采用ΔT~u法得到的稳定度分类，统计计算得到10m高度风向-风速-稳定度三维联合频率和80m高度风向-风速-稳定度-降水四维联合频率。

2.4.6 混合层高度及扩散参数

2.4.6.1 混合层高度

根据中国辐射防护研究院2011年在厂址开展的大气边界层观测资料和干绝热曲线法计算得到的各时刻混合层高度结果，厂址区域早晨多由近地面层逆温控制，大气处于稳定状态，混合层高度较低；日出后，随着太阳高度角的增加，太阳辐射不断增强，近地面层的热力和动力扰动随之增强，接地逆温遭到破坏和抬升，混合层高度逐渐增高，午后达到最大，大气中的污染物能扩散到最高；此后，混合层高度又逐渐减小。按照不同稳定度统

计的混合层高度结果，当大气处于弱不稳定状态时，湍流较弱，混合层厚度小，而大气处于不稳定状态时，湍流混合强，混合层厚度较厚，污染物容易被稀释扩散。

由于混合层底面对烟气的向上扩散起到抑制作用，故混合层越低越不利于污染物的扩散。根据上述混合层观测结果，厂址各稳定度下混合层高度的推荐值为：A-B 类稳定度：870m；C 类稳定度：790m；D 类稳定度：640m。

2.4.6.2 大气扩散参数

2006 年中国辐射防护研究院针对本厂址开展了大气扩散试验研究工作，根据现场 SF_6 示踪实验、湍流观测及数值模拟结果综合推荐了厂址的扩散参数。根据数值模拟、示踪实验结果获得的扩散参数以及补充模拟个例和冬季拓展模拟个例获得的扩散参数结果，综合分析表明，根据示踪实验推荐的扩散参数与数值模拟结果相吻合。

为了更加准确的反映核电厂厂址构筑物及厂区周边山体对厂址近场流场、放射性核素迁移扩散的影响，2013 年中国辐射防护研究院开展了厂址风洞实验研究。实验结果表明，由于建筑物和地形的存在，烟羽的扩散受到一定程度的影响，表现为水平方向和垂直方向的扩散增强。

根据风洞实验结果，在释放点下风向 6km 外无地形等扰动，流场已基本恢复来流状态，因为风洞实验可以较准确的反映厂址近区构筑物和地形扰动对大气扩散的影响，所以近距离 6km 选用风洞实验推荐的扩散参数。此外，由于风洞实验近距离受建筑物及地形影响，其扩散参数在近区要明显大于 P-G 曲线，随着下风距离增加，逐渐向 P-G 曲线接近。风洞实验推荐的扩散参数随下风距离的增加，其扩散参数相对于 P-G 曲线来说减小趋势较快，在远距离存在过保守情形，因此在远距离推荐选用前期大气扩散试验研究推荐的扩散参数。

考虑近场与远场扩散参数的衔接问题，近距离扩散参数在风洞实验推荐的结果上进行适当修正，即将 100m 处风洞推荐的扩散参数与 6km 处前期推荐的扩散参数结果按照幂函数重新拟合。

综上所述，最终得到厂址区域的大气扩散参数见表 2.4-2。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

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

目前，厂址地面气象站进行气温、湿度、气压、降雨量等的实时测量，气象铁塔高 102m，在 10m、30m、80m 和 100m 高度处架设了 4 层风向、风速和气温传感器，开展塔

层风、温观测。气象观测设备采用苏州热工院开发的系统，该系统为自动气象观测站，同时具有远距离网络传输气象数据的设备，在现场移动信号稳定具有 GPRS 信号的条件下，可定时向远程控制终端发送所有的气象观测数据。

为了与气象铁塔的数据进行对比及铁塔设备故障情况下的备用，2018 年在现厂址气象站内新增了一座 10m 小塔，观测项目包括 10m 高度的风温观测。

厂址气象观测系统所用观测设备在进行观测前均经过具备相关资质的单位对观测仪器进行了标定，所用仪器均经标定检验合格后才可用于气象观测。主要传感器的性能指标详见表 2.4-3。

2018 年气象铁塔和地面气象站的数据联合获取率为 97.4%，10m 小塔的数据联合获取率为 97.7%，均满足核安全导则的要求。

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.1.1 海洋水文

2.5.1.1.1 地理、地形条件

三门核电项目 5、6 号机组工程位于浙江省东部沿海，台州地区三门县境内，三门湾南岸独头山东北的大路湾—猫头山嘴一带的娘娘殿岗附近，距三门县城 26km，距南面健跳港镇 6km，猫头山嘴呈东西走向，三面环海，向东偏北呈一半岛状，延绵达 2.5km，宽约 100～500m，伸入猫头水道。山嘴前沿临海有三个山岬，自西向东南分别称为八分嘴头、黄岩嘴头和老鹰嘴头。厂址附近海域地貌主要有潮滩、潮流水道、岸坡和浅水区。潮滩以猫头岬角为界，北侧称北潮滩，南侧称南潮滩。

三门湾海域主要的海洋水文测站有健跳潮位站和三门核电海洋站（下文简称“厂址站”）。健跳潮位站是三门核电厂最邻近的长期潮位观测站，位于健跳港口门内侧北岸螺丝山脚，建于 1975 年 4 月 30 日，验潮前沿水域顺直，南北两岸宽约 750m。厂址站潮位观测点位于在建三门核电厂东北侧，即三门湾中部猫头山咀前沿的黄岩嘴头，测点周围海域比较开阔，观测资料能良好地反映核电厂邻近海域潮汐变化的基本特征。健跳潮位站与厂址站同处三门湾西岸，两站直线距离仅约 7km，两站的潮汐具有较高的相似度与可比性，在进行三门核电海洋站相关潮位方面的计算时，选取健跳潮位站作为参证站是合适的。

2.5.1.1.2 潮汐

1）潮汐性质

根据 2019 年 8 月和 2020 年 1 月在厂址附近海域进行的潮流观测结果，观测海区潮流运动以往复流为主。

2）潮位特征值

根据 2019 年夏季水文观测成果，观测期间各站月最高潮位为 3.13m~4.22m，月最低潮位为-2.42m~-3.17m，月平均高潮位为 2.10m~2.85m，月平均低潮位为-1.23m~-1.77m，月最大潮差为 5.55m~7.22m，月最小潮差为 1.20m~1.79m，月平均潮差为 3.33m~4.48m，平均涨潮历时为 5 小时 58 分~6 小时 12 分，平均落潮历时为 6 小时 14 分~6 小时 26 分。

根据 2020 年冬季水文观测成果，观测期间各站月最高潮位为 2.68m~3.49m，月最低潮位为-2.47m~-3.17m，月平均高潮位为 1.82m~2.48m，月平均低潮位为-1.34m~-1.86m，月最大潮差为 5.39m~6.55m，月最小潮差为 1.48m~2.03m，月平均潮差为 3.16m~4.25m，平均涨潮历时为 5 小时 59 分~6 小时 12 分，平均落潮历时为 6 小时 13 分~6 小时 26 分。

2.5.1.1.3 重现期潮位

1）最高（低）天文潮位计算

利用健跳潮位站 9 年潮位观测资料，计算分析 122 个分潮调和常数，并后报了 1976~2007 年 32 年天文潮潮位，得出健跳潮位站最高天文潮为 4.00m，根据厂址站与健跳潮位站的相关关系推算出厂址最高天文潮位为 4.06m。

根据健跳潮位站 1975 年~1994 年实测逐时潮位资料，逐年预报推算各个分潮的调和常数，并预报当年逐时天文潮位过程，挑选 20 年中的最低天文潮位，计算得到健跳潮位站的最低天文潮位为-3.47m，并根据厂址站与健跳潮位站的相关关系推算出厂址最低天文潮位为-3.50m。

2）超越概率天文高潮位

利用健跳潮位站多年实测潮位资料计算健跳潮位站潮汐调和常数，进行多年健跳潮位站天文潮预报，逐年逐月摘取健跳潮位站的月最高天文潮潮位，并对其进行频率分析计算，从其频率曲线上摘取得到健跳潮位站 10%超越概率天文高潮位为 3.86m，根据厂址站与健跳潮位站潮位的相关公式，得到厂址 10%超越概率天文高潮位为 3.92m。

2.5.1.1.4 海流

根据 2019 年 8 月、2019 年 10 月、2020 年 1 月和 2020 年 4 月在工程海域布设 14 个测站进行大、中、小潮同步海流观测，工程海域的海流具有以下特征：

1）潮流类型

由夏、冬季实测资料表明，本水域的潮流性质应属于非正规浅海型半日潮流。

2）潮流运动形式

测验海区以半日潮流为主。

3）潮流场特性

三门湾的半日潮波多具有驻波的特征；外海潮波主要经口门（三门岛-花岙岛之间）进入湾内，然后沿猫头、满山两水道进入蛇蟠水道、青山港和力洋港等各支港汊；进入港汊的涨潮流大多依港汊走势上溯，因港汊顶部多为宽阔的潮滩，纳潮空间较大，涨潮时水流漫滩、扩散，故涨潮流相对较缓；落潮时湾顶滩水下泻、归槽，故落潮流相对较急。

4）最大潮流流速

夏季工程海域实测最大潮流流速为154 cm/s，对应流向为137°；秋季工程海域实测最大潮流流速为172cm/s，对应流向为105°；冬季工程海域实测最大潮流流速为140cm/s，对应流向为100°；春季工程海域实测最大潮流流速为169cm/s，对应流向为101°。

5）平均流速

各站平均潮流流速的规律大致为大潮＞中潮＞小潮。

6）余流

三门湾内各站余流随潮汛的变化一般为大潮最大，中潮次之，小潮最小。

2.5.1.1.5 海水温度

2019年8月夏季实测水温最高值为31.59℃，出现在N10站中潮落潮期间的表层；水温最低值为25.87℃，出现在N19站大潮涨憩时的底层。夏季大、中、小潮期间，各站的平均水温分别介于27.05~30.08℃（平均28.73℃）、27.88~29.45℃（平均28.81℃）和28.51~30.00℃（平均29.40℃）。

水温的平面分布呈近岸区水温高、离岸区水温低的特征，湾口东北部水域水温较低，湾口西南部水温较高。从垂向上看，测区各站水温整体呈表层高于底层。湾口水温随潮汛变化较大，湾底水温随潮汛变化较小，说明湾口海域水温受太阳辐射影响较显著，湾底海域水温受径流影响较显著，因此水温变化相对稳定。

2020年1月冬季实测水温最高值为16.02℃，出现在N18站大潮落憩时段的表层；水温最低值为11.03℃，出现在N11站小潮落憩时的表层。冬季大、中、小潮期间，各站的平均水温分别介于12.60~13.12℃（平均12.80℃）、12.66~13.16℃（平均12.89℃）和11.71~12.68℃（平均12.20℃）。

水温的平面分布整体呈湾口高、湾顶低的特征。从垂向上看，测区各站水温整体表、底差异不大，表层水温通常略高于底层。

根据三门核电海洋观测站2018~2020年观测的表层海水温度数据，最高水温为33.2℃，最低水温为5℃。

2.5.1.1.6 海水盐度

2019年8月夏季实测盐度最高值为31.504，出现在N02站大潮涨憩时的底层；盐度

最低值为13.704，出现在N10站中潮落憩时的表层。夏季大、中、小潮期间，各站的平均盐度分别介于23.498~29.804（平均26.648）、21.508~28.786（25.405）和21.511~28.778（平均25.286）。

2020年1月冬季盐度最高值为28.710，出现在N19站大潮涨憩时的底层；盐度最低值为25.168，出现在N10站小潮落憩时的0.2H层。冬季大、中、小潮期间，各站的平均盐度分别介于26.554~28.389（平均27.272）、26.438~28.202（27.225）和26.278~28.332（平均27.166）。

三门湾海域盐度由湾口向湾顶沿程递减。三门湾东南侧水域为盐度高值区，湾内北部水域为盐度的低值区。从垂向上看，测区各站表层盐度皆小于底层。

2.5.1.1.7 泥沙

2019年夏季和2020年冬季与海流观测同步开展了泥沙观测。夏季调查期间平均含沙量为0.209kg/m^3。实测最大含沙量为4.737kg/m^3，出现在N18测站大潮汛落潮期的底层；最小含沙量为0.022kg/m^3，出现在N06测站小潮汛落潮期的表层。冬季调查期间平均含沙量为0.253kg/m^3。实测最大含沙量为2.011kg/m^3，出现在N04测站小潮汛落潮期的底层；最小含沙量为0.013kg/m^3，出现在N07测站小潮汛涨潮期的表层。

2.5.1.1.8 海冰

5、6号机组工程厂址所在的三门湾海域，无区域性的结冰现象，不存在冰情影响问题。

2.5.1.1.9 波浪作用

根据1992年6月至1994年5月三门核电海洋水文气象站的波浪观测站资料，厂区附近海域的波浪以风浪为主，风浪的频率年平均高达86%，涌浪出现的频率为46%，风浪频率虽高，但海域比较平静和平稳。厂址海域波浪的主浪向为NW~N向和ESE~SSE向，分别占38%和26%，合计64%。涌浪与风浪类似，也集中于偏NNW和SE间。波浪的影响详见2.5.3.7节中描述。

2.5.1.2 陆地水文

5、6号机组工程厂址所在三门湾的入海河流均为山溪性河道，集雨面积不大，河床比降较大，源短流急，洪水暴涨暴落，均沿山区地形直接流入大海。三门县境内河流主要有清溪、珠游溪、亭旁溪、头岙溪、园里溪、白溪、花桥溪和山场溪，港湾主要有旗门港、海游港、健跳港、浦坝港和洞港，各溪流均单独入港。白溪是健跳港上游的主要河流，流域面积627km^2，上游主流为桥头溪，主要支流有东屏溪、长林溪和溪洋溪，三条支流在桥头~白溪一带汇合后折向东北，于大横渡下游汇入健跳港。珠游溪是三门县境内最大的

山溪性河流，发源于临海市羊岩山，流域面积 365km^2，经海游街道注入海游港。清溪流域位于三门县北部，发源于天台县苍山北麓，流域面积为 183km^2，入三门后经流洋、路上周至沙柳街道于外黎将军山注入三门湾旗门港。

厂址所在的三门县境内建有小型水库 49 座，其中罗岙水库距离厂址较近，位于三门县健跳镇六敖境内，厂址 WSW 方位约 12km，坝址以上集水面积 12.3km^2。厂址附近区域内主要的中型水库有宁海县胡陈港水库、宁海县车岙港水库、宁海县黄檀水库和象山县大塘水库。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 厂址附近范围水文地质特征

2.5.2.1.1 水文地质条件与分区

根据宁波工程勘察院完成的《浙江三门核电厂水文地质普查报告》，三门核电厂厂址附近范围分为 3 个水文地质单元：厂区猫头山低山丘陵基岩风化裂隙水区（Ⅰ区）、厂址南部海湾平原表层孔隙潜水区（Ⅱ区）和永丰塘海湾平原孔隙潜水承压水区（Ⅲ区）。

Ⅰ区：位于厂址中部低山丘陵地带，含水层为基岩强风化带，含水层厚度为 1.0～5.5m，随地形坡度和节理发育程度而异，地下水埋藏浅，水量贫乏。5.5m 深度以下一般为弱风化带或新鲜基岩，其富水性和透水性更微弱。水质以 HCO_3-Na 型和 HCO_3-Na•Ca 型水为主，矿化度 53～102mg/L，pH 值 5.9～7.8。

Ⅱ区：分布于厂址南部人工堤坝内平原地带。本区内广泛发育第四系全新统海相沉积层和上更新统、中更新统坡洪积层，仅表层 2.0～3.5m 为微弱含水层，地下水活动迟缓，上述地层均属隔水层，但平原表层淤泥质黏土中分布的植物根茆和螺、蟹等动物遗穴的连通性较好，赋存地下水，含水层富水性微弱，透水性中等。本区内地下水水位埋深 0.1～0.75m，由平原区后缘向前缘由深渐浅。水质以 HCO_3-Ca •Mg 型水为主，矿化度 208.5～409.2mg/L，pH 值 7.0～7.3。

Ⅲ区：分布于永丰塘平原地带内。表层为孔隙潜水含水层，地下水赋存于第四系全新统海相淤泥质粘土层，含水层厚度 2.0～3.0m，水位埋深 0.5～1.2m。含水层属隔水层。水质以 HCO_3•SO_4-Na•Cg 型水为主，矿化度 74～588mg/L，pH 值 5.7～7.5。中深部为孔隙承压水含水层，埋深为 51.75～65.9m，静止水位埋深为 0.5m，承压水头高出含水层顶板 50 余米。中深部孔隙承压水赋存于上更新统下部冲洪积相砂、砂砾石混黏土中，含水层埋深为 56.4～65.4m，含水层富水性、透水性均为中等。水质以 Cl-Ca•Na 型水为主，矿化度 1360.3mg/L，pH 值 7.5。

2.5.2.1.2 地下水类型及分布规律

厂址附近范围地下水类型较简单，可分为第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。

1）第四系孔隙潜水

赋存于丘陵周围海涂滩地的孔隙潜水，主要接受大气降水和丘陵基岩裂隙水补给，在高潮位和长期干旱条件下，也接受海水补给。一般情况下就近向海水排泄。

2）基岩裂隙水

主要接受大气降水补给，但补给量少，大部分沿山体向大海径流、排泄。基岩渗透性等级为弱透水～微透水。

三门核电厂厂址区现已平整至厂坪标高，原始的低山丘陵区被开挖，地形较低的平原和海岸地段被回填。厂坪标高以上节理裂隙较发育的强风化岩层基本被挖除。厂区现有地下水类型主要是第四系孔隙水和基岩裂隙水。a)第四系孔隙水主要分布在厂区四周地表爆破破碎层、人工回填层、第四系全新统中。地表爆破破碎层、人工回填层透水性强，第四系全新统渗透等级为中等。b)基岩裂隙水主要赋存在地表爆破裂隙中，其次为风化裂隙。风化裂隙水赋存在强风化岩层中，分布范围较小，含水层厚度较小，除局部外大部分裂隙贯通，赋水条件较好，在地表形成相对较统一的暂时含水系统和地下水位。根据钻孔抽水试验结果，基岩裂隙水主要含水层渗透等级为中等。根据压水试验结果，微风化岩体节理裂隙不发育，贯通性较差，岩体渗透等级为弱～微，局部中等。岩体透水规律为由浅入深裂隙相对减少，透水性逐渐减弱。

2.5.2.1.3 地下水的补给、径流、排泄

Ⅰ区：地下水主要接受大气降水补给，以下降泉形式顺坡就近径流、排泄，没有较好的径流条件，表现为无明显径流区的浅循环机制。本区南部山体总体走向近南北向，为地下水分水岭，地下水流向与坡向基本一致，以地表分水岭为界，地下水向山体两侧东、西方向径流、排泄。本区内厂址地段山体走向近东西向，为地下水分水岭，以地表分水岭为界，地下水向山体两侧南、北方向径流、排泄。

Ⅱ区：地下水主要接受大气降水补给，此外还接受海水、水渠、水塘和山前地带地表径流以及风化裂隙水的侧向补给。地下水径流总体受平原区微地形控制，由平原区后缘向前缘、海域径流、排泄。

Ⅲ区：表层孔隙潜水补给、径流、排泄特征与Ⅱ区基本一致。中深部孔隙承压水主要接受侧向补给，径流迟缓，补给微弱，在天然状态下，基本处于封闭静止状态，在人工取水条件下，人工开采成为地下水的主要排泄方式。

2.5.2.1.4 厂址附近地下水开采利用现状

厂址附近范围内无地下水工业用户。

三门县境内基本完成了农村集中式用水全覆盖，为居民生产生活用水的主要来源。厂址附近居民生活饮用水主要来自自来水。

2.5.2.2 厂区水文地质特征

2.5.2.2.1 地下水类型

5、6 号机组厂区水文地质条件比较简单，为一个独立的水文地质单元。场地现已开挖整平，主厂区出露微风化基岩，主厂区周边沿海岸地带为回填区。根据场地地层岩性、含水介质、地下水的成因、赋存条件、埋藏条件和分布规律等因素，厂区内的地下水类型主要分为第四系孔隙潜水和基岩裂隙水两大类型。

1) 第四系孔隙水

第四系孔隙潜水主要分布在素填土层中，主要接受大气降水补给，少量为施工用水的渗入补给，靠近海边地段亦接受海水补给。场地北侧修筑了不透水护堤，回填块石层中地下水水位埋深 9.18m，水位标高为 2.23m。场地东侧局部地段修筑了透水堤，南侧未修筑护堤，东侧和南侧靠近海边地段地下水水位埋深 8.81～15.00m，水位标高-0.26（HL22）～3.22m，水位随海水涨落潮产生波动，波动幅度 2～3m。素填土层为强透水层。

2) 基岩裂隙水

5、6 号机组厂区内基岩裂隙水受大气降水补给，在地势低洼处，接受上部第四系孔隙潜水的下渗补给，其径流条件受岩性、构造裂隙和风化裂隙发育程度控制。基岩表层风化裂隙发育，赋存于风化裂隙中的地下水无统一的地下水位，且含水层较薄，地下水赋存空间相对较小。基岩深部构造裂隙不发育，少量的构造裂隙多呈闭合型，局部呈微张型，地下水以脉状形式赋存，水量贫乏。基岩裂隙水排泄方式主要是渗流、蒸发。微风化英安-流纹质含角砾玻屑熔结凝灰岩属极微～弱透水。强风化岩层属中等透水。

2.5.2.2.2 地下水的补给、径流、排泄

厂区内地下水主要补给来源为大气降水和海水的入渗补给，受地形地貌、地层岩性控制，地下水径流途径短，基本上就地入渗补给、就近沿地势由高到低排泄入海。

第四系孔隙潜水与海水有一定水力联系，其补给和排泄受潮汐的影响，表现为就地补给，就近排泄。

基岩裂隙水主要来源于大气降水的入渗补给和第四系孔隙水渗透补给，排泄方式以渗流和蒸发为主。

2.5.2.3 现有和计划的地下水利用情况

厂址内无工业厂矿分布，也无居民居住，不存在开采地下水的情况，电厂也无利用地下水的计划。

2.5.2.4 电厂对地下水的可能影响

厂区内场地已开挖平整至厂坪标高，北、东、南侧临海，电厂建设未改变厂区内地下水排向大海的趋势。在地下水径流途径上无地下水取水点，电厂建设对地下水无影响。

2.5.3 洪水

2.5.3.1 天文潮

根据2.5.1.1.3小节重现期潮位中描述，可得厂址处：

最高天文潮位：4.06m；

最低天文潮位：-3.50m；

10%超越概率天文高潮位：3.92m。

2.5.3.2 风暴潮增、减水

1）概率论法

由厂址站与健跳潮位站1992年6月~1994年5月同期的增、减水资料相关分析，可得到厂址站与健跳潮位站的增、减水相关关系，分别采用耿贝尔分布和皮尔逊III型分布进行分析计算，可得厂址不同重现期的增、减水结果见表2.5-1。

2）确定论法

a）可能最大热带气旋（PMTC）参数的确定

可能最大风暴潮（PMSS）的计算，不仅需要经过检验的风暴潮数学模型，而且需要合理地确定可能最大热带气旋（PMTC）的有关参数，确定参数均以核安全导则HAD101/11为依据。其中P_0（可能最大热带气旋的中心气压）用确定论法和统计法两种方法计算，并通过认真分析计算结果，最终确定其值。

经过统计分析，计算PMSS时所采用的PMTC参数如下：

台风外围气压	P_∞=1007.5hPa；
台风中心气压	P_0=890.65hPa；
台风半径	R_0=30km；
台风移动速度	V_d=35km/h。

b）可能最大风暴增水（PMSS）及减水

登陆和影响5、6号机组工程厂址的台风分为西北向型台风路径、东北向型台风路径、正西向型台风路径三种类型，根据这三种类型设计了9条不同路径方案利用确定的PMTC台风参数，计算厂址的PMSS值。确定论法计算的三门核电厂厂址可能最大风暴增水（PMSS）为4.71m。它由方案1（西北向型假想台风第一条路径，其台风中心距核电厂址西侧一个台风最大风速半径30km）引起。

可能最大台风形成的最大减水（-PMSS）为-1.85m。

综上，计算得 5、6 号机组厂址处可能最大风暴增水为 4.71m，减水为-1.85m。

2.5.3.3 溢流影响

根据调查，三门湾沿岸普遍筑有海塘挡潮防洪，多数海塘（堤）防潮防洪能力已达五十年一遇标准，重要地段达到百年一遇标准，海塘堤顶高程大部分加高到 7.0m 左右。三门核电厂厂坪标高为 12m，要高于周边海塘标准。当可能最高潮位发生时，潮流将会越过周边海塘堤顶部分溢出海湾。

经分析，在出现设计高潮位情况下海堤溢流现象是客观存在的，计入溢流后湾内水位可能下降约 0.56m，考虑溢流的影响更切合三门核电厂的实际情况。

2.5.3.4 海平面异常

国家海洋局第二海洋研究所利用健跳站 1976 年~2012 年平均海平面资料，得出海平面年平均上升速率为 2.4mm/a。采用线性模型、带周期项的非线性模型和带周期项的灰色模型对健跳站海平面变化进行分析，综合分析三种模型的分析预测结果，得到未来 60 年间三门核电厂址附近海域平均海平面将增高约 0.15m。虽然该海平面上升的量值并不大，但它对核电厂址的影响却是长期的，根据规程要求，在厂址的 DBF 计算中应予以考虑。

海温、气温、气压和季风变动等是引起海平面异常变化的重要原因。在厂址的 DBF 计算中对海平面上升予以考虑，确保厂坪标高位于 DBF 以上。

2.5.3.5 假潮

假潮是封闭或半封闭的水体，由大气、海洋或地震扰动后所产生的水体的显著震荡。这种震荡可能是由风暴潮、风速变化、海啸、岸边滑坡、水下火山爆发等引起的。

经计算分析，三门湾存在着假潮振动，其周期约为 4.1 小时，假潮振动与 1/6 日分潮的振动周期基本一致，假潮振动的现象包含在天文潮汐的变化之中，不宜再在 DBF 中单列考虑。

2.5.3.6 海啸

基于中国地震局提供的潜在地震海啸源数据，可能引起黄海北部沿海潜在的地震源主要为琉球海沟的 6 个子断层及其 RL5+6 断层组合，采用数值模式方法计算了这些组合引起的地震海啸值。

琉球海沟是亚欧板块与太平洋板块的交界处，是典型的地震潜没带，与日本本州东部的海沟类似，能够产生较大的海啸。

计算结果表明，琉球海沟各断层产生的海啸，除在浙江和福建沿海会遭受轻微海啸波外，其他北部遭受的海啸波为零。其中，琉球海沟 RL4 断层在厂址海域产生的海啸波最

大，为0.38m。

最大海啸波波幅远小于可能最大风暴潮增水值，且海啸与台风暴潮的发生具有明显的独立性，故分析厂址设计基准洪水位（DBF）的组合事件时，不考虑可能最大海啸泛滥的影响。

2.5.3.7 波浪影响

使用丹麦水力研究所MIKE21 SW（Spectral Wave）模型进行海浪数值模拟。根据三门核电厂址的可能最大热带气旋（PMTC）参数和路径，采用上述台风浪模型进行计算。在考虑溢流的实际情况下，详见2.5.3.3节，通过修正相应的水位，计算了可能最大台风浪的波要素。

可能最大台风浪（考虑溢流）三门核电厂址堤前波要素：

$H_{1/100}$ =5.74m；$H_{1/10}$=4.37m；H_s=4.17m，T_S=6.18s。

2.5.3.8 海洋洪水

厂址对海洪的防护是按照《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）进行考虑的。该导则要求在所有时间内确保安全停堆、堆芯冷却和放射性物质的抑制，其中包括防止以后可能发生外部洪水给核设施所带来的不利影响。厂址的设计基准洪水位的组合如下：

10%超越概率天文高潮位	3.92m
可能最大风暴增水	4.71m
溢流影响	-0.56m
海平面异常	0.15m
设计基准洪水位	8.22m

5、6号机组厂坪标高为12.00m，高于设计基准洪水位。波浪的影响通过修建护岸等海工构筑物来防御，保证与安全相关厂区不被海洪淹没。

2.5.3.9 陆域洪水

本厂址位于浙江省台州地区三门县境内三门湾南岸，属滨海厂址，厂址附近没有河流或溪流洪水影响厂址的安全。厂址西侧乌龟山有一些坡面漫流的暴雨山坡汇水流向厂区。三门核电厂1、2号机组建设期间，在厂址外围沿等高线设置截洪沟，拦截洪水并导入三门湾海域，由于坡面集水面积很小，洪峰流量不大，根据三门核电厂前期分析结果，厂外山坡汇水不会对厂区造成影响。5、6号机组位于1~4号机组东侧，不会受到厂外山坡汇水影响，本工程无需新建截排洪沟。

厂区暴雨洪水将通过厂区管网排入大海，厂区雨水排水按照千年一遇重现期设计，可

能最大降雨（PMP）进行校核，并保证设计基准洪水位叠加千年一遇降雨工况条件下的厂区防洪安全。

2.6 地形地貌

厂址区域原地形由娘娘殿岗、泥湾岗头、狮子山、乌龟山等侵蚀、剥蚀丘陵及其周围的海涂滩地构成。丘陵呈北北东、东西向展布，海拔高程一般为 41~91m，山体浑圆，山坡舒缓，自然坡脚一般为 18°~30°，其中东、南坡缓，北、西坡较陡。厂址南北海域分布有海涂滩地，滩地表面地形平坦，标高一般为+2.0~-2.0m。其中南侧海滩平缓，北侧海滩面积较小，地形坡降较南侧陡；在厂区东侧，潮间带宽度较小，水下岸坡较平坦。

厂址区域场地在 1、2 号机组工程建设时一次平整完成，已整平至标高约+11.70m（1985 国家高程基准）。5、6 号机组场地地形平坦，目前作为混凝土搅拌站、砂石料堆场、拼装场地等施工设施用地。

表 2.4-1 各气象站基本状况与地理位置一览表

站名	年代	拔海高度（m）	距厂址距离和方位	台站性质
石浦	1955 年至今	128.4	东北偏东，33km	国家基本站
三门	1968～1998 1999～2001 2001 年至今	6.2 6.2 34.5	西，27km	1968 年为国家一般站，1989 年 2 月改为辅助站，2002 年 1 月又恢复为国家一般站
临海	1959～1960 1961～1970 1971～1971 1972～1985 1986～1986 1987～2009 2010 年至今	7.7 9.7 9.6 7.7 7.7 7.7 6.6	西南，49km	1959 国家一般站 1995 开始改为国家基本站
宁海	1956～1959 1960～1982 1983～1994 1995～1997 1998～2007 2008 年至今	— 25.0 27.4 26.5 23.1 39.3	西北，32km	国家一般站
象山	1979～1995 1996～2017 2018 年至今	3.3 5.0 4.5	东北，47km	国家一般站
洪家	1945～1946 1946～1952 1952～1958 1958～2002 2003 年至今	- 9.5 4.9 1.3 4.6	西南偏南，56km	1945 年建站，为国家基本站 1986 年起为国家基准站

表 2.4-2 推荐的厂址大气扩散参数

	稳定度	水平扩散参数（$\sigma_y = a \cdot x^p$）		垂直扩散参数（$\sigma_z = b \cdot x^q$）	
		a	p	b	q
近场（6km 以内）	A	0.962	0.774	2.567	0.561
	B-C	0.645	0.794	1.555	0.562
	D	0.667	0.694	2.310	0.446
	E-F	0.454	0.673	1.566	0.374
远场（6km 以外）	A	0.804	0.795	0.899	0.682
	B-C	0.536	0.815	0.545	0.682
	D	0.564	0.713	0.923	0.551
	E-F	0.382	0.693	0.646	0.476

表 2.4-3 主要传感器性能指标

名称	单位	测量范围	测量精度	灵敏度
风速	m/s	0~60	0.1m/s	启动风速＜0.5m/s
风向	°	0~360	3	
温度	℃	-50~+50	0.1	—
降雨量	mm/min	0~4	0.1	—
相对湿度	%	0~100%	1%	—
总辐射	KW/m^2	0~1.4	$1W/m^2$	$10\mu V/W/m^2$
净辐射	KW/m^2	-0.2~1.4	$1W/m^2$	—
气压	hPa	500~1100	0.1	—

表2.5-1 厂址不同重现期的增、减水计算结果

重现期	频率P%	增水（cm）（概率68.27%置信区间）		减水（cm）（概率68.27%置信区间）	
		P-III分布	耿贝尔分布	P-III分布	耿贝尔分布
10000年	0.01	514±220	476±50	-148±32	-191±12
1000年	0.1	396±138	375±50	-129±22	-159±12
100年	1	279±70	274±50	-110±13	-126±12
50年	2	243±57	243±50	-103±11	-117±12
33年	3	215±45	225±50	-99±9	-107±12

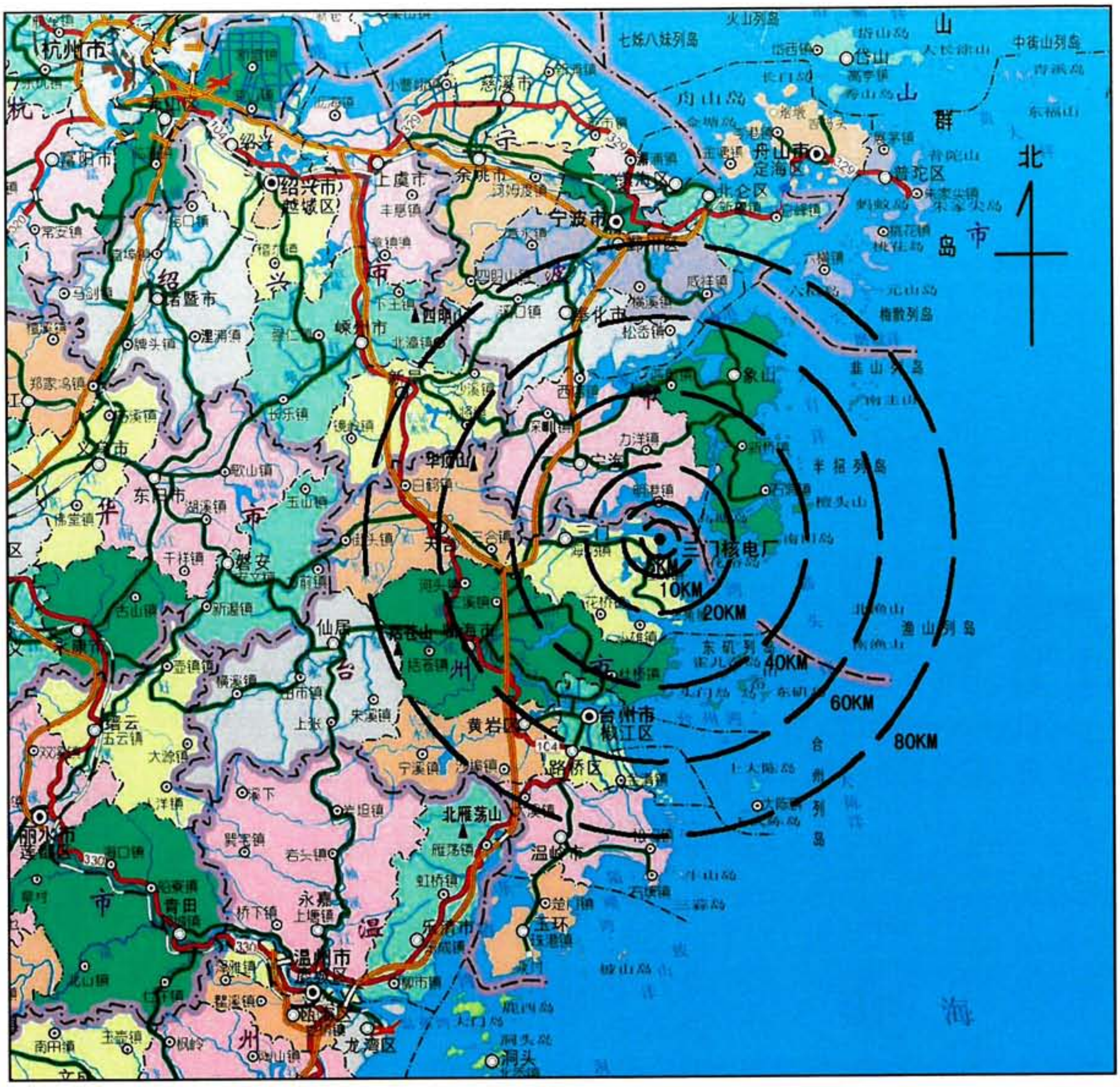
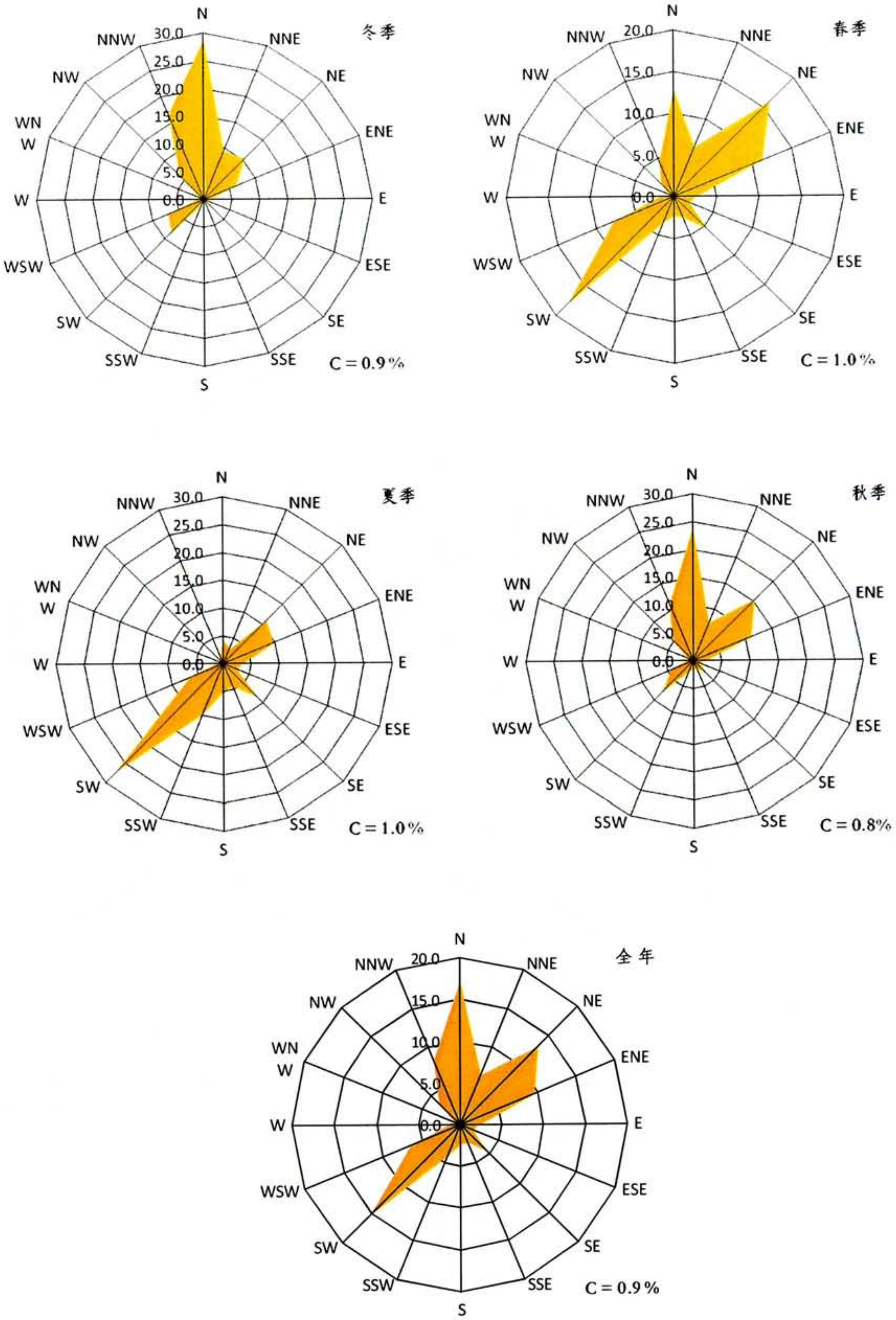
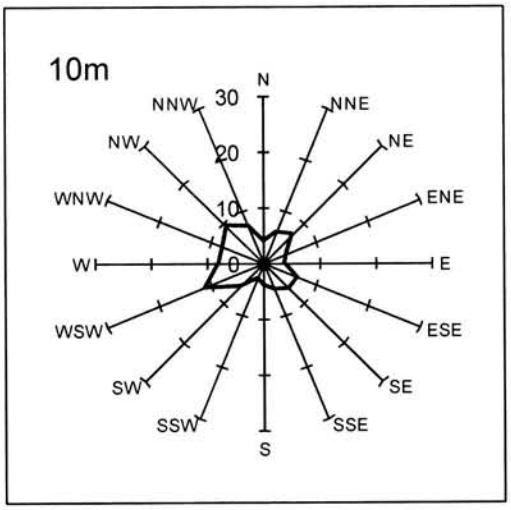


图 2.1-1　厂址地理位置图

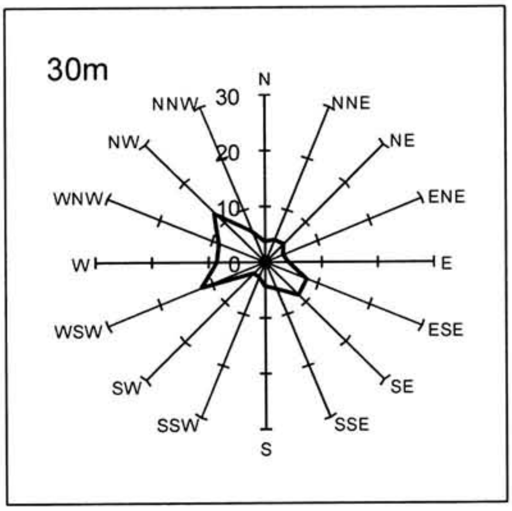


单位：%

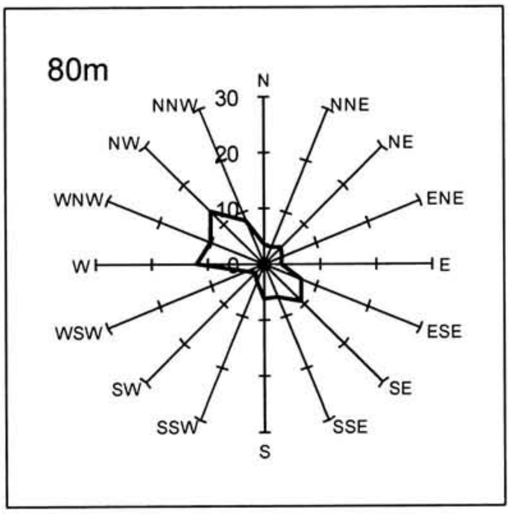
图 2.4-1　石浦站各季和年的风玫瑰图



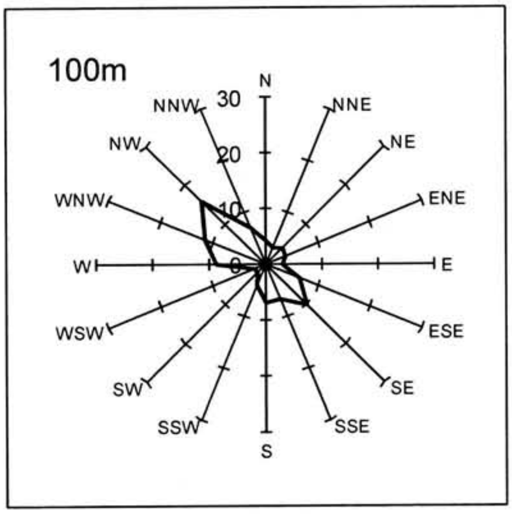
铁塔 10m　静风 0.1%



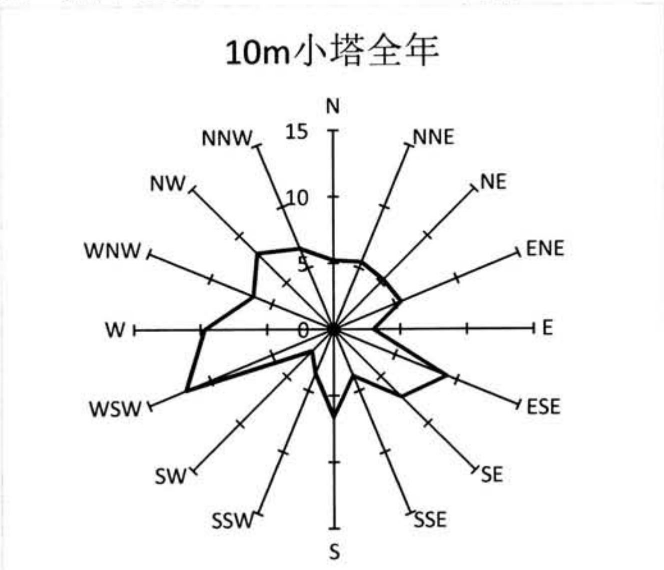
铁塔 30m　静风 0.1%



铁塔 80m　静风 0.1%



铁塔 100m　静风 0.3%



10m 小塔　静风 0.1%

单位：%

图 2.4-2　2018 年 10m 小塔和厂址气象铁塔各层风频分布图

第三章 环境质量现状

表

图

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境现状概况

浙江三门核电厂地处浙江省东部沿海，位于台州市三门县健跳镇辖区内，为滨海厂址。沿厂址自西向东规划建设6台百万千瓦级核电机组，建设采用一次规划，分期建设的方式，其中1、2号机组于2018年实现了并网发电。3、4号机组工程单台机组总工期56个月，3、4号机组工期间隔为10个月，2019年后续机组尚未开工建设。三门5、6号机组目前正在规划设计中。

依据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）等有关标准规范的要求，三门核电厂编制环境监测大纲，建设了辐射环境监测系统及设施，执行电厂运行期间常规环境辐射监测，并形成环境监测年报。

本报告采用《三门核电厂辐射环境监测年报（2019 年）》中的监测数据，结合监督性监测数据及厂址本底数据进行对比及分析，对本厂址周围辐射环境现状进行描述和评价。

3.1.1.1 参照的标准规范和资料

2019年辐射环境监测工作参照的主要标准规范如下：

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

3.1.1.2 辐射环境监测方案

（1）监测范围

环境辐射监测的环境γ辐射水平的调查范围半径为20km，其余项目的调查范围半径为10km。

（2）布点原则

根据厂址环境的自然条件和工程的总平面布置，确定运行期间辐射环境监测的取样点和监测点的点位，其原则为：

- 最大风频下风向厂区边界附近区域；
- 最小风频下风向较少受核电厂排放影响的区域；
- 陆生和海洋生物生长周期、采样品种的代表性；
- 核电厂周围主要农作物；
- 人口分布、土地利用和陆生资源，居民的饮食结构；

3.1.1.3 监测结果

（1）陆地 γ 辐射监测结果

三门核电对陆地 γ 辐射的监测采取了三种测量方法：固定点 γ 辐射连续监测、γ 瞬时剂量率测量、γ 累积剂量测量。

A．固定点 γ 辐射连续监测

三门核电厂设置8个固定连续监测点，年度平均值范围为76.60～122.58nGy/h

B．γ 瞬时剂量率测量

γ瞬时剂量率测量对象主要是开阔的道路与田野，测量范围选取核电厂20km范围内42个点进行瞬时测量。

2019年厂址周围路面瞬时γ辐射空气吸收剂量率年均值范围在68.61 ~113.36 nGy/h之间；2019年厂址周围田野瞬时γ辐射空气吸收剂量率年度均值范围在61.71 ~~112.54 nGy/h之间

C．γ累积剂量测量

γ累积剂量采用热释光剂量计（LiF:Mg,Cu,P）进行季度测量，放置在有代表性的不受周围建筑物影响的空旷地区。

2019年热释光剂量计年度回收率92.9%，电厂周围各点γ辐射空气吸收剂量率年均值范围在85.77 ~144.04 nGy/h之间

（2）空气介质监测结果

A．气溶胶

2019 年气溶胶中，总 α、总 β 测量结果无异常。各点位气溶胶总 α（第九天）测量值范围为0.010mBq/m^3～0.17mBq/m^3，总 β（第九天）测量值范围为0.23mBq/m^3～2.70mBq/m^3。

γ 放射性核素监测结果无异常。除 ^{7}Be 外，其余 γ 核素测量结果均小于探测下限；气

溶胶中 ^{7}Be 测量值范围为<LLD～7.87mBq/m^{3}。

B. 沉降灰

2019 年沉降灰中总 α、总 β 测量结果无异常。2019 年沉降灰中总 α 测量值范围为 0.006Bq/(m^{2}•d)～0.361Bq/(m^{2}•d)。2019 年沉降灰中总 β 范围为 0.015 Bq/(m^{2}•d)～0.577Bq/(m^{2}•d)。

γ 放射性核素监测结果无异常。除 ^{7}Be 外，其余 γ 核素测量结果均小于探测下限；^{7}Be 其测量值范围为<LLD～1.26Bq/（m^{2}•d)。

^{90}Sr 监测结果无异常，测量值范围为＜LLD～1.31mBq/（m^{2}•d)。

C. 空气中 ^{131}I、^{3}H、^{14}C

2019 年空气中 ^{131}I 测量结果无异常。2019 年所有监测点位气碘均小于探测下限。。

空气中 ^{3}H 测量结果无异常。2019 年空气中 ^{3}H 测量值均小于探测下限。

空气中 ^{14}C 测量结果无异常。2019 年空气中 ^{14}C 测量值范围为 0.184Bq/（g•碳）～0.410Bq/（g•碳）。

D. 雨水

2019 年雨水中 ^{3}H 测量结果无异常。各监测点 2019 年雨水中 ^{3}H 测量值均小于方法探测下限。

（3）陆地介质监测结果

A. 饮用水

2019 年饮用水中 γ 核素、总 α、总 β、^{137}Cs、^{3}H 测量结果无异常。2019 年采集 6 个点的饮用水，各监测点饮用水中 γ 核素、^{3}H、总 α、^{137}Cs 的测量值均小于探测下限；饮用水中总 β 测量值范围为 0.016～0.023Bq/L。

B. 地表水

2019年地表水中γ核素、^{137}Cs、^{3}H测量结果无异常。2019年采集6个点的地表水，其中γ核素与^{3}H测量值均小于探测下限；地表水中^{137}Cs测量值范围为<LLD～0.86mBq/L。

C. 地下水

2019年地下水中γ核素、^{137}Cs、^{3}H测量结果无异常。2019年共采集9个点的地下水，其中γ核素、^{3}H的测量值均小于探测下限；地下水中^{137}Cs测量值范围为<LLD～0.93mBq/L。

D. 土壤

2019年土壤中γ核素、^{90}Sr测量结果无异常。2019年采集共10个点的土壤样品，各样品均进行了γ 谱和^{90}Sr放化分析，土壤中γ核素除^{137}Cs外，其余γ核素测量结果均小于探测下

限，，核素^{137}Cs测量值范围为＜LLD～6.06Bq/（kg•干），土壤中^{90}Sr测量值范围为＜LLD～1.14 Bq/（kg•干）。

E．水库底泥

2019年水库底泥中γ核素、^{90}Sr测量结果无异常。水库底泥中γ核素除^{137}Cs外，其余γ核素测量结果均小于探测下限，核素^{137}Cs测量值范围为<LLD～8.75Bq/（kg•干），水库底泥中^{90}Sr测量值范围为0.48～0.82Bq/（kg•干）。

F．陆生植物

2019年陆生植物中γ核素、^{90}Sr、^{3}H、^{14}C测量结果均无异常。陆生植物采样点共5个，采样种类包括大米、番薯、青菜、莴苣、柑橘等，对各样品进行了γ 谱测量、^{90}Sr、^{3}H、^{14}C放化分析。

- 大米：

  所有γ核素与^{3}H的测量值小于探测下限；

  ^{90}Sr测量值范围为1.53×10^{-2}Bq/（kg•鲜）～6.20×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{14}C测量值范围为0.173Bq/（g•碳）～0.219Bq/（g•碳）。

- 番薯：

  ^{3}H与γ核素（除^{137}Cs外）的测量值小于探测下限；

  ^{137}Cs测量值范围为<LLD～2.4×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{90}Sr测量值范围为1.42×10^{-2}Bq/（kg•鲜）～15.66×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{14}C测量值范围为0.178Bq/（g•碳）～0.225Bq/（g•碳）。

- 青菜：

  ^{3}H与γ核素（除^{137}Cs外）的测量值小于探测下限；

  ^{137}Cs测量值范围为<LLD～4.1×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{90}Sr测量值范围为1.04×10^{-2}Bq/（kg•鲜）~18.46×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{14}C测量值范围为0.202Bq/（g•碳）～0.233Bq/（g•碳）。

- 莴苣：

  ^{3}H与γ核素（除^{137}Cs外）的测量值小于探测下限；

  ^{137}Cs测量值范围为<LLD~1.5×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{90}Sr测量值范围为1.02×10^{-2} Bq/（kg•鲜） ~9.26×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

  ^{14}C测量值范围为0.195Bq/（g•碳）~0.239Bq/（g•碳）。

- 柑橘：

  所有γ核素与^{3}H的测量值小于探测下限；

^{90}Sr测量值范围为0.73×10^{-2}Bq/（kg•鲜）～4.27×10^{-2} Bq/（kg•鲜）；

^{14}C测量值范围为0.190Bq/（g•碳）～0.229Bq/（g•碳）。

G．陆生动物

2019年陆生动物中γ核素、^{90}Sr测量结果无异常。陆生动物采样点共4个采样种类包括猪肉、猪骨、羊肉、羊骨。对猪肉、羊肉进行γ谱测量，猪骨、羊骨做^{90}Sr分析。

猪肉中γ核素（除^{137}Cs外）测量值均小于探测下限，，^{137}Cs测量值范围为3.9×10^{-2}Bq/（kg•鲜）～9.6×10^{-2}Bq/（kg•鲜），猪骨中^{90}Sr测量值范围为0.0918Bq/（kg•鲜）～0.4802Bq/（kg•鲜）；羊肉中γ核素测量值均小于探测下限，羊骨中^{90}Sr测量值为0.4408 Bq/（kg•鲜）～3.5656Bq/（kg•鲜）。

H．牛奶

2019年采集2个点的牛奶做^{131}I放化分析。牛奶中^{131}I测量结果均小于探测下限。

（4）海洋介质监测结果

A．海水

2019年海水中γ核素、^{90}Sr、^{137}Cs、^{3}H测量结果无异常。2019年共采集11个点的海水。其中：

γ核素测量值均小于探测下限；

^{90}Sr测量值范围为0.48mBq/L～1.81mBq/L；

^{137}Cs测量值范围<LLD～2.27mBq/L；

^{3}H测量值范围为<LLD～3.03Bq/L。

B．海底泥

2019年海底泥中γ核素、^{90}Sr测量结果无异常。海底泥的采样点与海水的采样点完全重合，海底泥中γ核素测量值除^{137}Cs外其余核素测值均小于探测下限，核素^{137}Cs测量值范围为0.98～2.33Bq/（kg•干）；海底泥中^{90}Sr测量值范围为0.19Bq/（kg•干）～1.02Bq/（kg•干）。

C．海滩土

2019年海滩土中γ核素、^{90}Sr测量结果无异常。2019年共采集个点的海滩土，海滩土中γ核素（除^{137}Cs外）测量值均小于探测下限，核素^{137}Cs测量值范围为1.62～3.28Bq/（kg•干）；海滩土中^{90}Sr测量值范围为<LLD～2.21Bq/（kg•干）。

D．海洋生物

2019年海洋生物中γ核素、^{3}H测量结果均无异常。

蟹类和缢蛏中的γ核素与^{3}H的测量值均小于探测下限；虾类中^{3}H与γ核素（除^{137}Cs外）

的测量值小于探测下限，^{137}Cs测量值范围为<LLD～0.033Bq/（kg•鲜）；蛤蜊中γ核素的测量值均小于探测下限，^{3}H测量值范围为<LLD～0.50Bq/（kg•鲜）；鲳鱼、带鱼中^{3}H与γ核素（除^{137}Cs外）的测量值均小于探测下限，健跳鲳鱼中^{137}Cs测量值为0.025±0.011Bq/（kg•鲜），健跳带鱼中^{137}Cs测量值为0.050±0.014Bq/（kg•鲜）。

（5）指示生物监测结果

2019年指示生物中γ核素、^{90}Sr、自由氚、有机氚、^{14}C测量结果均无异常。

松针中γ核素（除^{137}Cs外）测量值均小于探测下限，^{137}Cs测量值范围为<LLD~0.024Bq/（kg•鲜）；自由氚测量值范围为<LLD～1.11 Bq/（kg•鲜）；^{14}C测量值范围为0.230Bq/（g•碳）～0.231Bq/（g•碳）；^{90}Sr测量值范围为1.32Bq/（kg•鲜）～2.50Bq/（kg•鲜）。

茶叶中自由氚与γ核素（除^{137}Cs外）测量值小于探测下限，^{137}Cs测量值范围为0.145 Bq/（kg•鲜）～0.330Bq/（kg•鲜）；^{14}C测量值范围为0.225Bq/（g•碳）～0.235Bq/（g•碳）；^{90}Sr测量值范围为0.91Bq/（kg•鲜）～0.99Bq/（kg•鲜）。

牡蛎中γ核素测量值均小于探测下限，自由氚测量值范围为<LLD～1.40Bq/（kg•鲜）；有机氚测量值范围为<LLD～0.080Bq/(kg•鲜)；^{90}Sr测量值范围为0.01Bq/(kg•鲜)～0.02Bq/（kg•鲜）。

3.1.1.4 质量保证措施

（1）质保程序的制定和执行

为保证监测数据的准确、可靠，依据《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）及其他相关国家标准，三门核电建立了包括实验室管理、监测管理、设备及物资管理、样品采集和处理、样品测量分析、监测数据处理等一系列管理程序和技术规程，确保环境监测全过程质量控制。并且根据环境监测技术的发展，检测标准的更新，外部环境经验反馈，适时增加或升版程序。目前环境监测领域的管理程序 14 份、技术规程 48 份，整体满足环境监测领域使用需求。程序及规程清单详见表 3.1-1。

（2）人员培训及考核

环境监测人员严格执行培训与授权制度，所有人员必须培训考核合格，并取得相应的授权。此外举行年度实验室分析人员技能比武，以检验人员技能水平。

2019 年部门内开展了不同批次的新员工与实验员岗位授权培训，共计 10 门课程，并且联合其他实验室组织了水中氚测量的比对活动。通过理论和操作技能培训，提高了环境监测人员的理论知识和技能水平。环境实验室于 2019 年开始组织实验室认证工作，对参与认证的员工进行了 CNAS 相关理论知识的培训。详情见表 3.1-2。

（3）仪器设备的检定、校准情况

环境监测仪器设备均严格按照程序以及管理要求进行定期检定、校准和刻度。仪器由深圳市计量质量检测研究院检定合格后进行标识，检定记录详见表 3.1-3，仪器刻度所用标准源在有效期内使用，可追溯到国家计量标准，放射性标准源记录详见表 3.1-4。

（4）环境监测相关过程质量控制

A γ辐射连续监测中的质量控制

- 制定《气象与环境监测系统操作程序》，详细规定气象与环境监测系统运行操作步骤。
- 探测器定期检定，每年一次，确保在检定有效期内使用。故障维修后首先送检，检定合格方可投入使用或作为备件待用。
- γ辐射探测器每季度进行一次检验源测试，检查探头稳定性。
- 填写 MES 系统、气象站日常巡查记录表，记录两系统运行状况。
- 每月γ剂量率连续监测数据的获取率不小于 95%。
- 每个探测器有完整的台账，记录运行、维修、测试、检定记录及结果。

B γ瞬时剂量率与累积剂量测量中的质量控制

- 制定《环境贯穿辐射瞬时测量规程》、《γ 累积剂量测量规程》，详细规定现场就地监测和热释光累积剂量测量质量保证措施。
- 测量仪表定期刻度检定，每年一次，确保在有效期内使用。出现故障，修复后先刻度，合格再使用。
- 便携式γ剂量率仪每月性能测试。
- 为估算监测点陆地γ剂量率，X－γ剂量率至少两年进行一次宇宙射线响应测量。
- 参加或组织比对测量，比对内容应涵盖田野/道路γ剂量率、宇宙射线响应。

C 样品采集及预处理中的质量控制

- 制定各类介质的采集规程和记录表格。
- 采样工器具必须是合格、有效的。

空气采样的流量计定期检定，确保在有效期内使用。故障维修后必须首先送检，检定合格方可投入使用。样品盛装容器、包装材料必须清洁干净。取样吸收液中化学试剂必须在有效期内。

- 采样用过滤材料的过滤效率每年测量一次，启用新过滤材料时重新测定。

- 时间超过一周的累积样，累积过程必须定期巡查，记录清晰。
- 采集样品量要包括分析样品总数5-10%的质量控制样品。
- 采集到的样品必须标注清晰明了的标记，并作唯一性编码。
- 制定样品前处理规程，明确规定前处理作业流程各步骤质量保证措施。
- 前处理用盛样容器、制样工具必须是新的或清洁干净的，避免发生污染。
- 前处理用计量器具、温湿度计须定期检定，检定异常须隔离或禁用。
- 应有一定数量(不少于5%)的重复样进行前处理。

D 样品流转控制

- 样品标识

采样人员负责对刚采集到的样品编号，填写编码信息。样品交接时，样品管理人员负责审查样品（唯一性）编码。

- 样品流转

样品按处理、分析顺序流转，交接签收时必须检查样品状态，签字确认。样品制备、传递过程中应注意防护，避免受到损坏。如遇意外损坏或丢失，应备注说明情况，并采取补救措施。

- 样品贮存

样品分析完毕应及时递交保留样品库。保留样品管理者应检查样品状态，签字确认，分类定位存放。保留样品库必须保持合适的环境条件和安全措施。

E 分析测量中的质量控制

- 分析方法必须采用标准的，或经过鉴定或者验证的方法，并据此制定分析测量规程。
- 严格遵守分析测量规程，按要求填写记录，任何人员不得擅自修改规程。
- 所有放射性测量仪器首次使用前均须进行初始刻度，此后使用期间应确保至少每两年刻度一次，当更换仪器的重要部件后须重新进行刻度。
- 放射性测量设备每月进行稳定性测试，检验不合格必须采取适当措施。
- 对所有低本底设备每月做仪器本底与效率统计检验，确保仪器处于正常工作状态。由质控图可见仪器性能均满足质控要求。
- 实验室质控样品分析包括：盲样分析、加标盲样分析、放化回收率与化学回收率比较实验、化学试剂空白实验、重复样分析等。
- 所有放化样品进行平行双样分析，两者的变异系数均控制在25%以内。
- 进行盲样分析，其分析结果的相对偏差需控制在15%以内。2019年^{90}Sr、^{137}Cs、

^{3}H、^{14}C 岗位盲样分析结果均满足质保要求。

- 进行加标盲样分析，其分析结果的相对偏差需控制在15%以内。2019年 ^{90}Sr、^{137}Cs、^{131}I、^{3}H 岗位加标盲样分析结果均满足质保要求。
- 进行放化回收率与化学回收率比较实验，2019年 ^{90}Sr、^{137}Cs 放化回收率与化学回收率比较实验结果均控制在0.95～1.05范围内，满足质保要求。
- 每年进行化学试剂空白试验，2019年化学试剂空白实验表明：试剂未对分析样品产生放射性计数贡献。
- 随机抽取5%～10%的环境样品进行重复测量。γ谱仪复测结果与常规测量结果偏差均控制在20%以内，符合要求；^{3}H、^{14}C 重复样测量与常规测量结果偏差均控制在15%以内，符合要求。
- 非放射性测量进行加标盲样分析、盲样分析。2019年非放加标盲样、盲样的分析结果相对偏差均控制在10%以内，符合要求。
- 所有使用的化学试剂均应标识清晰，标识上应明确试剂名称、化学浓度、配制人、配制时间、有效期等内容，禁用与过期试剂应及时处理。
- 放射源必须由专职人员管理，管理规定符合《放射源管理》程序要求。
- 天平室远离震源、热源，并与产生腐蚀气体的环境隔离。室内要求清洁无尘，避免阳光直射，温度保持20～25℃，相对湿度控制在45%～60%。

F 报告编制

- 各种原始监测数据应按照《环境监测数据处理规程》要求进行处理。
- 监测结果独立核算完成，经核对无误，签字确认，在规定时间内上交分析报告编制者。
- 对于异常结果，应及时查明原因，若属分析测量差错或其它过失应及时采取补救措施，否则必须及时报告环境监测主管。
- 分析报告编写人应检查原始记录的完整性，评估监测数据可靠性及其处理结果的准确性，据此编写分析报告。报告编、校、审签字完整。
- 根据审定合格的分析报告编制月度报告，明确校、审流程和职责。
- 应根据审定合格的分析报告和批准生效的月报编写环境监测年报，明确审核、审批流程和职责。

（5）能力检验

2019年三门核电辐射环境监测实验室参加的比对活动及其结果如下：

A 全国放射卫生技术机构检测能力考核

本次比对由中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所组织，参加本次放射性测量比对的单位有各省市疾控中心、职防院（所）、大专院校、科研院所、医疗机构、核工业和民营技术机构等443家单位。三门核电参加的比对项目及结果见表3.1-5。

B 2019年全省辐射环境监测网络宇宙射线响应测量比对

本次比对由浙江省辐射环境监测站组织，参加本次宇宙射线响应测量比对的单位有浙江省辐射环境监测站、全省各地市环境监测站、舟山海洋生态环境监测站、中核核电运行管理有限公司、三门核电有限公司、浙江国辐环保科技有限公司等15家单位。本次比对各单位使用不同仪器设备分别在湖面、原野、道路和室内等类型的场地上，在同一时间、同一监测点进行测量和比较，三门核电参加的比对项目及结果见表3.1-6。

C 2019年度三门核电实验室间水中氚测量比对

本次比对由三门核电有限公司环境应急处环境管理科组织。参加比对的包括环境应急处环境监测实验室和化学处化学分析实验室。环境应急处环境监测实验室参加的比对项目及结果见表3.1-7。

3.1.2 辐射环境质量评价

2019年三门核电厂周围环境中γ辐射水平和环境介质辐射水平未出现明显异常变化，总体情况与运行前水平相当，监测结果在本底统计涨落范围内正常波动，无异常。

3.2 非辐射环境质量现状

本节依据浙江国辐环保科技有限公司2020年1月完成的《三门核电5、6号机组工程厂址周围环境质量现状调查及评价报告》编制。

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

大气环境监测时间为2019年11月19日~11月25日、12月2日~12月5日，调查期间，主导风向为NW，平均风速0.8~4.8m/s。

3.2.1.1 大气环境质量现状调查

（1）执行标准和评价依据

1）《环境影响评价技术导则　大气环境》（HJ2.2-2018）；

2）《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）。

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

（2）监测条件

监测因子是SO_2、NO_X、NO_2、CO、TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$。连续监测7天，其中SO_2、NO_X、NO_2、CO一天监测4次，每次1个小时，每小时至少有45分钟的采样时间；SO_2、NO_X、

NO_2、CO、TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$还需进行24小时采样，TSP每日至少有24个小时平均浓度值或采样时间，其余因子每日至少有20个小时平均浓度值或采样时间。

3.2.1.2 大气环境质量现状评价

三门核电5、6号机组工程厂址周围大气环境质量现状整体较好，监测期间各监测点SO_2、NO_2、NO_X、CO日均值和小时均值的监测结果均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级限值要求。TSP、PM_{10}和$PM_{2.5}$日均值部分不符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级限值要求，主要是由于周围运输车辆导致的扬尘以及监测期间不利的气象环境等因素影响导致。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

声环境监测时间为2019年11月19日~11月29日，调查期间，主导风向为NW，平均风速0.8~4.8m/s。

3.2.2.1 声环境质量现状调查

（1）执行标准和评价依据

《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

根据调查评价范围内的声环境功能区划，三门核电厂厂外的区域各声环境敏感监测点位环境噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）的1类标准：即昼间55dB（A），夜间45dB（A）。三门核电进厂道路北侧的蛇蟠水道沿岸区域和三门核电厂区为独立工业片区，环境噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）的3类标准：即昼间65dB（A），夜间55dB（A）。此外交通执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）的4a类标准：即昼间70dB（A），夜间55dB（A）。

（2）噪声测量数据的处理

环境噪声采用等效连续A声级（L_{eq}）评价，等效连续声级的数学表示：

$$L_{eq} = 10\ \lg\left(\frac{1}{T}\int_0^T 10^{0.1L_{A(t)}}\,dt\right)$$

式中，L_{eq}—在T段时间内的等效连续A声级，dB（A）；

$L_{A(t)}$—t时刻的瞬时A声级，dB（A）；

T—连续取样的总时间，min。

（4）噪声测量的技术条件

测量点选择在居住或工作建筑物外，距离任一建筑物的不小于3.5m，传声器相对地面的垂直距离不小于1.2m。

测量仪器选用 HS6288 多功能噪声分析仪，其性能符合国家标准《电声学 声级计》（GB/T 3785-2010）。

监测在无雨、无雪、无雷电的天气条件下进行，风速大于 1.0m/s 时加防风罩，超过 5.0m/s 以上时，停止监测。

敏感区噪声监测分昼间和夜间两部分，昼间监测时段为 6:00～22:00，夜间监测时段为 22:00～次日 6:00。在规定监测时间内，每个测点昼间每次监测 10min 等效连续 A 声级 L_d，连续监测两天；夜间每次监测 10min 等效连续 A 声级 L_n，连续监测两天。

3.2.2.2 声环境质量现状评价

部分区域环境噪声及敏感点噪声监测值不符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，主要是受社会生活噪声和交通噪声等方面影响，并非三门核电运行和施工所致；受交通噪声及工业生产等工业噪声影响，浙江永泰建材有限公司门外 24 小时定点监测点昼间等效声级不符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准；受过往车辆影响，74 省道（S224）监测点昼夜间监测值均不符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，应急道路监测点有部分昼夜间噪声监测值不符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。5、6 号机组厂址位置噪声监测值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。三门核电厂厂界噪声值在三门核电 1、2 号机组的运行期间均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查和评价

3.2.3.1 受纳水体环境质量现状调查

为了解厂址附近海域的海洋环境状况，目前已开展的调查工作的时间为 2019 年 7 月（夏季）、2019 年 10 月（秋季）、2020 年 1 月（冬季）、2020 年 4 月（春季），调查内容为海水水质、海洋生态、沉积物质量和生物质量调查。

水生生态调查设置海水水质大面站 50 个。

监测项目：pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、硝酸盐（NO_3^--N）、亚硝酸盐（NO_2^--N）、铵盐（NH^{4+}-N）、磷酸盐（PO_4^{3-}-P）、硅酸盐（SiO_3^{2-}-Si）、总磷、总氮、阴离子洗涤剂、非离子氨、总悬浮物、总有机碳、石油类、氰化物、硫化物、氟化物、硫酸根、钾、钠、钙、镁、铅、锌、镉、铬、汞、砷、硼、银、余氯、挥发性酚、多环芳烃、多氯联苯、铜、硒等。

观测层次：<10m，采集表层；≥10m，<15m，采集表、底层；≥15m，采集表、10m、底层。

监测方法：样品采集严格按《海洋调查规范》（GB/T 12763.4-2007）中第 4.4 节（样

品采集与贮存）以及《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中第一部分（样品采集、贮存与运输规定）执行。浅海水环境分析方法主要依据《海洋监测规范》（GB17378-2007）及自然资源部第三海洋研究所计量认证方法等相关规定的有关方法进行。

3.2.3.2 受纳水体环境质量评价

根据自然资源部第三海洋研究所目前已完成的2019年7月~2020年4月期间完成的夏、秋、冬、春四季海水生态调查结果，海水水质调查结果如下。

1）基本水文特征

调查水域夏季水深变化范围在3.0m~17.0m之间，平均水深8.0m；秋季水深变化范围在2.0m~22.0m之间，平均水深9.0m；冬季水深变化范围在1.0m~30.0m之间，平均水深8.8m；春季水深变化范围在2.0m~34.0m之间，平均水深7.5m。夏季水温介于25.3℃~31.5℃之间，平均值28.5℃；秋季水温介于23.9℃~25.8℃之间，平均值24.8℃；冬季水温介于12.1℃~13.7℃之间，平均值12.7℃；春季水温介于13.4℃~18.6℃之间，平均值14.2℃。夏季各站位的水色介于14~15之间，秋季各站位的水色均为14，冬季各站位的水色均为19，春季各站位的水色介于18~20之间。四个调查季节各测站透明度介于0.1m~1.3m之间，四个调查季节各测站电导率介于30095μS/m ~50046μS/m之间，四个调查季节各测站盐度介于14.858~29.320之间，四个调查季节各测站浊度值介于1.1 NTU ~1665 NTU之间。

2）海水水质

四个调查季节大面站航次调查中，溶解氧、非离子氨、阴离子表面活性剂、氰化物、硫化物、挥发酚、铜、锌、镉、总铬、砷、硒基本符合一类海水水质标准。COD、BOD_5、铅、汞、石油类部分站位基本符合二类海水水质标准。水色、透明度、电导率、盐度、浊度、pH值、悬浮物、活性硅酸盐、总氮、总磷、总有机碳、氟化物、银、锰、硼、多氯联苯、多环芳烃等未见异常。调查海域总体海水水质状况良好。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 调查依据标准规范

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）
- 《核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ 808-2016）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）
- 《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T 988-2005）

- 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）
- 《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ 681-2013）
- 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）

3.2.4.2 调查内容及范围

（1）工频电场、工频磁场强度：本项目将与1、2号机组共用已建的500kV 开关站，以已建共用开关站为中心的半径0.5km 的环形区域以及电力出线送电走廊两侧50m带状区域；

（2）射频综合场强：调查范围为本工程核电厂厂址周围 5km 范围内环境敏感区域。

3.2.4.3 监测方法

依据相应监测标准进行现场监测，具体监测方法及要求如下：

（1）工频电场/工频磁场强度

依据《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ 681-2013），监测仪器的探头架设在地面（或立足平面）上方 1.5m 高度处，每个测点位置上分别测量工频电场与工频磁场强度。

（2）射频综合场强

根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996），每个测点使用非选频式辐射测量仪，分别测量离地 1.7m 的射频综合场强。

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

3.2.4.4 监测仪器

本次调查监测投入射频综合场强仪 4 台、工频场强仪 3 台，其性能指标等参数详见表 3.2-1。

3.2.4.5 监测时间及天气

2019 年 11 月 19 日~11 月 22 日、11 月 26 日对三门核电 5、6 号机组工程厂址周围电磁环境进行了现场调查（由于 2 号机组并网时间为 11 月 27 日，在现场测量时段 2 号机尚未并网运行，因此只监测了 1 号主变）。由表 3.2-2 可知，监测期间气象条件符合监测规范及仪器使用要求。

3.2.4.6 电磁辐射源调查

根据现场踏勘资料，厂址区域现有工频电磁辐射源主要为已建正常运行的 1、2 号机组 220kV 和 500kV 开关站、220kV 银核变，已建输电线路有 500kV 回门 5806 线、三浦

5805 线，220kV 悬核 2Q35 线，其类别、规模、位置等信息见表 3.2-3。

厂址周围 5km 范围内无雷达站、微波站等电磁设施，主要综合场强电磁辐射源有来自于移动、联通、电信三家运营商的 30 余座基站，其规模、位置等信息见表 3.2-4，基站分布图见图 3.2-1。

3.2.4.7 监测点设置

本次监测根据规划厂区环境情况监测点设置如下：

a）工频电磁环境监测点位共17个，分布图见图3.2-2。

b）射频电磁环境监测点位共 14 个，分布图见图 3.2-3。

3.2.4.8 电磁辐射现状监测数据

三门核电项目 5、6 号机组工频电场/工频磁场强度监测结果见表 3.2-5。

三门核电项目 5、6 号机组工程射频综合场强监测结果见表 3.2-6。

3.2.4.9 电磁辐射现状评价标准

（1）工频电磁环境评价

a）已建 1、2 号机组工频电磁环境现状

由表 3.2-5 监测结果可知，三门核电 1、2 号机组周围各监测点位现状监测工频电场强度为 1.55~219.93V/m，工频磁感应强度为 0.5682~1.3176μT，均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场限值 4kV/m，工频磁感应强度限值 100μT 的评价标准。

b）已建开关站工频电磁环境现状

由表 3.2-5 监测结果可知，三门核电厂已建开关站周围各监测点位现状监测工频电场强度为 1.05~1277.10V/m（主要受 500kV 回门 5806 线、三浦 5805 线影响），工频磁感应强度为 0.0367~2.0452μT，均符合《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)工频电场限值 4kV/m，工频磁感应强度限值 100μT 的评价标准。

c）已建线路工频电磁环境现状

由表 3.2-5 监测结果可知，三门核电厂址区域现有送电线路周围各监测点位现状监测工频电场强度为 4.78~84.11V/m，工频磁感应强度为 0.0834~0.2181μT，均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场限值 4kV/m，工频磁感应强度限值 100μT 的评价标准。

d）5、6 号机组及其送电线路拟建址工频电磁环境现状

由表 3.2-5 监测结果可知，三门核电项目 5、6 号机组拟建处及拟建送电线路周围各监测点位现状监测工频电场强度为 0.05~7.23V/m，工频磁感应强度为 0.0073~0.0419μT，均

符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场限值 4kV/m，工频磁感应强度限值 100μT 的评价标准，工频电磁辐射环境现状良好。

（2）射频电磁环境评价

由表 3.2-6 射频综合场强监测结果可知，三门核电厂址周围 5km 范围内各监测点位现状监测的射频综合场强为 0.14~0.72V/m 远远小于标准限值 12V/m，各监测点位在各自不同时间段的监测值没有明显变化，监测结果未见异常，各监测结果均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）电场强度 12V/m 的评价标准。

3.2.4.10 电磁辐射现状监测质量保证措施

本次调查及评价工作严采取的主要质量保证措施有：

（1）项目监测前已事先依据工作大纲和质保大纲制定监测方案及实施细则；

（2）依据工作大纲合理布设监测点位，保证各监测点位的代表性、可行性和可比性；

（3）监测仪器的响应频率、量程等符合被监测对象的有关参数，准确获取符合实际辐射水平的测量结果；

（4）电磁辐射监测方法采用现行有效的国家标准、行业标准和地方标准分析方法，监测人员持有国家辐射环境监测技术中心颁发的专业技能考核合格证。负责监测过程内部质量监督的人员持有浙江省合格评定协会颁发的内审员证书，并经公司内部授权任命，负责监测数据审核和专题报告审核的人员具备高级工程师资格；

（5）监测仪器经计量部门定期检定，检定合格并且监测日期在检定有效期内；

（6）每次测量前、后均检查仪器工作状况是否正常；

（7）建立完整的现状监测资料档案，资料内容包括仪器和探头的校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据等，以备复查；

（8）严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术总负责人审定。

3.2.4.11 电磁辐射现状监测结果评价

三门核电 5、6 号机组工程厂址周围电磁辐射环境现状监测结果表明：

5、6 号机组拟建厂址及其配套线路拟建厂址周围各监测点位的工频电场强度、磁感应强度现场测量值均未见异常，电磁环境现状良好；已建 1、2 号机组主变、500kV 和 220kV 开关站以及已建送电线路周围各监测点位的工频电场强度、磁感应强度现场测量值均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4kV/m，工频磁感应强度 100μT 的评价标准要求。

三门核电厂址周围 5km 范围内各监测点位现状监测的射频综合场强为 0.14~0.72V/m，各监测点位在各自不同时间段的监测值没有明显变化，监测结果未见异常，均符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）电场强度 12V/m 的评价标准要求。

综上所述，三门核电 5、6 号机组工程厂址周围电磁辐射环境质量现状整体较好，现场监测的工频电场强度、工频磁场强度以及射频综合场强均能符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4kV/m，工频磁感应强度 100μT，射频综合电场强度 12V/m 的的控制限值。

表 3.1-1（1/2） 环境监测管理程序与技术规程清单

序号	程序编号	版次	程序名称
管理程序			
1	G-EM-GBP-600	4	环境监测管理
2	G-EM-GBP-601	5	环境监测方案
3	G-EM-GBP-602	3	气象观测管理
4	G-EM-GBP-603	3	环境监测质量保证
5	G-EM-GBP-604	3	环境实验室管理
6	G-EM-GBP-605	4	环境实验室化学试剂管理
7	G-EM-GBP-606	3	环境实验室物资管理
8	G-EM-GBP-607	4	实验室测量仪器管理规定
9	G-EM-GBP-608	4	环境样品编码管理
10	G-EM-GBP-609	1	保留样品管理
11	G-EM-GBP-611	3	环境监测取样管理
12	G-EM-GBP-650	3	环境监测车的管理
13	G-AD-GBP-155	6	环境监测楼安全管理
14	G-EP-GBP-213	6	场外应急指挥实验室管理规定
技术规程			
15	G-XXER-X6P-001	4	土壤、海滩土样品采集及处理
16	G-XXER-X6P-002	4	生物样品采集规程
17	G-XXER-X6P-003	5	生物样品前处理及制样规程
18	G-XXER-X6P-004	5	海水及海底泥采集规程
19	G-XXER-X6P-005	5	地表水、地下水采集规程
20	G-XXER-X6P-006	4	空气中 H-3 的取样规程
21	G-XXER-X6P-007	5	空气中 C-14 取样规程
22	G-XXER-X6P-008	5	气溶胶和气碘采样规程
23	G-XXER-X6P-009	5	大气沉降物采样规程
24	G-XXER-X6P-010	2	气象观测系统操作规程
25	G-XXER-X6P-011	5	气象与环境监测系统操作规程
26	G-XXER-X6P-012	5	环境贯穿辐射瞬时测量规程
27	G-XXER-X6P-013	6	环境γ累积剂量测量规程
28	G-XXER-X6P-014	6	DSPECjr2.0γ 谱仪系统操作规程
29	G-XXER-X6P-015	4	超低本底液闪谱仪操作规程
30	G-XXER-X6P-016	5	低本底总α、总β测量操作规程
31	G-XXEP-X6P-017	4	原子吸收光谱仪操作规程
32	G-XXEP-X6P-018	4	紫外可见分光光度计操作规程
33	G-XXER-X6P-019	5	热释光测量系统操作规程
34	G-XXER-X6P-020	4	真空冻干机操作规程
35	G-XXER-X6P-021	4	电解浓缩装置操作规程
36	G-XXER-X6P-022	4	有机氚碳燃烧装置操作规程
37	G-XXER-X6P-023	4	氧弹燃烧装置操作规程
38	G-XXER-X6P-024	5	空气中 C-14 的测定

表 3.1-1（2/2） 环境监测管理程序与技术规程清单

序号	程序编号	版次	程序名称
技术规程			
39	G-XXER-X6P-025	4	空气中 H-3 的测定
40	G-XXER-X6P-026	4	环境气溶胶总 α、总 β 放射性测量规程
41	G-XXER-X6P-027	4	大气沉降物中总 β 放射性测量规程
42	G-XXER-X6P-028	5	水中 H-3 的测定
43	G-XXER-X6P-029	4	水中 Cs-137 测量规程
44	G-XXER-X6P-030	4	水中 Sr-90 的测定
45	G-XXER-X6P-031	4	水中 γ 核素的测定
46	G-XXER-X6P-032	4	生物样品中 C-14 的测定
47	G-XXER-X6P-033	5	生物样品中组织自由氚的测定
48	G-XXER-X6P-034	5	生物样品中有机氚的测定
49	G-XXER-X6P-035	4	牛奶中 I-131 测量规程
50	G-XXER-X6P-036	4	生物样品中 Sr-90 的测定
51	G-XXER-X6P-037	5	土壤中 Sr-90 的测定
52	G-XXER-X6P-038	5	取排水口海水常规化学分析规程
53	G-XXER-X6P-039	4	环境监测数据处理规程
54	G-XXER-X6P-040	4	沉降灰中 Sr-90 的测定
55	G-XXER-X6P-041	4	沉降灰中总 α 放射性测量规程
56	G-XXER-X6P-042	4	水中总 α 放射性测量规程
57	G-XXER-X6P-043	4	水中总 β 放射性测量规程
58	G-XXER-X6P-044	1	便携式多道谱仪系统操作规程
59	G-XXER-X6P-046	2	废液采样站取样操作规程
60	G-XXER-X6P-047	1	辐射环境无线应急监测系统操作规程
61	G-XXER-X6P-048	2	环境监测楼放射源操作
62	G-XXEP-GSP-002	9	应急监测方案

表 3.1-2 2019 年环境监测人员专业培训记录

序号	培训时间	培训项目名称	参加人员	考核结果
1	2019 年 1 月	多道 γ 谱仪原理及应用	环境监测岗位员工	结果合格
2	2019 年 2 月	液闪谱仪原理及应用	环境监测岗位员工	结果合格
3	2019 年 3 月	低本底 α、β 计数器原理及应用	环境监测岗位员工	结果合格
4	2019 年 4 月	H-3 测量方法	环境监测岗位员工	结果合格
5	2019 年 5 月	C-14 测量方法	环境监测岗位员工	结果合格
6	2019 年 7 月	非放分析技术	环境监测岗位员工	结果合格
7	2019 年 8 月	应急监测	环境监测岗位员工	结果合格
8	2019 年 9 月	环境监测楼危化品使用操作培训	环境监测岗位员工	结果合格
9	2019 年 10 月	放射性环境监测基础知识	环境监测岗位员工	结果合格
10	2019 年 11 月	放射性数据处理知识培训	环境监测岗位员工	结果合格
11	2019 年 9 月	实验室水中氚测量比对活动	氚岗位员工	比对结果合格
12	2019 年 9 月	实验室 CNAS 人员培训	参与认证项目的员工	通过

表 3.1-3（1/5） 环境监测仪器设备检定、校准记录

序号	设备编码	设备名称	型号	数量	有效期至[1)]	状态
1	MSC05-0012#002	氧弹压力表	SPAN 0-140bar	1	2020.2.1	合格
2	QTX99-0011	温湿度计	TH603A	12	——[2)]	送检中
3	YBZ01-0116	移液枪	BRAND 0.5-5ml	1	2020.11.19	合格
4	YBR06-0012	便携式γ剂量率仪	6150AD5/6150AD-b/H	1	2020.11.18	合格
5	YBR99-0065#001	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
6	YBR99-0065#002	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
7	YBR99-0065#003	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
8	YBR99-0065#004	高气压电离室	RSS-131	1	——[2)]	送检中
9	YBR99-0065#005	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
10	YBR99-0065#006	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
11	YBR99-0065#007	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
12	YBR99-0065#008	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
13	YBR99-0065#009	高气压电离室	RSS-131	1	2020.1.14	合格
14	YBR99-0065#010	高气压电离室	RSS-131	1	2020.8.11	合格
15	YBZ01-0115	移液枪	BRAND 0.5-10ul	1	2020.8.5	合格
16	TZZ99-0022#001	砝码	1-500mg	1	2020.3.3	合格
17	TZZ99-0022#002	砝码	1-200g	1	2020.3.3	合格
18	MSC05-0012#001	氧弹压力表	SPAN 0-140bar	1	2020.2.1	合格
19	YBR99-0065#011	高气压电离室	RSS-131	1	2020.8.11	合格
20	YBR05-0020	热释光读出器	Harshaw5500	1	2020.12.29	合格
21	MSC05-0011#001	有机氚碳氧化燃烧装置	MTT11/65/900	1	2020.3.16	合格
22	YBZ01-0099	自动移液器	梅特勒 0-5ml	1	2020.3.18	合格
23	YBC09-0003	溶氧仪	METTLER TOLEDO SG6	1	2020.4.15	合格
24	YBC02-0003	余氯比色计	奥利龙 AQ3070	1	2020.4.16	合格

表 3.1-3（2/5） 环境监测仪器设备检定、校准记录

序号	设备编码	设备名称	型号	数量	有效期至[1)]	状态
25	YBC99-0014#001	台式 pH 计	METTLER TOLEDO S220	1	2020.3.26	合格
26	YBC99-0014#002	台式 pH 计	METTLER TOLEDO S220	1	2020.3.26	合格
27	MSC01-0236#004	移液枪	100~1000μL	1	2020.3.31	合格
28	MSC01-0236#005	移液枪	100~1000μL	1	2020.3.31	合格
29	MSC01-0236#006	移液枪	100~1000μL	1	2020.3.31	合格
30	YBT01-0025#001	温湿度计	欧西亚 THG312	1	2020.3.30	合格
31	YBT01-0025#002	温湿度计	欧西亚 THG312	1	2020.3.30	合格
32	YBT01-0025#003	温湿度计	欧西亚 THG312	1	2020.3.30	合格
33	YBM11-0008	磅秤	METTLER TOLEDO 35kg	1	2020.3.26	合格
34	YBM11-0009	磅秤	METTLER TOLEDO 150kg	1	2020.3.26	合格
35	YBC07-0003	紫外-可见分光光度计	PE，Lambda35	1	2020.10.26	合格
36	YBM11-0004	电子秤	60kg，精度 2g	1	2020.3.26	合格
37	YBM04-0011#001	电子天平	XS204	1	2020.3.26	合格
38	YBM04-0011#002	电子天平	XS204	1	2020.3.26	合格
39	YBM04-0014#001	电子天平	XP205	1	2020.3.26	合格
40	YBM04-0014#002	电子天平	XP205	1	2020.3.26	合格
41	YBM04-0012#001	电子天平	XS603S	1	2020.3.26	合格
42	YBM04-0012#002	电子天平	XS603S	1	2020.3.26	合格
43	YBM04-0013#001	电子天平	XS802S	1	2020.3.26	合格
44	YBM04-0013#002	电子天平	XS802S	1	2020.3.26	合格
45	YBM04-0013#003	电子天平	XS802S	1	2020.3.26	合格
46	YBM04-0013#004	电子天平	XS802S	1	2020.3.26	合格
47	YBZ99-0025#001	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
48	YBZ99-0025#002	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格

表 3.1-3（3/5） 环境监测仪器设备检定、校准记录

序号	设备编码	设备名称	型号	数量	有效期至	状态
49	YBZ99-0025#003	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
50	YBZ99-0025#004	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
51	YBZ99-0025#005	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
52	YBZ99-0025#006	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
53	YBZ99-0025#007	程控烘箱	BINDER，FD240	1	2020.3.16	合格
54	YBZ99-0024#001	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
55	YBZ99-0024#002	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
56	YBZ99-0024#003	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
57	YBZ99-0024#004	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
58	YBZ99-0024#005	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
59	YBZ99-0024#006	程控马弗炉	Carbolite，AAF11/18	1	2020.3.16	合格
60	YBR99-0110	车载剂量率仪	IGS421	1	2020.4.13	合格
61	YBC99-0014#003	台式 pH 计	METTLER TOLEDO S220	1	2020.3.26	合格
62	YBC99-0014#004	台式 pH 计	METTLER TOLEDO S220	1	2020.3.26	合格
63	YBC05-0002#002	台式电导率仪	METTLER TOLEDO S230	1	2020.3.26	合格
64	YBE01-0009#004	数字万用表	FLUKE	1	2020.7.31	合格
65	YBE01-0009#003	数字万用表	FLUKE	1	2020.7.31	合格
66	YBC05-0002#001	台式电导率仪	METTLER TOLEDO S230	1	2020.3.26	合格
67	YBT01-0010	温湿度计	TH603A	3	2020.9.14	合格
68	YBR07-0032	α、β 表面污染测量仪	LB124	1	2020.8.10	合格
69	MSC99-0139	宽能锗型 γ 谱仪	GEM-FX8530P4-108	1	2021.10.26	合格
70	MSC99-0138	高纯锗 γ 谱仪	GEM 80P4-95	1	2020.08.05	合格
71	YBR02-0015	便携式碘化钠谱仪	CANBERRA Inspector1000	1	2020.08.12	合格
72	YBR07-0026#001	α、β 表面污染测量仪	6150AD5/6150AD-K	1	2020.8.27	合格

表 3.1-3（4/5） 环境监测仪器设备检定、校准记录

序号	设备编码	设备名称	型号	数量	有效期至	状态
73	MSC01-0140	水分测定仪	HS153 150g/0.001g	1	2020.3.26	合格
74	YBR07-0026#002	α、β 表面污染测量仪	6150AD5/6150AD-K	1	2020.8.27	合格
75	YBM06-0025#002	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	\	维修中，禁用
76	YBM06-0025#007	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	2020.12.15	送检中
77	MSC99-0237#004	大气 ^{14}C 取样器	HAGUE7000	1	2020.11.25	合格
78	YBM06-0026#001	便携式气溶胶取样器 1	CF-901 DIGITAL/230	1	2021.11.9	合格
79	YBM06-0026#002	便携式气溶胶取样器 1	CF-901 DIGITAL/230	1	\	维修中，禁用
80	YBR02-0013	移动式溴化镧谱仪	AGS911M	1	2020.10.26	合格
81	MSC99-0135#001	便携式 γ 谱仪（γ 谱）	ORTEC LaBr	1	2021.4.1	合格
82	MSC99-0135#002	便携式 γ 谱仪（γ 谱）	ORTEC LaBr	1	2021.4.1	合格
83	MSC99-0237#006	移动式 ^{14}C 取样器	HAGUE7000	1	2021.4.1	合格
84	MSC99-0237#002	大气 ^{14}C 取样器	HAGUE7000	1	2021.4.17	合格
85	YBM06-0025#008	气溶胶/碘取样器	VS23-1023CV-Digital/230	1	2021.4.1	合格
86	YBC99-0015	原子吸收光谱仪	AANALYST 400	1	2021.3.26	合格
87	YBR01-0003#001	低本底 α、β 测量仪	LB 770-5L/5330	1	2021.7.28	合格
88	MSC99-0127#001	超低本底液闪计数仪	QUANTULUS 1220	1	2021.7.28	合格
89	MSC99-0127#002	超低本底液闪计数仪	QUANTULUS 1220	1	2021.7.28	合格
90	YBM06-0023#001	便携式气溶胶取样器 2	CF100	1	2021.11.9	合格
91	YBM06-0023#002	便携式气溶胶取样器 3	CF100	1	2021.9.1	合格
92	YBR01-0003#002	低本底 α、β 测量仪	LB 770-5L/5330	1	2021.7.28	合格
93	YBR02-0014	便携式高纯锗多道谱仪	ORTEC DX100	1	2021.7.28	合格
94	YBM06-0025#001	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	2021.11.17	合格
95	YBM06-0025#003	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	\	维修中，禁用

表 3.1-3（5/5） 环境监测仪器设备检定、校准记录

序号	设备编码	设备名称	型号	数量	有效期至	状态
96	YBM06-0025#005	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	2021.11.17	合格
97	YBM06-0025#006	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	\	维修中，禁用
98	YBM06-0025#004	气溶胶、气碘取样器	VS23	1	2021.3.5	合格
99	MSC99-0237#003	大气 ^{14}C 取样器	HAGUE7000	1	2021.11.17	合格
100	MSC99-0237#001	大气 ^{14}C 取样器	HAGUE7000	1	——	送检中
101	MSC99-0237#005	大气 14C 取样器	HAGUE7000	1	2020.05.01	合格

表 3.1-4（1/2） 环境监测放射性标准源信息表

序号	核素	校准日期	出厂活度（Bq）	类别（I、II、III、IV、V 类）
1	Eu-152 内置源	2012.11.15	3.70E+04	豁免
2	Sr-90 内置源	2012.03.12	1.85E+07	V 类
3	H-3 液体源（标准源）	2013.12.08	3.34 E+03	豁免
4	C-14 液体源（标准源）	2013.12.08	1.70E+03	豁免
5	Eu-152 点源	2013.07.11	8.00E+04	豁免
6	Co-60 点源	2014.12.05	7.25E+04	豁免
7	Cs-137 点源	2014.12.05	4.66E+03	豁免
8	Ba-133 点源	2014.12.05	9.87E+03	豁免
9	K-40 粉末源	2014.12.05	8.15E+02	豁免
10	混合二氧化锰体源	2014.12.05	4.49E+04	豁免
11	H-3 液体源	2013.05.27	2.00E+04	豁免
12	C-14 粉末源（碳酸钙）	2013.06.05	5.00E+02	豁免
13	C-14 液体源	2013.06.03	3.00E+04	豁免
14	C-14 粉末源（碳酸钠）	2016.05.13	5.12E+04	豁免
15	混合滤膜源	2016.04.22	1.78E+04	豁免
16	Pu-239 面源	2016.04.19	5.13E+01	豁免
17	Sr-Y-90 面源	2016.04.19	3.72E+01	豁免
18	混合粉末源	2017.09.07	9.95E+04	豁免
19	Cs-137 液体源	2018.03.01	9.74 E+01	豁免
20	Sr-Y-90 液体源	2018.03.12	8.71 E+01	豁免
21	Am-241 面源	2018.08.20	3.7E+03	豁免

表 3.1-4（2/2） 环境监测放射性标准源信息表

序号	核素	校准日期	出厂活度（Bq）	类别（I、II、III、IV、V 类）
22	Sr-Y-90 面源	2018.08.20	3.7E+03	豁免
23	H-3 液体源	2018.12.21	1.00E+03	豁免
24	H-3 液体源	2018.12.21	1.02E+03	豁免
25	C-14 液体源	2018.12.21	2.99E+04	豁免
26	C-14 液体源	2018.12.21	4.42E+02	豁免
27	H-3 液体源（标准源）	2018.09.17	2.18 E+03	豁免
28	C-14 液体源（标准源）	2018.09.17	4.58E+03	豁免
29	I-131 液体源	2019.10.18	2.653E+04	豁免

表 3.1-5 2019 年全国放射卫生技术机构检测能力考核结果表

比对样品	比对项目	评价结果
土壤	U-238、Tl-208、Ac-228、K-40	合格
水	总 α、总 β	合格

表 3.1-6 2019 年全省辐射环境监测网络宇宙射线响应测量比对结果

比对仪器型号	测量点位	评价结果
RS Detection	原野	满意
	道路	满意
	室内	满意
	室内高剂量	满意
	综合平均	满意
6150AD	原野	满意
	道路	满意
	室内	满意
	室内高剂量	满意
	综合平均	满意

表 3.1-7 2019 年三门核电辐射环境实验室间水中氚测量比对结果

比对样品	比对项目	评价结果
水	H-3	满意

表 3.2-1 监测仪器一览表

序号	仪器类型	型号	仪器性能指标	检定证书编号	检定日期	检定有效期
1	工频场强仪	SEM600/LF-04	工频场强仪 频率范围：1Hz～400kHz 量程范围：工频电场：0.01V/m～100kV/m 工频磁场：1nT～10mT	XDdj2019-3217	2019.7.9	一年
2				XDdj2019-3215	2019.7.9	一年
3				XDdj2019-3216	2019.7.9	一年
4	射频综合场强仪	NBM550/EF0391	射频综合场强仪（1） 响应频率：100kHz～3GHz 量程：0.1V/m～320V/m	2019F33-10-1899169001	2019.7.16	一年
5		SEM-600/RF-06		XDdj2019-3174	2019.7.16	一年
6			射频综合场强仪（2） 响应频率：100kHz～6GHz 量程：0.2V/m～680V/m	XDdj2019-3172	2019.7.16	一年
7				XDdj2019-3173	2019.7.16	一年

表 3.2-2 监测期间气象条件

时间	温度℃	湿度%	天气	风速 m/s	大气压 hPa
2019 年 11 月 19 日	8~17	57~72	阴	2.4~4.6	102.5
2019 年 11 月 20 日	11~20	58~74	阴	3.4~4.8	102.3
2019 年 11 月 21 日	14~20	58~74	阴	1.6~3.3	102.5
2019 年 11 月 22 日	15~21	62~75	阴	0.8~3.3	102.0
2019 年 11 月 26 日	9~17	61~72	阴	1.8~4.4	102.5

表 3.2-3 三门核电厂址周围 5km 范围内 110kV 以上变电站、输电线路情况

<table>
<tr><th>类别</th><th>电压等级</th><th>站名（线路名）</th><th>额定功率</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="2">开关站</td><td>220kV</td><td>三门核电开关站</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>500kV</td><td>三门核电开关站</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>变电站</td><td>220kV</td><td>银核变</td><td>88 万千伏安</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="2">输电线路</td><td>500kV</td><td>回门 5806 线、三浦 5805 线</td><td>/</td><td>同塔双回路</td></tr>
<tr><td>220kV</td><td>悬核 2Q35 线</td><td>/</td><td>/</td></tr>
</table>

表 3.2-4 三门核电厂址周围 5km 范围内移动通信基站情况

公司/站名		方位	距离	功率
移动公司	核电厂	厂区内	0.58km	20W
	核电厂生活区		1.16km	20W
	核电厂工作区二		1.15km	20W
	核电中		0.56km	20W
	核电北		0.39km	20W
	三门核电厂四号宿舍楼		0.89km	10W
	核电厂隧道		1.49km	10W
	核电厂生活区室内分布		0.84km	10W
	核电厂工作区		1.28km	20W
	核电厂宣教文档办公楼		0.88km	10W
	核电招待所		0.92km	10W
	三门核电会所		0.82km	10W
	核电厂现场办公大楼		0.50km	10W
	核电厂综合办公楼		0.77km	10W
	赤头	西偏南	2.04km	20W
	六敖	西南	4.55km	20W
	六敖船厂	西偏南	4.65km	20W
	六敖三	西南	4.63km	20W
电信公司	三门六敖镇	西南	4.60km	20W
	三门六敖盖门塘村	西南	4.91km	20W
	三门六敖核电厂	厂区内	1.31km	20W
	三门六敖赤头		1.17km	20W
	三门核电厂宿舍楼		0.61km	20W
	三门健跳外岗	南偏西	0.71km	20W
联通公司	三门六敖相公殿	南偏西	3.44km	40W
	三门核电厂宿舍楼	厂区内	0.62km	40W
	三门六敖核电厂		1.33km	40W
	三门六敖盖门塘村	西南	4.92km	40W
	三门六敖赤头	东偏北	1.21km	40W
	三门健跳外岗	南偏西	3.83km	40W
	三门六敖永丰村	西偏南	3.83km	40W
	三门六敖镇	西南	4.59km	40W

表 3.2-5（1/4） 工频电磁场监测结果

序号	监测点位 名称		测量时间	天气情况 天气情况	天气情况 环境温度℃	天气情况 相对湿度%	天气情况 风速 m/s	天气情况 大气压 hPa	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μT)	备注
1	5、6 号机组拟建厂址		11 月 19 日 17:15~17:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.05	0.0073	——
2	1、2 号机组南侧围墙外		11 月 20 日 10:30~11:00	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	1.55	1.3176	——
3	220kV 开关站北侧		11 月 20 日 11:30~12:30						8.17	0.1545	——
4	220kV 开关站	东侧 5m	11 月 20 日 11:30~12:30						1.05	0.1294	——
		东侧 10m	11 月 20 日 11:30~12:30						1.68	0.1558	——
		东侧 15m	11 月 20 日 11:30~12:30						3.42	1.2398	——
		东侧 20m	11 月 20 日 11:30~12:30						3.47	0.3015	——
		东侧 25m	11 月 20 日 11:30~12:30						3.18	0.0977	——
		东侧 30m	11 月 20 日 11:30~12:30						2.11	0.0863	——
		东侧 35m	11 月 20 日 11:30~12:30						2.99	0.0615	——
		东侧 40m	11 月 20 日 11:30~12:30						2.94	0.0367	——
		东侧 45m	11 月 20 日 11:30~12:30						2.72	0.0454	——
		东侧 50m	11 月 20 日 11:30~12:30						2.57	0.0583	——
5	220kV 开关站西侧 5m		11 月 20 日 11:30~12:30						16.91	0.1825	——
6	500kV 开关站北侧 5m		11 月 20 日 11:30~12:30						89.99	0.3773	——

表3.2-5（2/4） 工频电磁场监测结果

序号	监测点位 名称		测量时间	天气情况 天气情况	天气情况 环境温度℃	天气情况 相对湿度%	天气情况 风速 m/s	天气情况 大气压 hPa	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）	备注
7	500kV开关站	东侧5m	11月20日 11:30~12:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	2.65	0.6341	——
		东侧10m	11月20日 11:30~12:30						7.05	0.4469	——
		东侧15m	11月20日 11:30~12:30						9.28	0.2876	——
		东侧20m	11月20日 11:30~12:30						9.90	0.1896	——
		东侧25m	11月20日 11:30~12:30						7.17	0.1377	——
		东侧30m	11月20日 11:30~12:30						8.95	0.1423	——
		东侧35m	11月20日 11:30~12:30						9.33	0.1550	——
		东侧40m	11月20日 11:30~12:30						7.76	0.0992	——
		东侧45m	11月20日 11:30~12:30						2.06	0.0940	——
8	500kV开关站西侧5m		11月20日 11:30~12:30						1277.10	2.0452	500kV线路影响
9	拟建送电线路（已建电缆沟上方）		11月20日 11:30~12:30						7.23	0.0419	受已建电缆影响
10	拟建送电线路（3、4号机组西		11月20日 11:30~12:30						0.23	0.0227	——
11	拟建送电线路（移动泵和移动		11月20日 11:30~12:30						0.36	0.0141	——
12	拟建送电线路（38厂房东南		11月20日 11:30~12:30						0.85	0.0897	——
13	1号机组主变西侧		11月20日 10:30~11:00						219.93	0.5682	——

表3.2-5（3/4） 工频电磁场监测结果

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th colspan="2">监测点位</th><th rowspan="2">测量时间</th><th colspan="5">天气情况</th><th rowspan="2">工频电场（V/m）</th><th rowspan="2">工频磁场（μT）</th><th rowspan="2">备注</th></tr>
<tr><th colspan="2">名称</th><th>天气情况</th><th>环境温度℃</th><th>相对湿度%</th><th>风速 m/s</th><th>大气压 hPa</th></tr>
<tr><td rowspan="12">14</td><td rowspan="12">500kV回门5806线、三浦5805线</td><td>中心线下</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td rowspan="12">阴</td><td rowspan="12">11~20</td><td rowspan="12">58~74</td><td rowspan="12">3.4~4.8</td><td rowspan="12">102.3</td><td>52.36</td><td>0.1159</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>51.47</td><td>0.1148</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>44.86</td><td>0.1119</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>32.34</td><td>0.1107</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>14.79</td><td>0.1084</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>8.83</td><td>0.1069</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>7.39</td><td>0.1012</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>6.06</td><td>0.0998</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>4.89</td><td>0.0941</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>4.78</td><td>0.0903</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>6.59</td><td>0.0866</td><td>——</td></tr>
<tr><td>南侧边导线外</td><td>11月20日 14:00~14:30</td><td>7.06</td><td>0.0834</td><td>——</td></tr>
</table>

表 3.2-5（4/4） 工频电磁场监测结果

序号	监测点位 名称		测量时间	天气情况	环境温度℃	相对湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	工频电场 (V/m)	工频磁场 (μT)	备注
15	220kV 悬核 2Q35 线	中心线下	11 月 20 日 14:40~15:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	84.11	0.1300	——
		南侧边导	11 月 20 日 14:40~15:10						81.64	0.1264	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						21.20	0.1356	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						11.99	0.1453	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						5.39	0.1561	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						7.09	0.1641	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						14.59	0.1705	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						22.41	0.1766	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						27.26	0.1850	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						34.72	0.1955	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						52.50	0.2035	——
		南侧边导线外	11 月 20 日 14:40~15:10						71.97	0.2181	——
16	500kV 开关站	南侧 5m	11 月 20 日 11:30~12:30						143.97	0.5913	——
		南侧 10m	11 月 20 日 11:30~12:30						198.37	0.4737	——
		南侧 15m	11 月 20 日 11:30~12:30						197.67	0.3693	——
		南侧 20m	11 月 20 日 11:30~12:30						198.52	0.2814	——
		南侧 25m	11 月 20 日 11:30~12:30						155.23	0.2212	——
		南侧 30m	11 月 20 日 11:30~12:30						138.91	0.1804	——
		南侧 35m	11 月 20 日 11:30~12:30						119.41	0.1463	——
		南侧 45m	11 月 20 日 11:30~12:30						82.67	0.0981	——
		南侧 50m	11 月 20 日 11:30~12:30						68.38	0.0790	——
17	拟建送电线路（3、4 号机组南		11 月 21 日 11:10~12:00	阴	14~20	58~74	2.6~3.3	102.6	0.21	0.2309	——

表 3.2-6（1/4） 射频综合场强监测结果

序号	监测点位	日期	时间	天气情况					综合场强值
				天气情况	环境温度℃	相对湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	（V/m）
1	5、6号机组拟建厂址	11月19日	16:20~16:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.30
		11月19日	17:30~17:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.32
		11月19日	23:00~23:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.31
		11月20日	0:10~00:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.28
		11月20日	9:30~9:40	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.31
		11月20日	10:40~10:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.31
		11月21日	11:10~11:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.32
		11月21日	12:20~12:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.32
		11月22日	9:30~9:40	阴	15~21	62~75	0.8~3.3	102.0	0.27
		11月22日	10:40~10:50	阴	15~21	62~75	0.8~3.3	102.0	0.29
2	海逸大酒店	11月19日	7:10~7:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.58
		11月20日	8:30~8:40	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.62
		11月20日	12:20~12:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.66
		11月21日	12:40~12:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.65
		11月21日	13:50~14:00	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.65
		11月26日	18:00~18:10	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.65
		11月26日	19:10~19:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.68
		11月26日	20:20~20:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.69
		11月26日	21:30~21:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.72
		11月26日	22:40~22:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.63
3	赤头村陈上谷民房前	11月21日	7:10~7:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11月21日	8:30~8:40	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11月21日	11:00~11:10	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.30
		11月21日	12:20~12:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.30
		11月21日	13:40~13:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.29
		11月21日	18:00~18:10	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11月21日	19:10~19:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.28
		11月21日	20:20~20:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.29
		11月21日	21:30~21:40	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.29
		11月21日	22:40~22:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.30
4	大冲村新居民点东侧	11月19日	7:40~7:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.42
		11月19日	8:50~9:00	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.44
		11月19日	11:10~11:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.47
		11月19日	12:20~12:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.45
		11月19日	13:40~13:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.46
		11月19日	18:00~18:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.48
		11月19日	19:10~19:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.45
		11月19日	20:20~20:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.42
		11月19日	21:30~21:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.48
		11月19日	22:40~22:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.45

表 3.2-6（2/4） 射频综合场强监测结果

序号	监测点位	日期	时间	天气情况					综合场强值（V/m）
				天气情况	环境温度℃	相对湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	
5	门头村4层民房	11月19日	7:20~7:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.17
		11月19日	8:30~8:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.16
		11月19日	11:00~11:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.19
		11月19日	12:10~12:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.19
		11月19日	13:30~13:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.20
		11月19日	20:00~20:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.19
		11月19日	21:10~21:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.20
		11月19日	22:40~22:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.20
		11月20日	11:00~11:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.20
		11月20日	13:00~13:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.18
6	双港村永丰27号	11月19日	7:20~7:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.27
		11月19日	8:30~8:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.32
		11月19日	11:00~11:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.28
		11月19日	12:10~12:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.32
		11月19日	13:20~13:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.29
		11月19日	20:00~20:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.29
		11月19日	21:10~21:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.29
		11月19日	22:40~22:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.31
		11月20日	11:00~11:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.26
		11月20日	13:00~13:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.29
7	里峙村西侧水库边	11月20日	7:10~7:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.32
		11月20日	8:40~8:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.35
		11月20日	11:10~11:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.36
		11月20日	12:20~12:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.37
		11月20日	13:40~13:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.35
		11月20日	18:00~18:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.33
		11月20日	19:10~19:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.38
		11月20日	20:20~20:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.37
		11月20日	21:30~21:40	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.36
		11月20日	22:40~22:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.34
8	前墩村北侧田地	11月20日	7:10~7:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.18
		11月20日	8:40~8:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.20
		11月20日	11:10~11:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.22
		11月20日	12:20~12:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.20
		11月20日	13:40~13:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.23
		11月20日	18:00~18:10	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.19
		11月20日	19:10~19:20	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.22
		11月20日	20:20~20:30	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.20
		11月20日	21:30~21:40	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.22
		11月20日	22:40~22:50	阴	11~20	58~74	3.4~4.8	102.3	0.24

表 3.2-6（3/4） 射频综合场强监测结果

序号	监测点位	日期	时间	天气情况					综合场强值
				天气情况	环境温度℃	相对湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	（V/m）
9	大湾 65 号南侧	11 月 21 日	7:20~7:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.14
		11 月 21 日	8:40~8:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.17
		11 月 21 日	11:00~11:10	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.15
		11 月 21 日	12:20~12:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.16
		11 月 21 日	13:40~13:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.18
		11 月 21 日	18:00~18:10	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.18
		11 月 21 日	19:10~19:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.16
		11 月 21 日	20:20~20:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.17
		11 月 21 日	21:30~21:40	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.15
		11 月 21 日	22:40~22:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.17
10	前潭村西北侧农田	11 月 21 日	7:10~7:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.23
		11 月 21 日	8:40~8:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.22
		11 月 21 日	11:10~11:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.25
		11 月 21 日	12:20~12:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.25
		11 月 21 日	13:40~13:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11 月 21 日	18:00~18:10	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11 月 21 日	19:10~19:20	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.26
		11 月 21 日	20:20~20:30	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11 月 21 日	21:30~21:40	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.27
		11 月 21 日	22:40~22:50	阴	14~20	58~74	1.6~3.3	102.5	0.26
11	盐灶 158 号南侧	11 月 19 日	7:10~7:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.21
		11 月 19 日	8:40~8:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.20
		11 月 19 日	11:00~11:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.23
		11 月 19 日	12:20~12:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.22
		11 月 19 日	13:40~13:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.24
		11 月 19 日	18:00~18:10	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.22
		11 月 19 日	19:10~19:20	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.20
		11 月 19 日	20:20~20:30	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.21
		11 月 19 日	21:30~21:40	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.24
		11 月 19 日	22:40~22:50	阴	8~17	57~72	2.4~4.6	102.5	0.24
12	下洋潭村 6 层民房南侧	11 月 26 日	7:00~7:10	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.21
		11 月 26 日	8:20~8:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.21
		11 月 26 日	11:10~11:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.23
		11 月 26 日	12:20~12:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.24
		11 月 26 日	13:40~13:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.23
		11 月 26 日	18:00~18:10	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.23
		11 月 26 日	19:10~19:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.21
		11 月 26 日	20:20~20:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.19
		11 月 26 日	21:30~21:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.22
		11 月 26 日	22:40~22:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.20

表 3.2-6（4/4） 射频综合场强监测结果

序号	监测点位	日期	时间	天气情况					综合场强值（V/m）
				天气情况	环境温度℃	相对湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	
13	平岗村村委会门口	11 月 26 日	7:10~7:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.25
		11 月 26 日	8:20~8:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.26
		11 月 26 日	11:00~11:10	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.27
		11 月 26 日	12:20~12:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.28
		11 月 26 日	13:30~13:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.25
		11 月 26 日	18:00~18:10	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.25
		11 月 26 日	19:10~19:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.27
		11 月 26 日	20:20~20:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.28
		11 月 26 日	21:30~21:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.28
		11 月 26 日	22:40~22:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.27
14	平岩村北侧路边	11 月 26 日	7:20~7:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.18
		11 月 26 日	8:40~8:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.18
		11 月 26 日	11:10~11:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.18
		11 月 26 日	12:30~12:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.20
		11 月 26 日	13:40~13:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.18
		11 月 26 日	18:10~18:20	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.21
		11 月 26 日	19:20~19:30	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.19
		11 月 26 日	20:30~20:40	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.18
		11 月 26 日	21:40~21:50	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.19
		11 月 26 日	22:50~23:00	阴	9~17	61~72	1.8~4.4	102.5	0.20

图 3.2-1 调查区域内基站分布图

图 3.2-2 三门核电 5、6 号机组工程厂址周围工频电磁环境监测点位图

图 3.2-3 三门核电 5、6 号机组工程厂址周围射频综合场强电磁环境监测点位图

第四章 核电厂

表

图

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂址总体规划

4.1.1.1 总体规划原则

• 厂址规划建设六台百万千瓦级核电机组，统一规划、分期建设。1、2 号机组建设两台 AP1000 机组及其配套辅助设施，目前已投产运行；3、4 号机组规划建设两台 CAP1000 机组及其配套辅助设施；本期工程 5、6 号机组建设两台华龙一号机组及其配套辅助设施，并考虑充分利用 1、2 号机组已建设施。

• 主厂房及其它承载力要求较高的设施尽量布置在埋深适宜、均匀完整、承载力满足要求的地基上。

• 在满足核安全要求的前提下，合理确定厂坪设计标高（安全重要建构筑物场地设计标高，简称“厂坪设计标高”，下同）。

• 冷却水取、排水系统和电力出线满足工艺流程，力求线路短捷、顺畅。

• 结合非居住区用地，合理规划用地范围，既满足分期建设的要求又节约用地和搬迁费用。

• 综合考虑工程分期建设情况、施工要求等因素，合理规划施工场地。

• 对外交通规划满足核电厂建造、运行和应急交通运输需要。

• 厂址总体规划与厂址附近城镇区域发展规划相协调。

• 满足分期建设的要求，减少后期施工对前期运行的影响。

• 尽可能利用已有设施，减少不必要工程投资。

4.1.1.2 厂区现状

（1）场地现状

场地平整已在 1、2 号机组工程施工时一次完成，原始地貌已不复存在。主厂区现状地面标高 11.70m 左右，厂址其它区域和施工场地现状地面标高 8.00~11.70m。主厂区西侧沿山体已修建截排洪设施。

厂区西侧 1、2 号机组目前已投产运行；厂区西南侧和西北侧厂前区及附属设施已建成；目前 3、4 号机组主厂房已完成负挖、循环水泵房已完成地下结构施工、循环冷却水进水管道已施工至主厂房区、排水暗涵部分已建成、主厂房南北两侧综合技术管廊正在施工。

厂区南侧为已建施工临建场地，由西南至东北依次为常规岛安装施工场地、核岛安装施工场地、核岛土建施工场地、常规岛土建施工场地和砂石料堆场。

混凝土搅拌站和砂石料堆场位于5、6号机组厂区范围内，其北侧为CV安全壳拼装场地，西侧为CA模块拼装场地及大吊车检修场地。

（2）取排水及海工设施现状

1、2号机组采用直流冷却方式，直流冷却水取自三门湾海水，从厂址北侧取水（盾构施工方式），南侧排水。 3、4号机组取排水规划方案与1、2号机组协调一致。

为避免海水冲刷和风浪的影响，防止设计基准洪水位条件下的波浪越浪威胁核岛的安全，1、2号机组建设时已在厂址周围临海侧修筑护堤，北护堤、东护堤、南护堤已基本修建完成，东南护堤尚未施工。

（3）电力送出设施现状

220kV开关站、网控楼、500kV开关站布置在全厂主厂区的西南侧，即1号机组南侧靠近山体位置处，已建2回500kV线路向西送出。1、2号机组建设时220kV开关站和网控楼厂房土建已按六台机组规模一次建设完成，500kV开关站目前仅用于1、2号机组。

（4）对外交通设施现状

已建成的主要进厂道路与次要进厂道路分别位于厂址西北侧和西南侧，均为二级公路；厂址北部5000吨级重件码头已投用，可满足华龙一号重件设备运输及吊装要求。

4.1.1.3 工程总体规划

总体规划包括厂坪设计标高的确定、主厂房位置的确定、电力出线、取排水及海工工程规划、对外交通运输规划、厂区工程规划、场地平整及防排洪规划等。

（1）厂坪设计标高

厂址设计基准洪水位（DBF）为8.22m（1985国家高程基准），综合考虑主厂房地基条件、土石方工程量、运行成本等因素，厂坪设计标高采用12.00m。

（2）主厂房位置

根据1、2号机组工程总体规划，六台机组主厂房建筑群布置南北海域之间的娘娘殿岗、狮子山、乌龟山一线山体上。综合考虑核电厂生产工艺流程、主厂房地基条件、用地条件以及分期建设的要求，5、6号机组主厂房由西南至东北向布置在厂址最东端，与1~4号机组主厂房建筑群呈53°夹角布置；主厂房采用核岛北向、常规岛南向并列布置，与全厂取排水方案和电力出线方向协调一致，工艺联系紧密。

6台机组反应堆厂房中心距离：

1号与2号----210m

2号与3号----240m

3 号与 4 号----210m

4 号与 5 号----275m

5 号与 6 号----230m

核岛地基为微风化岩体，常规岛地基主要为中等～微风化岩体。中等～微风化岩体均属于硬质岩，微风化岩体地基承载力特征值为 14.46MPa，剪切波速为 3152m/s，岩体基本质量级别为Ⅰ级；中等风化岩体地基承载力特征值为 4.50MPa，剪切波速为 1657m/s，岩体基本质量级别为Ⅱ～Ⅲ级；中等～微风化岩体能满足主厂房建筑群对地基均匀性与稳定性要求。

（3）取排水及海工工程

5、6 号机组循环水及重要厂用水采用直流冷却方式，冷却水取自三门湾的海水，采用东北取东南排方案。

取水工程拟采用岸边式取水方案，两台机组设置 2 个取水头部及 2 根取水隧洞，取水头部位于厂区东北侧深潭约-20m 等深线处，隧洞内径约 6.8m，两根取水管道总长度约 130m，海水通过取水隧洞进入联合泵房前池。

排水工程拟采用厂址东南侧深排方案，两台机组设置 2 根内径 6.5m 的排水隧洞，排水口附近海床标高约为-10m，两根排水隧洞总长约 1700m。

1、2 号机组建设时已在厂址周围临海侧修筑护堤，避免海水冲刷和风浪的影响，防止设计基准洪水位条件下的波浪越浪威胁核岛的安全。护岸主要设置在厂区的北侧、东侧和南侧。

（4）电力出线

厂址六台机组采用 4 回 500kV 出线线路，在厂址西侧向西出线。1、2 号机组已建成 2 回 500kV 线路接入回浦变；5、6 号机组新建 2 回 500kV 线路接入回浦变，并将 1、2 号机组 2 回 500kV 接至回浦的线路在回浦站外搭接，形成至宁海的 2 回 500kV 线路。

厂址六台机组采用 2 回 220kV 进线线路，由厂址西侧接入。1、2 号机组已建成 1 回 220kV 线路接入悬渚变，5、6 号机组新建 1 回 220kV 线路接入临港变。

最终接入方案以接入系统审查意见为准。

（5）厂区工程

5、6 号机组厂区用地范围至北、东、东南三面护堤，厂区用地东西方向长度约 500m，南北方向长度约 450m。主厂房布置在用地范围中部，其东北侧为冷却水设施区，南北两侧为辅助生产区。本期工程厂区规划详见 4.1.2 节“厂区总平面布置”。

（6）厂前区及附属设施

厂前区在 1、2 号机组工程时已进行了全厂统一规划，布置在银子岗南北两侧，主生产区西侧。厂前区靠近厂区出入口，与主要进厂道路和次要进厂道路相连，方便人员的进出和外界联系，并且厂前区面向两边大海，视野开阔。厂前区及附属设施全厂共用，5、6 号机组工程时在厂前区规划建设培训中心（EA）（位置待定）、宣传展览中心（EI）、运行支持中心（EK）、车队管理楼（EC）和北大门（UM）。

（7）施工场地

施工生产区包括施工生产临建区、砂石料加工厂、砂石料堆放场、混凝土搅拌站、模块拼装场地等；施工生活区在厂区外单独设置。

施工生产临建区：1、2 号机组工程已规划并建成了施工生产临建区（常规岛安装临建区、核岛安装临建区、核岛土建临建区、常规岛土建临建区），主要集中在厂址南部，面积约 25.62 hm^2，5、6 号机组工程施工时仍利用该区域作为施工生产临建区。

砂石料加工厂、砂石料堆放场、混凝土搅拌站：将位于 5、6 号机组建设用地范围内的砂石料堆放场、混凝土搅拌站及常规岛土建临建区东侧的砂石加工厂搬迁至厂址西南方向的小黄礁和大黄礁，面积约 8.99 hm^2。

CA、CV、SC 模块拼装场地：保留现有 CA 模块拼装场地；5、6 号机组建设用地与 CV 安全壳拼装场地及重件运输通道重叠，建设期间必须拆除，将 CV 安全壳拼装场地搬迁至 3、4 号机组循环水泵房东侧场地，该区域地基条件较差，需进行地基处理；大吊车检修场地利用 4 号机组北侧 32m 宽重件道路。另外在现有 CA 模块拼装场地和新建 CV 模块拼装场地周围增加 SC 模块拼装场地，为 3、4 号机组建设时使用。

（8）场地平整及防排洪

5、6 号机组所在场地在 1、2 号机组建设时已全部平整至地面标高 11.70m 左右，5、6 号机组工程建设时产生的土石方主要来自厂区负挖，主要包括核岛负挖、常规岛负挖、联合泵房负挖、循环冷却水进排水管道负挖、重要厂用水进排水管道负挖和综合技术廊道负挖，总负挖方量约为 143 万 m^3（实方）。厂区负挖的土石方主要用于混凝土骨料、二次回填等，需求量约 238 万 m^3；欠方约 66 万 m^3，考虑外购。

综合厂区土石方平衡情况，5、6 号机组厂区负挖的土石方量主要用于混凝土骨料、联合泵房施工围堰和回填东南护堤等，余（欠）方根据现场情况解决处理。

厂坪设计标高高于厂址设计基准洪水位，可使厂址免受海洋洪水威胁；沿厂址北、东、南三面临海处设置护堤，以确保厂址安全。

（9）对外交通运输

本期工程施工和运行期间对外交通运输利用1、2号机组工程时已建成的主要进厂道路、次要进厂道路和重件码头等运输设施。

①主要进厂道路

主要进厂道路起于核电厂西北侧厂区北大门，向西与国道228、原74省道（S224）岭三线相接，进出核电厂区方便快捷。道路全长约5.2km，采用二级公路标准，路面面层为水泥混凝土，路面宽度为17m，设计行车速度60km/h。

②次要进厂道路

次要进厂道路起于核电厂西南侧厂区南大门，西南方向与国道228、原74省道（S224）岭三线相接，沿线穿过猫头山隧道（长约700m）。道路全长约3.2km，采用二级公路标准，路面面层为水泥混凝土，路面宽度为9m，设计行车速度80km/h。

③重件码头

重件码头位于厂址西北部海域，天然水深-2.3m（1985 国家高程基准）左右。码头设计为1 个泊位，泊位长度122m，宽18m。码头可满足5000t 海运驳船或5000t 滚装海运驳船的停泊要求。码头配备2 台450t 桥式固定吊机，满足大、重件设备的装卸要求。码头通过引桥与厂区连接。

（10）厂址区域土地利用

核电厂非居住区范围以反应堆厂房为中心，半径500m。

核电厂规划限制区范围以反应堆厂房为中心，半径5km。

根据《国土资源部关于浙江三门核电一期工程建设用地的批复》（国土资源函字[2011]687号文），三门核电一期工程共计批准建设用地206.31hm^2。其中厂区用地181.08hm^2、进厂道路11.61hm^2、淡水管线0.76hm^2、猫头村搬迁安置地12.86hm^2，一期工程已按照国土资源部的发文要求办理了全部土地的征用手续。

5、6号机组工程用地面积为56.41hm^2，其中厂区用地21.80 hm^2，施工场地34.61 hm^2，均在一期工程批复用地范围内。厂区拟用地现状为5、6号机组预留建设用地。

（11）核电厂与附近城镇总体规划的关系

三门县距离厂址较远，城镇建设规划对核电厂没有影响。位于厂址西南方向6km 的健跳镇，与核电厂以山体相隔，远离核电厂，对核电厂没有影响。

（12）移民搬迁

厂址附近居民、村庄在1、2号机组工程建设时均已完成了搬迁和补偿，位于本期工

程非居住区范围之外，因此本期工程不涉及拆迁。

（13）厂址主要技术经济指标

厂址主要技术经济指标见表 4.1-1。

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.2.1 总平面布置原则

• 厂区总平面布置应与总体规划协调一致。

• 核岛、常规岛应尽量坐落在埋深适宜、承载力满足要求的均匀、稳定的地基上。

• 避免汽轮机飞射物危及与核安全有关的建、构筑物。

• 功能分区明确，合理划分放射区和非放射区。

• 放射性辅助生产设施尽量集中，布置在主导风向下侧并远离人员聚集区域。

• 合理布置主厂房、冷却水设施和开关站之间的平面位置，尽量使冷却水供、排水廊道及主变压器至开关站之间的输电线路短捷、顺畅。

• 各建、构筑物尽量紧凑布置，以节约、集约用地，并增大绿化面积。

• 各厂房的布置满足运输、防火、卫生、安全、管网布置及施工安装的要求。

• 因地制宜确定竖向布置方式，充分结合地形条件，减少土石方工程量，土石方挖、填量尽量就地平衡。

• 为工程施工提供最大便利，以便采取各项环保措施，减少对环境的不利影响。

• 配套辅助设施一次规划、分期实施。

• 满足分期建设的要求，减少后期施工对前期运行的影响。

4.1.2.2 建设规模及项目组成

本期工程 5、6 号机组建设两台华龙一号机组及其配套辅助设施，项目组成详见表 4.1-2 和表 4.1-3。

4.1.2.3 厂区总平面布置

综合考虑总体规划、工程地质勘察条件、工艺布置特点、配套辅助设施的布置要求和经济比较等诸多因素，确定本工程厂区总平面布置。

（1）主厂房区

主厂房区主要由核岛和常规岛及其附属建筑组成。核岛及其附属建筑包括反应堆厂房、安全厂房、电气厂房、燃料厂房、核辅助厂房、人员通行厂房、应急柴油发电机厂房、应急空压机房等；常规岛及其附属建筑包括汽轮发电机厂房、再生除盐水箱、仪用压缩空气储气罐、常规岛事故排油坑等。

部分辅助生产设施根据工艺要求（与主厂房生产联系密切），布置在主厂房周围，主要包括：主变压器和降压变压器平台（以下简称“主变”）、辅助变压器区域及公用 10kV 配电间、10kV 公用配电站、核岛/常规岛液态流出物排放厂房、放射性废油暂存库等。

（2）冷却水设施区

冷却水采用东北取东南排方案，取排水管道采用单元式盾构隧道取排水。联合泵房布置在主厂房东北侧，制氯站紧邻联合泵房南侧布置。受地基条件限制，联合泵房基础局部坐落在非基岩区。

两台机组设置一座虹吸井，布置在汽轮发电机厂房南侧。循环冷却水进水管道从联合泵房连接至汽轮机厂房东侧，循环冷却水排水管道从汽轮发电机厂房西侧连接至虹吸井。循环冷却水进、排水管线短捷顺畅。

（3）配电装置区

配电装置区包括 500kV 开关站（011）、220kV 开关站（012）和网控楼（014），布置在 1 号机组南侧靠近山体位置处，主变与开关站采用电缆廊道连接。5、6 号机组建设时利用已建开关站和网控楼，需新增系统设备。

（4）辅助生产区

辅助生产区包括放射性辅助生产区和非放射性辅助生产区。5、6 号机组尽可能共用 1、2 号机组已建辅助生产设施。为便于人员管理，将非生产工艺相关子项布置在控制区以外。

本期工程拟共用 1、2 号机组工程已建放射性辅助生产设施，包括厂址废物处理设施（51）、特种汽车库（52）、去污和热检修车间（53）、放射源库及流出物实验室（532）。此外，5、6 号机组建设时需对 1、2 号机组去污和热检修车间进行扩建，在 6 号机组东南侧保护区内新建新燃料组件运输中转贮存场地。

非放射性辅助生产设施的布置：5、6 号机组生产检修办公楼、大修控制中心布置在主厂房北侧，处于上风向；主厂房南侧由西向东依次布置生活污水加压泵站、污水系统油水分离器、厂区实验室、公共气体贮存区 1、空气压缩机房、氢气储存及分配站、厂区附加柴油发电机厂房、公共气体贮存区 2；厂区消防泵房布置在 6 号机组东侧；大修控制中心布置在 6 号机组北侧。由于 1、2 号机组已建化学品库（031）库容不足，本期工程在其东侧扩建化学试剂库 1 和化学试剂库 2；移动电源车库、龙门吊及环吊小车仓库布置在化学试剂库东侧；综合检修厂房在现有综合检修厂房（671）右侧扩建。

本期工程拟利用 1、2 号机组其它非放射性辅助生产设施包括油处理车间（221）、辅

助锅炉房（25）、淡水厂（30）、海水淡化厂房（31）除盐水厂房（32）、生活污水处理站（37）、仓库（66）、综合检修厂房（671）、模拟体厂房与技能培训中心（673）、重件道路（809）等。

（5）实物保护

厂区设置三道实体保卫围栏，包括控制区围栏、保护区围栏、要害区围栏。

（6）厂区竖向布置

本期工程厂坪设计标高为 12.00m，厂区竖向采用平坡式布置，场地排水采用有组织的管道或明沟排水系统。

（7）厂内道路

厂内运输主要是新燃料、乏燃料、固体废物、后勤供应等运输，均采用公路运输方式。

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

厂内道路分为重型路和轻型路，重型路布置在主厂房四周，路面宽度为 7m（主干道）；轻型路划分各分区，并与交通运输量较大的厂房相连，路面宽度为 4m（次干道及支路）。

沿控制区和保护区围栏内侧、要害区围栏外侧，设置巡逻通道。上述各级道路除满足生产运输要求外，部分还可兼作消防通道。

5、6 号机组厂区设置两个出入口，其中主出入口设置在 5、6 号机组北侧，通过厂区北护堤道路与北厂前区、主要进厂道路相连，生产运行人员沿厂区北护堤道路上下班；辅助出入口设置在 5 号机组常规岛西南侧，通过厂区南护堤道路与南厂前区、次要进厂道路相连，用于新、乏燃料、放射性固体废物运输、货物运输或厂区应急等特殊情况。

（8）绿化与美化

厂区划分绿化区和非绿化区。

非绿化区：本期工程保护区内为非绿化区，保护区内不进行绿化，保护区内除道路、广场外，均采用碎石铺地。

绿化区：保护区外为绿化区，可以栽种行道树、花木及加铺草坪等，以改善环境，充分运用和发挥绿化功能，为核电厂职工提供良好的工作环境。

工程建设完成后，厂址南部施工场地作为大面积集中绿化区或还耕。

（9）厂区主要技术经济指标

厂区主要技术经济指标见表 4.1-4。

4.1.2.4 环境保护相关设施的布置

本期工程中与环境保护相关设施包括核岛厂房、放射性辅助生产设施、废污水处理设施等，其它与环境保护相关设施如应急指挥中心、环境监测设施在1、2号机组工程时已建设。

（1）放射性厂房的布置

本期工程中带有放射性的厂房为反应堆厂房、燃料厂房、核辅助厂房、核废物厂房、核岛液态流出物排放厂房、常规岛液态流出物排放厂房、放射性废油暂存库、放射性机修及去污车间等。其中反应堆厂房、安全厂房、燃料厂房、核辅助厂房、核废物厂房是主厂房的一部分，是厂区布置的核心，布置在厂区中部；核岛/常规岛液态流出物排放厂房、放射性废油暂存库布置在5、6号机组常规岛之间；放射性机修及去污车间在1、2号机组工程已建三废区内扩建，集中布置在1、2号机组主厂房南侧。

放射性厂房集中布置，与相邻非放射性辅助生产设施的距离大于20m，远离厂前区和其它设施区，尽量避免放射性废物运输与人员交通的相互影响。

（2）废水、污水处理设施的布置

5、6号机组设置一座污水系统油水分离器，尽量靠近虹吸井布置在厂区南侧，便于管线连接。生活污水加压泵站布置在厂区西南角，与1、2号机组已建生活污水处理站采用管线连接。

4.1.2.5 环境保护措施

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

• 在总体规划中合理规划厂外设施的组成、规模和位置，尽可能将环境实验室、监督性监测前沿站、公众信息中心等规划在城市内，充分利用城市现有的公共资源，减少工程量及投资，并减少工程建设对环境的影响。

• 厂区总平面布置中尽量紧凑布局，节约用地。

• 厂区内保护区外区域充分进行绿化，减少水土流失，改善小区域气候。

• 尽量为工程施工提供便利，使施工活动对环境的影响降低至最小。

• 施工结束后，对厂区南侧施工场地还绿。

4.1.3 排放口布置

5、6号机组流出物排放点主要包括：液态流出物排放点和气载流出物排放点。

（1）液态流出物排放点

液态流出物排放点为排水口，位于厂址东南部海域排水隧洞端头，距征地边界线559m。

（2）气载流出物排放点

气载流出物排放点为反应堆厂房气载排放口（烟囱），排风口绝对标高为 77.7m。

5 号机组反应堆排风烟囱北距征地边界线 218m，南距征地边界线 363m。6 号机组反应堆排风烟囱北距征地边界线 198m，东距征地边界线 239m，南距征地边界线 326m。

4.2 反应堆和蒸汽-电力转换系统

4.2.1 概述

三门核电项目 5、6 号机组采用华龙一号压水堆核电机组。该核电机组由包括核反应堆及其核辅助设施的核岛和包括汽轮发电机及其辅助设施的常规岛组成。

反应堆堆芯由 177 组华龙一号燃料组件及其相关组件组成。堆芯等效直径 3.23m，堆芯活性段高度 3.66m。为了展平功率分布，首循环按铀-235 富集度的不同分三区装载；后续循环使用固体可燃毒物钆，并采用低泄漏或部分低泄漏的装载方式。堆芯燃料各区平均富集度将根据最终的堆芯燃料管理方案来确定。

由于核能的风险与电离辐射有关，因此总的核安全目标是在核电厂中建立并保持对放射性危害的有效防御，以保护人员、社会和环境免受危害。安全设计原理的最重要部分是纵深防御概念，它贯彻于安全有关的全部活动中，包括与组织、人员行为或设计有关的方面，以保证这些活动均置于重叠措施的防御之下，即使有一种故障发生，它将由适当的措施探测、补偿或纠正。三门核电项目 5、6 号机组的设计在贯彻纵深防御概念时采用了一系列多层次的防御，用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护：

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

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

——第三层次防御是必须提供附加的设备和规程以控制由某些预计运行事件的升级引起的事故工况的后果。为此，设置了一系列反应堆专设安全设施，如应急硼注入系统、

安全壳喷淋系统、快速卸压系统、蒸汽发生器辅助给水系统以及它们的支持系统，这些专设安全设施在事故工况时自动投入运行以控制事故产生的后果。

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

——第五层次即最后层次防御的目的是减轻可能由事故工况引起潜在的放射性物质释放造成的放射性后果。在设计中，要求有适当装备的应急控制中心并编制厂内和厂外应急响应计划。

4.2.2 核岛

4.2.2.1 堆芯部件

三门核电项目 5、6 号机组反应堆由反应堆压力容器、堆芯、堆内构件、堆内测量装置、控制棒驱动机构等部件组成。其中堆芯由 177 组 CF3 燃料组件及其相关组件组成。

4.2.2.1.1 燃料组件

CF3 燃料组件由 17×17 排列的燃料棒和燃料组件骨架组成，组件骨架包括上管座、下管座、格架、导向管和仪表管。导向管上下端通过机械方式与上下管座连接，通过焊接方式与格架连接，格架的内外条带相互嵌插焊接构成 17×17 排列的栅元，燃料棒插入格架栅元中，靠栅元的夹持保持径向定位，并与上下管座保持轴向间隙，为反应堆运行过程中燃料棒的轴向辐照生长提供空间，避免燃料棒与管座接触进而产生变形。

反应堆运行期间，冷却剂从下管座进入燃料组件，与燃料棒进行热交换，带走堆芯热量，并从上管座流出燃料组件。

4.2.2.1.2 相关组件

相关组件包括控制棒组件、一次中子源组件、二次中子源组件和阻流塞组件。其中控制棒组件为可动式相关组件，其余为固定式相关组件。各相关组件简述如下：

控制棒组件：由星形架和 24 根控制棒组成，具有启停堆、变更堆功率和紧急停堆的功能。

一次中子源组件：一次中子源组件的功能是在反应堆首次启动时提高堆芯中子通量至一定水平，使核测仪器能以较好的统计特性测出启动时中子通量的迅速变化，保证反应堆的安全启动。

二次中子源组件：二次中子源组件的功能是在反应堆再次启动时提高堆芯中子通量至

一定水平，使核测仪器能以较好的统计特性测出启动时中子通量的迅速变化，以保证反应堆的安全启动。

阻流塞组件：由压紧系统和阻流塞棒组成。用于装在未插入控制棒、可燃毒物棒和中子源棒的导向管中，限制冷却剂的旁通流量。

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

1) 系统功能

— 堆芯冷却和传热：在反应堆正常运行期间，反应堆冷却剂系统把堆芯核裂变产生的热量由冷却剂经蒸汽发生器传递给二回路的水，使其产生供汽轮机发电用的饱和蒸汽。

— 压力控制：在反应堆正常运行期间，通过稳压器控制冷却剂系统的压力，使其保持稳定。瞬态时，限制压力的变化范围，使其保持在允许的范围内。一旦反应堆冷却剂系统的压力达到安全阀的整定值时，则通过稳压器的安全阀和卸压阀将蒸汽排放到卸压箱来防止反应堆冷却剂系统的超压。

— 慢化中子和控制反应性：除了控制棒之外，反应堆冷却剂还作为慢化剂和反射层以及硼酸的溶剂，为反应性的控制提供了另一种独立的控制手段。并且保持冷却剂温度变化速率，确保不发生不可控的反应性变化。

— 压力边界：反应堆冷却剂系统作为压力边界，可以包容反应堆冷却剂，限制放射性物质的释放，构成防止放射性物质释放的一道屏障。

2) 系统描述

反应堆冷却剂系统由并联到反应堆压力容器的三条相同的传热环路组成。每条环路包括一台蒸汽发生器和一台反应堆冷却剂泵。在反应堆冷却剂一条环路上设置一台稳压器，用于反应堆冷却剂系统的压力控制。

反应堆冷却剂进入反应堆压力容器后，在堆芯吊篮和反应堆压力容器壁之间的环形流道中向下流动，至反应堆压力容器底部反向向上，通过堆芯达到出口，然后进入蒸汽发生器冷却，经反应堆冷却剂泵升压后再返回到反应堆压力容器。

稳压器通过波动管与一条主传热环路相连，波动管的布置与水平面有适当的夹角，减轻由于热分层效应引起的热应力和疲劳，防止波动管与稳压器之间连接的焊缝出现裂纹。

稳压器上部设有两条喷淋管线，此两条管线从两条主传热环路的冷段（反应堆冷却剂泵的出口）经总管接到稳压器的汽相空间。

在稳压器上设置有三条超压保护管线。在稳压器接管和到稳压器卸压箱的排放总管之

间的每条管线上串联安装有两台先导式安全阀。第一台安全阀起超压保护作用，正常时关闭。第二台安全阀起隔离作用，正常时开启。在第一台安全阀因故障不“回座”时，第二台安全阀保证隔离。

为了在严重事故下执行快速卸压功能，在稳压器上部还设置有快速卸压管线，分为两个冗余的系列。每个系列由一台电动闸阀和一台电动截止阀组成。两个系列都排放到稳压器安全阀的排放环管上，最终通过稳压器排放总管排到稳压器卸压箱。

反应堆冷却剂系统还包括反应堆压力容器高位排气系统，由正常排气和事故排气子系统两部分组成。事故排气子系统由两个冗余的并联系列组成，包括四个常关的电磁阀以及相连的管道、仪表等。

3) 主要设备

(1) 蒸汽发生器

蒸汽发生器用于生产饱和蒸汽。每台蒸汽发生器按满负荷运行时传递三分之一的反应堆热功率设计。蒸汽发生器的设计应能够在设计污垢系数及设计堵管量的条件下使电厂以额定的功率运行。

本工程的蒸汽发生器为 ZH-65 型，是立式自然循环 U 形管式。蒸汽发生器由两大部分组成，即用于使给水加热产生饱和蒸汽的蒸发段部分和用于将所产生的汽水混合物进行分离的汽水分离段部分。

蒸发段是由倒 U 形布置的因科镍-690 制成的传热管构成。一回路冷却剂在传热管内流动，二回路水的蒸发在传热管的外侧进行。

汽水分离段由分离器和干燥器组成。离开管束后的汽水混合物首先进入旋风分离器，通过离心作用除去大部分水分，然后进入干燥器。经干燥器分离后的蒸汽湿度小于 0.1%。干燥后的蒸汽通过位于上封头中央的出口接管流出蒸汽发生器。

(2) 反应堆冷却剂泵

反应堆冷却剂泵用于驱动高温高压的反应堆冷却剂，补偿系统的压力降，保证冷却剂在反应堆冷却剂系统中的循环。

主要部件包括泵壳、叶轮、隔热屏、下部径向轴承、密封件及电动机。

主泵上配置飞轮，以增加主泵的转动惯量，使主泵在丧失电源时有足够的惰转时间，保证驱动主泵向堆芯提供冷却剂。反应堆冷却剂进口在泵壳的底部，出口在泵壳侧面。

(3) 稳压器

稳压器是一个立式、带有半球形顶部和底部封头的圆筒形容器，它的下部封头放置在

圆筒形的裙座上。稳压器的主要功能是建立并维持压力，避免反应堆冷却剂在反应堆内沸腾。在正常运行时将反应堆冷却剂系统保持在恒定的压力下；在负荷瞬变时限制压力的变化。借助于加热和喷淋来控制水-汽平衡温度，从而保持所要求的冷却剂压力，将反应堆冷却剂系统的压力变化限制在一个允许的范围内，并防止其超压。

通过安全阀将稳压器内的蒸汽排放到卸压箱内，达到反应堆冷却剂系统的超压保护目的。

此外，稳压器的快速卸压阀具备严重事故条件下的安全卸压能力，避免出现高压熔堆。

(4) 卸压箱

稳压器卸压箱的功能是接纳来自稳压器的安全阀和快速卸压阀、安全壳内的余热排出系统的安全阀或化学和容积控制系统所释放的蒸汽，以及反应堆压力容器事故排气系统排出的气体，这些蒸汽通过与卸压箱内的水的混合达到冷凝和冷却。

卸压箱是一个卧式、带有椭圆形封头的圆筒形容器。

箱内通常容纳水和以氮气为主的气体。采用氮气是为了保证箱内压力以及便于定期分析可能聚集的氢和氧的含量。

(5) 反应堆冷却剂管道

反应堆冷却剂管道应能承受反应堆冷却剂系统预计运行工况的压力和温度，管道材料应具有抗腐蚀性并和工作介质相容，保证冷却剂的正常输运。

反应堆冷却剂系统共有三条环路，每条环路由三段管道组成。根据流体流动的方向，它们分别是：

热 段：即反应堆压力容器与蒸汽发生器之间的管段；

过渡段：即蒸汽发生器与反应堆冷却剂泵之间的管段；

冷 段：即反应堆冷却剂泵与反应堆压力容器之间的管段。

稳压器波动管与反应堆冷却剂管道的一条热段相连接。

4.2.2.3 主要辅助系统

反应堆辅助系统主要包括：化学和容积控制系统、反应堆硼和水补给系统、余热排出系统、燃料装卸和贮存系统、设备冷却水系统、蒸汽发生器排污系统、核取样系统和其他辅助系统（消防系统、通风系统等）。

反应堆辅助系统确保下列功能：

– 反应堆冷却剂容积控制和化学控制；

– 反应堆停堆和启动时排出余热；

– 反应堆换料期间燃料组件的装卸。

化学和容积控制系统，担负正常运行期间反应堆冷却剂系统的容积、化学和反应性的控制。事故（小破口、弹棒和卡棒等）时，保持反应堆冷却剂系统的水装载量，与反应堆硼和水补给系统一起能使反应堆停堆，并维持在热态次临界状态。该系统的主要设备（上充泵、除盐器和容积控制箱）布置在核辅助厂房内。

反应堆硼和水补给系统为化学和容积控制系统提供除盐除气水和硼酸溶液以及防止压力边界材料产生腐蚀的化学药剂。

余热排出系统，在停堆后，当反应堆冷却剂温度和压力已降至不能通过蒸汽发生器排出热量时，排出反应堆冷却剂系统中的衰变热。该系统布置在安全壳内，以避免经过核辅助厂房输送大量的反应堆冷却剂。

燃料装卸和贮存系统，用于新燃料组件的接收、燃料组件的更换、贮存和装卸运输。由于换料期间，从反应堆中卸出的乏燃料具有很强的放射性，要求在水下运输和贮存，这样既能看清操作又能有足够的辐射防护。燃料操作设备主要布置在反应堆厂房操作大厅和燃料厂房操作大厅，反应堆厂房和燃料厂房之间通过燃料转运通道连通或者隔离。乏燃料组件通过装卸料机从堆芯内卸出，通过燃料转运通道由水下运至燃料转运舱，用人桥吊车将乏燃料组件吊运至乏燃料贮存架内。经过一定的衰变时间，将乏燃料组件从贮存水池中取出，装入乏燃料运输容器，运往后处理厂。接收的新燃料组件贮存在新燃料贮存架内（干贮存），或乏燃料贮存水池中（湿贮存）。通过燃料转运通道将新燃料组件送入反应堆厂房，向堆芯装料。

消防系统是为核电厂可能发生火灾的场所提供灭火措施的系统。核电厂设计对可能发生的火灾隐患，采取了层层设防，一旦发生火灾，启用预先设置的各种行之有效的灭火设施灭火，使火灾危害降到最低限度。核岛厂房内的消防系统包括：核岛消防系统（含反应堆厂房、核辅助厂房、核废物厂房和核燃料厂房）、电气厂房消防系统（含电气厂房和运行服务厂房）、柴油发电机厂房消防系统、安全厂房消防系统及移动式和便携式消防设备。BOP各厂房包括泵站、除盐水站、办公楼、制氯站、辅助锅炉房、车间和食堂等，不存在较大的火灾危险，在厂房内均设置消火栓和手提式灭火器。常规岛消防系统，能通过自动水喷雾灭火系统、水喷水灭火系统、气体灭火系统以及消火栓和手提式灭火器，对常规岛内的一切火灾危险提供防护。

4.2.3 常规岛

常规岛主要包括汽轮机厂房及厂房内的系统和设备。

4.2.3.1 蒸汽-电力转换系统

蒸汽-电力转换系统接收来自核蒸汽供应系统的蒸汽，通过汽轮发电机组将热能转换为电能。本工程拟采用单轴、半转速、三缸四排汽、凝汽式汽轮机，汽轮机本体由一个双流高压缸和两个双流低压缸组成，它与 24kV（暂定）、三相、50Hz 的交流发电机直接相连，汽轮发电机组转速为 1500rpm，额定功率＞1215MW。

蒸汽-电力转换系统包括主蒸汽系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机旁路系统、汽轮机回热抽汽系统等。

主蒸汽系统功能是将蒸汽发生器产生的蒸汽输送至汽轮机发电，同时根据运行需要将主蒸汽输送至汽轮机旁路系统、汽轮机轴封系统、辅助蒸汽系统。

为了保护低压缸，减少对低压缸叶片的刷蚀，提高系统热经济性，在高压缸和低压缸之间设置了两台汽水分离再热器。其主要作用是将湿度较大的高压缸排汽经分离段除去水份，然后进入位于分离段上方的一级再热器、二级再热器接受再热，使蒸汽在流入低压缸之前，温度得到提高。

凝结水系统是汽机热力系统的一个主要组成部分，它的主要功能是将凝结水从热井抽出，升压后送至低压加热器进行加热，同时向汽轮机低压缸喷水系统、凝汽器旁路扩散装置等提供减温水。

主给水系统的功能是将除氧器中满足蒸汽发生器温度、含氧量要求的给水升压，经过高压加热器向蒸汽发生器提供所需给水。

汽轮机旁路系统的主要功能是在汽轮机启动和停运、甩负荷、跳闸和反应堆紧急停堆等工况下，可将过量的主蒸汽排至凝汽器，为反应堆提供一个人为负荷，平衡反应堆与汽轮机之间的功率差，确保机组的安全运行。

汽轮机回热抽汽系统的主要功能是利用汽轮机抽汽对凝结水和主给水进行加热，提高机组的热经济性，同时确保供至蒸汽发生器的主给水温度满足核岛的要求。机组配置 7 级回热抽汽，分别是两级高压加热器、四级低压加热器和一级除氧器。

4.2.3.2 凝汽器

汽轮机低压缸排汽、旁路系统排放蒸汽和其它汽水流体，进入凝汽器冷却和除氧。汽水凝结时的放热量由循环水带出，不凝结气体由凝汽器真空系统抽出。凝汽器由汽轮发电机组制造商成套供货。

凝汽器的热工设计符合美国热交换协会的法规和标准要求。凝汽器系双壳体、单流程、单背压表面式凝汽器，每个低压缸下部配有单独布置的凝汽器，两个凝汽器的热井由连通

管相连。凝汽器是由喉部、壳体、水室、热井等组成的全焊接结构。凝汽器喉部与低压缸排汽口刚性连接，底部与混凝土基础采用弹簧支撑。

凝汽器壳体由碳钢制成。复合低压加热器布置在凝汽器喉部。

凝汽器换热管采用钛管，每台凝汽器壳体内布置有两组钛管管束。蒸汽在凝汽器钛管管束附近冷凝成水，不凝结气体由凝汽器真空系统抽出。

凝汽器热井布置在管束的下方，设计有足够的空间，流经管束下部的部分蒸汽能进入该空间，回流加热管束底部的凝结水，从而减轻传热过程中出现的过冷现象。凝汽器热井装有液位计，在现场可观测到热井水位；在热井内装有液位控制器，用以将液位信号反馈到主控制室。

为保证凝汽器冷却管的表面清洁，达到设计的换热效果，每组管束配备一套胶球清洗装置，用以对冷却管内表面进行定期清洗。

常规岛热力系统及设备不产生放射性废物。

常规岛热力系统及设备运行及检修过程中产生热废水、非放射性含油废水。

热废水为常规岛管道、设备等放水，可能带放射性，排至汽机房非油污水池，经泵升压送至常规岛液态流出物排放厂房进行处理。

非放射性含油废水为汽机房检修、运行中产生的含油废水，排放至汽机房含油污水池，经泵升压送至含油生产废水油水分离池进行处理。

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

核电厂用水主要分为海水用水和淡水用水。

4.3.1.1 海水用水

核电厂的海水用水系统主要包括：

—循环水系统

—重要厂用水系统等

海水取自三门湾，作为核电厂循环水、重要厂用水等的水源，其取水条件好、水量充足可靠，可满足循环水、重要厂用水等的用水需求。

三门核电项目5、6号机组海水系统平均用水量（暂定）详见表4.3-1。

最大用水量：表4.3-1中除了重要厂用水的最大用水量为单台机组8800m^3/h，其他系统最大用水量与平均用水量相同。

三门湾取水条件好、水量充足可靠，可满足循环水系统、重要厂用水系统及其他海水

用水系统的取水需求，不会出现冷却水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统的情况。

4.3.1.2 淡水用水

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

（1）淡水用水量

1）施工期间用水量

施工期间的淡水用水主要由施工生产用水和施工人员的生活用水组成。施工生产用水主要包括混凝土浇注、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗和降尘等施工用水。

三门核电项目5、6号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为2215m^3/d，施工人员生活用水最大日用水量为843m^3/d，施工现场降尘和洗车用水量为155.2m^3/d。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为3543m^3/d。

2）运行期间用水量

运行期间的淡水供水系统主要包括饮用水系统、生产水系统、除盐水系统。

饮用水系统主要供给运行期人员的生活用水、采用生活水水质的生产用水、消防补充水、道路浇洒、洗车用水等。采用生活水水质的生产用水包括核岛、常规岛及其他 BOP 子项的生产用水，如水泵轴封水。

生产水系统主要作为常规岛热废降温水、锅炉降温水及空调冷冻机组冷却水的补充水，并作为消防补水的备用水源。

考虑管网漏损水量和未预见用水等，三门核电项目5、6号机组运行期正常运行日用水量约为7123m^3/d，最大日用水量约为12124m^3/d。

本工程正常运行设计耗水指标为0.034$m^3/s{\cdot}GW$。

（2）供水水源

三门核电项目5、6号机组淡水用水由1、2号机组已建的淡水厂和海水淡化设施二期工程提供，淡水厂的原水取自罗岙水库。

三门核电厂淡水厂的设计规模为25000m^3/d，海水淡化设施二期工程设计规模2x177m^3/d，其供水能力可满足5、6号机组淡水用水需求。

上述淡水水源水量充沛，核电厂不会出现因淡水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统的情况。

4.3.2 核电厂散热系统

核电厂散热系统主要包括循环水系统和重要厂用水系统。5、6 号机组拟采用直流冷却方式，直流冷却水取自三门湾的海水，水源充足可靠。

取排水工程拟采用“北取南排”方案，取排水工程总平面布置如图 4.3-1 所示。

取水工程拟采用岸边式取水方案，两台机组设置 2 个取水头部及 2 根取水隧洞，布置在厂区东北侧矶头位置处，取水隧洞中心标高约-13m，取水隧洞内径为 6m，两根取水管道总长度约 130m。海水通过取水隧洞进入联合泵房前池。

排水工程拟采用厂址东南侧深排方案，两台机组设置 2 根排水隧洞，排水口附近海床标高约为-9~-10m，排水隧洞内径为 6.2m，两根排水隧洞总长约 1700m。

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

三门核电厂 5、6 号机组项目规划厂址位于三门核电厂址东部，规划建设两台华龙一号百万千瓦级压水堆核电机组及其配套辅助设施，装机规模为 2×120 万千瓦。发电机额定电压 24kV（暂定），以发电机-变压器组单元接线升至 500kV，接入三门核电厂 500kV 开关站，与三门核电 1、2、3、4 号机组一起送出，本期不新增线路。

为核电厂配置厂外备用电源（或称辅助电源），电站设置 220kV 辅助开关站一座，1、2 号机组已建成 1 回进线，3、4 号机组工程已规划扩建 1 回 220kV 架空线进线，最终建成 2 回进线。厂外 220kV 备用电源经厂用备用变压器（或称辅助变压器）降至 10kV，作为核电厂厂用电的备用电源。

220kV 辅助开关站在厂用主电源丧失时，为电站提供连续供电的 10kV 电源，通过 10kV 配电盘向常备、应急设施供电。

4.4.2 开关站的选型和布置

500kV 和 220kV 配电装置采用 SF6 气体绝缘组合电器（GIS），户内布置。

核电厂 500kV 和 220kV 开关站位置在厂区的西部，出线向西。主变压器及其厂用备用变压器布置在汽轮机厂房附近。

4.4.3 与电力系统的连接

电站设置 500kV 主开关站一座，以 500kV 接入电网，主接线采用“一个半断路器接线”。1、2 号机组已建成 2 回进线、2 回出线。3、4 号机组工程已规划扩建 4 回进线（为 5、6 号预留），2 回出线，最终建成 6 回进线 4 回出线。根据工程进展顺序，本期工程拟将 5 号机组接入第 5 个完整串，6 号机组接入第 6 个半串。具体接入方案待下阶段论证后确定。

4.5 专设安全设施

4.5.1 概述

专设安全设施主要包括安全注入系统、安全壳喷淋系统、蒸汽发生器辅助给水系统。

4.5.2 安全注入系统

在发生反应堆失水事故时，安全注入系统提供冷却核燃料所需的手段，限制燃料元件包壳损伤和由此产生的裂变产物的释放，它能保证：

（1）冷却堆芯

1）任何失水事故工况下由安全注入系统注入堆芯的流量能充分排出堆芯产生的热量。使得：

— 燃料包壳的最高温度不超过1204℃；

— 燃料包壳的最大氧化厚度在各处都不超过包壳氧化前总厚度的17%；

— 水（或蒸汽）与包壳化学反应产生的氢气总量不超过假定所有包壳金属都起反应所能产生的氢气量的1%；

— 堆芯几何形状的任何改变都应能保持对堆芯进行冷却的能力；

— 堆芯能长期维持在足够低的温度（排出余热）。

2）安全注入系统能保证在事故下只有一小部分燃料元件可能受损坏。确保在事故下履行安全功能。

（2）堆芯补水

在蒸汽管道破裂事故工况下，安注系统的注入流量足以用来补偿由于不可控的蒸汽释放导致的反应堆冷却剂过冷而引起的容积变化。

（3）反应性控制

安全注入系统投运后，系统向堆芯注入来自内置换料水箱的含硼水，以控制堆芯的反应性。

安全注入系统的主要设备有：

— 2台中压安注泵；

— 3个安注箱；

— 2台低压安注泵；

— 1台水压试验泵。

系统投运后，中、低压安注泵从内置换料水箱(IRWST)取水，向一回路注水。

当反应堆冷却剂系统压力低于安注箱的压力时，安注箱注入。

水压试验泵用于反应堆冷却剂系统压力试验，并且在核电机组丧失全部交流电源时用来给主泵的轴密封供水。

4.5.3 安全壳喷淋系统

安全壳喷淋系统在发生设计基准事故情况下，提供从安全壳内迅速地排出余热和清除裂变产物所需手段，以确保安全壳内的压力、温度和释放到环境的裂变产物水平保持或降低到设计范围之内。

安全壳喷淋系统为每台机组专用，由两个实体隔离的相同系列组成，每个系列均能独立地满足喷淋功能的要求。

除在喷淋前期两个系列均从化学添加剂（NaOH）水箱取水外，该系统的两个系列之间没有任何直接连接。

（1）系统设计的考虑

1）排热能力考虑：

—该系统设计得能长期工作，可达几个月，这取决安全壳完整性对它的要求。

—喷嘴的设计能使液滴的直径符合最大限度地排热和尽可能高效除碘的要求。

—安全壳喷淋系统作为能长期冷却安全壳的手段，它的热交换能力应足以排出余热，通过降低安全壳内压力和温度来防止安全壳超过设计条件。

—按热阱温度等于历史记录的最高温度计算系统的热交换能力。

—支撑喷嘴的喷淋环尽可能布置在穹顶下最高处，使水滴落差尽可能大。

—喷淋管或喷淋环上的喷嘴的间距、位置、方位的选择使喷淋覆盖的面积尽可能大，在安全壳内尽可能均匀分布，重叠喷淋尽可能少，使喷淋能覆盖安全壳的横截面积。

2）对化学考虑

—选择 pH 值时，在保证其除碘效率下，尽可能减少腐蚀影响，限制金属与辐照分解的水发生反应时和金属腐蚀时产生的氢与氧的释放。

—采取了有利于化学添加剂溶液长期贮存措施，防止沉淀、化学反应和分解。并提供了防止添加剂冷却结晶措施。

3）单一故障准则的应用

安喷系统喷淋子系统的所有能动部件和非能动部件及化学添加子系统的能动部件遵守单一故障准则。

喷淋子系统由两个容量为100%且相互独立的系列组成。

热交换器的冷却由设备冷却水系统与重要厂用水系统二个容量 100%的独立的系列来

确保。

供电由两列独立电源保证，并由应急柴油发电机组作备用。

两列电源和两列冷却水各自之间都有实体分隔和布置上的分离。

（2）系统描述

安喷系统由两个子系统组成：喷淋子系统和化学添加剂子系统。

1）喷淋子系统

喷淋子系统由两个相同的系列组成。每个系列配有一台泵，一台由设备冷却水进行冷却的热交换器，两根位于穹顶的带喷嘴的喷淋环管。

系统启动后，安喷泵从内置换料水箱 IRWST 取水，5 分钟后与来自化学添加剂箱的氢氧化钠溶液混合后由喷嘴喷出。

2）化学添加剂子系统

化学添加剂子系统包括一个氢氧化钠贮存箱，靠喷射器从该箱吸取氢氧化钠溶液，在泵吸入口混合后经喷淋环管喷嘴喷出。化学添加剂子系统包括一个氢氧化钠混合和循环系统，以防止氢氧化钠结晶。

3）系统运行方式

当发生安全壳高高压力信号时，安全壳喷淋系统就自动投入运行。喷淋水经热交换器冷却后再进行喷淋。化学添加剂在喷淋信号 5 分钟后自动开始注入，在化学添加剂箱低液位时停止注入。

4.5.4 蒸汽发生器辅助给水系统

蒸汽发生器辅助给水系统属于专设安全设施。在任一正常给水系统发生事故时，辅助给水系统运行，能够确保向蒸汽发生器供应适量的水，以导出堆芯余热，直到反应堆冷却剂系统达到余热排出系统可投入的状态。此外，还应保证供水不会导致蒸汽发生器满溢。反应堆冷却剂系统的热量通过由辅助给水系统供水的蒸汽发生器传给二回路系统产生蒸汽；二回路系统蒸汽通过汽轮机旁路系统排入凝汽器或排向大气。

电站机组的设备包括两个辅助贮水池、一个泵子系统和一套与蒸汽发生器相连的给水管线，给水管线上装有流量调节阀和给水隔离阀。

辅助给水泵从辅助贮水池 001BA 和 002BA（内装适当 pH 值的除盐除氧水）吸水，并将其送入安全壳内主给水止回阀下游，靠近蒸汽发生器入口处的主给水管道内。

从辅助贮水池和与每台蒸汽发生器相连的注入管线通过取样来检查系统的水质。样品在非放射性实验室内进行分析。

辅助给水泵子系统主要设备包括：

——两台 50%流量的汽动泵(003PO、004PO)，它由蒸汽发生器主蒸汽隔离阀上游的主蒸汽管供汽，乏汽经过一个消音器排入大气。

——两台 50%流量的电动泵(001PO、002PO)，它由应急电源(柴油发电机)供电。

每台电动泵和每台汽动泵并联布置组成一个系列，都各自配置下列管道：

——吸水管线(来自辅助贮水池)；

——通向三台蒸汽发生器的出口管线(包括调节阀和电动隔离阀)。

如果热停堆时间超过 8 小时，辅助贮水池的正常贮水量不能满足要求。此时，可由除氧装置向辅助贮水池补水，以保证有足够的水带走一回路热量。

另外，在电站启动前，该装置还能对硼水补给水系统的贮水箱进行初次充水，以及在电站运行中当硼回收系统故障时，向硼水补给水箱补充除盐除氧水。

当电站用辅助给水系统启动时，除氧器装置向辅助贮水池补充除盐除氧水。

当失去厂外电源时，由应急柴油发电机向除氧装置的泵供电，且允许直接由常规岛除盐水分配系统（WCD）系统对贮水池进行补水。

除氧装置能使蒸汽发生器辅助给水中溶解氧的总含量保持在 0.01ppm 以下。

当任一正常给水设备不能使用时，辅助给水系统向蒸汽发生器供水，以导出堆芯余热，产生的蒸汽向大气排放，如果凝汽器可以使用时，则向凝汽器排放。

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

核电厂放射性物质最根本的来源是反应堆燃料芯块内的链式裂变反应，裂变产生的放射性核素基本上都包容在燃料元件芯块与包壳之内，只有极少量的裂变产物会由于燃料元件破损而泄漏到反应堆冷却剂中，或者由极少量的燃料元件加工制造过程中的表面铀沾污而直接进入主冷却剂。同时裂变产生的中子使反应堆冷却剂自身以及腐蚀产物、控制棒、硼酸和其它材料受到激活而产生中子活化及活化腐蚀产物。这些裂变产物和活化及活化腐蚀产物是主冷却剂系统及相关放射性系统的主要放射性来源。

4.6.2 放射性废液处理系统及源项

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（ZBR），

废液处理系统（ZLT），

核岛液态流出物排放系统（ZLD），

放射性废水回收系统（WSR），

核岛疏水排气系统（RVD）。

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：

化学和容积控制系统（RCV），

反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统（RFT），

蒸汽发生器排污系统（TTB），

常规岛液态流出物排放系统（WQB）。

4.6.2.1 硼回收系统（ZBR）

硼回收系统（ZBR）对来自化学和容积控制系统（RCV）和核岛疏水排气系统（RVD）的含氢反应堆冷却剂，先利用过滤、除盐和除气装置进行净化处理。然后，利用蒸发装置进行硼水分离处理，制取补给水和 4%（重量百分比）的硼酸溶液返回反应堆硼和水补给系统（RBM），复用于反应堆。

在燃耗末期，本系统还可对来自 RCV 系统的含硼浓度低的反应堆冷却剂下泄流用离子交换工艺进行除硼处理。

（1）设计基准

ZBR 系统为单机组布置，位于核辅助厂房。系统由净化、水与硼分离和除硼三部分组成。

本系统设计成能处理反应堆在基本负荷运行、负荷跟踪运行（12-3-6-3，50%满功率）、及各种运行瞬态时排放的含氢反应堆冷却剂。

本系统的前贮槽和净化部分可接收和处理来自 RCV 系统的最大下泄流（$31.4m^3/h$）。

中间贮槽的容积可以满足本系统前、后两部分独立运行，从而不影响反应堆的运行状态。中间贮槽共三个，每个贮槽的有效容积为 $350m^3$。

中间贮槽的容积能够容纳机组在燃料循环末期的两次冷停堆期间所产生的废液，即指：

— 冷停堆 6 小时；

— 温度升至反应堆零功率时的温度并保持反应堆零功率 1 小时；

— 返回冷停堆并保持此工况 6 小时；

— 升到满功率。

本系统蒸发部分将除气后的反应堆冷却剂分离为冷凝液和浓缩液，处理能力为 $3.5m^3/h$。冷凝液含硼量低于 5ppm，经冷却后通常可作为反应堆补给水复用。当一回路氚

的浓度高于控制值时，ZBR 冷凝液被送往 ZLD 系统监测、排放；浓缩液含硼量为7000ppm，质量合格时可作为 4%硼酸溶液复用。

（2）系统描述

ZBR 系统由三部分组成：

— 净化部分：包括前贮槽、过滤器、除盐器和除气装置。

— 水和硼酸分离部分：包括中间贮槽、蒸发装置、冷凝液监测槽和浓缩液监测槽。

— 除硼部分：包括阴床除盐器、混床除盐器。

反应堆排出的含氢反应堆冷却剂由两个前贮槽（001BA 或 008BA）接收。然后，用前贮槽泵（001PO，002PO）经除盐预过滤器（001FI）、阳床除盐器（001DE）、混床除盐器（003DE）、树脂滞留过滤器（003FI）净化后，进入除气塔（001DZ）进行脱气。去除了裂变气体、氢气和氮气的反应堆冷却剂由除气塔疏水泵（003PO，004PO）输送，经再生热交换器（001EX）与除气塔液体冷却器（001RF）冷却后进入中间贮槽（002BA、003BA 或 004BA）暂时贮存。

从除气塔排出的二次蒸汽经排气冷凝器（001CS）冷凝、冷却后，废气通过核岛疏水排气系统（RVD）送到废气处理系统（ZGT）的含氢废气子系统进行贮存衰变。冷凝液返回除气塔。

三个中间贮槽（002BA 或 003BA、004BA）共用一台输送和混合泵（007PO）。

用蒸发器供料泵（005PO，006PO）将除气后的反应堆冷却剂从中间贮槽送至外加热式自然循环蒸发器（001EV、002EV）的循环管线内，通过蒸发分离操作，得到浓度约 4%的硼酸溶液和冷凝液，经过冷却后分别收集在浓缩液监测槽（007BA，016BA）和冷凝液监测槽（005BA，006BA）内。经取样分析监测合格后，用浓缩液泵（014PO）和冷凝液泵（012PO，013PO）送到反应堆硼和水补给系统（RBM）的 4%硼酸贮存槽和反应堆补给水箱内待复用。

如果冷凝液中硼含量偏高（＞5ppm）时，则可以在未被污染的混床除盐器（006DE）进行除硼处理。

ZBR 系统的设备全部安装在核辅助厂房内。

（3）系统运行

a） 正常运行

前贮槽、除盐器和除气塔的操作都是自动连续进行的。蒸发和除硼操作是由操作人员按需要间歇进行的。

每个前贮槽在使用前，首先用氮气吹扫以降低气相中氧气的浓度。然后，再用 RBM 系统的除盐水从前贮槽开始，逐渐往后充填过滤器、除盐器，直至检查液体中氧的含量低于 0.1ppm（100μg/L）时才算合格。

前贮槽 001BA（008BA）覆盖着一定数量的氮气。在正常操作状况下，不排出气体，气体覆盖层压力随液位变化而变化，通常在 0.12 至 0.32MPa（绝压）之间变化。前贮槽除了有压力与液位检测报警外，槽顶气相与槽底液相管路上均设有安全阀可以保护贮槽。

前贮槽 001BA（008BA）的液位与压力检测系统自动控制除气塔 001DZ 的启动和停运。

前贮槽的正常液位控制在 10～32m^3 之间，以确保前贮槽在净化部分不能使用时，仍能贮存反应堆以最大排放速率（31.4m^3/h）送来的冷却剂至少半小时的量。

当一个中间贮槽被注满时，则手动关闭该槽的进料阀，打开另一个中间贮槽的进料阀。

蒸发操作前，要先用输送和混合泵 007PO 将中间贮槽中的料液连续搅动混合。然后，取样分析。

蒸发器手动启动，操作稳定后，改为自动运行。

蒸发产生的二次蒸汽经二次蒸汽冷凝器 003CS（004CS）冷凝后，再经冷凝液冷却器 003RF（004RF）冷却至 50℃，进入冷凝液监测槽 005BA（006BA）。

在冷凝液监测槽中的冷凝液通过取样分析后有以下几种出路：

— 如果冷凝液的水质满足反应堆补给水要求，则由冷凝液泵 012PO（013PO）将其直接送到反应堆硼和水补给系统(RBM)作补给水使用；

— 如果冷凝液中硼含量略高，则将其送到未被污染的混床除盐器 006DE 进一步除硼后送 RBM 系统作补给水使用；

— 如果冷凝液不合格，需再处理时，则用冷凝液泵 013PO（012PO）打回中间贮槽，重新经蒸发处理；

— 为了维持反应堆冷却剂中合适的氚浓度，将含氚量高的冷凝液送到废液排放系统（ZLD）排放。

蒸发器中的浓缩液自动排出，经浓缩液冷却器 005RF（006RF）冷却后进入浓缩液监测槽 007BA（016BA）。

在浓缩液监测槽中的浓缩液经取样分析后有以下几种出路：

— 如果浓缩液合格，则用浓缩液泵 014PO 送到 RBM 系统作为补给硼酸用；

— 如果浓缩液不合格（硼含量远小于 7000ppm，但其他指标合格），则经浓缩液泵

（014PO）返回到中间贮槽中去，重新用蒸发器处理；

— 如果浓缩液不合格，送到废液处理系统（ZLT）工艺排水缓冲槽待处理；

b） 特殊运行

— 在打开反应堆压力容器前，利用除气塔对反应堆冷却剂进行除气。

当 RHR 系统运行时，将 RCV 系统容控箱 RCV002BA 的进料液转送到本系统的前贮槽，经本系统的净化部分处理后，再送回到容控箱 RCV002BA。

这个工艺过程除了能减少反应堆开盖前的操作时间以外还可以增加净化效率。

— 用蒸发器对除盐水分配系统（WND）的除盐水除氧。

当 RBM 系统的水箱需补水时，可以用蒸发器对除盐水进行除氧，使其达到补给水要求。这是 ZBR 系统的一个特殊任务。此时，要求在蒸发器运行前，除盐水送入本系统的中间贮槽，蒸发后的二次蒸汽冷凝液送到 RBM 系统的补给水箱内。

— 对氧含量高的 RBM 系统补给水除氧。

这项操作也是本系统的一个特殊任务。其要求与上述相同，须在蒸发器运行前，将需除氧的补给水经由输送和混合泵 007PO 送入中间贮槽。然后，向选定的蒸发器供料。除氧后的冷凝液用冷凝液泵 013PO（或 012PO）送回 RBM 系统的补给水箱。

4.6.2.2 废液处理系统（ZLT）

废液处理系统收集、贮存和监测核电厂正常运行工况产生的含有放射性的废液，根据要求对各类废液进行处理。处理过的废液经监测合格后，通过核岛液态流出物排放系统（ZLD）向环境排放。

（1）设计基准

废液处理系统的设计基准是确保核电厂放射性液态流出物的年排放量低于国家规定的限值，使公众和运行人员所受的辐射照射满足“可合理达到尽量低”的 ALARA 原则。

废液处理系统是按容纳和处理核电厂正常运行产生的最大预期废液量和最大预期放射性活度、并留有适当的裕量而进行设计的。

（2）系统描述

放射性废液根据放射性浓度和化学成分由 RVD 系统分类收集。然后，送至 ZLT 系统贮槽分别贮存。按照废液的特性分别采用下述方法进行处理。

— 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，处理能力为 27.2m^3/h。地面排水量约为 5000m^3/a，服务排水量约为 1250m^3/a。

— 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，处理能力为

$8m^3/h$，去污因子为 10000～100000。工艺排水量约为 $2250m^3/a$。

— 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，处理能力为 3.5 t/h，去污因子为 1000，处理废液量约为 $1500m^3/a$。

设计中考虑了各类废液与每一种处理系列之间的横向联接，以便根据废液水质情况选择合适的处理方法。

地面排水接收槽的容积为 $3×50m^3$，化学排水接收槽的容积为 $3×50m^3$，工艺排水接收槽的容积为 $2×50m^3$，工艺排水缓冲槽 $1×20\ m^3$（单机组分别布置），化学排水缓冲槽 $1×20\ m^3$（单机组分别布置），监测槽的容积为 $2×50m^3$。

a） 除盐工艺包括：

— 两个工艺排水接收槽 ZLT001/002BA。工艺排水在贮槽中混和、取样分析。

— 一台工艺排水泵（001PO），用于废液的混和搅拌、取样分析和输送。当废液需要除盐处理时，用其将废液送往除盐净化装置。当废液的放射性浓度低于排放管理限值时，也用其将废液送往过滤器 ZLT002/012FI 过滤后经 ZLD 系统监测、排放。

— 一台预过滤器 ZLT004FI。用于去除悬浮物质，以保证除盐器效率。

— 一套化学试剂注入装置，本装置用于连续注入化学试剂，以破坏较难去除胶体的稳定性，从而有利于下游的活性炭床将这些杂质有效地去除。根据在线监测器取样结果调节化学试剂的注入量。

— 一台活性炭床 ZLT001DE，经上游注入絮凝剂后，通过 001DE 去除废液中的悬浮物、胶体和部分离子。

— 四台串联的除盐器 ZLT002/003/004/005DE。

— 一台树脂滞留过滤器 ZLT005FI。

经过处理后的废液进入监测槽 ZLT009/010BA。

b） 蒸发工艺包括：

— 三个化学排水接收槽 ZLT006/007/008BA， 用于废液的收集、贮存、混和、取样分析和预处理。

— 一台化学排水泵 ZLT003PO，用于 ZLT006/007/008BA 槽内废液的混合搅拌、取样分析和输送。

— 一化学中和站由酸、碱试剂槽和两台计量泵组成，用于调节接收槽中废液的 pH 值。

— 一蒸发处理设备包括：蒸发器供料泵 ZLT005PO、蒸发器预过滤器 ZLT001FI、预热器 ZLT001EX，加热器 ZLT001RE、蒸发器 ZLT001EV、旋风式分离器 ZLT001ZE、泡罩

塔 ZLT002ZE、蒸馏液冷凝器 ZLT001CS、蒸馏液冷却器 ZLT001RF、冷凝水冷却器 ZLT002RF 和冷凝水平衡槽 ZLT014BA。

蒸发浓缩液由浓缩液槽 ZLT020BA 收集。然后，用泵送至 ZST 系统浓缩液槽。

蒸馏液由两个监测槽（ZLT009/010BA）接收。

蒸发净化单元包括化学试剂注入装置，可调节蒸发器内废液 pH 值；当蒸发器处理易起泡的废液时，也可由本装置注入消泡剂。

蒸发净化单元和除盐净化单元设有集中和就地取样点，通过取样分析来监测废液的特性及处理效果。

对监测槽 ZLT009/010BA 中的废液进行取样分析。如果其放射性浓度和化学特性符合排放要求，则排往核岛液态流出物排放系统（ZLD）监测排放。否则，送至蒸发器重新处理。

c） 过滤工艺包括：

— 三台地面排水接收槽 ZLT003/004/005BA，用于地面排水和服务排水的收集、贮存、混和、取样分析及化学中和。

— 地面排水泵 ZLT002PO，用于废液的混和搅拌、取样分析和输送。

— 两台并联使用的过滤器 ZLT002/012FI。可以在不停止处理废液的情况下更换过滤器芯。

— 当地面排水接收槽内废液的放射性浓度高于排放管理限值时，可采用蒸发工艺处理，或由除盐单元处理。

与废液接触的设备的材料均为不锈钢，有较好的耐腐蚀性。

（3）系统运行

ZLT 系统总的运行原则如下：

— ZLT 系统有手动控制和自动控制两种控制方式，操作人员可在 IAW 工作站监测系统的运行。

— 每类废液的接收槽（包括工艺排水接收槽、化学排水接收槽及地面排水接收槽、）应保持有一个槽处于可接收废液的状态。接收槽充满后，要对槽内废液进行搅拌和取样。

— 根据取样分析结果，废液经过滤装置送往 ZLD 系统监测、排放；或由蒸发净化单元或除盐净化单元处理后送往 ZLD 系统监测、排放。

— 蒸发净化单元由手动启动，运行稳定后，即进入自动控制状态。

— 除盐器是手动启动的，运行稳定后，即进入自动控制状态。

4.6.2.3 核岛液态流出物排放系统（ZLD）

（1） 设计基准

a）核岛液态流出物排放系统逐槽收集下列来源的液态流出物，经混匀、取样分析、监测后有控制地稀释排放。

① 放射性液态流出物

— 硼回收系统（ZBR）：蒸发器产生的冷凝液。

— 废液处理系统（ZLT）：包括蒸馏液、经除盐器处理的液态流出物，经过滤器处理的液态流出物。

— 放射性废水回收系统（WSR）。

— 核岛疏水排气系统（RVD）排水。

— 核岛液态流出物排放系统（ZLD）地坑疏排水。

— 固体废物处理系统（ZST）的疏水。

② 常规废水

— 蒸汽发生器排污系统（TTB）蒸汽发生器排污液。

b）当因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（IRM）监测到液态流出物放射性浓度超过规定排放限值时，可暂存液态流出物。

c）将超过排放限值的放射性液态流出物送往废液处理系统（ZLT）处理。

（2） 系统描述

ZLD 系统设置三个 500m^3 的废液排放槽 ZLD001/002/003BA，排放槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个排放槽同时破裂溢出的全部流出物量。三个排放槽中一个用于接收液态流出物，一个用于液态流出物的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。

每个排放槽配有一台排放泵 ZLD001/002 /003PO，用于在取样、分析之前搅拌槽内液态流出物并排放或将液态流出物送往废液处理系统（ZLT）重新处理。

地坑泵 ZLD004/005PO 安装在地坑 ZLD001PS 内，地坑泵 ZLD007PO 安装在地坑 ZLD003PS 内。地坑泵将地坑内液态流出物送至排放槽。

三个排放槽有一根共用的排放管线及一根通往 ZLT 系统的管线。在排放管线上安装有一台辐射监测仪（IRM901MA）和受 IRM 控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀、一个止回阀及一个累计流量计。

贮槽的材料为碳钢内外涂涂料，其余设备的材料均为不锈钢。

排放管线厂房内的部分材料为不锈钢，TR 沟内的部分均为不锈钢。该管线上的其它

设备的材料采用不锈钢。

（3） 系统运行

正常运行时，三个 ZLD 排放槽中的一个接收液态流出物，一个混合、取样分析和监测排放液态流出物，另一个备用。各系统来的液态流出物在排放槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据液态流出物放射性水平及环境稀释能力来确定液态流出物的排放流量。

排放管上的 IRM 监测系统对排放槽内液态流出物有辅助监测作用。

当排放槽液态流出物放射性浓度超过排放限值时，液态流出物被送回 ZLT 系统化学排水接收槽重新进行处理。

ZLD 系统和 WQB 系统相连，互为备用。当 ZLD 系统的排放槽不能接收废水时，WQB 的备用排放槽将用于接收核岛的液态流出物。

4.6.2.4 放射性废水回收系统（WSR）

（1） 设计基准

本系统有选择地收集下列场所产生的放射性废液或可能带放射性的废液：

— 核岛厂房内放射性洗衣房排放废液，

— 核岛厂房内卫生出入口产生的放射性废液，

— 核岛辅助设施（BOP）的放射性机修及去污车间（HH 厂房）产生的机械去污废液和化学去污废液，

— 核岛辅助设施（BOP）的厂区实验室（BL 厂房）产生的废液。

收集的废液经贮存和取样分析后，废液被送往 ZLT 系统、ZLD 系统或 ZST 系统。

（2）系统描述

WSR 系统收集下列系统及场所的废液：

NA 厂房热淋浴间和热更衣间的地面排水靠重力收集于废水贮槽 WSR001/002BA 中。WSR001/002BA 内的废液经混匀和取样分析后，如果需要处理，将其经核岛疏水排气系统（RVD）送到废液处理系统（ZLT）进行蒸发或过滤处理，如果放射性水平低于排放限值，则直接由泵 WSR001/002PO 送往 ZLD 系统排放。

废水贮槽 WSR001/002BA 房间内的地坑 WSR003PS 收集的废液由地坑泵 WSR008PO 送往 WSR001/002BA。

洗衣房洗衣和初次漂洗的排放废液，经粗过滤后借助于重力流入废水贮槽 WSR003BA。二次漂洗的排放废液，借助重力流入废水贮槽 WSR004BA。WSR003/004BA 内的废液经

混匀和取样分析后，如果需要处理，将其经核岛疏水排气系统（RVD）送到废液处理系统（ZLT）进行蒸发或过滤处理，如果放射性水平低于排放限值，则直接由泵 WSR003/004PO 送往 ZLD 系统监测排放。

洗衣房废水贮槽 WSR003/004BA 房间内的地坑 WSR903PS 收集来自洗衣房的地面排水，并由地坑泵 WSR908PO 送往 WSR003/004BA。

WSR 系统 BOP 部分为两台机组共用，收集下列系统及场所的废液：

a) 放射性机修车间及去污车间排放废液

放射性机修及去污车间排放的化学去污废液靠重力流入化学去污水疏水箱 WSR202BA，经过混匀和取样分析后，由化学去污水排水泵 WSR202PO 送往 ZLT 系统的化学排水接收槽处理或送往 ZST 系统的浓缩液槽待固化处理。

放射性机修及去污车间排放的机械去污废液靠重力流入机械去污水疏水箱 WSR201BA，经过混匀和取样分析后，由机械去污水排水泵 WSR201PO 送往 ZLT 系统地面排水接收槽处理或送往 ZLD 系统排放。

b) 厂区试验室排放废液

厂区试验室排放废液靠重力流入厂区试验室疏水箱 WSR203BA，经过混匀和取样分析后，由厂区试验室排水泵 WSR203PO 送往 ZLT 系统地面排水接收槽处理或送往 ZLD 系统排放。

（3） 系统运行

— 核岛部分

当废水贮槽 WSR001/002BA 的液位达到高液位时，泵 WSR001/002PO 自动启动。当槽中液位达到低液位时，泵 WSR001/002PO 自动停运。每个贮槽均可就地取样，以测量废液的放射性浓度。

当废水贮槽 WSR003/004BA 的液位达到高液位时，泵 WSR003/004PO 自动启动。当槽中液位达到低液位时，泵 WSR003/004PO 自动停运。每个贮槽均可就地取样，以测量废液的放射性浓度。

— BOP 部分

a) 放射性机修及去污车间排放的化学去污废液

化学去污水疏水箱 WSR202BA 高液位报警信号通知操作人员水箱已充满。操作人员进行必要的处理后，根据取样分析结果，将废液送到 ZST 系统的浓缩液贮槽或 ZLT 系统的化学排水槽。出现低液位信号时，自动停泵。可以注入化学试剂调节废液的 pH 值，以

防止沉淀物在回路中沉积。

b) 放射性机修及去污车间排放的机械去污废液

机械去污水疏水箱 WSR201BA 高液位报警信号通知操作人员水箱已充满。操作人员可进行必要的处理，根据取样分析结果，将废液送往 ZLT 系统的地面排水槽或 ZLD 系统的贮槽。出现低液位信号时，自动停泵。

c) 厂区试验室排放废液

厂区试验室疏水箱 WSR203BA 的高液位信号自动启动泵。根据取样分析结果，将废液送往 ZLT 系统的地面排水槽或 ZLD 系统的贮槽。出现低液位信号时，自动停泵。

4.6.2.5 核岛疏水排气系统（RVD）

核岛疏水排气系统（RVD）为单堆布置。

本系统收集核岛内产生的所有放射性废液和废气，它们来自：

— 机组正常运行；

— 换料停堆、维修停堆各阶段及随后的启动；

— 设备维修及维修前设备排水；

— 正常泄漏和事故泄漏；

— 各种瞬态。

根据废物的特性（可复用或不可复用的废液、含氢或含氧废气）以及收集后的处理方式，这些废物将分别由各自的管网输送到核辅助厂房的硼回收系统（ZBR）、废液处理系统（ZLT）和废气处理系统（ZGT）。在反应堆发生事故以后，将高放废液再注入反应堆厂房。RVD 系统不直接履行安全功能（安全壳贯穿件除外）。但它起到限制放射性废物释放到环境中去的作用。

（1）设计基准

根据所收集的放射性物质的种类不同，RVD 系统分为六个独立的子系统：反应堆冷却剂疏水子系统、工艺疏水子系统、地面疏水子系统、化学疏水子系统、含氢废气子系统、含氧废气子系统。

RVD 系统采用的设计基准如下：

— 从与安全有关设备间来的废水，要防止由于疏水管线回流而造成与安全有关设备的淹没；

— 贯穿安全壳的疏水管线设置隔离阀；

— 非放射性疏水管道的设计和布置应保证不会掺入放射性污染的物质；

— 地坑泵有足够的能力，以防止在正常预期疏水期间地坑溢流；

— 采取预防措施在反应堆发生事故后使高放废液再注入反应堆厂房。

（2）系统描述

a）反应堆冷却剂疏水子系统

该系统收集含氢的反应堆冷却剂疏水和回路的泄漏。同时还收集当硼酸浓度发生变化时排出的反应堆冷却剂。这些废液被送至 ZBR 系统处理。

b）工艺疏水子系统

该系统收集含氧的反应堆冷却剂疏水和泄漏以及树脂冲洗水。这些疏水通常是化学成分含量低的放射性废液。对这些废液的收集和输送方法是：

— 送至核辅助厂房工艺疏水坑（RVD002PS），再用泵输送到 ZLT 系统；

— 由 ZLT 系统直接收集；

— 在事故工况时，一旦接收到高放射性信号，即将收集在核辅助厂房工艺疏水坑（RVD002PS）和燃料厂房工艺疏水坑（RVD008PS、009PS、012PS、013PS、508PS、509PS、512PS、513PS）的高放废液再注入反应堆厂房。

c）地面疏水子系统

该系统收集反应堆厂房、安全厂房、燃料厂房、核辅助厂房、电气厂房的地面疏水。这些疏水是化学成分含量不定的低放射性废水。这些废水按下述方法进行收集和输送：

— 由集水箱、排水沟和疏排管道收集；

— 用管道直接送至核辅助厂房地面疏水坑（RVD001PS）；

— 废水排至各自厂房的地面疏水坑中，用泵输送到 ZLT 系统；

— 核岛放化实验室来的放射性废水，同样也送到地面疏水坑，再用泵输送到 ZLT 系统；

— 在事故工况时，一旦接收到高放射性信号，即将收集在核辅助厂房地面疏水坑（RVD001PS）和安全厂房地面疏水坑（RVD014PS、514PS）的高放射废液再注入反应堆厂房。

d）化学疏水子系统

该系统收集核岛放化实验室、热机修车间的废水和来自处理含有放射性化学物质系统的疏水。

这些疏水通常是含有高化学成份的放射性废水。

除反应堆厂房的地面疏水被直接送到 ZLT 化学排水接收槽（ZLT006BA、007BA、 008BA），通常化学疏水被送至核辅助厂房的化学疏水坑（RVD003PS），再由泵输送到 ZLT 化学排水接收槽。

e）含氢废气子系统

该系统收集反应堆冷却剂系统、ZBR 系统除气塔运行中产生的含氢废气及用氮气吹扫各种箱体的覆盖层所产生的含氢废气。这些废气被送到 ZGT 含氢废气子系统进行处理。

f）含氧废气子系统

该系统收集反应堆在启动、冷停堆时设备排气及常压贮槽、手套箱等排气，这些废气被送到 ZGT 含氧废气子系统进行处理。

（3）系统运行

a）反应堆冷却剂疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

反应堆厂房产生的反应堆冷却剂疏水被收集到反应堆冷却剂疏水箱（RVD001BA），并由两台并联安装的泵（RVD001PO 或 RVD002PO）输送。

b）工艺疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

位置高于工艺疏水管安全壳贯穿件的系统和设备，工艺疏水靠重力收集到核辅助厂房的 ZLT 工艺排水缓冲槽。

在反应堆厂房标高在-6.70m 以上的系统和设备，工艺疏水收集到工艺疏水箱（RVD003BA），再用泵（RVD014PO）将废液送到核辅助厂房工艺疏水坑（RVD002PS）。工艺疏水箱（RVD003BA）有溢流管，可使超过溢流管的废水排到安全壳疏水坑（RVD031PS）。

其它厂房的系统和设备疏水输送方式：

— 送到核辅助厂房工艺疏水坑（RVD002PS），再用泵（RVD023PO、RVD024PO）输送到 ZLT 系统。

— 靠重力直接送到 ZLT 系统。

c）化学疏水子系统

本系统靠重力收集疏水，这些废水被送到化学疏水坑（RVD003PS），再用泵输送到 ZLT 化学排水接收槽。

d）地面疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它能在机组正常运行期间和各种预期瞬态期间保持连续

运行。

反应堆厂房标高-3.40m 以上的地面疏水由重力收集到安全壳疏水坑（RVD011PS），疏水坑装有多个水位探测器，根据预先设定的高高和低低液位整定值来分别控制泵的启动和关闭（逻辑）。这些疏水由泵将其送至核辅助厂房的地面疏水坑（RVD001PS）。

机组的计算机同时记录从一个液位到另一个液位的切换、泵的启动次数和每次启动的运行时间，以便探测安全壳内的泄漏。在安全壳疏水坑的总管上装有容积式流量计，该流量计位于安全壳外，周期性地显示从安全壳内排出的水量。

反应堆厂房标高-6.70m 以上的地面疏水由重力收集到安全壳疏水坑（RVD031PS），这些疏水由泵将其送至核辅助厂房的地面疏水坑（RVD001PS）。

位于反应堆堆腔和安全壳疏水坑（RVD011PS）之间的阀门（RVD608VE），正常情况下是关闭的，以便检测在反应堆冷却剂系统正常压力运行期间是否有泄漏进到堆腔里。

燃料厂房和安全厂房中的地面疏水通过重力收集到各自厂房的疏水坑，再用泵送至ZLT 系统地面排水接收槽（ZLT003、004、005BA）。

核辅助厂房地面疏水坑（RVD001PS）接收核辅助厂房的设备泄漏、疏水，及其它厂房地面疏水和房间地面疏水（一般情况下放射性水平低于排放标准），再用泵将疏水坑中废液输送到 ZLT 地面排水接收槽。

e）含氢废气子系统

维持本系统压力略高于大气压，以防止空气渗入。

f）含氧废气子系统

位于反应堆厂房的本系统，通过安全壳换气通风系统（CSV）的排风机使系统在运行时保持负压。

机组在停堆期间本系统主要用来收集反应堆冷却剂系统中的饱和湿气，这些气体经过疏水含氧废气罐（RVD002BA）被分离后，气体排入安全壳换气通风系统（CSV），废水排入 RVD 工艺疏水子系统。

核辅助厂房的含氧废气排至废气处理系统（ZGT），由 ZGT 的排风机保持负压。

4.6.2.6 化学和容积控制系统（RCV）

（1）设计基准

化学和容积控制系统（RCV）为反应堆冷却剂系统（RCS）提供以下服务：

— 反应堆冷却剂容积控制；

— 反应堆冷却剂化学控制；

- 与硼和水补给系统（RBM）共同完成硼浓度的调节，从而控制反应性；
- 控制气体的浓度；
- 净化和过滤；
- 含氧量和 pH 值的控制（与 RBM 系统一起）。

— 反应堆冷却剂泵密封水注入。

RCV 系统还提供以下服务：

— 为稳压器提供辅助喷淋；

— 稳压器满水时控制 RCS 压力；

— 为余热排出系统（RHR）的投运作准备；

— 为 RCS 系统充水、排水和进行水压试验。

（2）系统描述

RCV 系统由两个子系统组成：上充、下泄、密封水子系统和反应堆冷却剂净化和化学控制子系统。

a）上充、下泄、密封水子系统

化学和容积控制系统的上充和下泄功能用于保持反应堆冷却剂系统稳压器中的水位，从而在电厂所有的运行阶段内保持适当的反应堆冷却剂的容量。

反应堆冷却剂的下泄流从反应堆冷却剂回路的冷段排到化学和容积控制系统中，在流过再生热交换器的壳侧时将流经管侧的上充流加热。然后，下泄流流过下泄孔板进行降压，再流过下泄热交换器的管侧，其温度进一步降低。在下泄热交换器的下游，通过低压下泄阀使下泄流的压力进一步降低。低压下泄阀的功能是保持其上游的压力，以防在下泄孔板的下游发生闪蒸。

下泄流流过两台混床除盐装置中的一台进行净化，去除离子态腐蚀产物和多数裂变产物。在需要降低反应堆冷却剂中的铯和过量的锂时，可以再流过阳床除盐装置。

下泄流流过反应堆冷却剂的过滤器并从容积控制箱顶部的一条喷淋接管进入容积控制箱。氢气连续不断地供给容积控制箱，以扫除容控箱气相空间的裂变气体和控制在堆芯处由于水的辐射分解所产生的氧的浓度。

两台离心式上充泵中的两台从容积控制箱吸水并将被冷却、净化过的反应堆冷却剂返回到反应堆冷却剂系统。正常工况下上充流由一台上充泵输送，这股上充流被分成两路：一路经再生热交换器的管侧被注入到反应堆冷却剂系统。另一路通过轴封水流量调节阀进入轴封水。它在泵轴承和密封之间进入泵体。并在此分为两股，一股冷却剂流（称作泄漏

流）润滑泵轴，然后通过高压密封引漏离开泵体。反应堆冷却剂泵高压密封泄漏返回的冷却剂流通过密封水热交换器到上充泵吸入端。泄漏流的一小部分通过反应堆冷却剂密封低压密封引漏离开泵体并引入 RVD 疏排水系统。另一股冷却剂流入冷却泵的下部轴承，进入 RCS 系统。

b）反应堆冷却剂净化和化学控制子系统

化学和容积控制系统与反应堆硼和水补给系统共同完成对反应堆冷却剂中硼浓度的控制，以补偿因温度变化、燃耗和氙毒变化所引起的反应性的慢变化。

去除反应堆冷却剂中的腐蚀产物和裂变产物，以便将反应堆冷却剂中的杂质含量及放射性水平控制在允许的范围内。

控制反应堆冷却剂的 pH 值、氧含量和其它溶解气体的浓度。

（3）系统运行

在反应堆启动时，化学和容积控制系统可为反应堆冷却剂系统充水、加压及排气。在充水和排气操作完成后，即可建立化容控制系统的上充和下泄流量。在反应堆启动和冷却剂系统升温时，利用余热排出系统和化容系统的低压下泄管线控制反应堆冷却剂的压力。

在正常运行期间，通过上充、下泄维持主回路化学容积条件。

在停堆过程中，在堆芯冷却期间，由于冷却剂的收缩要求增加上充流量进行补偿。同期，将硼浓度提高到冷停堆的数值。在达到冷停堆状态之前，如果必须打开反应堆压力容器，则通过用氮气置换容积控制箱中的氢气使反应堆冷却剂的氢含量降到 5mL/kg 以下，定期将容积控制箱的气体排到废气处理系统，释放出溶解的氢气。在电厂停堆时，如果要进行换料或维修操作，可利用化容系统的除盐装置净化放射性离子并采用扫气去除裂变气体，从而降低反应堆冷却剂的放射性水平。

4.6.2.7 反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统（RFT）

（1）设计基准

反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统按下列准则进行设计。

反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统的冷却回路要满足单一故障准则的要求。冷却水泵和热交换器的冗余度为 3×100%。冷却水泵由柴油发电机供给应急电源。反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统冷却回路的安全等级为 3 级。

a）乏燃料水池冷却回路

冷却回路取决于乏燃料水池中乏燃料组件的剩余功率，乏燃料水池剩余功率将根据换料工况和乏燃料组件贮存情况确定。

换料操作采用“全卸全装”的方式，即每次卸料时将堆芯的燃料组件全部卸入乏燃料水池。

在正常工况下，反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）或两个冷却系列（两台泵和两台热交换器）冷却乏燃料水池水，并确保水池的水温不超过 50℃（按设备冷却水系统水温为 35℃考虑）。

热交换器的换热面积将根据正常运行工况确定。

b）乏燃料水池过滤和除盐回路

最高温度：60℃；

处理能力：60m^3/h；

过滤孔径：除盐装置前置过滤器过滤粒度为 5μm，除盐装置后过滤器过滤粒度为 25μm。

c）反应堆换料水池过滤回路

处理能力为 100m^3/h，过滤器的过滤粒度为 5μm。

（2）系统描述

a）服务于乏燃料水池的设施

乏燃料水池分为 4 个部分：燃料转运舱、乏燃料水池、乏燃料容器装载井、乏燃料容器冲洗井。

— 冷却回路：水泵 001PO、002PO 或 006PO 抽送乏燃料水池的水流过热交换器 001RF、002RF 或 003RF，然后返回到乏燃料水池。

— 过滤和除盐回路

— 表面撇沫和过滤回路

— 充水回路

b）服务于反应堆换料水池的设施

反应堆换料水池分成两个隔离室：反应堆换料水池和堆内构件存放区。

— 过滤回路

— 反应堆换料水池充水和排水

当反应堆换料水池需急速充水时，使用低压安注泵；缓慢充水则可用该系统的 002PO 水泵。

反应堆换料水池排水采用重力排水，直接排入内置换料水箱的方式，排水过程可根据池壁喷淋清洗的要求随时终止，并在池壁喷淋清洗之后恢复。反应堆换料水池排空后，必须将水池排水管上的隔离阀切换至开启。

（3）系统运行

乏燃料贮存水池通常是充满水的。在换料时，反应堆换料水池和燃料转运舱需充满水。当反应堆压力容器进行检查时，反应堆换料水池也需充满水。反应堆堆内构件存放区单独充水时，可用水闸门与反应堆换料水池隔离。

系统正常运行：

— 乏燃料水池冷却、过滤和除盐回路

从乏燃料组件贮存在乏燃料水池起，冷却回路开始连续运行，水池的水温不高于50℃。用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）冷却乏燃料水池。

冷却回路的流量为450m^3/h，由流量计监测。

水泵的工作流量为510m^3/h，其中60m^3/h提供给过滤和除盐回路。

过滤和除盐回路连续运行，其处理流量60m^3/h由流量计监测，手动调节阀根据过滤器和除盐装置的压降调节流量。

回路最高工作温度根据树脂要求定为60℃。当温度高于60℃时，温度控制器发出报警信号，要求隔离过滤和除盐回路。

根据乏燃料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为5m^3/h。

— 反应堆换料水池和附属回路

在整个反应堆压力容器开盖和换料水池充水过程中，应通过余热排出系统、化学和容积控制系统和硼回收系统对反应堆冷却剂进行去污处理，但要防止降低换料水池操作时的硼浓度。裂变气体和溶解的氢则通过化学和容积系统的容积控制箱和硼回收系统的除气塔去除。

当反应堆压力容器封头打开，反应堆换料水池充水后，过滤回路投入连续运行，过滤水量为100m^3/h，由流量计监测。

余热排出系统保持反应堆换料水池的冷却剂最高温度为60℃。

根据反应堆换料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为6m^3/h。

4.6.2.8 蒸汽发生器排污系统（TTB）

（1）设计基准

a）在正常运行时，TTB系统水处理设计流量最高能达到73.5t/h，三台蒸汽发生器的排污量是相同的，每台蒸汽发生器的最大排污量约为额定蒸汽流量的1.2%（即24.5t/h）。

b） 经排污系统处理后的排污水质指标应与二回路系统补给水的指标一致。

（2）系统描述

蒸汽发生器排污系统分为排污水收集、冷却、减压、处理、回收或排放五部分，主要由热交换器、减压和流量控制阀、过滤器、离子交换器以及相应的管道和阀门等组成。

每台蒸汽发生器的排污水是靠两个径向对称的支管段在管板上收集的，并在其中的一根支管上设置一根取样接管，供取样分析用。两根支管在安全壳内合并后穿过安全壳。在安全壳外的排污管上设置了一根供蒸汽发生器保养用的氮气接管，并在每一根排污管上安装了一个无泄漏的隔离阀和一个手动流量控制阀，操作人员可以根据二次侧水质的好坏通过此阀控制排污量的大小。在功率运行时，排污量在10~73.5 t/h之间变化。

三根排污管在安全壳外合并为一根排污母管，根据运行工况，可将排污水输向再生热交换器，或非再生热交换器。一般来说，在电厂正常运行时，为了回收其热量，排污水应由再生热交换器来冷却；而在热备用、热试验及与再生热交换器连接的设备或部件失效时，排污水才由非再生热交换器进行冷却。再生热交换器的冷却水为凝结水抽取系统来的凝结水，而非再生热交换器的冷却水则为设备冷却水。

排污水由热交换器冷却至与离子交换树脂相适应的温度（即45~56°C左右）之后，通过一个减压和流量控制阀，将热交换器下游的压力限制到1.4MPa（表压）。

冷却和减压后，排污水被引至处理系列，即先通过一台过滤粒度为5μm的过滤器，然后通过一条或两条并联的离子交换管路进行净化处理，每条管路均串联有一台阳离子交换器、一台混床离子交换器和一个手动流量调节阀。处理过的排污水再通过一台过滤粒度为25μm的树脂捕集过滤器，清除掉水中破碎树脂。

处理后的排污水通过凝汽器真空保护装置送到凝汽器。

在反应堆冷却剂系统向二回路泄漏之后的一台或多台蒸汽发生器的疏水情况下，处理后的排污水不能返回到凝汽器，而排往液态流出物排放系统。

在特殊情况下，也允许排污水不经处理直接排放。有以下两种特殊情况：

— 处理设施失效；

— 凝汽器失效且排污水只有轻微放射性。

在处理设施失效的情况下，排污水要进行连续的放射性监测，然后再送到液态流出物排放系统。

（3）系统运行

a）正常运行

正常运行工况下，蒸汽发生器二次侧的排污是连续的，排污水经过再生热交换器冷却后，经过减压、除盐处理后进入冷凝器。排污流量控制在10~73.5t/h之间。不论系统排污

流量有多大，系统两条除盐管线必须同时运行。

b）特殊稳态运行

① 使用非再生热交换器

在再生热交换器不可用或是冷凝器和凝结水泵不可用的情况下，排污水经过非再生热交换器冷却，一般排污流量限制在 37t/h。

② 向常规岛液态流出物排放系统的排放

当向凝汽器的排污循环不可用时，排污将引向常规岛液态流出物排放系统的排放槽，进行分析后向环境排放，或者输送到废液处理系统待处理。

③ 特殊瞬态运行

— 蒸汽发生器的疏水

当热交换器或减压阀失效时，可用临时接管旁通失效设备进行疏水，也可利用重力疏水，还可经过安全壳隔离阀下游的支路进行疏水。

— 蒸汽发生器传热管断裂

当蒸汽发生器传热管断裂时，该蒸汽发生器必须切断给水供应，保持最大排污流量以便完全排空。

4.6.2.9 常规岛液态流出物排放系统（WQB）

（1）设计基准

本系统收集以下来源的液态流出物，经混匀、取样分析、监测后有控制地向环境排放：

— 常规岛废液收集系统（WLC）的液态流出物：冷凝器热阱的疏水、汽轮机厂房汽水回路的疏水和排气冷凝液、疏水回收池中收集的排水、冷凝液集水坑中收集的疏水。

— TTB 系统排放的液态流出物。

— 其它：如 WQB 泵房间（QB201）地坑内的废液。

— 在异常情况下，WQB 系统的贮槽在三个 ZLD 系统的排放槽充满时收集核岛排放的液态流出物。

当要求延迟排放或当取样分析或辐射监测系统（IRM）监测到液态流出物的放射性浓度超过允许排放限值时，可暂存液态流出物；

将超过允许排放限值的液态流出物输送至废液处理系统（ZLT）处理。

（2）系统描述

本系统设置三个废液排放槽 WQB001/002/003BA，排放槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个排放槽同时溢出量。三个排放槽中一个用于接收液态流出物，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。

每个排放槽配有一台排放泵 WQB001/002/003PO，用于在取样和分析之前搅拌槽内液态流出物，也用于废液排放或将废液送回废液处理系统（ZLT）重新处理。

地坑泵 WQB004PO 安装在泵房地坑 WQB001PS 内。地坑泵 WQB005PO 安装在滞留池地坑 WQB002PS 内。地坑泵将地坑内的水输送至贮槽。

各排放槽有一根共用的排放管及一根通往 ZLT 的旁路管，在排放管上装有一台辐射监测仪（IRM902MA）和受 IRM 控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀、一个止回阀及一个累计流量计。

（3）系统运行

正常运行时，三个 WQB 贮槽中的一个接收废液，一个混合、取样分析和监测排放废液，另一个备用。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 IRM 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 ZLT 系统化学排水槽作再处理。

当 WQB 系统的贮槽不能接收废水时，ZLD 的备用贮槽将用于接收常规岛的废液。

4.6.2.10 放射性废液排放源项

放射性废液的排放量取决于：

- 主回路冷却剂中的放射性浓度；
- 与液体放射性释放有关的电厂设备性能，特别是泄漏率和净化工序的去污因子等；
- 废液的输运、收集、滞留、处理期间的衰变。

液态放射性流出物排放源项分两种工况（现实和保守）考虑：现实工况假设整个循环中主冷却剂比活度都处于 0.1GBq/t I-131 当量下，其结果称为现实排放源项；保守工况假设整个循环主冷却剂比活度都处于 4.44GBq/t I-131 当量下，其结果称为保守排放源项。

液态放射性流出物的排放途径主要来自于硼回收系统、废液处理系统和二回路相关系统。

三门核电项目 5、6 号机组的液态放射性流出物的年排放量（单台机组），现实工况下一台机组除氚、C-14 外其他核素的排放量为 1.00E+00GBq/a，液态氚为 39.3TBq/a，液态 C-14 为 10GBq/a；保守工况下一台机组除氚、C-14 外其他核素的排放量为 6.49E+00GBq/a，液态氚为 46.0TBq/a，液态 C-14 为 26.9GBq/a。

现实工况，本工程核岛及 BOP 液态流出物排放浓度为 62.1Bq/L，常规岛液态流出物

排放浓度为 0.02Bq/L；保守工况，本工程核岛及 BOP 液态流出物排放浓度为 396.5Bq/L，常规岛液态流出物排放浓度为 0.85Bq/L。现实工况和保守工况核岛及 BOP、常规岛的液态流出物排放浓度均低于 1000Bq/L，满足我国国标 GB6249-2011 的要求。

4.6.3 放射性废气处理系统及源项

4.6.3.1 废气处理系统（ZGT）

（1）系统功能

废气处理系统（ZGT）的功能是对核电厂产生的放射性惰性气体、卤素和空气中的悬浮粒子进行收集和处理，以便将预期的放射性废气年释放量、核电厂工作人员在控制区和非控制区内的受照剂量降低到“可合理达到尽量低”的水平。

ZGT 系统不直接履行安全功能。但由于 ZGT 系统处理的废气带有放射性，尤其是含氢放射性废气，除辐照危害外并存在爆炸和引起火灾的危险性，故在进行 ZGT 系统的设计时，考虑了防止该气体向环境泄漏、安全防火、防爆和通风排气等问题，并将放射性气体进行贮存衰变，使放射性的气态排放保持在可接受的限值内。

（2）设计基准

废气处理系统（ZGT）的设计基准如下：

— ZGT 系统提供足够的处理能力，使气态流出物中的放射性排放低于国家标准 GB6249-2011《核电厂环境辐射防护规定》中规定的限值；

— ZGT 系统是按照中华人民共和国核安全法规中的有关规定进行设计，并且满足了国家标准 GB/T22158-2008《核电站防火设计规范》的要求；

— ZGT 系统能在正常运行期间提供足够的处理能力，含氧废气子系统的电加热器、碘过滤器和风机的容量为 2×100%；

— ZGT 系统不执行核安全相关功能，但含氢废气子系统设计成屏障 3 级，因为该子系统的故障可能会导致正常贮存衰变的放射性气体的释放；

— ZGT 系统通过调整衰变箱排气速率、安装氢气和氧气分析仪防范系统内潜在的氢氧混合爆炸危险。整个含氢废气子系统都保持正压，并且整个子系统和每个主要设备都有严格的密封措施，以防止空气渗入形成爆炸性的混合气体；

— ZGT 系统为单机组设置，主要设备位于 NX 厂房内。

（3）系统组成

ZGT 系统由含氢废气子系统和含氧废气子系统两个独立的子系统组成。

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。

这类废气有如下两个来源：

①来自装有反应堆冷却剂的容器，即反应堆冷却剂系统（RCS）的稳压器卸压箱、化学和容积控制系统（RCV）的容积控制箱和核岛疏水排气系统（RVD）的反应堆冷却剂疏水箱。这类气体流量大，但每月只有一、两次。

②来自硼回收系统（ZBR）的除气单元。这类气体流量小，约 1.2m3(STP)/h，但排气次数较多。

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。贮存期满后进行取样分析，如符合要求即可将废气排至 NX 厂房的通风系统（VNA），经由 VNA 系统的主排风（空气）稀释后排向烟囱。

含氢废气子系统的主要工艺设备参数。

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（RVD）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（VNA），经由 VNA 系统的主排风（空气）稀释后排向烟囱（不经贮存）。

（4）系统运行

1）含氢废气子系统

含氢废气子系统运行前用氮气吹扫净化。

含氢废气由 RVD 系统收集至缓冲罐（ZGT001BA）。缓冲罐可对无规律的来气（不同压力和流量）进行稳定，从而向含氢废气压缩机提供平稳的气流，并分离废气中夹带的冷凝水。来自 RVD 系统集气管的含氢废气中的氧含量由缓冲罐进气总管上的两台氧分析仪连续监测。当氧浓度达到 1.5%至 3.5%时，触发主控制室内的报警信号，并在主控制室内记录该测量值。

正常运行时，含氢废气压缩机（ZGT001/002CO）可以根据缓冲罐上的压力测量装置的设定值，进行自动操作（启动或停运）：

当缓冲罐压力上升达到 0.025MPa（表压）时，第一台含氢废气压缩机启动。

如果缓冲罐压力继续上升到 0.03MPa（表压）时，第二台含氢废气压缩机自动启动。

在含氢废气压缩机运行时，当缓冲罐内压力回落到 0.005MPa（表压）时，正在运行的

压缩机停运。

压缩后的气体经由压缩气体冷却器（ZGT001/002RF）冷却后，送至衰变箱（ZGT002/003/004/005BA）。

衰变箱在进气、衰变贮存、排气时的阀门操作均由远传手动进行。

在向烟囱排放前，衰变箱内的废气要进行取样分析和在线监测，测其放射性浓度等与安全排放有关的参数。只有当两个串联的远传阀门已经被手动打开时，才能控制排放阀进行废气排放。

如果 VNA 系统碘吸附器出现故障，NX 厂房的烟囱放射性超过阀值，或者假如正在排放的衰变箱内的压力下降到 0.02MPa（表压）时，则自动停止排放。衰变箱内压力低于0.02MPa（表压）时停止排放是为了防止外部空气进入衰变箱发生爆炸事故。

衰变箱与两套并联的排气管网相连，确保箱内废气在 5～84 个小时内以预定的流量排放到 NX 厂房 VNA 系统的碘吸附器入口管线上。排放总管上安装了测量废气排放流量和累积流量的流量计。

在衰变箱排放总管上还设有在线辐射监测仪表，当废气放射性活度浓度超过排放阈值时，发出报警信号，并联锁关闭排放阀 028/029VY，废气停止排放。

在基本负荷运行工况下，含氢废气在衰变箱内有 60 天的贮存期；在废气量大而放射性浓度低的负荷跟踪运行工况下，贮存期为 45 天。

2）含氧废气子系统

正常运行时，一台电加热器，一台碘吸附器和一台排气风机串联投入运行。当第一台风机停运后，第二台风机即自动启动（包括与之相关的电加热器和碘吸附器）。

含氧废气干管内的负压由止回式调节阀门维持；一旦风机停运，该阀就自动关闭。

含氧废气以及经由调节阀门引入的空气，可经电加热器加热，用以降低气体的相对湿度，以保护碘吸附器中活性碳的活性。

经过碘吸附器处理后的含氧废气，经 VNA 系统的主排风稀释后，排向 NX 厂房的烟囱。

4.6.3.2 核岛厂房通风系统（HVAC）

（1）设计目的

通风系统对每个厂房进行采暖、通风与空调，以提供一个良好的室内环境，确保人员的安全健康以及设备的有效运行。

核岛厂房处理带放射性空气的主要通风系统如下：

— 反应堆厂房

• 安全壳连续通风系统（CCV）

• 安全壳空气净化系统（CUP）

• 安全壳大气监测系统（CAM）

• 安全壳换气通风系统（CSV）

• 环形空间通风系统（CAV）

— 安全厂房

• 安全厂房机械设备区通风系统（VMO）

— 核燃料厂房

• 核燃料厂房通风系统（VFL）

— 核辅助厂房

• 核辅助厂房通风系统（VNA）

— 核废物厂房

• 核废物厂房通风系统（VRW）

通风设计中所用的最小换气次数是由以下受控区的类别确定的：

— 高污染的房间每小时换气次数为 4 次；

— 轻微污染的房间每小时换气次数为 2 次；

— 没有沾污的房间每小时换气次数为 0.5 次。

一些高度危险区的排风量计算依据如下：

— 蓄电池房间每小时换气次数为 12 次；

— 有氢危险的房间按稀释氢气浓度进行计算。

（2）总的设计特性

在污染区内，气流组织是从潜在低污染区流向潜在高污染区。

每个厂房的通风系统，敷设排风管路时，应使排风口尽可能远离新风进风口。

从潜在放射性污染区域排放的空气不能进行再循环。

没有污染的空气可以从屋顶或墙上的通风口排至室外大气中。

所有可能来自污染区的空气，在排放之前要进行监测，并通过烟囱排放至室外环境中。

在厂外电源丧失时，所有与安全相关的能动部件（包括仪表）分别备有 1E 级的 AC 电源。

有抗震要求的设备部件采取特殊措施，如支吊架、基座等。设备安装符合空间的可达性、运行和维修计划的要求。

（3）通风系统使用的各种过滤设备说明如下

• 进风预过滤器

为送风气流中的大气除尘设置了预过滤器。这些过滤器的效率较抵，但至少为85%。

• 排风预过滤器

排风预过滤器设在高效过滤器（或HEPA过滤器）上游，用来收集气流中粗颗粒灰尘，以提高高效过滤器的使用寿命，这些过滤器效率至少为85%。

• 高效过滤器

高效过滤器用来捕集气流中的细小颗粒灰尘。其效率至少为95%。

• 高效粒子空气过滤器（HEPA）

高效粒子空气过滤器用来捕集气流中超细小的颗粒灰尘。这些过滤器净化系数至少为3000。

过滤器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。除非另有说明，过滤器介质使用玻璃纤维材料。单元过滤器放在碳钢涂漆的框架上或放在密封过滤小室（或箱体）中。

• 碘吸附器

碘吸附器用于不同的HVAC系统，用来吸附气流中气载放射性碘。这些过滤器吸附分子碘的净化系数至少为5000。

碘吸附器采用的是III型碘吸附器，吸附介质是含1%KI的活性炭。厂房通风系统的送、排风量见附表4.7-21。

（4）主要通风系统如下：

a）安全壳连续通风系统（CCV）

反应堆正常运行时，需要由CCV系统冷却安全壳内的设备。

除设有独立通风的堆坑和控制棒驱动机构的热负荷外（见CPV和RRV系统），CCV系统所考虑热负荷主要来自反应堆厂房内的设备。为使混凝土内应力低于容许极限，混凝土的内外温差不得超过40℃。在反应堆厂房内，CCV系统作为一个再循环系统运行。

b）安全壳空气净化系统（CUP）

安全壳空气净化系统的设计，考虑了反应堆厂房内部发生放射性污染时，要减少空气中放射性污染浓度，以便工作人员在一定时间范围内有可能进入。

CUP系统取用CCV系统的部分空气，经高效粒子空气过滤器（HEPA）和碘吸附器进行净化来确保其功能。为了防止CUP高效空气粒子过滤器（HEPA）过早阻塞，空气吸自CCV送风干管，使其能利用安全壳连续通风系统（CCV）的预过滤器。只有在污染情况下，工作人员进入安全壳之前或进入期间才启动CUP系统。为维修人员提供保证安全

工作的条件。

CUP 系统从控制室手动操作。

CUP 系统由安装在混凝土小室内的净化机组和混凝土小室外两台循环风机组成。

净化机组由一个容量为 100％的净化回路组成，包括：

— 电动隔离阀；

— 电加热器；

— 高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 碘吸附器（净化系数（对分子碘）＞5000）；

— 手动平衡阀。

两台容量为 100％冗余配置的风机并联。每台风机后设止回阀，风机前设隔离阀。当 CUP 系统运行时，两台风机中一台及净化机组运行。

c）安全壳空气监测系统（CAM）

CAM 系统由以下四个子系统组成：

— 混合子系统，在 LOCA 后作为安全壳大气的循环系统运行。

— 小扫气子系统是直流系统，在反应堆正常运行期间，它确保安全壳大气的净化，使排风经过高效粒子空气过滤器（HEPA）和碘吸附器的过滤。其功能为：

• 降低安全壳内空气放射性水平；

• 在反应堆启动和正常运行期间，根据安全壳内空气压力的变化，维持安全壳内外压差。

• 安全壳密封试验后，当相对压力低于 0.01MPa 时，进行安全壳排气。

— 泄漏试验子系统，使用压缩空气系统（WAS）的空气给安全壳加压。

— 安全壳大气监测子系统。本系统能够完成下述功能：

• 监测安全壳大气的温度和压力。

• 用 IRM（电厂辐射监测系统）辐射监测设备监测安全壳的空气放射性污染水平。

d）安全壳换气通风系统（CSV）

每个机组的反应堆厂房中，CSV 系统设计成：

— 在冷停堆期间，为在反应堆厂房内工作的维修人员提供合适的环境温度。

— 减少反应堆厂房中裂变气体产物的浓度，以便在冷停堆期间尽可能快地允许工作人员持续进入。

— 机组停运期间，维持疏水含氧废气罐（RVD 002BA）处在轻微负压状态下。

CSV 系统是直流式通风系统，从反应堆厂房排出的空气经过核辅助厂房通风系统

（VNA）排至烟囱后向大气排放。

e）环形空间通风系统 CAV

CAV 系统是连续运行的，保证内外壳之间空间（环形空间）的负压，保证来自内层安全壳内部的空气在排放前经过过滤，避免被污染的空气直接流向环境。

在事故后为减少释放到周围环境中的放射性，设置了两个系列的碘排风子系统（一用一备），满足单一故障准则，并接有应急电源。

CAV 系统组成如下：

— 带有隔离阀和防火阀的排风管；

— 一个正常排风子系统；

— 两个碘排风子系统；

— 共用静压箱的密封连接的风管。

CAV 包括以下两个子系统：

1）正常排风子系统由一台预过滤器（过滤效率：85%）、一台高效粒子过滤器（净化系数＞3000）和配有逆止阀的排风机组成。

2）两个碘排风子系统的组成均包括：

— 一台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数（对分子碘）＞5000）；

— 一台 100％容量并联的排风机，并配有逆止阀。

f）安全厂房机械设备区通风系统（VMO）

在正常运行期间，VMO 系统为直流式通风系统，对安全厂房机械设备区进行通风。在事故工况下，VMO 系统以低流量碘排风过滤系统运行。

VMO 系统最小换气次数大于 1 次/时。

VMO 系统的功能是为了保证安全厂房机械设备区的通风换气，在设备维修和定期试验时，保持电动机房的压力稍高于相应泵房的压力，以防电动机房被污染。即：

— 防止放射性产物释放到环境中去；

— 在安全壳喷淋系统（CSP）和安注系统（RSI）运行期间，容许维修人员进入。

VMO 系统由控制室远距离控制。

VMO 系统的正常通风子系统组成如下：

— 两台并联连接的 50%容量的空气处理机组（过滤器、冷却盘管、送风机），配有止

回阀；

— 两台并联排风过滤器（预过滤器、高效粒子过滤器）；

— 三台循环冷却机组（冷却盘管、送风机）；

— 两台并联连接的 50%容量的排风机，配有止回阀；

— 送、排风管道；

— 防火阀。

VMO 系统的低流量排风子系统组成如下：

— 两台串联的 100%容量的加热器；

— 排风过滤器（高效粒子过滤器、碘过滤器）；

— 两台并联连接的 100%容量的排风机，配有止回阀；

—排风管道；

— 防火阀。

g）核燃料厂房通风系统（VFL）

在正常运行期间，VFL 系统是直流式的全新风系统。

在事故工况下，VFL 系统以低流量碘排风过滤系统运行。在燃料装卸事故时，低流量排风与乏燃料水池大厅通风相连接。在 LOCA 情况时，低流量排风与-5.30m 以下房间的通风相连接。

系统设置满足单一故障准则，当任一系列出现故障时，系统的设计都能保持其功能。同时，事故工况下使用的低流量排风子系统设有应急电源。

VFL 系统由控制室远距离控制。

排风机组包括两台 100%容量并联的机组，每个机组包括：

— 两台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 两台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 两个阻塞补偿阀；

— 两台 100%容量并联的排风机，装有逆止阀；

— 一支通向烟囱的排气管，配有两个冗余设置的快速关闭阀门，在事故时把系统与室外隔离。

h）核辅助厂房通风系统（VNA）

VNA 系统为直流式通风系统，连续运行，系统功能如下：

— 反应堆正常运行期间，维持核辅助厂房的室内温度在规定的范围内，以满足设备运行或工作人员的健康要求；

— 按辐射防护分级，限制房间中的气溶胶放射性水平，以便人员进入；

— 控制空气从潜在低污染区流向潜在高污染区；

— 减少释放到大气环境中的放射性污染物的浓度；

— 当机组运行时，维持厂房内的压力略低于大气压力，以控制厂房中的放射性气溶胶泄漏最少，并保证通过烟囱排放；

— 当冷停堆时，确保安全壳换气通风系统（CSV）所需要的风量及过滤要求；

— 在厂房火灾的情况下，从核辅助厂房的电气房间排烟。

房间的空气流量是根据设备和照明的散热量或用最少的换气次数计算而得。

VNA 系统由送风机组、无碘污染房间的排风机组（称“正常排风”）、潜在碘污染房间的排风机组（称“碘排风”）、排烟机组、送风管道和排风管道及烟囱组成。

① 正常排风机组

正常排风机组由以下部件组成：

— 四台并联的预过滤器（过滤效率：85%）（三用一备）；

— 四台并联的高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）（三用一备）；

— 四台 50%冗余设置的风机，并联连接，并配置逆止阀（两用两备）；

— 配有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

② 碘排风机组

两个容量为100%的冗余机组，并联连接，每个机组的组成如下：

— 两台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数＞5000）；

— 一台配有逆止阀的风机；

— 带有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

当排除不含碘的气体时，可由旁通管跨越碘吸附器运行。

③ 排烟机组

排烟机组的组成：

— 一台过滤器机组，包括一台预过滤器（过滤效率：85%）和一台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 两台 100%容量并联连接的风机，并配置逆止阀；

— 连接电气房间的排烟的管道，并配置排烟阀。

④ 排风烟囱

排风烟囱固定在反应堆厂房上，烟囱的顶标高为76.53m，高出反应堆厂房3m。

在烟囱中设有一个监测放射性气体和记录废气排放水平的系统。

⑤ 特殊措施

在输送硼酸的设备间安装了电散热器和电加热器，以防止发生任何结晶的可能。

在固体废物处理系统（ZST）排风管出口处的预过滤器，是用来截留固体废物装桶系统运行时所产生的水泥粉尘。

i）核废物厂房通风系统（VRW）

VRW系统为直流式通风系统，连续运行，系统功能如下：

— 反应堆正常运行期间，维持核废物厂房的室内温度在规定的范围内，以满足设备运行和工作人员的健康要求；

— 控制空气从潜在低污染区流向潜在高污染区；

— 当机组运行时，维持厂房内的压力略低于大气压力，以控制厂房中的放射性气溶胶泄漏最少，并保证通过烟囱排放；

— 在厂房火灾的情况下，从核废物厂房的电气房间排烟；

房间的空气流量是根据设备和照明的散热量或用最少的换气次数计算而得。

VRW系统由正常送风子系统、正常排风子系统、碘排风子系统和排烟子系统组成。

① 正常送风子系统

正常送风子系统由2台100%容量空调机组（一用一备）以及配有平衡阀、隔离阀和防火阀的送风管路组成，每台空调机组包括：

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台配有止回阀的风机。

② 碘排风子系统

碘排风子系统由2台100%容量的机组（一用一备）以及配有平衡阀、隔离阀和防火阀的碘排风管路组成，每台机组包括：

— 一台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数＞5000）；

— 一台配有止回阀的风机。

当排除不含碘的气体时，可由旁通管跨越碘吸附器运行。

③ 排烟子系统

排烟子系统由1台100%容量的机组以及配有排烟阀的排烟管路组成，机组包括：

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 两台100%容量并联连接的风机，并配置止回阀。

4.6.3.3 放射性废气排放源项

气载流出物主要来源于主冷却剂脱气（含氢废气）和各厂房的通风排放（含氧废气），具体为：

- 废气处理系统；
- 反应堆厂房通风；
- 辅助厂房通风；
- 核废物厂房通风；
- 燃料厂房通风；
- 二回路相关系统的排放。

气载流出物排放源项也分现实排放源项和保守排放源项两种方法考虑，计算中使用主冷却剂比活度的假设与液态同。

本工程单台机组惰性气体、气载碘、气载粒子的年排放量，现实工况下一台机组的惰性气体排放量为1.24E+03GBq/a，气载碘的排放量为2.39E-02GBq/a，气载粒子的排放量为4.68E-02GBq/a，气态氚的排放量为3.93E+03GBq/a，气态C-14的排放量为220GBq/a；保守工况下一台机组的惰性气体排放量为5.84E+04GBq/a，气载碘的排放量为9.61E-01GBq/a，气载粒子的排放量为9.36E-02GBq/a，气态氚的排放量为4.60E+03GBq/a，气态C-14的排放量为366GBq/a。

4.6.4 放射性固体废物管理

放射性固体废物管理主要包括固体废物处理系统（ZST）、废物最小化以及废物最终处置三部分内容。

4.6.4.1 固体废物处理系统（ZST）

4.6.4.1.1 系统功能

固体废物处理系统（ZST）的主要功能是收集、贮存、处理和整备核电厂在运行及检修时产生的放射性固体废物，使其达到适宜运输、贮存和处置的要求。

本系统处理下列几种类型的废物：

——废树脂；

——废活性炭；

——浓缩液；

——废过滤器芯；

——杂项干废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等）。

废树脂由下列系统的除盐器产生：化学和容积控制系统（RCV）、硼回收系统（ZBR）、蒸汽发生器排污系统（TTB）、乏燃料水池净化系统（RFT）和废液处理系统（ZLT）。

废活性炭产生自ZLT系统工艺废液处理的活性炭床。

浓缩液来自ZLT系统的蒸发器。

废过滤器芯来自核辅助厂房（NX）内RCV、ZBR、RFT和TTB系统和核废物厂房（QX）内ZLT系统的水过滤器。

控制区产生的杂项干废物由可压实废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等）和不可压实的金属部件组成，收集在塑料袋内。

4.6.4.1.2 设计基准

经固体废物处理系统收集、贮存、处理和整备核电厂在运行及检修时产生的放射性固体废物达到适宜运输、贮存和处置的要求。

固体废物处理系统设有屏蔽，使运行人员和公众所受的辐照剂量率不超过允许限值，并对各种放射性物质进行隔离、密封或包装，防止其泄漏到环境中。

4.6.4.1.3 系统描述

（1）ZST系统组成

本工程的ZST系统由核辅助厂房（NX）内部分、核废物厂房（QX）内部分、三门1、2号机组废物处理中心（SRTF）内部分及SRTF内的固体废物暂存库组成。根据不同类型废物的性质分别对其进行处理。

（2）废物处理工艺描述

ZST系统对各种固体废物根据各自的性质进行处理。

ZLT系统产生的浓缩液收集在QX厂房的浓缩液贮槽中，随后装入桶内干燥器的200L钢桶烘干，经封盖和剂量检测后通过屏蔽运输车转运至三门1、2号机组SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存。

废树脂和废活性炭收集在NX厂房和QX厂房的废树脂贮槽中，然后用屏蔽运输车送

到三门1、2号机组SRTF厂房的废树脂接收槽。废树脂和废活性炭在SRTF厂房用锥形干燥器烘干后超压装入200L钢桶，经封盖和剂量检测后用屏蔽运输车转运至SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存。

正常情况下TTB系统的废树脂仅受轻微放射性污染，在NX厂房直接装入200L钢桶。然后，送到固体废物暂存库贮存衰变，等待清洁解控。放射性水平异常的TTB废树脂收集在NX厂房的废树脂贮槽中，然后送到三门1、2号机组SRTF厂房进行烘干后装入200L金属桶。

将NX厂房和QX厂房产生的废过滤器芯用屏蔽运输车转运至三门1、2号机组SRTF厂房。废过滤器芯在SRTF厂房装入200L钢桶进行水泥固定，经封盖和剂量检测后用屏蔽运输车转运至SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存。

通风系统的废过滤器芯一般仅受轻微放射性污染，装入塑料袋送到固体废物暂存库进行贮存衰变，等待清洁解控。

杂项干废物用专用运输车运送到三门1、2号机组SRTF厂房，在分拣箱分拣成可压实干废物、需要烘干的潮湿干废物和不可压实废物进行处理：杂项干废物→分拣→烘干（必要时）→剪切（必要时）→初级压实→超级压实→水泥固定→封盖→表面剂量率和表面污染检测→送1、2号机组SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存。

（3）SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存

SRTF厂房内的放射性废物暂存库暂存用于暂存六台机组五年产生并经处理整备后的低、中水平放射性固体废物包，并作为轻微污染大尺寸低放废物、通风过滤器芯、TTB废树脂桶的临时贮存场所。放射性固体废物在核废物厂房（QX）和三门1、2号机组SRTF处理后，形成200L桶装废物，转运至SRTF内的废物暂存库。

SRTF厂房内的放射性废物暂存库分为准备区、贮存区和转运区三部分。

桶装废物进入废物暂存库贮存前，先对桶内废物放射性核素进行测量，并建立废物桶存放档案，记载每个存放废物容器的种类、规格、产生日期、主要放射性核素、放射性比活度、存放日期。

当放射性废物在SRTF废物处理厂房内经过相关工艺和上述监测记录后，形成的200L桶装废物根据其放射性水平，使用3t遥控吊车分别送入废物暂存库相应的低放或中放暂存间进行养护。之后根据废物桶放射性水平，仍通过3t遥控吊车运至废物暂存库贮存区，并记录码放的位置（包括水平坐标和高度），以便如后查找转运。

废物暂存库按6台机组5年内产生的废物量设计，其贮存年限满足GB14589-93《核电

厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定》中对于暂时贮存库的设计贮存量的要求。SRTF 废物暂存库的设计贮存容量为：200L 中放桶装废物 1260 桶，200L 低放桶装废物 7360 桶，总计 8620 桶。

废物暂存库按照中、低放废物分区存放原则设计。两个区域通过实体围墙隔开。其中低放 200L 桶装废物按照 5 层竖直堆叠，中放 200L 桶装废物按照 4 层竖直堆叠。在低放贮存区内的废物桶周围设置支撑钢架，维持桶体堆叠时的安全性与稳定性，防止废物桶倾倒。中放贮存区内设有专用的钢桶支架，保持废物桶堆叠时的稳定性。中放贮存区上方设置一层混凝土屏蔽层，并配有混凝土屏蔽塞，满足废物桶的屏蔽要求。

SRTF 废物暂存库采用 3t 吊车运送废物桶、装卸混凝土屏蔽塞。废物贮存区的贮存状况可随时查看。通过吊车控制系统或跟踪系统可获取废物桶的码放情况和其他相关信息。

库内废物暂存不超过 5 年后，最终运至国家区域处置场进行集中处置。转运时先通过 3t 遥控吊车将贮存期满的 200L 废物桶从贮存区中吊出，由卡车运输至国家区域处置场作最终处置。

4.6.4.1.4 系统运行

(1) 浓缩液

浓缩液收集于 QX 厂房的浓缩液贮槽内，随后用浓缩液泵装入 200L 钢桶进行桶内干燥，经封盖和剂量检测后用屏蔽运输车运送到 1、2 号机组 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库暂存。

(2) 废树脂和废活性炭的处理

产生在 NX 厂房的废树脂用水力输送至 NX 厂房的废树脂贮槽，产生在 QX 厂房的废树脂和废活性炭用水力输送至 QX 厂房的废树脂贮槽，再用废树脂运输车运送到 1、2 号机组 SRTF 厂房废树脂接收槽。最后将废树脂和废活性炭用锥形干燥器干燥后超压装入 200L 钢桶，转运至 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库暂存。

(3) 废过滤器芯的处理

废过滤器芯是用一个过滤器芯更换转运容器（衬铅容器）来拆卸的，拆卸后通过下降通道装入事先放置在辊道上的 200L 钢桶中，钢桶内设有定位架，用于装桶时使废过滤器芯定位，并保证均匀的生物防护，再通过屏蔽运输车和辊道送到水泥固定装置进行水泥固定。为确保水泥浆分布均匀，可以将容器放在振动台上振动几分钟。处理后产生的钢桶废物包送到 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库暂存。

(4) 杂项干废物装桶

杂项干废物根据放射性水平的不同收集在不同颜色的塑料袋内，送到1、2 号机组 SRTF 厂房内干废物处理部分进行分拣、烘干（必要时）、剪切（必要时）、初级压实、超级压实和水泥固定处理，处理后产生的废物包送到 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库暂存。

(5) 废物包暂存

废物暂存库设有检测装置用于检测入库废物包表面剂量率、核素组成、重量和表面污染，然后，对废物进行分区存放。

4.6.4.1.5 放射性固体废物整备前后的活度水平

1）浓缩液、废树脂、废活性炭和废过滤器芯的源项

浓缩液、废树脂和废活性炭源项计算依据的主冷却剂裂变产物源项分为现实工况：法国运行电厂约 200 个堆年正常运行时活度的平均值，I-131 当量约为 0.1GBq/t；设计工况：法国同类电厂约 200 个堆年正常运行的最大值，I-131 当量约为 4.44GBq/t。对于活化腐蚀产物，也考虑现实工况和设计工况两类，现实工况基于运行经验反馈数据的平均值，设计工况基于经验反馈数据的最大值。

经分析，在分析固体废物源项的过程中，现实工况对应的主冷却剂源项能够在一定的保守范围内，反映机组正常运行过程中的现实状态，因此，在分析固体废物源项的过程中，可以考虑用于固体废物现实源项的分析。

设计工况对应的主冷却剂源项能够在一定的范围内，包络机组运行过程中可能出现的各种预期运行事件，因此，在分析固体废物设计源项的过程中，可以考虑用于固体废物设计源项的分析，该设计源项可用于固体废物总量估算以及废物管理的辅助决策，而不用于辐射屏蔽设计。

结合现实源项和设计源项的考虑，对 ZBR、ZLT、RCV、RFT 和 TTB 系统产生的放射性废物采用现实源项和设计源项进行了分析和计算，确定了上述系统浓缩液、废树脂、废活性炭和废过滤器芯整备前后的活度水平。

2）杂项干废物

核电厂内的其他被放射性污染的杂项干废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等），三门 5、6 号核电厂单台机组年产生杂项干废物产量设计值为 140m^3，其中 119 m^3 为可压实废物，15.75m^3 为可直接压实废物，5.25m^3 为不可压实废物。它们在产生地分类收集在塑料袋内后送到三门 1、2 号机组的 SRTF 厂房压实装桶水泥固定或装桶水泥固定。

根据国内核电厂的运行数据得出杂项干废物（包括可压实废物和不可压实废物）的放

射性水平，取 1.5E+06Bq/kg 作为处理前杂项干废物的设计源项，取 7.50E+05Bq/kg 作为处理前杂项干废物的现实源项。

根据国内核电厂统计数据，假设可压实干废物处理前密度为约 150kg/m^3，采用超级压实工艺处理，则处理后可压实干废物的比活度设计值为 5.05E+05Bq/kg，现实值为 2.53E+05Bq/kg。

不可压实废物直接进行水泥固定处理，假设不可压实废物堆积密度为 500kg/m^3，则处理后不可压实废物的比活度设计值为 4.28E+05Bq/kg，现实值为 2.14E+05Bq/kg。

4.6.4.2 废物最小化

4.6.4.2.1 废物最小化原则

在核电厂设计、建造、运行和退役过程中，通过废物的源头控制、再循环与再利用、清洁解控、优化废物处理和强化管理等措施，经过代价利益分析，使最终放射性固体废物产生量（体积和活度）可合理达到尽量低。

核电厂废物最小化应以确保安全为前提，以废物处置为核心，通过技术和管理措施实现废物最小化，遵循源头控制优先、全过程管理、全员责任和持续优化的原则。

4.6.4.2.2 设计阶段的废物最小化

4.6.4.2.2.1 控制放射性废物产生的设计措施

— 核岛内 16”以下管道法兰密封不采用含银垫片，从源头上减少 Ag-110m 对工艺系统和设备的污染及对排放废液剂量率的贡献。

— 使用较大离子交换容量的树脂以减少废树脂的产生量。

— 废树脂按放射性水平分类收集，较高放射性水平的废树脂在废树脂贮槽中贮存衰变一段时间后再进行烘干处理。蒸汽发生器排污系统（TTB）产生的废树脂一般仅受轻微放射性污染，装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶中，送到 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库的专门区域进行贮存衰变。若废树脂经衰变达到清洁解控水平后，进行清洁解控。

— 将干废物根据不同的性质进行分类处理。浸湿的可压实杂项干废物先进行烘干，然后作为可压实杂项干废物处理；可压实杂项干废物经过初级压实和超级压实后装入 200L 钢桶水泥固定；可直接超级压实废物经过超级压实后装入 200L 钢桶水泥固定；不可压实废物装入 200L 钢桶水泥固定。

— 表面剂量率很低的大尺寸废物暂时不作为放射性废物处理，将其放在 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库的专门区域进行贮存衰变，并在贮存一定年限后进行去污和清洁解控。

— 对符合豁免或清洁解控条件的废物及时申请豁免或解控。

— 加强防护用品重复使用管理，减少可压实废物的产生量。

— 尽量对放射性污染的工具、零件、防护用品等物品去污，回收利用。

4.6.4.2.2.2 废物处理工艺中实现废物最小化的措施

— 浓缩液、废树脂和废活性炭采用减容效果更为明显的处理工艺。浓缩液装入 200L 钢桶进行桶内干燥，减容比为 3.4；废树脂和废活性炭用锥形干燥器烘干后超压装入 200L 钢桶，减容比为 1.41；

— RCV、ZBR、RFT、ZLT 和 TTB 系统使用尺寸较小的过滤器芯，ZST 系统使用 200L 钢桶作为废过滤器芯水泥固定的包装容器，减小废过滤器芯水泥固定后废物包的体积。

本工程废物最小化的管理目标值是：在满足标准规范要求的同时，每年每台机组放射性废物包的设计值(整备后)为约 73.0m^3，每年每台机组产生的废物包的预期值为约 37.9m^3。

4.6.4.3 废物最终处置

计划每两年向规划中的低、中放废物区域处置场运输一次（多批）废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。放射性固体废物的运输起点为三门核电厂 1、2 号机组 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库，运输终点为规划中的低、中水平放射性固体废物区域处置场。

4.6.5 乏燃料贮存系统

乏燃料贮存系统是用于暂时贮存和转运乏燃料组件的系统，包括燃料转运舱、乏燃料贮存水池、乏燃料贮存格架、容器装载井、容器准备井以及乏燃料水池冷却和处理系统等设施。

乏燃料贮存在乏燃料贮存水池中的乏燃料贮存格架中。乏燃料水池冷却和处理系统为乏燃料的贮存和转运提供安全环境。

4.6.5.1 系统描述

乏燃料组件从堆芯内卸出，通过燃料转运通道由水下运至燃料转运舱，用人桥吊车吊运乏燃料组件，垂直存放在水下的乏燃料贮存格架中。破损的燃料组件装入破损燃料组件贮存小室内存放。需要定量检查辐照燃料组件的破损程度时，采用离线啜吸检测装置进行检测。当乏燃料组件贮存一定时间需要外运时，将组件装入乏燃料运输容器，经过清洗，检查乏燃料容器的表面辐射水平和污染水平满足运输标准规定后，可运往乏燃料后处理厂。

燃料转运舱底部设有连接安全壳内换料水池的燃料转运通道。反应堆正常运行时转运通道是隔离的，只有换料时才打开。

乏燃料贮存水池侧壁是混凝土屏蔽墙，使水池周围相邻区域的辐射水平满足相应辐射区域的设计标准。

在乏燃料贮存水池内设有乏燃料贮存格架，分为两个区。I 区用于装载新燃料组件、破损燃料组件、未达到规定燃耗限值的乏燃料组件和换料时全堆芯的燃料组件。II 区用于贮存由堆芯卸出的达到规定燃耗限值的乏燃料组件。

乏燃料贮存水池的内壁衬有不锈钢覆面，并设有引漏管，用以监测覆面有否渗漏。

在正常情况下乏燃料贮存水池充满含硼水，以保证乏燃料贮存水池内燃料组件的冷却和水面以上的辐射水平满足设计要求。在池底不设任何排水管道，防止池水流失。

在乏燃料贮存水池的另一侧是容器装载井，在此进行乏燃料组件装入运输容器的操作。

以上三个水池彼此相通，水池之间的混凝土隔墙上有密闭的水闸门，平时是关闭的，使用时才打开。靠近容器装载井的另一侧还设有一个乏燃料运输容器准备井，用作乏燃料运输容器的准备工作。

4.6.5.2 设计准则

乏燃料贮存设计按 HAD102/15《核动力厂燃料装卸和贮存系统设计》相关章节的要求进行，保证乏燃料组件在贮存中各方面的安全，主要设计准则如下：

（1）乏燃料组件贮存的物理布置，必须满足燃料组件安全贮存的次临界要求。必须保证：无论电站正常运行和预期运行故障期间，或者是在特定设计基准事故期间或以后，乏燃料组件的贮存均应满足规定的次临界状态。在设计中摒除了事故工况下置信部分水池中可溶硼的方法来保证临界安全，即在 I 区贮存格架装载最高预期富集度的新燃料组件，而 II 区格架装载达到规定燃耗限值的乏燃料组件，假定被纯水淹没的情况下，有效增殖系数 $k_{eff}\leq 0.95$；

（2）乏燃料贮存水池及格架的设计，应能承受乏燃料装卸工具掉落的冲击；

（3）防止不属于提升机构部件的重物在贮存的燃料上方移动；

（4）贮存区不得是通往其它操作区出入通道的一部分，贮存区应有足够的容量，未经批准不得进行任何操作；

（5）贮存区必须提供足够的操作空间和安放设备及工具的空间；

（6）必须提供贮存破损燃料组件的设施；

（7）贮存区必须具有适当的密封性，使池内含硼水泄漏的后果保持在可接受的限值内；

（8）应在足够深的水下操作辐照燃料组件，以确保足够的生物保护；

（9）乏燃料贮存格架的材料应与环境相容，应排除由于运行引起环境条件变化而造成几何尺寸变化，应考虑运行工况和事故工况引起的全部载荷；

（10）乏燃料贮存格架的设计，应具有足够的稳定性，不会倾倒，并具有防止意外移动的措施；

（11）乏燃料贮存格架的设计，应便于燃料组件的插入和取出，并具有保护燃料不受损伤的措施；

（12）乏燃料贮存格架的设计，应使得乏燃料贮存水池中的冷却水能够自由循环；

（13）乏燃料贮存区应具有承受内部、外部灾害的防护措施；

（14）乏燃料贮存水池的设计，能够保证在有乏燃料组件贮存时水池充满水，而且可以自然循环、净化，以冷却乏燃料组件；

（15）在乏燃料贮存区域及相关的乏燃料组件装卸区域设有辐射水平监测系统，以保证工作人员的辐射安全；

（16）在乏燃料贮存水池中设有多道水位监测装置和温度测量设备，防止池水意外排空，其监测信号送到控制室。乏燃料贮存水池监测满足《核电厂改进通用技术要求》的规定。

4.6.5.3 乏燃料水池的冷却和处理

乏燃料水池的冷却和处理系统用于保证对核电厂贮存乏燃料组件的水进行冷却、过滤和处理，并且在燃料装卸期间为反应堆换料水池、堆内构件存放池、乏燃料贮存水池以及燃料转运舱充水和排水提供所需的手段。

1）系统的主要功能

排出在乏燃料水池中贮存的乏燃料组件发出的余热。

清除在换料水池和乏燃料贮存水池内的腐蚀产物、裂变产物和水中的悬浮颗粒。

当反应堆冷却剂系统打开，且余热排出系统完全失效时，反应堆换料水池及乏燃料贮存水池冷却和处理系统可作为余热排出系统的备用。这种备用同样允许对余热排出系统进行维修，而不降低装置的安全水平。

该系统可保持乏燃料贮存区域的恒定水位，确保对工作人员的生物屏蔽作用。

2）系统的设计基准

乏燃料水池冷却和处理系统的设备为核安全3级；与余热排出系统连接的管路以及带隔离阀的安全壳贯穿件为核安全2级；在安全壳内的所有其他部分为非安全级。

该系统设有三台同样的泵，每台泵可提供100%的流量；由柴油发电机组作为它们的应急电源。泵之间的切换或电源之间的切换均采用手动方式。

乏燃料贮存水池冷却系统的设计，在安全停堆地震引起的载荷下仍保持其功能。与之相关的其他区域的排水管道、隔离阀等可在同样条件下保持其密封性。

该系统对飞机坠落在内的飞射物、火灾和爆炸进行防护并能经受住水淹和冰冻的影响。

系统设计能对过滤器、离子交换器、泵和热交换器进行在役维修。

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

为满足三门核电项目 5、6 号机组的运行要求，需对核电厂有关系统的用水作某些化学处理，用于生产淡水的海水淡化系统所需的原料海水也需要进行一定的预处理。

化学处理的主要方法是在系统中加入一定数量的腐蚀抑制剂或化学添加剂，以保证水质并实现以下目的：避免设备的腐蚀和结垢、去除水中的氧、调整水的 pH 值、调节反应堆的反应性、水处理用树脂的再生、达到水处理工艺效果、防止海生物的附着和繁殖、化学清洗等。这些化学物质的最终产物也将随着排水排入到环境中去。

4.7.1.1 化学处理系统设计

三门核电项目 5、6 号机组释放到环境中的化学物质主要产生于循环水系统、生产用水的海水淡化系统和除盐系统、凝结水精处理系统等环节。

循环水处理系统对流经循环水系统和重要厂用水系统的海水作连续及冲击加氯处理，即加入次氯酸钠溶液，在取水头部、联合泵房进行连续加氯使循环水及重要厂用水中的次氯酸钠的浓度达到 1 ppm，在取水隧道中间点设两处冲击投加点，每个点加药量 3.0 mg/L（有效氯），加药时间为 0.5 小时，每天冲击加药 2 次，以防止海生物在管道内和排放口繁殖，从而避免因其繁殖而导致的管道断面缩小，阻力增加，流量降低。

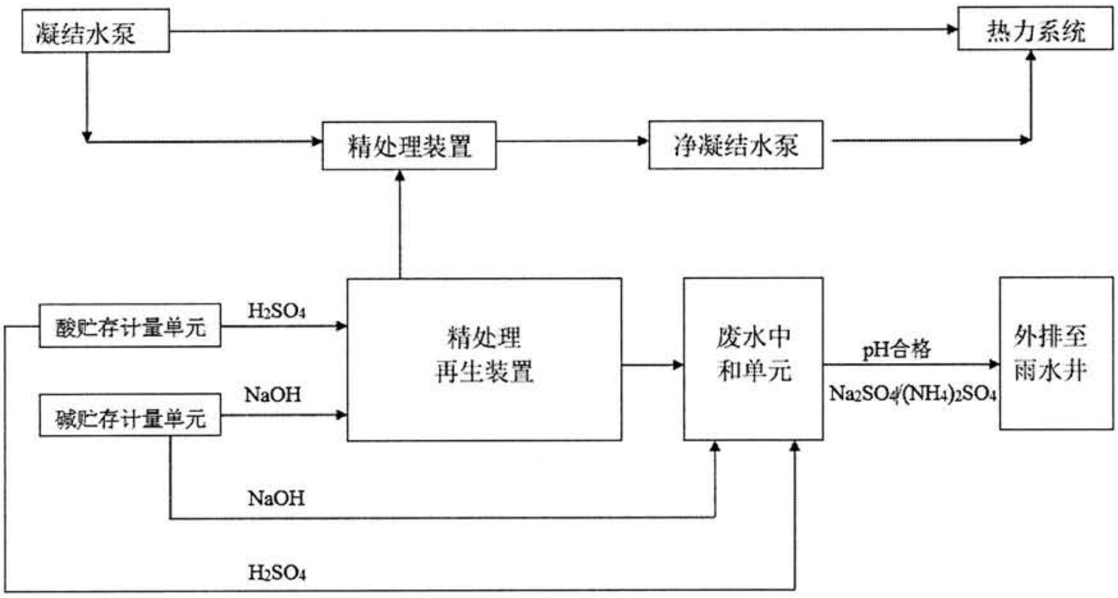
三门核电项目 5、6 号机组采用电解海水的工艺来获取次氯酸钠，海水经过滤网过滤后进入电解系统。从次氯酸钠发生器中出来的次氯酸钠溶液进入次氯酸钠贮箱中，氢气在其中被分离出去，稀释后排入大气。次氯酸钠溶液从贮存箱中通过重力自流的方式进入加药点。

生产用水系统的原水取自海水，海水淡化系统采用膜法反渗透工艺。正常工况下，5、6 号机组海水淡化反渗透装置浓盐水日排放量为 5200 m^3，最大日排放量为 10400 m^3，海水淡化系统加入的化学物质主要为次氯酸钠、聚合氯化铁、盐酸、氢氧化钠、阻垢剂和 $NaHSO_3$。

经过海水膜反渗透装置处理的产水供向除盐水生产系统，再供向厂区。

除盐水生产系统从淡水箱获取原水，原水经过二级反渗透装置、阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器处理后进入除盐水箱。5、6 号机组二级反渗透装置化学清洗废水收集于化学废水池进行集中处理；除盐水生产系统的树脂再生产生的酸碱废液经中和处理（使 pH 值达到 6~9）后会含有少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH。

凝结水精处理酸碱废水处理工艺流程图如下：



4.7.1.2 废水来源与排放

三门核电项目 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：

- 循环水处理系统（海水加氯系统）；
- 海水淡化浓盐水的排放；
- 生产用水系统的除盐处理；
- 凝结水精处理；
- 核电厂有关厂房的液体流出物及系统排污水处理；
- 核电厂洗衣房的排水。

4.7.2 生活废物

三门核电项目 5、6 号机组产生的生活废物包括核电厂非控制区产生的非放射性固体生活垃圾、生活污水。

非放射性固体生活垃圾收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。本工程运行期间新增生活垃圾产生量约为 0.9 吨/天。

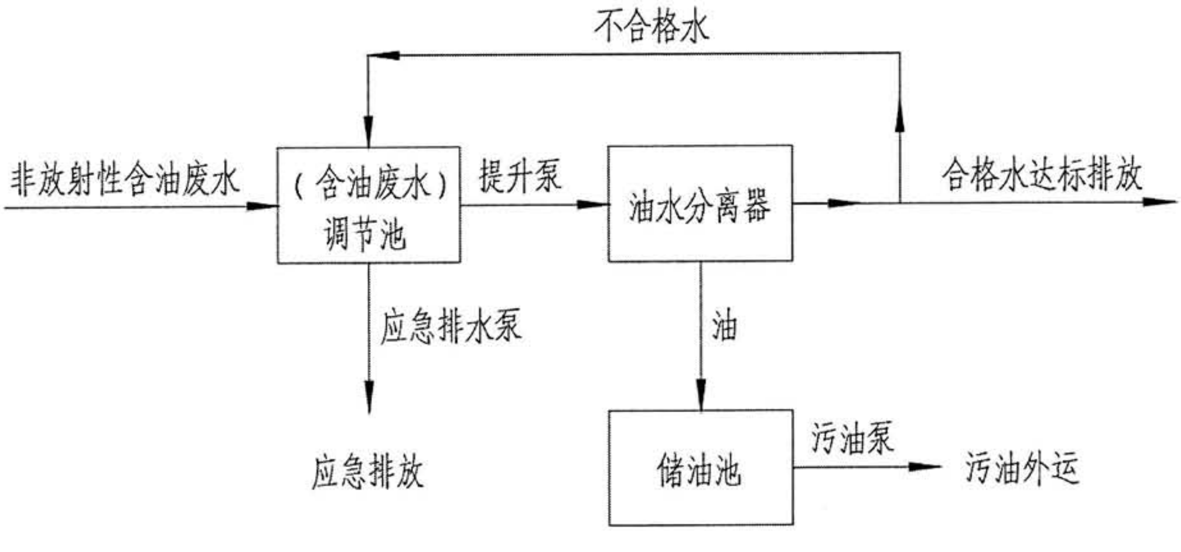
生活污水来自三门核电项目 5、6 号机组主厂区的各个厂房、车间、实验室、办公楼

等处卫生设备以及洗衣房等处的非放射性生活污水的排水，通过相应污水管网汇集并提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。5、6 号机组正常运行、停机和启动时生活污水量 111m³/d，大修时生活污水量 219m³/d。生活污水汇集至已建的 3#污水处理站（必要时设置转输池和提升水泵），3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。

4.7.3 其他废物

4.7.3.1 非放射性含油废水、废油

本工程通过室外管网收集汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水，汇集至污水系统油水分离器。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，经管网排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为 10m³/h，每套设备设计处理能力为 5m³/h。非放射性含油废水处理流程图如下：



4.7.3.2 固体废物

本工程运行期产生的固体废物主要包括危险废物和一般工业废物。

一般工业废物主要为水处理过程中产生的污泥和膜组件。海水淡化处理和生活污水处理过程中产生的污泥，污泥产生量与原水水质和药剂添加量有关。本工程海水淡化厂房设置污泥池和污泥脱水机等设备，对污泥进行减量化处理后，定期外运处理。

海水淡化工艺设计采用超滤膜组件和反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，超滤膜元件、反渗透膜元件的使用年限为 5 年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定、定期更换。经海水淡化

工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

危险废物包括除盐水处理过程中废弃的离子交换树脂等，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。本工程由具有收集、贮存、处置危险废物资质的指定单位对废树脂等进行收集、贮存和处置。

4.8 放射性物质运输

运进核电厂的放射性物质有中子源和未经辐照的新燃料组件。新燃料组件和中子源运输容器的设计、制造能满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

运出核电厂的放射性物质有两类，即乏燃料组件和放射性固体废物。

4.8.1 新燃料运输

4.8.1.1 燃料供应

本项目选用的燃料组件由中国核燃料有限公司供应。新燃料运输容器采用陆路运输方式由燃料组件制造厂运至本项目的燃料厂房。

4.8.1.2 新燃料运输容器

新燃料组件特性：

·物理状态	固体
·主要成份	UO_2
·每个燃料组件中燃料重量	约 460kg

根据 18 个月换料制以及每组燃料组件含铀量约为 0.46 t 计，首循环堆芯装铀量约 81.42t，每台机组每次换料需装入约 33.12t 核燃料（铀）。

新燃料运输容器特性：

·货包类型	AF
·燃料组件装载后货包剂量率	
货包表面	$< 2\times10^{-2}$mSv/h
离货包表面 1 米处	$< 1\times10^{-2}$mSv/h

新燃料运输容器的设计和制造能够满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的要求。

燃料组件供货数量，以及备用组件的数量，在业主和供货方的燃料供货合同中规定，新燃料平均年发运次数至少应满足平衡换料循环的要求。每台新燃料容器可装载 2 组新燃料组件，每台机组采用 36 台容器运输，每一年半运输一次，可满足要求。

4.8.2 乏燃料运输

从核电厂卸下的乏燃料在乏燃料贮存水池暂存若干年后，将乏燃料运至后处理厂的

中间贮存水池作后处理前的暂存。其它与燃料组件相关的控制棒组件、中子源组件等，由于需要更新的机率很小，一般不需要做经常性的运输，需要换下来的可以存放在乏燃料贮存水池内，在反应堆退役时作为废弃物运走。

本项目的乏燃料组件在乏燃料贮存水池尚未贮满之前运出，平衡循环每 18 个月平均换料 72 组燃料组件。按平衡换料数量考虑，使用装载 26 组组件的乏燃料运输容器，2 台机组用 2 台容器每年运 2 次方案可满足要求。乏燃料运输容器的设计和制造应满足 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求。

乏燃料运输的运输起点为本项目燃料厂房，运输终点为规划选址论证中的乏燃料后处理厂。待其厂址确定后再确定运输方式及运输路线。

4.8.3 放射性固体废物运输

三门核电厂 5、6 号机组产生的放射性废物经处理后产生的废物包主要包括装有烘干压实后的废树脂和废活性炭、干燥后的浓缩液盐块、水泥固定的废过滤器芯或超级压实后水泥固定的杂项干废物的 200L 钢桶。厂外运输的是 200L 钢桶废物包。其中，表面剂量率≤2mSv/h 的废物包可直接通过转运车辆运输；对于表面剂量率＞2mSv/h 的废物桶，则在外加屏蔽体后通过转运车辆运输。

计划每两年向规划中的低、中放废物区域处置场运输一次（多批）废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。放射性固体废物的运输起点为三门 1、2 号机组 SRTF 厂房内的放射性废物暂存库，运输终点为规划中的低、中水平放射性固体废物区域处置场。放射性固体废物的运输拟采用公路运输，公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的。由于目前阶段区域处置场尚未选址，待处置场选址后再明确运输方式和论证运输路线的可行性。放射性废物的处置将遵守国家的放射性废物处置政策。

在放射性固体废物运输过程中将严格遵守 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》中的有关要求。废物桶的设计和制造满足 EJ 1042-2014《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》的要求。水泥固定废物体性能满足 EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》。废物包性能满足 GB 12711-2018《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》的要求。

表 4.1-1　厂址主要技术经济指标表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">项目</th><th>单位</th><th>数量</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="5">1</td><td colspan="2">厂址总用地</td><td>hm^2</td><td>206.31</td><td>1~6 号机组工程合计</td></tr>
<tr><td colspan="2">（1）厂区用地</td><td>hm^2</td><td>181.08</td><td>1~6 号机组厂区合计</td></tr>
<tr><td colspan="2">（2）进厂道路</td><td>hm^2</td><td>11.61</td><td>1、2 号机组工程时已建成</td></tr>
<tr><td colspan="2">（3）淡水管线</td><td>hm^2</td><td>0.76</td><td>1、2 号机组工程时已建成</td></tr>
<tr><td colspan="2">（4）猫头村搬迁安置地</td><td>hm^2</td><td>12.86</td><td>1、2 号机组工程时已搬迁</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td colspan="2">5、6 号机组工程用地</td><td>hm^2</td><td>56.41</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">其中</td><td>5、6 号机组厂区用地</td><td>hm^2</td><td>21.80</td><td>含联合泵房新增用海面积 0.26</td></tr>
<tr><td>5、6 号机组施工场地</td><td>hm^2</td><td>34.61</td><td>施工生产临建 25.62，
混凝土搅拌站等 8.99。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="2">5、6 号机组取水隧洞长度</td><td>m</td><td>130</td><td>两根总长度</td></tr>
<tr><td colspan="2">5、6 号机组排水暗管长度</td><td>m</td><td>1700</td><td>两根总长度</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4</td><td colspan="2">土石方负挖量</td><td>万 m^3</td><td>143</td><td>松散系数取 1.20，虚方量约 172</td></tr>
<tr><td colspan="2">土石方需求量</td><td>万 m^3</td><td>238</td><td>混凝土骨料、二次回填等</td></tr>
<tr><td colspan="2">余方量</td><td>万 m^3</td><td>66</td><td>考虑外购</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">主要进厂道路</td><td>km</td><td>5.2</td><td>1、2 号机组工程时已建成</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">次要进厂道路</td><td>km</td><td>3.2</td><td>1、2 号机组工程时已建成</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">重件码头</td><td>座</td><td>1</td><td>1、2 号机组工程时已建成，
5000t 级</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">搬迁</td><td>人</td><td>无</td><td></td></tr>
</table>

表 4.1-2（1/3） 新建建、构筑物一览表

分区	序号	机组代码	代号	建、构筑物名称	基底面积(㎡)	建筑面积(㎡)	备注
核岛厂房及其附属建筑	1	5/6	RX	反应堆厂房	2463	17241	
	2	5/6	SL	安全厂房 A 列	2189	18769	
	3	5/6	SR	安全厂房 B 列			
	4	5/6	LA	电气厂房	2436	21907	
	5	5/6	KA	燃料厂房	1740	11891	
	6	5/6	NH	核辅助厂房	2490	19912	
	7	7	QF	核废物厂房	1423	9257	5 号机组设置
	8	5/6	UR	人员通行厂房	1180	6533	
	9	6	VR	连接厂房	503	1340	
	10	5/6	DA	应急柴油发电机厂房 A 列	555	3900	
	11	5/6	DB	应急柴油发电机厂房 B 列	399	2505	
	12	5/6	DU	SBO 柴油发电机厂房	181	181	
	13	5/6	KY	应急空压机房	211	422	
	14	5/6	PR	核岛消防泵房	410	983	
	15	5/6	KP	核岛龙门架	400	-	
常规岛厂房及其附属建筑	16	5/6	ME	汽轮发电机厂房	8241	27294	
	17	5/6	MB	再生除盐水箱	52	-	
	18	5/6	MC	仪用压缩空气储气罐	4	-	3 个
	19	5/6	MF	常规岛事故排油坑	66	-	2 个
	20	5/6	MQ	酸碱储存计量间	221	155	
	21	5/6	TA	主变压器和降压变压器平台	2081	-	
	22	7	TS	主变备用相平台	400	-	
放射性辅助生产设施	23	7	QA	核岛液态流出物排放厂房	2088	2088	
	24	7	QB	常规岛液态流出物排放厂房			
	25	7	QC	放射性机修及去污车间	1944	2000	53 子项右侧扩建
	26	7	QR	放射性废油暂存库	323	323	
	27	0	QZ	新燃料组件运输中转贮存场地	1200	-	

表 4.1-2（2/3） 新建建、构筑物一览表

分区	序号	机组代码	代号	建、构筑物名称	基底面积（㎡）	建筑面积（㎡）	备注
气体生产储存设施	28	7	ZB	氢气贮存及分配站	693	-	
	29	7	ZC	空气压缩机房	312	312	
	30	7	ZF	公共气体贮存区 1	375	88	
	31	6	ZG	公共气体贮存区 2	96	9	
循环水设施	32	7	PF	厂区消防泵房	897	897	
	33	7	PH	制氯站	1472	1010	
	34	7	PM	联合泵房	10560	20240	
	35	7	CC	虹吸井	1970	-	
维修车间仓库	36	7	AA	综合检修厂房	3200	8000	671 子项右侧扩建
	37	7	AQ	龙门吊及环吊小车仓库	550	300	
	38	7	AP	移动电源车库	537	537	待定
	39	0	AM	化学试剂库 1	750	750	
	40	0	AN	化学试剂库 2	750	750	
其它辅助设施	41	7	DY	厂区附加电源柴油发电机厂房	733	946	
	42	7	HY	厂区地下水监测井	8	-	
	43	7	SA	污水系统油水分离器	195	195	
	44	7	SC	生活污水加压泵站	100	100	
	45	7	TE	辅助变压器区域及公用 10kV 配电间	867	167	
	46	7	TF	10kV 公用配电站	200	200	
	47	7	BE	生产检修办公楼	2693	7378	
	48	7	EA	培训中心（含模拟机）			厂前区内
	49	0	EI	宣传展览中心	2270	2270	
	50	7	EJ	大修控制中心	450	1350	
	51	0	EK	运行支持中心	630	1320	
	52	0	EC	车队管理楼	900	900	位置暂定
	53	0	UM	北大门	120	30	
	54	7	QL	厂区实验楼	630	1860	

表 4.1-2（3/3） 新建建、构筑物一览表

分区	序号	机组代码	代号	建、构筑物名称	基底面积（m²）	建筑面积（m²）	备注
实物保护	55	7	UA	控制区出入口	-	-	与生产检修办公楼合建
	56	7	UB	控制区围栏	-	-	
	57	7	UC	保护区围栏	-	-	
	58	7	UD	要害区围栏	-	-	
	59	7	UE	保护区出入口	429	458	
	60	7	UG	保卫控制中心	631	937	
	61	7	UH	武警岗楼	24	66	
	62	5/6	UV	核岛要害区出入口	299	299	
海工设施	63	7	CH	取水头部及取水隧洞	-	-	
	64	7	CP	排水隧洞	-	-	
室外管沟	65	7	GA	重要厂用水进水廊道	-	-	
	66	7	GB	综合技术廊道	-	-	
	67	7	GC	废液排放管沟	-	-	
	68	7	GD	循环冷却水进水管道	-	-	
	69	7	GE	循环冷却水排水管道	-	-	
	70	7	GG	500kV 电缆廊道	-	-	
	71	7	GJ	220kV 电缆沟	-	-	
	72	5/6	GK	常规岛电缆廊道	-	-	
	73	5/6	GL	核岛电缆廊道	-	-	
	74	7	GS	重要厂用水排水管道	-	-	
室外工程	75	7	00	厂区室外工程	-	-	

注：机组代码中，5/6—5 号机组/6 号机组；7—5、6 号机组共用，0—全厂共用。

表 4.1-3（1/2） 与 1、2 号机组共用设施一览表

序号	子项代码	建、构筑物名称	备注
1	011	500kV 开关站	厂房已建，新增设备
2	012	220kV 开关站	
3	014	网控楼	
4	021	重件码头	
5	025	厂区护堤	
6	051	保安楼	
7	06	应急指挥中心	厂房已建，新增设备
8	221	油处理车间	
9	25	辅助锅炉房	
10	30	淡水厂	
11	31	海水淡化厂房	厂房已建，新增设备
12	32	除盐水厂房	
13	37	生活污水处理设施	
14	51	厂址废物处理设施	
15	52	特种汽车库	
16	53	去污和热检修车间	
17	532	放射源库和流出物实验室	
18	65	综合办公楼	
19	651	培训中心	
20	653	食堂	
21	654	宣传中心	
22	657	职工现场生活区	
23	658	档案楼	
24	659	培训楼	
25	66	仓库	
26	671	综合检修厂房	
27	673	模拟体厂房与技能培训中心	

表 4.1-3（2/2） 与 1、2 号机组共用设施一览表

序号	子项代码	建、构筑物名称	备注
28	694	警卫营房	
29	695	消防站	
30	696	环境监测站	
31	697	气象观测站	
32	809	重件道路	
33	81	调试检修楼	
34	894	电离辐射计量实验室和金属材料实验室	

表 4.1-4 厂区主要技术经济指标表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="3">项目</th><th>单位</th><th>数量</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="5">1</td><td colspan="3">5、6号机组厂区用地</td><td>hm^2</td><td>21.80</td><td>控制区围栏内用地</td></tr>
<tr><td rowspan="4">其中</td><td colspan="2">主厂房区</td><td>hm^2</td><td>13.30</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">冷却水设施区</td><td>hm^2</td><td>1.75</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">辅助生产区</td><td>hm^2</td><td>3.35</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">实物保护区</td><td>hm^2</td><td>3.40</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td rowspan="8">主要管道长度</td><td rowspan="2">循环冷却水</td><td>进水管道</td><td>m</td><td>780×2</td><td></td></tr>
<tr><td>排水管道</td><td>m</td><td>410×2</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">重要厂用水</td><td>进水廊道</td><td>m</td><td>690×2</td><td></td></tr>
<tr><td>排水管道</td><td>m</td><td>950×2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">综合技术廊道</td><td>m</td><td>2550</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">废液排放管沟</td><td>m</td><td>570</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">500kVGIL 廊道</td><td>m</td><td>1330×2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">220kV 电缆沟</td><td>m</td><td>1210×2</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">厂区围栏长度</td><td colspan="2">控制区围栏</td><td>m</td><td>1840</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">保护区围栏</td><td>m</td><td>1530×2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">要害区围栏</td><td>m</td><td>1410</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">厂内道路</td><td colspan="2">重型路</td><td>万 m^2</td><td>1.28</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">轻型路</td><td>万 m^2</td><td>1.35</td><td></td></tr>
</table>

表 4.3-1 海水系统平均用水量

机组编号	凝汽器冷却水量（m^3/h）	辅机冷却水量（m^3/h）	重要厂用水（m^3/h）	海水制氯用水（m^3/h）	冲洗水（m^3/h）	海水淡化用水（m^3/h）	总水量	
							（m^3/h）	（m^3/s）
1	240400	6000	3800	400	600	800	252000	70
2	240400	6000	3800	400	600	800	252000	70
合计	480800	12000	7600	800	1200	1600	504000	140

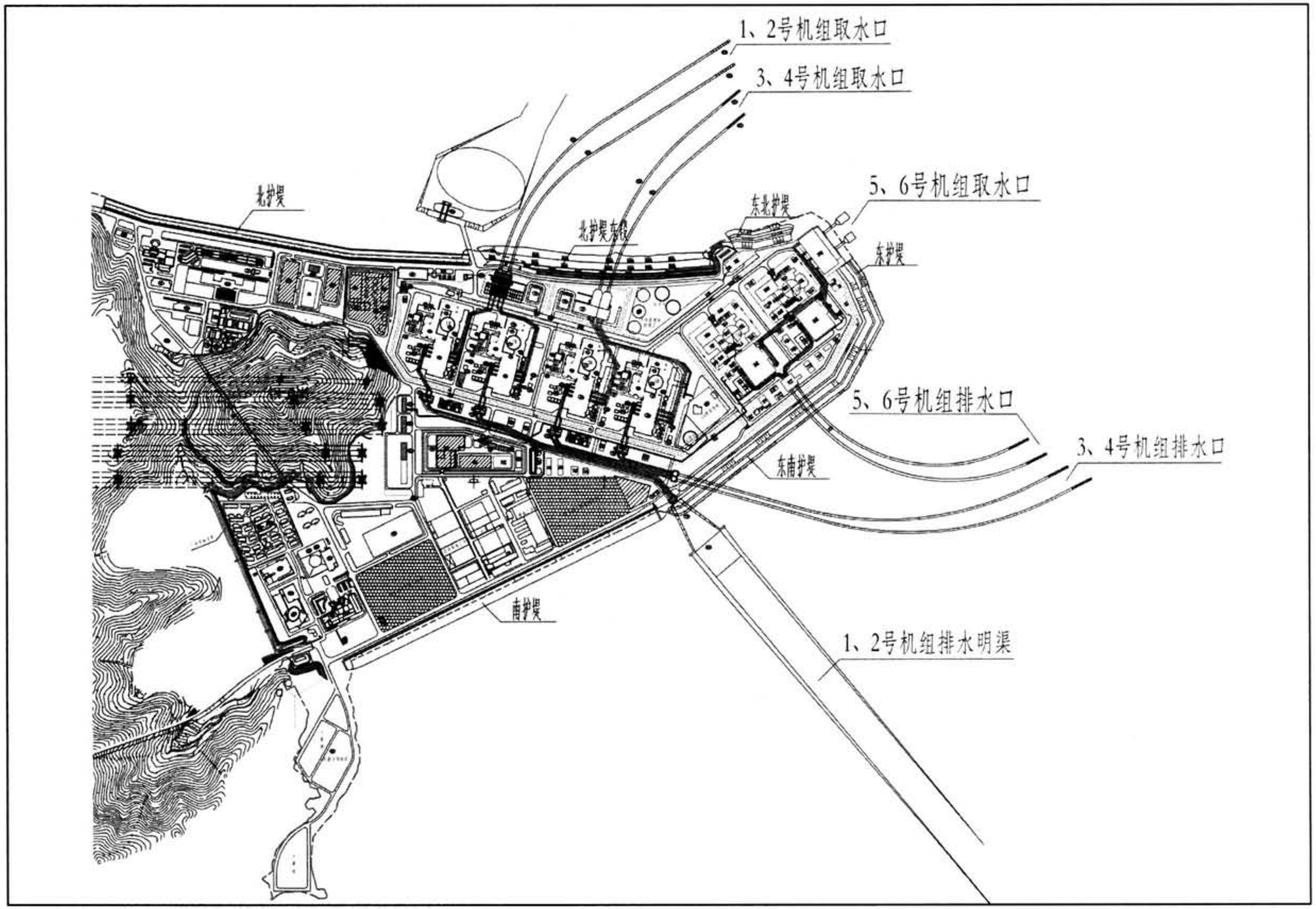


图 4.3-1 取排水工程平面布置图

第五章　核电厂施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

5.1.1 施工建设对土地利用的影响

5、6 号机组所在场地在 1、2 号机组建设时已全部平整至地面标高 11.70m 左右，5、6 号机组建设时的土石方量将大大减少，主要土石方来自厂区负挖，包括核岛负挖、常规岛负挖、联合泵房负挖、循环冷却水进排水管道负挖、重要厂用水进排水管道负挖和综合技术廊道负挖，总负挖方量约为 143 万 m^3（实方）。厂区负挖的土石方主要用于混凝土骨料、二次回填等，需求量约 238 万 m^3；欠方约 66 万 m^3，考虑外购。

5、6 号机组厂区需要建设核岛、常规岛及部分辅助生产建构筑物，厂区拟用地现状为 5、6 号机组预留建设用地。施工生产临建场地利用厂址南部 1、2 号机组已建成施工场地，包括常规岛安装临建区、核岛安装临建区、核岛土建临建区、常规岛土建临建区，BOP 设施的施工场地借用附近区域的空地。将位于 5、6 号机组建设用地范围内的混凝土搅拌站、砂石料堆放场搬迁至厂址西南方向的小黄礁和大黄礁。

上述设施在施工建设过程中可能局部对周围环境产生影响，主要有砂石料加工和混凝土搅拌对生态环境的影响，对土地的占用，以及由施工期车辆行驶噪声、汽车尾气和施工期机械噪声对周围环境的影响等。但由于厂区位于陆域最东端，施工生产临建场地利用已有施工场地，砂石料加工和混凝土搅拌站远离村庄、居民点或生态区等，因此施工建设对环境影响较小。

5.1.2 施工建设占用土地情况

5.1.2.1 厂址用地规模

根据《国土资源部关于浙江三门核电一期工程建设用地的批复》（国土资源函字[2011]687 号文），三门核电一期工程共计批准建设用地 206.31hm^2。其中厂区用地 181.08hm^2、进厂道路 11.61hm^2、淡水管线 0.76hm^2、猫头村搬迁安置地 12.86hm^2，一期工程已按照国土资源部的发文要求办理了全部土地的征用手续。

5、6 号机组工程用地面积为 56.41hm^2，其中厂区用地 21.80 hm^2，施工场地 34.61 hm^2，除联合泵房新增用海面积 0.26 hm^2 外，均在一期工程批准用地范围内。厂区拟用地现状为 5、6 号机组预留建设用地。

5.1.2.2 土地利用合理性分析

本期工程土地利用合理性分析如下：

1）厂区与附近城乡发展规划（城市发展规划、工业规划、土地利用规划）是相适宜和协调的。

2）厂址附近无大中型工矿企业、交通要道、风景名胜和军事设施，人口较少，地下目前暂无可供开采的矿产资源。

3）辅助生产设施、施工场地尽可能共用 1、2 号机组已建设施，减少用地。

4）在满足消防、防爆、卫生防护及工艺要求的条件下，将生产联系紧密的设施集中或联合布置，节约用地。

5）核电厂系统复杂，室外管线较多，为避免采用直埋敷设占用大量的平面空间而造成用地浪费，厂区设置综合技术廊道，室外管线尽量敷设在管廊内，以减少直埋管线占地。

5.1.3 施工活动对自然环境的影响

5.1.3.1 对地形地貌的影响

5、6 号机组所在场地在 1、2 号机组建设时已完成平整，现状地形平坦。在工程建设期间，对现状地形地貌按设计要求进行相应的负挖，通过进行必要的工程防护措施，优化施工工序，可以有效防止水土流失。同时结合厂区绿化美化，施工场地使用完毕后进行还绿等措施，对地形地貌改造的影响是局部的。

5.1.3.2 水土流失

本期工程在建设过程中会产生一定数量的水土流失，主要发生在厂区负挖期间，形成了负挖和填筑裸露面，裸露面表层结构疏松，无植被覆盖，造成区域内土壤抗侵蚀能力下降。同时，土石方的搬运和堆置也带来了水土流失。

5.1.3.3 对生态环境的影响

目前厂址场地已进行了平整，施工期土石方挖掘工作将可能改变原有生态环境条件，若处理不当将会造成严重的水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在建设施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

5.1.3.4 对大气环境的影响

参考三门核电项目 3、4 号机组环境影响报告书（建造阶段），3、4 号机组负挖期间，在厂址 W 方位 1.8km 的赤头村监测了 TSP 日均浓度。监测期间，赤头村的 TSP 浓度 0.048~0.116 mg/m^3，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准 0.3mg/m^3 的限值要求，即核电厂施工阶段 TSP 对厂外大气环境无明显影响。类比可知，本工程施工对大气环境的影响预计满足相关标准规定要求。

5.1.3.5 对声环境的影响

参考三门核电项目3、4号机组环境影响报告书（建造阶段），3、4号机组负挖期间，在厂址W方位1.8km的赤头村进行了噪声监测。监测期间，赤头村昼间噪声范围为37.7~61.9 dB(A)，夜间噪声范围为32.1~49.7 dB(A)，除部分时段外，其余均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的1类标准（昼间55dB(A)、夜间45dB(A)）。分析认为赤头村邻近进厂道路和猫头山隧道，受到施工车辆和隧道修建的影响，这种影响是局部的和暂时的，施工期结束后，该影响随之消失。类比可知，工程施工对声环境影响，预计总体满足相关标准规定要求。

5.1.3.6 对水环境的影响

陆域施工活动对水环境的影响主要来自施工人员生活污水。

本工程施工期和运行期的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的3#生活污水处理站（若需要，可增设调节池和提升泵），再将污水提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。部分无法接入污水管网的生活污水由施工承包商设置临时厕所，污物定期外运。

施工生产废水主要来自于洗砂过程。施工期部分废水蒸发消耗；部分废水经混凝沉淀处理后，上清液回用，池底污泥定期清理外运。

5.1.3.7 产生的固体废弃物对环境的影响

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间现场废物垃圾的处置主要是制定相应的管理规定，并严格执行。如从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；规划专用堆放场地，集中储存并做好防护措施，严禁乱倒乱卸，对建筑垃圾和弃渣的收集、堆放、处理规范化，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒等。因此，固体废弃物对环境的影响是局部的和暂时的。

生活垃圾主要来源于临时办公楼及职工食堂，由于办公楼内实现无纸化办公管理，其生活垃圾可忽略不计；职工食堂生活垃圾要求分类装袋，集中存放于现场规划的生活垃圾场，每天由委托的专业队伍清运至当地的环卫部门指定垃圾处理厂。

本工程建安期间，施工区域不产生生活垃圾，只产生建筑垃圾，而不同阶段施工，产生的建筑垃圾量也不同。施工现场垃圾清运原则是每天清运到现场规划的临时垃圾堆场，最后由所委托的专业队伍定期清运至当地环卫部门指定的垃圾场。

施工期间产生的危险废物由现场各施工单位自行处置，且严格遵守危险废物管理程序。

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对水资源利用的影响

1）施工期用水

核电厂施工期用水主要为淡水，主要包括施工生产用水和施工生活用水。施工生产用水供给混凝土浇注、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗和降尘等施工用水。施工生活用水供给施工人员生活用水，其水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）。

2）施工期用水量

三门核电项目5、6机组施工期间施工生产用水最大日用水量为2215m^3/d，施工人员生活用水最大日用水量为843m^3/d，施工现场降尘和洗车用水量为155.2m^3/d。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为3543m^3/d。

3）供水水源

三门核电项目5、6号机组施工期所需的淡水由1、2号机组已建的淡水厂和海水淡化设施二期工程提供，淡水厂的原水取自罗岙水库。

三门核电厂淡水厂的设计规模为25000m^3/d，海水淡化设施二期工程设计规模2x177m^3/d，其供水能力可满足5、6号机组淡水用水需求。

4）施工期用水对周围水用户的影响

上述淡水水源水量充沛，三门核电工程建设对周边水资源状况的影响不会因为5、6号机组的建设和运行发生明显改变。

待水资源论证报告完成后提供最终结论。

5.2.2 海域施工活动对水环境的影响

海域施工建设过程中对水环境的影响主要来自海域取排水工程施工，以及海上施工船舶产生的含油废水排放等。海工构筑物的施工会造成厂址附近局部海域环境发生暂时性变化，从而对该海域的环境造成一定的影响。

海域工程施工对水环境的影响主要表现为悬浮泥沙对海洋水质环境和生态的影响。工程施工将引起海域悬浮泥砂颗粒物增加，水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，导致局部海域内浮游植物生物量下降，引起初级生产力水平降低。施工期影响仅是短期影响，施工结束后，水体中的泥沙将在重力作用下以下沉为主，在施工停止一段时间后，绝大部分泥沙将沉降于海底，海水会很快变清。

5.2.3 减轻施工过程对水环境影响的措施

采取下列措施可减轻施工过程对水环境的影响：

1）减少泥沙入海污染海洋环境影响的措施

a）避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工。

b）将施工期环保要求列入招投标内容。

2）减少水下爆破过程对海域环境影响的措施

a）水下爆破严格控制一次爆破用药量，尽量减少爆破次数和单次爆破之间的时间间隔。

b）爆破时间选择在低平潮时段进行，并避开鱼类繁殖生长旺盛季节。

3）减轻疏浚过程对海域环境影响的环保措施

a）施工过程中合理安排施工进度和选用施工器具，如在不影响施工进度情况下尽可能选用较小的抓斗，设置拦污屏等防护措施，尽量将悬沙影响和溢油风险降至最低。

b）开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发现，应立即采取措施。

4）施工船舶及重件码头靠港船舶机舱含油污水处理措施

a）施工船舶含油污水不能随意排放，对于未安装油水分离器的小型船舶，可考虑施工期在岸上增设油水分离和处理设施。

b）施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。

c）严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

d）根据 MARPOL73/78 公约，重件码头靠港船舶舱底油污水经自备油水分离器处理达 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准（发布稿）》要求后到港外排放，禁止在港内排放。

e）重件码头到港船舶未配备油水分离处理设施，或因故障未能正常运行的，应直接交予有资质的含油污水接收处理船接收处理。

5.2.4 施工期海域环境监测

海域工程的施工会引起厂址附近局部海域环境发生暂时性变化，从而对该海域造成影响。为此，将委托专业单位开展海域工程施工期海域环境监测分析及评价工作，以了解施工对厂址周围海域环境所造成的影响，验证施工期所采取的环保措施的有效性。监测计划自海工工程施工开始至施工结束，在施工期的每年春、夏、秋、冬四季中具有代表性月份的大小潮进行海水水质、沉积物质量、水生生物资源及海洋生物质量的监测。

5.3 施工影响控制

5.3.1 水土保持方案

结合本期工程建设特点及自然地形条件，将水土流失防治范围划分为：厂区、施工生产临建区、混凝土预制区、海工工程区。本节主要阐述上述区域的水土保持。

厂区：厂区施工期间在施工道路两侧、厂区周边和集中汇水区域布设临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池，径流经过沉砂池沉淀后汇入永久排水设施，形成完整排水系统，保证施工区域不积水。同时施工期间，定期清除临时排水沟和沉砂池的沉积物，以防淤积。在厂区出入口设置沉淀池，汇集洗车污水，进行沉淀。

施工生产临建区：项目区风力较大，为了防止大风吹蚀沙、石料，临时堆放的建筑材料分类堆放，砌砖围墙进行拦挡，同时采用抑尘网进行覆盖。依据施工布置，在施工区周边和内部集中汇水区域开挖临时排水沟，排水沟末端设置沉砂池。在建筑材料冲洗处设置冲水沉淀池，汇集建筑材料冲洗污水，进行沉淀。施工场地开始使用后，对裸露的土地撒播草籽进行临时绿化。施工场地全厂共用，本期工程建设完成后应结合后期工程进度进行合理整治。

混凝土预制区：在混凝土搅拌站及砂石料场内，建筑材料冲洗处设置一个冲洗水沉淀池，汇集建筑材料冲洗污水，进行沉淀。开挖临时排水沟将冲洗水汇集至洗车沉淀池，经沉淀后排放。施工期间，定期清除沉淀池的沉积物，以保证具有足够的容量。施工结束后清理场地，混凝土搅拌站及砂石料场覆表土，全面整地，采取乔灌草立体绿化，同时撒播狗牙根草籽。

海工工程区：海工工程为海域抛填块石形成，全部为砼覆盖，不存在水土流失问题，因此无需新增水土保持措施。但要求施工单位在进行疏浚开挖时，应将疏浚淤泥及时运往指定抛泥点，避免疏浚淤泥临时堆放造成水土流失。

在工程建设期及植被恢复期还需进行水土保持监测，以厂区、施工生产临建区和混泥土预制区作为重点，监测的主要内容包括水土保持生态环境变化监测、水土流失动态监测、水土流失防治效果监测 、重大水土流失事件等，采用定位监测与调查监测相结合的方法。

5.3.2 节水措施

施工期节水措施主要是淡水的节水措施，如下：

1）采用用水量少、耗水量低的施工工艺，降低用水量；

2）采用新型管材，推广节水器具；

3）提高水的重复利用率；

4）加强节水管理，对用水量加以控制和计量。

5.3.3 建设期间生产和生活废物的控制

本工程施工期间施工生产用水主要用于消耗和重复利用。石料加工场及冲洗机具排水经过沟渠进入沉淀池，经过二级沉淀后复用。

本工程施工期间的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的3#污水处理站，再提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。部分无法接入污水管网的生活污水由施工承包商设置临时厕所，污物定期外运。

本工程施工建设期间指定承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

5.3.4 施工扬尘的控制措施

1）施工现场进出口、主要道路和砂、石堆场，各种加工场地进行硬化处理。

2）车辆清洗废水经二次沉淀后循环使用或用于洒水降尘。

3）施工区域内的临时道路专人清扫，洒水，各种加工场地及材料堆场划分责任区，由相关施工班组每日清扫。

4）水泥、砂、土等材料运输时封闭或严密覆盖。

5）现场水泥、珍珠岩粉、高效石膏粉、干粉砂浆、界面粘洁剂等入库或严密覆盖。

6）砼、砂浆搅拌台封闭，气候干燥室砂等粒径小的材料洒水润湿。

7）禁止在道路和人行道上堆放或转运易扬尘的建筑材料。

8）严禁在施工现场排放有毒烟尘和气体，不得在施工现场洗石灰、煎熬沥青，工地生活燃料应符合环保有关要求。

9）建筑工程完工后必须及时清理现场和平整场地，消除各种尘源。

10）有扬尘产生的施工切割、打磨等尽量集中进行，密闭施工或带水作业，不能集中进行的尽量密闭作业。

11）为在粉尘工作环境中的施工人员配备口罩等防尘措施，并随时注意检查、救护。

12)遇有四级风以上天气不得进行土方回填、转运以及其他可能产生扬尘污染的施工。

13）施工现场严禁焚烧垃圾，职工食堂不得烧材或煤，必须使用清洁能源。

14）临时办公点、职工宿舍、食堂打扫卫生及施工现场和楼地面要及时清理，清理前要洒水。

15）驶入建筑工地的运输车辆，必须车身整洁，转载车箱完好，转载货物必须堆码整齐，不得污染道路环境。否则，不允许其驶入工地。

16）运送各种建筑材料、施工垃圾、渣土的车辆必须应有遮盖和防护措施，防止建筑材料、建筑垃圾和尘土飞扬、洒落和流溢。否则，不允许其驶入工地。

5.3.5 施工噪声的控制措施

1）施工现场倡导文明施工，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。

2）所有施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

3）施工过程中，严格控制推土机一次推土量、装载机装载量，严格超负荷运转。

4）加强施工机械的维修保养，缩短维修保养周期，确保机械设备处于完好的技术状态。

5）尽量选择低噪声设备，最大限度降低噪声。要为操作工人配备相应的劳动保护用品。

6）车辆噪声采取保持技术状态完好和适当减低速度的方法进行控制。

7）在噪声敏感区域均需选低频振捣棒。振捣棒使用完毕后，及时清理干净，保养好；振捣混凝土时，禁止振钢筋或钢模板。

8）加强对混凝土泵、混凝土罐车操作人员的培训及责任心教育，保证混凝土罐车平稳运行。

9）从声源上降低噪声。尽量选用低噪声设备和工艺，尽量选用环保型机械设备。

10）从传播途径上控制噪声。对于噪声较大的设备，如空压机、发电机等，应采取吸声、隔音、隔振和阻尼等声学处理方法降低噪声，必要时设立专用工作间，以降低噪声。

11）施工现场应切实采取措施，控制噪声的产生。如进场使用的机械设备要定期维护保养；施工过程中严禁机械设备超负荷运转；禁止夜间使用噪声比较大的机械；模板、脚手架等支拆、搬运、修理应轻拿轻放，维修时禁止使用大锤敲打，尽量降低人为产生的噪声等。

12）加大治理噪声的宣传和奖惩力度，充分利用教育、经济等手段做好噪声的治理。

5.3.6 放射源的管理措施

施工期间主要用γ射线进行无损探伤检验及焊缝检查，依据国家颁布的《放射性同位素与射线装置放射防护条例》，制订放射源管理制度。管理措施主要涉及到使用、贮存和处理几个方面，具体内容如下：

1）放射源的使用

对于使用放射源的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核，考核不合格的人员不得上岗。

施工期间使用放射源的主要危害是外照射，因此在操作中必须充分利用时间、距离和屏蔽防护。装卸放射源时，尽量使用长柄钳等远距离操作器械，操作时间要准确、迅速，必要时可提前进行模拟练习。现场透照布置时，尽可能让射线辐射窗口远离工作人员。本项目施工期间从事放射工作的人员要穿戴必要的射线防护用品，如铅胶围裙、铅胶手套、铅玻璃眼镜等。用于处理放射性同位素与射线装置的工具均为专用，不得挪作它用。

调试或测试放射探伤装置在专门的射线探伤室或空旷的地方进行；射线工作区域用围栏圈出非安全区，并派专人监查。

根据射线的辐射范围，划出一定范围的警戒区域，并设置电离辐射标志和中文警示说明，必要时须有专人负责警戒，以防无关人员进入辐射现场。放射源使用完毕后，及时清点回收。

探伤作业前发布探伤通知，将探伤信息（包括探伤作业地点、警戒范围、时间等）告知各参建单位，避免发生误照射。在探伤作业过程中，对作业前现场公告、拉警戒带隔离、请主控广播、携带剂量率仪表、利用实体隔离、挂射线探伤警示牌、作业前清场、佩戴个人剂量计等辐射安全要求进行检查。

佩带监测个人或环境射线辐射剂量仪器，对辐射场所进行监测，防止意外照射及监测个人所受辐射剂量。组织从事或拟从事放射工作人员进行一年一次的体检，并建立相关的健康档案；凡在放射事故中有受到超剂量辐射嫌疑的人员，要及时组织接受特别体检，确认伤害程度。

为防止因放射源使用不当、安全防护措施不到位而造成工作人员和周围公众的高剂量误照射，在发生该种辐射事故时，及时启动事故应急预案，控制事故可能造成的危害并按事故报告制度进行报告和处理。

2）放射源的贮存

在放射性同位素与射线装置出入源库时，要办理出入库手续并登记、检查，做到账物相符。放射性同位素与射线装置存放在专用库内，库内有防火、防盗、防泄漏的安全防护措施，专人负责看管。放射性同位素与射线装置专用库不得存放易燃、易爆和腐蚀性物品。

运输采用符合防护及安全需求的防护容器及车辆，对货包进行表面污染及辐射水平测量。并安排专人押运，防止放射源丢失及意外事故。

放射源存放在安全的防护容器中，并贮存在专门的库、室、柜内。对其表面污染及辐

射水平进行测量与监控。进入库房的放射性同位素与射线装置本身先要闭锁，放射性同位素与射线装置不得在库房外存放过夜或较长时间库外存放。

放射源存放在安全的房间或源库内，专设屏蔽厂房进行贮存，并对其防护墙根据最大辐照量进行计算，使工作人员和公众不会受到超限值的照射。

放射性同位素与射线装置专用库的周围设置围栏标记和警告牌，必要时设置安全联锁、报警装置或者工作信号。对放射源贮存容器设置明显的放射性标识和中文警示说明。

3）放射源的处理

本项目产生的废源按采购合同约定的方式，优先考虑由供货方回收。

5.3.7 施工期监测

5.3.7.1 大气环境

施工期大气环境监测正在委托中，监测要求主要包括：

1）根据厂址现场施工建设计划以及季节性气象特征，选择对大气污染比较严重的施工阶段，开展大气环境质量跟踪监测和评价。

2）大气环境监测点的布设应根据施工活动的特点以及引起的污染物浓度分布特征和厂址气象条件，并结合工程施工前大气环境现状监测时所布设的点位，在厂界和厂址附近的集中居民点酌情布设一定数量的监测点，进行施工期大气环境的监测。

3）大气环境质量监测内容包括二氧化硫（SO_2）、总悬浮颗粒物（TSP）、颗粒物（粒径小于等于10μm）（PM_{10}）、颗粒物（粒径小于等于2.5μm）（$PM_{2.5}$）、二氧化氮（NO_2）、一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_X）等污染物的浓度，以及监测时的气象特征参数。

4）监测时间应根据施工计划，基本按照一年四个季度代表月份分为四期，每期一次，每次监测七天。考虑到施工计划可能的临时改变，根据现场施工活动及其对环境影响程度做出灵活安排。

5）施工期大气环境质量监测方法、数据处理，以及施工期大气环境质量现状评价等应符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）、《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996）和《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）等国家标准和导则的相关规定。

6）应详细记录和描述监测期间的施工活动的名称、延续时间，以及有关的环境气象条件。对所采用的监测仪器及其性能、测量记录、数据处理和质量保证予以必要的说明。

7）对厂界和敏感点附近可能存在的其他固定的或移动的大气污染源进行调查，并分析其对本项目监测结果的影响。

8）列表给出施工期内各类污染物的监测数据，分析各污染物达标情况和浓度变化规

律，并结合施工前大气环境质量状况对施工期间厂址周围大气环境质量做出总体评价，对监测结果超标的给出超标原因的分析。

5.3.7.2 声环境

施工期声环境监测正在委托中，监测要求主要包括：

1）根据厂址现场施工建设计划，选择对声环境影响较大、噪声污染比较严重的施工阶段，开展环境噪声水平跟踪监测和评价。

2）阐述厂址施工期间，由于施工活动产生的各种固定和移动噪声源及其最大噪声源的类型和所处位置。

3）根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）等国家标准和导则的规定及要求，并结合工程施工前环境噪声本底监测时所布设的点位，在施工场界、厂址附近的集中居民点、最大噪声源处酌情布设一定数量的噪声监测点，进行噪声昼夜监测。

4）环境噪声的测量条件、测量仪器、测量记录、数据处理等应按国家相关标准和规定执行。

5）施工期噪声监测除了应定期并特别注意在施工期间产生较大噪声时的监测外，也应对场界和居民点附近可能存在的其他固定的、移动的或间歇的环境噪声污染源进行调查，并分析其对本项目监测结果的影响。

6）按适当比例绘制各噪声监测点布点图，并列表说明各监测点的位置、测量时间、测量结果和噪声的来源。

7）详细描述监测期间施工活动情况，根据施工场地噪声水平的监测结果，并结合施工前监测的噪声本底水平对施工期间噪声现状水平进行分析和评价，对监测结果超标的给出超标原因的分析。

第六章 电厂运行的环境影响

表

图

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

三门核电项目 5、6 号机组厂址位于浙江省东部沿海，濒临三门湾，海域水深条件较好。5、6 号机组的取排水量分别为 70m³/s、70m³/s，取排水温升暂按 7.5℃考虑。

本工程拟采用海水为冷却水的直流供水系统，循环冷却水系统与重要厂用水系统共用取水构筑物拟采用“北取南排（深排）”的取排水布置方案，即厂址东北侧设置岸边式取水构筑物，循环水排水通过位于厂址东南侧的排水隧洞深排至大海。

本工程取排水构筑物包括取水头部、取水隧洞和排水隧洞等，见图 6.1-1。

取水工程拟采用岸边式取水的方案，三门核电 5、6 号机组两台机组各设置一条取水隧洞和一个取水头部，布置在厂区东北侧矾头位置处，取水头部位于厂区东侧深潭约-17m 等深线处。

排水工程拟采用厂址东南侧深排方案，每台机组设置 1 根排水隧洞，排水口附近海床标高约为-9~-10m。

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

根据三门核电项目 5、6 号机组温排水二维数模计算结果，1~6 号机组共同运行工况条件下，夏季 1℃温升最大包络面积为 84.12km^2，4℃温升最大包络面积为 3.27km^2，均为夏季半月潮工况；冬季 2℃温升最大包络面积为 21.50km^2，4℃温升最大包络面积为 3.52km^2，均为冬季半月潮工况。

根据三门核电项目 5、6 号机组温排水三维数模计算结果，1~6 号机组共同运行工况条件下，夏季 1℃温升最大包络面积为 84.45km^2，4℃温升最大包络面积为 3.29km^2，均为夏季半月潮工况；冬季 2℃温升最大包络面积为 19.97km^2，4℃温升最大包络面积为 3.59km^2，均为冬季半月潮工况。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 生态环境调查

厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查结果见 2.3.3 节内容。

6.1.3.2 温排水对海洋生态的影响

1）对功能区划的影响

5、6 号机组采用暗管深排工程方案，海域扩散条件较好，根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2018 年 9 月修订），初步判断工程运行温排水不会对附近海洋功能区划产生较大影响。

2）对海洋生态环境的影响

在表层水中，温度是影响鱼类分布重要的环境因子。热排放进入受纳水体后，会改变鱼类等水生生物在水体中的正常分布，引起群落结构的变化。不同增温区对鱼类的影响也不同，特别是夏季增温对某些鱼类分布的影响比较明显。而在其他季节，特别是冬季，增温对某些暖水性鱼类可能会表现出有利的影响，一定范围内种群数量随水温升高而提高，并且鱼类种类的迁入增多、迁出减少，其个体数量也增加。

研究表明，通常情况下热排放对邻近水域鱼类的产卵活动会产生一定的影响，而对仔鱼的生存及分布影响不大。鱼类一般避开温升 1.0℃以上水域而趋于在热排放的边缘区域（温升 1.0℃）产卵。

综上所述，在夏季，工程引起排放口附近温升 4℃范围内浮游生物、鱼类的种类及渔获量会受到明显影响，但仅限于排放口附近，排放口以外海域由于温升均小于 4℃，对海洋生物影响可明显减少。在夏季以外的季节，特别是冬季，温排水在一定程度上可能会促进某些暖水性浮游生物、鱼类和甲壳类种群的生长和繁殖。

6.1.3.3 卷吸效应和机械损伤

5、6 号机组营运期对海洋生物的卷载效应（entrainment），其定义为电厂取、排水过程对于水体中能通过滤网系统而进入冷凝器的浮游生物、鱼卵仔鱼、大型生物及鱼类幼体造成的损害。

1）机械卷载对生物的影响

5、6 号机组取排水工程运行会对周围海域海洋生物产生一定的卷吸效应。一般取排水产生的卷吸效应只对那些能通过取水系统滤网的浮游生物、鱼卵仔鱼、大型生物及鱼类幼体产生伤害，但不会对整个三门湾的海洋生态环境造成大的影响。

2）减小机械卷载效应措施

针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，设计中考虑的主要措施包括控制取水流速和设置拦网设施。控制取水流速是指通过对取水头部尺寸、型式的设置，控制过水断面，从而获得合理的取水流速，以达到减少对水生生物影响的目的。

根据《核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）》（HJ1037-2019）的要求，相关专题正在委托中。

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

（1）气载流出物排放源项

本工程运行状态下，气载流出物主要通过高 76.5m 的烟囱排入大气。

本厂址规划建设的“2 台华龙一号机组+4 台 AP1000 机组”共 6 台机组，5、6 号机组

的排放量控制值为厂址排放量控制值的 1/3。本工程两台机组运行状态下，气载流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的厂址气载流出物年排放量控制值的 1/3 比较如下：

核素类别	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	1.17E+14	8.00E+14	14.63%
碘	1.92E+09	2.67E+10	7.20%
粒子（$T_{1/2}\geq 8d$）	1.87E+08	6.67E+10	0.28%
氚	9.20E+12	2.00E+13	46.00%
碳-14	7.32E+11	9.33E+11	78.43%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

本厂址规划建设的“2 台华龙一号机组+4 台 AP1000 机组”共 6 台机组。根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011），本厂址为同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量应控制在单台机组控制值的 4 倍以内。

厂址 6 台机组运行状态下，气载流出物排放源项与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的厂址气载流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	3、4 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	厂址 4 台机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	2.36E+14	2.36E+14	1.17E+14	5.89E+14	2.40E+15	24.54%
碘	1.28E+10	1.28E+10	1.92E+09	2.76E+10	8.00E+10	34.45%
粒子（$T_{1/2}\geq 8d$）	1.91E+10	1.91E+10	1.87E+08	3.85E+10	2.00E+11	19.23%
氚	9.46E+12	9.46E+12	9.20E+12	2.81E+13	6.00E+13	46.87%
碳-14	6.40E+11	6.40E+11	7.32E+11	2.01E+12	2.80E+12	71.86%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

（2）液态流出物排放源项

本厂址规划建设的“2 台华龙一号机组+4 台 AP1000 机组”共 6 台机组，5、6 号机组的排放量控制值为厂址排放量控制值的 1/3。本工程两台华龙一号机组运行状态下，液态流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的厂址液态流出物年排放量控制值的 1/3 比较如下：

核素类别	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
氚	9.20E+13	1.00E+14	92.00%
碳-14	5.38E+10	2.00E+11	26.90%
其余核素	1.30E+10	6.67E+10	19.50%

各核素均满足 GB6249-2011 中对厂址液态流出物年排放量控制值的要求。

本厂址规划建设的“2 台华龙一号机组+4 台 AP1000 机组”共 6 台机组。根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011），本厂址为同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量应控制在单台机组控制值的 4 倍以内。

厂址 6 台机组运行状态下，液态流出物排放源项与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的厂址液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	3、4 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	厂址 6 台机组总排放量设计值 Bq/a	厂址排放量控制值 Bq/a	比值
氚	8.52E+13	8.52E+13	9.20E+13	2.62E+14	3.00E+14	87.47%
碳-14	7.10E+10	7.10E+10	5.38E+10	1.96E+11	6.00E+11	32.63%
其余核素	2.28E+10	2.28E+10	1.30E+10	5.86E+10	2.00E+11	29.30%

各核素均满足 GB6249-2011 中对厂址液态流出物年排放量控制值的要求。

本工程运行状态下，三门 5、6 号机组核岛及 BOP 的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度在保守工况下为 396.47Bq/L，在现实工况下为 62.13Bq/L，三门 5、6 号机组常规岛放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度在保守工况下为 0.85Bq/L，在现实工况下为 0.02Bq/L，均满足 GB6249-2011 规定的排放控制值的要求。

6.2.2 照射途径

6.2.2.1 气态途径

本工程运行状态下，气载流出物排放到环境后对公众的照射途径可归纳为：空气浸没外照射、地面沉积外照射、吸入空气内照射和食入农牧产品内照射。

6.2.2.2 液态途径

本工程运行状态下，液态放射性流出物与循环冷却水混合后排入临近海域，在其稀释和扩散的过程中，可归纳为：食入海产品内照射，岸边沉积外照射，在海域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射。

6.2.2.3 其他途径

本工程所在厂址为滨海厂址，海水不作为农业灌溉和人畜饮用水，因此对饮用水和灌溉的照射途径不予考虑。

6.2.3 计算模式与参数

（1）气态途径

根据气态途径排放的源项数据和国标、国际标准推荐的计算模式和参数以及厂址参数，计算了气载流出物对厂址半径 80km 范围内公众的最大个人有效剂量。

剂量估算中所使用的惰性气体空气浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），其余核素的空气浸没外照射剂量转换因子和地表沉积外照射剂量转换因子（包括空气中和水中）取自美国联邦导则 12 号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》，食入和吸入内照射剂量转换因子分别取自 GB18871-2002 中的表 B6、表 B7 和表 B9，见表 6.2-1；各核素的转移系数和浓集因子取自 IAEA 安全丛书 19 号报告。人口分布数据取厂址 2027 年的预期人口数。

（2）液态途径

根据国际标准和国内相关标准推荐的计算模式和参数评价液态流出物对厂址半径 80km 范围内公众造成的辐射影响。剂量估算计算中食入有效剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），地表沉积和水中浸没剂量转换因子取自美国联邦导则 12 号报告（1993），沉积吸附分配系数 Kd 取自 IAEA 安全丛书 19 号报告《三门核电 3、4 号机组放射性核素在邻近海域沉积物中吸附特性研究报告》和《三门核电项目 5、6 号机组工程厂址受纳海域泥沙对放射性核素吸附特性研究报告》。在剂量评价中，使用厂址半径 5km 范围内居民最大食谱计算厂址半径 5km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用厂址半径 80km 范围内居民食谱计算厂址半径 5~80km 范围内公众所受到的最大个人剂量。人口分布数据取厂址 2027 年的预期人口数。

6.2.4 大气弥散和水体弥散

（1）大气弥散

三门核电厂址座落于浙江省台州市三门县健跳镇东北部约 6km 的猫头山嘴半岛——娘娘殿岗上，濒临三门湾，北、东、南三面临海，厂址区域年平均风速较大，静风频率较低，大气扩散条件较好。

Cs-137 的年均大气弥散因子范围为 3.39E-10 s/m^3 ~3.16E-07 s/m^3，I-131 的年均大气弥散因子范围为 3.28E-10 s/m^3 ~3.16E-07 s/m^3，Kr-85 的年均大气弥散因子范围为 3.39E-10 s/m^3 ~3.16E-07 s/m^3。

Cs-137 的相对干沉积因子范围为 5.08E-13 m^{-2}~4.73E-10 m^{-2}，I-131 的相对干沉积因子范围为 3.28E-12 m^{-2}~3.16E-09 m^{-2}。

Cs-137 和 I-131 的相对湿沉积因子范围为 3.57E-14m^{-2}~3.65E-11m^{-2}。

（2）水体弥散

中国辐射防护研究院于 2021 年 5 月完成了《三门核电机组温排水、液态流出物排放数值模拟计算报告》。在液态剂量计算中各类核素的海水稀释因子选取最不利潮型—典型小潮时的相应结果。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

本工程运行状态下，气载流出物主要通过高 76.5m 的烟囱排入大气。气载流出物中的代表性放射性核素 Cs-137、I-131 和 Kr-85 年均放射性活度浓度的最大值出现在厂址 SE 方位半径 0～1km 处，几种代表性核素的年均放射性活度浓度最大值分别为 1.33E-07Bq/m^3（Cs-137）、1.25E-05Bq/m^3（I-131）、2.20E-02Bq/m^3（Kr-85）。

6.2.6 公众的最大个人剂量

6.2.6.1 5、6 号机组

（1）气态途径

本工程运行状态下，气态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 6.74 E-08Sv/a、6.64 E-08Sv/a、5.68 E-08Sv/a、4.38 E-08Sv/a。

（2）液态途径

本工程运行状态下，液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 2.68E-06 Sv/a、2.29E-06 Sv/a、2.29E-06 Sv/a、1.85E-06Sv/a。

（3）气液态综合途径

本工程运行状态下，气载和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分为 2.75E-06 Sv/a、2.36E-06 Sv/a、2.35E-06 Sv/a、1.89E-06 Sv/a。各年龄组中成人组的剂量最大，受到的最大个人有效剂量为 2.75E-06 Sv/a，约占本工程个人剂量约束值（0.08mSv/a）的 3.44%。

6.2.6.2 1、2 和 5、6 号 4 台机组

本厂址建设 4 台核电机组（ 2 台 AP1000 机组+2 台华龙一号机组），4 台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 9.23E-06 Sv/a、7.53E-06 Sv/a、7.30E-06 Sv/a、4.59E-06 Sv/a。各年龄组中成人组的剂量最大，受到的最大个人有效剂量为 9.23E-06Sv/a，约占厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的 3.69%。其中气态途径剂量为 2.21E-07Sv/a，液态途径剂量为 9.01E-06 Sv/a。

6.2.6.3 1-6号6台机组

本厂址规划建设6台核电机组，共4台AP1000机组+2台华龙一号机组。6台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为1.24E-05 Sv/a、1.00E-05 Sv/a、9.66E-06 Sv/a、5.93E-06 Sv/a。各年龄组中成人组的剂量最大，受到的最大个人有效剂量为1.24E-05 Sv/a，约占厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的4.96%。其中气态途径剂量为3.75E-07Sv/a，液态途径剂量为1.20E-05 Sv/a。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

本节主要估算三门核电厂5、6两台机组正常运行时，由于气、液态放射性流出物的排放，所致周围环境介质中生物的辐射剂量水平，同时还计算了三门核电厂1-6号六台机组正常运行时对生物的辐射影响。

6.2.7.1 生物的辐射效应

对水生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为水体照射和底泥照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

对陆生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为空气照射和地面沉积外照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

6.2.7.2 评价模式

厂址周围环境介质中生物所受的辐射剂量采用ERICA程序计算。

6.2.7.3 参考生物的分类

参考生物的定义和选用是建立“非人类物种”辐射剂量评估模型的基础。ERICA程序根据生物所在的栖息环境选择了不同的代表性生物作为参考生物。

6.2.7.4 参数选取

由生物的剂量率限值（ERICA推荐所有生物的筛选值为10μGy/h）反推出各核素在环境介质中对不同生物的浓度限值即为环境介质浓度限值，该参数与核素、媒介、生物种类有关，是一般筛选方法的技术基础。

6.2.7.5 水生生物辐射影响的估算

（1）三门核电厂5、6号两台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-4}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10μGy/h。因此，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

（2）三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于10μGy/h。因此，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

（3）三门核电厂1-6号六台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于10μGy/h。因此，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

6.2.7.6 陆生生物辐射影响的估算

（1）三门核电厂5、6号两台机组正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-4}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（2）三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（3）三门核电厂1-6号六台机组正常运行时陆生生物辐射影响的估算

从影响率的结果来看，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

本工程运行状态下采用现实排放源项计算周围的关键人群组、关键核素和关键照射途径。厂址半径80km范围内居民所受的集体剂量为0.157人•Sv/a。

根据现实源项的评价结果，厂址半径80km范围内成人组、青少年组、儿童组、婴儿

组各子区公众个人所收气液态流出物辐射的有效剂量见表 6.2-2，最大个人有效剂量分别为 1.03E-06 Sv/a、7.73E-07 Sv/a、7.51E-07 Sv/a、4.69E-07 Sv/a。最大个人有效剂量出现在厂址 W 方位 2～3km 处，可能的关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 1.03E-06 Sv/a，其中气载途径所致的剂量为 2.79E-08 Sv/a，液态途径所致的剂量为 1.01E-06 Sv/a。

气态途径的主要途径为食入农牧产品造成的内照射途径，约占气态途径总剂量的 91.94%；其次为吸入空气内照射途径，约占气态途径总剂量的 5.19%；空气浸没外照射和地面沉积外照射途径分别占气态途径的 1.91%和 0.96%。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 78.75%；其它贡献较大的核素为 H-3，占气态途径总剂量的 17.94%。

液态途径的主要途径为食入海产品造成的内照射途径，占液态途径总剂量的 86.80%。液态途径的主要核素为 C-14，它所致的剂量约占液态途径总剂量的 75.23%；其它贡献较大的核素为 Co-60，占液态途径总剂量的 16.78%。

气液态综合的关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 8.72E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 84.45%；其次为液态途径的岸边沉积外照射途径，占气液态总剂量的 12.84%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 7.78E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 75.34%；另外，Co-60 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 16.34%。

采用 2020 年的气象数据对厂址周围的“三关键”进行评价。通过计算结果得知，厂址半径 80km 范围内最大个人有效剂量为 1.04E-06Sv/a，出现在厂址 W 方位 2～3km 处，可能关键居民组为成人组。气液态综合的关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 8.72E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 83.80%；其次为液态途径的岸边沉积外照射途径，占气液态总剂量的 12.74%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 7.85E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 75.37%；另外，Co-60 的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的 16.22%。

本工程建成后与三门核电厂 1、2 号机组一起运行，4 台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 7.10E-06 Sv/a、5.70E-06 Sv/a、5.55E-06 Sv/a、2.85E-06 Sv/a。最大个人有效剂量出现在厂址 W 方位 2～3km 处。可能的关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 7.10E-06 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 6.78E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 95.52%；其次为岸边沉积造成的外照射途径，占气液态总剂量的 3.34%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 6.06E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 85.38%；另外，Co-60 和 Zn-65 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂

量的 3.75%和 3.69%。

本工程建成后将与三门核电站 1~4 号机组一起运行，6 台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 1.00E-05 Sv/a、8.07E-06 Sv/a、7.85E-06 Sv/a、4.07E-06 Sv/a。最大个人有效剂量出现在厂址 W 方位 2～3km 处。关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 1.00E-05 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 9.59E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 95.80%；其次为岸边沉积造成的外照射途径，占气液态总剂量的 2.86%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 8.60E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 85.86%.

6.2.9 辐射影响评价

综合上述计算分析，本工程运行状态下，气态和液态排放源项、液态途径排放的放射性核素的浓度以及公众最大个人有效剂量均满足相应国标要求。

本工程运行状态下，厂址附近水生生物和陆生生物所受辐射剂量率均远小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

6.3 其他环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

三门核电厂 5、6 号机组工艺系统中化学污染物对环境的其它影响主要是化学物质向海域的排放，以及由此造成的海水水质变化对海洋生物的影响。

本工程排放的化学物质主要来自下列工艺过程产生的废水：

— 海水淡化系统；

— 除盐水生产系统；

— 凝结水精处理；

— 循环水处理系统。

6.3.1.1 海水淡化系统

海水淡化系统产生的废水其主要化学物质是海水预处理过程产生的悬浮物和沉淀泥浆、海水淡化反渗透装置排出的浓盐水。

由于海水预处理过程中所用的化学药品均是根据原水水量、悬浮物及浊度等条件按比例投加的，含有悬浮物和氢氧化铁的沉淀泥浆水进行脱水，固体物质不排入水体，滤出液经循环冷却水稀释后 Fe 的浓度已是很低，滤出液排至滤池反洗水池，与滤池反洗水一起回收至混合反应沉淀池进水端，不排放，这些化学物质将不会影响排放海域的海水质量。污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。

海水膜反渗透装置排出的浓盐水总量最大日排放量 10040 m^3/d，循环水流量约 252000 m^3/h，浓盐水的排出量约为循环水量的 1/602，浓盐水先经循环水稀释后，含盐量已降得很低，至海水排放口进一步稀释，浓度更低，不会影响排放海域的海水质量。

6.3.1.2 除盐水生产系统

除盐水生产系统树脂再生废水的 NaCl 排放浓度很低，两小时内最大释放浓度小于 3 g/L，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中对含盐量没有限制，且含盐量也不是《海水水质标准》（GB3097-1997）中用于海水分类的项目指标。因此，不会影响附近海域的海水质量。

6.3.1.3 循环水处理系统

循环水处理系统对流经循环水系统的海水作连续加氯处理，对取水头部进行连续加药，加药点处的海水中有效氯浓度 0.5 mg/L，联合泵房处连续加药，加药点处的海水中有效氯浓度为 0.5 mg/L，这个浓度可以防止海洋生物在整个循环水系统的管道内和排放口繁殖，以避免因其繁殖而导致的整个系统的管道断面缩小、阻力增加和流量的降低。

加入循环冷却水中的游离态氯衰减得很快，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原性物质作用而消耗。化合态余氯为氯氨（氨氮、有机胺、氯化合而成），如一氯胺（NH_2Cl）、二氯胺（$NHCl_2$）等。化合态余氯氧化能力低，在海水中比较持久稳定，但它的生物毒性远小于游离态氯。另一主要的因素是残余氯在海区中的稀释与扩散，冷却水排入海域后，随着潮汐和海流的运动，冷却水不断与海区中大量的海水进行混合，在这个过程中，残余氯亦得到稀释，不断扩散到海区中去，并进一步得到消耗。

冷却水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，至排放口时，余氯浓度约为 0.15mg/L 左右。根据南海水产研究所的研究结果，当余氯浓度为 0.1mg/L 时，鱼的种类多样性指数下降 50%。根据法国格拉芙林核电站的研究结果，余氯浓度为 0.05mg/L 时，藻类的初生组织开始受到影响，浓度高于 0.3mg/L 时初生组织将完全受到抑制。浮游动物对氯化作用敏感性则较差，余氯浓度为 0.3mg/L 左右时，幼鲽的不孵化率为 36%，浓度为 0.05mg/L 时仅为 1%。可见，余氯浓度大于 0.05mg/L 时，才可能对海洋初级生产力造成影响。

余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。

6.3.2 其他污染物的环境影响

6.3.2.1 生产废水和生活污水的影响

本工程其它生产废水主要为汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性

含油废水。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，经管网排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。

本工程运行期的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的3#污水处理站（必要时设置转输池和提升水泵），再提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。

因此，生产废水排放不会对附近海域的海水质量造成明显影响，是可以接受的。生活污水在贮存、提升过程中对环境的影响是可接受的，生活污水最终由健跳镇污水处理厂处理达标后排放，本节不对健跳镇污水处理厂的环境影响进行评价。

6.3.2.2 噪声的影响

（1）评价标准

厂界环境噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中3类标准，即昼间65(dB(A))、夜间55(dB(A))。

（2）评价等级与评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）规定，本项目所处声环境功能区为3类地区，确定本项目声环境影响评价工作等级为三级，评价范围为拟征地边界外1m。

（3）噪声预测

类比可知，三门5、6号机组工程正常运行时对南厂界的噪声贡献值预计满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定3类标准限值。

离厂址最近的居民点为赤头村，离厂址最近的居民点为赤头村，位于厂址WSW方位2.7km，距离厂址较远，且与厂址之间有山体相隔，预计工程正常运行对赤头村的噪声影响可忽略不计。

参考《三门核电项目3、4号机组环境影响报告书（建设阶段）》，三门核电项目4台机组正常运行对厂界的噪声贡献值为36.3 dB（A），三门核电厂6台机组正常运行对厂界的噪声贡献值预计满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定3类标准限值。

6.3.2.3 电磁辐射影响

三门核电厂5、6号机组将与1、2号机组共用已建的500kV开关站，根据HJ 24-2020标准要求，采用类比法，与已运行的田湾1-4号机组共用的500kV开关站、5-8号机组共用的

500kV开关站的电磁辐射强度和分布的实际测量结果进行类比，对本工程建成后电磁环境影响进行预测。

本工程500kV开关站与田湾核电站现有开关站比较内容见表6.3-1。

田湾核电厂厂址区域5km范围内电磁环境的主要评价结论如下：

工频电场/工频磁场：田湾核电厂厂区工频电场强度监测值在0.164V/m~ 1428.52V/m之间，工频磁场强度监测值在0.036μT ~9.793μT之间；输电线路工频电场强度监测值范围在1.326V/m~2044.64V/m之间，工频磁场强度监测值在0. 035μT ~6.817μT之间；田湾核电厂厂区外环境敏感区工频电场强度监测值在0.118V/m~106.80V/m之间，工频磁场强度监测值在0.038μT ~0.087μT之间。根据以往工程经验，机组正常运行时，开关站电场强度最大值一般出现在靠近输电线路边相外0-5m处，最大磁场强度一般在中相导线的正下方附近，然后随距离增加而降低。距离田湾核电站厂址最近的居民区为位于厂址NNW方位约1.4km处的东崖屋村，此处工频电场监测值为0.371V/m，工频磁场监测值为0.043μT。所有工频电场/工频磁场强度监测值都分别小于标准限值4kV/m和 0.1mT（100μT），符合标准要求。

三门核电厂厂址周围的居民点距500kV开关站及500kV输电线路方向距离较远，预计工程正常运行后对居民区的影响较小，可忽略不计。

由表 6.3-1 及以上分析可见，三门核电厂厂址区域附近电磁辐射污染源要少于田湾核电站厂址区域。可以预见，三门核电厂 5、6 号机组建成投运后 500kV 开关站对周围环境的电磁辐射影响也能够满足国家相关标准的要求。

表 6.2-1（1/2） 食入和吸入内照射剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	$Sv.m^3/Bq.s$	$Sv.m^2/Bq.s$	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
H-3	3.31E-19	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	7.30E-11	1.20E-10	2.70E-11	3.45E-11	4.65E-11	9.60E-11
C-14	2.65E-18	1.68E-20	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	6.20E-12	8.90E-12	1.10E-11	1.90E-11
Kr-85m	6.83E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	2.55E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.94E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	9.72E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.27E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.11E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	5.44E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.85E-14	3.82E-16	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	7.40E-09	1.90E-08	3.70E-08	7.20E-08
I-132	1.14E-13	2.29E-15	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	9.40E-11	2.20E-10	4.50E-10	1.10E-09
I-133	3.00E-14	6.43E-16	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	1.50E-09	3.80E-09	8.30E-09	1.90E-08
I-134	1.32E-13	2.63E-15	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	4.50E-11	1.10E-10	1.80E-10	4.80E-10
I-135	8.09E-14	1.52E-15	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	3.20E-10	7.90E-10	1.70E-09	4.10E-09
Cr-51	1.53E-15	3.12E-17	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	3.70E-11	6.59E-11	1.00E-10	2.60E-10
Mn-54	4.14E-14	8.22E-16	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	1.50E-09	2.40E-09	3.81E-09	7.51E-09
Co-57	5.68E-15	1.16E-16	2.10E-10	5.80E-10	8.90E-10	2.90E-09	1.00E-09	1.50E-09	2.30E-09	4.40E-09
Co-58	4.82E-14	9.61E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.10E-09	3.10E-09	4.50E-09	9.00E-09
Co-60	1.27E-13	2.38E-15	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	3.10E-08	4.00E-08	5.90E-08	9.20E-08
Fe-59	6.04E-14	1.13E-15	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	3.70E-09	5.50E-09	7.90E-09	1.80E-08
Sr-89	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08

表 6.2-1（2/2） 食入和吸入内照射剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	$Sv.m^3/Bq.s$	$Sv.m^2/Bq.s$	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
Sr-90	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08
Zr-95	3.65E-14	7.32E-16	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	4.80E-09	6.80E-09	9.70E-09	2.00E-08
Nb-95	3.78E-14	7.57E-16	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	1.50E-09	2.20E-09	3.10E-09	6.80E-09
Ru-103	2.28E-14	4.69E-16	7.30E-10	1.50E-09	2.40E-09	7.10E-09	2.40E-09	3.50E-09	5.00E-09	1.10E-08
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-09	1.50E-08	2.50E-08	8.40E-08	2.80E-08	4.10E-08	6.40E-08	1.40E-07
Sb-125	2.05E-14	4.31E-16	1.10E-09	2.10E-09	3.40E-09	1.10E-08	4.80E-09	6.80E-09	1.00E-08	2.00E-08
Cs-134	7.66E-14	1.54E-15	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	2.00E-08	2.80E-08	4.10E-08	7.00E-08
Cs-136	1.07E-13	2.12E-15	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	2.80E-09	4.10E-09	5.70E-09	1.50E-08
Cs-137	2.92E-14	6.03E-16	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	3.90E-08	4.80E-08	7.00E-08	1.10E-07
Ba-140	8.83E-15	2.00E-16	2.60E-09	5.80E-09	9.20E-09	3.20E-08	5.10E-09	7.60E-09	1.10E-08	2.70E-08
Ce-141	3.53E-15	7.51E-17	7.10E-10	1.50E-09	2.60E-09	8.10E-09	3.20E-09	4.60E-09	6.30E-09	1.40E-08

表 6.2-2（1/4）　本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N					4.06E-07	1.54E-07	3.52E-08	3.43E-08	3.38E-08	1.03E-08	1.00E-08	9.80E-09
NNE					4.02E-07	1.52E-07	3.39E-08	3.34E-08	3.31E-08	9.69E-09	9.53E-09	9.41E-09
NE						1.52E-07	3.40E-08	3.35E-08	3.32E-08	9.76E-09		
ENE						1.53E-07	3.48E-08	3.41E-08				
E						1.58E-07	3.76E-08	3.59E-08				
ESE						1.54E-07						
SE												
SSE					4.05E-07	1.52E-07	3.39E-08					9.35E-09
S					4.02E-07	1.51E-07	3.32E-08	3.28E-08	3.26E-08		9.21E-09	9.14E-09
SSW				5.89E-07	4.02E-07	1.51E-07	3.30E-08	3.27E-08	3.25E-08	9.21E-09	9.14E-09	9.08E-09
SW				5.95E-07	4.03E-07	1.51E-07	3.33E-08	3.29E-08	3.26E-08	9.32E-09	9.22E-09	9.15E-09
WSW			6.04E-07	5.91E-07	4.03E-07	1.51E-07	3.32E-08	3.28E-08	3.26E-08	9.28E-09	9.19E-09	9.12E-09
W			1.03E-06	5.86E-07	4.02E-07	1.51E-07	3.31E-08	3.28E-08	3.26E-08	9.27E-09	9.18E-09	9.12E-09
WNW					4.05E-07	1.52E-07	3.40E-08	3.34E-08	3.31E-08	9.66E-09	9.50E-09	9.39E-09
NW					4.08E-07	1.54E-07	3.48E-08	3.40E-08	3.35E-08	1.00E-08	9.78E-09	9.62E-09
NNW						1.53E-07	3.46E-08	3.38E-08	3.34E-08	9.94E-09	9.73E-09	9.58E-09

表 6.2-2（2/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N					3.06E-07	1.17E-07	2.77E-08	2.66E-08	2.60E-08	8.32E-09	8.00E-09	7.75E-09
NNE					3.01E-07	1.14E-07	2.61E-08	2.55E-08	2.51E-08	7.62E-09	7.42E-09	7.28E-09
NE						1.14E-07	2.62E-08	2.56E-08	2.52E-08	7.70E-09		
ENE						1.16E-07	2.72E-08	2.63E-08				
E						1.22E-07	3.06E-08	2.86E-08				
ESE						1.17E-07						
SE												
SSE					3.05E-07	1.15E-07	2.61E-08					7.20E-09
S					3.01E-07	1.13E-07	2.53E-08	2.48E-08	2.45E-08		7.03E-09	6.94E-09
SSW				4.41E-07	3.01E-07	1.13E-07	2.50E-08	2.46E-08	2.44E-08	7.03E-09	6.93E-09	6.86E-09
SW				4.48E-07	3.02E-07	1.13E-07	2.54E-08	2.48E-08	2.45E-08	7.16E-09	7.04E-09	6.95E-09
WSW			4.56E-07	4.43E-07	3.02E-07	1.13E-07	2.52E-08	2.48E-08	2.45E-08	7.12E-09	7.00E-09	6.92E-09
W			7.80E-07	4.39E-07	3.00E-07	1.13E-07	2.51E-08	2.47E-08	2.45E-08	7.10E-09	6.99E-09	6.91E-09
WNW					3.04E-07	1.15E-07	2.62E-08	2.55E-08	2.51E-08	7.58E-09	7.38E-09	7.24E-09
NW					3.08E-07	1.16E-07	2.72E-08	2.62E-08	2.56E-08	8.00E-09	7.73E-09	7.53E-09
NNW						1.16E-07	2.69E-08	2.60E-08	2.55E-08	7.92E-09	7.67E-09	7.48E-09

表 6.2-2（3/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N					2.97E-07	1.00E-07	2.64E-08	2.55E-08	2.50E-08	7.81E-09	7.54E-09	7.36E-09
NNE					2.94E-07	9.84E-08	2.51E-08	2.46E-08	2.43E-08	7.25E-09	7.10E-09	6.98E-09
NE						9.82E-08	2.52E-08	2.47E-08	2.44E-08	7.32E-09		
ENE						9.95E-08	2.59E-08	2.52E-08				
E						1.05E-07	2.86E-08	2.70E-08				
ESE						1.01E-07						
SE												
SSE					2.97E-07	9.87E-08	2.51E-08					6.92E-09
S					2.94E-07	9.76E-08	2.44E-08	2.41E-08	2.39E-08		6.79E-09	6.72E-09
SSW				4.28E-07	2.93E-07	9.73E-08	2.42E-08	2.39E-08	2.37E-08	6.79E-09	6.71E-09	6.66E-09
SW				4.33E-07	2.94E-07	9.78E-08	2.45E-08	2.41E-08	2.39E-08	6.89E-09	6.79E-09	6.72E-09
WSW			4.39E-07	4.29E-07	2.94E-07	9.76E-08	2.44E-08	2.40E-08	2.38E-08	6.86E-09	6.77E-09	6.70E-09
W			7.58E-07	4.26E-07	2.93E-07	9.73E-08	2.43E-08	2.40E-08	2.38E-08	6.84E-09	6.76E-09	6.70E-09
WNW					2.96E-07	9.88E-08	2.52E-08	2.46E-08	2.43E-08	7.22E-09	7.07E-09	6.96E-09
NW					2.99E-07	1.00E-07	2.60E-08	2.52E-08	2.47E-08	7.56E-09	7.34E-09	7.18E-09
NNW						9.97E-08	2.58E-08	2.50E-08	2.46E-08	7.49E-09	7.29E-09	7.14E-09

表 6.2-2（4/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N					1.86E-07	1.10E-07	1.62E-08	1.58E-08	1.55E-08	4.72E-09	4.60E-09	4.50E-09
NNE					1.85E-07	1.10E-07	1.56E-08	1.53E-08	1.52E-08	4.45E-09	4.38E-09	4.32E-09
NE						1.09E-07	1.56E-08	1.54E-08	1.52E-08	4.49E-09		
ENE						1.10E-07	1.60E-08	1.56E-08				
E						1.13E-07	1.73E-08	1.65E-08				
ESE						1.11E-07						
SE												
SSE					1.86E-07	1.10E-07	1.56E-08					4.29E-09
S					1.85E-07	1.09E-07	1.53E-08	1.51E-08	1.50E-08		4.23E-09	4.19E-09
SSW				2.70E-07	1.84E-07	1.09E-07	1.52E-08	1.50E-08	1.49E-08	4.23E-09	4.19E-09	4.16E-09
SW				2.73E-07	1.85E-07	1.09E-07	1.53E-08	1.51E-08	1.50E-08	4.28E-09	4.23E-09	4.20E-09
WSW			2.77E-07	2.71E-07	1.85E-07	1.09E-07	1.52E-08	1.51E-08	1.49E-08	4.26E-09	4.22E-09	4.19E-09
W			4.74E-07	2.69E-07	1.84E-07	1.09E-07	1.52E-08	1.50E-08	1.49E-08	4.26E-09	4.21E-09	4.18E-09
WNW					1.86E-07	1.10E-07	1.56E-08	1.53E-08	1.52E-08	4.44E-09	4.36E-09	4.31E-09
NW					1.87E-07	1.10E-07	1.60E-08	1.56E-08	1.54E-08	4.60E-09	4.50E-09	4.42E-09
NNW						1.10E-07	1.59E-08	1.55E-08	1.53E-08	4.57E-09	4.47E-09	4.40E-09

表 6.3-1 三门核电 5、6 号机组与田湾核电 1-6 号机组电磁辐射环境情况对比

	三门5、6号机组	田湾1-6号机组
建设规模	2*1200 MW	田湾一、二期工程2*1060 MW 田湾5、6号机组2*1000 MW
电压等级	500kV	500kV
厂区内电磁辐射源	1个的500kV开关站、1个220kV辅助开关站	2个500kV开关站，一个220kV辅助开关站，6台主变压器
厂区外电磁辐射源	1座220kV变电站、2条500kV输电线、1条220kV输电线	3条500kV输电线，1条220 kV输电线，2条110 kV输电线

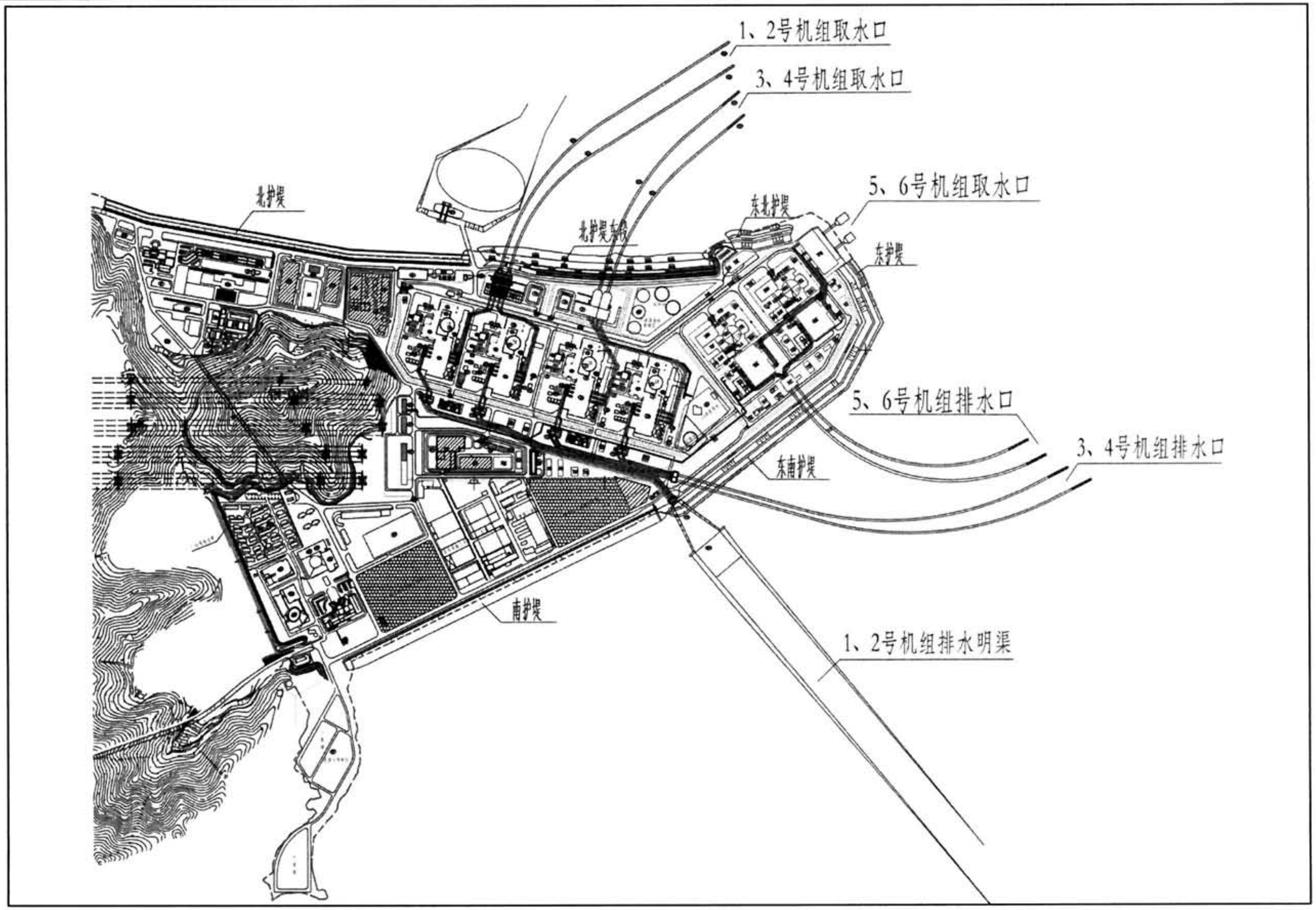


图 6.1-1 取排水工程平面布置图

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述和事故源项

三门核电项目 5、6 号机组工程拟采用融合“华龙一号”机型。

按照国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011），在厂址审批阶段，应对核电厂选址假想事故的放射性后果进行分析和评价。本节对三门核电项目 5、6 号机组工程选址假想事故的放射性后果进行分析和评价，以论证厂址的适宜性。

7.1.1.1 事故描述

依据《核电厂选址假想事故源项分析准则》（NB/T 20470-2017）给出的准则对选址假想事故源项及其放射性后果进行分析和评价。该准则采用设计基准大破口失水事故（DBALOCA）作为选址假想事故。通常假设这种事故的发生与大的失冷事故 LOCA 相关，由于一回路管道双端断裂，冷却剂从破口中大量流失，而作为专设安全设施的安全注入系统全部失效，堆芯得不到及时冷却，从而过热引起堆芯大规模熔化。熔化的燃料芯块中的全部惰性气体、部分的卤素和少部分的挥发性固态核素将从一回路系统的破口进入安全壳中。

7.1.1.2 事故源项

融合“华龙一号”机型设计采用双层安全壳。双层安全壳环形空间在正常及事故工况下均通过排风维持负压，因此可有效包容内壳泄漏到环形空间的放射性物质，并通过环形空间安全系列过滤排放，进一步控制向环境的放射性释放。

本节选用双层安全壳的设计参数，基于《核电厂选址假想事故源项分析准则》中的基本假定和计算模型，计算由安全壳释放到环境的总活度。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

应用于事故后果评价的事故（短期）大气弥散因子采用 USNRC 的管理导则 RG1.145 推荐的模式和方法进行计算。采用三门核电厂址 2018 年度风向、风速、稳定度三维联合频率以及厂址实测扩散参数，计算各方位 99.5%概率水平的轴线大气弥散因子，将各方位最大值与全厂址 95%概率水平的结果比较，选择较大的结果作为 0-2 小时的大气弥散因子。对于释放持续时间长于 2 小时的大气弥散因子，则利用小时大气弥散因子与年平均大气弥散因子，采用双对数内插的方法求得。

7.1.2.2 事故剂量

在事故释放期间，考虑公众受到烟云外照射和吸入空气内照射两种途径的影响。

烟云浸没外照射剂量转换因子和吸入内照射剂量转换因子取自 GB18871、联邦导则12 号报告(EPA-402-R-93-081)以及 ICRP71 号报告。采用厂址 2027 年的预期人口数据计算集体剂量。

7.1.3 事故后果评价

7.1.3.1 评价标准

根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)，在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

7.1.3.2 后果评价和分析

计算结果显示，厂址拟定非居住区边界处（500m）的任何个人，在选址假想事故后的任意 2h 内所接受的最大有效剂量为 5.21E-03Sv，厂址拟定规划限制区边界处（5000m）的任何个人，在事故的整个持续期内（30d）接受的有效剂量为 1.17E-03Sv，分别为 GB 6249-2011 中剂量控制值的 2.08%和 1.17%。

厂址半径 80km 范围内，公众群体在事故持续期间 30 天内受到的集体有效剂量为 694 人 • Sv，为 GB 6249-2011 中的剂量控制值的 3.47%。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的相关规定以及选址假想事故条件下拟定非居住区和规划限制区边界公众受到的有效剂量、厂址半径 80km 范围公众群体受到的集体有效剂量的计算结果，在采用保守计算假设的条件下，选址假想事故的后果满足国标规定的剂量控制值。因此从事故后果的角度来看，三门核电项目 5、6 号机组工程厂址是适宜的。

当采用三门核电厂址 2020 年度风向、风速、稳定度三维联合频率以及厂址实测扩散参数，计算得出的大气弥散因子计算剂量后果时，计算结果显示，厂址拟定非居住区边界处（500m）的任何个人，在选址假想事故后的任意 2h 内所接受的最大有效剂量为 5.38E-03Sv，厂址拟定规划限制区边界处（5000m）的任何个人，在事故的整个持续期内（30d）接受的有效剂量为 3.31E-03Sv，分别为 GB 6249-2011 中剂量控制值的 2.15%和 1.32%。厂址半径 80km 范围内，公众群体在事故持续期间 30 天内受到的集体有效剂量为 662 人 • Sv，为 GB 6249-2011 中的剂量控制值的 3.31%。根据《核动力厂环境辐射防护规

定》（GB 6249-2011）的相关规定，采用保守计算假设的条件下，选址假想事故的后果满足国标规定的剂量控制值。

7.2 场内运输事故

7.2.1 新燃料运输事故

本项目选用的新燃料组件运输采用新燃料运输容器，容器的设计和制造满足我国 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求。

新燃料组件及其运输容器的减震和密封性能能在正常运输条件下确保运输的安全，对环境不会产生任何有害影响。运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料芯块散落的情况。此外新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。所以，新燃料运输事故不会对周围环境和人员造成危害和污染。

7.2.2 乏燃料运输事故

反应堆换料卸出的乏燃料组件在燃料厂房的乏燃料贮存水池中暂存，在水池尚未达到贮存量限值之前运往乏燃料后处理厂。乏燃料运输容器的安全可靠是实现安全运输的前提，乏燃料运输容器满足 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求，容器具有承受正常运输条件下和运输中事故条件下各项试验的能力，能够满足密封性能与屏蔽性能的要求，并能确保临界安全。

除了运输容器本身具有高的安全性以外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。从 2003 年开始，我国每年都进行大亚湾乏燃料运输工作，大亚湾乏燃料安全运输经验表明，我国在乏燃料运输的组织管理、方案设计和实施、运输工具配置及安全保障措施等方面的能力完全可以保证乏燃料运输的安全。因此，预期的乏燃料运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

7.2.3 放射性固体废物运输事故

核电厂运行期间产生的废树脂、废活性炭、废过滤器芯和杂项干废物在经收集后由专用运输槽车从 5、6 号机组的核辅助厂房（NX）或核废物厂房（QX）送往 1、2 号机组的放射性废物处理中心（SRTF）进行处理。废树脂屏蔽运输槽车设有泄露探测系统和液位探测系统，防止运输过程中发生放射性物质泄露。厂内运输道路有足够的宽度和平整度保证运输安全；并采取控制转运车辆行驶速度、道路通行管制等管控措施，降低厂内转运事故发生的可能性。

处理后的废物包外运时为200L钢桶，如果表面剂量率≤2mSv/h，可直接通过转运车辆运输；如果表面剂量率＞2mSv/h的废物桶，则在外加屏蔽体后通过转运车辆运输。

放射性固体废物的运输拟采用公路运输，而公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的，在运输过程中将严格遵守GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》中的有关要求。

废物桶的设计和制造满足EJ 1042-2014《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》；水泥固定废物体性能满足EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》；废物包性能满足GB 12711-2018《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》。运输过程中即使废物桶从运输车辆上掉下来，最大限度只会造成废物桶的局部损坏，废物散落的可能性很小，即便散落少量废物，也可以采取措施收集，防止对环境造成污染。

7.3 其它事故

在本电站中其它事故不会或极少可能导致放射性物质向环境释放，但可能产生其它一些影响环境的后果（例如化学物质爆炸、火灾、化学物品泄漏）。设计中已对这类事故给予充分的注意，采取了切实的保护措施，可以把事故发生的可能性和对环境的可能影响减至最小。

7.4 事故应急

我国《核电厂核事故应急管理条例》要求，在核电厂选址阶段应考虑在核事故时执行应急计划的可能性。如果推荐的核设施厂址在制定和执行应急计划方面出现难以克服的特殊困难，则可以成为不选择该厂址的充分理由。

7.4.1 厂址周围的人口分布

厂址半径80km范围内无百万人口以上的大城市。厂址半径15km范围内无10万人以上的城镇。厂址半径5km范围内无1万人以上的乡镇。

厂址半径5km范围内无中小学，共有2所幼儿园。厂址半径5km范围内主要旅游景点为三门农博园。厂址半径5km范围内有一家规模以上工业企业（年产值2000万元以上），为浙江三门永泰建材有限公司。除此之外，厂址半径5km范围内无养老院、卫生院、无文物古迹和文物保护单位、无自然保护区。

7.4.2 厂址周围气象、通讯、公安及消防条件

厂址半径50km范围内常规气象站有6个；厂址区域附近2004年后陆续建立的若干自动气象站。此外，厂址气象铁塔及地面气象站也可为核电厂事故应急提供长期与实时的基础资料。三门县移动、联通、电信基站已覆盖全境。

应急情况下，厂址周围的公安消防可以为场外应急、公众隐蔽和撤离等行动提供支持和帮助。

7.4.3 厂址周围交通条件

三门县境内公路交通较为发达。目前境内有高速公路三条：G15 沈海高速（甬台温段）、甬台温高速复线和 G15W 常台高速（上三段）；省道三条：34 省道（S214）甬临线、74 省道（S224）岭三线和 60 省道（S326）天高线。这些公路构成了三门县和外界交通联系的重要纽带。

农村公路方面，三门县所有乡镇现已全部通等级公路，乡镇内也基本实现了村村通公路，并实现了路面硬化。

三门核电厂进厂道路和应急道路均已建成通车，目前进出核电厂区较为便捷。

7.4.4 小结

从现有厂址环境条件看，三门核电项目 5、6 号机组工程厂址半径 5km 范围内没有万人以上的乡镇，半径 10km 范围内没有 10 万人以上的城镇，应对厂址 5km 范围内的人口进行控制以避免其机械增长。厂址半径 5km 范围内有 2 所幼儿园，浙江三门永泰建材有限公司的工作人员，以及三门农博园的旅游人口，这些特殊人群在制定与实施应急计划时需要加以特殊考虑。除此之外，厂址半径 5km 范围内无养老院、卫生院、无文物古迹和文物保护单位、无自然保护区。厂址的气象观测条件有利于应急计划的实施，厂址周围交通方便，对于确定不同方向的两条应急撤离路线有利。厂址不存在实施应急计划难以克服的困难。

第八章 流出物监测与环境监测

表

图

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

三门核电厂5、6号机组运行期间流出物监测方案计划包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测。在流出物监测中对气载和液态放射性流出物进行重点监测。

放射性流出物监测的内容包括流出物的放射性浓度、排放总量和核素的种类等。运行期间流出物监测方案根据我国有关法规和工程的实际情况制定。

制定流出物监测方案依据和参考了下列标准：

1) 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）；
2) 《核设施流出物监测的一般规定》（GB 11217-89）；
3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
4) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
5) 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第1部分：一般要求》（GB/T 7165.1-2005）；
6) 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第2部分：放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求》（GB/T 7165.2-2008）；
7) 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第3部分：放射性惰性气体监测仪的特殊要求》（GB/T 7165.3-2008）；
8) 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第4部分：放射性碘监测仪的特殊要求》（GB/T 7165.4-2008）；
9) 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第5部分：氚监测仪的特殊要求》（GB/T 7165.5-2008）；
10) 《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第1部分：一般要求》（GB/T 12726.1-2013）；
11) 《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第2部分：气态排出流及通风中放射性离线连续监测设备》（GB/T 12726.2-2013）；
12) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
13) 《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》（环发[2012]16号文件）；
14) 《核设施烟囱和管道释放气载放射性物质的取样和监测》ANSI N13.1-2011；
15) 《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》（国核安发[2020]44号文件）。

8.1.1.1 监测目的

运行期间流出物监测目的：

（1）监测释放到环境中的气载和液态放射性流出物的浓度，判断其是否符合国家批准的排放量控制值和营运单位规定的排放管理目标值；

（2）为判明本工程的运行以及放射性废物的处理和控制装置的工作是否正常有效提供数据和资料；

（5）迅速发现有无计划外排放和事故排放，鉴别其性质、种类及其程度，以便及时采取措施；

（6）给出报警和必要的执行动作，以控制不合理的排放，可为本工程在事故期间的应急响应提供信息。

8.1.1.2 制定监测方案的原则

制定本工程运行期间流出物监测方案和监测系统设计遵循的主要原则包括：

（1）满足国家标准法规提出的流出物监测管理要求；

（2）对于所有可能产生放射性排放的途径，均应设置合理的监测手段。取样点的设置和取样系统的设计应确保监测结果能代表实际的排放；

（3）对于分批排放，排放前取样分析；

（4）对于具有事故后监测功能的仪表需考虑冗余监测；

（5）根据国家标准规定的年排放总量限值和排放浓度上限值，制定合理的排放量控制值和仪表的报警阈值；

（6）流出物监测和取样系统的设计中将考虑地方环保部门的监督性检查和测量。

8.1.1.3 气载放射性流出物监测

对核电厂气载放射性流出物的排放监测和控制是防治环境污染措施的重要组成部分。本工程采用“融合华龙一号”三代核电技术，均为单堆布置，核岛反应堆厂房、燃料厂房、核辅助厂房、人员通行厂房、安全厂房等的放射性排放经过滤后汇总到核岛烟囱集中排放。本工程采用单机组布置方案，每个机组设有一个排风烟囱，常规岛放射性气体均送至核岛烟囱统一进行排放，因此，气载放射性流出物监测集中对核岛烟囱和常规岛通风排放管道中排放的气体进行监测，并对烟囱排气进行取样测量。

（1）气载放射性流出物连续监测

1）放射性惰性气体连续监测

烟囱放射性惰性气体监测分为正常情况监测和事故情况监测。监测仪的量程满足核电

厂正常排放和事故排放监测要求，高低量程互相重迭一个量级。惰性气体连续监测设备属安全1E级设备，有显示、记录打印和报警功能。

2）气溶胶连续监测

在烟囱设置气溶胶连续监测通道，对气溶胶的放射性水平进行连续监测，并设有显示、记录打印和报警功能。

3）放射性碘连续监测

在烟囱设置放射性碘连续监测通道，对放射性碘水平进行连续监测，并设有显示、记录打印和报警功能。

（2）气载放射性流出物取样测量

在烟囱气载流出物连续监测管路并行设置了取样装置，用于对气载流出物进行取样，所取样品送至厂区实验室进行测量和分析，拟取样和监测内容包括：惰性气体、气溶胶、碘、H-3及C-14。惰性气体为定期取样，气溶胶、碘、H-3及C-14均为连续取样。

8.1.1.4 液态放射性流出物监测

放射性废液主要来自废液处理系统、放射性废水回收系统、蒸汽发生器排污系统蒸汽发生器排污液、常规岛废液收集系统等等，废液经处理后分别汇总到核岛液态流出物排放系统及常规岛液态流出物排放系统的贮罐中作为液态放射性流出物集中排放。

液体放射性流出物监测包括排放前的取样测量和排放过程中的在线监测。

8.1.1.5 地方环保部门监督性监测

为了满足地方环保部门进行监督性监测，本工程将采取一系列措施，以满足地方环保部门进行流出物监督性监测。这些措施主要包括：

（1）流出物在线监测数据传输至环保部门指定地点；

（2）经常保持与地方环保部门联系，接受地方环保部门的监督与指导；

（3）积极配合地方环保部门进行流出物监督性监测工作，并为地方环保部门定期取样提供方便，包括：

- 可根据需要向地方环保部门提供烟囱气溶胶及放射性碘的取样样品；
- 提供烟囱中^{14}C和^{3}H样品给地方环保部门进行测量；
- 从排放废液罐中提取废液样品时，同时为地方环保部门提取平行样品；

（4）向地方环保部门及时提供流出物监测月报表；

（5）流出物监测及样品测量分析数据可随时供地方环保部门查询；

（6）定期进行监测结果的比对和监测技术的交流。

8.1.2 辐射环境监测

目前，三门核电基地已建立了一套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施进行运行期间的环境监测。同时，三门核电基地也制定了详细的辐射环境监测大纲，按照监测大纲进行日常的环境监测。本工程建成后将对环境监测大纲进行适应性修改，以实现对整个厂址环境进行统一监测。运行期间环境监测依据的主要标准规范有：

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
2) 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）；
3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
4) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
5) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
6) 《环境 γ 辐射剂量率技术规范》（HJ1157-2021）；
7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
8) 《环境辐射监测中生物采样的基本规定》（EJ527-90）；
9) 《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》（国核安发[2012]98 号文）；
10) 《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》（环发[2012]16 号文件）。

8.1.2.1 监测目的

运行期间环境监测的目的是：

- 测定环境介质中核素浓度及大气中 γ 辐射水平的变化，以评估三门核电项目排放的放射性物质对周围环境的影响情况；
- 及时发现环境介质中放射性活度的变化，并查找原因，以便采取预防措施；
- 监测海洋环境介质是否符合国家环保标准；
- 事故应急响应期间执行应急监测。

8.1.2.3 监测范围

依据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，核电厂在进行常规环境辐射监测时，应与运行前的辐射环境本底调查工作相衔接，充分利用运行前环境调查所获得的资料。常规环境辐射监测的环境γ辐射水平的调查范围半径一般取20km，其余项目的调查范围半径一般取10km。

8.1.2.4 布点原则

本工程运行期间环境监测布点将结合运行前连续两年的放射性本底调查结果具体制定。同时为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，在进行环境监测采样和监测点的布设中主要考虑的原则有：

1) 最大风频下风向厂区边界附近区域；

2) 最小风频下风向较少受核电厂排放影响的区域；

3) 陆生和海洋生物生长周期、采样品种的代表性；

4) 核电厂周围主要农作物；

5) 人口分布、土地利用和陆生资源，居民的饮食结构；

6) 电厂排放口附近海域。

8.1.2.5 监测项目

本工程运行期间主要进行以下项目的监测工作：

（1）气象参数测量

风速、风向、空气温度、相对湿度、降雨量、大气压、天空总辐射、净辐射。

（2）环境 γ 辐射水平监测

大气中环境 γ 辐射水平的连续监测；

累积剂量监测；

非连续监测的瞬时剂量率。

（3）环境介质放射性核素浓度监测

8.1.2.6 测量方法

根据监测任务和样品的种类采取以下不同的测量方法：

（1）实验室分析测量（对环境介质样品）

物理测量和分析：使用低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁测量装置、低本底 γ 谱仪等仪表进行 α/β 放射性活度测量、γ 能谱核素分析、^{3}H 和 ^{14}C 放射性活度测量。

放射化学测量分析：放射化学测量分析的方法按照国家标准规定进行，主要对环境介质中的 ^{90}Sr 等核素进行测量分析。

（2）固定式环境 γ 辐射监测和流动的辐射监测

设置环境 γ 辐射监测站，进行连续监测；

在环境中定点布设 TLD 元件，并在实验室中用热释光剂量测量仪进行累积剂量测量；

设置环境监测车/应急监测车进行本工程周边环境 γ 辐射监测，车上设有车载 γ 剂量率监测仪、便携式 γ 谱仪、便携式 γ 剂量率监测仪等设备。

（3）气象观测

在气象铁塔及地面设置风速、风向、空气温度、相对湿度、降雨量、大气压、天空总辐射、净辐射等气象要素传感器用来连续观测厂区的局部气象状况。

8.1.2.7 地方环保部门的监督性监测

三门核电基地已为浙江省地方环保部门建设了监督性监测前沿站和监测子站，目前处于正常运行状态。本工程考虑主要从以下几个方面保证对监督性监测的支持：

（1）为地方环保部门现场监测提供方便，包括人员出入支持、人员配合、水电及监测场地的支持等；

（2）开展实验室之间的检测结果比对活动，增强交流和了解。

8.1.3 应急监测

事故工况下的环境应急监测是核电厂应急计划的重要组成部分，本工程将制定应急环境监测大纲，对监测原则、监测方法和步骤、监测项目、监测路线、监测组织机构、监测数据发布等做出规定。在事故工况下，根据应急监测大纲对环境中γ辐射水平及大纲中规定的环境介质进行快速取样，样品根据大纲要求和有关测量程序进行放射性测量。

三门核电厂现有的参与应急环境监测的监测设施和设备主要包括：

（1）气象观测与环境监测系统（MES）

（2）无线应急监测系统

（3）环境监测车、介质采样车

（4）环境实验室

（5）场外技术支持

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

在机组运行前，核电厂将委托编制温排水监测方案，并在运行期间按照计划定期完成5、6号机组的温排水监测。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

为了进一步评估排水中含有的非放射性化学污染物和生活污水对水环境的影响，计划在废水处理工艺末端排放口进行非放射性污染物的监测，初步方案见表8.2-1。

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

8.3.1.1 流出物实验室

流出物实验室用于核电厂液态和气载流出物样品的预处理、样品制备、γ能谱分析、总α/β放射性测量和核素分析，以确定排放的液态和气载流出物的放射性水平，保证向环境的受控排放，并为编写核电厂放射性物质排放的年度评价报告提供数据。

本工程流出物实验室与三门核电厂一期工程共用一个流出物实验室，原设计满足六台

机组流出物样品的制样和检测。该实验室位于一期工程主厂区南侧的放射性废物区，靠近特种汽车库和去污和热检修车间。

8.3.1.2 监督性流出物监测设施

厂区外的监督性流出物实验室与三门核电厂一期工程共用，位于三门核电厂厂址西部 26km 附近，可以满足监督站使用。

8.3.2 环境监测设施

8.3.2.1 气象与环境监测系统

本工程将利用三门核电厂已建设的气象与环境监测系统（MES 系统），用于连续监测厂区及周围环境地区的环境 γ 辐射水平，采集厂区及周围地区的环境介质样品并送往环境实验室分析测量，连续监测厂址区域的气象要素，为环境评价和应急决策提供气象数据，为评价本工程对环境的影响事故应急期间应急方案制定提供监测数据支持。

MES 系统由监测子站（共 8 个）、中央站（应急指挥中心和环境监测楼各一个）、环境监测车等组成，主要用于核电厂正常运行和事故期间对三门核电地区环境的大气 γ 辐射、气象等进行连续监测，并兼具一定的环境介质采样功能。

所有监测子站均布设高压电离室对环境 γ 剂量率进行实时连续监测，监测结果通过有线或无线方式实时传输至应急指挥中心。除高压电离室外，监测子站还配备各类取样设备、通信设备和备用电池等。设置备用直流不间断电源，确保监测系统在失电 72 小时内，能维持正常的环境辐射测量、数据采集和数据传输能力。

此外，系统在 4 个厂外固定环境监测站、2 个厂内固定环境监测站布设 10 米风杆或 10 米塔，与地面气象站（含百米气象塔）共同组成了气象观测网，对厂址周围气象状况进行实时观测，气象数据通过有线及无线方式传送至应急指挥中心。

8.3.2.2 环境实验室

三门核电厂环境实验室主要用于环境样品的放射性测量、核素分析以及累积照射量的测量，承担核电厂环境介质放射性监测的大部分工作，与厂址 γ 辐射和气象监测系统一起完成环境放射性监测的全部工作。环境实验室配备的测量仪器有：

- 低本底 γ 谱仪：用于分析水、土壤与沉积物、气溶胶、生物样品等介质中的 γ 放射性核素的浓度；
- 低本底 α/β 计数器：用于测量水、土壤、气溶胶、生物样品等介质中的总 α 和总 β 放射性水平；
- 低本底液闪谱仪：主要用于测量环境介质中的氚，有时也可用于其他放射性核素

的分析，如 ^{14}C、^{90}Sr 等；

- γ 辐射剂量率仪：用于测量环境空气中的γ 剂量率；
- 热释光剂量仪：用于测读热释光剂量片记录的环境γ 累积剂量。

此外，环境实验室配置其它必要的测量装置和分析仪器，及实验测量所需的样品需要配置必要的化学分析试剂和玻璃仪器。同时环境实验室还需配备大量的采样装置，如底泥采样器、土壤取样铲以及必要的采样运输工具。

8.3.2.3 厂区地下水监测井

地下水监测井用于对厂区附近地下水进行取样，样品送至环境实验室进行测量分析。地下水监测井的布设原则主要有：

（1）根据厂区地下水径流情况确定；

（2）监测井与被监测对象处于同一地质单元，并尽量靠近被监测对象；

（3）布设位置考虑监测井与室外管线之间的相互影响；

（4）监测井应布设于不受今后施工影响区域，以免遭到破坏。

8.4 质量保证

在核电厂正常运行情况下，需要对流出物和环境进行监测，以保障公众的安全，增加公众对核电的信心，确保核电厂的运行对环境不会造成不可接受的影响。因此流出物和环境监测质量保证是至关重要的，其目的是通过有计划的系统行动，对监测过程进行全面控制(如监测过程的组织管理，参与人员的素质要求与岗位培训，仪器设备的管理与维护，样品采集布点与频度的设计，分析过程的质量控制，监测数据的记录、复核与审核等)，使测量结果具有适当置信度，保证测量结果的可信性、有效性和可比性。

8.4.1 质量管理

8.4.1.1 组织机构

三门核电辐射环境监测工作主要由三门核电环境检测实验室开展，该实验室由三门核电环境应急处直接管理。实验室共有监测人员 18 人，科长 1 名，主管 2 名，环境监测人员 15 人。所有人员均通过基本安全授权培训、环境监测岗位授权培训，获得岗位工作授权。组织机构图详见图 8.4-2。

三门核电流出物监测由化学处负责，分析科 1 名副科长分管流出物排放控制相关工作，实验室主管、白班分析工程师、倒班班长、倒班分析工程师承担流出物实验室运行及流出物监测取样分析工作。相关组织机构参加图 8.4-3。

8.4.1.2 人员资格和培训

辐射监测结果的准确性与操作人员的技术水平和经验有关，因此各类操作人员应有严格的资格要求，上岗前必须进行专业培训，取得有关技术操作资格后方可上岗。为保持和适应新技术发展的要求，对各类技术人员应进行定期的技术培训、考核和技能审评。

8.4.1.3 编制和有效管理各种有关规程

三门核电建立了包括实验室管理、监测管理、设备及试剂管理、样品采集和处理、样品测量分析、监测数据处理等一系列管理程序和技术规程，确保环境监测全过程质量控制。并且根据环境监测技术的发展，检测标准的更新，外部环境经验反馈，及时增加或升版程序。目前环境监测领域管理程序13份、技术规程46份，整体满足环境监测领域使用需求。

8.4.2 质量控制

8.4.2.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制

样品采集、运输和贮存的质量控制的目的是保证采集具有代表性并保持放射性核素在分析前的原始浓度。为此应该准确地测量样品的质量、体积和流量，其误差应能满足流出物监测和环境监测的要求。为了确定采样的不确定度，应该定期采集平行的瞬时样品。各类常规样品应按规定进行保存。

采集具有时空代表性的样品、保持样品固有特性、避免交叉污染时样品采集质量控制的原则：

- 必须制定各类介质的采样技术程序
- 采样工器具必须是合格有效的
- 采样装置的性能必须满足法规要求，并保持稳定可靠
- 时间超过一周的累积样，累积过程必须定期巡查，记录清晰，确保样品采集过程获得有效控制
- 对于生物介质，应充分了解其生长特性和产出规律，以便正确选择合适的收获期
- 采集样品量要包括分析样品总数5-10%的质量控制样品
- 采集到的样品必须粘贴标准清晰明了的标记，并做唯一性编码
- 样品交接前应按分析项目称量分配、稳妥、有序交接，并留有交接记录
- 样品采集过程必须有表格做详细记录，并将记录表格传递到后端环节

8.4.2.2 样品处理、分析测量中的质量控制

样品的预处理和分析测量方法应采用标准方法或经过鉴定和验证过的方法。操作人员应严格按操作程序操作，防止样品间的交叉污染。为了确定分析测量过程中产生的不确定度，应该分析测量质量控制样品。为了发现和确定环境实验室分析测量系统的不确定性，必须参加本地区和国家组织的实验室之间的分析比对，对存在的系统误差查明原因，并采

取校正措施。分析测量装置的性能应定期进行检定、校准和检验，所使用的标准源应定期进行标定。

样品预处理过程中的质量控制：

- 制定预处理作业规程，明确规定预处理作业流程各步骤质量保证措施
- 预处理应包括样品去杂清理工序，盛样容器制样工作必须是清洁干净的
- 保证预处理过程所使用盛样器皿得到清晰标识
- 严格控制炭化过程电炉功率，必须采取足够有效的措施控制样品没有明火燃起
- 应有一定数量（不少于 5%）的重复样进行预处理

分析测量中的质量控制：

- 分析方法必须是标准的或已经过鉴定的
- 严格遵守源样制备和分析测量规程，做好记录
- 分析测量操作过程中避免交叉污染
- 应分析测量控制样品
- 使用合格有效的标液
- 新试剂投用前应进行空白测定
- 放化分析采用平行双样，控制化学产额在 50%以上。

8.4.2.3 数据处理中的质量控制

- 数据处理中的质量控制包括：每个样品从采样、预处理到分析测量、结果计算过程中的每一步都有清楚、详细、准确的记录，并有责任者签字。原始记录和监测结果将长期保存或永久保存。
- 详细、准确的质量控制记录。
- 进行数据统计学处理，对数据处理、计算结果进行严格审核。审核人在审核报告上签字；对于异常结果，计算者和审核者应及时查明原因，若属于分析测量差错或其它过失应该及时采取纠正或补救措施。
- 对于偏离正常值的异常结果，及时向技术负责人报告，并在自己的职责范围内进行核查。
- 监测报告中所采用的量、单位和符号等均符合国家颁布的标准。
- 对不符合质量保证要求的监测结果，必须进行审查、评价，并确定是否使用，还是废弃或采取补救办法。

表 8.2-1 非放射性化学污染物和生活污水监测初步方案

监测对象	监测类型	监测指标	监测频次	监测点位	备注
生活污水	日常监测	pH、水温、COD	在线监测	生活污水处理站处理工艺末端排放口	日常监测由运行主管部门负责。
		BOD_5、SS、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂、总氮、氨氮、总磷、色度、粪大肠菌群数	每日一次		
	定期监测	pH、水温、COD、BOD_5、SS、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂、总氮、氨氮、总磷、色度、粪大肠菌群数	暂定每月一次，以地方环境保护行政主管部门要求为准。	生活污水处理站处理工艺末端排放口	定期监测由地方环境保护行政主管部门或专业检测机构执行。
酸碱废水	日常监测	pH	在线监测	海水淡化厂房、除盐水生产厂房、制氯站的中和池排放管	

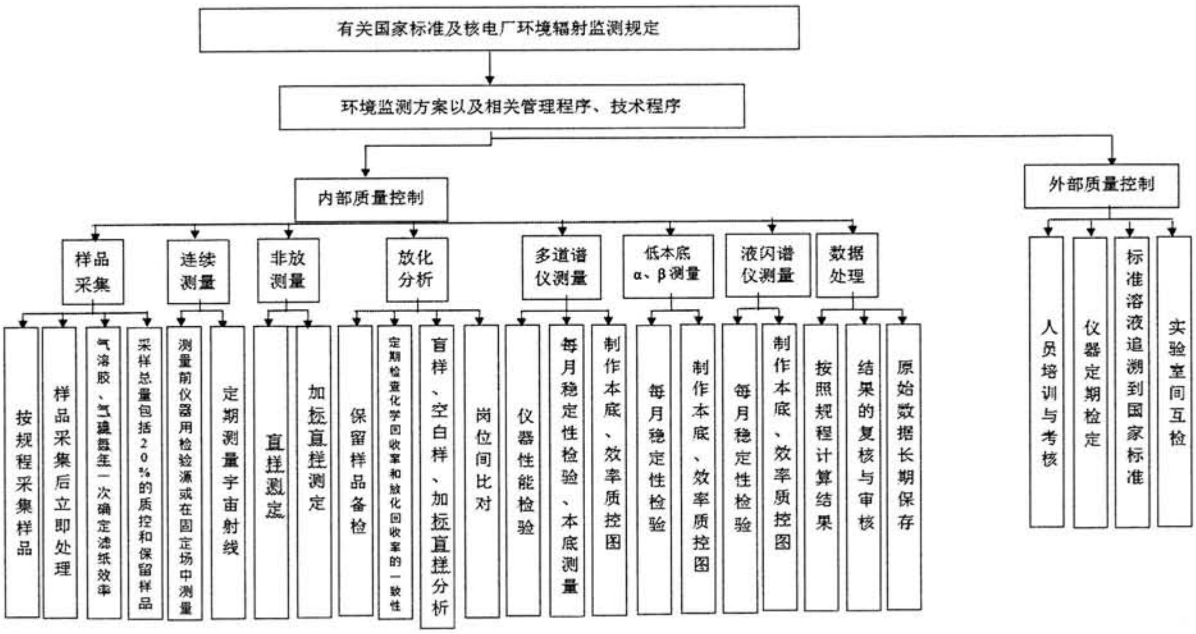


图 8.4-1 环境监测质量保证体系

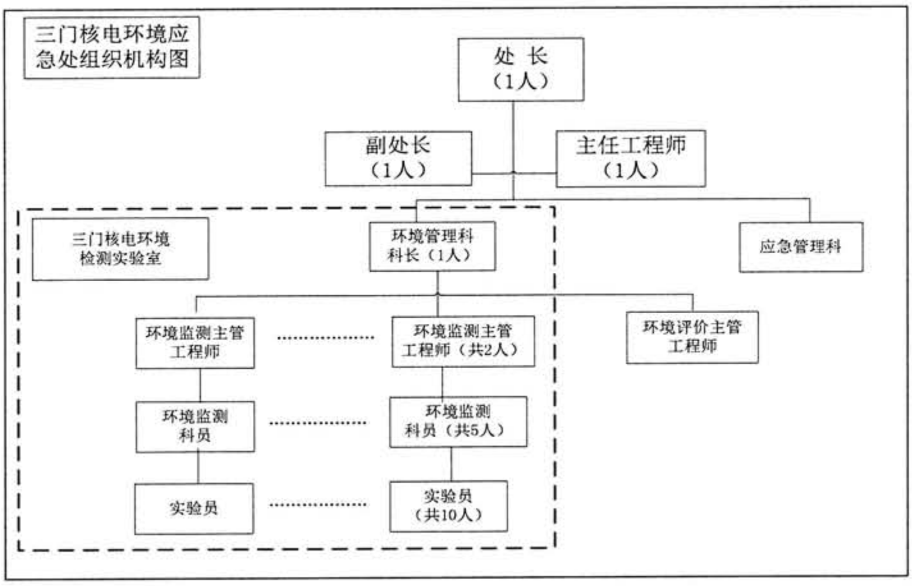


图 8.4-2 环境应急处组织机构图

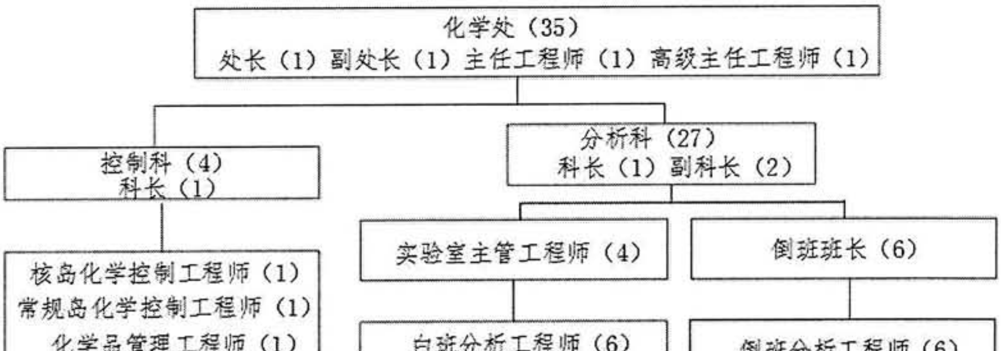


图 8.4-3 流出物监测组织机构图

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

浙江三门核电厂 5、6 号机组是由中国核能电力股份有限公司、浙江浙能电力股份有限公司、中电投核电有限公司、华电福新能源股份有限公司和中核投资有限公司共同出资建设，建设规模为 2×1215MW 百万千瓦级压水堆核电机组。设计寿命期为 60 年，经济评价期为 30 年。

据财务分析结果，工程投产后在 30 年经济评价期内，项目资本金税后财务基准收益率为 9%时，项目盈利能力与一期工程经济评价结果相当，有较好的经济效益。

9.1.2 建设运行带来的间接利益

9.1.2.1 社会效益

浙江三门核电厂 5、6 号机组的建设，不仅将有效地解决浙江省省的能源供求矛盾，还将缓解交通运输的紧张状况，推动当地的经济发展，提高人民的生活水平。

核电厂项目投资大，建设周期长，直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题。建设期间，可提供约 6 万人年的各种建设人才的就业机会；运行期间，核电厂各岗位的就业人数总计约为 500 人，直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题。

大额建设期贷款本息，促进当地金融等服务产业发展。同时，优化能源结构、带动医疗卫生、零售业等相关产业发展等。同时，核电厂职工的教育文化水平较高，在融入当地的过程中也有利于促进整个社会发展水平的提高。

核电厂的建设，还有助于逐步完善我国的核电标准，实现我国核电建设的系列化、标准化发展，并培养出一批核电厂建设组织管理人才，为其后续机组和国内其它核电厂的建设培养人才。从而全面推动我国核电事业的发展。

9.1.2.2 环境效益

从本报告书第六章可以看到，浙江三门核电厂 5、6 号机组正常情况下，放射性流出物对周围居民的辐射影响明显小于规定的限值，对生态环境的影响也较小。

核电是一种技术成熟的清洁能源，温室气体接近零排放，不排放二氧化硫、烟尘、氮氧化物。三门核电项目 5、6 号机组工程的建设，实际上相当于减少了同等容量火电厂的建设。三门核电项目 5、6 号机组工程采用的“华龙一号”三代核电技术，每年可减少大量二氧化硫、氮氧化物排、二氧化碳的排放。同时，火电厂释放的 CO_2 是全球 CO_2 重要来源，而 CO_2 作为一种对全球气候变化起负面作用的温室气体，其减排问题已成为国际气候公约谈判的争论焦点。因此，积极发展核电将是我国今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

（1）建设期环保设施投资

浙江三门核电厂5、6号机组的项目计划总资金包括建筑工程费、设备购置费、安装工程费等工程费用和建设单位管理费、设计和技术服务费、联合试运转费等工程其他费用以及预备费、建设期贷款利息和融资费用、铺底流动资金、进口环节增值税。其中建设期的环境保护设施费用占总项目计划总资金的2.2%左右。

运行期的环保费用包括乏燃料处理处置基金、中低放废物处理处置费、退役基金等。

乏燃料后处理从投产后第六年开始提取。

中低放废物处理处置费从投产后第一年开始提取。

退役基金从计算期第一年开始提取，总额以发电工程固定资产原值为基数，提取比例为10%。

9.2.2 间接代价

9.2.2.1 社会代价

按规定，在核电厂外边界半径 5km 范围内为限制区，即在该地区内要限制人口机械增长、集中居民点建设和工矿企业及其它事业的发展。

浙江三门核电厂 5、6 号机组运输包括施工期间设备、大型设备、建筑材料的运输，生产期间的换料、乏燃料、固体废物运输，以及正常的人员进出运输等，其运输量非常大，不可避免的增加当地的运输负担。

但是由于在核电厂的施工过程中，严格按照国家有关规定进行操作和管理，制定了满足环保要求的施工方案和施工组织设计，并采取了相应的防护措施，所以对周围环境造成的影响是很有限的。

核电作为一种高新能源技术，需要针对其安全性和环保性对涉及切身利益的公众进行充分的宣贯，消除公众担忧甚至恐惧的心理，增强公众对核电项目建设与发展的接受与理解，有利于核电项目的顺利进行和营造更为和谐的核电发展环境。

9.2.2.2 环境代价

核电厂施工期间对环境的影响主要表现在噪声、扬尘和放射源的使用、生活污水和生产废水以及施工建设对自然景观造成一定程度的破坏等方面。为了达到保护环境和保护公众的目的，浙江三门核电厂 5、6 号机组设置了各种放射性废物净化和处理系统、环境监测和流出物监测系统、屏蔽防护体系以及应急设施等，以控制并确保核电厂在正常运行期间和事故工况下向环境释放的放射性物质低于国家标准，对环境和公众的影响在可接受的

范围内。本报告书的前面章节已对浙江三门核电厂 5、6 号机组的环境影响做出了详细的论证。

从以上分析可以得出结论：浙江三门核电厂 5、6 号机组是经济的、环保的。虽然前期资金投入较大，但对于电力需求紧张，资源相对匮乏，经济发展迅速的地区，发展核电是解决能源问题的有效手段，是调整能源结构、实现区域经济可持续发展的重要保证。浙江三门核电厂 5、6 号机组的建设不仅将给各股东方、国家和地方带来可观的经济效益，同时还将获得良好的社会效益和环境效益。

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

三门核电厂地处浙江省东部沿海，位于台州市三门县健跳镇辖区内。规划容量为 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，统一规划，分期建设。

三门核电 1、2 号机组建设规模为 2 台 AP1000 核电机组，3、4 号机组为 2 台 CAP1000 核电机组。本期 5、6 号机组型号选择“华龙一号”（融合版）技术方案，5 号机组 FCD 时间 2022 年 12 月 31 日，单台机组建设周期为 58 个月，两台机组开工日期相隔 10 个月，分别计划于 2027 年 10 月、2028 年 8 月投入商业运行。

三门核电项目 5、6 号机组工程采用自主化三代百万千瓦级压水堆核电机组“融合华龙一号”。核电建设满足安全性、经济性、成熟性等要求。核电机组选择总体原则符合我国的实际情况，能充分利用我国的己有基础和条件；有利于提高核电的安全性和市场竞争力，降低造价，降低成本；有利于采用必要的经验证的先进技术，促进核电设计的自主化和核电设备制造的本地化。

“融合华龙一号”满足“三代”核电技术的指标要求。“融合华龙一号”方案吸取了近些年来国内外已有核电厂在安全方面的一些成功经验和福岛核电站事故的经验反馈，采用了成熟、可靠的技术和设备，在技术和工程上均是可行的。设计方案满足国家核安全局发布的《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》以及《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》的要求。

10.2 环境保护设施

环境保护相关设施包括设置核岛通风系统、核岛废物处理和排放系统、常规岛含油污水处理、放射性机修及去污车间、厂区三废处理设施及环境保护工程、核岛辐射监测系统等，以及进行厂区绿化等。

废液处理系统是按容纳和处理核电厂正常运行产生的最大预期废液量和最大预期放射性活度、并留有适当的裕量而进行设计的。在进行废气处理系统的设计时，考虑了防止该气体向环境泄漏、安全防火、防爆和通风排气等问题，并将放射性气体进行贮存衰变，使放射性的气态排放保持在可接受的限值内。固体废物处理系统设有屏蔽，使运行人员和公众所受的辐照剂量率不超过允许限值，并对各种放射性物质进行隔离、密封或包装，防止其泄漏到环境中。

本工程生活污水来自三门核电项目 5、6 号机组主厂区的各个厂房、车间、实验室、办公楼等处卫生设备以及洗衣房等处的非放射性生活污水的排水，通过相应污水管网汇集并提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。5、6 号机组正常运行、停机和启动时生活污水量 111m^3/d，大修时生活污水量 219m^3/d。生活污水汇集至

已建的3#污水处理站（必要时设置转输池和提升水泵），3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。

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，汇集至污水系统油水分离器。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，经管网排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为10m^3/h，每套设备设计处理能力为5m^3/h。

本工程流出物实验室与三门核电厂一期工程共用一个流出物实验室，原设计满足六台机组流出物样品的制样和检测。本工程将利用三门核电厂已建设的气象与环境监测系统（MES系统），结合环境实验室和地下水监测井，基本覆盖整个厂址区域的环境监测需求。

由此可预计，本工程废物处理系统的设计性能和放射性流出物监测系统的预期效果，完全可以满足对核电厂周围环境保护的要求。

10.3 放射性排放

厂址6台机组共同运行状态下，各类气载和液态放射性流出物年设计排放量均能满足GB6249-2011中排放量控制值要求，槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳-14外其他放射性核素浓度低于1000Bq/L，可以满足GB6249-2011中对流出物排放浓度的控制要求。

10.4 辐射环境影响评价结论

（1）对公众的辐射影响

本工程运行状态下估算公众的最大个人剂量时，流出物排放源项采用排放量设计值。本工程运行状态下，气液态流出物对公众的最大个人有效剂量为2.75E-06 Sv/a，满足本工程剂量约束值（0.08mSv/a）的要求。本工程建成后厂址4台机组（1、2和5、6号）运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对公众造成的最大个人有效剂量为9.23E-06Sv/a，满足厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的要求。本工程建成后厂址6台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对公众造成的最大个人有效剂量为1.24E-05Sv/a，满足厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的要求。

本工程运行状态下分析可能的关键人群组、关键核素、关键照射途径时，采用现实排放源项。本工程运行状态下，可能的关键居民组为厂址W方位2～3km处的成人组，受到的最大个人有效剂量为1.03E-06 Sv/a。气液态综合的关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为8.72E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的84.45%；其次为

液态途径的岸边沉积外照射途径，占气液态总剂量的12.84%。各核素中关键核素为C-14，它所致的剂量为7.78E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的75.34%；另外，Co-60的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的16.34%。

本工程建成后与三门核电厂1、2号机组一起运行，4台机组运行状态下，可能的关键居民组为厂址W方位2～3km处的成人组，受到的最大个人有效剂量为7.10E-06 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6.78E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的95.52%；其次为岸边沉积造成的外照射途径，占气液态总剂量的3.34%。各核素中关键核素为C-14，它所致的剂量为6.06E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的85.38%；另外，Co-60和Zn-65的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的3.75%和3.69%。

本工程建成后厂址6台机组运行状态下，可能的关键居民组为厂址W方位2～3km处的成人组，受到的最大个人有效剂量为1.00E-05 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9.59E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的95.80%；其次为岸边沉积造成的外照射途径，占气液态总剂量的2.86%。各核素中关键核素为C-14，它所致的剂量为8.60E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的85.86%；另外，Zn-65的剂量贡献也较大，占气液态总剂量的3.86%。

（2）对非人类物种的辐射影响

1）水生生物

从影响率的结果来看，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于10μGy/h。因此，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

从影响率的结果来看，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于10μGy/h。因此，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

从影响率的结果来看，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，0～80km海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于10μGy/h。因此，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近0～80km海域范围内水生生物是安全的。

2）陆生生物

从影响率的结果来看，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-4}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂5、6号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

从影响率的结果来看，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂1、2、5、6号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

从影响率的结果来看，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在10^{-3}数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于10μGy/h。因此，三门核电厂1-6号六台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（3）事故工况的辐射影响

按照国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011），在厂址审批阶段，应对核电厂选址假想事故的放射性后果进行分析和评价。依据《核电厂选址假想事故源项分析准则》（NB/T 20470-2017）给出的准则对选址假想事故源项及其放射性后果进行分析和评价。

计算结果显示，厂址拟定非居住区边界处（500m）的任何个人，在选址假想事故后的任意2h内所接受的最大有效剂量为5.21E-03Sv，厂址拟定规划限制区边界处（5000m）的任何个人，在事故的整个持续期内（30d）接受的有效剂量为1.17E-03Sv，分别为GB 6249-2011中剂量控制值的2.08%和1.17%。

厂址半径80km范围内，公众群体在事故持续期间30天内受到的集体有效剂量为694人·Sv，为GB 6249-2011中的剂量控制值的3.47%。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的相关规定以及选址假想事故条件下拟定非居住区和规划限制区边界公众受到的有效剂量、厂址半径80km范围公众群体受到的集体有效剂量的计算结果，在采用保守计算假设的条件下，选址假想事故的后果满足国标规定的剂量控制值。因此从事故后果的角度来看，三门核电项目5、6号机组工程厂址是适宜的。

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 施工期间的环境影响

（1）社会环境影响

核电厂工程建设期间大量的工程施工人员进驻施工现场，对附近居民的日常生活产生轻微影响，同时由于大量施工人员在该地区较长时期的居住和生活，增加当地居民的就业机会和商机，可以增强该地区的消费能力，促进经济的发展。

（2）水土保持

本工程施工期间，将针对厂区、施工生产临建区、混凝土预制区、海工工程区等区域采取一系列措施进行水土保持，在工程建设期及植被恢复期还将进行水土保持监测。通过以上措施，可有效防治施工期间的水土流失情况。

（3）施工噪声

土石方工程施工期间，开挖爆破以及各类施工和运输机具所产生的噪声对厂址周围的声环境将产生一定的影响。但爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，其影响时间短，爆破施工完毕，噪声也即消失。因此核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。

（4）大气环境的影响

施工过程中，由于土石方施工的爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会使施工区域尘土飞扬、大气中粉尘含量增高。土石方施工完成后，当地的大气质量将很快得以恢复。因此，施工过程中粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。

（5）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。

本工程施工期的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的3#生活污水处理站（若需要，可增设调节池和提升泵），再将污水提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。部分无法接入污水管网的生活污水由施工承包商设置临时厕所，污物定期外运。施工生产废水主要来自于洗砂过程。施工期部分废水蒸发消耗；部分废水经混凝沉淀处理后，上清液回用，池底污泥定期清理外运。

（6）固体废弃物的影响

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间现场废物垃圾的处置主要是制定相应的管理规定，并严格执行。如从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；规划专用堆放场地，集中储存并做好防护措施，严禁乱倒乱卸，对建筑垃圾和弃渣的收集、堆放、处理规范化，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒等。因此，固体废弃物对环境的影响是局部的和暂时的。

（7）对生态环境的影响

目前厂址场地已进行了平整，施工期土石方挖掘工作将可能改变原有生态环境条件，若处理不当将会造成严重的水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

10.5.2 运行期间的环境影响

（1）温排水的影响

根据三门核电项目 5、6 号机组温排水数模计算成果，初步判断温排水扩散对附近海域环境影响有限，工程运行温排水不会对附近海洋功能区划产生较大影响。

取水口机械损伤、生物效应的影响较小。针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，设计中考虑的主要措施包括控制取水流速和设置拦网设施。控制取水流速是指通过对取水头部尺寸、型式的设置，控制过水断面，从而获得合理的取水流速，以达到减少对水生生物影响的目的。

（2）生产废水和生活污水的影响

本工程非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准， 经管网排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。本工程运行期的生活污水通过相应污水管网汇集至厂区已建的 3#污水处理站（必要时设置转输池和提升水泵），再提升排至健跳镇污水管网，由健跳镇污水处理厂进行处理达标后排放。3#污水处理站目前仅具有调节池和水泵提升的功能，不进行污水的生物化学处理。因此，生产废水排放不会对附近海域的海水质量造成明显影响，是可以接受的。生活污水在贮存、提升过程中对环境的影响是可接受的。

（3）化学污染物的环境影响

海水淡化系统产生的废水其主要化学物质是海水预处理过程产生的悬浮物和沉淀泥浆、海水淡化反渗透装置排出的浓盐水。由于海水预处理过程中所用的化学药品均是根据原水水量、悬浮物及浊度等条件按比例投加的，含有悬浮物和氢氧化铁的沉淀泥浆水进行脱水，固体物质不排入水体，滤出液经循环冷却水稀释后 Fe 的浓度已是很低，滤出液排至滤池反洗水池，与滤池反洗水一起回收至混合反应沉淀池进水端，不排放，这些化学物质将不会影响排放海域的海水质量。污泥脱水后泥饼外运，不向水体排放固体物质。海水膜反渗透装置排出的浓盐水经循环水稀释后，含盐量已降得很低，至海水排放口进一步稀释，浓度更低，不会影响排放海域的海水质量。

除盐水生产系统树脂再生废水的 NaCl 排放浓度很低，不会影响附近海域的海水质量。

循环水处理系统对流经循环水系统的海水作连续加氯处理。加入循环冷却水中的游离态氯衰减得很快，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原性物质作用而消耗。化合态余氯氧化能力低，在海水中比较持久稳定，但它的生物毒性远小于游离态氯。另一主要的因素是残余氯在海区中的稀释与扩散，冷却水排入海域后，随着潮汐和海流的运动，冷却水不断与海区中大量的海水进行混合，在这个过程中，残余氯亦得到稀释，不断扩散到海区中去，并进一步得到消耗。余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。

综上所述，从三门核电项目 5、6 号机组工程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，从核电厂建设和运行对环境的影响角度看，建设三门核电项目 5、6 号机组工程是可行的。

10.6 公众意见采纳情况总结

本工程的公众参与工作正在开展中，待完成后进行补充。

10.7 承诺

本报告书给出的对本工程建造和运营管理单位在环境保护方面的承诺如下：

— 将严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

— 工程建造过程中，将严格制定施工期间的环境保护管理制度，并加强监测和检查，有效防止水、气、声、渣等非放污染物的环境影响。