辽宁徐大堡核电厂一期工程

环境影响报告书

（建造阶段）

中核辽宁核电有限公司

二〇一四年一月

辽宁徐大堡核电厂一期工程

环境影响报告书

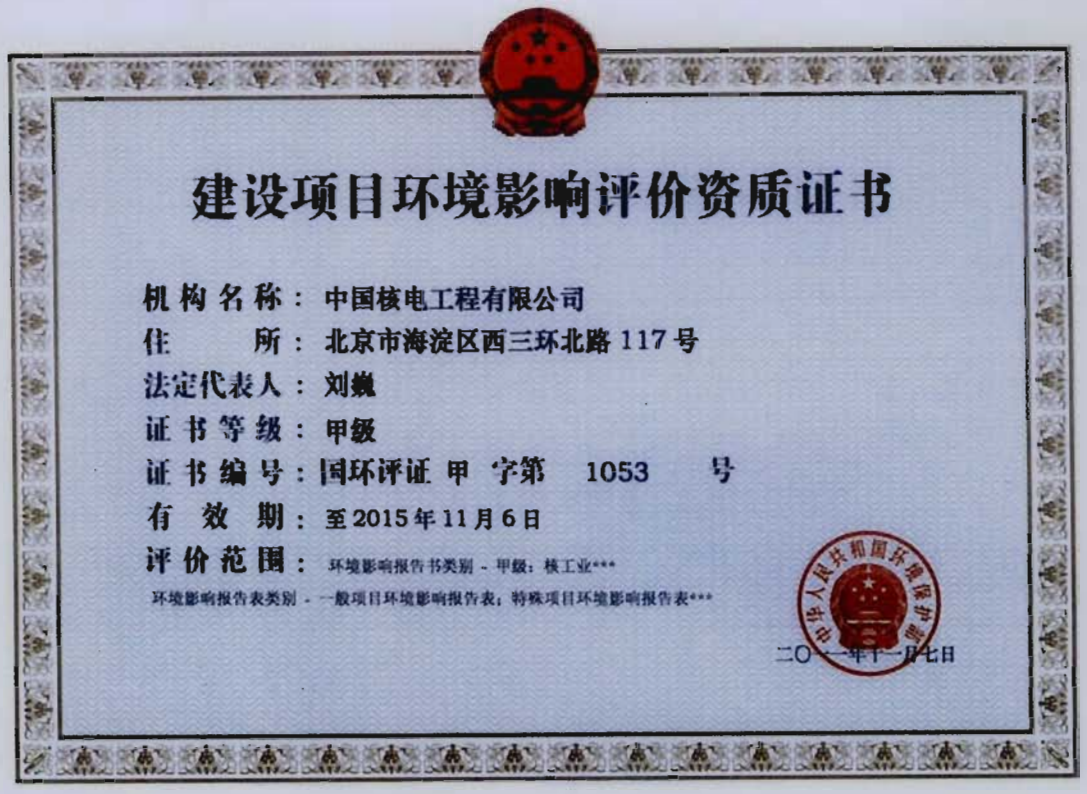
（建造阶段）

中核辽宁核电有限公司

法定代表：徐 力

地　　址：辽宁省葫芦岛市龙港区龙湾大街 34 号

邮政编码：125000



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中国核电工程有限公司
住　　所：北京市海淀区西三环北路117号
法定代表人：刘巍
证书等级：甲级
证书编号：国环评证 甲 字第 1053 号
有 效 期：至2015年11月6日
评价范围：环境影响报告书类别－甲级：核工业***
环境影响报告表类别－一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

中华人民共和国环境保护部
二〇一一年十一月七日

项目名称：辽宁徐大堡核电厂一期工程

评价机构：中国核电工程有限公司（签章）

法定代表人：刘　巍（签章）

评价文件类型：环境影响报告书（核工业）

（建造阶段）

经环境保护部环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，毛亚蔚具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0004411

登记证编号：A10530101300

有效期限：2008 年 11 月 25 日至 2010 年 11 月 08 日

所在单位：中国核电工程有限公司

登记类别：核工业类环境影响评价

中华人民共和国环境保护部

2008 年 11 月 25 日

再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2011.04.01	延至 2013 年 11 月 08 日	
2013.11.14	延至 2016 年 11 月 08 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

经国家环境保护总局环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，李廷君具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0006984

登记证编号：A10530111300

有效期限：2007 年 11 月 09 日至 2010 年 11 月 08 日

所在单位：中国核电工程公司 变更

登记类别：核工业类环境影响评价

国家环境保护总局

2007 年 11 月 09 日

6570

再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2011.04.01	延至 2013 年 11 月 08 日	
2013.11.14	延至 2016 年 11 月 08 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

变更登记记录

单位名称变更为"中国核电工程有限公司"

环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室

2008年11月25日

变更登记记录

年　月　日

变更登记记录

年　月　日

变更登记记录

年　月　日

辽宁徐大堡核电厂一期工程
环境影响报告书
（建造阶段）

项目负责人	登记类别	登记证编号	签字
毛亚蔚	核工业	A10530101300	毛亚蔚
李廷君	核工业	A10530111300	李廷君

编写章节或内容	姓 名	职 称	登记证编号或岗位证号	签 字
第一章、十一章	李廷君	研 高	A10530111300	李廷君
第二章	郑 伟	研 高	A10530090400	郑伟
第三章	林小凤	工程师	A10530211200	林小凤
第四章	麻锦琳	高 工	A10530171300	麻锦琳
第五章	魏 刚	高 工	A10530181300	魏刚
第六章	李 京	研 高	A10530161100	李京
第七章	毛亚蔚	研 高	A10530101300	毛亚蔚
第八章	王 欣	研 高	A10530191300	王欣
第九章	高桂玲	研 高	A10530081300	高桂玲
第十章	张 威	高 工	A10530201300	张威

总 目 录

第一章 概述

1.1 核电厂名称和建设性质

1.2 建设规模和规划

1.3 建设经费

1.4 建设目的

1.5 建设进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.7 评价遵循的法规和标准

1.8 评价范围及子区划分

第二章 厂址与环境

2.1 地理位置

2.2 人口分布

2.3 土地利用及资源概况

2.4 厂址附近的工业、交通

2.5 气象

2.6 水文

2.7 地质与地震

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.2 非放环境质量现状

第四章 核电厂

4.1 厂区规总平面布置

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.3 电厂用水和散热系统

4.4 输电系统

4.5 专设安全设施

4.6 放射性废物系统和源项

4.7 化学物质排放

4.8 生活废物

4.9 放射性物质运输

第五章 电厂施工建设过程对环境的影响

5.1 土地利用

5.2 水的利用

5.3 施工影响的控制

5.4 供暖锅炉的影响

5.5 施工期环境监理评价

第六章 电厂运行的环境影响

6.1 散热系统运行的影响

6.2 正常运行的辐射影响

6.3 其它影响

6.4 退役

第七章 电厂事故的环境影响

7.1 电厂放射性事故

7.2 放射性物质运输事故

7.3 其它事故

7.4 应急考虑

第八章 流出物监测和环境监测

8.1 运行期间流出物监测方案

8.2 运行期间的环境监测方案

8.3 应急监测方案

8.4 非放监测方案

8.5 质量保证计划

第九章 公众参与

9.1 公众参与的目的、作用

9.2 福岛事件前选址阶段已完成的公众参与工作

9.3 福岛事件后选址阶段已完成的公众参与工作

9.4 建造阶段开展的公众参与工作

第十章 电厂建设和运行的效益分析

10.1 利益分析

10.2 代价分析

10.3 代价效益分析

10.4 结论

第十一章 结 论

11.1 核电厂工程

11.2 环境保护措施

11.3 放射性物质排放

11.4 辐射环境影响评价结论

11.5 非放环境影响评价结论

附件：辽宁徐大堡核电厂一期工程环境风险评价（建造阶段）

第一章 概 述

1.1 核电厂名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

1.1.2 建设性质

1.2 建设规模和规划

1.3 建设经费

1.4 建设目的

1.4.1 符合国家能源政策

1.4.2 东北地区和辽宁省经济发展现状

1.4.3 东北地区和辽宁省国民经济发展规划

1.4.4 东北地区和辽宁省一次能源资源状况

1.4.5 能源供需分析

1.4.6 东北地区、辽宁省电力系统现状

1.4.7 电力需求预测和分析

1.4.8 建设核电有助于保护、改善生态环境

1.5 建设进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.7 评价遵循的法规和标准

1.7.1 遵循的法规、导则和标准

1.7.2 环境剂量评价标准

1.7.3 评价源项

1.7.4 非放射性评价标准

1.8 评价范围及子区划分

1.1 核电厂名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

核电厂名称：辽宁徐大堡核电厂

项目建设和运营管理单位：中核辽宁核电有限公司

1.1.2 建设性质

辽宁徐大堡核电厂为新建商业运行核电项目。工程将遵循“以我为主，中外合作，引进技术，推进国产化”的建设方针，将在设计、设备制造、采购、建安施工和工程管理等各个环节全面贯彻“以我为主”的原则。

本项目为辽宁徐大堡核电厂一期工程，本期工程是由中国核能电力股份有限公司、大唐国际发电股份有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司、浙江浙能电力股份有限公司、中核投资有限公司分别按 50%、24%、12%、10%和 4%的比例出资建设的商业性核电站。中核辽宁核电有限公司作为辽宁徐大堡核电厂项目业主，负责核电厂的建设和运营。

1.2 建设规模和规划

辽宁徐大堡核电厂位于辽宁省兴城市滨海乡方安村徐大堡，规划容量为 6×1000MW 级核电机组，一次规划布置，分期实施。一期工程拟建设两台 1000MW 级 AP1000 压水堆核电机组，参照浙江三门核电站，电站设计寿命 60 年。

徐大堡厂址在厂区平面布置、场地建设和取排水设施等方面兼顾六台机组容量进行规划，其中电厂征地和场平工作按规划容量一次完成，工程建设分期进行。核电厂建成后，整个厂址区将形成一址多堆的核电基地。为对一址多堆厂址内的六台核电机组实施高效、安全的管理，实施辐射防护、环境保护的优化设计。电厂业主遵循近远期结合、统筹规划的原则进行厂址总体规划，对多堆厂址的环保设施进行统筹安排，包括：

－ 统一规划并设立非居住区边界和规划限制区边界；

－ 一期工程两台机组设置统一的取、排水口，并从设计上综合考虑六台机组取、排水设计方案，既保证机组满功率的需要，又有利于减少环境的影响；

－ 整个厂区的总平面规划中功能分区明确，统一合理规划放射性区域和非放射性区域和设施；

－ 针对所有机组实施统一的流出物排放管理、设置统一的环境监测中心和厂址废物处理设施等。

1.3 建设经费

辽宁徐大堡核电厂一期工程建设 2 台 AP1000 压水堆核电机组。

项目计划总资金约 400 亿元。

资金筹措渠道主要包括资本金和国内金融机构贷款两个部分。项目资本金由辽宁徐大堡核电厂一期工程项目各股东方自行筹措。除资本金投入外，本项目人民币和外币资金需求由国内政策性银行和（或）商业银行提供贷款支持。

辽宁徐大堡核电厂一期工程项目直接和间接用于环境保护的费用约占总投资的 5%。详见表 1.3-1。

1.4 建设目的

根据电力规划设计总院（电规发电〔2009〕61 号）给出的《关于辽宁大唐国际兴城核电工程初步可行性研究报告的审查意见》，本工程的建设符合国家能源政策，符合国家环渤海经济发展规划，符合辽宁省沿海经济带发展规划，是辽宁省未来可供选择的电源建设项目之一，能够解决东北地区，特别是辽宁省中部地区的电力需求，有利于辽宁省环境质量的改善。

2013 年 2 月 4 日，电力规划设计总院对辽宁徐大堡核电厂一期工程接入系统设计报告（一次部分）进行了评审，评审意见认为“积极推进核电建设有利于实现能源结构多元化、优化电源结构、减轻煤炭供应及环保压力，符合我国能源发展战略。因此，结合辽宁省电力市场发展，适时建设徐大堡核电厂一期 2×1250MW 机组是必要的”。

1.4.1 符合国家能源政策

根据国家有关核电发展的统一规划，核电作为国家能源战略的重要组成部分，其在能源总量中的比重将逐步提高，从而在较大程度上缓解电力增长与交通运输、环境保护的矛盾。在一次能源匮乏、电力需求增长快、环境承载能力有限的地区发展核电符合国家能源政策。

1.4.2 东北地区和辽宁省经济发展现状

东北地区在经历多年的结构调整之后，国民经济持续快速发展，特别是党的“十六大”提出振兴东北等老工业基地的战略决策以后，随着振兴战略的推进，中央支持东北振兴的各项政策措施相继得到落实，振兴工作全面展开，东北地区宏观经济继续保持快速健康的发展势头。在此推动下，东北地区经济和社会发展不断呈现出新的气象。辽宁省在 1949 年后建立了以重工业为主体，工业门类比较齐全，基础比较雄厚的工业体系，成为中国主要的工业和原材料基地。辽宁省许多工业产品在中国占有较大比重，石化、冶金、电子信息、机械是辽宁省四大支柱产业。辽宁省 2011 年全年生产总值 22025.9 亿元，按可比价格计算，比上年增长 12.1%。其中，第一产业增加值 1915.6 亿元，增长 6.5%；第

二产业增加值 12150.7 亿元，增长 14.1%；第三产业增加值 7959.6 亿元，增长 10.5%。生产总值三次产业构成为 8.7∶55.2∶36.1。人均生产总值 50299 元，按可比价格计算，比上年增长 11.6%。

1.4.3 东北地区和辽宁省国民经济发展规划

实施东北地区等老工业基地振兴战略五年多来，振兴东北地区等老工业基地工作取得了重要的阶段性成果。根据《国务院关于进一步实施东北地区等老工业基地振兴战略的若干意见》（国发〔2009〕33 号）中第十三条：优化能源结构。抓紧开工建设内蒙古东部和东北两大千万千瓦级风电基地、内蒙古东部和黑龙江煤电外送通道等项目，加快辽宁红沿河二期工程、徐大堡和吉林核电项目的前期工作。加强东北地区电网建设，大力推进既有电网改造，提升骨干电网送电能力。加大农村电网特别是粮食主产区和林区的电网改造力度。研究解决风电等分散电源上网问题。率先在东北电网开展智能电网建设试点。

根据《辽宁省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要（征求意见稿）》（简称“纲要”），到“十二五”期末，基本实现辽宁省老工业基地全面振兴，力争总体发展水平进入东部发达省份行列。“纲要”指出：要优化能源结构，稳步推进核电、风电、光伏发电等新能源项目建设，发展智能电网，努力构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源体系。“十二五”期间，新增发电装机容量 1400 万千瓦以上。可见，辽宁徐大堡核电厂的建设，有利于促进本地区经济快速发展，改善地区能源结构，符合国家和地区发展规划。

1.4.4 东北地区和辽宁省一次能源资源状况

东北地区能源禀赋相对丰富，但分布极不均匀。经过多年开采，辽宁和吉林的煤炭与石油资源都处于枯竭状态；黑龙江的煤炭也进入稳产阶段，大庆油田产量逐年递减；内蒙古东部地区蕴藏丰富的煤炭资源，是未来东北地区能源供给基地。

东北地区水能资源较匮乏，理论蕴藏量 16607MW，仅占全国的 2.4%。技术可开发量按装机容量计为 16820MW，年发电量 465.23 亿千瓦时，仅占全国的 1.9%。辽宁省水力资源缺乏且空间分布不均，水能资源理论蕴藏量 2060MW，可开发利用水能资源 1780MW，占全国的 0.3%，目前辽宁水电开发比例已达 77%；水能资源主要分布在鸭绿江流域（中朝各半）、辽河流域和沿海流域。目前，辽宁省水资源人均占有量为全国人均占有量的 1/3，世界人均占有量的 1/12，是我国北方严重缺水的省份之一。

东北地区已探明的煤炭保有储量（含锡林郭勒盟）830 亿吨，占全国的 12.3%，但东北地区经济发展赖以支撑的煤炭基地主要在黑龙江和内蒙东部地区。东北地区地处高寒地区，采暖期长，工业以重工业为主，特别是采掘业、原材料工业比重大，因而耗能量较大。

在东北地区的能源结构中，煤占了主导位置。煤炭占一次能源消费的比重为 70%左右，煤电装机占总装机容量的比重在 81.6%以上，是全国消耗标准煤最多的地区之一。经过百年高强度的开采、挖掘，东北三省的煤炭资源已经进入了枯竭期。目前辽宁省煤炭资源探明储量为 62.2 亿吨，保有量为 24 亿吨，经济可采储量 23.8 亿吨，剩余可采储量 22.95 亿吨。从辽宁省煤炭储量、省内煤炭规划产量看，辽宁省属于东北地区煤炭资源匮乏的省份，省内煤炭规划产量不能满足本省煤炭消费的需求，需长期依赖省外煤炭的调入。辽宁省是全国能源消费以煤炭为主、耗煤最多的地区之一。

辽宁省石油累计探明储量为 20.763 亿吨，其中，可采储量 4.6 亿吨。近几年辽宁省原油产量呈逐年下降的趋势。辽宁省天然气资源主要分布在辽河流域盘锦地区的辽河油田和近海海域渤海油田，辽河油田已开采量超过 90％，后备储量不足，勘探难度加大。渤海油田天然气生产由于受资金、技术等方面条件限制，短期内大幅度增产可能性不大。

风能、太阳能、生物质能、海洋能等可再生能源具有污染小、取之不尽、用之不竭的优点，但由于现阶段以至今后相当长的时间内，新能源的发电设备无论在容量、质量还是价格上均不能与水、火电相比，所以短期内除风能外不会被大量开发利用。核电的建设将是解决辽宁省一次能源匮乏的良好途径。

1.4.5 能源供需分析

长期以来，辽宁省能源消费速度一直高于能源生产增长速度。自 1970 年开始，能源生产长期停滞于 6000 万吨标煤以下，能源消费总量却逐年大幅增长。目前，辽宁省一次能源消费总量已超过 1.5 亿吨标煤，占全国一次能源消费总量的 6.14%，而一次能源的生产量仅为 6900 万吨标煤，能源供需不平衡的问题日趋严重，一次能源自给率仅为 45.6%，大量煤炭、石油、电力需从省外调入。

根据上述能源资源的状况，从长远看，辽宁省的能源是不能自平衡的，缺口在逐年增加。未来较长时期，辽宁省能源供需平衡须适应国家能源发展战略的调整，即东北地区能源平衡将以区内平衡为主，区外补充为辅，适当引进国外能源的基本原则。同时，为了保持辽宁省电力的可持续发展，要积极调整全省电力结构，加快核电的建设工作。

1.4.6 东北地区、辽宁省电力系统现状

东北电网已经覆盖了东北地区的黑龙江、吉林、辽宁三省和蒙东的呼伦贝尔市、兴安盟地区、通辽市和赤峰市，供电面积约 127 万平方公里，占全国面积的 13%，服务人口约 1.21 亿，占全国人口的 9%。东北电网以 500kV线路为骨干输电网架，以 220kV线路为供电主体，由多个电压等级组成。2011 年东北全网完成全社会用电量 3631.86 亿千瓦时，

同比增长 9.31%。截止到 2011 年底，东北电网总装机容量为 99171.5MW，2011 年东北全网完成发电量 3718.74 亿千瓦时，同比增长 9.36%。

辽宁省电网位于东北电网的南端，是东北电网与华北电网的联系枢纽。截止到 2011 年底，辽宁省装机总容量为 34004MW，其中水电 1467.8MW、火电 28513MW、风电 4023.3MW，分别占总容量的 4.32%、83.85%和 11.83%。2011 年辽宁省全社会用电量 1861.53 亿千瓦时，同比增长 8.53%；全口径供电量 1582.5 亿千瓦时，同比增长 8.58%；全口径最大负荷为 21590MW，最大峰谷差为 4350MW；最大网供负荷为 20690MW，同比增长 3.34%。

1.4.7 电力需求预测和分析

经对东北地区国民经济发展情况分析，根据《东北电网“十二五”主网架规划设计》及《辽宁电网“十二五”主网架规划设计》，东北地区和辽宁省电力需求预测结果见表 1.4-1 所示。预测 2019 年东北地区全社会用电量将达到 6004 亿千瓦时，需发电负荷将达到 97070MW。预测 2019 年辽宁省全社会用电量将达到 2972 亿千瓦时，“十二五”、“十三五”和“十四五”期间增长率分别为 8.5%、5.7%、3.7%；需发电负荷将达到 50148MW，“十二五”、“十三五”和“十四五”期间增长率分别为 9.1%、5.5%、3.9%。

辽宁省分地区供电负荷预测结果见表 1.4-2，根据预测结果，2019 年辽宁省最大供电负荷合计将达到 45019MW。根据《辽宁电网“十二五”主网架规划设计》，至 2019 年和 2023 年辽宁省装机容量（未计入 66kV 及以下电源）将分别达到 52083MW 和 61334MW，其中辽宁徐大堡核电厂新建工程规划于 2019 年 1 月 15 日投运第一台 1250MW 机组，2019 年 11 年 15 日投运第二台 1250MW，至 2019 年底一期 2×1250MW 机组全部投运，2023 年达到规划容量 6×1250MW，详见表 1.4-3。

根据辽宁省负荷预测及电源建设安排进行电力平衡，辽宁省电力平衡结果详见表 1.4-4。分析结果表明，2019 年辽宁省电网各种方式均处于缺电状态，其中冬大方式缺电 13247MW，冬腰方式下缺电 10365MW。根据上述辽宁省负荷预测及电源建设安排，进行电量平衡见表 1.4-5，计算结果表明考虑外省区受入电量后，辽宁省没有电量缺额。

核电项目的建设可以改善辽宁省的电源结构，减轻网架输电压力，优化电源布局，从而在辽宁省形成以火电为主，有一定容量的水电，并有一定比例的核电和风电等新能源装机的多样化电源结构，实现全网内多种电源的补偿调剂运行。因此，在辽宁省境内建设核电项目，是优化辽宁省电网电源结构的重要保障，直接向东北电网中部负荷中心送电，送电距离短，电网有功损失小，潮流流向合理，可以提高电网的安全、稳定运行。

1.4.8 建设核电有助于保护、改善生态环境

辽宁省电力能源消费以煤为主，煤电装机占总装机容量的比重在 90％以上，这种以煤电为主的能源消费状况存在的问题有：随着经济的发展，煤炭消耗量的增加，煤炭的开采、运输以及燃烧对环境的污染日益严重。根据原国家环境保护总局《关于印发<二氧化硫总量分配指导意见>的通知》（环发〔2006〕182 号）明确 2010 年辽宁省全社会二氧化硫计划排放量为 105.3×10^4t，但 2007 年全省二氧化硫实际排放量已达 123.4×10^4t。根据《辽宁省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》，“十二五”期间经济社会发展的主要指标中要求：主要污染物二氧化硫年均减少 10.7%；氮氧化物年均减少 13.7%。核电站的建设可以有效减少由于燃煤发电所带来的环境污染。按新建火电机组燃用烟煤初步测算，1 台 1000MW核电机组替代相应容量脱硫煤电机组，可减少二氧化硫年排放量 1900t、二氧化氮年排放量 1.13×10^4t、二氧化碳年排放量 585×10^4t。建设核电有利于辽宁省环境质量的改善及社会经济的可持续发展。

综上所述在距离辽宁电力负荷中心较近地区建设本工程，符合国家能源政策，是解决辽宁省一次能源缺乏的重要战略措施之一，能缓解交通运输和环境保护压力，可以满足未来辽宁省电力负荷发展的需要，使电源结构多样化，是优化辽宁省电网电源结构的重要保障。辽宁徐大堡核电厂一期工程 2 台机组的发电量全部在辽宁省内消纳，其送电方向主要是辽宁中部负荷中心。

1.5 建设进度

辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组以一号机组核岛厂房第一罐混凝土（FCD）作为基点（单位：月），单台机组建造总工期 57 个月，其中建安工期 43 个月（土建和安装交叉施工），调试工期 14 个月。两台机组FCD间隔 10 个月，首台机组计划拟于 2014 年 6 月 30 日开工浇灌第一罐混凝土。1、2 号机组于 2019 年投入商业运行。

1.6 环境影响报告书编制依据

本报告书的编制受中核辽宁核电有限公司的委托，相关文件为：《辽宁徐大堡核电厂一期工程总承包合同》。

本报告书编制所依据的文件包括《辽宁徐大堡核电厂一期工程可行性研究报告》、初步设计文件、相关的专题报告以及相关批复文件。

本报告书编制所依据的主要国家及地方政府批文及其主要意见有：

（1）《关于辽宁兴城核电项目海域使用意见的函》（辽海渔管函〔2007〕18 号），辽宁省海洋与渔业厅，2007 年 4 月 2 日；

（2）《关于大唐国际兴城核电厂选址与军事设施安全影响事》（海军司令部 司作〔2007〕175 号），海军司令部，2007 年 11 月 28 日；

（3）《关于辽宁大唐国际兴城核电项目建设用地范围内矿产资源分布情况说明》，辽宁省国土资源厅，2008 年 12 月 2 日；

（4）《辽宁徐大堡核电厂工程建设用地压覆矿产资源/储量评估报告》审查验收备案书》（辽国土资压储备字〔2009〕215 号），辽宁省国土资源厅，2009 年 8 月 11 日；

（5）《地质灾害危险性评估报告/说明书备案登记表》（辽地灾评备〔2009〕1141494 号），辽宁省国土资源厅，2009 年 5 月 25 日；

（6）《对辽宁徐大堡核电厂可行性研究阶段地震安全性评价报告的批复》（中震安评〔2009〕80 号），中国地震局，2009 年 7 月 8 日；

（7）《关于辽宁徐大堡核电一期工程项目用海预审意见的函》（国海管字〔2009〕282 号），国家海洋局，2013 年 5 月 17 日；

（8）《关于辽宁核电徐大堡厂址距周边民用机场和航线距离的函》（民航东北局函〔2010〕78 号），中国民用航空东北地区管理局，2010 年 8 月 24 日；

（9）《关于同意辽宁徐大堡核电厂新建工程占地区域选址的批复》（辽文物保发〔2010〕104 号），辽宁省文物局，2010 年 10 月 21 日；

（10）《国务院关于辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）的批复》（国函〔2012〕161 号），中华人民共和国国务院，2012 年 10 月 10 日；

（11）《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程水土保持方案的批复》（水保函〔2012〕276 号），中华人民共和国水利部，2012 年 10 月 8 日；

（12）《辽宁省人民政府关于划定辽宁徐大堡核电厂厂址周围规划限制区的批复》（辽政〔2013〕54 号），辽宁省人民政府，2013 年 3 月 27 日；

（13）《复中核辽宁核电有限公司《关于辽宁徐大堡核电厂工程》选址意见》，辽宁省军事设施保护委员会办公室，2013 年 3 月 27 日；

（14）《关于同意对徐大堡核电厂非居住区实施有效控制的复函》，兴城市人民政府，2013 年 3 月 23 日；

（15）《关于辽宁徐大堡核电一期工程项目用地初审意见的报告》（辽国土资规初审〔2013〕2 号），辽宁省国土资源厅，2013 年 2 月 28 日；

（16）《关于辽宁徐大堡核电一期工程建设用地预审意见的复函》（国土资预审字〔2013〕111 号），中华人民共和国国土资源部，2013 年 4 月 11 日；

（17）《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函〔2013〕14 号），辽宁省环保厅，2013 年 3 月 11 日；

（18）《准予水行政许可决定书》（水许可资源决字〔2013〕1 号），中华人民共和国水利部，2013 年 4 月 18 日；

（19）《关于调整葫芦岛市部分近岸海域环境功能区划的复函》（辽环函〔2013〕148 号），辽宁省环境保护厅，2013 年 4 月 26 日；

（20）《徐大堡核电工程拟用海域养殖动迁补偿协议书》，中核辽宁核电有限公司，兴城市人民政府，2013 年 3 月 12 日。

在本工程初步可行性研究和可行性研究阶段，完成了相关的环境相关外委成果报告清单见表 1.6-1。建造阶段开展的外委专题及成果情况见表 1.6-2，本报告将表中所列已完成的成果作为编制依据。

1.7 评价遵循的法规和标准

1.7.1 遵循的法规、导则和标准

本报告主要遵循的我国法规、标准和导则如下：

《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日）；

《中华人民共和国海洋环境保护法》（2000 年 4 月 1 日）；

《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；

《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日）；

《中华人民共和国大气污染防治法》（2000 年 9 月 1 日）；

《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年 6 月 1 日）；

《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997 年 3 月 1 日）；

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005 年 4 月 1 日）；

《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；

《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月 28 日）；

《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年 11 月 1 日）；

《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日）；

《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2008 年 10 月 1 日）；

《放射性物品运输安全管理条例》（2010 年 1 月 1 日）；

《核电厂核事故应急管理条例》（1993 年 8 月 4 日）；

《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日）；

《核电厂环境影响报告书的内容和格式》（1988 年 8 月 1 日）；

《环境影响评价公众参与暂行办法》（2006 年 3 月 18 日）；

《近岸海域环境功能区管理办法》（1999 年 12 月 10 日）；

《辽宁省环境保护条例》（2006 年 1 月 13 日）；

《辽宁省海洋环境保护办法》（2006 年 8 月 1 日）；

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（1989 年 7 月 10 日）；

《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T 338-2007）；

《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）；

《核电厂厂址选择中的地震问题》（HAD101/01）；

《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；

《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；

《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

《核电厂厂址选择中的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05）；

《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06）；

《核电厂厂址查勘》（HAD101/07）；

《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）；

《核电厂厂址选择的极端气象现象（不包括热带气旋）》（HAD101/10）；

《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11）；

《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2011）；

《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）；

《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-1993）；

《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；

《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》（GB14587-2011）；

《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）；

《放射性废物的分类》（GB9133-1995）；

《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；

《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）；

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

《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）；

《环境空气质量标准》（GB3095-1996）；

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

《海水水质标准》（GB3097-1997）；

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T19820－2002）；

《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）；

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

《辽宁省工业固体废物污染控制标准》（DB21-777-94）；

《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）；

《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998）；

《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001）；

《城市区域环境噪声适用区划分技术规范》（GB/T15190-1994）；

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

《高压架空送电线、变电站无线电干扰测量方法》（GB/T7349-2002）；

《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）；

其它有关的国家标准和核行业标准。

1.7.2 环境剂量评价标准

本报告运行工况和事故条件下的剂量评价标准，遵循《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中的有关规定。

（1）运行工况下剂量约束值和排放量、排放浓度控制值

根据国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，任何厂址的所有核动力堆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 的剂量约束值；核动力厂必须按每堆实施放射性流出物年排放总量的控制，对于3000MW 热功率的反应堆，其控制值如下：

气载流出物，惰性气体：6×10^{14}Bq/a；碘：2×10^{10} Bq/a；粒子（半衰期≥8d）：5×10^{10} Bq/a；碳 14：7×10^{11} Bq/a；氚：1.5×10^{13} Bq/a。

液态流出物，氚：7.5×10^{13}Bq/a；碳 14 ：1.5×10^{11} Bq/a；其余核素：5.0×10^{10}Bq/a。

辽宁徐大堡核电厂运行工况下的公众辐射剂量约束值不针对每期工程进行分配，拟定的厂址剂量约束值为 0.25mSv/a。

（2）核电厂事故条件下剂量控制值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的规定，在发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下。在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

（3）《海水水质标准》（GB3097-1997）中放射性核素浓度标准

本工程采用的标准值为：

Co-60：0.03 Bq/L；

Sr-90： 4 Bq/L；

Ru-106：0.2 Bq/L；

Cs-137：0.7 Bq/L；

Cs-134：0.6 Bq/L。

1.7.3 评价源项

（1）核电厂运行工况下的评价源项

本报告书中核电厂运行工况下的辐射影响评价，采用 AP1000 机型放射性环境排放源项，一期工程（两台机组）放射性废气、废液的预期年排放量见表 1.7-1。表中可见，一期工程的年排放量均低于国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的相应排放量控制值。

（2）核电厂事故条件下的评价源项

根据本工程 PSAR 第 15 章的描述，按照事故工况放射性后果的严重性及不同事故放射性后果之间的包络性，最终给出了 6 类需要进行放射性后果评价的事故，本报告对 6 类事故向环境释放的源项以及对环境造成的放射性后果进行分析计算。详见报告书第七章的相关内容。

1.7.4 非放射性评价标准

（1）厂址地区环境空气功能区划及执行的环境空气质量标准

根据《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函〔2013〕14 号），厂址地区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996，2000 年局部修订）二级标准。

（2）海洋环境功能区划和执行的海水水质标准

根据辽宁省环境保护厅《关于调整葫芦岛市部分近岸海域环境功能区划的复函》辽环函〔2013〕148 号文，厂址所在的海域属兴城潘山东至兴城葛条秧子村西南海域（共 15.3km^2），由 II 类功能区调整为特殊使用功能区，该功能区中部 3.5km^2 海域水温不得高于《海水水质标准》（GB3097-1997）中关于混合区的水温指标，外围 11.8km^2 海域水温不得高于 III 类功能区的水温指标；该功能区全区除水温外，执行 II 类功能区海水水质标准，即《海水水质标准》（GB3097-1997）中第二类的海水水质标准。

（3）污水排放标准

徐大堡核电厂生活污水和生产废水排放执行《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）。

①本工程生活污水经过生化处理及深度处理达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中直接排放的水污染物最高允许排放浓度（表 1）的规定，同时满足《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T18920－2002）的要求，回用于道路清扫、厂区绿化、临建区和厂前区的建筑物内冲厕等。

a）《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中排放标准主要指标如下：

化学需氧量（COD_{Cr}）	≤ 50 mg/L
五日生化需氧量（BOD_5）	≤ 10 mg/L
悬浮物（SS）	≤ 20 mg/L
石油类	≤ 3 mg/L
总氮（以 N 计）	≤ 15 mg/L
氨氮 （以 N 计）	≤ 8 mg/L
磷酸盐（以 P 计）	≤ 0.5 mg/L
色度（稀释倍数）	≤ 30
pH 值	6～9

b）《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920－2002）主要指标如下：

生化需氧量（BOD_5） ≤ 10 mg/L

溶解性总固体 ≤ 1000 mg/L

浊度 ≤ 5 NTU

阴离子表面活性剂 ≤ 0.5 mg/L

氨氮（以 N 计） ≤ 10 mg/L

铁 ≤ 0.3 mg/L

锰 ≤ 0.1 mg/L

色度 ≤ 30 （稀释倍数）

嗅 无不快感

pH 6～9

总大肠菌群 ≤ 3（个/L）

溶解氧 ≥ 1.0 mg/L

总余氯 接触 30min 后 ≥ 1.0 mg/L，管网末端 ≥ 0.2 mg/L

②核电厂生产废水主要为含油废水，含油废水经处理满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中直接排放的水污染物最高允许排放浓度（表 1）的规定要求，排至槽式排放系统的接收排放监测水箱中，后经虹吸井下游的连接井与循环水排水混合后排入大海。主要排放指标如下：

化学需氧量（COD_{Cr}） ≤ 50 mg/L

五日生化需氧量（BOD_5） ≤ 10 mg/ L

悬浮物（SS） ≤ 20 mg/ L

石油类 ≤ 3 mg/ L

（4）噪声标准

根据《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函〔2013〕14 号），本工程厂界执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类功能区标准，敏感区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类功能区标准。

施工期间采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（5）电磁辐射标准

根据《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函〔2013〕14 号），本工程评价中采用的电磁辐射标准如下：

工频电场限值：输电线路临近民房时，居民区离地 1.5m 高度处的未畸变电场的工频

电场限值为 4kV/m；

工频磁场限值：国际辐射保护协会关于公众全天辐射时的工频磁场限值 0.1mT 作为磁感应强度的推荐评价标准；

无线电干扰：《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）规定在距边导线投影 20m 距离处、测试频率为 0.5MHz 的晴天条件下不大于 55dB（μV/m）。

报告中对于频综合场强功率密度执行《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）的要求，标准如下：射频综合场强功率密度（任意连续 6 分钟平均值）<0.4W/m^2。

1.8 评价范围及子区划分

根据《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89），本次评价范围为以 2 号机组的烟囱为中心，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。图 1.8-1 给出了厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图。

表 1.3-1　直接或间接用于环境保护的费用

序 号	项　目　名　称	费　用（万元）	备　注
1	核岛三废处理系统	91650	
2	核岛通风系统	29539	
3	常规岛水处理系统	8211	
4	厂区三废处理及环境保护系统	66302	
5	流出物监测和环境监测系统	13658	
6	环境整治	3536	
7	施工期间环保费用	1969	
	合计	214864	

表 1.4-1 电力需求预测

项 目		2015 年预测值	2018 年预测值	2019 年预测值	2020 年预测值	2023 年预测值	“十二五”增长率	“十三五”增长率	“十四五”增长率
全社会用电量	东北电网（亿千瓦时）	4820	5676	6004	6340	7070	8.6%	5.6%	3.7%
	辽宁电网（亿千瓦时）	2381	2812	2972	3149	3509	8.5%	5.7%	3.7%
需发电负荷	东北电网（MW）	77300	91550	97070	102700	114858	9.8%	5.8%	3.8%
	辽宁电网（MW）	40480	47530	50148	52880	59280	9.1%	5.5%	3.9%

表 1.4-2 辽宁省各地区 220kV 网供负荷预测

单位：MW

地 区	2015 年	2018 年	2019 年	2020 年	2023 年	“十二五”增长率	“十三五”增长率	“十四五”增长率
综合最大	35210	42357	45019	47912	54588	11.2%	6.4%	4.4%
沈 阳	5772	7026	7502	8010	9430	9.1%	6.8%	5.6%
抚 顺	2482	2864	3003	3150	3303	12.7%	4.9%	1.6%
铁 岭	1058	1386	1517	1660	2004	9.6%	9.4%	6.5%
鞍 山	4372	4891	5077	5270	5847	8.3%	3.8%	3.5%
辽 阳	2800	3416	3650	3900	4431	12.0%	6.9%	4.3%
营 口	4264	4913	5151	5400	5802	13.1%	4.8%	2.4%
本 溪	3000	3452	3617	3790	4297	11.6%	4.8%	4.3%
丹 东	1365	1611	1703	1800	2180	11.2%	5.7%	6.6%
大 连	5741	7063	7569	8110	9518	10.9%	7.2%	5.5%
阜 新	1050	1326	1434	1550	1767	13.8%	8.1%	4.5%
盘 锦	1160	1485	1612	1750	1952	10.2%	8.6%	3.7%
锦 州	1653	1994	2123	2260	2564	12.0%	6.5%	4.3%
葫 芦 岛	1470	1768	1881	2000	2287	8.9%	6.4%	4.6%
朝 阳	2450	3158	3437	3740	4114	17.6%	8.8%	3.2%

表 1.4-3　辽宁省装机规划

单位：MW

项目	2015 年	2018 年	2019 年	2020 年	2023 年
1、辽宁省合计	40834	48734	52083	52734	61334
1.1 水电	1359	1359	1359	1359	1359
1.2 抽水蓄能	1400	2000	2000	2000	2000
1.3 火电	27075	31375	31375	31675	31675
1.4 核电	4000	4000	6500	6500	11500
1.5 天然气	0	1200	1200	1200	1200
1.6 风电	7000	8800	9649	10000	13600
2、葫芦岛地区	4325	4925	7425	7877	13877
2.1 绥中电厂	3600	3600	3600	3600	3600
2.2 北港热电	0	600	600	900	900
2.3 南票坑口电厂	500	500	500	500	500
2.4 风电	225	225	225	377	1377
2.5 徐大堡核电厂	0	0	2500	2500	7500

表 1.4-4　辽宁省电力平衡

单位：MW

项目	2015 年	2018 年	2019 年	2020 年	2023 年
1.冬季大负荷	35210	42357	45019	47912	54588
冬季腰荷	30624	36841	39156	41671	47478
冬季小负荷	27217	32742	34800	37036	42196
夏季大负荷	29365	35326	37546	39958	45526
夏季小负荷	22200	26177	27709	29409	32597
2.地区装机	41129	49029	52378	53029	61629
水电	1654	1654	1654	1654	1654
抽水蓄能	1400	2000	2000	2000	2000
火电	27075	31375	31375	31675	31675
核电	4000	4000	6500	6500	11500
天然气	0	1200	1200	1200	1200
风电	7000	8800	9649	10000	13600
3.备用容量	7227	8692	8692	8767	8767
其中：水电	248	248	248	248	248
抽水蓄能	210	300	300	300	300
火电	6769	7844	7844	7919	7919
天然气	0	300	300	300	300
4.供电出力（冬大）	24986	29430	31772	32021	36980
（冬腰）	22494	26449	28791	29040	33998
（冬小）	16995	19229	21571	21759	26718
（夏大）	20111	23786	26128	26322	31280
（夏小）	14125	16750	19092	19249	24207
5.电力盈亏（冬大）	-10224	-12927	-13247	-15891	-17608
（冬腰）	-8130	-10392	-10365	-12631	-13480
（冬小）	-10222	-13513	-13229	-15277	-15478
（夏大）	-9254	-11540	-11418	-13636	-14246
（夏小）	-8075	-9427	-8617	-10160	-8390

表 1.4-5　辽宁省电量平衡

序号	项目	2015 年	2018 年	2019 年	2020 年	2023 年
1	全社会用电量（亿千瓦时）	2381	2812	2972	3149	3509
2	电源装机（MW）	41129	49029	52378	53029	61629
3	可发电量（亿千瓦时）	1944	2255	2447	2471	2893
4	电量盈亏（亿千瓦时）仅考虑省内电源	-437	-557	-525	-678	-616
5	外受电量（亿千瓦时）	565	565	565	1000	1000
6	电量盈亏（亿千瓦时）考虑外省区受入	128	8	40	322	384

表 1.6-1 初步可行性研究阶段和可行性研究阶段开展的相关外委专题成果清单

序号	外委工作项目名称	承担单位	完成时间
初步可行性阶段完成专题			
1	地震地质专题	中国地震局地球物理研究所	2007.03
2	岩土工程勘察专题	北京国电华北电力工程有限公司勘测工程分公司	2007.03
可行性研究阶段完成专题			
1	辽宁徐大堡核电场区地貌现状 1:1000 地形图	郑州中核岩土工程有限公司	2011.10
2	工程海域水下地形测量	核工业南京勘察院	2009.02
3	地震安全性评价	中国地震局地球物理研究所	2009.06
4	可研阶段厂址区岩土工程勘察和水文地质调查	核工业工程勘察院	2008.11
5	地质灾害危险性评估	核工业工程勘察院	2009.04
6	徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查	中国海洋大学	2010.08
7	辽宁徐大堡核电厂可行性研究阶段厂址所在区域气候、常规气象和极端气象资料收集、统计分析及基准设计研究报告	中国辐射防护研究院	2009.08
8	辽宁徐大堡核电厂厂址周围环境噪声现状水平监测及评价报告（可研阶段）	中国辐射防护研究院	2009.06
9	辽宁徐大堡核电厂厂址周围环境及其外部人为事件调查项目调查报告	中国辐射防护研究院	2009.06
10	海洋水文观测站观测分析报告	国家海洋局第一海洋研究所	2009.10
11	海洋水文观测及分析	国家海洋局第一海洋研究所	2009.10
12	工程海域海洋水文分析计算	国家海洋局第一海洋研究所	2009.07
13	可能最大降雨（PMP）研究计算	南京水利科学研究院	2009.06
14	水资源论证	南京水利科学研究院	2013.3
15	海床及岸滩稳定性和取排水口泥沙冲淤演变数模研究	中国海洋大学	2012.05
16	厂址征地范围土地利用调查技术要求	中核辽宁核电有限公司	2009.09
17	大件设备运输方案研究	中交第四航务工程勘察设计院有限公司	2009.11
18	所在区域电磁辐射本底测量和现状评价	中国辐射防护研究院	2009.06
19	辽宁徐大堡核电厂大气扩散试验研究	中国辐射防护研究院	2010.05
20	放射性本底初步调查	核工业北京化工冶金研究院	2009.8
21	辽宁徐大堡核电厂工程建设公众参与工作总结	中核辽宁核电有限公司	2010.03
22	徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告	辽宁省海洋水产科学研究院	2010.10

23	辽宁徐大堡核电厂温排水、低放废水排放数值模拟、物理模型试验研究	南京水利科学研究院	2012.06
24	辽宁徐大堡核电厂厂址周围大气环境现状调查及评价报告	中国核电工程有限公司实验室	2011.12
25	厂址附近海域海冰调查观测分析	国家海洋局第一海洋研究所	2009.05
26	海工工程可行性研究	中交第四航务工程勘察设计院有限公司	2011.03
27	取水口海水水质观测	中国海洋大学	2010.06

表 1.6-2 建造阶段开展的相关外委专题成果清单

序号	外委工作项目名称	承担单位	完成时间
1	辽宁徐大堡核电厂一期工程初步设计阶段厂址周围环境及其外部人为事件调查专题报告	中国辐射防护研究院	2013 年 4 月
2	辽宁徐大堡核电厂一期工程初步设计阶段厂址周围人口及其分布、食谱调查和统计项目专题报告	中国辐射防护研究院	2013 年 4 月
3	辽宁徐大堡核电厂厂址现场气象铁塔和地面气象站常规气象观测与统计分析报告(2010.9~2012.8)	中国辐射防护研究院	2012 年 11 月
4	辽宁徐大堡核电厂一期工程核岛、循环水泵房岩土工程详勘报告	中国核电工程有限公司总图地质所、河北中核岩土工程有限责任公司	2012 年 11 月
5	辽宁徐大堡核电厂一期工程海水淡化厂房岩土工程详勘报告	中国核电工程有限公司总图地质所、河北中核岩土工程有限责任公司	2012 年 12 月
6	辽宁徐大堡核电厂厂址区域常规气象和极端气象补充调查资料统计分析报告	中国辐射防护研究院	2013 年 6 月
7	辽宁徐大堡核电厂建造阶段公众参与工作总结	中核辽宁核电有限公司	2013 年 5 月

表 1.7-1 辽宁徐大堡核电厂一期工程运行工况下（包括预期运行事件）放射性废气、废液的预期年排放量

单位：Bq/a

项目 \ 数值	气载放射性流出物					液态放射性流出物		
	惰性气体	碘	粒子(T1/2≥8d)	氚	C-14	氚	C-14	其余核素
一期工程（两台机组）	8.19×10^{14}	3.85×10^{10}	3.49×10^{9}	2.60×10^{13}	1.21×10^{12}	7.48×10^{13}	6.6×10^{9}	1.90×10^{10}
厂址排放量控制值	2.4×10^{15}	8.0×10^{10}	2×10^{11}	6×10^{13}	2.8×10^{12}	3.0×10^{14}	6×10^{11}	2.0×10^{11}

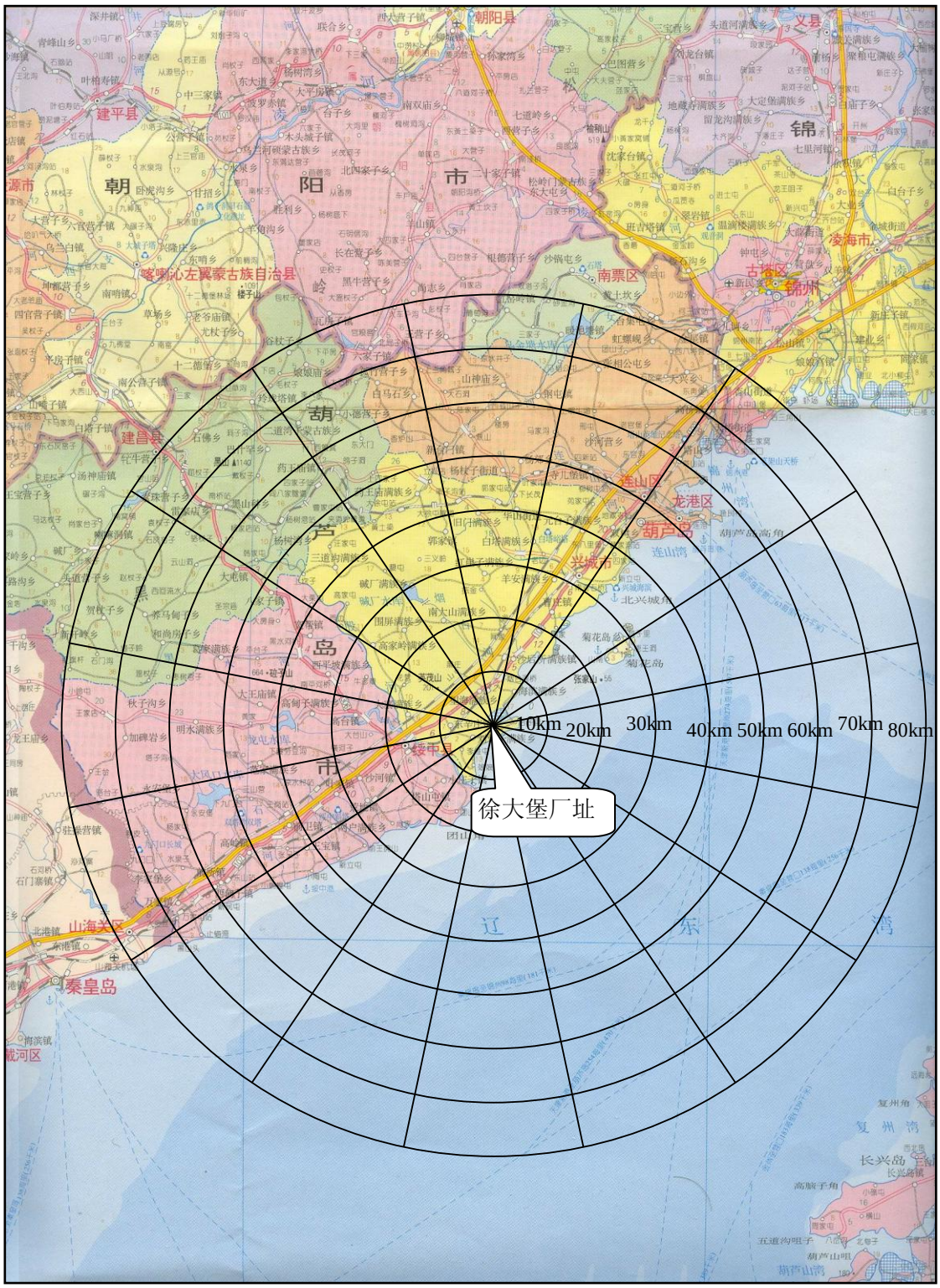


图 1.8-1　徐大堡厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

第二章 厂址与环境

2.1 地理位置

2.1.1 厂址位置

2.1.2 厂址说明

2.2 人口分布

2.2.1 厂址近区域的人口分布

2.2.2 厂址半径 80km 区域的人口分布

2.2.3 流动人口

2.2.4 居民年龄构成及饮食习惯

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.3 水产资源及生态概况

2.4 厂址附近的工业、交通

2.4.1 工业设施

2.4.2 交通

2.5 气象

2.5.1 区域气候

2.5.2 当地气象条件与现场气象观测

2.5.3 设计基准气象参数

2.5.4 联合频率

2.5.5 大气稳定度

2.5.6 混合层高度及扩散参数值

2.5.7 厂址气象观测

2.6 水文

2.6.1 地表水

2.6.2 地下水

2.6.3 洪水

2.7 地质与地震

2.7.1 地质

2.7.2 地震

2.1 地理位置

2.1.1 厂址位置

厂址位于辽宁省兴城市海滨乡方安村徐大堡东南侧海岸边，东临辽东湾，地理坐标为东经 120°32′05″～120°34′12″，北纬 40°20′01″～40°21′44″。

厂址北北东距海滨乡约 5km、距兴城市约 32km、距葫芦岛市约 46km、距沈阳市约 292km，东北东距营口市约 146km，西距绥中县城约 18km，距东辛庄镇约 8km，距刘台子乡约 5km，西南西距秦皇岛市约 94km，南南东距红沿河核电厂约 103km。

厂址地理位置详见图 2.1-1，区域位置详见图 2.1-2。

根据全厂总体规划，1~6 号机组按照东北－西南的方向依次并列布置，由东北向西南方向扩建。1 号与 2 号机组反应堆厂房中心距离 230m。

本期工程 1、2 号机组反应堆厂房中心的地理坐标分别为：

1 号反应堆厂房中心：北纬 40°21′17″，东经 120°33′16″

2 号反应堆厂房中心：北纬 40°21′14″，东经 120°33′07″

1、2 号机组反应堆厂房中心测量坐标（1954 年北京坐标系统，下同）分别为：

1 号反应堆厂房中心坐标：X=4469161.300，Y=40547101.400

2 号反应堆厂房中心坐标：X=4469052.234，Y=40546898.904

1、2 号机组反应堆厂房中心的建筑坐标分别为：

1 号反应堆厂房中心坐标：A=6000.000 B=8000.000

2 号反应堆厂房中心坐标：A=6000.000 B=7770.000

2.1.2 厂址说明

1）非居住区边界及规划限制区外边界

辽宁徐大堡核电厂采用 AP1000 机型，根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中的规定，采用选址假想事故作为确定厂址非居住区、规划限制区边界的依据。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）第 5.6 条规定：“必须在核动力厂周围设置非居住区和规划限制区……非居住区边界离反应堆的距离不得小于 500m，规划限制区半径不得小于 5km。”对于辽宁徐大堡核电厂一期工程，选址假想事故采用的是《评价核电厂反应堆设计基准事故的可替代源项》（RG1.183）中的 DBALOCA 源项，根据现场实测的气象数据总结得到的联合频率、采用 PAVAN 计算机程序对事故剂量后果所

用的大气弥散因子进行计算，确定的非居住区边界如表 2.1-1 所示，规划限制区边界范围为厂址半径 5km。

在建造阶段，对电厂可能发生的各类设计基准事故的放射性后果进行了计算，计算结果表明，所有设计基准事故在非居住区边界以及规划限制区边界处的剂量后果均满足 GB6249-2011 中 7.2 条中的验收准则。

非居住区陆域边界以反应堆厂房为中心半径 800m 范围，海域边界为 700~1600m 范围。对于非居住区范围以内、征地边界以外的土地管理业主与当地政府已达成协议（兴城市人民政府 2013 年 3 月 23 日出文《关于同意对徐大堡核电厂非居住区实施有效控制的复函》）。

根据葫芦岛市人民政府《关于中核辽宁核电徐大堡核电厂设置规划限制区的批复》（葫政[2010]191 号），规划限制区外边界以反应堆厂房为中心半径 5km 范围。

距离厂址最近的居民点为徐大堡村，紧邻厂址西北侧，非居住区半径按 800m 考虑。厂址陆域非居住区半径 0.8km 范围内只有徐大堡村的部分住户，已经搬迁 107 户，其余 173 户的搬迁工作正在进行。最近住宅距 2 号反应堆厂房中心约 1100m，距地产边界最近距离 357m。

2）厂区征地、征海

厂址根据 6 台机组进行总体规划，规划容量拟征地面积约 212.34hm^2，其中陆域：184.52hm^2，填海造地 27.82hm^2，不包括环境实验室、应急道路等用地。厂区用地 125.62 hm^2。

3）地产界限、厂址边界

地产边界同永久征地边界，用地范围依据总体规划实际用地需要确定。

沿厂址地产边界设置用地界桩或设置外部围栏。

厂址边界范围包括厂区用地、厂外设施用地及边坡用地；地产界限包括的内容见表 4.1-2。

2.2 人口分布

本节编制依据为中国辐射防护研究院完成的《辽宁徐大堡核电厂一期工程初步设计阶段厂址周围人口及其分布、食谱调查和统计项目专题报告》（2013 年 4 月）。

厂址半径 80km 范围内有关市（县、区）的人口调查和统计，对厂址半径 5km 范围内行政村、自然村进行实地详细调查，厂址半径 5～15km 范围依据各乡、镇政府提供的 2012 年有关统计报表及资料，厂址半径 80km 范围内的人口分布采用相关市、县、区政府 2011 年有关统计资料和 2012 年有关统计年鉴、年鉴及农调队、城调队食谱调查的相关资料等。

厂址半径 80km 范围内的人口分布是以厂址 2 号反应堆厂房气体排放口（烟囱）为调查圆心（地理坐标为东经 120°33′6.80″，北纬 40°21′14.08″），以 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km 为半径画出 12 个同心圆，然后再在圆心处以 16 个罗盘方位作为中心线，将这些同心圆等分成 22.5°的圆周角，由相邻辐向线和圆弧组成的扇形即称之为子区（共计 192 个）进行统计。

2.2.1 厂址近区域的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围内的人口分布

厂址半径 5km 范围内涉及兴城市的海滨满族乡、刘台子满族乡的 7 个行政村下辖的 21 个自然村，2012 年底总人口为 8758 人。

厂址半径 5km 范围内没有万人以上的乡镇。厂址半径 5km 范围有 2 所学校，有一家企业，厂址半径 5km 范围内没有卫生院、敬老院和监狱。

2.2.1.2 厂址半径 15km 范围内的重要居民点

厂址半径 15km 范围涉及兴城市的海滨满族乡、刘台子满族乡、东辛庄镇、沙后所镇、望海满族乡、大寨满族乡以及绥中县的小庄子镇，共计 7 个乡镇下辖的 60 个行政村，总人口数为 123970 人。

厂址半径 10km 范围内没有 10 万人以上的城镇。

2.2.2 厂址半径 80km 区域的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 区域内的人口分布

厂址半径 80km 范围涉及辽宁省葫芦岛市的兴城市、绥中县、南票区、连山区、龙港区、杨家杖子开发区、建昌县，朝阳市的朝阳县，锦州市锦州经济技术开发区，以及河北省秦皇岛市的抚宁县、山海关区、秦皇岛经济技术开发区东区，共计 2 省 4 市 12 县（市、区）的 122 个镇（乡、街道）。厂址半径 80km 调查区范围内 2011 年末人口总数为 2621774 人，各子区人口分布见表 2.2-1。其中城镇居民 884091 人、农民 1683758 人，渔民 53925 人。

厂址半径 80km 范围内平均人口密度为 130 人/km^2，陆域平均人口密度为 288 人/km^2；厂址半径 20km 范围平均人口密度为 243 人/km^2，陆域平均人口密度为 494 人/km^2；厂址半径 5km 范围平均人口密度为 112 人/km^2，陆域平均人口密度为 219 人/km^2。厂址半径 80km 范围内平均人口密度小于厂址所在地兴城市的人口密度（256 人/km^2）和辽宁省平均人口密度（287 人/km^2）。

根据葫芦岛市国民经济和社会发展第十二个五年规划，葫芦岛市、秦皇岛市人口和计划生育委员会提供的人口规划资料，获得 2015、2020、2025 和 2030 各规划年份的人口数据。表 2.2-2 给出了厂址半径 80km 范围涉及主要市（区）的人口规划和人口高峰值出现的年份。

人口预测时，根据表 2.2-2 中葫芦岛市、秦皇岛市“十二五”和 2020 年人口发展规划数据，推算出评价区涉及葫芦岛市和秦皇岛市的未来人口增长率。

出于保守考虑，评价区内各市（县、区）出现人口高峰值以后人口增长率按负值考虑，人口增长率为负数时按 0 计算。在人口预测中，2019 年的人口增长率采用人口规划中相邻年份 2020 年的人口增长率推算数据，涉及河北省秦皇岛市的市（县、区）统一用秦皇岛市的人口增长率推算数据，秦皇岛市 2029 年增长率按人口规划中出现峰值的 2025 年计。

表 2.2-3 给出了厂址评价区各市（县）每隔 10 年的人口平均预期增长率。

辽宁徐大堡核电厂预期投产年份为 2019 年，电厂寿期为 60 年。对厂址半径 80km 范围内 2019 年及以后每隔 10 年（2029 年、2039 年、2049 年、2059 年、2069 年、2079 年）的人口预测以 2011 年底人口数据为基础，预测人口采用指数增长公式计算：

$$N = N_0 e^{r.t}$$

式中，N：预期人口数（人）；

N_0：现有人口数（人）；

r：预期年平均人口增长率（‰）；

t：N 与 N_0 之间的时间间隔（年）。

秦皇岛市和葫芦岛市人口出现峰值的年份分别为 2020 年和 2025 年，因此，算得 2029 年以后各年度的各子区的人数与 2029 年相等。2019 年、2029 及以后年份的人口子区分布见表 2.2-4~表 2.2-5 和图 2.2-1~图 2.2-2。

2019 年、2029 及以后年份的人口数分别为 2736200 人、2738829 人。

2.2.2.2 厂址半径 80km 区域内的人口中心和城镇

厂址半径 80km 范围内 10 万人以上的城镇有 1 个，是位于 NNE 方位 46.3km 的葫芦岛市区，人口数为 460688 人。厂址半径 30km 范围万人以上的乡镇为厂址 W 方位 18.3km 的葫芦岛市绥中镇，城镇居民数为 85452 人。

2.2.3 流动人口

厂址半径 15km 范围内涉及兴城市的海滨乡、刘台子乡、望海乡、大寨乡、沙后所镇、东辛庄镇，以及绥中县的小庄子镇。据向各乡镇政府及计生部门了解，长期流入人口主要从事海上捕鱼、水产养殖（一般每年居住 10 个月左右）、经商和其它农活等，短期流入人口主要是旅游度假和务工人员，旅游人员主要集中旅游旺季的 5~10 月份，多来自北京、天津、河北及厂址周边城市，暑假期间最多；长期流出人口主要流向辽宁省沈阳、大连等地，以及北京、天津、河北、山东、黑龙江等地，主要从事务工或经商等，一般为年前回家过春节，年后外出；短期流出人口多为季节性劳务输出，农忙期间在周边打短工。具体情况见表 2.2-6。

厂址 5km 范围涉及海滨乡的苏屯、方安、双堆子、台里，刘台子乡的潘山、盐锅，共 6 个行政村。长期流入人口主要集中在海边从事捕鱼、水产养殖和经商；长期流出人口主要流向沈阳、北京、天津、河北等地，主要从事务工或经商等；短期流入人口主要是旅游度假和务工人员，旅游度假人员主要集中在 5~10 月份。具体情况见表 2.2-7。

在刘台子潘山村有龙泉寺海滨度假村，距离厂址 WSW 方位 3.7km，共 70 间客房，每间可容纳 3-4 人，平时仅有 2 名看守人员，在每年 5-10 月份的旅游旺季，基本可以住满，暑假期间游客最多。单日最大接待能力在 300 人左右，年接待人数在 3000 人左右，外省游客与厂址周边市县游客约各占一半。

2.2.4 居民年龄构成及饮食习惯

2.2.4.1 居民年龄构成

厂址半径 80km 调查区范围内 2011 年末人口总数为 2621774 人。其中婴儿组（≤2 岁）、儿童组（2～7 岁）99238 人，青少年组（7～17 岁）、成年组（＞17 岁）分别占总人口的 1.4%、3.8%、9.2%和 85.6%。

2.2.4.2 居民的饮食习惯

厂址半径 80km 范围居民人均食物消费量数据参考了评价区涉及各市、区（县）城市调查队和农村住户调查队有关食物消费方面的统计资料。不同职业和不同年龄组居民的食谱与生活习性调查采用在厂址涉及的兴城市和绥中县中学发放调查表的方法。评价区内居民的粮食以大米为主，辅以小麦。评价区的大米大部分从盘锦、黑龙江、吉林等地调入；白面大部分从山东、河北、河南等外省调入。评价区内蔬菜基本上自产自销；猪肉、羊肉、

牛肉、家禽、鲜蛋基本也是自产自销；海产品主要是自产自销；奶制品主要是购买沈阳、内蒙古的袋装奶制品。水果部分从大连、山东、四川等地调入。

2.3 土地利用及资源概况

本节内容参考由中国辐射防护研究院于 2013 年 4 月完成的《辽宁徐大堡核电厂一期工程初步设计阶段厂址周围环境及其外部人为事件调查专题报告》编制。

2.3.1 土地和水体的利用

厂址半径 80km 范围主要涉及葫芦岛市及其下辖的连山区、龙港区、南票区、绥中县、建昌县、兴城市，各地区 2012 年土地利用情况见表 2.3-1。

厂址所在的葫芦岛市土地总面积 1040981 公顷，其中耕地 272927 公顷，园地 84855 公顷，林地面积 366758 公顷，草地面积 140253 公顷，城镇村及工矿用地 80268 公顷，交通运输用地 15496 公顷，水域及水利设施用地 32118 公顷，其他土地 48306 公顷。

厂址半径 15km 范围涉及兴城市的海滨满族乡、刘台子满族乡、东辛庄满族镇、沙后所镇、望海满族乡大寨满族乡及绥中县的小庄子镇，共 7 个乡镇，表 2.3-2 给出各个乡镇的土地利用明细。

厂址所在海滨满族乡中部为平原，地势平坦，土壤肥沃，灌溉条件好，是海滨满族乡粮、菜的主要产区，也是工商企业聚集地带；东部和西部为低山丘陵地带。海滨乡土地总面积 121133.9 亩，其中耕地 47259.7 亩，园地 10.4 亩，林地面积 3770.7 亩，草地面积 4994.1 亩，城镇村及工矿用地 20551.3 亩，交通运输用地 3197.5 亩，水域及水利设施用地 39923.1 亩，其他土地 1427.1 亩。

厂址半径 50km 范围无湖泊，有大型、中型、小一型、小二型水库共 16 座。大中型有 2 座，小一型有 5 座，小二型有 9 座。其中兴城的碱厂水库为兴城供水公司水源，由兴城市水利局了解到，兴城市供水公司 2012 年集中供水是 912.5 万 m^3，其一半水源来自碱厂水库。表 2.3-3 给出厂址半径 50km 范围内水库的正常水位、库容、面积及功能等指标。图 2.3-1 给出了厂址半径 50km 范围水库、河流分布示意图。

厂址半径 15km 范围主要在海滨乡和小庄子镇分布有部分花岗岩，大寨乡分布有部分重晶石，东辛庄镇分布有部分硅长石。厂址半径 5km 范围内无矿产开采企业，对于厂址半径 5km 范围内压覆矿产资源的情况，厂址与大坨子金矿普查区有一小部分重叠，关于该部分重叠区域，目前已经与探矿权人签署了协议，探矿权人同意将重叠部分无偿让出；厂址与兴城～绥中滨海砂矿勘查鼓励区有部分重叠，根据兴城市国土资源局文件《关于对辽宁徐大堡核电厂工程建设用地选址的意见》[兴国土资字(2010)18 号] 文件，目前该区域并没有设置矿业权。

厂址半径 15km 范围地表水河流、水库不为居民饮用，居民的集中供水点和分散供水点主要来自地下水。厂址半径 15km 范围有余粮水库一座，正常水位 16.1m，库容 11.5 万

m^3，属小二型水库。厂址半径 15km 范围地表水分布及主要功能见表 2.3-4。厂址半径 15km 范围涉及的各乡镇取用地下水资源明细，包括各个乡镇的地下水使用水量、供水人数及自来水普及率见表 2.3-5。

厂址半径 5km 范围有菱角河，流经刘台子满族乡和海滨满族乡。厂址半径 5km 范围主要涉及海滨乡及刘台子乡，海滨乡共 11 个供水点，刘台子乡共 8 个供水点。厂址半径 5km 范围地下井水居民使用情况见表 2.3-6 和图 2.3-2。由表可见，距离厂址最近的集体供水点是方安村自来水取水点，位于 NW 方位 0.9km。距离厂址最近的居民自备井取水点是小南海取水点， 位于厂址 NNE 方位 0.7km。

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.2.1 农业生产情况

厂址半径 80km 范围内粮食作物主要有谷物、豆类、薯类。其中谷物主要包括玉米、高粱、稻谷；豆类主要是大豆；薯类主要是马铃薯；油料作物主要是花生；蔬菜主要包括蔬菜和菜用瓜。评价范围内各市/县/区农作物播种面积和产量见表 2.3-7。

厂址半径 80km 范围按子区提供的粮食作物播种面积和单产列于表 2.3-8 和表 2.3-9；厂址半径 80km 范围按子区提供的油料作物播种面积和产量列于表 2.3-10 和表 2.3-11；厂址半径 80km 范围按子区提供的蔬菜播种面积和单产列于表 2.3-12 和表 2.3-13。

厂址半径 15km 范围内涉及的各乡镇农业生产情况见表 2.3-14。其中粮食作物以大寨乡和小庄子镇播种面积相对较大，分别为 4978 公顷和 5566 公顷，刘台子乡、海滨乡相对较少，分别为 1952 公顷和 2209 公顷。油料作物以沙后所镇播种面积相对较大，为 2074 公顷，小庄子镇最少，仅有 86 公顷。蔬菜以小庄子镇播种面积最大，为 1737 公顷，其他几个镇则均不足 400 公顷。

厂址半径 5km 范围涉及到刘台子乡的盐锅村，潘山村，海滨乡的苏屯村、大刘屯、双堆子村、方安村、台里村，共 7 个行政村。 各行政村土地利用明细表见表 2.3-15。由表可见厂址半径 5km 范围内各个行政村土地种类主要是耕地，其次是水域及水利设施用地，用于养殖、浇灌等活动。

2.3.2.2 畜牧业情况

厂址半径 80km 范围内家畜主要品种是牛、猪、羊；家禽的主要品种是鸡。家畜（牛、猪、羊）和家禽的品种及饲养方式、饲料品种和来源及屠宰后的贮存期和销售情况见表 2.3-16，家畜和家禽的饮水来源主要是自来水，即井水，牛肉、羊肉及牛奶主要在评价区内销售，猪肉约 22%销往评价区外，禽肉约 60%销往评价区外。厂址半径 80km 范围各市

\县\区 2011 年畜牧业生产情况见表 2.3-17。厂址半径 80km 范围内各子区猪、牛、羊、家禽的出栏数和奶牛的存栏数分别见表 2.3-18~表 2.3-22。

厂址半径 15km 范围涉及海滨乡、刘台子乡、东辛庄镇、沙后所镇、望海乡、大寨乡、小庄子镇共 7 个乡镇。2012 年度各乡镇畜牧业生产情况列于表 2.3-23。

其中家禽出栏数以望海满族乡和小庄子镇相对较多，分别为 121.96 万和 88.4 万只。猪出栏数以小庄子镇相对较多，为 139322 头，其次为东辛庄镇，为 70163 头。羊出栏数以小庄子镇和望海满族乡相对较多，分别为 16266 只和 16624 只，其他乡镇均不足 9000 只。牛出栏数以小庄子镇相对较多，为 2100 头，其次为东辛庄镇，为 1959 头。除刘台子满族乡外，其他乡镇均有少量奶牛饲养。可以看出，厂址半径 15km 范围内以小庄子镇畜牧业相对较为发达。厂址 15km 范围内有 2 家大规模奶牛养殖场，分别为厂址 N 方位 7.3km 的兴城市望海奶牛养殖小区，饲养头数为 286 头，年产奶量 1430 吨；以及厂址 WNW 方位 12.5km 的茂源奶牛养殖专业合作社，饲养头数 583 头，年产奶量 1308 吨。望海奶牛养殖小区的牛奶直接销往锦州辉山奶业公司，不零星散卖；厂址半径 15km 涉及的各个乡镇没有购买散奶的习惯，只购买袋装品牌牛奶，包括蒙牛、伊利及辉山牌。

2.3.2.3 居民点和农牧场

厂址 16 个方位距反应堆最近的居民点、农田、菜园、奶牛场及海产品养殖场的情况见表 2.3-24。

2.3.2.4 林业资源与自然资源情况

2.3.2.4.1 自然保护区

厂址半径 80km 范围有国家级自然保护区 1 处：白狼山自然保护区，位于厂址 NW 方位 63km；省级自然保护区 1 处：虹螺山自然保护区，位于厂址 N 方位 53.9km。

厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级自然保护区，仅有市级自然保护区 1 处：六股河入海口滨海湿地自然保护区，六股河入海口滨海湿地自然保护区核心区边界距离厂址中心坐标最近距离 7.8km，缓冲区边界距离厂址中心点坐标最近距离 7.7km，实验区边界距离厂址中心点坐标最近距离 7.6km。

六股河入海口滨海湿地自然保护区，地处辽宁葫芦岛绥中县与兴城市交界地带，行政隶属于葫芦岛市林业局，位于葫芦岛市兴城市刘台子镇山东村与绥中县小庄子乡大渔场村之间，渤海辽东湾西岸，地理坐标介于东经 120°27′57″～120°30′43″、北纬 40°16′～40°17′30″，总面积 1011 公顷，其中陆域面积 351.0 公顷，占总面积 34.7%；滩涂面积 269.0 公顷，占总面积 26.6%；海域面积 391.0 公顷，占总面积 38.7%。六股河入海口滨海湿地自然保护区核心面积 380 公顷，缓冲区面积 242 公顷，实验区面积 389 公顷。

六股河入海口滨海湿地自然保护区湿地类型丰富，包括浅海湿地、河流湿地、潮间滩涂湿地、低草草甸湿地及人工湿地等。同时是珍稀候鸟迁徙通道上的必经之路，是野生水禽重要栖息地与繁殖地，在全省湿地中占有重要地位。湿地总面积 949.7hm^2，占项目区总面积的 93.9%，具有滨海河口湿地的典型特征。主要植被类型包括非地带性杨树林和暖温性灌草丛 2 种，分属 54 科 365 种，代表植物有碱蓬、羊胡子苔草、三芒草及大叶章等。主要鸟类分属 17 目 50 科 144 属 241 种（亚种），其中国家Ⅰ级保护鸟类 11 种，省级重点保护鸟类 37 种。冬候鸟 26 种、夏候鸟 73 种、留鸟 61 种、旅鸟、迷鸟 81 种。保护区内现存陆生野生动物种类和数量均不高，特别是大中型动物几乎绝迹。项目区常见哺乳动物包括黄鼬、狐、狗獾、蒙古兔、花鼠、麝鼠等；两栖动物包括花背蟾蜍、粗皮蛙、北方狭口蛙等；爬行动物包括北滑晰、棕黑锦蛇、团花锦蛇、无蹼壁虎等。淡水生物资源包括饵料生物等水生物摄食和转化为上述动物机体的生物。保护区内分为浮游植物、浮游动物、低栖动物三种类型。保护区地靠辽东湾，海洋资源十分丰富，近海海洋生物包括 3 大类 501 种，其中浮游生物 160 种、底栖生物 189 种、游泳生物 152 种。

各个自然保护区距厂址的方位、距离、面积见表 2.3-25，六股河入海口滨海湿地自然保护区布局及功能区划示意图分别参见图 2.3-3 和图 2.3-4。

2.3.2.4.2 古迹

厂址半径 15km 范围有市级文物古迹 3 处，无县级文物古迹。分别为厂址 WSW 方位 8.6km 的大窑坑遗址；厂址 SW 方位 9.0km 的狐仙洞遗址；厂址 WNW 方位的 10.8km 的赵坟地遗址。各个文物古迹距厂址的方位、距离、文物类别、级别汇总于表 2.3-26。

2.3.2.4.3 风景游览区

厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级风景游览区。

厂址半径 15km 范围无森林公园。

2.3.2.4.4 野生珍稀动植物

厂址半径 15km 范围内野生珍稀动植物主要分布在于六股河入海口滨海湿地自然保护区内。主要植被类型包括非地带性杨树林和暖温性灌草丛 2 种，分属 54 科 365 种，代表植物有碱蓬、羊胡子苔草、三芒草及大叶章等。主要鸟类分属 17 目 50 科 144 属 241 种（亚种），其中国家Ⅰ级保护鸟类 11 种，省级重点保护鸟类 37 种。冬候鸟 26 种、夏候鸟 73 种、留鸟 61 种、旅鸟、迷鸟 81 种。保护区内现存陆生野生动物种类和数量均不高，特别是大中型动物几乎绝迹。项目区常见哺乳动物包括黄鼬、狐、狗獾、蒙古兔、花鼠、麝鼠等；两栖动物包括花背蟾蜍、粗皮蛙、北方狭口蛙等；爬行动物包括北滑晰、棕黑锦蛇、团花锦蛇、无蹼壁虎等。

2.3.3 水产资源及生态概况

根据辽宁省环境保护厅《关于调整葫芦岛市部分近岸海域环境功能区划的复函》（辽环函 [2013] 148 号），兴城潘山东至兴城葛条秧子村西南海域（共 15.3km^2），由 II 类功能区调整为特殊使用功能区，该功能区中部 3.5km^2 海域水温不得高于《海水水质标准》（GB3097-1997）中关于混合区的水温指标，外围 11.8km^2 海域水温不得高于 III 类功能区的水温指标；该功能区全区除水温外，执行 II 类功能区海水水质标准（见图 2.3-5）。

中国海洋大学从 2009 年 5 月开始对辽宁徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境进行四个季度代表月内 5 个航次的现场调查，以及对渔业资源、海洋捕捞和海水养殖业资料的收集，并于 2010 年 8 月提交了《徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查报告》。此次在厂址近岸 15km 海域内共计进行了水质 25 个项目、沉积物 7 个项目、海洋生物 9 个项目和海洋生物质量 6 个项目的调查；水产资源和渔业生产情况调查和收资主要在距厂址 80km 海域范围内进行。

辽宁省海洋水产科学研究院于 2010 年 6 月和 8 月对厂址附近海域渔业资源现状情况进行了调查，并于 2010 年 10 月完成了《徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告》。

厂址附近的海水养殖情况的资料来自于中国辐射防护研究院 2009 年 6 月完成的《辽宁徐大堡核电厂厂址周围环境及其外部人为事件调查项目调查报告》。

2.3.3.1 调查断面和站位的布设

《徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查报告》中，在距厂址 15km 范围内，按照以厂址为中心向外辐射的原则布设断面。其中，水文、水质和沉积物调查断面和站位的布设参见第三章 3.2 节。生物调查断面和站点的布设为：春季航次共布设生物大面观测站 12 个，夏、秋、冬季各航次调整为 15 个。另外，在取水口和排水口处各布设一个 25h 连续观测站。具体站位布设见图 2.3-6 和图 2.3-7。

此外，春季航次在厂址周围潮间带海域布设 4 条调查断面（断面 I~断面 IV），夏、秋、冬季各航次对断面进行了调整，取消了断面 II，增加了断面 V 和断面 VI，见图 2.3-8 所示。

《徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告》中，在辽宁徐大堡核电厂厂址附近海域布设 12 个游泳动物拖网站位、9 个鱼卵和仔鱼调查站位，具体见图 2.3-9。

2.3.3.2 厂址附近海洋环境条件

本节中有关厂址附近海域海水物理特性、海洋化学、沉积化学的调查结果参见第三章 3.2 节中的相关内容。

2.3.3.3 厂址附近海域中的海洋生物

本节中关于厂址附近海域中海洋生物的相关资料主要取自中国海洋大学完成的《徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查报告》，同时本节中还给出了《徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告》中有关鱼卵和仔鱼的调查结果。

（1）叶绿素 a

调查海域叶绿素 a 年均含量为 2.46mg/m^3，变化范围介于 1.61～4.28mg/m^3，叶绿素 a 含量大小的季节顺序为：秋季＞冬季＞夏季＞春季。春、夏、冬季叶绿素 a 平面分布近岸处高远海处低，基本呈现从近岸向远海逐渐减小的趋势；秋季由于风浪较大，海水混合程度高，叶绿素 a 的平面分布不规律。春、夏、秋季各站位叶绿素 a 在不同水层中的含量差别不大，冬季不同水层叶绿素 a 含量差异比较明显。叶绿素 a 平均含量大潮期略大于小潮期。叶绿素 a 含量的季节变化与磷酸盐、溶解无机氮和浮游生物丰度成极显著的正相关关系，与海水浊度在春、夏、秋季与叶绿素 a 含量无相关性，与 COD、浮游动物湿重成显著或极显著的负相关关系。

取水口处叶绿素 a 含量春、夏季昼夜变化趋势明显，峰值则均出现在 10：00 左右，分别为 1.24 mg/m^3 和 2.02 mg/m^3；秋、冬季昼夜变化趋势无明显规律，峰值分别出现在 11：30 和 15：30 左右，分别为 6.27 mg/m^3 和 3.87 mg/m^3。

排水口处叶绿素 a 含量春、夏季昼夜变化趋势明显，峰值均出现在 10：30 左右，分别为 1.37 mg/m^3 和 2.20 mg/m^3；秋、冬季昼夜变化趋势无明显规律，峰值分别出现在 13：30 和 4：00 左右，分别为 6.42 mg/m^3 和 4.46 mg/m^3。

（2）初级生产力

调查海域初级生产力各站位年均含量为 223mg/（m^3 h）（以 C 计，下同），变化范围介于 101 ～358 mg/（m^3 h），初级生产力含量大小顺序为：秋季>冬季>夏季>春季。春、夏、秋、冬季初级生产力含量近海处高远海处低，基本呈现从近岸向远海逐渐降低的趋势。

（3）浮游植物

本次调查共鉴定出浮游植物 4 门 68 属 163 种，其中硅藻门 55 属 137 种，占种类组成的 84.05%；甲藻门 11 属 24 种，占种类组成的 14.72%；金藻门 1 属 1 种，占种类组成的 0.61%；内骨藻门 1 属 1 种，占种类组成的 0.61%。硅藻的物种数占有绝对优势，为核电厂近海浮游植物的主要类群。四季水采和网采浮游植物细胞丰度的变化趋势基本为春、秋季较高，冬、夏季较低。春季优势种有旋链角毛藻、骨条藻、诺氏海链藻、新月柱鞘藻、尖刺伪菱形藻和线状双眉藻；夏季优势种有曲舟藻、虹彩圆筛藻、圆筛藻、菱形藻、菱形

海线藻和小等刺硅鞭；秋季优势种有圆筛藻、旋链角毛藻、太阳双尾藻、中华盒形藻、圆海链藻、太平洋海链藻、具槽帕拉藻、菱形藻；冬季优势种有具槽帕拉藻、羽纹藻、圆筛藻、六辐辐裥藻、菱形藻和曲舟藻。小潮期的平均细胞丰度、平均香农-威纳指数、平均丰富度均略高于大潮期，大潮期的均匀度指数略高于小潮期。

取水口处春、夏、秋、冬季水采浮游植物细胞丰度均值分别为 66.47×10^6 个/m^3、1.62×10^6 个/m^3、4.51×10^6 个/m^3、2.56×10^6 个/m^3；网采浮游植物细胞丰度均值分别为 51.39×10^4 个/m^3、0.41×10^4 个/m^3 、47.42×10^4 个/m^3、19.16×10^4 个/m^3。

排水口处春、夏、秋、冬季水采浮游植物细胞丰度均值分别为 35.56×10^6 个/m^3、1.54×10^6 个/m^3、4.25×10^6 个/m^3、3.08×10^6 个/m^3；网采浮游植物细胞丰度均值分别为 65.81×10^4 个/m^3、1.37×10^4 个/m^3、38.69×10^4 个/m^3、40.46×10^4 个/m^3。

本次调查共检出赤潮生物 45 种，其中骨条藻和旋链角毛藻赤潮生物种是本次调查的优势种，赤潮生物细胞密度均低于发生赤潮细胞密度，且在正常值范围之内。

（4）浮游动物

本次调查共记录浮游动物 54 种，其中原生动物 1 种，占种类组成的 1.85%；腔肠动物 11 种（类），占种类组成的 20.37%；栉水母 1 种，占种类组成的 1.85%；节肢动物中桡足类 18 种，占种类组成的 33.33%；涟虫目 1 种，占种类组成的 1.85%；十足目 2 种，占种类组成的 3.70%；端足类 3 种，占种类组成的 5.56%；毛颚动物 1 种，占种类组成的 1.85%；被囊动物 1 种，占种类组成的 1.85%；浮游幼虫 15 种，占种类组成的 27.78%。四季生物量的变化趋势基本为春季最高，夏、秋季次之，冬季最低。各站位浅Ⅰ网采浮游动物平均丰度为 8678.04ind/m^3，变化范围介于 403.24～18921.29 ind/m^3；各站位浅Ⅱ网采浮游动物平均丰度为 40266.23 ind/m^3，变化范围介于 15466.8～159529.3 ind/m^3。四季香农-威纳指数变化趋势为夏、秋两季较高，冬、春两季偏低。本次调查共出现优势种 8 种，其中原生动物 1 种，桡足类 2 种，栉水母、毛颚动物、被囊动物各 1 种。

小潮期的丰度均值略高于大潮期，大潮期香农-威纳指数平均值、平均生物量略高于小潮期。

取水口处浅Ⅰ网采浮游动物春、夏、秋、冬季生物量的平均值分别为 13.63g/m^3、1.77g/m^3、0.49 g/m^3、0.45g/m^3；浅Ⅱ网采浮游动物春、夏、秋、冬季生物量的平均值分别为 31.17g/m^3、2.03 g/m^3、1.29 g/m^3、2.22g/m^3。

排水口处浅Ⅰ网采浮游动物春、夏、秋、冬季生物量的平均值分别为 16.82 g/m^3、3.75 g/m^3、0.48 g/m^3、1.27 g/m^3；浅Ⅱ网采浮游动物春、夏、秋、冬季生物量的平均值分别为 49.46g/m^3、3.46g/m^3、2.80g/m^3、1.58g/m^3。

调查海域的浮游动物主要可分为暖水近岸类群、广温低盐类群、广温广盐性类群、暖温性类群等。

（5）底栖生物

本次调查共鉴定出大型底栖生物 195 种，其中多毛类 86 种，占种类组成的 44.1%；软体动物 31 种，占种类组成的 15.9%；甲壳类 70 种，占种类组成的 35.9%；棘皮动物 4 种，占种类组成的 2.1%；腔肠动物 2 种，占种类组成的 1%；扁形动物和纽形动物各 1 种，各占种类组成的 0.5%。底栖生物生物量的总平均值为 15.99 g/m^2，季节变化顺序为夏季>春季>冬季>秋季。底栖生物密度的总平均值 1936 ind/m^2，季节变化顺序为夏季>秋季>春季>冬季，呈现出近岸区域和离岸区域高，中间区域低。大多数站位的多样性指数 H’都大于 3，甚至大于 4，显示出该调查海域的优良环境状况。

本次调查结果表明，厂址附近海域的底栖生物种类中没有国家保护物种。

（6）微生物

海水粪大肠菌群数表现为夏季＞秋季＞春季＞冬季；水平分布差异较大，近岸水域海水粪大肠菌群数高于远岸水域；秋季小潮期海水粪大肠菌群数略高于秋季大潮期。沉积物粪大肠菌群数存在季节差异，表现为秋季＞夏季＞冬季＞春季。近岸沉积物粪大肠菌群数高于离岸。核电厂取、排水口附近海水细菌总数均存在明显季节变化，均表现为夏季＞秋季＞春季＞冬季。

本次调查全部站位的海水粪大肠菌群数均符合第一类海水水质标准；沉积物粪大肠菌群数总体上符合第一类海洋沉积物质量标准，局部站位在特定季节沉积物粪大肠菌群数超过第一类海洋沉积物质量标准。

（7）潮间带生物

本次调查共发现底栖海藻 39 种，其中绿藻 6 种，褐藻 12 种，红藻 21 种，分别占底栖海藻种类数的 15.4%、30.8%和 53.8%。各断面海藻的垂直分布变化明显，高潮带少有分布，大多分布在中、低潮带，并且与底质的类型密切相关。春季优势种有绿藻门的孔石莼、缘管浒苔，褐藻门的粘膜藻、萱藻，红藻门的三叉仙菜、海萝、珊瑚藻及江蓠等。夏季优势种有绿藻门的孔石莼、缘管浒苔，红藻门的叉枝藻、石花菜、珊瑚藻和凹顶藻。秋季优势种有绿藻门的孔石莼，红藻门的叉枝藻、石花菜、珊瑚藻和凹顶藻。冬季优势种有绿藻门的孔石莼，褐藻门的海蒿子、黑顶藻、长囊水云等，红藻门的叉枝藻、石花菜、珊瑚藻和凹顶藻。

本次调查共发现底栖动物 6 门 68 种，其中腔肠动物 3 种、多毛类动物 21 种、软体动物 20 种、甲壳类 19 种、棘皮动物 4 种、鱼类 1 种。四个季度潮间带底栖动物的平均密度

为 266.54inds/m^2，其优势种分别为日本浪漂水虱和一种钩虾；四个季度潮间带底栖动物的平均生物量平均值较低，为 1.0g/m^2。生物量较大的优势种单齿螺、短滨螺、锈凹螺、疣荔枝螺、褶牡蛎、纵肋织纹螺、绒毛近方蟹和肉球近方蟹等。

（8）鱼卵和仔鱼

《徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查报告》中鱼卵和仔鱼调查情况如下：

本次调查共获得鱼卵 10 种 44 粒，鉴定到种的为 9 种，隶属于 4 目 8 科 9 属。其中鲽形目 4 种，占卵子数量的 38.64%；鲱形目 3 种，占卵子数量的 29.55%；鲈形目 3 种，占卵子数量的 31.82%。夏季航次采到鱼卵 6 种 36 粒，占鱼卵总数的 81.82%，数量较多的种类有 3 种，赤鼻棱鳀所占比例最大，达 30.56%，带鱼占 22.22%，高眼鲽占 19.44%；春季采到鱼卵 3 种 5 粒，占鱼卵总数的 11.36%，绯鲉所占比例最大，达 60.00%，其余两种为青鳞小沙丁鱼和斑鰶，各取到 1 粒；秋季取到鱼卵 2 粒，经鉴定为高眼鲽；冬季采到鱼卵 1 粒，经鉴定为石鲽。

本次 2009 年调查共采集仔稚鱼 79 尾，幼鱼 0 尾。鉴定到种的有 7 种，隶属于 4 目、7 科 7 属。其中鲱形目 2 种，占仔稚鱼总数的 16.46%；鳀形目 1 种，占仔稚鱼总数的 41.77%；鲈形目 3 种，占仔稚鱼总数的 40.51%；鲀形目 1 种，占仔稚鱼总数的 1.27%。夏季航次采到仔稚鱼数目最多，6 种 71 尾，占仔稚鱼总数的 89.73%；春季航次采到鱼卵 3 种，共 8 尾，占仔稚鱼总数的 10.27%；秋季和冬季均未取到仔稚鱼。

《徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告》（2010 年 6 月）中鱼卵和仔鱼调查情况如下：

6 月份航次调查共鉴定种类 6 种，隶属于 4 目 6 科。其中水平拖网调查共鉴定鱼卵 3 种，分别为小黄鱼、李氏[鱼衔]、焦氏舌鳎；仔稚幼鱼为 3 种，分别为沙氏下鱵鱼、梭鱼、矛尾鰕虎鱼。垂直拖网调查共鉴定鱼卵 2 种，分别为李氏[鱼衔]、焦氏舌鳎；垂直网调查没有仔稚幼鱼出现。8 月份航次调查共鉴定种类 7 种，隶属于 4 目 6 科。其中水平拖网调查共鉴定鱼卵 3 种，分别为焦氏舌鳎、多鳞鱚、鳀；仔稚幼鱼 3 种，分别为沙氏下鱵鱼、钟馗鰕虎鱼、真燕鳐。垂直拖网调查共鉴定鱼卵 3 种，分别为鳀、多鳞鱚、焦氏舌鳎；仔稚幼鱼 3 种，分别为沙氏下鱵鱼、矛尾鰕虎鱼、焦氏舌鳎。

6 月份水平拖网调查鱼卵的平均密度为 0.039 ind/m^3，仔稚幼鱼平均密度为 0.055 ind/m^3。水平拖网鱼卵优势种为李氏[鱼衔]，其数量占水平拖网鱼卵总数量的 77.27%。仔稚幼鱼优势种为矛尾鰕虎鱼，出现频率为 33.33%，其数量占水平拖网仔稚幼鱼总数量的比例为 90%。6 月份垂直拖网鱼卵平均密度为 0.679 ind/m^3，没有仔稚幼鱼出现。鱼卵优势种为李氏[鱼

衔]，出现频率为 16.67%，其数量占垂直拖网鱼卵总数量的 77.78%。8 月份水平拖网调查鱼卵的平均密度为 0.068 ind/m^3，仔稚幼鱼平均密度为 0.074 ind/m^3。鱼卵优势种为焦氏舌鳎，出现频率为 33.33%，其总数量占水平拖网鱼卵总数量的 94.23%。仔稚幼鱼优势种为沙氏下鱵鱼，出现频率为 41.67%，其数量占水平拖网仔稚幼鱼总数量的 93.75%。8 月份垂直拖网鱼卵平均密度为 1.754 ind/m^3，仔稚幼鱼平均密度为 3.709 ind/m^3。垂直拖网鱼卵优势种为焦氏舌鳎，出现频率为 41.67%，其数量总垂直拖网鱼卵总数量的 91.30%。仔稚幼鱼优势种为沙氏下鱵鱼，出现频率为 50%，其数量占垂直拖网仔稚幼鱼总数量的 95.35%。

（9）污损生物

本次调查共鉴定出 23 种污损生物，其中藻类 4 种，甲壳类 6 种，软体动物 3 种，环节动物 3 种，外肛动物和尾索动物各 2 种，水螅、纽形动物和扁形动物各 1 种。肠浒苔、致密藤壶和泥藤壶在所有季板和半年板上均有附着，鲍枝螅、螺赢蜚、柄瘤海鞘等在春-夏季板、夏-秋季板和半年板上的附着量较大，这些种类是厂址附近海域污损生物的优势种类。半年板附着的生物种类最多为 21 种，其次为春-夏季板，附着 20 种，夏-秋季板附着 12 种，秋-冬季板仅附着 3 种。春-夏季板附着量最大，覆盖面积（96.8-100%）、平均密度（41314.88 ind/m^2）和平均湿重（3648.94 g/m^2）明显大于其他季度挂板和半年板。

（10）海洋生物质量

本次调查共采集到 8 种典型的海洋生物样品，包括 2 种典型贝类样品（扁玉螺和脉红螺）、2 种典型甲壳类样品（口虾蛄和日本蟳）、3 种典型经济鱼类样品（方氏云鳚、小黄鱼和短吻红舌鳎）、1 种软体动物门样品（日本枪乌贼）。其中，贝类样品按照《海洋生物质量》（GB18421-2001）中贝类生物质量标准值进行评价，甲壳类、经济鱼类、软体动物门参照《海洋生物质量》（GB18421-2001）中贝类生物质量标准值进行评价。

对于贝类样品，Cu 的含量范围为 1.75～24.92 mg/kg（鲜重，下同），平均值为 8.38 mg/kg；除个别站位外，其余采集到的贝类样品中 Cu 含量均符合第一类海洋生物质量标准。Zn 的含量范围为 16.15～73.98 mg/kg，平均值为 17.35 mg/kg；调查海域采集到的扁玉螺中 Zn 含量均符合第一类海洋生物质量标准，采集到的脉红螺中 Zn 含量都超过了第一类海洋生物质量标准，个别站位采集到的脉红螺中 Zn 含量超过了第二类海洋生物质量标准。Cd 的含量范围为 0.31～22.98 mg/kg，平均值为 6.35mg/kg；调查海域采集到的扁玉螺中 Cd 含量均高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准，采集到的脉红螺中 Cd 含量都超过了第三类海洋生物质量标准。Pb 的含量范围为 0.57～1.55mg/kg，平均值为 1.09mg/kg；调查海域采集到的贝类样品中 Pb 含量均高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准。Hg 的含量范围为 0.01～0.03mg/kg，平均值为 0.02mg/kg；调

查海域采集到的贝类样品中 Hg 含量均符合第一类海洋生物质量标准。石油烃的含量范围为 12.13～18.03mg/kg，平均值为 14.41mg/kg；除个别站位外，其余采集到的贝类样品中石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准。

对于甲壳类样品，Cu 的含量范围为 12.30～30.99 mg/kg（鲜重，下同），平均值为 21.71mg/kg；调查海域有两个站位采集到的口虾蛄中 Cu 含量高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准，其余站位采集到的口虾蛄中 Cu 含量高于第二类海洋生物质量标准；调查海域采集到的日本蟳中 Cu 含量高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准。Zn 的含量范围为 15.21～25.71 mg/kg，平均值为 18.95 mg/kg；调查海域有两个站位采集到的口虾蛄中 Zn 含量符合第一类海洋生物质量标准，其余站位采集到的口虾蛄中 Zn 含量高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准；调查海域采集到的日本蟳中 Zn 含量均符合第一类海洋生物质量标准。Cd 的含量范围为 0.71～4.69 mg/kg，平均值为 3.18mg/kg；调查海域采集到的口虾蛄中中 Cd 含量均高于第二类海洋生物质量标准但低于第三类海洋生物质量标准，采集到的日本蟳中 Cd 含量高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准准。Pb 的含量范围为 0.04～3.02mg/kg，平均值为 0.73mg/kg；除个别站位采集到的口虾蛄中 Pb 含量超过第二类海洋生物质量标准外，其余站位采集到的口虾蛄中 Pb 含量均高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准。Hg 的含量范围为 0.03～0.05mg/kg，平均值为 0.04mg/kg；调查海域采集到的甲壳类样品中 Hg 含量均符合第一类海洋生物质量标准。石油烃的含量范围为 3.44～34.06mg/kg，平均值为 11.87mg/kg；除个别站位外，其余站位采集到的甲壳类样品中石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准。

对于鱼类样品，Cu 的含量范围为 0.17～0.45 mg/kg（鲜重，下同），平均值为 0.31mg/kg；调查海域采集到鱼类样品中 Cu 含量均符合第一类海洋生物质量标准。Zn 的含量范围为 2.55～11.34 mg/kg，平均值为 8.70 mg/kg；调查海域采集到鱼类样品中 Zn 含量均符合第一类海洋生物质量标准。除调查海域一个站位中采集到的小黄鱼未检出 Cd 外，其余站位采集到的鱼类样品中 Cd 的含量范围为 0.003～0.22 mg/kg，平均值为 0.05mg/kg；除调查海域一个站位中采集到的方氏云鳚 Cd 含量超过第一类海洋生物质量标准外，其余站位采集到的鱼类样品中 Cd 含量均符合第一类海洋生物质量标准。Pb 的含量范围为 0.02～1.43mg/kg，平均值为 0.48mg/kg；调查海域采集到的小黄鱼中 Pb 含量均符合第一类海洋生物质量标准，采集到的方氏云鳚和短吻红舌鳎中 Pb 含量均高于第一类海洋生物质量标准但低于第二类海洋生物质量标准。Hg 的含量范围为 0.01～0.06mg/kg，平均值为 0.03mg/kg；除个别站位采集到的方氏云鳚中 Hg 含量超过第一类海洋生物质量标准，其余

鱼类样品中Hg含量符合第一类海洋生物质量标准。石油烃的含量范围为2.58～13.99mg/kg，平均值为7.49mg/kg；调查海域采集到的鱼类样品中石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准。

在采集到的日本枪乌贼中，Cu、Zn、Cd、Pb、Hg、石油烃的含量分别为12.75mg/kg、16.21mg/kg、1.11mg/kg、0.95mg/kg、0.07mg/kg、21.74mg/kg，其中，除Zn含量符合第一类海洋生物质量标准，Cu、Cd、Pb、Hg、石油烃均超过第一类海洋生物质量标准。

2.3.3.4 渔业资源和海洋捕捞

《徐大堡核电工程项目海域渔业资源现状调查与评价专题报告》中2010年6月和8月厂址附近渔业资源调查结果如下：

（1）种类组成及平面分布

6月和8月调查共鉴定游泳动物42种，隶属于10目30科，其中鱼类6目18科28种、虾类2目5科7种、蟹类1目4科4种、头足类2目3科3种。

6月航次调查中，渔获物共32种，隶属于9目26科，其中鱼类6目17科21种，占种类总数的65.63%；虾类2目4科6种，占种类总数的18.75%；蟹类1目3科4种，占种类总数的12.50%；头足类1目1科1种，占种类总数的3.13%。鱼类中以鲈形目最多。

8月航次调查，渔获物共34种，隶属于10目25科，其中鱼类6目15科22种，占种类总数的64.71%；虾类2目5科6种，占种类总数的17.65%；蟹类1目3科3种，占种类总数的8.82%；头足类2目3科3种，占种类总数的8.82%。鱼类中以鲈形目种类数最多。

（2）渔获物（重量、尾数）分类群组成

6月航次调查总渔获共计62.8245 kg、2209尾，平均网产为5.2354 kg/h、184 ind/h。其中鱼类渔获为16.4877kg、564尾，平均网产为1.3740 kg/h、47 ind/h；虾类渔获为16.5240 kg、1247尾，平均网产为1.3767 kg/h、104 ind/h；蟹类渔获为7.9249 kg、216尾，平均网产为0.6604 kg/h、18 ind/h；头足类渔获为21.8919 kg、182尾，平均网产为1.8243 kg/h、15 ind/h。

8月航次调查渔获共计73.4955 kg、5580尾，平均网产为6.1246 kg/h、465 ind/h。其中鱼类渔获为32.2058 kg、2923尾，平均网产为2.6838 kg/h、244 ind/h；虾类渔获为27.2847kg、1960尾，平均网产为2.2737 kg/h、163 ind/h；蟹类渔获为10.4466 kg、455尾，平均网产为0.8706 kg/h、38 ind/h；头足类渔获为3.5584 kg、242尾，平均网产为0.2965 kg/h、20 ind/h。

（3）资源密度（重量、尾数）及其平面分布

6 月航次的渔业资源密度（重量、尾数）均值为 226.00 kg/km^2、7947 ind/km^2。其中鱼类资源密度均值分别为 59.31 kg/km^2、2029 ind/km^2。虾类资源密度（重量、尾数）均值为 59.43 kg/km^2、4486 ind/km^2。蟹类资源密度（重量、尾数）均值为 28.51 kg/km^2、777 ind/km^2。头足类资源密度（重量、尾数）均值为 78.75 kg/km^2、655 ind/km^2。

8 月航次的渔业资源密度（重量、尾数）均值为 264.39 kg/km^2、20073 ind/km^2。其中鱼类资源密度均值分别为 115.86 kg/km^2、10515 ind/km^2。虾类资源密度（重量、尾数）均值为 98.15 kg/km^2、7051 ind/km^2。蟹类资源密度（重量、尾数）均值为 37.58 kg/km^2、1637 ind/km^2。头足类资源密度（重量、尾数）均值为 12.80 kg/km^2、871 ind/km^2。

（4）渔获物优势种

两个航次调查中优势种共计 5 种。在两个航次均作为优势种出现的有 2 种：口虾蛄、日本蟳，其余 3 种分别为矛尾鰕虎鱼、焦氏舌鳎和长蛸。

6 月航次拖网调查，优势种有 4 种，分别为口虾蛄、长蛸、日本蟳、焦氏舌鳎。8 月航次调查，优势种有 3 种，分别为口虾蛄、矛尾鰕虎鱼和日本蟳。

6 月航次，口虾蛄资源密度均值（重量和尾数）分别为 54.90 kg/km^2、3169 ind/km^2；长蛸资源密度均值（重量和尾数）分别为 78.75 kg/km^2、655 ind/km^2；日本蟳蛸资源密度均值（重量和尾数）分别为 27.20 kg/km^2、648 ind/km^2，焦氏舌鳎资源密度均值（重量和尾数）分别为 15.55 kg/km^2、651 ind/km^2。4 种优势种的资源密度均值（重量和尾数）总计为 176.39 kg/km^2、5123 ind/km^2，分别占总密度（重量和尾数）的 78.05%、64.46%。

8 月航次，口虾蛄资源密度均值（重量和尾数）分别为 84.45 kg/km^2、4788 ind/km^2；矛尾鰕虎鱼资源密度均值（重量和尾数）分别为 39.52 kg/km^2、5759 ind/km^2；日本蟳资源密度均值（重量和尾数）分别为 31.40 kg/km^2、1043 ind/km^2。3 种优势种的资源密度均值（重量和尾数）总计为 155.36 kg/km^2、11591 ind/km^2，分别占总密度（重量和尾数）的 58.76%、57.74%。

（5）优势种生态特征

焦氏舌鳎（*Cynoglossus joyneri*）：属鲽形目，舌鳎科，地方名为风板鱼、舌头鱼。系温水性近海底层鱼类。终年生活在沿岸水域，仅冬季向离岸相对深水区移动。5～7 月在近岸或内湾沙泥底质海区产卵。底栖动物食性，摄食种类广，主要为小型虾类、端足类和多毛类。分布于辽宁沿海及我国沿海。

口虾蛄（*Oratosguilla oratoria*）：属口足目，虾蛄科，地方名为虾爬子。口虾蛄是一种广分布、暖温性、多年生的大型甲壳类。我国渤、黄、东、南海均有分布。

口虾蛄是渤海地方性资源，终生不游出渤海，分布范围很广，几乎遍及整个渤海。口虾蛄穴居于泥沙底，也常在海底游泳。以底栖动物如多毛类、小型双甲类及甲壳类为食。分布深度多在 30m 以内。12 月中旬至翌年 3 月中旬是口虾蛄的越冬期，这期间口虾蛄穴居。5～7 月是口虾蛄产卵繁殖季节，这期间口虾蛄集中于近岸浅水区产卵。

日本蟳（*Charybdis japonica*）：属十足目，梭子蟹科，地方名为赤甲红，花盖。日本蟳生活于浅海，喜栖于海边沙滩的碎石块下或石隙间，潮下带水深 9～45m 均可采获，底质多数为软泥、细沙碎壳。我国沿海近岸均有分布。

长蛸（*Octopus variabilis*）：属八腕目，章鱼科，地方名八带、长腿蛸、石拒。生活在浅海海水急速处的岩石间，在潮间带礁岩间，如遇人捕捉，则以腕吸石上而拒人采捕，故有石拒之称。冬季穴居海底泥沙中，洞穴深约 30～60 cm，其垂直分布从潮间带至六七十米深的泥沙质海底，为北方沿海常见种。

矛尾鰕虎鱼（*Chaeturichthys stigmatias*）：属鲈形目，鰕虎鱼科，地方名胖头鱼。为近海底栖鱼类，以底栖生物为食，个体不大，可食用，分布于辽宁沿海及我国沿海。

《徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查报告》中 2009 年厂址附近渔业资源调查结果如下：

葫芦岛近海水域生物资源丰富，鱼类有 40 多种，主要经济种约有 20 多种，包括小黄鱼、带鱼、蓝点马鲛、银鲳、鲐鱼、鲆鲽类、梅童鱼等。甲壳类约 15 种，主要有中国对虾、鹰爪虾、口虾蛄、中国毛虾、三疣梭子蟹、日本蟳等。头足类约有 5 种，主要是乌贼、柔鱼、章鱼等。贝类主要是菲律宾蛤仔、海螺、兰蛤等。此外，海域盛产海蜇、沙蚕等。

徐大堡核电厂周边海域鱼类主要集中在 4～10 月份出现，秋季，随着水温的降低，一些洄游性鱼类游出渤海或迁往深水区越冬，翌年 4 月伴随近岸水温的回升，逐步洄游至近岸浅水区产卵、索饵。结合海上鱼类浮游生物调查结果可知，夏、春季是鱼类在近岸产卵繁殖的高峰季节，核电厂周边近岸和河口区域春、夏季鱼卵、仔稚鱼密度较大，远岸区域鱼卵、仔稚鱼密度小。

葫芦岛沿岸区市的海洋捕捞具有悠久的历史，以近海作业为主，生产网具主要包括拖网、流刺网、张网、围网等。基于保护和合理利用资源的目的，1998 年以后易损害幼鱼的底拖网和挂网已退出渤海，因此流刺网得到了迅速发展，成为主要的作业渔具。

2.3.3.5 海水养殖业

厂址半径 80km 范围主要涉及葫芦岛市，另外还涉及朝阳市朝阳县、锦州市经济技术开发区和秦皇岛市的部分乡、镇、街道。海区主要的养殖种类有鱼类、甲壳类和贝类。其中，主要的养殖鱼类有大菱鲆、黑鲷、牙鲆、星鲽和虹鳟等；甲壳类养殖种有中国对虾、

南美白对虾和三疣梭子蟹等；贝类养殖种有菲律宾蛤仔、海湾扇贝等。此外，还养殖海参等海珍品。葫芦岛市建昌县和南票区不涉及渔业生产。厂址沿岸市、县 2008 年渔业生产情况见表 2.3-27，2006～2008 年鱼类、甲壳类、软体类和藻类渔获量等情况见表 2.3-28。

厂址半径 20km 范围内海域沿岸包括兴城市下辖的刘台子乡、海滨乡、大寨乡、望海乡、围屏乡、南大山乡、沙后所镇、东辛庄镇、曹庄镇，绥中县下辖的城郊乡、小庄子镇、绥中镇、塔山屯镇，共 13 个乡镇。其中兴城市的大寨乡、望海乡、围屏乡、南大山乡、东辛庄镇和绥中县的城郊乡、绥中镇未涉及渔业生产。厂址半径 20km 范围内各乡镇 2006～2008 年鱼类、甲壳类、软体类和藻类渔获量见表 2.3-29。

厂址所在地区的渔业生产主要在渤海和黄海，渤海和黄海的禁渔期为每年的 6 月 16 日至 9 月 11 日，除了禁渔期外，沿岸乡镇全年都有捕捞。海产品部分在葫芦岛市内销售，部分直接在码头销售（如山东等地的码头），其余销往邻近省市，也有部分加工成罐头、干货等销往全国各地。

厂址半径 15km 范围主要涉及兴城市的刘台子乡、海滨乡、大寨乡、望海乡、沙后所镇、东辛庄镇和绥中县的小庄子镇。共有海水养殖场 139 处，其中刘台子乡 30 处，海滨乡 77 处，沙后所镇 28 处，小庄子镇 4 处，详见表 2.3-30。其中位于厂址半径 5km 范围内的有 36 个，距离厂址最近的为郁宏志养殖场，位于厂址 SSE 方位 1.2km，养殖面积 434 亩，养殖品种为海参，详见表 2.3-31。

厂址附近海域海水养殖场共有 3 个取水口，1 号取水口在刘台子乡闫家村境内，位于厂址 SW 方位 6.85km；2 号取水口在海滨乡台里村境内，位于厂址 NE 方位 3.93km；3 号取水口在海滨乡拦海大坝中间，位于厂址 NNE 方位 5.37km。

2.4 厂址附近的工业、交通

本节内容参考由中国辐射防护研究院于 2013 年 4 月完成的《辽宁徐大堡核电厂一期工程初步设计阶段厂址周围环境及其外部人为事件调查专题报告》编制。

2.4.1 工业设施

厂址半径 15km 范围年产值达到 2000 万元的规模以上企业共有 7 家，2012 年度经营情况详见表 2.4-1 和图 2.4-1。各工业企业经营产品主要为肉类加工、水产品冷冻加工、泳装、风电、房屋工程施工和熔体乙炔等。

厂址半径 5km 范围内只有 1 家规模以上企业，为厂址 SW 方位 2.5km 的国电兴城风力发电有限公司）—兴城刘台子风电场，现有职工 14 人。

厂址半径 15km 范围内没有工业园区和经济技术开发区。

厂址半径 15 km 范围内有 9 个加油站，液氨使用单位 1 家，乙炔使用单位 1 家，其企业性质皆是私营企业。具体调查结果见表 2.4-2 和图 2.4-2。距离厂址最近的是葫芦岛长山寺塔加油站，位于厂址 NNE 方位 1.6km，汽、柴油的最大储存量共 45t；储量最大的是厂址 N 方位 14km 的中葫兴城市经营部烟台河加油站，储量为 180m^3。

按照核安全导则 HAD101/04 附录Ⅱ和Ⅲ中的建议关系式，经分析和计算，葫芦岛长山寺塔加油站和中葫兴城市经营部烟台河加油站的安全距离 92m 和 147m 均小于各自与厂址的实际距离分别为 1.6km 和 14km，均不会对核电厂安全构成潜在危险。

2.4.2 交通

（1）公路

厂址半径 80km 范围内，西北方向有 G205 京哈高速、G102 国道、滨海公路、县道沙上线 XE05、306 国道，正北方向有省道 S318 兴凌线（兴城市通往建昌县）、省道 310 葫六线，正西方向有省道 213 绥青线，交通便利。

厂址半径 15km 范围西北方向依次有滨海公路、京哈高速、102 国道，距厂址最近距离分别是 1.6km、8.0km、10.5km，正北方向是县道 XE05 沙上线，距厂址最近距离 12.5km。另有乡道、村道 55 条，实现了村村通，路面全部水泥化，交通情况良好。详见表 2.4-3。图 2.4-3 给出了厂址半径 15km 范围交通示意图。

厂址附近公路危险品运输情况见表 2.4-4，危险品种类主要是汽油、柴油，单次最大运输量可达到 50 吨，运输方式是汽运槽罐车。油类的运输一般走国道 G102 或沿海公路运送至各加油站，滨海公路距厂址最近距离为 1.6km，国道 G102 距厂址最近距离为 8.0km，兴城市宝峰加油站运输路线是沙上线，沙上线距离厂址的最近距离是 12.5km。

厂址半径 15km 范围还有 1 条原油管道和 1 条天然气管道正在运营，分别是距厂址最近距离约为 8.5km 的铁秦原油管道和距厂址最近距离约 8.0 km 的秦沈天然气管道，还有在建的锦州－郑州成品油管道工程，位于厂址 W 方位，最近距离为 6.2km。管道走向图分别见图 2.4-4~图 2.4~6。

按照核安全导则 HAD101/04 附录Ⅱ中的建议关系式，计算潜在爆炸源和核电厂安全有关物项之间的允许距离。对于厂址附近滨海公路单次最大运输量为 50 吨的石油运输车辆，计算出其安全距离 96m 小于其运输路线与厂址的最近距离 1.6km。对国道 G102 或高速 G025 上单次最大运输量为 50 吨的运输槽车，因其运输量不大且距厂址 8km 以远，不会对核电厂安全构成影响。石油和天然气管道距离厂址较远，也不会对核电厂安全构成影响。

（2）铁路

厂址半径 80km 范围内铁路有 3 条，西北方向有沈山线铁路、秦沈快速铁路，北方向有魏塔线，厂址半径 80km 范围内铁路情况见表 2.4-5。

厂址半径 15km 范围内有 2 条铁路：沈山线铁路、秦沈快速铁路，皆位于西北方向，距厂址最近距离依次是 7.0km、12.0km，详见下表 2.4-6。

（3）海运

厂址半径 80km 范围内距离最近的港口是葫芦岛港和兴城港。兴城港位于厂址 NE 方位约 33km，目前兴城港只有 5 艘货物运输船只，货物种类主要是砂石、建材、水泥、木材等，是觉华岛和陆地的往来运输通道。葫芦岛港运营的港区包括柳条沟港区和绥中港区。其中柳条沟港区是葫芦岛港的综合性主体港区，在厂址 NE 方位约 55km；绥中港主要为绥中临港工业服务，在厂址 SW 方位约 45km。近年来，柳条沟港区以成为锦州湾港口的重要组成部分和葫芦岛港的综合性港区，以杂货和通用散货为主，并逐步开展集装箱运输。绥中港区煤炭和油品泊位各 2 个，是绥中电厂和中海油绥中 36-1 油气分离厂专用码头，向上海、南京等地输运原油。

厂址半径 15km 范围内没有客运码头、大型港口和大型货运码头，仅有 4 处小型渔港和码头，分别为台子里南港（葫芦岛长山寺渔港）、台子里东港渔港、刘台子东翔渔港、娘娘顶码头。其中娘娘顶码头位于厂址 SW 方位 4.2km，已经搁置不用，台子里南港（葫芦岛长山寺渔港）位于厂址 ENE 方位 1.9km，为渔港和货港，货物种类为沙石和其他货物；台子里东港渔港位于厂址 ENE 方位 4.2km，为渔港；刘台子东翔渔港位于厂址 SW 方位 5.9km，为渔港；均不涉及危险品运输。

厂址临近海域为禁航区，厂址附近海域不存在危险品运输情况。秦皇岛至锦州航线是距厂址最近的水上航线，距离约 38km，航线图见图 2.4-7。

（4）空运

厂址半径 80km 范围内距厂址最近的民用机场为河北省秦皇岛市山海关机场，位于厂址 WSW 方位约 75km。距离厂址最近的民用航线为朝阳市至山海关的 J712 航线，其投影线距厂址约 48km，机场航线及空中航行区域与所选厂址的相对位置见图 2.4-8。

根据核安全导则 HAD101/04 的规定，在筛选距离 10km 范围内无机场，空中航线距厂址也很远，可不考虑飞机坠毁对核电厂安全的影响。

2.5 气象

本节内容根据中国辐射防护研究院编制的《辽宁徐大堡核电厂可行性研究阶段厂址所在区域气候、常规气象和极端气象资料收集、统计分析及基准设计研究报告》（2009 年 8 月）、《辽宁徐大堡核电厂厂址现场气象铁塔和地面气象站常规气象观测与统计分析报告(2010.9~2012.8)》、《辽宁徐大堡核电厂大气扩散试验研究》（2010 年 5 月）等专题研究成果编制的。

2.5.1 区域气候

厂址所在区域地处中高纬度地区的我国东北地区南部，属温带半湿润和半干旱的季风气候区。由于处于北半球西风带下，气旋活动频繁，故对区内天气起主导作用的是气旋性质及其活动过程。主要气旋有东北气旋、贝蒙气旋、黄河气旋和江淮气旋。从气旋活动路径来看，自西北往东南到达的气旋容易产生强对流天气，自南往北的气旋易带来大范围强降水，因而夏季西太平洋副热带高压的位置及热带气旋的出现是影响本区夏半年天气的重要系统。

厂址所在区域由于处在极地高压和副热带高压之间的相对低压带内，全年盛行西风环流，低压带中槽脊活动频繁，冷空气活跃，受西风环流和西伯利亚大陆性气候影响较大，故大陆性气候比较明显，其主要气候特征是四季分明，冬季寒冷，干燥少雪；春季干旱多风；夏季高温多雨，雨热同季；秋季天高云气爽。

春季（3~5 月）：主要气候特点是回暖较快，风大干旱。进入春季后，由于太阳高度角增高，日射增强，致使蒙古高压迅速北撤，此期间虽有冷空气入侵，但降温强度已逐渐减弱，因此气温回升较快；雨量虽比冬季有所增加，但其量尚少，雨量约在 70~130mm 之间，占全年降水量的 13~16%。

夏季（6~8 月）：主要气候特点是雨量充沛，高温潮湿。由于太平洋高压势力增强并逐渐北移，潮湿的东南季风则沿着高压的西侧向北移动，所以夏季降水频繁、且雨量集中，季雨量一般可达 400~600mm，但东西差异较大，辽西山区、西北风沙区不足 400mm，而凤城、宽甸最多达 700mm 以上。常年 7 月平均气温除新宾、清原、宽甸、长海低于 22℃外，其他地区均达 23~25℃。

秋季（9~10 月）；主要气候特点是雨量骤减，气温速降。入秋以后，由于太阳高度角渐低，日射减弱，太平洋高压随之南撤，西北季风开始增强，所以雨量急剧减少，全季大部地区雨量在 80~140mm 之间，约占全年总雨量的 14~19%。气温迅速下降，9 月各地平均气温一般都在 15~19℃之间。

冬季（11~2 月）：主要气候特点是气候干冷，为期漫长。入冬以后，由于北方高压势力不断增强，西北风势力很强，干冷的空气源源不断地北、西两向侵入，因此空气干冷、降雪稀少。冬季降水一般只有 20~60mm，占全年总量的 3~9%。

厂址区域的气象站分别为建昌、绥中、兴城和葫芦岛（连山）气象站，从地形上看，绥中、建昌气象站的地形为丘陵，兴城、葫芦岛站的地形为平原；从气象站的位置上看，建昌气象站为内陆站，绥中、兴城和连山气象站均是滨海气象站，绥中气象站与厂址的地形特征较为相似，且距厂址直线距离最近。

根据厂址周边兴城、绥中、葫芦岛（连山）和建昌等四个气象站的多年气象观测资料分析结果，厂址区域年平均气压为 972.6hPa~1015.6hPa，极端最高气压为 1047.4hPa，极端最低气压为 951.2hPa。年平均气温为 8.6℃~9.6℃，极端最高气温为 41.5℃，极端最低气温为-28.4℃。年平均水汽压为 8.5 hPa~10.3hPa。年平均风速为 2.6 m/s~3.4 m/s，最大风速为 33.0 m/s，主导风向为 SSW。年平均相对湿度为 54.4%~63.9%。年平均降水量为 551.7mm~615.6 mm，一日最大降水量为 274.2mm。年平均地面温度为 11.1℃~11.6℃，极端最高地面温度为 67.0℃，极端最低地面温度为-37.1℃。年平均蒸发量 1503.3 mm~1818 mm，一日最大蒸发量为 29.9mm。

2.5.2 当地气象条件与现场气象观测

2.5.2.1 代表性气象站气象要素统计分析

当地主要气象要素如下：

（1）气压

年平均气压为 1015.0hPa，年平均最低气压为 1013.4hPa（2008 年），年平均最高气压为 1018.2hPa（1958 年）；7 月份气压略低，平均值为 1002.2hPa；而 1 月份的平均气压最高为 1025.5hPa。累年各月最高气压为 1046.9hPa，累年各月最低气压为 982.2hPa。

（2）气温

年平均气温为 9.6℃，年平均最低 7.9℃（1970 年），年平均最高 11.0℃（2007 年）；极端最高气温 39.8℃（1972.06.10），极端最低气温-26.4℃（2001.01.14）。

（3）湿度

年平均相对湿度为 63%，年平均相对湿度最小 59%（2002 年），最大 68%（1964 年、1985 年）；最大月平均值出现在 7 月份，达到 83%；最小月平均值出现在 1 月份，月平均值为 52%，最小相对湿度为 0%。

（4）风向、风速

年平均风速为 2.8m/s，一年中以 4 月份风速最大，达到 3.9m/s；8 月份最小，为 2.1m/s。主导风向为 SSW（12%）。次主导风向为 N 和 NNW（10%），春夏季主导风向为 SSW，秋冬季主导风向为 NNW。最大风速为 20.0m/s，当时风向为 NW，出现日期为 1977 年 8 月 7 日。

（5）降水

年平均降水量为 615mm，年降水最大值为 1087.3mm（1959）；年降水最小值为 295.2mm（1999）。一年中 7 月份降水量最大，多年平均月降水量为 172.2mm，8 月份略低于 7 月份，为 155.4mm；1 月份最少，多年平均月降水量分别为 3.1mm。累年最大连续降水量为 104mm，持续时间为 13 天（1960.7.27～1960.8.9）。一日最大降水量为 243.7mm（1975.7.30）。年平均降水日数为 94.5 天。

（6）日照

当地日照比较充足，年平均日照时数为 2216.7h，1957 年日照时数最多达 2978.1h，1990 年日照时数最少为 1893.7h。

（7）蒸发

年蒸发量在 1432.6mm~2084.3mm，年均蒸发量为 1772.7mm。

2.5.2.2 现场气象观测结果

（1）风向、风速

近两年地面站的年均风速为 3.3m/s，4 月份平均风速最大，为 4.3m/s；8 月份平均风速最小，为 2.7m/s。月平均风速的年变化与铁塔 10m 高度的一致性很好。近两年来，地面站观测到的最大风速为 11.5m/s。

（2）气温

近两年观测期间厂址最高温度为 29.9℃（10m，2011.7.5），最低温度为-18.8℃（10m，2011.1.16）；月最高温度和月最低温度差值一般有十几摄氏度。温差变化分析显示，冬春两季各月温差较大，夏秋两季温差较小，塔层各高度最低和最高温度差异不大。

（3）气压

厂址地面站近两年平均气压为 1015.1hPa，7 月份气压最低，年均值为 1002.2hPa；1 月份的平均气压最高，年均值为 1028.9hPa。

（4）湿度

厂址地面站近两年平均相对湿度为 72.22%，春、夏、秋、冬四季相对湿度分别为 64.93%、94.37%、70.65%、58.83%，最大月平均值出现在 7 月份，达到 95.96%；最小月平均值出现在 12 月份，月平均值为 56.66%。

（5）降水

N 风向降水概率最大，为 15.33%，WSW~NW 风向降水概率最小，均为 2.95%。春季 NNE 风向降水概率最大为 17.74%，夏季 N 风向降水概率最大为 12.57%，秋季 N 风向降水概率最大为 33.11%，冬季平均降水仅为 0.2mm，出现在 NNE~NE 方位。近两年平均 30% 的降水集中在 N~NNE 方位，两方位的降水量为 220.2mm。

（6）辐射

年均总辐射 96.08W/m^2，春季 129.61W/m^2，夏季 108.61W/m^2，秋季 82.84W/m^2，冬季 62.67W/m^2；净辐射年均 35.65W/m^2，春季 51.41W/m^2，夏季 60.21W/m^2，秋季 24.59W/m^2，冬季 5.95W/m^2。

2.5.3 设计基准气象参数

（1）龙卷风

考查年限为 1952～2008 年共 57 年龙卷风资料，共得到龙卷风样本 83 个。对调查区收集到的 83 个龙卷事件逐一进行 F 级别评定，得到 F0 级 37 个，F1 级 31 个，F2 级 14 个，F3 级 1 个。对 2009 年以来影响厂址划定区域的龙卷风进行补充调查，结果显示，2009～2012 年间影响划定区域的龙卷风有 3 个，强度均在龙卷风设计基准包络范围之内。

（2）热带气旋

资料的年限从 1949~2008 年，长达 60 年，共得到影响划定区域的热带气旋 40 个。2009～2012 年影响厂址划定区域的热带气旋有 3 个，年平均 0.75 个，均是来自西北太平洋地区，其中两个超强台风，一个台风。影响厂址划定区域的热带气旋的最大风速均在热带气旋设计基准包络范围内。

（3）极端风速

综合考虑热带气旋和实测风的统计结果，确定厂址 10m 高度处设计基准极大风速为 49.4m/s。

（4）极端温度

综合考虑，厂址极端温度的设计基准为：极端最高温度为 41.9℃，极端最低温度为 -30.9℃。

（5）极端积雪

厂址百年一遇极端积雪设计基准为 8.00 g/cm^2（0.78 kN/m^2）。

2.5.4 联合频率

根据现场气象铁塔 2010 年 9 月~2012 年 8 月观测的风向、风速资料，以及地面气象站的降雨观测数据，稳定度分类采用 ΔT~u 法，统计得到 10m 高度的风向、风速、大气稳

定度三维联合频率和 70m 高度的风向、风速、大气稳定度和雨况四维联合频率（考虑了固体降水）。

2.5.5 大气稳定度

利用厂址 2010 年 9 月~2012 年 8 月铁塔 100m 和 10m 高度的温度差、10m 高度风速，确定 A～F 各类稳定度，厂址区域以中性稳定度（D 类）天气为主，所占比例为 41.7%，不稳定类（A、B、C）天气占 21.6%，稳定类（E、F）所占比例均为 36.7%。稳定类 E、F 类天气占的比例也较大，主要原因除特有的气候因素外，还与厂址所在区域海洋环流频繁向陆地运动，秋冬季节易造成低层大气出现逆温有关。

2.5.6 混合层高度及扩散参数值

（1）混合层高度

正常工况评价的混合层高度为：A~B：1050m，C：725m，D：456m。

（2）大气扩散参数

根据现场气象特征观测结果以及现场 SF_6 示踪实验、中小尺度风场模拟和数值模拟结果表明，在厂址几十公里范围内地形起伏不是很大，风场基本稳定，从污染物输送能力、扩散能力和扩散型态等方面分析，高斯类扩散模型对于徐大堡厂址是适宜的。

2.5.7 厂址气象观测

2.5.7.1 运行前的厂址气象观测大纲

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。气象观测系统的各气象要素数据联合获取率均应保证在 90%以上。

厂址气象观测系统：厂址气象观测站位于厂址内的西北方向，2010 年 9 月正式开始现场气象观测。气象观测系统由气象铁塔风温梯度测量系统、地面气象 8 要素自动观测系统、监控系统平台三部分构成。整个观测系统采用 CR3000 气象梯度监测站，其中梯度观测指标包括对 10m、30m、50m、70m 和 100m 处的风向、风速和温度观测；地面气象观测包括对 10m 风向、风速、温度、湿度、总辐射、净辐射、气压、雨量共 8 项要素的观测。该气象观测系统由：采集系统、传感器、供电系统、防雷系统、监控平台五部分构成。

气象观测系统的运行与维护：气象观测仪器在出厂前都经过检定，为了进一步保证观测仪器的可靠性，所有仪器均送国家气象计量站进行了测试，能够保证气象数据的准确性。参照核系统气象观测惯例，在观测系统运行前，针对风向、风速，温度传感器开展了水平比对实验，实验结果均满足设计要求。为进一步判断气象铁塔观测系统稳定性，需要在观

测期间按月取主导风和主导风次时段的逐时数据组观测U_{100}/U_{10}、U_{70}/U_{10}、U_{50}/U_{10}和U_{30}/U_{10}随$\Delta\theta_{30-10}/U_{10}^2$的变化，以判断塔上观测仪表的性能是否正常与稳定。湿度传感器每月应定期检查，每年至少应校准一次；雨量传感器每月至少定期检查一次。

观测人员培训：为保证观测质量，现场观测人员在进入现场前进行了上岗培训和实际操作培训。

数据获取率：在观测期间，气象观测仪表绝大多数时间都处在正常工作状态，数据丢失率按下列方法统计：铁塔和地面气象站气象观测中如果风速或风向数据丢失任何一项，则按(风向、风速)数据丢失计，铁塔温度和地面气象站其它数据则按实际情况计。联合数据获取率为 99.3%，满足核电厂建设所需设计参数的要求。

2.5.7.2 运行期间的厂址气象观测大纲

核电厂运行期间的气象观测设施为气载流出物排放管理和电站应急准备服务，包括厂址气象塔梯度自动观测系统和厂址地面气象站，气象观测仪器设置要求基本同前。上述气象观测系统的联合数据获取率应达到 HAD101/02 不低于 90%的要求，必须对所有观测设备设有足够的备品备件，建立必要的质量保证体系。

2.6 水文

本节如无特别说明，高程系统均采用 85 国家高程。

2.6.1 地表水

2.6.1.1 海洋水文

由于厂址工程海域没有长期实测水文观测资料，因此在工程海域进行为期一年的水文观测，以获得一年的观测数据。工程海域的水文观测工作自 2007 年 1 月开始，2008 年 1 月结束，主要观测项目有潮位、波浪、水温等。

厂址东北距葫芦岛海洋站约 53km、西南距芷锚湾海洋站约 68km。本报告潮位及波浪计算依据厂址和葫芦岛海洋站相关资料完成。主要原因是：由于芷锚湾海洋站于 1983 年 5 月开始潮汐观测，使用 HCJ1—2 型验潮仪，但 2005 年 8 月 8 日被“麦莎”风暴摧毁，只有二十余年资料，同时与厂址没有同期观测资料；大的增减水过程多发生于上世纪六七十年代和 2006 年以后，例如 1972 年 7203 号台风引起厂址 172cm 的增水和 2007 年 3 月温带天气系统造成的 211cm 的减水，无法反映厂址的极端水位状况，资料代表性不好。

葫芦岛海洋站位于辽宁省葫芦岛市龙港区锦葫路终端，东临国有大型企业渤海造船厂，距葫芦岛市龙港区政府 4.2km。该站始建于 1959 年，1980 年迁入建新站址，开展潮位、波浪、海水温盐、气象等观测业务，潮位观测仪器为 HCJ-2 型验潮仪。2003 年 4 月新建验潮站投入使用原井同时拆除，新井位置在渤海造船厂 3 号码头西侧，港池水深 5m 左右，海底底质为沙质。验潮站面积 9m^2，混凝土结构，潮位观测仪器为 SCA11-3 型水位计，观测执行《海滨观测规范》（GB/T14914-2006），资料完整。

1）地理、地形条件

辽宁徐大堡核电厂址位于辽宁省兴城市海滨乡方安村徐大堡东南侧海岸边，东临辽东湾。厂址东北距兴城市约 32km、距葫芦岛市约 46km，西距绥中县城约 18km、距东辛庄镇约 8km、距刘台子乡约 5km。厂址地理位置见图 2.6-1。

厂址区域地形呈北东向条带状，中间地势略高，为一北东向分水岭，南北侧地势略低，地形相对平缓舒展，地面标高一般为 3.0~25.0m，最高丘陵标高 31.2m。厂址区主要为低丘陵剥蚀地貌，有多年形成的冲沟数条。剥蚀残丘坡体，坡度一般为 5～15°，局部发育小型冲沟，冲沟多呈近南北向及北西向展布，谷底标高一般 3.0m～12.0m，东南侧为海域。地貌分为两个地貌单元：剥蚀残丘地貌和海岸地貌，另外还零星发育一些微地貌。

工程海域水深条件较好，-5m 等深线距离 0m 等深线约 250m，-8m 等深线距离 0m 等深线约 750m，-10m 等深线距离 0m 等深线约 1300m。

2）潮汐

工程海域为不规则半日潮。按照目前我国采用的潮汐类型划分标准，厂址的调和常数计算 $R=(H_{K_1}+H_{O_1})/H_{M_2}=1.02$ 。工程海域的潮汐特征是：每个潮汐日（大约 24.8 小时）有两次高潮和两次低潮；两次高潮和两次低潮的高度相差较明显。

3）潮位

厂址主要高程关系详见图 2.6-2。

潮位计算依据的基础资料为厂址专用水文观测站 2007 年 1 月~2008 年 1 月现场观测资料以及葫芦岛海洋站 1956 年 1 月~2008 年 1 月长期观测资料。

由于厂址站没有长期验潮资料，故需根据厂址站历时一年的验潮资料和葫芦岛海洋站长期验潮资料进行相关，拓展厂址站历时潮位资料序列，来分析计算工程海域的各种潮位参数。厂址站的长序列历时潮位资料是按照如下方法获得的：

a)分析厂址站和葫芦岛站的 2007 年 1 月～2008 年 1 月同期资料，分别采用增减水和高低潮相关法找出两站间的相关关系，结果如下：

厂址站与葫芦岛站增、减水相关方程（见图 2.6-3）是：

H（厂址）＝0.8924×H（葫芦岛站） （2.6-1）

相关系数 r=0.9444

标准差 q=5.27

厂址站与葫芦岛站高潮相关方程是：

H（厂址）＝0.8611×H（葫芦岛）－168.846

相关系数 r=0.8634

标准差 q=16.17

厂址站与葫芦岛站低潮相关方程是：

H（厂址）＝0.8606×H（葫芦岛）－123.703

相关系数 r=0.8971

标准差 q=10.92

计算结果表明，利用增减水相关法计算厂址的潮位更加科学合理，厂址站的增减水与葫芦岛的相关关系较好，故确定利用葫芦岛海洋站的增减水资料来拓展厂址的增减水序列。

b)计算葫芦岛站逐年历时天文潮，从实测潮位中分离历时增、减水值；

c)分析葫芦岛 1989～2007 年的年潮汐调和常数；

d)利用 1989～2007 年葫芦岛站平均调和常数，订正厂址站主要分潮的潮汐调和常数；

e)利用订正后厂址站的潮汐调和常数，计算 1956～2007 年的历时天文潮位；

f)厂址 1956～2007 年的历时天文潮位叠加其相关后的历时增、减水，拓延出厂址站新的历时潮汐资料。

根据厂址站拓延后的历时潮汐资料，计算得到厂址工程海域潮汐与潮位特征值如下：

1000 年一遇高潮位 2.51m

100 年一遇高潮位 2.26m

50 年一遇高潮位 2.19m

33 年一遇高潮位 2.14m

平均高潮位 0.58m

厂址平均海面 -0.06m

平均低潮位 -0.71m

平均潮差 1.29m

33 年一遇低潮位 -2.65m

50 年一遇低潮位 -2.74m

100 年一遇低潮位 -2.88m

1000 年一遇低潮位 -3.32m

平均涨潮历时 6 小时 21 分

平均落潮历时 6 小时 05 分

4）海流

渤海呈半封闭状态，海水很浅，平均水深只有 20m，最深处在老铁山水道附近，约为 70m，在黄河口附近只有十几米深，是典型的陆架边缘浅海。

潮波运动是渤海的主要动力学现象。虽然渤海地处东亚季风带，受季风的影响明显，但由于其为半封闭海湾，每年受季风的影响时间短，且随季节的不同，风向也有很大变化，风暴潮或寒潮的作用时间更短，因此潮汐潮流运动占据了渤海水流运动的主要形式。

对于渤海的潮流，国内外研究文献众多，结合实际观测资料，形成了以下主要结论：渤海潮汐以不正规半日潮为主，日潮不等现象较显著。黄河口外海及秦皇岛外海各有一个半日潮无潮点，为正规日潮区；渤海海峡处有一全日潮无潮点，为正规半日潮区。渤海主要的半日分潮为 M2 分潮，主要全日分潮为 K1 分潮；潮差在秦皇岛外海最小，约为 0.5m；在辽东湾湾顶最大，约为 4.0m 左右。半日分潮流是渤海的主要潮流：辽东湾、渤海湾和莱州湾的大部分海区潮流基本为正规半日潮流，渤海中部为不正规半日潮流。渤海近岸海区呈往复流，中部海区呈旋转流特性。渤海大部分海区最大潮流流速约为 1.0m/s，在海峡北部老铁山水道附近最大潮流流速可达 2.5m/s。

大连～烟台以内的渤海海域潮流变化规律如下：

a）渤海在黄河口和秦皇岛海域处各存在一个无潮点，受其影响，外海潮汐进入渤海海峡后潮差逐渐减小，经过两个无潮点后潮差逐渐加大，在渤海湾湾顶和辽东湾湾顶潮差达到最大，莱州湾潮差较小。

b）在涨潮时，外海水流以西偏北方向进入渤海湾，在渤海海峡处分为三部分：北部水流从老铁山水道、长兴岛一侧进入辽东湾东部海域；中部水流向西流向渤海湾，该部分水流在滦河口处又分出一股水流沿辽东湾西侧流向湾顶；南部水流则流向莱州湾，该部分水流强度相对较弱。

c）在落潮时，辽东湾湾顶的落潮流主要分为两部分：一部分水流沿东侧从老铁山水道、长兴岛一带进入外海；另一部分则沿西侧流动从渤海中部海域流向外海，该部分水流在滦河口处分出一股水流进入渤海湾并与渤海湾水流一同流向外海；莱州湾内主要接纳的是来自渤海湾的落潮流，该部分水流强度相对较弱。

d）渤海海域主要包括莱州湾、渤海湾和辽东湾等三个大海湾，既有小清河口、黄河口、海河口、滦河口等河口地区，也有菊花岛、葫芦岛等几十个大小岛屿，海域岸线复杂，潮流受水下地形、陆域岸线及岛屿等的影响较大，水流流态较为复杂。受岸线凸出地形的挑流作用，老铁山水道、长兴岛一带及老黄河口附近水域的局部流速较大，其他海域水流流速较弱。

e）徐大堡核电厂址附近岸线较为复杂，部分地段有凸出岸线，工程东北侧还有一座环抱式港池码头，因此近岸水流流态较为复杂，部分时段有回流存在。在离开厂址区前沿2km 后水流已经较为平顺，基本为平行于岸线的往复流。

根据 2009 年 3 月份和 8 月份对工程海域全潮海洋水文观测资料统计、分析，工程海域的海流状况及其变化简述如下。

实测站位位置见图 2.6-4a 和图 2.6-4b。

a）潮流性质

潮流按其性质可分为规则的半日潮流和不规则的半日潮流、规则的全日潮流和不规则的全日潮流，潮流性质以主要的全日分潮流与主要半日分潮流的椭圆长半轴比值 F 来判据：

$$F = \frac{W_{O_1} + W_{K_1}}{W_{M_2}}$$

式中的W_{O_1}、W_{K_1}、W_{M_2}分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度（cm/s）。

当 F≤0.5 时为规则半日潮流

当 0.5＜F≤2.0 时为不规则半日潮流

当 2.0＜F≤4.0 时为不规则全日潮流

当 4.0＜F 时为规则全日潮流

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 2.6-1a 和表 2.6-1b。由表可知，在各站的潮型系数中，潮流类型判别数最大为 0.31，均小于 0.5，故观测海域各站各层的潮流性质为规则半日潮流。

b）潮流运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当$|K|=1$时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当$|K|=0$时，潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。$|K|$值通常在 0-1 之间，$|K|$值越大，旋转流的形式越显著，$|K|$值越小，往复流的形式越显著。由于观测海域为规则半日潮流类型，因此，主要以 M_2 分潮流的椭圆率来对潮流运动形式作近似分析。各站各层 M_2 分潮流的 K 值见表 2.6-2a 和表 2.6-2b。由表可知，各站的潮流椭圆率$|K|$值均较小，各站各层 M_2 分潮流的$|K|$值均在 0.00~0.22 之间，为典型的往复流。

c）流速

——流速的平面分布

从各站实测海流资料中，摘取了大、中、小潮期间各站各层的涨、落潮平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向，各站垂线平均海流矢量图见图 2.6-5~图 2.6-7。由图可知，各站实测海流均表现为较强的往复性流动，海流主流向为偏 SW-NE 向，基本与岸线平行。其中偏 NE 向为涨潮流向，偏 SW 向为落潮流向。

——流速的垂向分布

实测海流流速大部分站的最大值出现在表层或 0.2H 层，流速基本上均自表至底逐渐减小，流向在垂直线上的分布比较一致。

——垂线平均涨、落潮流

3 月份的观测：大潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 20~47cm/s 之间，落潮流平均流速在 20~38cm/s；中潮期，涨潮流平均流速在 16~39cm/s 之间，落潮流平均流速在 16~37cm/s；小潮期，涨潮流平均流速在 14~24cm/s 之间，落潮流平均流速在 10~25cm/s。

8 月份的观测：大潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 17~43cm/s 之间，落潮流平均流速在 19~43cm/s 之间；中潮期，涨潮流平均流速在 16~36cm/s 之间，落潮流平均流速在 17~39cm/s；小潮期，涨潮流平均流速在 13~32cm/s 之间，落潮流平均流速在 16~35cm/s。

由此可知，大潮期垂线平均涨、落潮流平均流速最大，中潮次之，小潮最小。

——垂线平均涨、落潮流最大流速、流向

3 月份各站实测垂线平均涨、落潮流最大流速、流向见表 2.6-3a。由表 2.6-3a 可知，各站垂线平均涨、落潮流最大流速分布及变化趋势，大潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 29~78cm/s 之间，垂线平均涨潮流流速最大值为 78cm/s，流向为 71°，出现在 D07 站，落潮流最大流速在 33~73cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 73cm/s，流向为 199°，出现在 D11 站。中潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 27~67cm/s 之间，垂线平均涨潮流最大流速为 67cm/s，流向为 37°，出现在 D13 站，垂线平均落潮流最大流速在 32~61cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 61cm/s，流向为 258°，出现在 D07 站。小潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 27~51cm/s 之间，垂线平均涨潮流最大流速为 51cm/s，流向为 67°，出现在 D07 站，垂线平均落潮流最大流速在 24~51cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 51cm/s，流向为 249°，出现在 D07 站。

8 月份各站实测垂线平均涨、落潮流最大流速、流向见表 2.6-3b。由表 2.6-3b 可知，各站垂线平均涨、落潮流最大流速分布及变化趋势，大潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 29~71cm/s 之间，垂线平均涨潮流流速最大值为 71cm/s，出现在 D11 和 D13 站，D11 站流向为 61°，D13 站流向为 45°，落潮流最大流速在 31~76cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 76cm/s，流向为 198°，出现在 D10 站。中潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 26~69cm/s 之间，垂线平均涨潮流最大流速为 69cm/s，流向为 26°，出现在 D13 站，垂线平均落潮流最大流速在 28~74cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 74cm/s，流向为 196°，出现在 D10 站。小潮期：垂线平均涨潮流最大流速在 21~54cm/s 之间，垂线平均涨潮流最大流速为 54cm/s，流向为 27°，出现在 D13 站，垂线平均落潮流最大流速在 25~64cm/s 之间，垂线平均落潮流最大流速为 64cm/s，流向为 227°，出现在 D13 站。

d）涨落潮历时

根据 3 月份潮流统计分析，三个潮期各站各层的平均涨潮流历时为 6 小时 4 分钟，平均落潮流历时为 6 小时 16 分钟，略长于涨潮流历时约 12 分钟。各站的三个潮次的平均涨落潮流历时统计表见表 2.6-4a。

根据 8 月份潮流统计分析，三个潮期各站各层的平均涨潮流历时为 6 小时 5 分钟，平均落潮流历时为 6 小时 25 分钟，略长于涨潮流历时约 20 分钟。各站的三个潮次的平均涨落潮流历时统计表见表 2.6-4b。

e） 余流

余流流速：

3 月份观测海域余流以小潮期最大，大潮次之，中潮最小，小潮期各站各层余流流速在 4.1~13.3cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 13.3cm/s，流向为 69°，出现在 D07 站表层；大潮期余流流速在 0.5~4.7cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 4.7cm/s，流向为 31°。出现在 D01 站表层。中潮期各站各层余流流速在 0.2~2.7cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 2.7cm/s，流向为 249°，出现在 D09 站的表层。

8 月份观测海域余流以小潮期最大，大潮次之，中潮最小，小潮期各站各层余流流速在 3.9~17.6cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 17.6cm/s，流向为 13°，出现在 D10 站表层；大潮期余流流速在 0.1~5.3cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 5.3cm/s，出现在 D03 站 0.4H 和 0.6H 层，0.4H 层流向为 75°，0.6H 层流向为 78°。中潮期各站各层余流流速在 0.8~6.9cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 6.9cm/s，出现在 D04 站的表层和 0.2H 层，表层流向为 228°，0.2H 层流向为 229°。

余流流向：

3 月份小潮期及大潮期各站的余流流向除 D02、D03、D04、D07 站为偏 E 向外，其余各站均为偏 NE 向；中潮期没有较均一的余流方向。

8 月份小潮期各站的余流流向除 D11 站为偏 E 向外，其余各站均为偏 NE 向；大潮期，近岸站余流流向为 NE 向，离岸较远站的余流流向有向 SE~SW 向流动的趋势，中潮期各站余流的流向有向 SW~W 向流动的趋势。

5）海水温度

根据厂址站 2007 年 1 月～2008 年 1 月表层海水温度观测资料及葫芦岛海洋站 1963～2008 年共 46 年的表层海水温度连续观测资料分析海水温度的变化规律。

冬季厂址站各站温度自表层至底层几乎相同，虽然个别站及个别时刻随深度的变化有些变化，但变化的幅度还是很小。夏季各站均是表层温度高、底层温度低，出现了温跃层。

葫芦岛海洋站 1963 年开始海水温盐观测。人工观测时期，每天观测 08、14、20 时三个时次的海水温度和 14 时的盐度，采用 SWL1-1 型表层水温表观测，盐度采用采集水样方法进行观测，观测执行《海滨观测规范》，资料完整。温盐测点在渤海造船厂 3 号码头西侧，港池水深 5m 左右，海水透明度大，无小溪、污水管道等影响，与外海畅通，平常

受风浪影响不大。2003 年建设温盐井后，采用自动传感的方法对水温和盐度进行自动采集，但是温盐传感器使用不到一年时间后经常出现故障，故仍采用上述方法进行观测。

辽宁徐大堡核电厂厂址东北距葫芦岛海洋站约 53km。研究分析表明，两站表层温盐性质相差不显著，其代表性、可靠性和一致性都较好。

依据核电厂址和葫芦岛站 2007 年 1 月 15 日～2008 年 1 月 20 日同期日平均表层水温序列，建立了二者的相关关系：

$$T_{徐大堡厂址}=0.976\times T_{葫芦岛}+1.1611 \qquad (2.6\text{-}2)$$

相关系数 R=0.9976

图 2.6-8 是葫芦岛与徐大堡厂址同期日平均水温变化曲线。从中看出，二站表层水温变化趋势一致，具有较好的相关性。同时，徐大堡厂址表层水温较葫芦岛高。

依据徐大堡与葫芦岛同期资料建立的全年水温相关关系（公式 2.6-2），计算的徐大堡核电厂址海域的多年平均海水温值为 12.6℃。计算得到厂址的其它水温特征值如下：

历史最高水温值 30.8℃

历史最低水温值 -1.5℃

夏季表层水温累积频率 1％的水温 28.8℃

夏季表层水温累积频率 10％的水温 27.5℃

6）盐度

利用葫芦岛海洋站 1963～2007 年共 45 年的连续盐度观测资料，对工程海域海水盐度变化进行了统计分析。

葫芦岛站多年盐度的月均值见表 2.6-5。由表 2.6-5 可知，葫芦岛站多年盐度的均值为 30.0，3 月份最高为 31.6，9 月份最低为 27.9。

工程海区冬季盐度的垂直变化是自表至底层分布较均匀，变化较小。夏季盐度的垂直变化是上层海水盐度低、下层海水盐度高，出现了盐度跃层。

7）泥沙

工程海域的悬沙是根据 2009 年 3 月份和 8 月份全潮水文观测所采集水样分析计算所得资料分析的。

a）含沙量

3 月份各站含沙量变化统计见表 2.6-6a。由表 2.6-6a 可知，观测海区含沙量变化较大，含沙量的变化范围为 $0.7\times10^{-3}kg/m^3$~$100.0\times10^{-3}kg/m^3$，平均含沙量的变化范围在 $18.8\times10^{-3}kg/m^3$~$83.9\times10^{-3}kg/m^3$ 之间。小潮期，D03 站的平均含沙量最大，达 $83.9\times10^{-3}kg/m^3$，

D05 站次之，D01 站最小，分别为 70.0 ×10^{-3}kg/m^3、18.8 ×10^{-3}kg/m^3；中潮期，D05 站的平均含沙量最大，为 40.3 ×10^{-3}kg/m^3，D10 站次之，D07 站最小，分别为 40.0 ×10^{-3}kg/m^3、20.3 ×10^{-3}kg/m^3；大潮期，D04 站的平均含沙量最大，为 82.5 ×10^{-3}kg/m^3，D03 站次之，D10 站最小，分别为 70.5 ×10^{-3}kg/m^3、22.5 ×10^{-3}kg/m^3。各站平均含沙量中，小潮最大，大潮次之，中潮最小；各站最大含沙量大潮较大，中潮较小，其值在 32.0 ×10^{-3}kg/m^3~100.0 ×10^{-3}kg/m^3之间。

8 月份各站含沙量变化统计见表 2.6-6b。由表 2.6-6b 可知，观测海区含沙量变化较大，含沙量的变化范围为 0.3 ×10^{-3}kg/m^3~50.0 ×10^{-3}kg/m^3，平均含沙量的变化范围在 15.8 ×10^{-3}kg/m^3~49.8 ×10^{-3}kg/m^3之间。小潮期，D01 站的平均含沙量最大，达 49.8 ×10^{-3}kg/m^3，D03 站次之，D05 站最小，分别为 32.0 ×10^{-3}kg/m^3、15.8 ×10^{-3}kg/m^3；中潮期，D08 站的平均含沙量最大，为 36.3 ×10^{-3}kg/m^3，D11 站次之，D02 站最小，分别为 33.0 ×10^{-3}kg/m^3、18.0 ×10^{-3}kg/m^3；大潮期，D03 站的平均含沙量最大，为 37.5 ×10^{-3}kg/m^3，D13 站次之，D07 站最小，分别为 32.0 ×10^{-3}kg/m^3、15.8 ×10^{-3}kg/m^3。

b）含沙量的垂线变化

3 月份和 8 月份观测海区的含沙量垂向上变化不大。但不管大潮期或中、小潮期，各层的平均含沙量均自表层至底层具有增大的趋势。如 3 月份的 D02 站大潮期表层为 31.0 ×10^{-3}kg/m^3，中层为 34.7 ×10^{-3}kg/m^3，至底层增高至 38.4 ×10^{-3}kg/m^3；8 月份的 D02 站大潮期表层为 6.5 ×10^{-3}kg/m^3，中层为 9.9 ×10^{-3}kg/m^3，至底层增高至 12.5 ×10^{-3}kg/m^3。

8）海冰

工程海域位于辽东湾西北部，由于地理位置偏北，加之其他环境条件的影响，每年冬季都有不同程度的结冰现象。该海域内设有葫芦岛和芷锚湾海洋站。其中，葫芦岛站地理坐标为 40°43.6′N，120°58.6′E，位于辽东湾北部西岸，是北、东、南三面向海，西接陆地的半岛。葫芦岛东面和南面海水较深，5m 等深浅距岸仅 0.1km；北面为锦州湾，海水很浅。葫芦岛海洋站于 1960 年开始进行海冰观测。芷锚湾站地理坐标为 40°00.0′N，119°54.8′E，位于辽宁省绥中县，附近无较大河流入海，海面辽阔，海底平坦，泥沙底质，东、西两侧多为沙质沿岸，海水等深线大致与海岸线平行，2m 等深线离岸约 0.3km，10m 等深线离岸约 1.8km，芷锚湾海洋站于 1961 年开始进行海冰观测。厂址站于 2008～2009 年冬季进行了海冰观测。

a）工程海域海冰状况

工程海域所处的辽东湾海域受寒潮侵袭的影响，每年冬季皆有程度不同的结冰现象。在气候正常的年份，冰情并不严重，对航行和海上生产危害不大。但在某些“冷冬”年份，冰冻现象严重，沿岸浅水区堆积着厚冰，某些海面被海冰覆盖，致使航道封冻，交通中断。对于“暖冬”来说，冰情很轻，只在辽东湾北部及其它沿岸港湾河口附近才见有冰。

工程海域海冰时空分布按其形成发展和消融直至消失过程的规律，可以分三个阶段：初冰期、严重冰期、融冰期。由于每年冬季海面结冰的冰期时间长短、海冰范围大小分布、冰厚度以及海冰表面堆积程度等诸因素差异较大，因此可分为冰情常年、冰情重年、冰情轻年、冰情偏重年、冰情偏轻年这样五种等级。

徐大堡核电厂址海域冰情特征为：

①一般年份，初冰日为 12 月 7 日（大雪）左右，终冰日为 3 月 6 日左右（惊蛰），冰期为 90d 左右。其间，1 月中旬至 2 月中旬为冰情相对严重阶段，终冰期阶段有时会发生“返冻”现象。

②沿岸冰持续时间较短，宽度多在 15～100m 范围，最宽一般不超过 3000m，厚度一般为 10～25cm，一般不超过 35cm，其它时间，搁浅冰和冰脚出现较多。

③北海浅滩、六股河口和辽东湾北部海区是徐大堡核电厂址附近海域流冰的三大来源，它们在该海域多以冰排形成的东北-西南向（大致为 230^0 方向）流冰通道的形式出现，速度多在 0.3～0.5m/s 之间。

④一般情况下，该海区总体上为浮冰离岸区，不易出现重迭、堆积和冰脊现象。

⑤受周期性天气过程影响，该海区冰情基本上维持冻、融交错的格局，导致冰厚变化很快。

b）冰期

工程海域多年平均冰期为 111d，海域一般年份的初冰日为 12 月 7 日（大雪），终冰日为 3 月 6 日（惊蛰），冰期为 90d；最早初冰日为 11 月 6 日，最晚初冰日为 12 月 18 日；最早终冰日为 2 月 20 日，最晚终冰日为 3 月 29 日；最长冰期为 133d，最短冰期为 70d。

葫芦岛海域累年平均初冰日为 12 月 4 日，终冰日为 3 月 14 日、冰期 101 d。历年最早的初冰日为 11 月 17 日，最晚的为 12 月 18 日，相差 31 d。最早的终冰日为 3 月 6 日，最晚的为 3 月 30 日，相差 24 d。历年冰期最长的 1969 年度为 124 d，最短的 1963 年度仅 82 d，相差 42 d。有冰日数 1967 年度最多，为 102 d；1978 年和 1979 年度最少，为 73 d。累年平均固定冰初日为 1 月 16 日，终日为 2 月 24 日，固定冰期 40 d。历年最早的固定冰

初日为 12 月 9 日，最晚的为 2 月 5 日，相差 59 d。最早的固定冰终日为 1 月 19 日，最晚的为 3 月 17 日，相差 58 d。历年固定冰期最长的 1966 年为 82 d，1974 年和 1975 年未出现固定冰。

芷锚湾海域累年平均初冰日为 11 月 25 日，终冰日为 3 月 10 日，冰期为 106 d。历年最早的初冰日为 11 月 9 日，最晚的为 12 月 18 日，相差 40d。最早的终冰日 2 月 25 日，最晚的为 4 月 4 日，相差 39 d。因此，历年冰期长短相差悬殊，最长的 1968 年为 147 d，最短的 1963 年仅 77 d。累年平均固定冰初日为 1 月 13 日，终日为 2 月 13 日，固定冰期为 32 d。最早的固定冰初日为 12 月 11 日，最晚的为 2 月 6 日，相差 58 d。最早的固定冰终日为 1 月 21 日，最晚的为 3 月 23 日，相差 62 d。固定冰期最长的 1967 年为 78 d，而 1975 年和 1978 年为 1 d，1972 年未出现固定冰。累年平均有冰日数 1 月最多，为 30.8 d；2 月次之，为 26.4 d；11 月只有 1.9 d。历年的有冰日数为 59～108 d，其中 1968 年最多，1972 年最少。累年平均有固定冰日数 2 月最多，为 10.6 d；1 月次之，为 8.0 d；12 月和 3 月很少。历年有固份日数为 0～62 d，其中 1968 年最多，1972 年未出现。

c）冰量

海域 2008-2009 年冬季海冰的总冰量为 76 成，浮冰量为 74 成，固定冰量为 2 成，冰量较近年较多，较常年偏少。

葫芦岛海域总冰量 11 月最少，1 月最多，2 月次之；1，2 月总冰量之和占全年的 83％。流体量的逐月分布趋势同总冰量。固定冰量以 2 月最多，占全年的 69％；12 月和 3 月很少。总冰量和流冰量均以 1965 年为最多，1968 年次之，1979 年最少。固定冰量 1969 年最多，1967 年次之，1974 年和 1975 年未出现。流冰密集度各月均以 8～10 成为最多，其中 1 月 8～10 成的日数占有冰日数的 90％。累年平均 8～10 成的占 75％，4～7 成的占 14％，0～3 成的占 10％。

芷锚湾海域总冰量和流冰量均以 1 月为最多，2 月次之；11 月虽多数年有流冰出现，但均是微量；4 月只有 1968 年出现过微量流冰。固定冰量以 2 月为最多，1 月次之；3 月只有 1968 年出现过固定冰。总冰量超过 600 成的只有 1967 年和 1968 年，最少的 1972 年只有 198 成。流冰量历年的变化趋势与总冰量相似。固定冰量历年的变化很大。1968 年最多，1969 年和 1976 年次之，有 5 年虽出现过固定冰，但是微量；1972 年未出现固定冰。流冰密集度各月均以 8～10 成为主，0～3 成很少出现。累年平均各级密集度出现频率：8～10 成为 79％，4～7 成为 17％，0～3 成为 4％。

d）固定冰宽度、厚度及堆积高度

2008-2009 年度，出现了宽度为 250m 的沿岸冰；海区沿岸冰平整冰厚度不超过 20cm，测得最大重迭冰厚度为 50cm，为近年来最宽、最厚沿岸冰观测记录。其它如搁浅冰、流冰的厚度都没有超过 20cm。冰脚和初生冰的厚度更小，不超过 10cm。观测海区没有观测到沿岸冰堆积现象。

葫芦岛海域固定冰厚度只在 1，2 月进行过测量，平均厚度 1 月为 30.5cm，2 月为 31.0cm；最大厚度达 70cm 以上。固定冰最大宽度有 3 年达到 1000m；极值超过 4000m，出现在 1969 年 2 月 23 日和 1970 年 2 月 11 日。固定冰最大堆集高度一般年度低于 2.0m，极值 4.7m，出现在 1970 年 1 月 18 日。

芷锚湾海域固定冰厚度只在 4 年的 1，2 月进行过测量，平均厚度 1 月为 30cm，2 月为 35cm；最大厚度 63cm，出现在 1977 年 2 月 10 日。固定冰最大宽度，有 7 年超过 300m，极值 470m 出现在 1970 年 1 月 4 日。固定冰最大堆积高度一般年低于 2.0m，高于 2.0m 的有 5 年。极值 4.5 m 出现在 1964 年 2 月 20 日。

e）浮冰漂流方向、速度

海区的浮冰漂流方向基本平行于海岸走向，由东北漂向西南，大致为 230^0 方向。漂流速度多为 0.3m/s 左右。

葫芦岛海域流冰频率大体上以 WSW～ENE 为轴线向两侧渐次减少（E 向例外），WSW 向频率最大，为 18％。各向平均流冰速度多为 0.3～0.4m/s。应该说明的是，NNW 向流冰 17 年中只出现过 2 次，流速分别为 0.5 和 0.7m/s。SW～WNW 各向最大流冰速度均大于等于 1.0 m/s，极值 1.4 m/s 出现在 1973 年 2 月 5 日。

芷锚湾海域流冰频率 SW 和 WSW 向远超过其它各向，除 C 外，占总数的 62％。最大流冰速度 SW 和 WSW 向较大，分别为 1.2m/s 和 1.0m/s。极值 1.2m/s 出现在 1969 年 1 月 19 日。

f）重冰年调查分析

徐大堡厂址附近海域为辽东湾西南部冰区，根据在当地调研，冰情较盛时大致情况如下：

①整个海面基本被沿岸冰和流冰所覆盖。

②沿岸固定冰宽度估计有 6km 左右，从葛条秧子到娘娘顶打石头的工人不走陆路，骑自行车从冰面上直接过去。厚度估计在 20-40cm 之间。

③沿岸固定冰缘线以外为流冰区，由于东北风盛行，大批的冰排漂向西南。

④没有明显的堆积现象。

⑤持续时间 1 个月之久。

另外，1936 年 1～2 月，渤海也曾出现过严重冰封，冰封时辽东湾冰的厚度一般为 30～60cm，最厚 90cm 左右，堆积高度为 2～3m。

2004 年是近年来辽东湾冰情较重的一年。1 月下旬和 2 月上旬，辽东湾沿岸最大流冰范围 63 海里，一般冰厚 10～15cm，最大达 40cm。

9）波浪作用

厂址专用水文观测站于 2007 年 1 月 15 日～2008 年 1 月 20 日进行了为期一年的波浪观测。利用该资料分析了工程海域的波浪特征。

工程海域主要受 ENE～SSW 的影响，其中 S、E 与 SSE 向的出现频率较高，分别为 23.5%、18.4%和 15.8%。0.5m 以下的波高 $H_{1/10}$ 所占频率达到 76.4%，1.5m 以上的波高所占频率仅为 0.5%，说明该海域波浪较小。波浪的强度以 E 最强，ESE 向次之，观测到最大的 $H_{1/10}$ 为 2.24m，波向为 ESE，相应周期为 4.9s，出现日期为 2007 年 10 月 28 日。工程海域波浪出现频率最大的周期为 3.1～4.0s，所占频率为 78.4%，其次为 4.1～5.0s，所占频率为 18.4%。工程海域主要受 ENE～SSW 向浪的影响，波浪较小，常浪向为 SSE～S 与 E 向，强浪向为 E 与 ESE 向。

工程海域全年波高玫瑰图见图 2.6-9。

2.6.1.2 陆地水文

1）水文描述

辽宁徐大堡核电厂厂址位于葫芦岛市兴城市境内，海边丘陵，地势较高，在厂址附近较大的河流有六股河、烟台河和兴城河，均向东南注入渤海。另外，在徐大堡厂址邻近有菱角河，流域面积 115.54km^2，河长 19.0km，河床宽 30～100m，其源短流急，季节性比较明显，为时令河。

2）核电厂淡水水源

由于辽宁为缺水地区，核电厂又距离海边较近，海水资源丰富，本工程采用海水淡化供水方案。全厂施工期和运行期生产、生活用水由海水淡化后供给。海水淡化厂先于其它子项建设。

2.6.2 地下水

2.6.2.1 厂址附近范围水文地质特征

2.6.2.1.1 地下水类型及分布规律

厂址附近范围内地下水可分为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。第四系松散岩类孔隙水主要赋存于第四系冲洪积层、海积层、坡残积层等土层孔隙中，有统一的地

下水位，属孔隙潜水，基岩裂隙水主要赋存于岩体风化裂隙及构造裂隙中。厂址附近范围水文地质图见图 2.6-10，各含水岩组在调查区的分布情况见表 2.6-7。

（1）第四系松散岩类孔隙水

按含水岩组的不同可分为如下三类：

a）第四系全新统冲洪积层孔隙水

地表为粉质粘土、粉土，下部为砂砾石、砂。含水层厚度 15～30m，透水性好，地下水赋存于土层孔隙中，属孔隙潜水，水量中等。地下水主要接受地表河流、池塘、大气降水补给和山体斜坡的侧向补给，顺河流走向排泄于大海或侧向补给于海积地层中。

b）第四系全新统海积层孔隙水

分布在厂址附近范围东侧长山寺湾及南部沿海。东侧长山寺湾一带岩性组主要为粉质粘土、含砂粉质粘土、砂砾石，地下水赋存于土层的孔隙中，砂砾石为主要含水层，含水层厚度小于 20.0m，富水性好，水量中等，主要接受地表水及大气降水补给。

c）第四系全新统坡残积层孔隙水

该层位于第四系地层下部与基岩面的接触带，岩性以褐黄色粉质粘土为主，夹碎石、砾石，厚 1～5m 不等，属弱透水层。地下水主要赋存于山体斜坡的坡残积层孔隙中，水量贫乏。主要接受大气降水补给和基岩区的侧向补给，侧向排泄于沟谷洼地，最终排向大海。一般雨季赋存少量地下水，旱季干涸。

（2）基岩裂隙水

基岩裂隙水含水岩组由太古宇花岗岩、片麻岩和侏罗系义县组火成岩组成。由于岩石本身不含水不透水，地下水赋存于基岩裂隙中，依据水文地质调查和钻探成果，浅部风化裂隙较发育，裂隙水主要以网状、支脉状赋存于强风化～中等风化岩体中，在微风化～未风化岩体中，节理裂隙闭合，接受补给量甚少，水量贫乏或无水。基岩裂隙水主要受大气降水补给，渗流微弱，主要以渗水形式侧向排泄于低洼处的第四系孔隙水含水层，最终向东、南排入大海。

2.6.2.1.2 地下水的补给、径流、排泄

（1）第四系松散岩类孔隙水

a）第四系全新统冲洪积层（Q_4^{al+pl}）孔隙水

冲洪积层孔隙水主要受大气降水、上游河谷地下水径流和地表水入渗，另外还受坡残积孔隙水和农田灌溉水回渗补给。靠近海积区的冲洪积层孔隙水还接受少量的海水入渗，使得这些地区的潜水水质变坏。地下水接受补给源，顺地形向河流或其下游以渗流方式流

动。地下水主要排泄于大海或侧向补给海积平原土层中，其次为蒸发、人工开采和向下渗入基岩。

b）第四系全新统海积层（Q_4^m）孔隙水

东北部海积层孔隙潜水主要受地表水和大气降水入渗补给，其次接收地势较高的坡残积孔隙水、冲洪积孔隙水和基岩裂隙水侧向补给。地下水主要通过地表蒸发、向下部基岩入渗排泄。南部海积层孔隙水主要受大气降水补给，在高潮水位时接受海水补给，另外还接受北侧地势较高的基岩裂隙水和坡残积孔隙水侧向补给。该类型地下水靠近大海，除蒸发排泄外，多通过渗流方式向大海排泄。

c）第四系全新统坡残积层（Q_4^{dl+el}）孔隙水

分布于山体斜坡地段的坡残积层，孔隙潜水主要受大气降水和基岩裂隙水侧向补给，以及降水时基岩区形成的地表径流补给。水量变化受降雨量控制，地下水排泄方式除蒸发外、多通过渗流方式向大海或海积区和冲洪积区排泄，少部分向下渗入基岩裂隙或被人工开采等。

（2）基岩裂隙水

基岩裂隙水赋存于岩体裂隙中，在山体地段多为基岩裸露，覆盖层少、基岩裂隙水直接受大气降水补给，在海岸、河岸地段还接受地表水的侧向补给；北部基岩裂隙水以山体为中心向四周排泄，南部基岩裂隙水主要以北东向展布的地势较高的丘陵为分水岭，顺地形变化向两侧排泄于大海或第四系松散岩类孔隙中，最终排泄入海。

据调查，厂址附近范围内地下水面与地形基本一致，地下水流向依地形而变，地下水顺地形坡降向沟谷洼地排泄后，最终以渗流或迳流方式向大海方向排泄。厂址区位于地下水分水岭等东南侧，紧邻海岸，厂区地下水依地形向东南渗流入大海，见图 2.6-10。

2.6.2.1.3 地下水与地表水的水力联系

厂址附近范围地形呈北东条带状，中间地势略高，形成一北东向分水岭，南北两侧较低。地下水以基岩裂隙水和第四系松散岩类孔隙水为主，含水层埋藏浅，地下水分水岭与地表水分水岭基本一致，即地下水流向基本顺地形。厂区位于分水岭南侧，地势向大海逐渐变低，厂区地下水向南直接排入大海，少量地下水排泄于沟谷等低洼地带，再经过冲沟排泄入大海，厂区地下水与厂外地表水之间无联系。

厂区强风化层薄，且开挖至厂坪标高后将被挖除；厂区不存在断裂，构造主要为节理裂隙，而中等风化和微风化基岩中节理闭合性好，延伸长度短，贯通性差，且基岩属极微～微透水层，渗透性差，不能形成贯通厂区内外的地下水径流渗流通道；厂址整体水文地质

条件简单，地下水径流路径短，厂区位于分水岭南侧临海面，地下水直接排向大海，厂区地下水与厂区外地下水无联系。

综上所述，厂区内地下水与区外的地下水、地表水无水力联系。

2.6.2.1.4 地下水与海水之间的水力联系

根据可研水文地质调查结果，厂址区除海水外未发现大的地表水体、河流，仅零星分布一些小型池塘，一般情况下，地表水高于地下潜水位，因此，主要是地表水以微渗透的形式补给地下水，但水力联系程度微弱。为查明厂区内地下水与海水的水力联系，对厂区内两条剖面（工程地质剖面 8-8’、11-11’，剖面位置详见图 2.6-11）上钻孔地下水水位进行定时观测，根据水位观测结果可知，海水水位变化对钻孔水位基本无影响。另外，分别在两条水文地质剖面上的 ZK15－ZK27－ZK37、ZK18－ZK29－ZK40 钻孔取水样进行水质简分析，根据水样的矿化度可知，厂区内地下水与海水无联系。

2.6.2.2 电厂对地下水的利用计划

厂址附近范围内无工业厂矿分布，区内大部分居民居住在丘陵山体周围和冲洪积平原，多数居民自建水井取水，取水层主要为第四系松散岩类孔隙水和强风化层基岩裂隙水。海积区无人居住，地下水为咸水；在靠近山体的坡残积层，岩性以粉质粘土为主，其富水性差，水量贫乏；在冲洪积平原区，含水层为砂砾石，赋水性好，水量中等～丰富，但在靠近大海地段为咸水，不可大面积开采，否则降深值增大后，会引起海水入侵，使水质变坏；在丘陵基岩分布区，基富水性差，水量贫乏。因此调查区地下水不具备大量开采利用条件。

如上所述，核电厂没有利用地下水的计划。

2.6.2.3 电厂对地下水的可能影响

（1）居民饮用水情况

厂址附近 5km 范围内无大型厂矿，大部分居民居住在丘陵山体周围和冲洪积平原，多数居民自建水井取水，取水仅供居民生活自用，取水量少。取水层主要为第四系松散岩类孔隙水和强风化层基岩裂隙水。经调查，厂址附近范围水井共计 45 个，水井位置、井口标高、水位埋深等详见图 2.6-10。

（2）核电厂建造和运行对居民用水的影响

拟建厂区内地下水以第四系松散岩类孔隙水及基岩裂隙水为主要类型，拟建厂区位于北东向分水岭南侧，紧邻大海，厂区地下水流向受地形控制，向南以径流或渗流方式侧向排泄于大海，详见图 2.6-10。厂址区整平开挖后，较高部位的含水层将被挖除，厂坪以下的土层和强风化岩体还赋存有地下水，但整个厂区仍位于分水岭的南侧临海面，不会改变地下水的流向，因此，地下水始终排向大海。

厂址附近范围居民位于分水岭的北侧，居民生活取水点均为风化裂隙水或第四系孔隙水的浅水井，不存在大量开采地下水的取水点。厂区位于分水岭南侧，下游无居住区，建厂后对厂区外地下水无影响。

综上所述，拟建厂区地下水总体流向受地形控制，并最终向大海排泄，核电厂建造和运行期间，厂区地下水污染不会影响厂址周围居民的生活用水。

2.6.3 洪水

2.6.3.1 海洋洪水

1）天文潮

根据厂址站 2007 年 1 月~2008 年 1 月的潮位观测资料和葫芦岛海洋站长期潮位资料进行相关，拓延出厂址站历时潮汐资料序列。利用拓延后的厂址站长序列的潮汐资料计算厂址站的主要分潮的潮汐调和常数，进而推算 21 年的天文潮位。得出最高天文潮位 1.74m，最低天文潮位-1.26m；10％超越频率天文高潮位 1.62m，10％超越频率天文低潮位-1.19m。

2）增、减水

a）概率论法计算增、减水

根据 2.6.1.1 节厂址站与葫芦岛站增减水相关方程，拓延厂址站的历时增、减水序列，据此计算其 P–III分布和耿贝尔分布，获得厂址不同重现期的增、减水值，见表 2.6-8，建议采用 P–III分布计算结果。由表 2.6-8 可知，厂址工程海域千年一遇增水值为 2.20m，千年一遇减水值为-2.89m；百年一遇增水值为 1.67m，百年一遇减水值为-2.40m。

b）风暴潮增、减水

确定论法计算风暴潮增水采用两重网格系统用于计算辽宁徐大堡核电厂的风暴潮增水，对进入或影响渤海的 6 次有代表性的台风风暴潮过程进行了模拟计算。模拟的台风是：1960 年的 6005 号、1972 年的 7203 号、1973 年的 7303 号、1994 年的 9415 号、1997 年的 9711 号以及 1985 年的 8509 号台风。模拟结果表明，其最大误差 4 cm，最小误差为零，所有绝对误差的平均为 1.95 cm，因此所建立的风暴潮模式，以及计算台风气压场与计算风场均满足计算辽宁徐大堡核电厂厂址处 PMSS 的要求。本计算所使用的确定可能最大热带气旋 PMTC 参数为：

- P_∞ 取 1010hPa；
- P_0 取 947hPa、考虑填塞影响 P_0 取 952hPa；
- 台风最大风速半径为 50km；

根据上述确定的可能最大热带气旋(PMTC)参数及模型进行计算，数值试验表明，随着台风移速的增大徐大堡核电站厂址的风暴潮也随之增大。资料分析表明，7203、8509、7303 分别为 1949 年以来所代表类型移速最快的台风，因此分别对三种类型的台风引起的增水进行了计算，计算结果为北向型假想台风路径（面向台风前进方向自左向右—西北向型和东北向型同）引起了徐大堡核电厂厂址处可能最大台风增水，其值为 357.3cm。

渤海是一个半封闭的浅海，历史资料分析表明所有影响渤海的台风引起的沿岸各站的减水均很小，并且持续时间很短。这主要因为：所有影响渤海的台风，在进入渤海前，引起整个渤海较大的增水，台风进入渤海后，速度较快，离岸风作用时间短，所以不能引起显著减水。

c）可能最大温带天气系统增、减水

为了确定引起辽宁徐大堡核电站的温带天气系统增减水的主方向，按 16 个方位，假设 20m/s 的常风连续吹 42 小时，计算辽宁徐大堡核厂址的增、减水。计算结果表明引起徐大堡核厂址的最大增水的风向是 SE，最大减水的风向是 NW。

采用位于徐大堡核电厂 NNE 方向的葫芦岛（40°42′N、120°59′E）海洋站多年风速、风向观测资料，采用耿贝尔方法计算 16 个风向的 1000、100、50 年一遇的风速；以及这里还采用位于辽东湾东岸的温坨子（39°48′N、121°28′E）海洋站多年风速、风向观测资料，采用耿贝尔方法计算 16 个风向的 1000、100、50 年一遇的风速。以上两者不同风向风速的平均，就用以代表辽宁徐大堡核电站的 16 个风向的 1000、100、50 年一遇的辽东湾海面风速。

由已经确定的徐大堡核电站千年一遇的 SE 风（31.27m/s，保守取值 32m/s），根据历史上该类天气系统的特征，确定可能最大温带天气系统的风速随时间变化的过程，计算出徐大堡核电站厂址的可能最大温带天气系统增水为 246.2cm。由已经确定的徐大堡核电站千年一遇的 NNW 风（44.74m/s，保守取值 45m/s ），根据历史上该类天气系统的特征，确定可能最大温带天气系统的风速随时间变化的过程，计算出徐大堡核电站厂址的可能最大温带天气系统减水为 388cm。

3）海平面异常

依据厂址临近海域的葫芦岛海洋站 1960～2007 年海平面资料，采用海平面变化预测模型，考虑工程海域潮汐与海平面实际变化状况，取 5 个周期振动（1.0a、1.19a、3.57a、8.85a 和 18.61a）作为海平面变化中的显著周期成分，计算了工程海域未来 20、40、60、80 和 100 年海平面上升值，计算结果见表 2.6-9。

4）假潮

假潮是叠加在潮汐上的一种较短周期的震动，经常发生在沿岸的海湾中，其成因主要为“气压波强迫作用”、“大气压力扰动和风向、风速突变”、“自由波共振”、“港湾地理环境”等，当外力周期与海湾的固有振动周期一致时，则激发假潮。《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）指出，假潮的振型仅取决于海湾的几何形状和水深。振幅则取决于外力的大小。梅良（J.R.Merian）提出了一个简单的概念化模式，用于计算表面定振波的周期，他讨论了等深的矩形海湾内的定振波，假定海水密度均匀，并忽略柯氏力和摩擦力等影响，得到：

$$T_0 = \frac{4L}{\sqrt{gh}}$$

式中 L 为海湾的长度， g 为重力加速度，h 为海湾的平均水深。实际海湾有复杂的形状，1979 年日本学者提出了修正的梅良公式，式中考虑了海湾长宽比的影响，即：

$$T_1 = \alpha T_0$$

$$\alpha = \sqrt{1 + \frac{2B}{\pi L}(0.9228 - In\frac{\pi B}{4L})}$$

其中 B 为海湾平均宽度。对于徐大堡厂址所处的海域而言，海湾长度约为 12km，宽度约 2km，海湾的平均水深约 7m。利用上述公式得辽东湾基态自然周期为 T 1 =16min。

利用徐大堡厂址潮位加密观测获得的逾半年的资料（其中个别月份观测时间间隔为 2 min，其余为 1 min），分析发现观测时段内兴城站未出现 20 min 以内周期的较大振幅的潮振动，一般潮振动的振幅在 10 cm 左右，最大的振幅也未超过 20 cm。

综合分析表明，徐大堡厂址海域假潮可能最大振幅为 18cm。

5）海啸

海啸是一种灾难性的海浪，通常由震源在海底下 50km 以内、里氏震级 6.5 以上的海底地震引起。在海洋中或在海洋附近，在地震的形成或减弱时都会发生海啸。在地震发生时，海底板变形，造成海水移位。在地震减弱时，地壳板块之间相互滑动，造成大量的旋流，而引发了大量海水的置换和转移。另外，水下或沿岸山崩或火山爆发也可能引发海啸。经综合分析估算，工程海域的地震海啸最大值为 0.5m。

6）波浪影响

辽宁徐大堡厂址海域外海深水波要素的计算采用 SWAN 模型，该模型是由 Delft University of Technology 研制发展起来的第三代近岸海浪数值计算模式，经过多年的改进，已经逐渐趋于成熟，在许多浅海数值研究中得到了广泛的运用。对辽宁徐大堡核电站厂址有显著影响的进入渤海的 1972 年 7203 号和 1985 年 8509 号两个台风，进行了海浪数值模

拟检验。同时还对 1979 年 6 月 23～24 日对辽宁徐大堡核电站厂址有显著影响的强温带气旋，进行了海浪数值模拟检验。检验结果表明：该模式能够相当好地给出核厂址北、南沿岸的葫芦岛站和秦皇岛站两个测波点的海浪计算结果，因此采用 SWAN 模式对台风和温带风暴引起的波要素进行计算是可以接受的。

根据气候学统计，影响辽宁徐大堡核厂址的台风路径主要是：西北向型、东北向型和北向型三种类型。利用检验的海浪模式，对影响辽宁徐大堡核厂址的三个主要台风路径西北向型、东北向型和北向型，分别计算了辽宁徐大堡核厂址附近海域－15m 等深线的最大可能台风浪和 100、50 年一遇波浪要素；同时对温带风暴引起的波浪进行了数值计算，结果表明 SE 风引起的徐大堡核电站厂址的深水波高最显著。比较发现北向型台风引起的有效波高（$H_{13\%}$）在三种类型台风中最高，并大于 SE 向温带风暴大风引起的有效波高。其平均周期和波向也与观测事实相一致。根据该计算结果，分别取不同过程不同方向不同重现期波浪要素的最大值作为该方向的不同重现期波浪的结果，详见表 2.6-10。

根据对工程海域波浪进行的模型试验，在天然地形条件下，设计基准洪水位（不考虑波浪影响）及相应台风浪组合工况下厂址前沿最大 $H_{1/100}$ 为 6.25m。

7）洪水影响

辽宁徐大堡核电厂址对海洪的防护是按照《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）进行考虑的。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（不考虑波浪影响）如下：

10%超越概率天文高潮位： 1.62m

可能最大台风增水： 3.58m

海平面上升： 0.10m

设计基准洪水位： 5.30m

厂坪标高定为 9.1m，高于设计基准洪水位。通过防波堤或护岸防护，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对核岛的安全产生影响。

2.6.3.2 陆域洪水

1）暴雨洪水

辽宁徐大堡核电厂的可能最大降水研究，是在广泛收集自然地理资料、暴雨洪水资料、气象资料的基础上，对区域暴雨洪水特性及暴雨天气成因进行分析，采用确定论法和概率论法分别计算厂址的可能最大降雨，从而得到厂址不同历时的可能最大降雨（PMP）资料和不同历时、不同重现期的设计暴雨资料，计算成果详见表 2.6-11、2.6-12。

辽宁徐大堡核电厂址的主厂区雨水排水系统，按千年一遇降雨量设计，PMP 进行校核，确保排水系统在可能最大降水（PMP）工况下厂区的雨水及时排出。由于厂区地坪标高高于设计基准洪水位，可以确保厂区雨水排入大海，不致造成厂区水淹。

每个厂房屋顶都设有屋面排水系统用来收集、输送和排泄雨水。考虑到特大降水的排除，在平屋面女儿墙一定标高设置一定数量的溢水口以保证屋面水的及时排除。

2）江河中之可能最大降雨

辽宁徐大堡核电厂厂址位于葫芦岛市兴城市境内，海边丘陵，地势较高，在厂址附近较大的河流有六股河、烟台河和兴城河，均向东南注入渤海。另外，在徐大堡厂址邻近有菱角河，流域面积 115.54km2，河长 19.0km，河床宽 30～100m，其源短流急，季节性比较明显，为时令河。

根据计算分析，厂址附近的河流洪水不会对厂址构成威胁，对于坡面雨水，可通过设置截、排洪设施将其引至大海。

3）溃坝洪水

对可能影响厂址的龙屯水库、青山水库、碱厂水库进行溃坝分析计算，结果表明，溃坝洪水沿六股河流域出绥中水文站后，进入平原区，溃坝洪水迅速消散，不会对厂址构成影响。

2.7 地质与地震

2.7.1 地质

2.7.1.1 区域地质特征

厂址在区域大地构造上位于中朝准地台燕山台褶带东缘（图 2.7-1），在新构造上位于辽西间歇性掀斜缓慢上升隆起区和下辽河—辽东湾长期下降凹陷区交界部位(图2.7-2)，在地形上属于隆起向凹陷过渡的斜坡地带，新构造时期运动微弱，属于地质构造相对稳定的地带。区域没有现代火山活动。

区域断裂构造发育，主要发育有近 EW、NE－NNE、NW—NWW 向三组，以 NE－NNE 向最为发育（图 2.7-3），其中晚更新世以来的活动断裂有 9 条，均存在较强的地震活动。区域内主要的发震构造共 11 条段（图 2.7-4），其中震级最高的发震构造为唐山断裂带，最大潜在地震震级为 8.0 级，距离厂址最近约 162km；距离厂址最近的发震构造为郯庐断裂辽东湾段西支断裂，最大潜在地震震级为 6.5 级，距离厂址最近约 36km。厂址所在的辽西地震构造区最大弥散地震震级为 5.0 级。

厂址近区域在大地构造上位于中朝准地台燕山台褶带山海关台拱的绥中凸起，其新构造运动以间歇性的垂直上升运动为主，并且幅度越来越小，逐渐趋于稳定。近区域第四纪无火山活动。近区域范围共有 10 条断裂构造（图 2.7-5），均为前第四纪断层。厂址近区域内没有发震构造。

厂址附近主要出露太古宇建平群大营子组、白垩系义县组及太古宙绥中花岗岩等前第四纪地层；第四纪覆盖层主要为全新统下部冲洪积层和全新统上部冲积层、海积层、沼泽相沉积层、冲海交互相沉积层，局部地带发育中更新统残积层和上更新统坡洪积层。厂址附近范围内没有第四纪火山岩发育。

厂址附近范围中更新世以来的构造运动总体表现为长期缓慢持续地上升，第四纪以来构造活动十分微弱。褶皱构造不发育，仅见刘台子宽缓向斜盆地。断裂构造发育，以北东向为主，长度大于 300m 的断裂和构造有 4 条（图 2.7-6），均为前第四纪断裂。经能动断层鉴定，厂址附近不存在能动断层。

厂址附近范围内不存在影响厂址安全的不良地质作用与地质灾害。

2.7.1.2 厂址地质特征

一期工程主厂区分为陆域与海域两部分，其中陆域主要包括海蚀准平原、人工回填区和海滩等地貌单元。海蚀准平原地貌表现为太古宇花岗岩组的残丘缓坡，现已完成上覆土层开挖、场地平整等清表工作，出露基岩，地面标高现约为 5.27~12.02m，核岛建筑物位于该地貌单元。

厂区地层简单，主要由第四系人工填土层（Q_4^{ml}）、海积层（Q_4^{m}）、坡残积层（Q_4^{dl+el}）和太古宇花岗岩（γ_1）组成，局部有上侏罗统安山玢岩（$\alpha\mu_5^{2(3)}$）岩脉。

厂址区内无断裂分布，地质构造主要为节理裂隙。区内主要发育节理 3 组，最优势节理走向 NW355°～NE12°、倾向 NE、SE（以 SE 向为主）、倾角 60°～80°，倾角较陡。

厂址区无滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、岩溶、采空区等影响工程建设的不良地质作用，也无可供开采的矿床、油（气）田等有价值自然资源，无现代火山活动。

一期工程 1、2 号核岛基底标高以下主要为微风化花岗岩，仅在 1 号核岛局部分布微风化安山玢岩，1 号核岛辅助厂房西北角分布有少量中等风化花岗岩（图 2.7-7、图 2.7-8）。循环水泵房、循环水压力供水管基底一下为微风化花岗岩（图 2.7-9）。根据详勘阶段勘察成果，微风化花岗岩属坚硬岩，岩体完整程度为完整，岩体基本质量等级为Ⅰ～Ⅱ级，地基承载力特征值为 7.0MPa，弹性模量为 20.44GPa，横波波速为 2415m/s；中等风化花岗岩岩体完整程度以完整为主，岩体基本质量等级主要为Ⅳ～Ⅴ级，地基承载力特征值为 2.8MPa，弹性模量为 0.75GPa，横波波速为 1183m/s；微风化安山玢岩岩体完整程度为完整，岩体基本质量等级为Ⅰ级，地基承载力特征值为 8.0MPa，弹性模量为 61.85GPa，横波波速为 2527m/s，岩脉宽度小且陡倾，岩脉与围岩接触紧密，对核岛地基稳定性无影响。地基承载力高，且地基岩体内无软弱结构面或软弱夹层和临空面，不存在地基滑移的可能，地基稳定。

厂址区内自然边坡、岸坡处于稳定状态。厂区不存在核安全相关人工边坡。在核岛区南侧存在人工填土边坡，边坡整体稳定，局部因降水引起垮塌，不影响场地安全。

厂址区内大部分地段覆盖层厚度小于 5m，建筑场地类别为 I_1 类。厂址区 50 年超越概率 10%地震动峰值加速度为 0.05g，对应的地震基本烈度为Ⅵ度，属于对建筑抗震有利的地段。

厂址区水文地质条件简单。开挖整平后主要出露强～中等风化花岗岩，局部出露强～中等风化安山玢岩岩脉，地下水以基岩裂隙水为主，以网状、支脉状赋存于风化裂隙和构造裂隙中。厂区地下水对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。地下水中无有毒有害物质。

2.7.2 地震

区域的西南部地震活动较强，向北地震活动逐渐减弱，由地震活动强度稍强的郯庐地震带的渤中－辽东湾－下辽河段、辽东半岛，逐渐进入大片地震活动较弱的东北地区和内蒙古广大地区。徐大堡厂址所在区域的主体位于由西南部强地震活动区向北部相对较弱地震活动区过渡的辽西地区，总体地震活动水平中等。

厂址区域内地震震中分布图见图 2.7-10、图 2.7-11。区域内 M_S≥4.7 级破坏性地震都在距厂址 120km 以外，距厂址最近的破坏性地震是 5.2 级地震，距厂址 120km；6 级以上地震距厂址都在 128km 以外。厂址 100km 范围内没有记录到 M_S≥4.0 级的地震。区域内 80.4%的地震震源深度分布在 5～14km 范围内，属于浅源地震活动。近区域范围内自公元 1970 年至 2008 年 3 月共记录到 Ms≥1.0 级地震 11 次，其中 Ms1.0～1.9 级地震 10 次，2.0～2.9 级地震 1 次，最大震级为 1984 年 4 月 15 日 2.0 级地震，距厂址约 18.3km。厂址近区域内以小震活动为主，地震分布零散，且主要分布在北半部。在距厂址半径 5km 范围内没有记录到 Ms≥1.0 级地震。距厂址最近的地震是 1975 年 9 月 29 日 Ms1.9 级地震，距厂址 6.3km。厂址近区域和厂址附近范围内地震活动均较弱。

厂址遭受历史地震影响较弱，厂址遭受历史地震最大影响烈度为Ⅵ度，来自 1976 年唐山地震 7.1 级滦县余震，距离厂址 164km。

厂址附近无地震记录，没有活火山，不存在地震地质灾害，厂址所处地区为区域地壳稳定区。

表 2.1-1 辽宁徐大堡核电厂非居住区边界

区域	方位	非居住区边界推荐距离(m)
陆域	WSW	800
	W	800
	WNW	800
	NW	800
	NNW	800
	N	800
	NNE	800
	NE	800
	ENE	800
海域	E	1100
	ESE	1500
	SE	1500
	SSE	1600
	S	1500
	SSW	700
	SW	800

表 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区的总人口数统计（2011 年）

单位：人

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	5735	23740	33828	12177	54193	37721	47622	54725	269741
NNE	269	0	0	0	1906	12461	57377	155113	237875	274578	70922	80863	891364
NE	0	289	946	149	0	0	3269	4473	3572	3650	25679	17102	59129
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	6095	0	0	0	0	0	0	6095
SW	0	0	0	0	5033	27157	18057	10556	9919	535	2584	0	73841
WSW	0	1432	0	619	7825	23631	63693	10556	35838	72354	56975	132943	405866
W	0	481	317	628	15124	112006	31883	19109	50488	14423	16672	13331	274462
WNW	0	0	0	1079	1848	19244	16738	41257	16860	34628	48968	20407	201029
NW	0	0	397	900	7908	7362	16276	5688	19666	41201	68210	99800	267408
NNW	0	605	0	647	1675	18254	12026	19073	14888	25395	31154	49122	172839
合计	269	2807	1660	4022	47054	249950	253147	278002	443299	504485	368786	468293	2621774

表 2.2-2 评价区主要市（县）的人口规划及人口峰值出现年份

年份	2011	2015	2020	2025	2030	峰值年份
葫芦岛市	281.3	290.0	295.0			2020
秦皇岛市	289.8	298.8	307.1	312.9	310.0	2025

表 2.2-3 评价区内各市县每隔 10 年的人口年平均预期增长率（‰）

市	年份							
	2015	2019	2029	2039	2049	2059	2069	2079
葫芦岛市	7.61	3.42	0	0	0	0	0	0
锦州市	7.61	3.42	0	0	0	0	0	0
朝阳市	7.61	3.42	0	0	0	0	0	0
秦皇岛市	7.65	5.50	1.86	0	0	0	0	0

表 2.2-4 厂址半径 80km 范围内各子区 2019 年预期总人口数

单位：人

距离 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	累计
N	0	0	0	0	5983	24763	35287	12702	56530	39348	49676	57087	281376
NNE	141	140	0	0	1988	13000	59853	161806	248138	286425	73982	84352	929825
NE	0	301	986	155	0	0	3410	4666	3727	3807	26787	17840	61679
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	6358	0	0	0	0	0	0	6358
SW	0	0	0	0	5251	28329	18836	11012	10347	558	2695	0	77028
WSW	0	1494	0	646	8163	24650	66441	11012	37384	75476	59434	139983	424683
W	0	501	331	655	15776	116840	33258	19933	52667	15045	17391	13907	286304
WNW	0	0	0	1126	1928	20074	17460	43038	17587	36122	51081	21288	209704
NW	0	0	414	939	8249	7680	16978	5933	20514	42979	71153	104107	278946
NNW	0	631	0	675	1747	19042	12545	19896	15530	26490	32499	51242	180297
合计	141	3067	1731	4196	49085	260736	264068	289998	462424	526250	384698	489806	2736200

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区 2029 年及以后年份预期总人口数

单位：人

距离 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	累计
N	0	0	0	0	5983	24763	35287	12702	56530	39348	49676	57087	281376
NNE	141	140	0	0	1988	13000	59853	161806	248138	286425	73982	84352	929825
NE	0	301	986	155	0	0	3410	4666	3727	3807	26787	17840	61679
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	6358	0	0	0	0	0	0	6358
SW	0	0	0	0	5251	28329	18836	11012	10347	558	2695	0	77028
WSW	0	1494	0	646	8163	24650	66441	11012	37384	75476	59434	142612	427312
W	0	501	331	655	15776	116840	33258	19933	52667	15045	17391	13907	286304
WNW	0	0	0	1126	1928	20074	17460	43038	17587	36122	51081	21288	209704
NW	0	0	414	939	8249	7680	16978	5933	20514	42979	71153	104107	278946
NNW	0	631	0	675	1747	19042	12545	19896	15530	26490	32499	51242	180297
合计	141	3067	1731	4196	49085	260736	264068	289998	462424	526250	384698	492435	2738829

表 2.2-6 厂址半径 15km 范围内流动人口（2012 年）

镇（乡）	长期流动人口数				短期流动人口数					
	流出	职业	流入	职业	流出	职业	时间	流入	职业	时间
海滨乡	172	务工、经商	6	务工、经商		务工		1200	旅游、度假、务工	5~10 月
刘台子乡	230							3600		5~10 月
望海乡	827		166		2980			40		
大赛乡	241		31		205			143		
东辛庄镇	505				159					
沙后所镇	270		18		1258					
小庄子镇	109		13							
小计	2354		234		4602			4983		

注：1、长期流动人口指流出或流入时间在 3 个月以上的；2、短期流动人口指流出或流入时间 3 个月以内。

表 2.2-7 厂址半径 5km 范围内流动人口（2012 年）

镇（乡）	行政村	长期流动人口数				短期流动人口数					
		外出	职业	外来	职业	外出	职业	时间	外来	职业	时间
海滨乡	苏屯	25	务工	1	务工	1378	务工			旅游	
	方安	8		2		3830					
	台里	21		97		4013			300		5 月到 10 月
	双堆子	26		7		80					
刘台子乡	潘山	34				505			3000		5 月到 10 月
	盐锅	24				270					
小计		138		107					3300		

表 2.3-1 徐大堡厂址半径 80km 范围涉及的市/县/区土地利用情况（2012 年）

单位：公顷

市/县/区名称	兴城市	绥中县	建昌县	连山区	龙港区	南票区	葫芦岛市
土地总面积	211641	276494	318457	165370	17780	51238	1040981
耕地	79553	60879	68273	53278	2452	8492	272927
园地	6991	49266	13365	9100	925	5208	84855
林地	60016	97616	143894	46894	1615	16723	366758
草地	22545	16	68826	33165	867	14834	140253
城镇村及工矿用地	19885	18569	14302	15297	9017	3199	80268
交通运输用地	4871	2288	3365	3530	726	716	15496
水域及水利设施用地	16297	2602	5975	3435	1793	2016	32118
其他土地	1484	45259	457	671	385	50	48306

表 2. 3-2（1/2） 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇土地利用明细表 （2011 年）

单位：亩

土地类别		海滨满族乡	刘台子满族乡	东辛庄镇	沙后所镇	望海满族乡	大寨满族乡	小庄子镇
总面积		121133.9	69444.2	124531.1	164709.8	116067.1	125904.2	128173.8
1 耕地		47259.7	33430	79109.8	84674.8	79250	77589.9	67225.7
1.1	水田	5824.1	692.9	436.8	1472.9	412.5	20.3	——
1.2	水浇地	535.5	0	364.7	474.5	16.4	634.4	——
1.3	旱地	40900.1	32737.1	78308.3	82727.4	78821.1	76935.2	——
2 园地(即果园)		10.4	525.9	496.7	247.4	1080.5	192	147.7
3 林地		3770.7	3636.7	16448.3	14545.1	15023.6	19209.3	15027.1
3.1	有林地	3467.7	3092.6	14025	10459.7	14555.7	15835.5	——
3.2	灌木林地	0	0	131	2075.1	61.8	1776.9	——
3.3	其他林地	303.0	544.1	2292.3	2010.3	406.1	1596.9	——
4 草地		4994.1	1447.2	2081.4	5806.8	2727.8	3904.8	3398.6
5 城镇村及工矿用地		20551.3	7595.9	17259.1	25866.4	10227	13234.5	17747.2
5.1	城市	0	0	89.3	0	64.7	17.9	——
5.2	建制镇	1296	0	3722.3	4595.4	0	0	——
5.3	村庄	8469.6	6870.3	12536.9	11664.2	9787.5	12548.4	——
5.4	采矿用地	9519.8	225.0	326.9	1391.1	44.3	180.8	——
5.5	风景名胜及特殊用地	1265.9	500.6	583.7	8215.7	330.5	487.4	——
6 交通运输用地		3197.5	1676.3	4517.9	6745.6	4283.9	3808.7	3000.7
6.1	铁路用地	85.4	0	1129.4	1928.6	921.3	350.7	——
6.2	公路用地	971.3	534.6	1145.7	2475.6	1297.5	1035.9	——
6.3	农村道路	2103.9	1087.7	2242.8	2341.4	2065.1	2422.1	——

表 2. 3-2（2/2） 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇土地利用明细表 （2011 年）

单位：亩

土地类别		海滨满族乡	刘台子满族乡	东辛庄镇	沙后所镇	望海满族乡	大寨满族乡	小庄子镇
6.4	机场用地	0	0	0	0	0	0	——
6.5	港口码头用地	36.9	54.0	0	0	0	0	——
6.6	管道运输用地	0	0	0	0	0	0	——
7 水域及水利设施用地		39923.1	20842.0	4113.0	26054.9	3295.9	7752.7	21347.0
7.1	河流水面	2586.6	2213.3	1534.5	2266.7	1479.9	4139.6	——
7.2	湖泊水面	0	0	0	0	0	0	——
7.3	水库水面	0	0	80.9	0	0	0	——
7.4	坑塘水面	18507.0	5163.0	587.3	4769.7	429.6	363.6	——
7.5	沿海滩涂	16017.9	11426	0	16569.5	0	0	——
7.6	内陆滩涂	62.3	1579.2	1077.6	636.2	773.0	2840.9	——
7.7	沟渠	2564.0	318.3	630.3	1589.3	217.4	210.3	——
7.8	水工建筑用地	185.3	142.2	202.4	223.5	396.0	198.3	——
7.9	冰川及永久积雪	0	0	0	0	0	0	——
8 其他土地	1427.1	290.2	504.9	768.8	178.4	212.3	279.8	
8.1	设施农用地	1377.5	136.1	179	528.9	99.6	87.9	——
8.2	田坎	48.5	17	272.9	204.6	78.8	113.9	——
8.3	盐碱地	0	0	0	0	0	0	——
8.4	沼泽地	0	0	0	0	0	0	——
8.5	沙地	0	0	0	0	0	0	——
8.6	裸地	1.1	137.1	53	35.3	0	10.5	——

表 2.3-3 厂址半径 50km 范围内水库正常水位、库容、面积等指标一览表

序号	县（市、区）	水库名称	所处位置	方位	距离(km)	所在河流	正常水位			年出、入库径流量(万 m^3)	规模	功能
							水位(m)	库容(万 m^3)	面积(km^2)			
1	兴城市	碱厂	碱厂乡碱厂村	NNW	29.1	烟台河	82	2000	4.08	2715	大中型	灌溉、饮用,供兴城供水公司
2	兴城市	三合	元台子乡英昌村	NNE	43.3	兴城东河	85	494.2	0.73	342.3	小一型	灌溉、饮用
3	兴城市	四家子	四家屯街道四家村	NNE	37.8	钓鱼台河	20	64.7	0.27	62.4	小一型	非饮用
4	兴城市	黄家湾	药王乡三头村	NNW	50.0	女儿河	39.5	80.1	0.25	183	小一型	非饮用
5	兴城市	余粮	望海乡黑庄村	NW	13.1	烟台河	16.1	11.5	0.048	44.1	小二型	非饮用
6	兴城市	狼洞子	南大乡接火村	NNW	20.5	东沙河	70	34.7	0.094	41.6	小二型	非饮用
7	兴城市	响水河	三道沟乡黑沟村	NW	49.4	六股河	97.3	11.4	0.042	56.2	小二型	非饮用
8	兴城市	老付马	红崖子乡老付马村	NNW	35.4	兴城河	56.4	33.5	0.079	23	小二型	非饮用
9	绥中县	龙屯	高甸子乡高甸子村	W	39.1	王宝河	71.7	4802	7.04		大中型	绥中备用水源，灌溉，养鱼
10	绥中县	条石	范家乡条石村	W	49.5	六股河	125	147.8	0.23		小一型	防洪、灌溉
11	绥中县	棒锤沟	宽邦镇棒槌村	WNW	47.5	二台河	48	96.3	0.12		小一型	防洪、灌溉
12	绥中县	水泉沟	大王庙镇水泉沟村	W	46.3	王宝河	108.8	15	0.029		小二型	防洪、灌溉
13	绥中县	魏家	大王庙镇魏家村	W	41.1	王宝河	95.3	15.9	0.031		小二型	防洪、灌溉
14	绥中县	大房身	宽邦镇大房身村	WNW	48.7	二台河	9.5	12.4	0.056		小二型	防洪、灌溉
15	绥中县	冯家	前卫镇冯家村	WSW	47.6	石河	48.2	9.6	0.016		小二型	防洪、灌溉
16	绥中县	七里沟	西平乡七里沟村	WNW	34	黑水河	92.2	7.5	0.025		小二型	防洪、灌溉

表 2.3-4 厂址半径 15km 范围地表水分布及主要功能

河流/水库	方位	距厂址最近距离（km）	功能
六股河	WSW	11.0	农业、渔业用水
烟台河	NNE	9.0	农业用水
菱角河	W	4.0	农业、渔业用水
余粮水库	NW	13.0	农业用水

表 2.3-5 厂址半径 15km 范围涉及的各乡镇取用地下水资源明细表（2012 年）

乡镇名称	方位	距离	集中供水量(万 m^3)	分散用水量(万 m^3)	水量合计(万 m^3)	供水人数（万人）	自来水普及率（%）
海滨乡	NNE	7.5	17	20	37	1.6	46
刘台子乡	W	5.7	7	24	31	1.4	23
望海乡	NNW	8.3	7	58	65	2.1	11
东辛庄镇	W	9.5	31	64	95	3.1	33
沙后所镇	N	13.0	21	65	86	3.6	24
大寨乡	W	18.5	6	72	78	2.3	8

表 2.3-6 厂址半径 5km 范围地下井水居民使用情况

序号	镇（乡）	行政村	自然村	方位	距离(km)	井深(m)	用水量（吨/年人）	用途*	用水人数	用水户数	备注
1	海滨乡	台里村	小南海	NNE	0.7	10~20	12~30	饮用、浇院内菜地	134	36	自备井
2			李宝沟	NNE	1.0				135	37	
3			凉水泉	NE	1.3				289	71	
4			葛条秧子	NE	2.3				148	45	
5			台里	NE	2.8				798	230	
6			山后	NE	4.1				149	46	
7		方安村	徐大堡	NW	0.9	20		饮用	74	33	自来水
8			后徐大堡						81	33	
9			打井立						326	113	
10			方安堡						1432	406	
11		双堆子村	大陀子	NNW	1.5	5~10		饮用、季节性浇院内菜地	605	170	一半用自来水，其余自备井
12			双堆子	NNW	2.2	20			397	117	自来水
13			帐棚沟	W	2.6	5~10			317	107	自备井
14		大刘屯村	袁家屯	WNW	4.0	5~10 30		饮用	710	265	各有 20 多户用自来水，其余为自备井。
15			大刘屯	NW	4.9				320	66	
16		苏屯村	苏家屯	NNW	5.1	30		饮用	580	190	自来水
17			义和林						647	224	
18	刘台子乡	盐锅村	后林子	WNW	3.3	5~10		饮用、浇院内菜地	249	72	自备井
19			盐锅	W	3.6				629	190	
20			石咀子	WNW	4.5				120	31	
21		潘山村	龙泉寺	WSW	3.9				623	180	

表 2.3-7 厂址半径 80km 范围内各市/县/区农业生产情况（2011 年）

单位：公顷、吨

市、县/区 \ 农业情况		总计	粮食作物		玉米		高粱		大豆		油料作物		蔬菜	
		播种面积	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量
葫芦岛市	兴城市	58977	43462	292108	38400	263630	245	1077	1074	2739	13590	26825	1744	105364
	绥中县	79866	58204	354816	38600	243404	241	1241	3758	8419	5323	11146	15767	1568719
	建昌县	36041	38359	327415	27457	229766	638	3917	1540	4349	1396	2931	2103	76054
	连山区	38656	31282	180494	28162	165725	849	4220	643	1427	2800	5071	4283	337511
	龙港区	2634	2466	20293	2441	20196	16	70	7	21	25	60	133	10454
	南票区	4202	4257	24917	3505	18552	56	236	50	93	136	290	422	23428
秦皇岛市	山海关区	1532	298	2104	169	1214	0	0	60	224	68	178	1166	87592
	抚宁县	6621	5037	28847	3672	24271	0	0	353	779	353	1029	1121	80196
锦州市	锦州经济技术开发区	4815	3336	23651	3028	21901	19	127	24	76	925	2186	547	25279
朝阳市	朝阳县	4078	3261	24980	2348	19700	46	485	0	0	23	106	789	58579
合计		237422	189962	1279625	147782	1008359	2110	11373	7509	18127	24639	49822	28075	2373176

表 2.3-8 厂址 80km 半径范围内各子区粮食作物面积（2011 年）

单位：公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	5	3	5	23	496	2143	3639	1131	7186	6004	3940	4768	29343
NNE	5	15	8	8	171	767	5899	3937	3300	4720	6383	10037	35250
NE	5	15	30	30	0	0	137	0	36	0	1114	1222	2589
ENE	0	8	21	8	0	0	0	0	0	0	0	0	37
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	431	0	0	0	0	0	0	431
SW	0	0	0	0	542	3850	2237	1497	1936	66	156	0	10284
WSW	7	31	37	70	841	2649	8827	1497	4059	9793	2966	5335	36112
W	7	31	36	153	1509	1909	4489	1748	5088	655	862	675	17162
WNW	6	31	34	107	228	2790	1931	3213	832	2314	2346	2538	16370
NW	6	18	29	57	798	898	1457	599	1381	3593	6489	8591	23916
NNW	6	20	31	67	205	2334	1532	1952	1488	2536	3549	4748	18468
合计	47	172	231	523	4790	17771	30148	15574	25306	29681	27805	37914	189962

表 2.3-9 厂址 80km 半径范围内各子区粮食作物单产（2011 年）

单位：公斤/公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	7200	7200	7200	7200	6906	4731	7183	7676	2157	1006	6223	5728
NNE	7200	7200	7200	7200	7200	6543	8945	6431	7725	5222	6370	7696
NE	7200	7200	7200	7200	0	0	7022	0	8251	0	6967	7086
ENE	0	7200	7200	7200	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	6934	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	6198	7429	7755	7725	6661	7716	5770	0
WSW	7200	7200	7200	6075	6610	7727	7546	7725	6470	7716	6153	5802
W	7200	7200	7200	4144	6200	9708	5460	6057	4958	5728	5325	5044
WNW	7200	7200	7200	7200	6412	8260	7562	6820	8276	7482	7166	8152
NW	7200	7200	7200	7200	7269	6920	6373	6102	10041	8633	8503	8404
NNW	7200	7200	7200	7200	7200	7152	7042	6004	7335	7472	6269	7436

表 2.3-10 厂址 80km 半径范围内各子区油料作物面积（2011 年）

单位：公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0.5	0.3	0.6	2	263	1122	3180	178	402	2	47	10	5207
NNE	0.5	1.6	0.8	1	17	596	339	425	25	630	1654	1022	4712
NE	0.5	1.6	3.2	3	0	0	23	0	0	0	0	463	494
ENE	0	0.8	2.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	14
SW	0	0	0	0	74	102	80	19	0	6	0	0	281
WSW	0.9	4	4.8	5	57	141	505	19	270	802	61	5361	2291
W	0.9	4	8	0	253	266	1216	803	836	34	22	5	3448
WNW	0.8	4	7.6	1	42	763	531	749	34	11	11	0	2154
NW	1.4	4	6.4	6	558	569	1020	357	173	0	47	7	2749
NNW	1.4	4.4	6.8	6	39	1132	376	1616	72	10	0	21	3285
合计	6.9	24.7	40.4	25	1303	4705	7270	4166	1812	1495	1842	6889	24639

表 2.3-11 厂址 80km 半径范围内各子区油料作物单产（2011 年）

单位：公斤/公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	2500	2500	2500	2500	2224	2594	1819	2208	1393	1500	1851	1966
NNE	2500	2500	2500	2500	2500	2370	3584	1595	2400	1733	1727	2334
NE	2500	2500	2500	2500	0	0	2217	0	0	0	0	2363
ENE	0	2500	2500	2500	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	5500	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	1875	3364	2425	2378	0	1725	0	0
WSW	2500	2500	2500	1875	1882	2732	1509	2378	2474	1958	3787	2868
W	2500	2500	2500	0	1614	2372	1555	3001	1416	1265	2222	2222
WNW	2500	2500	2500	2500	1614	2768	1018	2692	1706	1364	2273	0
NW	2500	2500	2500	2500	2282	2089	1267	1434	1497	0	1745	857
NNW	2500	2500	2500	2500	2500	2419	3000	1376	2563	2802	0	4548

表 2.3-12 厂址 80km 半径范围内各子区蔬菜面积（2011 年）

单位：公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	1	61	37	69	8	17	22	250	254	719
NNE	0	0	0	0	37	11	185	196	682	592	731	2407	4841
NE	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	35	256	295
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	113	0	0	0	0	0	0	113
SW	0	0	0	0	15	1609	536	412	620	22	25	0	3239
WSW	0	0	0	2	45	1050	1791	412	775	2033	1758	2287	10153
W	0	0	0	5	46	190	721	359	662	105	43	28	2159
WNW	0	0	0	1	7	86	282	2019	86	449	463	365	3758
NW	0	0	0	2	73	161	102	20	88	176	307	385	1314
NNW	0	0	0	2	3	200	29	66	33	104	278	769	1484
合计	0	0	0	13	287	3457	3717	3492	2965	3503	3890	6751	28075

表 2.3-13 厂址 80km 半径范围内各子区蔬菜单产（2011 年）

单位：公斤/公顷

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	0	0	0	40000	40000	25706	95883	70313	42171	59324	49964	85351
NNE	0	0	0	40000	40000	29159	76316	77881	48209	32351	72253	82527
NE	0	0	0	0	0	0	84000	0	29000	0	46257	46211
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	69328	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	27430	93492	102521	64090	88500	59834	105168	0
WSW	0	0	0	27129	27117	91927	93999	64090	84000	89320	73600	73353
W	0	0	0	27206	52217	37727	75123	181841	163645	69857	53148	66511
WNW	0	0	0	40000	54354	108515	146101	150092	24140	120412	59581	45000
NW	0	0	0	40000	38956	38851	52373	56250	70557	42318	22094	43416
NNW	0	0	0	40000	40000	39815	61207	49612	54205	54740	62518	63661

表 2.3-14 厂址半径 15km 范围内涉及的各乡镇农业生产情况（2012 年）

单位：公顷、吨

农业情况 / 乡镇名称	农作物总播种面积	一 粮食作物合计		1 谷物		2 豆类合计		3 薯类（折粮）		二 油料作物		三 蔬菜（含菜用瓜）	
		播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量	播种面积	产量
海滨满族乡	2209	1756	10481	1741	10443	15	38	0	0	301	753	152	8938
刘台子满族乡	1952	1746	10554	1681	10074	17	45	48	435	136	255	70	1912
东辛庄满族镇	4144	3408	21837	3130	20219	60	118	218	1500	632	1020	104	5653
沙后所镇	4709	2596	18489	2493	18315	57	126	46	48	2074	5044	39	1087
望海满族乡	4481	2430	17636	1898	14960	148	370	384	2306	1687	3795	364	13662
大寨满族乡	4978	4023	34981	2707	26618	335	1005	981	7358	836	2615	119	15793
小庄子镇	5566	3743	27046	1198	7434	464	820	2081	18792	86	472	1737	167424

表 2.3-15（1/2） 厂址半径 5km 范围涉及的行政村土地利用明细表（2011 年）

单位：亩

土地分类		刘台子乡		海滨乡				
		盐锅村	潘山村	苏屯村	大刘屯	双堆子村	方安村	台里村
1 耕地		5224.1	4257	3386.2	3459.2	4298.5	4562.6	3791
1.1	水田	533.9	14.4	64.7	35.4	67.1	9.3	54.5
1.2	水浇地	0	0	0	0		0	3.3
1.3	旱地	4690.2	4242.6	3321.5	3423.8	4231.4	4553.3	3733.2
2 园地（即果园）		52.2	144.2	0	0	0	0	7.7
3 林地		312	336.4	53.4	224.1	74.6	155.5	515.4
3.1	有林地	312	330.8	53.4	214.5	71.3	121.1	489.3
3.2	灌木林地	0	0	0	0	0	0	0
3.3	其他林地	0	5.6	0	9.6	3.3	34.4	26.1
4 草地		285.3	264.9	616.4	271.5	960.9	699.2	1338.9
5 城镇村及工矿用地		1213.7	1132	2893.6	610.4	1620.8	2335.5	1452.9
5.1	城市	0	0	0	0	0	0	0
5.2	建制镇	0	0	0	0	71.4	1126.5	98.1
5.3	村庄	1029.5	1058	818	566.7	957	1078.2	1036.1
5.4	采矿用地	0	40.8	1890.2	0	505.2	93.6	263.9
5.5	风景名胜及特殊用地	184.2	33.2	185.4	43.7	87.2	37.2	54.8

表 2.3-15（2/2） 厂址半径 5km 范围涉及的行政村土地利用明细表（2011 年）

单位：亩

土地分类		刘台子乡		海滨乡				
		盐锅村	潘山村	苏屯村	大刘屯	双堆子村	方安村	台里村
6 交通运输用地		148.7	325.1	255.9	97.5	375.5	309.8	612.3
6.1	铁路用地	0	0	0	0	0	0	0
6.2	公路用地	0	108.5	0	0	139.8	65.1	308.4
6.3	农村道路	148.7	180	255.9	97.5	235.7	244.7	267
6.4	机场用地	0	0	0	0	0	0	0
6.5	港口码头用地	0	36.6	0	0	0	0	36.9
6.6	管道运输用地	0	0	0	0	0	0	0
7 水域及水利设施用地		1332.4	628	2737	512.2	2405.3	794.9	1925.8
7.1	河流水面	457.5	7.2	667.5	0	626.7	0	485.1
7.2	湖泊水面	0	0	0	0	0	0	0
7.3	水库水面	0	0	0	0	0	0	0
7.4	坑塘水面	797.7	224.1	1952.6	477.5	1650.8	161	553.7
7.5	沿海滩涂	0	0	0	0	0	633.9	842.7
7.6	内陆滩涂	0	0	0	0	0	0	0
7.7	沟渠	59.9	74.7	116.9	34.7	127.8	0	44.3
7.8	水工建筑用地	17.3	0	0	0	0	0	0
7.9	冰川及永久积雪	0	0	0	0	0	0	0
8 其他土地		2	21.8	33.4	3.5	5.3	7.5	40.8
8.1	设施农用地	1.1	17.4	32.3	0	0	3.3	36.8
8.2	田坎	0.9	4.4	1.1	3.5	5.3	4.2	2.9
8.3	盐碱地	0	0	0	0	0	0	0
8.4	沼泽地	0	0	0	0	0	0	0
8.5	沙地	0	0	0	0	0	0	0
8.6	裸地	0	0	0	0	0	0	1.1
土地合计		8570.4	7109.4	9975.9	5178.4	9740.9	8865	9684.8

表 2.3-16 评价区家畜、家禽的饲养方式、饲料品种及销售等情况

家畜、家禽品种	主要饲养方式	饲料品种	饲料消耗量公斤/(头 d)	饲料来源	动物屠宰后的贮存期	销售情况外销百分比
猪	圈养	预混料和配合料	2.8	市场购买的玉米和豆粕，配合饲料	当日销售	22%销往葫芦岛市外
肉牛	圈养、放养	精饲料+青贮+干草	8.2	市场购买的玉米和豆粕，配合饲料	当日销售	葫芦岛市内
羊	圈养、放养	预混料、配合料	1.6	市场购买的玉米和豆粕，配合饲料	当日销售	葫芦岛市内
家禽	圈养	预混料、配合料	0.12	市场购买的玉米和豆粕，配合饲料	当日销售	60%销往葫芦岛市外
奶牛	圈养	精饲料+青贮+干草	8.0	市场购买的玉米和豆粕，配合饲料	当日销售	葫芦岛市内

表 2.3-17 厂址半径 80km 范围内各市县畜牧业生产情况（2011 年）

单位：头、只、吨

畜牧业	出栏（头、只）				存栏（头、只）					肉、蛋、奶产量产量					
	猪	牛	羊	家禽	猪	牛	奶牛	羊	家禽	猪肉	牛肉	羊肉	家禽肉	蛋产量	牛奶
兴城市	742915	11970	215164	823	481358	21068	3624	189991	367	60484	—	—	—	21486	12392
绥中县	1313548	65316	376530	3152	689313	48403	917	274519	962	104773	9840	5547	68004	42030	2476
建昌县	515173	42915	92827	650	216791	37496	565	102762	—	28895	7233	1823	6122	—	1203
连山区	400489	22646	279340	1381	142061	20102	2361	117781	—	34043	3399	—	27628	102896	25312
龙港区	7363	67	1143	20	7572	599	445	1602	—	614	10	16	500	2800	1274
南票区	151283	3840	37916	694	13229	664	1336	6850	—	2954					
山海关区	33300	1600	4900	85	11400	1000	0	6000	26	2446	256	64	1175	1396	1530
抚宁县	68814	3807	61364	104	119500	2643	0	46700	287	9708	422	618	3940	4000	3202
锦州经济技术开发区	20510	593	3710	42	16310	649	202	6218	53	1659	83	47	710	5313	1206
朝阳县	54598	5352	18464	34	46239	5020	0	16510	29	—	—	—	—	—	0
合计	3307993	158106	1091358	6985	1743773	137644	9450	768933	1724	—	—	—	—	179921	48595

表 2.3-18 厂址 80km 半径范围内各子区猪的出栏数（2011 年）

单位：头

距离（km） 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	8504	34755	80399	20894	49860	19218	29600	109515	352745
NNE	767	0	0	0	4233	16877	76278	88302	16466	54367	79955	100739	437984
NE	0	823	2695	424	0	0	23	209	435	0	4235	8725	17569
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	17300	0	0	0	0	0	0	17300
SW	0	0	0	0	7536	146300	61302	43766	46899	1061	4345	0	311209
WSW	0	509	0	561	8859	88460	236603	43766	124419	181267	126640	152800	963884
W	0	171	200	613	28976	35449	60583	58012	105967	10642	15232	13848	329693
WNW	0	0	0	1784	4678	46949	45045	87684	17188	39538	34376	34376	311618
NW	0	0	251	2252	34256	11139	27090	5416	6334	30938	51564	85940	255180
NNW	0	383	0	1797	4778	40779	30927	39865	25420	58855	32648	75359	310811
合计	767	1886	3146	7431	101820	438008	618250	387914	392988	395886	378595	581302	3307993

表 2.3-19 厂址 80km 半径范围内各子区牛的出栏数（2011 年）

单位：头

距离（km） 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	524	145	127	169	972	939	3512	6262	12650
NNE	6	0	0	0	57	32	450	215	443	1577	3797	7117	13694
NE	0	6	19	3	0	0	0	0	0	0	359	229	616
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	475	0	0	0	0	0	0	475
SW	0	0	0	0	52	1868	553	96	735	115	285	0	3704
WSW	0	22	0	4	61	1358	5237	96	1002	13690	10768	4243	36481
W	0	7	17	4	790	8182	10307	600	2727	190	189	175	23188
WNW	0	0	0	56	131	1105	1527	8782	2375	3030	4751	4751	26508
NW	0	0	22	55	239	96	98	109	22	4276	7126	11877	23920
NNW	0	33	0	34	77	489	396	478	427	3346	3711	7879	16870
合计	6	68	58	156	1931	13750	18695	10545	8703	27163	34498	42533	158106

表 2.3-20 厂址 80km 半径范围内各子区羊的出栏数（2011 年）

单位：只

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	1050	1800	14693	3605	18897	15549	47020	56043	158657
NNE	0	0	0	0	578	174	2898	26128	3097	33565	52852	43021	162313
NE	0	0	0	0	0	0	0	4	43	0	1350	1320	2717
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	2415	0	0	0	0	0	0	2415
SW	0	0	0	0	2008	8935	2981	3263	24172	841	145	0	42345
WSW	0	0	0	149	2361	10800	20323	3263	38343	72028	48456	51600	247323
W	0	0	42	163	3609	5655	17299	19712	32595	9022	9016	4024	101137
WNW	0	0	0	455	561	5298	10402	27940	5946	21746	11891	11891	96130
NW	0	0	53	456	4255	5920	10058	7837	41165	10702	17837	29728	128011
NNW	0	81	0	327	654	15523	8099	18737	10736	40734	34966	20453	150310
合计	0	81	95	1550	15076	56520	86753	110489	174994	204187	223533	218080	1091358

表 2.3-21 厂址 80km 半径范围内各子区家禽的出栏数（2011 年）

单位：只

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	97123	112618	370800	193200	984200	473820	841100	3038920	6111781
NNE	10469	0	0	0	36662	113000	289800	743160	685405	1540962	2740700	4931700	11091858
NE	0	11248	36819	5799	0	0	9000	140	1429	0	118000	174500	356935
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	180000	0	0	0	0	0	0	180000
SW	0	0	0	0	109486	754300	262570	1205100	381200	24520	104180	0	2841356
WSW	0	22756	0	8151	128706	464117	2435640	1205100	5811200	8483480	4408020	3715285	26682455
W	0	7643	7447	8911	322912	1619840	1372500	980000	5715500	119500	1486960	849640	12490853
WNW	0	0	0	27262	51613	545540	450800	662000	144721	424721	289443	289443	2885543
NW	0	0	9327	29943	450141	351161	545378	153419	13200	260499	434164	723607	2970839
NNW	0	14213	0	22324	39433	905562	427731	336200	347310	662814	954721	529443	4239751
合计	10469	55860	53593	102390	1236076	5046138	6164219	5478319	14084165	11990316	11377288	14252538	69851371

表 2.3-22 厂址 80km 半径范围内各子区奶牛的存栏数（2011 年）

单位：头

距离(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	343	24	36	77	516	1	0	1431	2428
NNE	0	0	0	0	0	0	96	1005	178	300	126	1229	2934
NE	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	104	66	180
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	92	37	0	15	1	0	0	145
WSW	0	0	0	0	0	94	32	0	15	304	81	0	526
W	0	0	0	0	150	332	48	0	0	28	0	0	558
WNW	0	0	0	0	25	583	0	20	37	37	75	75	852
NW	0	0	0	0	245	144	22	5	7	67	112	187	789
NNW	0	0	0	0	27	346	10	0	390	54	136	75	1038
合计	0	0	0	0	790	1615	281	1117	1158	792	634	3063	9450

表 2.3-23 厂址半径 15km 范围内涉及的各乡镇畜牧业生产情况（2012 年）

单位：头、万只（家禽）、吨

畜牧业 乡镇名称	当年出栏数				期末存栏数					肉蛋奶产量					
	猪	牛	羊	家禽	猪	牛	奶牛	羊	家禽	猪肉	牛肉	牛奶	羊肉	家禽肉	蛋产量
海滨满族乡	32083	1038	4311	42.5577	21377	1490	372	5191	15.436	2268	—	1426	—	—	455
刘台子满族乡	18839	131	5020	27.3716	13153	257	0	4921	8.3317	1582	17	0	75	547	507
东辛庄镇	70163	1959	8415	77.4200	42824	3406	583	8700	33.13	5970	—	727	—	—	950
沙后所镇	56958	161	1089	21.1800	38540	290	32	3053	18.34	4841.43	24	128	16	423.919	1423
望海满族乡	37205	436	16624	121.9600	21471	1674	709	8774	24.15	3162.43	65	2836	249	2439.407	6143
大寨满族乡	68622	1235	6350	67.7300	41261	1760	50	12850	46.33	5835	184	200	95	1360	923
小庄子镇	139322	2100	16266	88.4000	65087	1454	16	18800	32.27	11300	310	48	240	1840	142383

表 2.3-24 厂址 16 个方位距反应堆最近的居民点、农田、菜园、奶牛厂、海产品养殖场情况一览表

项目	居民点			农田			菜园			奶牛场			海产品养殖场		
	距离(km)	村屯	人数	距离(km)	村屯	面积(亩)	距离(km)	村屯	面积(亩)	距离(km)	所在地	头数	距离(km)	所在地	面积(亩)
N	1.1	李宝沟	130	0.6	李宝沟	6	1.1	李宝沟	0.5	7.9	海滨村	286	3.7	苏屯	100
NNE	0.7	小南海	134	0.6	小南海	1	0.7	小南海	0.3	53.1	锦东村	154	3.0	海滨乡	2000
NE	1.25	凉水泉	289	0.6	小南海	3	1.3	凉水泉	0.2	—	—	—	4.4	刘台子乡	900
ENE	—	—	—	0.6	小南海	1	1.9	葛条秧子	0.2	—	—	—	9.4	海滨乡	948
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.2	海滨乡	448
ESE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	海滨乡	534
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	海滨乡	534
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6	海滨乡	536
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	海滨乡	536
SSW	12.7	大渔场	2340	10.2	山东	4	10.2	山东	2	—	—	—	1.3	刘台子乡	1310
SW	7.5	阎家	1411	1.6	方安堡	1	6.5	新立屯	1	—	—	—	2.2	刘台子乡	1310
WSW	1.7	方安堡	1432	0.8	方安堡	5	1.6	方安堡	2.5	—	—	—	—	—	—
W	1.1	徐大堡	74	0.8	徐大堡	3	1.1	徐大堡	1	—	—	—	—	—	—
WNW	3.3	帐棚沟	317	0.8	徐大堡	6	3.3	帐棚沟	0.2	12.3	胡坟村	583	—	—	—
NW	2.2	双堆子	397	0.8	徐大堡	7	2.2	双堆子	1	—	—	—	—	—	—
NNW	1.5	大坨子	605	0.8	徐大堡	7	1.5	大坨子	1.2	—	—	—	—	—	—

表 2.3-25 厂址半径 80km 范围自然保护区

保护区名称	所在位置	方位	距离（km）	面积	级别	批准时间
六股河入海口滨海湿地自然保护区	兴城市刘台子镇山东村与绥中县小庄子乡大渔场村之间，渤海辽东湾西岸，地理坐标介于东经 120°27′57″～120°30′43″、北纬 40°16′～40°17′30″	SSW	7.7	1011 公顷	市级	葫政[2006]95 号，2006 年
虹螺山自然保护区	位于连山区，行政区划在虹螺岘镇、张相公乡、钢屯镇、石灰窑乡、沙河营乡、老官堡乡境内，西部是女儿河，地理坐标 N40°50′00″～ 40°58′00″， E120°39′00″～120°52′30″	N	53.9	保护区东西长 16.0km，南北宽 12.0km。规划总面积 10008 公顷。	省级	辽政[2005]357 号，2005 年
白狼山自然保护区	建昌县境内，地处我国燕山山脉最东侧的余脉之一松岭山系之中，地理坐标东经 119°52′30″～120°04′04″，北纬 40°46′28″～41°05′53″。	NW	63.0	保护区呈东北至西南走向的狭长条状，长约 37km，平均宽度为 7km 左右。总面积 17440 公顷。	国家级	国办发【2011】16 号，2011 年

表 2.3-26 厂址半径 15km 范围内文物古迹一览表

序号	文物名称	方位	距离(km)	地理位置(经纬度）	类别	年代	保护范围	级别	批准时间
1	大窑坑遗址	wsw	8.6	兴城市刘台子乡，北纬：40° 19′ 16.3″；东经：120° 27 ′30.9″	古遗址	青铜时代	以遗址中心为起点，东西各外延 100 米，南北各外延 50 米	市级	2011 年
2	狐仙洞遗址	SW	9.0	兴城市刘台子乡山西村	古遗址	新石器	以保护标志碑为起点，东西南北各外延 120 米	市级	1990 年
3	赵坟地遗址	WNW	10.8	兴城市东辛庄镇，北纬：40° 23′ 20.3″；东经：120° 25′ 58.8″	古遗址	辽金	以遗址中心为起点，东西各外延 150 米，南北各外延 25 米	市级	2011 年

表 2.3-27 厂址沿岸市、县渔业生产情况（2008 年）

地区	海水产品总量（吨）	海水鱼类（吨）	捕捞场所	作业方式
葫芦岛市	165430	44774	渤海、黄海	围网、刺网、张网
葫芦岛市龙港区	18770	3805		
葫芦岛市连山区	110	30		
葫芦岛市兴城市	66550	17649		
葫芦岛市绥中县	80000	23290		

表 2.3-28 厂址所在海域沿岸市、县渔获量

单位：吨

年份	种类	葫芦岛市				总计
		龙港区	连山区	兴城市	绥中县	
2006	鱼类	5160	50	18550	31618	55378
	甲壳类	7467	0	41653	34110	83230
	软体类	0	0	1480	2600	4080
	藻类	0	0	0	0	0
2007	鱼类	8929	1511	19250	26915	56605
	甲壳类	5380	5	34420	48085	87890
	软体类	0	4	3125	730	3859
	藻类	0	0	0	0	0
2008	鱼类	3805	30	17649	23290	44774
	甲壳类	4965	5	32405	48725	86110
	软体类	660	5	2542	2010	5217
	藻类	0	0	0	0	0

表 2.3-29 厂址半径 20km 范围内海域沿岸乡、镇渔业生产情况

单位：吨

年份	种类	兴城市				绥中县	
		刘台子乡	海滨乡	沙后所镇	曹庄镇	小庄子镇	塔山屯镇
2006	鱼类	1020	1200	2330	5100	700	3750
	甲壳类	4090	6410	3698	6830	1020	6500
	软体类	630	0	500	350	0	0
	藻类	0	0	0	0	0	0
2007	鱼类	1540	2769	2050	4780	1340	4570
	甲壳类	3700	4730	3540	6620	1650	8900
	软体类	465	610	500	200	0	0
	藻类	0	0	0	0	0	0
2008	鱼类	1650	2769	2200	4780	1760	3510
	甲壳类	4025	4730	3400	6650	900	9470
	软体类	330	602	500	210	0	0
	藻类	0	0	0	0	0	0

表 2.3-30(1/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
1	马宝库养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	6000	—	8.2	52
2	赵子强养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	30000	—	41	258
3	曹旭东养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3700	—	5.1	32
4	田艳养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	2000	—	2.7	17
5	张中顶养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3600	—	4.9	31
6	王东养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
7	周玉斌养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	15000	—	21	129
8	张映友养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	1000	—	1.4	8.6
9	贲立成养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26
10	何素平养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	6000	—	8.2	52
11	陈建江养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	7500	—	10.3	64
12	马艳平养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3400	—	4.7	29
13	李永胜养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3600	—	4.9	31
14	张成养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	2200	—	3.0	19
15	张治国养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
16	杨闯养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	1500	—	2.1	13
17	王一养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	7000	—	9.6	60
18	胡国义养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
19	张润军养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	10000	—	14	86
20	王安国养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	1000	—	1.4	8.6
21	高新生养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
22	陈刚养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	12000	—	16	103
23	邱丰斌养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26

*：工厂化养殖面积单位为 m^2，其他养殖方式面积单位为亩，下同。 **：育苗产量单位为亿头，其他单位为吨，下同。

表 2.3-30(2/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
24	李建华养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	2000	—	2.7	17
25	钱艳忠养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26
26	史玉忠养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26
27	徐玉生养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
28	倪金亭养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
29	张波养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
30	李春才养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
31	吴俊宏养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
32	孙兴友养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	20	—	0.25	2.8
33	纪万良养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
34	王新养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
35	张春波养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	2000	—	24.6	283
36	王文选养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	10351	—	127	1463
37	许庆敏养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
38	于富光养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
39	付为新养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
40	毕宏会养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
41	刘兴勇养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
42	秦芝伟养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
43	刘涛养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
44	高洪波养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
45	王居艳养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
46	刘昆养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
47	高景顺养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5

表 2.3-30(3/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
48	王玉伟养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
49	孙占科养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
50	马文生养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
51	孙建堂养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
52	孙华东养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
53	董之祥养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
54	艾云飞养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
55	李维权养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	100	—	1.23	14
56	王刚养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
57	王亮养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
58	李维成养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
59	陈贵福养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
60	肖印才养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
61	刘建安养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
62	杨金洁养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
63	孙胜合养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
64	孙玉武养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
65	贾洪成养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
66	马勇贵养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
67	周国军养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	42	—	0.52	6.0
68	李春海养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	448	—	5.51	63
69	汤斌养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	448	—	5.51	63
70	王连军养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	444	—	5.46	63
71	郁宏志养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	434	—	5.33	61

表 2.3-30(4/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
72	刘志修养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	448	—	5.51	63
73	宋为岩养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	536	147	191	200
74	王中民养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	534	146	190	199
75	王兴刚养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	508	139	181	190
76	王学军养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	513	141	182	192
77	赵庭涛养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	948	260	337	354
78	张秀峰养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	391	94	164	173
79	孙明涛养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	518	124	218	229
80	唐冠忠养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	1536	368	645	679
81	吴春华养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	1310	314	550	579
82	赵志强养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	1647	394	692	728
83	王升文养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	1774	425	745	785
84	白刚养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	66	16	28	29
85	张成顺养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	5.8	1.4	2.4	2.6
86	付凤玉养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	899	215	378	398
87	汪树军养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	897	215	377	397
88	陈祥全养殖场	刘台子乡	贻贝	筏式养殖	500	—	195	629
89	李志养殖场	刘台子乡	贻贝	筏式养殖	1000	—	390	1258
90	王雷养殖场	刘台子乡	贻贝	筏式养殖	500	—	195	629
91	李铁养殖场	刘台子乡	贻贝	筏式养殖	1000	—	390	1258
92	杜飞龙养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	500	1.21	12.1	23
93	赵志强养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	127	0.31	3.07	5.84
94	陈宝贵养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	66	0.16	1.60	3.03
95	唐冠中养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	900	2.18	22	41

表 2.3-30(5/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
96	李家宝养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	134	0.32	3.24	6.16
97	王俊秋养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	40	0.10	0.97	1.84
98	闫启营养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	150	0.36	3.63	6.89
99	王义学养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	150	0.36	3.63	6.89
100	王德生养殖场	刘台子乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	70	94	159
101	李宝忠养殖场	刘台子乡	大菱鲆	工厂化养殖	1700	40	53	90
102	张老五养殖场	刘台子乡	大菱鲆	工厂化养殖	1700	40	53	90
103	吕庆军养殖场	刘台子乡	海参育苗	工厂化养殖	2500	0.064	21	—
104	王洪涛养殖场	刘台子乡	海参育苗	工厂化养殖	4000	0.10	34	—
105	杜飞龙养殖场	刘台子乡	海参育苗	工厂化养殖	6000	0.15	51	—
106	李仁才养殖场	刘台子乡	海参育苗	工厂化养殖	5000	0.13	43	—
107	王玉秋养殖场	刘台子乡	扇贝育苗	工厂化养殖	1000	—	—	—
108	李渤海养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	22600	28	28	226
109	王文斌养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	1500	2	2	15
110	侯福俊养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	7200	9	9	72
111	刘宝君养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	3136	4	4	31
112	李　建养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	5000	6	6	50
113	肖必宏养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	2000	2	2	20
114	常　新养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	32000	40	40	319
115	何　江养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	1800	2	2	18
116	王　峰养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	4000	5	5	40
117	赵宝田养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	7000	9	9	70
118	张任养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	2000	2	2	20
119	丁亚多养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	2000	2	2	20

表 2.3-30(6/6) 厂址半径 15km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
120	商学中养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	5000	6	6	50
121	张凤之养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	4000	5	5	40
122	刘家军养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	5000	6	6	50
123	耿月光养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	3000	4	4	30
124	丁宝英养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	6000	7	7	60
125	刘守军养殖场	沙后所镇	大菱鲆	工厂化养殖	7000	9	9	70
126	邵忠宾养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	505	116	141	180
127	祖恩林养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	506	116	141	181
128	张玉成养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	500	114	140	178
129	苗大宇养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	3162	724	884	1129
130	王忠成养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	55	13	15	20
131	孙庆阳养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	501	115	140	179
132	李渤海养殖场	沙后所镇	杂色蛤	滩涂养殖	919	210	257	328
133	刘信养殖场	沙后所镇	海参	池塘养殖	5	—	—	—
134	程文才养殖场	沙后所镇	海参	池塘养殖	15	—	—	—
135	曹东坡养殖场	沙后所镇	海参	池塘养殖	5	—	—	—
136	陈树纯养殖场	小庄子镇	文蛤	底播养殖	500	71	—	—
137	陈日金养殖场	小庄子镇	文蛤	底播养殖	1000	143	—	—
138	郝君臣养殖场	小庄子镇	文蛤	底播养殖	1000	143	—	—
139	陈日金养殖场	小庄子镇	文蛤	底播养殖	1000	143	—	—

表 2.3-31（1/2） 厂址半径 5km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
1	马艳平养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3400	—	4.7	29
2	李永胜养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3600	—	4.9	31
3	张成养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	2200	—	3.0	19
4	张治国养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
5	王安国养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	1000	—	1.4	8.6
6	高新生养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	4000	—	5.5	34
7	李建华养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	2000	—	2.7	17
8	钱艳忠养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26
9	史玉忠养殖场	海滨乡	大菱鲆	工厂化养殖	3000	—	4.1	26
10	孙兴友养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	20	—	0.25	2.8
11	纪万良养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
12	孙华东养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
13	董之祥养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
14	艾云飞养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	60	—	0.74	8.5
15	李维权养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	100	—	1.23	14
16	王刚养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
17	王亮养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
18	李维成养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
19	陈贵福养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
20	肖印才养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
21	刘建安养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
22	杨金洁养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2

*：工厂化养殖面积单位为 m^2，其他养殖方式面积单位为亩。**：育苗产量单位为亿头，其他单位为吨。

表 2.3-31（2/2） 厂址半径 5km 范围养殖厂情况

序号	养殖场名称	所在地	养殖品种	养殖方式	养殖规模 (亩、m^2) *	产量(吨、亿头)**		
						2006 年	2007 年	2008 年
23	孙胜合养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
24	孙玉武养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	30	—	0.37	4.2
25	贾洪成养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
26	马勇贵养殖场	海滨乡	海参	池塘养殖	40	—	0.49	5.7
27	汤斌养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	448	—	5.51	63
28	王连军养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	444	—	5.46	63
29	郁宏志养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	434	—	5.33	61
30	刘志修养殖场	海滨乡	海参	围海养殖	448	—	5.51	63
31	赵庭涛养殖场	海滨乡	杂色蛤	滩涂养殖	948	260	337	354
32	汪树军养殖场	刘台子乡	杂色蛤	滩涂养殖	897	215	377	397
33	李铁养殖场	刘台子乡	贻贝	筏式养殖	1000	—	390	1258
34	王义学养殖场	刘台子乡	海参	池塘养殖	150	0.36	3.63	6.89
35	张老五养殖场	刘台子乡	大菱鲆	工厂化养殖	1700	40	53	90
36	李仁才养殖场	刘台子乡	海参育苗	工厂化养殖	5000	0.13	43	—

表 2.4-1 厂址半径 15km 范围规模以上企业情况（2012 年）

序号	企业名称	企业地址	方位	距离（km）	主要产品	从业人员	年产值（万元）
1	国电兴城风力发电有限公司	兴城市海滨乡	SW	2.5	风力发电	14	5625
2	葫芦岛九股河食品有限公司	望海乡曲河村	NW	8.5	禽兽肉类加工	277	20000
3	兴城市兴辉乙炔厂	东辛庄南二台子村	W	12	熔体乙炔	982	5791
4	兴城市鑫渤海渔村水产品加工厂	沙后所镇西关村	N	14.2	水产品冷冻加工	85	23010
5	辽宁塞北建筑安装有限责任公司	沙后所镇沙后所社区	N	14.2	房屋工程施工	1012	30595
6	葫芦岛德容（集团）制衣有限公司	沙后所镇	N	15.0	泳装	310	5719
7	葫芦岛安福瑞服装有限公司	沙后所镇	N	15.0	泳装	100	3200
合计						1798	88149

表 2.4-2 危险品生产、贮存企业情况调查

序号	企业名称	所在地	方位	距离(km)	贮存使用危险品名称	年使用量和贮存量	单次最大运输量	最大贮存量	运输路线
1	葫芦岛长山寺塔加油站	海滨乡	NNE	1.6	柴油	300T	50T	30T	滨海公路、102国道
					汽油	200T	50T	15T	
2	兴城市刘台子加油站	刘台子前刘村	WSW	5.2	汽油	200T	40T	15T	
3	兴城市海滨通源加油站	海滨乡	NNE	6.9	柴油	300T	50T	61T	
					汽油	200T	50T	53T	
4	葫芦岛九股河食品有限公司	望海曲河村	NW	8.6	液氨	6.4T	20T	6.4T	102国道
5	兴城市海滨加油站	海滨乡小王屯村	N	8.7	柴油	300T	50T	35T	
					汽油	200T	50T	35T	
6	兴城市意合乙炔厂	东辛庄	W	9.3	电石	700T	30T	10T	
					乙炔	840T	1.4T	3T	
7	兴城市宝峰加油站	沙后所后王村	N	13.2	柴油	300T	50T	60T	沙上线
					汽油	200T	50T	60T	
8	辽河油田加油站	东辛庄南二台子村	W	13.6	柴油	300T	50T	60T	102国道
					汽油	200T	50T	25T	
9	中葫兴城经营部烟台河加油站	沙后所镇南门外村	N	14.0	汽油、柴油		＜50T	180m^3	
10	中葫兴城经营部沙后所加油站	沙后所镇	N	14.5	汽油、柴油		＜50T	150m^3	
11	兴城市亚兴加油站	沙后所石屯	NNE	14.8	柴油	300T	50T	60T	
					汽油	200T	50T	80T	

表 2.4-3（1/2） 厂址 15km 范围内主要公路情况

序号	所在地	编码	路线名称	起点地名	讫点地名	技术等级	路面	路线里程(km)	最近距离(km)
1	贯穿评价区	省道	滨海公路	——	——	二级	沥青混凝土	——	1.6
2		G102	102 国道	——	——	二级		——	8.0
3		G025	京哈高速	——	——	高速		——	10.5
4		XE05	沙上线	沙后所	大寨乡上道屯	二级		——	12.5
5	海滨满族乡	YE45	关王线	东辛庄镇东关站	王屯	三级	水泥路	22.3	0.4
6		YE44	海东线	镇乡界	东辛庄	三级		14.1	4.8
7		CX05	海双线	方安	双堆子	四级		4.7	1.9
8		CX06	海港线	南港	北港	四级		4.7	3.0
9		CELQ	董双线	董屯	双堆子村	四级		7.3	3.2
10		CEKN	海苏线	镇乡界	苏屯村	四级		3.3	3.8
11		CEKL	曲廖线	镇乡界	廖河	四级		1.7	5.2
12		CELP	海李线	海滨	小王屯	四级		3.7	8.2
13		CX04	史李线	史树林	李金	四级		2.5	8.2
14	刘台子满族乡	YE46	刘龙线	刘台子	龙泉寺	三级		13	5.4
15		YE4Q	东蛇线	东辛庄	蚂蚁屯	三级		7.9	9.5
16		CEKN	海苏线	刘台子	镇乡界	四级		3.5	4.5
17		CEM4	刘陈线	刘台子	镇乡界	四级		3.3	5.2
18		CEMQ	李阎线	李维村	阎家村	四级		3.0	7.0
19		CXN7	新刘线	新立屯	刘台子	四级		4.5	7.0
20		CXNO	风闫线	风鸣	闫家	四级		2.0	7.0
21		CXNP	刘风线	蚂蚁小学	龙泉庙	四级		5.0	8.2
22		CEMO	李韩线	李维屯	镇乡界	四级		1.5	8.5
23		CXNQ	山东线	山西	山东	四级		2.5	9.5
24		CE24	娘山县	蛇山	山西	四级		7.6	10
25	东辛庄镇	YE43	东二线	东辛庄	二台子	三级		2.5	10.0
26		CXMC	张山线	张虎村	山坡子	四级		2.9	7.0
27		CEM4	刘陈线	镇乡界	京哈线	四级		5.8	7.2
28		CEMO	李韩线	镇乡界	韩屯	四级		1.7	8.9
29		CEMA	京东线	京哈线	东辛庄村	四级		7.7	10.0
30		CELV	三付线	三里桥	付家沟	四级		2.5	11.2

表 2.4-3（2/2） 厂址 15km 范围内主要公路情况

序号	所在地	编码	路线名称	起点地名	讫点地名	技术等级	路面	路线里程(km)	最近距离(km)
31	东辛庄镇	CEM9	王京线	王家村	京哈线	四级	水泥路	6.8	11.2
32		CELX	周孙线	后孙家岭	西地村	四级		3.3	11.5
33		CELU	罗西线	西关站村	胡家坟	四级		2.8	11.7
34		CEM1	吴井线	吴家	井河村	四级		2.4	12.0
35		CXMB	京后线	京哈线	后孙家岭	四级		1.5	13.0
36	沙后所镇	YE4V	前王线	前王	后王	三级		2.4	14.0
37		YE40	石闻线	石屯	闻家	三级		9.7	14.6
38		CXKL	南焦线	南门外村	焦家村	四级		3.0	10.5
39		CXKM	海尚线	海边	尚屯	四级		4.0	10.5
40		CXKK	后南线	后王村	南门外村	四级		9.1	12.0
41		CXKN	宋前线	宋屯	前王村	四级		7.7	12.0
42		CXKU	沙尚线	沙后所	尚屯	四级		1.9	12.3
43		CXKO	后西线	后王村	西关村	四级		2.4	13.5
44		CXKQ	城西线	城内村	西关	四级		1.5	14.5
45		CXKP	石城线	石闻线	城内小学	四级		1.1	15.0
46		CXKX	石海线	石屯入点	海边	四级		2.5	15.0
47	望海满族乡	YE47	望金线	望海	镇乡界	四级		8.6	8.9
48		YE4P	南牛线	镇乡界	牛营村	四级		7.0	12.5
49		CEKL	曲廖线	曲河	镇乡界	四级		1.8	8.5
50		CEKP	柳朱线	新白村	曲河村	四级		10.6	9.5
51		CEKO	望柳线	望海村	柳家	四级		7.1	9.8
52		CEZL	黑余线	黑庄	余粮	四级		2.3	13.0
53		CEZM	范赵线	范罗	赵家屯	四级		4.5	13.0
54		CXMF	于前线	于家村	前台子屯	四级		1.4	15.0
55	大寨满族乡	YE4R	台马线	镇乡界	马圈村	四级		19.6	14.0
56	小庄子镇	YE61	绥二线	镇乡界	二河口	四级		16.7	12.0
57		YE62	小天线	小庄子	镇乡界	四级		3.9	13.0
58		CER4	小海线	小李庄	孤家子	四级		12.7	12.0
59		CXSK	宝盐线	宝昌	盐郭	四级		5.7	12.5

表 2.4-4 厂址附近公路危险品运输情况

运输路线	公路编号	距厂址最近距离（km）	运输方式	危险品名称	一次最大运输量(吨)
滨海公路	省道	1.6	汽运槽罐车	汽油、柴油	50
102国道	G102	8.0	汽运槽罐车	汽油、柴油、液氨、烟花爆竹	50
沙上线	XE05	12.5	汽运槽罐车	汽油、柴油	50

表 2.4-5 厂址半径 80km 范围内铁路情况

线路名称	方位	距厂址最近距离	经过地点名称
沈山线铁路	NW	7.0km	沈阳-山海关
秦沈快速铁路	NW	12.0km	秦皇岛-沈阳
魏塔线	N	42km	连山区、兴城市、建昌县

表 2.4-6 厂址半径 15km 范围内铁路情况

线路名称	方位	距厂址最近距离	经过地点名称
沈山线铁路	NW	7.0km	沈阳-山海关
秦沈快速铁路	NW	12.0km	秦皇岛-沈阳

表 2.6-1a 3 月份各站各层潮流类型判别数 $(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$

项目 \ 站位号		D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13
$(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$	表层	0.22	0.20	0.17	0.21	0.21	0.24	0.21	0.27	0.27	0.30	0.20	0.21	0.21
	0.2H	0.21	0.20	0.16	0.25	0.25	0.27	0.28	0.25	0.24	0.24	0.21	0.23	0.24
	0.4H	0.22	0.22	0.12	0.21	0.21	0.27	0.26	0.28	0.26	0.28	0.24	0.23	0.23
	0.6H	0.21	0.21	0.15	0.21	0.21	0.26	0.33	0.24	0.29	0.28	0.24	0.22	0.22
	0.8H	0.22	0.20	0.12	0.27	0.27	0.25	0.29	0.22	0.29	0.31	0.23	0.22	0.22
	底层	0.21	0.22	0.14	0.24	0.24	0.25	0.28	0.24	0.30	0.30	0.28	0.22	0.22
	垂线平均	0.22	0.21	0.14	0.23	0.23	0.26	0.28	0.25	0.27	0.28	0.23	0.22	0.23

表 2.6-1b 8 月份各站各层潮流类型判别数 $(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$

项目 \ 站位号		D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13
$(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$	表层	0.15	0.20	0.19	0.09	0.25	0.15	0.24	0.19	0.22	0.24	0.17	0.19	0.26
	0.2H	0.17	0.19	0.16	0.11	0.20	0.19	0.23	0.22	0.28	0.25	0.24	0.21	0.25
	0.4H	0.19	0.17	0.12	0.10	0.21	0.27	0.23	0.25	0.28	0.27	0.28	0.23	0.20
	0.6H	0.27	0.25	0.22	0.13	0.20	0.25	0.22	0.24	0.24	0.23	0.29	0.22	0.22
	0.8H	0.29	0.25	0.18	0.11	0.14	0.24	0.19	0.25	0.26	0.25	0.26	0.24	0.24
	底层	0.31	0.26	0.18	0.11	0.17	0.24	0.21	0.27	0.22	0.19	0.27	0.24	0.23
	垂线平均	0.23	0.22	0.17	0.11	0.19	0.23	0.22	0.24	0.26	0.24	0.26	0.22	0.23

表 2.6-2a 3 月份各站各层 M2 分潮流的 K 值表

站位号	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
D01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.04	0.01
D02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04
D03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.01
D04	-0.01	0.02	0.02	0.00	0.03	0.01	0.02
D05	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01
D06	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.01	0.00	0.01
D07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01
D08	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.05	0.04
D09	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D10	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
D11	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.00
D12	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
D13	0.01	-0.01	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00

表 2.6-2b 8 月份各站各层 M2 分潮流的 K 值表

站位号	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
D01	-0.08	-0.05	-0.02	0.00	0.06	0.06	0.00
D02	-0.08	-0.04	-0.02	0.01	0.08	0.10	0.01
D03	0.01	0.02	0.03	0.07	0.07	0.06	0.05
D04	0.11	0.10	0.11	0.13	0.14	0.13	0.12
D05	0.03	0.11	0.15	0.19	0.17	0.12	0.15
D06	0.01	0.04	0.09	0.13	0.22	0.20	0.12
D07	-0.03	-0.01	0.05	0.05	0.08	0.09	0.04
D08	-0.07	-0.06	0.01	0.10	0.14	0.15	0.05
D09	-0.04	0.00	0.07	0.12	0.15	0.12	0.08
D10	0.00	0.00	0.04	0.07	0.09	0.11	0.05
D11	0.07	-0.04	-0.08	-0.07	-0.06	-0.11	-0.06
D12	0.00	0.04	0.13	0.13	0.14	0.16	0.11
D13	0.02	0.03	0.11	0.16	0.20	0.20	0.12

表 2.6-3a 3 月份各站实测垂线平均涨、落潮流最大流速（cm/s）、流向（°）

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
D01	38	24	51	216	33	24	32	225	36	22	35	217
D02	36	60	40	237	28	64	33	237	29	59	29	235
D03	36	91	42	265	27	79	34	258	28	93	26	249
D04	54	59	56	279	43	64	50	276	31	60	37	282
D05	29	31	33	204	29	26	35	218	27	30	24	205
D06	60	30	56	196	47	31	56	195	39	28	40	200
D07	78	71	71	236	61	62	61	258	51	67	51	249
D08	61	35	62	216	49	35	56	218	39	34	43	218
D09	56	38	71	228	55	33	57	230	39	31	46	209
D10	53	29	68	210	52	33	54	229	36	31	43	209
D11	61	31	73	199	48	30	54	205	43	29	52	199
D12	62	38	59	219	62	43	51	233	43	46	43	220
D13	66	42	64	222	67	37	56	237	47	43	46	230

表 2.6-3b 8 月份各站实测垂线平均涨、落潮流最大流速（cm/s）、流向（°）

站号	大潮期				中潮期				小潮期			
	涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
D01	29	54	31	231	35	38	28	226	21	50	27	238
D02	29	60	34	229	27	55	29	239	23	60	25	240
D03	37	76	39	256	26	72	30	258	39	71	27	255
D04	40	32	47	220	42	36	48	219	30	25	36	217
D05	44	5	43	194	35	15	37	187	32	10	33	196
D06	43	36	48	212	40	43	42	211	30	39	39	215
D07	67	38	56	212	59	34	47	232	40	40	44	222
D08	50	35	60	220	45	38	49	218	38	38	42	218
D09	51	38	59	216	54	38	69	220	39	23	41	225
D10	61	14	76	198	55	13	74	196	49	18	61	198
D11	71	61	70	247	55	50	62	226	52	59	58	239
D12	56	33	61	221	55	33	54	211	47	27	51	224
D13	71	45	71	221	69	26	67	217	54	27	64	227

表 2.6-4a 3 月份各站各层大、中、小潮期平均涨落潮流历时（单位:hour）

站位		表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
D01	涨潮	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	落潮	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
D02	涨潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
	落潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
D03	涨潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
	落潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
D04	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
D05	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
D06	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
D07	涨潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
	落潮	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
D08	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.5
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.7	6.8
D09	涨潮	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	落潮	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
D10	涨潮	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	落潮	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
D11	涨潮	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	落潮	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
D12	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
D13	涨潮	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
	落潮	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5

表 2.6-4b 8 月份各站各层大、中、小潮期平均涨落潮流历时（单位:hour）

站位		表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
D01	涨潮	6.2	6.0	6.0	6.2	6.0	6.0
	落潮	6.3	6.5	6.5	6.3	6.5	6.5
D02	涨潮	6.5	6.5	6.3	6.2	6.2	5.7
	落潮	6.0	6.0	6.2	6.3	6.3	6.8
D03	涨潮	7.2	7.2	6.8	6.5	6.8	6.7
	落潮	5.3	5.3	5.7	6.0	5.7	5.8
D04	涨潮	6.7	6.8	6.7	6.5	6.5	6.5
	落潮	5.8	5.7	5.8	6.0	6.0	6.0
D05	涨潮	6.5	6.2	5.8	6.2	6.3	6.3
	落潮	6.0	6.3	6.5	6.3	6.0	6.2
D06	涨潮	6.5	6.0	6.0	6.2	6.2	6.0
	落潮	6.0	6.5	6.5	6.3	6.3	6.5
D07	涨潮	6.3	6.2	6.2	6.0	6.2	6.2
	落潮	6.2	6.3	6.3	6.5	6.3	6.3
D08	涨潮	6.2	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0
	落潮	6.3	6.7	6.5	6.5	6.5	6.5
D09	涨潮	5.8	5.7	5.8	6.2	6.0	6.0
	落潮	6.7	6.8	6.7	6.3	6.5	6.5
D10	涨潮	5.5	5.5	5.7	5.5	5.3	5.7
	落潮	7.0	7.0	6.8	7.0	7.2	6.8
D11	涨潮	6.2	5.2	5.7	5.7	6.0	5.8
	落潮	6.3	7.3	6.8	6.8	6.5	6.7
D12	涨潮	5.7	5.8	5.8	5.7	6.0	5.5
	落潮	6.8	6.7	6.7	6.8	6.5	7.0
D13	涨潮	5.8	5.7	5.7	5.8	5.7	5.7
	落潮	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	6.8

表 2.6-5 葫芦岛站多年盐度月均值（‰）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
多年	31.2	31.1	31.6	30.6	30.7	30.7	30.0	28.1	27.9	29.0	29.3	29.4	30.0

表 2.6-6a 3 月份各站含沙量($10^{-3}kg/m^3$)变化统计表

站位号	大潮			中潮			小潮		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
D01	71.7	16.0	55.7	42.0	19.3	22.8	32.0	13.3	18.8
D02	77.3	15.3	62.0	36.8	15.0	21.8	35.8	1.0	34.8
D03	93.3	22.8	70.5	40.3	17.0	23.3	99.7	15.8	83.9
D04	100.0	17.5	82.5	52.5	15.0	37.5	69.3	10.8	58.5
D05	68.0	11.0	57.0	50.8	10.5	40.3	90.3	20.3	70.0
D06	36.0	6.0	30.0	44.5	12.8	31.8	59.5	19.3	40.3
D07	65.6	19.5	46.1	34.0	13.8	20.3	57.0	18.0	39.0
D08	51.3	11.3	40.0	44.5	8.8	35.8	43.8	5.8	37.9
D09	70.3	11.8	58.6	36.0	9.8	26.3	60.5	6.9	53.6
D10	39.5	17.0	22.5	52.0	12.0	40.0	40.0	1.8	38.3
D11	46.5	12.0	34.5	36.0	13.8	22.3	60.0	2.9	57.1
D12	38.5	7.8	30.8	43.0	6.0	37.0	70.0	2.8	67.3
D13	37.0	7.5	29.5	39.5	7.8	31.8	47.3	0.7	46.5

表 2.6-6b 8 月份各站含沙量 ($10^{-3}kg/m^3$)变化统计表

站位号	大潮			中潮			小潮		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
D01	30.2	2.3	28.0	23.3	1.0	22.3	50.0	0.3	49.8
D02	17.5	0.8	16.8	20.8	2.8	18.0	21.8	0.3	21.5
D03	38.0	0.5	37.5	27.5	4.5	23.0	33.0	1.0	32.0
D04	20.7	1.3	19.4	27.8	2.0	25.8	19.8	1.0	18.8
D05	27.0	2.0	25.0	26.0	1.5	24.5	16.0	0.3	15.8
D06	16.7	0.5	16.2	30.2	1.0	29.2	28.0	2.5	25.5
D07	19.5	3.8	15.8	32.0	0.3	31.7	31.8	1.8	30.0
D08	21.3	1.5	19.8	39.0	2.8	36.3	26.3	1.3	25.0
D09	26.5	3.5	23.0	28.3	1.3	27.0	20.0	0.3	19.8
D10	22.5	1.3	21.3	23.2	1.5	21.7	24.3	2.3	22.0
D11	30.0	2.3	27.8	33.8	0.8	33.0	29.5	1.8	27.8
D12	28.0	1.0	27.0	25.8	5.0	20.8	31.5	0.3	31.3
D13	32.5	0.5	32.0	24.8	2.0	22.8	23.5	0.3	23.3

表 2.6-7 含水岩组分布情况一览表

含水岩组		面积（km^2）	比例（%）
第四系松散岩类孔隙水	全新统冲洪积层（Q_4^{al+pl}）孔隙水	2.2	68.2
	全新统海积层（Q_4^{m}）孔隙水	14.8	
	全新统坡残积层（Q_4^{dl+el}）孔隙水	19.6	
基岩裂隙水		15.2	28.3
地表水		1.9	3.5
调查区总面积		53.7	100

表 2.6-8 厂址年最大增水值和年最大减水值的分布

		增水(m)			减水(m)		
重现期	频率	P—III	概率 70%的	耿贝尔	P—III	概率 70%的	耿贝尔
（年）	P %	分布	置信区间	分布	分布	置信区间	分布
10000	0.01	2.72	±0.79		-3.36	±0.57	
1000	0.1	2.20	±0.51	1.78	-2.89	±0.38	-2.91
500	0.2	2.04	±0.43	1.67	-2.75	±0.33	-2.74
200	0.5	1.83	±0.33	1.54	-2.55	±0.26	-2.52
100	1	1.67	±0.26	1.43	-2.40	±0.22	-2.36
50	2	1.52	±0.20	1.32	-2.24	±0.17	-2.19
33	3	1.42	±0.16	1.25	-2.15	±0.15	-2.08
20	5	1.30	±0.12	1.18	-2.02	±0.12	-1.97
10	10	1.14	±0.08	1.07	-1.84	±0.09	-1.80
5	20	0.97	±0.07	0.92	-1.65	±0.07	-1.56
2	50	0.75	±0.05	0.79	-1.34	±0.06	-1.35

表 2.6-9 辽宁徐大堡核电厂工程海域主要海平面数据

	上升值	单位
上升速率	0.11	cm / a
100 年上升值	12	cm
80 年上升值	10	cm
60 年上升值	7	cm
40 年上升值	5	cm
20 年上升值	2	cm

表 2.6-10 辽宁徐大堡核电厂址外海－15m 水深重现期波高 $H_{13\%}$和周期结果

方 向	波要素	重 现 期（年）		
		台风浪	100	50
E	$H_{13\%}$（m）	2.72	1.60	1.38
	$\overline{T}$（s）	5.70	4.56	4.18
ESE	$H_{13\%}$（m）	4.27	3.44	3.04
	$\overline{T}$（s）	7.16	7.07	6.62
SE	$H_{13\%}$（m）	5.44	4.16	3.68
	$\overline{T}$（s）	8.36	7.41	7.03
SSE	$H_{13\%}$（m）	4.75	4.02	3.55
	$\overline{T}$（s）	7.72	7.41	7.03
S	$H_{13\%}$（m）	2.90	2.24	1.76
	$\overline{T}$（s）	5.82	5.13	4.75

表 2.6-11 厂址不同历时不同重现期设计暴雨成果 单位：mm

P（%）	10 分钟	20 分钟	30 分钟	1 小时	6 小时	12 小时	24 小时
0.01	49.5	85.3	111.2	168.6	379.7	485.0	553.5
0.1	41.1	69.5	89.8	134.4	297.0	377.1	429.2
1	32.3	53.1	67.9	99.5	213.5	268.7	304.4
2	29.5	48.0	61.1	88.7	188.2	235.8	266.6
10	22.7	35.6	44.7	63.1	128.4	158.8	178.3
20	19.5	29.9	37.2	51.6	102.1	125.1	139.8

表 2.6-12 厂址短历时、特短历时可能最大点雨量估算成果表 单位：mm

项目	10 分钟	20 分钟	30 分钟	1 小时	6 小时	12 小时	24 小时
$P_D^{0.01\%}$	49.5	85.3	111.2	168.6	379.7	485.0	553.5
$\frac{P_D^{0.01\%}}{P_{24h}^{0.01\%}}$	0.0894	0.1541	0.2009	0.3046	0.6860	0.8762	1.0000
P_D^{PMP}	78.7	135.6	176.8	268.1	603.7	771.1	880.0

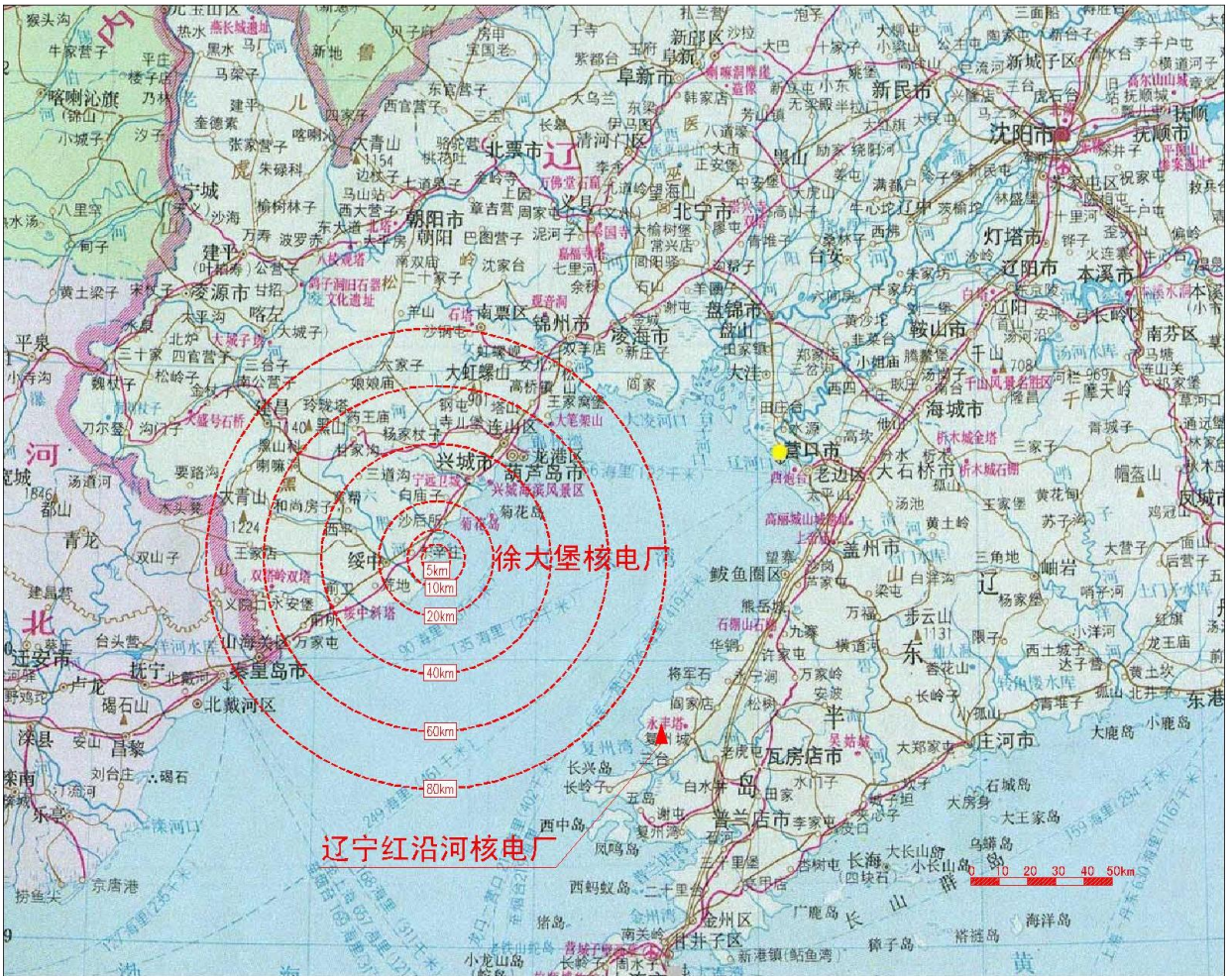
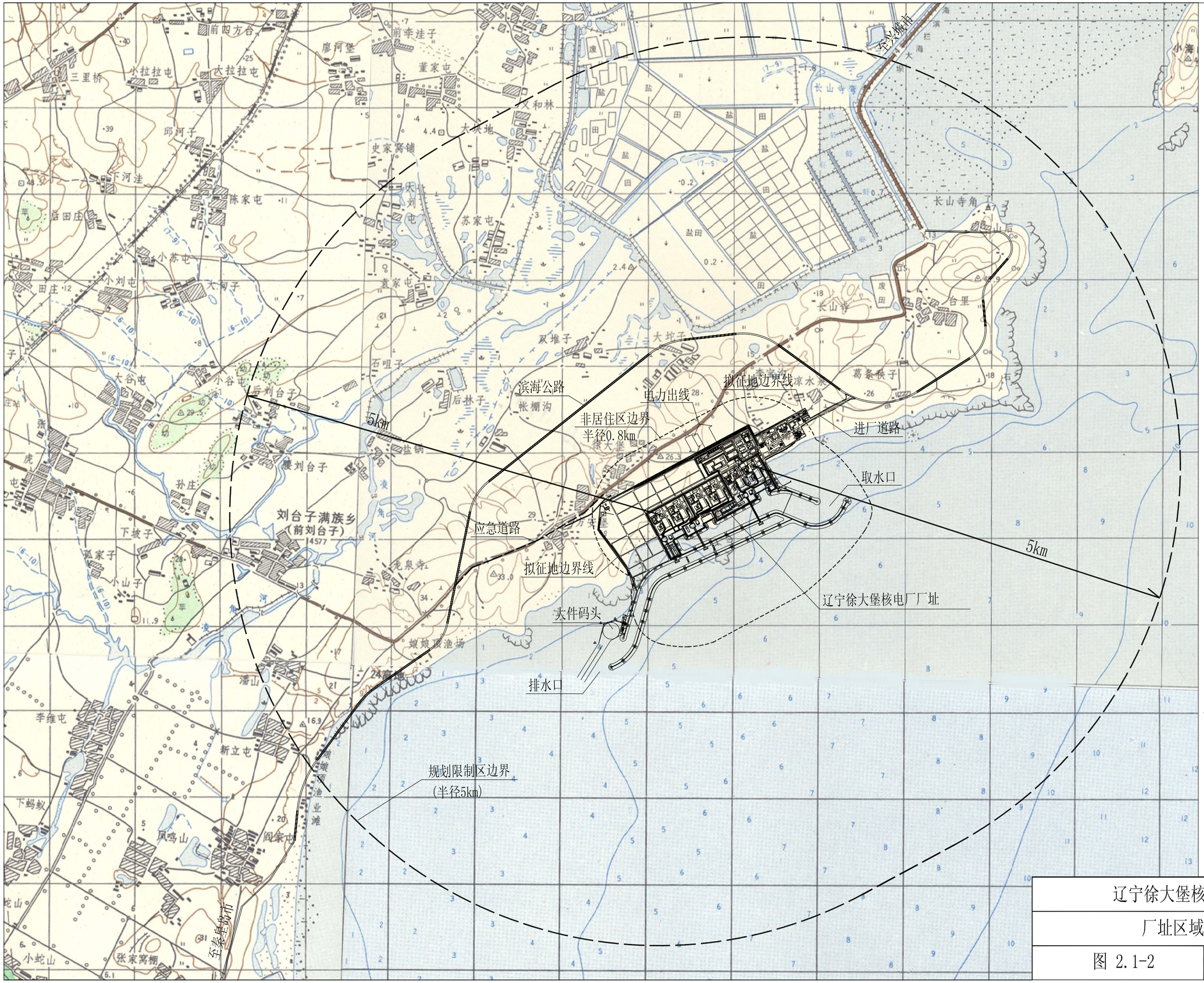


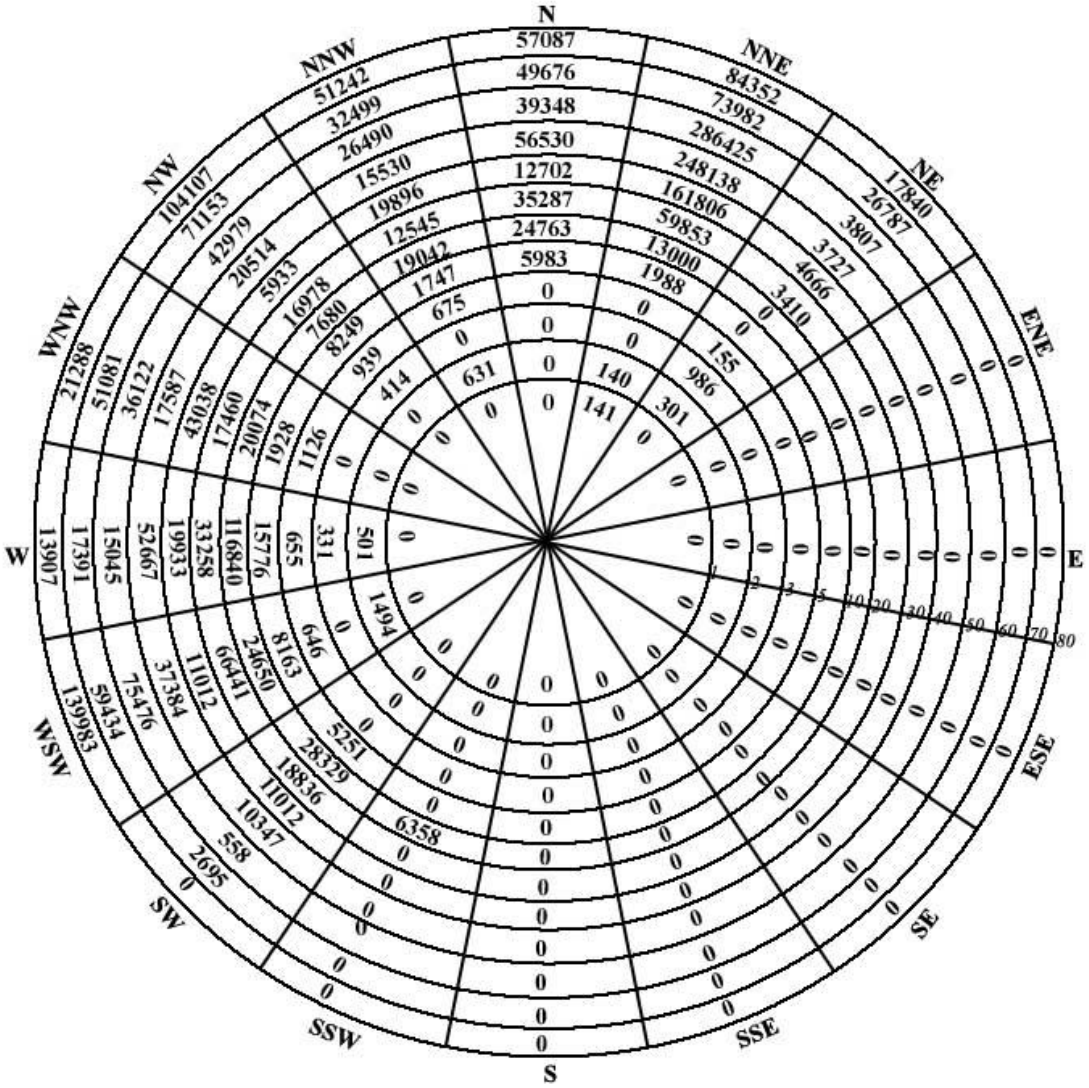
图 2.1-1 厂址地理位置图



说明：

1.图中非居住区范围和规划限制区范围按6台机组绘制。

辽宁徐大堡核电厂一期工程	
厂址区域位置图	
图 2.1-2	版次：A


N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
57087
49676
39348
56530
12702
35287
24763
5983
0
0
0

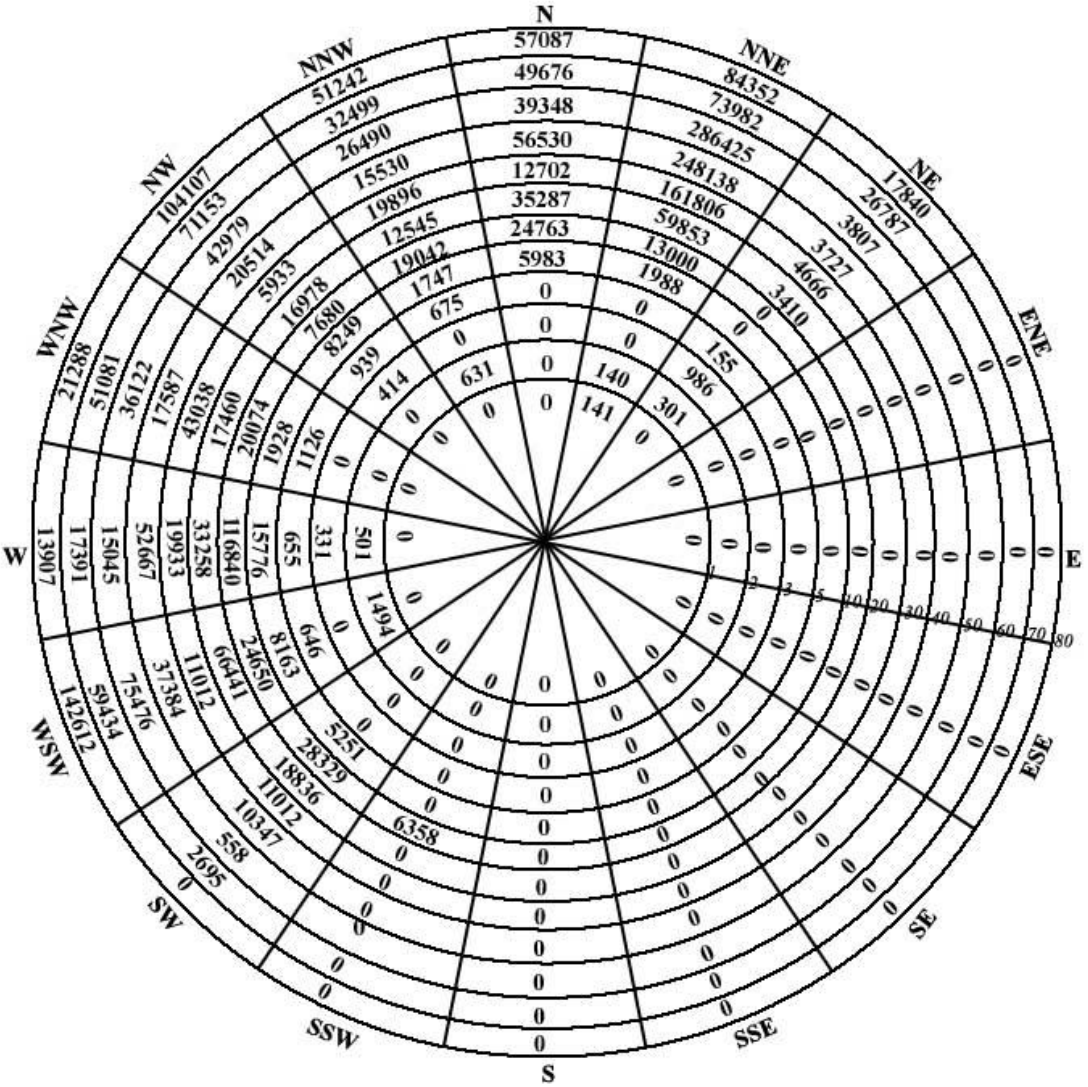


图 2.2-2 厂址半径 80km 范围内各子区 2029 年及以后年份预期人口分布图

图 2.3-1　厂址半径 50km 范围水库、河流分布示意图

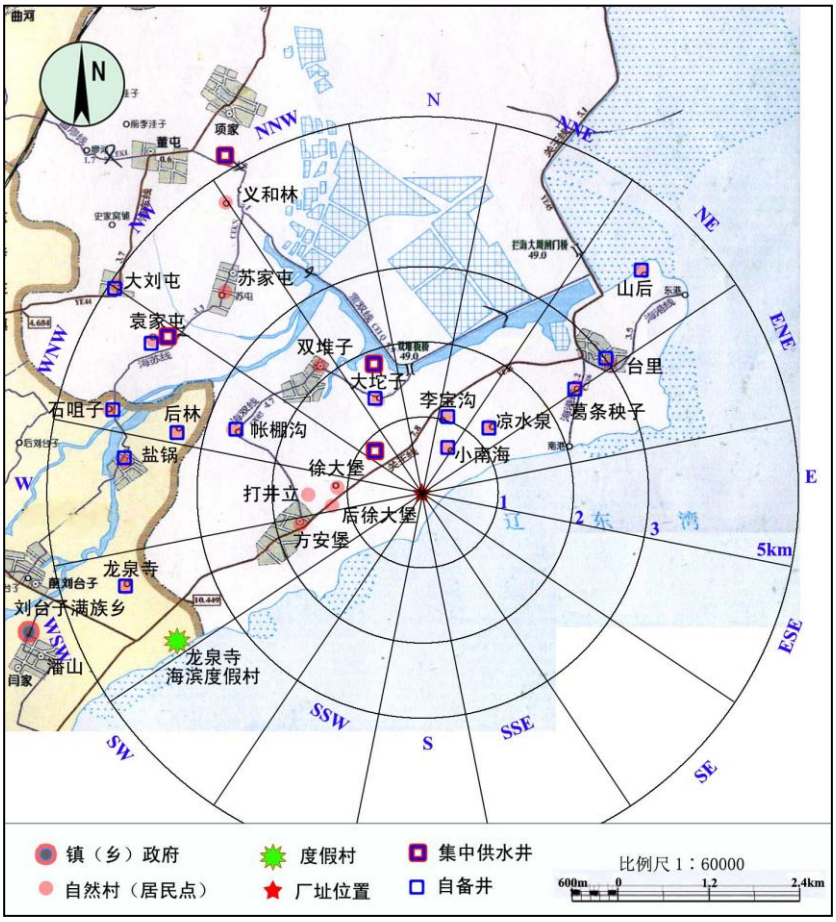


图 2.3-2 厂址半径 5km 范围内取水点分布示意图

图 2.3-3 六股河入海口滨海湿地自然保护区布局示意图

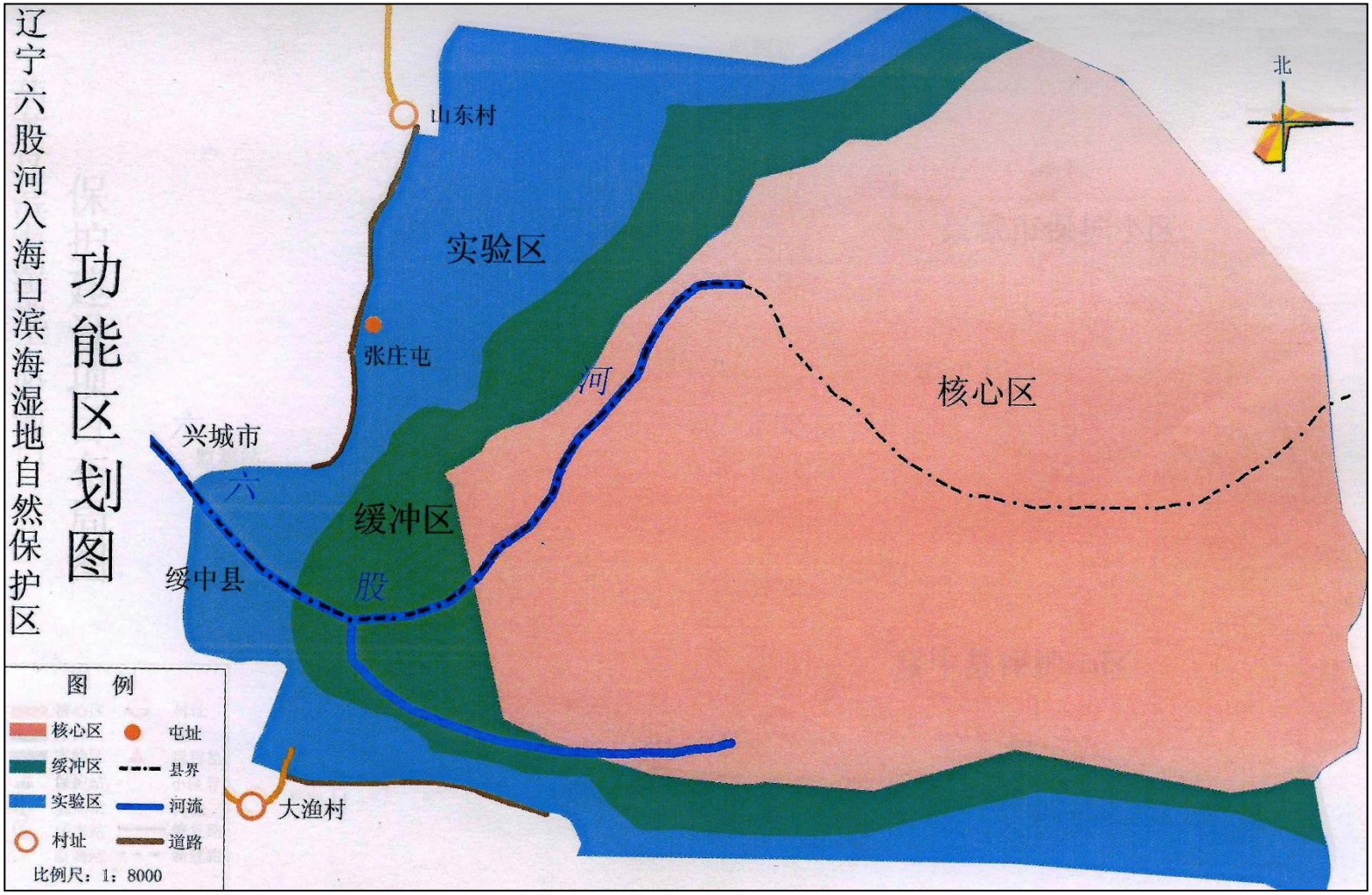


图 2.3-4 六股河入海口滨海湿地自然保护区功能区划

图 2.3-5 葫芦岛市近岸海域环境功能区划图

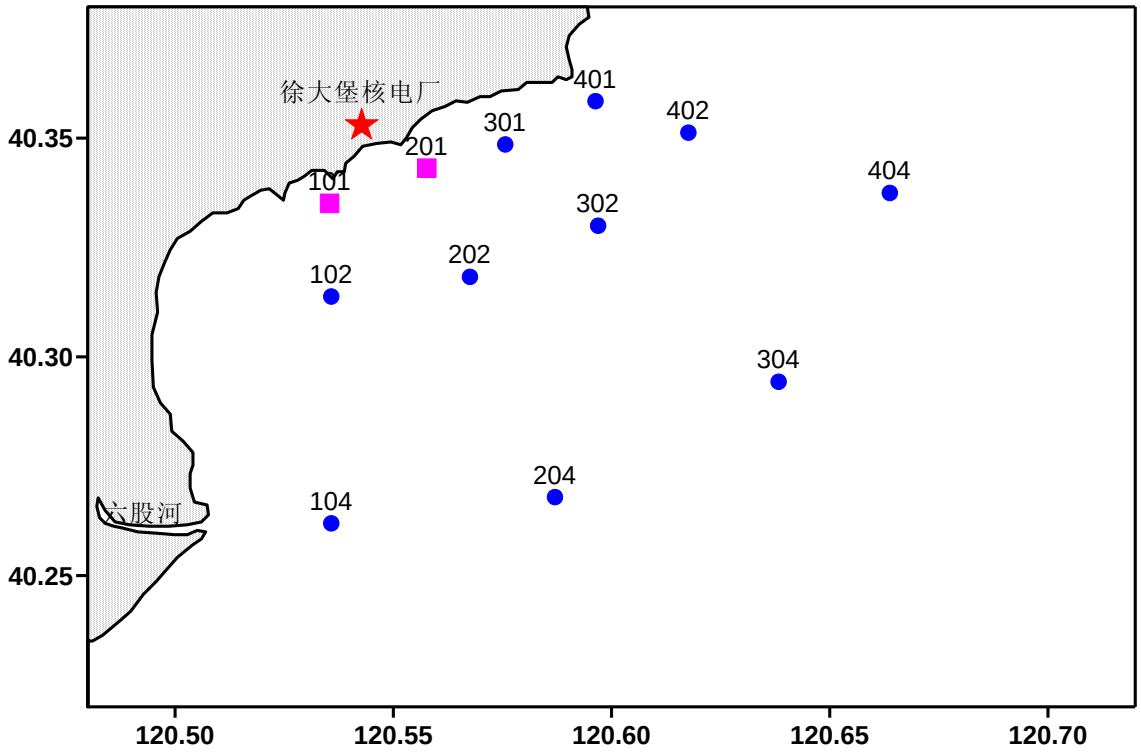


图 2.3-6 春季航次生物采样站位图（2009 年）

（●为大面站；■为大面站和周日连续观测站；101 站和 201 站分别为排水口和取水口位置，下同）

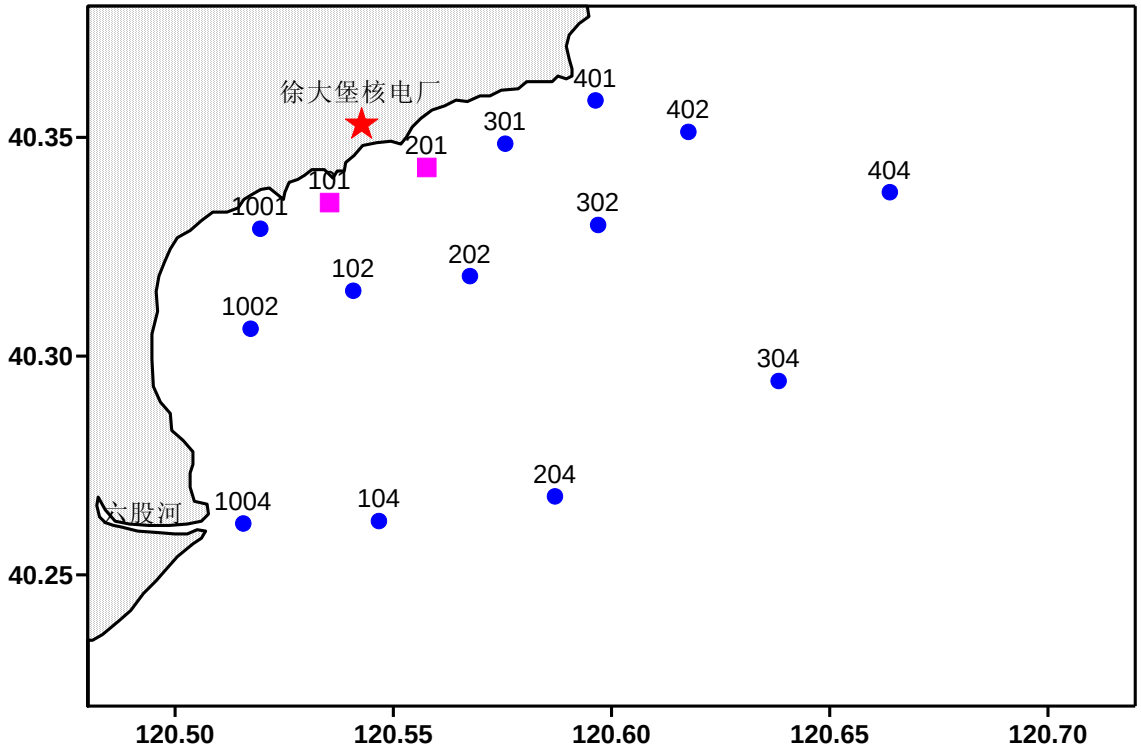


图 2.3-7 夏、秋、冬季各航次生物采样站位图（2009 年）

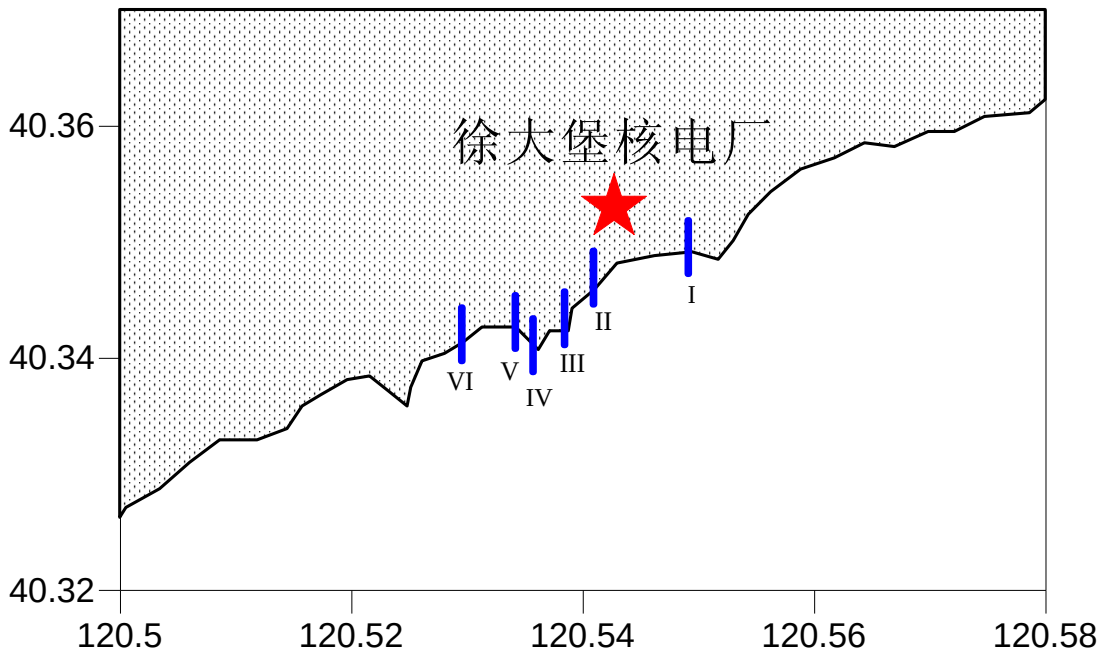


图 2.3-8 潮间带采样断面布设示意图（2009 年）

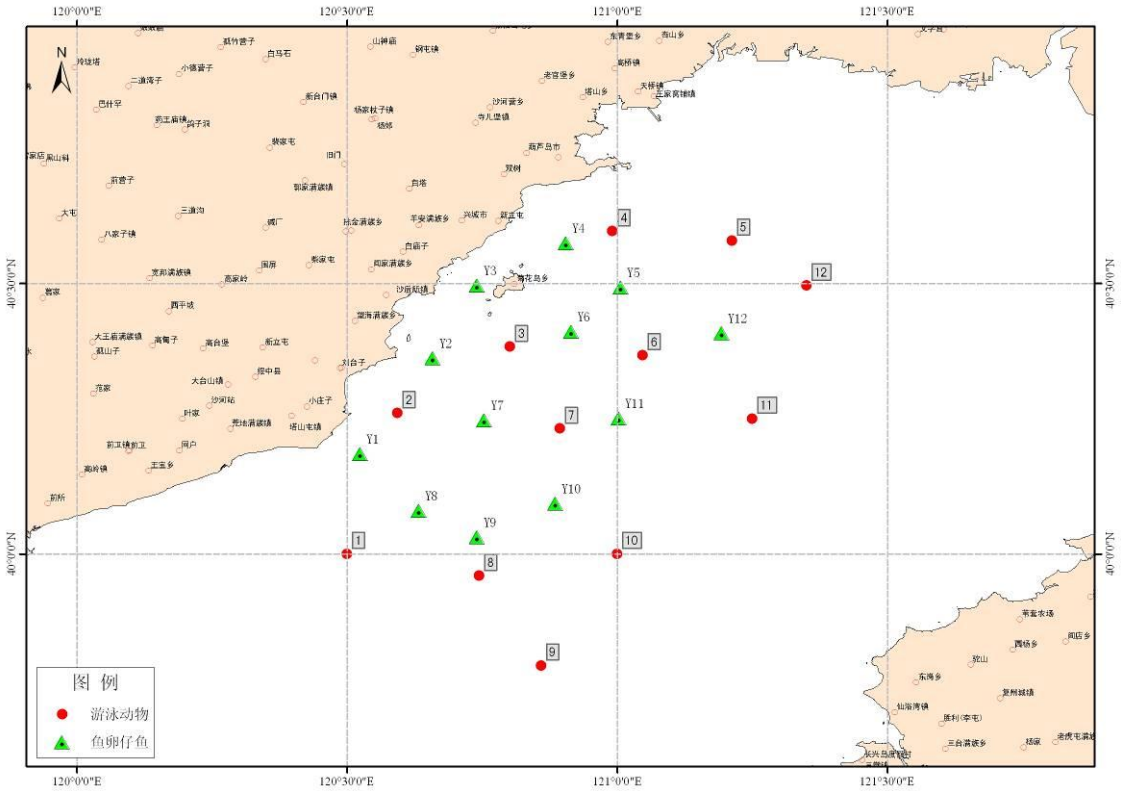
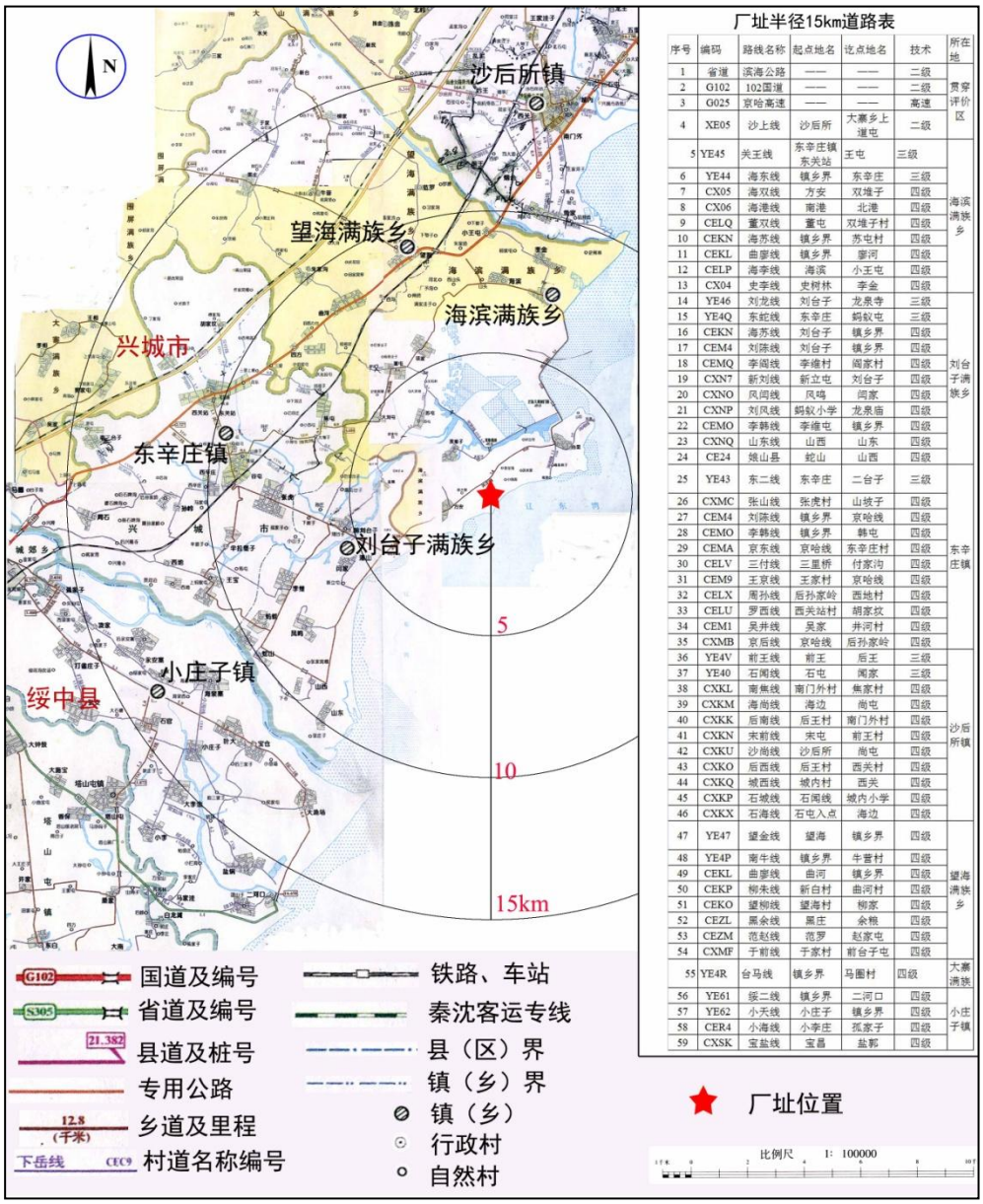


图 2.3-9 渔业资源调查站位图（2010 年）

（图中 1-12 为拖网站位，Y1-Y12 为鱼卵仔鱼调查站位）

图 2.4-1　厂址半径 15km 范围内规模以上工矿企业位置示意图

图 2.4-2 厂址半径 15km 范围内危险品生产、贮存企业位置图



厂址半径15km道路表

序号	编码	路线名称	起点地名	讫点地名	技术	所在地
1	省道	滨海公路	——	——	二级	贯穿评价区
2	G102	102国道	——	——	二级	
3	G025	京哈高速	——	——	高速	
4	XE05	沙上线	沙后所	大寨乡上道屯	二级	
5	YE45	关王线	东辛庄镇东关站	王屯	三级	海滨满族乡
6	YE44	海东线	镇乡界	东辛庄	三级	
7	CX05	海双线	方安	双堆子	四级	
8	CX06	海港线	南港	北港	四级	
9	CELQ	董双线	董屯	双堆子村	四级	
10	CEKN	海苏线	镇乡界	苏屯村	四级	
11	CEKL	曲廖线	镇乡界	廖河	四级	
12	CELP	海李线	海滨	小王屯	四级	
13	CX04	史李线	史树林	李金	四级	
14	YE46	刘龙线	刘台子	龙泉寺	三级	刘台子满族乡
15	YE4Q	东蛇线	东辛庄	蚂蚁屯	三级	
16	CEKN	海苏线	刘台子	镇乡界	四级	
17	CEM4	刘陈线	刘台子	镇乡界	四级	
18	CEMQ	李阎线	李维村	阎家村	四级	
19	CXN7	新刘线	新立屯	刘台子	四级	
20	CXNO	风闫线	风鸣	闫家	四级	
21	CXNP	刘风线	蚂蚁小学	龙泉庙	四级	
22	CEMO	李韩线	李维屯	镇乡界	四级	
23	CXNQ	山东线	山西	山东	四级	
24	CE24	绥山县	蛇山	山西	四级	
25	YE43	东二线	东辛庄	二台子	三级	东辛庄镇
26	CXMC	张山线	张虎村	山坡子	四级	
27	CEM4	刘陈线	镇乡界	京哈线	四级	
28	CEMO	李韩线	镇乡界	韩屯	四级	
29	CEMA	京东线	京哈线	东辛庄村	四级	
30	CELV	三付线	三里桥	付家沟	四级	
31	CEM9	王京线	王家村	京哈线	四级	
32	CELX	周孙线	后孙家岭	西地村	四级	
33	CELU	罗西线	西关站村	胡家坟	四级	
34	CEM1	吴井线	吴家	井河村	四级	
35	CXMB	京后线	京哈线	后孙家岭	四级	
36	YE4V	前王线	前王	后王	三级	沙后所镇
37	YE40	石闻线	石屯	闻家	三级	
38	CXKL	南焦线	南门外村	焦家村	四级	
39	CXKM	海尚线	海边	尚屯	四级	
40	CXKK	后南线	后王村	南门外村	四级	
41	CXKN	宋前线	宋屯	前王村	四级	
42	CXKU	沙尚线	沙后所	尚屯	四级	
43	CXKO	后西线	后王村	西关村	四级	
44	CXKQ	城西线	城内村	西关	四级	
45	CXKP	石城线	石闻线	城内小学	四级	
46	CXKX	石海线	石屯入点	海边	四级	
47	YE47	望金线	望海	镇乡界	四级	望海满族乡
48	YE4P	南牛线	镇乡界	牛营村	四级	
49	CEKL	曲廖线	曲河	镇乡界	四级	
50	CEKP	柳朱线	新白村	曲河村	四级	
51	CEKO	望柳线	望海村	柳家	四级	
52	CEZL	黑余线	黑庄	余粮	四级	
53	CEZM	范赵线	范罗	赵家屯	四级	
54	CXMF	于前线	于家村	前台子屯	四级	
55	YE4R	台马线	镇乡界	马圈村	四级	大寨满族
56	YE61	绥二线	镇乡界	二河口	四级	小庄子镇
57	YE62	小天线	小庄子	镇乡界	四级	
58	CER4	小海线	小李庄	孤家子	四级	
59	CXSK	宝盐线	宝昌	盐郭	四级	

图 2.4-3 厂址半径 15km 范围交通示意图

图 2.4-4　铁秦原油管道走向示意图

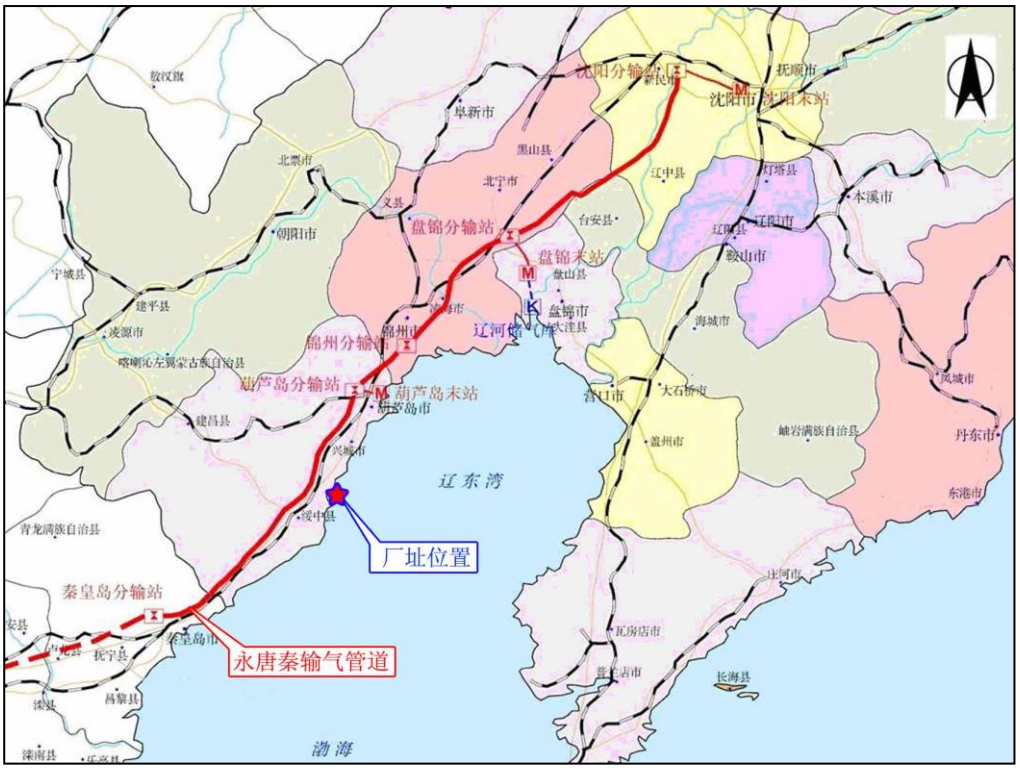


图 2.4-5 秦沈天然气管道走向示意图

图 2.4-6 锦－郑成品油管道走向示意图

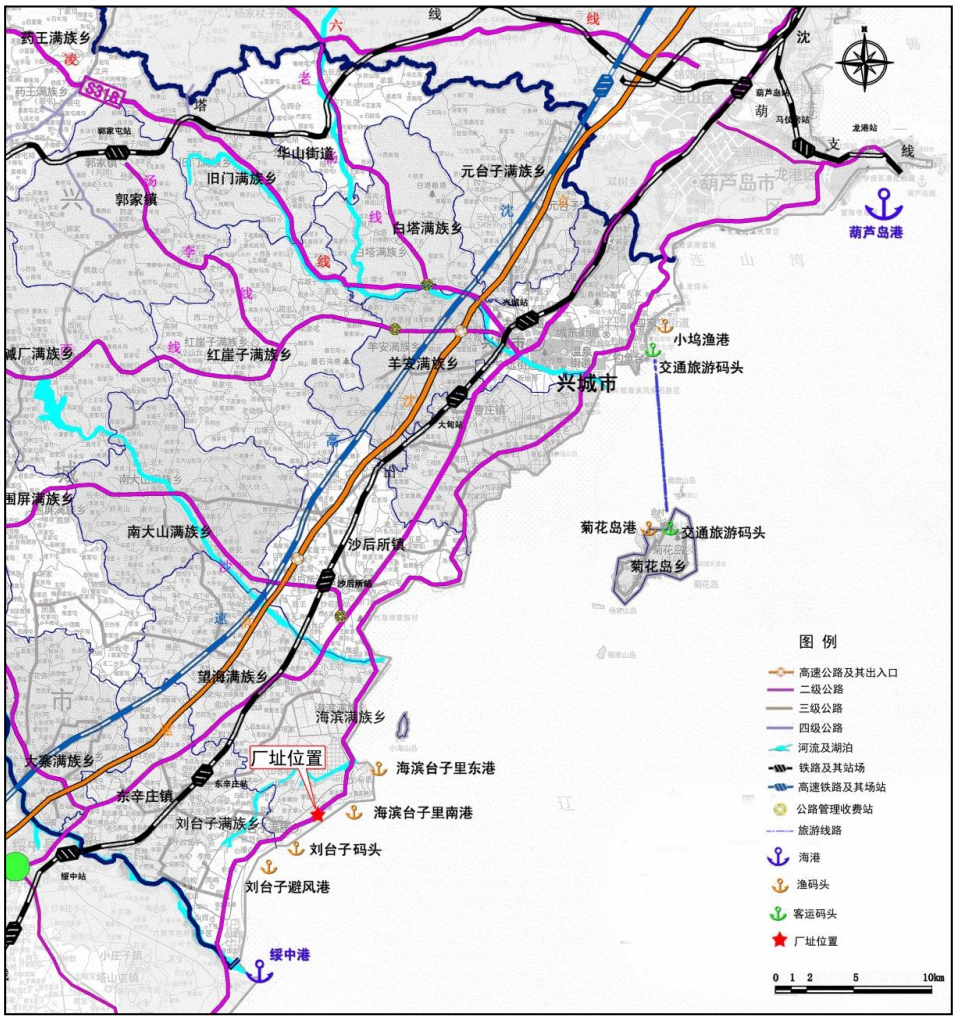


图 2.4-7 厂址半径 15km 范围港口、码头及航线示意图

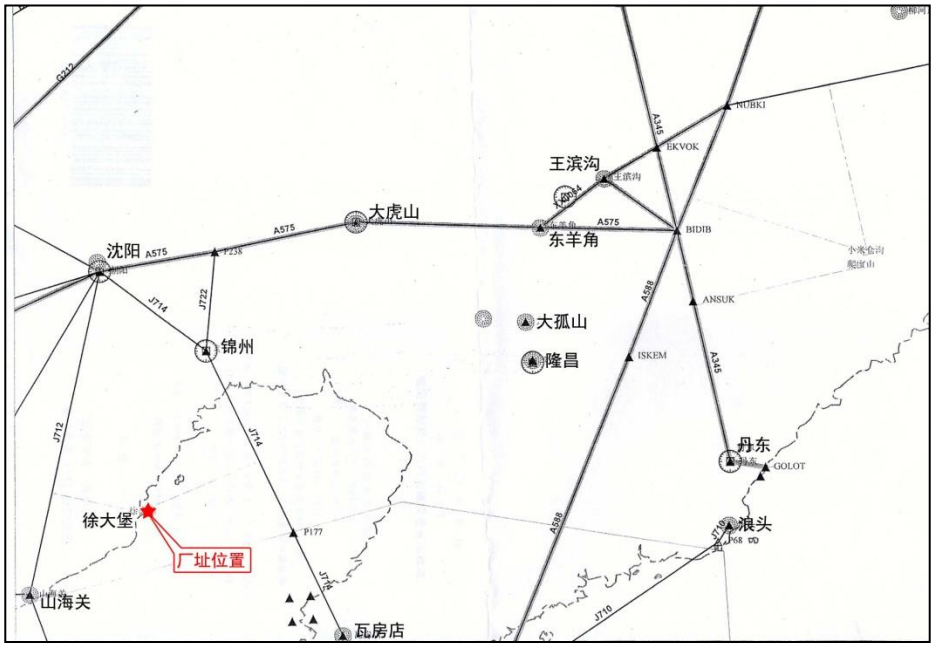


图 2.4-8 机场航线及空中航行区域与所选厂址的相对位置图

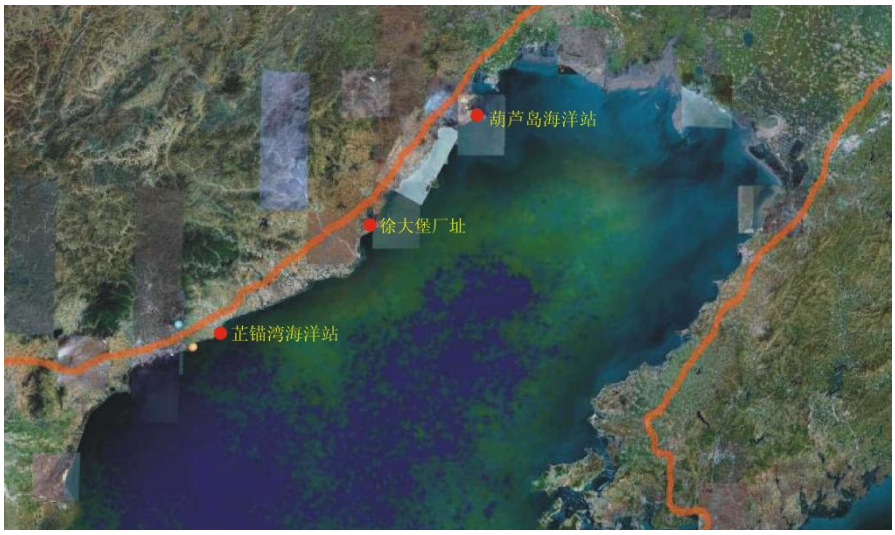


图 2.6-1　厂址地理位置图

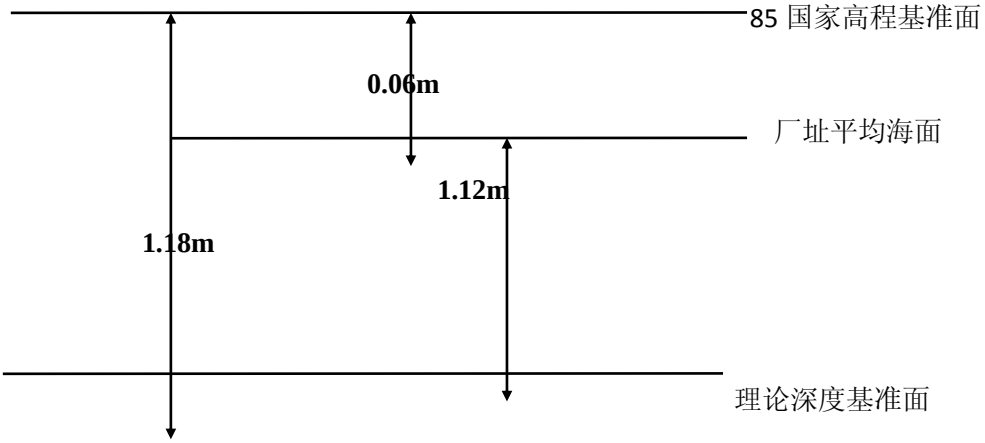


图 2.6-2　厂址主要高程关系图

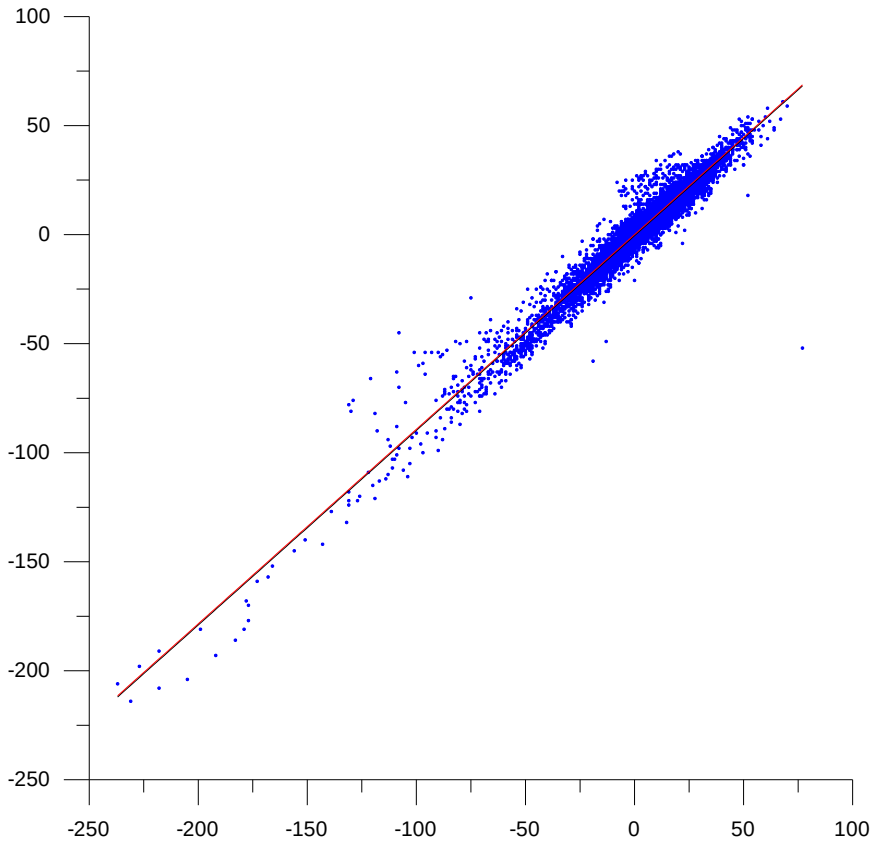


图 2.6-3 厂址站和葫芦岛站过程增减水相关

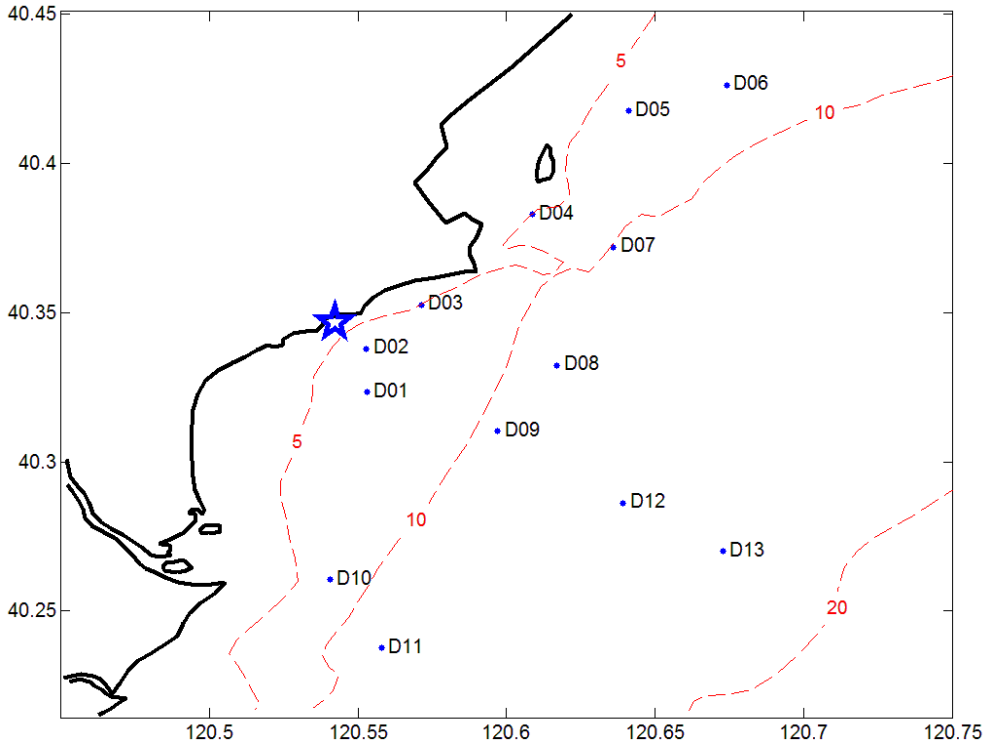


图 2.6-4a　3 月份水文观测站位图

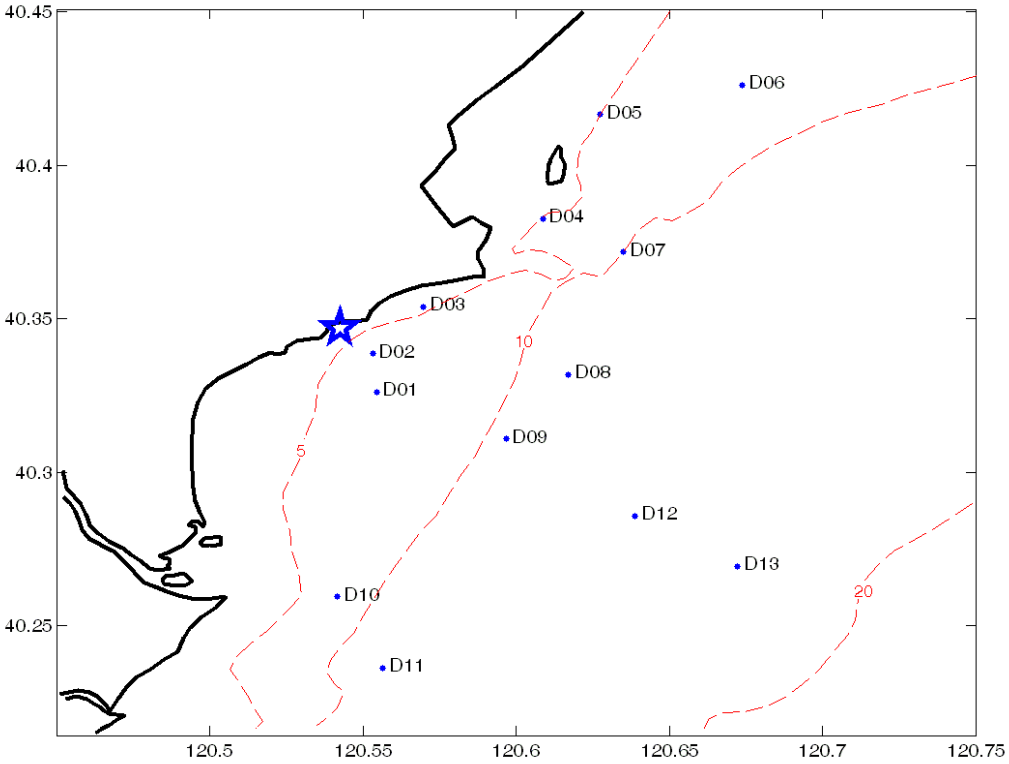


图 2.6-4b　8 月份水文观测站位图

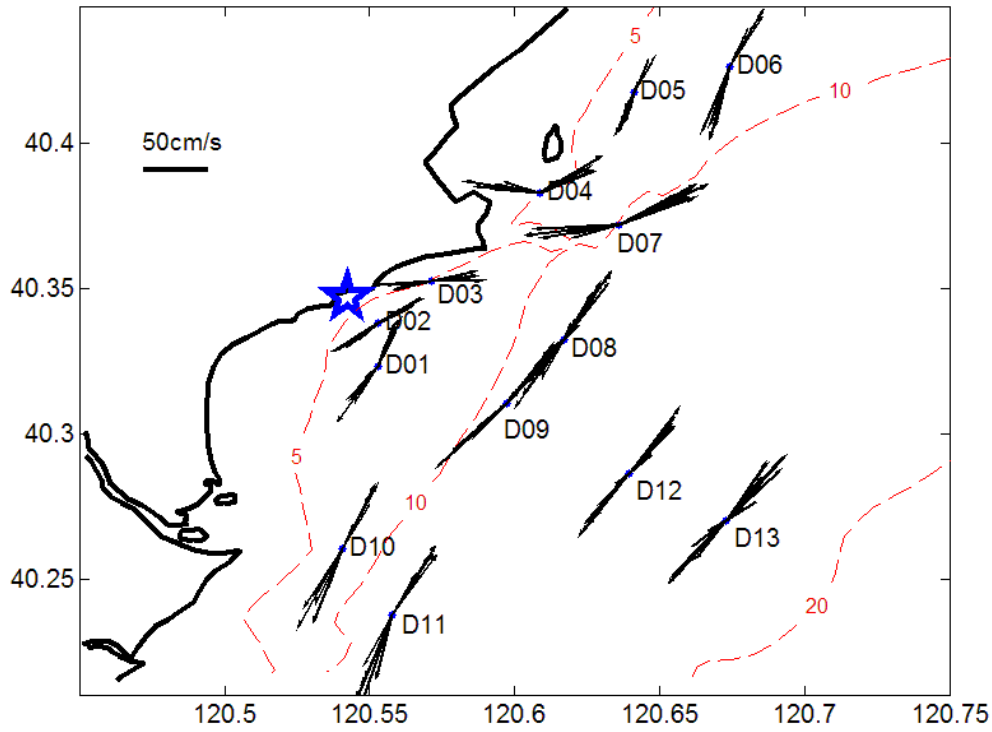


图 2.6-5a　3 月份大潮期各站垂线平均海流矢量图

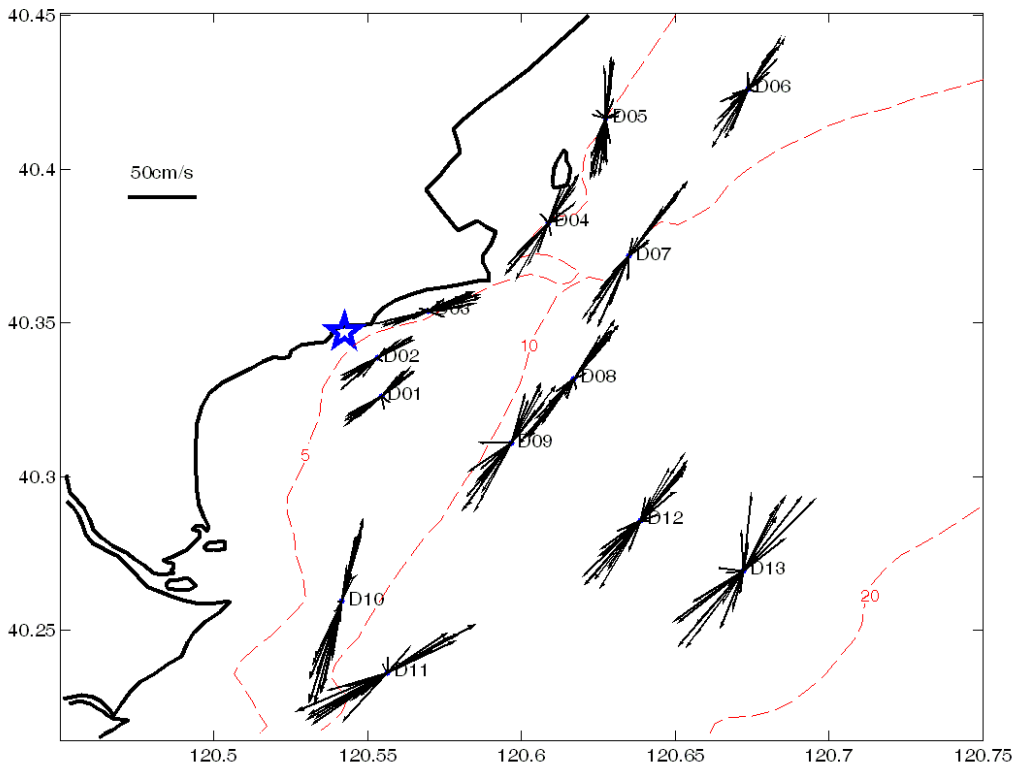


图 2.6-5b　8 月份大潮期各站垂线平均海流矢量图

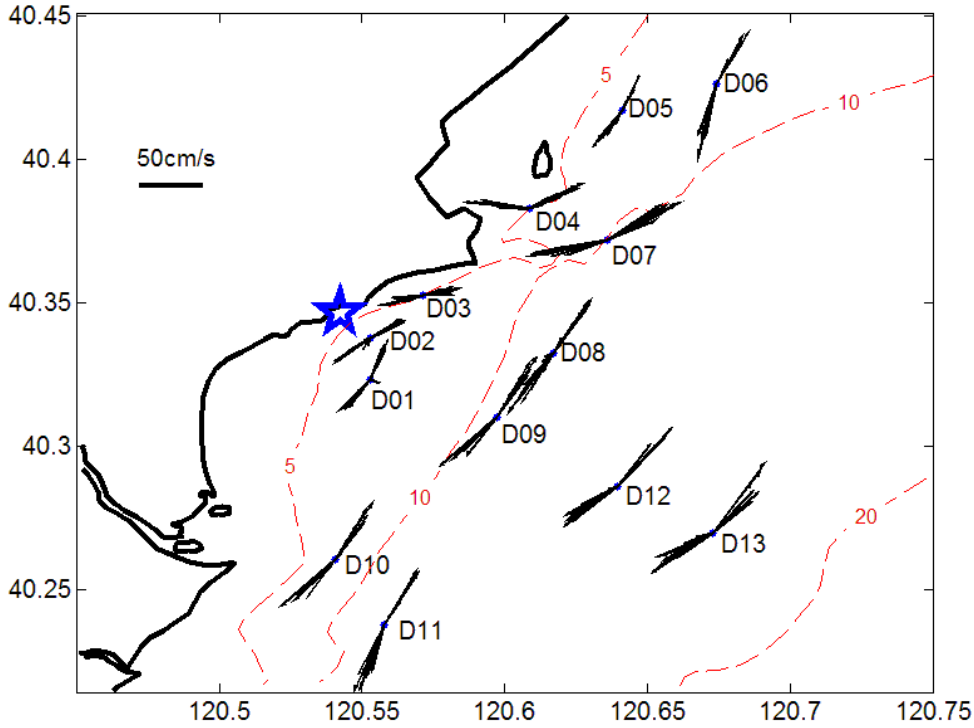


图 2.6-6a　3 月份中潮期各站垂线平均海流矢量图

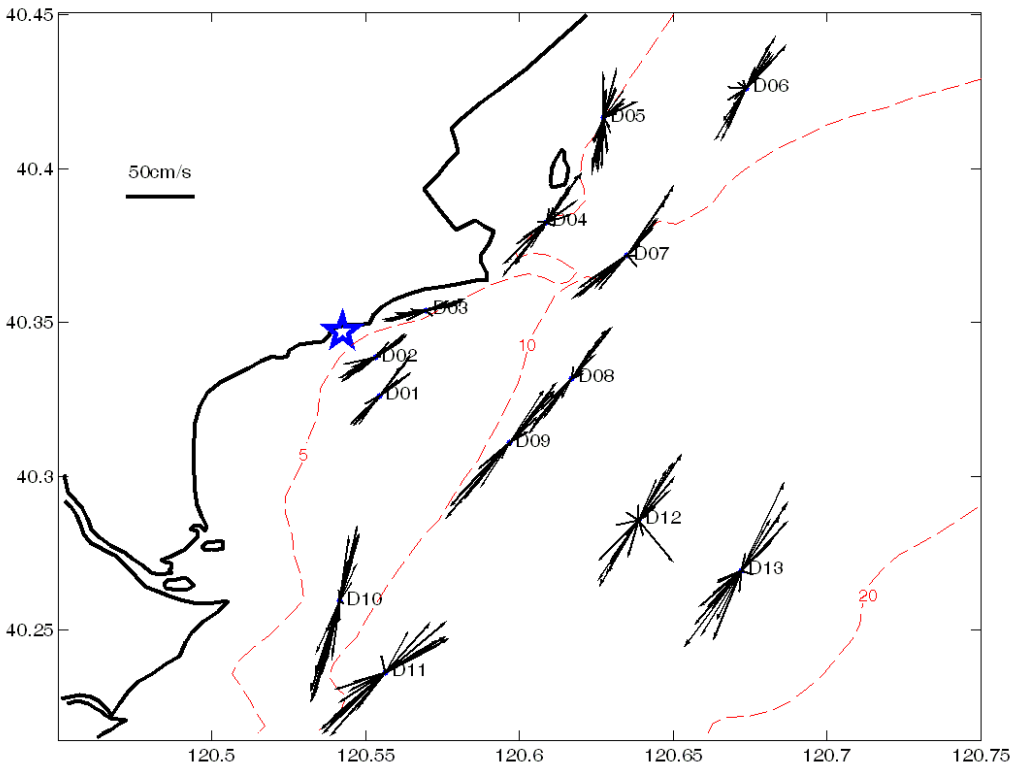


图 2.6-6b　8 月份中潮期各站垂线平均海流矢量图

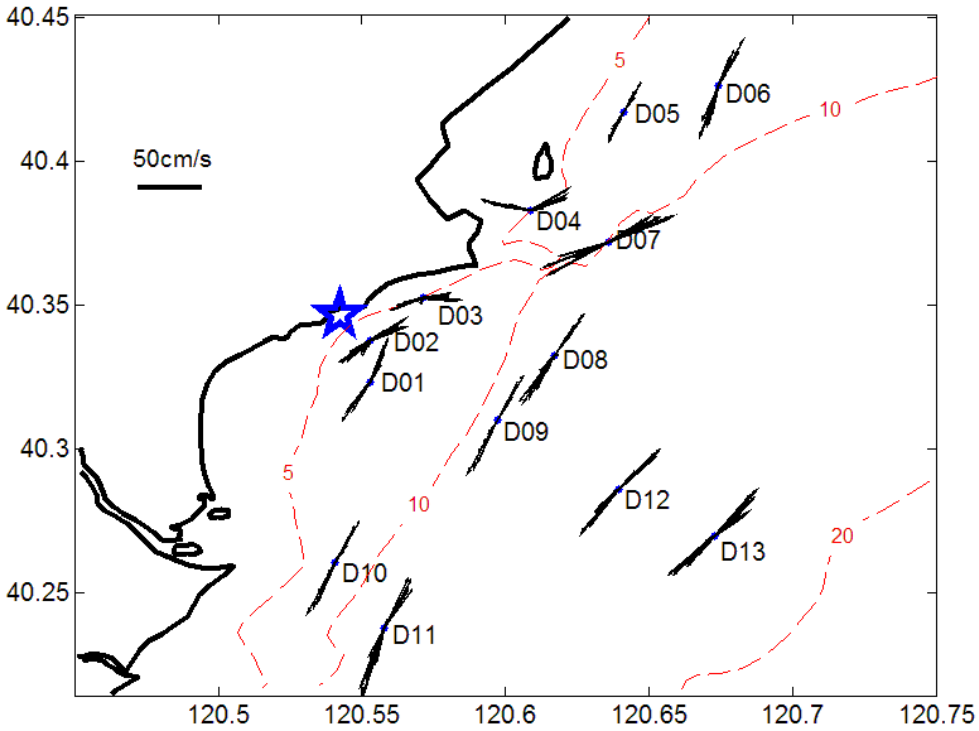


图 2.6-7a　3 月份小潮期各站垂线平均海流矢量图

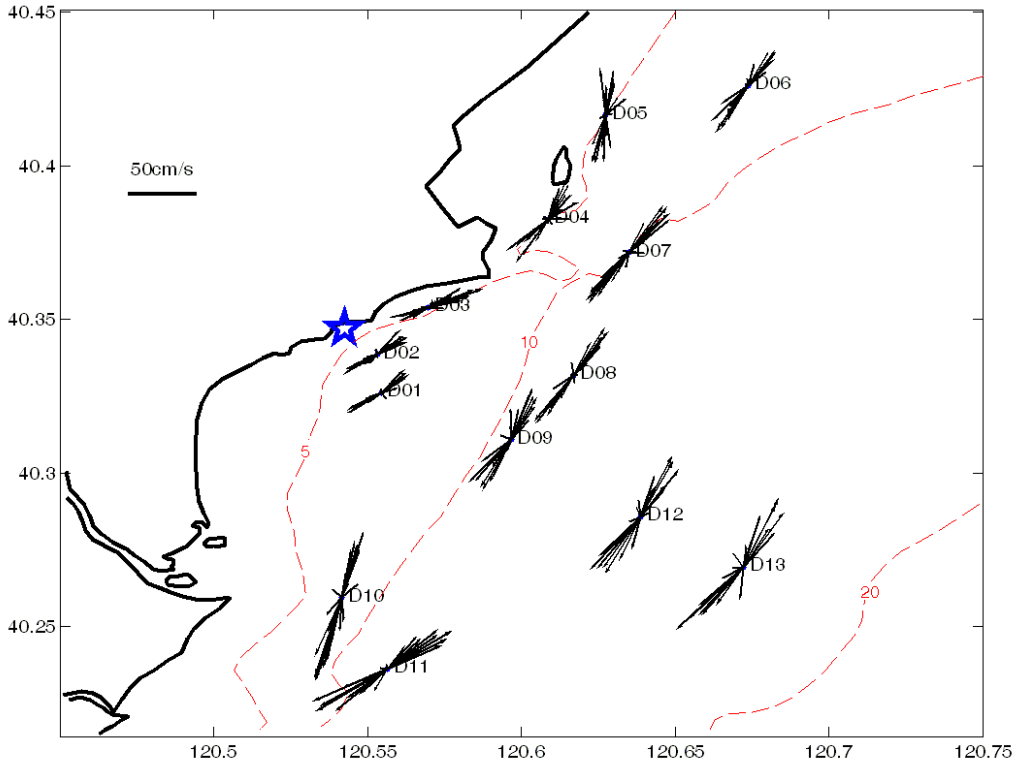


图 2.6-7b　8 月份小潮期各站垂线平均海流矢量图

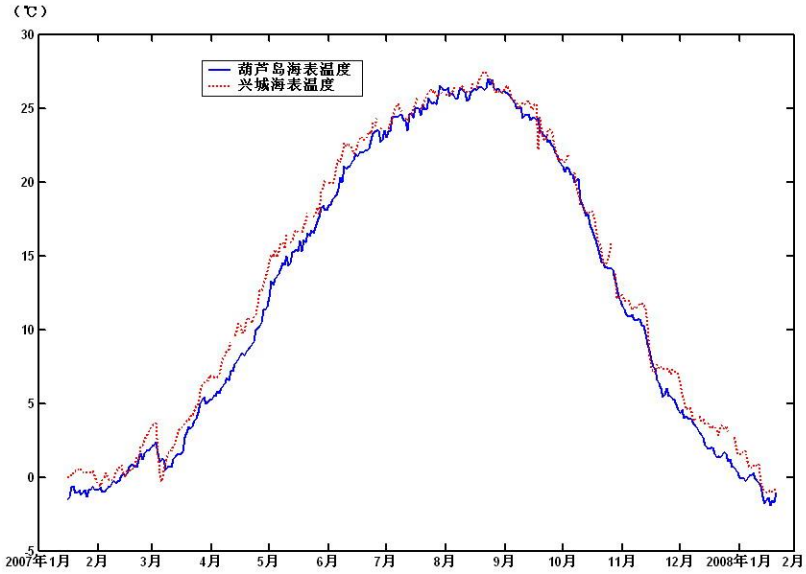


图 2.6-8 葫芦岛与徐大堡厂址同期日均水温变化曲线

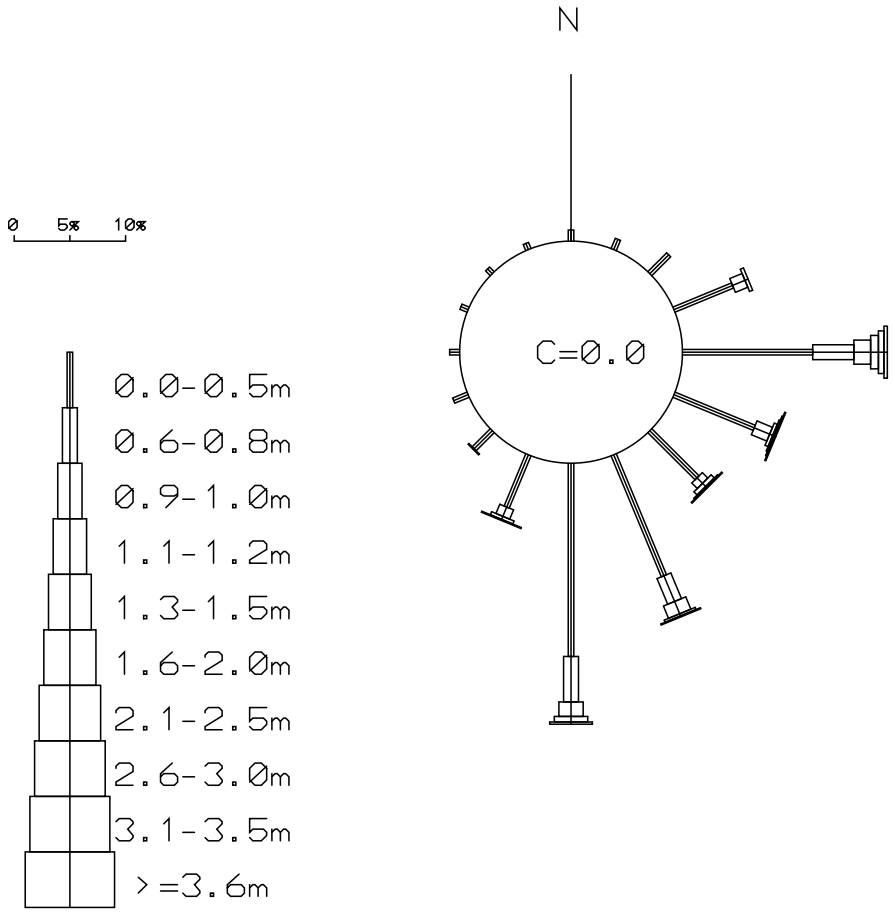


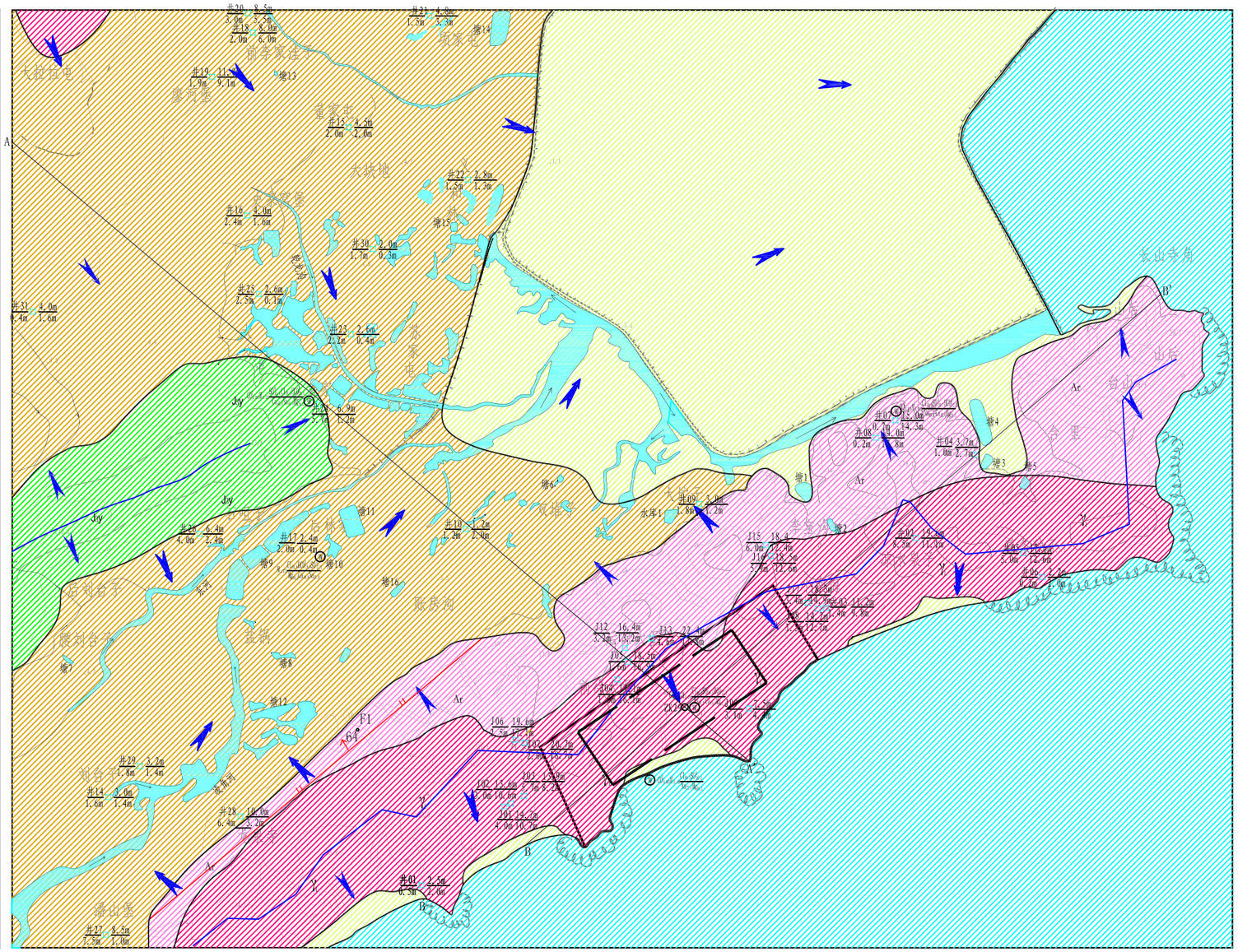
图 2.6-9　工程海域全年波高玫瑰图

综合水文地质图

综合水文地质柱状图

工程名称：辽宁徐大堡核电厂可行性研究阶段厂址附近范围环境水文地质调查　　工程编号：2008-052A

时代	成因	柱状图	厚度（m）	岩性描述	备注
第四纪	Q_4^{al+pl}		<30	分布于河流两侧，岩性为粉质粘土、粉土、砂、砂砾石。在调查区内广泛分布，砂为灰色、黄褐色。为凌角河、东河、乾龙沟及其支流冲积而成。含水层总体厚度较小，地层松散，透水性较好，赋水条件较好地表及较浅范围内赋存淡水，靠近海积区潜水水质偏咸。	
	Q_4^{m}		<20	分布在调查区东北部及东南沿海。东北部岩性为粉质粘土夹砂，东南沿海主要为中粗砂，长石、石英质，含大量贝壳碎片。地下水埋深浅，地下水位不受季节变化影响，为咸水。	
	Q_4^{dl+el}		<5	仅分布在基岩与冲洪积区中间的条状地带，岩性为粉质粘土，褐黄色，含砂及次棱角状片麻岩或花岗岩碎石。地下水受基岩裂隙水补给，水位随季节变化。	
侏罗系	Jɤ		>100	火山岩组（Jɤ），主要岩性为安山质凝灰岩、火山角砾岩，岩石呈灰黑、肉红色，地表风化程度高，裂隙较发育，岩体较破碎。地下水主要赋存于裂隙中，大气降水补给，受季节影响较大。	
太古宇	γ		>600	花岗岩（γ），主要矿物成分为长石、石英及少量黑云母，长石、石英含量为90～95%，粗粒花岗结构，块状构造，地表强风化岩石呈黄～黄褐色，岩层浅部水平状风化卸荷裂隙发育，是基岩区主要的含水层，因风化裂隙发育的不均匀性，裂隙的连通性差，不能形成统一的地下水位。直接接受大气降水和上部松散含水层的补给，水量一般不大。深部的构造节理富水性极差，地下水贫乏。 岩体中发育石英岩脉、安山玢岩脉、闪长玢岩脉	
	Ar		>600	片麻岩（Ar），岩石呈灰黑～灰绿色，鳞片变晶结构，片麻状构造，地表风化程度较高，风化裂隙发育，为地下水提供了赋存空间。但仍具连续性差、赋水条件差的特点。	



图例

- Q_4^{al+pl} 第四系全新统冲洪积层孔隙水分布区
- Q_4^{m} 第四系全新统海积层孔隙水分布区
- Jɤ 侏罗系又县组火山碎屑岩裂隙水分布区
- γ 太古宇花岗岩裂隙水分布区
- Ar 太古宇片麻岩裂隙水分布区
- 海水
- 河流及流向
- 地表水体
- 井02 8.5m / 19.6m 11.1m　民井编号 水位埋深　井口标高 水位标高
- 水样矿化度
- ZK29　钻孔及编号
- 取水样点
- 地下水流向
- A A'　实测水文地质剖面
- F1　断层及编号
- 主厂区范围
- 厂区范围
- 水文地质调查范围
- 水文地质界线
- 分水岭

图2.6-10 厂址附近范围水文地质图

厂址区综合水文地质图

综合水文地质柱状图

工程名称：辽宁徐大堡核电厂岩土工程勘察（可行性研究阶段）　　工程编号：2008-052A

时代	成因	柱状图	厚度(m)	岩性描述
第四系	Q_4^{al}		<3	分布于厂区冲沟中下段，厚度较小，一般为1.0~2.0m，主要由褐黄色粉质粘土组成，含少量碎石，透水性差，富水性贫乏。地下水水位随地形和季节变化明显，一般雨季赋存水位较浅。
	Q_4^{m}		<3	分布于厂区东南部海滩地段，范围较小，为成水，含水岩组主要为海积成因的粗砂，含水层一般厚度1.0~3.0m，透水性好，水量丰富。地下水水位受海水影响较大，与海水有密切联系
	Q_4^{el+dl}		<5	该层分布于剥蚀残丘的斜坡地段，岩性以褐黄色～红褐色粉质粘土为主，夹碎石、强风化基岩角砾，地下水主要接受大气降水补给。一般雨季赋存少量地下水，旱季干涸。该层渗透性差，富水性贫乏。
太古宇	γ		>600	花岗岩（γ）、分布于测区大部分地段。主要矿物成分为长石、石英及少量黑云母，长石、石英含量为90～95%，粗粒花岗结构，块状构造，地表强风化岩石呈黄～黄褐色，浅部花岗岩岩体风化裂隙较发育，裂隙水主要以网状、支脉状赋存于强风化～中等风化岩体中，测区内大部分民井在此层取水，在微风化岩体中，岩体完整，节理裂隙闭合，接受补给量甚少，水量贫乏或基本无水。岩体中发育石英岩脉、安山熔岩脉、闪长熔岩脉
	Λ		>600	片麻岩（Λ），岩石呈灰黑～灰绿色，鳞片变晶结构，片麻状构造，呈北东向条带状分布于测区北部，由于片麻岩风化相对强烈，浅部风化裂隙较发育，地下水赋存于浅部基岩片麻理、风化裂隙和构造裂隙中，裂隙水主要以网状、支脉状赋存于风化和构造裂隙岩体中，富水性不均一。在微风化岩体中，岩体完整，节理裂隙闭合，接受补给量甚少，水量贫乏或基本无水。

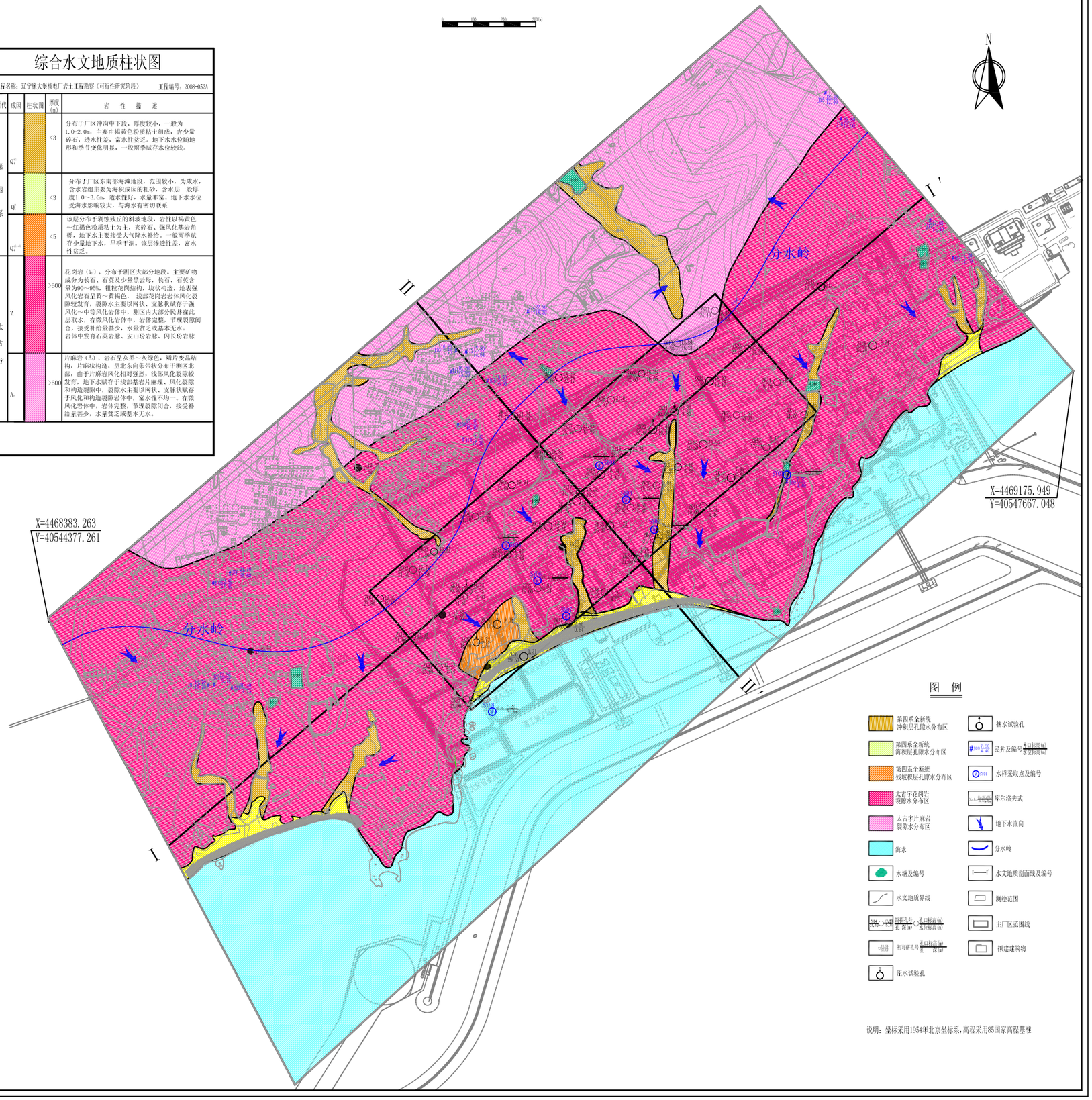


图2.6-11 厂址区综合水文地质图

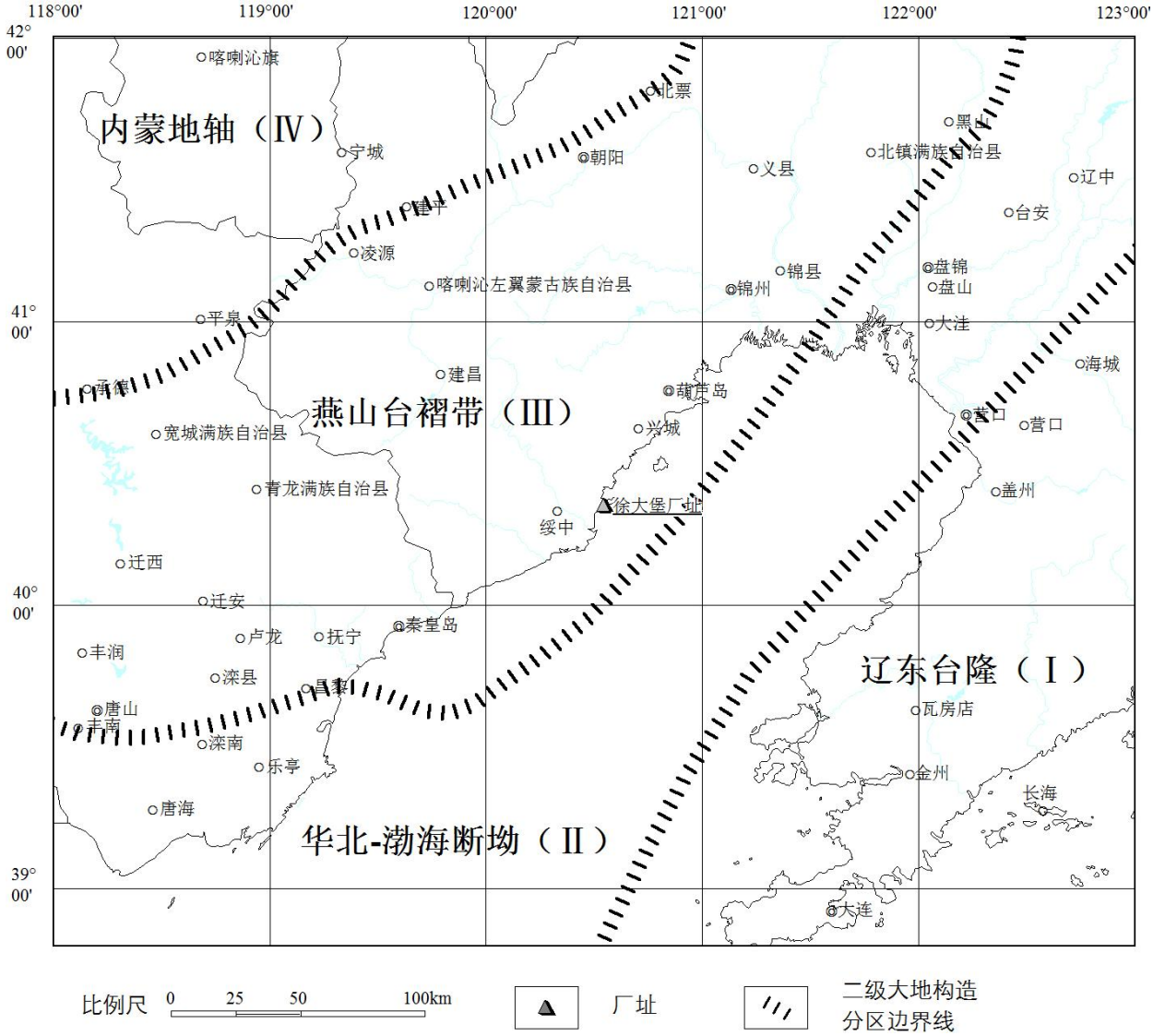


图 2.7-1　区域大地构造分区图

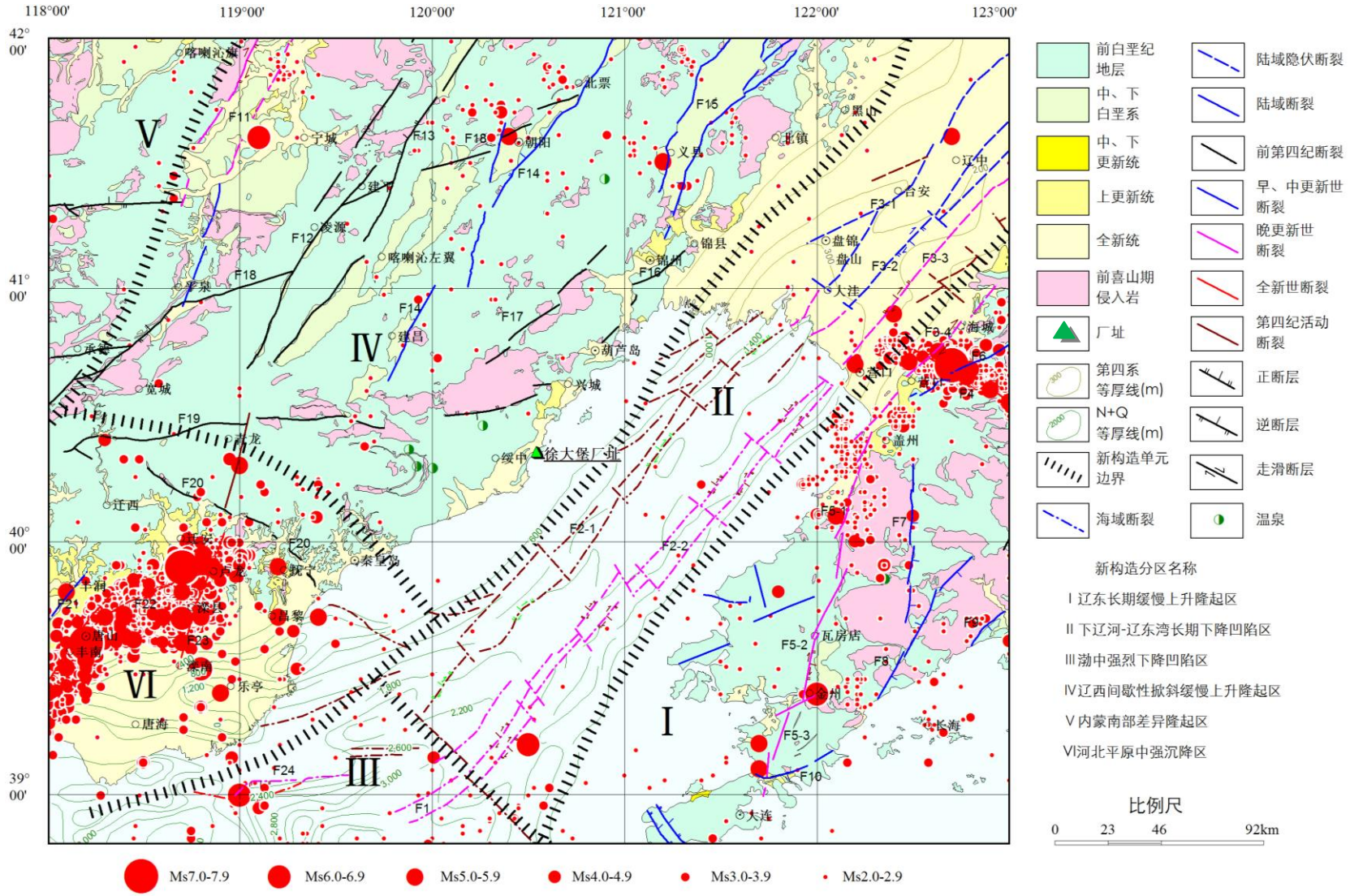


图 2.7-2　区域新构造分区图

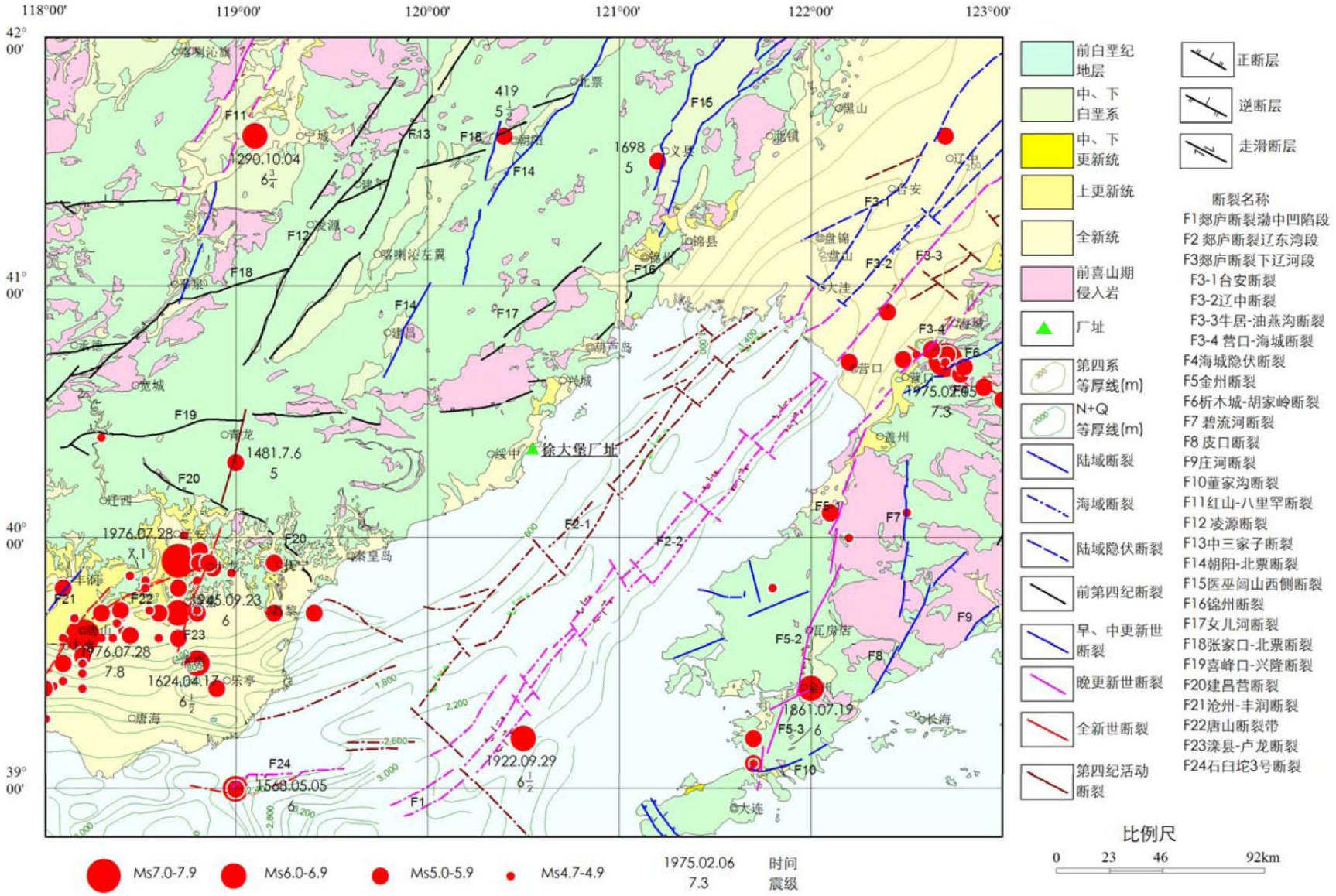


图 2.7-3　区域地质构造图

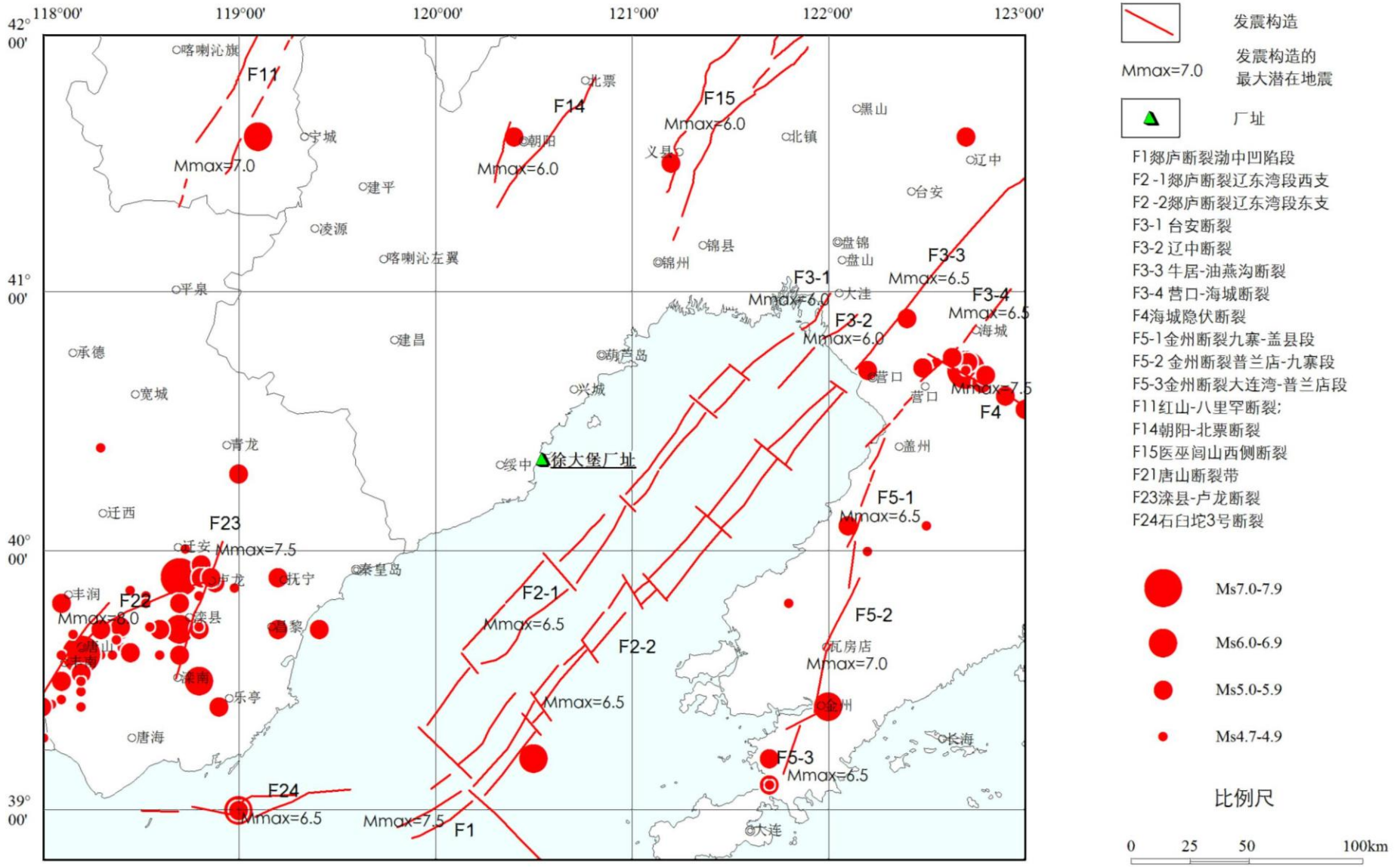
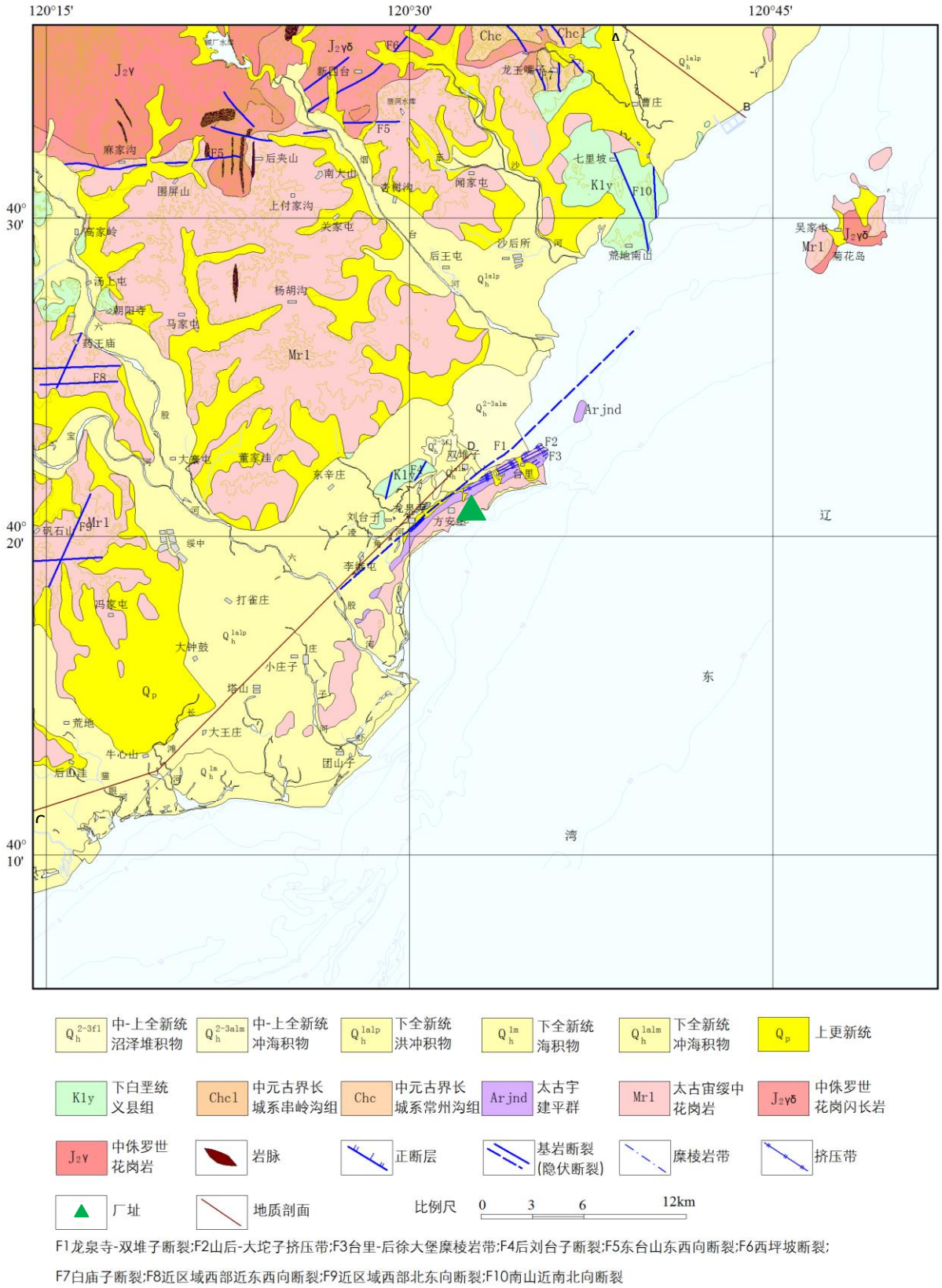


图 2.7-4　区域发震构造分布图



Q_h^{2-3fl}	中-上全新统沼泽堆积物	Q_h^{2-3alm}	中-上全新统冲海积物	Q_h^{lalp}	下全新统洪冲积物	Q_h^{lm}	下全新统海积物	Q_h^{lalm}	下全新统冲海积物	Q_p	上更新统
K1y	下白垩统义县组	Chc1	中元古界长城系串岭沟组	Chc	中元古界长城系常州沟组	Arjnd	太古宇建平群	Mr1	太古宙绥中花岗岩	$J_2\gamma\delta$	中侏罗世花岗闪长岩
$J_2\gamma$	中侏罗世花岗岩		岩脉		正断层		基岩断裂(隐伏断裂)		糜棱岩带		挤压带
	厂址		地质剖面			比例尺	0 3 6 12km				

F1龙泉寺-双堆子断裂;F2山后-大坨子挤压带;F3台里-后徐大堡糜棱岩带;F4后刘台子断裂;F5东台山东西向断裂;F6西坪坡断裂;
F7白庙子断裂;F8近区域西部近东西向断裂;F9近区域西部北东向断裂;F10南山近南北向断裂

图 2.7-5　近区域地质构造图

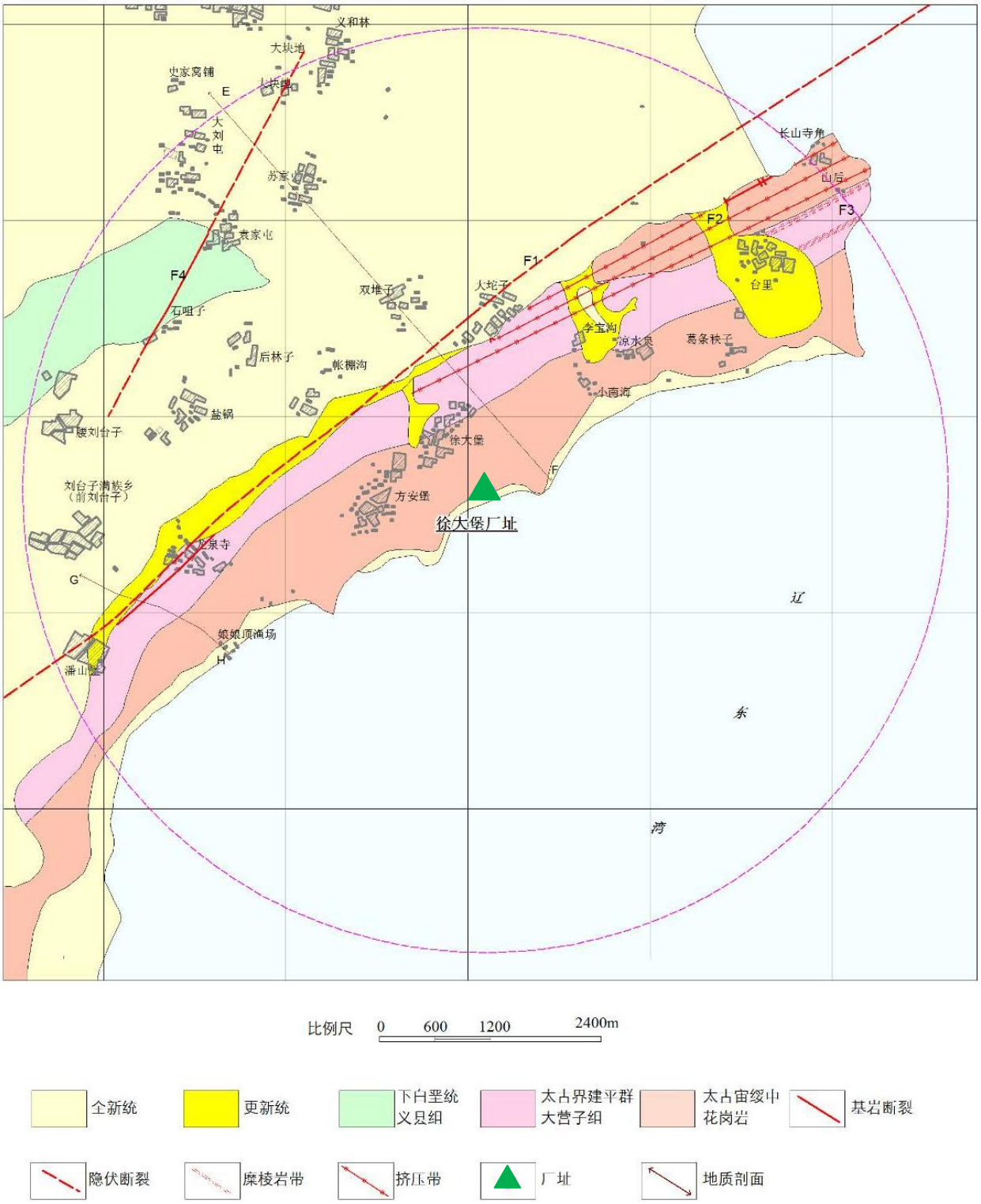


图 2.7-6　厂址附近范围地质构造图

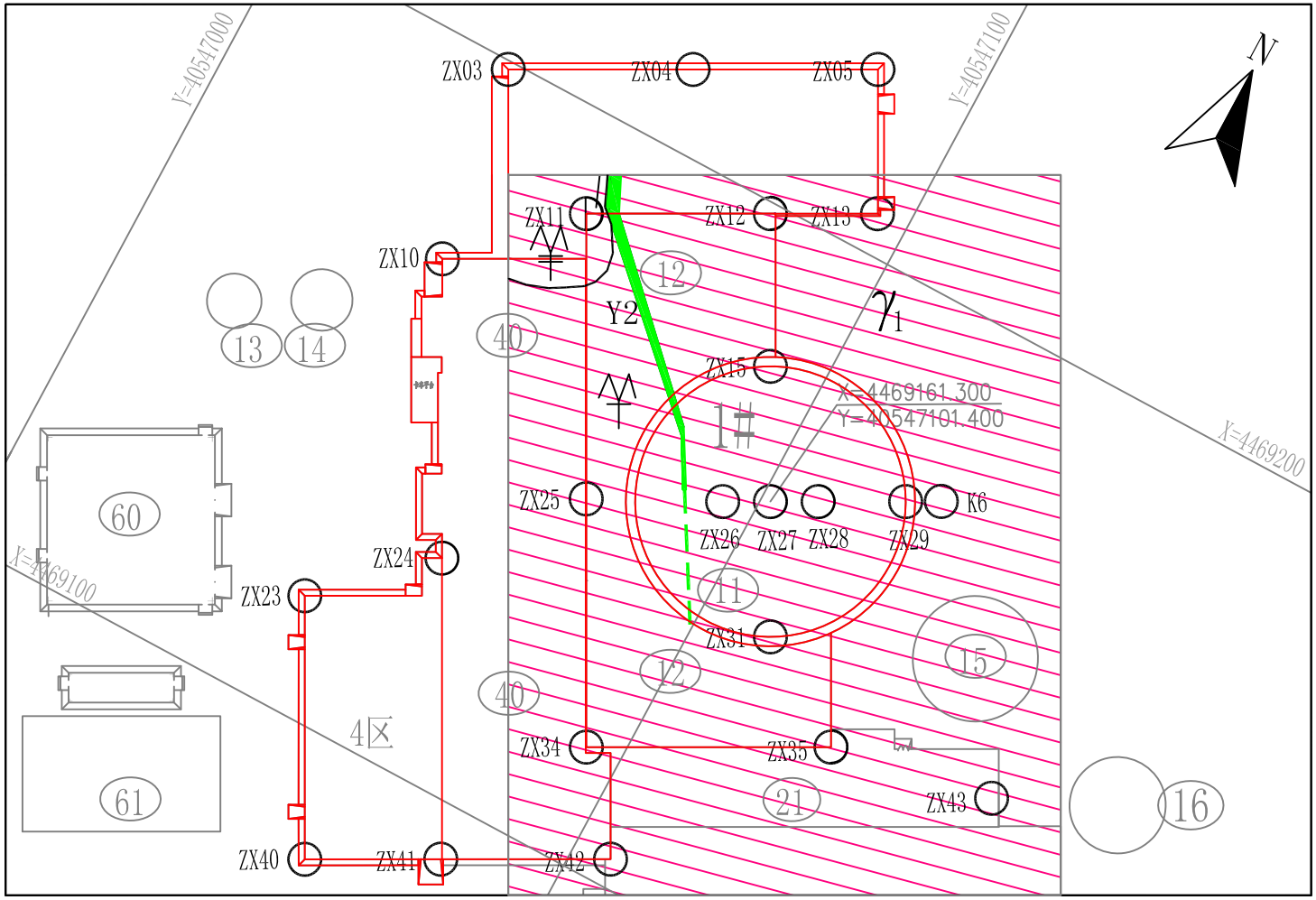


图 例

γ1	太古宇花岗岩	ZX03	钻孔及编号
	中风化		拟建建筑物
	微风化		风化界线
Y2	安山玢岩岩脉及编号		
	推测安山玢岩岩脉位置及走向		

说明：坐标系统采用1954年北京坐标系，高程系统为1985国家高程基准。

比例尺 0 10 20 30 40 50m

图2.7-7 -2.60m1#核岛基底标高工程地质切面图

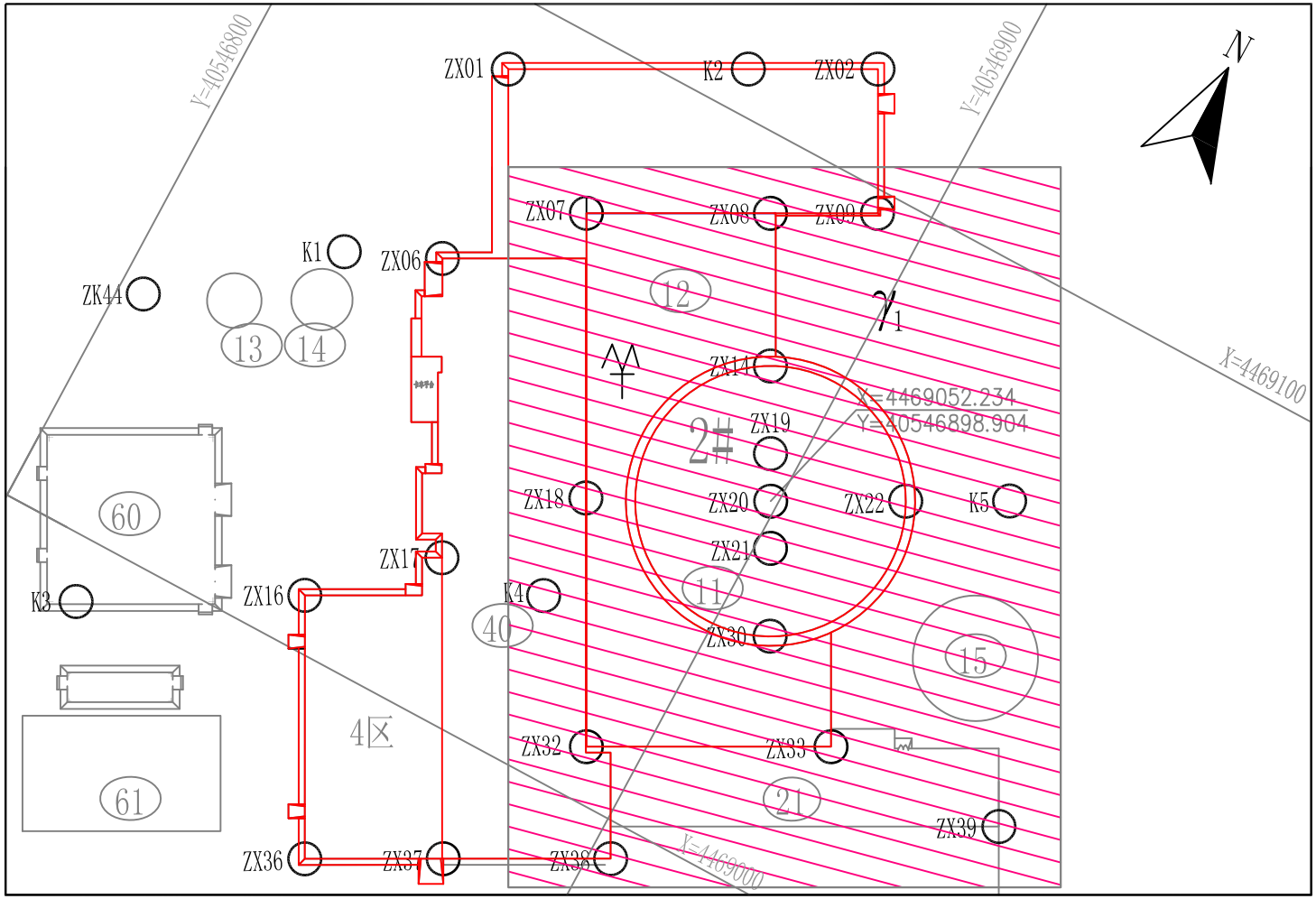


图 例

太古宇花岗岩

微风化

钻孔及编号

拟建建筑物

说明：坐标系统采用1954年北京坐标系，高程系统为1985国家高程基准。

比例尺 0 10 20 30 40 50m

图2.7-8 -2.60m2#核岛基底标高工程地质切面图

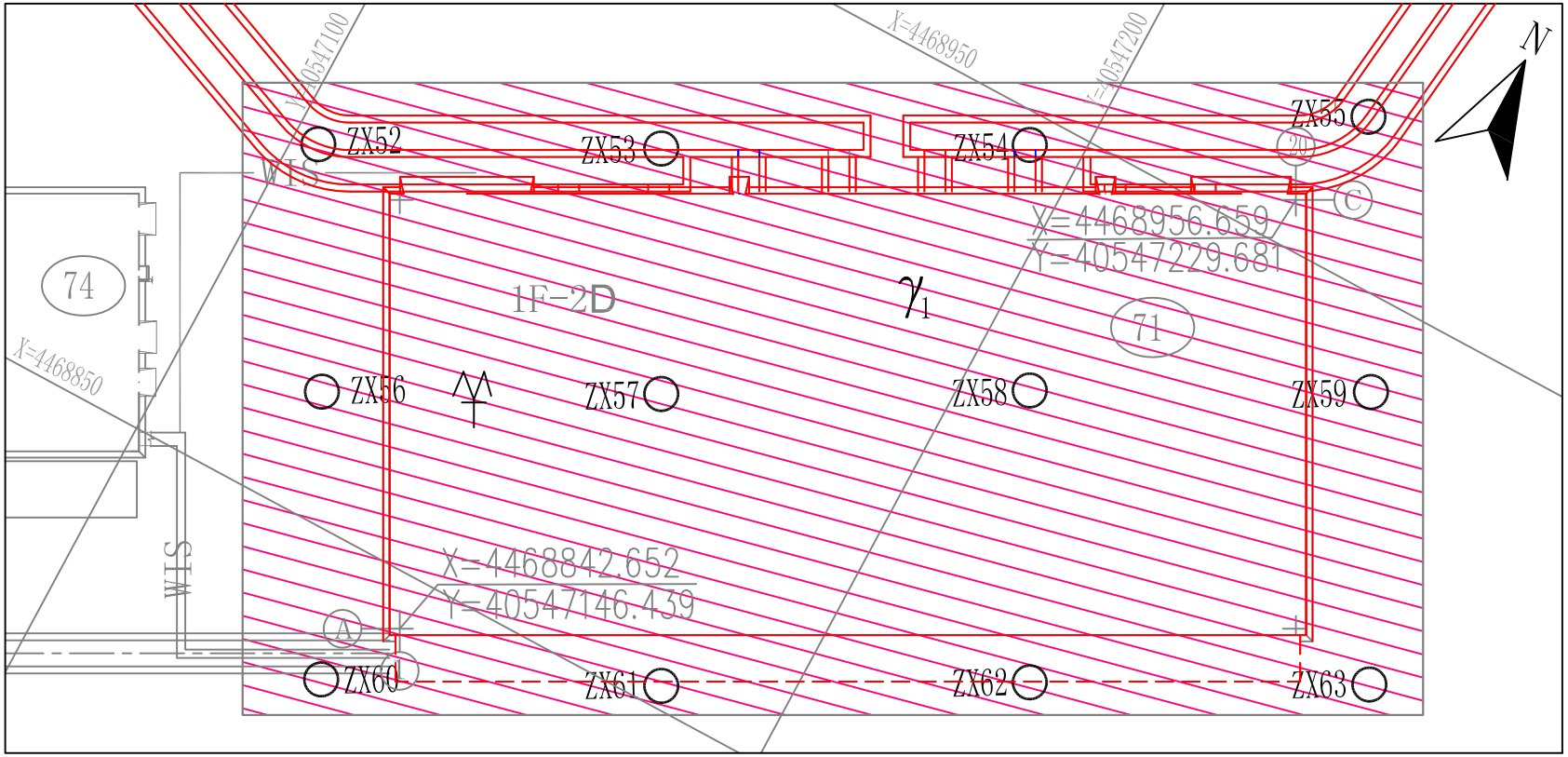


图 例

太古宇花岗岩

微风化

钻孔及编号

拟建建筑物

说明：坐标系统采用1954年北京坐标系，高程系统为1985国家高程基准。

比例尺 0 10 20 30 40 50m

图2.7-9 -16.70m泵房基底标高工程地质切面图

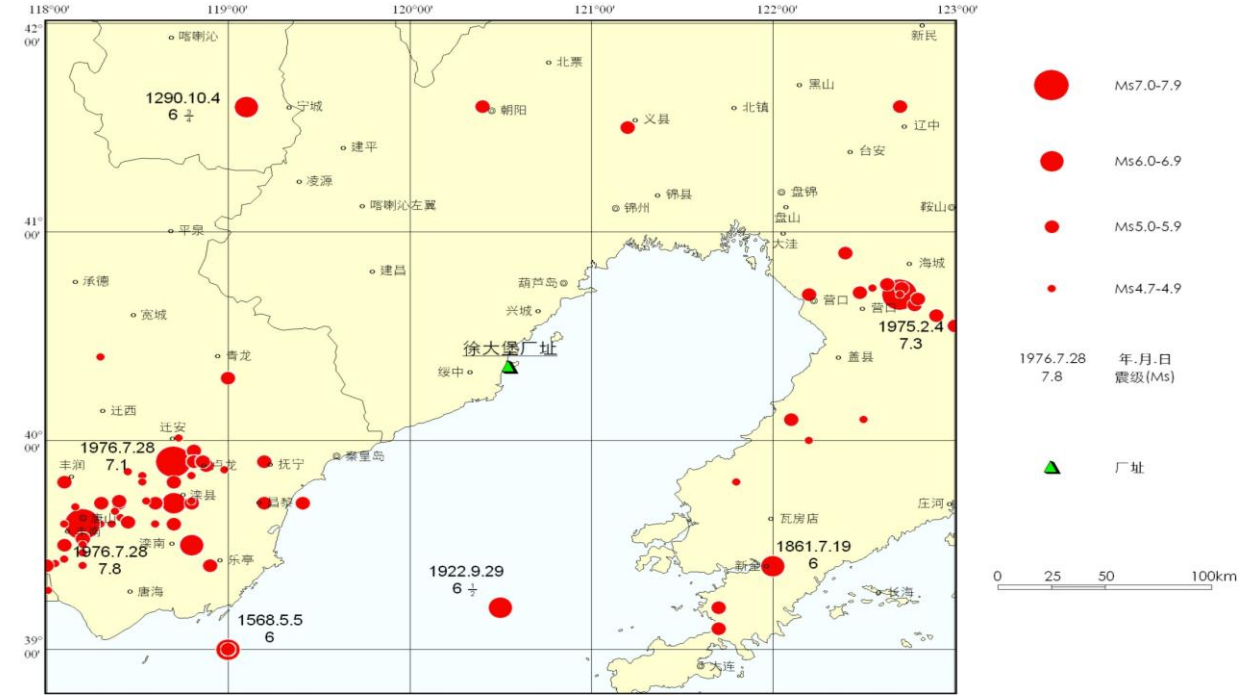


图 2.7-10　区域破坏性地震震中分布图（M_S≥4.7 级，公元 419 年～2008 年 3 月）

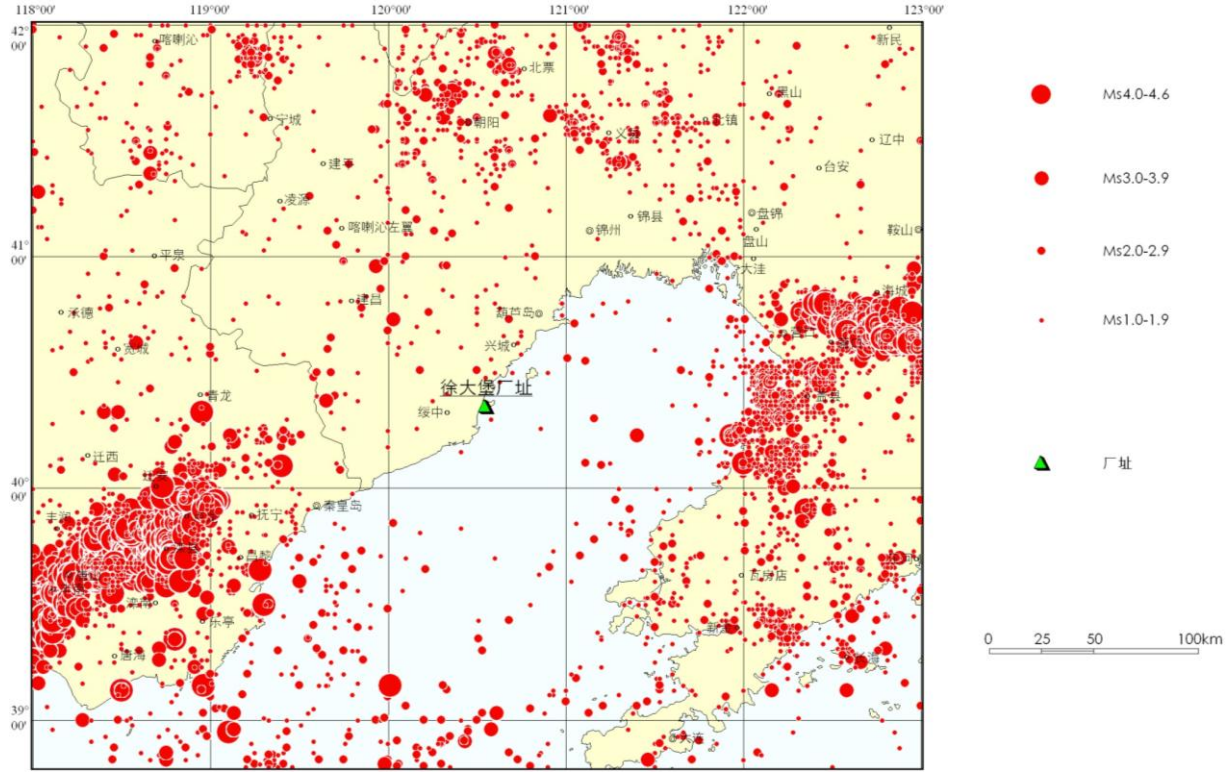


图 2.7-11　区域近代小震震中分布图（1.0 级≤Ms≤4.6 级，公元 1970 年～2008 年 3 月）

第三章　环境质量现状

3.1　辐射环境质量现状

3.1.1　辐射环境本底

3.1.2　辐射环境质量现状

3.1.3　运行前两年辐射环境本底调查设想

3.2　非放环境质量现状

3.2.1 非放环境质量调查

3.2.2 非放环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底概况

原国家环保总局汇编出版的《中国环境天然放射性水平》给出了辽宁省于 1983～1984 年测得的环境天然贯穿辐射水平、辽河平原土壤中天然放射性核素含量以及辽宁省水体中天然放射性核素浓度调查数据。但进行该调查工作时葫芦岛市尚未建市（葫芦岛市成立于 1989 年），本区域不是调查重点，调查数据也无法反应徐大堡核电厂厂址所在区域的环境放射性本底水平。受中国核电工程有限公司委托，中核集团北京化工冶金研究院于 2009 年 3 月开始依照专家审评通过的监测工作大纲和质量保证大纲进行厂址周围环境放射性本底初步调查工作，2009 年 7 月进行了报告的评审，并于 2009 年 8 月正式提交了修改后的《辽宁徐大堡核电厂环境辐射本底初步调查报告》。此外，为编制海域使用论证报告，辽宁核电有限公司还在 2010 年委托北京化工冶金研究院进行了海域放射性本底调查，调查时间为 2010 年 3 月（春季）和 8 月（秋季），2010 年 11 月进行了专家评审，随后根据专家意见进行了修改，12 月提交了《海域本底调查报告》。

建造阶段环评报告书中的放射性环境本底数据以引用《辽宁徐大堡核电厂环境辐射本底初步调查报告》和《海域本底调查报告》中的测量数据为主。根据我国有关法规标准规定，核电厂运行前，至少应获得连续两年的调查数据。因此，辽宁徐大堡核电厂还将在装料前进行两年连续本底调查（包括陆域和海域）工作。

运行前环境本底初步调查工作中的主要依据了以下标准规范：

- GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- GB 6249-2011 《核动力厂环境辐射防护规定》
- GB 12379-1990 《环境核辐射监测规定》
- GB/T 14583-1993 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》
- GB 8999-1988 《电离辐射监测质量保证一般规定》
- GB 11216-89 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
- GB17378-2007 《海洋监测规范》
- EJ/T 1131-2001 《核电厂环境辐射监测规定》
- HJ/T 61-2001 《辐射环境监测技术规范》
- GB11743-1989 《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》
- GB/T16140-1995 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》

- GB/T16145-1996 《生物样品中放射性核素γ能谱分析方法》
- GB 12375-1990 《水中氚的分析方法》
- GB11338—1989 《水中钾的分析方法》

1) 调查目的

- 由于反应辽宁徐大堡核电厂厂址区域辐射环境本底水平的数据、资料不足，本次的实测环境资料可作为厂址历史本底数据的较好补充；
- 为辽宁徐大堡核电厂首次装料前两年的环境辐射本底调查工作积累经验。

2) 调查方案制定考虑的主要问题

- 根据相关国家标准的相关规定，结合辽宁徐大堡核电厂厂址区域情况确定取样、测量点的位置、数量及介质种类等；
- 根据压水堆核电厂的特点，选定分析测量项目（核素）；
- 针对不同的介质确定不同的取样频度。

3）调查内容及范围

2009 年进行的环境放射性本底初步调查方案见表 3.1-1，主要内容如下：

- 环境γ辐射空气吸收剂量率：调查范围为半径 50 公里的区域，以拟建核岛厂房为中心，在 16 个方位上按 2km、5 km、10 km、20 km、30 km、50 km 布设点位，去掉大海中的点位，总共设置 54 个测量点，布点图见图 3.1-1。
- 陆地γ辐射累积剂量：调查范围半径 20 公里的区域，以拟建核岛厂房为中心，在 8 个方位上半径为 2 km、5 km、10 km、20 km 布设测量点位，去掉大海中的点位，距离核电厂同一距离同一方位的剂量率测量点和累积剂量测量点应重合，共设 22 个测量点，布点图见图 3.1-1。
- 大气中气溶胶和沉降物放射性核素活度浓度：调查范围为以拟建核岛厂房为中心半径 10 公里的圆形区域，具体在厂区边界、主导风下风向居民密集区及对照点等地共设置 4 个采样点，布点图见图 3.1-2。
- 空气中氚和 ^{14}C 的活度浓度：调查范围为以拟建核岛厂房为中心半径 10 公里的圆形区域，具体在厂区边界、主导风下风向居民密集区及对照点等地共设置 4 个采样点，布点图见图 3.1-2。
- 土壤、底泥及海洋沉积物中放射性活度浓度：土壤调查范围是以拟建核岛厂房为中心半径 10 公里圆形区域，在距厂址 2 km、5 km、10 km 不同距离设置 5 个采样点，加上一个对照点共 6 个采样点（后又追加 2 个之 8 个采样点）；底泥调查范围也为 10 公里，采样点数为 4 个；海洋沉积物调查范围为拟建核

岛厂房为中心半径 10 公里圆形海域，与海水采样点重合，采样点数为 4 个，土壤和底泥取样布点图见图 3.1-3，海洋沉积物布点图见图 3.1-5。

- 降水、地表水、地下水、饮用水及海水中放射性核素活度浓度：调查范围为 10km，降水、地下水、各选取 3 个采样点，饮用水选择 4 个采样点，地表水选择 5 个采样点；海水采样点在拟建取水明渠入海口处及排水口处各设置 1 个采样点，在 5km 内及 10km 内各设置 1 个采样点，共 4 个采样点，海水布点图见图 3.1-5，其它水体布点图见图 3.1-4。
- 生物中放射性核素浓度：对陆生动植物（包括稻米、瓜果、蔬菜、牛奶）调查范围为半径 10 公里区域，根据现场情况每种介质最多选取 2 个取样点；对海洋生物样品（包括海藻类、甲壳类、鱼类）调查范围为 5km，根据现场情况每种介质最多选取 2 个取样点，陆地生物布点图见图 3.1-5。

2010 年进行的海域放射性本底调查方案见表 3.1-2，取样布点图见图 3.1-6，主要内容如下：

- 海水：调查范围 20km，监测频度 2 次，采样点数 25（秋季增加为 27）；
- 海洋沉积物：调查范围 20km，监测频度 1 次，采样点数 15（秋季补增 3 个）；
- 海洋生物：调查范围 20km，监测频度 2 次，采样点数 10（累计取得 41 个样品）

4）采用的仪器及测量方法依据

调查所使用的测量仪器种类及各类样品测量方法依据见表 3.1-3，分析方法标准编号及名称见表 3.1-4，环境介质取样方法及取样量见表 3.1-5，用的仪器型号及性能指标见 3.1-6。

5）探测下限

2009 初步调查和 2010 年海域本底调查各种项目的探测下限见表 3.1-7 至表 3.1-15。

3.1.2 辐射环境质量现状

本节根据辐射环境本底初步调查数据和海域放射性本底调查数据对厂址周围辐射环境质量现状进行说明。

A）陆地贯穿辐射剂量率和累积剂量测量结果

表 3.1-16 为辽宁徐大堡核电厂 50km 范围内 3 月、4 月、5 月 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果统计表（nGy/h），从表中可看出徐大堡地区陆地 γ 辐射空气吸收剂量率的范围是 44±2.5～113±3.9 nGy/h（已扣除宇宙射线），均值为 64 nGy/h，仅沙后所镇政府和首山两

个点的监测结果大于 100 nGy/h。1983-1984 年测量的辽宁省 γ 辐射空气吸收剂量率的范围是 16.8～178.3 nGy/h，均值为 61.7 nGy/h，两次调查结果均值基本一致，没有发现异常偏高的点。

表 3.1-17 为 γ 辐射累积剂量的监测结果，监测点位布设了 22 个，收回 19 个，测量结果的范围是 71～104 nGy/h，均值为 82.7Gy/h，表中还给出了该点的瞬时测量结果作为对照，数据显示 γ 辐射累积剂量的监测结果与瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果一致。

B）本底初步调查环境介质放射性水平

表 3.1-18 为气溶胶放射性浓度监测结果，四个气溶胶样品中第一个样品（QRJ-1）的所有监测项目（除 ^{90}Sr 以外）结果较其他样品偏高（但仍然处于环境水平范围之内），原因可能有两个，一是第一个气溶胶样品采样过程中多次停电，采样连续时间比其它样品高一倍，无法准确计算该点的采样体积，导致计算误差；二是由于当地风沙比较大，在滤膜上收集了比较多的扬尘影响了测量结果，因此在计算平均值和标准偏差时舍去第一个样品的数据，在核电厂运行前的本底调查中我们将继续在此点进行气溶胶取样，对上述两个可能的原因进行核实。气溶胶中总 α 放射性浓度范围为 0.39～0.80 mBq/m^3；总 β 放射性浓度范围为 0.87～1.87 mBq/m^3；^{90}Sr 浓度范围为 0.185～0.202 mBq/m^3；^{137}Cs 未检出；^{238}U 浓度范围为 0.606～0.648 mBq/m^3；^{232}Th 浓度范围为 0.023～0.057 mBq/m^3；^{226}Ra 浓度范围为 0.016～0.046 mBq/m^3；^{40}K 浓度范围为 0.380～0.554 mBq/m^3。

表 3.1-19 为大气沉降灰放射性浓度测量结果，沉降灰共布 4 个监测点，由表中数据可看出不同点位各核素的浓度相差较大（但仍然处于环境水平范围之内），分析其原因，可能与当地春季刮风天较多，不同点位周围环境空气中的含尘量不同，所以沉降灰的收集量不同，导致测量结果差距也较大。在核电厂运行前的本底调查中我们将继续对这些点位的沉降灰进行收集，以核实上述可能的原因。^{90}Sr 浓度范围为 1.98～41.0 mBq/m^2 d 、^{137}Cs 浓度范围为 1.3～10.9 mBq/m^2 d；^{238}U 浓度范围为未检出～52.3 mBq/m^2 d；^{232}Th 浓度范围为 8.4～62.0 mBq/m^2 d；^{226}Ra 浓度范围为 12.1～49.7 mBq/m^2 d；^{40}K 浓度范围为 172～964 mBq/m^2 d。

表 3.1-20 为空气中 ^{14}C、^{3}H 浓度监测结果，空气中 ^{14}C、^{3}H 由辽宁核安全局采样、测量，四个采样点的 ^{3}H 均未检出，^{14}C 浓度范围为 2.34～7.86 mBq/m^3。

表 3.1-21 为土壤、河（水库）底泥、海洋沉积物放射性浓度测量结果，从表中可看出海洋沉积物中总 β 的浓度范围为 0.993～1.051 Bq/g。土壤、底泥、沉积物中其余核素结果范围如下：^{90}Sr 的浓度范围为 0.17～1.47Bq/kg；^{238}U 的浓度范围为 10.0～56.1 Bq/kg，其中一个底泥样品未检出；^{232}Th 的浓度范围为 12.0～65.1 Bq/kg； ^{226}Ra 的浓度范围为

7.9～29.2 Bq/kg； ^{40}K 的浓度范围为 625～1135 Bq/kg； ^{137}Cs 的浓度范围为 0.4～7.5 Bq/kg ，其中一个土壤样品，两个底泥样品和三个海洋沉积物样品未检出。^{58}Co、^{60}Co、^{110}Ag、^{54}Mn 的浓度均低于检出下限。其检出下限分别为 0.14 Bq/kg、0.20 Bq/kg、0.12 Bq/kg、0.14 Bq/kg。^{210}Pb 的浓度范围为 13.9～56.6Bq/kg，其中两个底泥样品未检出。

表 3.1-22 为降水、饮用水、地表水、地下水、海水放射性浓度测量结果，从表中可看出，除海水外其它水体总 α 放射性浓度范围为 0.011～0.119Bq/L，七个水体样品未检出；海水中总 β 浓度远大于其它水体（因海水中 ^{40}K 浓度明显高于其他水体），海水中总 β 浓度范围为 9.04～11.90Bq/L，其它水体总 β 浓度范围为 0.032～0.276Bq/L；仅两个地下水样品中检出 ^{3}H，结果分别是 1.32Bq/L 和 1.49 Bq/L，其它水体样品中 ^{3}H 均未检出；海水中 ^{238}U 浓度明显高于其它水体，海水中 ^{238}U 浓度范围为 47.98～55.08 mBq/L ，其它水体 ^{238}U 浓度范围为 1.10～32.68 mBq/L；海水中 ^{40}K 浓度大于其它水体，海水中 ^{40}K 浓度范围为 11.6～11.7 Bq/L，而其它水体中 ^{40}K 浓度范围为 0.0163～0.126 Bq/L；全部水体中 ^{90}Sr、^{232}Th、^{226}Ra、^{137}Cs 等浓度分别处于同一水平，^{90}Sr 浓度范围为 3.7～15.5 mBq/L，有十个样品未检出；^{232}Th 浓度范围为 0.016～0.388 mBq/L；^{226}Ra 浓度范围为 3.49～19.0 mBq/L，一个地表水样品未检出；^{137}Cs 仅一个地表水和两个海水样品检出，浓度范围为 3.3～7.5 mBq/L，其余样品均未检出。

表 3.1-23 为陆地生物、海洋生物放射性浓度测定结果，从表中可看出，总 β 浓度范围为 58.41～73.84 Bq/kg；^{90}Sr 浓度范围为 0.11～1.94 Bq/kg，其中牛奶和海鱼未检出；^{238}U 浓度范围为 0.15～0.66 Bq/kg，五个样品未检出；^{232}Th 浓度范围为 0.03～5.0 Bq/kg 牛奶未检出；^{226}Ra 浓度范围为 0.08～1.1 Bq/kg，牛奶未检出；^{40}K 浓度范围为 21～208 Bq/kg；除大白菜外其它生物样品均未检出 ^{137}Cs ，大白菜样品中 ^{137}Cs 测得浓度值为 0.13 Bq/kg；除稻谷外其它生物样品均未检出 ^{210}Pb，稻谷样品中测得 ^{210}Pb 浓度值为 2.5 Bq/kg；^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{110m}Ag、^{131}I 均未检出。

C）海域放射性本底调查环境介质放射性水平

表 3.1-24 为春季海水放射性浓度测量结果，表 3.1-25 为秋季海水放射性浓度测量结果，表 3.1-26 为 2009 年海水样品与 2010 年海水样品测量结果比较。春季海水中总 β 比活度范围在 7.1～10.2Bq/L 之间，秋季海水中总 β 比活度范围在 7.4～10.0Bq/L 之间； 春季海水 ^{90}Sr 比活度范围在 1.3～3.1mBq/L 之间，秋季海水 ^{90}Sr 比活度范围在 0.5～3.0mBq/L 之间；春季海水中 ^{3}H 比活度范围在 0.6～1.4Bq/L 之间，秋季海水 ^{3}H 比活度范围在 0.6～1.7Bq/L 之间；春季海水总铀浓度在 1.3～7.0μg/L 之间，秋季海水总铀浓度在 1.1～2.2μg/L 之间；春季海水 ^{226}Ra 比活度范围在 7.2～19.6 mBq/L 之间，秋季海水 ^{226}Ra 比

活度范围在 4.9～14.6mBq/L 之间；春季海水中 ^{137}Cs 比活度在 1.3～1.9mBq/L 之间，秋季海水 ^{137}Cs 比活度在 0.5 ～2.0 mBq/L 之间（一个样品低于探测限）；春季海水中 ^{40}K 比活度范围在 11.7～12.8Bq/L 之间，秋季海水中 ^{40}K 比活度范围在 9.6～11.2Bq/L 之间；其余核素 ^{58}Co、^{60}Co、^{65}Zn、^{59}Fe、^{134}Cs、^{110m}Ag、^{131}I 均低于检出下限。从测量结果可看出除总铀外，春季和秋季海水中各项测量结果基本一致，没有明显差异，春秋两季海水中总铀的差距可能是由测量方法不同引起的，春季使用质谱法测量，秋季使用 γ 谱法测量，尽管结构有差距，但都处于环境本底水平。从海水的测量结果还能看出离海岸近的点和离海岸远的点海水中同一核素的比活度没有明显变化，海水中放射性核素的分布还是比较均匀的。2009 年海水测量结果与 2010 年海水测量结果经过比较均处于环境本底水平，没有显著差异。

表 3.1-27 为海洋沉积物测量结果，样品总计 18 个，15 个为春季采样，其余 3 个为秋季补充采样，14 个采样点在海内，4 个采样点在潮间带。沉积物总 β 比活度范围在 0.58×10^3 ～1.21×10^3 Bq/kg 之间； ^{90}Sr 比活度范围在 0.24～0.82Bq/kg 之间（2 个样品低于探测限）；总铀浓度在 0.60～ 4.06 mg/kg 之间； ^{232}Th 比活度范围在 7.0～50.0Bq/kg 之间； ^{226}Ra 比活度范围在 2.4～38.0 Bq/kg 之间；^{137}Cs 比活度范围在 0.1～4.0 Bq/kg 之间；^{40}K 比活度范围在 475～1228 Bq/kg 之间；其余核素 ^{58}Co、^{60}Co、^{65}Zn、^{59}Fe、^{134}Cs、^{110m}Ag、54Mn 均低于检出下限。从表中可以看出 14 个海内沉积物测量项目结果基本一致，而 4 个潮间带样品的总铀、^{232}Th、^{226}Ra 的测量结果比海内沉积物偏低，这需要今后采集更大量的样品来验证。总体上海洋沉积物各项目的测量结果都处于环境本底水平。表 3.1-28 将 2009 年海洋沉积物测量结果与 2010 年测量结果做了对比，各项结果均在同一水平，没有显著差异。

生物样品春秋两季共采集了41个，包括鱼类、贝类、甲壳类、软体类、藻类等5种，表3.1-29列出了春季海洋生物样品放射性测量结果，表3.1-30列出了秋季海洋生物样品放射性测量结果，由于两次采集的样品并不完全相同，因此分开描述。春季生物样品^{90}Sr检出率为30%，含量范围为0.06～0.31Bq/kg，最高的为螃蟹，最低的为八爪鱼；铀检出率为100%，最高的为杂色蛤，含量为58.1μg/kg，比最低的大菱鲆高约25倍；^{226}Ra检出率为75%，最高的为皮皮虾，含量为1.24 Bq/kg，比最低的扔把鱼高约10倍；^{137}Cs检出率为90%，最高的为毛虾、杂色蛤、面条鱼，含量为0.09 Bq/kg，最低的为大菱鲆、胗子鱼，含量为0.01 Bq/kg；40K检出率为100%，所有样品含量基本处于同一水平，含量范围为16.8～83.5Bq/kg。秋季生物样品中^{90}Sr检出率为43%，含量范围为0.05～0.36Bq/kg，最高的为皮皮虾，最低的为杂色蛤肉；铀检出率为100%，最高的为海皮草，含量为260.2μg/kg，比最低的扔把鱼高约

20倍；^{226}Ra检出率为95.2%，最高的为杂色蛤，含量为1.90Bq/kg，比最低的海白菜、燕鱼高约20倍；^{137}Cs检出率为95.2%，其含量除海皮草高外，其余基本处于同一水平，含量范围为0.02～0.09Bq/kg；^{40}K检出率为100%，其含量基本处于同一水平，含量范围为29～169Bq/kg。结果显示海皮草铀含量明显偏高，可能对铀有较强的富集能力，贝类和甲壳类样品（如螃蟹、皮皮虾、杂色蛤）中铀、^{226}Ra、^{137}Cs、^{90}Sr含量较鱼类和软体类（如八爪鱼、扔把鱼）偏高。但总体上海洋生物介质的放射性均处于环境本底水平。

结论：根据 2009 年和 2010 年两次本底调查的结果来看，辽宁徐大堡核电厂厂址区域内的陆地贯穿辐射剂量率和累计剂量、陆地和海域环境介质中放射性核素均处于正常环境本底水平，但核素分布并不均匀，根据调查结果以下几点需要关注：

- 四个空气中 ^{3}H 采样点采集的样品均低于探测限，这是由于采样时间在 3 月份，当地气候仍然比较寒冷，使用的采样器仅采集到了少量样品，在今后调查时应对采样时间和采样器的选择做出改进；
- 潮间带沉积物样品的总铀、^{232}Th、^{226}Ra 的测量结果比海内沉积物偏低，可能与沉积物成分不同有关，今后应加大采样量以验证；
- 海皮草对放射性核素 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{137}Cs、^{40}K 有较强的富集能力，可认为是对放射性核素有较强富集能力的代表性生物。贝类的杂色蛤，甲壳类的皮皮虾也可认为是对放射性核素有较强富集能力的有代表性的生物，这与其他文献资料记载的“海洋指示性生物为藻类、贝类”的叙述一致。
- 春秋两季海水中总铀的差距可能是由测量方法不同引起的，在今后调查时应避免使用不同的测量方法测量同一类介质。

3.1.3 运行前两年辐射环境本底调查设想

根据相关标准的要求，在核动力厂厂址首台机组首次装料前，营运单位必须完成环境本底辐射水平的调查，至少应获得最近两年的调查数据。据此徐大堡核电厂将在建设期间进行为期两年的放射性本底调查，此次调查将充分汲取放射性本底初步调查的经验反馈，目前计划的调查项目及调查范围如下：

- 环境 γ 辐射空气吸收剂量率，调查范围半径 50 公里；
- 陆地 γ 辐射累积剂量，调查范围半径 20 公里；
- 陆地 γ 辐射连续测量，与放射性本底初步调查不同，两年本底调查将设置 1 个连续 γ 辐射测量点，同时观测此点的风速、风向、气温、湿度、降雨等气象参数，该监测点将选在厂址附近；
- 大气中气溶胶和沉降物放射性核素活度浓度，调查范围半径 20 公里；

- 空气中氚和 ^{14}C 的活度浓度，调查范围半径 20 公里；
- 土壤、底泥中放射性活度浓度，调查范围半径 20 公里；
- 降水、地表水、地下水、饮用水中放射性核素活度浓度，调查范围半径 20km；
- 陆地生物中放射性核素浓度，调查范围半径 20 公里；
- 海水：调查范围 20km，；
- 海洋沉积物：调查范围 20km；
- 海洋生物：调查范围 20km；

徐大堡核电厂将委托具有相关资质的辐射环境调查单位完成两年本底调查，调查前将先编制工作大纲和质保大纲，经专家评审修订后再实施。两年调查数据将在运行阶段环评报告中引用。

3.2 非放环境质量现状

在本节中给出辽宁徐大堡核电厂厂址区域目前的非放射性环境质量现状，包括大气、噪声、海水及电磁辐射等调查内容。

3.2.1 非放环境质量调查

3.2.1.1 大气环境质量现状调查

本节有关资料和数据来自 2011 年 12 月完成的《辽宁徐大堡核电厂厂址周围大气环境现状调查及评价报告》。

（1）厂址半径 5km 范围内的大气污染源

厂址半径 5km 范围内对环境大气质量有影响的企业主要有 2 个钼铁矿场、1 个钼铁合金加工企业和 1 个采石场。其中，2 个钼铁矿场已永久关闭；钼铁合金加工厂因无材料来源已经停工；采石场也因距离核电厂厂址仅 0.5km 而关闭。

这次大气环境质量监测期间正是冬季采暖季节，而且每天晚上都有村民在村内烘烤水产品。当地居民生活、采暖和生产所用的燃料主要有煤、劈柴和玉米杆等，由此产生大量烟尘对大气环境都会造成一定的污染。

综上所述，厂址半径 5km 范围内无大中型工况企业，仅有一些小型企业，在大气环境质量监测期间，小型企业均已停工或关闭，村民烧煤取暖以及户外烘烤水产品是厂址半径 5km 范围内的主要大气污染源。

（2）执行标准和评价依据

——《环境影响评价技术导则　大气环境》 HJ2.2-2008；

——《环境空气质量标准》 GB 3095-1996，2000 年局部修订；

——关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函（辽环管函（2013）14 号）。

根据辽环管函（2013）14 号文，厂址半径 5km 范围执行国家标准《环境空气质量标准》（GB 3095-1996，2000 年局部修订）二级标准（见表 3.2-1）。

（3）大气环境质量监测数据的处理

大气环境质量现状监测数据需进行统计分析，分别计算出极值（最大值、最小值）、日均值及 1 小时均值。

厂址周围大气环境质量现状采用单项指数进行评价，公式如下：

$$I_i = \frac{c_i}{c_{0i}}$$

式中：

I_i—第 i 种污染物的单项指数；

c_i— 第 i 种污染物的实测浓度，mg/m^3；

c_{0i}— 第 i 种污染物的评价标准，mg/m^3。

（4）大气环境质量监测的技术条件

——本次对常规污染物按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）的要求进行连续 7 天（2011 年 11 月 16 日至 23 日）监测。监测项目有日平均浓度监测和小时平均浓度监测两种，其中对 SO_2、NO_2 的日平均浓度监测设定每天采样 1 次，每次连续采样 18h；SO_2、NO_2、CO 的小时平均浓度监测设定每天采样 4 次（02:00 时、08:00 时、14:00 时、20:00 时），每次连续采样 1h；TSP、PM_{10} 的日平均浓度监测设定每天采样 1 次，每次连续采样 12h。

——监测项目的监测及分析方法按原国家环境保护总局颁布的《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）、《环境空气 总悬浮颗粒物测定 重量法》（GB/T 15432-1995）、《大气飘尘浓度测定方法》（GB 6921-1986）、《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》（HJ 482-2009）、《环境空气 二氧化氮的测定 Saltzman 法》（GB/T 15435-1995）、《空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法》（GB 9801-88）等执行（见表 3.2-2）。

（5） 大气环境质量监测点的布设和监测结果

厂址区域冬季主导风向为 N，次主导风向为 NNE。由于厂址临海，厂址冬季主导风下风向为海域，因此，在厂址位置处和厂址周围的方安（次主导风下风向居民点）、山后（次主导风上风向居民点）、大坨子（主导风上风向居民点）、小南海（距离厂址最近的居民点）各布设 1 个监测点，点位序号依次为 1#、2#、3#、4#、5#，见表 3.2-3 和图 3.2-1。

表 3.2-4 列出了厂址位置处、方安、山后、大坨子、小南海五个监测点 SO_2、NO_2、CO、TSP、PM_{10} 的监测数据。

3.2.1.2 噪声现状调查

本节有关资料和数据取自中国辐射防护研究院在 2009 年 6 月完成的《辽宁徐大堡核电厂厂址周围环境噪声现状水平监测及评价报告》。

（1） 厂址半径 5km 范围内的噪声源

目前，厂址半径 5km 范围内主要是耕地，虽有一些小型的钼铁合金加工企业、钼铁

矿场、采石场等固定噪声污染源，但在噪声测量期间均停产。在噪声测量期间，间隙噪声主要来源于人们的日常生活、机动车（主要为摩托车和轿车）、家禽牲畜、学校、海上的涛声和渔船的马达轰鸣声等。

综上所述，厂址半径 5km 范围内无大中型工况企业，仅有一些小型企业，在噪声监测期间，小型企业均停产，人们的日常生活、机动车（主要为摩托车和轿车）、家禽牲畜、学校、海上的涛声和渔船的马达轰鸣声等产生的间歇噪声是厂址半径 5km 范围内的主要噪声源。

（2） 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；

——关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函 （辽环管函（2013）14 号）。

根据辽环管函（2013）14 号文，厂址半径 5km 范围内，厂界执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3 类功能区标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 65dB（A）和 55dB（A）（见表 3.2-5）；居民区执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类功能区标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 55dB（A）和 45dB（A）。海域环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类功能区标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 55dB（A）和 45dB（A）；交通噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类功能区标准，即昼间和夜间噪声限值分别为 70dB（A）和 55dB（A）。

（3） 噪声测量数据的处理

环境噪声采用等效连续 A 声级（Leq）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，Leq—在 T 段时间内的等效连续 A 声级，dB(A)；

LA(t) —t 时刻的瞬时 A 声级，dB(A)；

T —连续取样的总时间，min。

由于噪声测量实际上是采取等间隔取样的，所以等效 A 声级又可以按下列公式计算：

$$L_{eq} = 10\lg\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i}\right)$$

式中，L i—第 i 次读取的 A 声级，dB(A)；

n —取样总数。

昼夜等效声级是考虑了噪声在夜间对人影响更为严重，将夜间噪声另增加 10dB(A)加权处理后，用能量平均的方法得出 24h 内 A 声级的平均值（Ldn），单位为 dB(A)。

$$L_{dn}=10\lg\left[\frac{T_d\times10^{0.1L_d}+T_n\times10^{0.1(L_n+10)}}{24}\right]$$

式中，Ld —昼间 Td 个小时的等效声级，dB(A)；

Ln —夜间 Tn 个小时的等效声级，dB(A)。

（4） 噪声测量的技术条件

——测量点选在居住或工作建筑物外，离任一建筑物的距离不小于 1m，传声器距地面的垂直距离 1.5m。

——测量仪器选用 HS6288 多功能噪声分析仪，校准仪器为 HS6020。

——此次噪声监测时间为 2009 年 3 月 20 日至 4 月 1 日，测量在无雨雪、无雷电和风速小于 5m/s 条件下进行，并对传声器加风罩。

——对陆域和海域的测量点昼间和夜间各进行一次 10 分钟测量，连续测量两天。

——对选定的交通噪声测量点昼间和夜间各进行一次 30 分钟测量，连续测量两天。

——对选定的定点测量点，进行两天连续 24 小时测量。

（5） 噪声测量点的布设和测量结果

厂址半径 5km 范围内环境噪声现状水平测量按照网格和重点功能相结合的原则，测点布置情况如下：

——在厂址处，选择厂界东、西、南、北和 1 号反应堆中心处各布设一个测量点，具体布点情况见表 3.2-6 和图 3.2-2。

——在划定区域的陆域部分，大体上按照 1km×1km 网格进行布点。对于部分盐池网格点，由于交通不便，无法进行测量，则没有布点。在交通干线上，布设 6 个交通噪声测量点。另外，在学生较多的台里小学以及潘山避风港和风塔下分别布设一个测量点。陆域部分共布设 45 个测量点，具体布点情况见表 3.2-7 和图 3.2-3。

——在划定区域的海域部分，以 1 号反应堆为中心，沿三条射线方向，分别在半径 1.5、3.0、4.5km 的圆弧上布设测量点，每条射线布点的数目为 3 个，共 9 个测量点。具体布点情况见表 3.2-8 和图 3.2-4。

——另外，在厂区内、海岸边和人口较密集的地方共布置了三个定点噪声测量点，分别为厂址（徐大堡村）、徐大堡村南海边和刘台子村。具体布点情况见表 3.2-9 和图 3.2-5。

厂址处昼间和夜间噪声测量结果见表 3.2-10 和表 3.2-11。

厂址半径 5km 范围内陆域部分昼间和夜间环境噪声测量结果及主要噪声来源见表 3.2-12 和表 3.2-13，陆域环境昼间和夜间噪声污染分布见图 3.2-6 和图 3.2-7。

厂址半径 5km 范围内主要交通干线噪声测量结果见表 3.2-14 和表 3.2-15。

厂址半径 5km 范围内海域噪声测量结果及主要噪声源见表 3.2-16 和表 3.2-17，海域环境昼间和夜间噪声污染分布见图 3.2-8 和图 3.2-9。

三个定点（厂址（徐大堡村）、徐大堡村南海边和刘台子村）噪声 24 小时连续测量结果见表 3.2-18～表 3.2-20 和图 3.2-10～图 3.2-12。

3.2.1.3 海水水质现状调查

1）调查目的

为了较全面、综合地反映厂址附近海域海水水质现状，并且为保护海洋环境和核电厂可行性研究阶段环境影响报告书的编制提供科学依据。

2）调查时间

于 2009 年春、夏、秋、冬四个季节进行了现场调查，共计 5 个航次。具体如下：

春季：2009 年 5 月 8~13 日进行大潮航次外业调查，调查船为“辽葫渔 25078”号（500 马力），另有小型交通船一艘。

夏季：2009 年 8 月 5~10 日进行大潮航次外业调查，调查船为“辽葫渔 25078”和“辽葫渔 25080”号（500 马力），另有小型交通船一艘。

秋季：2009 年 10 月 13~16 日进行小潮航次外业调查；2009 年 10 月 19~23 日进行大潮航次外业调查；两航次调查船均为“辽葫渔 25078”和“辽葫渔 25080”号，另有小型交通船一艘。

冬季：2009 年 12 月 4~9 日进行大潮航次外业调查，调查船为“辽葫渔 25078”和“辽葫渔 25080”号，另有小型交通船一艘。

3）调查内容

a）海水物理特性

调查项目包括水温、水深、盐度、电导率、水色、透明度、浊度，进行春、夏、秋、冬 4 个季节共 5 个航次的调查。

b）海洋化学

包括海水化学和沉积化学调查。其中：

海水化学调查项目见表 3.2-21，进行春、夏、秋、冬 4 个季节共 5 个航次的调查。

沉积化学测试海底表层沉积物，分别在春季、秋季进行两个航次调查。项目包括：沉

积物类型、粒度、pH、铜、铅、锌、镉、氧化还原电位（Eh）和有机质含量。

4）站位设置和样品采集

a）水文和海洋化学

在距厂址 15km 范围内，按照以厂址为中心向外辐射的原则布设断面。春季航次共设置 4 个调查断面，设置水文、化学大面观测站 21 个。夏、秋、冬季航次对调查断面和站位进行了调整，在西部近岸区域增设 100 断面，共设置 5 条调查断面，设置水文、化学大面观测站 25 个。另外，在取水口和排水口各设置一个 25h 连续观测站。具体站位设置见图 3.2-13、图 3.2-14。

根据现场调查特点和任务书要求，航次现场调查进行表层、中层、底层三个层次的样品采集。其中，若水深小于 10m，则进行表层、底层样品采集，若水深小于 5m，则仅进行表层水样采集。石油类和重金属只进行表层样品采集。

现场调查过程中，使用 ALEC 1183 便携式 CTD 现场测量海水温度、盐度、浊度等水文参数，同时，使用 5L Niskin 采水器采集现场水样。其中 DO、pH、Alk、COD 及 TOC 等水样现场分装并固定；营养盐水样立即采用玻璃纤维滤膜(Whatman GF/F，预先于马弗炉中 450℃灼烧 6 小时)过滤后分装，滤膜冷冻保存以备测定颗粒有机物中的碳、氮等元素的含量；重金属及其它水样立即采用 0.45μm 核孔滤膜（Nuclearpore）过滤后分装；总悬浮物样品立即采用 0.45μm 微孔滤膜（Millipore）过滤，并记录过滤体积后保存滤膜样品；石油类样品现场萃取。

全部样品均使用冰桶冷藏保存，现场根据走航情况使用交通船分批将样品运送至陆地实验室测定，连续站样品分四次运送至陆地实验室测定。

全部样品的采集、处理、保存、分析方法均按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行。

b）沉积化学

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》要求，核电项目属于一级评价项目，沉积物调查站位数占水质站位数的 50%左右，本项目春季航次调查共计 12 个沉积物站位，秋季航次调整为 15 个（因海况和底质类型原因，现场有 2 个站位未能成功取样），具体分布如图 3.2-15、图 3.2-16 所示。

现场使用 0.05m^2 抓斗式采泥器采集沉积物样品，沉积物中 pH 值和氧化还原电位现场测定。沉积物类型、粒度、铜、铅、锌、镉和有机质含量等其它参数样品现场分装，其中对于沉积物中有机物（有机碳和有机氮）样品，现场使用铝盒（450℃灼烧）分装。全部样品均冷冻保存至陆地实验室测定相关组分。

5）样品分析处理

水文参数使用经校正后的 ALEC 1183 便携式 CTD 现场测量，导出数据后按照相应站位的水样采集层次提取海水温度、盐度、浊度等水文参数。

海洋化学各参数分析处理均严格按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，具体方法详见表 3.2-22。

在海水水质的评价方面，因《海水水质标准》（GB3097-1997）未明确规定核电项目适用的海水水质类别，故本项目参照《海水水质标准》（GB3097-1997）规定的一至四类海水水质标准，按照相应水质参数的实际浓度或含量进行如实描述和评价。

沉积化学各参数分析处理均严格按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，具体方法详见表 3.2-23。此外，利用激光粒度仪对沉积物类型和粒度进行了测定和计算。沉积物中重金属的测定将沉积物冷冻干燥后，研磨、过筛，对沉积物进行消化，然后采用原子吸收光谱法测定。

同时，根据《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）对各以上参数进行沉积物质量评价，因该标准未明确规定核电项目适用的海洋沉积物质量类别，故本项目参照《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）规定的一至三类海洋沉积物质量，按照相应参数的实际浓度或含量进行如实描述和评价。

3.2.1.4 电磁辐射现状调查

1）调查依据标准规范

- 《电磁辐射环境保护管理办法》（国家环保局[1997]18 号令）
- 《中华人民共和国环境保护法》 （1989 年 12 月）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》 （2003 年 9 月）
- 《电磁辐射防护规定》（GB8702-1988）
- 《辐射环境保护管理导则—电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）
- 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）
- 《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T 24-1998）
- 《高压架空输电线、变电站无线电干扰测量方法》（GB/T 7349-2002）
- 《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）

2）调查目的

通过厂址区域电磁辐射调查工作，掌握本工程核电厂开关站及电力出线评价区域内（包括核电厂厂区以及厂区外约 5km）的工频电磁场、无线电干扰以及综合场强现状，

获取电磁辐射环境影响本底数据。在调查中，着重选择厂区周围较大居民区内的重点环境敏感点，如人员较为集中的地方。在进行上述调查的同时，也进行其它电磁辐射污染源的寻找，如电信基站、电台等。

另外，调查工作的调查项目设置较全，目的是为了更全面地反应当地的电磁辐射水平。同时，通过调查所采用的方法是为电厂运行后的定期电磁辐射测量方法打下基础。

3）调查内容及范围

- 射频综合场强：本工程厂址周围 5km 范围内环境敏感区域。
- 工频电场强度：以拟建开关站为中心的半径 500m 和电力出线送电走廊两侧 50m 带状区域测量垂直分量。
- 工频磁感应强度：以拟建开关站为中心的半径 500m 和电力出线送电走廊两侧 50m 带状区域垂直分量、水平分量。
- 无线电干扰场强度：以拟建开关站围墙外 2000m 和电力出线送电走廊两侧 2000m 带状区域的 0.15、0.25、0.5、1.0、1.5、3.0、6.0、10、15、30MHz 频率下的场强。

4）监测方法

- 工频电场和磁场强度

  每个测点分别测量离地 1.5m 的电场强度垂直分量、磁感应强度垂直分量和水平分量，连续测量 5 次，每次测量时间不小于 15s，读取稳定状态最大值。同时记录每个测点当时的天气情况、环境温度和相对湿度。每个测量点均拍摄照片，同时用 GPS 确定其准确位置。

- 无线电干扰场强度

  每个测点分别测量 0.15、0.25、0.5、1.0、1.5、3.0、6.0、10、15、30MHz 频率下的无线电干扰场强。每个测点每个频率连续读取相对稳定状态值 20 次，取 20 次读数的平均值作为该点的无线电干扰场强测量值。同时在无线电干扰测量期间，进行监听测量仪的音频输出，如发现有特殊的干扰源加以注明。同时记录每个测点当时的天气情况、环境温度、相对湿度、风向、风速和大气压。每个测量点均拍摄照片，同时用 GPS 确定其准确位置。

- 射频综合场强

  每个测点使用 30～3000MHz 非选频式辐射测量仪，分别测量离地 1.7m 的综合场强，连续测量 5 个数据，每个数据测量时间不低于 15 秒，当数字变化过大时，应适当延长测量时间。最终计算时每个时点采用其 5 个数据的平均值。每个点基本测量时间区间，选择环境电磁辐射的高峰期为：5：00～9：00、11：00～

14：00、18：00～23：00。每次测量间隔时间为 1h，昼夜测量时间点不少于 10 个。记录每个测点当时的天气情况、环境温度和相对湿度。每个测量点均拍摄照片，同时用 GPS 确定其准确位置。

5）监测仪器

- 工频场强分析仪（型号：PMM8053B，配 EHP50C 探头）
- 信号分析仪（主机型号：PMM9010；天线型号：RA-01-HV，鞭状）
- 非选频式辐射测量仪（型号：PMM8053B 电磁场分析仪，配 EP300 探头)；
- GPS 定位仪。

3.2.2 非放环境质量现状

3.2.2.1 大气环境质量评价

根据《环境空气质量标准》（GB 3095-1996，2000 年局部修订）中规定的二级标准和污染物监测数据的统计结果（见表 3.2-25），对厂址评价区域冬季大气环境质量现状分析和评价如下：SO_2 各监测点的小时浓度值范围在 0.007~0.023mg/m^3 之间，最大小时浓度值出现在 4#大坨子，评价指数 0.046（占二级标准值的 4.60%）。SO_2 各监测点的日均浓度值范围在 0.011~0.015mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 2#方安和 4#大坨子，评价指数 0.10（占二级标准值的 10.0%）。

NO_2 各监测点的小时浓度值范围在 0.014~0.027 mg/m^3 之间，最大小时浓度值出现在 4#大坨子，评价指数 0.113（占二级标准值的 11.3%）。NO_2 各监测点的日均浓度值范围在 0.021~0.027 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 1#厂址和 4#大坨子，评价指数 0.225（占二级标准值的 22.5%）。

CO 各监测点的小时浓度值范围在 0.34~0.99mg/m^3 之间，最大小时浓度值出现在 4#大坨子，评价指数 0.099（占二级标准值的 9.9%）。CO 各监测点的日均浓度值范围在 0.53~0.67mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 4#大坨子，评价指数 0.168（占二级标准值的 16.8%）。

PM_{10} 各监测点的日均浓度值范围在 0.099~0.143mg/m^3，最大日均值出现在 2#方安，评价指数 0.953（占二级标准值的 95.3%）。

TSP 各测点的日均浓度值范围在 0.190~0.283mg/m^3 之间，最大值出现在 2#方安，评价指数 0.943（占二级标准值 94.3%）。

综上所述，厂址评价区域内的 5 个监测点冬季监测结果表明，大气环境质量现状良好，各监测项目评价指数均小于 1（最大评价指数 0.953）。大气环境中 SO_2、NO_2、CO 等污染

物浓度较低，符合《环境空气质量标准》（GB 3095-1996，2000 年局部修订）中的二级标准要求；TSP、PM_{10} 污染物浓度相对较高，尤以 2#方安的 TSP 和 PM_{10} 的单项污染指数最高分别达到了 0.943 和 0.953，尽管如此，大气环境中 TSP、PM_{10} 的浓度还是符合《环境空气质量标准》（GB 3095-1996，2000 年局部修订）中的二级标准要求的。

厂址评价区域内大气环境中 TSP、PM_{10} 污染物浓度受当地气候、地貌等环境因素的影响较大。因为厂址位于我国东北部临海地区，冬季气候干燥，多风且风力强劲的时期，厂址附近地势比较平坦，植被稀少，风沙较大；还因为当地居民冬季主要靠烧煤取暖，以及平常生火做饭主要是烧柴产生大量的颗粒污染物；此外，在监测期间每天晚上都有村民在户外点燃炉火烘烤水产品，所有这些都会对当地的大气环境质量产生一定的影响。

3.2.2.2 环境噪声评价

（1） 厂址处噪声现状

由于厂区处于徐大堡村南边，目前主要是耕地，人烟稀少，也没有固定噪声污染源。厂址处所有测量点无论昼间还是夜间，噪声等标指数 P 均小于 1，昼间和夜间噪声水平分别为 46.7～51.4dB（A）和 40.4～44.7 dB（A），均低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间和夜间 3 类标准限值。

（2） 陆域环境噪声现状

昼间和夜间陆域环境噪声水平分别为 42.1～58.4 dB（A）和 36.1～49.0 dB（A）。其中，昼间环境噪声测量结果中，除潘山避风港外，其余 38 个测量点均低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间 1 类标准限值；夜间环境噪声测量结果中，除风塔下外，其余 38 个测量点均低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 1 类标准限值。

评价区域内主要环境噪声敏感区噪声现状如下：

风塔下昼间环境噪声等效声级为 51.1 dB（A），等标指数为 0.93，低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间 1 类标准限值；夜间环境噪声等效声级为 49.0 dB（A），等标指数为 1.09，超过《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 1 类标准限值，但低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 2 类标准限值。

台里小学昼间环境噪声等效声级为 54.8 dB（A），等标指数为 0.996；夜间环境噪声等效声级为 41.6 dB（A），等标指数为 0.92，均低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间和夜间 1 类标准限值。

潘山避风港昼间环境噪声等效声级为 58.4 dB（A），等标指数为 1.06，超过《声环境

质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间 1 类标准限值，但低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间 2 类标准限值，主要是因为潘山避风港昼间有渔民在修船，偶而有渔船出海；夜间环境噪声等效声级为 43.3 dB（A），等标指数为 0.96，低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 1 类标准限值。

（3） 陆域交通噪声现状

所有测量点交通噪声等标指数均小于 1，昼间和夜间交通噪声水平分别为 56.7～68.8 dB（A）和 43.3～49.0 dB（A），均低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间和夜间 4a 类标准限值。

（4） 海域环境噪声现状

整个海域噪声评价区内昼间噪声水平为 45.2～49.9dB（A），低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的昼间 1 类标准限值；夜间噪声水平为 44.0～49.6dB（A），超过《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 1 类标准限值，但低于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的夜间 2 类标准限值。

（5）定点噪声现状评价

厂址（徐大堡村）昼夜环境噪声等效声级在 36.3~54.3dB（A）之间，最高在 18 时，最低在 0 时。总体上昼间噪声明显大于夜间，符合人们日常活动情况。

徐大堡村南海边昼夜环境噪声等效声级在 45.9~63.0dB（A）之间，最高在 12 时，最低在 1 时，其中在 9 时至 18 时，环境噪声变化不大，其主要原因是海滩上一直有渔民在修船。总体上昼间噪声大于夜间。

刘台子村昼夜环境噪声等效声级在 36.0~63.3dB（A）之间，最高在 13 时，最低在 0 时。总体上昼间噪声明显大于夜间，符合人们日常活动情况。

综上所述，在评价区域内，环境噪声监测期间，除风塔下、潘山避风港等个别点噪声水平较高外，噪声环境质量总体状况良好。

3.2.2.3 海水质量评价

调查结果见表 3.2-24。

1）透明度、水色、浊度

海水透明度存在明显的季节差异，春季最高、冬季最低，平面分布近岸低、外海高，小潮期透明度高于大潮期。

海水水色数值存在明显的季节差异，春季最低、冬季最高，平面分布近岸高外海低，大潮期水色高于小潮期。

浊度受陆源输入影响较大，体现在近岸区的河口、核电厂厂址附近以及渔船码头附近数值较高，而外海海域数值较低。同时，浊度易受到风浪和生物扰动影响，底层浊度普遍大于表层，而且其变化幅度亦大于表层。此外，浊度受潮汐强弱影响较大，大潮期浊度数值明显高于小潮期。

2）温度、盐度、电导率

该调查海区水温季节差异性较大，夏季和冬季表层水温的平均值分别为25.568±0.783℃和 3.850±1.173℃，底层水温的平均值分别为 24.604±0.955℃和3.753±1.165℃，两季节表层和底层水温平均值差别分别超过21℃和20℃。而各季节最大值和最小值的差值约为4℃。水温平面分布季节的差异也较大，春季和夏季表现为近岸高外海低，秋季和冬季节则为近岸低外海高。垂直分布基本呈现表层高底层低的趋势。此外，潮汐对调查海域的水温略有影响，小潮期水温比大潮期升高约1.3℃。

工程海域盐度数值季节差异较小，盐度最低的夏季和最高冬季其平均值相差仅1.2，但其平面分布季节差异性较大，春季和夏季表现为近岸低外海高，而秋季和冬季节则为近岸高外海低，这与不同季节陆源淡水输入量、降雨量以及表面蒸发作用不同有关。此外，垂直分布基本呈现表层低于底层的趋势，而秋季小潮期盐度比大潮期降低约0.2。

电导率的季节变化与盐度类似，基本呈现夏季最低、春季和秋季其次，冬季最高的趋势，这与不同季节降雨和陆源淡水输入以及表面蒸发作用等有关；同一季节时，表层电导率往往低于底层，且变化幅度大于底层，这与表层更易受降雨和陆源淡水输入等的影响有关；平面分布季节差异性较大，春季和夏季表现为近岸低外海高，而秋季和冬季节则为近岸高外海低。此外，秋季小潮期电导率比大潮期数值低。

3）pH 值、溶解氧（DO）和碱度（Alk）

调查数据表明：该海区春、夏、秋、冬四季海水 pH 值均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一、二类海水水质标准；春、夏、秋、冬四季海水溶解氧含量，整体上符合《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准，仅在春季两个连续站底层水体个别时段的溶解氧符合二类水质标准；Alk 数值在季节变化和平面分布方面存在较大差异，春季和秋季较高，夏季和冬季和值较低，该海区在垂向上存在差异，一般情况下表层大于底层含量，此外，潮汐对该海区季和影响不大。

4）营养要素

调查海域溶解态无机氮（DIN）含量水平较低，年变化范围在 1.45～16.28μmol/L 之间，年平均含量为 5.83±2.40μmol/L。全部近 300 个水样中，除 1 个水样外，其余全部调查样品的含量均低于《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准，海水水质

良好，超标率仅 0.3%左右。DIN 平均浓度的季节差异性较小，呈现秋、冬季节高于春、夏季节的特点，且大小潮期 DIN 浓度差异不明显。

该海区硝酸盐（NO_3-N）含量水平较低，海水水质良好。其季节变化呈秋、冬季高，春、夏季低的特征，这种变化趋势与不同季节浮游植物对营养盐吸收利用和营养的循环补充机制有关。此外，NO_3-N 平面呈近岸高，远岸低，NO_3-N 高值区主要集中在西部的六股河河口、北部的核电厂厂址和东北部的台里村渔船码头等近岸海域，表明与陆源输入密切相关。

该海区该海区亚硝酸盐（NO_2-N）含量呈近岸低，远岸高，其季节变化夏季最高，春季最低，与该海区溶解氧的状况存在反相关性。此外，大小潮对 NO_2-N 的浓度影响不大，但是对其分布影响较大。

调查海区氨氮（NH_4-N）含量水平较高，是该海域无机氮的主要组成部分，其平面除近岸较高外，中央海区会出现斑块状高值区，表明 NH_4-N 含量与分布除与陆源输入密切相关外，还可能与生物活动存在相关性。小潮期 NH_4-N 的平均浓度略高于大潮期，分布特征相近。

调查数据表明，活性磷酸盐(PO_4-P)浓度具有明显的季节变化特征，秋、季较高，夏、春季较低，有 40%调查数据的 PO_4-P 含量超过了《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准，主要出现在秋、冬季节，其 PO_4-P 浓度处于富营养化状态，而春、夏季节 PO_4-P 浓度较低，海水水质较好，符合一类海水水质标准。PO_4-P 在外海海域浓度普遍较高，说明其影响因素不仅仅取决于陆源排放，还与营养的循环机制以及不同季节浮游植物对营养盐吸收利用有关。此外，潮汐也会 PO_4-P 的含量及分布造成一定影响，表现为小潮期低于大潮期。

调查数据表明，该海区活性硅酸盐（SiO_3-Si）含量平面分布呈现为近岸高远岸低，垂直分布差异不大，季节变化呈现为夏、秋、冬季远远高于春季。硅酸盐的高值主要分布六股河河口、核电厂厂址和渔船码头等受陆源输入影响较大的近岸海域。

5）总有机碳、总悬浮物

总有机碳（POC）平面分布显示其浓度受陆源输入影响较大，在河口区、核电厂厂址附近以及渔船码头附近 POC 浓度数值较高；POC 还受到生物活动强弱变化的影响，春、夏季节 POC 浓度普遍高于秋、冬季节；同时，POC 还受到潮汐强弱的影响，大潮期 POC 浓度高于小潮期。

总悬浮物（TSP）浓度受陆源输入影响较大，体现在在河口区、核电厂厂址附近以及渔船码头附近浓度数值较高；TSP 还受到受季风的影响较大，体现在秋、冬季节 TSP 浓

度普遍高于春、夏季节；此外，TSP 受潮汐强弱影响较大，大潮期 TSP 浓度高于小潮期。

6）主要化学污染物

调查海域仅有 1%调查水层的化学耗氧量（COD）含量超过了《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准，绝大多数时间和海区海水水质良好。春夏季节 COD 数值高于秋冬季节，近岸水体 COD 数值高于外海水体，小潮期 COD 含量高于大潮期。同时，春、夏季 COD 含量从表层至底层递减，而秋、冬季节 COD 含量从表层至底层递增。

调查数据表明，调查海域受到油类一定程度的污染，约有 20%调查站位的油类含量超过了《海水水质标准》（GB3097-1997）的一、二类海水水质标准，春、夏季节污染较重，秋、冬季节较轻；从调查海域油类的分布特征和大小潮期变化分析，渔船活动或码头水体外溢可能是导致调查海域油类污染的主要因素。

7）重金属

调查数据表明：

约有 15%调查站位的铜（Cu）含量超过了《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准，调查海域受到一定程度的污染，秋季最重，春季最轻；调查海域各季节 Cu 的高值区位置不同，或近岸或外海，分布规律性较差；潮汐能够对调查海域的 Cu 的浓度水平和平面分布造成较大影响。

约有 7%调查站位的铅（Pb）含量超过了《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准（1.0μg/L），无超过二类海水水质标准海域。调查海域各季节 Pb 的高值区位置不同，或近岸或外海，Pb 的分布规律性较差；潮汐能够对调查海域的 Pb 的平面分布造成较大影响。

调查海域的锌（Zn）含量均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准（20μg/L），水质较好。调查海域 Zn 的高值区主要出现在河口或近岸区域，夏季浓度远高于其他季节，同时大小潮期存在明显差异，充分说明 Zn 主要来源于陆源输入或受其影响较大。

所有调查样品的镉（Cd）含量均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类海水水质标准（1.00μg/L），水质较好。调查海域 Cd 的高值区主要出现在河口或近岸区域，同时夏季浓度远高于其他季节，充分说明 Cd 主要来源于陆源输入或受其影响较大。潮汐能够对调查海域的 Cd 的平面分布造成较大影响。

仅有 2%调查水层的 EI 数值达到了富营养化状态，绝大多数时间和海区海水水质良好，影响该海域富营养化水平的主要原因是氮/磷营养盐的含量，COD 浓度对 EI 值的影

响较小；在季节变化方面，秋冬季节 EI 数值高于春夏季节，说明该海域富营养化状况受底层颗粒物的再悬浮影响较大；在分布方面，近岸水体 EI 数值高于外海水体，说明该海域富营养化状况受陆源输入影响较大；在潮汐方面，大小潮期能够对 EI 数值造成较大影响，小潮期 EI 数值大于大潮期。整体而言，根据调查海域海水富营养化状况及相应的营养盐浓度水平，可知该区域发生大规模赤潮的可能性较小，且未发现该海域发生赤潮的历史记录。

8）海洋沉积物化学

调查区域表层沉积物存在砂、砂质粉砂、粉砂质砂和粘土质粉砂四种类型，以砂和粉砂的存在形式为主。表层沉积物中有机物的含量小于 20mg/L，平均含量为 8.6mg/L，均符合《沉积物质量标准》（GB18668-2002）的一类沉积物质量标准。

表层沉积物以氧化环境为主，尤其是在秋季，其氧化环境表现得更为明显。由表层沉积物 pH 值可知，沉积环境以碱性环境为主，春季更加明显。

表层沉积物中 Cu 的含量相当稳定，所有调查站位沉积物中 Cu 含量均小于 35×10^{-6}，均符合《沉积物质量标准》（GB18668-2002）的一类标准。Pb 分布上近岸相当较高，春季较秋季含量稍高，所有站位沉积物中 Pb 含量均小于 60×10^{-6}，均符合《沉积物质量标准》（GB18668-2002）的一类标准。Zn 合含量春季和秋季相当，所有站位沉积物中 Zn 含量均小于 150×10^{-6}，均符合《沉积物质量标准》（GB18668-2002）的一类标准。Cd 含量秋季较春季稍高，所有站位沉积物中的 Cd 含量均小于 0.5×10^{-6}，均符合《沉积物质量标准》（GB18668-2002）的一类标准。上述四种重金属均未出现超标现象。

3.2.2.4 电磁辐射质量评价

1) 评价标准

- 开关站及送电线路走廊的工频电磁场强度参照《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998）的推荐值，以 4kV/m 作为居民区工频电场评价标准，以国际辐射保护协会关于公众全天辐射时的工频限值 0.1mT(100μT)作为磁感应强度的评价标准。
- 开关站及高压架空送电线路的无线电干扰限值是根据《高压交流架空送电线无线电干扰限值》(GB15707-1995)要求，500kV 送电线路距边导线投影 20m 处，测量频率 0.5MHz 的晴天条件下，无线电干扰限值不大于 55dB（μV/m）。
- 对于 30～3000MHz 的频率范围，该标准的公众照射限值为：环境射频综合场强功率密度在任意连续 6 分钟内的平均值应小于 $0.4W/m^2$。该限值包括

30～3000MHz 的频率范围所有电磁辐射源的贡献。

2）质量现状评价结论

各项测量数据结果见表 3.2-26 至表 3.2-31，监测点设置详见图 3.2-17 至图 3.2-19。

根据评价区域电磁辐射测量结果，得到如下结论：

- 本次厂址区域（包括现有风力发电站开关站和电力出线）工频电场强度监测结果为 0.109-666.710V/m，磁感应强度垂直分量为 0.009-0.579μT，水平分量为 0.011-0.836μT，最大点均出现在现有风力发电站开关站及电力出线区域，但仍小于 4000V/m 和 0.1mT。根据《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998），以离地面 1.5 高度处 4kV/m 作为工频电场评价限值和以 0.1mT 作为磁感应强度限值，本次监测结果在评价限值之内。
- 本次厂址区域（包括现有风力发电站开关站和电力出线）各监测点位无线电干扰场强度监测结果 0.15MHz 为 15.30-50.70dB（μV/m），0.25MHz 为 40.03-58.75dB（μV/m），0.5MHz 为 33.60-50.24dB（μV/m），1.0MHz 为 49.52-66.50dB（μV/m），1.5MHz 为 29.08-49.59dB（μV/m），3.0MHz 为 17.69-44.87dB（μV/m），6.0MHz 为 10.21-64.81dB（μV/m），10.0MHz 为 9.46-51.46dB（μV/m），15MHz 为 12.48-41.08dB（μV/m），30MHz 为 7.86-38.67dB（μV/m），根据《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995），以 500kV 送电线路距边导线投影 20m 处，测量频率为 0.5MHz 晴天条件下无线电干扰限值不大于 55dB（μV/m）的评价标准为例，则该次各监测点位的 0.5MHz 监测结果在评价标准之内。
- 本次厂址区域射频综合场强监测结果为 0.15-0.39V/m（功率密度为 0.006-0.040μW/cm^2），远远低于《电磁辐射防护规定》（GB8702-1988）中在 30-3000MHz 频率范围的评价限值 40μW/cm^2。
- 根据厂址区域风力发电场和移动通信基站的监测结果，风力发电场的工频电场强度、磁感应强度、无线电干扰强度，移动通信基站的射频综合场强均在评价标准限值之内。结合相关调查表明，厂址区域目前无重大电磁辐射污染源。

表 3.1-1 辽宁徐大堡核电厂环境放射性本底初步调查方案

序号	调查对象		监测项目	监测频度	调查范围	采样点数
1	陆地γ辐射	剂量率	空气吸收剂量率	1 次/月	50km	54 个
		累积剂量	γ辐射累积剂量	1 次	20km	19 个
2	气溶胶		总α、总β、^{90}Sr、^{137}Cs 及γ谱分析	1 次	10km	4 个
3	沉降灰		^{90}Sr 及γ谱分析	1 次	10km	4 个
4	空气		^{14}C、^{3}H	1 次	10km	4 个
5	土壤		^{90}Sr、γ谱分析（^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{137}Cs）	1 次	10km	8 个
	底泥			1 次	10km	4 个
6	降水		总α、总β、^{3}H 、^{90}Sr、γ谱分析	1 次	10km	3 个
	饮用水			1 次	10km	4 个
	地表水			1 次	10km	5 个
	地下水			1 次	10km	3 个
7	陆地生物	主要农作物	^{90}Sr 及γ谱分析	收获期	10km	2 个
		淡水鱼	^{90}Sr 及γ谱分析	1 次	10km	1 个
		蔬菜	^{90}Sr 及γ谱分析	1 次	10km	2 个
		牛（羊）奶	I 及γ谱分析	1 次	10km	1 个
8	海洋介质	海水	总铀、总β、^{90}Sr、^{3}H、γ谱分析（^{226}Ra、^{58}Co、^{60}Co^{137}Cs、^{110m}Ag）	1 次	10km	4 个
		沉积物	总β、^{90}Sr、γ谱分析（^{40}K、^{226}Ra、^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{232}Th、^{54}Mn）	1 次	10km	4 个
		海洋生物	总β、^{90}Sr、γ谱分析（^{40}K、^{226}Ra、^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{232}Th、^{54}Mn）	1 次	5km	4 个

表 3.1-2 海域放射性本底调查方案

调查对象	监测项目	监测频度	调查范围	采样点数
海水	总铀、总 β、^{90}Sr、^{3}H、^{40}K、γ 谱分析核素（^{226}Ra、^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{134}Cs、^{65}Zn、^{59}Fe、^{110m}Ag、^{131}I）	2 次	20km	27 个
沉积物	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析核素（^{226}Ra、^{232}Th、^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{134}Cs、^{65}Zn、^{59}Fe、^{110m}Ag、^{54}Mn、^{40}K、）	1 次	20km	18 个
海洋生物	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析（^{226}Ra、^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{134}Cs、^{65}Zn、^{59}Fe、、^{110m}Ag、^{54}Mn、^{131}I、^{40}K）	2 次	20km	10 个

注：对于海洋生物采样点，除合同规定的 10 个采样点外，又增加 2 个人工养殖采样点，大菱鲆（海滨乡史树林村），杂色蛤、海虹（曹庄镇）和海白菜（徐大堡码头东北向约 5km 海边）采样点。

表 3.1-3 采用的仪器及测量方法

<table>
<tr><th>监测项目</th><th>监测内容</th><th>样品处理</th><th>分析方法</th><th>采用仪器名称及型号</th></tr>
<tr><td>γ 剂量率</td><td>-</td><td>-</td><td>瞬时测量</td><td>便携式 χ-γ 剂量率仪
BH-3103B</td></tr>
<tr><td>γ 累积剂量</td><td>-</td><td>-</td><td>热释光法</td><td>热释光仪 RGD-3B</td></tr>
<tr><td rowspan="3">总 β</td><td>气溶胶</td><td>灰化</td><td rowspan="5">直接测量</td><td rowspan="10">低本底 α、β
测量仪
CLB-104</td></tr>
<tr><td>海洋
沉积物</td><td>蒸发、灰化</td></tr>
<tr><td>水体
（含海水）</td><td>蒸发、灰化</td></tr>
<tr><td rowspan="2">总 α</td><td>气溶胶</td><td>灰化</td></tr>
<tr><td>水体</td><td>蒸发、灰化</td></tr>
<tr><td rowspan="5">^{90}Sr</td><td>土壤</td><td>浸取-色层分离-沉淀</td><td rowspan="5">二—（2—乙基已基）磷酸脂萃取
色层法</td></tr>
<tr><td>气溶胶</td><td>灰化-色层分离-沉淀</td></tr>
<tr><td>沉降灰</td><td>灰化-色层分离-沉淀</td></tr>
<tr><td>水体</td><td>色层分离-沉淀</td></tr>
<tr><td>陆地及
海洋生物</td><td>灰化、硝化-色层分离-沉淀</td></tr>
<tr><td>^{137}Cs</td><td>水体</td><td>选择性吸附
-沉淀</td><td>磷钼酸铵—碘铋酸沉淀法</td></tr>
<tr><td>^{3}H</td><td>空气、水体（含海水）</td><td>蒸馏</td><td>液体闪烁计数法</td><td rowspan="2">低本底液体闪烁谱仪
LKB1220</td></tr>
<tr><td>^{14}C</td><td>空气</td><td>-</td><td>碳酸钙粉末悬浮液体闪烁计数法</td></tr>
<tr><td>U Th</td><td>水体（含海水）</td><td></td><td>直接测量</td><td>电感偶合等离子体
质谱仪 VG Axiom SC</td></tr>
<tr><td>^{226}Ra</td><td>水体（含海水）</td><td>硫酸钡共沉淀</td><td>硫酸钡共沉淀射气法</td><td>氡钍分析仪 FD-125</td></tr>
<tr><td>^{40}K</td><td>水体（含海水）</td><td>-</td><td>原子吸收法</td><td>原子吸收分光光度计
Z-5000</td></tr>
<tr><td rowspan="3">γ 核素</td><td>沉降灰、土壤、底泥
（含海洋沉积物）</td><td>烘干、粉碎</td><td rowspan="3">γ 能谱法</td><td rowspan="3">高纯锗 γ 能谱仪
GMX50P4 POP TOP</td></tr>
<tr><td>气溶胶</td><td>重叠压实</td></tr>
<tr><td>陆地及海洋生物</td><td>烘干、灰化</td></tr>
</table>

表 3.1-4 分析方法标准编号及名称

监测项目	标准编号	标准名称
γ 剂量率	GB/T14583—1993	环境地表 γ 辐射剂量率测定规定
γ 累积剂量	GB8998—1988	环境热释光剂量计及其使用方法
氚	GB12375—1990	水中氚的分析方法
^{14}C	EJ/T 1008—1996	空气中碳-14 的取样与测定方法
总 β	EJ-T900-1994	水中总 β 放射性的测定 蒸发法
总 α	EJ/T1075-1998	水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法
^{90}Sr	EJ/T1035-1996	土壤中锶—90 的分析方法
	GB6766—1986	水中锶—90 放射化学分析方法 二—（2—乙基已基）磷酸脂萃取色层法
	GB11222.1—1989	生物样品灰中锶—90 放射化学分析方法二—（2—乙基已基）磷酸脂萃取色层法
γ 核素	GB11743—1989	土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法
	GB/T16145—1995	生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法
	WS/T 184-1999	空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法
^{40}K	GB11338—1989	水中钾的分析方法
^{226}Ra	GB11214-1989	水中镭-226 的分析测定
^{137}Cs	GB6767-1986	水中铯-137 放射化学分析方法
U	DZ/T0223-2001	电感耦合等离子体质谱分析方法通则
Th	DZ/T0223-2001	电感耦合等离子体质谱分析方法通则

表 3.1-5　环境介质取样方法及取样量

环境介质	取样时参照的主要标准	取样方法简介	取样量
气溶胶	HJ/T-61	大流量气溶胶采样器	10000m^3
沉降灰	HJ/T-61	不锈钢沉降灰采样器	实际收集的量
^3H	HJ/T-61	冷凝法氚采样器	2L
^{14}C	HJ/T-61	碱液吸收法 C-14 采样器	8m^3
土壤	HJ/T-61	土壤采样器、梅花型布点	5kg
底泥	HJ/T-61	抓斗式底泥采样器	5kg
降水	HJ/T-61	直径 40cm 的采样容器	20L
饮用水	HJ/T-61	农村饮用水选取井水 城镇饮用水选自自来水末端	20L
地表水	HJ/T-61	菱角河：小河，设置一个取样垂线 六股河：3 个取样垂线 烟台河：3 个取样垂线	20L
玉米	HJ/T-61 EJ 527-1990	取籽实	12.5kg
稻谷	HJ/T-61 EJ 527-1990	取籽实，风干、脱壳	12.5kg
鲫鱼	HJ/T-61 EJ 527-1990	洗净、擦干、去鳞、去内脏	3kg
大白菜	HJ/T-61 EJ 527-1990	除去泥土，取可食部分，洗净，晾干	25kg
萝卜	HJ/T-61 EJ 527-1990	除去泥土，取可食部分，洗净，晾干	25kg
牛奶	HJ/T-61 EJ 527-1990	在奶厂取新鲜的原奶汁	10L
海水	HJ/T-61 GB/T 12376	潮间带外采集样品，采用潜水泵采样	25L
海洋沉积物	HJ/T-61 GB/T 12376	抓斗式底泥采样器	2kg
扇贝	HJ/T-61 EJ 527-1990 GB/T	洗净、取可食部分	1.15Kg
螃蟹	HJ/T-61 EJ 527-1990	洗净、去壳，取可食部分	9Kg
皮皮虾	HJ/T-61 EJ 527-1990	洗净、去壳，取可食部分	5.2Kg
扔巴鱼	HJ/T-61 EJ 527-1990	洗净、取可食部分	3.6Kg

表 3.1-6　仪器型号及性能指标

监测项目	采用仪器名称及型号	性能指标
γ 剂量率	便携式 χ-γ 剂量率仪 BH-3103B	温度范围：-5～+50℃ 能量范围：25keV～3MeV 量程范围：10～10^8nGy/h
γ 累积剂量	热释光仪 RGD-3B	温度范围：0～45℃ 计数频率：0～500kHz 量程范围：0.01mGy～10Gy
总 β 总 α ^{90}Sr ^{137}Cs	低本底 α、β 测量仪 CLB-104	环境温度：0～45℃ 本底计数率（探测有效面积 28cm^2）： α≤0.05cpm，β≤0.8cpm 探测效率：^{241}Am≥80%，^{90}Sr-^{90}Y≥45%，^{14}C≥40%
^{3}H ^{14}C	低本底液体闪烁谱仪 LKB1220	环境温度：15～35℃ 相对湿度：≤75% 效率（标准源）：^{3}H:>27%,^{14}C>75%; 能量范围：1-2000 KeV
U　Th	电感偶合等离子体 质谱仪 VG Axiom SC	环境温度：15～30℃ 检出限：10^{-9}～10^{-12} g/g； 精密度小于 5%；
^{226}Ra	氡钍分析仪 FD-125	环境温度：0～45℃ 闪烁室本底≤100 计数 s^{-1}； 光电倍增管电源范围：0 ～1500V
^{40}K	原子吸收分光光度计 Z-5000	环境温度：15～30℃ 检出限：10^{-6} g/g 左右（火焰原子化器）； 10^{-9} g/g 左右（石墨炉原子化器）； 精密度小于 5%。
γ 核素	高纯锗 γ 能谱仪 GMX50P4 POP TOP	工作温度：15～30℃ 能量范围：7keV～10MeV 相对效率：>50% 能量分辨率：对 1.332MeV 峰（Co-60）: ≤2.2 keV

表 3.1-7(1/2) 放化及质谱监测项目探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	化学回收率/%	探测下限
^{90}Sr	水	GB6766-86 萃取色层法	3L	1.0	480	22	70	7.1E-3 Bq/L
^{90}Sr	土壤	GB11222.1-89 萃取色层法	50g	1.0	480	22	70	0.64 Bq/kg
^{90}Sr	生物	GB11222.1-89 萃取色层法	5g	1.0	480	22	70	0.17 Bq/kg
^{90}Sr	沉降灰	GB11222.1-89 萃取色层法	5g	1.0	480	22	70	4.27 Bq/kg
^{90}Sr	气溶胶	GB11222.1-89 萃取色层法	$10000m^3$	1.0	480	22	70	2.14E-6 Bq/m^3
^{137}Cs	水	GB6767-86 吸附沉淀法	4L	1.0	480	22	75	2.9E-3 Bq/L
^{226}Ra	水	GB11214-89 共沉淀射气法	1.5L	1.0	10	-	-	2.0E-3 Bq/L
^{40}K	水	GB11338-89 原子吸收法	10mL	-	-	-	-	1.56E-2 Bq/L
总 α	气溶胶	EJ/T1075-98 厚源法	$2000m^3$	0.05	480	7	85	1.13E-4 Bq/m^3
总 α	水	EJ/T1075-98 厚源法	2L	0.05	480	7	85	2.0E-3 Bq/L

表 3.1-7(2/2) 放化及质谱监测项目探测下限

总 β	土壤	EJ/T900-94 蒸发法	0.1963g	1.0	480	22	85	6.0E-2 Bq/g
总 β	气溶胶	EJ/T900-94 蒸发法	2000m^3	1.0	480	22	85	1.27E-4 Bq/m^3
总 β	水	EJ/T900-94 蒸发法	2L	1.0	480	22	85	2.0E-2 Bq/L
^{238}U	水	ICP-MS	45mL	-	-	-	-	1.59E-4 Bq/L
^{272}Th	水	ICP-MS	45mL	-	-	-	-	2.30E-6 Bq/L
^{3}H	水	GB12375-90 蒸馏-液闪法	-	0.79	1000	28	90	0.94 Bq/L
^{3}H	空气	GB12375-90 蒸馏-液闪法	-	0.79	1000	28	90	4.0E-3 Bq/m^3
^{14}C	空气	EJ/T1008-96 吸收-沉淀-液闪法	-	1.98	300	32	-	2.0E-3 Bq/m^3

表 3.1-8 气溶胶样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率	探测下限
^{210}Pb	气溶胶	WS/T 184-1999	$10000m^3$	2.208	1333	0.09135	6.0E-5 Bq/m^3
^{238}U				0.696		0.11010	3.0E-5 Bq/m^3
^{232}Th				0.594		0.05946	4.4E-6 Bq/m^3
^{226}Ra				0.504		0.04514	6.3E-6 Bq/m^3
^{7}Be				0.03		0.03631	8.4E-6 Bq/m^3
^{110m}Ag				0.03		0.02884	1.0E-6 Bq/m^3
^{137}Cs				0.03		0.02872	1.1E-6 Bq/m^3
^{58}Co				0.03		0.02479	1.2E-6 Bq/m^3
^{54}Mn				0.03		0.02426	1.1E-6 Bq/m^3
^{60}Co				0.03		0.01723	1.5E-6 Bq/m^3
^{40}K				1.56		0.01611	1.1E-4 Bq/m^3

表 3.1-9 土壤样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	探测下限
^{210}Pb	土壤	GB/T11743-1989 γ 能谱	0.26kg	1.86	1333	0.01708	11.25 Bq/kg
^{238}U				0.696		0.02933	4.32 Bq/kg
^{232}Th				0.594		0.02821	0.35 Bq/kg
^{226}Ra				0.504		0.02255	0.49 Bq/kg
^{7}Be				0.03		0.01858	0.52 Bq/kg
^{110m}Ag				0.03		0.01490	0.07 Bq/kg
^{137}Cs				0.03		0.01483	0.08 Bq/kg
^{58}Co				0.03		0.01277	0.08 Bq/kg
^{54}Mn				0.03		0.01249	0.08 Bq/kg
^{60}Co				0.03		0.00858	0.12 Bq/kg
^{40}K				1.56		0.00794	9.13 Bq/kg

表 3.1-10 生物样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	探测下限
^{210}Pb	生物	GB/T16145-1995γ 能谱	2kg 鲜样	1.86	1333	0.02865	0.617 Bq/kg
^{238}U				0.696		0.04503	0.259 Bq/kg
^{232}Th				0.594		0.03813	0.024 Bq/kg
^{226}Ra				0.504		0.02991	0.034 Bq/kg
^{7}Be				0.03		0.02437	0.037 Bq/kg
^{110m}Ag				0.03		0.01939	0.005 Bq/kg
^{137}Cs				0.03		0.01930	0.006 Bq/kg
^{58}Co				0.03		0.01657	0.006 Bq/kg
^{54}Mn				0.03		0.01620	0.006 Bq/kg
^{60}Co				0.03		0.01112	0.008 Bq/kg
^{40}K				1.56		0.01030	0.603 Bq/kg

表 3.1-11 海洋沉积物样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量 g	测量时间 s	本底总计数率计数/s	效率刻度系数	能量 KeV	探测下限 Bq/kg
Th-234	海洋沉积物	GB/T11743-1989	340	80000	0.0116	0.0314	63.3	4.4
Pb-212			340	80000	0.0199	0.0273	238.1	0.6
Pb-214			340	80000	0.0135	0.0242	295.2	1.2
Pb-214			340	80000	0.0149	0.0217	351.9	0.7
I-131			340	80000	0.0067	0.0213	364.5	0.2
Tl-208			340	80000	0.0053	0.0156	583.1	0.8
Bi-214			340	80000	0.0112	0.0151	609.3	0.7
Cs-137			340	80000	0.0022	0.0143	661.6	0.2
Cs-134			340	80000	0.0018	0.0124	795.8	0.2
Co-58			340	80000	0.0018	0.0123	810.8	0.2
Mn-54			340	80000	0.0017	0.0120	834.8	0.2
Ag-110m			340	80000	0.0016	0.0115	884.7	0.2
Ac-228			340	80000	0.0046	0.0112	911.2	1.1
Fe-59			340	80000	0.0012	0.0097	1099.2	0.3
Zn-65			340	80000	0.0012	0.0096	1115.5	0.3
Co-60			340	80000	0.0011	0.0092	1173.2	0.2
Co-60			340	80000	0.0008	0.0083	1332.5	0.2
K-40			340	80000	0.0255	0.0076	1460.0	9.5

表 3.1-12 底泥样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	探测下限
^{210}Pb	底泥	GB/T11743-1989 γ 能谱	0.30kg	1.86	1333	0.01695	9.82Bq/kg
^{238}U				0.696		0.03024	3.63 Bq/kg
^{232}Th				0.594		0.02928	0.30 Bq/kg
^{226}Ra				0.504		0.02338	0.41Bq/kg
^{7}Be				0.03		0.01924	0.44Bq/kg
^{110m}Ag				0.03		0.01542	0.06Bq/kg
^{137}Cs				0.03		0.01536	0.07Bq/kg
^{58}Co				0.03		0.01322	0.07 Bq/kg
^{54}Mn				0.03		0.01293	0.07Bq/kg
^{60}Co				0.03		0.00888	0.10 Bq/kg
^{40}K				1.56		0.00822	7.11 Bq/kg

表 3.1-13 沉降灰样品 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/ min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	探测下限
^{210}Pb	沉降灰	GB/T11743-1989 γ 能谱	0.251m^2、60 天灰为 5g。	2.208	1333	0.13179	27.52mBq/m^2 d
^{238}U				0.696		0.14794	14.82mBq/m^2 d
^{232}Th				0.594		0.08703	1.98mBq/m^2 d
^{226}Ra				0.504		0.06511	2.92mBq/m^2 d
^{7}Be				0.03		0.05160	5.46mBq/m^2 d
^{110m}Ag				0.03		0.04022	0.51mBq/m^2 d
^{137}Cs				0.03		0.04004	0.51mBq/m^2 d
^{58}Co				0.03		0.03408	0.75mBq/m^2 d
^{54}Mn				0.03		0.03329	0.57mBq/m^2 d
^{60}Co				0.03		0.02278	0.77mBq/m^2 d
^{40}K				1.56		0.02113	55.08mBq/m^2 d

表 3.1-14 海水化学分析方法及探测限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量	本底计数率/min^{-1}	测量时间/min	探测效率/%	化学回收率/%	出灰（渣）率/%	探测下限
总 β	海水	EJ/T900-94 蒸发法	50mL 铺盘用 0.1963g	1.0	480	22		4	2.0 Bq/L
^{90}Sr	海水	GB6766-86 萃取色层法	40L	1.0	480	22	70		5.0E-4 Bq/L
^{137}Cs	水	GB6767-86 吸附沉淀法	40L	1.0	480	22	60		2.9E-4 Bq/L
^{226}Ra	水	GB11214-89 共沉淀射气法	1.5L	1.0	10	-	-		2.0E-3 Bq/L
^{3}H	水	GB12375-90 蒸馏-液闪法	300mL	0.79	1000	28	90		0.5 Bq/L
^{238}U	水	ICP-MS	45mL	-	-	-		-	1.59E-4 Bq/L
^{40}K	水	GB11338-89 原子吸收法	10mL	-	-	-		-	1.56E-2 Bq/L

表 3.1-15 海水 γ 谱探测下限

分析项目	环境介质	监测方法	取样量 L	测量时间 s	本底总计数率计数/s	效率刻度系数	能量 KeV	探测下限 mBq/L
Th-234	海水	GB/T11743-1989	100	80000	0.0025	0.0190	63.3	11.42
Pb-212			100	80000	0.0040	0.0548	238.1	0.43
Pb-214			100	80000	0.0042	0.0476	295.2	1.16
Pb-214			100	80000	0.0071	0.0423	351.9	0.88
I-131			100	80000	0.0022	0.0412	364.5	0.23
Tl-208			100	80000	0.0026	0.0292	583.1	0.95
Bi-214			100	80000	0.0077	0.0282	609.3	1.10
Cs-137			100	80000	0.0015	0.0264	661.6	0.28
Cs-134			100	80000	0.0008	0.0227	795.8	0.25
Co-58			100	80000	0.0009	0.0224	810.8	0.22
Mn-54			100	80000	0.0010	0.0218	834.8	0.23
Ag-110m			100	80000	0.0009	0.0208	884.7	0.32
Ac-228			100	80000	0.0031	0.0203	911.2	1.62
Fe-59			100	80000	0.0007	0.0172	1099.2	0.44
Zn-65			100	80000	0.0007	0.0170	1115.5	0.50
Co-60			100	80000	0.0007	0.0163	1173.2	0.27
Co-60			100	80000	0.0004	0.0145	1332.5	0.23
B-7			100	80000	0.0014	0.0339	477.6	1.74

注：U-238 用子体 Th-234 计算，Ra-226 用子体 Pb-214、Bi-214 计算，Th-232 用子体 Pb-212、Tl-208、Ac-228 计算。

表 3.1-16（1/3） 3 月、4 月、5 月 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果统计表（nGy/h）

编号	名称	3 月结果	4 月结果	5 月结果	三个月监测结果统计		
					范围值	均值	标准偏差
LDFS-1	边防站（徐大堡）	53±3.4	47±4.5	47±3.2	39～58	49	4.6
LDFS-2	海滨乡项家屯	78±5.3	81±4.6	67±2.9	62～90	75	7.6
LDFS-3	望海乡政府	83±2.5	95±2.5	78±3.1	73～99	85	7.6
LDFS-4	闻家小学	63±2.4	59±3.5	61±2.2	55～67	61	3.2
LDFS-5	红崖子初级中学	53±2.4	50±2.1	50±3.4	43～57	51	2.9
LDFS-6	杨家杖子第一中学	76±4.4	77±5.0	76±2.2	68～82	76	3.9
LDFS-7	郭家镇小学	64±4.1	64±2.5	55±3.5	48～69	61	5.5
LDFS-8	96541 部队（海滨乡）	63±1.6	77±2.5	64±3.1	59～82	72	6.7
LDFS-9	沙后所镇政府	80±5.5	100±5.4	87±2.7	70～106	88	8.7
LDFS-10	羊安小学	46±2.9	45±2.0	46±1.9	42～51	45	2.3
LDFS-11	兴城古城	66±2.4	70±3.4	63±3.1	57～76	66	4.3
LDFS-12	葫芦岛市龙湾公园	52±2.4	55±2.3	50±2.9	46～59	52	3.1
LDFS-13	温泉铁疗疗养院	70±4.7	67±4.1	64±2.2	59～78	67	4.6
LDFS-14	钓鱼台吉林大学 兴城教学基地	66±3.0	65±3.5	65±2.8	58～71	65	3.1
LDFS-15	首山盘山路西亭	113±3.9	105±4.1	96±2.7	91～119	104	8.0
LDFS-16	海滨乡台里小学	56±2.1	50±3.2	51±2.9	46～59	52	3.8
LDFS-17	菊花岛乡政府	64±3.8	59±2.3	54±3.0	51～70	59	4.9
LDFS-18	刘台子乡阎家屯小学	57±2.0	49±2.5	50±3.4	46～61	52	4.5
LDFS-19	绥中小庄子乡政府	74±3.1	61±2.2	63±2.8	57～81	66	6.6
LDFS-20	绥中盐场	57±2.3	52±3.3	50±2.2	47～60	53	3.8
LDFS-21	刘台子乡龙泉寺	59±2.5	48±4.3	50±2.1	42～63	53	5.7

表 3.1-16（2/3）3 月、4 月、5 月 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果统计表（nGy/h）

编号	名称	3 月结果	4 月结果	5 月结果	三个月监测结果统计		
					范围值	均值	标准偏差
LDFS-22	刘台子乡大蛇山	62±3.6	53±3.1	56±2.5	49～68	57	4.8
LDFS-23	绥中塔山中学	66±3.2	59±2.4	46±3.1	40～73	57	8.6
LDFS-24	绥中沙河输油站	70±4.0	68±3.4	67±2.8	62～75	68	3.6
LDFS-25	绥中荒地初级中学	73±4.3	76±3.6	73±4.1	66～81	74	4.2
LDFS-26	绥中前卫第二医院	77±2.7	88±3.6	75±3.4	66～92	80	67
LDFS-27	刘台子乡风力发电装置	60±2.9	53±4.5	49±3.5	43～65	54	5.9
LDFS-28	东辛庄镇政府	73±3.3	76±2.0	68±1.9	65～79	72	3.9
LDFS-29	绥中县城段六股河	76±5.2	78±2.8	70±4.0	63～87	75	5.4
LDFS-30	绥中大台山果树农场	62±2.7	61±3.0	57±2.1	53～67	60	3.5
LDFS-31	绥中范家屯政府	96±3.3	98±3.1	79±3.7	75～101	90	8.4
LDFS-32	海滨乡方安小学	53±3.1	49±4.4	48±2.5	42～57	50	4.0
LDFS-33	刘台子乡盐锅	53±4.1	48±3.0	49±3.1	42～60	50	4.0
LDFS-34	东辛庄镇田庄	58±4.6	63±3.2	50±2.1	45～68	57	6.6
LDFS-35	大寨乡政府	84±3.2	94±4.3	82±2.7	77～99	87	6.3
LDFS-36	高台镇政府	77±2.9	70±2.5	67±2.5	64～81	71	5.1
LDFS-37	葛家乡政府	65±4.0	64±2.6	62±2.4	58～73	64	3.3
LDFS-38	海滨乡双堆子村	56±2.9	51±2.5	53±3.0	47～60	53	3.4
LDFS-39	海滨乡刘屯	54±2.9	60±2.4	49±3.1	46～64	54	5.0
LDFS-40	望海乡三里小学	90±3.5	87±3.6	66±3.6	65～93	83	9.4
LDFS-41	围屏乡姚家屯	91±3.1	82±2.9	70±3.0	67～97	82	8.7
LDFS-42	高家岭农贸市场	65±2.5	63±3.3	54±2.8	49～69	61	5.8

表 3.1-16（3/3） 3 月、4 月、5 月 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果统计表（nGy/h）

编号	名称	3 月结果	4 月结果	5 月结果	三个月监测结果统计		
					范围值	均值	标准偏差
LDFS-43	三道沟乡政府	53±2.2	53±2.8	52±2.7	47～57	53	2.6
LDFS-44	望海乡曲河	73±3.6	81±2.9	66±3.4	61～86	74	7.2
LDFS-45	望海乡新民屯新民小学	70±4.7	82±4.2	81±3.7	62～88	78	7.0
LDFS-46	南大山初级中学	67±3.1	66±3.3	56±1.9	53～74	63	5.9
LDFS-47	碱厂水库	53±2.6	48±2.9	48±2.8	43～57	50	3.5
LDFS-48	碱厂人民政府	50±4.2	44±2.5	46±1.7	39～60	47	3.7
LDFS-49	六股河保护区	62±4.0	55±2.7	60±2.9	51～68	59	4.2
LDFS-50	绥中自然保护区二河口海边	55±3.2	56±3.0	48±3.2	43～61	53	4.8
LDFS-51	绥中大渔厂	76±4.5	59±2.6	58±2.8	54～82	65	9.0
LDFS-52	海滨部队大院前水泥路	65±3.2	59±2.6	54±2.4	48～73	63	7.1
LDFS-53	徐大堡沙土路	54±3.6	54±3.9	46±2.4	44～62	51	4.9
LDFS-54	徐大堡边防站前柏油路	53±3.5	46±3.4	47±1.7	41～58	49	4.1

注 1：在乌金塘水库水面测得宇宙射线为 22 nGy/h，以上监测结果均已扣除宇宙射线。

表 3.1-17　γ 辐射累积剂量监测结果（nGy/h）

编号	取样地点	累积测量结果	瞬时测量结果
LJJL-1	边防站（徐大堡）	83	71
LJJL-2	海滨乡项家屯	96	97
LJJL-3	96514 部队（海滨乡）	81	94
LJJL-4	沙后所镇政府	95	110
LJJL-5	海滨乡台里小学	81	74
LJJL-6	刘台子乡阎家屯小学	77	74
LJJL-7	绥中小庄子乡政府	104	88
LJJL-8	刘台子乡龙泉寺	73	75
LJJL-9	东辛庄镇政府	91	94
LJJL-10	绥中县城段六股河	76	97
LJJL-11	海滨乡方安小学	77	72
LJJL-12	海滨乡双堆子村	72	75
LJJL-13	海滨乡刘屯村	71	76
LJJL-14	望海乡三里小学	83	105
LJJL-15	围屏乡姚家屯	104	104
LJJL-16	碱厂水库	66	72
LJJL-17	绥中大渔场	84	87
LJJL-18	乌金塘水库	77	*
LJJL-19	菊花岛乡政府	80	81

*此点为对照点，没有测量 γ 辐射空气吸收剂量率

表 3.1-18 气溶胶放射性浓度监测结果

样品编号	采样地点	总 α mBq/m^3	总 β mBq/m^3	^{90}Sr mBq/m^3	^{137}Cs mBq/m^3	^{238}U mBq/m^3	^{232}Th mBq/m^3	^{226}Ra mBq/m^3	^{40}K mBq/m^3	^{210}Pb mBq/m^3	^{7}Be mBq/m^3
QRJ-1*	海滨乡方安堡	1.51	4.38	0.159	未检出	0.919	0.089	0.084	1.076	2.098	10.279
QRJ-2	海滨乡大刘屯	0.80	1.87	0.185	未检出	0.606	0.057	0.046	0.554	1.185	6.908
QRJ-3	东辛庄镇	0.43	0.97	0.193	未检出	0.616	0.023	0.016	0.380	1.240	6.937
QRJ-4	乌金塘水库	0.39	0.87	0.202	未检出	0.648	0.036	0.031	0.429	1.241	8.728
平均值		0.54	1.24	0.193	-	0.623	0.039	0.031	0.454	1.222	7.524
标准偏差		0.226	0.551	0.009	-	0.022	0.017	0.015	0.090	0.032	1.04

注：*此点由于采样时经常断电，故舍去改点数据，计算平均值和标准偏差时也没考虑此点数据。

表 3.1-19 大气沉降灰放射性浓度监测结果

样品编号	采样地点	^{90}Sr m Bq/m^2 d	^{137}Cs m Bq/m^2 d	^{238}U m Bq/m^2 d	^{232}Th m Bq/m^2 d	^{226}Ra m Bq/m^2 d	^{40}K m Bq/m^2 d	^{210}Pb m Bq/m^2 d	^{7}Be m Bq/m^2 d
CJH-1	边防站（海滨乡）	19.0	10.9	52.3	62.0	49.7	964	1387	2834
CJH-2	东辛庄镇	1.98	1.3	36.5	16.5	12.1	251	270	1599
CJH-3	海滨乡大刘屯	29.2	9.1	41.0	59.2	48.4	833	267	1616
CJH-4	乌金塘水库	41.0	1.9	未检出	8.4	19.6	172	339	2958
平均值		22.8	5.8	43.3	36.5	32.4	555	566	2252
标准偏差		16.5	4.91	8.14	28.02	19.42	402	548	746

表 3.1-20 空气中 ^{14}C、^{3}H 活度浓度监测结果

样品编号	采样地点	^{14}C m Bq/m^3	^{3}H m Bq/m^3
KQ-1	海滨乡方安堡	7.86	未检出
KQ-2	东辛庄镇	2.34	未检出
KQ-3	海滨乡大刘屯	3.00	未检出
KQ-4	乌金塘水库	7.68	未检出

注：空气采样共布 4 个点，空气中 ^{3}H 的检出限为 4.0 mBq/m^{3}。

表 3.1-21 土壤、河（水库）底泥、海洋沉积物放射性浓度监测结果

样品编号	样品名称	采样地点	总β Bq/g	^{90}Sr Bq/kg	γ核素									
					^{238}U Bq/Kg	^{232}Th Bq/Kg	^{226}Ra Bq/Kg	^{40}K Bq/Kg	^{137}Cs Bq/Kg	^{58}Co Bq/Kg	^{60}Co Bq/Kg	^{110m}Ag Bq/Kg	^{54}Mn Bq/Kg	^{210}Pb Bq/Kg
TR-1	土壤样	海滨乡方安小学		1.08	45.3	37.7	22.8	990	3.7	未检出	未检出	未检出	未检出	48.3
TR-2	土壤样	96514 部队（海滨乡）		0.48	38.4	65.1	27.5	1096	4.8	未检出	未检出	未检出	未检出	47.4
TR-3	土壤样	刘台子乡加油站		0.18	30.5	37.8	19.4	1135	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	27.4
TR-4	土壤样	刘台子乡山西屯		0.62	56.1	47.3	25.3	764	0.7	未检出	未检出	未检出	未检出	56.6
TR-5	土壤样	海滨乡中心小学		1.47	36.6	48.8	21.6	870	7.5	未检出	未检出	未检出	未检出	53.1
TR-6	土壤样	乌金塘水库旁		0.98	34.6	44.6	27.3	751	1.8	未检出	未检出	未检出	未检出	44.3
TR-7	土壤样	菊花岛		0.76	41.5	40.0	29.2	865	2.2	未检出	未检出	未检出	未检出	44.3
TR-8	土壤样	海滨乡厂沟村		1.35	46.3	18.1	12.4	954	5.9	未检出	未检出	未检出	未检出	54.2
DN-1	底泥	六股河		0.17	25.1	18.6	10.5	1051	0.4	未检出	未检出	未检出	未检出	25.6
DN-2	底泥	菱角河		0.67	10.0	20.1	10.0	934	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	13.9
DN-3	底泥	烟台河		0.78	未检出	12.0	7.9	1084	0.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
DN-4	底泥	碱厂水库		0.63	25.8	14.8	13.2	955	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
CJW-1	沉积物	核岛东北东 10Km	0.993	0.58	27.9	34.3	18.8	625	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	21.7
CJW-2	沉积物	核岛东 2Km	0.996	0.77	24.7	36.6	21.4	691	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	25.5
CJW-3	沉积物	核岛东南 2Km	1.013	未检出	29.7	37.8	22.0	712	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	15.8
CJW-4	沉积物	核岛南 5Km	1.051	未检出	33.4	38.0	22.7	709	0.5	未检出	未检出	未检出	未检出	31.1

注：测量结果均为干样结果。

表 3.1-22(1/2) 降水、饮用水、地表水、地下水、海水放射性浓度测定结果

样品编号	样品名称	采样地点	总 α Bq/L	总 β Bq/L	^{3}H Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{238}U mBq/L	^{232}Th mBq/L	^{226}Ra mBq/L	^{40}K Bq/L	^{137}Cs mBq/L
JS-1	降水	边防站（徐大堡）	未检出	0.053	未检出	未检出	1.81	0.250	3.77	0.0278	未检出
JS-2	降水	96514 部队（海滨乡）	0.067	0.069	未检出	未检出	3.55	0.388	4.17	0.0390	未检出
JS-3	降水	刘台子乡	0.041	0.276	未检出	未检出	2.11	0.073	3.49	0.0268	未检出
YYS-1	饮用水	海滨乡方安小学	未检出	0.061	未检出	9.2	3.79	0.117	19.0	0.0296	未检出
YYS-2	饮用水	96514 部队（海滨乡）	0.044	0.032	未检出	15.5	3.06	0.020	9.52	0.0163	未检出
YYS-3	饮用水	刘台子乡	0.119	0.177	未检出	10.9	28.64	0.036	4.75	0.0552	未检出
YYS-4	饮用水	菊花岛乡政府	未检出	0.133	未检出	5.7	13.95	0.044	15.5	0.109	未检出
DBS-1	地表水	六股河	0.017	0.079	未检出	4.7	7.83	0.097	未检出	0.0493	未检出
DBS-2	地表水	菱角河	未检出	0.114	未检出	未检出	5.63	0.230	4.28	0.126	未检出
DBS-3	地表水	烟台河	未检出	0.048	未检出	6.3	2.57	0.178	3.97	0.0334	未检出
DBS-4	地表水	碱厂水库	0.011	0.070	未检出	9.2	2.94	0.081	6.12	0.0618	7.5

表 3.1-22 (2/2) 降水、饮用水、地表水、地下水、海水放射性浓度测定结果

样品编号	样品名称	采样地点	总 α Bq/L	总 β Bq/L	^{3}H Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{238}U mBq/L	^{232}Th mBq/L	^{226}Ra mBq/L	^{40}K Bq/L	^{137}Cs mBq/L
DBS-5	地表水	乌金塘水库	0.049	0.113	未检出	3.7	32.68	0.085	6.54	0.114	未检出
DXS-1	地下水	边防站（徐大堡）	未检出	0.053	1.49	4.2	1.71	0.016	5.61	0.0874	未检出
DXS-2	地下水	海滨乡方安村	未检出	0.038	未检出	未检出	1.10	0.016	4.24	0.0217	未检出
DXS-3	地下水	刘台子乡自来水站	0.049	0.092	1.32	未检出	28.64	0.016	3.97	0.0558	未检出
HS-1	海水	核岛东北东 10Km	-	11 .90	未检出	未检出	47.98	0.065	12.20	11.6	未检出
HS-2	海水	核岛东 2Km	-	9.04	未检出	未检出	55.08	0.202	5.29	11.7	3.4
HS-3	海水	核岛东南 2Km	-	9.69	未检出	未检出	52.88	0.218	7.20	11.6	未检出
HS-4	海水	核岛南 5Km	-	11.56	未检出	未检出	53.12	0.154	8.96	11.6	3.3

注 1：海水中总铀的活度浓度可按 ^{238}U 活度浓度的 2.06 倍计算。

注 2：相关元素质量与核素活度的换算系数：1mgU=12.3Bq^{238}U; 1mgTh=4.04Bq^{232}Th。

表 3.1-23 陆地生物、海洋生物放射性浓度测定结果

样品编号	样品名称	采样地点	总β Bq/kg	^{90}Sr Bq/kg	^{238}U Bq/kg	^{232}Th Bq/kg	^{226}Ra Bq/kg	^{40}K Bq/kg	^{137}Cs Bq/kg	^{131}I Bq/kg	^{58}Co Bq/kg	^{60}Co Bq/kg	^{110m}Ag Bq/kg	^{54}Mn Bq/kg	^{210}Pb Bq/kg
YM-1	玉米	海滨乡董屯村	-	0.16	0.15	0.03	0.08	95	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
DG-1	稻谷	海滨乡史家商铺	-	0.42	未检出	0.13	0.09	88	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	2.5
JY-1	鲫鱼（河鱼）	徐大堡鱼塘	-	0.21	0.47	0.47	0.34	77	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
DBC-1	大白菜	海滨乡董屯村	-	0.35	0.18	0.05	0.09	208	0.13	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
LB-1	萝卜	海滨乡董屯村	-	0.59	0.23	0.30	0.27	143	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
NN-1	牛奶	海滨乡奶牛养殖合作社	-	未检出	未检出	未检出	未检出	30	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
SB-1	扇贝（贝类）	徐大堡码头	58.41	1.08	未检出	3.6	0.77	21	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
PX-1	螃蟹	徐大堡码头	68.65	1.94	0.66	5.0	1.0	39	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
PPX-1	皮皮虾	徐大堡码头	73.84	0.11	未检出	4.8	1.1	49	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
RBY-1	扔巴鱼（海鱼）	徐大堡码头	67.82	未检出	未检出	0.30	0.20	65	未检出	-	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

注：测量结果均为鲜样结果。

表 3.1-24（1/2） 2010 年春季海水放射性浓度测量结果(mBq/L)

样品编号	总β Bq/L	^{90}Sr	^{3}H Bq/L	γ 核素 mBq/L											
				总铀 μg/L	^{226}Ra	^{58}Co	^{60}Co	^{65}Zn	^{59}Fe	^{134}Cs	^{137}Cs γ 能谱法	^{137}Cs 放化法	^{110m}Ag	^{40}K Bq/L	^{131}I
HS-101	7.8	1.6	1.4	3.5	10.8	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.4	<2.9	<2.2	12.2	<1.0
HS-102	9.0	2.3	0.8	3.3	11.2	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	4.1	<2.2	12.1	<1.0
HS-103	9.1	1.5	0.9	2.9	12.1	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	3.8	<2.2	12.3	<1.0
HS-104	10.1	2.5	0.6	3.5	7.4	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.7	<2.9	<2.2	12.5	<1.0
HS-105	8.6	1.8	0.7	3.1	11.3	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.5	<1.0
HS-201	10.1	1.6	0.9	6.6	9.5	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.5	<2.9	<2.2	11.7	<1.0
HS-202	9.4	2.0	1.0	5.7	10.8	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.8	<2.9	<2.2	12.0	<1.0
HS-203	8.9	1.4	0.7	6.2	16.5	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	4.5	<2.2	12.3	<1.0
HS-204	9.3	2.0	0.7	7.0	14.3	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.2	<1.0
HS-205	8.4	1.3	0.8	6.6	11.9	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.2	<1.0
HS-301	8.7	1.5	0.9	4.0	14.8	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	11.9	<1.0
HS-302	8.6	2.1	0.9	3.8	13.3	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.2	<1.0
HS-303	8.2	1.8	0.9	3.5	8.9	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.5	<1.0
HS-304	9.2	1.5	1.0	3.4	14.9	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.3	<1.0
HS-305	9.8	2.9	0.8	3.3	15.7	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.9	<2.9	<2.2	12.4	<1.0
HS-401	10.2	1.5	0.7	4.3	7.8	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.1	<1.0
HS-402	7.6	1.9	0.9	4.5	9.2	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	1.3	4.2	<2.2	12.2	<1.0

表 3.1-24（2/2） 2010 年春季海水放射性浓度测量结果(mBq/L)

样品编号	总β Bq/L	^{90}Sr	^{3}H Bq/L	γ 核素 mBq/L											
				总铀 μg/L	^{226}Ra	^{58}Co	^{60}Co	^{65}Zn	^{59}Fe	^{134}Cs	^{137}Cs γ 能谱法	^{137}Cs 放化法	^{110m}Ag	^{40}K Bq/L	^{131}I
HS-403	7.5	2.2	0.9	4.8	10.2	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.4	<1.0
HS-404	8.2	2.5	0.7	4.6	7.2	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.4	<1.0
HS-405	7.4	1.6	0.8	4.3	12.4	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.3	<1.0
HS-1001	7.1	2.7	0.9	1.3	13.2	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.8	<1.0
HS-1002	8.9	2.3	0.9	2.1	9.5	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.4	<1.0
HS-1003	7.9	2.2	1.0	1.6	19.6	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.4	<1.0
HS-1004	9.6	3.1	0.8	2.1	17.8	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.5	<1.0
HS-1005	9.1	1.5	0.6	1.4	14.1	<1.5	<2.2	<3.8	<3.3	<1.7	/	<2.9	<2.2	12.7	<1.0

注 1：γ 核素一栏中，总铀为质谱法测定结果；^{226}Ra 为放射化学分析法测定结果；^{40}K 为原子吸收法测定结果，^{137}Cs 分别列出了 γ 谱法（50L）和放射化学分析法两个方法的测定结果，其余核素均为 γ 谱法（10L）测定结果。

注 2：相关元素质量与核素活度的换算系数：1μg U=12.3mBq^{238}U。

表 3.1-25（1/2） 2010 年秋季海水放射性浓度测量结果(mBq/L)

样品编号	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	γ 核素 mBq/L									
					总铀 μg/L	^{226}Ra	^{131}I	^{137}Cs	^{134}Cs	^{58}Co	^{110m}Ag	^{59}Fe	^{65}Zn	^{60}Co
QHS-101	7.9	0.6	1.1	11.2	1.6	14.6	<0.10	1.0	<0.18	<0.16	<0.23	<0.35	<0.39	<0.23
QHS-102	9.2	2.9	1.2	10.8	1.5	7.9	<0.09	1.3	<0.16	<0.14	<0.21	<0.32	<0.36	<0.21
QHS-103	8.9	1.8	1.0	10.9	1.4	10.9	<0.08	1.0	<0.14	<0.12	<0.18	<0.27	<0.31	<0.18
QHS-104	9.9	0.9	0.9	11.0	1.5	8.9	<0.22	<0.27	<0.24	<0.22	<0.31	<0.42	<0.48	<0.22
QHS-105	8.4	1.6	0.6	10.6	1.8	7.3	<0.09	2.0	<0.15	<0.13	<0.19	<0.29	<0.33	<0.19
QHS-201	10.0	2.0	0.7	10.7	1.7	6.4	<0.08	1.0	<0.13	<0.12	<0.17	<0.26	<0.29	<0.17
QHS-202	9.6	1.9	0.7	10.8	1.6	4.9	<0.08	0.6	<0.13	<0.12	<0.17	<0.26	<0.29	<0.17
QHS-203	9.0	0.5	0.7	11.0	2.2	8.8	<0.08	1.5	<0.13	<0.12	<0.17	<0.26	<0.29	<0.17
QHS-204	9.1	1.5	0.9	10.9	1.7	7.9	<0.09	1.5	<0.15	<0.13	<0.19	<0.29	<0.32	<0.19
QHS-205	8.2	2.0	0.8	10.5	1.6	5.1	<0.25	0.5	<0.27	<0.25	<0.36	<0.48	<0.55	<0.25
QHS-301	8.8	1.1	0.7	10.9	1.5	9.0	<0.22	1.0	<0.23	<0.21	<0.30	<0.41	<0.47	<0.21
QHS-302	8.4	1.1	0.9	10.7	2.2	8.4	<0.22	1.2	<0.24	<0.22	<0.31	<0.42	<0.49	<0.22
QHS-303	8.0	1.9	0.9	10.8	1.6	7.9	<0.08	1.2	<0.13	<0.12	<0.17	<0.26	<0.29	<0.17
QHS-304	9.0	1.9	0.7	10.7	1.7	6.3	<0.22	1.1	<0.24	<0.22	<0.31	<0.42	<0.48	<0.22
QHS-305	9.6	1.4	0.7	10.6	1.7	7.4	<0.22	1.3	<0.24	<0.21	<0.31	<0.42	<0.48	<0.22
QHS-401	9.7	1.4	1.1	10.6	1.7	6.2	<0.10	1.4	<0.17	<0.15	<0.21	<0.32	<0.37	<0.21
QHS-402	7.8	1.6	0.7	9.8	1.4	8.6	<0.21	1.1	<0.22	<0.20	<0.29	<0.40	<0.46	<0.21
QHS-403	7.4	0.7	0.8	9.6	1.8	7.3	<0.22	1.4	<0.24	<0.22	<0.31	<0.42	<0.48	<0.22
QHS-404	8.3	2.0	0.7	10.3	2.0	8.2	<0.22	1.0	<0.23	<0.21	<0.31	<0.41	<0.47	<0.21
QHS-405	7.6	2.1	0.7	10.1	1.3	10.6	<0.22	1.0	<0.24	<0.21	<0.31	<0.42	<0.48	<0.22

表 3.1-25（2/2） 2010 年秋季海水放射性浓度测量结果(mBq/L)

样品编号	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	γ 核素 mBq/L									
					总铀 μg/L	^{226}Ra	^{131}I	^{137}Cs	^{134}Cs	^{58}Co	^{110m}Ag	^{59}Fe	^{65}Zn	^{60}Co
QHS-1001	7.5	1.6	1.2	10.2	1.9	9.3	<0.23	0.7	<0.25	<0.22	<0.32	<0.44	<0.50	<0.23
QHS-1002	8.4	1.7	1.7	10.2	1.4	9.4	<0.23	1.1	<0.25	<0.22	<0.32	<0.44	<0.50	<0.23
QHS-1003	7.7	1.6	1.5	10.3	1.1	9.4	<0.23	0.9	<0.25	<0.22	<0.32	<0.44	<0.50	<0.23
QHS-1004	9.2	1.9	1.4	10.3	1.7	12.2	<0.22	0.9	<0.24	<0.22	<0.32	<0.43	<0.49	<0.22
QHS-1005	9.2	3.0	1.6	10.5	1.4	6.4	<0.22	1.4	<0.24	<0.22	<0.32	<0.43	<0.49	<0.22
QHS-501	8.6	2.4	0.8	10.3	1.2	6.4	<0.23	0.9	<0.25	<0.22	<0.32	<0.44	<0.50	<0.23
QHS-502	8.1	2.5	0.7	10.1	2.0	5.8	<0.23	0.9	<0.25	<0.22	<0.32	<0.44	<0.50	<0.23

表 3.1-26 2009 年海水样品与 2010 年海水样品放射性浓度测量结果比较

采样时间	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	γ 核素 mBq/L									
					总铀 μ g/L	^{226}Ra	^{131}I	^{137}Cs	^{134}Cs	^{58}Co	^{110m}Ag	^{59}Fe	^{65}Zn	^{60}Co
2010 年 3 月	7. 1～10. 2	1. 3～3. 1	0. 6～1. 4	11. 7～12. 8	1. 3～7. 0	7. 2～19. 6	<1.0	1. 3～1. 9	<1.7	<1.5	<2.2	<3.3	<3.8	<2.2
2010 年 8 月	7. 4～9. 9	0. 5～2. 9	0. 6～1. 6	9. 6～11. 0	1. 1～2. 2	4. 9～12. 2	<0.25	0. 3～1. 5	<0.27	<0.25	<0.36	<0.48	<0.55	<0.25
2009 年 3 月	9. 04～11. 90	<1. 2～4. 90	<0. 95	11. 6～11. 7	3. 90～4. 48	5. 29～12. 20		<1. 1～3. 4						

表 3.1-27 2010 年海洋沉积物样品放射性测量结果(Bq/kg)

样品编号	总β	^{90}Sr	γ核素											
			总铀 mg/kg	^{232}Th	^{226}Ra	^{58}Co	^{60}Co	^{65}Zn	^{59}Fe	^{134}Cs	^{137}Cs	^{110m}Ag	^{40}K	^{54}Mn
DN-101	0.99E+3	0.45	2.67	44	25	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	3.0	<0.10	807	<0.07
DN-102	0.91E+3	0.42	2.29	45	21	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	0.7	<0.10	810	<0.07
DN-104	1.21E+3	0.68	1.37	38	21	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	1.8	<0.10	920	<0.07
DN-201	1.07E+3	0.82	3.30	50	25	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	4.0	<0.10	814	<0.07
DN-202	0.97E+3	0.51	4.06	42	24	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	2.6	<0.10	860	<0.07
DN-301	1.15E+3	0.46	3.29	39	23	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	1.7	<0.10	475	<0.07
DN-302	0.90E+3	0.78	1.96	36	20	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	3.8	<0.10	769	<0.07
DN-401	1.10E+3	0.44	1.22	30	15	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	<0.1	<0.10	884	<0.07
DN-402	1.05E+3	0.53	0.76	22	13	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	1.5	<0.10	940	<0.07
DN-404	1.03E+3	0.72	2.96	39	20	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	4.0	<0.10	869	<0.07
DN-501	0.91 E+3	0.33	3.25	26	38	<0.17	<0.17	<0.35	<0.31	<0.20	1.1	<0.24	1003	<0.17
DN-502	0.89 E+3	<0.27	1.38	12	21	<0.16	<0.16	<0.32	<0.29	<0.18	0.7	<0.22	1030	<0.16
DN-1001	0.93E+3	0.48	2.63	44	22	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	0.9	<0.10	837	<0.07
DN-1002	0.91E+3	0.71	2.04	41	20	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	0.6	<0.10	777	<0.07
DN-潮间带 1	0.58E+3	0.24	0.60	17	7.1	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	<0.1	<0.10	646	<0.07
DN-潮间带 2	1.14E+3	0.52	0.63	13	6.3	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	0.5	<0.10	1171	<0.07
DN-潮间带 3	1.10E+3	0.61	1.08	7.0	2.4	<0.07	<0.10	<0.17	<0.15	<0.08	0.4	<0.10	1228	<0.07
DN-潮间带山后	0.85 E+3	<0.34	1.63	11	8.9	<0.16	<0.16	<0.33	<0.30	<0.19	0.3	<0.22	1004	<0.16

注：DN-501、DN-502、DN-潮间带山后 3 个点位为秋季采样，其余均为春节采样。

表 3.1-28 2009 年与 2010 年海洋沉积物样品放射性测量结果比较

采样时间	总β Bq/g	^{90}Sr Bq/ kg	γ 核素 Bq/ kg											
			总铀 mg/kg	^{232}Th	^{226}Ra	^{58}Co	^{60}Co	^{65}Zn	^{59}Fe	^{134}Cs	^{137}Cs	^{110m}Ag	^{40}K	^{54}Mn
2010 年	0. 58～1. 21	0. 09～0. 82	0. 60～4. 06	7. 0～50. 0	2. 4～38	<0. 07	<0. 10	<0. 17	<0. 15	<0. 08	<0. 1～4. 0	<0. 10	475～1228	<0. 07
2009 年	0. 993～1. 051	0. 58～0. 77	2. 01～2. 72	34. 3～38. 0	18. 8～22. 7	<0. 07	<0. 10				<0. 07～0. 50	<0. 06	625～712	<0. 07

表 3.1-29 2010 年春季海洋生物样品放射性测量结果（Bq/kg，鲜重）

样品编号	样品名称	总β	^{90}Sr	γ核素												
				总铀 μg/kg	^{232}Th	^{226}Ra	^{58}Co	^{60}Co	^{65}Zn	^{59}Fe	^{134}Cs	^{137}Cs	^{110m}Ag	^{54}Mn	^{131}I	^{40}K
HYSW-1	毛虾	97.2	<0.08	13.8	0.58	0.88	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.07	<0.009	<0.006	<0.004	70.2
HYSW-2	面条鱼	78.0	<0.07	16.0	0.20	0.23	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.07	<0.009	<0.006	<0.004	72.5
HYSW-3	扔把鱼	85.8	<0.07	7.9	0.14	<0.05	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.04	<0.009	<0.006	<0.004	71.3
HYSW-4	毛虾	94.8	<0.10	12.3	0.60	0.76	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.09	<0.009	<0.006	<0.004	74.6
HYSW-5	毛虾	80.1	<0.15	14.6	0.55	0.14	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.04	<0.009	<0.006	<0.004	72.1
HYSW-6	面条鱼	77.1	<0.08	13.2	0.19	<0.07	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.09	<0.009	<0.006	<0.004	69.8
HYSW-7	扔把鱼	89.0	<0.07	8.2	0.23	0.10	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.02	<0.009	<0.006	<0.004	83.5
HYSW-8	毛虾	85.0	0.12	13.9	0.41	0.37	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.02	<0.009	<0.006	<0.004	65.9
HYSW-9	大菱鲆	52.0	<0.14	2.3	<0.10	0.14	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.01	<0.009	<0.006	<0.004	59.5
HYSW-10	杂色蛤	54.2	<0.48	58.1	1.54	0.27	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.09	<0.009	<0.006	<0.004	56.3
HYSW-11	杂色蛤肉	94.8	<0.10	37.9	0.48	<0.13	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.04	<0.009	<0.006	<0.004	59.5
HYSW-12	皮皮虾	82.3	<0.32	18.8	1.47	1.07	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	<0.02	<0.009	<0.006	<0.004	57.5
HYSW-13	螃蟹	68.1	0.31	9.6	0.72	0.50	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.07	<0.009	<0.006	<0.004	43.9
HYSW-14	八爪鱼	42.2	0.06	23.3	0.13	<0.07	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.02	<0.009	<0.006	<0.004	35.2
HYSW-15	平鱼	79.2	<0.05	18.7	0.30	0.24	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.04	<0.009	<0.006	<0.004	66.6
HYSW-16	鲁渣鱼	70.1	0.16	6.2	0.20	<0.10	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.05	<0.009	<0.006	<0.004	61.8
HYSW-17	胗子鱼	55.7	0.09	12.3	0.38	0.34	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.01	<0.009	<0.006	<0.004	41.0
HYSW-18	鲮鱼	81.4	<0.18	26.2	0.46	0.19	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	<0.01	<0.009	<0.006	<0.004	61.9
HYSW-19	皮皮虾	81.4		9.5	2.33	1.24	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.06	<0.009	<0.006	<0.004	57.0
HYSW-20	螃蟹	25.0		8.8	0.24	0.29	<0.006	<0.009	<0.016	<0.014	<0.007	0.08	<0.009	<0.006	<0.004	16.8

表 3.1-30 2010 年秋季海洋生物样品放射性测量结果（Bq/kg，鲜重）

样品编号	样品名称	总β	^{90}Sr	γ 核素												
				总铀 μg/kg	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{134}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{110m}Ag	^{59}Fe	^{65}Zn	^{60}Co	^{131}I	^{40}K
QHYSW-21	毛虾	52 .1	0.09	38.2	2.9	0.55	0.07	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.04	<0.02	<0.02	67
QHYSW-22	扔巴鱼	73 .2	<0.07	27.6	0.48	0.21	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.03	<0.01	<0.01	71
QHYSW-23	鲈鱼	71.8	<0.12	40.7	0.91	0.38	0.06	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.02	82
QHYSW-24	燕鱼	103.3	<0.11	51.2	0.13	0.07	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.03	<0.01	<0.01	113
QHYSW-25	鲅鱼	66 .2	0.10	35.8	0.39	0.52	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.02	83
QHYSW-26	八爪鱼	70 .0	0.06	47.2	0.56	0.14	0.07	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	<0.02	120
QHYSW-27	皮皮虾	70.7	0.28	46.3	5.8	1.4	0.05	<0.03	<0.02	<0.02	<0.03	<0.05	<0.05	<0.03	<0.03	83
QHYSW-28	螃蟹	89.9	<0.46	130.1	5.0	1.1	0.08	<0.04	<0.03	<0.03	<0.05	<0.06	<0.07	<0.03	<0.04	77
QHYSW-29	杂色蛤	<22.8	<0.85	138.2	1.3	1.9	<0.07	<0.06	<0.05	<0.05	<0.08	<0.36	<0.10	<0.06	<0.05	38
QHYSW-30	杂色蛤肉	83.3	0.05	36.6	0.37	0.31	0.05	<0.03	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.03	96
QHYSW-31	海红	<22.6	<0.66	57.7	0.54	1.4	0.09	<0.07	<0.06	<0.06	<0.09	<0.12	<0.13	<0.06	<0.08	29
QHYSW-32	海红肉	56.9	<0.07	76.4	0.27	0.67	0.08	<0.09	<0.08	<0.08	<0.11	<0.14	<0.16	<0.08	<0.10	56
QHYSW-33	海螺肉	79.5	<0.08	57.7	<0.62	<0.64	0.09	<0.11	<0.10	<0.10	<0.14	<0.18	<0.20	<0.10	<0.12	102
QHYSW-34	毛虾	55.8	0.11	31.7	2.7	0.50	0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.02	89
QHYSW-35	鲅鱼	72.5	0.13	47.2	0.42	0.30	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.02	83
QHYSW-36	鲈鱼	71 .0	<0.23	38.2	0.69	0.17	0.06	<0.02	<0.02	<0.02	<0.03	<0.04	<0.05	<0.02	<0.02	78
QHYSW-37	八爪鱼	79.6	0.07	138.2	2.5	0.35	0.06	<0.06	<0.05	<0.05	<0.07	<0.10	<0.11	<0.05	<0.07	79
QHYSW-38	皮皮虾	71.8	0.36	65.9	4.9	1.3	0.06	<0.04	<0.03	<0.03	<0.04	<0.06	<0.06	<0.03	<0.04	68
QHYSW-39	螃蟹	81.7	<0.45	89.4	4.7	0.96	0.09	<0.04	<0.03	<0.03	<0.04	<0.06	<0.07	<0.03	<0.04	72
QHYSW-40	海白菜	60 .0	<0.04	58.5	0.23	0.07	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	68
QHYSW-41	海皮草	142.4	<0.12	260.2	3.2	1.6	0.17	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.05	<0.06	<0.03	<0.03	169

表 3.2-1　大气各监测项目评价标准

单位：mg/m^3（标准状态）

监测项目	执行标准
NO_2	0.12（日平均）、0.24（一小时平均）
SO_2	0.15（日平均）、0.50（一小时平均）
CO	4.00（日平均）、10.00（一小时平均）
PM_{10}	0.15（日平均）
TSP	0.30（日平均）

表 3.2-3　厂址附近大气环境监测布点表

测点编号	测点名称	方位	距厂址距离	备 注
1#	厂址位置处	厂址		厂址
2#	方安	WSW	1.84km	次主导风下风向居民点
3#	山后	NE	4.51km	次主导风上风向居民点
4#	大坨子	N	1.33km	厂址最近几个居民点中最大的居民点，主导风上风向
5#	小南海	ENE	1.02km	距厂址最近的居民点

表 3.2-4　各监测点常规污染物监测结果

单位：mg/m^3

点位	采样时间(2011 年)	小时平均值						日平均值				
		SO_2		NO_2		CO		SO_2	NO_2	CO	TSP	PM_{10}
		最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值					
1#厂址位置处	16～17 日	0.010	0.019	0.017	0.025	0.37	0.86	0.014	0.027	0.57	0.276	0.140
	17～18 日	0.010	0.017	0.016	0.023	0.36	0.89	0.012	0.026	0.57	0.265	0.133
	18～19 日	0.010	0.018	0.017	0.022	0.40	0.87	0.012	0.025	0.59	0.219	0.112
	19～20 日	0.008	0.018	0.016	0.023	0.37	0.86	0.011	0.024	0.56	0.278	0.136
	20～21 日	0.009	0.020	0.018	0.023	0.35	0.85	0.013	0.026	0.54	0.225	0.111
	21～22 日	0.010	0.019	0.017	0.024	0.34	0.84	0.014	0.026	0.53	0.228	0.115
	22～23 日	0.010	0.020	0.017	0.022	0.36	0.85	0.013	0.025	0.55	0.230	0.116
2#方安	16～17 日	0.011	0.021	0.016	0.025	0.41	0.89	0.015	0.026	0.60	0.283	0.143
	17～18 日	0.009	0.019	0.017	0.022	0.44	0.92	0.013	0.024	0.62	0.232	0.109
	18～19 日	0.008	0.018	0.016	0.020	0.42	0.90	0.013	0.022	0.60	0.218	0.111
	19～20 日	0.009	0.018	0.016	0.020	0.43	0.92	0.012	0.023	0.61	0.222	0.115
	20～21 日	0.010	0.020	0.016	0.021	0.40	0.89	0.013	0.024	0.59	0.228	0.108
	21～22 日	0.009	0.021	0.017	0.022	0.41	0.91	0.014	0.025	0.61	0.231	0.116
	22～23 日	0.011	0.021	0.015	0.020	0.43	0.90	0.015	0.025	0.61	0.221	0.117
3#山后	16～17 日	0.009	0.020	0.017	0.026	0.43	0.93	0.014	0.024	0.61	0.280	0.139
	17～18 日	0.009	0.018	0.017	0.022	0.45	0.94	0.013	0.022	0.63	0.274	0.133
	18～19 日	0.009	0.019	0.016	0.022	0.42	0.93	0.013	0.021	0.61	0.230	0.109
	19～20 日	0.008	0.018	0.016	0.021	0.45	0.95	0.012	0.022	0.63	0.217	0.108
	20～21 日	0.010	0.020	0.014	0.022	0.44	0.94	0.013	0.023	0.62	0.222	0.114
	21～22 日	0.008	0.020	0.015	0.023	0.41	0.92	0.014	0.023	0.59	0.224	0.112
	22～23 日	0.009	0.019	0.015	0.022	0.43	0.93	0.014	0.022	0.61	0.224	0.130
4#大坨子	16～17 日	0.010	0.023	0.016	0.027	0.48	0.99	0.015	0.027	0.67	0.270	0.140
	17～18 日	0.009	0.018	0.018	0.023	0.49	0.98	0.012	0.025	0.67	0.260	0.124
	18～19 日	0.009	0.019	0.017	0.022	0.46	0.97	0.012	0.024	0.65	0.219	0.123
	19～20 日	0.008	0.018	0.016	0.020	0.45	0.98	0.011	0.025	0.65	0.281	0.128
	20～21 日	0.009	0.018	0.017	0.023	0.44	0.98	0.013	0.024	0.65	0.259	0.125
	21～22 日	0.010	0.021	0.017	0.025	0.42	0.96	0.014	0.025	0.63	0.231	0.127
	22～23 日	0.010	0.020	0.016	0.022	0.47	0.96	0.014	0.025	0.64	0.235	0.128
5#小南海	16～17 日	0.010	0.021	0.017	0.023	0.39	0.87	0.014	0.025	0.58	0.266	0.133
	17～18 日	0.007	0.017	0.016	0.021	0.41	0.88	0.011	0.022	0.59	0.262	0.105
	18～19 日	0.009	0.018	0.016	0.020	0.40	0.86	0.012	0.021	0.59	0.198	0.099
	19～20 日	0.008	0.017	0.015	0.022	0.41	0.88	0.011	0.021	0.60	0.195	0.103
	20～21 日	0.008	0.018	0.016	0.021	0.43	0.89	0.011	0.023	0.61	0.190	0.106
	21～22 日	0.011	0.020	0.017	0.024	0.45	0.91	0.013	0.022	0.63	0.197	0.112
	22～23 日	0.008	0.020	0.014	0.021	0.41	0.87	0.014	0.021	0.60	0.201	0.115

表 3.2-5　环境噪声限值

单位：dB(A)

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

0类声环境功能区：指康复疗养区等特别需要安静的区域。

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

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

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

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

表 3.2-6　厂址处噪声测量点

测点编号	测点位置	测点方位	备 注
C1	厂界北	N 40°21′18.2″, E 120°32′20.6″	耕地
C2	厂界东	N 40°21′19.1″, E 120°22′02.6″	耕地
C3	厂界南	N 40°21′04.4″, E 120°32′36.7″	耕地
C4	厂界西	N 40°21′03.8″, E 120°32′02.3″	耕地
C5	1#反应堆中心	N 40°21′14.0″, E 120°32′45.7″	耕地

表 3.2-7(1/2)　环境噪声、交通噪声测量点

测点编号	测点位置	测点方位	测点周围情况描述
1	盐田 1	N40°23′46.1″, E120°31′52.0″	盐田边
2	耕地 1	N40°23′14.1″, E120°30′29.2″	耕地
3	义和林村	N40°23′26.3″, E120°31′17.0″	村中
4	盐田 2	N40°23′20.2″, E120°32′08.1″	盐田边
5	盐田 3	N40°23′12.6″, E120°32′44.8″	
6	耕地 2	N40°22′53.4″, E120°29′55.0″	耕地
7	耕地 3	N40°22′52.9″, E120°30′31.2″	
8	苏家屯	N40°22′49.3″, E120°31′16.7″	村中
9	耕地 4	N40°22′48.4″, E120°32′06.0″	耕地
10	盐田 4	N40°22′40.6″, E120°33′40.6″	盐田边
11	耕地 5	N40°22′01.5″, E120°29′52.2″	耕地
12	袁家屯	N40°22′09.4″, E120°30′23.7″	村边
13	耕地 6	N40°22′00.9″, E120°31′26.1″	耕地
14	耕地 7	N40°22′01.4″, E120°32′07.0″	
15	耕地 8	N40°21′59.0″, E120°32′52.6″	
16	耕地 9	N40°22′02.1″, E120°33′32.3″	
17	耕地 10	N40°22′12.2″, E120°34′15.1″	
18	台里村	N40°22′13.3″, E120°34′50.0″	村中
19	后六台子	N40°21′36.7″, E120°29′14.4″	
20	耕地 11	N40°21′43.1″, E120°29′56.1″	耕地
21	后林子	N40°21′36.0″, E120°30′40.7″	村边
22	耕地 12	N40°21′36.3″, E120°31′24.3″	耕地
23	耕地 13	N40°21′34.1″, E120°32′08.3″	
24	耕地 14	N40°21′35.5″, E120°32′48.5″	
25	凉水泉子	N40°21′41.1″, E120°33′54.3″	村中
26	葛条秧子	N40°21′46.4″, E120°34′25.7″	

表 3.2-7 (2/2)　环境噪声、交通噪声测量点

测点编号	测点位置	测点方位	测点周围情况描述
27	耕地 15	N40°20′58.8″, E120°29′19.1″	耕地
28	耕地 16	N40°20′57.5″, E120°29′56.0″	
29	耕地 17	N40°20′57.3″, E120°31′35.4″	
30	耕地 18	N40°20′54.1″, E120°31′27.1″	耕地
31	耕地 19	N40°20′53.9″, E120°32′16.5″	
32	耕地 20	N40°20′58.5″, E120°32′47.6″	
33	耕地 21	N40°20′30.4″, E120°29′59.3″	
34	龙泉寺	N40°20′31.1″, E120°31′31.1″	村边
35	耕地 22	N40°20′30.1″, E120°31′25.1″	耕地
36	耕地 23	N40°20′01.1″, E120°30′04.5″	
37	风塔下	N40°20′40.4″, E120°31′56.3″	耕地里
38	台里小学	N40°22′14.2″, E120°34′07.5″	学校门口
39	潘山避风港	N40°19′23.7″, E120°29′43.4″	有轮渡出没
J1		N40°20′33.4″, E120°29′25.1″	路边
J2		N40°20′08.1″, E120°30′19.1″	路边
J3		N40°20′50.1″, E120°31′24.5″	路边
J4		N40°21′14.1″, E120°32′25.6″	路边
J5		N40°21′54.4″, E120°33′30.3″	路边
J6		N40°22′15.1″, E120°34′28.1″	路边

表 3.2-8　海域噪声测量布点表

测点编号	测点方位	测点周围情况描述
H-1	N40°20′55.3″, E120°33′36.2″	在海域评价区内，间歇性有渔船出海作业，噪声主要来源于渔船马达声。另外，海涛声对噪声也有一定的贡献。
H-2	N40°20′26.6″, E120°34′30.2″	
H-3	N40°20′12.3″, E120°35′34.9″	
H-4	N40°20′36.7″, E120°33′03.7″	
H-5	N40°19′50.2″, E120°33′40.9″	
H-6	N40°19′16.0″, E120°34′3.7″	
H-7	N40°20′24.8″, E120°32′24.7″	
H-8	N40°19′35.3″, E120°32′02.6″	
H-9	N40°18′57.3″, E120°31′34.5″	

表 3.2-9 定点噪声测量布点表

测点位置	测点方位	测点周围情况描述
厂址（徐大堡村）	N40°21′10.7″, E120°32′20.8″	徐大堡村
徐大堡村南海边	N40°20′48.3″, E120°32′23.0″	靠近海边的沙地
刘台子村	N40°20′34.0″, E120°29′27.6″	村中，人口较密集

表 3.2-10 厂址处昼间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
C1	47.4	38.0	41.8	48.9	4.7	0.73	无噪声源
C2	51.3	37.3	43.1	53.4	6.6	0.79	
C3	50.6	37.6	42.9	51.6	5.8	0.78	
C4	51.4	36.5	40.4	53	4.8	0.79	
C5	46.7	35.8	37.2	50.3	4.9	0.72	
平均值	49.5	37.0	41.1	51.4	5.4	0.76	

注：Leq 为等效连续 A 声级，简称等效声级；

L_{10}、L_{50} 和 L_{90} 均属累积百分声级，分别表示在测量时段内有 10%、50%和 90%的时间噪声超过该值；

SD 为标准偏差，表示所测各个声级的离散程度；

P 为等标指数，是被评价区的等效声级与该区应执行标准的比值。（下同）

表 3.2-11 厂址处夜间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
C1	40.8	37.5	39.9	42.4	1.2	0.74	无噪声源
C2	41.0	35.3	38	43.3	3.6	0.75	
C3	40.4	35.6	38.3	43.2	3	0.73	
C4	43.5	39.1	42.5	45.9	4.4	0.79	
C5	44.7	38.3	41.5	46.6	3.7	0.81	
平均值	42.1	37.2	40.0	44.3	3.2	0.77	

表 3.2-12(1/2)　陆域昼间环境噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
1	44.9	39.8	41.9	48.4	3.4	0.82	无噪声源
2	45.2	43.0	45.0	46.2	1.3	0.82	
3	50.2	46.3	49.4	52.9	2.5	0.91	村民活动
4	43.4	41.7	43.1	44.7	1.2	0.79	无噪声源
5	44.1	42.5	43.8	45.6	1.2	0.80	
6	44.7	37.9	42.4	48.4	4.0	0.81	
7	48.3	40.6	46.3	51.8	4.1	0.88	
8	47.7	43.9	46.2	50.2	2.6	0.87	村民活动
9	47.3	42.6	46.8	49.5	2.6	0.86	无噪声源
10	46.0	41.1	45.4	48.1	2.7	0.84	
11	48.2	41.4	43.6	50.4	4.1	0.88	
12	42.1	35.5	37.1	44.8	2.1	0.77	
13	44.2	41.9	43.1	45.0	1.8	0.80	
14	44.6	42.5	44.0	47.2	1.8	0.81	
15	49.1	39.9	43.5	52.1	4.9	0.89	
16	44.4	40.3	43.1	47.4	2.7	0.81	
17	44.9	40.6	42.0	48.8	3.3	0.82	
18	52.2	48.5	50.8	54.6	2.5	0.95	村民活动
19	48.2	44.0	47.0	50.5	2.6	0.88	
20	44.5	38.4	43.0	46.1	2.7	0.81	无噪声源
21	43.9	35.3	37.8	44.1	4.4	0.80	村民活动
22	44.4	35.9	41.0	48.0	4.6	0.81	无噪声源
23	44.8	38.3	42.9	47.8	3.7	0.81	
24	47.0	44.4	46.1	49.2	1.9	0.85	
25	49.0	46.8	48.0	50.6	1.8	0.89	村民活动
26	51.9	49.1	50.6	53.8	2.1	0.94	
27	47.5	42.6	45.3	50.1	3.2	0.86	无噪声源
28	45.9	40.5	43.5	49.9	3.5	0.83	
29	47.9	38.7	43.6	51.8	1.6	0.87	
30	48.5	41.9	44.0	52.8	2.8	0.88	
31	44.6	38.4	43.7	47.3	3.4	0.81	
32	48.0	44.0	46.8	50.3	2.6	0.87	
33	45.1	40.3	42.8	48.8	3.3	0.82	

表 3.2-12 (2/2) 陆域昼间环境噪声测量结果

单位：dB(A)

测点	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
34	49.9	46.8	49.1	52.0	2.1	0.91	村民活动
35	45.8	41.1	43.1	48.3	3.1	0.83	无噪声源
36	43.7	39.4	41.6	45.1	2.7	0.79	
37*	51.1	48.0	49.5	51.3	2.4	0.93	风车响声
38*	54.8	48.1	51.7	57.3	3.8	0.996	学生上课
39*	58.4	45.6	53.8	61.4	6.0	1.06	有人活动
平均值	47.1	42.0	44.9	49.6	2.9	0.86	

注：*37、38、39 为特例。

表 3.2-13(1/2) 陆域夜间环境噪声测量结果

单位：dB(A)

测点	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
1	40.1	36.9	39.0	42.0	2.3	0.89	无噪声源
2	39.9	36.6	38.3	41.3	2.3	0.89	
3	41.5	37.9	39.5	42.9	2.5	0.92	村民活动
4	36.2	35.1	35.8	36.9	1.3	0.80	无噪声源
5	37.6	35.0	35.9	38.8	2.2	0.84	
6	39.6	35.3	37.5	41.5	2.9	0.88	
7	37.2	35.5	36.3	39.0	1.7	0.83	
8	39.8	35.5	36.9	42.1	2.6	0.88	村民活动
9	36.1	35.0	35.6	38.9	2.8	0.80	无噪声源
10	38.2	35.3	36.8	41.6	2.6	0.85	
11	36.3	35.8	35.9	38.0	1.7	0.81	
12	37.3	36.1	37.1	38.3	0.9	0.83	
13	37.6	36.5	37.4	38.4	0.9	0.84	
14	39.1	36.1	37.8	40.9	2.2	0.87	
15	37.9	35.9	36.6	39.8	2.5	0.84	
16	36.6	35.5	36.4	39.6	2.1	0.81	
17	36.7	35.1	36.0	38.0	1.7	0.82	
18	41.7	35.3	38.0	46.0	1.7	0.93	村民活动
19	40.1	35.9	36.6	43.8	3.0	0.89	
20	36.3	35.3	35.5	38.3	2.5	0.81	无噪声源
21	39.2	35.6	36.9	42.9	3.3	0.87	村民活动
22	37.9	35.3	36.3	30.1	2.9	0.84	无噪声源
23	37.8	35.8	36.1	39.8	2.5	0.84	
24	38.3	35.9	36.4	42.0	3.0	0.85	

表 3.2-13 (2/2)　陆域夜间环境噪声测量结果

单位：dB(A)

测点	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
25	37.2	35.1	35.6	38.9	2.1	0.83	村民活动
26	38.1	35.6	36.5	40.0	2.2	0.85	
27	37.0	35.5	36.0	38.3	1.8	0.82	无噪声源
28	38.3	35.1	35.5	40.3	2.7	0.85	
29	36.5	35.3	35.9	38.1	1.6	0.81	
30	39.4	35.5	37.3	42.0	2.4	0.88	
31	39.9	35.9	38.0	41.9	2.8	0.89	
32	38.7	35.6	36.9	40.5	2.1	0.86	
33	38.1	35.7	36.7	39.5	2.4	0.85	
34	40.8	35.3	38.8	43.6	2.8	0.91	村民活动
35	37.6	35.8	36.2	39.2	1.8	0.84	无噪声源
36	38.1	35.8	36.9	40.2	1.9	0.85	
37*	49.0	46.3	47.4	50.5	2.2	1.09	风车响声
38*	41.6	40.1	41.1	42.9	1.2	0.92	学生上课
39*	43.3	39.5	42.0	45.9	3.3	0.96	有人活动
平均值	38.8	36.2	37.3	40.6	2.2	0.86	

注：*37、38、39 为特例。

表 3.2-14 主要交通干线昼间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	TNI	P	机动车(辆/h)
J1	68.2	42.1	50.9	68.6	10.4	118.1	0.97	180
J2	64.4	43.0	51.6	66.9	9.1	108.6	0.92	162
J3	64.9	43.1	50.6	66.7	9.3	107.5	0.93	88
J4	56.7	36.6	41.7	58.8	7.9	95.4	0.81	98
J5	59.2	38.5	44.3	60.9	7.6	98.1	0.85	76
J6	68.8	50.6	56.6	71.5	7.9	104.2	0.98	122
平均值	63.7	42.3	49.3	65.6	8.7		0.91	

注：TNI 为交通噪声指数。（下同）

表 3.2-15 主要交通干线夜间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	TNI	P	机动车(辆/h)
J1	49.0	45.4	47.1	52.5	3.7	43.8	0.89	2
J2	46.6	39.9	43	48.5	3.8	44.3	0.85	2
J3	43.3	39.8	41.6	45.1	2.4	31	0.79	/
J4	43.5	40.2	41.8	46.2	3.1	34.2	0.79	/
J5	46.3	42.9	44.6	49	2.5	37.3	0.84	1
J6	46.2	42.9	44.6	48.3	2.4	34.5	0.84	1
平均值	45.8	41.9	43.8	48.3	3.0		0.83	

表 3.2-16 海域昼间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
H-1	49.9	45.4	49.0	52.4	2.7	0.91	海涛声，偶尔有渔船活动
H-2	45.2	38.4	42.1	48.7	5.3	0.82	
H-3	48.4	43.5	46.8	52.4	3.5	0.88	
H-4	49.6	44.0	47.3	52.6	3.4	0.90	
H-5	46.8	41.3	43.4	49.5	3.2	0.85	
H-6	46.3	42.1	44.3	48.9	2.9	0.84	
H-7	46.3	41.1	43.7	49.2	3.3	0.84	
H-8	49.0	43.9	46.8	51.8	3.2	0.89	
H-9	47.4	41.7	45.0	49.2	3.2	0.86	
平均值	47.7	42.4	45.4	50.5	3.4	0.87	

表 3.2-17 海域夜间噪声测量结果

单位：dB(A)

测点编号	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
H-1	48.2	43.7	46.3	50.4	2.9	1.07	海涛声
H-2	45.9	40.3	43.7	48.5	3.4	1.02	
H-3	45.6	36.6	41.0	48.0	4.6	1.01	
H-4	48.6	45.0	47.4	50.6	2.4	1.08	
H-5	48.5	44.2	46.5	51.4	2.9	1.08	
H-6	44.7	35.9	39.9	48.1	4.8	0.99	
H-7	46.4	40.9	43.5	48.9	3.4	1.03	
H-8	44.0	38.5	41.0	45.9	3.2	0.98	
H-9	49.6	46.2	48.5	51.9	2.4	1.10	
平均值	46.8	41.3	44.2	49.3	3.3	1.04	

表 3.2-18 厂址（徐大堡村）定点噪声测量结果

单位 dB(A)

测量时段	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
0:00	36.3	35.4	35.9	37.0	0.9	0.81	偶而有摩托车，人们日常生活以及家禽牲畜的叫声
1:00	38.0	35.0	36.1	41.1	3.5	0.84	
2:00	41.9	35.1	38.3	45.1	4.2	0.93	
3:00	37.1	35.5	35.9	37.8	1.7	0.82	
4:00	36.9	35.8	36.6	37.9	0.9	0.82	
5:00	44.8	35.0	37.9	46.6	5.8	1.00	
6:00	53.4	42.3	49.0	57.3	5.6	0.97	
7:00	46.6	38.5	41.6	47.9	4.1	0.85	
8:00	48.7	37.3	41.0	50.8	5.5	0.89	
9:00	42.4	35.4	37.4	43.5	4.1	0.77	
10:00	47.0	36.4	41.1	50.1	5.4	0.85	
11:00	51.5	41.1	47.6	54.5	5.1	0.94	
12:00	46.6	37.4	42.5	50.0	4.9	0.85	
13:00	49.1	38.1	41.9	50.8	5.2	0.89	
14:00	48.8	48.4	44.3	51.3	4.6	0.89	
15:00	49.5	37.8	44.4	53.0	4.0	0.90	
16:00	50.0	35.9	42.3	52.9	6.5	0.91	
17:00	46.0	35.5	38.9	48.0	5.2	0.84	
18:00	54.3	40.3	45.5	58.8	5.5	0.99	
19:00	45.4	37.0	38.6	48.1	1.9	0.83	
20:00	43.5	35.6	38.1	44.5	4.1	0.79	
21:00	37.9	35.1	36.6	40.1	2.1	0.69	
22:00	38.4	36.1	37.0	42.5	2.3	0.85	
23:00	37.3	35.3	36.1	39.1	1.8	0.83	
L_d（昼间等效声级）	50.1						
L_n（夜间等效声级）	42.2						
L_{dn}（昼夜等效声级）	50.9						

表 3.2-19 徐大堡村南海边定点噪声测量结果

单位 dB(A)

测量时段	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
0:00	48.7	46.6	48.4	50.4	1.4	1.08	主要有海涛声，海滩上有渔民在修船，偶尔有狗叫声
1:00	45.9	43.5	45.4	47.8	1.6	1.02	
2:00	46.6	43.5	45.8	48.8	2.0	1.04	
3:00	50.5	43.8	48.8	54.0	3.8	1.12	
4:00	48.3	42.6	46.4	51.6	3.4	1.07	
5:00	49.0	44.0	47.5	51.9	3.0	1.09	
6:00	48.6	44.0	46.9	51.4	2.9	0.88	
7:00	56.1	45.3	50.4	59.9	5.6	1.02	
8:00	50.2	44.6	47.6	52.5	3.3	0.91	
9:00	55.6	50.5	53.4	58.1	3.1	1.01	
10:00	58.2	54.8	56.5	60.3	2.4	1.06	
11:00	59.6	54.4	57.5	62.3	3.3	1.08	
12:00	63.0	59.0	60.0	61.6	2.0	1.15	
13:00	62.3	60.0	61.6	62.8	0.8	1.13	
14:00	61.6	59.8	61.4	63.0	1.2	1.12	
15:00	62.2	59.6	61.8	64.0	1.6	1.13	
16:00	62.1	59.0	61.5	64.4	1.9	1.13	
17:00	60.9	57.1	60.0	63.4	2.3	1.11	
18:00	59.8	55.5	58.9	62.5	2.6	1.09	
19:00	58.6	53.9	58.0	61.3	2.8	1.07	
20:00	56.3	51.9	55.3	59.0	2.6	1.02	
21:00	51.6	48.0	51.0	53.9	2.2	0.94	
22:00	51.1	49.1	50.9	52.6	1.3	1.14	
23:00	49.5	47.9	49.3	50.9	1.1	1.10	
L_d（昼间等效声级）	59.1						
L_n（夜间等效声级）	48.4						
L_{dn}（昼夜等效声级）	58.9						

表 3.2-20 刘台子村定点噪声测量结果

单位 dB(A)

测量时段	Leq	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	P	主要噪声源
0:00	36.0	35.1	35.4	36.9	1.4	0.80	偶而有摩托车经过，人们日常生活以及家禽牲畜的叫声
1:00	36.6	35.3	35.9	37.4	1.1	0.81	
2:00	39.9	35.4	36.4	43.3	3.1	0.89	
3:00	36.2	35.1	35.6	36.9	1.1	0.80	
4:00	44.1	36.6	39.1	46.4	2.1	0.98	
5:00	44.9	39.0	42.9	46.8	1.6	1.00	
6:00	57.1	40.5	46.6	58.9	7.3	1.04	
7:00	57.1	39.0	45.0	58.6	7.8	1.04	
8:00	49.3	37.0	43.4	52.5	5.9	0.90	
9:00	51.5	38.0	43.1	51.9	5.8	0.94	
10:00	54.9	38.6	48.1	58.9	7.5	1.00	
11:00	57.7	39.1	50.4	61.5	8.3	1.05	
12:00	61.0	41.4	52.9	64.0	8.5	1.11	
13:00	63.3	46.9	57.1	67.6	7.7	1.15	
14:00	61.3	44.6	55.3	65.4	7.8	1.11	
15:00	57.6	44.6	51.5	61.1	6.3	1.05	
16:00	53.3	39.8	46.6	56.5	6.4	0.97	
17:00	52.0	37.9	42.8	51.1	5.8	0.95	
18:00	41.5	35.1	38.1	45.3	3.6	0.75	
19:00	36.8	35.5	36.2	38.6	1.4	0.67	
20:00	39.1	36.3	37.5	40.6	2.2	0.71	
21:00	37.1	35.1	35.8	37.4	1.9	0.67	
22:00	37.6	35.0	36.6	40.5	2.1	0.84	
23:00	39.9	36.6	39.1	41.9	2.1	0.89	
L_d（昼间等效声级）	56.4						
L_n（夜间等效声级）	43.1						
L_{dn}（昼夜等效声级）	55.6						

表 3.2-21　海水化学调查内容一览表

类　别	项　　目
海水化学(a)	溶解氧、pH、碱度、化学耗氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐、硅酸盐。
海水化学(b)	总有机碳、总悬浮物
海水化学(c)	油类、重金属（铜、铅、锌、镉）

表 3.2-22　海洋化学样品分析方法

序号	分析项目	分析方法	检出限	分析仪器
1	溶解氧	碘量法	0.32mg/L	滴定管
2	pH	pH 计法	0.01pH	pH 计
3	总碱度	pH 计法	0.02mmol/L	
4	总悬浮物	重量法	0.1mg/L	电子天平
5	总有机碳	仪器法	4.0 μg/L	总有机碳测定仪
6	油类	紫外分光光度法	3.5 μg/L	紫外分光光度计
7	硝酸盐	锌镉还原比色法	0.05 μ mol/L	分光光度计
8	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	0.02 μ mol/L	
9	铵盐	次溴酸盐氧化法	0.03μ mol/L	
10	磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	0.02 μ mol/L	
11	硅酸盐	硅钼蓝法	0.05 μ mol/L	
12	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.2 μg/L	原子吸收分光光度计
13	铅		0.03 μg/L	
14	镉		0.01 μg/L	
15	锌		0.3 μg/L	

表 3.2-23 沉积化学样品分析方法

序号	分析项目	分析方法	检出限	分析仪器
1	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}	原子吸收分光光度计
2	铅		1×10^{-6}	
3	镉		0.04×10^{-6}	
4	锌	火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}	
5	有机碳	元素分析法		元素分析仪
6	氧化还原电位	电位计法	±0.1mv	电位计
7	沉积物类型	谢帕德三角法		激光粒度仪
8	沉积物粒度	福克和沃德公式		

表 3.2-24(1/2) 2009 年调查海域海水水质统计表

	层次	春季	夏季	秋季	冬季
透明度(单位：m)	平均值±S.D.	2.3±0.8	1.2±0.3	0.8±0.2	0.4±0.1
	范　围	1.2～3.8	0.9～1.9	0.5～1.1	0.2～0.7
水色	平均值±S.D.	10±1	17±1	16±1	21±1
	范　围	9～11	15～18	14～17	20～21
浊度	平均值±S.D.	5.842±4.120	5.038±2.549	14.157±7.911	2.189±0.614
	范　围	1.275～22.418	1.333～13.841	2.493～39.787	1.396～3.786
温度(单位：℃)	平均值±S.D.	12.384±1.321	24.796±0.971	16.591±0.714	4.047±1.177
	范　围	10.359～14.537	23.252～27.270	14.158～17.480	1.956～5.898
盐度	平均值±S.D.	32.023±0.048	31.022±0.173	31.909±0.041	32.235±0.064
	范　围	31.941～32.119	30.304～31.245	31.836～32.074	32.121～32.324
电导率(单位：μS/cm)	平均值±S.D.	51624±502	47684±322	50259±210	56200±978
	范　围	50850～52485	46582～48173	49977～50938	54712～57984
pH 值	平均值±S.D.	8.18±0.10	8.08±0.06	8.13±0.10	8.16±0.11
	范　围	7.96～8.54	7.79～8.21	7.89～8.28	7.95～8.49
溶解氧（DO）(单位：mg/L)	平均值±S.D.	7.48±0.96	7.43±0.31	7.60±0.47	10.64±0.30
	范　围	5.65～9.87	6.91～8.46	6.26～8.67	9.81～11.81
碱度（Alk）(单位：mmol/L)	平均值±S.D.	2.45±0.04	2.40±0.02	2.44±0.03	2.35±0.11
	范　围	2.37～2.53	2.33～2.45	2.32～2.49	2.08～2.49
溶解态无机氮（DIN）（单位：μmol/L）	平均值±S.D.	3.07±0.77	4.67±2.03	6.33±1.53	7.64±1.94
	范　围	1.45～5.00	1.62～10.74	2.93～10.95	4.87～16.28
硝酸盐（NO_3-N）（单位：μmol/L）	平均值±S.D.	0.33±0.17	1.95±1.54	3.46±1.14	4.48±1.54
	范　围	0.04～0.83	0.05～8.75	1.33～9.21	2.07～10.66
亚硝酸盐（NO_2-N）（单位：μmol/L）	平均值±S.D.	0.16±0.09	0.93±0.51	0.79±0.09	0.81±0.34
	范　围	0.06～0.48	0.28～2.54	0.61～1.182	0.02～1.49

表 3.2-24(2/2) 2009 年调查海域海水水质统计表

氨氮（NH_4-N）（单位：μmol/L）	平均值±S.D.	2.58±0.71	1.66±0.64	2.08±1.00	2.34±0.84
	范　围	0.91～4.37	0.70～2.92	0.63～5.09	1.16～4.88
活性磷酸盐(PO_4-P) （单位：μmol/L）	平均值±S.D.	0.05±0.03	0.15±0.06	0.65±0.06	0.48±0.06
	范　围	0.02～0.14	0.05～0.27	0.48～0.82	0.35～0.65
活性硅酸盐（SiO_3-Si）（单位：μmol/L）	平均值±S.D.	1.38±0.78	14.12±2.65	11.38±1.17	10.67±0.86
	范　围	0.28～5.26	10.07～20.98	9.02～13.72	9.35～13.50
颗粒有机碳（POC）（单位：μg/L）	平均值±S.D.	503.1±277.3	627.3±219.1	435.2±201.2	459.0±164.9
	范　围	183.0～1665.6	337.0～1595.4	85.7～1086.3	253.9～1024.2
总悬浮物（TSP）（单位：mg/L）	平均值±S.D.	23.88±8.54	17.09±6.95	38.50±19.51	43.33±16.63
	范　围	11.10～48.07	3.50～35.18	8.36～128.76	5.10～81.40
化学耗氧量（COD）（单位：mg/L）	平均值±S.D.	1.31±0.26	1.16±0.23	1.00±0.32	1.16±0.19
	范　围	0.80～2.38	0.78～1.78	0.63～2.37	0.78～1.80
表层油类（单位：mg/L）	平均值±S.D.	0.045±0.082	0.059±0.029	0.028±0.009	0.030±0.015
	范　围	0.012～0.380	0.032～0.162	0.016～0.052	0.006～0.068
铜（Cu）（单位：μg/L）	平均值±S.D.	1.41±0.78	4.26±0.92	4.71±1.10	3.82±0.67
	范　围	0.64～3.50	2.70～5.90	3.21～6.70	2.69～5.20
铅（Pb）（单位：μg/L）	平均值±S.D.	0.33±0.54	0.69±0.32	0.55±0.35	0.51±0.25
	范　围	0.01～2.36	0.17～1.74	0.14～1.53	0.25～1.06
锌（Zn）（单位：μg/L）	平均值±S.D.	2.94±2.04	15.42±1.71	3.24±2.64	5.63±2.46
	范　围	0.90～7.80	11.64～19.07	0.54～9.74	3.29～13.18
镉（Cd）（单位：μg/L）	平均值±S.D.	0.23±0.04	0.54±0.06	0.42±0.04	0.36±0.04
	范　围	0.16～0.33	0.46～0.69	0.35～0.54	0.30～0.43
富营养化指数（EI）	平均值±S.D.	0.019±0.020	0.091±0.107	0.400±0.187	0.426±0.180
	范　围	0.001～0.132	0.004～0.798	0.140～1.240	0.169～1.157

表 3.2-25　大气环境质量现状统计结果

单位：mg/m^3

污染物 \ 采样点位			1# 厂址位置处	2#方安	3#山后	4 #大坨子	5#小南海
SO_2	小时统计	小时最大值	0.020	0.021	0.020	0.023	0.021
		评价指数	0.040	0.042	0.040	0.046	0.042
	日统计	日均最大值	0.014	0.015	0.014	0.015	0.014
		评价指数	0.093	0.100	0.093	0.100	0.093
NO_2	小时统计	小时最大值	0.025	0.025	0.026	0.027	0.024
		评价指数	0.104	0.104	0.108	0.113	0.100
	日统计	日均最大值	0.027	0.026	0.024	0.027	0.025
		评价指数	0.225	0.217	0.200	0.225	0.208
CO	小时统计	小时最大值	0.890	0.920	0.950	0.990	0.910
		评价指数	0.089	0.092	0.095	0.099	0.091
	日统计	日均最大值	0.590	0.620	0.630	0.670	0.630
		评价指数	0.148	0.155	0.158	0.168	0.158
TSP	日统计	日均最大值	0.278	0.283	0.280	0.281	0.266
		评价指数	0.927	0.943	0.933	0.937	0.887
PM_{10}	日统计	日均最大值	0.140	0.143	0.139	0.140	0.133
		评价指数	0.933	0.953	0.927	0.933	0.887

表 3.2-26(1/3) 拟建开关站及拟送电线路工频电磁场强度监测结果

序号	监测点位		天 气 情 况				工频电场（V/m）	工频磁场（μT）		备 注
	名称	经纬度	温度℃	湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	垂直分量 X±S	垂直分量 X±S	水平分量 X±S	
1	义和林 1	40°23′19.0″ 120°31′18.9″	10	38	0.8	1013	1.890±0.037	0.030±0.004	0.058±0.007	
2	义和林 2	40°23′9.1″ 120°31′17.4″	10	38	1	1013	0.908±0.319	0.011±0.002	0.012±0.002	
3	苏家屯 1	40°22′48.9″ 120°31′12.7″	10	38	1	1013	13.028±0.152	0.104±0.015	0.118±0.019	民用电线旁 2 米
4	苏家屯 2	40°22′42.0″ 120°31′45.1″	10	38	1.5	1013	6.168±1.891	0.012±0.002	0.012±0.002	
5	袁家屯	40°22′31.7″ 120°30′56.8″	9	56	2	1014	0.118±0.016	0.011±0.002	0.011±0.001	
6	刘台子	40°20′30.8″ 120°29′21.3″	11	50	1	1013	15.456±0.066	0.042±0.003	0.012±0.002	民用电线旁 2 米
7	盐锅	40°21′24.4″ 120°30′12.6″	9	40	2	1013	0.260±0.005	0.011±0.001	0.012±0.002	
8	石咀子	40°21′49.1″ 120°30′19.5″	9	40	2	1013	0.259±0.081	0.011±0.001	0.011±0.001	
9	后林子	40°21′44.2″ 120°30′38.9″	9	40	2	1013	0.399±0.007	0.011±0.002	0.011±0.002	
10	方安堡 1	40°20′52.9″ 120°31′39.0″	14	58	1	1014	1.934±0.055	0.011±0.002	0.011±0.002	

表 3.2-26(2/3) 拟建开关站及拟送电线路工频电磁场强度监测结果

序号	监测点位		天 气 情 况				工频电场（V/m）	工频磁场（μT）		备 注
	名称	经纬度	温度℃	湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	垂直分量 X±S	垂直分量 X±S	水平分量 X±S	
11	方安堡 2	40°20′46.8″ 120°31′30.1″	14	58	1	1014	124.580±1.278	0.265±0.003	0.372±0.014	风电高压线附近(50m)
12	帐棚沟 1	40°21′25.0″ 120°31′15.2″	14	58	1	1014	0.133±0.041	0.011±0.002	0.012±0.002	
13	帐棚沟 2	40°21′26.4″ 120°31′11.6″	14	58	1	1014	2.067±0.031	0.011±0.002	0.022±0.002	
14	双堆子 1	40°22′0.6″ 120°32′5.5″	8	48	0.2	1013	0.257±0.009	0.010±0.002	0.011±0.002	
15	双堆子 2	40°22′1.6″ 120°32′11.2″	8	48	0.2	1013	1.079±0.010	0.010±0.002	0.011±0.002	
16	大坨子 1	40°22′1.0″ 120°32′36.4″	8	48	0.2	1013	0.109±0.008	0.011±0.001	0.012±0.002	
17	大坨子 2	40°21′58.3″ 120°32′35.1″	8	48	0.2	1013	14.941±0.033	0.011±0.001	0.012±0.002	民用电线旁 5 米
18	开关站 1	40°21′13.8″ 120°32′33.5″	6	48	1	1013	0.335±0.107	0.010±0.003	0.012±0.002	
19	开关站 2	40°21′19.1″ 120°32′36.3″	6	46	1	1013	0.529±0.183	0.010±0.001	0.011±0.001	
20	开关站 3	40°21′26.1″ 120°32′43.5″	6	46	1	1013	0.761±0.180	0.010±0.002	0.012±0.001	
21	核电厂区 1	40°21′7.1″ 120°32′36.7″	5	46	1	1013	0.256±0.066	0.010±0.001	0.012±0.001	

表 3.2-26(3/3) 拟建开关站及拟送电线路工频电磁场强度监测结果

序号	监测点位		天 气 情 况				工频电场（V/m）	工频磁场（μT）		备 注
	名称	经纬度	温度℃	湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	垂直分量 X±S	垂直分量 X±S	水平分量 X±S	
22	核电厂区 2	40°21′7.2″ 120°32′38.5″	5	46	1	1013	0.124±0.005	0.011±0.002	0.012±0.002	
23	前徐大堡 1	40°21′11.0″ 120°32′13.2″	5	46	1	1013	0.411±0.009	0.011±0.001	0.024±0.001	
24	前徐大堡 2	40°21′11.8″ 120°32′15.1″	5	46	1	1013	3.279±0.037	0.010±0.002	0.025±0.001	
25	后徐大堡 1	40°21′23.7″ 120°32′33.2″	5	40	1	1013	0.227±0.009	0.010±0.002	0.011±0.002	
26	后徐大堡 2	40°21′21.5″ 120°32′32.6″	5	40	1	1013	0.237±0.005	0.009±0.001	0.011±0.002	
27	凉水泉	40°21′45.6″ 120°33′38.4″	11	30	1	1013	5.004±0.079	0.025±0.001	0.021±0.001	
28	小南海 1	40°21′39.1″ 120°33′17.1″	11	30	1	1012	0.111±0.006	0.012±0.002	0.012±0.002	
29	小南海 2	40°21′39.6″ 120°33′20.8″	11	30	1	1012	5.920±0.078	0.010±0.001	0.035±0.002	
30	李宝沟 1	40°21′52.2″ 120°33′10.9″	11	30	2	1012	0.663±0.017	0.010±0.001	0.013±0.001	
31	李宝沟 2	40°21′49.9″ 120°33′14.3″	11	30	2	1012	0.119±0.003	0.010±0.001	0.011±0.001	
32	葛条秧子	40°21′55.9″ 120°34′30.7″	5	55	1	1013	0.131±0.006	0.010±0.001	0.011±0.001	
33	台里	40°22′15.2″ 120°34′32.7″	5	55	1	1013	0.138±0.018	0.014±0.002	0.012±0.002	

表 3.2-27(1/2) 拟建开关站及拟送电线路周围 2km 无线电干扰监测结果

序号	监测点位		天 气 情 况				无线电干扰强度[dB（μV/m）]									
	名称	经纬度	温度℃	湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	0.15MHz	0.25MHz	0.5MHz	1.0MHz	1.5MHz	3.0MHz	6.0MHz	10MHz	15MHz	30MHz
							X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S
1	苏家屯	40°22′48.9″ 120°31′12.7″	10	38	1	1013	18.57±1.25	42.69±1.74	39.74±0.22	56.18±0.41	41.81±0.16	34.52±0.79	50.34±1.20	40.75±2.50	33.52±1.65	13.07±1.35
2	义和林	40°23′19.0″ 120°31′18.9″	10	38	1	1013	17.37±0.68	41.55±0.21	43.10±0.20	53.15±0.29	36.38±0.56	27.38±1.36	41.99±1.28	42.05±1.40	29.43±1.53	13.27±1.04
3	袁家屯	40°22′31.7″ 120°30′56.8″	11	50	2	1014	19.49±0.46	45.83±0.56	39.36±0.39	55.88±0.34	29.90±0.48	18.53±0.25	39.97±1.05	38.11±1.03	37.42±1.25	10.36±0.86
4	刘台子	40°20′30.8″ 120°29′21.3″	11	50	1	1013	21.57±0.47	43.06±0.22	43.40±0.16	53.19±0.30	29.08±0.45	24.74±0.19	33.28±1.28	41.34±0.96	33.67±1.25	24.26±0.32
5	盐锅	40°21′24.4″ 120°30′12.6″	9	40	2	1013	25.80±1.93	41.62±0.14	38.86±0.28	55.94±0.27	38.04±0.37	26.35±0.59	54.92±1.81	39.39±3.72	25.11±2.46	24.65±2.77
6	后林子	40°21′44.2″ 120°30′38.9″	9	40	2	1013	30.32±0.47	51.41±0.35	33.60±0.18	56.39±0.53	34.71±0.27	17.69±0.25	43.51±3.05	42.25±4.53	22.60±2.50	23.67±0.16
7	石咀子	40°21′49.1″ 120°30′19.5″	9	40	2	1013	21.90±1.39	40.18±0.29	34.62±0.17	56.49±0.41	33.30±11.2	25.08±1.12	47.10±2.20	41.33±2.57	24.50±2.59	21.36±4.97
8	方安堡	40°20′52.9″ 120°31′39.0″	14	58	1	1014	45.15±0.15	41.50±1.08	47.81±0.16	54.51±0.32	35.10±0.23	18.83±0.15	45.25±2.73	40.12±1.07	24.62±1.07	9.40±1.51
9	帐棚沟	40°21′25.0″ 120°31′15.2″	14	58	1	1014	18.89±0.82	43.02±0.28	37.00±0.32	50.51±0.23	47.68±0.33	36.50±0.55	45.74±1.15	44.52±3.38	24.03±2.56	23.97±0.15
10	双堆子	40°22′0.6″ 120°32′5.5″	8	48	0.2	1013	50.70±0.42	58.75±0.38	50.24±0.63	58.73±0.17	49.59±0.21	44.87±0.08	45.12±0.57	50.59±0.95	33.54±0.29	38.67±0.19
11	大坨子	40°22′1.0″ 120°32′36.4″	8	48	0.2	1013	15.49±0.35	40.32±0.14	36.75±0.15	57.50±0.28	31.23±0.16	25.83±0.47	48.25±0.64	48.75±0.84	38.25±2.89	9.31±0.28

表 3.2-27(2/2) 拟建开关站及拟送电线路周围 2km 无线电干扰监测结果

序号	监测点位		天 气 情 况				无线电干扰强度[dB（μV/m）]									
	名称	经纬度	温度℃	湿度%	风速 m/s	大气压 hPa	0.15MHz	0.25MHz	0.5MHz	1.0MHz	1.5MHz	3.0MHz	6.0MHz	10MHz	15MHz	30MHz
							X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S
12	开关站1	40°21′14.1″ 120°32′33.8″	6	46	1	1013	45.81±0.82	41.33±0.42	37.21±0.90	54.46±0.38	30.64±0.42	21.84±0.56	27.53±0.33	49.05±0.56	14.33±0.73	9.28±0.25
13	开关站2	40°21′19.3″ 120°32′36.8″	6	46	1	1013	15.73±0.28	41.95±0.31	34.19±0.13	55.88±0.43	32.01±0.57	19.87±0.39	20.46±0.92	9.46±0.61	12.48±0.69	9.10±0.10
14	开关站3	40°21′26.3″ 120°32′43.5″	6	46	1	1013	45.33±0.60	40.03±0.23	34.00±0.05	53.90±0.31	30.71±0.25	18.55±0.29	10.21±0.54	44.37±0.83	21.52±0.23	24.27±0.30
15	开关站4	40°21′38.0″ 120°32′29.4″	6	46	1	1013	15.30±0.22	40.80±0.11	33.82±0.04	59.58±0.21	29.85±0.57	18.82±0.71	20.93±2.59	44.31±0.80	19.69±0.82	7.86±0.25
16	前徐大堡	40°21′11.0″ 120°32′13.2″	4	46	1	1013	17.98±0.15	42.45±0.16	48.20±0.55	49.52±0.22	41.88±0.36	31.11±0.32	48.64±0.80	40.16±0.63	29.55±0.90	14.89±0.52
17	后徐大堡	40°21′23.7″ 120°32′33.2″	5	40	1	1013	15.45±0.21	41.68±0.17	35.44±0.17	55.47±0.22	31.14±0.21	20.77±0.46	39.15±0.40	41.32±0.61	30.84±0.57	9.49±0.27
18	核电厂区	40°21′7.1″ 120°32′36.7″	5	46	1	1013	43.89±0.11	40.52±0.17	37.97±0.26	55.04±0.37	33.88±0.25	18.72±0.70	43.27±0.51	20.55±0.35	41.08±0.44	24.15±0.20
19	李宝沟	40°21′52.2″ 120°33′10.9″	11	30	2	1012	17.29±0.45	44.29±1.12	48.07±0.38	51.84±0.26	37.95±0.30	28.02±0.61	48.09±0.55	40.39±0.69	36.41±0.68	23.81±0.27
20	小南海	40°21′39.1″ 120°33′17.1″	11	30	2	1012	17.85±0.36	41.36±0.06	35.51±0.08	53.28±0.56	29.24±0.15	19.47±0.16	38.85±0.38	36.78±0.56	21.75±0.35	24.43±0.16

表 3.2-28 风力发电场工频电磁场监测结果

序号	监测点位		工频电场垂直分量（V/m）	工频磁场垂直分量（μT）	工频磁场水平分量（μT）
	名称	经纬度	X±S	X±S	X±S
1	风电开关站墙外 5m	40°20′38.0″ 120°31′33.3″	127.462±1.189	0.579±0.012	0.083±0.002
2	风电 66kV 导线下垂处	40°21′39.4″ 120°30′30.7″	666.710±4.463	0.254±0.004	0.836±0.012
	风电 66kV 距导线下垂处 10m		53.568±1.206	0.392±0.009	0.106±0.002
	风电 66kV 距导线下垂处 20m		13.296±0.202	0.176±0.004	0.091±0.002
3	风电 35kV 导线下垂处	40°20′45.0″ 120°31′31.7″	133.000±1.085	0.202±0.026	0.163±0.029
	风电 35kV 距导线下垂处 20m		44.033±0.668	0.164±0.011	0.105±0.008

表 3.2-29 风力发电 66kV 出线无线电干扰监测结果

监测点位		无线电干扰强度[dB（μV/m）]									
		0.15MHz	0.25MHz	0.5MHz	1.0MHz	1.5MHz	3.0MHz	6.0MHz	10MHz	15MHz	30MHz
名称	经纬度	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S
风电 66kV 出线距边导线投影 20m 处	40°21′40.3″ 120°30′32.3″	46.43±0.48	42.29±0.21	35.57±0.63	66.50±1.49	48.54±2.39	22.31±0.99	64.81±2.35	51.46±1.34	18.07±0.86	3.30±0.05

表 3.2-30 徐大堡移动通信基站射频综合场强监测结果

位 置	监测结果（V/m） X±S
基站塔下正西	0.36±0.02
基站塔下正北	0.30±0.02
基站塔下正南	0.34±0.01
基站塔下正东	0.34±0.02
基站塔西 5m	0.35±0.01
基站塔西 10m	0.31±0.01
基站塔西 30m	0.33±0.01
基站塔西 100m	0.26±0.01

表 3.2-31(1/2) 周围环境射频综合场强电磁辐射监测结果

序号	射频综合场强（V/m）											
	监测点位		5：00—6：00	6：00—7：00	7：00—8：00	8：00—9：00	11:00	12:00	13:00	14:00	18：00—19：00	19：00—20：00
	名称	经纬度	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S
1	义和林	40°23′19.0″ 120°31′18.9″	0.17±0.01	0.27±0.01	0.17±0.01	0.25±0.03	0.22±0.04	0.21±0.03	0.21±0.01	0.22±0.02	0.17±0.01	0.19±0.01
2	苏家屯	40°22′48.9″ 120°31′12.7″	0.24±0.03	0.28±0.01	0.29±0.02	0.21±0.02	0.23±0.01	0.22±0.02	0.24±0.01	0.26±0.01	0.20±0.01	0.20±0.02
3	刘台子	40°20′30.8″ 120°29′21.3″	0.19±0.01	0.22±0.02	0.25±0.02	0.28±0.01	0.22±0.02	0.20±0.02	0.23±0.02	0.29±0.01	0.24±0.01	0.27±0.01
4	袁家屯	40°22′31.7″ 120°30′56.8″	0.16±0.01	0.23±0.03	0.21±0.01	0.26±0.01	0.19±0.01	0.22±0.01	0.18±0.02	0.18±0.02	0.19±0.03	0.29±0.01
5	盐锅	40°21′24.4″ 120°30′12.6″	0.15±0.02	0.16±0.01	0.16±0.02	0.16±0.01	0.18±0.02	0.20±0.01	0.21±0.01	0.25±0.03	0.17±0.02	0.20±0.01
6	后林子	40°21′44.2″ 120°30′38.9″	0.15±0.02	0.15±0.01	0.16±0.02	0.19±0.02	0.20±0.01	0.20±0.01	0.23±0.01	0.15±0.04	0.18±0.01	0.18±0.01
7	石咀子	40°21′49.1″ 120°30′19.5″	0.16±0.01	0.16±0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.20±0.01	0.20±0.02	0.23±0.02	0.23±0.01	0.19±0.02	0.20±0.01
8	方安堡	40°20′52.9″ 120°31′39.0″	0.21±0.02	0.20±0.02	0.20±0.01	0.26±0.02	0.16±0.02	0.22±0.02	0.20±0.01	0.20±0.01	0.21±0.01	0.19±0.02
9	帐棚沟	40°21′25.0″ 120°31′15.2″	0.22±0.02	0.20±0.02	0.18±0.02	0.24±0.01	0.19±0.01	0.19±0.02	0.21±0.01	0.19±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01
10	双堆子	40°22′0.6″ 120°32′5.5″	0.23±0.01	0.23±0.01	0.20±0.01	0.20±0.01	0.19±0.02	0.22±0.02	0.21±0.03	0.21±0.04	0.19±0.02	0.20±0.01
11	大坨子	40°22′1.0″ 120°32′36.4″	0.22±0.02	0.19±0.01	0.18±0.02	0.19±0.02	0.25±0.02	0.25±0.01	0.21±0.04	0.20±0.02	0.19±0.01	0.19±0.01

表 3.2-31(2/2) 周围环境射频综合场强电磁辐射监测结果

序号	射频综合场强（V/m）											
	监测点位		5：00—6：00	6：00—7：00	7：00—8：00	8：00—9：00	11:00	12:00	13:00	14:00	18：00—19：00	19：00—20：00
	名称	经纬度	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S	X±S
12	核电厂区	40°21′7.1″ 120°32′36.7″	0.20±0.01	0.20±0.02	0.21±0.01	0.20±0.01	0.26±0.01	0.24±0.03	0.23±0.03	0.24±0.01	0.19±0.02	0.19±0.02
13	前徐大堡	40°21′11.0″ 120°32′13.2″	0.30±0.02	0.29±0.02	0.32±0.02	0.32±0.02	0.30±0.02	0.26±0.02	0.31±0.02	0.34±0.01	0.34±0.02	0.39±0.01
14	后徐大堡	40°21′23.7″ 120°32′33.2″	0.19±0.01	0.19±0.01	0.20±0.01	0.19±0.02	0.24±0.03	0.26±0.03	0.18±0.02	0.21±0.02	0.19±0.02	0.19±0.01
15	李宝沟	40°21′52.2″ 120°33′10.9″	0.18±0.01	0.17±0.01	0.19±0.02	0.19±0.02	0.21±0.02	0.18±0.01	0.19±0.01	0.19±0.02	0.17±0.01	0.19±0.02
16	小南海	40°21′39.1″ 120°33′17.1″	0.19±0.01	0.19±0.01	0.18±0.02	0.20±0.02	0.19±0.02	0.18±0.01	0.18±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.20±0.01
17	凉水泉	40°21′45.6″ 120°33′38.4″	0.19±0.01	0.18±0.01	0.19±0.01	0.20±0.01	0.19±0.01	0.19±0.02	0.19±0.02	0.18±0.01	0.23±0.05	0.19±0.01
18	台里	40°22′15.2″ 120°34′32.7″	0.19±0.01	0.18±0.02	0.18±0.01	0.17±0.01	0.19±0.02	0.20±0.01	0.20±0.02	0.19±0.02	0.20±0.02	0.19±0.01
19	葛条秧子	40°21′55.9″ 120°34′30.7″	0.29±0.04	0.23±0.03	0.21±0.02	0.22±0.03	0.23±0.01	0.24±0.02	0.23±0.02	0.25±0.01	0.22±0.02	0.22±0.02

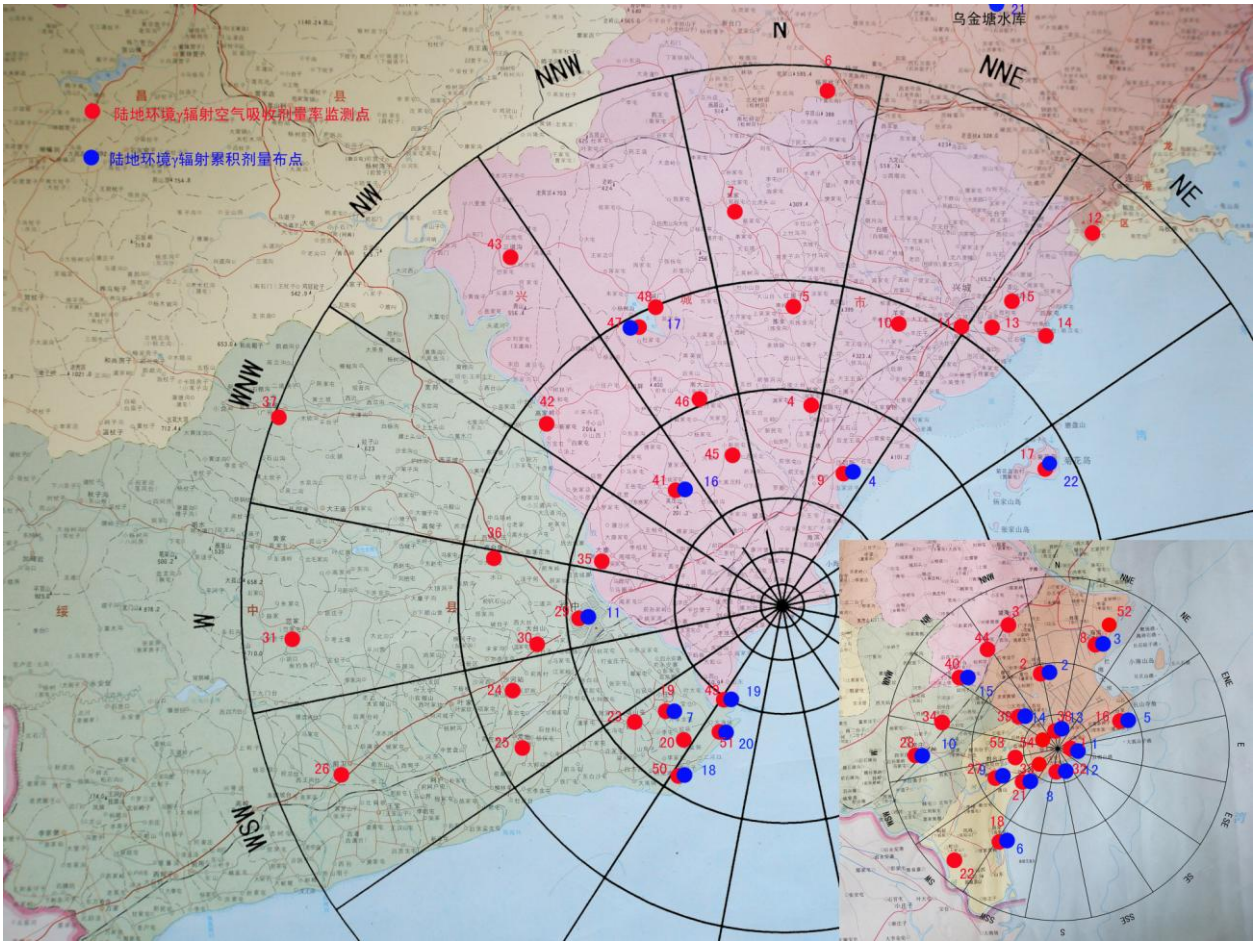


图 3.1-1　陆地 γ 辐射空气吸收剂量率和累计剂量率布点图

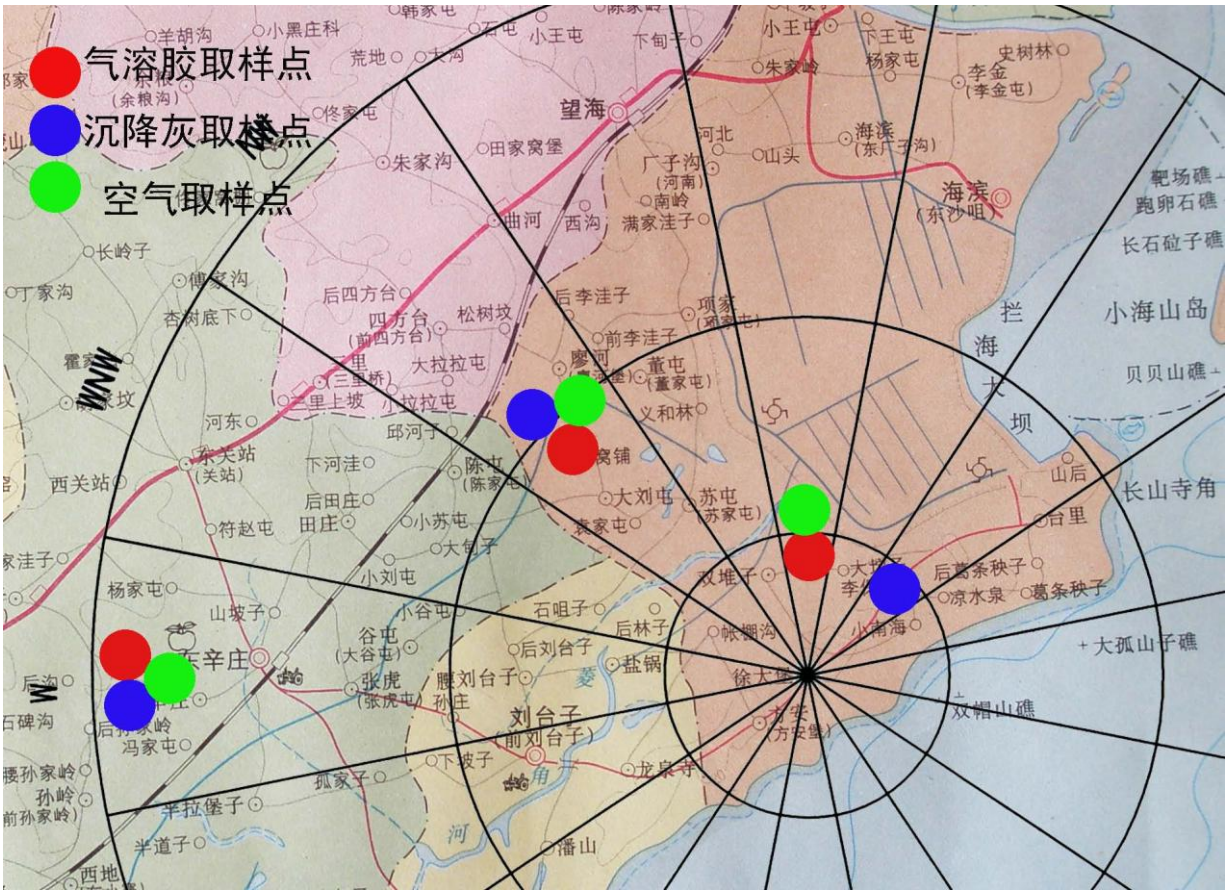


图 3.1-2　气溶胶、沉降灰、空气取样布点图

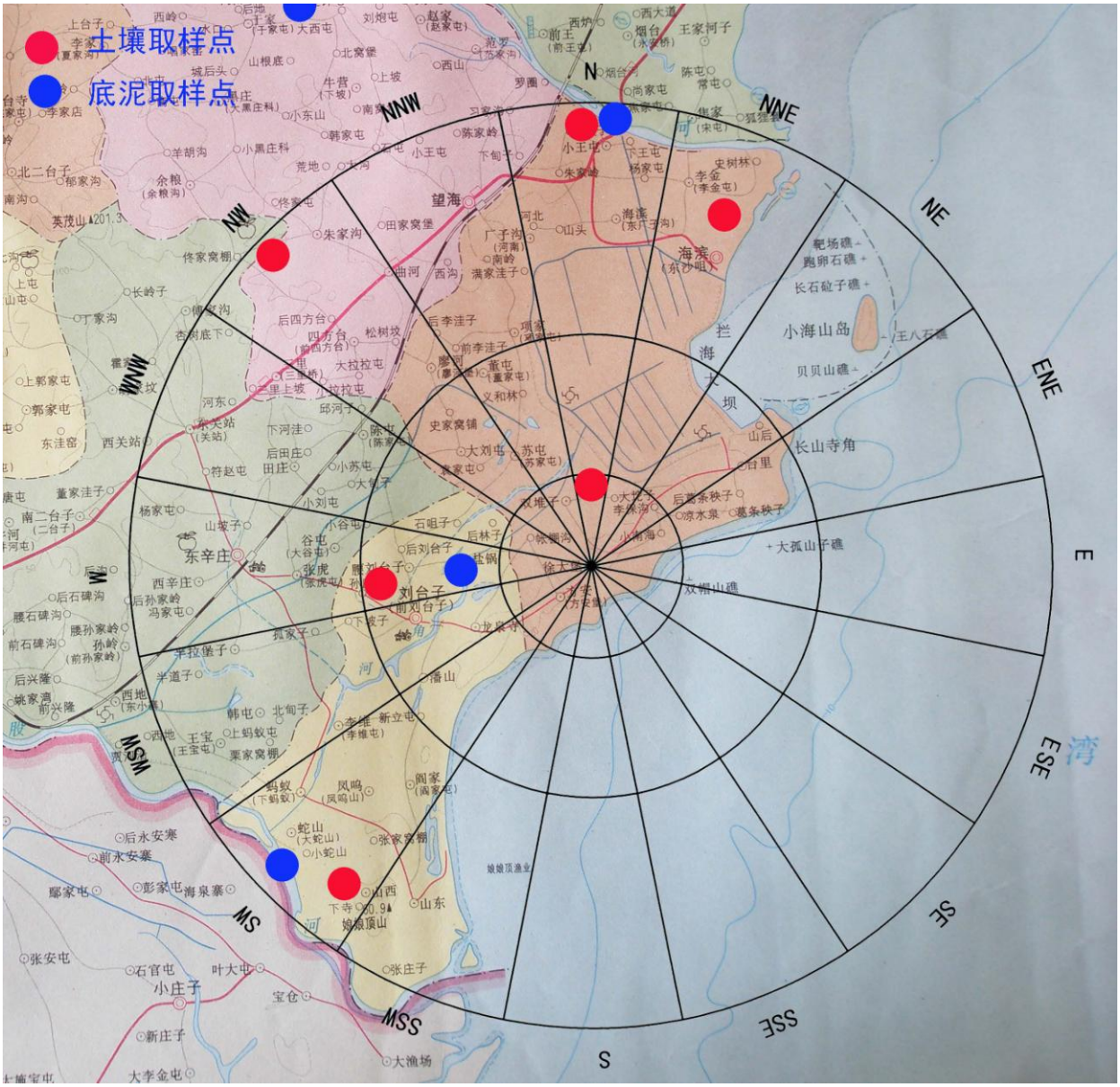


图 3.1-3　土壤、底泥取样布点图

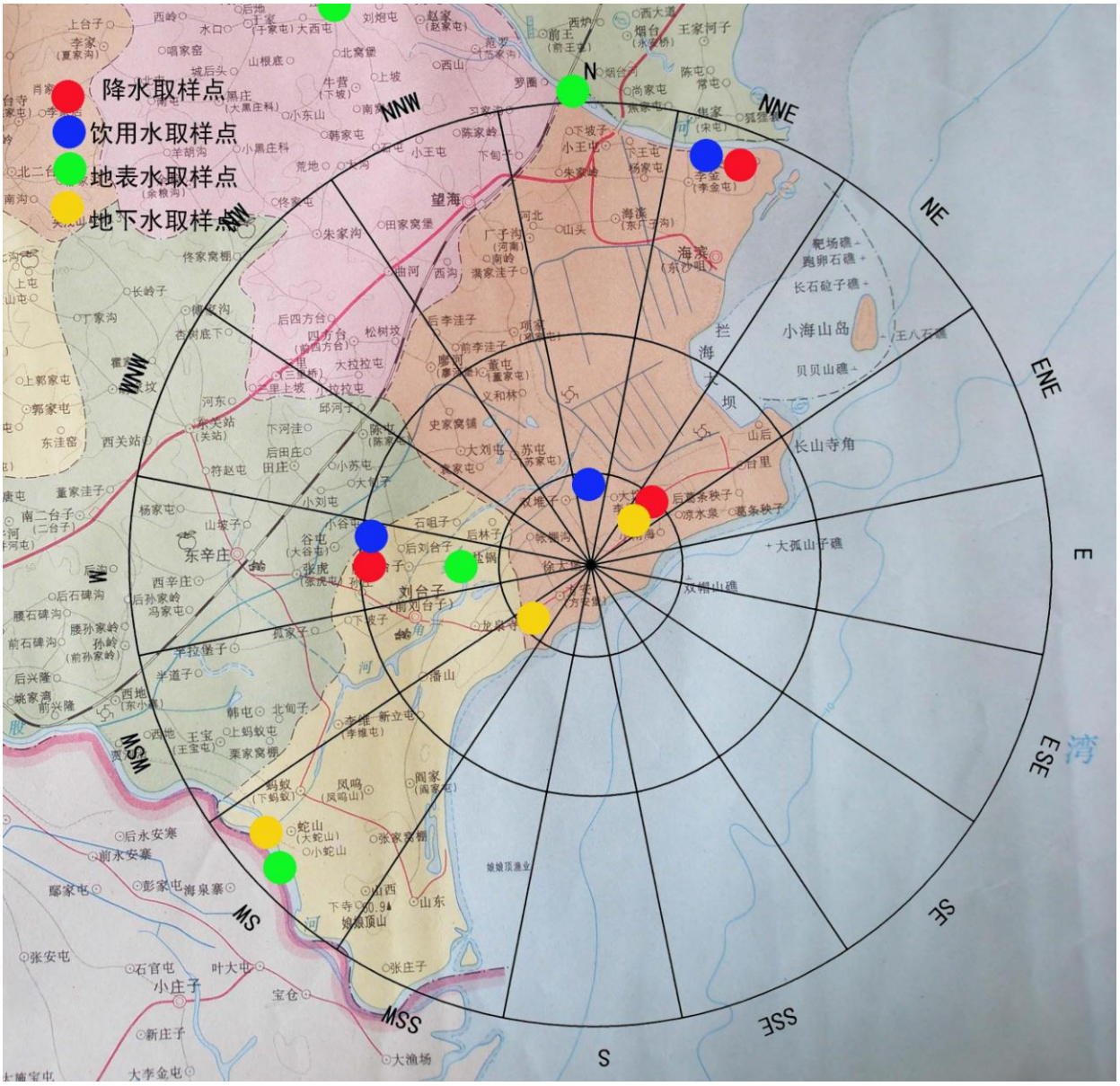


图 3.1-4　降水、饮用水、地表水、地下水取样布点图

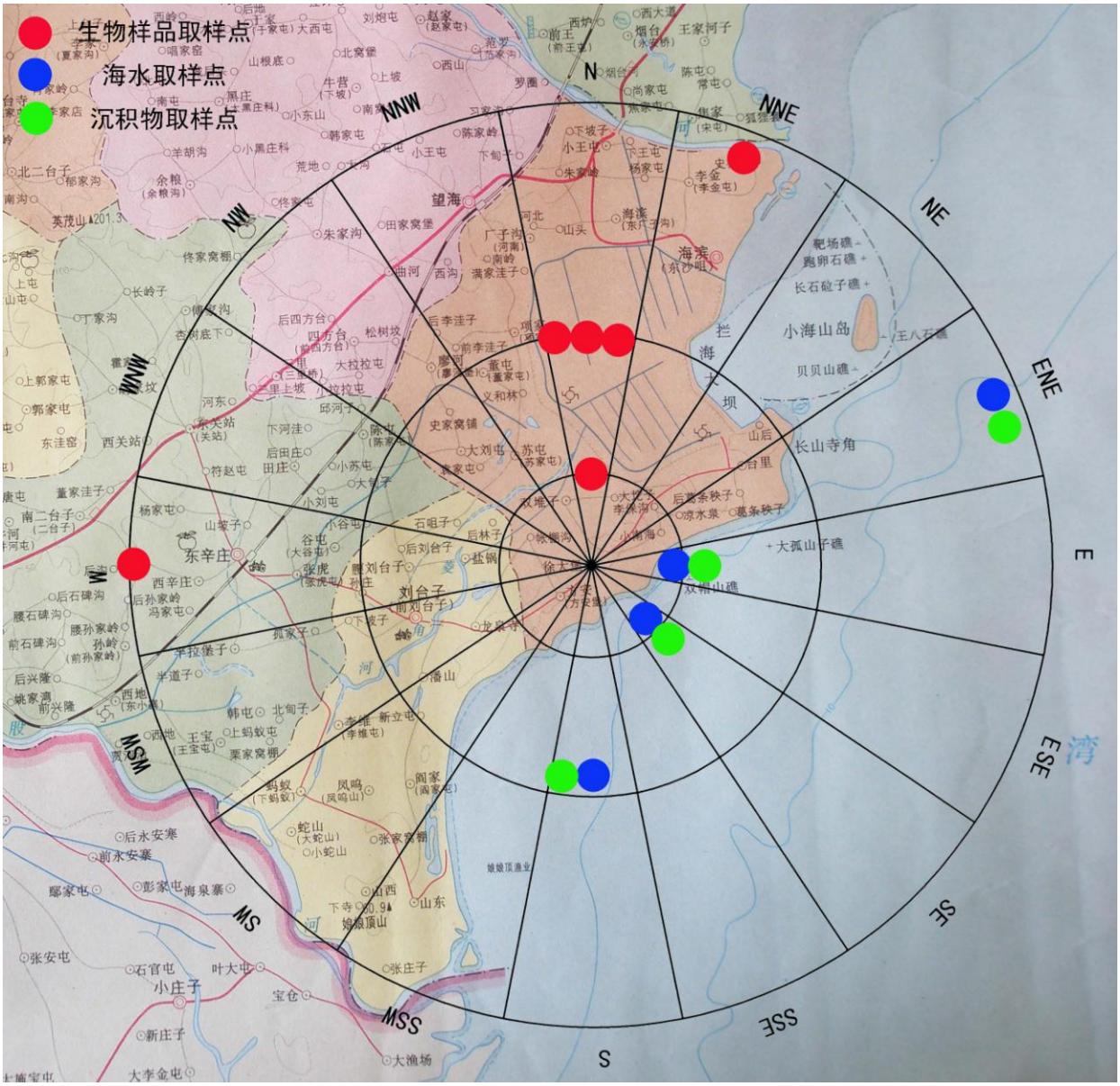


图 3.1-5　陆地生物、海水、海洋沉积物取样布点图

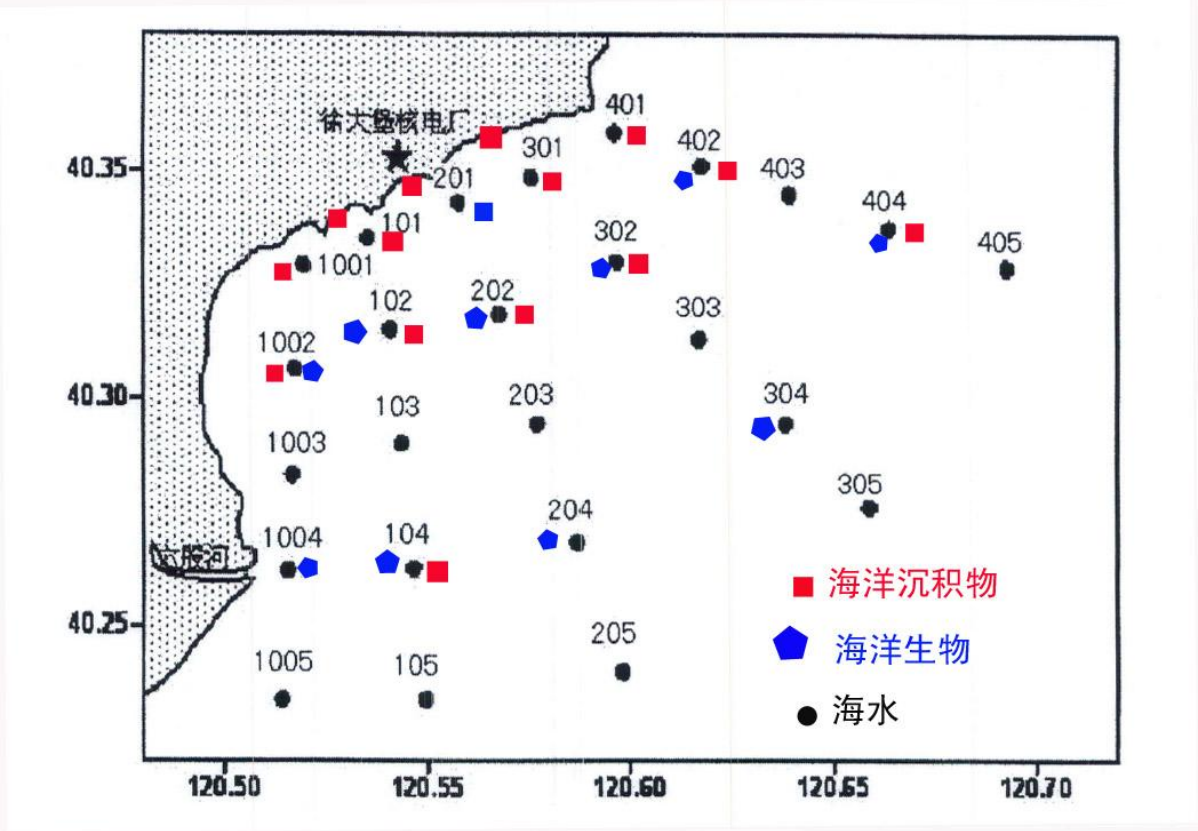


图 3.1-6　2010 年海洋调查取样布点图

图 3.2-1　大气环境监测点位示意图

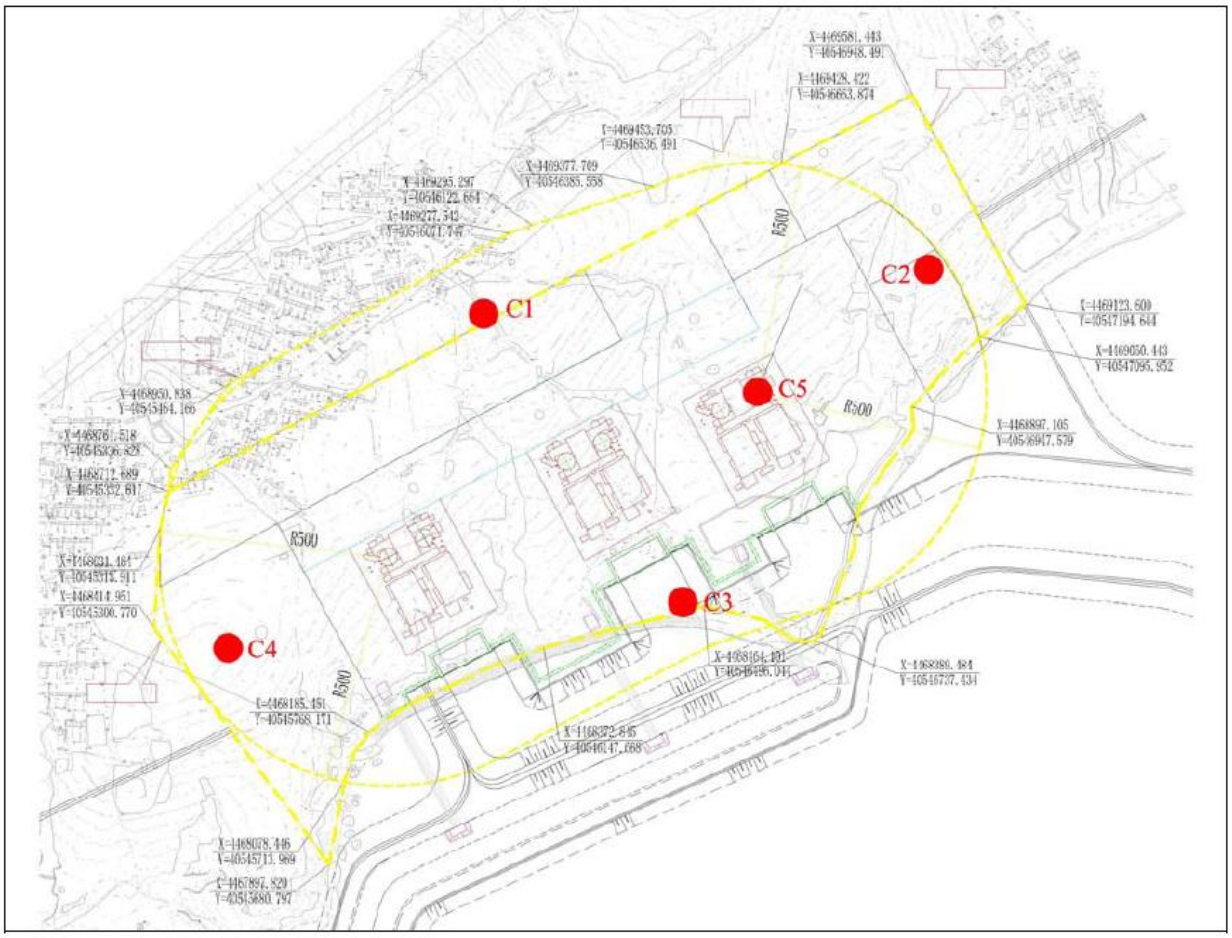


图 3.2-2　厂址处噪声测量布点图

图 3.2-3　陆域环境、交通噪声测量布点图

图 3.2-4　海域环境噪声测量布点图

图 3.2-5　定点噪声测量布点图

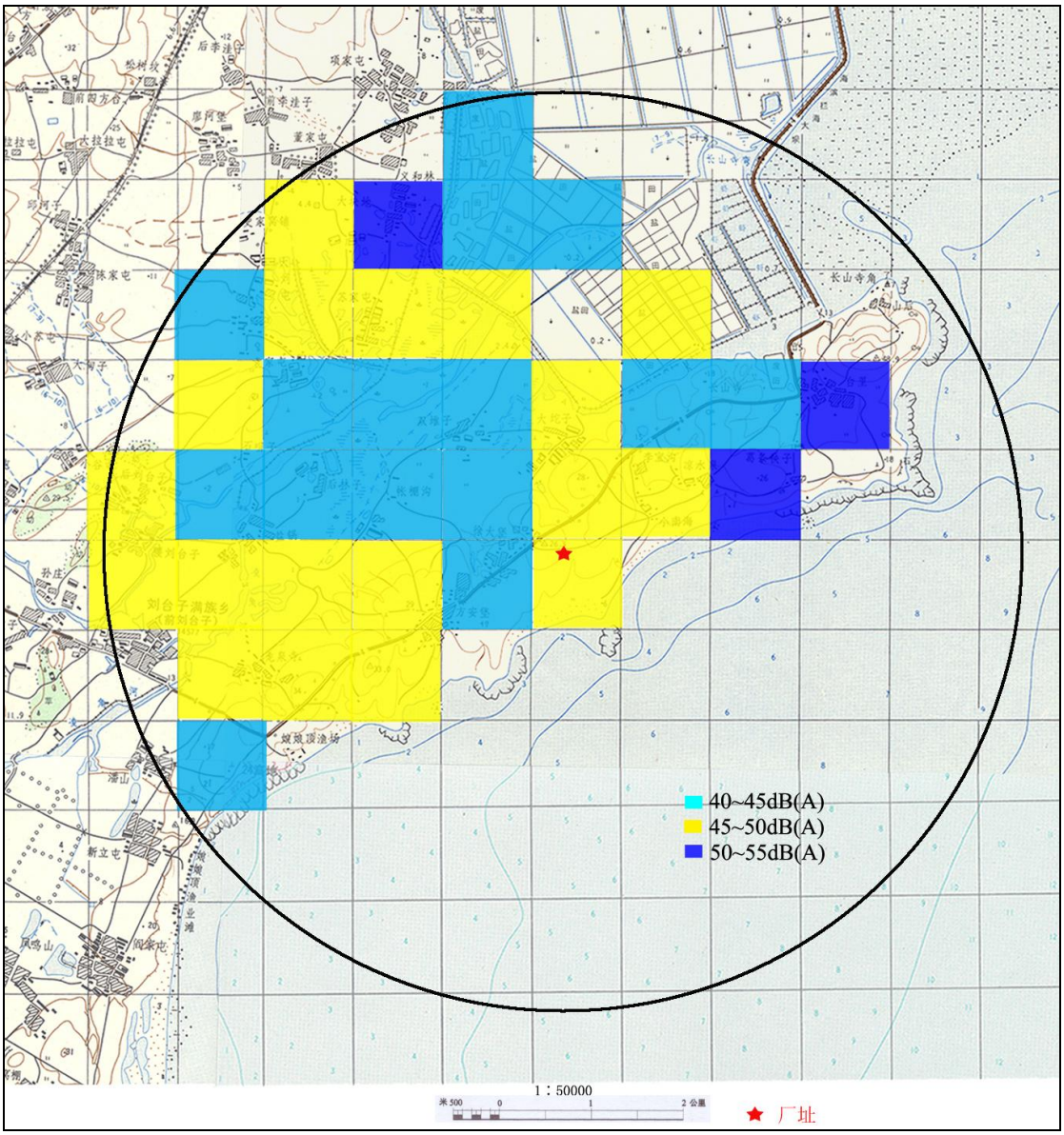


图 3.2-6　陆域环境昼间噪声污染分布

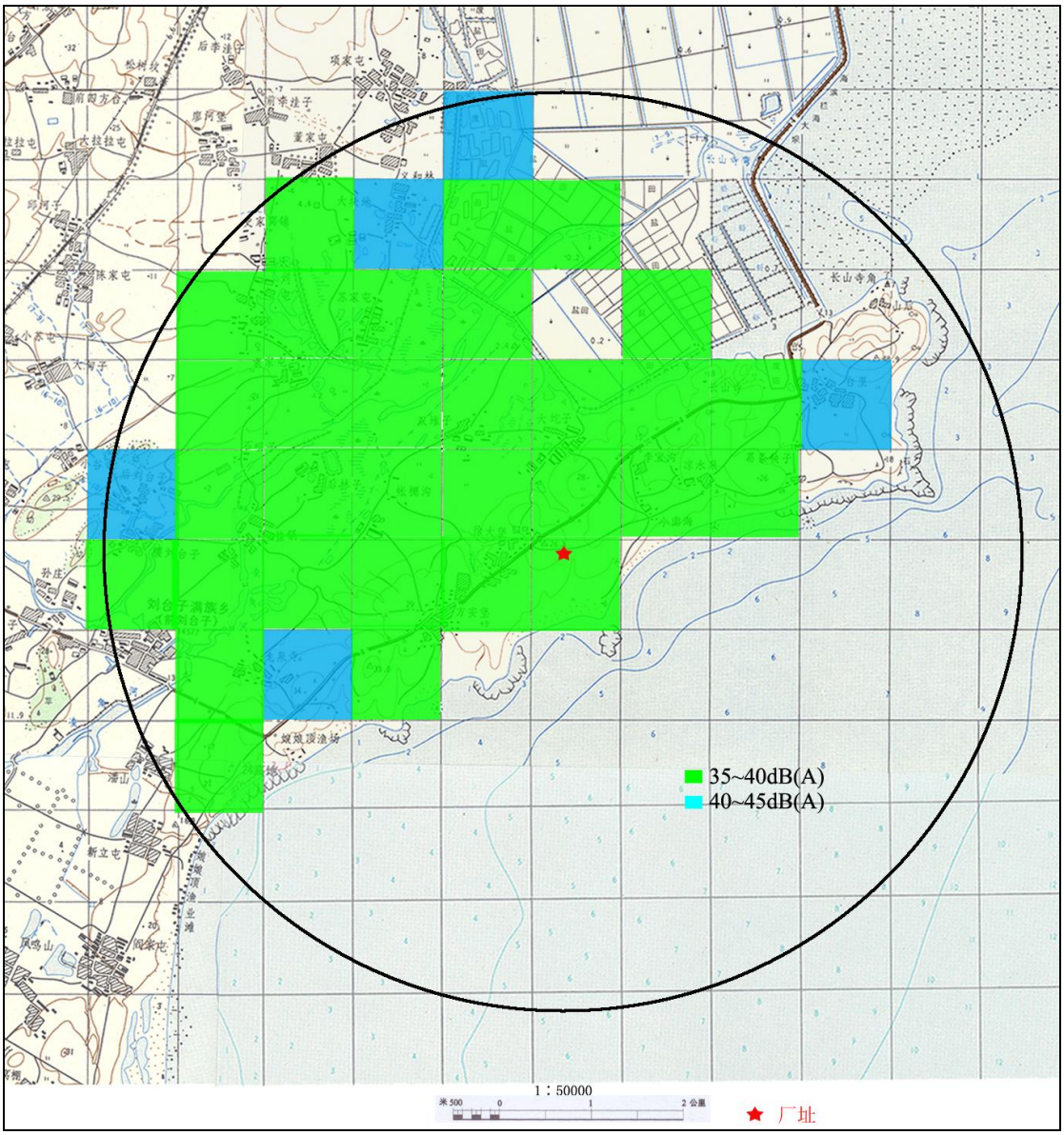


图 3.2-7　陆域环境夜间噪声污染分布

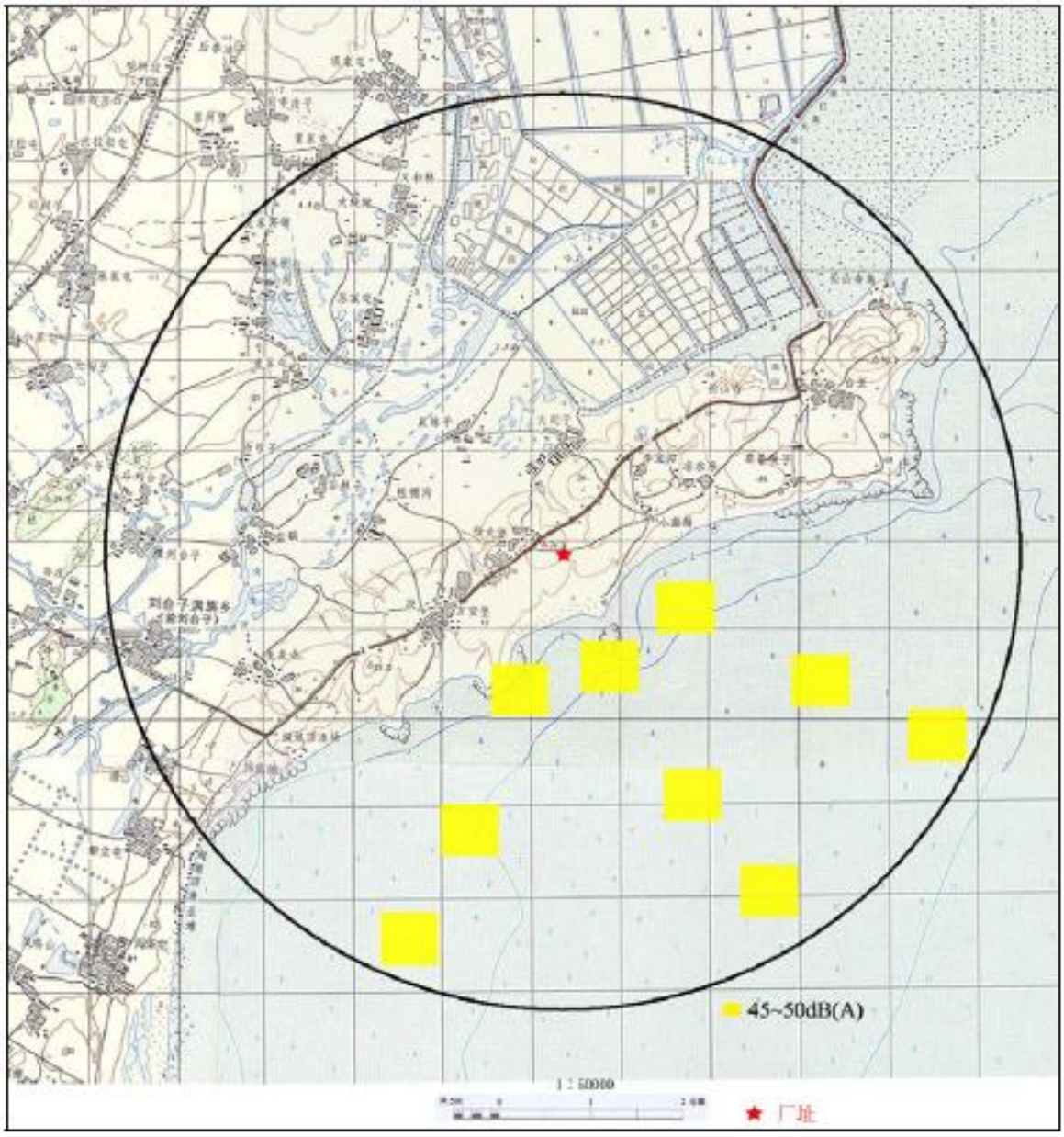


图 3.2-8　海域环境昼间噪声污染分布

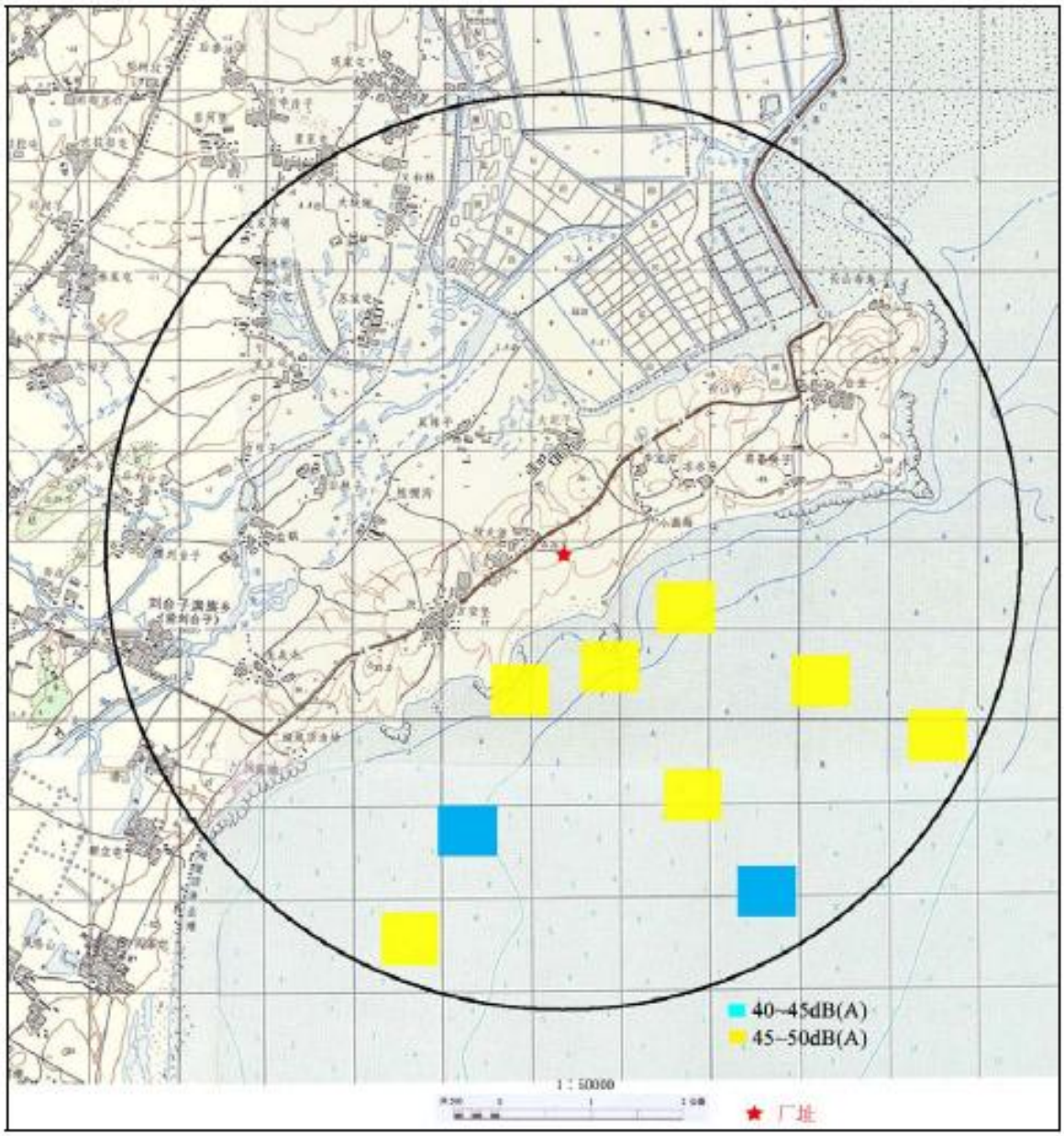


图 3.2-9　海域环境夜间噪声污染分布

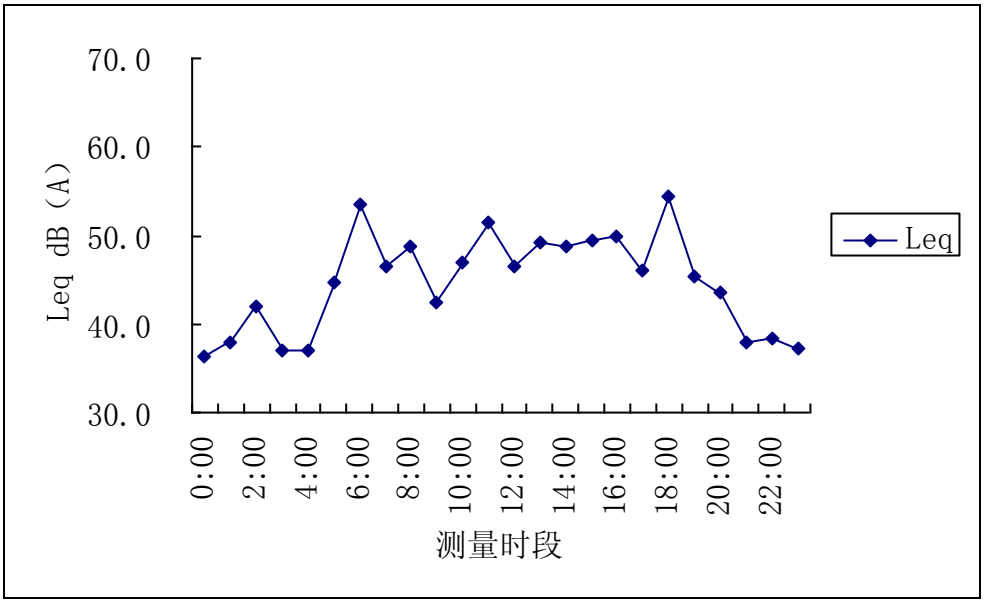


图 3.2-10　厂址（徐大堡）昼夜噪声变化图

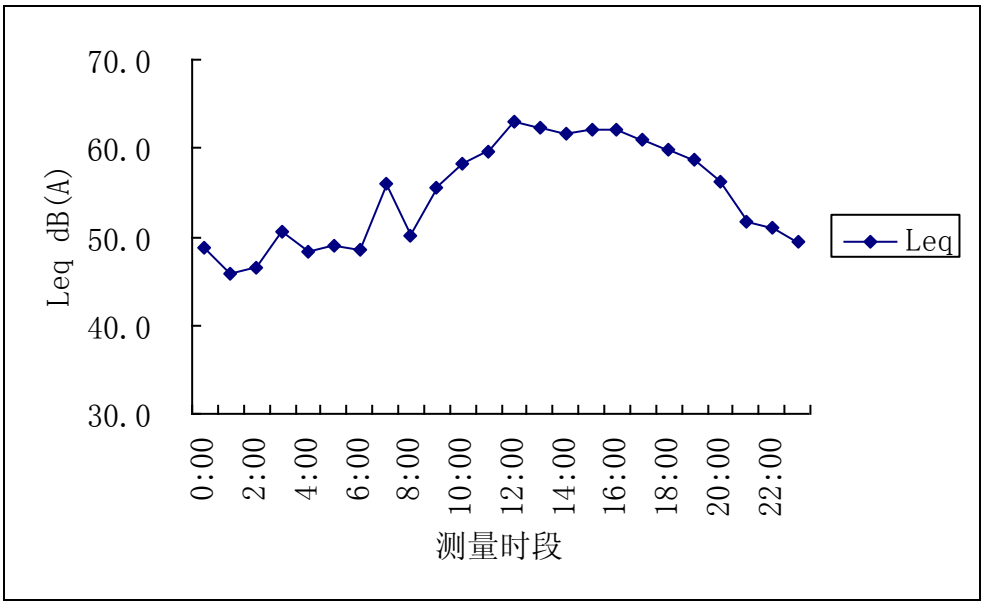


图 3.2-11　徐大堡村南海边昼夜噪声变化图

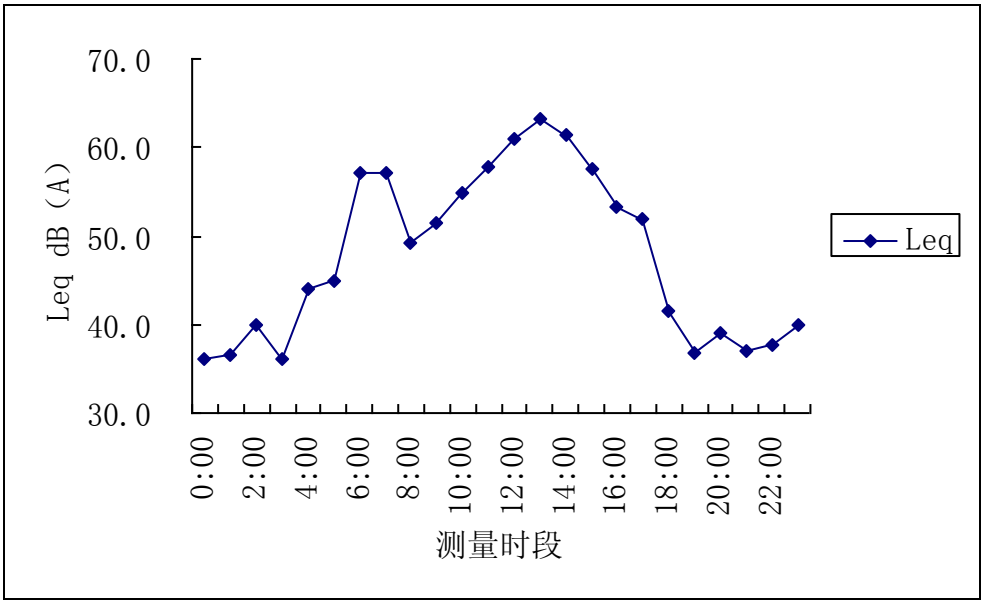
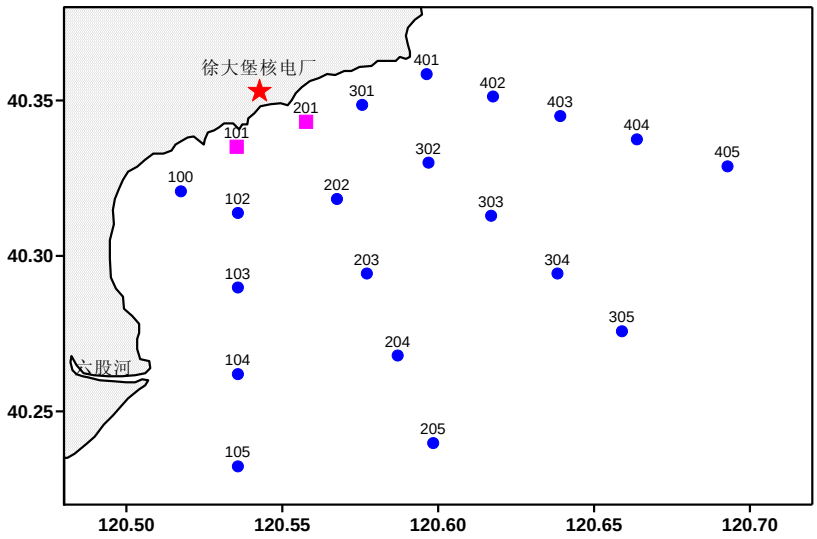
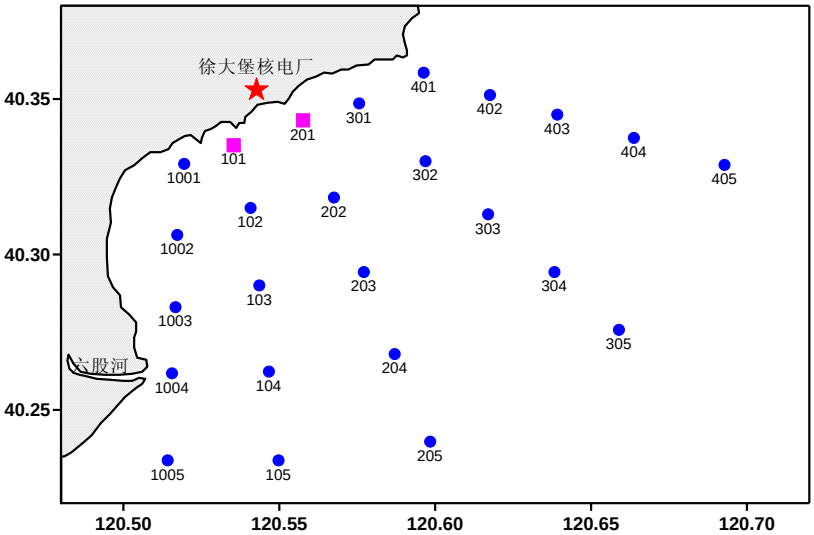


图 3.2-12　刘台子村昼夜噪声变化图



（●为大面站；■为大面站和周日连续观测站；101 站和 201 站分别为排水口和取水口位置）

图 3.2-13　徐大堡核电厂 2009 年春季航次水文和海洋化学采样站位



（●为大面站；■为大面站和周日连续观测站；101 站和 201 站分别为排水口和取水口位置）

图 3.2-14　徐大堡核电厂 2009 年夏、秋、冬季航次水文和海洋化学采样站位

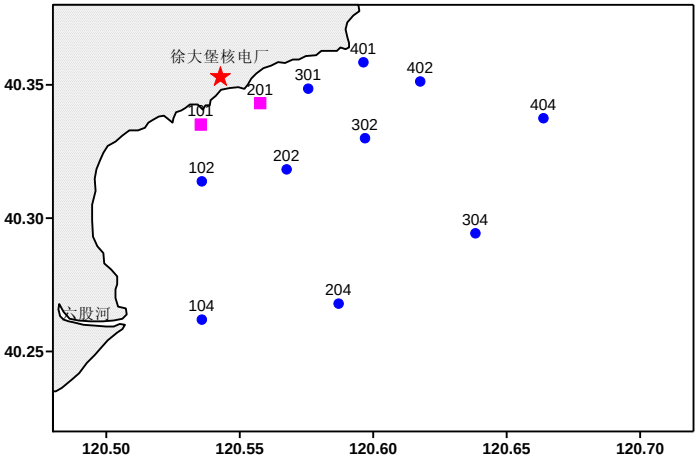


图 3.2-15　徐大堡核电厂 2009 年春季航次沉积化学采样站位

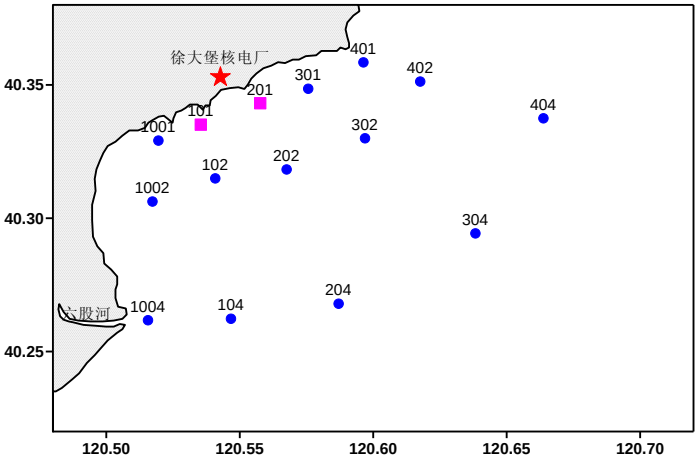


图 3.2-16　徐大堡核电厂 2009 年秋季航次沉积化学采样站位

（●为大面站；■为大面站和周日连续观测站；101 站和 201 站分别为排水口和取水口位置）

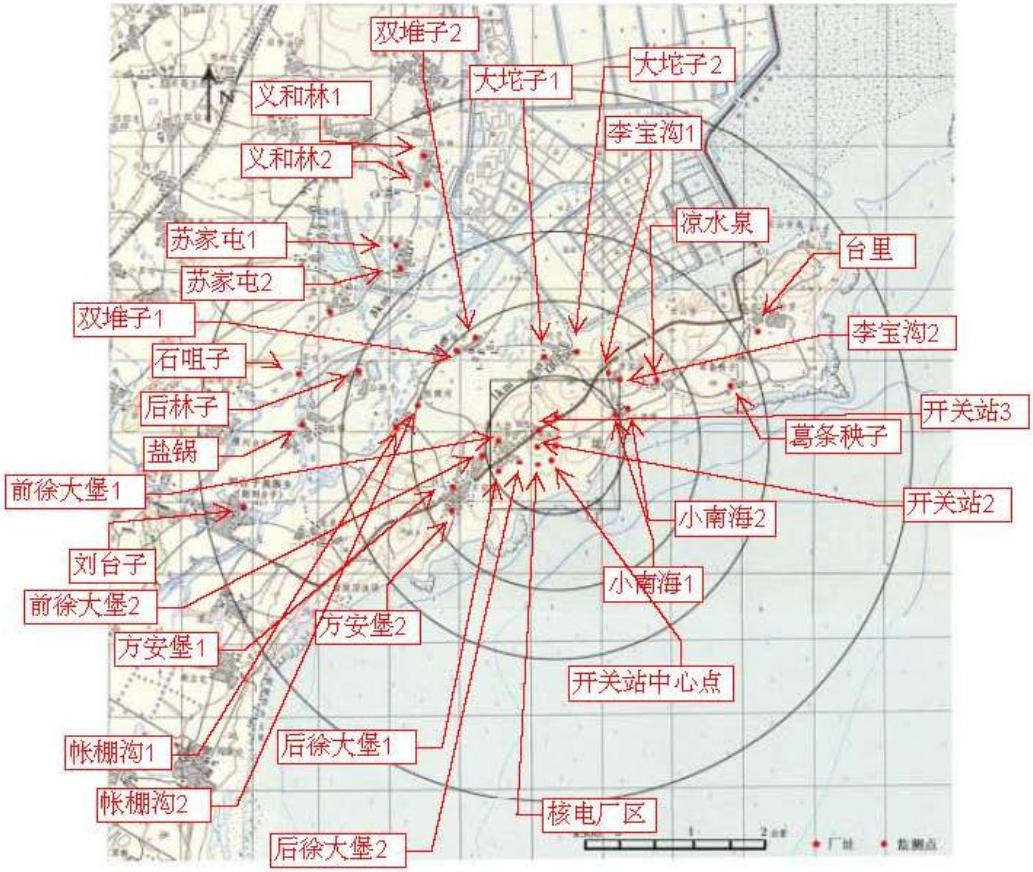


图 3.2-17　拟建开关站和送电线路工频电场、磁场监测点

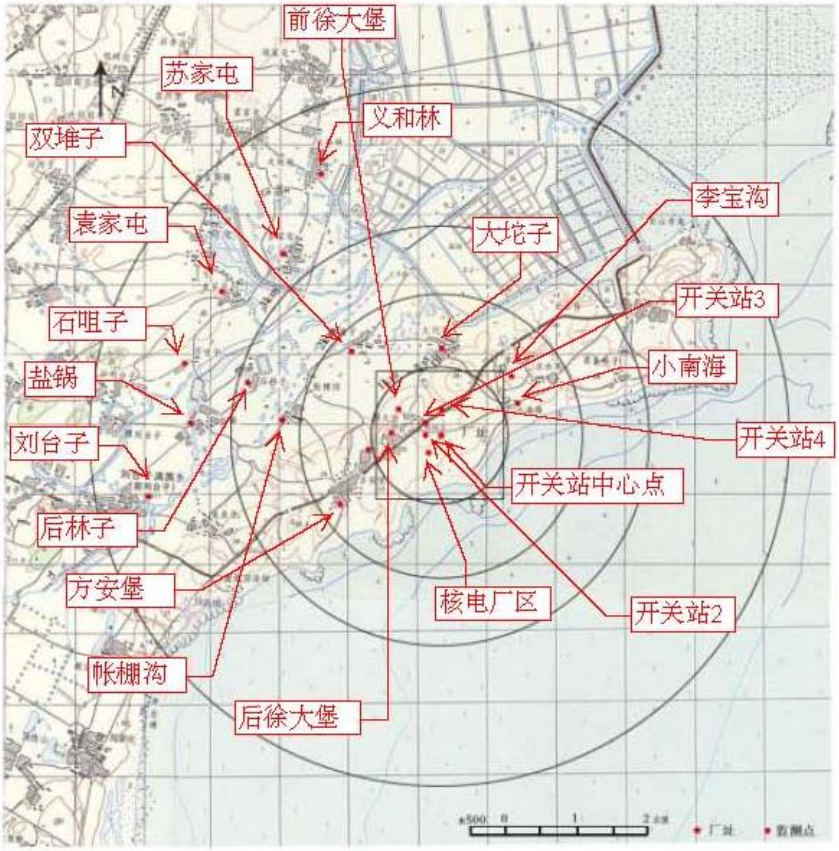


图 3.2-18　拟建开关站和送电线路无线电干扰场强监测点

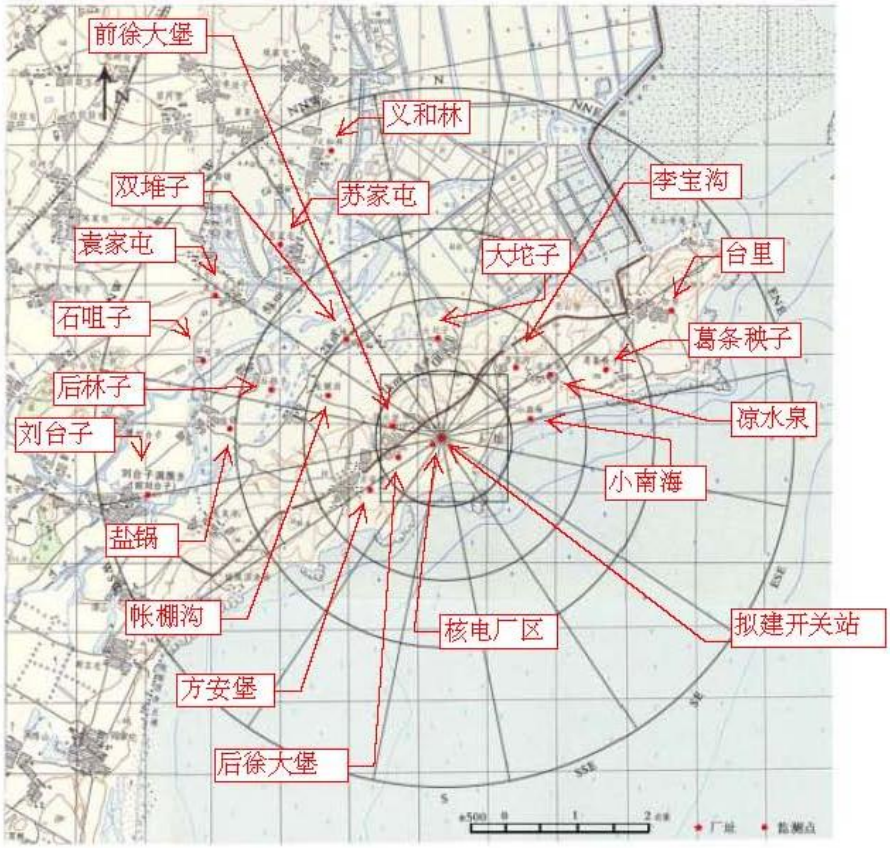


图 3.2-19　辽宁徐大堡核电厂厂址周围射频综合场强监测点

第四章 核电厂

4.1 厂区总平面布置

4.1.1 建设规模及项目组成

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.3 核电站环保设施的布置

4.1.4 施工场地规划

4.1.5 主要技术经济指标

4.1.6 反应堆厂房及放射性废气、放射性废液排放点的位置和标高

4.1.7 环境保护措施

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

4.2.2 核岛

4.2.3 常规岛

4.3 电厂用水和散热系统

4.3.1 电厂取排水系统

4.3.2 用水

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

4.4.2 开关站的选型和布置

4.4.3 与电力系统的连接

4.5 专设安全设施

4.5.1 安全壳系统

4.5.2 裂变产物去除和控制系统

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

4.6.2 放射性废液系统及源项

4.6.3 废气管理系统及释放源项

4.6.4 固体放射性废物系统及源项

4.6.5 厂址废物处理设施

4.6.6 放射性流出物监测系统

4.6.7 乏燃料贮存系统

4.7 化学物质排放

4.7.1 处理系统设计描述

4.7.2 废水来源及排放

4.8 生活废物

4.9 放射性物质运输

4.9.1 新燃料运输

4.9.2 乏燃料运输

4.9.3 放射性固体废物运输

4.1 厂区总平面布置

4.1.1 建设规模及项目组成

辽宁徐大堡核电厂规划总装机容量为 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，统一规划，分期建设。一期工程装机容量为 2 台百万千瓦级 AP1000 压水堆核电机组及其相应的配套辅助设施。其项目组成详见表 4.1-1，总体规划见图 4.1-1，厂区平面见图 4.1-2。

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.2.1 布置原则

- 厂区总平面布置应与总体规划相协调一致。
- 核岛、常规岛应尽量坐落在埋深适宜、承载力特征值满足要求的均匀、稳定的基岩上。
- 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。
- 厂区场地的设计标高在满足核安全要求的前提下，充分利用地形条件，尽可能减少土石方开挖量。
- 循环冷却水取水、排水管线力求短捷，电力出线力求顺捷。
- 满足运输、防火、卫生、安全、管网布置及施工安装要求。
- 配套辅助设施一次规划分期实施。
- 满足应急计划对厂区人员的集合场所和撤离路线要求。
- 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 平面布置

- 主厂房区

主厂房区包括核岛厂房、常规岛厂房及部分辅助厂房。一期工程（1、2 号机组）主厂房布置在厂区东部（建北方向，下同），采用并列布置，核岛北向、常规岛南向，从东至西平行布置。

1、2 号机组反应堆厂房中心距离 230m。

一期工程核岛和常规岛基础主要为微风化花岗岩和中等风化花岗岩；微风化花岗岩推荐承载力特征值为 9.0MPa，弹性模量为 21.44GPa，横波波速为 2361m/s；中等风化花岗岩推荐承载力特征值为 2.0MPa，弹性模量为 2.45GPa，横波波速为 1308m/s。主厂房建筑群地基承载力高，安全裕度较大，建筑场地类别 I 1 类。

- 循环冷却水设施区的布置

循环水设施区主要包括联合泵房（71）、加氯车间（74）及各种水工设施，其中取水

明渠设在厂区南部岸边。联合泵房和加氯车间按两台机组共用设置，布置在主厂房南部；联合泵房与汽机厂房（20）之间以循环水压力供水管（72）连接，从汽机厂房东部进入，从其西部排出。汽机厂房与虹吸井（732）之间以循环水排水管（731）连接；虹吸井与排水明渠之间以陆域排水暗渠（733）和排水连接井（735）、海域排水暗渠（0271）连接。

- 开关站的布置

开关站区包括 500kV 开关站（011）、220kV 开关站（012）和网控楼（014），布置在厂区的北侧，向西北出线。500kV 开关站采用屋内式布置方案。主变与开关站之间采用电缆廊道连接。

- 辅助生产设施的布置

辅助生产区分为放射性辅助生产区和非放射性辅助生产区。

放射性辅助生产区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）、放射性废油暂存库（54），组成了废物处理设施区，位于开关站南侧、一期主厂区西北侧，且处于一期主厂区最小风频的上风向。一方面靠近主厂区，方便放射性废物运输，另一方面远离厂前区和其他设施区，尽量避免放射性废物运输与人员交通的相互影响。

非放射性辅助生产厂房中的海水淡化厂房（31）与除盐水厂房（32）联合布置，为全厂共用，布置在一、二期之间、3 号常规岛东南、便于水罐共用及缩短管线长度。非放生产废水处理厂房（38）、虹吸井（732）布置在联合泵房（71）西侧，靠近汽机厂房（20），便于管线连接。生活污水处理站（37）布置在施工区域靠近 6 号机组西侧地方。制氢站（032）、低压氢气储存站（033）布置在厂区东南角、厂区边缘，远离人群，最大限度的考虑安全要求。

运行和维修技术支持大楼（41）、恒温恒湿库（661）、恒湿库（662）、中小型备件库（663）、大型备件库（664）、化学品库（031）、机加工及检修厂房（6711）、铆焊和电仪修厂房（6712）、保卫控制中心（05）布置在一期工程北部（除化学品库），其中运行和维修技术支持大楼（41）靠近东侧控制区出入口，方便人员进出。保卫控制中心（05）布置在 1、2 号核岛北侧，便于安全和控制。化学品库（031）布置在厂区东南角，位于厂区边缘。

- 厂前区及其它设施区

包括厂前建筑区、现场服务区、运行安全技术支持区、武警营房、消防站、应急指挥中心等。

厂前建筑区包括综合办公楼（含档案楼）（65）、公共食堂（652）布置在进厂道路北

侧；现场服务区包括调试检修楼（656）、值班公寓（655）、检修食堂（653）、综合服务楼（68），分别布置在进厂道路两侧，靠近控制区出入口；运行安全技术支持功能区包括宣传展览中心（654）布置在厂区东部、进厂道路北侧，方便人员的集散；武警营房（694）、消防站（695）布置在进厂道路一侧；保安楼（657）已建成，布置在控制区出入口南侧；模拟体厂房（673）布置在厂前区西面，靠近厂区；应急指挥中心(06)布置在武警营房北面、进厂道路一侧；气象站已经建成，单独成区布置在厂区西北角；环境实验室（6963）设置在兴城县城。

- 实物保护

为确保核电厂的安全，主厂区设置三道实体保卫围墙：控制区围墙，包围区域为主厂房区、开关站区、循环冷却水设施区、辅助生产区。采用单层铁丝网可视围墙。保护区围墙，包围区域为主厂房区、冷却水设施区和放射性辅助区、部分非放射性辅助生产设施，采用双层可视围墙。要害区围墙，包围区域为核岛和保卫控制中心，其中核岛北、西两面，采用单层可视围墙围合，核岛东面、南面和保卫控制中心以建筑物外墙为实体围墙，并装备相应的技术防范设施。

控制区出入口（091）、保护区出入口（092）和要害区围墙出入口处设置监控系统和值勤哨位，进出人员、车辆必须持有专用证件和磁卡。

- 海工设施

海工工程主要包括取水明渠工程、排水明渠工程及厂区护岸工程。

厂址防御外海波浪影响主要通过取水明渠、排水明渠工程来解决，对于取水明渠、排水明渠之外需防御的区域，通过设置护岸来解决。确保厂址不受波浪洪水威胁，护岸堤顶标高为 9.10m。

- 边坡

根据厂址周围地形条件，场地平整工程结束后将在厂址北侧和西侧形成人工挖方边坡，长度约为 2482.54m，最大高差约 16.57m；填方边坡位于施工区的西北角，长度约为 75.74m，最大填方高度 2.32m。

厂区边坡距核安全相关厂房最近点约 350m，高度约 16.57m，由于边坡高度较低，且与核安全相关厂房距离较远，按非核安全相关边坡设计，即可满足相关要求。

4.1.2.3 竖向布置

厂区竖向采用平坡式布置，主厂区厂坪设计标高 9.1m；核岛室内 ±0.00 标高为 9.4m，室外标高为 9.1m；常规岛及其他厂房室外标高为 9.1m。

厂区雨水排放系统按千年一遇重现期设计，用 PMP 校核使不至淹至核岛。

根据建、构筑物的平面布置及道路型式，场地条件，场地排水采用有组织管道排水系统。

4.1.2.4 厂内道路

厂内道路分为重型路和轻型路，路面宽度分别为 9m、7m、4m。重型路布置在主厂房四周；轻型路划分各分区，并与交通运输量较大的厂房相连。

沿控制区和保护区围墙内侧、要害区围墙外侧，设有宽度不小于 2 米的人员巡逻通道或宽度不小于 4 米的车辆巡逻通道。

厂区共设置两座出入口，位于东侧的控制区出入口为主要出入口，与进厂道路相连，用于满足核电厂常规运输。西北侧为备用出入口，与应急道路相连，用于新、乏燃料及放射性固体废物运输及厂区应急等特殊情况。

4.1.2.5 绿化与美化

在核电厂厂区，由于对辐射防护、卫生、防火、安全保卫等方面的特殊要求，故对厂区绿化的要求不同于一般的电厂，厂区分绿化区和非绿化区。

——非绿化区。厂区保护区围栏内不进行绿化，采取铺筑 10cm 碎石或路面硬化措施，满足核电厂的环境要求。

——绿化区。对非绿化区以外区域等地段进行绿化。分为以下两个区域：

（1）一般绿化区：指的是控制区内非保护区的区域。仅采取栽种行道树的方式进行绿化。

（2）重点绿化区：包围的是厂前区。绿化以栽种行道树、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。在重点绿化区地段的地表均需填筑≥30cm 厚的耕植土壤，以利于花卉树木的成长。

厂区边坡采用浆砌片石骨架植草护坡，增加还绿面积。

在核电厂投产后，厂区南部的施工场地可作为大面积集中绿化区，整个厂区将处在三面绿色植物环抱，一面向海的优美环境中。

4.1.3 核电站环保设施的布置

- 环保设施的布置原则：放射性厂房与非放射性厂房分区布置；放射性厂房集中布置；放射性厂房布置在一期主厂区最小风频的上风向；一方面靠近主厂区，方便放射性废物运输，另一方面远离厂前区和其他设施区，避免了放射性废物运输与生产人员的相互影响。

- 放射性厂房布置：包括厂址废物处理设施、特种汽车库、去污和热检修车间、放射性废油暂存库，组成了废物处理设施区，位于开关站南侧、一期主厂区西北侧。

- 水处理设施区：非放生产废水处理厂房、虹吸井布置在联合泵房西南，靠近汽机厂房，便于管线连接。
- 生活污水处理站：布置在施工区域靠近 6 号机组西侧地方。
- 应急指挥中心：布置在武警营房北面、进厂道路北侧，满足可居留性要求并靠近进厂道路设置，交通便利。
- 环境实验室设置在兴城县城。
- 电厂将在厂内外设置多座环境监测站，位置待定。

4.1.4 施工场地规划

电厂施工场地包括土建施工场地、安装施工场地、仓库及堆场、混凝土搅拌站及砂石料场等，位于厂区的西南。

为满足施工区内外交通运输及施工场地内各区域之间货流及人流交通运输的需求，施工区内设有环形道路网，由经一路——经八路、纬一路——纬七路组成，道路分为主干道与次干道；厂区内设置临时施工道路，并考虑永临结合。

施工区主干道路面宽度为 9m，次干道路面宽度 7m；根据 AP1000 机组模块化施工等特点，由模块拼装场地至各吊装场地的运输道路（纬三路）宽度为 32m。道路采用水泥混凝土路面。

根据运输需要，主干道分为重型路和轻型路，重型路路线为：大件码头—经二路—纬三路和模块拼装场地—纬三路—吊装场地；其它道路均采用轻型路。

主干道中重型路转弯内半径一般为 15m，最大转弯半径 25m。轻型路转弯内半径为 9m。

上述各级道路除满足生产运输要求外，还兼做消防通道。

4.1.5 主要技术经济指标

主要技术经济指标见表 4.1-2。

4.1.6 反应堆厂房及放射性废气、放射性废液排放点的位置和标高

1、2 号机组反应堆厂房中心测量坐标（1954 年北京坐标系统，下同）分别为：

1 号反应堆厂房中心坐标：X=4469161.300，Y=40547101.400

2 号反应堆厂房中心坐标：X=4469052.234，Y=40546898.904

1、2 号机组反应堆厂房中心的建筑坐标分别为：

1 号反应堆厂房中心坐标：A=6000.000 B=8000.000

2 号反应堆厂房中心坐标：A=6000.000 B=7770.000

1 号机组反应堆厂房中心距非居住区边界最小距离为：东向边界线 1100m，南向边界线 1680m，西向边界线 995m，北向边界线 800m；2 号机组反应堆厂房中心距非居住区边界最小距离为：东向边界线 1386m，南向边界线 1500m，西向边界线 800m，北向边界线 883m。

废气排放点：核电厂 1、2 号机组反应堆厂房及厂址废物处理设施产生的放射性废气经过处理达标后，通过 1、2 号机组反应堆排风烟囱和厂址废物处理设施的烟囱排入大气。反应堆厂房气体排放口（烟囱）坐标为：

1 号反应堆厂房气体排放口：X= 4469160.824 Y= 40547087.124

2 号反应堆厂房气体排放口：X= 4469051.758 Y= 40546884.628

厂址废物处理设施气体排放口：X=4469132.415 Y=40546613.922

1 号反应堆厂房气体排放口距离陆域地产边界线最小距离为：东向约 176m、南向约 316m（海域）、西向约 1883、北向约 436m；2 号反应堆厂房气体排放口距离地产边界线最小距离为：东向约 403m、南向约 416m（海域）、西向约 1656m、北向约 436m。反应堆厂房气体排放口标高约为 69.80m（1985 国家高程基准），废气排放点详见 4-1-1。

厂址废物处理设施气体排放口距离陆域地产边界最小距离为：东向约 618m、南向约 1484m、西向约 237m、北向约 637m。

废液排放点：核电厂循环冷却水的排水口为废液排放点。低放废液通过地下管沟排至排水连接井，稀释后经海域排水暗渠排至排水明渠，最后通过排水明渠排至厂址南部海域。排水口底标高-6.0m，位于厂址西南侧的海水水域内：

1、2 号机组废液排放点坐标为：X= 4466987.359 Y= 40545529.369

排水口北距护岸最近距离约 720m。废液排放点详见 4-1-1。

4.1.7 环境保护措施

在本工程建设中，充分考虑环境保护，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：

- 厂址选择中在满足技术可行、安全可靠、经济合理、环境相容的前题下，尽量选择荒山及贫脊土地，避免占用良田。
- 在厂址总体规划及厂区总平面布置中，尽量紧凑布局，节约用地。
- 厂坪标高的确定除重点考虑厂址设计基准洪水位、总平面布置要求、建筑物基础埋置深度等因素外，同时将土石方工程量作为最重要的因素之一，充分予以考虑，尽量减少土石方开挖、回填范围和工程量，以减少对现状地貌的改变。
- 鉴于核电厂保护区内属非绿化区，因此在厂区总平面布置、尤其对保护区内各设

施的布置上，力求合理、紧凑，使非绿化区面积尽量小。

- 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。
- 施工场地采用临时征地，施工结束后将还绿，并归还地方。
- 利用本工程建设的时机，改善厂址区域的原始地貌，增加绿化，减少水土流失，增强防洪排涝能力，改善小区域气候。

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

辽宁徐大堡核电厂一期工程建设两台AP1000核电机组，每台机组由核岛（NI）、常规岛（CI）和电厂配套设备（BOP）三大部分组成：

——NI包括整个核蒸汽供应系统以及相关的辅助系统和支持系统。主要由反应堆厂房、核辅助厂房、核附属厂房、放射性废物厂房、柴油机厂房及相关基础组成。

——CI主要指汽轮机厂房及其厂房内的系统设备；

——而BOP则指NI、CI以外的辅助系统设备。

4.2.2 核岛

核岛包括反应堆厂房、核辅助厂房、核附属厂房、放射性废物厂房、柴油机厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.2.1 堆芯描述

反应堆堆芯由燃料组件及其相关组件、围板、堆芯上下支撑板、堆芯吊篮和堆芯测量装置组成。堆芯配装157个燃料组件，燃料组件直立排列安放在由堆芯上、下支撑板与围板组成的堆芯内。活性区高度为4267.2mm，堆芯等效直径为3040.4mm，高径比为1.4。燃料组件之间的中心距离为215.0mm。

为了展平堆芯功率分布和实现分区换料，本工程首炉堆芯分为5区布置，富集度较高的组件布置在堆芯内区以提高燃料的利用率，较低富集度的几种组件按棋盘格式布置，以实现近似的低泄漏堆芯。燃料富集度的选择和分区是以尽量使堆芯反应性分布与18月换料的平衡循环相近的原则进行的。

AP1000型燃料组件主要包括以下特点：

－ 活性区长度为14英尺（4267.2mm）；

－ 采用ZIRLO锆锡铌合金作为包壳材料；

－ 可采用整体燃料-可燃毒物IFBA和轴向低富集度区设计；

－ 采用了改进型一体化上管座（WIN）；

－ 采用了4层中间搅混格架（IFM）；

－ 燃料棒内设置上、下两个气腔；

－ 燃料棒下端塞和燃料棒下部进行预氧化处理。

AP1000型燃料组件由17×17正方形排列的燃料棒和燃料组件骨架组成。燃料组件骨架包括上管座、下管座、格架、导向管和中子通量测量管。每个AP1000型燃料组件包括289个格架栅元，其中24个由导向管占据，1个由中子通量测量管占用，其余264个装入燃料棒

或整体可燃毒物棒。燃料棒装入燃料组件骨架内由格架夹持，使之保持在指定的轴向和径向位置上，并允许燃料棒沿轴向自由热膨胀。燃料棒端部与上、下管座之间留有足够的间隙，以补偿燃料棒与导向管间不同的热膨胀和辐照生长。燃料组件装入堆芯时，由下管座上的定位孔与堆芯下板上的定位销进行配装使其直立于堆芯中。当堆芯上板就位时，下压上管座的4组板式压紧弹簧，提供足够的压紧力，使燃料组件定位在堆芯指定位置上，并且不会在水力冲刷下向上窜。施于燃料组件上的轴向载荷和燃料组件的重量，通过导向管和下管座传递到堆芯下板上；施于燃料组件上的横向载荷，通过堆芯上、下板上的定位销传递到堆芯支撑结构上。AP1000型燃料组件的结构见图4.2-1。图4.2-2给出了AP1000型燃料组件的燃料棒结构示意图。

相关组件包括控制棒组件，可燃毒物组件，一、二次中子源组件和阻流塞组件。按其在堆内就位方式，将控制棒组件称为可动式相关组件，而其余的称为固定式相关组件。各相关组件的结构和功能简述如下：

- 控制棒组件：由星形架和 24 根控制棒组成，具有启动、停堆、变更堆功率和紧急停堆的功能。
- 可燃毒物组件：由压紧系统和可燃毒物棒组成，具有补偿初始堆芯过剩反应性和改善堆芯功率分布的功能。压紧系统由一组弹簧（内、外螺旋弹簧）、圆筒、压紧杆和连接板等部件组成。
- 一、二次中子源组件：一、二次中子源组件分别用于初始堆芯的首次启动和反应堆的再启动。由于中子源棒数目不多，所以需同可燃毒物棒和阻流塞棒混装，构成所谓混合型组件。
- 阻流塞组件：由压紧系统和阻流塞棒组成。放置在未插入控制棒组件、可燃毒物棒组件和中子源组件的燃料组件中，作用是限制冷却剂旁通流量。

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

（1）主要功能

－ 在正常运行期间和次临界状态时（包括电厂冷却初期在内），RCS将堆芯产生的热量传给蒸汽和动力转换系统；在电厂冷却后期和冷停堆时，RCS将热量传给正常余热排出系统（RNS）；

－ 在功率运行和正常运行瞬态（包括由强迫循环变为自然循环的瞬变），RCS的热移出保持燃料处于反应堆控制和保护系统所允许的运行限值内；

－ RCS内的水作为中子慢化剂和反射层以慢化中子和提高中子经济性；

－ RCS保持可溶中子毒物浓度和反应堆冷却剂变化速率保持一致，从而避免了不受

控的反应性变化；

－ 稳压器在运行期间维持系统压力并限制压力瞬变。在电厂负荷减少或增减期间，稳压器调整反应堆冷却剂的体积变化；

－ 传热管和传热管板边界防止堆芯内产生的放射性物质进到二回路系统。

（2）系统概述

RCS由并联到反应堆压力容器的两条相同的传热环路组成。每个环路由一台蒸汽发生器、一条热段主管道、两条冷段主管道和两台主泵组成。其中一条环路的热管段连接一台稳压器。采用无轴封泄漏的屏蔽式主泵，主泵入口直接焊接在蒸汽发生器底部，出口则与冷端主管道相连。反应堆冷却剂进入反应堆压力容器后，在堆芯围板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，经泵升压后再返回到反应堆压力容器。

RCS主要由反应堆、一回路管道、反应堆冷却剂泵、蒸汽发生器、稳压器、安全阀和自动卸压系统阀门等设备组成。整个系统都布置在安全壳内。

（3）主要设备

－ 反应堆压力容器

AP1000核电机组的反应堆压力容器是立式圆筒形高压容器。容器内表面覆盖有奥氏体不锈钢堆焊层，用于保护基体金属免受一回路冷却剂的腐蚀。容器用于容纳堆内构件、堆芯燃料组件、控制棒组件及其它相关部件。压力容器的冷段入口比热段出口高出约44.45cm，这种设计可以在不排空堆芯的情况下对主泵进行维修。

－ 蒸汽发生器

AP1000核电机组采用立式、倒U型管Δ125型蒸汽发生器。蒸汽发生器由两部分组成，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。汽水分离段由汽水分离器和蒸汽干燥器组成。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，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。

非能动余热排出管嘴接在一号蒸汽发生器冷端的封头上。这一管嘴在应急情况下为冷却一回路侧提供来自非能动余热排出热交换器（PRHR HX）的循环流动。蒸汽发生器封头中上的一个独立管嘴和来自CVS的管道相连。此管嘴从CVS向RCS提供净化流和补给流。

－ 反应堆冷却剂泵组

每台AP1000核电机组共设置4台屏蔽式主泵。屏蔽式主泵的水力部件（包括叶轮、扩压片以及与扩压片相联的结构）直接安装在电机单元上，中间没有联轴器。电机定子和转子均包容在与主回路连通的承压边界内。屏蔽泵电机是一个立式、水冷、鼠笼感应式电机，其定子绕组和转子铜棒均由非磁性合金材料与主冷却剂隔开，形成屏蔽式结构。每台主泵有两套飞轮，每套飞轮由两个飞轮模块组成。飞轮模块主体材料为贫化铀，外面由合金材料包覆。AP1000主泵电机与变频器相连。

一 稳压器

稳压器是RCS压力控制的重要部分。它是一个立式、带有半球形顶部和底部封头的圆筒形容器，其内部的液体和蒸汽处于饱和平衡状态。在顶部封头设有一个喷淋管嘴和两个和安全卸压阀入口相连的管嘴。稳压器底部封头和连接波动管的管嘴相连。

波动管将稳压器和一个环路上的热段相连，并在RCS热膨胀和收缩时调节流体流入和流出。AP1000核电机组的稳压器容积较大，其瞬态相应能力较强，有利于减少停堆事件的发生频率和限制事件的发展。

4.2.2.3 核辅助系统

核辅助系统是RCS的支持系统。核辅助系统主要包括：化学和容积控制系统（CVS）、正常余热排出系统（RNS）、设备冷却水系统（CCS）、一回路取样系统（PSS）、蒸汽发生器排污系统（BDS）、压缩空气系统（CAS）、除盐水存储和分配系统（DWS）、中央冷冻水系统（VWS）、厂用水系统（SWS）和其他辅助系统等。

（1）化学和容积控制系统（CVS）

CVS担负正常运行期间RCS的容积、化学和反应性的控制，并保持RCS的清洁度和放射性水平在允许限值内，此外在一些事故中能起到保持RCS装量的作用。

（2）正常余热排出系统（RNS）

功率运行期间，正常余热排出系统（RNS）可以为安全壳内置换料水箱（IRWST）提供冷却；在反应堆冷停堆期间带走堆芯衰变热和RCS的显热，并在换料操作期间对RCS和换料腔室提供净化。

（3）设备冷却水系统（CCS）

设备冷却水系统（CCS）是一个非安全相关的封闭回路冷却系统，在电站运行期间将电厂各设备产生的热量传递到厂用水系统带出，并提供防止放射性物质向环境泄漏的屏障。

（4）一回路取样系统（PSS）

一回路取样系统（PSS）用于收集RCS和其它一回路辅助系统有代表性的流体。该系统为手动操作的系统。系统通过操作人员手动收集来自RCS和其它一回路辅助系统的代表

性气体、液体样品。整个取样过程在电厂正常运行期间完成。

（5）蒸汽发生器排污系统（BDS）

蒸汽发生器排污系统（BDS）用于二回路水化学性质控制、蒸汽发生器冷却、蒸汽发生器湿保养、蒸汽发生器疏排和蒸汽发生器管板冲洗。

（6）压缩空气系统（CAS）

压缩空气系统（CAS）为电厂各种设备、工具和仪表提供气动力，并为电厂人员提供呼吸用空气。

（7）去污系统

去污系统用以去除或降低电站设备、防护服以及电站人员上的放射性污染物。去污区域由洗涤池、工作架、热工具和设备储存区组成。去污系统还可以使用活动式或移动式去污设备为一回路安全壳(仅移动式洗涤池可用)、辅助厂房和附属厂房提供去污。

（8）除盐水存储和分配系统（DWS）

DWS接受来自除盐水生产系统（DTS）的除盐水，储存在除盐水箱中并分配给冷凝水箱以及电站其它各用户，也可根据水质情况进行除氧操作，或根据水温控制电加热器运行以防冻。系统包括除盐水箱、冷凝水箱、催化除氧装置、输送泵、控制阀、仪表和相关分配管道。

（9）中央冷冻水系统（VWS）

中央冷冻水系统（VWS）在电厂正常运行、失去厂外电源和停堆期间，为HVAC和以冷冻水为冷却介质的部件提供冷冻水。

（10）厂用水系统（SWS）

厂用水系统（SWS）将CCS热交换器收集的热负荷带出，经过CCS热交换器排出来的冷却水排放到循环水排水渠道，最终和循环水一起排放到大海。

4.2.3 常规岛

常规岛主要包括汽轮机厂房及其厂房内的系统和设备。

4.2.3.1 蒸汽－电力转换系统

蒸汽－电力转换系统即二回路热力系统。由蒸汽系统和给水系统两大部分组成。

主蒸汽从核岛的每个蒸汽发生器各经一根主蒸汽管进入主蒸汽母管，从主蒸汽母管经主蒸汽管道送到汽轮机的高压主汽调节联合阀后进入高压缸膨胀做功，高压缸排汽通过再热管道送至汽水分离再热器（MSR）中进行汽水分离和再热，经中压汽门送入中压缸继续膨胀做功，排汽再送往低压缸。在低压缸膨胀做功后的蒸汽最后排入凝汽器凝结成水。

蒸汽在主冷凝器中释出的热量由循环冷却水系统（CWS）带走。主冷凝泵从冷凝器热

阱吸取冷凝水并将其送往给水联箱。其间冷凝水通过4级低压给水加热器和第5级除气器。给水联箱的水随后送往给水泵，给水泵将给水经由2级高压给水加热器送往蒸汽发生器。

汽轮机共有七级抽汽，其中三级在高压缸，四级在低压缸。高压缸中抽出一部分蒸汽至汽水分离再热器第一级再热器；高压缸第一级抽汽进入7号高压加热器；高压缸第二级抽汽进入6号高压加热器；从高压缸排汽管道中抽出一部分蒸汽至除氧器；在第一级抽汽管道上接一路蒸汽至辅助蒸汽系统。低压缸的四级抽汽分别供给1号～4号低压加热器。设计回热抽汽系统可以提高给水温度，减少排汽损失，有利于提高机组的热效率。

二回路热力系统主要包括主蒸汽供应系统、辅助蒸汽系统、汽水分离再热系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机抽汽系统、汽轮机旁路系统、汽轮机闭式循环冷却水系统等。

二回路热力系统主要包括主蒸汽供应系统、辅助蒸汽系统、汽水分离再热系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机抽汽系统、汽轮机旁路系统、汽轮机闭式循环冷却水系统等。

（1）主蒸汽供应系统

主蒸汽供应系统的主要功能是将蒸汽发生器产生的蒸汽引送到汽轮机，并为汽水分离再热器第二级再热用汽、汽轮机轴封蒸汽系统和辅助蒸汽系统提供汽源。

两根主蒸汽管道将从蒸汽发生器来的主蒸汽引送到设在汽轮机厂房内的主蒸汽母管进行汇流，然后经四条主蒸汽管道将主蒸汽从主蒸汽母管引送到汽轮机高压缸主汽阀入口。

汽轮机旁路系统从主蒸汽母管引出一根排放蒸汽母管，沿汽轮机轴向布置。从排放蒸汽母管上接出3根排放蒸汽管道，在每根排放蒸汽管道上分别并联接出两路旁路阀组到凝汽器。

从主蒸汽母管上接出一根支管至一台MSR第二级再热器。再从旁路蒸汽母管上接出一根支管至另一台MSR第二级再热器，并在其支管上再分别接出两根分支管接至辅助蒸汽系统、轴封蒸汽系统等。

（2）辅助蒸汽系统

在机组启动、正常运行和停堆期间，辅助蒸汽系统供蒸汽给电厂辅助设备，它也为电厂采暖提供蒸汽。

在辅助蒸汽系统中，主蒸汽和一级抽汽管道来汽分别作为辅助蒸汽汽源接入，辅助蒸汽用户分别为除氧器、汽轮机轴封、蒸汽系统核岛用户等。另外，从辅助蒸汽母管中引出一路辅助蒸汽至除盐水生产车间。

（3）汽水分离再热器（MSR）系统

MSR系统的功能是在高压缸排汽进入低压缸之前从湿蒸汽中去除水分并随之对其加热，以提高经济性和改善汽轮机低压部分工作条件。

系统配置2台汽水分离再热器以及疏水箱、疏水泵等。MSR水平放置于运转层上，位于低压缸的两侧。

从高压缸排出需要再热的湿蒸汽通过高压排汽管道与两台MSR筒体下部管接头直接相连进入汽水分离器。蒸汽在汽水分离器中去除水分，然后在流经放置在汽水分离器再热器壳体中的第一级再热器和第二级再热器时分别被汽轮机抽汽和从主蒸汽管引出的新蒸汽加热，最后经去湿和加热的蒸汽由低压进汽管道引送到汽轮机的3台低压缸，进行做功。

高压缸排出的湿蒸汽中分离出来的水收集于壳体较低处，并通过壳体疏水接口，排入布置于汽水分离再热器下方的壳体疏水箱中，第一级再热器和第二级再热器的疏水经各自的疏水管线输送到专用的再热器疏水箱中。

（4）凝结水系统

凝结水系统的主要功能是将汇集在凝汽器热阱中的凝结水送到除氧器。为了保证系统安全可靠运行和提高循环热效率，在输送过程中，对凝结水进行除盐、加热和除氧。凝结水系统还向旁路蒸汽系统、疏水扩容器、汽机排汽口喷淋系统提供冷水。凝结水系统由三台凝结水泵、四级低压加热器、一台轴封冷却器和凝结水流量调节阀等组成。每台凝结水泵的容量为50%，凝结水泵二台运行，一台备用。1号、2号低压加热器为三列，分别位于三台凝汽器接颈内，每列低压加热器的设计容量为最大凝结水流量的33.3%；3号、4号低压给水加热器为两列并联，位于厂房运转层的除氧框架内，每列低加的设计容量为50%，两列低加设置一条50%容量的旁路。

凝结水系统设有最小流量再循环管路，启动和低负荷时保证凝结水泵通过最小流量运行，防止凝结水泵汽化。凝汽器补充水来自凝结水贮水箱，用于机组启动时向热力系统充水和正常运行时向凝汽器热阱补水。补水管路上设有调节阀。

（5）主给水系统

主给水系统由3台50%容量的前置泵、主给水泵和两列高压加热器等组成。每列高压加热器的设计容量为50%。

在正常运行和瞬态运行期间，除氧器来的给水经前置泵和主给水泵升压后，在6号和7号高压加热器被加热至要求的给水温度226.7℃，最后提供给合适的给水流量和压头到蒸汽发生器。

从主给水泵出口母管上引出一路分支接入启动给水系统，作为该系统的水源。

（6）汽轮机抽汽系统

汽轮机抽汽系统的功能是利用汽轮机的抽汽来加热给水和蒸汽再热，有效地提高机组的热经济性。

高压缸第一级抽汽进入7号高压加热器；高压缸第二级抽汽进入6号高压加热器；从高压缸排汽管道中抽出一部分蒸汽至除氧器；在第一级抽汽管道上接一路蒸汽至辅助蒸汽系统。高压缸部分抽汽至汽水分离再热器第一级再热器。

低压缸的四级抽汽分别供给1号～4号低压加热器。

除了至1号、2号低压加热器的抽汽管道外，其他抽汽管线上均设置动力操作止回阀和电动隔离阀，以免在发生汽轮机跳闸时蒸汽回流引起汽轮机超速，以及避免加热器满水倒流入汽轮机。

（7）汽轮机旁路系统

汽轮机旁路系统的功能是在汽轮机启动、甩负荷、反应堆停堆或阶跃减负荷等情况下，将主蒸汽直接排放至凝汽器。

根据核岛要求，汽轮机旁路系统的设计容量为40%的额定蒸汽流量。综合考虑旁排阀响应时间、RCS设计和反应堆控制系统响应的因素，旁路系统在有足够的容量来减少主蒸汽动力驱动释放阀、主蒸汽安全阀和稳压器安全阀的动作。

4.2.3.2 主要设备特性

（1）汽轮发电机组

本工程采用的汽轮机为半速、单轴、四缸、六排汽凝气式汽轮机。配有两台汽水分离和两级再热装置。高低压转子均为整锻转子，两台机组之间的对应转子可互换，采用轴承落地及内缸落地，轴承箱与低压缸之间波纹管连接。高压缸和低压缸均为双流式结构。

本工程采用的发电机为三相交流同步发电机。发电机本体部分包括汽轮发电机主体，励磁系统，氢油水系统等。发电机额定容量为1250MW等级，半速机，出口额定电压为24kV。发电机的定子铁芯采用氢气冷却，定子线棒采用水内冷，转子铁芯和线圈均采用氢冷。励磁系统采用高起始响应的静态励磁系统。励磁变压器采用三个单相干式变压器。此外发电机本体还包括定子冷却水冷却器、氢冷却器、密封油系统以及H_2和CO_2置换设备等。

（2）高压加热器和低压加热器

给水高压加热器分为两级，即7号高加和6号高加，高加均由双列组成，每台高压加热器按50%最大给水流量设计，故障情况下也允许单列运行。高压加热器为卧式U形管，两流程设计。每台加热器内有蒸汽凝结段和疏水冷却段两个传热区段。高压加热器加热蒸汽来自于汽轮机高压缸抽汽。每台高压加热器的壳侧和给水侧均设有安全阀。

低压加热器分为四级，由汽轮机低压缸抽汽加热。低压加热器为卧式U形管、双流程表面式加热器，每台加热器内有蒸汽凝结段和疏水冷却段两个传热区段。4号和3号低压加热器均双列布置，每列可单独运行。每台加热器按50%最大凝结水量设计。4号和3号低压

加热器均设有汽侧安全阀。1号和2号低压加热器，各三台，布置在凝汽器的接颈处。

（3）除氧器

除氧器为卧式压力容器，主要功能是进行凝结水加热和除氧。除氧器的加热蒸汽有三路：一路为正常运行供汽管，接自汽轮机高压缸排汽；一路为辅助蒸汽，供汽轮机启动时对给水进行预热和除氧；另一路为接自主蒸汽系统的供汽管，提供低负荷时除氧器用汽。除氧器设有一组排量足够的全启式弹簧安全阀，作为超压保护手段。

（4）凝汽器

凝汽器为单背压、三壳体、双进双出单流程的表面式热交换器，用来接收汽轮机低压缸的排汽、旁路排放蒸汽和其他汽水流体，这些流体被循环水冷却，热量由循环水带入海中，不凝结气体由凝汽器真空系统抽出。冷却管为钛管。凝汽器的每个壳体由接颈、壳体、热阱和水室组成。壳体由碳钢制造。1号、2号低压加热器分别放置在接颈内。

（5）主给水泵、前置泵和凝结水泵

主给水泵和前置泵为水平、单级筒体式离心泵，容量为3台50％最大给水流量，其中两台运行，一台备用。凝结水泵是立式双层壳体结构。每台机组配置3台50%容量的凝结水泵，其中两台运行，一台备用。

4.3 电厂用水和散热系统

4.3.1 电厂取排水系统

取排水系统的功能主要是为常规岛和核岛提供冷却水，并将常规岛循环冷却水、核岛厂用水排水以及符合排放标准的放射性废水混合后经排水构筑物排入海域。

辽宁徐大堡厂址濒临辽东湾，水量充足可靠。综合分析本厂址的水文、地形等条件，取排水工程采用“东取西南排”、“明取明排”的形式，取水工程位于厂区的东部，排水工程位于厂区西南部。

取排水的主要流程为：辽东湾→明渠→泵房→循环水及厂用水压力管→凝汽器及核岛设备冷却水系统板式换热器→排水管沟→虹吸井→排水暗渠→排水明渠→辽东湾。

4.3.1.1 取水系统

辽宁徐大堡核电厂采用海水直流循环冷却方式，海水取自辽东湾。一期工程（两台机组）取水量为 138m^3/s，规划总装机六台核电机组总需水量为 414m^3/s。

六台机组合用一条取水明渠，取水明渠位于厂区东部，取水口门位于厂区东部，水深约-6.5m（85 国家高程基准，下同）的区域，取水渠底开挖至-6.5m，可保证在设计基准低水位工况下的厂用水系统取水安全。取水明渠口门朝向为 NE 向，可有效避开工程海域的主浪向（S~SSW）。取水明渠两侧设置防波堤，防波堤主要作用是减少外海波浪在引水明渠中引起水面的波动，保护泵房取水不受波浪影响，同时为保护核岛厂区免受波浪的袭击。防波堤的结构形式采用斜坡式防波堤结构，这种结构的特点是：断面为梯型，主要用抛石堤心，外侧护以各种抗风浪能力强，消波效果好的混凝土人工块体。由于波浪遇斜坡后大部分破碎，基本上不反射，波能消散，所以堤外侧海面较平稳。

取水明渠导流堤长度约1100m，中隔堤长度约1400m，取水明渠内护岸长度约1500m。

取水明渠口门底宽 170m，渠道内底宽 90m~170m，以确保明渠内流速均匀。六台机组正常运行时在平均高潮位工况下取水明渠口门进口流速约 0.31m/s，平均低潮位工况下取水明渠口门进口流速约 0.37m/s，小于海域天然流速（涨落潮平均流速 0.40m/s），可有效减小卷吸效应的影响。为防止外部船只进入取水口以及附近海域可能漂来的浮油而影响取水安全，在取水明渠进口处设置拦船网和浮油栏。

每期工程设置一座联合泵房，为循环水泵与厂用水泵联合布置。海水通过取水明渠引至泵房，然后通过循环水泵和厂用水泵将海水分别输送至常规岛凝汽器和常规岛第一跨。

联合泵房的主要设备：每台机组设4台旋转滤网和2台循环水泵、2台厂用水泵、2台滤网反冲洗泵、2台海水淡化原水提升泵。泵房为钢筋混凝土结构，泵房总体尺寸为：长130.25米，宽60.9米，地下部分深度24.1米，地上部分高21.28米，地上部分全部为钢结构。建筑

物内可分成两个区域：滤网区和水泵区。

每台机组的海水自明渠进入泵房的进水流道，通过检修闸门，经拦污栅过滤大块悬浮物后，随后流入旋转滤网进行过滤。每台循环水泵配有一台旋转滤网，每台旋转滤网为两侧进水中间出水。过滤后的海水经流道依次被抽入旋转滤网反冲洗泵、海水淡化原水提升泵、厂用水泵和循环水泵。

4.3.1.2 排水系统

排水工程采用明渠排水的形式，冷却水自虹吸井出来后经过取排水交叉构筑物（即排水暗渠）排至引水明渠外侧的排水明渠，取、排水明渠通过中隔堤分开。六台机组共用一条排水明渠，排水明渠口门位于厂区西南部，海域水深约-6m 的区域。明渠排水构筑物的主要组成部分包括排水导流堤、中隔堤、排水渠道、取排水交叉构筑物（排水暗渠）。排水明渠底宽 90m，排水明渠导流堤总长约 3500m，取排水口间距约为 3000m。

4.3.2 用水

核电厂的主要用水系统分为海水用水系统和淡水用水系统。

4.3.2.1 海水用水系统

海水取自辽东湾，其主要功能是向循环水系统（CWS）、开式循环冷却水系统（OWS）、厂用水系统（SWS）提供冷却水；向循环水次氯酸钠制备和加药系统（WIS）和海水淡化系统（WDS）提供生产原水；循环水和厂用水系统采用海水直流冷却方式。

最大用水量：上述海水系统的最大用水量详见表 4.3-1。

平均用水量：上述表格中除了厂用水系统水量的平均用水量为 2680 m^3/h，其他系统平均用水量同最大用水量。

辽东湾取水条件好、水量充足可靠，可满足循环水系统、厂用水系统及其他海水用水系统的取水需求，不会出现冷却水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统。

4.3.2.2 淡水用水系统

核电厂的淡水主要供给施工期间的生产用水和人员生活用水，以及供给运行期间生产用水、生活用水、消防用水、道路浇洒、洗车及绿化等用水。徐大堡核电厂的淡水采用海水淡化供水的方案。

4.3.2.2.1 淡水用水量

（1）施工期间用水量

施工期间的淡水用水量主要由施工生产用水量和施工人员的生活用水量组成。施工生产用水主要用于混凝土骨料清洗、生产、浇注、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗和降尘、砌砖等施工用水。最大日施工生产用水量约 2236 m^3/d，最大日施工生活用水量 1190m^3/d，

施工期生产、生活总用水量约为 3426 m^3/d。施工生产用水由海水淡化厂房通过工业水系统的供水管道供给，施工生活用水由海水淡化厂房通过厂区生活水分配系统的供水管道供给。

（2）运行期间用水量

运行期间的用水系统分为厂区生活水分配系统、工业水系统和除盐水处理系统。

1）运行期厂区生活水分配系统主要供给运行期人员的生活用水、生活水水质的生产用水及消防补充水、绿化、洗车、浇洒用水补充水等。生活水水质的生产用水包括核岛、常规岛及厂区其他用户的用水。

——生活用水：

生活用水包括厂区内运行人员和厂前区工作人员。根据核电厂规划人数和人员组成，一期两台机组正常运行人员生活用水量 276 m^3/d，大修人员生活用水量 270m^3/d。

——生活水水质的生产用水：

包括核岛厂房用水、常规岛厂房用水、厂区内其他子项用水。两台机组正常运行用水量约为 1394 m^3/d，其中包含了部分运行人员的生活用水；消防水池补水量 175 m^3/h。

——道路浇洒、绿化、洗车用水：

徐大堡核电厂一期厂区道路浇洒、绿化、洗车总用水量约为 600m^3/d。

道路浇洒、绿化及洗车用水主要采用生活污水处理站的深度处理后的杂用水，水量不足部分由生活水补充。

2）运行期工业水系统主要供给循环水及厂用水系统的水泵轴封用水及厂区内其他需要生产水的子项或系统使用，并作为消防水池补水的备用水源。一期工程该部分水量约为 1090 m^3/d。

3）运行期除盐水处理系统

除盐水处理系统的设备与海水淡化系统设备位于同一座厂房内，主要为厂区内除盐水储存和分配系统和采暖热网系统提供水源。除盐水处理系统产品水用水需求如下：

机组正常运行时（单台）：2080 m^3/d；

机组启动时（单台）：4160 m^3/d。

（3）一期工程淡水制水规模

徐大堡核电厂一期工程建造和运行期最大日用水量出现在一堆运行、一堆冷启动工况，设计用水量约为 9192 m^3/d；两堆正常运行用水量约为 7112 m^3/d。

考虑未预见水量、管网漏损水量和海水淡化厂房自用水量，一期工程最大日淡水制水规模为 9600m^3/d，可满足淡水供水要求。

海水淡化二级反渗透水回收率 85%，一级反渗透水回收率 45%，超滤水回收率 90%，混合反应沉淀+V 型滤池耗水率 3%，海水取水管网漏损水量 2%。海水原水取水量 27000 m^3/d。

4.3.2.2.2 淡水水源

（1）淡水水源

徐大堡核电厂以海水淡化作为淡水水源，供给施工期和运行期全厂生产、生活、消防等淡水用水。在施工期海水淡化系统未投入运行前淡水由兴城市政水厂供给。

根据不同建设阶段的现场条件，针对不同工况采取不同的取水方案。取水工程、输水管线满足 1～6 号机组不同工况下的海水淡化取水要求，取水泵分期安装。

1）热季工况：当海水水温高于 17℃时，直接从循环水泵房旋转滤网后取水；

2）冷季工况：当海水水温低于 8℃时由温排水回流供水，在 1、2 号机组虹吸井堰前取水；

3）施工期：由海水取水泵房取水。

海水淡化采用反渗透工艺，海水预处理采用混合反应沉淀池+V 型滤池+超滤的工艺。海水淡化预处理系统（超滤系统前）设计规模按照六台机组海水预处理水量确定，土建工程一次完成，设备分期安装。超滤系统和反渗透系统设计规模根据 1、2 号机组用水量确定。

海水淡化工程海水取水、海水淡化系统设计规模如下：

1）海水淡化设计取水能力

取水总设计规模：65000m^3/d；

1、2 号机组运行取水设计取水量：27000m^3/d；

施工期取水设计水量：9200m^3/d。

2）海水预处理设计规模如下：

海水预处理总设计规模：63000m^3/d（超滤系统按一期水量配置）；

一期工程处理水量：27000m^3/d；

施工期预处理设计水量：9200m^3/d。

3）一期工程海水淡化工程设计规模：

海水淡化设计规模：9600m^3/d

施工期设计产水量：3500m^3/d

辽宁徐大堡核电厂厂址位于渤海辽东湾西岸，面向渤海，水量充足可靠，海水取水设备、海水输水管线和海水淡化设备设计考虑了备用和冗余，海水淡化工艺成熟可靠，可保

证全厂生产、生活等的淡水供应。因此，不会出现淡水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统。

（2）海水淡化

1）海水水质

国家海洋局第一海洋研究所于 2009 年 10 月编制的《辽宁徐大堡核电站工程海洋水文专用站观测分析报告》关于海水水质的详细分析结果见表 4.3-2、表 4.3-3。

根据国家海洋局第一海洋研究所 2009 年 7 月的《辽宁徐大堡核电工程可研阶段工程海域海洋水文分析计算研究专题分析报告》，徐大堡厂址月平均表层水温具有明显的季节变化特征，夏季（7～9 月）海水温度最高，冬季最低。历史最高、历史最低和多年平均表层海水温度值分别为 30.8℃、-1.5℃和 12.6℃。海水水温的最低设计温度为-1.5℃。

依据徐大堡与葫芦岛同期资料建立的全年水温相关关系，计算的徐大堡核电厂址海域的多年平均海水温值为 12.6℃，详见表 4.3-4。

根据 2009 年 5 月中国海洋大学与中国核电工程有限公司签订的《辽宁徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查补充合同》（编号：CNPXDN09JF2N0283101）之规定，中国海洋大学结合《辽宁徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查》项目，分别于春季 2009 年 5 月 8~13 日和夏季 2009 年 8 月 5~10 日在徐大堡核电工程取水口进行了现场海水水质观测，详见表 4.3-5 徐大堡核电工程取水口海水水质观测结果。

含沙量：

根据《辽宁徐大堡核电工程可行性研究阶段三月份海洋水文全潮观测分析报告》和《辽宁徐大堡核电工程可行性研究阶段八月份海洋水文全潮观测分析报告》可知，工程海域海水含沙以黏土质粉砂为主，粉砂次之，中值粒径主要分布范围为 0.002～0.006mm。黏土组分平均含量 80％，粉砂组分平均含量 20％。由粒度分析结果看，调查区悬沙粒度组成差异较小，分选程度较好，平均分选系数为 1.11（0.28-2.07）。观测期间工程海域含沙量变化较大，变化范围为 $0.3\times10^{-3}kg/m^3$ ~$100\times10^{-3}kg/m^3$，平均含沙量变化范围为 $15.8\times10^{-3}kg/m^3$ ~$83.9\times10^{-3}kg/m^3$之间。

根据海水水质标准 GB3097-1997，徐大堡核电厂所在海域的水质除油类和重金属铅、锌超过二类海水水质标准，满足三类海水水质标准，其它项目均符合二类水质标准。

海水水质中油类的最大观测值为 0.095 mg/L，二类海水标准为 0.05 mg/L，三类海水标准为 0.3 mg/L；铅的最大观测值为 0.0056 mg/L，二类海水标准为 0.005 mg/L，三类海水标准为 0.010mg/L；锌的最大观测值为 0.082 mg/L，二类海水标准为 0.05 mg/L，三类海

水标准为 0.1 mg/L。在海水预处理阶段经混凝沉淀和过滤，去除大部分悬浮物、油类及胶体物质，对重金属也有去除，但去除效果不明确。铅和锌的含量虽超出二类海水水质，但满足 CJ3020-93 生活饮用水水源水质标准一级标准及 GB5749-2006 生活饮用水卫生标准中对二者的要求，铅的限值分别为 0.05 mg/L 和 0.01mg/L，锌的限值均为 1.0mg/L。海水中铅、锌指标超过二类海水水质标准对反渗透海水淡化及产水水质不造成影响，油类可在预处理时可完全去除，不影响反渗透膜的使用。厂址海水作为海水淡化原海水是安全、可靠的。

2）海水淡化工艺

海水淡化系统（WDS）的功能是将来自渤海湾的海水在海水淡化厂房经海水膜反渗透处理后，向核电厂生产用水、生活及消防用水等提供用水。

海水淡化系统的主要工艺流程如下：

海水取水泵→混合反应沉淀池→V 型滤池→清水池→超滤进水泵→自清洗过滤器→超滤装置→超滤水箱→一级海水膜反渗透给水泵→海水膜反渗透保安过滤器→海水膜反渗透高压泵→海水膜一级反渗透装置→一级淡水箱→

→二级反渗透给水泵 A→二级反渗透保安过滤器 A→二级反渗透高压泵 A→二级反渗透装置 A→二级淡水箱→除盐床给水泵

→二级反渗透给水泵 B→二级反渗透保安过滤器 B→二级反渗透高压泵 B→二级反渗透装置 B→调质水处理装置→生活水箱→生活水泵

→调质水泵→调质水处理装置→工业水箱→工业水泵 A/B

主要工艺构筑物及设备有：混合反应沉淀池 4 组，V 型滤池 8 组，超滤装置 5 套，一级海水膜反渗透装置 3 套；二级反渗透装置 A 2 套，二级反渗透装置 B 2 套。

2.超滤前的预处理装置设计总规模按照满足六台机组预处理水量确定。

a. 海水预处理

海水预处理的主要目的是净化海水水质，使海水水质满足反渗透海水淡化工艺进水要求，保证反渗透系统长期稳定运行。

反渗透海水淡化工艺进水水质要求如下：

浊度：＜ 1NTU；

SDI： ＜ 5；

余氯：＜ 0.1mg/L。

通过预处理达到浊度和 SDI 的水质要求，余氯等通过反渗透系统加药达到水质要求。

对照海水水质和反渗透进水要求，确定混合反应沉淀+石英砂过滤+超滤的预处理工艺。

首先在原水中加氯，杀灭水中大部分细菌及微生物，并可提高絮凝效果。原水投加絮凝剂，必要时投加助凝剂，经过混合、反应过程，使水中悬浮物及胶体颗粒脱稳并产生凝聚，凝聚形成的絮体通过沉淀与水分离，去除大部分悬浮物及胶体物质。沉淀后的水进入滤池过滤，进一步去除悬浮物质和胶体物质。滤池出水进入清水池，再由超滤进水泵加压送入超滤系统，超滤产水水质进一步提高，超滤系统出水进入超滤水箱，供给反渗透系统。

经海水预处理的海水水质满足海水淡化反渗透对进水水质的要求，预处理后水质优于海水二类水质标准。超滤出水水质如下：

浊度：＜0.5NTU；

SDI：≤3。

预处理系统各单元简要说明如下：

— 混合反应沉淀工艺混合采用湍流混合器,在絮凝反应池中分级放置湍流凝聚设备，沉淀池采用斜板沉淀池。一期工程混合反应沉淀 2 组，单池设计水量 660 m^3/h 每座反应沉淀池尺寸为：长 19.3 米，宽 10 米，池高 5.9 米。絮凝时间约 15min，沉淀池上升流速约 1.82mm/s。

— 石英砂滤池采用 V 型滤池。一期工程设置滤池 4 组，每组滤池进水量 330 m^3/d，滤池设计滤速为 8m/h，单池过滤面积 42m^2。滤池滤料采用单层均质石英砂滤料，厚度为 1.2m。V 型滤池出水进入海水清水池，再由超滤进水泵送至超滤系统。超滤进水泵出水母管安装浊度计。

— 超滤系统。包括自清洗过滤器、超滤装置、反洗和化学清洗系统、膜完整性检测、控制设备等。自清洗过滤器的作用是截留水中颗粒物，防止其进入超滤系统损伤超滤膜，过滤精度 130μm。超滤装置 5 套，设计膜通量 65L/m^2。

完整性检测系统定期自动检测超滤膜有无破损，保证超滤膜的完整性。配置完善的反洗和化学清洗系统随时膜恢复膜的性能。

进水管安装浊度、pH 值、温度、压力等仪表，沉淀池出水、滤池出水和超滤装置出水安装浊度计，随时监测进出水水质。

预处理各单元去除率和产水水质见表 4.3-6

b. 反渗透系统

海水膜一级反渗透装置的目的是在压力作用下利用反渗透半透膜去除水中绝大部分可溶性盐分、胶体及有机物，单支膜元件的最小脱盐率为 99.2%。海水经过预处理后，产水进入反渗透膜组件，水分子和极少量的小分子量有机物透过膜层，成为淡化水，经收集管收集后，再经产水管送入一级淡水箱。反之不能透过的浓盐水就由另一组收集管道集中

后通往浓水排放管。

经过一级海水膜反渗透装置处理后的产水 TDS < 350mg/L，主要成分是氯化钠，溶液缓冲性差。其水质满足工业用水的要求，但作为除盐水生产系统的原水，如直接接离子交换进行后续处理，阳、阴床的负担仍不小，树脂床再生仍较频繁，如后续处理采用二级反渗透进一步脱盐后再接离子交换处理的工艺，由于 RO 装置能进一步将给水的含盐量降低到 1/10~1/20，因此离子交换除盐设备的漏过率减小，出水水质有所提高，运行周期延长，再生次数减少，也能降低药品耗量和运行成本，减少废水排放量，有利于环境保护。整个水处理装置运行的灵活性和可靠性也得到了提高。

反渗透膜对硼的脱除率较低，一级海水膜反渗透装置的产水的硼含量较高，约为 1.0mg/L 作为饮用水，它的硼还没有达标，因此本工程须继续采用二级反渗透脱除硼。

由于生活饮用水对硼的含量要求比较高，而进入除盐水生产系统的水对硼没有要求，并考虑与后续除盐装置相匹配，所以分别设置二级反渗透装置以制取除盐水生产系统进水及生活饮用水。

反渗透系统脱盐滤及膜元件型号见表 4.3-7。

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

辽宁徐大堡核电厂的规划容量为 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，一次规划，分期建设，本期建设二台，分别以发电机—双卷变压器组单元接线升压至 500kV 接入系统。发电机和主变压器之间装设断路器。电气主接线采用 3/2 开关接线形式。

220kV 系统备用电源从就近的变电站引接。220kV 系统电气主接线采用双母线接线形式（暂定）。本期每台机组设 2 台备用变压器，备用变压器拟采用双分裂有载调压变压器。

4.4.2 开关站的选型和布置

本工程建设一个 500kV 开关站，拟采用 GIS 设备。根据电厂接入电力系统报告，本期建设两个完整串，设出线隔离开关。

本工程建设一个 220kV 开关站，拟采用 GIS 设备。

4.4.3 与电力系统的连接

徐大堡电厂一期 2×1250MW 机组以 500kV 电压等级接入系统，其中新建 1 回 500kV 线路至沙河营变，新建线路约 63km，导线型号为 JL/G1A-630×4；新建 1 回 500kV 线路至松山变，新建线路约 100km，导线型号为 JL/G1A-630×4。

徐大堡核电本期机组的备用电源以 1 回 220kV 线接入系统，导线截面选择 2×400mm^2。远景电厂考虑增加第 2 回 220kV 备用电源线，具体的电厂第 2 回 220kV 备用电源线需作进一步分析论证。

4.5 专设安全设施

4.5.1 安全壳系统

4.5.1.1 安全壳

AP1000 核电机组的安全壳厂房、屏蔽厂房与辅助厂房一起构成了核岛部分。其中，安全壳厂房用于容纳反应堆冷却剂系统（RCS）及其它相关的辅助系统。安全壳厂房包括安全壳钢壳以及钢壳内部的构件。

安全壳钢壳是非能动安全壳冷却系统（PCS）的一个整体部件。安全壳钢壳和PCS 一起从安全壳厂房内导出足够的热量以在假想的设计基准事故下阻止安全壳超过其设计压力，此外它还限制事故后向环境的放射性释放。安全壳钢壳是独立的有椭球顶部和较低顶端的圆柱形钢制容器。

反应堆冷却剂回路由安全壳内部的结构墙壁围绕，这些墙的最小厚度为0.762m，这些墙围绕包容了压力容器、蒸汽发生器、主泵和稳压器。安全壳的设计能够在设计基准事故发生后提供一个合适的地坑水位。在正常运行工况下，通过安全壳空气再循环系统（VCS）和中央冷冻水系统（VWS）把安全壳和子隔室的大气维持在指定的压力、温度和湿度限值内。为了控制温度，对再循环系统的冷却环管提供冷冻水；过滤和排气子系统能够定期为安全壳提供过滤、控制压力。能够进行定期的在役检查和维修，以确保安全壳的功能。

安全壳设计成针对包括RCS 管道和蒸汽发生器二次侧主蒸汽管道的双端断裂在内的所有破口尺寸，安全壳峰值压力均低于设计压力。在最严重的单一故障下安全壳亦能维持上述功能。

4.5.1.2 安全壳隔离系统

安全壳系统的主要作用是提供安全壳隔离，保护安全壳边界的完整性，防止或限制事故后裂变产物向外释放。在发生事故时，贯穿一次安全壳边界的流体管线被隔离，使得向环境释放的放射性降到最低。

（1）安全设计基准

－ 系统设计能够防止受到一些自然现象的影响，如：地震、龙卷风、飓风、水淹及外部飞射物等；在安全停堆地震以及火灾、内部飞射物、管道破口等假想事故后能够执行其设计功能。

－ 在设计基准事故情况下，系统能够提供安全壳贯穿管线的隔离以满足安全壳完整性要求。

－ 在发生主蒸汽管线故障时系统隔离蒸汽发生器，防止RCS 过冷或安全壳超压。

－ 用来支持专设安全系统的流体贯穿件设置远程手动隔离阀，根据需要可以在主控

室或远程停堆工作站手动关闭。

— 安全壳系统的设计保障在单一故障工况下仍能执行其功能。

— 安全壳系统的设计尽量减少隔离阀的数量，即尽量减少正常运行时直接连接一次安全壳内外管线的数量；隔离阀在设计上应该与环境之间是密封的；人员闸门，设备闸门和燃料传输管道由双垫圈密封。

— 带有自动隔离阀的贯穿管线隔离由专设安全设施的动作信号触发。

（2）系统描述

安全壳系统由管道、阀门和执行机构组成。安全壳系统的设计满足NUREG0377的要求，按照抗震Ⅰ类要求设计。安全壳系统具有两道屏蔽，一道在安全壳内，一道在安全壳外。通常屏蔽由阀门实现，但在有些情况下，也可能是由封闭的管道系统来实现，该管道既不连接到RCS，也不直接连通到安全壳大气。AP1000核电机组与当前运行的常规压水堆核电厂相比，安全壳机械贯穿件（包括闸门）数量大大减少，正常隔离阀处于关闭状态的比例更高。正常开启的隔离阀也是故障自动关闭的。

在电厂正常运行期间，大约有25%的贯穿件在非隔离状态。当收到隔离信号后，这些管线能够自动关闭，在电厂功率运行期间不用的管线一般为常闭的。

专设安全保护和安全壳隔离信号自动隔离运行期间常开的工艺管线，接受到安全壳隔离信号后绝大多数工艺管线被关闭。该安全保护信号由稳压器低压、蒸汽管线低压、冷管段低温、安全壳高压以及手动隔离中的任意一种产生。

贯穿安全壳的设备冷却水管线为主泵、化学和容积控制系统（CVS）以及放射性废液系统（WLS）热交换器提供冷却水。主泵在接到安全保护动作信号（S）后停机，而在接收到安全壳隔离信号（T）后仍将继续运行。为了给主泵提供可靠的冷却，设备冷却水管线仅在S 信号隔离。S 信号由稳压器低压、蒸汽管线低压、反应堆冷却剂入口温度低、安全壳压力高以及手动触发中的任意一种产生。

一旦主蒸汽管线故障，蒸汽发生器被隔离，主蒸汽隔离阀、主蒸汽隔离阀旁通阀、大气释放阀上游隔离阀、主蒸汽管线疏水阀都关闭，防止RCS 过冷或者安全壳超压。两列冗余的蒸汽管线隔离信号由蒸汽管线压力低、安全壳压力高、冷段低温（Tcold）或手动触发中的任意一种信号启动。隔离阀及其管道的设计能够防止一台以上蒸汽发生器出现不可控的排放。主蒸汽隔离阀和主给水隔离阀能够在隔离信号启动后5 秒内完全关闭。排放量由每台蒸汽发生器出口管嘴中的流量限制器限制，单一能动部件故障不会造成一台以上的蒸汽隔离阀失效。

贯穿安全壳管线上的电动隔离阀设置考虑到故障安全，每个阀门设有冗余的后备阀。

如：安全壳内一个逆止阀和安全壳外一个电动阀；或者两个串联的电动阀，两个阀门分别由相互隔离的专设安全设施分区进行供电。

对于贯穿安全壳的管线（为一回路压力边界的一部分且直接与安全壳大气相通，或不满足封闭系统的要求），隔离阀的布置方式如下：

－ 安全壳内一只锁闭隔离阀和安全壳外一只锁闭隔离阀；

－ 安全壳内一只自动隔离阀和安全壳外一只锁闭隔离阀；

－ 安全壳内一只锁闭隔离阀和安全壳外一只自动隔离阀（简单的逆止阀不能作为安全壳外自动隔离阀）；

－ 安全壳内外各一只自动隔离阀（简单的逆止阀不能作为安全壳外自动隔离阀）；

安全壳外隔离阀尽量靠近安全壳，一旦失去电源，气动自动隔离阀故障关闭。

对于贯穿安全壳的管线（既不是一回路压力边界的一部分，又不直接与安全壳大气相通，但能够满足封闭系统要求），则至少有一个安全壳隔离阀；该隔离阀可以是自动隔离阀、锁闭隔离阀、或者能远程手动操作的隔离阀。简单的逆止阀不能用作自动隔离阀。

4.5.1.3 非能动安全壳冷却系统

非能动安全壳冷却系统（PCS）是重要的专设安全设施之一，其最主要功能是在安全壳内发生LOCA 或MSLB 等时，导出安全壳内热量，降低安全壳内的温度和压力，限制事故后放射性物质的释放。在长期丧失正常乏燃料冷却水工况下，PCS 也作为乏燃料水池的补给水源。

（1）安全设计基准

— PCS 能够经受自然环境的影响，如：极端的外部环境温度、地震、飓风、龙卷风或洪水等；

— 一旦接到安全壳高-2 压力信号时，PCS 能够自动启动；

— 发生能动部件单一故障时，假设同时丧失厂内或厂外交流电源，PCS 仍能够执行安全相关功能而不受影响；

— PCS 的能动部件在电厂正常运行时能够进行测试；

— 用来缓解事故后果的能动部件能够在事故环境下保持其功能并经受住事故动态载荷的影响；

— PCS 有足够的能力导出设计基准事故条件下安全壳内的热量，保证安全壳的压力在设计限值以下，在72 小时内无需操作员动作。

（2） 系统描述

PCS 的主要部件包括：

a．非能动安全壳冷却水贮存箱（PCCWST）

PCCWST 为混凝土加不锈钢衬里结构，与屏蔽厂房联为一体，在钢制安全壳的正上方，内衬不锈钢板，内部充满除盐水。PCCWST 为抗震设计、具有防飞射物保护功能。PCCWST 的充水和正常补给通过除盐水储存和分配系统（DWS）完成。除了具有安全壳热导出功能外，PCCWST 还作为乏燃料池补给水源和抗震Ⅰ类要求的消防水储存装置的后备水源。

b．PCCWST 隔离阀

PCCWST 出水管有三组冗余的隔离阀。其中两组均由气动蝶阀与电动闸阀串接构成。气动蝶阀常闭，在安全壳高-2 压力信号、丧失空气或1E 级直流电源时开启。电动闸阀常开，位于蝶阀的上游，主要用于蝶阀的试验和维修。第三组阀门由两个电动闸阀串接组成，一个阀常闭，一个阀常开。

c．流量控制孔板

在PCCWST 的4条出口管上都装有流量控制孔板，同时配合出口管在箱内的不同高度，使得从PCCWST 的出水量是水位的函数。

d．分水堰

分水堰的作用是将水流分配在安全壳穹顶的外表面，由不锈钢制造。冗余的PCCWST 出水管和辅助水源的出水管将水排放到分水斗内，出水口在分水堰的运行水位以下，防止喷溅。分水堰上边分布若干水槽，水箱悬挂在屏蔽壳顶，位于钢壳穹顶的正上方。分水堰按照安全相关构造要求。

e．网状水流分配系统

为了尽量使安全壳表面全部浸湿，设置网状水流分配系统。在安全壳穹顶上设置有径向分配装置，向下沿径向还有若干水流分配网格，不断的再收集、再分配。

f．空气流道

空气流道设置使得空气沿着安全壳外表面流动，冷却安全壳，空气流道包括屏蔽壳入口滤网，环形流道空气折流板和增加升力的烟囱。

g．非能动安全壳冷却水辅助贮箱（PCCAWST）

PCCAWST 位置靠近辅助厂房，为圆柱体钢罐。内部充满除盐水，可用容积大于为PCCWST 补水和乏燃料池补水的要求。PCCAWST 能为消防系统的抗震水塔提供后备水源。

h．化学添加箱

化学添加箱为直立圆柱体，它用于向PCCWST 注入NaOH，以控制藻类植物生长。

i．再循环泵

每台再循环泵有100%能力，可以在一个星期内循环一次PCCWST 内的水，每台泵均能为PCCWST 和燃料池同时进行补水。

j．再循环加热器

再循环加热器用来防止PCCWST 内的水结冰，设计能力考虑到现场最低温度情况下PCCWST 和再循环管道的热损失。

（3）系统运行

PCS 的运行可以由安全壳高-2 压力信号触发，也可以从主控室或远程停堆站由操作员手动启动。系统动作打开PCCWST 隔离阀，PCCWST 中的水流到钢安全壳的外表面，水依靠重力下流，在安全壳穹顶和壳壁外侧形成一层水膜，安全壳外表面建立的水流可以为LOCA 提供短期冷却，水流可以持续72小时，流量能够满足安全壳降压和导出衰变热的需要。流量的变化只依靠水位的降低来进行控制。事故后72 小时内，操作员将使用再循环泵从PCCAWST 向PCCWST 供水，PCCAWST 有足够的装水量，可以维持4 天最小的流量。

为了充分浸湿安全壳表面，冷却水先送到安全壳顶部正上方的分水堰内，然后再送到安全壳的外表面。安全壳顶部外表面的网状水分配系统使得安全壳顶部和竖直外壁面得到充分的浸湿。安全壳的防腐涂层增强了表面的浸润性和水膜的形成。

沿安全壳表面流下没有蒸发掉的冷却水流到安全壳底部的环廊内，环廊疏水口将排出过多的冷却水，环廊疏水口位于屏蔽厂房稍高于地面的位置，尽量减少疏水口被碎片堵塞的可能性。疏水口水平设置或稍有倾斜，提高疏水能力。疏水口总是开启的（没有隔离阀），每个疏水口都能够输出最大的安全壳冷却水流量。

沿安全壳壁向上的自然循环流动的空气流道总是打开的，在屏蔽厂房设有自然循环的入口，空气流过固定的百叶窗，水平进入屏蔽厂房，然后被强迫转90度向下进入外部环廊，外部的屏蔽壳环廊由混凝土屏蔽壳和可以移动的折流板组成，在折流板的底部，气流转180度进入安全壳环廊，内环廊由折流板和钢安全壳外壁组成，空气沿内环廊向上流到安全壳顶部，从屏蔽厂房的烟囱排出。

安全壳内的热量传给钢安全壳，安全壳表面与水膜对流传热，水流与空气对流和蒸发传热，水膜向折流板辐射传热。内环廊的加热空气和水蒸气，密度低于外部环廊空气密度，该密度差形成自然循环的升力。

屏蔽厂房空气进口和空气出口的布置考虑风的影响，有助于形成空气自然循环，空气入口布置在屏蔽壳的顶部，对称的空气入口布置减少了风速、风向或者相邻建筑物的影响。

空气/水蒸气的排放口高于空气入口提供了附加的升力,减少排出空气进入空气入口的可能性。空气入口和烟囱区域在设计上防止冰雪的堆积和外部物体进入空气流道。

PCS 的误动作可以由操作员在主控室手动关闭串联的隔离阀予以终止。

4.5.1.4 安全壳氢气控制系统

安全壳氢气控制系统的功能是限制反应堆安全壳大气中的氢浓度，从而在发生各类假想事件后，不会威胁安全壳完整性。

该系统执行以下功能：

- 在设计基准事故－丧失冷却剂事故（LOCA）后限制和降低安全壳内的氢气总体浓度。
- 在严重事故后提供防止氢爆燃或爆炸的纵深防御保护功能。
- 在正常运行和设计基准事故后监测安全壳大气中的氢浓度。
- 在堆芯恶化或堆芯熔化事故期间及以后，通过局部点燃释放的氢防止安全壳内总体氢浓度达到可燃限值。

（1）安全设计基准

— VLS系统应具有冗余的设备，即使在假设的设计基准事故同时发生最极限单一故障，这样可能性很小的事件中，VLS 执行其安全相关功能；

— VLS使用非能动方式实现其安全相关功能要求。非能动方式包括自然循环、可压缩气体、一次定位的阀门和催化反应，不包括使用泵、风机、柴油机或交流电源；

— VLS系统设计成可以防护内部灾害例如火灾、内部飞射物或管道破裂；

— VLS系统设计成可以防护外部灾害例如地震、龙卷风或洪水；

— VLS系统设计成在消除设计基准事故时不依赖操纵员动作；

— 设计基准事故后，安全壳平均氢气浓度将被控制在低于燃烧限值4%。

（2）系统描述

位于安全壳内的两台安全相关非能动氢复合器（PARs）能在任何设计基准事故后维持安全壳总体氢浓度在较低水平。此外，安全壳内还安装了66台氢点火器，在严重事故和堆芯熔化事故期间及以后，通过燃烧（爆燃）相对低浓度的氢，以防止氢浓度达到爆炸水平。三台氢浓度监测仪分布在安全壳内，为操作员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。

两台安全相关的非能动氢复合器（PARs）安装在安全壳内高于操作平台的区域，能适应丧失冷却剂事故（LOCA）后预期的氢气产生速率。

在严重事故后，假定100%的燃料包壳与水发生反应。锆-水蒸气反应产生氢的速率足够快，基于PARs运行时不可能防止安全壳内氢浓度超过最低可燃浓度限值，特别是局部

区域。因此，当安全壳内任一区域的氢浓度达到最低可燃浓度限值不久后，氢点火器启动以促进氢的燃烧。在较低氢可燃范围燃烧氢气可防止在较高氢浓度时发生事故性氢燃烧。这可确保氢燃烧期间维持安全壳的完整性，并且保证氢燃烧期间及以后安全相关设备可持续运行。

对于氢快速产生的事故序列，通过点火器的运行也可限制安全壳内总体氢浓度。氢浓度在可燃限值和10%体积浓度之间时，点火器引起氢的局部爆燃，从而防止氢爆炸的发生。为达到这个目的，点火器布置在安全壳内氢气可能释放、流动或聚集的区域。

分布在安全壳内的监测仪为操作员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。这些监控能力使操作员监控和开始事故后缓解措施，包括开启氢点火器。

（3）系统运行

在设计基准事故下或严重事故下，在主控室和远程停堆工作站中可以连续监控安全壳氢气浓度。3个位于安全壳穹顶的氢气监测仪提供安全壳总体氢气浓度指示。

作为非能动设备，非能动氢复合器（PARs） 随时可用从而也不需要操纵员的干预进行启动。设计基准事故下仅1台PAR就可用提供足够的消氢能力以将氢气浓度维持在4％的限值内。在严重事故下，产生的氢气超出了PARs的消氢能力，继而启动点火器以将氢气浓度保持在10％限值以下。

在事故恢复阶段，最终的安全壳氢气浓度由PARs控制。PARs将氢气浓度消除至大约0.3％左右，如需要进一步降低氢气浓度，则将利用安全壳空气过滤系统（VFS）进行安全壳净化。

4.5.2 裂变产物去除和控制系统

4.5.2.1 安全壳喷淋系统

安全壳喷淋系统不属于专设安全设施。由于非安全相关的设计特点，在设计基准事故分析中不考虑该系统的动作。非安全相关的安全壳喷淋系统的水源来自于第二消防水箱，由电动或柴油机驱动的消防泵给安全壳喷头提供消防水，通过消防集管延伸至安全壳内安全喷淋管路，在安全壳环吊上布置有2个环形喷淋管，每条喷淋管上装有多个喷嘴。

安全壳大气中活性物质的去除完全靠自然过程，如沉淀、离子扩散、热迁移等。安全壳大气中绝大多数非气态活性物质最终沉积在安全壳地坑水中，地坑冷却水的PH值由PXS进行调节，使得PH值大于7.0，从而可以将碘长期滞留在地坑内。

在严重事故管理中，消防系统提供非安全相关的安全壳喷淋功能。操作员根据严重事故管理导则启动消防系统的安全壳喷淋设施。首先打开安全壳外的手动隔离阀，然后在主控室或遥控停堆工作站打开安全壳内隔离阀，安全壳喷淋系统投入运行。根据情况可以通

过遥控关闭安全壳内隔离阀或手动关闭安全壳外的隔离阀随时终止运行该系统。

4.5.2.2 裂变产物控制系统

发生假想事故时，安全壳、贯穿件和隔离阀用来限制放射性物质的释放。

在电厂正常运行期间，通过运行安全壳空气过滤系统（VFS），使工作人员能够进入安全壳。设计基准事故中，不考虑屏蔽安全壳的作用。在钢安全壳和屏蔽安全壳之间的环廊，约标高30m到40m之间的区域，为严重事故裂变产物的释放提供了滞留空间。大多数安全壳贯穿件位于该区域，该区域由放射性控制区通风系统进行控制，隔离阀用来减少滞留区和环境之间空气的交换。

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

核电厂运行产生的放射性物质主要来源于反应堆燃料芯块内的裂变反应，裂变反应产生的裂变产物绝大部分都被包容在燃料元件包壳内，只有极少量的裂变产物由于燃料元件包壳破损而泄漏到反应堆一回路冷却剂中。同时裂变反应所产生的中子会使反应堆冷却剂自身以及腐蚀产物、控制棒、硼酸和其他材料发生活化而产生活化腐蚀产物。

反应堆冷却剂中的放射性活度很大程度上取决于燃料包壳的缺陷特征，以及裂变产物从燃料包壳间隙渗入冷却剂的现象。

这些裂变产物和中子活化腐蚀产物通过冷却剂的净化、蒸汽发生器传热管束的泄漏等过程造成对二回路系统的污染。

4.6.2 放射性废液系统及源项

4.6.2.1 系统组成

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（包括发生预计运行事件时）产生的放射性废液。废液管理系统由下列系统组成：

— 液体放射性废物系统（WLS）；

— 放射性疏水系统（WRS）；

— 蒸汽发生器排污系统（BDS）；

— 二回路生产废水槽式排放系统（WWS）；

— 化学和容积控制系统（CVS）；

— 乏燃料水池冷却系统（SFS）。

4.6.2.1.1 液体放射性废物系统（WLS）

4.6.2.1.1.1 系统功能

WLS 系统用于收集、处理、监测和排放正常运行和预计运行事件产生的放射性废液。WLS 系统不用于处理由电厂事故包括燃料破损产生的较高放射性活度浓度的废液。

为了增加事故工况下对贮槽破裂废液的滞留能力，辽宁徐大堡核电厂一期工程 WLS 系统进行了改进，即在废液放射性水平较高的流出液暂存槽间增设钢覆面，并增设相应的地坑和地坑泵，以满足正常运行工况下房间疏水功能的同时，在事故工况下具备滞留贮槽破裂废液的能力。

WLS 系统执行的安全相关功能有：

— 安全壳隔离；

— 将非能动堆芯冷却系统隔间疏水排至安全壳地坑，避免这些隔间的水淹和安全相

关设备可能的淹没；

— 从化学和容积控制系统和非能动堆芯冷却系统隔间疏水至安全壳地坑的疏水管设有止回阀，防止倒流，避免这些隔间的交叉水淹。每条排水管线串连两个止回阀，以使单一故障发生时不会丧失防止倒流的安全相关功能。

WLS 系统执行的非安全相关功能有：

— 分类收集不同类型的放射性废液；

— 通过固定式处理设备（过滤/离子交换）处理电厂预期产生的废液，使其可控制地向环境达标排放；

— 当固定式设备不能处理的废物或处理后达不到排放要求时（例如化学废液、0.25%燃料破损率时产生的废液等），可将其送往 SRTF 处理或由 SRTF 移动式设备处理。

4.6.2.1.1.2 系统描述

WLS 系统流程图见图 4.6-1。

WLS 系统处理或贮存的废液主要有四种类型：

— 含硼反应堆冷却剂废液：来自 CVS 系统排出的反应堆冷却剂系统流出液、一回路取样系统取样槽疏水以及设备泄漏水和疏水。

— 地面疏水和其他潜在含大量悬浮固体的废液：由安全壳地坑和 WRS 系统收集。

— 洗涤废液：来自洗手盆、淋浴及清洗和去污过程，其放射性浓度很低。

— 化学废液：来自实验室和其他水量相对较少的水源，可能含有危险性/放射性的废液或含有其他大量悬浮固体的放射性废液。

WLS 系统通常不处理二回路系统非放废液。一旦探测二回路放射性水平较高时，则排污水输送至 WLS 系统处理。

WLS 系统的标准处理方式是通过预过滤器、4 台串联的离子交换床和后过滤器来处理废液，任何一台离子交换床能手动旁路。最后两台离子交换床的次序可以互换，从而使离子交换树脂得以充分应用。

第一台离子交换床的顶部装有活性炭，起深床过滤和对地面疏水除油的作用。其它废液可适量通过这台容器。在处理相对干净的废液流时，可将第一台离子交换床旁路。这台容器略微比另外三台大，并增设冲洗口用于更换顶部的活性炭。这一特点与容器的深床过滤功能相关。离子交换床顶部活性炭用于截留杂质颗粒，更换活性炭时不影响下层树脂床，还可减少固体放射性废物的产生量。第二、三、四台离子交换床相同，可根据电厂情况选择性装填不同类型树脂。

此套过滤、除盐装置的最大处理能力为 17.03 m^3/h，WLS 系统预期年废液处理量约为

3000m^3。

下面分别描述四类废液的处理工艺：

（1）含硼反应堆冷却剂

来自 CVS 系统的下泄流或来自反应堆冷却剂疏水箱（RCDT）的流出液，在送至流出液暂存槽前，先经过真空脱气塔和脱气塔分离器脱除废液中溶解氢和裂变气体，脱除的含氢废气送至 WGS 系统延迟衰变，除气后的废液通过脱气塔排放泵送至指定的流出液暂存槽。如果下泄流管线和反应堆冷却剂疏水箱同时疏水至脱气塔，则优先处理下泄流，RCDT 疏水自动暂缓处理。

流出液暂存槽通过排气管线上的氢气监测仪，监测贮槽的氢气浓度，氢浓度过高时向操作员报警，通过空气吹扫以维持贮槽内较低的氢气浓度，同时排气至放射性控制区通风系统。

流出液暂存槽内的废液可再循环和取样，不合格则再循环进一步脱气，取样分析合格则根据运行工况或经 CVS 系统补给泵返回至反应堆冷却剂系统，或通过离子交换床处理，或不经处理后直接送入监测槽排放，或送往 SRTF 处理。

（2）地面疏水

来自安全壳地坑和 WRS 系统地坑的潜在污染的地面疏水和其他颗粒杂质含量高的废液收集在废液暂存槽内。贮槽内废液经过循环取样后送至 WLS 过滤除盐系列处理，必要时向贮槽内添加化学试剂以提高过滤除盐效果。处理后的废液送至指定监测槽，循环取样分析，若放射性活度浓度超过排放限值，则返回废液暂存槽进一步处理，若低于排放限值，则在线监测排放。

（3）洗涤废液

来自洗手盆和热淋浴的洗涤废液，其放射性浓度较低，经 WRS 系统疏水管线收集于 WLS 系统洗涤废液槽。此类废液通常不经处理，循环取样分析合格后直接监测排放，必要时送至废液暂存槽进一步处理或送至 SRTF 处理。

（4）化学废液

来自放化实验室的放射性水平较高的废液，经 WRS 系统疏水管线收集于 WLS 系统化学废液槽，一旦达到高液位报警，化学废液排放泵自动启动，将化学废液直接输送给 SRTF 进一步处理。

上述四类废液，除化学废液直接转送至 SRTF 处理外，其他废液经处理后均通过监测槽监测排放。WLS 系统的排放管线上设置一台放射性检测仪，若监测放射性水平超过排放限值，则联锁关闭排放管线隔离阀，同时停运监测槽排放泵来停止放射性废液的释放，

监测槽内的废液将返回废液暂存槽，待进一步处理。满足排放要求的液态流出物经排放管线排入虹吸井，与循环冷却水混合后经排水渠进入海域。

电厂放射性液态流出物必须采用槽式排放方式，放射性排放总量和放射性核素的排放浓度应低于 GB6249-2011 中相应的排放限值。本工程 WLS 系统排放口处除氚、C-14 外其它放射性核素浓度不超过 1000Bq/L。正常运行工况 WLS 系统有足够的净化能力，能够保证处理后的液态流出物中放射性核素浓度满足这一排放限值，若经取样分析放射性浓度超过排放限值，可返回废液暂存槽在处理。对于燃料破损率达到 0.25%时产生的废液，采用固定式处理设备与移动式废液处理设备串联处理，确保液态流出物满足排放控制要求。

在我国的国家标准中没有规定硼排放限值，但在《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）明确规定硼排放限值为 2ppm。WLS 系统监测槽的废液需与 WWS 系统排污水循环混合后排放，核电厂排放口硼浓度为 0.41～0.14ppm，远远低于 2ppm，满足辽宁省地方标准排放限值的要求。

4.6.2.1.1.3 设备参数

WLS 系统的主要部件包括泵、热交换器、贮槽、脱气塔、离子交换床、过滤器等。

4.6.2.1.2 放射性疏水系统（WRS）

4.6.2.1.2.1 系统功能

放射性疏水系统（WRS）用于收集来自核辅助厂房、附属厂房以及放射性废物厂房放射性控制区的废液，并根据废液性质的不同分类收集。

WRS 系统不涉及安全相关功能。本系统在反应堆满功率运行及停堆期间执行以下非安全相关功能：

— 重力收集来自核辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂房放射性控制区的设备和地面排水；

— 根据后续处理工艺要求，对放射性废液进行分类收集；

— 提供与 WLS 系统的适宜接口，以便将废液送往 WLS 系统进行后续处理。

4.6.2.1.2.2 系统描述

WRS 系统由三个子系统组成，分别为设备和地面疏水子系统、化学废液子系统和洗涤废液子系统。

— 化学废液子系统包括来自辅助厂房放射性化学实验室疏水的地漏和管道，这类废液送往 WLS 系统的化学废液槽中；

— 洗涤废液子系统包括来自附属厂房去污间的去污洗涤疏水的地漏和管道，这类废液送往 WLS 系统的洗涤废液槽中；

— 设备和地面疏水子系统包含地漏、收集管道、地坑、地坑泵、排放管道和清扫口等。来自放射性较高区域的辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂房的地面疏水分别收集排入地坑。收集后的废液送往 WLS 系统的废液暂存槽。在电厂发生火灾的情况下，该子系统也收集和输送潜在放射性的消防排水。为获取具有代表性的样品，且保持地坑排空过程中固体颗粒呈悬浮状态，在泵排放口设置循环管道及一个混合喷射器，实现地坑内废液的充分混合。

WRS 系统不收集含氢废液，也不收集非放射性废液。

4.6.2.1.2.3 设备参数

WRS 系统主要设备为泵、地坑、地漏和清扫口。

4.6.2.1.3 蒸汽发生器排污系统（BDS）

蒸汽发生器排污系统（BDS）用来在正常运行和预期运行事件（包括主冷凝器泄漏或蒸汽发生器传热管一次侧向二次侧泄漏）工况下，通过除去聚集在蒸汽发生器内的杂质来维持蒸汽发生器二次侧的水化学在可接受范围内。BDS 接收来自每台蒸汽发生器的排污水并按要求加以处理。

4.6.2.1.3.1 系统功能

每条排污管线的安全相关部分是蒸汽发生系统（SGS）的一部分。BDS 为每个蒸汽发生器设置了两个隔离阀，这些阀门用于隔离蒸汽发生器的二次侧以维持蒸汽发生器的水装量，从而为安全停堆提供热阱、减缓设计基准事故的事故后果。

BDS 通过蒸汽发生器排污或疏水管线抽取二次侧水，并对其进行处理以实现：

- 在电厂正常运行期间维持蒸汽发生器二次侧的水化学条件；
- 冷却蒸汽发生器以便对其检查和维修；
- 在电站停堆期间建立和维护蒸汽发生器的湿保养条件；
- 排空蒸汽发生器二次侧以便维修。

4.6.2.1.3.2 系统描述

图 4.6-2 给出了 BDS 的系统流程简图。该系统由两个系列的排污管线组成，每台蒸汽发生器一个系列。

蒸汽发生器的排污水从蒸汽发生器管板上方的位置抽出。每台蒸汽发生器的排污水各由一台再生热交换器进行冷却，再生热交换器的冷源为冷凝水系统（CDS）。排污水的流量和压降由蒸汽发生器排污流量控制阀进行控制。每条排污管线上都装有电解除盐装置，用于去除排污水中的杂质。两条排污管线电解除盐装置的下泄流汇集到一个共同的公共集管，该公共集管上装有释放阀，用于对 BDS 的低压部分提供超压保护。另外，有一个背

压控制阀用于维持背压控制阀和流量控制阀之间的系统压力。

BDS 用一台泵来排空蒸汽发生器二次侧，该泵也用于在蒸汽发生器低压湿保养或低压冷却工况下进行再循环。

BDS 在正常工况和瞬态工况下的隔离由位于辅助厂房的两个隔离阀来完成。阀门在非能动余热排出系统启动、蒸汽发生器低水位、安全壳隔离或排污系统高放射性、高温和高压的情况下关闭。

BDS 设有两台放射性监测器（BDS-JE-RE010，RE011）用来测量蒸汽发生器排污水的放射性浓度。一台用来测量净化处理后的流出物（在返回 CDS 之前），另一台用来测量排污系统的电解除盐单元的废水（在排放到废水系统（WWS）之前）。

每条排污管线的流量控制阀上游有一台热交换器，而蒸汽发生器排污放射性监测器则位于热交换器的下游，因此不需要对取样进行冷却。当取样放射性达到预先设定值时，会启动主控室警报，然后关闭蒸汽发生器排污安全壳隔离阀，关闭排污流量控制阀，将流量转移到 WLS。

4.6.2.1.3.3 设备描述

BDS 的主要设备包括：两台排污再生热交换器、两个排污流量控制阀、1 台再循环/疏水泵、1 个压力控制阀、4 个排污隔离阀和 2 套电解除盐装置。

4.6.2.1.3.4 系统运行

－ 电厂启动

当蒸汽发生器出现低压情况时，排污水不经过排污流量控制阀，将直接由再循环/疏水泵排放到 CDS 以便处理和重复使用。随着蒸汽发生器增压，通过先停运后隔离再循环泵的方式。控制热交换器冷却水量的冷凝水控制阀在电厂启动时开始调节，当冷凝器出口温度达到预先设定值时，冷凝水控制阀自动运行。热交换器冷却水将排污水的温度控制在电解除盐装置可以接受的范围内。

－ 正常运行

排污系统控制水化学的有效性依赖于排污速率。正常的排污速率为最大蒸汽速率的 0.06%至 0.6%。当杂质含量很低时，排污速率可以低至大约 3.41m^3/h。当冷凝器主管道发生泄漏且杂质浓度很高时，排污速率将接近最大蒸汽速率的 0.6%。正常运行时，排污水通过冷凝器复用。但含有大量杂质的排污水会被排放到 WWS。

连续监测排污水和电解除盐废液的放射性，用于确定是否存在蒸汽发生器一、二次侧的泄漏。如果监测到放射性，它们将送往 WLS 进行处理。如果放射性达到预设值，排污流量控制阀和隔离阀将自动关闭。

－ 蒸汽发生器湿保养

在电站停堆期间，BDS 可以用于建立和维持蒸汽发生器湿保养条件。湿保养运行时，排污水被循环输送给蒸汽发生器。为了维持蒸汽发生器二次侧水恰当的 pH 值和氧浓度，可以通过汽轮机厂房的化学添加系统（CFS）向循环水里添加化学添加剂。

－ 蒸汽发生器排空

BDS 可以用再循环泵/排污泵来对蒸汽发生器进行排空，而不用经过流量控制阀和电解除盐装置。在该运行模式下，排污水可能会排放到 WWS 或 WLS。

－ 蒸汽发生器管板冲洗

BDS 的排污速率可以在短时间内接近 1.85%单台蒸汽发生器最大的蒸汽速率。为了处理这么高的流量，一台蒸汽发生器的排污水将被隔离，另一台蒸汽发生器的排污水将流经两台热交换器。该工况下排污水不流经排污控制阀和排污电解除盐装置。

－ 应急工况

蒸汽发生器低水位时，BDS 被隔离。

4.6.2.1.4 二回路生产废水槽式排放系统（WWS）

4.6.2.1.4.1 系统功能

二回路生产废水槽式排放系统（WWS）的主要功能是：

— 收集来自汽机房和柴油储罐区的含油废液经油水分离处理后的废水，热废液排水、凝结水精处理再生废液，二回路总装水（二回路受放射性沾污时）。

— 废液在贮槽内混匀、取样分析，低于规定放射性指标时，通过虹吸井后的 SWS 排水井稀释后有控制地向环境排放。

— 下列情况下暂存放射性废液：

- 环境排放条件不足时；
- 取样分析或自动化工艺辐射监测系统（RMS）检测的废液放射性浓度超过排放限值时；

— 将超过排放限值的废液输送至 SRTF 移动式处理设备进行处理；

— 监测并记录排放废液的放射性浓度、流量和累积排放量。

4.6.2.1.4.2 系统描述

二回路生产废水槽式排放系统工艺流程图见图4.6-3。

（1）非含油生产废水收集处理

常规岛二回路产生的非含油生产废水通过相应的排放管线输送至废液贮槽。

（2）含油生产废水收集处理

收集在非放生产废水处理厂房含油废水调节池内的各类含油废水，经油水分离去除废油后排入废液贮槽。

（3）二回路生产废水监测排放

在非放生产废水处理厂房（38）内设置3个1000m^{3}的废液贮槽，用于接收、贮存常规岛厂区各相关系统产生的待排放可能被放射性污染的废液。在正常运行工况时，一个贮槽接收完废液后，进行混合、取样分析和排放，一个贮槽接收废液，另一个贮槽备用。

贮槽内废液经取样检测，结果达到排放标准后，由废液排放泵把取样合格的废水输送到排放总管，经连续剂量监测仪排往循环冷却水排污管线稀释排放。

当一台机组出现SGTR等特殊工况时，二回路生产废水的放射性水平不符合排放标准，投入备用废液贮槽接收受到污染的二回路生产废水。受污染废水采用SRTF移动式处理设备处理。另外两个贮槽在运行和控制上自动与受污染的贮槽隔离，进行正常运行的监测排放功能。

为避免废液贮槽破裂时滞留池内的废液从排放泵的废液排放管流至排放管沟，废液排放泵和废液排放管线均布置高度均高于3台贮槽全部破裂后最高液位标高。

4.6.2.1.4.3 设备参数

二回路生产废水槽式排放系统的设备有贮槽、泵和起重机。

4.6.2.1.5 化学和容积控制系统（CVS）

4.6.2.1.5.1 系统功能

化学和容积控制系统（CVS）的主要功能包括：

— 维持 RCS 中冷却剂的纯净程度和活度水平在可接受的限值内；

— 维持 RCS 保持设计所要求的装量和电厂正常运行时稳压器的设计水位；

— 控制启动、正常运行和停堆时的硼浓度以保持反应堆冷却剂的化学组分，通过维持氢氧化锂的浓度控制 RCS 的 pH 值；

— 使功率运行期间向反应堆冷却剂中加氢并调节氢浓度，将电站运行时辐照分解产生的自由氧含量降至最低，并在每次停堆后的启动前获得合适的氧浓度；

— 为 RCS 充水和压力试验提供手段；

— 为需要反应堆级硼化水的一次侧系统提供补给水。

此外 CVS 还执行一些安全相关的功能，包括安全壳贯穿管线的隔离、终止 RCS 意外硼稀释、蒸汽发生器和稳压器高水位信号时隔离补给水以及维持 RCS 压力边界等。

4.6.2.1.5.2 系统描述

（1）净化

CVS 正常净化回路位于安全壳内且在 RCS 系统压力下运行，利用主泵扬程作为净化流的动力。功率运行期间流体从一台主泵的出口连续地循环通过 CVS。流体在通过再生热交换器时被返回的 CVS 流冷却，在下泄热交换器处进一步由设备冷却水冷却到能够适应除盐树脂运行的温度。下泄流通过一台混床，必要时通过一台阳床然后通过一台过滤器后在再生热交换器中被加热并返回到主泵的入口。

需要去除放射性气体时，CVS 将净化流排至 WLS 脱气塔。在这个过程中，下泄流经下泄节流孔板降压，然后流出安全壳，由 WLS 脱气塔去除放射性气体，除气后流入 WLS 的流出物贮存箱，然后通过 CVS 补给泵返回 RCS。

（2）RCS 装量控制和补给

冷却剂体积的变化由稳压器水位程序调节以应对正常的功率变化。CVS 控制 RCS 的装量以应对该系统的小规模泄漏。装量控制由通往 CVS 净化回路的下泄和上充连接件实现。

（3）调硼和化学控制

为平衡燃耗、启动、停堆和换料，需要改变反应堆冷却剂的硼浓度。加硼时，操作员将补给泵入口的三通阀连接到硼酸罐，然后通过补给控制系统自动添加预设数量的硼酸，同时在补给泵的入口处进行流量测量。硼稀释操作可以以相似的方式进行。如果稳压器水位超过控制点，通往 WLS 流出物贮存箱的下泄管道将自动打开。

用 ^{7}LiOH 进行 pH 值调节。^{7}LiOH 溶液被注入化学混合罐，然后与除盐水一起注入补给管道。除盐水进口管上的流量孔板使 ^{7}LiOH 溶液以可接受的浓度进入 RCS。

（4）含氧量控制

启动时引入除氧剂，运行期间向堆芯注入氢气以化合辐照分解的氧气，使氧的平衡浓度趋于零。

（5）冷却剂充满和压力试验

用补给泵向 RCS 充满适当浓度的硼酸溶液，硼酸溶液来自硼酸罐和除盐水箱，补给泵也可以从净化后的 WLS 流出物贮存箱吸水。补给泵能产生足够的压头以便对维修和换料后的 RCS 进行压力试验。进行初始的水压试验时需要临时水压试验泵，因为此时需要比补给泵所能提供的更高的压力。

（6）硼补给

补给泵向 PXS 的 ACC、CMT、IRWST 和乏燃料水池提供适当浓度的硼溶液。补给的硼酸浓度从 0 至 4375ppm（2.5%质量分数）不等。

4.6.2.1.5.3 设备参数

CVS 系统主要设备包括补给泵、再生热交换器、 除盐床、冷却器过滤器和硼酸贮存箱。

4.6.2.1.5.4 系统运行

（1）电厂启动

电厂启动时，上充泵通过净化流回流管线将来自除盐水贮存箱的除盐水和来自硼酸罐的硼酸混合后制成预期硼浓度的补给水首次充满 RCS。期间 RCS 经封头和稳压器排气。可以使用真空填充子系统加快冷却剂充满操作。可以使用辅助喷淋管线向稳压器注入液体并在其中建立适当的水化学状态。主泵启动后，加热初始阶段用除氧剂对 RCS 进行除氧，之后改为向反应堆冷却剂补给氢气来进行含氧量控制。稳压器加热器用于加热稳压器中的水并吸取蒸汽气泡，随着气泡增长，流出物通过 CVS 下泄管道转移到 WLS。上充泵提供的除盐水使得 RCS 硼浓度降低至临界水平。稳压器达到正常水位后，下泄控制阀和上充泵仅用于保持稳压器水位，或接收到运行人员指令时才启动。

（2）基本负荷运行

在恒定功率水平下，CVS 净化回路作为环绕冷却剂主泵的密封环路连续运行，在一个混床除盐器和一个过滤器同时运行的条件下，净化流量约为 22.7 m^3/h。补给泵和通往 WLS 的下泄管道通常不工作，但上充泵总是可用且在稳压器低水位时能自动启动。上充泵吸入口的硼酸混合阀允许操作员对硼酸和除盐水进行混合以获得预期的补给浓度。若稳压器水位达到它的高点整定值（相对于程序水位而言），下泄控制阀将自动开启。取样分析反应堆冷却剂，包括硼和氢浓度、水质、pH 值以及放射性水平。

（3）负荷跟踪运行

负荷跟踪造成的功率变化和氙变化完全由控制棒和灰棒来进行调节，不必改变冷却剂硼浓度，CVS 没有负荷跟踪功能。

（4）停堆

－ 冷停堆

冷停堆操作将反应堆从正常运行温度和压力转变为冷停堆时的温度和压力以便进行维修和换料。计划停堆前 CVS 净化回路连续正常运行。此外在停堆之初 CVS 使下泄流流入到 WLS，经过除气后再返回上充泵吸入口。

－ 非正常运行

若冷却剂压力高于低压整定值，CVS 能够利用任意一个上充泵补充冷却剂的少量泄漏。在某些事故后，CVS 能够提供硼化水补给并利用稳压器辅助喷淋降低 RCS 压力。发生硼稀释事故时，CVS 通过关闭与安全相关的两个冗余阀门中的任何一个（两个阀门都为气动

阀，位于除盐水系统到补给泵吸入口的连接管上）加以应对。

4.6.2.1.6 乏燃料水池冷却系统

乏燃料水池冷却系统（SFS）用于导出乏燃料水池贮存燃料组件产生的衰变热，同时对乏燃料水池、转运通道和换料水进行净化。

（1）系统功能

SFS 的安全相关功能包括安全壳隔离和地震事件的防护，其非安全相关功能包括：

— 乏燃料水池冷却；

— 乏燃料水池净化；

— IRWST 净化；

— 水的输送；

— 换料水池净化。

（2）系统描述

系统有两个冷却系列，每个系列由一台泵、一台热交换器、一台除盐器和一台过滤器组成。每个系列均能独立执行所要求的任何功能。一个系列进行连续冷却和净化，另一系列则用以转运水、IRWST 净化、或作为运行系列的备用。净化支管设计成能处理约 20%的冷却流量（当其旁路支管旁路掉剩余的流量时）。

每个净化回路先经过除盐器，然后再经过过滤器，最后与其旁路支管汇合。

SFS 吸入母管与乏燃料水池在两处连接，主吸入管线的连接点位于正常水位以下约 0.61m。水池表面有两个撇沫器接口。

乏燃料水池冷却泵的吸入头连接到 IRWST 和换料水池，这种布置使得能对它们净化，同时也能在它们之间转运水。乏燃料水池初始充水的硼浓度约为 2500ppm。乏燃料水池与转运通道的隔离通过隔离阀进行，并可以使转运通道水排空以便对燃料转运设备进行维修。

（3）系统运行

— 正常运行

一个系列用于冷却和净化，另一系列执行其他功能，如转运水或 IRWST 净化。

— 换料运行

两个系列都投入运行，一个系列在整个换料期间进行净化和冷却，另一系列执行换料时的各种支持功能。在换料水池准备充水时，用于 IRWST 净化的泵停止，阀门开启使安全壳内的换料水通过重力排放到换料水池内。

— 异常工况

乏燃料水池冷却系统并不要求用于缓解设计基准事故。当 SFS 不可用时，乏燃料水池

的冷却是由水池中水的热容提供的。在发生连续丧失正常乏燃料水池冷却能力这种不大可能的事件时，池内水将沸腾，触发相关报警通知运行人员启动补水，补水使得水池水位维持在燃料组件以上至少 7 天。在开始 72 小时内，由安全相关水源补水，在 72 小时到 7 天之间，由非能动安全壳冷却水辅助贮箱（PCCAWST）进行补水。补水量取决于水池中燃料的衰变热水平。

4.6.2.2 液态放射性流出物的排放源项

4.6.3 废气管理系统及释放源项

4.6.3.1 系统综述

在反应堆运行期间，反应堆内燃料发生裂变反应，将以裂变产物形式产生氙、氪、和碘的放射性同位素。因为存在少量的燃料包壳缺陷，这些放射性核素的一部分将释放到反应堆冷却剂中。反应堆冷却剂的泄漏导致这些惰性气体释放到安全壳大气中。通过严格限制反应堆冷却剂泄漏和限制反应堆冷却剂系统内放射性惰性气体和碘的浓度，可控制气载放射性释放。

碘由化学和容积控制系统（CVS）的离子交换器去除。

当燃料包壳破损在正常预期范围内时，惰性气体不会累积到不可接受的程度，因此 RCS 系统中惰性气体的去除通常是不必要的。当 RCS 系统浓度过高时，运行 CVS 系统和液体放射性废物系统（WLS）脱气塔去除惰性气体。

除气体放射性废物系统（WGS）排放管路外，各种厂房通风系统也是向环境释放气载放射性物质的途径。本节除描述 WGS 系统外，还对冷凝器除气系统（CMS）以及空调、加热、冷却及通风系统（HVAC）中可能释放放射性物质的通风子系统进行描述。

4.6.3.2 气体放射性废物系统

4.6.3.2.1 系统功能

气体放射性废物系统（WGS）的主要功能是收集含有少量放射性核素的氢气和氮气，并对其进行处理和排放，维持向厂外环境释放的放射性在可接受的限值内。WGS 系统不执行安全相关功能，其非安全相关功能主要有：

— 废气收集：接收运行过程中产生的放射性气体；

— 废气处理：对放射性废气进行处理，以减少放射性物质向环境的释放，从而使排放量维持在可接受的限值内；

— 单一故障：限制泄漏、防止活性炭延迟床浸湿以及防止氢气爆炸；

— 受控释放：在排放管线上设置有放射性探测器以进行连续监测，在放射性水平高到整定值时提供报警信号，提醒操作员并可联锁关闭排放管道上的隔离阀。此外

该系统还可对流出物进行随机采样以便分析。

4.6.3.2.2 废气来源

放射性废气系统的输入如下：

—RCS 系统稀释而下泄转移所产生的废气。

— RCS 排气而下泄转移所产生的废气。

— 反应堆冷却剂疏水箱液位变化而产生的废气。

— 反应堆冷却剂疏水箱通风而排出的气体。

4.6.3.2.3 系统和部件描述

WGS 系统是一个直流的、室温条件下的活性炭延迟系统。WGS 的系统工艺流程图见图 4.6-4。

（1）取样泵

设两台取样泵。其中一台取样泵正常连续运行以保证废气流过氧分析仪。另一台取样泵间歇运行以保证来自于各个采样点的废气流入样品气瓶，并作为向氧分析仪输送废气的备用泵。

（2）气体冷却器

气体冷却器热交换装置设计成将废气流冷却到接近冷冻水源的温度（4.4℃），以有效的除湿。流过气体冷却器气流的压力低于冷冻水的压力，以使冷冻水系统受污染的可能性最小。

（3）气水分离器

气水分离器的容积根据吹扫气体流量设计，当气体流量低时有足够余量。气水分离器设有液位监测仪表。

（4）活性炭保护床

活性炭保护床能避免延迟床受潮或被化学污染。正常运行时，活性炭保护床可增加氙和氪的延迟处理时间，并去除进入系统的碘。通过活性炭层的气流方向是向下的。保护床出口处的滞留滤网防止活性炭的损失。可以经由法兰盖板出口添加活性炭或从该装置撤出活性炭。

（5）活性炭延迟床

两个活性炭延迟床以串联的方式相连。正常运行期间，单台延迟床便可提供足够的处理能力，当因故障需要隔离一台延迟床时，仍能继续维持系统的连续运行。废气垂直流过活性炭床身。由于气流是从顶部进出延迟床的，故延迟床不安装滞留滤网。

（6）气水分离器液位控制阀

该阀门位于气水分离器的疏水管线上，为故障关闭的常闭球阀。它通过调节从气水分离器到 WLS 系统的流量保持气水分离器内的液位。当气水分离器内出现高水位时阀门自动开启而在低水位时阀门自动关闭。该阀门也可手动操作。浮球式疏水阀用作该阀的后备阀门。

（7）WGS 排放隔离阀

该阀门为故障关闭的常关截止阀，位于 WGS 系统出口处。在 WGS 系统出口管道内出现高-高放射性信号时，该阀门被联锁关闭，以防止在 WGS 系统失效时的放射性释放。在通风系统排风流量低的情况下，该阀门也接收到自动关闭信号，以防止在通风口管道内氢气聚积到燃爆浓度。该阀门也可以手动控制。

（8）吹扫氮气压力控制阀

它是吹扫氮气供应管线上自带的压力调节阀。它用于保持 WGS 系统内微弱的正压以防止在流动速度低时有空气侵入。

4.6.3.2.4 系统运行

WGS 系统为间歇运行。电厂正常运行期间，WGS 系统的运行时间很短。当没有废气进入 WGS 系统时，在排放隔离阀上游入口处有小流量的氮气注入，以维持 WGS 系统处于微正压，防止空气倒灌入系统。

WGS 系统为非能动运行，利用气源压力使废气通过本系统。

离开气水分离器后，废气流经活性炭保护床，去除多余的水分、碘和化学（氧化）污染物。然后，废气流经两台活性炭延迟床，在延迟床中裂变气体受到活性炭的动态吸附作用，因而相对于氢气或氮气的输运气流有一定的滞后延迟。在延迟期间裂变气体的放射性活度显著降低。

从活性炭延迟床流出的气流经过放射性监测仪后排放到通风系统排气管道。放射性监测仪监测到高放射性水平时，联锁关闭出口隔离阀。当通风系统排气流速低时该出口隔离阀也关闭，以防止通风管线中积聚氢气。

在开始处理废气之前，先用氮气吹扫 WGS 系统管线以排空系统中的残余氧气，连续氮气吹扫使 WGS 系统出口处的氧气浓度降低到满足要求，可临时用 WGS 系统的氧分析仪监测系统出口气流。在维修前、后，用氮气吹扫 WGS 系统的取样装置和出口管线。

4.6.3.3 冷凝器除气系统

4.6.3.3.1 系统功能

冷凝器除气系统（CMS）在电厂启动、冷却和正常运行期间从主冷凝器移出不凝结气体和空气。这一动作由液环真空泵完成。CMS 系统不执行安全相关的功能，其非安全相

关的功能包括：

— 在电厂启动、冷却和正常运行期间从三个主冷凝器的蒸汽侧移出不凝结气体并将其排进大气。

— 利用液环真空泵在启动和正常运行期间建立并保持冷凝器内的真空。

4.6.3.3.2 系统描述

CMS 系统由 4 个液环真空泵组成，泵用于正常运行期间从三个主冷凝器壳体内移出空气和不凝结气体。每个真空泵对应一个冷凝器壳体，第 4 台泵作为备用。

液环真空泵以成套单元的形式工作。每个单元中的主要部件包括一个真空泵、轴封水热交换器、轴封水泵、汽水分离器和排汽消声器。供给轴封水以封住泵的间隙和冷凝泵入口处的蒸汽。轴封水流经轴封水热交换器的壳侧，循环水流经管侧。轴封水补给由冷凝水系统提供。不凝结气体和大量的蒸汽一起经由冷凝器壳体的空气冷却段被吸入到真空泵的吸口。这些不凝结气体主要包括空气、氮气和氨气。

在启动运行期间，通过运行三个液环真空泵将空气从冷凝器中排出。第四个泵备用。如果一个泵停运，在主控制室内报警这一工况并启动备用泵。真空泵轴封水热交换器由循环水系统（CWS）提供冷却水。轴封水保持低于冷凝器内的饱和温度以保证真空泵性能。正常情况下排放进入大气的不凝结气体和蒸汽混合物不带有放射性。然而在发生一回路向二回路泄漏的过程中，混合物也有可能被污染。由冷凝器排放的不凝结气体和渗漏进入的空气被引入汽轮房排汽/疏水和泄压系统（TDS），随后排入汽轮机厂房烟囱中最后排向环境。对由 TDS 系统进入汽轮机厂房烟囱中的废气进行连续的放射性监测。当监测到不可接受的放射性水平时，将在主控制室内产生报警信号，操纵员执行操作规程。

4.6.3.4 采暖通风和空调系统

4.6.3.4.1 系统功能及组成

AP1000的采暖通风和空调系统（HVAC）的功能是：

— 对每个可能污染的厂房进行采暖、空调和降温以提供一个温度适宜和空气良好的环境，确保操作人员的舒适、安全、健康以及设备的有效运行和完整性；

— 控制空气气流从污染较少的区域流向污染逐渐增加的区域，并使各厂房内可能被污染区域的全部通风经监测后，通过烟囱排放；

— 对相关系统的排风进行过滤和除碘处理，以减少气载污染物质向大气环境的释放。

HVAC系统中对于未被放射性污染的废气从屋顶或者从排风口直接排入大气；对于可能污染区域的全部通风气体经过监测后，通过核岛烟囱或汽轮机厂房烟囱排入大气。HVAC系统中和放射性废气产生和释放相关的子系统主要包括：

— 放射性控制区通风系统（VAS）；

— 安全壳再循环冷却系统（VCS）；

— 安全壳空气过滤系统（VFS）；

— 放射性废物厂房HVAC系统（VRS）；

— 物理保健和热机修车间HVAC系统（VHS）。

4.6.3.4.2 放射性控制区通风系统

放射性控制区通风系统（VAS）服务于辅助厂房的燃料操作区域以及辅助及附属厂房中除物理保健和热机修车间区域以外的放射性控制区。

（1）系统功能

VAS 不执行安全相关的功能，它的非安全相关功能为：

— 提供通风以维持余热排出泵房和 CVS 泵房在其设计温度范围内；

— 提供通风以维持在入口区的气载放射性处于电厂人员的安全水平之内；

— 维持区域内总的空气气流的方向从低放射性污染区流向高放射性污染区；

— 维持每个厂房区域处于轻微负压，以防止气载放射性不受控制的释放到大气或邻近的电厂清洁区域中；

— 当在排风管道中探测到高气载放射性或高环境压差时，通过关闭排风和排风管道隔离阀将特定厂房区域与外部环境隔离，并启动安全壳空气过滤系统（VAF）。

（2）系统描述

VAS 包括两个子系统：辅助/附属厂房通风子系统和燃料操作区域通风子系统。

（a）辅助/附属厂房通风子系统

辅助/附属厂房通风子系统服务于放射性控制的设备、管道和阀门房间以及邻近的通道、楼梯区域。该系统包括两套 50%容量的送风空气处理机组（每台风量约为 8.5Nm^3/s），一个送、排风管道系统，还包括隔离阀、风口、排风机和自动控制附件。送风空气处理机组布置在附属厂房的空调机房内。每套送风空气处理机组包括一台低效过滤器、一台高效过滤器、一个加热盘管、一台冷却盘管和一台送风风机。两台 50%容量的排风机可以维持放射性控制区处于负压。排风管路的布置要求将气溶胶污染限制在最低水平，通过保持气流方向从低放射性通行区域到潜在高放射性区域的设备间和管廊。另外，排风管路还与放射性废水排放系统的污水坑相连，以保证污水坑的负压，防止潜在的受污染空气扩散到周围环境中。排风管路还与放射性疏水箱相连，以避免潜在的放射性气溶胶或氢气聚积。排风机通过烟囱将室内空气排放到大气中，并监测其放射性水平。

（b）燃料操作区域通风子系统

燃料操作区域通风子系统服务于燃料操作区域、轨道车间/过滤器存储间、树脂转运泵/阀门间、废树脂箱房间、废物处理容器间、乏树脂处理（WSS）阀门/管道间和电梯间等区域。燃料操作区域通风子系统包括两台 50%容量的送风空气处理机组，一个送、排风管道系统，还包括隔离阀、风口、排风机和自动控制附件。送风空气处理机组布置在附属厂房的空调机房内。送风空调处理机组将空气通过送风管道送至燃料操作区域和轨道车间/过滤器存储间。送、排风管路上布置有隔离阀，当排风管路上探测到高放射性水平或与外部大气有高压差时，阀门关闭，将燃料操作区域与室外环境相隔离。两台 50%容量的排风机用于维持厂房中的负压。送、排风管道的布置能满足排出乏燃料水池的蒸汽，以及将轨道车间/过滤器存储间的排风直接送往乏树脂设备间。排风机通过烟囱将室内未过滤的空气排放到大气中，并监测其放射性水平。

（3）系统运行

在核电站正常运行期间，每个子系统的两台送风空气处理机组和两台排风机都连续运行，对所服务的区域进行直流式通风。送风量可以调节，以保证相对于室外环境是轻微负压。排风不经过滤，通过烟囱排向室外，并对排风的放射性水平进行监测。

当在辅助/附属厂房或燃料操作区域监测到排风放射性水平高时，相关区域的送、排风管上的隔离阀自动关闭，将受污染区域与室外相隔离。通过安全壳空气过滤系统（VFS）可以保证被隔离区域相对室外和相邻区域的微负压，并降低未过滤的带放射性的气溶胶泄漏。如果相应区域未被隔离，或者探测到相对室外有高压差时，相应的通风子系统将以低风量运行。安全壳空气过滤系统（VFS）维持相对于外部环境的负压直到该子系统恢复正常运行。

4.6.3.4.3 安全壳再循环冷却系统

安全壳再循环冷却系统（VCS）控制安全壳内空气温度和湿度，从而在电厂正常运行和停堆期间为设备的可运行性提供合适的环境。

（1）系统功能

VCS 不执行安全相关的功能，其非安全相关的功能包括：

－ 控制安全壳厂房所有区域环境温度以保证设备可靠运行和支持人员进入，正常运行时控制安全壳环境平均温度低于48.9℃，换料和停堆时为满足人员可进入性和设备可运行性，控制安全壳环境温度在10℃和21.1℃之间。

－ 在安全壳整体泄漏率试验（ILRT）期间维持安全壳有均匀的温度和压力；

－ 在丧失厂区AC电源系统时维持均匀的安全壳温度和压力；

－ 停堆期间提供可移动净化机组的连接，帮助控制气载污染物从蒸汽发生器间向安

全壳其他区域的扩散；

－ 混合安全壳大气以支持安全壳空气过滤系统（VFS）对气载污染物的过滤。

（2）系统描述

VCS由两组风机盘管组件组成，每个组件又包括2台50%容量风机盘管。这4台风机盘管连接至一个公共管道环形母管和分配系统。环形母管和风机组件设计为能够维持安全壳内空气和温度的均匀分布。用于安全壳冷却的中央冷冻水系统（VWS）管道和用于安全壳加热的热水系统（VYS）的管道之间的十字接头位于安全壳之外。位于安全壳内的管道为VWS和VYS所共用。

（3）系统运行

VCS以再循环模式运行。

正常运行期间，每个风机盘管组件中的1台50%容量风机从操作层的上方区域抽取空气，并通过环形管道和二次管道分配系统将冷空气送至各小室、隔间和操作层上部和下部的出入口区域。冷空气还被送入反应堆堆坑和反应堆支撑区域，以维持合适的就地和混凝土温度。正常的送风温度为15.6℃以维持在各种运行模式下的环境设计要求。吸收了安全壳内部各部件释放的热量后，低密度的回风通过垂直通道和开口上升至安全壳上部空间，在那里回风被再次吸入风机盘管机组加以冷却除湿，随后再循环。当运行风机盘管机组排放空气流量低于设定值，或者排放空气温度低于或高于设定值，或者丧失电源或/和控制动力时，备用的风机盘管机组自动启动。

停堆和换料期间，VCS只用于维持安全壳平均温度在适当限值之内。而蒸汽发生器维修空间内的通风和放射性控制是由蒸汽发生器维修空间通风子系统完成的。该子系统保护人员并控制从蒸汽发生器隔间出来的气载放射性扩散至安全壳的其他区域。该子系统设有可以连接至排风通道的连接软管，以便使用便携式的排风过滤机组进行过滤和排出隔间空气至安全壳大气。

4.6.3.4.4 安全壳空气过滤系统

安全壳空气过滤系统（VFS）为安全壳、燃料装运区域和辅助及附属厂房的其它放射性控制区提供服务，热机修车间和保健物理区域除外。除安全壳隔离以保持安全壳的完整性及安全壳真空卸压功能外，没有其它安全相关功能。

（1）系统功能

VFS执行以下非安全相关的功能：

－ 测量、显示和记录电厂排气烟囱排放至大气的放射性物质的浓度，并发出主控室报警和指示；

－ 在电厂正常运行期间，间歇供应外部新风以清洗安全壳大气；在电厂热停堆或冷停堆工况下，向安全壳提供连续的气流；

－ 过滤燃料装运区、辅助及附属厂房的放射性控制区排风，以维持这些区域相对于邻近的区域有轻微的负压差。

（2）系统描述

VFS系统包括2×100%容量的送风空气处理机组、带有安全壳隔离阀的送风和排风管道、可调风口、排风机、过滤机组、自动控制器和附件，分为两个序列。

送风机组与风机房间的公共空气入口相连。该入口向VAS 和VFS 送风。VFS 送风空气处理机组送风至VCS 的再循环机组以分配净化后的空气。VFS 排风空气过滤机组位于附属厂房的放射性控制区。过滤机组和一个带隔离阀的管道系统相连接，其中包括HEPA过滤器和碘吸附器，以净化来自安全壳、燃料装卸区、辅助和附属厂房的排风空气。排风空气过滤机组下游设有一个气体放射性监测器，它在探测到异常气体释放时发出报警。电厂烟囱处设有对释放到环境的气体、粒子和碘的监测。

排风安全壳贯穿件也包含了安全壳真空卸压功能来防止安全壳达到其设计压力。

（3）系统运行

正常运行期间，主控制室人员定期运行VFS系统净化安全壳大气，减少气载放射性或维持安全壳压力在正常运行范围之内。单个送风和排风序列运行。VWS为冷却盘管提供冷水对外部空气进行冷却和/或除湿。加热盘管内的热水则由VYS提供。送风管道的温度传感器控制送风温度。当排风过滤器连接至安全壳时，流过排风过滤器的空气流量为定值。排风管道上设有一对并联的隔离阀以限制排风流量从而在安全壳增压时维持排风过滤器空间处于负压。经过滤后的空气从安全壳由排风风机通过电厂烟囱排入大气。如果运行序列失效，操作人员可手动启动备用序列。

在电厂停堆前和停堆期间，VFS的一个或两个序列运行，以在人员进入前去除气载放射性。在寒冷条件下，送风空气由VYS加热。排风过滤机组中的电加热器控制进入碘吸附器的排风空气相对湿度低于70%。当两个序列同时运行时，本系统提供约为0.21次换气次数的最大通风量。

当电厂异常运行期间，当接收到安全壳隔离信号时，位于送风管道和排风管道上的安全壳隔离阀自动关闭。当安全壳保持隔离而安全壳高放射性信号不存在时，主控制室操作员可以将VFS连接至安全壳以净化潜在的气载放射性。如果在燃料装运区、辅助和/或附属厂房探测到高气载放射性或高压差，VAS将受影响区域与外部环境隔离，维持隔离区为负压并启动VFS。若正在进行净化且备用排风空气过滤器不启动，则VFS自动与安全壳隔离。

如果两个排风序列都连至安全壳，则其中的一列自动从安全壳隔离并重新连接到被隔离区。在丧失交流电源的情况下，排风子系统可以手动连接至现场柴油发电机。

VFS设有一套安全壳真空卸压系统，当安全壳内出现较高真空度，且失去AC电源，或气源无法开启安全壳隔离阀时，该子系统可提供真空卸压功能。

4.6.3.4.5 放射性废物厂房HVAC系统

放射性废物厂房HVAC系统（VRS）服务于放射性废物厂房。它包括清洁的电气/机械设备房间和有可能被污染的HVAC设备房间、打包的固体废物贮存房间、废物堆积房间和可移动系统设备。

（1）系统功能

VRS没有安全相关的功能，其执行的非安全相关功能主要包括：

－ 提供调节后的空气至工作区域，维持设备和人员所接受的区域温度；

－ 保证空气由清洁区流向潜在污染区，以最大限度的减少气载污染物的扩散；

－ 收集潜在污染设备的排气进行通风；

－ 对排放的空气在释放至环境前进行放射性监测；

－ 维持放射性废物厂房相对于环境的负压差以防止该厂房有未经监测的释放。

（2）系统描述

VRS是一个直流式通风系统，包括两个完整的子系统：送风子系统和排风子系统。这两个子系统联合运行以保持服务区的温度，并控制空气流向和厂房保持负压。

送风子系统包括两台各自带有管道空气分配系统的50%容量的空气处理机组（每台风量4.25m^3/s）、自动控制器和附件。每台机组通过一个单独的室外新风入口抽取100%的室外空气，并将空气排至一个连接至厂房各部分的公共管道分配系统。

排风子系统包括两台50%容量的排风离心风机、一个排气管道收集系统、自动控制器及附件。排风风机经过一个公共管道将空气排至电厂烟囱。在排放管道中有一个放射性监测器记录气体的放射性，并在探测到高气载放射性时在主控制室报警。

放射性废物厂房内的排风收集管道从可能存在的低水平的气载放射性污染的区域和房间排出空气。系统为用可移动系统的设备进行直接排放设置了排放的接口。在潜在的大量气载放射性释放存在时，可移动系统可采用HEPA过滤。每个可移动系统接头处有回流阀，以防止当排气系统停机时通过设备回流。

（3）系统运行

电厂正常运行期间，两台送风空气处理机组和两台排风风机连续运行，以维持放射性厂房内的合适温度。放射性废物厂房通过送风风机入口阀的送风流量用压差控制器自动控

制，以维持厂房相对于室外的负压。送风处理机组的温度由独立的加热和冷却控制器控制。对送风处理机组过滤器两端的压差进行监测，当其超过设定值时启动独立的报警信号表明需要更换过滤器。为了更换受影响的送风机组上的过滤器，送风和排风风机停运并通过隔离阀将其从公共管道隔离开来。在过滤器更换期间，送风和排风系统以50%的能力运行。

4.6.3.4.6 物理保健和热机修车间HVAC系统

物理保健和热机修车间HVAC系统（VHS）服务于附属厂房保健物理区、控制区出入口以及热机修车间。

（1）系统功能

VHS没有安全相关的功能，其执行的非安全相关功能主要包括：

－ 提供经调节的空气至所有工作区域，维持工作区的设备和工作人员可接受的温度和相对湿度；

－ 确保空气从清洁区向潜在污染区流动，最大限度地限制气载污染物的扩散；

－ 为位于热机修车间中的去污室、手套箱、焊接小室和车床工具提供局部排风；

－ 通过放射性监测系统为所有排放的空气在释放至大气前提供放射性监测；

－ 维持控制出入口和热机修车间相对于室外为轻微负压，防止放射性污染物未经监测的释放。

（2）系统描述

VHS 是一个直流式通风系统，包括送风和排风两个子系统。两个系统联合运行，以满足维持服务区的温度和控制空气的流道及区域负压的功能要求。

送风子系统包括两台100%容量的送风空气处理机组，空气分配系统管路，自动控制和调节。机组取风100%来自与室外相通的进风小室。

排风系统由两台 100%容量的排风机、排风管网以及自动控制系统组成。排风机风量超过送风量大约 10%，保证保健物理区和热机修车间保持微负压。另外，单独设置的排风机和过滤器为热机修车间内机床排风。

排风机排入通往电厂烟囱公用排风管。公用排风管上安装有放射性监测仪表。仪表接入 RMS 系统，出现高放射性时记录并向主控室报警。

（3）系统运行

电厂正常运行期间，两台送风空气处理机组和两台排风风机连续运行，以维持放射性厂房内的合适温度。放射性废物厂房通过送风风机入口阀的送风流量用压差控制器自动控制，以维持厂房相对于室外的负压。送风处理机组的温度由独立的加热和冷却控制器控制。对送风处理机组过滤器两端的压差进行监测，当其超过设定值时启动独立的报警信号表明

需要更换过滤器。为了更换受影响的送风机组上的过滤器，送风和排风风机停运并通过隔离阀将其从公共管道隔离开来。在过滤器更换期间，送风和排风系统以 50%的能力运行。

在电厂正常工况下，一台送风机组和相应的排风机连续运行保证区域内负压状态以及室内温度条件。通过每个空气处理机组送风温度通过位于保健物理区的温度传感器以及独立温度控制器控制。对送风过滤器的压降进行监测和报警，当压降达到预先设定的数值时更换过滤器。为了更换正在运行的送风系统过滤器，该送风系统及相应排风机停运，并通过隔离阀与系统管路隔离。在过滤器更换期间，备用送风系统和排风机启动，满负荷运行。

4.6.3.5 气载放射性流出物的排放源项

4.6.4 固体放射性废物系统及源项

固体放射性废物系统（WSS）用于收集和暂存正常运行以及预期运行事件产生的放射性废树脂、深床过滤器过滤介质、活性炭、废过滤器滤芯、放射性干废物和混合废物。这些废物先收集暂存在辅助厂房和废物厂房内，后送往厂址废物处理设施（SRTF）进一步处理和中间贮存。本系统布置在辅助厂房和放射性废物厂房内。

电厂二回路产生的放射性废物在 SRTF 内处理。本系统不处理放射性较高的大型废物（如堆芯部件）。

4.6.4.1 设计基准

4.6.4.1.1 安全设计基准

WSS 不执行与电厂安全停堆有关的功能。本系统失效不会影响任何安全相关的系统或设备，因此无安全设计基准。

4.6.4.1.2 运行设计基准

WSS 为预处理废物和打包废物在现场提供中间贮存。系统主要设备的设计寿命为 60 年，并具有可靠性高、维护费用低和对运行和维护人员辐射照射最小化的特点。本系统具有足够的废物临时贮存空间，所以电厂维护、检修或更换 WSS 设备都不会影响电厂的正常运行。

核岛放射性废物厂房仅用于废物送往 SRTF 包装贮存前的临时收集贮存。

4.6.4.1.3 功能设计基准

WSS 设计满足如下要求：

- 输送和贮存来自液体放射性废物系统（WLS）、化学和容积控制系统（CVS）和乏燃料池冷却系统（SFS）的废树脂和活性炭介质；
- 提供混合、取样、输送废树脂和过滤器滤芯的手段；
- 更换、输送、取样和收集液体处理系统的过滤器滤芯时，降低对人员的放射性辐

照和污染扩散；

- 收集电厂供暖、通风和空调系统（HVAC）的废过滤器；
- 根据放射性水平对固体废物进行分类和临时贮存；
- 收集含有害物质的放射性废物；
- 分类收集放射性控制区（RCA）产生的清洁废物；
- 在包装废物送往厂址废物处理设施前（运输设备由厂址废物处理设施提供）可提供至少 6 个月的贮存时间；
- 为设置在辅助厂房有轨车辆平台和废物厂房移动系统设施区域内的移动处理系统提供场地和辅助服务；
- 将废树脂槽内废液送回 WLS 进行再处理后，监测排放；
- 提供核岛与厂址废物处理设施之间的接口。

预期的放射性废物产生量计算依据如下：

- 每个换料周期处理和更换所有离子交换树脂床的树脂；
- 每个换料周期更换放射性气体废物处理系统（WGS）活性炭保护床内的活性炭；
- 每十年更换 WGS 活性炭延迟床内的活性炭；
- 每个换料周期更换全部液体过滤器的滤芯；
- 使用电厂历史运行数据预期可压实废物、不可压实废物、化学废物和混合废物流量；

放射性废物最大产生量的计算依据如下：

- 处理的离子交换树脂床在 0.25%燃料包壳破损率下运行；
- 每个换料周期更换两次 WGS 活性炭保护床内的活性炭；
- 每五年更换 WGS 活性炭延迟床内的活性炭；
- 所有更换的湿过滤器在 0.25%燃料包壳破损率下运行；
- 预期可压实废物、不可压实废物、化学废物和混合废物量增加 50%；
- 一回路向二回路系统泄漏需更换受污染的凝结水精处理系统和排污系统的树脂和膜。

根据 GB18871-2002 的要求，放射性废物的收集和贮存考虑适当的辐射防护措施，使电厂运行和维修人员所受得职业照射合理可行尽量低。据此原则，WSS 系统设计采用远控和半远控运行，树脂输送管线自动冲洗和对装有放射性物质的设备、管道和容器进行屏蔽。严格控制通往废物贮存区的通道。通过设置适当障碍物，如：贮存桶采用厚重的屏蔽盖，闸门采用加锁或插卡开启等，最大程度减少由于疏忽导致人员受到额外的照射。

4.6.4.2 系统组成

WSS 系统由位于辅助厂房部分和放射性废物厂房部分组成。在辅助厂房设有废树脂和深床过滤介质收集和暂存设备，主要包括两个废树贮槽、一台树脂混合泵和一台树脂输送泵，用于收集和贮存来自液体放射性废物系统（WLS）、化学和容积控制系统（CVS）和乏燃料池冷却系统（SFS）的废树脂和深床过滤器介质，提供混合、取样、输送废树脂和深床过滤器介质的手段。在核岛辅助厂房轨道车运输间设有与废树脂屏蔽运输槽车的接口，将废树脂和深床过滤介质送到 SRTF 处理。WSS 系统在辅助厂房还设有废过滤器芯更换转运容器和废过滤器芯贮存竖井，用于拆卸、转运和暂存 CVS、SFS、WLS 和 WSS 系统的废过滤器芯；在轨道车运输间用废过滤器芯更换转运容器将过滤器芯装入外套屏蔽容器内装对中装置的 200L 钢桶中，封盖后送到 SRTF 处理。

WSS 系统在放射性废物厂房中的部分用于对核岛放射性控制区内产生的放射性干废物、废通风过滤器芯和混合废物进行收集和贮存，定期送到 SRTF 进行处理和暂存，没有专门的工艺设备。

WSS 系统的工艺流程见图 4.6-5。

（1）废树脂贮槽

废树脂贮槽（WSS-MV-01A/B）为废树脂和过滤介质处理前的衰变提供相应的贮存容量。贮槽具有混合树脂的功能，这是通过每个贮槽内的混合喷射装置实现的。此外贮槽还具备树脂脱水和完全排空能力。超声波液位传感器和脱水滤网的布置方式便于遥控操作。排气和溢流连接管道装有滤网以防止废树脂排出。

（2）树脂混合泵

树脂混合泵（WSS-MP-02）提供原动力使废树脂贮槽内的树脂流态化并混合、在废树脂贮槽之间输送水、将废树脂贮槽过多的水排到 WLS 和冲洗树脂输送管道。

（3）碎树脂过滤器

碎树脂过滤器（WSS-MV-03）通过过滤用于管道冲洗的水或从废树脂箱排放到 WLS 的水，使放射性水平较高的树脂颗粒扩散的范围最小和沉淀的杂质颗粒最少。

（4）树脂输送泵

树脂输送泵（WSS-MP-01）为以下三种操作提供原动力：在单个废树脂贮槽内进行循环流动以便于混合和采样；在两个废树脂贮槽内输送树脂；混合高、低放射性的树脂以达到适合于处置的放射性水平。树脂输送泵还用于输送废树脂至装料站的废物容器或将废树脂输入位于辅助厂房轨道车台架上的相应装运容器内。

（5）树脂取样装置

树脂取样装置（WSS-MS-01）在废树脂循环流动期间或者在废树脂的废物容器装料操作期间收集有代表性的废树脂样品。该装置还为取样瓶的运输提供轻便的屏蔽容器。

（6）过滤器芯更换转运容器

过滤器芯更换转运容器允许远距离更换过滤器芯，输送过滤器芯到辅助厂房内的贮存区域、传送过滤器芯进出过滤器贮存区域和将过滤器芯装入输送容器。转运过程中保证液体不向外滴漏。

4.6.4.3 系统运行

4.6.4.3.1 废树脂操作

使用除盐水将废树脂从各种离子交换器转移至废树脂贮槽内。除盐水流由除盐水输送泵提供。在输送操作之前需要验证两个条件：一是选定的接受废树脂的废树脂贮槽具有足够的容量且已准备就绪，二是树脂混合泵也准备就绪以便将过多的输送水经过碎树脂过滤器排到WLS。在输送操作期间按要求监测贮槽液位，若有必要起动树脂混合泵以限制贮槽的水位。在树脂床输运期间废树脂贮槽内水位保持在料位以上。当输送管道已充满树脂时操作员停止操作。树脂输送完以后，起动树脂混合泵以便将水位降到料位以下。料位可以通过超声波表面探测器确定。

操作过程中的任意时刻均可起动树脂混合泵按树脂混合模式对废树脂进行搅拌和混合。在混合模式中废树脂贮槽中的水经滤网抽出并由贮槽混合喷射器返回。树脂混合模式建立起来以后按环流模式启动树脂输送泵。从废树脂贮槽汲出树脂悬浮液并返回该贮槽。在环流或容器装料模式期间通过操作取样装置可以得到有代表性的树脂样品。

开启废树脂屏蔽运输槽车装填阀以便开始装料操作。启动树脂脱水泵对贮槽的树脂脱水。该树脂脱水泵将水排到环流管线。该水又流回废树脂贮槽，由此保持系统内水的总装量并在系统内保留所有的树脂细粒或沉淀的杂质。当料位接近容器的顶部时，装料阀关闭并终止该容器的装料操作。过高的水位或料位都将自动关闭装填阀。

装料操作完成后，手动启动管道冲洗程序控制器，以便自动控制泵和阀使冲洗树脂输送管道的水流回废树脂贮槽。该容器装料阀开启一个短的时间段以便将剩下的树脂用水冲到废树脂贮槽。脱水泵间歇起动一直到通过该泵出口压力显示器和（或）由泵产生的音响信号探测出没有进一步的脱水流动。

4.6.4.3.2 废过滤器芯处理操作

废过滤器芯主要来自于CVS、SFS和通风系统过滤排气装置。

（1）CVS、SFS更换下的废过滤器芯

CVS和SFS更换下的废过滤器芯具有较高的放射性，需装入过滤器芯更换转运容器运

输。更换过滤器芯前排干过滤器内的水，远距离开启过滤器的封盖，将更换转运容器吊起来定位在过滤器槽内的废过滤器芯正上方的入口上，遥控降低转运容器内的抓钩将滤芯提入转运容器内。随后将转运容器放在小车上的底部屏蔽盖上，封上转运容器的底盖，随后转运容器被传送到辅助厂房轨道车运输间。废过滤器芯的剂量率由一个长的探测器测量。

在轨道车运输间，废过滤器芯可以直接装入200L钢桶用屏蔽运输容器内运往SRTF处理；废过滤器芯也可以将被转移到废过滤器芯贮存管中贮存一段时间。贮存管共有9个，用起重机将屏蔽转运容器吊起并转移到某个临时贮存管上方，随后移开屏蔽转运容器的底盖，将废过滤器芯装入该贮存管内。移开屏蔽转运容器后再用起重机盖上贮存管的防护塞。贮存期间过滤器排出的所有水都收集在该贮存管子里，随后作为地面疏水并进入WLS中。当样品分析完成并确定了封装要求时，再使用更换转运容器取回废过滤器芯放入屏蔽运输容器内运往SRTF处理。

塑料覆盖层被移开并运用长杆工具经由屏蔽运输容器入口按要求对容器进行封盖、表面污染检查和去污。

对于表面剂量率小于15μSv/h的过滤器可以通过运用延伸的棒状工具从过滤器槽防护层外侧更换。废过滤器芯同样需要采用200L钢桶输送。

在核岛的放射性废物厂房中，低的和中等放射性活度的过滤器芯子临时暂存在低水平废物容器内。这些容器贮存在累积室内的屏蔽桶中，放射性废物厂房升降机用于实现这一操作。如有必要对桶进行污染检查和去污，然后称重，堆叠在平板架上并存放在封装的废物贮存场所内。当废物处置容器的累积数量积累到一定水平时，用剪式升降设备将低放屏蔽转运容器装入封闭货车或平板拖车内，然后装运至SRTF内。若放射性水平过高，则装入有屏蔽的运输箱内加以运输。

（2）通风系统更换的废过滤器芯

通风系统排气过滤装置更换下的废过滤器芯的放射性则较低，它们被装入袋内并被转运到放射性废物厂房临时贮存、衰变，若衰变后达到GB27742-2011《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》规定的清洁解控水平，经监管部门批准，可作为非放废物处理。

4.6.4.3.3 干废物处理操作

通过测定干废物的接触剂量率对它们进行分离以确定合适的处理方法。用于最初废物分离的接触剂量率如下：

- 低放小于50μSv/h
- 中放大于或等于50μSv/h且不发热

（1）来自于放射性控制区表面污染区域的废物

来自于放射性控制区表面污染区域的废物被装入袋或容器内并标记它们的来源地、放射性水平、废物类型和目的地。这些装满废物的袋或容器被运到放射性废物厂房并分别存放在低放和中放贮存区。

（a）低放

低放的干放射性废物内通常混有大量的非放射性物质。对这些混合废物通过可移动的放射性监测装置检测后分类处理，以便分开非放射性物品供重复使用或就地处置。剩下的放射性废物通常根据情况进行压实或直接封装后处理。

（b）中放

中放废物在SRTF内分拣，将可复用的物品（如防护罩（套）之类）、工具、危险废物以及大型的不可压实物品分开。剩余的废物在SRTF内正常打包。

（2）在放射性控制区的表面污染区域外产生的废物

在放射性控制区的表面污染区域以外产生的其他放射性废物收集在袋子或容器内并运送到放射性废物厂房内临时贮存场所。通常这些废物通过可移动的放射性监测装置验证它们是否为非放射性废物。

4.6.4.3.4 混合型废物处理操作

放射性控制区产生的混合型废物收集在相应的容器内并运送到放射性废物厂房，在那里为固体和液体混合型废物提供了分开的容器平板架和贮存桶。随后混合型废物发送到SRTF 内。

4.6.5 厂址废物处理设施

厂址废物处理设施（SRTF）是一个全厂（六机组）共用的放射性废物处理设施，位于核岛BOP区域，SRTF作为核岛三废处理系统的补充，提供完整、适宜的手段来处理核岛产生但无法直接处理的各类废物。

SRTF的设计以AP1000机组产生的废物为（上游工艺）输入源项，拟采用国际上成熟的处理工艺，结合国内制造、生产能力进行设计。根据该设施执行的功能，可划分为：废物处理区、洗衣房、废物暂存库三个区域。废物处理区厂房为钢筋混凝土构筑物，并考虑加厚钢筋混凝土墙和楼板以满足屏蔽要求。洗衣房为框架结构。废物暂存库为排架结构，内设用房均与主体排架结构相互独立。废物处理后均采用统一包装容器（200L钢桶）进行包装，并送往设施内的废物暂存库进行暂存。

4.6.5.1 设计基准

SRTF不执行安全相关功能，但其放射性排放应符合对应的法规要求。其设计时考虑

了如下的设计基准：

- 六台机组采用错峰停堆换料方式，厂址同时有两个机组换料大修，四个机组正常运行，换料周期为18个月；
- 厂址废物处理设施（SRTF）能够处理6台机组产生的废物，各类废物都通过屏蔽转运容器和专用车辆转运至厂址废物处理设施；
- SRTF的工艺设计充分贯彻“废物最小化”的理念，辐射防护设计遵循合理可行尽量低（ALARA）的原则；
- 各类废物流通过对应的处理工艺，最终以200L钢桶的包装形式在废物暂存库内进行中间贮存，暂存期间不另设屏蔽包装；在运往最终处置场前，装有废树脂桶饼和化学废液盐饼的200L钢桶装入混凝土HIC；SRTF形成的最终废物包装体能满足低、中水平放射性固体废物包装安全标准；
- 废物暂存库按照暂存6台机组5年产生的中、低放废物总量设计。废物暂存库内中、低放废物分区贮存；低放废物桶按4层竖直码放，中放废物桶按4层竖直码放，中放固体废物暂存区域采用混凝土竖井。
- 活度较低具有清洁解控潜在可能的废物（如通风过滤器芯等）将送往SRTF废物暂存库的专门区域进行贮存衰变。若衰变后达到GB27742-2011《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》规定的清洁解控水平，经监管部门批准，可作为非放废物处理；
- SRTF提供核岛0.25%燃料元件包壳破损率（异常工况）下产生的放射性废物补充处理的能力；
- 洗衣房的处理容量依据换料大修期间员工1000人/机组*天，正常运行时员工100人/机组*天的基准来设计；
- SRTF内产生的所有二次废物均在SRTF内完成处理，无需再回到核岛或其它设施进行再处理。SRTF处理合格的废液将通过SRTF排放总管监测排放，并汇入全厂指定排放区域。
- 根据第4.5.4.1节中WSS系统的原生废物产生量数据，并考虑SRTF和去污与热检修。

4.6.5.2 总体描述

来自核岛的各类废物流通过屏蔽转运容器和专用车辆送往厂址废物处理设施（SRTF）。废树脂用废树脂屏蔽运输车运到SRTF。废过滤器芯用废过滤器芯屏蔽转运容器从核岛辅助厂房转运到SRTF；其余固体废物都先从核岛各区域集中至放射性废物厂房临时暂存，随后从放射性废物厂房转送到SRTF。

SRTF主要包括三个工作区域，即：废物处理区、洗衣房、废物暂存库，另外还有公共服务设施，如送、排风机房，供电以及卫生出入口等。

SRTF废物处理区的主工艺系统包括化学废液处理系统（CTS）、移动式设备处理系统（MBS）、过滤器芯处理系统（FCS）、废树脂处理系统（RES）和通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS），这些系统用于处理放射性废物；辅助工艺系统包括放射性废液收集系统（AWS）、放射性疏水排放系统（ARS1）和放化实验室（LBS）。

洗衣房和可降解工作服处理区按6台机组共用需求一次性规划，包括洗衣房（LAS）和可降解工作服处理和可降解工作服处理系统（LCS）。设备则按照各机组建成后的需求投入使用。用以处理来自6台机组产生的所有工作服与工作鞋。

废物暂存库（DSS）用于暂存经SRTF废物处理厂房处理后的中、低放固体废物包（不包括厂外运输用外包装）。SRTF形成的最终废物包装体能满足低、中水平放射性固体废物包装安全标准。

4.6.5.3 废物处理工艺描述

4.6.5.3.1 过滤器芯处理系统（FCS）

（1）系统功能

过滤器芯处理系统（FCS）通过水泥直接灌浆固定的工艺来处理核岛内（化学和容积控制系统、乏燃料冷却系统、放射性液体废物处理系统等）产生的废过滤器芯。

（2）系统描述

载有屏蔽转运容器的拖车在核岛辅助厂房卡车区接收来自核岛的装有废过滤器芯的200L钢桶，随后运送至SRTF。

在SRTF指定区域，由SRTF专用抓具将200L钢桶从屏蔽转运容器内吊出。装有废过滤器芯的钢桶经辊道送往水泥灌浆区进行灌浆固定。灌浆固定完成的200L钢桶经短期养护后，送至剂量检测间进行桶体剂量监测，最终送往废物暂存库存放。

过滤器芯处理系统（FCS）的工艺流程归纳如下：

装有过滤器芯的钢桶→灌浆→检测→中间贮存

过滤器芯处理系统（FCS）的处理能力为：每小时至少处理1个200L桶。屏蔽转运容器单次装载1个过滤器芯。SRTF吊车的起吊能力约为1吨。

4.6.5.3.2 通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS）

（1）系统功能

通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS）通过预处理（如：切割/分拣/预压）、超级压实、灌浆等处理工艺来处理核岛与SRTF的暖通系统产生的通风过滤器芯和其它来源产生

的干废物。

（2）系统描述

核岛内产生的通风过滤器芯/干废物由转运卡车运送至SRTF。根据废物的不同类型和规格，分别进行预处理。

干废物

干废物在分拣台分拣后，分为浸湿的可压实干废物（如湿抹布等）、可压实干废物和不可压实干废物。浸湿的可压实干废物装入160L桶，可压实干废物装入160L桶，不可压实废物装入200L桶。

分拣台主要由分拣箱、辊道、传送带、预压机、160L/200L桶装料工位、液压装置等组成。分拣台同时具备8个160L桶（1个装浸湿的可压实干废物，另外7个装可压实干废物）和1个200L桶装填（不可压实废物）的能力。

其中，160L桶内的浸湿可压实干废物先送往4桶干燥器烘干，再作为可压实干废物处理；160L桶内的可压实废物经预压实处理后，送往超级压实机进行超压处理，最后灌浆固定；200L桶内的不可压实废物直接送至水泥灌浆固定。

4桶干燥器采用热空气加热模式，去除干废物中的水分。4桶干燥器的干燥速率最大可达6L/h，干燥过程至少持续一天。加热烘干时产生的湿气，将由排风扇送往冷却回路冷凝。冷凝过程中产生的不凝气体通过真空泵排往HEPA过滤机组。冷凝液的放射性水平较低，排往指定的冷凝液箱。冷凝液箱的冷凝液最终将送往SRTF放射性疏水排放系统（ARS1）的监测箱。

4桶干燥器是浸湿干废物预处理手段，它将去除浸湿的可压实干废物中的残留水分，为超级压实工序作好准备。

通风过滤器芯

核岛与SRTF的暖通系统产生的通风过滤器芯分两种途径处理。

仅受轻微放射性污染的通风过滤器芯运往废物暂存库的专门区域贮存衰变，等待清洁解控。

放射性较高的通风过滤器芯运往SRTF的过滤器芯挤压和预压装置进行处理。

通风过滤器芯通过过滤器芯挤压和预压装置进行预处理，无需分拣与切割。该装置主要由（水平/垂直）挤压装置、固定装置、预压实机、装载辊道和液压装置构成。通常，2个通风过滤器芯装于1个160L钢桶内，随后再送往超级压实机进行超压处理。

可压实干废物和废通风过滤器芯经超压形成的超压饼通过测高、测重、测剂量率，在指定区域集中存放，并通过优化组合的方式装入200L桶。装有超压饼和可压实干废物的

200L桶进行水泥灌浆固定。固定后的废物包装体（200L桶）经短期养护，送至剂量检测间进行表面剂量率、表面污染和核素活度检测，最终送往废物暂存库存放。

干废物和通风过滤器芯处理的工艺流程

通风过滤器芯处理的工艺流程归纳如下：

- 通风过滤器芯（放射性较低）→暂存待豁免
- 通风过滤器芯（放射性较高）→挤压机和预压装置→装桶（160L桶）→超压→装桶（200L桶）→灌浆→检测→中间贮存

干废物处理的工艺流程归纳如下：

- 干废物→切割（必要时）→分拣（分类装桶：可压实干废物、不可压实干废物）
- 可压实干废物（160L桶）→4桶干燥器（必要时）→初级压实→超压→包装（200L桶）→灌浆→检测→中间贮存
- 不可压实干废物（200L桶）灌浆→检测→中间贮存

通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS）的处理能力取决于废物来源与种类。一般来讲，分拣完毕的不可压实废物直接送水泥灌浆固定。浸湿的可压实干废物将视废物内的水分含量来定义烘干时间。干燥器单批处理能力为4个160L的桶，其蒸发速率达到6L/h。

通风过滤器芯的减容因子约为3.3（每个200L桶装6个压实后的通风过滤器芯），可压实干废物与不可压实废物的减容因子分别为4.5与0.75。

4.6.5.3.3 废树脂处理系统（RES）

（1）系统功能

废树脂处理系统（RES）采用热态超级压实的减容处理工艺。废树脂通过接收、脱水、烘干、装桶（160L）完成预处理工序。随后，装满烘干废树脂的160L包装桶送往减容主要工序，即超级压实机进行超压处理。超压饼经优化组合后装入200L包装桶灌浆固定。

（2）系统描述

首先，核岛产生的废树脂由屏蔽转运容器送往SRTF的废树脂缓冲罐内。屏蔽转运容器由一个奥氏体不锈钢的内箱体及一个碳钢加铅屏蔽的外箱体构成。屏蔽转运容器顶部的无泄漏装填头设有配对阀门，用以装填和排空屏蔽转运容器，确保了转运过程的安全可靠。屏蔽转运容器的铅屏蔽、保护框架和真空泄露探测系统等设计保证了转运过程中容器内的液体不向环境泄漏。

在SRTF废树脂缓冲罐内的废树脂通过转运泵送往废树脂计量罐（废树脂计量罐的容积约为600L），经计量后，由废树脂计量罐送至锥形干燥器。废树脂在锥形干燥器中完成除水后，定量加入（粉末状）添加剂，该添加剂有助于加强传热并在超压过程中充填颗粒

状树脂间的微小缝隙，减少超压后压实饼回弹。锥形干燥器的夹套通过热油机组的热油加热，通过热油机组循环，锥形干燥器温度最高升至160℃。锥形干燥器通过热油加热，外壳设有保温隔层，使夹套的外表面温度不超过40℃。运行真空泵产生-6至-30kPa的负压，使锥形干燥器内废树脂在一个较低的温度蒸发，提高蒸发速率。锥形干燥器内的搅拌装置（注：该搅拌装置允许拆卸检修）充分搅拌废树脂，使其形成均匀的高致密度的干燥产物。干燥完成之后，热态废树脂装桶（160L桶）加盖，并送往超级压实机进行超压处理。干燥过程中产生的蒸汽，先通过锥形干燥器顶部的可再清洗型过滤器来截留小颗粒物，然后送往冷凝器冷凝。冷凝过程中产生的不凝气体通过真空泵排往HEPA过滤机组。冷凝液的放射性水平较低，排往指定的冷凝液箱。冷凝液箱的冷凝液最终将送往SRTF放射性疏水排放系统（ARS1）的监测箱。

作为废树脂热态超级压实处理工艺中最主要的设备之一，锥形干燥器所具有的功能和特点将实现废树脂可控且有效烘干。锥形干燥器成套设备由锥形干燥器设备本体、定位站、监测设备和配件、添加剂计量装置、蒸汽收集和冷凝单元、加热单元构成。锥形干燥器设备本体的容量约为500L，工作压力约为-6至-30kPa，设备本体主要包括加热夹套、出口球阀、除沫装置和搅拌装置等。

锥形干燥器的设计考虑了温度限制、溢流保护等安全措施，均满足安全运行的要求。

另外，锥形干燥器还配备了若干手段/配件来满足废树脂处理的工艺需求，实现废树脂处理系统的稳定运行，如：窥视玻璃、CCTV摄像头与照明、真空破坏器、内部清洗除盐水接口、过滤器自清洁压空接口、检查孔等；

添加剂箱通过开袋装置给料。添加剂箱位于锥形干燥器上方。在废树脂完成除水流程后，通过添加剂箱准确计量，输送至锥形干燥器内（添加剂的量约为物料总重的22%~25%），并可通过遥控操作的方式优化调整添加剂的用量。开袋装置位于锥形干燥器旁边房间，利用真空抽取的方式，自动把添加剂输送至添加剂箱。为了防止操作人员和区域受到粉尘污染，开袋装置上方设置了过滤器和脱气扇，与室内排风系统相连。

蒸汽收集和冷凝单元包括：冷凝器、冷凝液箱、真空泵等。

加热单元由热油机组组成，向锥形干燥器提供足够的热油。该单元可自动调节温度，运行温度最大为180℃，运行压力最大为4bar（0.4MPa）。

废树脂经干燥装桶（160L桶）和加盖后，将由超级压实机进行超级压实。超级压实机为各系统共用，包括：装载/卸载装置、卸载辊道（含超压饼测高、测重、测表面剂量率装置）、超级压实机、液压单元、去污单元等部件。超级压实机压实力为2000t（20000kN），可根据废物种类不同，进行参数调整与设定。去污单元能够收集超压过程中产生的废液，

并送往化学废液处理系统进行下一步处理，有效地防止超压工位的污染扩散。

废树脂热态超级压实处理后形成的超压饼通过测高、测重、测剂量率，在指定区域集中存放，并通过优化组合的方式装桶（200L），送往固化和灌浆站进行水泥灌浆固定。

固化和灌浆站内共设有一套灌浆设备，灌浆设备为各系统共用，用于固定200L桶内的超压饼、废过滤器芯或者不可压实废物。固化和灌浆站位于SRTF所有工艺系统的末端，主要由混合装置、添加剂箱、计量槽、水泥料斗、水泥计量装置、桶就位提升装置、200L桶加盖装置等构成。在固化和灌浆操作工艺末期，或者最长达30分钟以后无灌浆操作，水泥搅拌装置必须进行清洁操作。

灌浆固定后的废物包装体（200L）将经过一个检测装置，检测装置为各系统共用，该装置用于测量废物桶的核素组成、表面剂量率、表面污染和重量，该装置包括旋转台、高纯锗γ谱仪、六组γ剂量率探头、桶体测重装置和表面沾污取样装置。六组γ剂量率探头用来测定桶表面剂量率，三组探头位于桶体边侧，一组位于底部，一组位于顶部，每组探头距桶表面0.1米，还有一组位于桶体表面1米距离处。

经过检测装置后，最终形成的废物包装体送往废物暂存库存放。160L桶和200L桶的测量信息送往SRTF跟踪系统。

废树脂处理系统（RES）的工艺流程归纳如下：

核岛废树脂→SRTF废树脂缓冲罐→锥形干燥器→装桶(160L桶)→超压→包装(200L桶)→灌浆→检测→中间贮存

废树脂处理系统（RES）的流程图参见图4.6-6。

废树脂处理系统（RES）使用锥形干燥器进行脱水干燥，干燥的温度约为160℃，每批次干燥的废树脂量能够装填在两个160L桶中。需注意的是，废树脂超压的吨位不宜过高，且须控制超压速率，以确保超压过程中包装钢桶的完整性。同时，在超压之后还要保压一定的时间，以防止压实饼的反弹。

4.6.5.3.4 化学废液处理系统（CTS）

（1）系统功能

化学废液处理系统（CTS）位于厂址废物处理设施（SRTF）内，通过蒸发、桶内干燥工艺处理来自核岛、去污及热检修车间及 SRTF 厂房内产生的化学废液。

（2）系统描述

核岛产生的化学废液由屏蔽转运容器运送至 SRTF 的化学废液缓冲罐内。SRTF 内产生的化学废液等均通过该缓冲罐进行收集后进行处理。

化学废液屏蔽转运容器由一个奥氏体不锈钢的内箱体和一个碳钢加铅屏蔽的外箱体

组成。屏蔽转运容器顶部区域设置的装料接口用以充填和排空屏蔽转运容器，确保了转运过程的安全可靠。屏蔽转运容器的特殊双层夹套式设计也保证转运过程中不发生放射性物质向外泄漏。

去污及热检修车间通过厂房间管沟中的管道输送至本系统的化学废液缓冲罐。

收集在 SRTF 化学废液缓冲罐内的化学废液，通过输送泵送往一套小型蒸发装置进行预处理。经过蒸发预处理，废液中的放射性核素大多浓集于蒸残液中，并随蒸残液去桶内干燥装置进一步干燥处理或固化处理。蒸发过程中产生的二次蒸汽经除沫处理去除夹带的雾沫，得到较干净的二次蒸汽冷凝液，经检测合格后送至 SRTF 洗衣房的监测排放槽监测排放。蒸发装置的蒸发速率约为 0.5t/h，去污系数为 10^3~10^4。能在无人监测的条件下安全、可靠连续运行。蒸残液经取样后，送往桶内干燥装置进行干燥处理。

蒸发后的蒸残液通过输送泵分批送往桶内干燥装置。桶内干燥装置内的干燥容器直接采用 160L 钢桶。该装置在略低于常压的条件下，使用加热空气的模式大大提高了这套工艺的处理能力。该装置经反复多次进料、干燥、再进料、再干燥后，形成盐块。桶内干燥装置的蒸发速率约为 4~6L/h，能连续运行。该设备设计简单，运行速率低，有自动控制和安全关闭的功能。设备设计还考虑了温度限制、溢流保护等安全措施。

桶内干燥装置主要由干燥室、空气加热回路和蒸汽冷凝回路组成，包括凝结水箱、真空单元（包括真空泵和相关管路）等。加热烘干时产生的蒸汽，将送往冷却回路冷凝。冷凝器中的不凝气体通过真空泵排往 HEPA 高效过滤装置过滤后排放。通常冷凝液的放射性水平较低，通过凝结水箱收集后送往 SRTF 洗衣房监测排放槽。

化学废液桶内干燥处理后形成的盐块送到超级压实机（RES-3000）进行加盖和压实（消除顶部空腔），压实后吊运至 200L 钢桶内，进行水泥灌浆固定。固定后的废物包装体（200L）经短期养护，送至剂量检测间进行核素和剂量检测后送往废物暂存库中间贮存。

化学废液处理系统的工艺流程归纳如下：

化学废液→SRTF 化学废液缓冲罐→蒸发装置→桶内干燥装置（160L 桶）→超压（仅压实容器上部的空隙）→包装（200L 桶）→灌浆→检测→中间贮存

化学废液处理系统（CTS）的流程图参见图 4.6-7。

化学废液处理系统（CTS）的处理能力取决于被干燥废液本身的特性与蒸发装置、桶内干燥装置的蒸发速率。本系统采用蒸发速率为 0.5t/h 的蒸发装置。桶内干燥装置中形成一个 160L 桶容量的化学废液盐块预计耗时约一周。干燥末期，冷凝水的增长率将出现拐点下滑，这也意味着干燥即将结束。桶内干燥装置单次干燥一个 160L 桶的化学废液，最高蒸发速率约为 6L/h。假设化学废液的固体含量为 1%，采用该工艺的减容因子约为 75。

4.6.5.3.5 移动式设备处理系统（MBS）

（1）系统功能

移动式设备处理系统（MBS）主要用于处理 0.25%燃料元件包壳破损率下的冷却剂类疏水等超出核岛液体放射性废物系统（WLS）处理能力的处理后排出水。移动式设备采用模块化设计理念，整套设备装载于一个 20 英尺的卡车车厢内，处理能力约为 $5m^3/h$。

移动式设备在核岛废物厂房接收废液，经移动式设备处理后的废液将送往废物厂房监测槽进行取样和监测排放。移动式设备浓集的浓缩液与其它二次废物均送往 SRTF 进行最终处理。

（2）系统描述

核岛废物厂房泊位区内设有预设的核岛 WLS 系统旁路接管。移动式设备可在任何一台机组的泊位区停留，通过该接管连接至核岛液体放射性废物系统（WLS）的流出液管，接收经 WLS 处理后排出的废液。经 MBS 处理后的流出液从泊位区的其他接管输送回废物厂房的监测槽监测排放。移动式设备在处理过程中产生的浓缩液则送至 SRTF 内的化学废液处理系统（CTS）进行处理。

移动式设备主体工艺成熟可靠，具有较高的安全性。移动式设备在处理过程中产生的浓缩液排往化学废液处理系统，不对外部环境造成影响。移动式设备主要包括如下设备：

- 活性炭吸附床（GAC）：该吸附床用于去除废水中大部分的悬浮固体，如树脂粉末、碎片、有机和腐蚀产物，并破坏废水中存在的残留氧化物；
- RO 预过滤器：去除细小颗粒物（1μm 以上），保护反渗透膜；
- RO 循环箱：它为下游的反渗透给水泵和膜供水，并且存储反渗透处理后产生的浓缩液；
- 硫酸添加箱（MBS-MT-1410）：用以降低工艺流 pH 值，使硼酸变为非离子物质，更容易通过 RO 膜；
- RO 循环过滤器（MBS-MV-1540）：作为 RO 预过滤器（MBS-MV-1510）的备用；
- RO 膜组件（MBS-MS-1560）：去除盐类、放射性核素，出水具有很低的导电性（<20μS/cm），不含有胶体和颗粒物质；
- 离子交换床：采用串联操作，用以去除水中的剩余离子杂质。

移动式设备处理系统（MBS）的主要技术指标如下：

- 处理能力为$5m^3/h$；
- 对活化产物的去污因子约为3.30E+03；
- 对Cs的去污因子约为1.44E+05；

- 对I的去污因子约为1.44E+05。

4.6.5.3.6 放射性疏水排放系统（ARS1）

（1）系统功能

本系统的功能是接受 SRTF 厂房内的废树脂处理系统（RES）、化学废液处理系统（CTS）、HVAC 过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统（HVS）运行中所产生的冷凝液以及来自放射性区域的地面疏水。废液收集在特下水槽内经取样分析合格后送至洗衣房内的监测排放槽监测排放，否则送往化学废液处理系统系统（CTS）的化学废液缓冲罐进行处理。

（2）系统描述

放射性疏水排放系统（ARS1）从废树脂处理系统（RES）、化学废液处理系统（CTS）、HVAC 过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统（HVS）的冷凝液箱，放射性区域的地面疏水管道接受废液，并收集在废液暂存间内 2 个特下水槽内，经取样分析合格后，将废液送至洗衣房内的监测排放槽监测排放。工艺流程参见图 4.6-8。

系统的主要设备为两个特下水槽和两台特下水泵，布置在 SRTF 厂房洗衣房-6.000m 的废液暂存间。废液暂存间设有地坑收集地面水然后送至特下水槽。

该系统一年的处理总量~100m^3。

4.6.5.3.7 放射性废液收集系统（AWS）

（1）系统功能

放射性废液收集系统（AWS）重力收集并储存来自 SRTF 废物处理区的设备放射性溢流废液以及设备疏水。通过收集管线把上述废液收集至-4.000m 层的地坑箱中，再通过地坑泵把废液从地坑箱打入至±0.000m 层的化学废液缓冲罐内进行处理。

（2）系统描述

SRTF 放射性废液收集废树脂处理系统和化学废液处理系统的设备放射性溢流废液、设备疏水以及地面排水。主要收集的设备废液来自：

- 废树脂处理系统输送水箱废树脂冲排水箱；
- 化学废液处理系统化学废液缓冲罐；
- 灌浆计量罐和固化计量罐；
- 灌浆站配料罐 A/B。

以上废液由各收集管网收集并送往地坑箱。地坑箱设有液位报警，当检测到高液位时，地坑泵自动启动，并将回收到的放射性废液重新送回化学废液处理系统（CTS）的化学废液缓冲罐中。地坑箱上设有排气管，连接至高效过滤器。流程参见图 4.6-9。

本系统主要收集来自废树脂处理系统和化学废液处理系统的设备放射性废液溢流、设备疏水以及地面排水。地坑回收箱有效容积为 $2m^3$。

4.6.5.4 洗衣房

（1）系统功能

洗衣房（LAS）位于厂址废物处理设施（SRTF）内，其功能是对核电厂在正常运行及大修期间放射性控制区工作人员穿用过的工作服、工作鞋进行检测、洗涤、脱水、烘干和暂存，检测合格后复用。

洗衣房系统产生的洗衣废水进入监测排放槽监测排放，检测不合格的废水送至 SRTF 内化学废液处理蒸发器进行处理，处理后产生的蒸馏液进入监测排放槽监测排放。

（2）系统描述

洗衣房处理工艺流程简图见图 4.6-10：

LAS 系统工艺处理过程包括：

——洗涤前的检测及处理；

——洗涤和脱水；

——烘干；

——烘干后的检测及处理；

——平整、折叠和分发；

——洗涤废水监测排放。

1）洗涤前的检测及处理

核电厂放射性控制区产生的脏衣物按外衣、内衣、鞋子、袜子、棉帽等进行分类收集，由 SRTF 脏衣物运输车转运至 SRTF 的洗衣房。

转运到 SRTF 放射性洗衣房的脏衣物可在脏衣物暂存间临时存放，或直接经衣物分拣检测仪分拣检测合格后送去洗涤。对经衣物分拣检测仪分拣出来不能满足洗涤要求的衣物，直接作为放射性废物压实处理。

2）脏衣物洗涤

LAS 系统一期设有 5 台 50kg 洗衣机（一期，1 台备用），用于对脏衣物、工作鞋进行洗涤。

洗衣机的操作程序根据衣物的种类和污染程度制定，正常情况下采用一洗两漂的操作程序。洗涤后的衣物在洗衣机和洗鞋机中完成脱水。洗涤和脱水过程中产生的洗涤液自流入洗衣房监测排放槽。

3）净衣物烘干

LAS 系统设有 3 台 50kg 干衣机，3 台 72 双烘鞋机（1 台备用）。用于对洗涤后的衣物进行烘干。

完成脱水处理后的衣物用手推车转运到烘干机和烘鞋机中进行烘干。

4）烘干后的检测及处理

烘干后的衣物逐件经衣物分拣检测仪检测。若洗涤后的衣物超标则重新进行二次洗涤。经再次洗涤后的衣物仍然超过规定值时，就将这些衣物作为放射性废物压实处理。

5）净衣物整理

烘干且经检测合格的衣物，用手推车转运到净衣物整理间，进行平整、折叠后，用手推车送至暂存间暂存或发放。

6）液态流出物监测排放

设有 3 台有效容积为 60m^3 的监测排放槽，用于对洗衣房产生的洗涤废水、SRTF 化学废液处理单元来的蒸馏液及可降解废物处理系统排水进行监测排放。各种排放废水收集在监测排放槽后进行取样分析，如果放射性活度浓度以及其他指标符合排放要求可通过专设管道进行排放，排放管道上设有一台放射性监测装置以便对排放中的流出液进行实时测量，如超标则自动关闭排放隔离阀。如经取样分析不合格，则将废水送至 SRTF 内的 CTS 系统进行处理。液态流出物放射性浓度（除氚和碳-14 以外）控制值为 1000Bq/L。

4.6.5.5 放化实验室

（1）功能

SRTF放化实验室（LBS）用于对来自SRTF厂房的主工艺系统和该厂房外的常规岛废水排放系统及放射性废油暂存库的的样品（包括排放前后的液体、废树脂、废物桶表面擦拭纸及放射性废油）进行实验室分析，主要的分析项目包括样品的总放射性活度、核素浓度、总β及pH值、化学耗氧量COD等化学和放化参数。

（2）厂房描述

放化实验室（LBS）位于 SRTF 厂房 5.000m 层，在 D～G 轴和 1～4 轴之间，按照辐射防护要求放化实验室位于控制区内。实验室由热制备间、冷制备间、放化测量间、放射源储存间及办公室（按 6 人考虑）组成，房间面积及尺寸和实验室工艺设备布置具体方案见图 4.6-11。

放化实验室各房间的主要配置和工作任务如下：

- 热制备间和冷制备间配置有边试验台、通风柜、冲淋式洗眼器、天平台以及 pH 计、化学耗氧量仪器、天平、电热板、马弗炉、玻璃器皿及化学试剂等实验仪器设施。实验室的主要任务分别是对来自上述工艺系统中放射性水平较高的样品和

低放射性样品进行制样和化学参数测量；

- 放化测量间配置有高纯锗γ谱仪、碘化钠γ谱仪、液闪计数仪和低本底αβ计数仪，其任务是对制样后的样品进行放化参数测量；
- 放射源储存间：用于储存定期标定和校准放射性测量仪器的标准源项；
- 办公室设备配置按6名化学分析人员考虑。

（3）附属设施

放化实验室的相关附属设施如下：

- 实验室通风系统应保证实验设施的应用和化学人员操作所需的环境；
- 实验室电源系统配置有不间断电源和正常交流电源；
- 实验室给水包括生活用水和除盐水两种；实验室排水接至SRTF低放废水收集系统；
- 实验室气体系统包括氮气、压空和氩—甲烷气体。

4.6.5.6 可降解工作服处理系统

（1）功能

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用可降解防护用品替代部分传统的防护用品。

可降解废物处理系统（LCS）的功能是将使用过的可降解防护用品进行处理，并对产生废水进行暂存、处理、取样分析，最终输送至SRTF洗衣房监测排放槽监测、排放。

（2）系统描述

对可降解防护用品处理采用湿式氧化处理技术，处理过程分为三大部分：溶解、过滤和热氧化。可降解废物处理系统流程简图见图4.6-12。

a）溶解

将用过的可降解防护用品放到处理器的溶解槽中，向溶解槽中注入加热超过110℃的热水，可降解防护用品开始溶解，溶解循环泵连续运转促使混合和溶解。待PVA材料完全溶解后加入定量的过氧化氢作为氧化剂，使溶解的PVA分解，溶解液转化为弱有机酸溶液（TPVA）。随后通过热交换器对溶液进行冷却，待冷却到合适的温度后，将溶液输送到暂存槽中，此时PVA的含量接近于零。任何不溶解的物件都留在溶解槽中，在下一次运行之前取出，作为固体废物进行处理。

b）过滤

溶解后的废液从暂存槽送到过滤处理单元进行2段机械过滤，每一段的过滤器会根据溶液中污物的直径分别进行过滤。过滤后的溶液送入热氧化处理单元进行处理。

c）热氧化

首先，空气加热到 600℃后吹入到热氧化装置中。处理后 PVA（TPVA）计量加入到热氧化装置。高温会破坏 TPVA 键，生成一氧化碳和二氧化碳。含有一氧化碳、二氧化碳和水蒸气的空气进入到催化处理室。在高温及催化剂（镀铂金属）条件下，一氧化碳转化成二氧化碳。最后，用冷却水系统将水蒸气进行冷凝。冷凝水进入废水接收槽，通过取样分析进行放射性浓度及常规指标检测，若满足排放控制值，则监测排放或复用；若不满足排放控制值，则进入缓冲罐重新过滤。不凝气体通过厂房通风系统排出。

电站正常运行时，每台机组每天进入控制区的人数为 100 人次；每天进入 SRTF 的人数为 30 人次。

电站换料检修时，一台机组每天进入控制区的人数为 1000 人次；每天进入 SRTF 的人数为 50 人次。

辽宁徐大堡核电厂规划建设 6 台机组，分期建设，一期建设两台机组，可降解废物处理系统（LCS）的最大负荷是考虑 2 台机组换料检修，4 台机组正常运行。

可降解废物处理系统（LCS）设置两台处理器，每台处理器的处理能力为 180kg/次，处理一批次废物的工作时间为 6 小时。

4.6.5.7 放射性固体废物暂存库

（1）系统功能

SRTF放射性废物暂存库（512）为厂址废物处理设施（SRTF）的一部分，用于暂存电厂6台机组在运行中产生经SRTF处理、整备后的低、中水平放射性固体废物，并作为蒸汽发生器排污系统（BDS）未受污染的废树脂、轻微污染的大尺寸废物、通风过滤器芯的临时贮存场所。暂存期满后，放射性废物包运往中、低放废物区域处置场进行处置，可解控废物作解控处理。废物暂存库可分为3个贮存区，分别用于存放低放废物、中放废物和待清洁解控废物。

SRTF放射性废物暂存库不执行安全相关功能，但在设计时需考虑防止放射性向环境释放，并使操作人员所受辐照剂量尽可能低。本厂房设有辐射屏蔽措施，可使运行人员所受辐照剂量控制在可接受的范围内。

（2）系统描述

SRTF 放射性废物暂存库按 6 台机组运行 5 年产生的废物量设计，SRTF 每年处理产生的低、中放射性 200L 废物桶数量为 1183 桶，（其中低放废物 659 桶，中放废物 524 桶），其设计贮存量满足 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 放射性废物暂存库的设计贮存容量为：

200L 中放桶装废物 2620 桶；200L 低放桶装废物 3300 桶；200L 可解控杂项废物 700

桶；可解控通风过滤器芯、大件废物贮存区面积 270m^2。

SRTF放射性废物暂存库分为准备区、贮存区和转运区三部分。

- 准备区

桶装废物进入废物暂存库贮存前，先对桶内废物的放射性核素及活度、表面剂量率和表面污染进行测量，并建立废物桶存放档案和废物登记卡，记载每个桶装废物的种类、规格、产生地点、产生日期、主要放射性核素及活度、存放日期和码放位置。

当放射性废物在SRTF废物处理厂房内经过相关工艺处理、水泥灌浆和上述检测记录后的200L桶装废物根据放射性水平，使用5t遥控吊车分别送入废物暂存库相应的低放暂存区或中放暂存区进行养护。水泥灌浆废物桶需经28天养护。经养护后的废物桶按照放射性水平，通过5t遥控吊车吊运至相应的废物贮存区贮存，并记录码放的位置，以便日后查找和转运。

- 贮存区

废物暂存库按6台机组5年产生的废物量设计，根据所贮存废物包特性的不同分为：低放废物贮存区、中放废物贮存区和待清洁解控废物贮存区。3个贮存区通过实体隔墙隔离。

低放废物贮存区用于存放低放桶装废物，废物桶按垂直码放 4 层。

中放废物贮存区用于存放中放桶装废物。中放废物桶置于由混凝土墙分隔的贮存单元内。每个贮存单元能够容纳 4 个垂直码放的 200L 金属桶，上方覆有防护盖板。此外在中放贮存区中间另预留一个备用贮存区，用于贮存可能出现的辐射剂量率比较高的废物桶，废物桶按 4 层码放，为减少屏蔽盖板厚度，下面 3 层码放较高放射性的中放废物桶，上面一层码放较低放射性中放废物桶。在中放贮存区两侧靠近通道处放置 3 列低放废物桶，以减少中放区废物对暂存库外环境的辐射影响，满足屏蔽计算的分区要求。

待清洁解控废物贮存区设有大尺寸废物贮存区、杂项废物贮存区和通风过滤器芯贮存区。大尺寸废物贮存区用于暂存有轻微放射性污染的大尺寸废物。杂项废物贮存区用于贮存未被放射性污染的蒸汽发生器排污系统（BDS）废树脂等其他杂项废物。通风过滤器芯贮存区用于暂存废通风过滤器芯。

为使操作人员受到的辐射照射尽可能小，废物桶所有的运输和堆码操作均由监视器系统监督下在吊车操作间进行远距离遥控操作。同时在吊车操作间设有铅玻璃窥视窗，可以观察废物桶吊装以及贮存情况。

- 转运区

通常经过最多不超过5 年暂存后，废物桶需要运至低中水平放射性固体废物区域处置场进行最终处置。待清洁解控废物根据检测结果或进行解控处理或送往SRTF废物处理区

处理。

运出暂存库的废物桶都需要进行放射性核素、表面剂量率和表面污染的监测。通过5t遥控吊车将200L废物桶从贮存区吊运至剂量检测间进行核素、表面剂量率和表面污染检测。对于废树脂热态超级压实处理和化学废液经干燥处理后产生的200L废物桶，在送处置场前需要装入混凝土HIC容器进行再次包装。通过5t遥控吊车将要再次包装的200L废物桶吊运至暂存库再包装区内的HIC容器内，进行灌浆和封盖后，吊运至HIC废物包临时贮存区进行养护。

对于表面剂量率超过相关运输规定的废物桶或HIC废物包运输到处置场，在运输时需要增加屏蔽。

（3）主要设备参数

a）遥控吊车

废物暂存库采用 1 台起重量为 5t 的桥式遥控吊车对废物桶进行暂存和转运。遥控吊车的起升机构采用伸缩套筒来增加废物桶吊运的稳定性，并依靠纵向标尺和横向标尺对起重机进行准确定位。吊车采用控制室远距离操控，吊装精度为±5mm，同时附带监视器观察操作过程。在发生故障后，吊车应能够移动到安全位置，便于人员接近维修点。遥控吊车为 AP1000 安全 E 级设备，材质为碳钢，采用非抗震设计，质保分组为 D 级。

b）HIC 灌浆设备

HIC（高整体容器）灌浆设备用于 HIC 容器的固定和封盖。根据既定的配方和工艺配制可流动的水泥浆混合物用于固定 HIC 容器内的废物桶和封盖。

HIC 灌浆系统主要由提升装置、进料单元、螺旋输送机、批次混合器和灌浆螺杆泵等及相关辅助设备组成。HIC 灌浆设备为 AP1000 安全 E 级设备，非抗震设计，质保分组为 D 级。

c）抓具

SRTF 200L 桶专用抓具 1 套，HIC 容器抓具 2 套。

4.6.5.8 采暖、通风及空调系统

4.6.5.8.1 系统功能

– SRTF 采暖及通风系统在电厂正常运行时控制 SRTF 厂房内的温度和相对湿度，为设备及人员提供合适的室内环境；

– SRTF 采暖及通风系统对整个建筑进行通风换气，根据不同的区域进行合理的气流组织，保证空气的流动方向是从清洁区向潜在污染区，最大限度地减少气载污染物的扩散；

– SRTF 采暖及通风系统对室内污染空气及放射性空气进行排放前的净化处理。

4.6.5.8.2 系统描述

（1）采暖系统

SRTF 厂房的采暖系统包括冬季组合式空调机组的送热风采暖及外区房间的值班采暖。采暖热水在热力入口处经分、集水器的接出管，分别引入至组合式空调机组的热水加热器及外区房间的散热器。采暖热源来自于厂区热网提供的 95/70℃热水。

（2）通风系统

SRTF 通风系统为由排风和送风系统组成的直流系统，这两个系统共同运行维持服务区域的温度，并使厂房对周围大气保持负压。根据各房间放射分区，划分为以下系统：

– 非控制区排风系统，包括卫生出入口冷更衣间的排风、中低压配电间的排风、空压机间的排风及空调机房的排风。补风由空调系统送入，补风量与排风量相同。

– 低放工作区（II 级）排风系统，包括洗衣机房排风、热更衣室排风、制冷机房排风；补风由空调系统送入，补风量为排风量的 90％。

– 低放工作区（III 级-IV 级）排风系统，包括废物暂存厂房及废物处理厂房的低放工作区排风。在排风机房 308 内设置两台 50％工作的离心风机，为废物暂存厂房的低放贮存区、维修区、检测间排风；在排风机房 318 内设置一台 100％工作的离心风机箱，为废物处理厂房的低放（III 级-IV 级）工作区及及可降解废物处理间排风。低放工作区（III 级-IV 级）排风均由风管集中至排风机房的过滤小室或空气净化装置，经初、高效两级过滤后，由离心风机排至室外。补风由空调系统送入，补风量为排风量的 80％。

– 中放工作区排风系统，包括废物暂存厂房及废物处理厂房的中放工作区排风，补风采用低放工作区的转送风。在排风机房 308 内设置一台 100％工作的离心风机，为废物暂存厂房的中放贮存区排风；在排风机房 318 内设置一台 100％工作的离心风机箱，为废物处理厂房的中放工作区排风。中放工作区的排风均由风管集中至排风机房的过滤小室或空气净化装置，经初、高效两级过滤后，由离心风机排至室外。

（3）空调系统

根据厂房功能，将空调系统划分为以下分系统：

– 洗衣房空调分系统，主要服务房间为一层洗衣机间、烘干间、可降解废物间等，由 1 台 100%容量的直流式空调机组送风，设于废物处理厂房二层的空调机房内。

– 卫生出入口空调分系统，主要服务房间为卫生出入口内的冷热更衣室、工作服回收室、集中控制室、设备间等，由 1 台 100%容量的直流式空调机组送风，设于废物处理厂房二层的空调机房内。

– 废物暂存厂房空调分系统，主要服务房间为废物暂存库内的贮存区、暂存区及其

辅助房间，由 1 台 100%容量的直流式空调机组送风，设于废物暂存厂房一层的空调机房内。

– 放化实验室及人员工作区空调分系统，主要服务房间为废物处理厂房内的放化实验室及杂项废物装卸区/存储间/分拣区等，由 1 台 100%容量的直流式空调机组送风，设于废物处理厂房二层的空调机房内。

– 废物处理厂房空调分系统，主要服务房间为废物处理厂房内没有人员长期停留的工艺房间，及排风机房、蓄电池室、走廊等，由 1 台 100%容量的直流式空调机组送风，设于废物处理厂房二层的空调机房内。

– 空调冷源来自于制冷机房的水冷冷水机组，机组在夏季提供 7/12℃的冷冻水。为水冷冷水机组配套服务的闭式冷却塔置于屋顶，冷冻水泵、冷却水泵及定压膨胀罐置于制冷机房内。

4.6.5.9 气载及液态放射性流出物排放源项

厂址废物处理设施（SRTF）厂房内的气载放射性流出物来自于超级压实机排气、干燥蒸发排气，这两种排气经超级压实经设备自带过滤器过滤后（过滤效率均为 99.9%），再经厂房通风系统的两级过滤（其中高效过滤器的过滤效率为 99.99%）后排放，这些多级的过滤设备可显著降低气载放射性流出物的排放。核电厂气载放射性流出物主要来自于主冷却剂脱气、主冷却剂泄漏入其他厂房闪蒸成气体等，厂址废物处理设施不处理未脱气的、具有主冷却剂性质的废液。综上分析，厂址废物处理设施的气载放射性流出物排放源项相比放射性废气系统排放、各厂房通风排放等可忽略。

厂址废物处理设施的液态放射性流出物主要由化学废液处理系统（CTS）和可降解工作服处理系统、洗衣房的排放废液组成。

CTS 的主要废液来源为核岛化学废液，一般这些废液在核岛贮存至少半年后转运到 SRTF 进行处理。处理前化学废液的总放射性比活度（除氚和 C-14 外）为 2.66E+09Bq/m^3，考虑化学废液处理系统的去污因子为 10^4，排放前的贮存衰变时间为 30 天，两台机组化学废液的年排放活度为 1.06E-02GBq/a。

两台机组的化学废液处理系统年废液处理量约为 42m^3，根据化学废液的年排放活度，估算其平均浓度为 252Bq/L，低于 1000Bq/L 的控制值。

根据秦山二期的运行经验反馈，洗衣房废水所监测的核素一般都低于探测下限。按保守考虑，洗衣房废水的浓度为 100Bq/L，两台机组的洗衣房废水（包括可降解工作服处理系统）的年废液排放量为 5052m^3，估算得到两台机组的年排放活度为 0.51GBq/a。

4.6.5.10 废物最小化

本工程的废物最小化主要通过源头控制、合理分类收集处理和采用改进的废物处理工艺来实现，废物最小化的设计目标是：在满足标准规范要求的同时，每年每台机组放射性废物包体积的设计值约为 224.3m^3，预期值约为 49.6 m^3。

1．源头控制

根据核电站的运行经验，影响废物产生量的主要因素包括：运行管理水平，相关设备的完好状态，放射性废物产生及消耗材料的使用。在严格的规章制度下，安全稳定运行的同时，AP1000 堆型采用可靠性高的设备，并且设备数量较传统压水堆核电站有大幅度的削减，能够有效减少设备的泄漏和维修，并且能降低耗材的使用。

本工程中，拟采用可降解工作服和一次性防护用品替代传统的棉质工作服及防护用品，不可替代的棉质工作服和工作鞋送至 SRTF 热洗衣房洗涤。预计可以将可压实杂项干废物的量减少至原来的 1/3。

本工程中，将大力推进放射性废物清洁解控工作，在 SRTF 中设置检测设备，将贮存衰变或去污后低于清洁解控限值的杂项废物、废油、通风过滤器芯、二回路废树脂、废弃设备等识别出来，不将其作为放射性废物处理。

2．合理分类

核电站运行和维修过程中所产生的废物严格分类收集、处理。对可复用一回路流体送回一回路重新使用。

固体废物系统处理的废物分为废树脂、废活性炭、废过滤器芯和其它杂项干废物。废树脂和废活性炭按放射性水平分类收集，并在废树脂槽中尽可能的衰变后进行处理；废过滤器芯按放射性水平分类收集后处理；杂项干废物送 SRTF 进行分拣、初压、超压水泥灌浆固定后装桶暂存。

3．采用改进的废物处理工艺

在 SRTF 内，对废树脂采用热态超级压实的方法处理；对化学废液采用蒸发、桶内干燥、超级压实和水泥固定的方法处理；对中等放射性水平的废过滤器芯采用水泥固定方法处理；不能解控的废通风过滤器芯进行压实和水泥固定；对可压实废物采用烘干、压实、水泥固定的方法处理；对不可压实废物采用水泥固定的方法处理。

本工程将通过严格的监督管理实现上游系统合理的操作，从源头减少放射性废物的产生量；对废物进行合理的分类，进一步减少固体废物系统的输入；在固体废物系统采用改进的废物处理工艺，对废物进行处理和整备。目标是在符合国家相关标准要求的同时，有效减少最终送往处置场处置的低、中水平放射性固体废物的体积，体现“可合理达到、尽量低”的优化原则。

4.6.6 放射性流出物监测系统

核电厂设置有气载和液态放射性流出物连续监测系统，定期整理监测数，并对数据进行分析，上报相关部门。

4.6.6.1 气载放射性流出物监测系统

徐大堡核电厂采用 AP1000 第三代核电技术，放射性废物厂房排风、附属厂房排风、保健物理和热检修车间排风、安全壳空气过滤排风、辅助厂房排风、燃料装卸区域排风以及气体放射性废物排风汇总到核岛烟囱后集中排放。汽轮机厂房通风通过常规岛通风排放管道进行排放。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。

核岛烟囱气载流出物排放监测包括下述几个方面。

（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放射性惰性气体监测和事故情况放射性惰性气体监测，其中事故情况使用一个中间量程和一个高量程两个探测器进行监测，这三个探测器的总量程要足够宽，能满足核电厂正常排放和事故排放要求，而且至少互相重迭一个量级。

（2）气溶胶和放射性碘取样和监测

烟囱气溶胶和放射性碘监测包括正常情况下连续监测和取样；事故情况下取样测量。

- 连续监测和取样：在正常情况下，对气溶胶和放射性碘连续监测，具有显示、记录打印和报警功能。与连续监测管路并行设置了一套气溶胶、碘取样装置，对烟囱气载流出物中的气溶胶及碘进行取样，每周的累积样品送实验室进行测量分析，测量结果用于计算气载放射性流出物的周排放量。
- 事故情况取样：当放射性气溶胶和碘的浓度超出正常量程范围时，取样流体进入事故情况气溶胶、碘取样和事故情况惰性气体监测回路，事故量程的气溶胶、碘样品送现场实验室进行测量分析。

（3）^{14}C 和 ^{3}H 定期取样和测量

烟囱中 ^{14}C 和 ^{3}H 监测为连续取样，样品定期送现场实验室进行测量分析，计算它们的排放量。

（4）惰性气体定期取样和测量

取样管路上还设置了气体取样口，定期进行惰性气体放射性浓度的分析，分析结果用于校正惰性气体活度连续监测仪。

辐射监测系统电厂烟囱排气中取样装置的设计和布置必须满足 ISO2889-2010 的要求，

以便获取代表性的样品。

烟囱气载流出物排放监测系统在管路设计中还考虑了一些特殊要求，以获取具有代表性的样品：

- 取样点位于烟囱内的一定高度处，确保取样气体已充分混合；
- 烟囱取样头的结构进行特殊设计，保证取得有代表性的气体流出物样品；
- 取样管道全部采用特殊的内抛光或特富龙涂层管；
- 合理选择取样管道的直径和流量，尽量减少取样管道的长度和弯头个数，取样头到气溶胶取样器之间避免使用阀门、扩大管、减压器等部件，必须使用的阀门选择直通型，以尽可能减少气溶胶和碘粒子在管路中的沉积。

常规岛通风排放管道气载流出物排放监测是通过对排放管道内放射性惰性气体的活度浓度测量进行的。

4.6.6.2 放射性液态流出物监测系统

放射性废液主要来自放射性废物厂房液体放射性废物系统、蒸汽发生器排污系统电除盐流出物和废液、汽轮机厂房废水系统排放以及汽轮机厂房厂用水系统排污，废液经处理后分别汇总到核岛液体放射性废物排放系统及常规岛废水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取样测量和排放时在线监测。液态放射性流出物排放前，将样品在现场实验室分析合格后才实施排放。样品分析测量项目有：总 α、总 β、^{90}Sr、^{137}Cs、总 γ 测量、γ 谱、^{14}C、^{3}H 等。在排放期间要用液体放射性活度监测仪对排放废液的体积活度进行连续监测，当放射性废液体积活度达到设定值时，监测仪发出报警，并发出连锁信号关闭排放阀门停止排放，以防止异常排放。

4.6.7 乏燃料贮存系统

反应堆换料时从堆芯卸出的乏燃料组件贮存在核辅助厂房的乏燃料贮存区的乏燃料贮存格架内，采用水下密集贮存方式。乏燃料贮存格架包括 5 个破损燃料组件贮存小室，乏燃料贮存格架位于乏燃料贮存水池内。乏燃料贮存水池为钢筋混凝土结构，贮存水池约 13m 深，水池壁为不锈钢钢覆面，正常工况下，水池中有含硼水，含硼水浓度为 2700ppm。池水由冷却和净化系统保持其水质条件。

乏燃料组件贮存在贮存格架的贮存单元内，贮存格架具有一定的设计贮存容量。乏燃料贮存格架共有 889 个贮存单元，贮存格架由 3 个 9×9 的 I 区格架，4 个 12×11 的 II 区格架，1 个 12×10(-7)的 II 区格架（含 5 个独立的破损燃料组件贮存小室）组成。

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》（2007 年 1 月 23

日）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（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 keff≤0.95）；

（2）乏燃料贮存格架的设计，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）必须提供贮存破损燃料组件的设施；

（5）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；

（6）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；

（7）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；

（8）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；

（9）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；

（10） 乏燃料贮存格架的设计，应使贮存水池中的冷却水能够在贮存格架内自由循环，以冷却贮存的乏燃料组件。

从堆芯卸出的乏燃料组件在核辅助厂房的专门检验区和专用的检查装置上经外观检查和破损检测后，运至贮存水池并插入贮存格架的贮存单元内贮存并冷却。

乏燃料贮存格架由奥氏体不锈钢制造。支承结构为贮存格架的骨架，贮存单元围板由三层方形截面复合套管构成，中间层为中子吸收材料，内、外两层包覆不锈钢，贮存单元的端口设有导向喇叭口，贮存单元用于垂直存放乏燃料组件。

乏燃料组件贮存在含硼水中，硼浓度为 2700ppm。乏燃料水池设有池水冷却和净化系统，以导出乏燃料组件的衰变热及保证水池水温、水质、水位及放射性物质水平在规定的范围内，并保证水池表面的辐射水平低于限值。

乏燃料水池设有水位、水温监测系统及水池检漏系统，可随时监测水池水位、水温及水池密封情况。

乏燃料贮存区还设有通风系统，及时抽走水池逸出的带放射性物质的湿热空气。

乏燃料贮存区内还设置有剂量监测点，保证操作人员的辐射安全。

4.7 化学物质排放

为满足辽宁徐大堡核电厂一期工程的运行要求，需对核电厂有关系统的水作某些化学处理，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、水处理装置的再生、达到水处理工艺效果、防止海生物的附着和繁殖、化学清洗等。

4.7.1 处理系统设计描述

辽宁徐大堡核电厂一期工程释放到环境中的化学物质主要产生于循环水系统和生产生活用水的海水淡化系统和除盐系统。另外还有废液处理系统和热洗衣机房排放的少量化学物质。

循环水处理系统对流经循环水系统和厂用水系统的海水作连续加氯处理，即加入次氯酸钠溶液，使循环水及厂用水中的次氯酸钠的浓度达到 1mg/L，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。

辽宁徐大堡核电厂一期工程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。

工业生活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。海水淡化反渗透装置每天排出总量约 13520m^3 的浓盐水。

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一级产水再经二级反渗透处理后分别供向除盐水生产系统和饮用水系统。除盐水生产系统再经过离子交换工艺供向厂区。

除盐水生产系统的树脂再生和废液中和会排放少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH。除盐水生产系统从二级淡水箱获取原水，原水经过阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器处理后进入除盐水箱。

4.7.2 废水来源

辽宁徐大堡核电厂一期工程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；
- 核电厂有关厂房的液体流出物及系统排污水处理；
- 废油处理；
- 核电厂洗衣房的排水；
- 生活污水。

4.8 生活废物

辽宁徐大堡核电厂一期工程产生的生活废物包括核电站非控制区产生的非放射性固体生活垃圾、生活污水。

非放射性固体生活垃圾按生活垃圾处理规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。

生活污水来自 1、2 号机组主厂区各个厂房、车间、实验室、办公楼等处卫生设备的非放射性生活污水、厂前区各办公楼、食堂、淋浴设施的生活污水以及临建区的生活污水。

核电厂生活污水经生活污水排放系统收集，经厂区生活污水管线输送到生活污水处理站进行处理。经生化系统处理后的出水 COD、BOD_5、氨氮等主要控制指标已基本满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求，为了进一步满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008），采用投加药剂、并经石英砂过滤器进行深度处理，进一步降低污水排放指标，同时进一步降低悬浮物（SS）、阴离子表面活性剂（LAS）、浊度、溶解性总固体等中水回用水质指标，使深度处理后的出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920 有关道路浇洒、冲厕、洗车及绿化等回用水标准进行回用。沉淀池中的污泥定期清运。多余中水就近排放至厂区雨水排放系统管道最终排至大海。

4.9 放射性物质运输

运进核电站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组件运输容器的设计、制造能满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）的要求。

运出核电站的放射性物质有两类，即乏燃料组件和放射性固体废物。

4.9.1 新燃料运输

4.9.1.1 燃料供应

辽宁徐大堡核电厂一期工程选用西屋公司设计的 AP1000 型燃料组件及其相关组件，燃料组件可由西屋公司或我国中核北方核燃料元件有限公司供应。

4.9.1.2 新燃料运输容器

AP1000 新燃料运输容器能够满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）的要求，在运输事故条件下，新燃料运输容器能够保证运输容器内燃料的完整性，且能够保证临界安全。

新燃料运输容器可以装入一组燃料组件或装入一个用于装载散装棒的容器。新燃料运输容器主要由外壳和内壳构成。外壳与内壳采用减振连接，能够有效地减小新燃料组件在运输过程所受到外力（如冲击和振动），使新燃料组件在运输过程中免受损伤。新燃料运输容器对新燃料组件起密封保护作用，防止运输过程中受外界物体碰撞等而造成损伤，还能够防水、防火等。空载质量为 1419kg，满载质量为 2313kg。

4.9.1.3 运输线路

由西屋公司供应的新燃料组件通过海运运至中转港口，清关后采用公路运输方式将新燃料组件运至徐大堡核电厂一期工程的核辅助厂房。由中核北方核燃料元件有限公司供应的新燃料组件，采用陆路运输方式将新燃料组件由北方核燃料元件有限公司运至徐大堡核电厂一期工程的核辅助厂房。

4.9.2 乏燃料运输

从核电站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、可燃毒物组件等，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。

虽然目前国内外尚无可用于 AP1000 乏燃料组件运输的原型容器，但在国内中核清原环境技术工程有限公司进口的 NAC-STC 乏燃料运输容器，其基本结构为不锈钢铅屏容器，每个运输容器可以装载 26 组乏燃料组件，该容器适用于陆路或水路运输。AP1000 乏燃料

组件运输容器可在此基础上研究新型乏燃料运输容器，增加容器筒体尺寸以适应 AP1000 乏燃料组件的高度等。

辽宁徐大堡核电厂一期工程的乏燃料组件在乏燃料贮存水池尚未贮满之前运出，运输量如下：按 18 个月换料，平均年更换 43 组燃料组件，2 台机组每年大约要卸出 86 组乏燃料组件。若采用 2 台大容量容器，每年运 2 次方案，则每年可运出 104 组乏燃料组件，完全能满足要求。

4.9.3 放射性固体废物运输

核电厂运行期间产生的化学废液、废树脂和废过滤器芯在核岛内暂存半年以上的时间，随后将由屏蔽转运容器送入厂址废物处理设施（SRTF）内进行处理。

厂址废物处理设施的废物暂存库分中放和低放废物贮存区。在中放废物贮存区的中央另辟出专门区域贮存可能出现的放射性偏高的废物桶。

对于其它杂项废物，如衣服、手套、鞋罩、塑料、设备零件等，集中收集后送放射性废物处理厂房进行分检和包装。然后由转运卡车送厂址废物处理设施，其中可压实废物进行超压打包。超压后的废物体装入废物桶内，经灌浆封盖后送到 SRTF 的废物暂存库贮存。不可压实废物则直接灌浆后送到 SRTF 的废物暂存库贮存。

放射性废物包在 SRTF 的废物暂存库存放一定年限后（不超过 5 年），运往低、中放固体废物区域处置场进行处置。

表 4-1-1 建、构筑物子项一览表

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
1	核岛及其附属设施					
1.1	10	核岛				由 11 子项和 12 子项组成
1.2	11	安全壳厂房	6140×2	1535×2	C-I、C-II	含钢制安全壳及其内部的结构
1.3	12	辅助厂房	8886×2	1478×2	C-I	含屏蔽厂房，属于 12 子项的 7 区和 8 区
1.4	13	核岛除盐水储存箱	-	95×2		
1.5	14	硼酸箱	-	66×2		
1.6	15	非能动安全壳冷却水辅助贮存箱	-	265×2		
1.7	16	凝结水箱	-	156×2		
1.8	40	附属厂房	8380×2	3985×2	C-II、NS	
1.9	50	放射性废物厂房	1220×2	1220×2		
1.10	60	柴油发电机厂房	610×2	-		
1.11	61	柴油机主储油罐	-	67×2		
2	常规岛、开关站及电缆沟道					
2.1	011	500kV 开关站 ※	2400	2400		
2.2	012	220kV 开关站 ※	576	1100		
2.3	0131	220kV 线路 ※	-	-		
2.4	0132	东辛庄 220kV 变电站扩建 ※	-	-		
2.5	014	网控楼 ※	1440	720		
2.6	015	变压器区域构筑物	-	3600×2		

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
2.7	20	汽机厂房	32000×2	7000×2		
2.8	21	汽机厂房第一跨	3600×2	600×2	C-II	
2.9	22	贮油箱	-	28		
2.10	034	事故放油池	-	-		
2.11	23	精处理除盐水储存箱	-	-		
2.12	24	凝结水精处理酸碱储存间	-	-		
2.13	042	220kV 电缆沟	-	-		
2.14	043	其它等级电缆沟	-	-		
2.15	044	500kV 高压电气廊道	-	-		
3	放射性核辅助厂房					
3.1	51	厂址废物处理设施 ※	12550	7100		
3.2	52	特种汽车库 ※	540	540		
3.3	53	去污和热检修车间	8300	3700		四台机组共用
3.4	54	放射性废油暂存库 ※	1200	1200		
4	化学品、气体及贮存					
4.1	031	化学品库 ※	-	-		
4.2	032	制氢站	500	500		包括低压氢气储存站。棚区 487m^2
4.3	033	低压氢气储存站	-	487		
4.4	036	高压氢气储存站	40×2	40×2		
4.5	037	气体贮存区	-	-		
5	生产辅助厂房					

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
5.1	05	保卫控制中心	780	780		四台机组共用
5.2	091/093	控制区出入口（含办证中心）	-	-		
5.3	092	保护区出入口	-	-		
5.4	096	厂区围栏	-	-		
5.5	097	武警岗楼	-	-		
5.6	244	空气压缩机房	810	810		
5.7	25	辅助锅炉房 ※	580	470		
5.8	26	柴油机驱动消防泵房	-	-		
5.9	27	消防水箱 A	-	-		
5.10	28	消防水箱 B	-	-		
5.11	31	海水淡化厂房（其中预处理厂房※）	9880	7790		
5.12	32	除盐水厂房	1280	1280		
5.13	34	海水淡化取水泵房	120	120		
5.14	38	非放生产废水处理厂房	1350	1350		
5.15	41	运行和维修技术支持大楼	6730	1880		
5.16	661	恒温恒湿库 ※	4890	2200		
5.17	662	恒湿库 ※	4400	2200		
5.18	663	中小型备件库 ※	8790	4390		
5.19	664	大型备件库 ※	3890	3890		
5.20	6711	机加工及检修厂房 ※	8650	6310		
5.21	6712	铆焊和电仪修厂房 ※	6560	3310		

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
5.22	71	联合泵房	11940	8180		
5.23	732	虹吸井	590	520		
5.24	733	陆域排水暗渠	-	-		
5.25	734	排水口	-	-		
5.26	735	排水连接井	-	-		
5.27	74	加氯车间	1120	1120		
6	厂区工程					
6.1	0000	室外工程	-	-		
6.2	0001	综合管廊	-	-		
6.3	0002	废液排放管沟	-	-		
6.4	72	循环水压力供水管	-	-		
6.5	731	循环水排水管	-	-		
7	海工设施					
7.1	021	大件码头 ※	-	-		
7.2	0231	取水明渠北导流堤 ※	-	-		
7.3	0232	取水明渠南导流堤（一段） ※	-	-		
7.4	0233	取水明渠南导流堤（二段） ※	-	-		
7.5	0241	排水明渠南导流堤 ※	-	-		
7.6	0242	排水明渠东导流堤 ※	-	-		
7.7	0243	排水明渠西导流堤 ※	-	-		
7.8	0251	厂区东护岸 ※	-	-		

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
7.9	0252	厂区内护岸 ※	-	-		
7.10	0253	厂区西护岸 ※	-	-		
7.11	0254	厂区外护岸 ※	-	-		
7.12	0261	中隔堤（一段） ※	-	-		
7.13	0262	中隔堤（二段） ※	-	-		
7.14	0271	海域排水暗渠	-	-		
8	厂前区及其他设施区 ※					
8.1	06	应急指挥中心	2000	-		
8.2	37	生活污水处理站	-	-		
8.3	65	综合办公楼（含档案楼）	地上 33000 地下 8000	8000		
8.4	651	培训中心（包含模拟机厂房）	10000	4000		
8.5	652	公共食堂	8000	3000		
8.6	653	检修食堂	2000	1500		
8.7	654	宣传展览中心	5000	3000		
8.8	655	值班公寓	8000	4000		总规划 14000
8.9	656	调试检修楼	10000	3500		
8.10	657	保安楼	900	900		已建
8.11	658	厂前区公用动力设施	1500	1500		
8.12	659	厂前区大门	300	300		
8.13	6510	车队管理楼	900	450		
8.14	673	模拟体厂房	5491.9	4038.7		

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
8.15	68	综合服务楼	8500	2500		
8.16	693	消防水泵房及水池	-	-		
8.17	694	武警营房	6500	15000		
8.18	695	消防站	4900	6300		
8.19	6961	环境监测站	500	-		
8.20	6962	气象观测站	100	-		
8.21	6963	环境实验室	2500	4000		位于兴城
8.22	6971	监督性监测前沿站	-	-		
8.23	6972	监督性监测子站	-	-		
8.24	6973	监督性监测流出物实验室	-	-		
8.25	698	厂区征地围墙	-	-		
8.26	699	停车场	-	18000		
8.27	6991	进厂道路	-	-		
8.28	6992	应急道路	-	-		
9	临时施工设施					
9.1	801	建设期锅炉房	3120	2320		含建设期厂区供热站
9.2	8023	厂区施工变电站	-	-		位于开关站区
9.3	8024	10kV 线路	-	-		
9.4	8031	输水管线	-	-		
9.5	8032	取水泵房	-	-		
9.6	8033	二次加压泵站	-	-		

序号	子项号	建、构筑物名称	建筑面积（m^2）	占地面积（m^2）	抗震类别	备注
9.7	8034	施工供水站（二次加压泵站扩建）	-	-		
9.8	809	重件道路	-	-		
9.9	82	结构模块（CA）拼装场地及子模块堆场	-	-		
9.10	87	混凝土搅拌站及砂石料场	-	-		
9.11	88	钢制安全壳（CV）拼装场地及子模块堆场	-	-		

附注：

表中带“※”为六台机组共用设施，未特别注明者均指按照 1、2 号机组共用设置。

抗震 I 类（C-I），抗震 II 类（C-II），未标注者均为非抗震类（NS）。表中部分子项的建筑面积暂缺待补。

表 4.1-2 主要技术经济指标表

序号	项目		单位	数量	备注
1	工程总用地	陆域	hm^2	184.52	
		填海造地	hm^2	27.82	
		合计	hm^2	212.34	不包括应急道路、环境实验室。
	永久用地	一期工程厂区用地	hm^2	66.52	其中填海造地 12.02hm^2
		厂前区及其他设施区	hm^2	21.54	
		进厂道路	hm^2	2.14	
		气象站	hm^2	8.03	
		海堤工程	hm^2	27.39	其中填海造地 15.80hm^2
		合计	hm^2	125.62	
	临时用地	施工区	hm^2	51.53	
		二、三期工程用地	hm^2	35.19	
		合计	hm^2	86.72	
2	专用码头（4200t）		座	1	
3	海工设施	取水明渠导流堤长度	m	1083	
		排水明渠导流堤长度	m	3481	
		中隔堤	m	1409	
		护岸	m	3067	
		排水暗渠	m	749	
4	土石方工程量（松散系数：土方 1.03，石方 1.25）	场地挖方	万m^3	849.42	虚方
		场地填方	万m^3	938.65	
		外购石料	万m^3	162.17	
	外弃土方量：849.42+162.17-938.65=72.94 万 m^3				
5	搬迁		户	280	其中：107 户已经搬迁

表 4.3-1 海水系统最大用水量

机组编号	单机容量(MW)	凝汽量(t/h)	冷却倍率	凝汽器冷却水量(m^3/h)	辅机开式循环冷却水(m^3/h)	厂用水(m^3/h)	海水制氯用水(m^3/h)	鼓网反冲洗水(m^3/h)	海水淡化用海水(m^3/h)	总水量	
										(m^3/h)	(m^3/s)
1	1250	3507	67.8	237780	3800	5360	320	720	833	248813	69.11
2	1250	3507	67.8	237780	3800	5360	320	720	833	248813	69.11
合计	2500	7014	67.8	475560	7600	10720	640	1440	1125	497085	138.08

注：表中“海水淡化用海水”其数据为海水淡化厂房在一台机组运行和两台机组运行不同期间的海水取用量，该用水数据不是简单累加。

表 4.3-2 夏秋季水质分析结果

采水日期	2008 年 8 月 22 日		2008 年 10 月 18 日	
	涨憩	落憩	涨憩	落憩
盐度	31.35	31.24	31.42	31.30
DO	7.65	7.45	7.82	7.62
SS	14.7	12.1	17.0	18.2
pH	8.14	8.13	8.16	8.14
总碱度	2.30	2.25	2.40	2.35
COD_{Mn}	1.42	1.35	1.65	1.72
NO_2-N	0.0428	0.0480	0.0453	0.1048
NO_3-N	0.1383	0.0898	0.1373	0.0967
NH_3-N	0.0219	0.0124	0.0419	0.0321
总无机氮	0.203	0.1502	0.2245	0.2336
PO_4-P	0.0093	0.0125	0.0170	0.0052
活性硅	0.631	0.735	0.480	0.650
油类	0.065	0.055	0.095	0.078
铜	0.0061	0.0072	0.0082	0.0080
铅	0.0052	0.0050	0.0055	0.0056
锌	0.076	0.074	0.072	0.075
镉	0.0035	0.0030	0.0040	0.0038
总铬	0.010	0.012	0.014	0.012
汞	0.000012	0.000015	0.000012	0.000007
砷	0.0019	0.0016	0.0020	0.0022
氟离子	0.050	0.050	0.062	0.065
阴离子活性剂	0.032	0.034	0.042	0.045
氯离子 g/L	17.45	17.25	17.62	17.35
硫酸根 g/L	2.41	2.40	2.45	2.48
钾	386	378	379	380
钠	11321	11304	11365	11352
钙	412	410	418	407
镁	1286	1278	1234	1275
碳酸根	9.82	9.64	9.76	9.64
碳酸氢根	135.4	132.7	134.72	133.1
铁离子	0.0102	0.0101	0.0097	0.0097
全固形物 g/L	33.432	33.278	33.345	33.104

采水日期	2008 年 8 月 22 日		2008 年 10 月 18 日	
	涨憩	落憩	涨憩	落憩
溶解固形物 g/L	33.315	33.148	33.175	32.922
铝离子	0.009	0.008	0.010	0.010
全硅	3.82	3.81	3.72	3.71
全硬度	5427	5439	5416	5431
甲基橙碱度	133.4	132.8	131.4	130.2
酚酞碱度	5.40	5.25	5.15	5.08
电导率	47.4	46.7	45.2	44.7

注：表中盐度和 pH 没有单位，氯离子、硫酸根、全固形物和溶解固形物单位为 g/L，电导率单位 $mScm^{-1}$，其余皆为 mg/L。

表 4.3-3 冬春季水质分析结果

采水日期	2009 年 2 月 6 日		2009 年 5 月 28 日	
	涨憩	落憩	涨憩	落憩
盐度	31.40	31.25	30.82	30.65
DO	8.20	8.15	7.84	7.65
SS	12.7	10.8	13.2	12.1
pH	8.16	8.15	8.12	8.12
总碱度	2.40	2.35	2.38	2.29
COD_{Mn}	1.62	1.72	1.82	1.90
NO_2-N	0.0012	0.0014	0.0022	0.0011
NO_3-N	0.138	0.142	0.138	0.030
NH_3-N	0.085	0.084	0.035	0.048
总无机氮	0.2242	0.2274	0.1752	0.0791
PO_4-P	0.025	0.026	0.0058	0.0065
活性硅	0.342	0.340	0.470	0.520
油类	0.075	0.078	0.080	0.085
铜	0.0078	0.0080	0.0082	0.0085
铅	0.0052	0.0050	0.0050	0.0050
锌	0.072	0.074	0.078	0.082
镉	0.0050	0.0052	0.0063	0.0065
总铬	0.0016	0.0014	0.0017	0.0018
汞	0.000014	0.000010	0.000014	0.000014
砷	0.0020	0.0020	0.0025	0.0025
氟离子	0.060	0.062	0.084	0.085
阴离子活性剂	0.050	0.048	0.067	0.065
氯离子 g/L	17.42	17.35	17.30	17.25
硫酸根 g/L	2.50	2.49	2.45	2.50
钾	382	379	397	401
钠	11318	11310	11421	11397
钙	420	418	430	428
镁	1238	1242	1213	1241
碳酸根	9.72	9.70	9.68	9.70
碳酸氢根	135.2	134.7	134.7	135.4
铁离子	0.0084	0.0092	0.0107	0.0105
全固形物 g/L	33.287	33.264	32.782	32.975

采水日期	2009 年 2 月 6 日		2009 年 5 月 28 日	
	涨憩	落憩	涨憩	落憩
溶解固形物 g/L	33.274	33.253	32.779	32.963
铝离子	0.012	0.010	0.014	0.014
全硅	3.72	3.70	4.10	4.10
全硬度	5430	5428	5425	5435
甲基橙碱度	133.5	135.2	135.2	134.7
酚酞碱度	5.05	5.12	4.86	4.85
电导率	45.3	44.7	44.2	43.7

注：表中盐度和 pH 没有单位，氯离子、硫酸根、全固形物和溶解固形物单位为 g/L，电导率单位 $mScm^{-1}$，其余皆为 mg/L。

表 4.3-4 徐大堡厂址多年海水表层水温月均值（℃）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
徐大堡厂址	-0.4	1.5	3.8	9.0	16.3	22.0	25.4	26.7	24.6	17.7	9.2	3.4	12.6

表 4.3-5 徐大堡核电工程取水口海水水质观测结果

序号	观测项目	调查结果			单位
		春季航次 2009 年 5 月 8~13 日	夏季航次 2009 年 8 月 5~10 日	平均	
1.	水温	13.96	24.12	19.04	℃
2.	盐度	32.004	31.118	31.561	
3.	DO	7.14	5.68	6.41	mg/L
4.	SS	20.11	16.17	18.14	mg/L
5.	pH	8.19	8.17	8.18	
6.	总碱度	2.42	2.39	2.41	mmol/L
7.	COD_{Mn}	1.34	1.24	1.29	mg/L
8.	NO_2-N	0.14	0.43	0.29	μmol/L
9.	NO_3-N	0.31	1.39	0.85	μmol/L
10.	NH_3-N	2.70	2.02	2.36	μmol/L
10 增加	DIN	3.15	3.84	3.50	μmol/L
11.	PO_4-P	0.04	0.11	0.08	μmol/L
12.	活性硅	1.13	14.33	7.73	μmol/L
13.	油类	0.029	0.059	0.044	mg/L
14.	Cu	1.55	3.80	2.68	μg/L
15.	Zn	2.08	17.20	9.64	μg/L
16.	氟离子	1.22	1.18	1.20	mg/L
17.	氯离子	18.05	17.54	17.80	g/L
18.	硫酸根	2.53	2.46	2.49	g/L
19.	碳酸根	0.011	0.010	0.011	g/L
20.	重碳酸根	0.11	0.10	0.10	g/L
21.	钾离子	0.37	0.36	0.36	g/L
22.	钠离子	10.06	9.77	9.91	g/L
23.	钙离子	0.39	0.38	0.38	g/L
24.	镁离子	1.19	1.16	1.18	g/L
25.	电导率	51081.8	49361.7	50221.8	μS/cm
26.	BOD	1.97	2.35	2.16	mg/L
27.	浊度	3.26	4.50	3.88	FTU
28.	SDI15	6.67	6.67	6.67	——
28 增加	SDI5	16.90	17.53	17.22	——
29.	Sr	7.38	7.20	7.29	mg/L
30.	Ba	0.021	0.025	0.023	mg/L
31.	Br	62.7	61.0	61.8	mg/L

序号	观测项目	调查结果			单位
		春季航次 2009 年 5 月 8~13 日	夏季航次 2009 年 8 月 5~10 日	平均	
32.	B	4.16	4.04	4.10	mg/L
33.	水色	10	18	14	
34.	嗅和味	无	无	无	
35.	肉眼可见物	无	无	无	
36.	硫化物	7.03	10.81	8.92	μg/L
37.	总硬度	59.10	57.80	58.45	mmol/L
38.	溶解性总固体	35.76	34.55	35.16	g/L
39.	总固体	35.78	34.58	35.18	g/L
40.	镉	0.22	0.52	0.37	μg/L
41.	铅	0.25	0.64	0.45	μg/L
42.	铁	0.08	0.11	0.10	mg/L
43.	铝	2.43	2.65	2.54	mg/L
44.	细菌总数	0.2	7.8	4.0	10^5 个/mL
45.	NH_4^+	2.66	1.99	2.32	μmol/L
46.	OH^-	2.06	1.96	2.01	μmol/L
47.	游离二氧化碳	0.01	0.01	0.01	mmol/L
48.	TOC	1.48	1.73	1.61	mg/L
49.	碳酸根碱度	1.96	1.89	1.93	mmol/L
50.	胶体硅	2.43	3.38	2.91	mg/L

表 4.3-6 预处理去除率和产水水质

项目	沉淀池			V 型滤池		超滤	
	进水	出水	去除率	出水	去除率	出水	去除率
悬浮物 mg/L	25	5	80%	1	16%	0	4%
油类 mg/L	0.1	0.065	35%	0.025	40%	0	25%

表 4.3-7 反渗透系统脱盐滤及膜元件型号

系统名称	去除率（RO 为脱盐率）	膜元件型号
一级海水膜 RO 装置	≥ 99 %（三年内）	SW30HRLE-400i/ SWC5Max
二级 RO 装置	≥ 98%（一年内） ≥ 95%（三年内）	LE-440i/ ESPA2 MAX

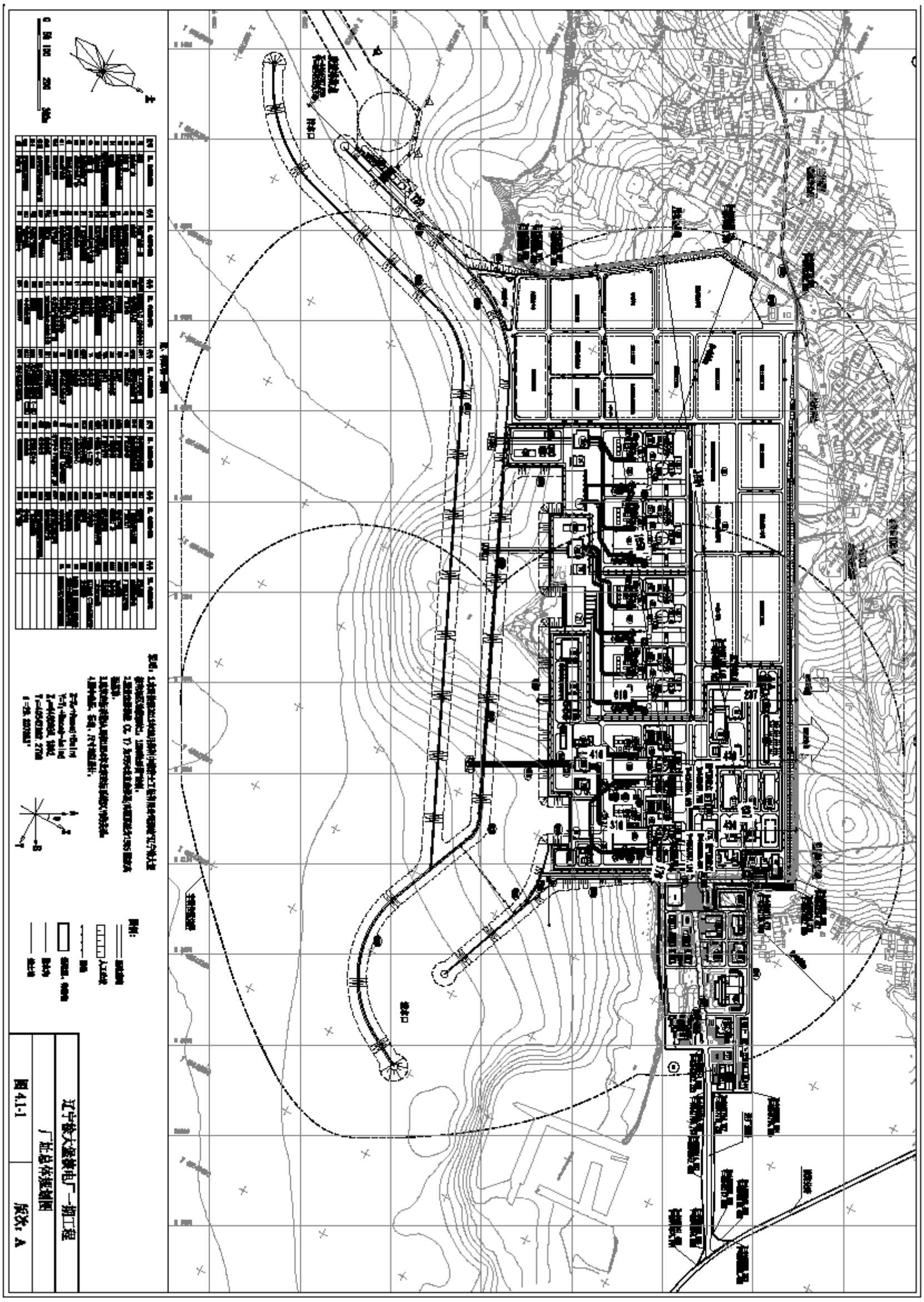


图 4.1-1 厂址总体规划图

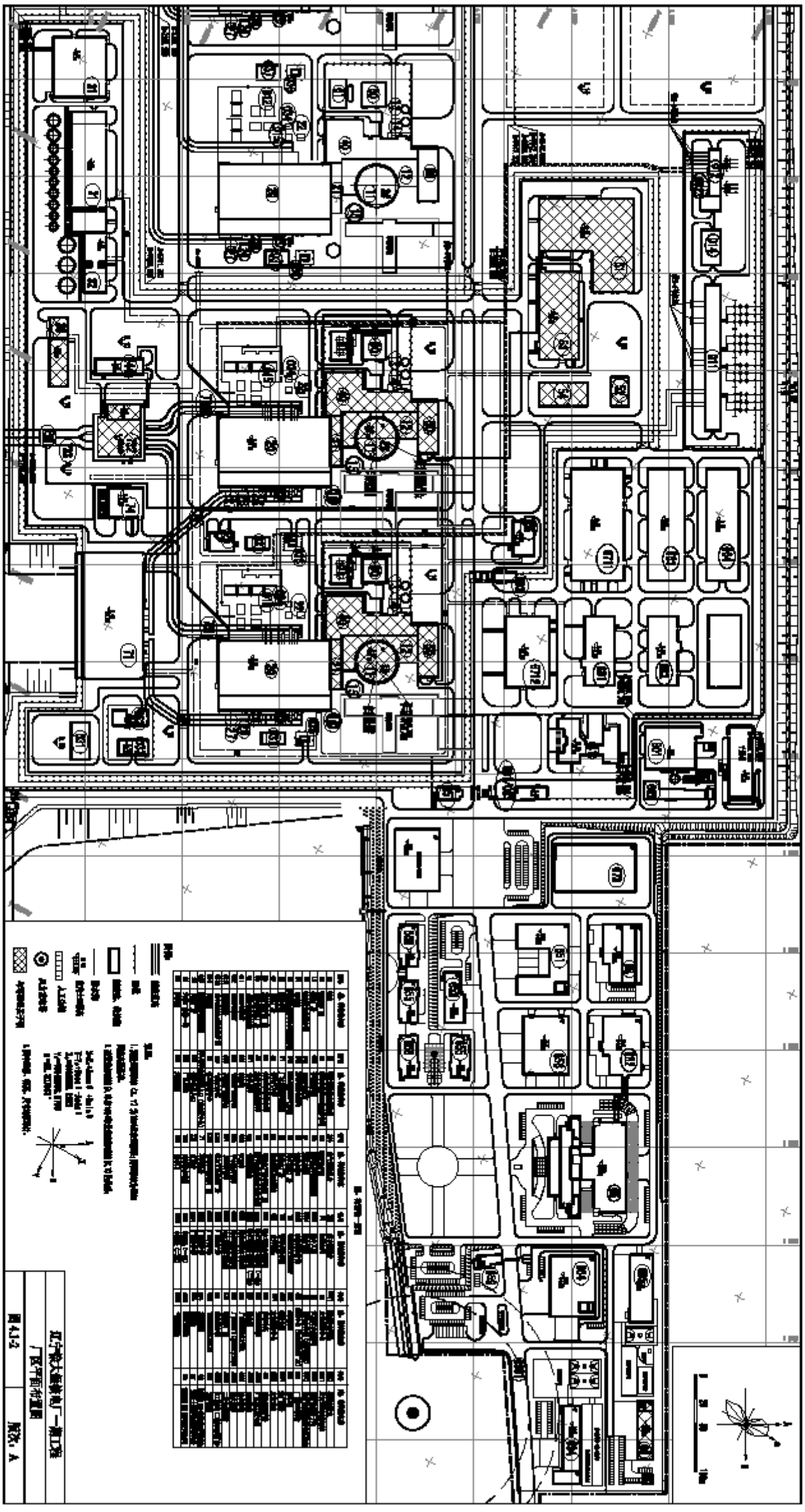
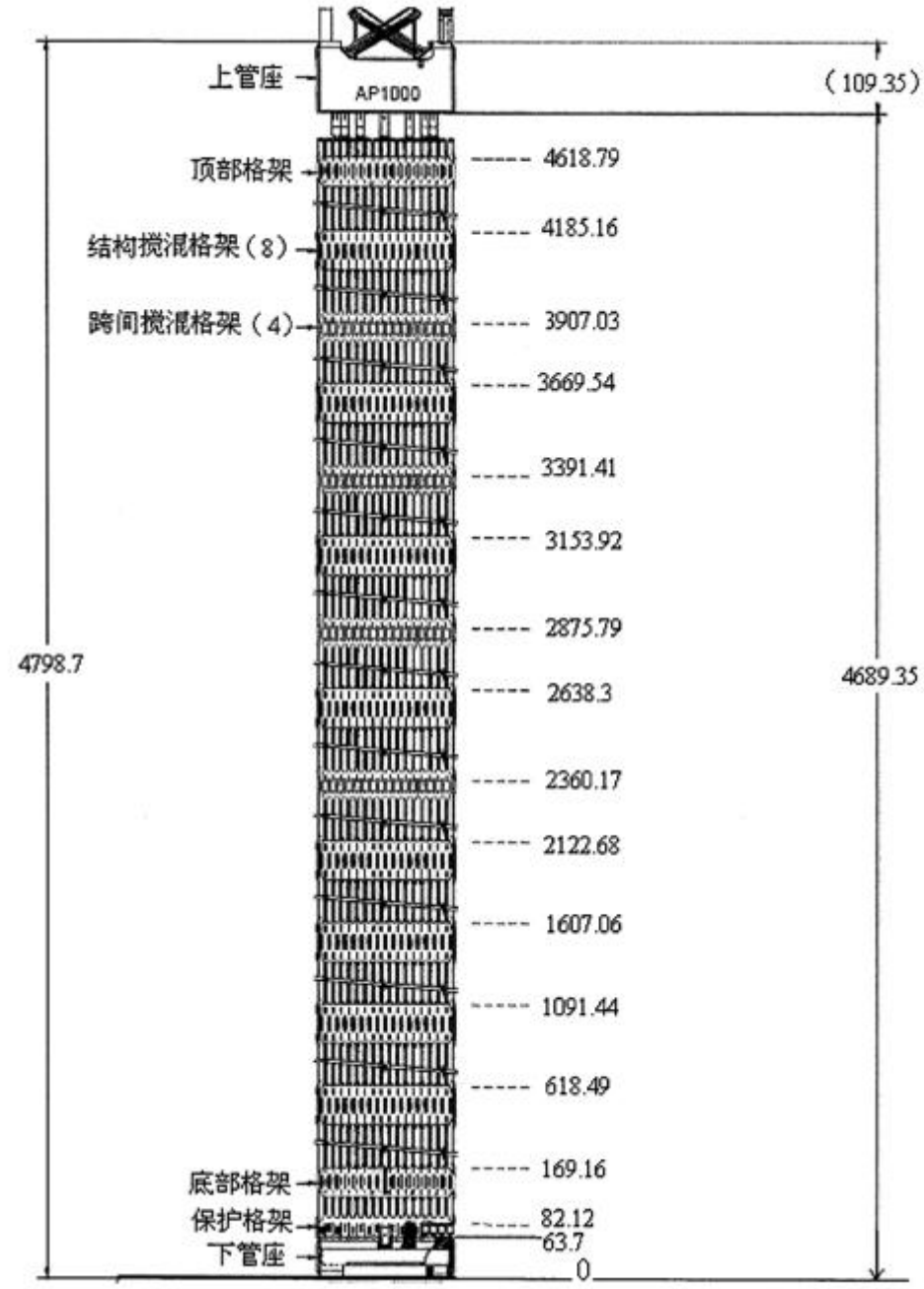


图 4.1-2 厂区平面布置图



注：图中尺寸均为名义值

图 4.2-1 燃料组件

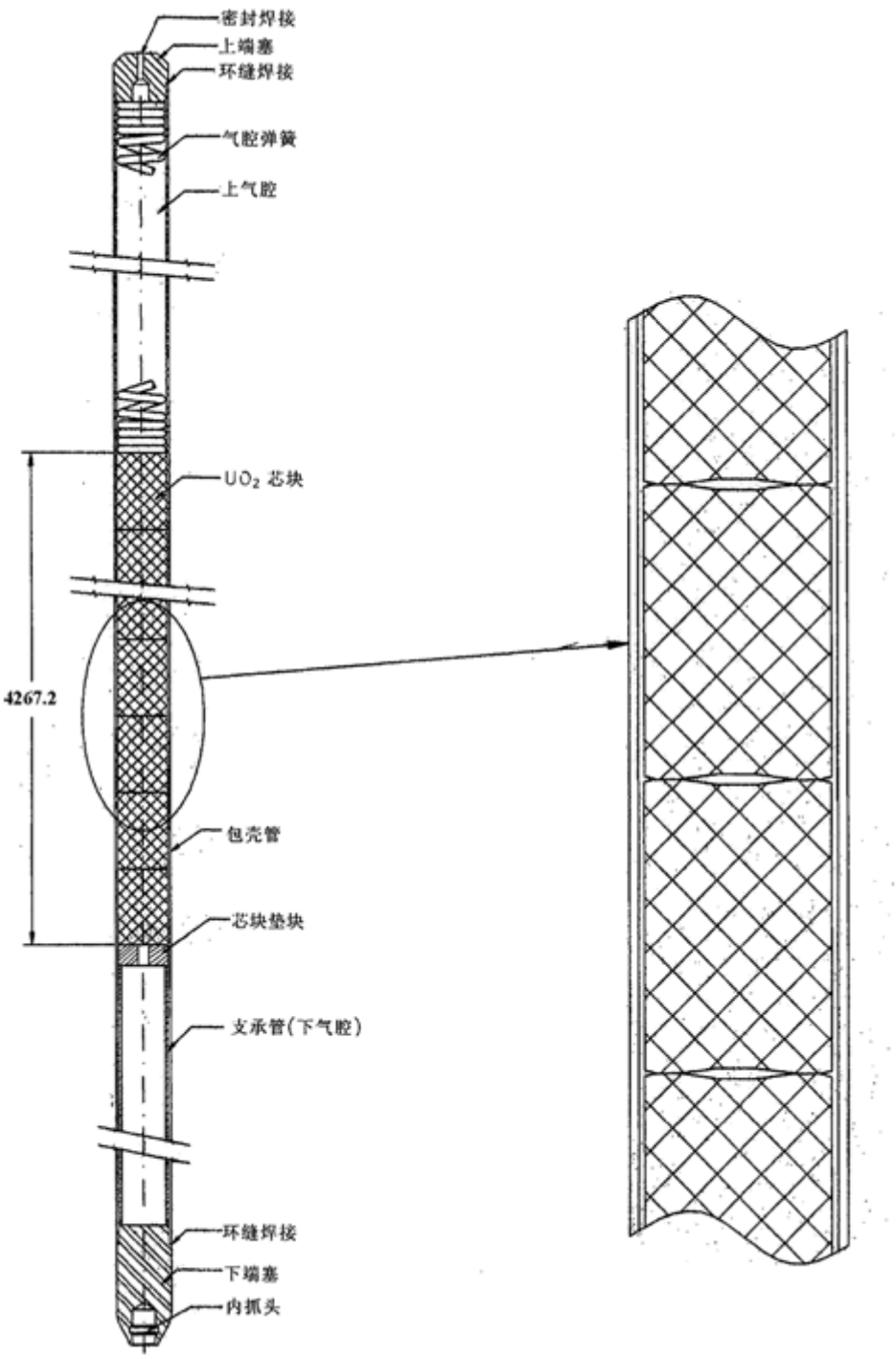

密封焊接
上端塞
环缝焊接
气腔弹簧
上气腔
UO_2 芯块
4267.2
包壳管
芯块垫块
支承管(下气腔)
环缝焊接
下端塞
内抓头

图 4.2-2 燃料棒

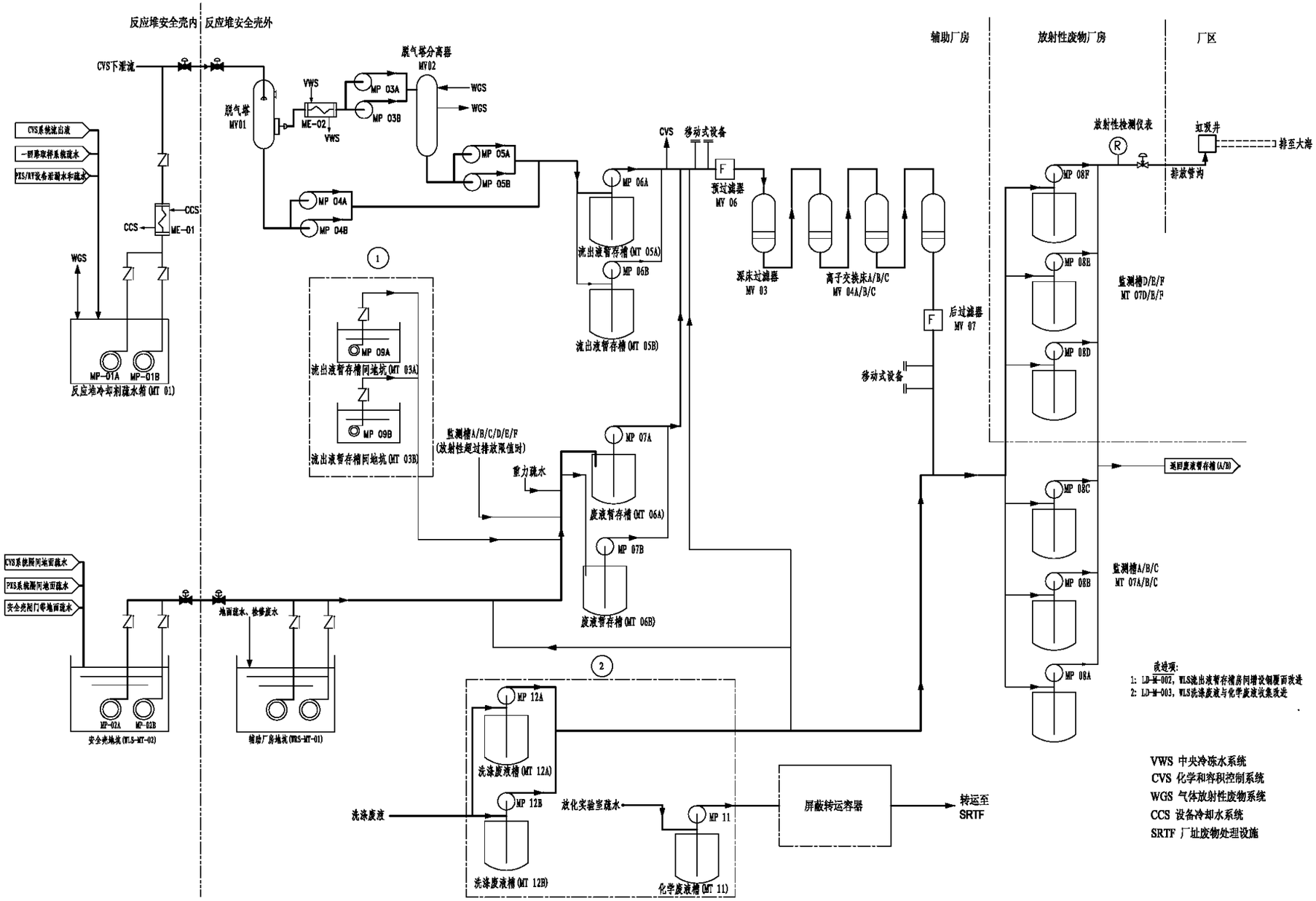


图 4.6-1 液体放射线废物系统（WLS）流程图

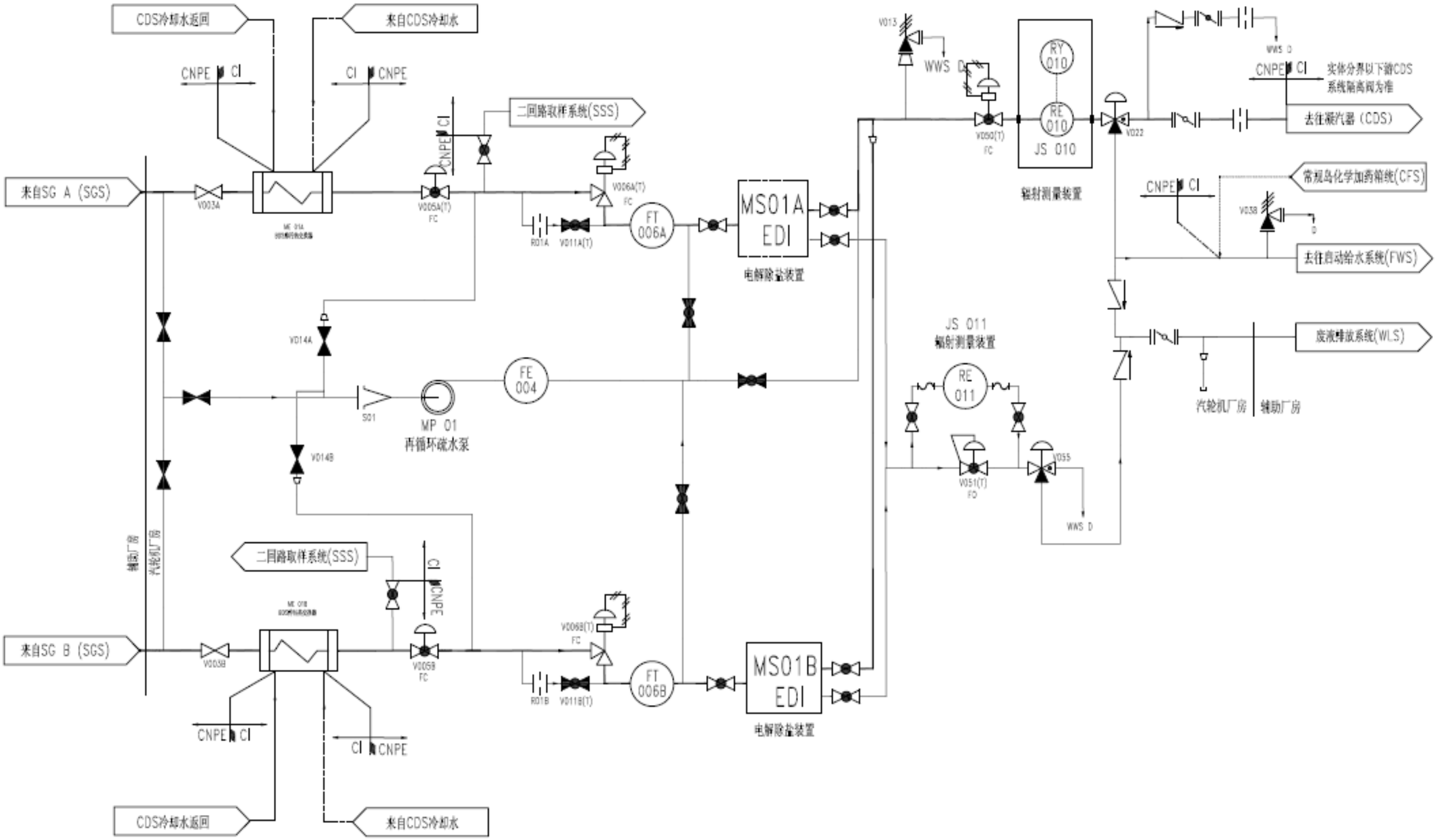
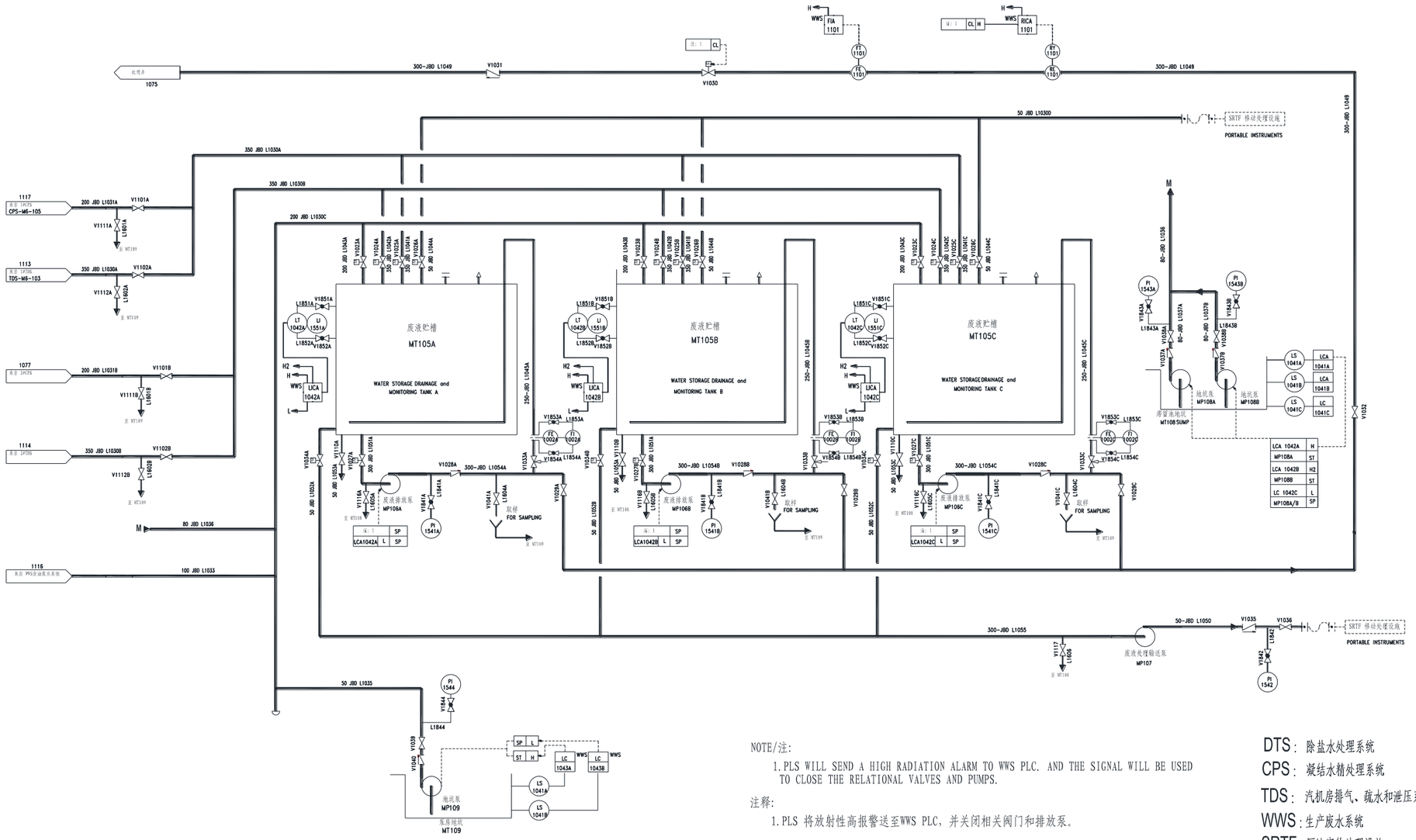


图 4.6-2 蒸汽发生器排污系统（BDS）流程图



NOTE/注:

1. PLS WILL SEND A HIGH RADIATION ALARM TO WWS PLC. AND THE SIGNAL WILL BE USED TO CLOSE THE RELATIONAL VALVES AND PUMPS.

注释:

1. PLS 将放射性高报警送至WWS PLC，并关闭相关阀门和排放泵。

DTS：除盐水处理系统
CPS：凝结水精处理系统
TDS：汽机房排气、疏水和泄压系统系统
WWS：生产废水系统
SRTF：厂址废物处理设施

图 4.6-3 二回路生产废水槽式排放系统流程图

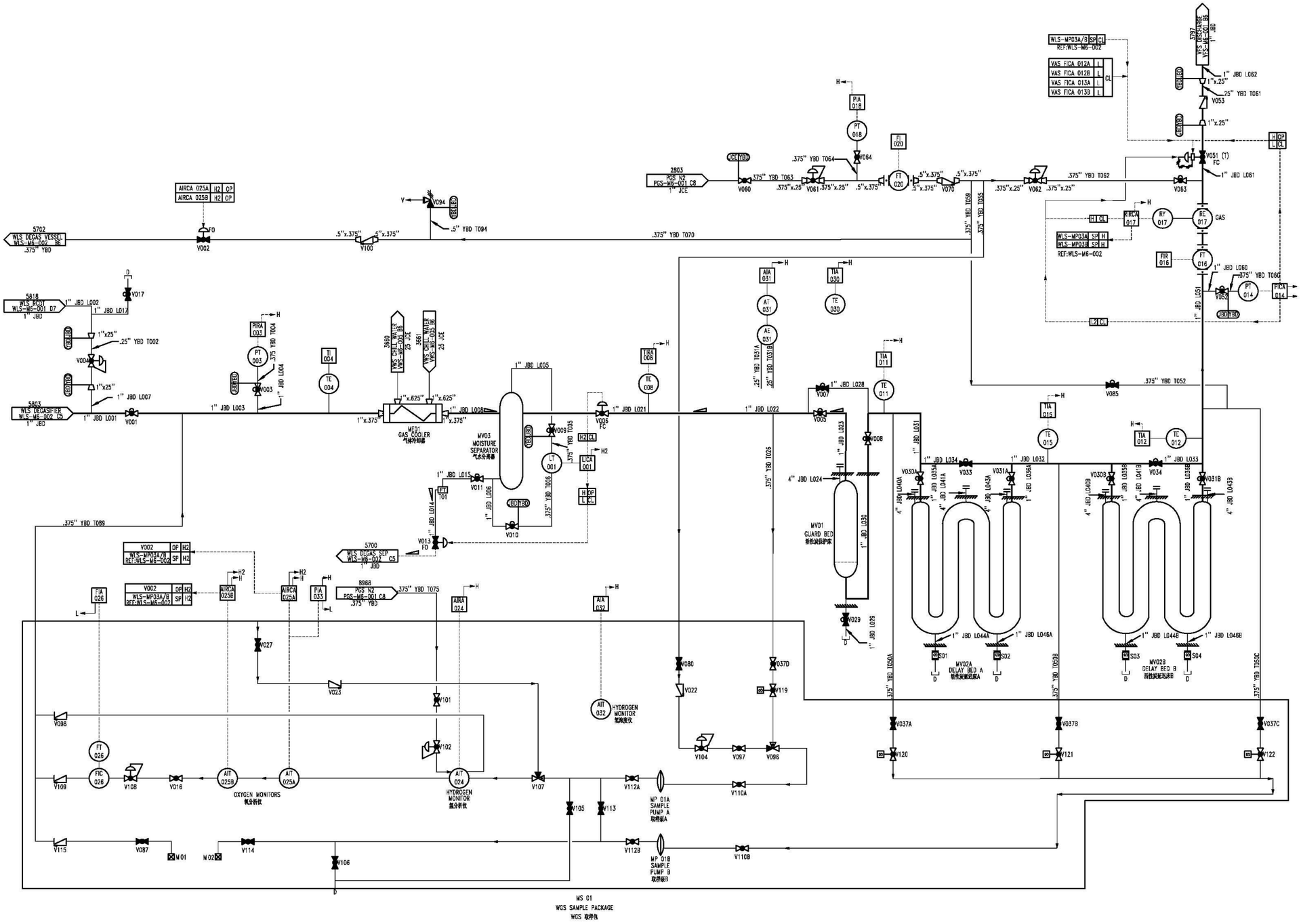


图 4.6-4 气体放射性废物系统（WGS）流程图

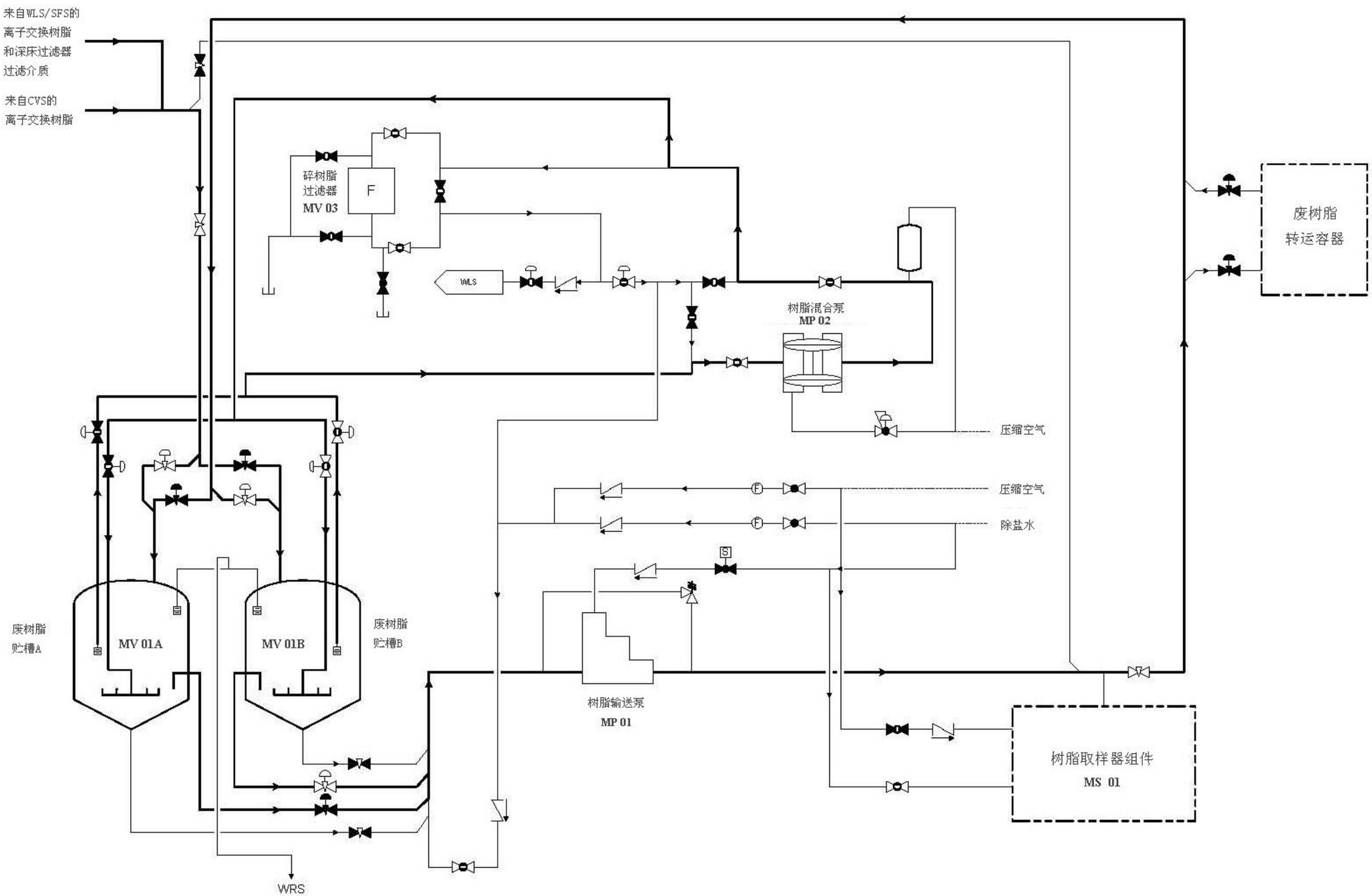


图4.6-5 固体放射性废物系统（WSS）流程图

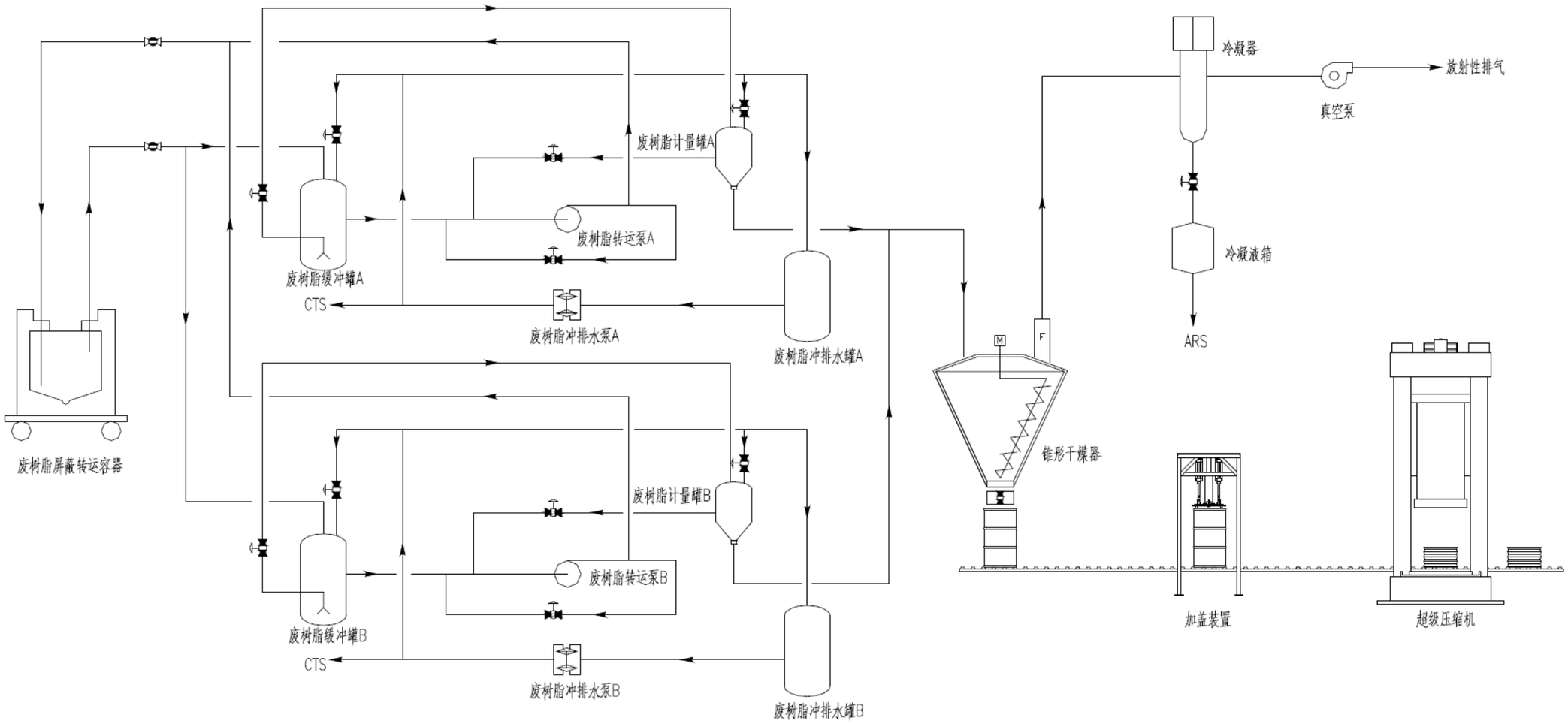


图 4.6-6（1/2） 废树脂处理系统（RES）工艺流程简图

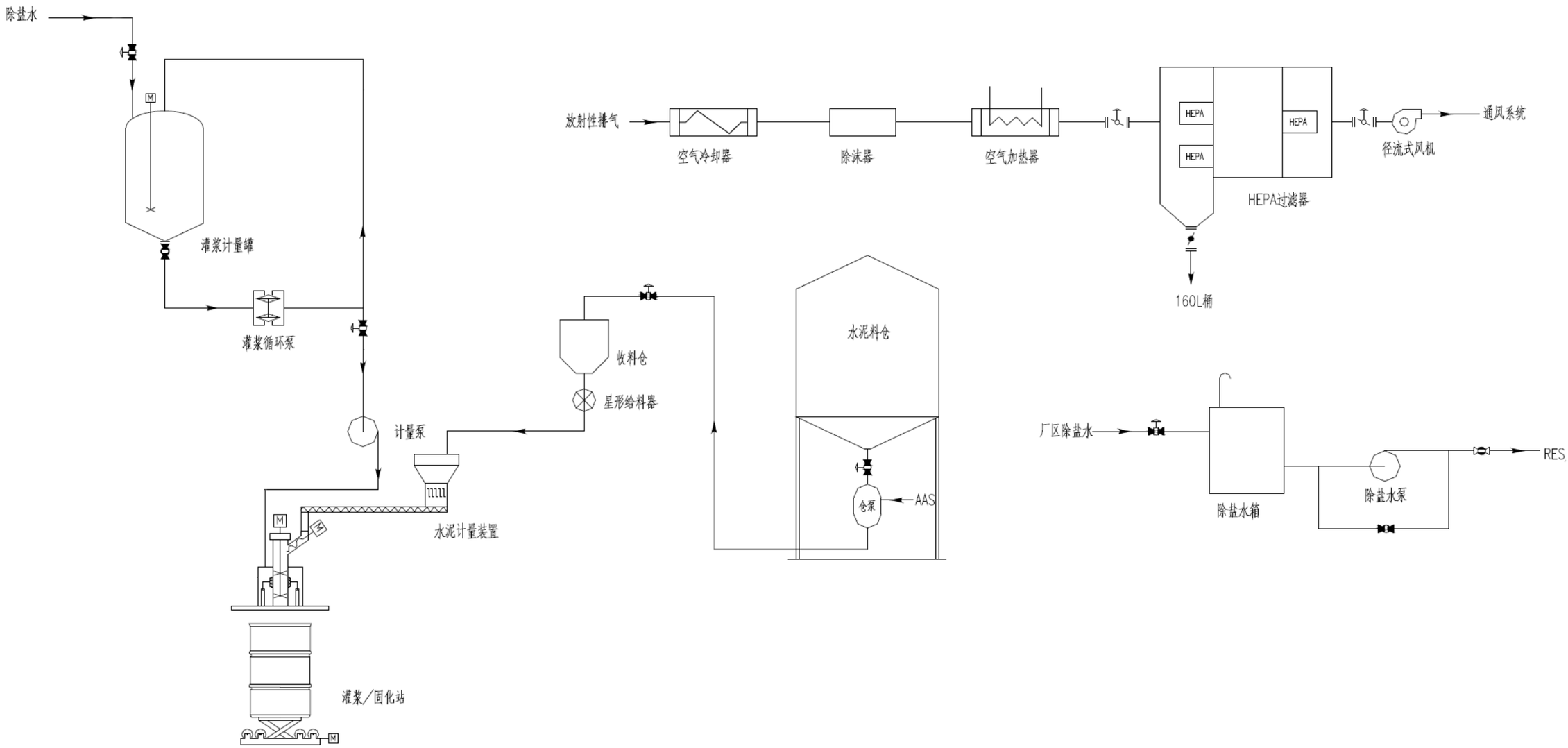


图 4.6-6（2/2） 废树脂处理系统（RES）工艺流程简图

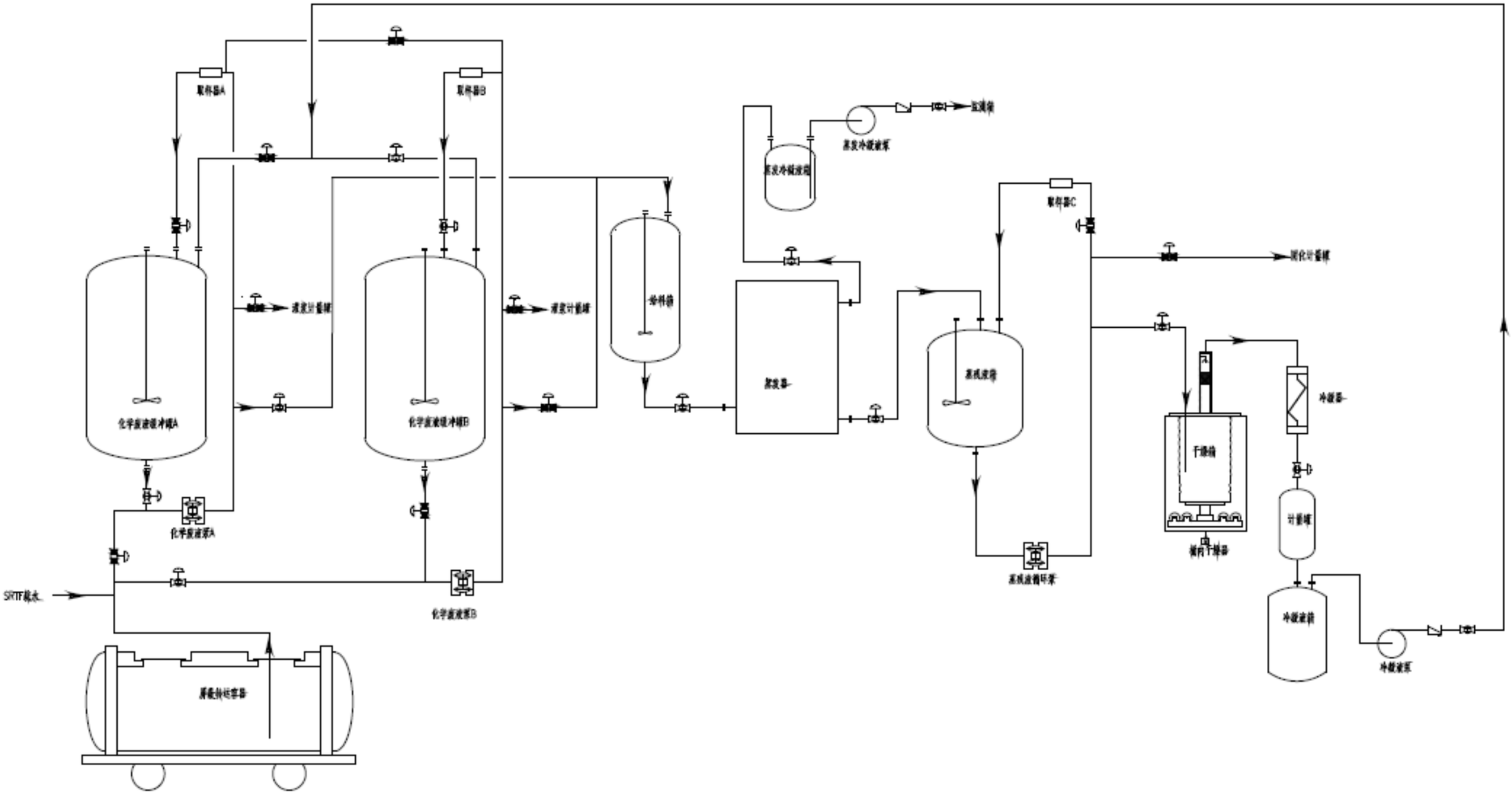


图 4.6-7 化学废液处理系统（CTS）工艺流程简图

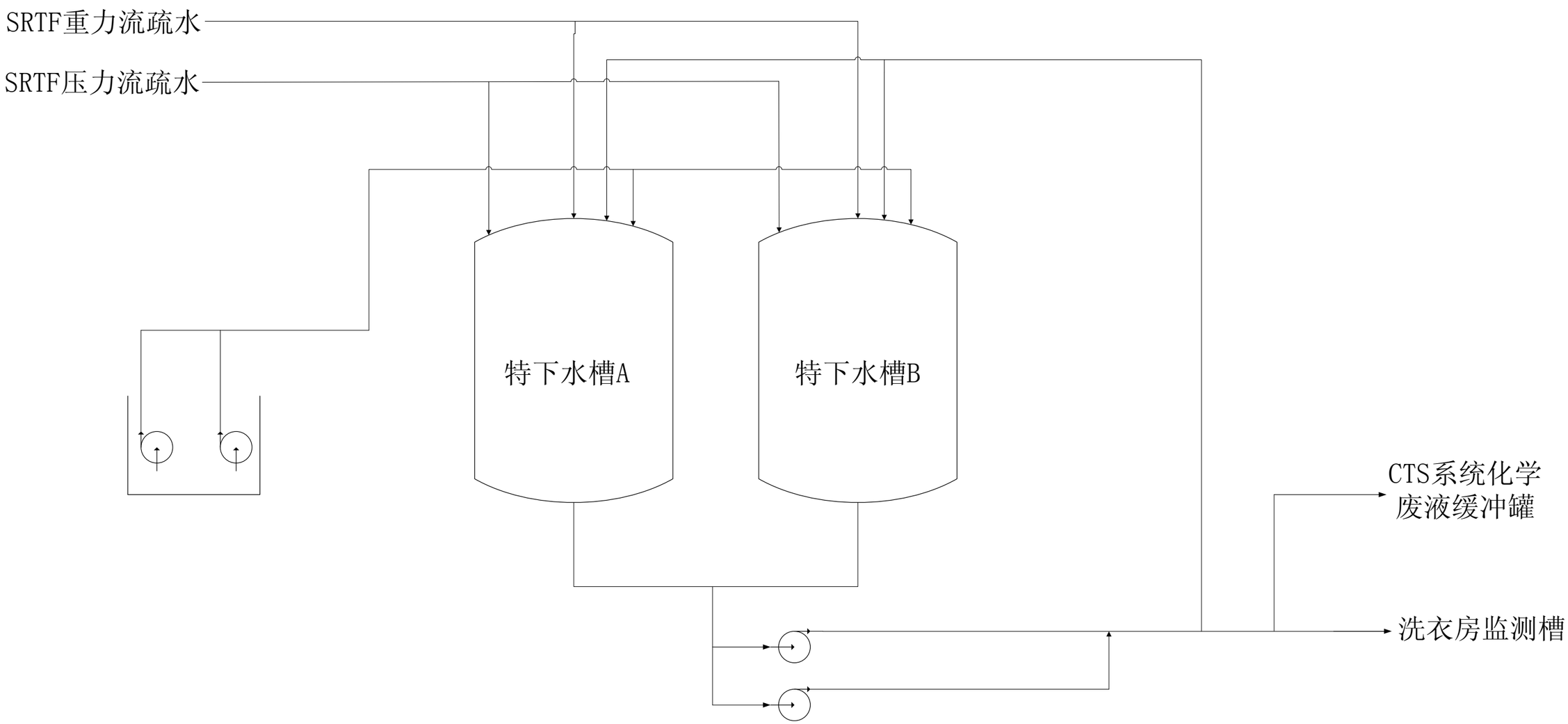


图 4.6-8　放射性疏水排放系统（ARS1）工艺流程简图

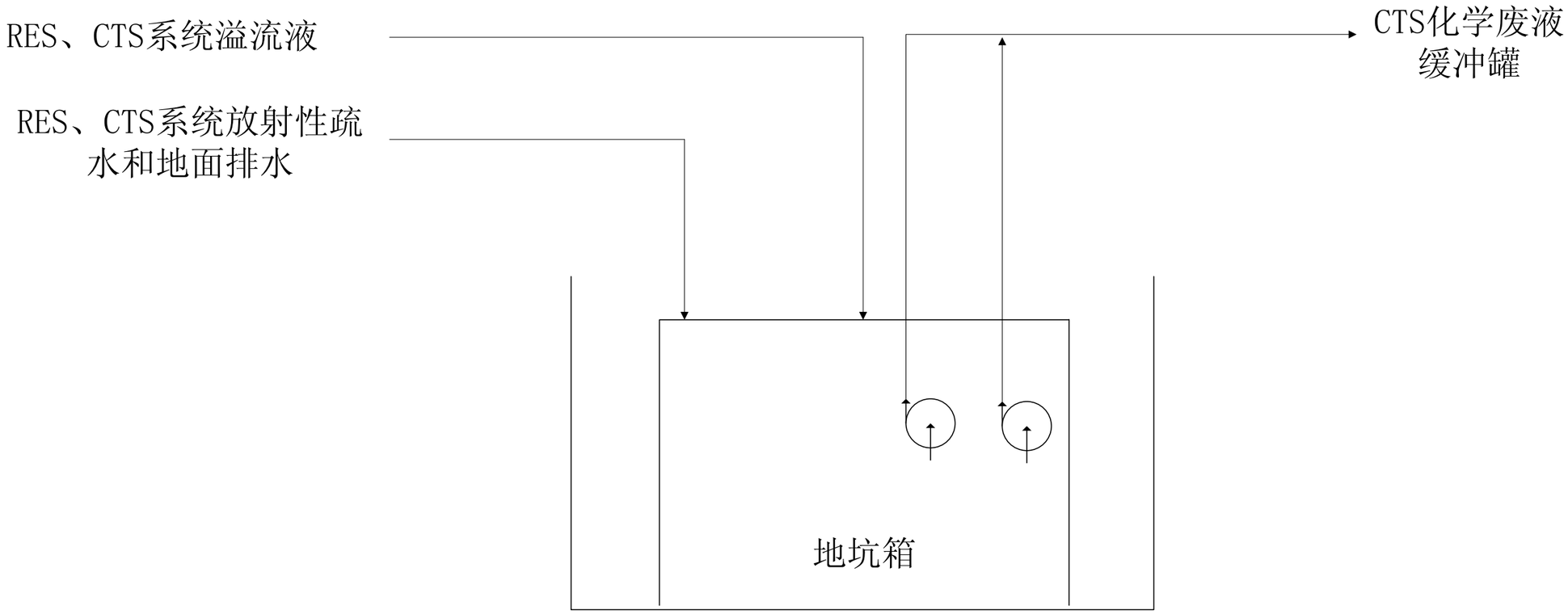


图 4.6-9 放射性废液收集系统（AWS）工艺流程简图

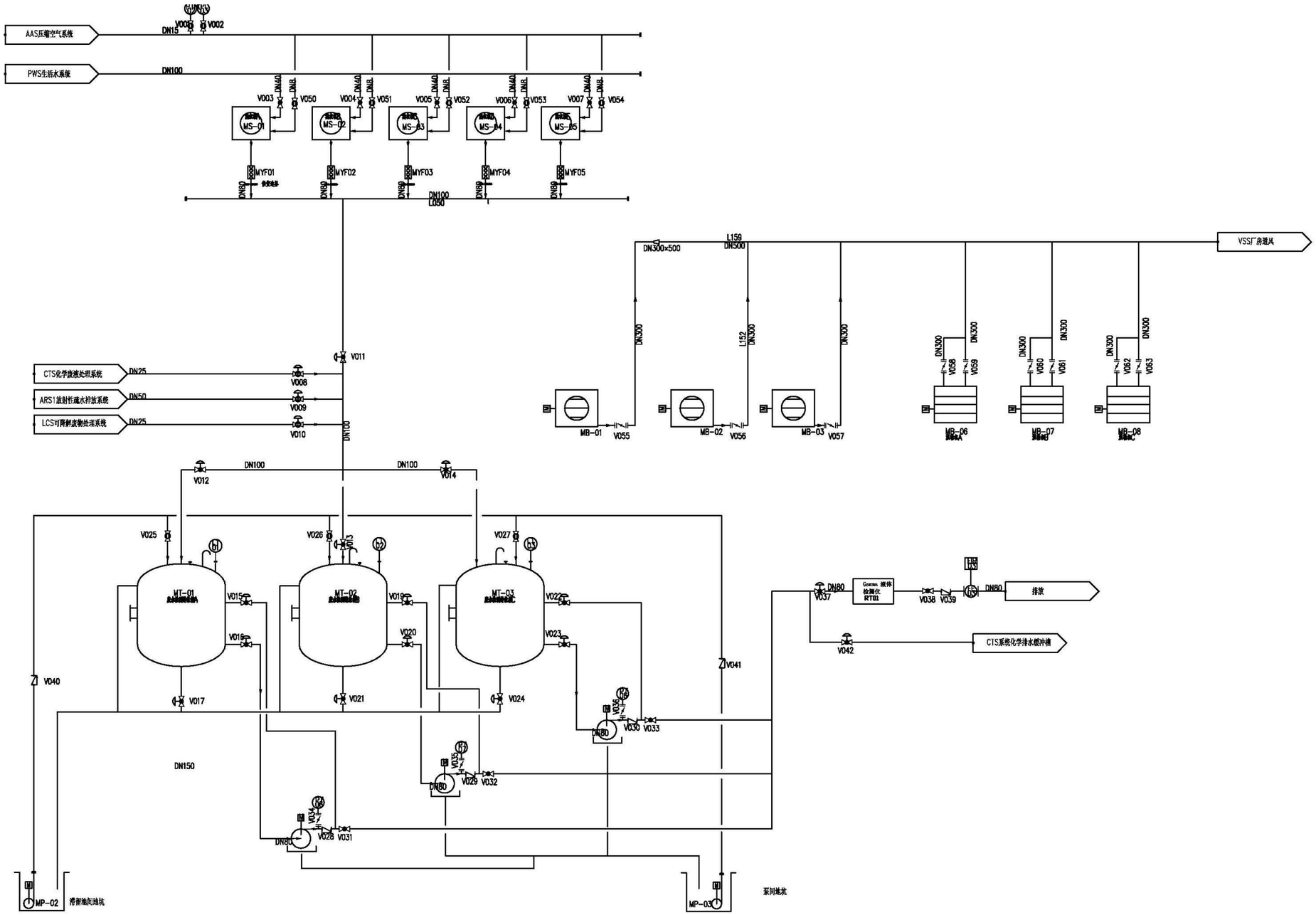


图 4.6-10 洗衣房处理工艺流程简图

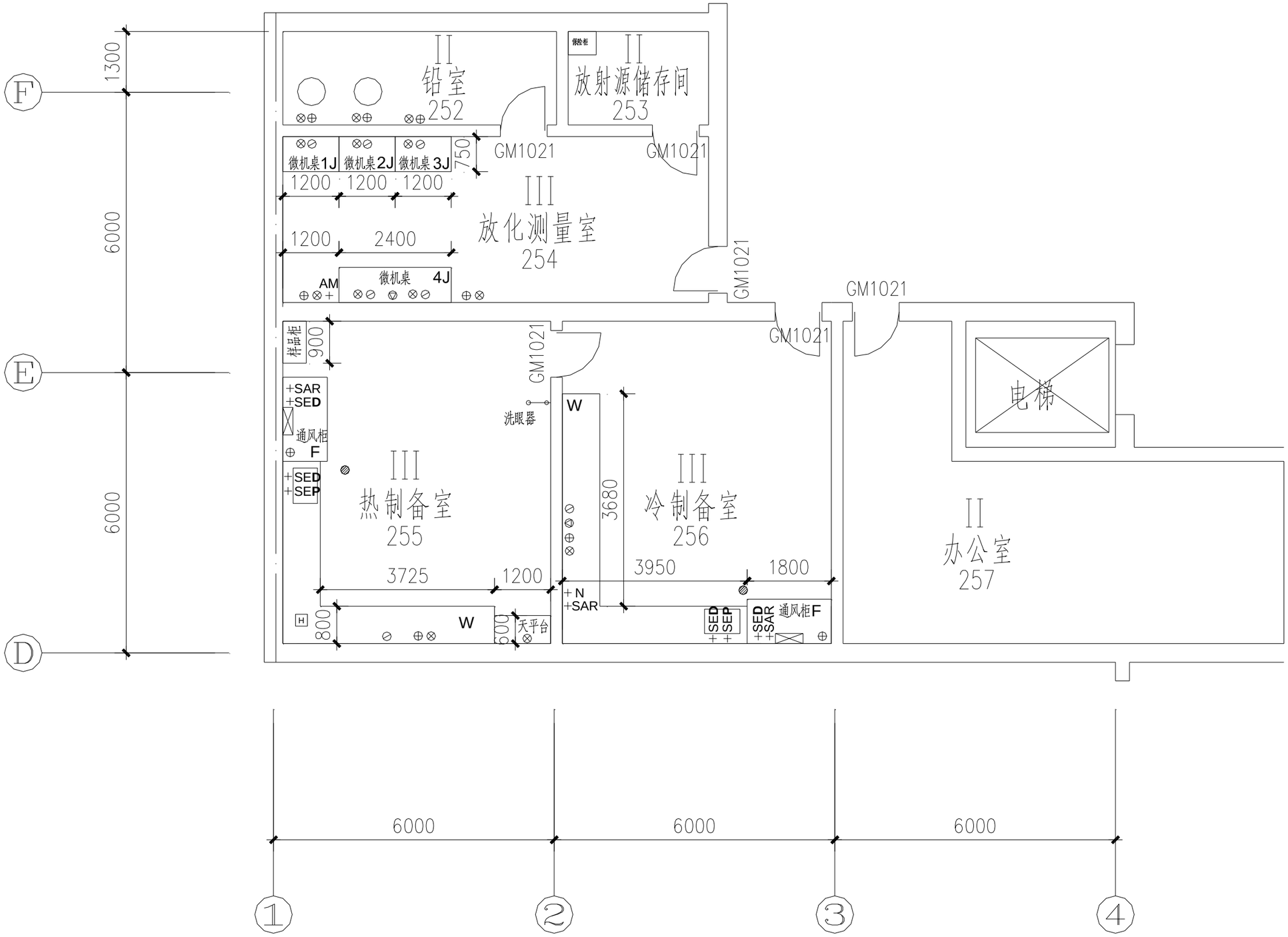


图 4.6-11 放化实验室工艺设备平面布置简图

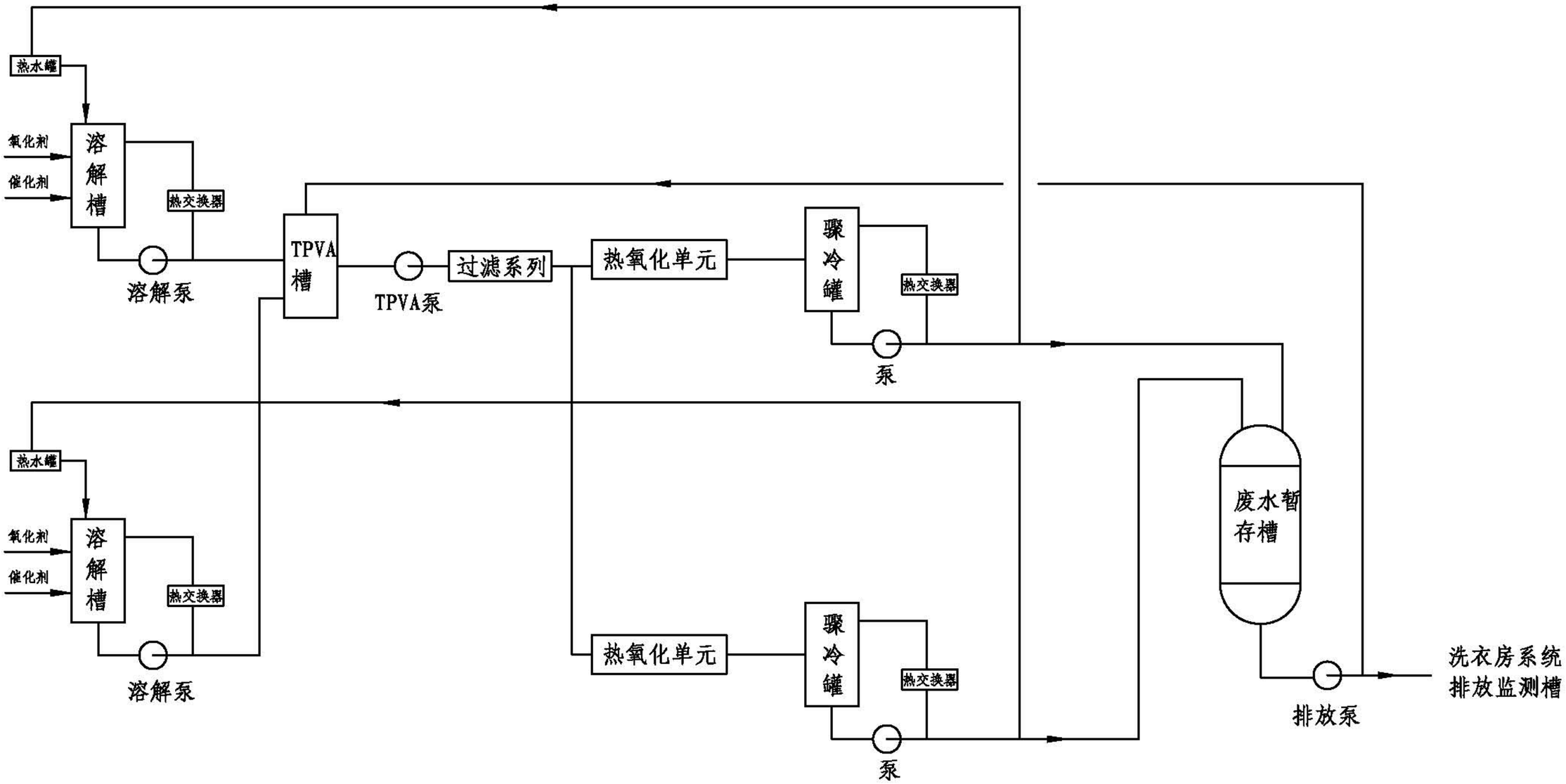


图 4.6-12 可降解废物处理系统流程简图

第五章　电厂施工建设过程对环境的影响

5.1 土地利用

5.1.1 土地被占用情况

5.1.2 施工活动的影响

5.2 水的利用

5.2.1 陆域施工对水环境的影响

5.2.2 海域施工对水体环境的影响

5.2.3 减轻施工过程对水环境影响的措施

5.3 施工影响的控制

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

5.3.2 施工扬尘的控制措施

5.3.3 施工噪声的控制措施

5.3.4 场地回填的控制措施

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

5.3.6 非放射性物质的控制措施

5.3.7 放射源的管理措施

5.3.8 设计地形地貌的改造措施

5.3.9 水土保持措施

5.3.10 施工期的节水措施

5.4 供暖锅炉的影响

5.4.1 供暖锅炉的大气环境影响

5.4.2 锅炉排水

5.4.3 锅炉灰渣

5.4.4 锅炉噪声

5.5 施工期环境监理评价

5.1 土地利用

5.1.1 土地被占用情况

5.1.1.1 工程规划用地

本工程厂址规划建设总用地面积约 212.34hm^2，其中陆域：184.52hm^2，填海造地 27.82hm^2，不包括环境实验室、应急道路用地。

陆域用地占用土地的分类如下：

农用地	123.64hm^2
建设用地	16.96hm^2
未利用地	43.92hm^2

一期工程永久用地面积 125.62hm^2，其中陆域面积 97.80hm^2，海域 27.82hm^2；包括一期工程厂区用地 66.52hm^2，厂前区及其他设施区 21.54hm^2，进厂道路 2.14hm^2，气象站 8.03hm^2，海堤工程用地 27.39hm^2。

临时用地 86.72hm^2，包括施工区用地 51.53hm^2、二、三期工程用地 35.19hm^2。

5.1.1.2 土地使用情况

1、2 号机组建设用地中厂区用地 66.52 hm^2，土地类别为农用地、水域及水利设施和草地等。

5.1.1.3 土地合理利用

• 厂址半径 5km 范围主要涉及刘台子乡和海滨乡，这两个乡镇均没有相关的人口发展规划。厂区与周围城乡总体规划是相互适宜和可行的。

• 工程建设按照统一规划、分期建设，辅助设施按规划一次建设完成，占地规模较小，减少用地。

• 合理确定核岛间距，建、构筑物的布置尽量紧凑，不仅密切工艺联系，还可节约用地。

• 采用联合厂房或多层厂房，各建筑物尽量合并或增加层数以减少用地。

• 厂区设置综合管廊，室外管线尽量敷设在管廊内，以减少直埋管线占地。

• 施工场地作为临时用地，施工结束后将还绿，并归还地方。

• 前期工程建设时充分利用后期工程厂区用地作为施工场地，减少施工用地面积。

• 厂区不设置专用绿地，按核电厂实物保护要求集中在厂前区。

一期工程厂区用地 66.52hm^2。增加的面积主要是指标中未包含的虹吸井用地及实物保护实际计列用地。因此，一期工程用地指标满足《电力工程项目建设用地指标》的要求，

土地使用是合理的。

5.1.2 施工活动的影响

5.1.2.1 施工活动对环境的影响

陆上施工活动主要是土石方爆破、运输产生的噪声、粉尘以及施工安装期间等造成的影响。

（1）对当地气候的影响

工程建设中场地开挖和回填、以及建构筑物的建造，将改变当地的局部地形和下垫面粗糙度，对厂址气流变化产生局部影响，还不足以影响厂址边界以外的大气环境。

（2）施工噪声的影响

土石方工程施工期间，开挖爆破以及各类施工和运输机具所产生的噪声对厂址周围的声环境将产生较大的影响。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。一期工程主厂区施工，最近的居民点距离 2 号反应堆厂房中心 1100m，距离厂址征地边界约 357m，不会出现扰民现象。因此核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。

a）施工场界内的噪声源

施工场界内的主要噪声来源包括施工建设期间爆破、土石方开挖和运输等施工活动、施工机械设备和车辆产生的；施工场界内混凝土搅拌站运行过程中产生的噪声。

b）施工场界外噪声源概况

施工场界外主要噪声来源包括施工运输车辆在道路运输过程中以及厂址附近居民运输车辆在道路运输过程中产生的交通噪声；厂址附近风力发电塔叶片转动产生的噪声；厂址附近海域噪声；厂址附近敏感区域（居民点、施工人员居住区）产生的生活噪声。

c）施工期噪声监测

噪声监测点布设在评价区域内，重点布设在监测的噪声源对敏感区有影响的那些点上，包括在施工场界、厂址最近的集中居民点和最大噪声源处等。

对敏感区充分考虑可研阶段厂址周围环境噪声本底水平调查在厂址附近布点情况。

施工场界内，在 1 号反应堆中心、施工场界边界 1m 处、搅拌站、海工工程取排水口施工处和供取暖用锅炉房处共计布设 9 个监测点，对其进行昼夜监测。布点情况见表 5.1-1 和图 5.1-1。

施工场界外，在厂址附近的集中居民点、施工人员生活区、厂址最近的风力发电塔、海边和滨海公路边共计布设 13 个监测点，对其进行昼夜监测。布点情况见表 5.1-2 和图

5.1-2。

施工场界内噪声监测按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）执行；施工场界外噪声监测按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）执行。

具体监测进度依据电厂施工进度进行安排，根据现场施工进度拟安排施工期噪声监测情况见表 5.1-3。

（3）对大气环境质量的影响

a）对大气环境质量影响的主要因素

施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，大气中粉尘含量增高，造成大气环境质量局部恶化。但通过洒水降尘、场地清理、降低车速等措施，可大大减少对环境的影响，土石方施工完成后，当地的大气环境质量将很快得以恢复。因此施工中对大气环境的影响是局部的和暂时的。

b）大气环境质量的监测计划

本项目考虑监测期所处季节的主导风向、施工活动引起的污染物浓度分布特征，在厂界附近、距离厂址最近的居民点布设监测点，进行施工期大气环境监测。各监测点应具有代表性，环境监测数据能反映各环境空气敏感区和各环境功能区的环境质量，以及预计受到影响的高浓度区的环境质量。此外，施工期监测布点还应尽可能的考虑与以往本底监测时布设的监测点位的对应关系。

根据收集到的厂址地区气象资料，并参照大气本底监测时布设的监测点位，以全年及各季主导风向为依据，共布设监测点 5 个，在厂址位置处布置 3 个监测点，在厂址附近的居民点布设 3 个监测点。对每个测点进行编号，并作详细的描述，连续监测 7 天。目前暂定监测点位布置如图 5.1-3 所示。监测期间将根据施工现场实际情况确定点位布设的具体位置和数量。

春秋两季厂址地区主导风向为 SW 风，夏季厂址地区主导风向为 SSW 风，冬季厂址地区主导风向为 NNE 风，在春夏秋三季及年度主导风上风向（冬季主导风下风向）的 3#点方安布置 1 个监测点；在春秋两季及年度主导风下风向（冬季主导风上风向）的居民点 5#点小南海布设 1 个监测点； 4#点大坨子是厂址附近较大的居民点。在厂址位置处布置 3 个监测点，其中 1#点厂址 A 和 2#点厂址 B 为无组织排放源监测点，1#点厂址 A 在厂址门岗处，是施工现场大型运输车辆的进出口，2#点厂址 B 则在厂址西南侧搅拌站附近，根据《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中对无组织排放源监测点布设的要求，进行现场监测时，在两个监测点上风向 2~50 m 处各布设一个对照点，同时在其下风向 2~50

m 处各布设一个监测点。6#点锅炉房位于厂址临建区锅炉房烟囱处，为污染源监测点，建成前按照《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及其 2000 年修改单中的要求进行监测，建成后根据《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）中的要求进行监测，各监测点概况见表 5.1-4。

具体监测进度依据辽宁徐大堡核电厂施工进度进行安排，根据现场施工进度拟安排施工期大气监测情况见表 5.1-5。

监测期间将根据施工现场实际情况选择污染较大的关键时间点安排现场监测活动，以确保监测数据的代表性。

厂址位置处用于监测其无组织排放源影响情况的两个监测点的监测数据按照国家标准《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的规定，SO_2、NOx 和颗粒物取其小时浓度值，每天在其正常施工时间内采样 4 次（暂定为 08:00 时、11:00 时、14:00 时、17:00 时），每次连续采样 1h。锅炉房建成前后均取其 SO_2、NO_x 和颗粒物的小时浓度值，每天采样 4 次（02:00 时、08:00 时、14:00 时、20:00 时）。其他居民点等敏感点根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）要求，所有监测项目均连续监测 7 天。其中 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、$PM_{2.5}$ 日均值每天采样 1 次，每次连续采样 20h；SO_2、NO_2、CO 小时均值每天采样 4 次（02:00 时、08:00 时、14:00 时、20:00 时），每次连续采样 1h。

分析方法按《环境空气质量标准》（GB3095-1996）执行，详见表 5.1-6。

按照国家标准《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及 2000 年修改单中的有关规定和当地的实际情况（当地政府没有对该地区进行大气环境功能区划分，且厂址所在区域为农村地区），确定厂址大气环境质量功能区的类别为二类区，所以厂址位置处用于监测其无组织排放源影响情况的两个监测点的监测数据按照国家标准《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的新污染源大气污染物排放限值进行评价，厂址锅炉房建成后将根据其性能类别等参数按照《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）中的标准进行评价，建成前和其他居民点一样执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及 2000 年修改单中的二级标准，评价标准如表 5.1-7 至表 5.1-10。

（4）施工安装的影响

核电厂施工建设阶段，各种设备和连接管道需要运输、贮存和现场安装，为避免盐雾锈蚀和表面氧化，采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理。钢材的处理包括除油、酸洗和钝化。除油采用磷酸三钠、硼酸纳、非卤素的有机溶剂及一些表面活性剂、去污剂等；

酸洗采用硫酸、磷酸、有机酸及缓蚀剂；钝化通过磷化、有机物或铬酸盐完成，钝化后有时用油做表面防护。上述物质有些是有毒化学物品，但因施工单位严格执行化学物品使用管理规定，因此不会对环境造成污染。

虽然场地施工时，其上表土和植被需要剥离，从而影响当地植物资源量。但施工所在地没有名贵的动植物资源。在工程施工结束后，厂址区原有的生态将被厂区绿化和景观所代替，因此陆上施工建设对周围环境造成的影响是很有限的。

（5）运输对沿线居民的影响

进厂道路已建成。应急道路施工主要是因为土石方运输、机械碾压振动等施工活动，对沿线居民生活和工农业生产造成的影响是暂时的。为将这种不良影响减少到最低程度，在定线过程中，避免穿越村庄、农田，并通过对线路的反复比选，使平、纵曲线线形尽量与地形、地貌相吻合。合理征用取土坑，以免过多的破坏自然景观。为防止水土流失，对全线边坡均进行防护，以防止边坡失稳、水土流失带来的公害。

（6）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；职工食堂生活垃圾按 250 人就餐，根据有关规定每人每天生活垃圾产出量为 0.52kg，合计总产出量约为 0.13 吨/天。该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。

核电厂建安期间，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，根据经验估算，结合在建核电厂的实际情况，现场平均每日产生的建筑垃圾约 1.5～2 吨。垃圾清运的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。

（7）建筑材料供应区的开辟对环境的影响

建筑材料包括水泥、沙子、石子、地砖、墙砖、钢材、管材、涂料及止水带等，除石子取自厂区正、负挖存料外，其余建材均外购（外购石料约 162.17 万 m^3）。外购水泥自带包装存于搅拌站仓库内，无需倒运；外购沙子存于搅拌站料仓内，场内车辆倒运；外购

地砖、墙砖自带包装及篷布运至施工区域临时周转场地；外购钢材、管材运至施工单位临建区，场内车辆倒运；涂料、止水带外购运至施工区域临时周转场地；石子取自厂区料场堆场及石料厂内堆场，运输为场内车辆短倒，绿网维护。建筑材料均堆置于库内或有防护措施的堆场，没有长距离倒运，所以对环境的影响是可以接受的。

5.1.2.2 施工活动对社会环境的影响

本工程的建设将永久占用土地，所用土地均在辽宁徐大堡核电厂的拟征地范围内。厂址非居住区半径 0.8km 范围内目前距离厂址最近的是海滨乡台里村的小南海，位于厂址 NNE 方位 0.7km，小南海自然村将全部搬迁至李宝沟附近，位于厂址方位 NNE 约 1.2km。此外，方安村的徐大堡已有 107 户 407 人搬迁至打井立和后徐大堡 2 个移民新村，打井立位于厂址的 W 方位 1.7km，后徐大堡位于厂址 W 方位 1.3km。其余 173 户搬迁工作正在进行。对社会环境的影响十分有限。

本工程的建设将永久占用土地，所用土地均在辽宁徐大堡核电厂的拟征地范围内。厂址非居住区半径 0.8km 范围内目前距离厂址最近的是海滨乡台里村的小南海，位于厂址 NNE 方位 0.7km，还有徐大堡村，已经搬迁 107 户，其余 173 户搬迁工作正在进行。对社会环境的影响十分有限。

本工程在建设期间需要大量的工程施工人员，这些外来施工人员进驻施工现场，并在该地区居住和生活，这将增加该地区的消费能力，增加当地居民的就业机会，一定程度上将促进该地区经济的发展，同时对当地居民的物价指数可能会带来一定影响。

5.1.2.3 施工活动对地区历史古迹及风景区影响

核电厂近区域无历史古迹及风景区，因此建设活动对当地历史古迹及风景区无影响。

5.1.2.4 施工活动对厂区周围生态的影响

施工活动对陆生生态的影响主要从以下几方面进行分析：

（1）施工场地周围动植物情况

施工所在地的植被多为灌木和杂草，没有名贵的动植物资源。

（2）施工占地

本工程施工尽可能利用拟建厂区周边的现有条件，施工会对地表产生一定的扰动和破坏，但随着项目建设进度的推进，大部分区域为建构筑物覆盖或绿化美化，通过水土保持措施的落实，扰动破坏区域可以得到治理，水土流失能够得到有效的控制。

（3）土石方

工程开挖主要来自场地平整工程、核岛及常规岛基础开挖等，经土石方平衡，工程最

终产生 72.94 万 m^3 废弃方，目前按照设计临时堆置于主厂区 5、6 号机组空地。厂外公路施工开挖土方全部调配利用。

整个工程挖填的土石方都是在项目区内进行调配利用，一方面运输距离短，另一方面对项目区以外的区域扰动和影响相对较小。本工程各施工区清基表土全部得到利用，施工过程当中对开挖土方采取拦挡、苫盖等临时防护措施进行防护，可以减少施工过程中的水土流失。

（4）主要施工工艺

a）厂区施工

厂区平整采用推土机推土，挖掘机挖装，自卸汽车运输。

主厂房等建筑基坑开挖采用机械化大开挖，挖掘机挖土，自卸汽车运土，推土机配合下进行联合作业。

回填采用机械和人工相结合的施工方法，土方由挖掘机装土，自卸汽车运土，推土机铺土、摊平，用振动碾压机碾压，边缘压实辅以人工和电动冲击夯实。

b）路基施工

路基施工前，首先做好地面临时排水设施，并与永久性设施相结合，防止雨水造成路基冲刷。填方采用汽车运输，推土机、平地机配合人工找平，压路机碾压的施工方法。路基应分层填筑，充分压实，分层的摊铺厚度不得大于 30cm。

上述施工工艺成熟可靠，无特殊施工技术要求，施工期加强各项临时防护措施后，可以有效防止水土流失的危害。

（5）典型生态保护措施

a）厂区边坡

根据厂址周围地形条件，场地平整工程结束后将在厂址北侧和西侧形成人工挖方边坡，长度约为 2482.54m，最大高差约 16.57m；填方边坡位于施工区的西北角，长度约为 75.74m，最大填方高度 2.32m。

厂区北侧边坡分为两级，第一台阶边坡坡率为 1:1，第二台阶边坡坡率为 1:1.25，台阶宽度 3m，厂区周围其他边坡采用单坡，挖方边坡坡率 1:1.25，填方边坡坡率为 1:2。边坡均采用方格型浆砌片石截水骨架内铺草皮边坡。厂前区边坡设计结合绿化景观，表面进行铺草皮处理。

b）截水墙、截洪沟

根据厂址周围地形地貌条件，厂址地面由西北坡向厂区的东南向。而厂址的西北侧有

三处地势较高，洪水会进入厂区，进而影响到核岛的安全。因此，在厂区西北侧边坡外设置截水墙和截洪沟。

c）厂外道路

厂外道路布设排水沟、边坡防护、行道树等措施。

上述这些改造措施都会补偿施工建造对原地形地貌的改变。

总之，陆域施工对生态的影响是有限的，随着工程施工结束后，厂区的绿化美化将逐步完善，施工场地逐渐还绿，对厂区周围的生态是有利的。

5.2 水的利用

5.2.1 陆域施工对水环境的影响

施工期间对于施工场地排水工程，由于施工场地使用期较长，占地面积大，因此结合施工场地总平面布置，采用自流和泵房提升相结合的方法，对施工场地排水进行系统规划，使厂内的集水迅速排导，能满足场地排水和水土保持的要求。

生活所排放的生活污水由生活污水系统收集，定点处理；生产所产生的废水由独立的系统收集，经沉淀复用，不会对水环境产生影响。

5.2.2 海域施工对水体环境的影响

本工程的水域施工主要为取水明渠防波堤、内护岸、中隔堤、排水明渠防波堤和码头施工。工程所需土石方量较大，施工期周期较长会对水域环境造成一定影响。

可能的地基处理方法如爆破挤淤有水下冲击波、爆炸震动和爆炸掀沙等问题。这些影响将对工程附近海域水体环境、海洋生物及养殖业和施工船舶等产生一定影响。

本工程涉及清淤工程，随着疏浚区沉积物的挖出，疏浚区原有沉积环境将不复存在，底栖生物将被损伤破坏。

对海工施工的影响进行定量分析如下：

1）填海及海工构筑物资源损失

本工程厂区填海海域，取、排水明渠及大件码头等构筑物用海区域海底地貌类型属于水下浅滩，水深在7m以内，大部分属滨海湿地范畴。本工程填海区内潮间带海洋生态环境将变成陆地，其内栖息的底栖生物将不复存在。取、排水明渠和大件码头的建设除直接造成下覆海底区域海洋生物资源的损失外，还将造成海工构筑物下覆底土和上覆水体空间资源的永久丧失。

本项工程填海面积 45.2663hm^2，填海区域位于水深 2m 以浅的潮间带；导流堤和排水暗涵占用海域面积 42.2229hm^2，工程区域水深 2～7m。填海及海工构筑物造成的资源损失量见表 5.2-1。

2）施工悬浮物资源损失评估

据施工期泥沙扩散数模成果，本工程施工悬浮物浓度影响大于10mg/l的影响范围约为7.06km^2，浓度大于20 mg/l的影响范围约为2.50km^2，浓度大于50 mg/l的影响范围约为0.82km^2。

水体中悬浮物含量越高，海洋生物的损失率也越大。资源损失评估按照农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》持续性损害受损量评估方法，依据施工悬浮物超

标倍数按不同损失率分区进行计算，施工持续时间取 108d。施工悬浮物资源损失量计算结果见表 5.2-2。

5.2.3 减轻施工过程对水环境影响的措施

（1）减少围填泥沙入海污染海洋环境影响的措施

① 厂址陆域形成过程，应严格按先形成护岸后回填的施工工艺施工。

② 避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工。

③ 将施工期环保要求列入招投标内容。

（2） 减轻疏浚过程对海域环境影响的环保措施

① 基槽和爆破挤淤淤泥清淤时，建议尽量采用抓斗式挖泥船并尽量采用封闭式抓斗挖泥船，以减少悬浮泥沙入海量。

② 开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物(包括船用油和开挖泥沙)的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发现，应立即采取措施。

（3）施工船舶及重件码头机舱含油污水和生活污水处理措施

① 施工船舶含油污水不能随意排放，对于未安装油水分离器的小型船舶，可考虑施工期在岸上增设油水分离和处理设施。

② 施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。

③ 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器；

④ 根据 MARPOL73/78 公约，重件码头靠港船舶舱底油污水经自备油水分离器处理达 GB3552-83《船舶污染物排放标准》要求后到港外排放，禁止在港内排放。

⑤ 重件码头到港船舶未配备油水分离处理设施，或因故障未能正常运行的，应直接交予有资质的含油污水接收处理船接收处理。

（4）施工人员生活污水处置的环保措施

本工程生活污水处理站为全厂共用，施工人员的生活污水经收集处理后其水质不仅满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB 21/1627-2008）的相关要求，同时达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中回用水标准，充分回用后多余中水排放至大海。

5.3 施工影响的控制

本工程建设主要是主厂房负挖土石方爆破、运输产生的噪声、粉尘以及施工安装等活动对周围环境的影响，为此需要采取一定的控制措施，以减少对环境造成的不利影响。

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

—土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2011）的相关规定；

—石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；

—合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；

—控制土方爆破范围，不会影响循环冷却水取水地段的海域水文和海床条件。

5.3.2 施工扬尘的控制措施

—施工区和相关道路上散落的灰土及时清扫，道路路面上经常洒水，保持路面湿润；

—严格控制行车速度；

—改善道路路面；

—在环境保护目标附近，应使用隔离板使施工区与周围环境隔离；

—尽量减少土方的临时堆置时间；

—渣土临时堆放场应加盖布条进行防护；

—水泥等粉状建筑材料应妥善保管，不得露天随意存放；

—加强施工管理，合理调度运输车辆等；

—在施工过程中对易引起飞尘的操作如钻机打孔，采用干式或湿式除尘方法，以减少粉尘。

5.3.3 施工噪声的控制措施

—石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；

—合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；

—尽可能使用噪声低的先进施工设备，并合理安排施工进度，加强在施工期间对高噪声设备的管理，避免高噪声设备的同步使用；

—对于可能造成声环境敏感点影响的工程，在夜间尽量不施工，或夜间施工禁止使用重型机械。

—爆破噪声为间歇性脉冲噪声，在爆破中每一个脉冲噪声应控制在 120dB 以下。复杂环境条件下，噪声控制由安全评估确定。

施工噪声的控制应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

施工期间的噪声监测应按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）进行

建筑施工场地边界线处的等效声级测量。

5.3.4 场地回填的控制措施

1、2 号机组工程施工期间仅有建筑物基础和管沟及正挖工程等少量回填，没有大面积的场地回填工作。

海域回填是在护岸基本形成之后进行，对海域的影响有限。

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

—对于施工期间现场废物垃圾的处置，制定相应的管理规定，并严格执行；

—从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；

—集中储存，做好防护措施，使其对环境的影响降至最低；

—采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒；

—污水采用有组织排水方式，处理达标后排入海洋。

核电工程建安期间施工场区内不设生活区域，场区内生活污水源主要来自临时厕所，由于厂区管网逐渐形成故在厂区管网未形成之前，在建安期间，临时厕所污水先排入设立的化粪池内，然后委托专业队伍定期清运至当地环卫部门指定的场所，待现场正式管网形成后一并排入正式污水管网。办公区域及生活区域污水先排入设立的化粪池内然后再排入设立的小型污水设施点处理。

5.3.6 非放射性物质的控制措施

对于需进行表面处理的设备、管道、钢材等，要求设备承包商在出厂前进行处理，必须要在现场处理的，由施工单位严格执行化学物品使用管理规定，对其使用量严格控制。

5.3.7 放射源的管理措施

施工期间主要用γ 射线进行无损探伤检验，对放射源的使用和管理措施如下：

—根据国家颁布的《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；

—制订放射源和射线探伤作业应急预案；

—专门设置放射源库贮存放射源，库房双门双锁，并设有专人看管；

—使用放射源的作业区范围禁止靠近区域边界设置隔离警示标志，专人现场监护；

—探伤操作人员佩带热释光个人剂量计和个人剂量报警器，进行个人剂量监测，并防止发生意外照射。

5.3.8 设计地形地貌的改造措施

由于工程建设，对厂址原地形地貌已按设计要求进行了改造，开挖、回填形成的边坡需进行必要的防护，防止水土流失。为减少降雨和山洪对厂址的威胁，在厂区局部挖方边

坡坡顶处修筑截洪沟。

基础开挖的土、石方要集中堆放，并及时回填于需要填方的地点或指定场地，避免水土流失；

厂区施工中场地平整应与地下建筑施工相结合，统筹考虑，杜绝重复挖填，避免或减少二次倒运；

厂区内地下设施繁多，施工时要合理安排施工顺序，遵循由深而浅、统筹安排的原则，确定临近地下设施尽量同槽一次开挖，同时应保持基坑土方边坡的稳定，基面不受扰动；

所有建筑工地排水、设备清洗水要集中处理，尽量重复利用，对施工场所进行喷洒，减少地面起尘；

为了美化环境，厂区绿化采用“点、线、面”结合的原则（除在厂区的保护区围墙内不绿化外），点即主入口、办公楼区等主要区域景点的景观设计；线即厂区道路两侧的绿化空间设计；面即厂区形成的块状景观空间设计，以补偿由于土石方工程及核电厂建造对原有地貌的改变。

5.3.9 水土保持措施

5.3.9.1 厂区工程水土保持防治措施

（1）工程措施

a）表土剥离

由于厂址区耕作表层土较薄，厂区在施工前需因地制宜地进行表土剥离，适宜剥离表土的区域均应采取剥离措施，并在厂区临时堆土安置区集中堆放，施工结束后用作施工扰动区土地平整用土及绿化覆土。

b）厂区防排洪工程

根据厂址周围地形地貌条件，厂址地面由西北坡向厂区的东南向。而厂址的西北侧有三处地势较高，洪水会进入厂区，进而影响到核岛的安全。因此，在厂区西北侧边坡外设置截水墙和截洪沟。

①截水墙

截水墙：厂区西北侧高地以西段汇水量较小，在高地之间有地势较低的冲沟，因此在此处设置截水墙。截水墙的总汇水面积约为4.7hm^2。防洪设计标准按PMP暴雨强度设计。浆砌块石抹面截水墙需高出原地面0.5m，截水墙外底板衬砌要求不少于1.5m（部分区域不少于2.5m），底板标高同原地面标高。汇集的洪水在截水墙的最低处经自然冲沟排向厂区的西北侧。

②截洪沟

截洪沟：在厂址边坡上部设置截洪工程，设计标准采用 PMP10 分钟降雨强度。分别采用截洪沟或截水墙两种形式，截水墙为 0.5m 高的浆砌块石抹面的型式，并有不少于 1.5m（部分区域不少于 2.5m）的外底板衬砌。截洪沟采用浆砌块石抹面的矩形断面型式。断面尺寸在 0.9m（宽）×0.5m（高）~0.9m（宽）×1.0m（高）。

c）厂区边坡防护

厂址周边形成人工边坡，挖方边坡位于厂区的东侧、西侧和北侧，填方边坡位于厂区的西南侧。挖方边坡总长（坡脚线长度）2482.54m，边坡最大高差 16.57m。填方边坡总长 75.74m，最大高度 2.32m。

厂区边坡距核安全相关厂房最近点约 350m，高度约 16.57m，由于边坡高度较低，且与核安全相关厂房距离较远，按非核安全相关边坡设计，即可满足相关要求。

厂区北侧边坡分为两级，第一台阶边坡坡率为 1:1，第二台阶边坡坡率为 1:1.25，台阶宽度 3m，厂区周围其他边坡采用单坡，挖方边坡坡率 1:1.25，填方边坡坡率为 1:2。边坡均采用方格型浆砌片石截水骨架内铺草皮边坡。厂前区边坡设计结合绿化景观，表面进行铺草皮处理。

（2）植物措施

a）厂区绿化规划设计

在保护区内不允许进行绿化布置，采用硬化地面和铺设级配碎石；保护区外区域均可进行绿化布置，在满足辐射防护、实物保护、卫生、消防等各方面要求的前提下，尽可能多地以绿化覆盖，从而美化环境，改善小区域气候，为本企业员工及周边群众创造良好的工作、生活条件。

厂前区人员最为集中，又是企业对外的窗口，因此是绿化与美化的重点，利用多种方式，形成优美的办公环境；采用多种绿化方式，在符合相关规定的前提下，实施多层次的立体绿化，以增强绿化效果；其它区域根据具体条件进行绿化。

b）厂区边坡植草

厂区填方边坡及挖方边坡共形成坡面 1.2hm^2，采用方格型浆砌片石截水骨架内植草护坡，选择野牛草。

（3）临时防护措施

a）厂区表土临时防护

厂区土建工程施工前，先进行表土剥离，后再进行开挖，剥离后集中堆放在 5#、6#

机组位置，堆土临时占地 1hm^2。

首先采取机械夯实处理，并在堆土体周边外坡脚采用干砌块石垒砌挡墙作临时防护，其它裸露面采用撒播草籽防护，草种选用狗牙根。临时堆土场在风季需经常洒水，以增加土壤湿度，降低风力侵蚀流失。

b）厂区施工道路临时排水

由于对地表扰动较大，在土建施工及安装场地，在降雨的冲刷下，容易随水流失，对周边环境造成淤积和污染。主要沿施工场地区四周进行设置，防治场地区积水和开挖的松散的土石方在雨水的冲刷下流失。排水沟与厂区的排水沟连成体系，最后汇入防洪沟。

c）在雨季及大风天气土建安装场地对临时堆土需用密目网遮盖，需密目网 12000m^2。

5.3.9.2 水土保持监测

为了解工程区水土流失规律、流失强度及程度，及时掌握项目区水土流失的动态变化，评价工程建设对水土流失的实际影响，以及水土保持方案的落实情况和项目区各项水土保持措施的实施效果，合理评价建设项目水土保持工程的水土流失防治效果。同时，通过水土保持监测，也能及时发现工程建设中的相关问题和分析水土流失的控制状况，以便于提出相应的对策和采取行之有效的措施不断改进和完善，为验收时能够实现六项指标服务，全面防治新增水土流失和改善生态环境。

（1）监测内容

a）项目建设区内水土流失主要影响因子参数的监测

主要包括项目建设区造成的地形、地貌变化情况；降水量和强度；建设项目占地面积、扰动地表面积；项目挖方、填方数量及面积，弃土、弃渣量及堆放面积；项目区植被类型、林草覆盖度等的动态变化。

b）水土流失状况监测

定期获取关于水土流失状况的数据。主要包括水土流失防治责任范围内水土流失面积变化情况；水土流失量变化情况；水土流失程度变化情况；以及水土流失对工程建设、已有水土保持工程、周边地区造成的影响及其破坏趋势。

c）水土流失防治效果监测

在定期或者暴雨后对防治措施进行全面调查的基础上，监测水土流失防治措施效果。主要包括防治措施的数量和质量；植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；各项防治措施的拦渣保土效果。

d）水土保持措施落实情况监测

水土保持措施落实情况是水土保持方案编制的意义所在，对照方案及后续设计监测水保防护措施是否到位、施工过程中是否有临时防护措施。

e）重大水土流失事件监测

主要包括对主体工程和周边环境造成重大影响的水土流失现象进行及时记录。

（2）监测时段、点位、频次

由于工程建设前需要对场地进行平整，然后再对平整过的场坪进行二次扰动，因此本工程的水土流失预测分三个时段进行。施工准备期场地平整土石方挖填量大，扰动面积广，水土流失的强度和危害也比较大，根据工程进展，结合项目区雨季的长度，场地平整期预测时段取 1.0 年。施工期的预测时间将主要根据主体设计各单元工程的施工进度安排来确定。自然恢复期则根据项目区的自然条件而定。各区预测时段见表 5.3-1。各区设在不同时段可能产生的水土流失分析见表 5.3-2。

根据前述水土流失预测分析的结果，定位观测共设 4 个监测点，即厂区 2 个、施工场地区 1 个、厂外道路 1 个。分别布置在厂区最大开挖处和最大回填处，施工场地区布置在有边坡、水土流失比较大的位置。

监测主要以水蚀和重力侵蚀监测为主，因此监测频次视降雨情况确定，同时结合工程实际情况和监测的内容，确定相应的监测频次。

水土保持监测情况和实施计划表见表 5.3-3。

（3）监测方法

本工程水土保持监测，采取地面观测、调查监测法和场地巡查相结合的方法。在防治责任范围内，对水土流失较大的区域进行地面观测；水土流失影响较小的区域，采用调查监测和地面巡查。

5.3.10 施工期的节水措施

施工期节水措施主要是淡水的节水措施，如下：

—采用用水量少、耗水量低的工艺系统，降低了用水量。

—采用新型管材，推广节水器具。

—提高水的重复利用率。

—加强节水管理，对用水量加以控制和计量。

5.4 供暖锅炉的影响

5.4.1 供暖锅炉的大气环境影响

5.4.1.1 污染源概况

本工程拟建设 4 台热功率为 14MW 的燃煤热水锅炉，锅炉效率 79%，采用一体式高效脱硫除尘装置，除尘效率为 95%，脱硫效率 80~86%。单台锅炉耗煤量 3370kg/h。4 台锅炉共用 1 座烟囱，烟囱高度 60 米，烟囱出口处烟气流量 217600m^3/h，烟气流速约 17m/s。供暖锅炉运行期间排放的大气污染物主要为锅炉燃煤产生的烟尘和二氧化硫，烟尘排放量为 7.07g/s，SO_2 排放量为 7.25g/s。

徐大堡核电厂厂址为二类功能区，根据《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001），锅炉二氧化硫和烟尘最高允许排放浓度见表 5.4-1。经计算，供暖锅炉运行期间烟尘和二氧化硫的排放浓度分别为 117.0mg/m^3 和 120.0mg/ m^3，均为达标排放。

5.4.1.2 评价等级与评价范围

按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）规定，计算烟尘和 SO_2 的最大地面浓度占标率 P_i 及污染物的地面浓度达标准限值 10%时所对应的最远距离 $D_{10\%}$，其中 P_i 定义为：

$$P_i = (C_i/C_{0i}) \times 100\%$$

式中：P_i－第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

C_i－采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面浓度，mg/m^3；

C_{0i}－第 i 个污染物的环境空气质量标准，mg/m^3；

大气环境质量标准见表 5.4-2。评价工作等级的判定依据见表 5.4-3。具体计算参数见表 5.4-4，计算结果见表 5.4-5 和图 5.4-1。由表 5.4-5 可知，供暖锅炉运行后，SO_2 最大 1 小时浓度为 0.0246mg/m^3，最大占标率为 4.93%，对应的距离为下风向 900m 处；烟尘最大 1 小时浓度为 0.0240mg/m^3，最大占标率为 2.67%，对应的距离为下风向 900m 处。由于所排放的烟尘和 SO_2 最大占标率均低于 10%，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）规定，确定本项目大气评价工作等级为三级。对于三级评价可不进行大气环境影响预测工作，直接以估算模式的计算结果作为预测与分析依据。本项目评价范围为以厂址为中心 2.5km 的范围。

5.4.1.3 评价范围内的主要环境敏感点

厂址附近人口较少，村庄数量很少且分布稀疏，多数土地为农耕用地。厂址半径 2.5km 范围内没有自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的地区。目前厂址半径 2.5km 范

围涉 10 个自然村，共计 3621 人。各自然村相对厂址的距离、方位与人口数详见表 5.4-6。小南海自然村将全部搬迁至李宝沟附近，位于厂址方位 NNE 约 1.2km，葛条秧子自然村共 148 人，将全部搬迁，搬迁新址在台里村部正前面，位于厂址 NE 方位 3.0km，搬迁后厂址 2.5km 范围内各自然村情况详见表 5.4-7。厂址半径 2.5km 范围有 1 所学校，为厂址 WSW 方位 2.1km 的方安小学，位于海滨乡方安村，教职工人数 18 人，学生人数 299 人。

5.4.1.4 环境空气质量影响分析

根据估算模式计算结果及厂址周围大气环境现状调查结果（见表 5.4-8），厂址 2.5km 范围内敏感点处 TSP 与 SO_2 最大小时浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中二级标准要求。分析结果表明，拟建供暖锅炉项目对周围大气环境质量影响较小，厂址周围环境是可以接受的。

5.4.2 锅炉排水

锅炉排水主要来自锅炉排污水和锅炉补水处理系统排污水，这些污水除盐类和少量悬浮物外，无其他有害物质。排至降温池，经沉淀和降温后排放。

5.4.3 锅炉灰渣

锅炉灰渣产生量约 100t/d，按年运行 145 天计，锅炉产生灰渣总量约 14500t/a。灰渣由重型板链除渣机进行收集，运至临时渣场储存，一般储存 2 天，由汽车运至当地建材厂生产建筑材料，进行资源再利用。

5.4.4 锅炉噪声

锅炉房主要噪声源为风机、循环水泵等。单机噪声源强约为 85 dB(A)。采取的减噪措施包括采用消声器、减震垫等，经衰减后对周围声环境的影响可接受。

5.5 施工期环境监理评价

环境监理主要包括施工期环境保护达标监理、生态保护措施监理和环保设施监理：

环境保护达标监理是监督检查项目施工建设过程中各种污染因子达到环境保护标准要求的情况；

生态保护措施监理是监督检查项目施工建设过程中自然生态保护和恢复措施、水土保护措施及自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感保护目标的保护措施落实情况。

根据施工时段的具体内容不同，环境监理分为 3 个阶段进行，即施工准备阶段、施工阶段和交工以及缺陷责任期。

——施工准备阶段

这一阶段的监理任务主要是编制环境监理细则，审核施工合同中的环保条款、承包商

施工期环境管理计划和施工组织设计中的环保措施，核实工程占地和准备工作，审核施工物料的堆放是否符合环保要求。

如建设项目已开工建设，则要补充环境监理评估，具体内容是：

工程进展情况、采取的环保措施追记；检查环保设施是否落实；环保工程是否满足环评设计要求；是否有遗留的环境问题，提出解决措施及计划安排。

——施工阶段

施工过程的环境监理其内容主要是督促施工单位落实环境影响报告中提出的各项环境保护措施，规范施工过程。

本项目施工阶段主要的环境监理要点如下表所示，环境监理人员根据要点进行监理，及时纠正不规范的操作。

施工期环境监理内容见表 5.5-1。

——交工及缺陷责任期阶段

这一阶段的工作主要是工程竣工环境保护验收的相关资料的汇总、环保工程的施工等以及缺陷责任期阶段针对施工场地清理的监理。

表 5.1-1 施工场界内噪声监测点

编 号	位 置	方 位	备 注
C1	场界北		
C2	场界东		
C3	场界南		
C4	场界西		
C5	1#反应堆中心		
C6	搅拌站		
C7	海工工程取水口		
C8	海工工程排水口		码头
C9	锅炉房		

表 5.1-2 施工场界外噪声监测点

编 号	名 称	方 位	备 注
1	方 安		
2	大陀子		
3	双堆子		
4	帐棚沟		
5	小南海（海边）		
6	李宝沟		
7	凉水泉		
8	葛条秧子		
9	施工人员生活区		
10	风力发电塔		
J1	滨海公路		
J2	滨海公路		
J3	滨海公路		

表 5.1-3 施工期噪声监测进度安排表

施工阶段	工程节点	监测频率
场地开挖阶段	ATP~核岛负挖	4 次/年
土建阶段	核岛混凝土浇筑~常规岛混凝土浇筑	4 次/年
结构阶段	CV 内结构施工	
安装阶段	核岛安装~常规岛安装~反应堆穹顶完工	2 次/年

表 5.1-4 施工期大气环境质量监测点位一览表

测点编号	测点名称	方位	距厂址距离	备注
1	厂址 A	厂址		厂址门岗，大型运输车辆进出口，无组织排放源监测点，包含一个上风向对照点和一个下风向监控点
2	厂址 B	厂址		厂址西南侧搅拌站附近，无组织排放源监测点，包含一个上风向对照点和一个下风向监控点
3	方安	WSW	1.84km	春、夏、秋三季及年度主导风上风向、冬季主导风下风向居民点
4	大坨子	N	1.33km	厂址最近几个居民点中较大的居民点，冬季主导风上风向，夏季主导风下风向
5	小南海	ENE	1.02km	距厂址最近居民点，春秋两季及年度主导风下风向
6	锅炉房	厂址		厂址锅炉房烟囱所在地

表 5.1-5　施工期大气监测进度安排表

施工阶段	工程节点	时间	监测频率
场地开挖阶段	ATP~核岛负挖	2012.7.30-2013.10.30	4 次/年
土建阶段	核岛混凝土浇筑~常规岛混凝土浇筑	2013.10.31-2015.10.31	4 次/年
结构阶段	CV 内结构施工		
安装阶段	核岛安装~常规岛安装~反应堆穹顶完工	2015.11.1-2017.5.30	2 次/年

表 5.1-6 各监测因子分析方法一览表

监测因子	方法依据	分析方法	最低检出限值（mg/m^3）
TSP	GB/T15432-1995	重量法	0.001
PM_{10}、$PM_{2.5}$	HJ618-2011	重量法	0.001
SO_2	HJ482-2009	甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	0.004
NO_2、NO_x	HJ 479-2009	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.015
CO	GB9801-88	非分散红外法	0.3

表 5.1-7 敏感点大气环境中各污染物的评价标准 单位：（mg/m^3）

污染物名称	标准值
NO_2[1]	0.12（日均值）、0.24（小时均值）
SO_2	0.15（日均值）、0.50（小时均值）
CO	4.00（日均值）、10.00（小时均值）
PM_{10}	0.15（日均值）
TSP	0.30（日均值）
$PM_{2.5}$[2]	

注：　[1]　NO_2 二级标准限值来自 2000 年发布的《环境空气质量标准》（GB3095-1996）修改单

[2]　$PM_{2.5}$ 仅为收集数据，不做评价。

表 5.1-8 无组织排放源中各污染物的评价标准 单位：（mg/m^3）

污染物名称	标准值
NO_x	0.12
SO_2	0.40
颗粒物	1.0

表 5.1-9 锅炉烟尘最高允许排放浓度和烟气黑度限值

锅炉类别		烟尘排放浓度（mg/m^3）	烟气黑度（林格曼黑度，级）
燃煤锅炉	自然通风锅炉（<0.7 MW<1t/h）	120	1
	其他锅炉	200	1
燃油锅炉	轻柴油、煤油	100	1
	其他燃料油	150	1
燃气锅炉		50	1

表 5.1-10 锅炉二氧化硫和氮氧化物最高允许排放浓度 单位：（mg/m^3）

锅炉类别		SO_2 排放浓度	NO_x 排放浓度
燃煤锅炉		900	
燃油锅炉	轻柴油、煤油	500	400
	其他燃料油	900	400
燃气锅炉		100	400

表 5.2-1　填海及海工构筑物资源损失量

工程类型	占用海域类型	生物类型	生物量		占用海域面积		水深（m）	转化率	出现比率	损失量	
填海	潮间带	底栖生物	191.46	g/m^2	452663	m^2	/	1	1	86667	kg
构筑物	海底	底栖生物	22.62	g/m^2	422229	m^2	/	1	1	9551	kg
构筑物	水体	鱼卵	1.216	尾/m^3	422229	m^2	4.5	0.01	0.25	5776	尾
构筑物	水体	仔鱼	3.079	尾/m^3	422229	m^2	4.5	0.05	0.25	73127	尾

表 5.2-2　施工悬浮物资源损失量

污染类型	超标倍数	生物类型	生物量		超标面积		水深（m）	转化率	出现比率	持续周期数	损失率	损失量	
施工悬浮物	1≤	鱼卵	1.216	尾/m^3	4.565	km^2	5	0.01	0.25	7.2	0.05	2.5×10^5	尾
	1～4	鱼卵	1.216	尾/m^3	1.673	km^2	5	0.01	0.25	7.2	0.15	2.7×10^5	尾
	＞4	鱼卵	1.216	尾/m^3	0.824	km^2	5	0.01	0.25	7.2	0.3	2.7×10^5	尾
	1≤	仔鱼	3.709	尾/m^3	4.565	km^2	5	0.05	0.25	7.2	0.05	3.8×10^6	尾
	1～4	仔鱼	3.709	尾/m^3	1.673	km^2	5	0.05	0.25	7.2	0.15	4.2×10^6	尾
	＞4	仔鱼	3.709	尾/m^3	0.824	km^2	10	0.05	0.25	7.2	0.3	4.1×10^6	尾
	1≤	成鱼	245.2	kg/km^2	4.565	km^2	/	1	1	7.2	0.01	80	kg
	1～4	成鱼	245.2	kg/km^2	1.673	km^2	/	1	1	7.2	0.05	148	kg
	＞4	成鱼	245.2	kg/km^2	0.824	km^2	/	1	1	7.2	0.15	218	kg

表 5.3-1 各区水土流失预测时段

预测区域	工程建设期（a）	
	土建施工期（含施工准备期）	自然恢复期
厂区	5	1.0
施工场地区	2.5	1.0
道路工程区	1.5	1.0

表 5.3-2 工程建设可能产生的水土流失分析表

项目区	时期	产生水土流失的因素
厂区	施工准备期	场地平整
	土建施工期	核岛、常规岛基础开挖及建筑物构建，部分地面裸露
	自然恢复期	林草措施尚未完全发挥作用
施工场地区	施工准备期	场地平整
	土建施工期	建筑材料搬运、堆放、机组组装等活动扰动地表；临时堆土场的堆土
	自然恢复期	林草措施尚未完全发挥作用
厂外运输区	土建施工期	公路基础开挖、堆放、回填及平整
	自然恢复期	林草措施尚未完全发挥作用

表 5.3-3 水土保持监测实施计划表

监测位置	监测内容	监测方法	监测时段	监测频次
厂区	水土流失背景值	实地调查	施工准备期	一次
	扰动、破坏地表面积	实地调查	施工期	每年一次
	植被破坏数量	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失面积	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失量	定位观测	施工期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	弃土弃渣数量	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失危害	实地调查	施工期、运行初期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	边防防护、截排水沟稳定性和完好程度	实地调查	运行初期	一次
	植被成活率、保存率、生长情况及覆盖度	实地调查	运行初期	一次
施工场地区	水土流失背景值	实地调查	施工准备期	一次
	扰动、破坏地表面积	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失面积	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失量	定位观测	施工期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	弃土弃渣数量	定位观测	施工期	每年一次
	水土流失面积	实地调查	施工期	每年一次
	水土流失危害	实地调查	施工期、运行初期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	排水沟稳定性和完好程度	实地调查	运行初期	一次
厂外运输区	水土流失量	定位观测	施工期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	水土流失危害	实地调查	施工期、运行初期	雨季每月一次，大雨暴雨加测
	植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度	实地调查	运行初期	一次

表 5.4-1 锅炉二氧化硫和烟尘最高允许排放浓度

内容 排放标准	SO_2 最高允许排放浓度（mg/m^3）	烟尘最高允许排放浓度（mg/m^3）
GB13271-2001《锅炉大气污染物排放标准》（时段：第 II 时段）	900	200

表 5.4-2　环境空气质量标准

功能区划分	标准名称	标准级别	内　　容		
二类地区	环境空气质量标准（GB3095-1996）	二级	取值时间	$SO_2(mg/m^3)$	$TSP(mg/m^3)$
			1 小时平均	0.50	-
			日平均	0.15	0.30

表 5.4-3　环境空气评价等级判别依据

评价工作等级	评价工作等级的判别依据
一级	P_{max}≥80%且 $D_{10\%}$≥5km
二级	其他
三级	P_{max}<10%或 $D_{10\%}$在厂界范围内

表 5.4-4　估算模式参数取值一览表

参数名称	单位	烟尘	SO_2
污染物排放速率	g/s	7.07	7.25
烟囱高度	m	60	
烟囱内径	m	2.2	
烟气流量	m^3/h	217600	
烟囱出口流速	m/s	17	
出口烟气温度	℃	120	
城市/乡村选项	---	农村	

表 5.4-5 估算模式计算结果

距源中心 下风向距离 D(m)	SO_2		TSP	
	下风向预测浓度 C_{i1}(mg/m3)	浓度占标率 P_{i1}（%）	下风向预测浓度 C_{i1}(mg/m3)	浓度占标率 P_{i1}（%）
1	0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00
100	3.93E-12	0.00	3.83E-12	0.00
200	2.02E-07	0.00	1.97E-07	0.00
300	2.97E-04	0.06	2.89E-04	0.03
400	4.45E-03	0.89	4.34E-03	0.48
500	1.21E-02	2.41	1.18E-02	1.31
600	1.54E-02	3.07	1.50E-02	1.66
700	1.61E-02	3.23	1.57E-02	1.75
800	2.25E-02	4.49	2.19E-02	2.43
900	**2.46E-02**	**4.93**	**2.40E-02**	**2.67**
1000	2.41E-02	4.82	2.35E-02	2.61
1100	2.27E-02	4.54	2.21E-02	2.46
1200	2.13E-02	4.27	2.08E-02	2.31
1300	2.01E-02	4.02	1.96E-02	2.18
1400	1.90E-02	3.80	1.85E-02	2.06
1500	1.80E-02	3.61	1.76E-02	1.95
1600	1.72E-02	3.43	1.67E-02	1.86
1700	1.64E-02	3.27	1.59E-02	1.77
1800	1.56E-02	3.12	1.52E-02	1.69
1900	1.50E-02	2.99	1.46E-02	1.62
2000	1.44E-02	2.87	1.40E-02	1.56
2100	1.38E-02	2.76	1.35E-02	1.50
2200	1.33E-02	2.66	1.30E-02	1.44
2300	1.29E-02	2.57	1.25E-02	1.39
2400	1.31E-02	2.61	1.27E-02	1.41
2500	1.32E-02	2.63	1.28E-02	1.43
2600	1.32E-02	2.64	1.29E-02	1.43
2700	1.32E-02	2.63	1.28E-02	1.43
2800	1.31E-02	2.62	1.28E-02	1.42
2900	1.30E-02	2.59	1.26E-02	1.40
3000	1.28E-02	2.56	1.25E-02	1.39
3500	1.17E-02	2.35	1.14E-02	1.27
4000	1.06E-02	2.12	1.03E-02	1.15
4500	9.62E-03	1.92	9.38E-03	1.04
5000	9.85E-03	1.97	9.60E-03	1.07
5500	9.84E-03	1.97	9.60E-03	1.07
6000	9.65E-03	1.93	9.41E-03	1.05
6500	9.36E-03	1.87	9.12E-03	1.01
7000	9.00E-03	1.80	8.77E-03	0.97
7500	8.61E-03	1.72	8.40E-03	0.93
8000	8.23E-03	1.65	8.02E-03	0.89
8500	7.86E-03	1.57	7.66E-03	0.85
9000	7.50E-03	1.50	7.32E-03	0.81
9500	7.17E-03	1.43	6.99E-03	0.78
10000	6.94E-03	1.39	6.77E-03	0.75
15000	6.62E-03	1.32	6.45E-03	0.72
20000	5.87E-03	1.17	5.73E-03	0.64
25000	5.10E-03	1.02	4.97E-03	0.55

表 5.4-6 厂址半径 2.5km 范围内居民点（搬迁前，2012 年）

序号	居民点	所属乡（镇）和行政村名称	位置		人口数
			方位	距离(km)	
1	方安	海滨乡方安村	WSW	1.84	1055
2	徐大堡	海滨乡方安村	W	0.769	734
3	大陀子	海滨乡双堆子村	N	1.33	561
4	双堆子	海滨乡双堆子村	NW	1.86	394
5	帐棚沟	海滨乡双堆子村	WNW	2.17	316
6	小南海	海滨乡台里村	ENE	1.02	123
7	李宝沟	海滨乡台里村	NE	1.30	130
8	凉水泉	海滨乡台里村	ENE	1.59	244

表 5.4-7 厂址半径 2.5km 范围内居民点（搬迁后，2012 年）

1	方安小学	海滨乡方安村	WSW	1.68	202
2	冯殿路幼儿园	海滨乡方安村	WSW	1.84	37

表 5.4-8 评价区域内常规污染物小时均值

	监测值		估算值		叠加值	
采样点	SO_2	TSP	SO_2	TSP	SO_2	TSP
	最大小时浓度（mg/m^3）	最大日均浓度（mg/m^3）	最大小时浓度（mg/m^3）	最大小时浓度（mg/m^3）	最大小时浓度（mg/m^3）	最大小时浓度（mg/m^3）
方安	0.021	0.278	0.0156	0.0152	0.0366	0.849
大坨子	0.023	0.281	0.0201	0.0196	0.0431	0.863
小南海	0.021	0.266	0.0241	0.0235	0.0451	0.822

注：表中监测值取自中国辐射防护研究院编制完成的《辽宁徐大堡核电厂厂址周围大气环境现状调查及评价报告》（2011 年 12 月）

表 5.5-1 施工期环境监理

<table>
<tr><th>环境影响</th><th>环境监理重点具体内容</th><th>实施机构</th><th>负责机构</th><th>监督机构</th></tr>
<tr><td>废气</td><td>1、施工期间，厂区应进行围挡，减少扬尘污染；
2、运输车辆加盖篷布，施工便道定期洒水；
3、对排烟大的施工机械安装消烟装置。</td><td rowspan="5">施工单位</td><td rowspan="5">建设单位</td><td rowspan="5">施工监理单位及辽宁省环保厅</td></tr>
<tr><td>废水</td><td>1、施工营地生活污水要集中排入收集措施统一处理；
2、施工现场应建造沉淀池、隔油池等污水临时处理设施，对含油量大的施工机械冲洗水或悬浮物含量高的其它施工废水处理后排放，砂浆和石灰浆等废液要集中处理，干燥后与固体废物一起处置；
3、水泥、黄沙、石灰类的建筑材料应集中堆放，并采取一定的防雨淋措施及时清扫施工运输过程中抛洒的建筑材料。</td></tr>
<tr><td>噪声</td><td>1、控制施工时间，禁止夜间施工，严禁施工噪声扰民；
2、重型设备施工时，提前向当地环保主管部门申报，避免对环境造成影响；
3、加强对施工机械的维护保养，以避免由于设备性能差而增大机械噪声的现象发生。</td></tr>
<tr><td>固废</td><td>1、生活垃圾应集中堆放，统一清运处置；
2、建筑垃圾应按市政规划地点进行处理。</td></tr>
<tr><td>生态</td><td>1、对于施工临时用地，施工结束时应及时清理；
2、严禁随意取土、弃渣，应按市政规定统一取、弃土；
3、应实施绿化方案。</td></tr>
</table>

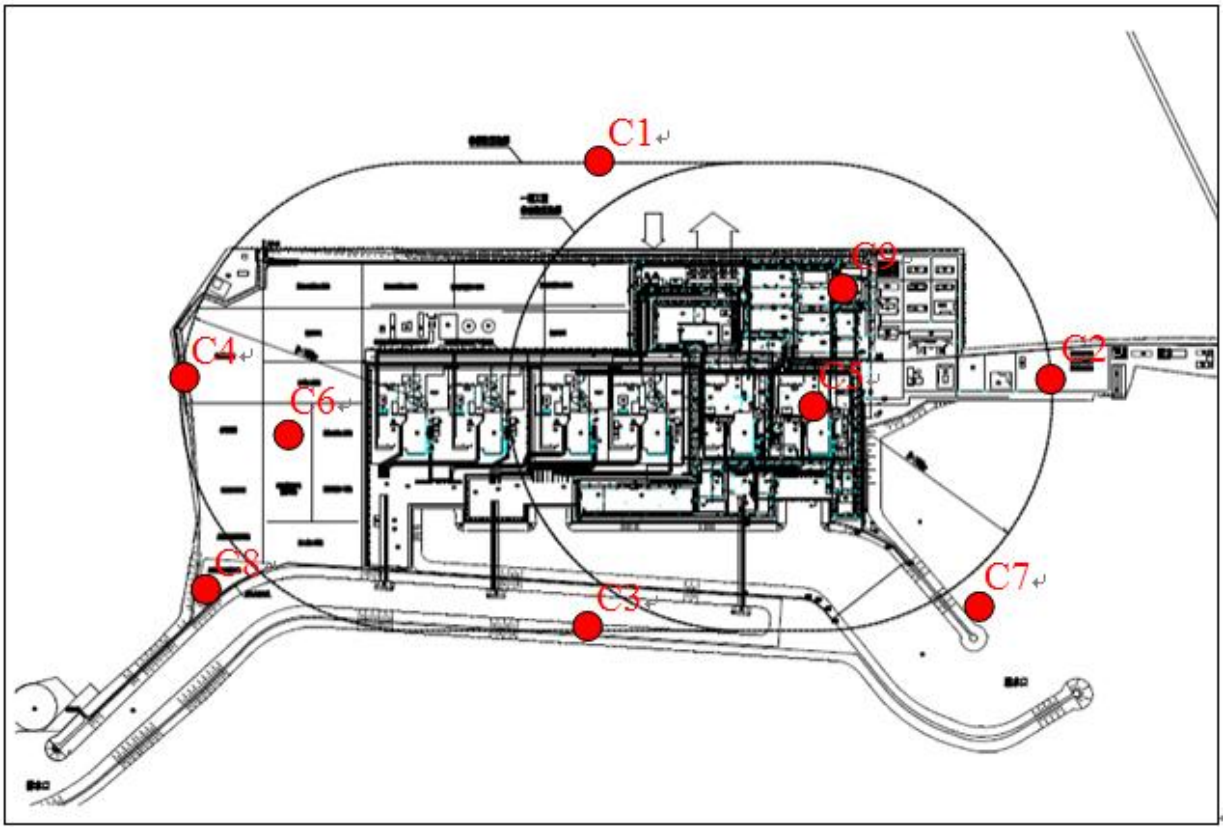


图 5.1-1 施工场界内噪声布点图

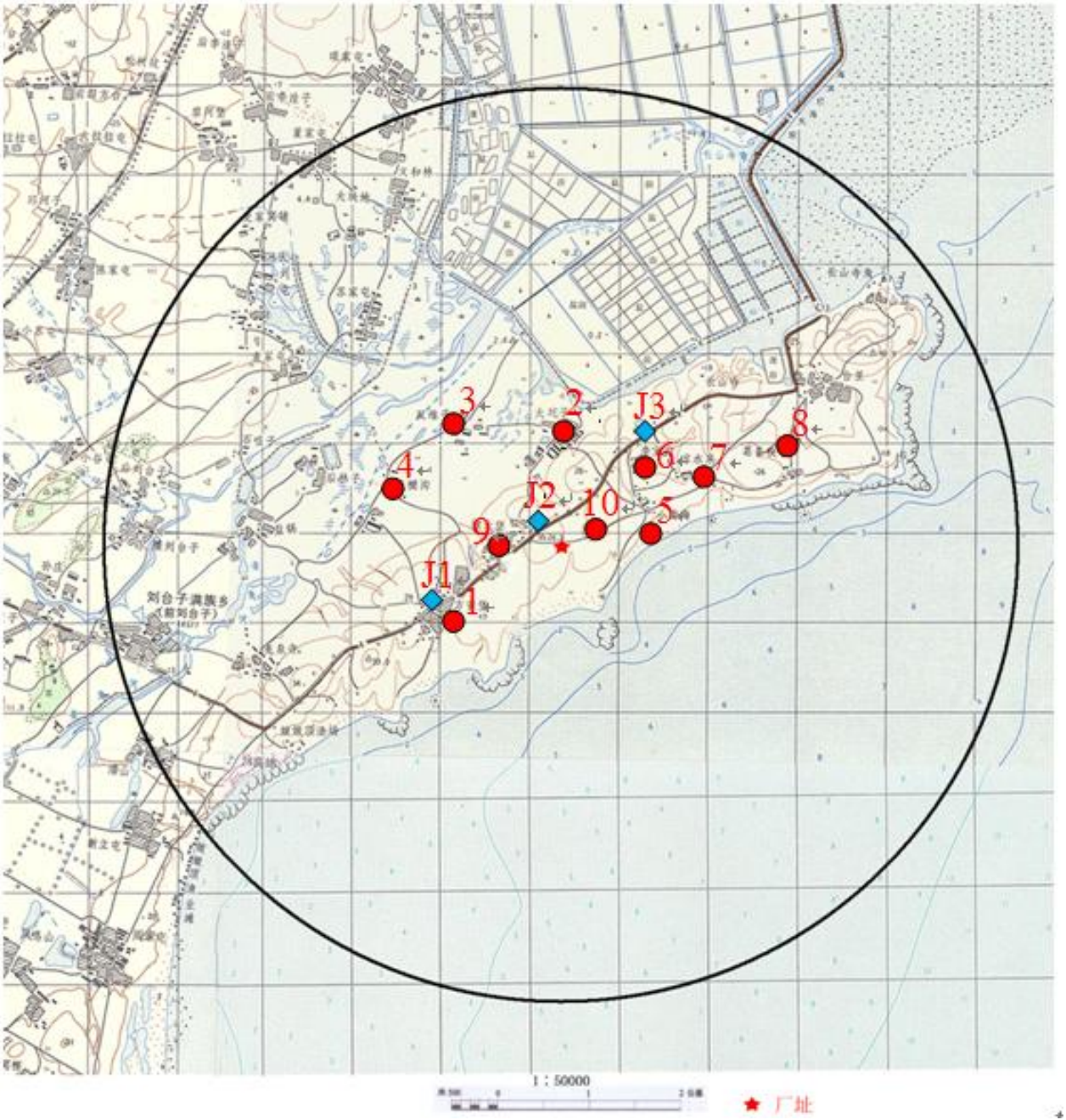
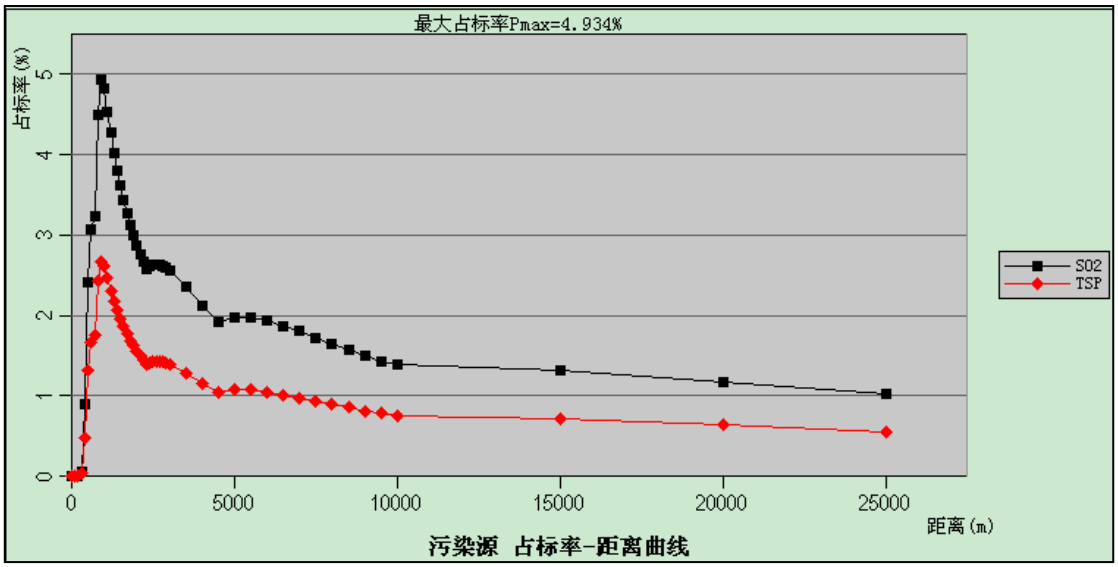


图 5.1-2 施工场界外噪声布点图

图 5.1-3　施工期大气环境监测点位置示意图



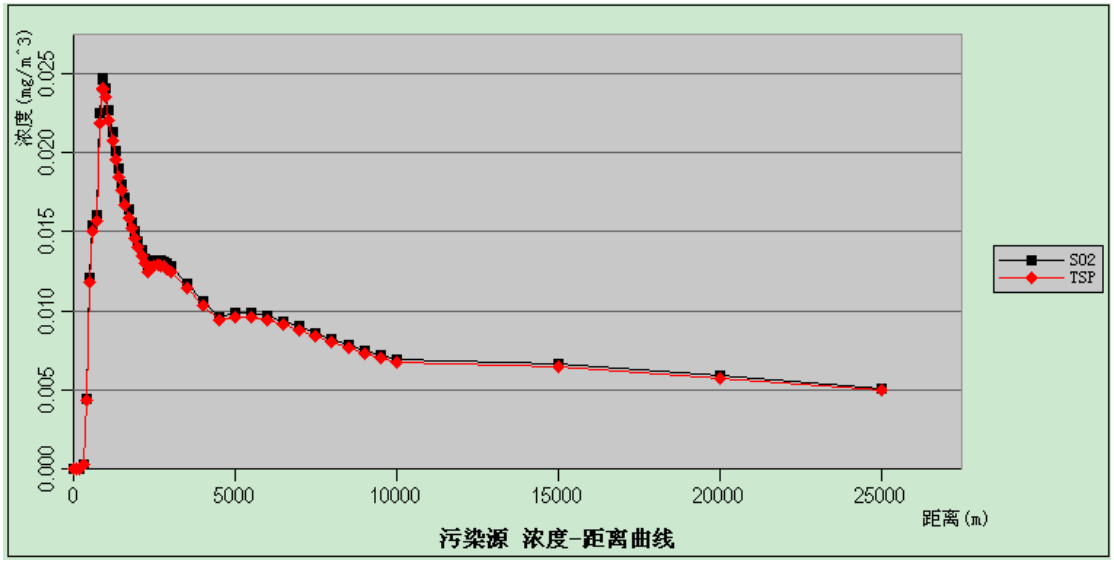


图 5.4-1 浓度、占标率-下风向距离曲线图

第六章　电厂运行的环境影响

6.l 散热系统运行的影响

6.1.1 物理影响

6.1.2 生物效应

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 正常运行对公众的辐射影响

6.2.2 正常运行对水生生物的辐射影响

6.3 其它影响

6.3.1　给水处理工程中产生的废水

6.3.2　循环水系统的排放水

6.3.3　废水处理的排放物

6.3.4　余氯排放

6.3.5　液体放射性废物处理的化学废水

6.4 退役

6.4.1 概述

6.4.2 退役策略选择和退役阶段划分

6.4.3 退役计划的制定

6.4.4 核电厂寿期不同阶段对便于退役的考虑

6.4.5 退役经费

6.l 散热系统运行的影响

6.1.1 物理影响

核电厂和化石燃料常规电厂一样，运行时要将余热排入环境。徐大堡核电厂一期工程拟建 2 台百万千瓦级压水堆型核电机组，采用海水直流式冷却，冷却后直接排入厂址附近的辽东湾。

6.1.1.1 取排水方案

（1）取排水量

辽宁徐大堡核电厂的循环冷却水及厂用水均取用辽东湾的海水。一期工程取水量为 138m^3/s，规划总装机六台核电机组总需水量为 414m^3/s。

（2）取水工程

六台机组合用一条取水明渠，取水明渠位于厂区东部，取水口门位于厂区东部，水深约-6.5m 的区域，取水渠底开挖至-6.5m，可保证在设计基准低水位工况下的厂用水系统取水安全。取水明渠口门朝向为 NE 向，可有效避开工程海域的主浪向（S~SSW）。取水明渠两侧设置防波堤，防波堤主要作用是减少外海波浪在引水明渠中引起水面的波动，保护泵房取水不受波浪影响，同时为保护核岛厂区免受波浪的袭击。取水明渠导流堤长度约 1100m，中隔堤长度约 1400m，取水明渠内护岸长度约 1500m。

取水明渠口门底宽 170m，渠道内底宽 90m~170m，以确保明渠内流速均匀。六台机组正常运行时在平均高潮位工况下取水明渠口门进口流速约 0.31m/s，平均低潮位工况下取水明渠口门进口流速约 0.37m/s，小于海域天然流速（涨落潮平均流速 0.40m/s），可有效减小卷吸效应的影响。为防止外部船只进入取水口以及附近海域可能漂来的浮油而影响取水安全，在取水明渠进口处设置拦船网和浮油栏。

（3）排水工程

排水工程采用明渠排水方案。冷却水自虹吸井出来后经过取排水交叉构筑物（即排水暗渠）排至引水明渠外侧的排水明渠，取、排水明渠通过中隔堤分开。排水明渠口门位于厂区西南部海域水深约-6m 的区域。明渠排水构筑物的主要组成部分包括排水导流堤、中隔堤、排水渠道、取排水交叉构筑物（排水暗渠）。排水明渠底宽 90m，排水明渠导流堤总长约 3500m，取排水口间距约为 3000m。

取排水方案总平面布置图见图 6.1-1。

6.1.1.2 温排水试验

为了分析温排水在海域内输移和扩散规律，并评价核电厂在运行期间的温排放对取水口温升及厂址附近海域的影响，委托南京水利科学研究院进行温排水数模、物模研究，本

节内容主要是根据《辽宁徐大堡核电厂可行性研究温排水及低放废水排放物模和数模补充研究综合分析报告》编制完成，计算工况为：夏季工况：每台机组排水量 69.00m^3/s，排水温升 8.0℃；冬季工况（已考虑热水回流，回流 30%的热水）：每台机组排水量 48.63m^3/s，排水温升 11.43℃。

（1）数学模型

1）计算范围

工程所在渤海湾海域岸线较为复杂，包括莱州湾、渤海湾和辽东湾等三个大海湾，既有小清河口、黄河口、海河口、滦河口等河口地区，也有菊花岛、葫芦岛等几十个大小岛屿，潮流受水下地形、陆域岸线及岛屿等的影响较大，在黄河口和秦皇岛附近水域还存在 M2 分潮的两个无潮点。

模拟范围选取整个渤海海域，其外边界选取在烟台～大连一线。整个计算区域南北长约为 440km，东西宽约为 400km，如图 6.1-2 所示。

2）计算水文条件

计算水文条件包括数学模型验证计算所需的实测水文条件和温排水影响预测计算所需的典型水文条件。

利用原型观测水文资料作为水流数学模型验证的水文条件，根据国家海洋局第一海洋研究所针对电厂所在海域进行的夏、冬季全潮水文原型测验，选取以下 4 个实测水文条件：

夏季实测大潮水文条件：测量时间 2009 年 8 月 8 日～9 日；

夏季实测小潮水文条件：测量时间 2009 年 8 月 2 日～3 日；

冬季实测大潮水文条件：测量时间 2009 年 3 月 13 日～14 日；

冬季实测小潮水文条件：测量时间 2009 年 3 月 7 日～8 日。

典型水文条件主要是温排水影响预测所需的不利水文条件。以厂址附近临时潮位站一年的实测潮位资料进行统计分析，由此得到计算采用的典型水文条件如下：

典型大潮水文条件：厂址附近累积频率 10%潮差 1.81m；

典型中潮水文条件：厂址附近累积频率 50%潮差 1.28m；

典型小潮水文条件：厂址附近累积频率 90%潮差 0.90m。

典型半月潮水文条件：根据典型大、中、小潮水文条件组合而成。

3）计算参数的选择

数学模型中计算参数较多，这些参数可根据工程海域的实际情况并参考以往研究资料加以确定。

水流数学模型中的主要参数为糙率n和紊动粘性系数ν_t。

根据电厂附近海域的实际情况，工程海域糙率随水深变化，当水深较浅或接近露滩时，糙率取值较大；当水深较深时，糙率取值较小。整个计算海域的糙率一般在 0.015～0.022 之间。

紊动粘性系数ν_t可采用零紊流模型：$\nu_t = \alpha u_* H$，其中α为常数，u_*为摩阻流速，该参数随网格节点处的水深和摩阻流速的变化而不同，由程序自动计算得到。

温升场数学模型中主要包含有扩散系数E_x、E_y和水面综合散热系数K_s等 3 个待定参数。

扩散系数可选用：$E_x = E_y = 10.0 m^2/s$。

水面综合散热系数K_s根据《工业循环水冷却设计规范》推荐的公式确定：

$$K_s = (b+k)\alpha + 4\varepsilon\sigma(T_s+273)^3 + (1/\alpha)(b\Delta T + \Delta e)$$

式中：$\alpha = (22.0 + 12.5v^2 + 2.0\Delta T)^{1/2}$；

$\Delta T = T_s - T_a$；

$\Delta e = e_s - e_a$；

$k = \dfrac{\partial e_s}{\partial T_s}$；

K_s为水面综合散热系数（W/(m^2•℃)）；

α为水面蒸发系数（W/(m^2 hPa)），该值主要与水温有关；

b可取为$0.66 \times \dfrac{P}{1000}$（hPa/℃）；

P为水面以上 1.5m 处的大气压（hPa），计算时取 1 个标准大气压；

v为水面以上 1.5m 处的风速（m/s），考虑静风情况，即风速为 0；

ε为水面辐射系数，可取 0.97；

σ为 Stefan—Boltzman 常数，其值为 5.67×10^{-8}（W/(m^2•℃^{4})）；

T_a为水面以上 1.5m 处的气温（℃），计算时认为与自然水温相同；

T_s为水面水温（℃）；

e_a为水面以上 1.5m 处的水汽压（hPa），主要与水温和相对湿度有关；

e_s为水温为T_s时相应的水面饱和水汽压（hPa），主要与水温有关。

根据工程海域的水文气象条件，同时参考附近已有电厂工程相关科研成果，得到夏季

（取夏季设计水温 27.5℃）的 K_s 约为 43.0W/(m^2•℃)，冬季（取 1～3 月份平均水温 0.2℃）的 K_s 约为 32.0W/(m^2•℃)。

4）数学模型的验证

结合原型水文观测资料，对数学模型进行了验证计算。分析模型验证结果，可见：

（a）潮位验证结果良好：高、低平潮的潮位误差基本小于 5cm，潮时误差基本小于 10min；表明计算得到的潮波运动与实际潮波吻合良好，本数学模型较好地反映了工程所在海域的实际潮波运动情况。

（b）流速（向）验证结果较好：实测潮型下各点流速误差基本小于 0.05m/s，流向误差基本小于 15°，涨、落潮发生时刻误差基本小于 10min；表明模型较好地反映了厂址附近海域潮流主要为往复流、流向基本与岸线平行的水流特性。

综上所述，建立的平面二维水流数学模型较好地模拟了核电工程附近河段的潮流变化情况，可以满足《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/231-2010）的要求，其计算结果是可信的，水流计算参数是合理的，可以利用该数学模型进行徐大堡核电厂温排水排放的计算分析研究。

（2）物理模型试验

1）模型设计

根据温排水及低放废水试验相似准则，模型应满足重力相似、阻力相似、密度佛汝德数相似、紊动扩散相似、表面散热相似和污染物输移相似。

根据数学模型计算得到的温度场范围，并结合电厂附近地形、潮流场特点建立了温排水物理模型。模型纵向模拟范围以电厂中轴线为参考断面，共计 20.2km，最大宽度 10km。模型平面比尺 $\lambda_l = 360$，垂直比尺 $\lambda_h = 120$，变率 $\varepsilon = 3$，模型纵向直线长度为 56.0m，模型宽度为 22.0m、最大宽度达 28.0m。物理模型范围如图 6.1-3 所示。

2）边界条件及其控制

物理模型包括 1 个固壁边界、三个水边界。水边界控制过程由数学模型通过大范围海域的数值模拟计算给出各种潮型的模型流量过程及潮位过程，并结合原型观测资料在试验过程中进行适当的调整。

3）物理模型潮流验证

物理模型潮流验证主要对典型大潮、典型中潮、典型小潮、夏季大潮、夏季中潮、夏季小潮、冬季大潮、冬季中潮、冬季小潮共九个潮型的水文资料进行了验证。

分析模型验证结果可见，潮位验证结果良好：高、低平潮的潮位误差基本小于 5cm，

潮时误差基本小于 10min。表明试验得到的潮流运动与实际潮流吻合良好，本物理模型较好地反映了工程所在海域的实际潮流运动情况。流速（向）验证结果较好：实测潮型下各点流速误差基本小于 0.05m/s，流向误差基本小于 15°，涨、落潮发生时刻误差基本小于 10min；表明物理模型较好地反映了厂址附近海域潮流主要为往复流、流向基本与岸线平行的水流特性。

（3）计算结果

温排水的数模计算和物模试验均存在其各自的优缺点，两种方法得到的结果在数值上不可能达到完全一致，由此得到的数模计算值和物模试验值存在一定的差异是合理的，而且这种差异的存在是正常现象。一般情况下，物理模型能更好地反映排水口近区情况，试验得到的水体表层温升影响范围要稍大于平面二维数模计算结果。数模计算和物模试验是研究电厂温排水问题的两种重要手段，通过两者的相互补充，可以得到更为合理、更符合实际的研究成果。

1）取水口温升

数模计算和物模试验结果均表明，核电厂运行后，在计算（试验）水文条件下，电厂温排水对机组取水口的影响均较小。典型大潮水文条件下，涨潮流动力较强，机组取水温升较高；典型中潮次之；典型小潮水文条件下，涨潮流动力较弱，机组取水温升最低。

温排水数模计算和物模试验得到的取水温升特征值及其变化规律没有本质的差别，均可以满足夏季工况下机组全潮平均取水温升小于 1.2℃的设计要求。

由于电厂的取、排水明渠距离较近，温排水物模能够较好地模拟取、排水口近区的三维流动特性及热水的浮力效应，更为准确地预测机组的取水温升。因此，徐大堡核电机组取水温升特征值采用物模试验成果，详见表 6.1-1。

2）温升场分布

徐大堡核电温排水数模、物模得到的温升包络面积特征值及其变化规律均较为一致，只是具体数值上有一定的差别。高温升区域物理模型试验得到的温升包络面积要大于数值计算结果，其主要原因是模型试验测量的是表层温升场，而数模计算得到的是沿水深平均的温升场；而温升在 2.0℃～1.0℃之间，数模计算温升包络面积基本大于物模试验温升包络面积。

工程所在海域潮流变化复杂、陆域边界曲折、地形也较为特殊，考虑物模试验和数模计算各自的特点，采用的计算结果为：无论夏季工况或冬季工况，高温升区（2.0℃及 2.0℃以上温升）采用物模试验成果，而小于 2.0℃的低温升区采用数学模型计算成果。根据以上原则确定的温升面积，详见表 6.1-2～表 6.1-5。

（4）结论

由上述温排水计算成果可知，温排水基本集中在厂区附近近岸水域，呈扁长状分布，影响范围较小。因此，从温排水角度考虑，取排水方案是合理可行的。

（5）厂址海域内其它热源的影响

在徐大堡核电厂所在渤海湾内辽东湾海域，其他大的排放热源主要是红沿河核电和绥中电厂，相对位置见图 6.1-4。

红沿河核电位于辽东湾东岸的辽东半岛，与徐大堡核电隔海相望，两个电厂之间较远（直线距离约 100km），加上温排水贴岸分布特性，在离岸方向上的扩散距离很小，因此可以认为两个核电厂的温排水之间相互无影响。

绥中电厂位于辽东湾西岸，与徐大堡核电在同一侧。绥中电厂为火电厂，二期工程正在建设之中，总规划容量 3600MW，电厂距秦皇岛市很近，厂址地理坐标为东经 120°0'24"、北纬 40°04'20"，与徐大堡核电之间的直线距离约为 55km，如果考虑曲折岸线的影响，两个电厂之间的水上距离约为 65km。由徐大堡核电温排水计算结果可知，0.5℃等温升线在全潮过程中沿岸的最远扩散距离小于 20km，因此电厂温排水对绥中电厂的影响微弱。另一方面，与徐大堡核电相比，绥中电厂机组排水量较小，且位于徐大堡核电的落潮流方向，绥中电厂温排水上溯距离更短，也不会对徐大堡核电温排水产生不利影响。

综上所述，在徐大堡核电温排水计算中没有考虑其他热源的影响，这种处理方式不会影响计算成果的合理性和可信度。

6.1.2 生物效应

6.1.2.1 生态环境调查

从 2009 年 5 月开始对辽宁徐大堡核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境进行了四个季度代表月内 5 个航次的现场调查，以及对渔业资源、海洋捕捞和海水养殖业资料收集，调查结果见 2.3.3 节内容。

6.1.2.2 机械损伤

在核电厂运行时，冷却水系统需从辽东湾海域中取用大量的冷却水以带走余热。在取水过程中，存在着大型水生生物的机械损伤撞击效应，即在取水口附近的大型水生生物会随着水流碰撞到取水口的栅网上而受到损伤甚至死亡。碰撞效应与取水口位置、取水流速有关。核电厂的取水方式为明渠取水，明渠口门处流速约 0.31~0.37m/s，所以其可能吸引成鱼的影响范围不大，碰撞在栅网上的成鱼仍有逃脱的可能。因此在核电厂工程运行期间，预期不会发生因取用冷却水而导致附近大批成鱼机械损伤的情况。

6.1.2.3 卷吸效应

核电厂工程取水设施对附近水域造成的卷吸效应，主要是指浮游生物、鱼卵和幼仔鱼等水生物被卷吸进入电厂冷却水系统，受到来自热、机械和化学等方面的危害。参考秦山二期工程研究成果，进入冷却系统的浮游藻类的机械损伤率为 11.98%～27.08%，连续两年监测的平均损伤率为 20.33%，而损伤后恢复实验的结果表明，经过 72 小时后浮游藻类的数量与自然海水中的数量相同，证明经过 3 天后即可恢复到原来的数量。对浮游动物的实验表明，浮游动物的总损伤率为 55%。但浮游动物生殖期短（一般 1～7 天），繁殖快，生物量周转率较高，恢复试验证明浮游动物各种类恢复到原来的时间为 30 小时～6 天。一般认为，卷吸效应造成的幼鱼致死率与幼鱼的体长有关，两者呈负相关关系，幼鱼体长在 14～40mm 范围内，体长每增加 1mm，因卷吸而造成的死亡率减少约 3%。现场实测结果表明，进入冷却系统的梭鱼幼鱼（体长 25～40mm）的损伤率为 31.6%～46.3%，平均为 43.88%。冷却系统对仔虾的损伤率实验表明进入冷却系统的仔虾致死率为 24.3%～56.9%，平均为 40.7%，仔虾损伤率随其密度的增加而增加。

预计在辽宁徐大堡核电厂运行期间，对海洋生物的影响是极其有限的，不会造成整个区域海洋生态的变化。所以，卷吸效应对该海域海洋生态的影响很小。

6.1.2.4 温排水的生物影响效应

（1）对浮游生物的影响分析

冷却水的热效应会改变局部海区的自然水温状况，国内外大量的研究表明：水体增温对浮游藻类的生长、种类组成、优势种都有影响，影响的程度与环境水温及增温幅度有关。如环境水温较低时，水体增温能促进藻类生长，且藻类增量则随着温度的增长而增大；环境水温适中时，弱增温(温升≤3℃)和中增温区(温升 3℃～5℃)时能促进藻类生长，强增温（温升>8～10℃时）则会抑制藻类的生长；环境温度较高时，水体增温会抑制藻类生长，增温幅度越大，抑制效应越强。

增温对水生生物群落中种类数关系密切，受热水体由于水温分布不均匀使不同水温区浮游动物的种类分布差别很大。调查结果表明，强增温区浮游动物的累计种数最多，弱增温区次之，它们分别比自然水温区增加 76％、12.5％。一般说来，当水体适度增温时（ΔT≤3℃），群落中的种类数增加，其中浮游植物的种类数平均可增加 50％，浮游动物种类数平均可增加 76％，底栖动物可增加 40％。尤其是水温较低的春、秋和冬季表现更加明显。有观测结果表明，春季温度场弱增温区（ΔT<3℃）生物量最高，是自然水温区生物量的 1.3 倍；而冬季的浮游动物生物量是自然水温区生物量的 2.4 倍。但是在水体强增温时（ΔT>3℃），水生生物群落中种类出现减少。不同季节温排水对浮游动物数量影响差别很大。受热水体浮游动物的年平均数量和生物量均多于对照水体，生物量的增加尤

为明显，但不同种类数量存在着消长关系。增温可缩短桡足类的发育周期，使其成体数量增多，对浮游动物的生长、繁殖有明显的促进作用，能加快浮游动物的生长和繁殖速度。受热水体浮游动物多样性指数高于对照水体，在春、冬两季不同水温区的顺序为强增温区>弱增温区>自然水温区，而夏季弱增温区多样性指数最大，其次为自然水温区，强增温区最小。

因此，核电温排水大于 3℃增温范围内的海洋浮游生物量将减小，在此区域的生态环境将变差。

（2）对鱼卵、仔鱼的影响分析

温排水对鱼卵、仔鱼影响主要在春、夏季，在水温升高较大的冬季不存在对鱼卵仔鱼影响。

鱼卵、仔鱼的分布受到亲鱼的产卵行为（包括各种环境及生态因子）的影响，同时也会受到海流等物理因子的影响。国内学者认为，温排水调查海域鱼卵和仔鱼的总数量及季节变化均无明显影响，鱼卵死亡率的影响也不显著，说明温升对鱼卵和仔鱼的生存影响不大，这与日本海洋生物环境研究所的研究结果一致。鱼、贝类的卵被吸入以后，由于在管内停留时间较短，也能忍受比环境高出 7℃的水温，影响不显著。

工程所在区域不是经济鱼类产卵区，因此，核电温排水对鱼卵、仔鱼影响不大。

（3）对鱼类的影响分析

鱼类对超出适宜温度范围的高温或低温水体，均具有回避反应。海水鱼类感觉温差的能力达 0.1℃，鱼类会选择或避开一定的温度范围。夏季（6～9 月）随季节水温升高，升温场将超过鱼类的适宜温度，在这个季节里，大多数鱼类都将回避升温场水温。因而，即使在高温季节，升温场内鱼类减少，但对整体渔业生产不会产生明显影响。

本项目温排水引起的温升 4℃的超温区内大多数鱼类将避开升温场而到其它水域栖息。因而，即使在高温季节，升温场内鱼类减少，但对整体渔业生产不会产生明显影响。

工程所在海域的主要鱼类有沙氏下鱵鱼、梭鱼、矛尾鰕虎鱼、钟馗鰕虎鱼、真燕鳐、焦氏舌鳎等，数量不多。而且，本海区 7 月年平均为 23.9℃，加上 4℃的温升不超过 28℃。海水温度的升高对鱼体发育的影响较小。

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 正常运行对公众的辐射影响

6.2.1.1 气载流出物的辐射影响

（1）排放源项

根据气载放射性流出物年排放量，本工程按照 2 台机组运行状态下（即正常运行和预计运行事件两类工况的统称）的排放源项进行环境辐射环境影响评价。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定，辽宁徐大堡核电厂在运行状态下，气载放射性流出物年排放量应低于以下控制值：

- 惰性气体 2.4×10^{15}Bq/a；
- 碘 8.0×10^{10}Bq/a；
- 长寿命粒子（$T_{1/2}\geq8$d）2.0×10^{11}Bq/a；
- 氚 6.0×10^{13}Bq/a；
- C-14　2.8×10^{12}Bq/a。

本工程 2 台机组运行状态下，气载放射性流出物释放量归纳如下：

- 惰性气体 8.19×10^{14}Bq/a，为控制值的 34.11%；
- 碘 3.85×10^{10}Bq/a，为控制值的 48.13%；
- 长寿命粒子（$T_{1/2}\geq8$d）3.49×10^{9}Bq/a，为控制值的 1.75%；
- 氚 2.60×10^{13}Bq/a，为控制值的 43.33%；
- C-14　1.21×10^{12}Bq/a，为控制值的 43.29%。

均满足 GB 6249-2011 规定的厂址年排放量控制值要求，并未后续工程留有余量。

（2）照射途径

在正常运行时，气载放射性流出物释放到环境后对公众的照射途径可归纳为：

- 烟云浸没外照射；
- 地面沉积外照射；
- 吸入空气内照射；
- 食入农牧产品内照射。

（3）评价模式

辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态时，气载放射性流出物在大气中迁移和扩散是根据 2010~2012 年厂址实测的风向、风速、稳定度、雨况四维联合频率（AP1000 机型的气载放射性流出物排放烟囱的高度为 75.0m，计算中使用接近排放口高度的 70m 高度联合频率进行计算），结合核电厂已完成的大气扩散实验研究提供的扩散参数，采用高斯烟羽

扩散模式，计算年均大气弥散因子、相对干沉积因子和相对湿沉积因子。

评价所使用的大气扩散计算程序与我国核安全导则 HAD101/02 所建议采用的模式基本一致，根据剂量计算模式及其参数评价辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态时气载流出物对公众的辐射剂量。

（4）剂量估算

1）气载放射性流出物在大气中的弥散

根据厂址气象铁塔 70m 高度风向、风速、稳定度联合频率表可知，厂址附近以中性（D 类）天气为主，频率为 41.7%，不稳定的 A、B、C 三类天气的频率总和为 21.6%，稳定的 E、F 类天气频率总和为 36.7%。全年主导风向为 SW，风频为 16.30%；次主导风向为 NNE，风频为 11.07%。年平均风速为 5.63m/s，静风频率占 0.74%（风速小于 0.5m/s）。

厂址濒临渤海，场地相对比较开阔，对气载放射性流出物在大气中迁移和扩散有利。

2）剂量估算结果

经计算，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）公众个人造成的最大有效剂量分别为 3.07×10^{-5}Sv/a、3.38×10^{-5}Sv/a、3.34×10^{-5}Sv/a、3.41×10^{-5}Sv/a。

6.2.1.2 液态流出物的辐射影响

（1）照射途径

本工程在运行状态（包括正常运行和预计运行事件）下，液态放射性流出物排放到厂址所在辽东湾，在其稀释和扩散的过程中，可归纳为：

- 食入海水生物造成的内照射；
- 岸边沉积的外照射；
- 在海域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射。

辽宁徐大堡核电厂为滨海厂址，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。

（2）评价模式

根据液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，计算了液态途径放射性释放物对厂址半径 80km 范围内公众个人的最大有效剂量。

（3）排放源项

根据液态放射性流出物年排放量，本工程按照 2 台机组运行状态下（即正常运行和预计运行事件两类工况的统称）的排放源项进行环境辐射环境影响评价。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定，辽宁徐大堡核电厂在运行状态下，放射性液态流出物年排放量应低于以下控制值：

- 氚 3.0×10^{14}Bq/a；
- C-14　6.0×10^{11}Bq/a；
- 其余核素 2.0×10^{11}Bq/a。

本工程 2 台机组运行状态下，液态放射性流出物释放量归纳如下：

- 氚 7.48×10^{13}Bq/a，为控制值的 24.93%；
- C-14　6.60×10^{9}Bq/a，为控制值的 1.10%；
- 其余核素 1.90×10^{10}Bq/a，为控制值的 9.48%。

均满足 GB 6249-2011 规定的厂址年排放量控制值要求，并未后续工程留有余量。

（4）剂量估算

计算得到：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为 1.36×10^{-6}Sv/a、1.07×10^{-6}Sv/a、1.40×10^{-6}Sv/a、2.48×10^{-7}Sv/a。

辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态下，液态放射性流出物排放是按照间歇排放方式进行的，低放废水以槽式排放的方式与循环冷却水混合后排出。由根据排放源项与排放参数计算得到的核电厂总排放口处的放射性核素浓度（只考虑低放废水与循环冷却水完全混合后的浓度）可知，辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态下排放海域的海水水质满足 GB3097-1997 中相应的放射性指标要求，即使考虑排放海域内放射性本底与核电厂低放废水排放的叠加效应，放射性核素的浓度也均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的放射性指标要求。

6.2.1.3 年辐射剂量汇总及分析

（1）个人有效剂量

综合 6.2.1 和 6.2.2 节，厂址半径 80km 范围内各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）的个人最大有效剂量分别为 3.21×10^{-5}Sv/a、3.49×10^{-5}Sv/a、3.48×10^{-5}Sv/a 和 3.43×10^{-5}Sv/a。在各年龄组中青少年组的剂量最大，受到的最大个人有效剂量为 3.49×10^{-5}Sv/a，约占辽宁徐大堡核电厂剂量约束值（0.25mSv/a）的 13.96%。其中，气态途径所致的剂量为 3.38×10^{-5}Sv/a，约占个人剂量的 96.92%；液态途径所致的剂量为 1.07×10^{-6}Sv/a，约占个人剂量的 3.08%。

由评价结果可知，辽宁徐大堡核电厂一期工程运行状态下，厂址周围公众所受到的最大个人有效剂量满足本期工程分配的剂量约束值的要求，厂址周围的公众是安全的。

6.2.2 正常运行对水生生物的辐射影响

本节主要估算辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时，由于液态放射性流出

物的排放，所致周围水体中水生生物的辐射剂量水平。

6.2.2.1 水生生物的辐射效应

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。

6.2.2.2 评价模式

辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时，液态放射性流出物对周围水体中水生生物的辐射剂量采用欧洲委员会推荐的可以用来计算水生生物所受到的辐射剂量的程序。在辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时的液态放射性流出物对周围水体中水生生物的辐射影响评估中，在一级筛选的基础上进行了二级筛选。

6.2.2.3 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，其中海洋生态系统的参考生物包括涉禽、浅水鱼、深海鱼、底栖软体动物、甲壳类动物、大型藻类、哺乳动物、浮游植物、浮游动物、多毛纲动物蠕虫、爬行动物、珊瑚虫（或海葵）、珊瑚虫的群落（或海葵的群落）、导管植物等 14 类。在辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组的液态放射性流出物对周围水体中水生生物的辐射剂量计算中，根据厂址所在海域代表性生物的具体情况，计算中主要考虑了浅水鱼、底栖软体动物、甲壳类动物、大型藻类、浮游植物、浮游动物、多毛纲动物蠕虫、海葵、海葵群落等 9 类。

6.2.2.4 参数选取

（1） 分配系数（Kd）

计算中各元素对应的分配系数见表 6.2-1。

（2）浓集比（CR）

不同元素对应的不同生物的浓集比见表 6.2-2。

（3）剂量率转换因子（DCC）

海洋生态系统中不同核素不同水生生物在不同辐射类型下的内照射剂量率转换因子和外照射剂量率转换因子，见表 6.2-3～表 6.2-6。

（4）居留因子

程序提供了海洋生态系统中各水生生物的居留因子，见表 6.2-7。

（5）环境介质浓度限值（EMCL）

由生物的剂量率限值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。

6.2.2.5 水生生物辐射影响的估算

（1）各水生生物影响率的计算

辽宁徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时，近区（0～3km 范围）海域中 9 类生物的影响率见表 6.2-8。

（2）剂量率估算

表 6.2-9 为近区海域各种水生生物所受总剂量率的汇总。

由表 6.2-8 可知，从影响率的结果来看，辽宁徐大堡核电厂一期工程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^{-2} 数量级以下；由表 6.2-9 可知，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远小于 10μGy/h。因此，辽宁徐大堡核电厂一期工程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。

6.3 其它影响

核电厂运行对环境的其它影响主要是化学物质向海域的排放，以及由此造成的海水水质变化对海洋生物的影响。

为满足核电站运行的要求，相关系统的用水需作化学处理，即在系统中加入一定数量的腐蚀抑制剂或化学活性添加剂（如硼酸、氢氧化锂、氢氧化钠、三氯化铁、次氯酸钠、氨水、联胺、液氨等），以保证水质的要求。而这些化学物质中除一部分进入固体废物处理外，绝大部分将随各类废水和循环冷却水的排水，最终排入环境。

核电厂排放的化学物质来自下列工艺过程产生的废水中：

——工业及生活用水的除盐；

——循环系统排水；

——污水处理；

——海水连续加氯处理；

——液态放射性废物处理。

6.3.1 给水处理工程中产生的废水

本项目给水处理工程中产生的废水主要包括海水淡化和除盐水处理过程中产生的废水，此类废水中的化学物质是海水预处理过程产生的悬浮物和氢氧化铁、海水淡化反渗透装置排出的浓盐水以及除盐水处理过程中树脂再生废水中的 NaCl。

由于海水预处理过程中所用的化学物品有限，含有悬浮物和氢氧化铁的沉淀泥浆水进行脱水，固体物质定期外运，滤出液铁离子的浓度已是很低，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渤海湾的海水质量。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约 13520m^3/d，循环水流量约 240000 m^3/h，浓盐水的排出量约为循环水量的 1/426，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，不会影响渤海湾的海水质量。且参照《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008），氯化物的含量排海不受限制，因此海水淡化的浓盐水满足《辽宁省污水综合排放标准》的要求。

树脂床再生废水的 NaCl 排放浓度很低，两小时内最大释放浓度约为 0.5g/L，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。参照国家海洋局第一海洋研究所于 2009 年 10 月编制的《辽宁徐大堡核电站工程海洋水文专用站观测分析报告》及中国海洋大学分别于春季 2009 年 5 月 8~13 日和夏季 2009 年 8 月 5~10 日在徐大堡核电工程取水口进行了现场海水水质观测结果，海域环境测试中测到的海水中 NaCl 的浓度在 27.31～28.99g/L 范围。再经循环

冷却水稀释后，其浓度更低，并且 NaCl 是非毒性的，也不会影响渤海湾的海水质量。

6.3.2 循环水系统的排放水

核电厂所有工艺循环系统的水都是相当纯净的，这种水由几乎没有化学添加剂的除盐水制成。因此，这类水排放入辽东湾水域，对环境不会造成影响。

6.3.3 废水处理的排放物

这类排放物主要指核电厂生活污水及非放射性生产废水处理的排放物。

废水处理的排放物除总有机物外，不会导致任何有毒化学物质进入受纳水体环境中。

徐大堡核电厂设置一座生活污水处理站，处理包含厂前区、主厂区和临建区的生活污水。生活污水经生化系统处理后再投加药剂，并经石英砂过滤器进行深度处理，其水质不仅满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）的相关要求，同时达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中回用水标准，用于道路浇洒、冲厕、洗车及绿化等。多余中水就近排放至厂区雨水排放系统管道最终排至大海，最大排放量约为 200 m^3/d。徐大堡核电海水区域为二类功能区域，因此对海域没有影响。

非放射性生产废水主要为含油废水，通过除油处理水质达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中标准(含油类＜3mg/L)后送至监测水箱，后经虹吸井下游的连接井与循环水排水混合后排入大海。分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。

这种废水只有在事故时有，最大排放量约为 1200m^3/d。含油生产废水油水分离器的处理能力：最大 50m^3/h。

排入虹吸井下游连接井的循环水量两台机组约为 135.7m^3/s，含油废水经循环水稀释约 1 万倍，含油类＜0.0003mg/L。小于一、二类海水水质标准中的石油类指标（石油类≤0.05mg/L），因此也不会对渤海湾水体产生影响。

生活污水处理后的污泥定期清理外运。

含油废水处理厂房内设有储油池和污油泵，分离后的废油贮存在储油池内，并定期将废油通过输油车送往厂外最终处置。

6.3.4 余氯排放

循环水冷却系统的用水来自循环水处理系统，该系统对流经循环水冷却系统的海水作连续加氯处理，即不断加入次氯酸钠溶液使其浓度达到 1mg/L，这个浓度可以防止海洋生物在管道内和排放口繁殖，以避免因其繁殖而导致的管道断面缩小、阻力增加和流量的降低。

加入冷却海水中的游离态氯衰减得很快，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原

性物质作用而消耗。化合态余氯为氨氮和有机胺与氯化合而成的氯氨，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，冷却水排入海区后，随着潮汐和海流的运动，冷却水不断地与海区中大量的海水进行混合，在这个过程中，残余氯亦得到稀释，不断扩散到海区中去，并进一步得到消耗。

循环水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，至排放口时，余氯浓度约为0.15mg/L 左右。根据余氯数值模拟计算可知：由于余氯半衰期很短，衰减常数较大，随温排水出排水明渠后很快被自然水体所掺混、稀释，其相对浓度影响范围很小，基本限于排水明渠与西侧岸线之间水域，其中 0.001 相对浓度包络线在沿岸方向上与排水口的最大距离小于 5km，在离岸方向上与排水口的最大距离小于 1km；在机组排水量不变的情况下，余氯相对浓度分布受水文条件的影响较小，不同典型水文条件下的分布形态和分布范围差别不大。三期工程运行工况下，相对浓度 0.5（实际浓度约 0.075mg/L）的余氯全潮最大包络面积为 0.06km^2(典型小潮)，相对浓度 0.1（实际浓度约 0.015mg/L）的余氯全潮最大包络面积为 1.97km^2(典型半月潮)，相对浓度 0.01（实际浓度约 0.0015mg/L）的余氯全潮最大包络面积为 8.27km^2(典型半月潮)。

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。

辽东湾水量丰富，扩散稀释能力较好，因而余氯不会对受纳水体产生明显影响。

6.3.5　液体放射性废物处理的化学废水

放射性废液处理系统（WLS）主要处理四种废液：一回路反应堆冷却剂和工艺疏水、地面疏水、化学废液和洗涤废液。废液的处理工艺简述：一回路反应堆冷却剂经真空脱气、过滤、除盐后送至监测槽；来自反应堆厂房地坑和核辅助厂房地坑的地面疏水，送至 WLS 系统废液暂存槽，经过滤除盐处理，必要时添加化学试剂以提高除盐效果；来自洗手盆的洗涤废水和淋浴水送至 WLS 系统洗涤废液槽，由于此类废液放射性水平较低，通常送至监测循环取样监测排放，必要时返回 WLS 系统进一步处理或送至厂址废物处理设施（SRTF）处理；来自放化实验室的含盐量较高的潜在放射性废液收集于 WLS 化学废液槽，槽满后直接转运至 SRTF 蒸发、干燥、压实处理。

电厂放射性液态流出物必须采用槽式排放方式，本工程 WLS 系统排放口处除氚、C-14

外放射性浓度不超过 1000Bq/L。经 WLS 系统处理后的废液均送至监测槽，经循环取样分析合格后在线监测排放。若放射性水平超标，则返回 WLS 进一步处理。取样分析合格的废液经废液排放管沟排至虹吸井，与循环冷却水混合后排入海域。

我国的国家标准中没有规定硼排放限值，但在《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）明确规定硼排放限值为 2ppm。WLS 系统监测槽的废液需与 WWS 系统排污水循环混合后排放，按照 18 个月换料单台机组运行，一回路冷却剂最大硼浓度为 2000ppm，WLS 系统监测槽最大排放流量为 17.03m^3/h，循环冷却水的流量范围为 82080～241884m^3/h，得到核电厂排放口硼浓度为 0.41～0.14ppm，远低于 2ppm，满足辽宁省地方标准排放限值的要求。

核岛及热检修厂房产生的化学废液送往厂址废物处理设施（SRTF），经蒸发、干燥，其中的化学物质进入到废物包中，蒸发、干燥过程中产生的二次蒸汽冷凝液监测排放，基本不含化学物质。

洗衣房废液采用槽式排放，废水收集于洗衣房废水监测排放槽，经循环取样分析合格后，经废液排放管沟排至虹吸井，经与循环冷却水混合后排入海域。洗涤废水排放流量为 30m^3/h，表面活性剂（LAS）的排放浓度不超过 5mg/L，经循环冷却水稀释后浓度为 0.001-0.004mg/L，远低于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）规定的一级标准限值（5mg/L）。

综上所述，放射性废液处理排放的化学物质的浓度满足国家和地方标准要求，排放总量很少，对环境产生的影响很小。

6.4 退役

6.4.1 概述

退役是核电厂安全关闭后的阶段，其目的是通过全面细致的计划和评估，确定逐步和系统地减少放射性危害的措施，从而确保在退役实施和结束时工作人员、公众和环境安全得到保护。目前越来越多的核电厂退役研究和经验表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核电厂的退役进行充分考虑。选择合适的退役策略，尽可能在场址选择、总图布置、材料规范、系统设备布置等方面考虑退役因素，可以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，将退役对环境的影响和废物产生量降至最低，尽可能降低将来退役施工的难度和费用。本节主要对辽宁徐大堡核电厂一期工程将来退役时的策略选择和阶段划分、退役计划的制定提出了初步设想，阐述了在设计阶段所考虑的便于退役的有关因素和要求，并在退役费用方面提出了考虑。

6.4.2 退役策略选择和退役阶段划分

6.4.2.1 退役策略选择

目前国际原子能机构将退役策略分为三种：就地埋葬、延迟拆除和立即拆除。

就地埋葬策略是将放射性物项长期安全包容在场址，从本质上相当于放射性物质就地处置，这与目前我国放射性废物管理和核能发展战略不符合，因此对于本核电厂不考虑就地埋葬策略。

延迟拆除策略是通过封存和放射性衰变减少将来拆除时的人员受照剂量。延迟拆除是首先卸出反应堆中的乏燃料和排空冷却剂，随后进行局部拆除，安全封存压力容器，并建立封存监测屏障。封存几十年后最终拆除达到无限制开放水平。选择延迟拆除策略会导致系统包容性恶化、档案资料散失、人员流失、长期监督维护和高额费用等缺陷。

立即拆除策略是在核电厂停止运行不再使用后，经过安全关闭过渡期后立即实施反应堆拆除，直至达到场址最终无限制开放。但由于反应堆立即拆除的环境处于较高的辐射水平，因此需要配备先进的退役设备和掌握较高的退役技术。

随着国内核设施退役工作的进展已积累了较为丰富的退役经验，核设施退役技术也逐渐完善。立即拆除所需的遥控拆除等技术可以直接从国外引进，估计几十年后退役技术和设备的发展已不会成为选择立即拆除策略的制约因素。对于放射性废物管理方面，乏燃料可以送后处理厂处理，中低放废物可送往低、中水平放射性废物近地表处置场，极低放废物可送极低放废物填埋场，从废物出路来说没有障碍。退役费用可以从电站收益中预提。因此，就目前来看，除运行时发生重大事故可能会改变策略外，对于核电厂宜优先选择立即拆除策略。

但影响核电厂退役策略选择的因素有很多，其关键因素有：国家有关退役的法规政策、退役费用估算和筹资方式、放射性废物管理、退役技术发展等。核电厂最终采用何种退役策略和退役方案，将根据技术经济的发展情况，在退役阶段的专门可行性研究和环境影响评价工作后再行确定并分阶段实施。

6.4.2.2 退役阶段划分

无论选择哪种退役策略，退役实施都需要分阶段进行，对于核电厂的退役实施可分为三个阶段，即：安全关闭过渡阶段、去污拆除阶段、场址清理验收阶段。

安全关闭过渡阶段即退役的准备阶段。在不超出批准的运行最终安全分析报告的范围内，利用现有条件尽可能消除和减少放射性危害，为后续退役创造条件。主要活动包括乏燃料的卸出与转运、系统排空和清洗、处理处置运行期间的废物、设施初态特性调查、上报最终退役计划、编制上报退役申请所需的安分和环评报告、进行退役所需的技术研发等。

去污拆除阶段是退役实施的主要阶段。在获得退役许可申请批准的基础上，完成对系统设备的去污拆除；拆除废物的分类、包装、运输、整备和处置；以及建（构）筑物的拆除等工作。

场址清理验收阶段是实现核电厂退役最终目标、达到退役最终状态的阶段。其主要工作包括编制场址清理计划、场址特性调查、场址清理实施、场址退役终态放射性监测、退役最终总结报告和最终环评报告编制上报、场址解控复查和验收等工作。最终获得核安全监督部门的批复，结束整个退役工程。

6.4.3 退役计划的制定

退役最终目标的实现取决于缜密的和有组织的计划。国家核安全监管部门要求新建核设施要制定退役计划。计划的内容、范围和详细程度应根据设施的复杂性和潜在危害的不同而调整。核电厂退役计划分为三个阶段制定和提交，即：初始计划、中期计划和最终计划。三个阶段计划的内容应逐步深入、完善、细化和优化。其中安全分析和环境影响评价是退役计划中的重要组成部分，是确保退役期间工作人员、公众和环境安全，免受或减少由于退役产生的放射性和非放射性危害的关键。

6.4.3.1 初始退役计划

初始计划的制定要考虑以下几方面的问题：退役可行性的一般分析；退役涉及到的安全问题的基本考虑；退役实施对环境影响方面的考虑；退役费用及筹资方式；明确退役期间需使用的现有设施、系统和设备。

6.4.3.2 中期退役计划

核电厂运行期间需要对初始退役计划进行定期审核、更新和细化，以制定中期退役计

划（若发生重大事故时应立即制定）。需要更新和细化的内容包括：国家有关退役政策和法规的变化；退役技术的发展；退役实施时可能发生的异常事件；对影响退役计划的系统和结构的重大修改；退役费用的估算及落实情况。

6.4.3.3 最终退役计划

核电厂安全关闭前要提交详细的最终退役计划，作为关闭申请和退役申请的支持性文件，其内容深度应符合国家核安全监管部门的相关规定。

6.4.4 核电厂寿期不同阶段对便于退役的考虑

目前越来越多的核电厂退役研究和经验表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核电厂的退役进行充分考虑。尽可能在场址选择、总图布置、材料规范、系统设备布置等方面考虑利于退役的因素，以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，从退役废物产生源头进行控制，贯彻废物最小化原则，有效减少退役施工难度和费用。

6.4.4.1 设计、建造、运行阶段的考虑

设计阶段对于新建核电厂厂址本底放射性水平特性调查至关重要，本底调查还应包括所用建筑材料中的天然放射性水平，这些数据是评估退役完成后厂址对环境影响的辐射基准水平。

在核电厂设计阶段应考虑从便于退役的角度审查设计，提出便于退役的设计要求（见下节），这些设计上的要求要与核电厂安全、运行和维护的要求统筹考虑。

在核电厂运行阶段要考虑优化放射性废物管理，尽量减少运行废物的产生，对产生的废物严格分类，控制废物流。为便于今后退役可考虑进行部分材料样品辐照实验，以便今后进行测量值与计算值比对，最终确定残留放射性总量。

应将记录保存的相关资料在核电厂寿期不同阶段与退役直接联系起来。核电厂选址、设计、建造和运行改造、维修等有关的设计技术规格书和竣工图等全部资料，都应该作为退役所需资料予以保存。应考虑建立一个完整的数据库，这样在核电厂安全关闭时，保存的资料就能详细反映设施当前的状况。保存方式要考虑这些资料长期保存的可读取性，及为保证保存安全进行的备份等。

6.4.4.2 便于退役的设计考虑

核电厂服役期满之后的退役处理具有特殊性和复杂性。必须在设计阶段对其相关影响因素进行研究分析并提出便于退役的设计要求，这对于将来退役工作的实施是非常重要的。

1）核电厂设计中考虑了退役的技术可行性，以及在保障操作人员、居民和环境的安全下，拆除、运输和处理厂房、构筑物、设备、管道等活动的可操作性。

2）在厂房和构筑物设计时，考虑某个机组退役，而其它机组继续运行的条件。

3）核电厂厂区内建（构）筑物布置，考虑了允许机组退役时在厂区组织合理通畅的物流，保证水平和垂直空间的运输路线。

4）对于大型设备部件考虑易于拆除和解体，最好能整体拆移。

5）在选择材料时，选择长寿命活化核素比较少、易于表面去污的材料。

6）铺设在建筑结构内的工艺管道，通常能在退役时与建筑物拆开。

7）设计中采用特殊的密封覆面，以减少放射性核素对混凝土结构的污染。

8）为减少拆除工程量，在容易受辐照的地方设置移动式辐射屏蔽。

9）在设计系统时，使其容易隔离，以便去污或拆除。

10）在设计整体生物防护层时，考虑其可能的拆除方案。

11）在设计放射性废物暂存设施时，考虑对废物的回取。

12）考虑退役期间在现场安置移动式去污和放射性废物处理设备的可能性。

13）设备设计尽量采用结构简单的设计，便于维修、拆卸，设计中避免结构死角，设备与土建结构之间一般采用螺栓连接方式，便于退役时设备的拆卸。

14）为避免污染扩散，放射性废物管道设备（除泵、安全阀及法兰等外）均采用焊接，泵均须有简单的机械密封。

6.4.5 退役经费

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第 27 条的规定，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，列入投资概算或者生产成本。根据 NB/T 20048-2011《核电厂建设项目经济评价方法》，辽宁徐大堡核电厂一期工程的退役基金将按固定资产原值的10%计提，从投产后第一年开始平均提取。

表 6.1-1 徐大堡核电夏季工况机组取水温升特征值（℃）

工　况	典型潮型	数模计算			物模试验	
		最大值	最小值	平均值	最大值	平均值
一期工程运　行	典型大潮	0.93	0.41	0.62	1.1	0.44
	典型中潮	0.91	0.34	0.53	1.0	0.46
	典型小潮	0.78	0.33	0.52	0.7	0.37
	典型半月潮	0.92	0.16	0.48	／	／
一、二期工程运行	典型大潮	1.25	0.34	0.66	1.7	0.60
	典型中潮	0.73	0.22	0.37	1.5	0.59
	典型小潮	0.72	0.20	0.39	1.2	0.47
	典型半月潮	1.42	0.10	0.43	／	／
一至三期工程运行	典型大潮	0.70	0.20	0.37	2.1	0.68
	典型中潮	0.35	0.10	0.18	2.0	0.73
	典型小潮	0.40	0.10	0.20	1.6	0.53
	典型半月潮	0.80	0.05	0.23	／	／

表 6.1-2 夏季工况徐大堡核电全潮最大温升包络面积（km^2）

工　况	典型潮型	温　　升（℃）				
		4.0	3.0	2.0	1.0	0.5
一期工程运　行	典型大潮	1.35	3.11	5.21	**10.33**	**16.32**
	典型中潮	1.28	3.20	5.82	**9.73**	**15.78**
	典型小潮	1.68	3.40	6.57	**11.37**	**18.15**
一至二期工程运行	典型大潮	3.54	7.45	15.15	**21.84**	**33.05**
	典型中潮	3.37	6.96	14.71	**21.67**	**35.32**
	典型小潮	4.17	8.54	16.39	**24.04**	**39.20**
一至三期工程运行	典型大潮	4.96	11.92	17.66	**31.18**	**51.53**
	典型中潮	4.94	11.77	17.86	**30.65**	**52.71**
	典型小潮	5.02	12.75	19.41	**34.95**	**59.55**

表 6.1-3 夏季工况徐大堡核电全潮平均温升包络面积（km^2）

工　况	典型潮型	温　　升（℃）				
		4.0	3.0	2.0	1.0	0.5
一期工程运　行	典型大潮	0.65	1.17	2.56	**4.12**	**9.39**
	典型中潮	0.61	1.21	2.53	**4.92**	**10.12**
	典型小潮	0.71	1.26	2.73	**6.06**	**11.68**
一至二期工程运行	典型大潮	1.24	3.47	8.09	**12.74**	**21.48**
	典型中潮	1.20	3.51	8.31	**14.19**	**23.20**
	典型小潮	1.59	4.48	9.31	**15.41**	**25.21**
一至三期工程运行	典型大潮	2.47	6.00	12.81	**18.64**	**30.46**
	典型中潮	2.44	5.85	12.92	**19.17**	**32.71**
	典型小潮	2.86	6.26	14.81	**21.09**	**36.45**

表 6.1-4　冬季工况徐大堡核电全潮最大温升包络面积（km^2）

工　况	典型潮型	温　　升（℃）				
		4.0	3.0	2.0	1.0	0.5
一期工程运　行	典型大潮	2.22	4.44	8.46	**11.21**	**18.71**
	典型中潮	2.19	4.79	9.53	**10.63**	**17.54**
	典型小潮	2.65	5.05	9.72	**12.80**	**20.59**
一至二期工程运行	典型大潮	5.80	9.93	19.22	**24.17**	**37.37**
	典型中潮	6.19	9.48	23.00	**24.55**	**39.15**
	典型小潮	7.05	11.48	23.79	**27.34**	**43.49**
一至三期工程运行	典型大潮	8.62	13.63	25.53	**35.61**	**58.12**
	典型中潮	8.68	13.75	24.78	**37.63**	**61.88**
	典型小潮	9.13	17.06	28.07	**43.19**	**70.53**

表 6.1-5 冬季工况徐大堡核电全潮平均温升包络面积（km^2）

工　况	典型潮型	温　　升（℃）				
		4.0	3.0	2.0	1.0	0.5
一期工程运　行	典型大潮	0.69	1.33	3.42	**5.18**	**10.88**
	典型中潮	0.66	1.41	3.50	**5.63**	**11.45**
	典型小潮	0.75	1.95	3.59	**7.14**	**13.50**
一至二期工程运行	典型大潮	1.44	3.65	9.99	**14.99**	**24.29**
	典型中潮	1.41	3.54	11.17	**16.79**	**26.56**
	典型小潮	1.95	5.16	12.49	**18.48**	**29.03**
一至三期工程运行	典型大潮	3.05	7.31	16.79	**22.50**	**35.80**
	典型中潮	2.91	8.01	15.70	**24.21**	**40.01**
	典型小潮	3.71	10.07	21.80	**27.24**	**45.21**

表 6.2-1 不同元素的分配系数 Kd

元素	Kd (L/kg)
Sr	1.00E+03
Zr	1.00E+06
Nb	5.00E+05
Mo	0.00E+00
Tc	1.00E+02
Ru	3.00E+02
Te	1.00E+03
I	2.00E+01
Cs	3.00E+03
Ba	5.00E+03
La	0.00E+00
Ce	2.00E+06
Pr	0.00E+00
Cr	5.00E+04
Mn	2.00E+05
Fe	5.00E+04
Co	2.00E+05
Ag	1.00E+03
H	1.00E+00
C	2.00E+03
Na	1.00E+00
Zn	2.00E+04
W	0.00E+00
Np	5.00E+03
Br	0.00E+00
Rb	0.00E+00
Y	1.00E+07
Rh	0.00E+00

表 6.2-2 不同元素不同生物对应的浓集比

单位：(Bq/kg)/(Bq/L)

生物 / 元素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Sr	1.20E+02	1.30E+01	4.20E+01	2.30E+01	2.10E+02	4.70E-01	1.00E+03	1.00E+03	4.60E+00
Zr	4.60E+03	2.20E+02	1.70E+03	8.30E+01	3.30E+04	4.60E+03	1.30E+02	1.30E+02	2.20E+04
Nb	8.50E+02	1.00E+02	6.10E+02	8.30E+01	1.00E+03	8.50E+02	1.30E+02	1.30E+02	2.20E+04
Mo	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
Tc	8.90E+03	2.20E+04	3.00E+04	3.10E+01	3.50E+00	2.20E+04	2.20E+04	2.20E+04	1.00E+02
Ru	1.60E+03	3.20E+02	1.20E+03	2.60E+01	2.00E+05	1.60E+03	2.90E+01	2.90E+01	3.40E+04
Te	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+04	1.00E+03	1.30E+04	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+03
I	1.40E+01	3.60E+00	4.10E+03	3.60E+00	9.60E+02	1.40E+01	5.30E+01	5.30E+01	3.00E+03
Cs	6.60E+01	4.10E+01	1.20E+02	8.60E+01	1.30E+02	1.80E+02	3.80E+02	3.80E+02	1.10E+02
Ba	1.00E+01	7.00E-01	7.00E+01	1.00E+01	8.00E+02	1.00E+01	1.00E+01	1.00E+01	8.00E+01
La	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
Ce	2.20E+03	3.40E+03	2.10E+03	1.20E+02	9.00E+04	3.40E+03	1.30E+02	1.30E+02	6.00E+03
Pr	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
Cr	2.00E+03	1.00E+02	6.00E+03	2.00E+02	5.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	1.00E+03
Mn	1.10E+04	5.90E+03	7.90E+03	7.40E+02	3.50E+03	3.20E+03	1.20E+04	1.20E+04	2.50E+03
Fe	5.00E+05	5.00E+05	2.00E+04	3.00E+04	4.00E+05	5.00E+05	5.00E+05	5.00E+05	7.00E+05
Co	5.10E+03	1.80E+03	2.10E+03	5.60E+03	3.10E+03	8.30E+03	3.30E+02	3.30E+02	4.80E+03
Ag	3.20E+04	1.60E+04	1.30E+03	2.90E+03	5.60E+04	2.70E+04	3.30E+03	3.30E+03	1.70E+04
H	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
C	1.00E+04	1.00E+04	8.00E+03	1.20E+04	5.60E+03	1.00E+04	1.10E+04	1.10E+04	1.00E+04
Na	3.00E-01	7.00E-02	5.00E-01	1.00E+00	1.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	1.00E+00
Zn	8.00E+04	3.00E+05	2.00E+03	1.00E+03	1.00E+04	8.00E+04	8.00E+04	8.00E+04	1.00E+05
W	6.00E+02	1.00E+01	6.00E+02	9.00E+01	9.00E+04	6.00E+02	6.00E+02	6.00E+02	1.00E+03
Np	4.20E+02	1.00E+02	5.30E+01	1.00E+00	1.40E+02	4.20E+02	1.00E+03	1.00E+03	1.70E+01
Br	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
Rb	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
Y	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+03	2.00E+01	1.00E+02	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+02
Rh	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

表 6.2-3（1/2） 不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Sr-89	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
Sr-90	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
Sr-91	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.95E-08	6.96E-08	6.96E-08
Zr-95	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
Nb-95	4.10E-07	7.80E-07	6.20E-07	7.10E-07	3.20E-11	3.60E-07	8.30E-07	6.60E-07	5.40E-07
Mo-99	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06
Tc-99m	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06	1.41E-06
Ru-103	1.50E-06	2.00E-06	2.01E-06	1.90E-06	1.11E-10	2.16E-06	2.20E-06	2.07E-06	1.92E-06
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-06
Te-131m	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06
Te-131	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.27E-07	4.28E-07	4.28E-07
Te-132	3.80E-06	5.30E-06	3.00E-06	5.00E-06	1.52E-10	3.50E-06	0.00E+00	3.30E-06	2.30E-06
I-131	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-132	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-133	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-134	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.12E-08	9.14E-08	9.14E-08
I-135	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.56E-07	1.57E-07	1.57E-07
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	1.20E-06	0.00E+00	9.10E-07	0.00E+00	8.20E-11	1.10E-06	0.00E+00	9.70E-07	7.90E-07
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.30E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-137m	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07	2.66E-07
Ba-140	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.22E-06	6.24E-06	6.24E-06
La-140	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07
Ce-141	9.90E-07	1.00E-06	9.40E-07	1.00E-06	4.50E-11	9.80E-07	1.10E-06	9.70E-07	9.10E-07
Ce-143	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06

表 6.2-3（2/2） 不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Pr-143	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.61E-08	5.63E-08	5.63E-08
Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.30E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pr-144	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.27E-09	7.30E-09	7.30E-09
Cr-51	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.19E-06	2.20E-06	2.20E-06
Mn-54	2.28E-06	2.40E-06	2.32E-06	2.55E-06	1.48E-10	2.24E-06	2.52E-06	2.42E-06	2.35E-06
Fe-59	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.03E-07	2.04E-07	2.04E-07
Co-58	2.00E-06	1.74E-06	2.08E-06	2.34E-06	1.44E-10	2.04E-06	1.88E-06	2.03E-06	2.10E-06
Co-60	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
Ag-110m	1.00E-06	0.00E+00	6.20E-07	0.00E+00	5.70E-11	8.40E-07	0.00E+00	7.00E-07	9.20E-07
H-3	2.48E-06	2.48E-06	2.48E-06	2.48E-06	1.58E-10	2.48E-06	2.48E-06	2.48E-06	2.48E-06
C-14	2.80E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.90E-07	1.80E-11	2.80E-07	2.80E-07	2.80E-07	2.80E-07
Na-24	1.29E-08	1.29E-08	1.29E-08	1.29E-08	1.29E-08	1.29E-08	1.28E-08	1.29E-08	1.29E-08
Fe-55	2.43E-06	2.43E-06	2.43E-06	2.43E-06	2.43E-06	2.43E-06	2.42E-06	2.43E-06	2.43E-06
Zn-65	2.70E-06	2.70E-06	2.70E-06	2.70E-06	2.70E-06	2.70E-06	2.69E-06	2.70E-06	2.70E-06
W-187	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05	1.03E-05
Np-239	7.92E-06	7.92E-06	7.92E-06	7.92E-06	7.92E-06	7.92E-06	7.90E-06	7.92E-06	7.92E-06
Br-84	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08	1.95E-08
Rb-88	5.87E-09	5.87E-09	5.87E-09	5.87E-09	5.87E-09	5.87E-09	5.85E-09	5.87E-09	5.87E-09
Y-91m	6.45E-08	6.45E-08	6.45E-08	6.45E-08	6.45E-08	6.45E-08	6.44E-08	6.45E-08	6.45E-08
Y-93	1.15E-08	1.15E-08	1.15E-08	1.15E-08	1.15E-08	1.15E-08	1.14E-08	1.15E-08	1.15E-08
Rh-103m	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06	1.44E-06
Rh-106	7.52E-09	7.52E-09	7.52E-09	7.52E-09	7.52E-09	7.52E-09	7.49E-09	7.52E-09	7.52E-09
Ag-110	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08	1.17E-08
Te-129m	3.30E-06	3.60E-06	2.80E-06	3.50E-06	1.95E-10	3.20E-06	3.40E-06	3.10E-06	2.20E-06
Te-129	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06	1.78E-06

表 6.2-4（1/2） 不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Sr-89	3.10E-04	3.30E-04	2.50E-04	3.30E-04	3.80E-09	2.90E-04	3.10E-04	2.80E-04	1.80E-04
Sr-90	5.80E-04	6.30E-04	4.50E-04	6.20E-04	7.60E-09	5.40E-04	5.80E-04	5.00E-04	2.90E-04
Sr-91	3.64E-04	4.45E-04	2.74E-04	4.32E-04	1.61E-05	3.37E-04	4.26E-04	3.07E-04	1.83E-04
Zr-95	8.20E-05	1.20E-04	7.00E-05	1.10E-04	3.30E-09	7.70E-05	1.20E-04	7.30E-05	6.50E-05
Nb-95	4.06E-05	7.72E-05	3.04E-05	7.03E-05	1.57E-09	3.56E-05	8.22E-05	3.23E-05	2.65E-05
Mo-99	2.27E-04	2.51E-04	1.90E-04	2.47E-04	2.95E-05	2.17E-04	2.55E-04	2.11E-04	1.60E-04
Tc-99m	1.07E-05	1.78E-05	8.81E-06	1.64E-05	5.73E-06	9.86E-06	2.89E-05	9.21E-06	8.13E-06
Ru-103	7.35E-05	9.80E-05	6.50E-05	9.31E-05	3.59E-09	6.98E-05	1.08E-04	6.69E-05	6.21E-05
Ru-106	6.60E-04	7.80E-04	4.50E-04	7.70E-04	3.49E-09	6.00E-04	7.00E-04	4.90E-04	1.98E-04
Te-131m	2.24E-04	3.08E-04	1.78E-04	2.92E-04	4.97E-05	2.09E-04	3.12E-04	1.94E-04	1.40E-04
Te-131	3.81E-04	4.32E-04	2.97E-04	4.26E-04	2.16E-05	3.57E-04	4.19E-04	3.33E-04	1.98E-04
Te-132	3.76E-04	5.25E-04	2.97E-04	4.95E-04	7.45E-09	3.47E-04	5.40E-04	3.27E-04	2.28E-04
I-131	1.20E-04	1.40E-04	1.00E-04	1.30E-04	4.10E-09	1.10E-04	1.50E-04	1.10E-04	9.80E-05
I-132	3.10E-04	4.30E-04	2.30E-04	4.10E-04	4.00E-09	2.80E-04	4.30E-04	2.60E-04	1.70E-04
I-133	2.40E-04	2.80E-04	1.90E-04	2.70E-04	4.00E-09	2.20E-04	2.80E-04	2.20E-04	1.60E-04
I-134	3.75E-04	5.22E-04	2.76E-04	4.95E-04	1.57E-05	3.43E-04	5.09E-04	3.14E-04	1.89E-04
I-135	2.36E-04	3.18E-04	1.85E-04	3.03E-04	2.48E-05	2.20E-04	3.06E-04	2.07E-04	1.51E-04
Cs-134	1.20E-04	2.00E-04	9.50E-05	1.90E-04	3.27E-09	1.10E-04	2.10E-04	1.00E-04	8.40E-05
Cs-136	1.19E-04	2.30E-04	9.01E-05	2.00E-04	4.02E-09	1.09E-04	2.40E-04	9.60E-05	7.82E-05
Cs-137	1.50E-04	1.80E-04	1.30E-04	1.80E-04	4.26E-09	1.40E-04	1.80E-04	1.40E-04	1.20E-04
Ba-137m	4.74E-05	7.90E-05	3.25E-05	7.28E-05	5.11E-07	4.18E-05	8.38E-05	3.84E-05	2.49E-05
Ba-140	5.47E-04	6.97E-04	4.34E-04	6.71E-04	6.21E-05	5.13E-04	6.77E-04	4.85E-04	3.47E-04
La-140	3.25E-04	4.43E-04	2.46E-04	4.21E-04	1.75E-05	3.00E-04	4.26E-04	2.79E-04	1.82E-04
Ce-141	9.80E-05	9.90E-05	9.31E-05	9.90E-05	4.46E-09	9.70E-05	1.09E-04	9.60E-05	9.01E-05
Ce-143	2.41E-04	2.67E-04	2.01E-04	2.63E-04	3.35E-05	2.30E-04	2.69E-04	2.23E-04	1.70E-04

表 6.2-4（2/2） 不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Pr-143	1.74E-04	1.79E-04	1.51E-04	1.79E-04	2.64E-05	1.69E-04	1.73E-04	1.66E-04	1.38E-04
Ce-144	6.30E-04	7.20E-04	4.60E-04	7.10E-04	6.24E-09	5.80E-04	6.50E-04	5.00E-04	2.50E-04
Pr-144	5.74E-04	6.60E-04	4.07E-04	6.53E-04	5.69E-06	5.28E-04	5.95E-04	4.50E-04	1.95E-04
Cr-51	1.32E-06	3.01E-06	8.12E-07	2.67E-06	3.36E-07	1.10E-06	4.30E-06	9.29E-07	6.09E-07
Mn-54	1.67E-05	5.76E-05	6.28E-06	4.85E-05	4.18E-11	1.18E-05	6.05E-05	8.58E-06	2.45E-06
Fe-59	8.77E-05	1.42E-04	7.13E-05	1.31E-04	3.51E-05	8.11E-05	1.37E-04	7.52E-05	6.44E-05
Co-58	3.80E-05	8.53E-05	2.39E-05	7.57E-05	7.56E-10	3.20E-05	9.21E-05	2.70E-05	1.89E-05
Co-60	9.80E-05	2.10E-04	6.80E-05	1.90E-04	3.00E-09	8.50E-05	2.00E-04	7.30E-05	5.60E-05
Ag-110m	9.90E-05	2.30E-04	6.14E-05	2.10E-04	1.84E-09	8.32E-05	2.40E-04	6.93E-05	4.51E-05
H-3	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	5.25E-11	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07
C-14	2.77E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.87E-05	1.78E-09	2.77E-05	2.77E-05	2.77E-05	2.77E-05
Na-24	3.48E-04	5.21E-04	2.57E-04	4.89E-04	1.49E-05	3.19E-04	4.76E-04	2.91E-04	1.89E-04
Fe-55	9.11E-07	9.56E-07	8.02E-07	9.54E-07	4.01E-07	8.99E-07	9.37E-07	8.47E-07	6.73E-07
Zn-65	1.33E-05	4.00E-05	6.08E-06	3.46E-05	1.02E-06	1.01E-05	3.89E-05	7.36E-06	3.15E-06
W-187	1.75E-04	2.04E-04	1.50E-04	1.99E-04	4.32E-05	1.68E-04	2.09E-04	1.63E-04	1.34E-04
Np-239	1.47E-04	1.59E-04	1.40E-04	1.57E-04	8.63E-05	1.45E-04	1.70E-04	1.43E-04	1.35E-04
Br-84	5.67E-04	7.51E-04	3.75E-04	7.29E-04	1.05E-05	5.11E-04	6.63E-04	4.05E-04	1.80E-04
Rb-88	8.15E-04	1.10E-03	4.93E-04	1.08E-03	3.78E-06	7.23E-04	9.24E-04	5.16E-04	1.87E-04
Y-91m	2.61E-05	5.38E-05	1.61E-05	4.82E-05	3.63E-07	2.20E-05	6.18E-05	1.95E-05	1.24E-05
Y-93	5.59E-04	6.45E-04	3.97E-04	6.38E-04	6.69E-06	5.14E-04	5.83E-04	4.39E-04	1.92E-04
Rh-103m	2.09E-05	2.12E-05	2.06E-05	2.12E-05	1.97E-05	2.08E-05	2.12E-05	2.07E-05	2.05E-05
Rh-106	6.53E-04	7.78E-04	4.44E-04	7.67E-04	4.38E-06	5.95E-04	6.96E-04	4.85E-04	1.95E-04
Ag-110	5.66E-04	6.47E-04	4.04E-04	6.41E-04	5.46E-06	5.21E-04	5.86E-04	4.48E-04	1.96E-04
Te-129m	3.27E-04	3.56E-04	2.77E-04	3.47E-04	6.31E-09	3.17E-04	3.37E-04	3.07E-04	2.18E-04
Te-129	2.92E-04	3.11E-04	2.39E-04	3.09E-04	2.77E-05	2.78E-04	2.98E-04	2.68E-04	1.87E-04

表 6.2-5（1/2） 不同核素不同生物低能 β 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Sr-89	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
Sr-90	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
Sr-91	1.09E-16	9.07E-30	3.24E-14	9.30E-30	1.63E-13	1.14E-16	1.55E-10	1.41E-29	1.71E-29
Zr-95	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
Nb-95	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
Mo-99	7.78E-16	1.81E-29	2.99E-13	1.85E-29	1.38E-12	8.23E-16	1.61E-09	2.80E-29	3.41E-29
Tc-99m	5.72E-16	0.00E+00	2.39E-13	0.00E+00	1.08E-12	6.06E-16	1.32E-09	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	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
Ru-106	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
Te-131m	1.11E-15	3.98E-29	4.07E-13	4.09E-29	1.91E-12	1.17E-15	2.15E-09	6.17E-29	7.51E-29
Te-131	3.60E-16	6.81E-30	1.41E-13	6.99E-30	6.47E-13	3.81E-16	7.61E-10	1.06E-29	1.28E-29
Te-132	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	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-132	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-133	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-134	1.30E-16	7.82E-30	4.32E-14	8.03E-30	2.09E-13	1.37E-16	2.18E-10	1.21E-29	1.48E-29
I-135	2.86E-16	2.13E-29	8.91E-14	2.18E-29	4.41E-13	3.01E-16	4.37E-10	3.30E-29	4.01E-29
Cs-134	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
Cs-136	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
Cs-137	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
Ba-137m	2.13E-16	0.00E+00	8.90E-14	0.00E+00	4.02E-13	2.26E-16	4.93E-10	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	8.30E-15	3.87E-29	3.41E-12	3.97E-29	1.55E-11	8.79E-15	1.88E-08	6.00E-29	7.30E-29
La-140	1.69E-16	9.22E-30	5.74E-14	9.46E-30	2.76E-13	1.78E-16	2.94E-10	1.43E-29	1.74E-29
Ce-141	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
Ce-143	2.22E-15	1.52E-29	9.05E-13	1.56E-29	4.11E-12	2.35E-15	4.98E-09	2.36E-29	2.87E-29

表 6.2-5（2/2） 不同核素不同生物低能 β 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Pr-143	1.91E-16	1.87E-29	5.30E-14	1.91E-29	2.73E-13	2.00E-16	2.44E-10	2.89E-29	3.52E-29
Ce-144	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
Pr-144	2.42E-17	2.35E-30	6.75E-15	2.41E-30	3.47E-14	2.55E-17	3.11E-11	3.64E-30	4.43E-30
Cr-51	2.05E-15	0.00E+00	8.55E-13	0.00E+00	3.86E-12	2.17E-15	4.74E-09	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	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
Fe-59	6.82E-16	6.62E-29	1.91E-13	6.80E-29	9.80E-13	7.18E-16	8.78E-10	1.03E-28	1.25E-28
Co-58	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
Co-60	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
Ag-110m	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
H-3	0.00E+00	0.00E+00	1.98E-12	0.00E+00	6.60E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
C-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
Na-24	4.45E-17	4.42E-30	1.23E-14	4.54E-30	6.35E-14	4.68E-17	5.62E-11	6.86E-30	8.34E-30
Fe-55	2.65E-15	0.00E+00	1.11E-12	0.00E+00	4.99E-12	2.80E-15	6.13E-09	0.00E+00	0.00E+00
Zn-65	3.87E-15	4.07E-32	1.62E-12	4.18E-32	7.31E-12	4.10E-15	8.97E-09	6.31E-32	7.68E-32
W-187	1.49E-14	2.93E-29	6.20E-12	3.01E-29	2.81E-11	1.58E-14	3.43E-08	4.54E-29	5.52E-29
Np-239	1.14E-14	6.67E-29	4.68E-12	6.85E-29	2.12E-11	1.21E-14	2.57E-08	1.03E-28	1.26E-28
Br-84	6.45E-17	6.30E-30	1.79E-14	6.46E-30	9.24E-14	6.78E-17	8.26E-11	9.76E-30	1.19E-29
Rb-88	1.96E-17	1.91E-30	5.45E-15	1.96E-30	2.81E-14	2.06E-17	2.51E-11	2.97E-30	3.61E-30
Y-91m	2.45E-17	0.00E+00	1.02E-14	0.00E+00	4.62E-14	2.59E-17	5.67E-11	0.00E+00	0.00E+00
Y-93	3.19E-17	3.03E-30	8.98E-15	3.11E-30	4.61E-14	3.35E-17	4.17E-11	4.70E-30	5.72E-30
Rh-103m	7.35E-16	0.00E+00	3.07E-13	0.00E+00	1.39E-12	7.78E-16	1.70E-09	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	1.77E-17	1.60E-30	5.13E-15	1.64E-30	2.61E-14	1.87E-17	2.41E-11	2.48E-30	3.01E-30
Ag-110	2.38E-17	2.04E-30	7.02E-15	2.10E-30	3.54E-14	2.50E-17	3.34E-11	3.17E-30	3.85E-30
Te-129m	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
Te-129	1.42E-15	9.46E-30	5.81E-13	9.71E-30	2.64E-12	1.51E-15	3.20E-09	1.47E-29	1.78E-29

表 6.2-6（1/2） 不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Sr-89	2.80E-05	8.40E-06	8.80E-05	9.50E-06	3.40E-04	4.40E-05	2.70E-05	5.60E-05	1.50E-04
Sr-90	7.70E-05	2.30E-05	2.00E-04	2.70E-05	6.50E-04	1.10E-04	6.80E-05	1.50E-04	3.60E-04
Sr-91	6.21E-04	5.39E-04	7.11E-04	5.52E-04	9.68E-04	6.47E-04	5.58E-04	6.76E-04	8.01E-04
Zr-95	4.10E-04	3.80E-04	4.20E-04	3.80E-04	4.90E-04	4.20E-04	3.70E-04	4.20E-04	4.30E-04
Nb-95	4.30E-04	3.90E-04	4.40E-04	4.00E-04	4.70E-04	4.30E-04	3.80E-04	4.30E-04	4.40E-04
Mo-99	1.64E-04	1.40E-04	2.01E-04	1.44E-04	3.62E-04	1.74E-04	1.36E-04	1.80E-04	2.30E-04
Tc-99m	7.02E-05	6.31E-05	7.20E-05	6.45E-05	7.51E-05	7.10E-05	5.19E-05	7.16E-05	7.27E-05
Ru-103	2.60E-04	2.40E-04	2.70E-04	2.40E-04	3.40E-04	2.60E-04	2.30E-04	2.70E-04	2.70E-04
Ru-106	2.80E-04	1.60E-04	4.90E-04	1.70E-04	9.40E-04	3.40E-04	2.40E-04	4.50E-04	7.40E-04
Te-131m	8.62E-04	7.78E-04	9.08E-04	7.94E-04	1.04E-03	8.77E-04	7.74E-04	8.92E-04	9.46E-04
Te-131	2.77E-04	2.25E-04	3.61E-04	2.32E-04	6.36E-04	3.00E-04	2.39E-04	3.24E-04	4.59E-04
Te-132	1.50E-03	1.30E-03	1.50E-03	1.30E-03	1.80E-03	1.50E-03	1.30E-03	1.50E-03	1.60E-03
I-131	2.10E-04	1.90E-04	2.30E-04	2.00E-04	3.30E-04	2.20E-04	1.80E-04	2.20E-04	2.30E-04
I-132	1.30E-03	1.20E-03	1.40E-03	1.20E-03	1.60E-03	1.30E-03	1.20E-03	1.30E-03	1.40E-03
I-133	3.50E-04	3.10E-04	4.00E-04	3.20E-04	5.90E-04	3.60E-04	3.10E-04	3.70E-04	4.30E-04
I-134	1.50E-03	1.35E-03	1.60E-03	1.38E-03	1.86E-03	1.53E-03	1.36E-03	1.56E-03	1.68E-03
I-135	9.33E-04	8.52E-04	9.85E-04	8.67E-04	1.15E-03	9.50E-04	8.64E-04	9.62E-04	1.02E-03
Cs-134	8.70E-04	7.90E-04	9.00E-04	8.10E-04	9.90E-04	8.80E-04	7.80E-04	8.90E-04	9.10E-04
Cs-136	1.20E-03	1.10E-03	1.20E-03	1.10E-03	1.30E-03	1.20E-03	1.10E-03	1.20E-03	1.30E-03
Cs-137	3.20E-04	2.90E-04	3.40E-04	2.90E-04	4.70E-04	3.30E-04	2.80E-04	3.30E-04	3.50E-04
Ba-137m	3.34E-04	3.02E-04	3.49E-04	3.09E-04	3.81E-04	3.40E-04	2.98E-04	3.43E-04	3.56E-04
Ba-140	1.63E-03	1.48E-03	1.74E-03	1.50E-03	2.11E-03	1.66E-03	1.50E-03	1.69E-03	1.83E-03
La-140	1.32E-03	1.20E-03	1.40E-03	1.22E-03	1.63E-03	1.35E-03	1.22E-03	1.37E-03	1.46E-03
Ce-141	4.40E-05	3.80E-05	4.90E-05	3.90E-05	1.40E-04	4.50E-05	3.30E-05	4.60E-05	5.20E-05
Ce-143	1.69E-04	1.43E-04	2.09E-04	1.47E-04	3.77E-04	1.80E-04	1.41E-04	1.87E-04	2.40E-04

表 6.2-6（2/2） 不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	底栖软体动物	甲壳类动物	大型藻类	浅水鱼	浮游植物	多毛纲动物蠕虫	海葵	海葵群落	浮游动物
Pr-143	7.23E-06	2.16E-06	3.03E-05	2.38E-06	1.55E-04	1.25E-05	8.18E-06	1.47E-05	4.34E-05
Ce-144	1.50E-04	6.50E-05	3.20E-04	7.20E-05	7.80E-04	2.00E-04	1.30E-04	2.70E-04	5.30E-04
Pr-144	1.42E-04	5.47E-05	3.08E-04	6.16E-05	7.09E-04	1.88E-04	1.20E-04	2.61E-04	5.20E-04
Cr-51	1.75E-05	1.58E-05	1.80E-05	1.62E-05	1.85E-05	1.77E-05	1.45E-05	1.79E-05	1.82E-05
Mn-54	4.70E-04	4.30E-04	4.80E-04	4.30E-04	4.80E-04	4.70E-04	4.20E-04	4.70E-04	4.80E-04
Fe-59	6.66E-04	6.12E-04	6.82E-04	6.23E-04	7.18E-04	6.72E-04	6.16E-04	6.78E-04	6.89E-04
Co-58	5.40E-04	5.00E-04	5.60E-04	5.00E-04	5.80E-04	5.50E-04	4.90E-04	5.50E-04	5.60E-04
Co-60	1.40E-03	1.30E-03	1.40E-03	1.30E-03	1.50E-03	1.40E-03	1.30E-03	1.40E-03	1.40E-03
Ag-110m	1.50E-03	1.40E-03	1.60E-03	1.40E-03	1.60E-03	1.60E-03	1.40E-03	1.60E-03	1.60E-03
H-3	2.90E-12	7.40E-15	2.00E-11	8.30E-15	3.23E-06	2.90E-12	5.10E-09	5.90E-14	1.60E-13
C-14	7.20E-08	2.10E-08	1.60E-07	2.30E-08	2.90E-05	7.20E-08	2.87E-07	1.40E-07	4.30E-07
Na-24	2.35E-03	2.18E-03	2.44E-03	2.21E-03	2.68E-03	2.38E-03	2.22E-03	2.41E-03	2.51E-03
Fe-55	6.18E-08	1.74E-08	1.71E-07	1.92E-08	5.72E-07	7.42E-08	3.57E-08	1.26E-07	3.00E-07
Zn-65	3.25E-04	2.98E-04	3.32E-04	3.04E-04	3.37E-04	3.28E-04	2.99E-04	3.31E-04	3.35E-04
W-187	2.72E-04	2.43E-04	2.97E-04	2.48E-04	4.04E-04	2.79E-04	2.38E-04	2.84E-04	3.13E-04
Np-239	9.49E-05	8.33E-05	1.02E-04	8.54E-05	1.56E-04	9.67E-05	7.24E-05	9.89E-05	1.07E-04
Br-84	1.17E-03	9.89E-04	1.37E-03	1.01E-03	1.73E-03	1.23E-03	1.08E-03	1.33E-03	1.56E-03
Rb-88	7.35E-04	4.50E-04	1.06E-03	4.73E-04	1.55E-03	8.27E-04	6.26E-04	1.03E-03	1.37E-03
Y-91m	2.95E-04	2.68E-04	3.05E-04	2.73E-04	3.21E-04	2.99E-04	2.60E-04	3.02E-04	3.09E-04
Y-93	1.70E-04	8.27E-05	3.31E-04	8.99E-05	7.21E-04	2.15E-04	1.45E-04	2.86E-04	5.35E-04
Rh-103m	6.08E-07	2.57E-07	8.43E-07	2.95E-07	1.77E-06	7.12E-07	2.99E-07	7.82E-07	9.73E-07
Rh-106	2.84E-04	1.57E-04	4.92E-04	1.68E-04	9.30E-04	3.43E-04	2.40E-04	4.46E-04	7.41E-04
Ag-110	1.35E-04	5.16E-05	2.96E-04	5.81E-05	6.93E-04	1.79E-04	1.14E-04	2.48E-04	5.03E-04
Te-129m	6.60E-05	4.30E-05	1.20E-04	4.50E-05	4.00E-04	8.10E-05	5.80E-05	9.20E-05	1.80E-04
Te-129	5.46E-05	3.55E-05	1.07E-04	3.71E-05	3.19E-04	6.85E-05	4.89E-05	7.82E-05	1.59E-04

表 6.2-7　不同生物的居留因子

栖息环境 生物	水面	水中	水底	沉积物
底栖软体动物	0	0	1	0
甲壳类动物	0	0	1	0
大型藻类	0	0	1	0
浅水鱼	0	1	0	0
浮游植物	0	1	0	0
多毛纲动物蠕虫	0	0	0	1
海葵	0	0	1	0
海葵的群落	0	0	1	0
浮游动物	0	1	0	0

表 6.2-8　徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时不同生物的影响率

生　物	影响率
底栖软体动物	9.26E-04
甲壳类动物	6.15E-04
大型藻类	1.39E-03
浅水鱼	3.67E-05
浮游植物	9.46E-06
多毛纲动物蠕虫	**2.03E-03**
海葵	7.70E-04
海葵群落	1.21E-03
浮游动物	4.64E-04

表 6.2-9　徐大堡核电厂一期工程两台机组正常运行时不同生物受到的总剂量率

单位：μGy/h

生　物	总剂量率
底栖软体动物	9.26E-03
甲壳类动物	6.15E-03
大型藻类	1.39E-02
浅水鱼	3.67E-04
浮游植物	9.46E-05
多毛纲动物蠕虫	**2.03E-02**
海葵	7.70E-03
海葵群落	1.21E-02
浮游动物	4.64E-03

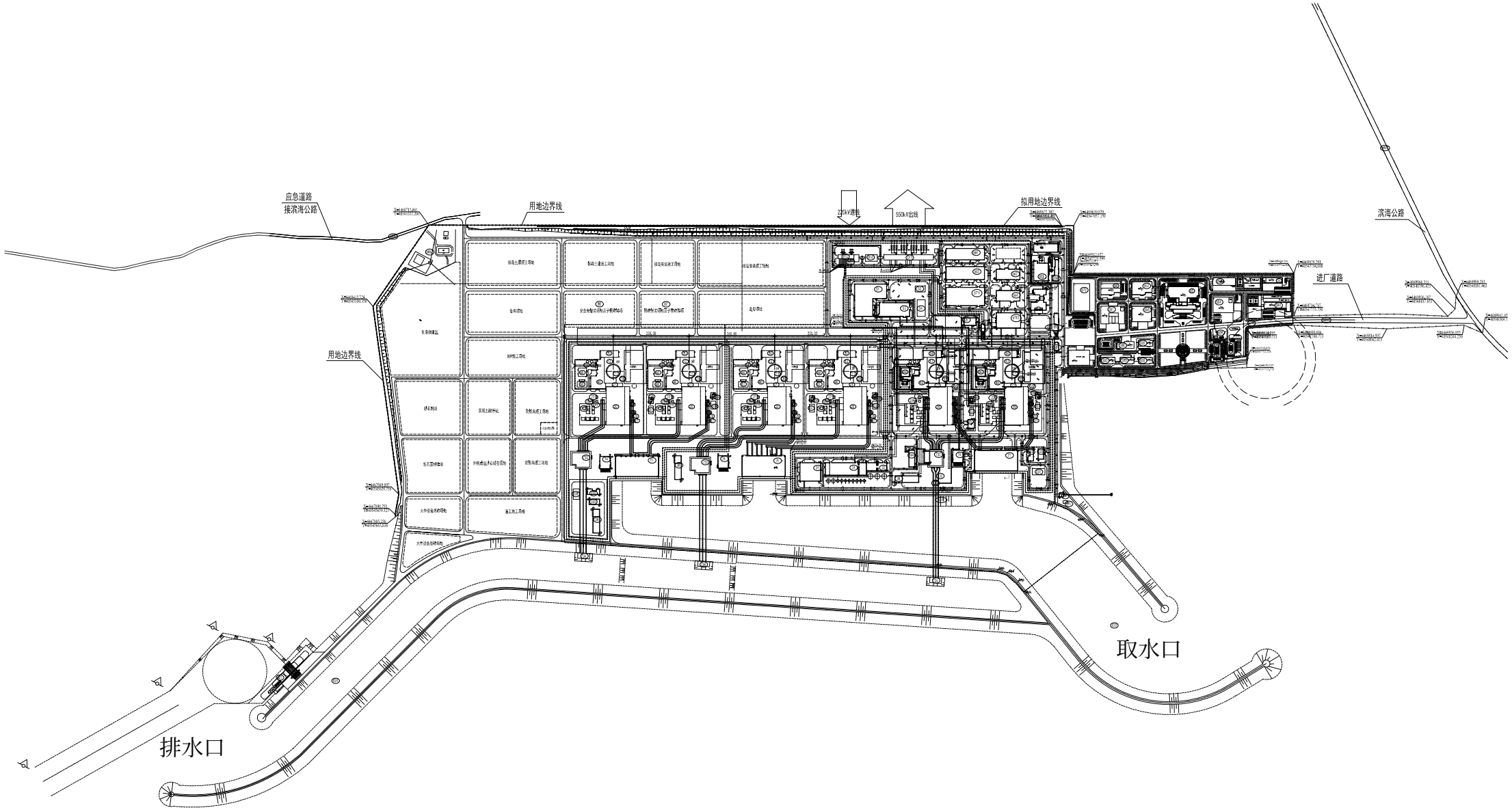


图6.1-1 明渠排水方案总平面布置图

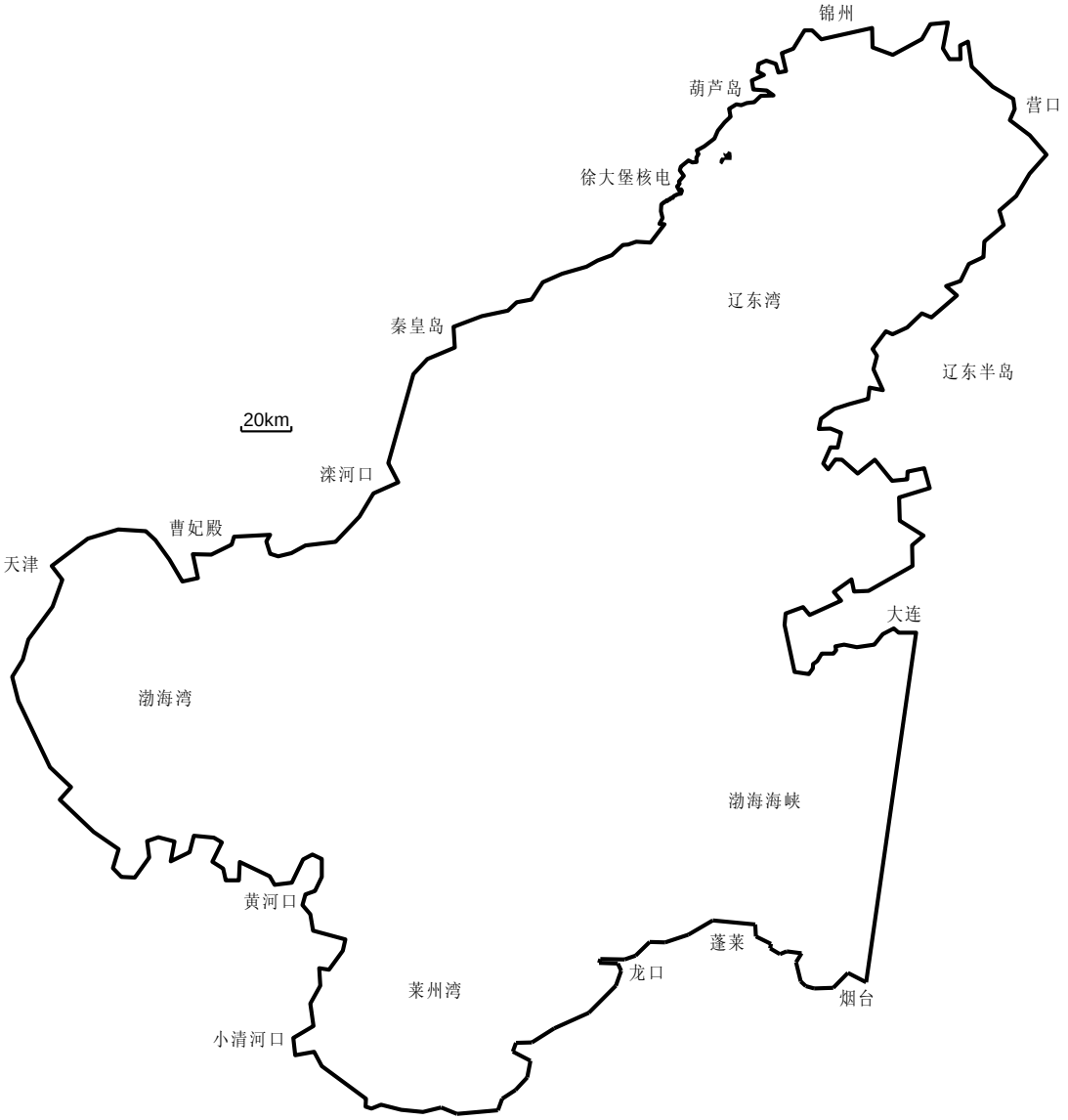


图 6.1-2 数学模型计算范围示意图

图 6.1-3 物理模型模拟范围示意图

图 6.1-4 徐大堡核电厂与红沿河核电厂、绥中电厂位置图

第七章 电厂事故的环境影响

7.1 电厂放射性事故

7.1.1 事故描述

7.1.2 事故后果计算

7.2 放射性物质运输事故

7.2.1 新燃料运输事故

7.2.2 乏燃料运输事故

7.2.3 放射性固体废物运输事故

7.3 其它事故

7.3.1 化学物质容器破裂、泄漏或爆炸

7.3.2 火灾

7.4 应急考虑

7.4.1 制定应急计划的主要依据

7.4.2 应急组织与职能

7.4.3 应急状态分级与描述

7.4.4 应急设施的配备

7.4.5 应急响应能力的维持

7.1 电厂放射性事故

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用从美国引进的 AP1000 机型，根据机组运行期间事件/事故的预期发生频率和对公众造成的潜在放射性影响，美国国家标准《Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary PWR Plants》（ANSI N18.2）将核电厂的运行工况分为四类：

工况 I：正常运行和运行瞬态；

工况 II：中等频率事件；

工况 III：稀有事故；

工况 IV：极限事故。

在辽宁徐大堡核电厂一期工程的初步安全分析报告（PSAR）第 15 章“事故分析”中给出了下述三类工况事故和 8 个 IV 事故。

其中，工况 III 包含的各种事故分别如下：

— 蒸汽管道小破裂事故（见 §15.1.5）

— 反应堆冷却剂强迫流量完全丧失事故（见 §15.3.2）

— 反应堆棒束控制组件错位事故（见 §15.4.3）

— 在不适当的位置不慎加载和运行一个燃料组件（见 §15.4.7）

— 误开启自动降压系统（见 §15.6.1）

— 反应堆冷却剂丧失事故，小破口事故（见 §15.6.5）

— 放射性废气管理系统泄漏或破损（见 §15.7.1）

— 放射性废液管理系统泄漏或破损（见 §15.7.2）

— 废液储存箱事故导致放射性向环境释放（见 §15.7.3）

— 乏燃料容器坠落事故（见 §15.7.5）

工况 IV 包含的各种事故分别如下：

— 蒸汽系统管道大破口事故（见 §15.1.5）

— 给水系统管道破裂事故（见 §15.2.8）

— 反应堆冷却剂主泵转子卡死事故（见 §15.3.3）

— 反应堆冷却剂主泵轴断裂事故（见 §15.3.4）

— 反应堆棒束控制组件弹棒事故（见 §15.4.8）

— 蒸汽发生器传热管破裂事故（见 §15.6.3）

— 反应堆冷却剂丧失事故，大破口事故（见 §15.6.5）

— 设计基准燃料操作事故（见§15.7.4）

对照《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中关于事故分类的定义，工况III相当于稀有事故，工况IV相当于极限事故。稀有事故和极限事故均属于设计基准事故的范畴，在核电厂设计时，针对每一类设计基准事故，均考虑了针对性的预防和缓解措施，其考虑的基本设计原则是：最可能发生的事故，对公众产生的放射性风险应最小，而那些对公众有最大潜在风险的极端事故，发生的可能性应最小。

在辽宁徐大堡核电厂一期工程的PSAR第15章“事故分析”中，根据事故工况放射性后果的严重性及不同事故放射性后果之间的包络性，最终给出了6类需要进行放射性后果评价的事故，并给出了事故描述、事故序列和事故放射性后果计算中采用的参数假定，这6类事故分别为：

—大破口失水事故（LOCA）；

—弹棒事故（CREA）；

—安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）；

—反应堆冷却剂主泵转子卡死事故（LRA）；

—燃料操作事故（FHA）；

—蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）；

本章将对这6类事故向环境释放的源项以及对环境造成的放射性后果进行分析计算，并评价剂量结果是否满足GB6249-2011中相关的剂量控制值要求。这6类事故中，只有SGTR事故按照稀有事故评价，其它事故均按照极限事故进行评价。

徐大堡核电厂拟建设的AP1000机型采用非能动安全技术，适度增设防洪、应急补水、应急供电措施的保护，机型设计和厂址条件均满足我国《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及2020年远景目标》和《“十二五”期间新建核电厂安全要求》等方面的要求。各种事故条件下均能保证安全壳的完整性，因此事故后厂址周围水体的安全是有保证的，以下各节事故的放射性后果计算仅考虑气载途径的影响。

7.1.1 事故描述

7.1.1.1 失水事故（LOCA）

失水事故（LOCA）是反应堆冷却剂系统压力边界管道发生破损的事故。AP1000核电机组大破口LOCA定义为总的破口横截面积大于或等于0.09m^2的破口。该事故为Ⅳ类工况（即：极限事故）。在整个核电厂寿期内，预计不会发生，但仍然保守地假设为设计基准事故。

大破口 LOCA 事故按照极限事故进行评价。

7.1.1.2 弹棒事故（CREA）

该事故定义为一个控制棒机构承压壳套机械损坏导致一束 RCCA 及其驱动杆弹出堆芯。这种机械损坏的后果是在堆芯快速引入正反应性并且产生不利的堆芯功率分布，可能导致局部燃料棒损坏。

控制棒组件弹出事故按极限事故进行评价。

7.1.1.3 安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）

主蒸汽管道破裂引起蒸汽从破口排放，破口的蒸汽流量在发生破裂后的短暂时间内迅速增加，而后，随着蒸汽压力下降而减小。反应堆冷却剂系统能量的过多移出导致反应堆冷却剂温度和压力下降。由于堆芯具有负的慢化剂温度系数，温度下降将引入正的反应性。

如果在停堆后有一束具有最大反应性价值的控制棒组件卡在它完全抽出的位置上，这就增加了堆芯重返临界和重返功率的可能性。主蒸汽管道破裂之后重返功率可能是一个潜在的重要问题，因为假设一束具有最大反应性价值的控制棒组件卡在它完全抽出的位置上，会产生一个高的功率峰因子。堆芯最终将由非能动堆芯冷却系统注入的硼酸溶液重新进入次临界状态。

安全壳外主蒸汽管道破裂事故按照极限事故进行评价。

7.1.1.4 反应堆冷却剂主泵转子卡死事故（LRA）

反应堆冷却剂主泵卡死事故定义为单个反应堆冷却剂主泵转子瞬间卡死。

受影响环路的冷却剂流量迅速减小，将由冷却剂低流量停堆信号触发反应堆停堆。随着反应堆停堆，储存于燃料棒中的热量持续传给冷却剂，这将导致冷却剂温度上升、体积膨胀。同时，传至故障环路蒸汽发生器传热管壳侧的传热量减少

传入蒸汽发生器的热量减少和反应堆堆芯内冷却剂快速膨胀导致冷却剂的波动流量进入稳压器、整个反应堆冷却剂系统压力升高。波动流量进入稳压器压缩了蒸汽空间，将触发稳压器自动喷淋系统，并使得稳压器安全阀开启。保守考虑，本分析中不考虑稳压器喷淋的降压效应。

反应堆冷却剂主泵转子卡死事故按照极限事故进行评价。

7.1.1.5 燃料操作事故（FHA）

燃料操作事故可假设发生在安全壳内或辅助厂房的燃料操作区域。该事故定义为一个乏燃料组件跌落，导致该组件所有燃料棒包壳破损，燃料和包壳间隙中的放射性释放出来。

由于燃料操作中有许多的管理控制措施和设备操作限制，燃料操作事故发生的可能性

是很低的。每次只吊起一个乏燃料组件，以低速移动，且移动中注意不要撞击到其它东西。安全壳、辅助厂房、换料水池、乏燃料水池均设计成 I 类抗震，能够保证在安全停堆地震时结构的完整性。乏燃料池储存格架的位置可预防可信的外部飞射物到达储存的乏燃料组件。燃料操作装置的设计可防止倾翻装置倾翻在压力容器内的燃料组件和乏燃料池内的燃料组件上面。设施的设计使重物体的吊装，如乏燃料运输罐，不会横垮或跌入乏燃料水池。

燃料操作事故按照极限事故进行评价。

7.1.1.6 蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）

蒸汽发生器传热管破裂事故指某蒸汽发生器传热管完全断裂的事故。

假定传热管破裂的同时丧失厂外电源，反应堆因失电而停堆。假定主给水泵在反应堆停堆后开始惰转，保守地假定启动给水泵启动失效。在传热管破裂后，反应堆冷却剂将从主回路系统流向破损 SG 的二次侧，反应堆冷却剂的丧失将导致稳压器水位和 RCS 压力降低。由于稳压器水位和压力降低，两台 CVS 泵将自动投入运行，以提供补水流量；同时，将开启稳压器电加热器。

蒸汽发生器传热管破裂事故按照稀有事故进行评价。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散因子

辽宁徐大堡核电厂一期工程应用于事故后果评价的事故（短期）大气弥散因子，根据 USNRC 的管理导则 RG1.145 推荐的模式和方法，采用计算机程序为 PAVAN 程序进行计算。

计算短期大气弥散因子所用到联合频率采用厂址 2010 年 9 月～2012 年 8 月的风向、风速、大气稳定度统计的 10m 高度三维联合频率（详见第 2 章），采用厂址实测的大气扩散参数进行短期弥散因子的计算。采用 PAVAN 程序计算全厂址时间保证概率水平为 95％以及各方位概率水平为 99.5%的高斯烟羽轴浓度的小时大气弥散因子，取各方位的最大值与全厂址 95%概率水平的值中的较大值作为 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 事故剂量计算

在事故释放期间，公众受到剂量照射主要考虑两种途径：

（1）放射性烟云浸没外照射

（2）吸入放射性物质引起的内照射

考虑上述两种照射途径，分别计算非居住区边界处公众在各设计基准事故后 2h 内，以及规划限制区边界处公众在各设计基准事故持续期间受到的有效剂量有及甲状腺当量剂量。

剂量计算采用的烟羽外照射剂量转换因子和吸入内照射剂量转换因子取自 GB18871；美国联邦导则第 12 号报告以及 ICRP71 号报告。

7.1.2.3 计算结果

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

在所考虑的 6 类设计基准事故中，只有 SGTR 事故按照稀有事故进行评价，其它事故按照极限事故进行评价。经过计算，所有事故的剂量后果均小于 GB6249-2011 中相关的剂量控制值。因此，辽宁徐大堡核电厂一期工程设计基准事故对环境造成的剂量后果满足 GB6249-2011 的要求。

7.2 放射性物质运输事故

7.2.1 新燃料运输事故

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用的 AP1000 型新燃料组件运输拟采用西屋公司的新燃料运输容器，容器的设计和制造能满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

新燃料组件及其运输容器的抗震和密封性能能够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。AP1000 型新燃料运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料芯块散落的情况。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核岛辅助厂房燃料操作区域的乏燃料贮存水池中暂存，在水池尚未贮满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，乏燃料运输容器应满足 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》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化学废液、废树脂和废过滤器芯在核岛内暂存半年以上时间，随后将由屏蔽转运容器送入厂址废物处理设施（SRTF）内进行处理。对于其它杂项废物，如衣服、手套、鞋罩、塑料、设备零件等，集中收集后送放射性废物处理厂房进行分检和包装。然后由转运卡车送厂址废物处理设施，其中可压实废物进行超压打包。超压后的废物体装入废物桶内，经灌浆封盖后送到废物暂存库贮存。不可压实废物则直接灌浆后送到废物暂存库贮存。

固体废物首先在厂内的厂区废物处理设施(SRTF)的固体废物暂存库暂存，废物桶在厂

内固体废物暂存库存放一定年限后（不超过 5 年），运往国家规划的低、中放固体废物区域处置场进行最终处置。厂外运输的是 200L 钢桶废物货包，如果运输的货包表面辐射水平＞2mSv/h，需要增加屏蔽容器后用专用车辆运输。

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。此外，废物桶的设计和制造符合《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004），桶的表面辐射水平≤2mSv/h。在运输过程中将严格遵守《放射性物质安全运输规程》中的有关要求，防止事故发生，确保运输人员和沿途居民的安全和健康。即使在运输过程中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，不会对环境造成污染。

7.3 其它事故

7.3.1 化学物质容器破裂、泄漏或爆炸

辽宁徐大堡核电厂运行期间使用的硼酸、氢氧化锂、盐酸、氢氧化钠、氨、联氨、三氯化铁、次氯酸钠、柴油、抗燃油、润滑油、氮、氢等物料中，包括了易燃易爆、有毒有害及较强的腐蚀性物料，在使用这些物料时存在发生爆炸、火灾、化学灼伤等潜在非放射性事故的风险。

由于核电厂在系统设计中考虑了运行期间所使用物料的安全性，并制定了严格的使用规范，可以最大限度地降低发生爆炸、泄漏等事故的发生，同时，电厂在设计和运行管理上采取的措施也可使火灾的发生概率及发生火灾后对安全和环境的影响降到最低。

（1） 氢气爆炸

电厂部分系统中使用氢气作为覆盖气体，在存在氢气的各系统中均配备有氢氧监测器，可监测氢气和氧气的浓度，并有相应的除氢（氧）设施，使氢氧的可能积聚不会达到可爆炸的浓度比。

（2） 有毒有害气体泄漏

核电厂正常运行期间使用的化学物质以固体和液体为主，如次氯酸钠、盐酸、硫酸、联氨等，也有气体，如氯气，在电厂的某些厂房、车间还会积聚一些有毒有害气体，如一氧化碳、甲烷等，这些化学物质使用量并不大，但如果忽视对其的防护，还是会对职业人员造成一定的伤害，但影响范围有限，不会对厂外公众和环境造成可察觉的影响。

7.3.2 火灾

7.3.2.1 火灾预防

AP1000 核电厂火灾预防主要从建筑结构防火、电厂结构布局、电缆设计、走线、隔离、可燃物控制等方面来进行考虑。

电厂建筑物使用不可燃的结构材料，主要包括钢筋混凝土、石膏板、型钢等建筑用材。钢结构通常不要求作防火处理，火灾产生的热效应在设计中将予以考虑。根据防火分析，必要时对钢制结构构件作局部防火处理。

厂房划分成防火区，将火灾蔓延及腐蚀性气体、灭火剂、烟气和放射性物质向外扩散的风险减至最低程度。有些防火区还进一步细分为若干个防火小区，以便具体限定可燃物的类型、属性和设备分布产生的影响。用内隔墙和夹层楼板构成的防火区主要是依据防火区内火灾载荷和主要设备的分布状况来划分。

根据安全要求，冗余设置的安全停堆所需的部件包括机械设备、动力电缆和仪表控制

机柜等均分别布置在不同的防火区内，用耐火极限 3 小时的结构屏障作整体分隔。主控室和安全壳厂房按例外情况另作处理。

电缆和走线方法符合 BTP CMEB9.5-1 导则（NRC《核电厂防火导则》）。对不能嵌入水泥和地下的电缆采用金属盘或金属导管。

尽量减少安全壳内可燃物用量，建筑材料的选择和可燃物的控制符合 BTPCMEB9.5-1 导则（NRC《核电厂防火导则》）、NFPA804（《先进型压水堆核电厂防火设计标准》）和我国国家标准。

7.3.2.2 火灾探测

根据防火分析、BTP CMEB9.5-1（NRC《核电厂防火导则》）、NFPA72（《美国防火报警规范》）和我国国家标准要求配置火灾探测和报警系统。火灾探测器的选用根据火灾生成物类型、火灾载荷密度及探测器对火灾场所的响应特征来确定，如烟气（感烟）、热量（感温）和火焰（感光）等探测器。各防火区所用的探测器型号应逐一在防火分析报告中列出。

所有火灾探测、显示和报警单元均接以非 IE 级不间段供电系统的可靠交流电源。

火灾探测系统接收火灾或线路故障（断电或失电）信号后向主控室和消防中心报警盘发出声、光报警信号，指示火灾发生部位和线路状态等信息。

7.3.2.3 灭火设施

消防供水系统根据 BTP CMEB9.5-1（NRC《核电厂防火导则》）和相应的 NFPA 标准（《美国国家防火协会标准》）设计。

消防水源由两个独立的淡水贮存水箱组成，其中 1 个专供全厂消防水使用，另一个供消防用水兼作非能动安全壳冷却系统的后备水源。消防泵按 2×100%容量设置，其中主消防泵为电动泵，辅助消防泵由柴油机驱动。消防水箱固定连接在消防泵的吸入管道上，任何一台泵都可以从两台消防水箱获取消防水。

根据防火分析报告设置必要的自动灭火系统。电厂各部位根据 NEPA804（《先进型压水堆核电厂防火设计标准》）设计标准选定适用的自动灭火系统。优先选用水作为灭火剂的灭火系统，但在防辐照控制区内扑救火灾应尽量避免使用，因为可能造成放射性污染扩散的副作用。卤代烷、CO_2 气体灭火器不予采用。

人工灭火系统包括厂房外消防水主管网上的消火栓和厂房内部的消防龙带站。人工灭火系统也作为设置有自动灭火系统场所的后备消防设施使用。

AP1000 消防系统配置有抗震（SSE）的消防水立管系统，在发生安全停堆地震时专

门保护设置有安全停堆部件的防火区，使之承受 SSE 荷载，并保持其安全功能。向该系统所供消防用水接自安全相关的非能动安全壳冷却系统贮水箱，其中存有以 5L/s 流量专供消防 2 小时用量的贮水容积。

综上所述，预期不会有来自火灾造成的重大安全威胁和明显的环境影响。

7.4 应急考虑

7.4.1 制定应急计划的主要依据

我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）要求在核电厂选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建核电厂必须在其场内和场外核事故应急计划审查批准后方可装料，《核电厂核事故应急管理条例实施细则之一——核电厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAF002/01）则对核电厂营运单位制定事故应急计划提出了相应的要求。

核事故应急的目的是在核电厂发生放射性物质可能向环境大量释放的事故时，使事故迅速得到控制，以防止或减少放射性物质向环境的释放，并采取防护行动保护电厂内所有人员的安全，迅速向厂外提供保护居民安全与健康的建议。

鉴于徐大堡核电厂 1、2 号机组涉及到的应急计划编写的严重事故源项及应急计划区还没有确定，按照国家核事故应急条例、核应急法规要求，电厂应急计划应该在首次装料前六个月完成。电厂拟在上述条件满足时完善、补充《辽宁徐大堡核电厂场内应急计划》。

7.4.2 应急组织与职能

7.4.2.1 应急指挥部的组成及职责

应急指挥部全面负责指挥本核电厂应急状态下的应急响应行动，以及与国家、地方及主管部门的应急组织的联系和协调。只有应急指挥部或经其授权方可宣布进入或终止应急状态（场外应急除外），决定采取重大防护行动，向公众发布信息和请求支援。在具备进入场外应急状态的初始条件的情况下，向场外应急组织（辽宁省核事故应急协调委员会）提出进入场外应急状态的建议，得到批准后，宣布进入场外应急状态。

辽宁徐大堡核电厂应急指挥部由应急总指挥、运行指挥、应急抢修指挥、后勤保卫指挥、辐射防护指挥、总指挥秘书、总协调员组成。

（1）应急总指挥

应急总指挥由电厂总经理担任，负责统一指挥核电厂应急期间的应急响应行动，并保持与国家核安全局、东北监督站的联系。其替代人是主管电厂运行准备的副总经理或总经理助理。

主要职责包括：

- 事故情况下，根据本核电厂应急行动水平确定（或建议）应急级别，宣布进入和终止应急状态（场外应急除外）；
- 决定启动核电厂场内应急组织，指挥执行场内应急计划；
- 批准实施校正行动；

— 将事故进展情况及时通报核安全监督部门，向国家核事故应急办、行业主管部门、地方应急组织报告事故状况和应急状态等级等；
— 决定并直接指挥场内重大应急响应行动；
— 向辽宁省核事故应急协调委员会建议场外应急和公众防护行动；
— 批准和签发向场外应急组织通报的应急信息。

（2）运行指挥

由主管运行的副总经理或总经理助理担任，协助总指挥领导应急期间场内应急响应行动，并直接领导与运行安全有关的应急响应行动。

具体职责包括：

— 负责组织事故原因分析，反应堆及其系统的安全状态评价，发展趋势预估以及制订应急对策；
— 协调和领导旨在将反应堆引入长期安全状态的技术工作和校正行动；
— 组织机组状态诊断和堆芯损伤评价，向总指挥提供技术支持；
— 必要时代行应急总指挥职责。

（3）应急抢修指挥

由主管维修的副总经理或总经理助理担任。

其主要职责：

— 负责指挥在核事故期间发生的机械、电气、仪表等各种故障的紧急抢修活动活动；
— 负责指挥在核事故期间厂房内人员搜寻活动。

（4）后勤和保卫指挥

由主管行政的副总经理或总经理助理担任。

其主要职责是：

— 领导和组织应急期间的后勤工作，包括运输、医学应急救护，保证应急人员的食宿条件等；
— 领导和组织应急期间的治安保卫与消防工作，并负责人员撤离的组织工作等。

（5）辐射防护指挥

由保健物理处处长担任，领导应急期间的辐射防护方面的工作。

其主要职责：

— 对应当采取的保护场内人员的应急响应行动和辐射防护措施提出建议，经应急总指挥批准后组织实施；

— 组织事故环境后果评价工作，负责组织现场辐射防护行动；

— 指挥现场辐射防护人员配合治安保卫与消防组作好分区隔离和出入口控制工作；

— 组织和实施应急期间厂区边界内辐射水平测量及污染水平测量；负责组织安全壳内空气的事故取样和事故样品的分析。

（6）总指挥秘书

由公司办公室主任担任。

其主要职责是：

— 维持与地区通讯队的联系，保障厂区通讯和对外通讯联络畅通；

— 保障场内音响报警系统和有线广播系统的随时可用，保障对外信息发布渠道的畅通；

— 保证应急指挥部的用车；

— 负责外来人员撤离的组织工作。

（7）总协调员

由保健物理处主管应急工作的负责人担任，作为指挥部在核事故应急情况下的对内、对外接口的总协调人。

其主要职责：

— 负责协调核电厂对内各应急响应组织之间的关系；

— 协调与场外应急组织的关系。

7.4.2.2 应急响应小组与职责

（1）运行控制组

— 按照应急响应程序和有关规程，采取迅速有效的应急响应行动，及时处理应急事件；

— 初步判断应急状态的等级，并按规定程序将应急事件、异常情况和初步判断的等级及时报告运行指挥；

— 在应急总指挥、运行指挥的领导下，实施为把反应堆引入安全状态所采取的纠正行动；

— 向应急指挥部、技术支持组、辐射防护组与评价组提供有关事故的性质、规模，并向应急指挥部报告事故发展情况；

— 在应急指挥部未启动时，经电厂总经理授权后由当班值长可代行应急总指挥的职责。

（2）技术支持组

— 分析评价受影响机组的状态，估计其可预见的发展，并根据机组的实际情况向运行指挥提出决策和解决问题的建议；

— 进行堆芯损伤评价和协助辐射防护与评价组估计释放源项；

— 参与制定修复与校正行动的实施方案。

（3）应急抢修组

— 设备与系统损坏的探查、控制与抢修；

— 场内通讯的控制，保证电话和传真的畅通；

— 厂房内失踪人员的搜索和救援；

— 参加其它抢险行动。

（4）保卫消防组

— 核电厂场内的治安和保卫；

— 车辆的出入控制和管制；

— 核电厂非应急响应人员集合、清点和撤离的组织和控制；

— 负责场内的消防工作；

— 场区内失踪人员的搜索和救援。

（5）后勤保障组

— 负责应急期间应急生活物资的供应和管理；

— 应急车辆的管理和组织；

— 发放抗放射性药品；

— 受辐照、污染人员或伤员的救护、去污或外送。

（6）辐射防护组

— 根据预测的事故后果及辐射监测结果，确定受放射性污染的区域，隔离事故现场；

— 事故状态下，对受事故影响的工作场所，场内人员和撤离场区的车辆实施辐射监测和去污；

— 控制应急工作人员的辐射照射，并向他们提供防护工具和发放抗放射性药品；

— 对实施场内外防护措施提出建议。

（7）通讯联络组

— 按照不同的应急状态，通知场内应急响应人员和非应急响应人员；

— 保证核电厂与核安全监督部门、上级主管部门的通讯联络；

— 保障核电厂各应急设施、岗位、流动人员和车辆之间的通讯联络；

— 保障可覆盖核电厂场区的应急广播通知的发布。

（8）公众信息组

在应急总指挥直接领导下，管理应急期间公众信息工作。主要职责为：

— 接待新闻媒体、地方或社会组织的公众代表，对他们的信息要求给予响应；

— 收集公众、社会的反映，以便开展适当的沟通；

— 为新闻发布准备和提供有关资料；

— 在经授权后，公众信息组可代表营运单位回答新闻媒体、公众代表提出的有关核动力厂事故的问题。

（9）应急秘书组

① 技术秘书

由核安全工程师、应急工程师担任。具体负责：

— 检查应急指挥部内的设备、器材和文件，使之随时处于可用状态，确保指挥部各成员到岗；

— 保持与场外和场内各应急组织的联系，起草向场外应急组织通报的应急信息，向应急总指挥提供有关电厂和周围环境的资料；

— 操作应急指挥部内的计算机系统，根据需要解释所显示结果的背景资料。

② 秘书

由公司办秘书担任。具体负责：

— 记录应急指挥部在核事故应急情况下的重大应急响应行动；

— 收集并保存应急状态下各阶段的有关资料和记录；

— 进行应急指挥部对内、对外文件的收发传递工作。

7.4.3 应急状态分级与描述

7.4.3.1 应急状态分级

应急等级是指按照国家有关安全法规，对核电厂偏离正常运行工况的事件或事故，按其所造成的放射性后果的严重程度以及所采取的相应的应急响应行动进行分类、分级的类别或级别。本文件根据我国有关法规，参照国外核事故分级的技术标准，按照辽宁徐大堡核电厂可能发生的事故和可能导致事故之事件的性质、特征、后果或可能的后果及其严重程度，将核电厂的应急状态分为应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个级别。

（1）应急待命

出现可能危及辽宁徐大堡核电厂安全的某些特定工况或事件，核电厂的有关人员得到进入应急准备状态的通知，必要时可以通知场外有关组织处于待命状态。

（2）厂房应急

辐射后果只限于厂房内部或辽宁徐大堡核电厂的局部区域，不会对场外产生威胁，场区人员行动起来，并通知场外有关组织。

（3）场区应急

事故后果扩大到整个场区，但除了场区边界附近，场外放射性水平不会超过紧急防护行动干预水平。紧急状况的后果只限于场区，场区内的人员行动起来，并通知场外应急组织。

（4）场外应急

事故后果超越场区边界，场外某个区域的放射性照射水平大于紧急防护行动干预水平，场外必须采取防护措施。

7.4.3.2 各级应急状态下的应急响应

（1）应急待命

应急待命是指出现可能导致危及核电厂核安全的某些特定情况或者外部事件，核电厂有关人员进入准备应急的状态。宣布应急待命的目的：

— 这是保证以后执行必要应急响应的第一步；

— 使运行人员作好准备；

— 可以系统地分析处理异常情况和作出相关决策。

应急待命的特征是一些事件正在进展或已经发生，核电厂安全水平可能下降，但还有时间采取预防性措施以防止向更高级别的应急状态演变。在这类事件中，预期不会出现需要采取场外响应行动（如进行辐射监测）的放射性物质释放。

核电厂安全水平可能下降的主要表现为运行参数超出了核电厂技术规格书中的运行限制条件，在这种情况下允许在规定的时间内变更运行模式。应急待命的事件还应包括那些更严重事件的征兆，因为这种征兆也预示着核电厂的安全水平可能下降。在应急待命状态的事件中可能出现少量放射性物质的释放，但是这类释放并不导致启动环境监测或场外应急响应行动（事故后果剂量小于 0.1mSv）。

（2）厂房应急

厂房应急是指这样的一种应急状态，该状态所造成的事故后果仅限于核电厂的局部区域，核电厂人员按照场内核事故应急计划的要求采取核事故应急响应行动，通知场外有关

核事故应急响应组织。宣布厂房应急的目的：

— 启动核电厂营运单位的应急组织；

— 如果事态进一步恶化，保证场内应急响应人员能够迅速有效地作出响应，如果有需要，将完成预先确定的辐射监测计划；

— 向场外应急组织提供有关事故或事件的信息资料。

厂房应急的特征是一些事件正在进展或已经发生，核电厂安全水平实际上或可能发生大的下降。然而，如果有放射性物质释放的话，预计场外照射水平只是相当于隐蔽干预水平的下限（全身 5mSv 或甲状腺 50mSv）的很小部分。厂房应急时，事故的辐射后果或可能的辐射后果仅限于某些厂房内部或核电厂局部区域。

此时关注的重点不应是判断安全水平的下降是否足够大，而是关注安全系统出现问题的后果是否需要为进一步加强对核电厂安全状态的监控而进入厂房应急状态，即确定当班运行人员是否需要支持，而不论此时是否已经确定了核电厂安全水平的下降。加强监控即可更好地确定核电厂的安全状态，确定是否需要将应急状态升级、降级或终止应急状态。厂房应急事件的后果剂量只是相当于隐蔽干预水平的下限的很小部分，全身剂量在 0.1－1.0mSv 之间。

（3）场区应急

场区应急是指这样一种应急状态，该状态所造成的事故后果蔓延至整个场区，场区内的人员采取核事故应急响应行动，通知省级人民政府指定的部门，某些场外核事故应急响应组织可能采取核事故应急响应行动。宣布场区应急的目的：

— 保证场外负责应急响应的组织配备了人员；

— 保证及时派出辐射监测人员进行环境监测；

— 如果事态进一步恶化，保证负责场址附近区域撤离的人员已经到位；

— 保证及时与场外应急组织协调应急行动；

— 通过政府的应急组织向公众提供必要的正确的信息。

场区应急的特征是事故正在进展或已经发生，核电厂的一些安全设施的功能已经丧失或可能丧失。在这种应急状态下，可能出现堆芯损坏的情况，可能从电站中释放出一些放射性物质。除在场区边界附近之外，预计场外其它区域的照射水平不会超过隐蔽干预水平的下限（全身 5mSv 或甲状腺 50mSv）。经后果评价确定场外区域的照射水平超过隐蔽干预水平后，应立即向场外应急组织建议宣布进入场外应急状态，并采取相应的防护行动。

（4）场外应急

场外应急是指这样的一种应急状态，该状态所造成的事故后果超越场区边界，此时应执行整个场内和场外的核事故应急计划。

宣布进入场外应急状态，由核电厂应急总指挥根据核电厂事故发展状态及时向辽宁省核事故应急协调委员会（简称“辽宁省核应委”）提出进入“场外应急”状态的建议，由辽宁省核应委报请国家核事故委员会批准后在场外宣布。在得到辽宁省核应委的通知后，核电厂应急总指挥在场内宣布。

“场外应急”状态的终止程序同上。宣布场外应急的目的：

— 启用为保护公众所预先确定的防护行动；

— 持续评价核电厂的事故状态和环境监测数据；

— 按实际的或可能的放射性释放量，补充或修改应急防护行动；

— 及时与场外应急组织协调应急行动；

— 通过政府的应急组织向公众提供信息。

场外应急的特征是事故正在进展或已经发生，堆芯即将或已经极大损坏，甚至熔化，同时安全壳完整性可能丧失。在这种应急状态下，极可能从电站释放出大量的放射性物质，事故的辐射后果或可能的辐射后果可能使场区边界之外超过干预水平。

不管放射性物质的释放是由于何种原因造成的，进入场外应急状态就意味着场外公众将必须采取隐蔽、服用碘片或撤离等防护行动。如果场址周围的人口密度很高，应重点关注安全系统或构筑物（如安全壳）失效的可能性，以及诸如废气贮存罐大量释放放射性气体、严重的乏燃料破损等事故的后果。为了及时通知场外应急组织，确定场外应急状态应主要以核电厂安全系统功能为判据，其次是事故后果评价的预期剂量。就包容裂变产物的三道屏障而言，如果其中两道屏障失效同时第三道屏障也可能失效，就应建议进入场外应急状态。

7.4.4 应急设施的配备

核电厂考虑配备的应急设施应主要包括：电厂主控制室、紧急停堆盘、安全防护中心、职业医疗中心、厂区实验室、应急指挥中心、技术支持中心、应急维修中心、公众信息中心、环境实验室等。为了及时、有效地对核电厂所发生的事件/事故作出响应，还应配备相应的火警探测和消防系统、地震监测系统、通信系统以及辐射监测和气象参数获取等其它系统。

（1）电厂主控制室

主控制室是核电厂正常和事故工况下实施电厂运行控制的中心，也是应急响应期间运

行控制组的工作场所，其应急响应期间的主要功能为：

- 对反应堆运行状态进行集中控制和监测，显示并提供安全参数；
- 在应急初始阶段应急指挥部启动到位之前可作为应急指挥的中心，并发出早期应急警报；
- 在应急的各个阶段，对电厂实施运行控制，分析和诊断事故状态，提出应急状态分类建议，保证安全状态的重新恢复或尽可能减少事故后果。

（2）紧急停堆盘

在主控制室因火灾等原因不能停堆时，可用紧急停堆盘代替执行。用紧急停堆盘可使反应堆迅速达到并维持在冷、热停堆状态。通过停堆盘对相关的系统进行操作，可以排出堆芯余热、控制反应堆冷却剂的压力和体积、往反应堆冷却剂加入硼酸使反应堆保持在次临界状态以及使必要的辅助系统保持运行。

（3）应急指挥中心

应急指挥中心是应急响应期间指挥和协调核电厂内一切应急响应行动的场所。

（4）安全防护中心

安全防护中心是安全防护组在应急状态下的工作场所，其功能是组织和指挥电厂内工业安全、消防、辐射防护、医疗救护以及人员集合清点、服用碘片和撤离等应急响应行动。

（5）职业医疗中心

职业医疗中心是应急状态下进行伤员现场救护和体表污染洗消的场所，配备有生物取样间、人员去污间和样品测量室以及其它一些医疗设施和器材。

（6）厂区实验室

厂区实验室在应急响应期间的主要功能是对反应堆冷却剂系统、二回路以及其他部位进行放射性取样分析。具备应急通信的功能，但在严重事故下不具备可居留性。

（7）技术支持中心

技术支持中心是为技术支持组成员在应急响应期间进行机组状态评价、事故后果评价、环境监测并向指挥部提供运行维修和防护行动建议的工作场所，同时也是厂内外技术支援专家在应急响应期间的活动场所。中心配备有机组状态诊断与预测计算机辅助系统、事故后果评价计算机辅助系统、气象参数与环境辐射剂量率监测系统等。

（8）应急维修中心

应急维修中心可在任一级应急响应状态下提供维修服务组组织和调度现场执行人员实施应急维修活动的场所。

（9）公众信息中心

公众信息中心主要功能是接待公众和新闻媒体的采访，发布有关核电厂应急状态的信息，收集公众对有关应急的舆论和反映。

7.4.5 应急响应能力的维持

尽管需要启动应急计划的事故很少，但核电厂的应急准备却必须常备不懈，为了能在需要时顺利实施应急计划，则应维持必要的应急响应能力，主要包括：

（1）应急计划的修订和完善

根据应急演习及运行中实际出现过的应急状态，认真总结经验及教训，对应急计划及相关执行程序加以完善，核电厂的场内应急计划至少每两年要进行一次必要的修订并报国家核安全局审评。

（2）建立并坚持应急工作人员培训制度

对所有应急工作人员进行定期培训，包括新员工的岗前培训及原有应急工作人员的定期轮流培训。

（3）应急设施、设备及通讯等系统的维护

所有应急设施、设备及通讯、监测、评价等系统都必须妥善维护，并有严格的保养及试验制度，以保证其处于随时可用状态。

（4）按法规要求定期进行各种类型及规模的应急演习

应急演习是检验应急准备状况的主要手段之一。

核电厂应急响应的过程十分复杂，因此应急演习也多种多样，一般按演习涉及的范围可分为：

- 单项演习：为检验某些应急响应基本技巧或分系统检验应急组织响应能力、应急设施核设备状况而进行的较小范围的演习，分练习和部分练习；要求每年至少一次，通讯及数据传输系统的练习则应更多。
- 综合演习：核电厂应急组织全面启动的应急演习，应急响应过程中会涉及核电厂的绝大部分甚至全部应急组织、应急设施及设备；要求每两年一次。
- 联合演习：场内、外应急组织全面启动的应急演习，要求在首次装料前进行，并在运行期间每五年一次。

第八章　流出物监测和环境监测

8.1 运行期间流出物监测方案

8.1.1 监测目的和制定监测方案的原则

8.1.2 气载放射性流出物监测

8.1.3 放射性液态流出物监测

8.1.4 地方环保局监督性监测

8.2 运行期间的环境监测方案

8.2.1 监测目的

8.2.2 监测范围和布点原则

8.2.3 监测项目及方法

8.2.4 环境监测系统

8.2.5 地方环保局监督性监测

8.3 应急监测方案

8.3.1 应急监测方案

8.3.2 应急监测设备

8.4 非放监测方案

8.5 质量保证计划

8.5.1 质量控制

8.5.2 质量管理

8.1 运行期间流出物监测方案

辽宁徐大堡核电厂的运行期间流出物监测包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测。其中，气载和液态放射性流出物是造成环境污染和居民受照剂量负担的主要源项，因此在流出物监测中对气载和液态放射性流出物进行主要监测。

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核电站的实际情况制定。

制定流出物监测方案的主要依据是：

- GB 18871-2002　《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- GB 6249－2011　《核动力厂环境辐射防护规定》
- GB 11217－89　《核设施流出物监测的一般规定》
- GB 11216－89　《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
- GB 7165.1－2005　《气态排出流（放射性）活度连续监测设备一般要求》
- GB 7165.2－2008　《放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求》
- GB 7165.3－2008　《放射性惰性气体监测仪的特殊要求》
- GB 7165.4－2008　《放射性碘监测仪的特殊要求》
- GB 12726.1－91　《核电厂事故及事故后辐射监测设备，第一部分：一般要求》
- GB 12726.2－91　《核电厂事故及事故后辐射监测设备，第二部分：气态排出流中放射性惰性气体连续监测设备的特殊要求》
- GB 14587-2011　《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》
- ISO2889-2010　《Sampling Airbome Radioactive Materials from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities》
- 环发[2012]16 号文件　《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》

8.1.1 监测目的和制定监测方案的原则

8.1.1.1 监测目的

运行期间流出物监测的目的：

- 验证释放到环境中的气载和液体放射性流出物的数量是否符合国家批准的排放控制值和核电站本身规定的管理目标值；
- 为判明核电站的运行以及放射性废物的处理和控制装置的工作是否正常有效，提供数据和资料；

- 为应用适当的环境模式评价环境质量、估算公众所受的剂量提供源项数据和资料；使公众确信核电站的放射性排放确实受到严格的控制；
- 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；
- 给出报警和必要的执行动作，以控制不合理的排放，可为核电厂在事故期间的应急响应提供信息。

8.1.1.2 制定监测方案的主要原则

制定辽宁徐大堡核电厂运行期间流出物监测方案遵循的主要原则：

- 满足国家相关标准法规提出的流出物监测管理要求。
- 对于所有可能产生放射性排放的途径，均应设置合理的监测手段。取样点的设置和取样系统的设计应确保监测结果能代表实际的排放。
- 对于约定排放，进行定期取样分析；对于事故后监测功能的仪表需考虑冗余监测。
- 为便于评价监测结果，除对释放的放射性物质监测外，还监测其它与评价和估算有关的参数，如流出物的流量、温湿度等。
- 根据国家标准规定的年排放限值，制定合理的仪表报警阈值。

8.1.2 气载放射性流出物监测

气载放射性流出物是造成核电厂环境污染的重要原因之一，对核电站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。徐大堡核电厂采用 AP1000 第三代核电技术，核岛厂房排风、附属厂房排风、保健物理和热检修车间排风、安全壳空气过滤排风、辅助厂房排风、燃料装卸区域排风以及气体放射性废物排风汇总到核岛烟囱后集中排放。汽轮机厂房通风通过常规岛通风排放管道进行排放。废物处理厂房设置独立的通风系统和排放烟囱。因此，气载放射性流出物监测集中对核岛烟囱、常规岛通风排放管道和废物处理厂房烟囱排放的气体进行监测。监测道清单详见表 8.1-1。

核岛烟囱气载流出物排放监测包括下述几个方面。

（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放射性惰性气体监测和事故情况放射性惰性气体监测，其中事故情况使用一个中间量程和一个高量程两个探测器进行监测，这三个探测器的总量程足够宽，能满足核电厂正常排放和事故排放要求，而且互相重迭至少两个量程。

（2）气溶胶和放射性碘取样和监测

烟囱气溶胶和放射性碘监测包括正常情况下连续监测和取样；事故情况下取样测量。

- 连续监测和取样：在正常情况下，对气溶胶和放射性碘连续监测，具有显示、记录打印和报警功能。与连续监测管路并行设置了一套气溶胶、碘取样装置，对烟囱气载流出物中的气溶胶及碘进行取样，每周的累积样品送实验室进行测量分析，测量结果用于计算气载放射性流出物的周排放量。
- 事故情况取样：当放射性气溶胶和碘的浓度超出正常量程范围时，取样流体进入事故情况气溶胶、碘取样和事故情况惰性气体监测回路，事故量程的气溶胶、碘样品送现场实验室进行测量分析。

（3）^{14}C 和 ^{3}H 定期取样和测量

烟囱中 ^{14}C 和 ^{3}H 监测为连续取样，样品定期送现场实验室进行测量分析，计算它们的排放量。

（4）惰性气体定期取样和测量

取样管路上还设置了气体取样口，定期进行惰性气体放射性浓度的分析，分析结果用于校正惰性气体活度连续监测仪。

辐射监测系统电厂烟囱排气中取样装置的设计和布置必须满足 ISO2889-2010 的要求，以便获取代表性的样品。

烟囱气载流出物排放监测系统在管路设计中还考虑了一些特殊要求，以获取具有代表性的样品：

- 取样点位于烟囱内的一定高度处，确保取样气体已充分混合；
- 烟囱取样头的结构进行特殊设计，保证取得有代表性的气体流出物样品；
- 取样管道全部采用特殊的内抛光或特富龙涂层管；
- 合理选择取样管道的直径和流量，尽量减少取样管道的长度和弯头个数，取样头到气溶胶取样器之间避免使用阀门、扩大管、减压器等部件，必须使用的阀门选择直通型，以尽可能减少气溶胶和碘粒子在管路中的沉积。

常规岛通风排放管道气载流出物排放监测是通过对排放管道内放射性惰性气体的活度浓度测量进行的。

8.1.3 放射性液态流出物监测

核岛内的各种放射性废液，都送至液体放射性废物系统（WLS）处理，处理后的废液送至监测槽循环取样分析，监测合格的经废物厂房的废液排放管沟送至虹吸井，与循环冷却水混合稀释排放。

常规岛产生的潜在放射性废液主要来自凝结水精处理系统（CPS）、非放生产废水处理系统（WWS）和汽机房排气、疏水和泄压系统（TDS），这些潜在放射性废液使用槽式排放，废液在贮槽内混合均匀，进行取样分析，低于规定放射性指标时通过虹吸井后的厂用水系统（SWS）排水井稀释后有控制地向环境排放。

监测道清单见表 8.1-2。

核岛和常规岛放射性废液监测均包括取样测量和排放时在线监测。取样测量是在液态放射性流出物排放前，将样品送现场实验室分析，合格后才实施排放。样品分析项目有：总 β、总 γ 测量、γ 谱、氚分析和 ^{14}C 分析。此外，在排放管道上还设计有离线低放液体活度监测仪对排放废液的体积活度进行连续监测，当放射性废液体积活度达到设定值时，监测仪发出报警，并发出连锁信号关闭排放阀门停止排放，以防止异常排放。

数据处理：实验室样品分析数据将按规定记录和整理；排放管道上的离线低放液体活度监测仪和气载流出物监测通道和取样通道都属电厂辐射监测系统（RMS），RMS 系统将记录所有排放数据；上述实验室分析数据和实时测量数据将在年报中汇总给出，上报有关部门。

8.1.4 地方环保局监督性监测

辽宁徐大堡核电厂满足地方环保部门进行监督性监测的主要措施有：

- 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；
- 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：
  - 可根据需要向环保部门提供烟囱气溶胶及放射性碘的取样样品；
  - 取得的烟囱中 14C 和 3H 样品可供地方环保部门进行测量；
  - 从排放废液罐中提取废液样品时，可同时为地方环保部门提取平行样品。
- 向地方环保部门及时提供流出物监测月报表；地方环保部门以季报、年报的形式反馈给核电厂相关环境监测数据；
- 根据规范要求为辽宁省核安全局进行监督性流出物实验室的建设。
- 核电厂流出物监测及样品测量分析数据可随时供地方环保部门查询；
- 定期进行监测结果的比对和监测技术的交流。

8.2 运行期间的环境监测方案

为了确保辽宁徐大堡核电厂运行期间的放射性流出物对周围环境和居民的影响符合国家的有关规定，徐大堡核电厂将在首次装料前制定环境监测大纲，并按照大纲开展运行期间的环境监测，环境监测大纲初稿将在运行阶段环评报告中提供。本阶段环评报告简要描述辽宁徐大堡核电厂运行后应具备的环境监测设施及监测方法设想。

制定运行期间环境监测计划的主要依据有：

- GB 18871－2002　《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- GB 6249－2011 《核动力厂环境辐射防护规定》
- GB 12379－1990　《环境核辐射监测规定》
- GB 11216-1989 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》
- GB/T 14583－1993《环境地表γ辐射剂量率测定规范》
- EJ 1131-2001　《核电厂环境辐射监测规定》
- HJ/T 61-2001　《辐射环境监测技术规范》
- GB 3838-2002　《地表水环境质量标准》
- GB 8978-96　《污水综合排放标准》
- EJ527-1990　《环境辐射监测中生物采样的基本规定》
- 环发[2012]16 号文件　《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》
- 国核安发[2012]98 号《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》

8.2.1 监测目的

实施环境监测的目的是：

- 评价核电厂周围环境介质中放射性水平是否符合环境标准；
- 测定环境介质中核素浓度及大气中γ辐射水平的变化，以评估核电厂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；评估变化趋势，采取预防措施；
- 监测海洋环境介质是否符合国家环保标准；
- 应急响应期间执行应急监测。

8.2.2 监测范围和布点原则

8.2.2.1 监测范围

辽宁徐大堡核电厂运行期间环境监测范围、布点及监测项目与运行前的放射性本底监

测范围和布点基本类同，并在运行前本底调查的基础上优化取样点、取样品种和取样频率。在开展运行期间环境辐射监测时，应与运行前的辐射环境本底（或现状）调查工作相衔接，充分利用运行前环境调查所获得的资料。项目采样点要与运行前环境调查保持适当比例的同位点。根据国家有关法规和辽宁徐大堡核电厂扩建工程所在厂址的具体情况，监测范围考虑如下：

- 陆上环境γ辐射水平的监测范围为 20km，其余项目的调查范围为厂址半径 10km；
- 海洋环境放射性监测最远半径 10km，重点监测废液排放口 2km 以内的海域。

8.2.2.2 布点原则

为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，在点位的选择上应遵循以下原则：

- 陆地监测点以反应堆厂房为中心，成辐射状布置监测点，近密远疏；
- 对居民密集地区适当增加监测点；
- 测量或取样点尽量与本底调查布置点一致，或至少有一部分与运行前本底调查时一致；
- 环境γ辐射监测点及气载放射性物质取样点重点布置在厂区主导风向的下风向厂区边界附近区域，周围没有高大的树木、建筑物；
- 厂区最小风频下风向受核电厂排放影响足够小的区域（作为对照点）；
- 海上取样点主要设在排放口及其附近海域；
- 土壤采样点设置在无水土流失的原野或田间；
- 考虑辽宁徐大堡核电厂厂址区域附近地区的地形条件；
- 气象塔及气象观测站的位置应适当远离各种障碍物，使气象传感器的测量数据可充分代表厂址的大气弥散状况；站位设置尽量与大气扩散试验站址一致，保持数据的可延续性；
- 充分利用运行前的调查资料，在满足环境评价需要的情况下，尽量做到环境监测最优化；环境监测的重点是对关键居民组的居住区域及对居民危害最大的那些核素。

8.2.3 监测项目及方法

8.2.3.1 监测项目

环境监测主要进行以下项目：

（1）气象观测

气象观测系统将在运行期间根据需要开展相应的自动气象观测，观测项目包括：

- 10m、100m 和其它合适高度处的风向、风速和温度；
- 100m 高度处的湿度；
- 1.5m 高度处的温湿度、大气压、太阳总辐射和净辐射；
- 地面高度处的降雨量。

（2）大气环境 γ 剂量率

- γ 辐射固定点连续监测；
- γ 辐射固定点瞬时监测；
- γ 辐射累积剂量。

（3）气载放射性物质

- 气溶胶总 β 和 γ 能谱分析，^{90}Sr、^{137}Cs 分析；
- 大气碘（^{131}I）分析；
- 空气中 ^{3}H、^{14}C 浓度测量。

（4）水样

- 降水总 β、^{3}H 分析和 γ 能谱分析；
- 地表水总 β、^{3}H、^{14}C 、γ 能谱分析；
- 饮用水总 β、^{3}H、^{14}C 、^{90}Sr、^{137}Cs 和 γ 能谱分析；
- 地下水（监测井水）^{3}H、^{14}C 和 γ 能谱分析。

（5）作物

- 粮食：^{90}Sr、γ 能谱分析；
- 蔬菜：^{90}Sr、γ 能谱分析；
- 水果：^{90}Sr、γ 能谱分析。

（6）生物样品

- 农畜产品 ^{90}Sr、γ 能谱分析；
- 水生生物 γ 能谱分析。

（7）土壤和沉积物

- ^{90}Sr、γ 能谱分析。

8.2.3.2 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）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；
- 设置环境监测车进行核电厂周边定期环境 γ 辐射监测，车上设车载 γ 剂量率仪及便携式 γ 剂量率监测仪。

（2）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、^{3}H 放射性活度测量和 γ 能谱核素分析。
- 放射化学测量分析：放射化学测量分析的方法按照国家标准规定进行，主要对环境介质中的 ^{90}Sr、^{137}Cs 等核素进行测量分析。
- 非放测量分析：包括光谱法、PH 值电极法、电导法等。

（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辽宁徐大堡核电厂厂址区域的局部气象状况。

8.2.4 环境监测系统

辽宁徐大堡核电厂主要环境监测设施和设备包括：

- 自动气象站：对厂址所在区域的各气象要素进行实时监测、记录。主要的设施有：气象观测塔和地面自动气象站。所配置的主要设备有气象塔、气象传感器、数据采集器、数据传输装置、数据处理计算机等。
- 环境 γ 辐射监测站：在核电厂区内、外设置自动环境 γ 辐射监测站，连续对厂区内及核电厂周围区域环境的 γ 辐射水平进行监测。所配置的主要设备有 γ 辐射探测器、数据传输装置、数据处理计算机等。
- 环境实验室：环境实验室用于对从电厂周围环境采集回来的环境介质样品进行处理、测量和分析。实验室内配置的主要测量设备有低本底 α/β 测量装置、高纯锗 γ 谱仪、低本底液体闪烁计数器、热释光剂量仪、光谱测量仪以及非放射性测量仪器等。另外，实验室内配置有进行样品制备所需要的实验辅助设备。为使事故情况下核电厂释放的放射性物质对环境实验室的影响尽量小，环境实验室将设置在烟羽应急计划区以外。
- 环境监测车：使用环境监测车定期对电厂周围环境 γ 辐射水平进行巡测，在事故应急时它是执行应急监测的重要设施。环境监测车配置有车载 γ 辐射监测仪、车

载自动气象监测仪，和便携式多道γ谱仪、便携式α/β表面污染测量仪、便携式气溶胶、碘取样器等若干便携式仪表及设备，还配置有车载数据通信和数据管理设备等。

- 环境介质采样车：环境介质采样车可按照程序定期从核电厂周围环境进行各类环境介质的采集、运输。采样车上主要配置有专用采样工具及包装袋、容器等。
- 中央数据处理站：中央数据处理站将设在应急控制中心内，主要进行环境γ辐射和气象数据的接收、处理、存储，并将环境实验室内各测量室得到的测量数据统一集中管理。中央数据处理站主要设备有：环境γ辐射和气象数据的接收处理装置；中央数据处理计算机；中央数据服务器；操作工作站等。

8.2.5 地方环保局监督性监测

为了大力配合该项工作的实施，辽宁徐大堡核电厂考虑主要从以下几个方面保证对监督性监测的支持：

- 配合辽宁省核安全局建设监督性核电厂外围辐射环境监测系统，包括前沿站、监测子站；
- 开展实验室之间的检测结果比对活动，增强交流和了解；
- 在监督性环境监测设施选址、设计过程中及时与地方环境监测部门沟通和协调。

8.3 应急监测方案

核电厂事故工况下的环境应急监测是环境监测的组成部分，也是核电厂应急计划的重要组成部分。应急环境监测的任务是事故后对厂址区域的环境 γ 辐射进行监测以及对空气、土壤、地面水、陆地生物、海水、海洋沉积物等环境介质取样，实验室测量分析，以确定污染区域和污染水平，为评价事故性质、源项大小以及应采取的防护措施提供依据。它具有快速反应和机动灵活的能力。

8.3.1 应急监测方案

徐大堡核电厂将在首次装料前制定应急环境监测大纲（独立于环境监测大纲），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，应急环境监测大纲初稿将在运行阶段环评中提供。

8.3.2 应急监测设备

- 徐大堡核电厂气象与环境监测系统（MES）是虽然并非安全相关系统，但却是执行事故后应急监测的重要设备，徐大堡 MES 系统在厂址半径 10km 范围内计划布置 11 个连续监测站，监测设备具有足够宽的量程，设置有能够维持 72 小时的备用电池，具备应急条件下进行连续监测的能力；
- 徐大堡核电厂环境实验室设置在烟羽应急计划区外，配备应急条件下使用的测量仪表，取样、分析及防护器材，可以在应急条件下进行样品测量；
- 徐大堡核电厂设置有应急环境监测车和环境介质取样车等，以满足应急条件下流动监测的要求，监测车内配备便携式放射性测量和取样设备以及气象设备，可以快速给出环境 γ 辐射水平、表面污染、空气中主要放射性核素等；
- 为使应急监测数据及时传送至徐大堡核电厂应急指挥中心，环境监测站和环境监测车将配备无线数据传输所需的通讯设备。
- 考虑到极端外部事件下环境监测设施可能受到损坏，设置了可在事故后投入使用的应急环境监测子系统，以快速恢复环境监测能力。

8.4 非放监测方案

1）电磁辐射监测

辽宁徐大堡核电厂运行期间，由电厂环境监测部门组识实施定期的电磁辐射测量，测量项目主要为工频电场、工频磁场强度以及无线电干扰电磁辐射。

2）噪声监测

环境监测部门对厂界噪声进行定期监测即可。

3）化学污染物监测

本工程在运行期间将会向环境排放少量化学有害物（其中还包括热污染），主要是通过液态途径向海洋排放。因此环境监测中考虑了非放射性化学物质测量，以检验液体流出物中非放射性化学有害物是否符合国家有关的排放标准，评估液体流出物中非放射性化学有害物排放对核电厂附近海域生态的影响。电厂环境监测部门实施定期的环境监测。非放射性测量是定时采样，检测的方法主要有：光谱法、pH 值电极法、电导法等。

针对海水的非放射性测量项目主要有：硼、pH、电导率、余氯、盐度、溶解氧、化学需氧量、磷酸盐、亚硝酸盐—氮、硝酸盐—氮、氨—氮、硅酸盐、悬浮物、硫化物、总磷、总氮、铜、锌、镉、铬、铅、油类等。

4）空气质量监测

在厂址周围布设 2～4 个监测点对常规大气污染物进行定期监测，监测点位可考虑与厂址周围大气环境质量本底监测时所布设点位一致。

5）温排水监测

在核电厂运行期内，每天在循环水取水口和排水口分别取样，监测取水、排水温度。同时，每年定期邀请具有航测遥感资质的单位进行温排水航测遥感监测，并对温升情况进行对比分析。

8.5 质量保证计划

8.5.1 质量控制

8.5.1.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制

样品采集、运输和贮存中的质量控制目的在于采集到具有代表性的样品，并保持放射性核素在样品处理之前的原始浓度。为达到此目的，采取了以下质量控制措施：

- 制定各类环境介质的采样计划，包括选择合适的采样地点和位置，选择合理的采样时间、采样频率和采样方式，以保证采集到具有代表性的样品。
- 根据各类环境介质的特点，严格遵守各类环境介质的采样、包装、运输和贮存的技术标准及操作程序，详细准确地填写采样、前处理、交接、分析测量和贮存记录。各种记录均有责任者签名。
- 准确地测定样品的质量、体积或流量，其误差一般控制在 10%以内。
- 操作样品时具有防止交叉污染的措施。
- 采样时的样品数量包括分析样品总数 5%的质量控制样品及分析样品总数的 20%的保留样品。
- 可保存的各类常规样品（包括分析剩余样品、非破坏性分析样品和备检样品）部分保存十年，并附有可靠的标签和专门的记录。强沾污样品及有特殊情况的样品将保存到作出结论后再处理。

8.5.1.2 样品处理、分析测量中的质量控制

样品处理、分析测量中的质量控制措施包括：

- 样品的预处理和分析测量均采用标准的方法，或者经过鉴定和验证过的方法。并有完备的书面程序。任何操作人员均不得擅自修改常规采用的方法或程序。在对样品的处理中采取有效措施以防止核素损失和使样品受到污染。准确地配制载体和标准溶液、注意检查载体和标准溶液的质量。严格制备供放射性测量的样品；
- 在分析测量的操作过程中注意防止样品之间的交叉污染；
- 为了确定分析测量过程中的不确定度，采取相应的校正措施。包括：
  - 为了确定分析测量的精密度，采用平行样品分析测量；
  - 分析测量掺标样品或标准参考物质，以确定分析测量的准确度。分析测量时，采用与相应的待测样品相同的操作程序和修正已定的系统误差；
  - 分析测量空白样品。以发现和量度样品在预处理、分析测量过程中的沾污，并提供适当扣除本底的资料。空白样品与待测样品同时进行预处理和化学分

析。

- 比对：对整个环境监测环节进行检验，包括监测设备、操作人员、操作方法等，参加国家和环境监测系统主管部门组织的实验室之间分析测量的比对和国际比对；
- 仪器的刻度和检验：对环境监测仪器设备严格执行定期检定和校准刻度制度，所有放射性测量仪器，都按照检定周期定期检定。刻度所用标准源和标准物质，可追溯到国家计量标准或国际计量标准，同时还采取如下的检验措施以确保仪器在测量时仍然处于刻度时的良好状态：
  - 标准（参考）样品分析。
  - 放射性测量仪器每月至少进行一次本底、效率检验，并制作仪器本底、效率的控制图。
  - 对放射性测量仪器均每月进行一次稳定性检验以表明仪器计数是否满足泊松分布的 $\chi 2$ 检验。
  - 每月进行能量分辨率和能量刻度检验。
  - 所有放射性测量仪器，每年刻度一次，刻度所用标准源和标准物质，可追溯到国家计量标准或国际计量标准。
  - 对流量、压力、温度、重量等常规非放射性监测的仪表设备定期进行标定。

8.5.1.3 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。原始记录和环境监测结果将永久保存；
- 详细、准确的质量控制记录。包括所有采样和分析测量仪器性能的检定、校准、检验和维修情况；质量控制样品分析和实验室间的比对情况；标准计量器具、标准源、标准参考物质的使用情况和掺标样品、载体和标准溶液的配制情况；计算机程序验证情况等。将有关质量控制文件长期保存；
- 进行数据统计学处理。包括数据可靠性分析；数据分布检验；中心值和分散度估计等。数据处理尽量采用标准方法，减少处理过程中产生的误差。对数据处理、计算结果进行严格审核。审核人在审核报告上签字；对于异常结果，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；
- 环境监测报告中所采用的量、单位和符号等均符合国家颁布的标准。
- 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。

8.5.2 质量管理

8.5.2.1 组织机构

- 编制组织管理程序，明文规定管理和实施质量保证计划的组织机构、人员设置及其职责、权限等级；
- 统一的环境监测组织机构，对徐大堡核电厂的环境监测进行统一管理；
- 环境监测科科长、工程师、技术主管及操作人员。其中：
  - 环境监测科长对环境监测计划的实施及其质量保证全面负责。工程师在技术上负责。
  - 各技术主管对其职责范围内的采样、样品处理、分析测量及数据处理与评价等各个环节的质量控制负直接责任。

8.5.2.2 人员资格和培训

监测结果准确度与工作人员的经验、知识和技术水平有关，因此，制定了下列措施：

- 从事环境监测的人员必须具有高中或中等专业学校以上的文化程度以及核电站环境监测专业知识和工作能力；
- 对从事环境监测的所有人员进行上岗前培训，要求熟悉有关采样、样品处理、分析测量、仪器设备维护以及数据处理和评价，经技术考核取得相应的资格方能上岗。

为了保持从事环境监测人员的技术熟练程度，根据相应情况组织培训、考核、以及定期的技能评审。

表 8.1-1 气载放射性流出物监测道清单

序号	监测道编号	探测器编号	监测对象	测量范围	探测器类型	探测器布置房间*	主要测量核素
1	LDX-VFS-JS-001	LDX-VFS-JE-RE101	电厂烟囱排放(气溶胶)	3.7×10^{-2} ～ 3.7×10^{3} Bq/m^3	β 闪烁体	12651	Sr-90 ，Cs-137
		LDX-VFS-JE-RE102	电厂烟囱排放(碘)	3.7×10^{-1} ～ 3.7×10^{4} Bq/m^3	NaI		I-131
		LDX-VFS-JE-RE103	电厂烟囱排放(气体，正常量程)	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^3	β 闪烁体		Kr-85 ，Xe-133
2	LDX-VFS-JS-002	LDX-VFS-JE-RE104A	电厂烟囱排放(气体，事故中量程)	3.7×10^{6} ～ 3.7×10^{12} Bq/m^3	β/γ 闪烁体	12553	Kr-85 ，Xe-133
		LDX-VFS-JE-RE104B	电厂烟囱排放(气体，事故高量程)	3.7×10^{9} ～ 3.7×10^{15} Bq/m^3	β/γ 闪烁体		Kr-85 ，Xe-133
3	LDX-TDS-JS-01	LDX-TDS-JE-RE001	常规岛通风排放	3.7×10^{4} ～ 3.7×10^{10} Bq/m^3	GM 计数管	20600	Kr-85 ，Xe-133
		LDX-TDS-JE-RE002		3.7×10^{9}～3.7×10^{15} Bq/m^3	GM 计数管	20600	Kr-85 ，Xe-133
4	LDX-VRS-JS-23	LDX-VRS-JE-RE023	放射性废物厂房排风	3.7×10^{-2} ～ 3.7×10^{3} Bq/m^3	β 闪烁体	50353	Sr-90 ，Cs-137

*房间编号为初步设计阶段确定，施工图阶段可能会根据设计条件进行调整。

表 8.1-2 液态放射性流出物监测道清单

序号	监测道编号	探测器编号	监测对象（CN）	测量范围	探测器类型	探测器布置房间*	主要测量核素
1	LDX-BDS-JS-10	LDX-BDS-JE-RE010	蒸汽发生器排污电除盐排出流	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^{3}	NaI	20306	Cs-137
2	LDX-BDS-JS-11	LDX-BDS-JE-RE011	蒸汽发生器排污电除盐废液	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^{3}	NaI	20306	Cs-137
3	LDX-CCS-JS-01	LDX-CCS-JE-RE001	设备冷却水	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^{3}	NaI	21380	Cs-137
9	LDX-SWS-JS-08	LDX-SWS-JE-RE008	厂用水排污	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^{3}	NaI	20300	Cs-137
19	LDX-WLS-JS-229	LDX-WLS-JE-RE229	放射性液体排放	3.7×10^{4} ～ 3.7×10^{9} Bq/m^{3}	NaI	50355	Cs-137
20	LDX-WWS-JS-21	LDX-WWS-JE-RE021	废水排放	3.7×10^{3} ～ 3.7×10^{8} Bq/m^{3}	NaI	20300	Cs-137

*房间编号为初步设计阶段确定，施工图阶段可能会根据设计条件进行调整。

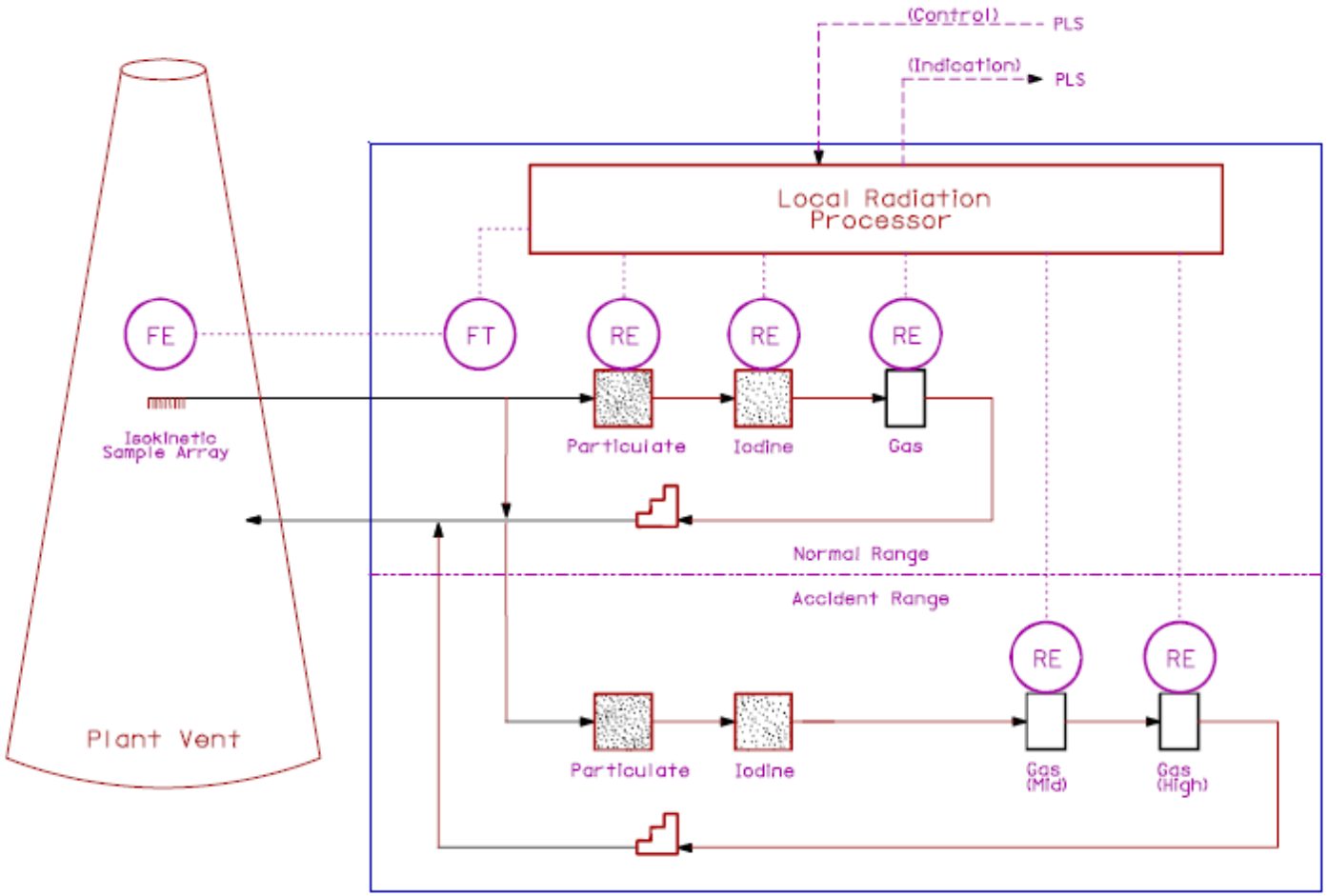


图 8.1-1 烟囱气载流出物监测原理图

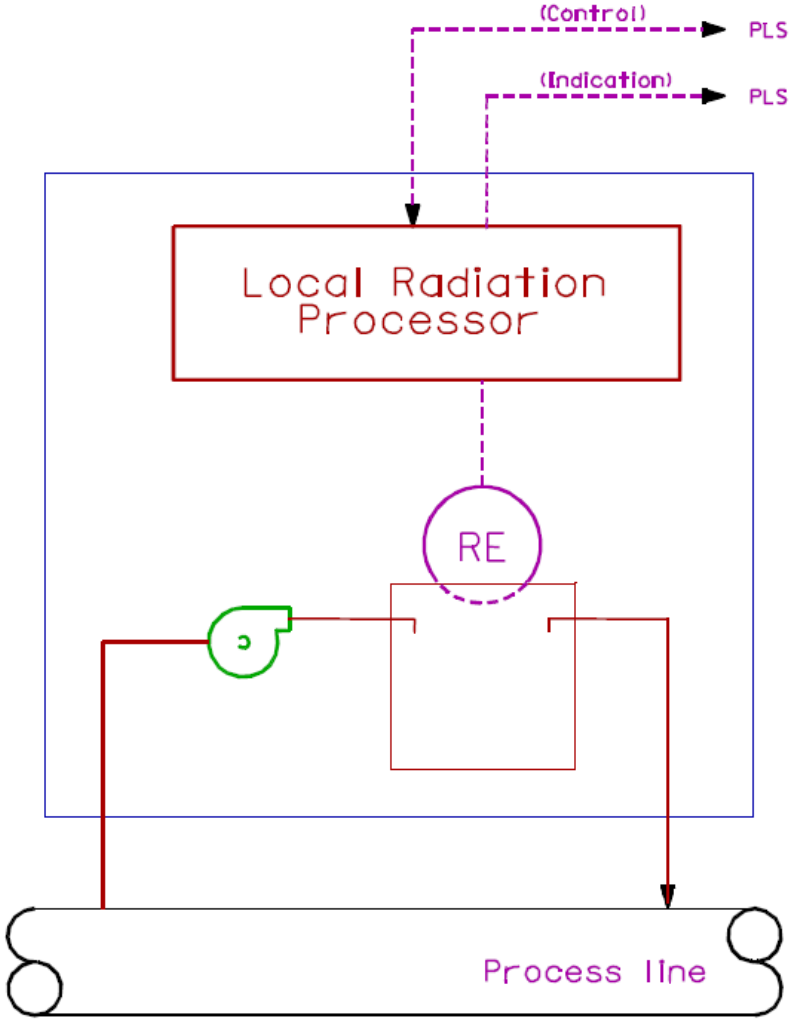


图 8.1-2 离线低放液体活度监测仪原理图

第九章 公众参与

9.1 公众参与的目的、作用

9.2 福岛事件前选址阶段已完成的公众参与工作

9.2.1 核电科普知识宣传

9.2.2 信息公开

9.2.3 问卷调查

9.2.4 公众参与座谈会

9.2.5 地方政府参与意见

9.3 福岛事件后选址阶段已完成的公众参与工作

9.3.1 核电科普知识宣传

9.3.2 信息公开

9.3.3 问卷调查

9.3.4 公众参与座谈会

9.4 建造阶段开展的公众参与工作

9.4.1 核电科普知识宣传

9.4.2 其它公众参与工作

9.1 公众参与的目的、作用

公众参与是建设单位、环评单位同公众之间的一种双向交流方式，也是协调工程建设与社会影响的重要手段，根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，除国家规定需要保密的情形外，环境影响评价报告书中必须要有公众参与的内容。其二十一条规定，在建设项目批准立项前要举行论证会、座谈会，或采取其他形式，征求有关单位、专家和公众意见。2006 年 3 月 18 日开始实施的《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号）也为公众参与的具体操作方式提供了有效的依据。《核电厂环境影响评价公众参与实施办法》尽管还处于征求意见阶段，但其内容和要求为核电厂公众参与提供了更为明确和严格的实施细则。

9.2 福岛事件前选址阶段已完成的公众参与工作

9.2.1 核电科普知识宣传

2009 年 7 月 16 日，中核辽宁核电有限公司通过兴城市重点项目办向公众发放了 1500 本核电科普知识宣传册，其中葫芦岛市发放了 500 本，兴城市发放了 1000 本。宣传册内容包括中国核工业集团公司和中核辽宁核电有限公司的简介及发展历程，其中重点介绍了核电科普知识，使周围的公众认识了核能、了解了核能。宣传册通过对核电站在国际、国内的发展情况的介绍，用浅显易懂的图例说明了核能是一种安全、清洁的能源。

2010 年 1 月 5 日，中核辽宁核电有限公司与葫芦岛市政府联合举办了核电科普报告会。报告会邀请了中国工程院院士、中国核工业集团公司科技委主任潘自强和中国工程院院士、中国核工业集团公司科技委副主任叶奇蓁两位院士主讲。中核辽宁核电有限公司领导、葫芦岛市有关领导、兴城市有关领导以及其它的企事业、学校等的公众 200 余人参加了此次报告会。这次报告会是中核辽宁核电有限公司成立以来规模最大的一次报告会，使公众对核电有了更加深入的了解，并起到了对核电科普知识宣传以点带面的作用。通过核电科普知识宣传和核电科普报告会活动，使厂址周围公众直观地认识了核电，了解了我国核电事业的发展历程，以及发展核电对地方经济、社会发展和环境保护的重要意义。本次的核电科普知识宣传活动的进行，对于使公众更好地支持和参与徐大堡核电站工程建设，为徐大堡核电站建设营造和谐的周边环境具有重要的意义。

9.2.2 信息公开

2009 年 7 月 25 日至 2009 年 10 月 3 日，中核辽宁核电有限公司在兴城市政府网站发布了《辽宁徐大堡核电厂工程建设公众参与第一次信息公告》。2009 年 7 月 29 日，还在兴城日报上刊登了该信息公告。在通过兴城市政府网站和兴城日报发布核电厂第一次信息

公告的同时，还在中核辽宁核电有限公司网站进行了发布。

2009 年 9 月 17 日至 2009 年 10 月 3 日，中核辽宁核电有限公司分别在兴城市政府网站以及兴城日报上发布了《辽宁徐大堡核电厂工程建设公众参与第二次信息公告》，同时也在中核辽宁核电有限公司网站上公布了相关的内容。为了方便厂址周围看不上报纸和无法上网的公众了解核电厂发布的信息，中核辽宁核电有限公司还在利益相关的村镇（海滨乡、方安村、台里村）张贴了信息公告海报，使厂址周围的公众较为充分地了解了工程建设的详细情况，以及核电厂对厂址周围的环境影响情况及预防手段。

2009 年 9 月 17 日，中核辽宁核电有限公司在其公司网站上的“项目公众参与意见反馈”模块中发布了《辽宁徐大堡核电厂一期工程选址阶段环评报告简本》。

信息公告发布后，部分公众通过电话和现场咨询等方式向中核辽宁核电有限公司进行了咨询，包括征地拆迁补偿相关事宜，中核辽宁核电有限公司技术人员针对公众提出的问题做了详细的解答，使公众加深了对核电基本知识的了解，认识到核能是安全的、清洁的能源。同时中核辽宁核电有限公司针对公众提出的建议进行了整理分析，在工程设计及施工过程中将予以认真采纳，并将在工作中加强宣传力度，加强与群众的沟通，加大公众参与的透明度。

9.2.3 问卷调查

2009 年 11 月，由中核辽宁核电有限公司组织，兴城市重点项目办参与，在厂址半径 80km 范围内采取问卷调查的方式进行了公众意见调查。调查问卷发放对象包括社会各阶层人士，主要是厂址周围的利益相关者，其中厂址周围农民的有效问卷回收比例达到了 67.35%。此次问卷调查共发放问卷 500 份，回收有效问卷 392 份。

通过问卷调查结果了解到，91.1%的公众表示支持本工程的建设，仅有 1.8%的公众表示反对。持反对意见的 6 位公众代表为绥中县宝仓村村民，经电话与宝仓村相应人员联系，了解到其反对的主要原因是大家对核电缺乏了解，不太清楚核电对环境的影响有多大。在电话联系后，中核辽宁核电有限公司的技术人员对他们进行了实地回访，给他们送去印有核电科普知识的挂历。后经电话回访，受访公众表示加深了对核电科普知识的了解，消除了疑虑，并表示积极支持徐大堡核电工程的建设。

问卷调查结果表明，公众对核电的建设是十分认可、支持的，同时公众特别关注核电站的环境保护问题。对此，建设单位将予以足够的重视，做好核电站的环保、安全设施的设计、建造以及核电站建成后的运行管理工作。同时，将持续开展公众参与工作，不断加强对公众的核电知识的宣传和普及，彻底消除公众对核电的认识误区，从而争取更多的公

众对核电事业支持和理解。

9.2.4 公众参与座谈会

中核辽宁核电有限公司在调查表回收统计分析的基础上，于 2009 年 11 月 25 日上午在兴城市召开了公众参与座谈会来进一步征询公众的意见。参会代表共 32 人，包括人大、政协、各级政府和企事业代表以及厂址周围公众代表，其中厂址周围的农民代表超过半数，为 18 名。

座谈会上首先由公司领导介绍了徐大堡核电项目的进展情况，公司专业人员介绍了徐大堡核电厂公众参与工作情况，向公众代表就核电厂建设的必要性和对周围环境的影响及防治方法做了详细的介绍，并重点介绍了核电厂的纵深防御设计理念，最后以浅显易懂的图片形式给大家讲解了核电科普知识。会议期间，公众代表就公众关心的环境污染等方面提出了针对性很强的问题，中核辽宁核电有限公司有关专业人员以简单易懂的方式逐一答复，代表们对答复的结果表示非常满意，也对核电知识有了更进一步地认识，消除了一些不必要的担忧和顾虑，并表示回去后会积极向公众宣传。同时与会代表还提出了宝贵的建议，座谈会取得了良好的效果。

9.2.5 地方政府参与意见

2009 年 4 月 21 日，辽宁省政府副秘书长上官炜星主持召开省政府会议，专题研究推进徐大堡核电工程前期工作。会议听取了葫芦岛市政府、中国核工业集团公司项目筹备处关于徐大堡核电工程前期工作进展情况的汇报，与会部门负责同志就相关工作表达了支持性意见，并提出了具体建议。上宫炜星副秘书长传达了省政府主要领导和副省长的指示，对下阶段工作进行了具体部署。会议认为，徐大堡核电工程符合国家积极发展核电的相关政策，对于改善辽宁省电源结构，拉动全省固定资产投资，实现“扩内需、保增长”目标具有十分重要的意义，要求加速推进项目前期工作。

9.3 福岛事件后选址阶段已完成的公众参与工作

9.3.1 核电科普知识宣传

日本福岛核事故发生后，为消除公众恐慌心理，2011 年 3 月下旬至 4 月，中核辽宁核电有限公司先后到辽宁省葫芦岛市实验二小、实验中学进行地震、海啸、核防护安全教育的宣讲，每场次学校教职工和学生参加人数均超过 4000 余人。通过宣讲，让广大师生对核，尤其是核安全有了更加直观形象的了解，对安抚师生们的恐核心理起到积极作用。

2011 年 5 月，科普活动再次启程前往秦山核电基地进行考察，参加活动的是兴城市财税、工商以及银行系统的代表。在秦山核电展厅，通过对核电站构成、工作原理、尤其

是安全措施等知识的宣讲，使考察团成员认识到我国核电站技术不但成熟，而且安全非常有保障，根本不会发生类似福岛核事故的事件。再加上对核电站带动地方经济的一些认识，考察团成员表示将一如既往地支持辽宁徐大堡核电发展，并协同对公众进行正面宣传。

2011 年 8 月 16 日，中核辽宁核电有限公司科普展厅正式启用。作为现场开门迎客的第一站，科普展厅集公关、宣传、倡导核安全文化为一体，自对外开放以来，先后接待各界参观近千人次，接待部队、学校、老干部等代表团集中参观数次，均达到了良好的宣传效果。

2011 年末，为进一步宣传核安全，普及核电知识，让公众更加了解核电、支持核电建设。在岁末年初之际，中核辽宁核电有限公司，积极开展科普知识宣传活动，收到显著效果。公司内部特别增设近 20 块科普展板，重点介绍项目建设条件、三代核电技术等内容，方便来访客人进一步了解徐大堡核电项目，增加对核电安全性和发展必要性的正确认识。还有，公司特别制作的 9000 份科普挂历被作为新年礼物，送到各级政府、机关、学校、乡村、部队、社区，受到热烈欢迎。

2012 年中核辽宁核电有限公司继续采取多种方式进行核电科普知识宣传。共发放宣传册 3000 份；宣传挂历 10400 份；进行校企共建活动；开展倾听媒体声音座谈会；参加辽宁省环保厅在沈阳举办的节能成果展，并制作展牌展出；组织地方政府、人大、政协及乡镇领导参观大亚湾核电站科普活动及广场宣传等，其中，题为“走进核电、拥抱明天”广场科普宣传活动效果尤其突出。

2012 年 12 月 11 日在辽宁省兴城市宁远广场举办“走进核电、拥抱明天”科普宣传，活动由中核辽宁核电有限公司、兴城市委、兴城市人民政府主办，兴城市委宣传部、兴城市文化局、兴城市文联、兴城市广播电视局和四家企业集团协办，兴城市人大常委会、政协、兴城市部委办局相关领导出席启动仪式。活动现场共布 24 块核电科普展板供公众浏览，“漫步核世界”等科普宣传片不间断播放，来自公司内部各专业的 60 余名科普志愿者走上街头，宣讲核能科普知识尤其是核安全问题，并对市民提出的问题给予现场解答。中核辽宁核电有限公司在活动中，共发放科普挂历 1000 余本、科普宣传手册和宣传单页 1000 份。此次活动表达了当地政府与核电企业一同携手、共同推进科普公众宣传及建设节能低碳城市的良好意愿，为中核辽宁核电有限公司后续工作的顺利开展奠定了基础。

2013 年 3 月 26 日，中核辽宁核电有限公司邀请中国科学院院士王乃彦和中国核能行业协会副秘书长徐玉明开展“核能发展和核安全”、“后福岛时代核电发展与辽宁徐大堡核电厂建设”的专题讲座。葫芦岛市及附近县市机关干部、科协工作者以及社区代表共

270 人参加报告会。

2013 年 4 月 13 日为进一步加强辽宁核电公众科普工作理论服务，提高公司科普宣传员核电理论能力，引导宣传员规范、系统的向社会各界普及核能知识，经整理汇编，辽宁核电出版《核电科普知识宣传培训手册》。该手册是辽核科普宣传员培训讲座的主要教材，同时面向市民免费发放。

9.3.2 信息公开

2013 年 2 月 25 日至 2013 年 3 月 8 日在兴城政府网站（www.zg-xc.gov.cn）发布《辽宁徐大堡核电厂一期工程选址阶段环境影响补充信息公告》，于 2013 年 2 月 27 日在兴城时讯社报纸上刊登同样的信息，同时在中核辽宁核电有限公司网站（www.cnlnpc.com）发布，信息公告内容见附件 9.3-1。为了方便厂址周围看不上报纸和无法上网的公众了解发布的信息，在利益相关的乡村（方安村、台里村）张贴了相应信息内容的海报，目的是让公众充分了解工程建设的详细情况、对厂址周围的环境影响及预防手段。补充信息公告发布情况见附件 9.3-2。

2013 年 2 月 25 日在中核辽宁核电有限公司网站（www.cnlnpc.com）“公众参与”模块中发布了《辽宁徐大堡核电厂一期工程选址阶段环评报告简本（B 版）》。

补充信息公告后，有部分公众通过邮件、电话等方式向中核辽宁核电有限公司进行了咨询，中核辽宁核电有限公司技术人员针对公众提出的问题做了详细的解答，使公众加深了对核电基本知识的了解，认识到核能是安全的、清洁的能源。同时中核辽宁核电有限公司针对公众提出的建议进行了整理分析，在工程设计及施工过程中将予以认真采纳，并将在工作中加强宣传力度，加强与群众的沟通，加大公众参与的透明度。公众参与意见反馈统计情况见表 9.3-1。

9.3.3 问卷调查

2013 年 4 月由中核辽宁核电有限公司组织，兴城市核电项目办参与，在距离厂址 80km 范围内，按距离的远近、利益相关群体的多少，重点对厂址半径 15km 区域发放“辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与调查问卷”（调查表样式见表 9.3-2），内容包括徐大堡核电厂工程项目的简介，以及 11 道针对性很强、涉及敏感问题的问答题。公众参与问卷发放范围见表 9.3-3，实际调查对象和参与问卷调查的公众人员统计情况见表 9.3-4。

此次公众调查共发放问卷 500 份，回收问卷 500 份。此次公众调查问卷活动中，公众参与的积极性高，关心徐大堡核电厂工程的环境影响情况。答题过程中，公众态度认真、细致，从自身对核电知识的了解以及切身感受与体会的角度出发，实事求是的回答了调查

问卷题，确保了调查数据的真实有效性。通过公众参与调查结果统计可知：对于本工程建设，支持人群占 96.4%，绝大部分公众对核电的建设是认可、理解和支持的。问卷调查统计情况见表 9.3-5。

通过公众参与调查结果统计可知：

（1）对于本工程建设，支持人群占 96.4%（482 人），回答无所谓或不清楚的公众占 2.0%（10 人），其它为空白（8 人未填写相关信息）。持支持性意见的公众主要从经济角度和本项目的社会效益出发，认为本工程建设会带动当地经济的发展，能够增加财政税收，也有部分公众认为核电是一种安全、清洁环保的能源，有利于节省煤炭资源，改善大气环境质量等。

（2）认为本工程建设对本地区环境质量造成影响较小的所占比例为 65%（325 人），影响较大的 1.4%（7 人），影响严重的 0.2%（1 人），认为影响一般的占 29%（有 145 人），不清楚的占 2.8%（14 人），空白未填 1.6%（8 人）。其中人们最关心的是放射性污染的问题，其次认为是对水污染。

（3）在回答“您是否了解核电是一种安全和清洁的能源？”这一问题时，约有 56.4%（282）的回答是很清楚，约有 39.2%（196 人）的人回答“知道一点”，有 3%（15 人）的人回答“不了解”，有 1.4%（7 人）为空白未填。证明经过我们对核电科普知识的宣传，大部分居民对核电有所了解，但由于拟限制范围内大部分是农民，文化程度不高，我们通过浅显易懂的图画来向公众说明核电的防御系统和核废料的处理，核电的基本知识在当地已得到逐步普及。

（4）在回答“从环保角度出发，您对本工程持何种态度？简要说明原因？”时有 90%（450 人）的人坚决支持，有条件赞成 5.8%（29 人，）无人表示反对，1.6%的人（8 人）认为无所谓，有 2.6%（13 人）为空白未填，支持的主要原因如下：

- 有利于拉动当地经济发展、增加税收；
- 作为一种清洁能源，符合国家能源发展战略；
- 安全清洁环保、大大缓解电力紧张等；
- 可以有利于节省煤炭资源，改善大气环境质量；
- 东北振兴需要，地区经济发展的需要。

（5）在回答“您对该项目环保方面有何建议和要求？”时，公众各抒己见，主要建议和要求总结如下：

- 严格按环保、安全规程实施，消除群众顾虑；

- 吸取其他核电站先进技术；
- 保证无放射性污染；
- 加强核泄露防护措施；
- 加强核保护能力；
- 注意生态和环境保护；
- 多借助国内外成功经验，把不利因素减低到最小限度；
- 作为一种清洁能源符合国家能源发展战略；
- 尽量做到将环境的影响降低到最小程度；
- 保护常规资源，造福子孙后代。

通过这次公众参与调查问卷了解到，公众对核电的建设是认可、理解和支持的。今后，还应将环保方面情况向公众多做宣传、沟通。

9.3.4 公众参与座谈会

2013 年 4 月 16 日上午 9：00-12:00，在兴城市核电办的大力支持下，中核辽宁核电有限公司在兴城市天和大酒店 9 楼 B 会议室召开了辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会。

参会代表共计 33 人，包括：中国核电工程有限公司代表、人大代表、政协委员、核电办代表、企事业单位代表、厂址周边乡村公众代表等。座谈会上首先由公司领导介绍徐大堡核电项目的进展情况，公司设计管理处介绍徐大堡核电厂公众参与工作情况，向公众代表就核电厂建设的必要性和对周围环境的影响及防治方法做了详细的介绍，并重点介绍了核电厂的纵深防御设计理念，最后给大家以浅显易懂的图片形式讲解了核电科普知识。会议期间，公众代表就公众关心的环境污染等方面提出了针对性很强的问题。中核辽宁核电有限公司与工程公司共同以简单易懂的方式对这些问题逐一答复。代表们对答复的结果表示非常满意，也对核电知识有了更进一步地认识，消除了一些不必要的担忧和顾虑，并表示回去后会积极向公众宣传。同时，公众代表还提出了宝贵的建议。

辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会会议纪要见附件 9.3-3。

9.4 建造阶段开展的公众参与工作

9.4.1 核电科普知识宣传

中核辽宁核电有限公司高度重视科普宣传活动，将科普宣传作为推进核电项目建设的重中之重，公司以科普活动进社区、进政府、进机关、进学校、进家庭、进乡村的“六进”为载体，举办各类宣传活动。

2013 年 5 月 18 日，在兴城市行政中心人民会堂第一会议室举办的核能知识科普讲座上，中国科学院院士王乃彦形象的阐述了核能发电清洁的优点。来自兴城市政府、政协及附近县市机关干部、科协工作者以及社区代表近 200 人聆听了讲座。此次讲座同时邀请了中国核能行业协会副秘书长徐玉明讲课。兴城市委书记、市委副书记、葫芦岛市科协副主席等市直机关主要领导参加讲座。科普讲座现场，与会听众认真记录，全心倾听。中国科学院院士王乃彦、中国核能行业协会副秘书长徐玉明分别做了题为“核能发展和核安全”、“我国核电发展与核电厂建设”的科普讲座。两位专家通过形象的比喻和大量的科学数据，向与会听众详细阐述了中国发展核电的必要性以及核电安全、经济、清洁、高效的优点。见图 9.4-1。

2013 年 5 月 19 日，“核能发展与核安全报告会”在辽宁工程技术大学召开，活动由中核辽宁核电有限公司、葫芦岛市核能学会、葫芦岛市机电学会、辽宁工程技术大学共同举办。报告会邀请到核物理学家、中国科学院院士王乃彦教授和中国核能行业协会常务理事兼秘书长徐玉明进行讲座，兴城市科协主席、辽工大校党委副书记、副校长等出席报告会。报告会上，中国科学院院士王乃彦、中国核能行业协会副秘书长徐玉明分别做了题为“核能发展和核安全”、“我国核电发展与核电厂建设”的科普报告。

2013 年 5 月 20 日至 23 日，辽宁省政协常务副主席带领省发改委、经信委、环保厅、国土资源厅、住房和城乡建设厅、海洋与渔业厅等部门主要负责同志赴秦山核电站和三门核电站调研学习。陪同考察的有葫芦岛市、兴城市政协主席及中核辽宁核电有限公司。活动为推动辽宁徐大堡核电站建设，学习借鉴其他核电站建设经验，更好的发挥政协协调关系、汇聚力量、建言献策、服务大局的重要作用。见图 9.4-2。

2013 年 5 月 24 日，辽宁核电联合兴城市刘台子中学举办趣味科普运动会，刘台子中学全校师生参加。运动会上，为让广大师生更直观了解核电科普知识，组办方将核电基础知识与趣味运动项目结合，边做游戏边科普，通过师生喜闻乐见的方式进行核电知识普及，见图 9.4-3。

2013 年 5 月 24 日，辽宁核电组织葫芦岛市省市人大代表 20 多人赴浙江秦山核电站和三门核电学习核电厂经验，进一步了解核电项目的先进性、安全性、清洁性、高效性，了解核电发展对当地经济和社会发展所做出的贡献，如何解决、怎么解决老百姓关心的一些生活、教育、就业等热点问题。见图 9.4-4。

9.4.2 其它公众参与工作

本阶段信息公告及其它相关公众参与工作正在开展，待完成后进行补充。

表 9.3-1 福岛事件后辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与意见反馈统计表

时 间	方 式	具 体 内 容	.解 答
2013-2-26	邮件	核电厂安全性及经济性问题	对徐大堡核电的安全性及经济性解释说明
2013-3-21	电 话	核电厂厂址征地拆迁问题	严格按照国家和辽宁省的有关规定执行
2013-3-24	座谈会	核电厂废料如何处理	核电厂的乏燃料不是核废料，乏燃料经厂内储存、运输至西北后处理厂，不会对兴城当地产生影响。
2013-3-24	座谈会	核电厂余热排放问题	余热排放严格符合国家标准，不会对海洋生态和周边地区有多少影响。
2013-3-24	座谈会	核电厂建设期间对环境影响	施工期间严格做好各项防护措施，尽最大程度减轻对环境的影响。

表 9.3-2（1/2） 福岛事件后辽宁徐大堡核电厂一期工程公众意见调查表

填表日期： 编号：

<table>
<tr><td>姓名</td><td></td><td>性别</td><td>□男 □女</td><td>年龄</td><td></td></tr>
<tr><td>职业</td><td></td><td>文化程度</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td>家庭住址</td><td colspan="5">市(县) 乡(街道) 村</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="7">工程概况</td><td>工程名称</td><td colspan="4">辽宁徐大堡核电厂一期工程</td></tr>
<tr><td>建设规模</td><td colspan="4">项目规划容量为 6 台百万千瓦级 AP1000 压水堆核电机组，此次一期工程建设 2 台机组</td></tr>
<tr><td>投资方</td><td colspan="4">中国核工业集团公司、大唐国际发电股份有限公司
国家开发投资公司、浙江省能源集团有限公司
江苏省国信资产管理集团有限公司</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="4">辽宁省兴城市海滨乡</td></tr>
<tr><td>投资总额</td><td colspan="4">约 400 亿人民币</td></tr>
<tr><td>机型</td><td colspan="4">辽宁徐大堡核电厂一期工程根据国家在日本福岛事件后“采用先进安全技术标准，建设三代技术核电”的要求，将工程技术方案由二代改进型压水堆核电机型调整为更具安全性和先进性的三代核电技术 AP1000 机型。</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>工程建设意义</td><td colspan="5">1、作为一种清洁的能源，符合国家能源发展的战略；
2、满足辽宁省经济社会发展和用电增长的需要，是煤电、水电等主要电源的有效补充；
3、用核电替代部分煤电，可以大大缓解煤炭运输压力，节省有限的煤炭资源；减少燃煤污染，保护环境；
4、有利于优化能源结构和电源结构，实现发电能源的多样化；
5、对本地区的经济发展、改善投资环境、环境保护、增加税收等都将产生巨大的拉动效应。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">公众征询意见</td><td colspan="5">1、您是否了解核电是一种安全和清洁的能源?
□不了解 □知道一点 □很清楚</td></tr>
<tr><td colspan="5">2、您对本地区环境质量现状是否满意(如果不满意请注明原因)?
□很满意 □较满意 □不满意 □很不满意
不满意的原因：_____</td></tr>
<tr><td colspan="5">3、您是否了解核电与水电、火电的区别?
□了解 □不了解</td></tr>
<tr><td colspan="5">4、根据您掌握的情况，认为本项目对本地区环境质量造成的影响：
□严重 □较大 □一般 □较小 □不清楚</td></tr>
<tr><td colspan="5">5、您认为本核电站可能对环境造成的危害是：
□大气污染 □水污染 □放射性污染 □噪声污染 □生态污染
□不清楚</td></tr>
</table>

表 9.3-2（2/2） 福岛事件后辽宁徐大堡核电厂一期工程公众意见调查表

公众征询意见	6、如果本项目涉及少量的征地拆迁、征海、补偿，您是否能接受? (可能涉及到的人员回答) □能接受 □有条件接受 □无所谓 □不能接受 回答有条件接受的，条件是：_____ 回答不能接受的，原因是：_____
	7、如果本项目 5km 范围内是规划限制区，限制建设大的企事业单位和生活居住区、大的医院或疗养院、旅游胜地、飞机场和监狱等，您是否能接受? (半径 5km 范围涉及的人员和相关部门回答) □能接受 □有条件接受 □无所谓 □不能接受 回答有条件接受的，条件是：_____ 回答不能接受的，原因是：_____
	8、您认为本项目是否有利于推动当地经济的发展? □有利 □不利 □不清楚
	9、您是否支持在该地区建造本项目? □支持 □无所谓 □不支持 请给出相应的原因：_____
	10、从环保角度出发，您对本工程持何种态度?请简要说明相应的原因。 □坚决支持 □有条件赞成 □无所谓 □反对 原因：_____
	11、您对该项目环保方面有何建议和要求？

表 9.3-3 福岛事件后公众参与问卷发放范围统计表

范围组成	居民所在地	人数（人）	比例（%）
80km 范围	葫芦岛	9	11%
	兴城市	10	
	绥中县	15	
	建昌县	5	
15km 范围	刘台子乡(5.3km)	10（5-15 km 范围）	25%
	海滨乡(7.5km)	5（5-15 km 范围）	
	沙后所镇(14km)	25	
	东辛庄镇（9.1 km）	18	
	望海乡（9.1 km）	13	
	小庄子镇（13.5 km）	17	
拟设规划限制区范围内	方安村	59	64%
	双堆子村	27	
	台里村	44	
	海滨村	25	
	苏屯	23	
	刘屯	23	
	董屯	16	
	项家村	8	

表 9.3-4 福岛事件后公众参与调查对象统计表

结构组成	类　　别	人数（人）	比例（%）
性别	男	297	59.4%
	女	200	40%
	空白	3	0.6%
年龄	20 岁以下	6	1.2%
	20 岁～40 岁	219	43.8%
	40 岁～60 岁	255	51%
	60 岁以上	15	3%
	空白	5	1%
文化程度	大专以上	157	31.4%
	中专或高中	86	17.2%
	初中	208	41.6%
	初中以下	32	6.4%
	空白	17	3.4%
职业	国家公务员	94	18.8%
	企业单位工作人员	21	4.2%
	学生及教师	38	7.6%
	务工人员及商贩	17	3.4
	厂址周围农民	274	54.8%
	其他	33	6.6%
	空白	23	4.6%

表 9.3-5 福岛事件后辽宁徐大堡核电厂一期工程公众意见调查结果统计表

调 查 内 容	意 见	统 计 情 况	
		人数，人	比例，%
您是否了解核电是一种安全和清洁的能源?	不了解	15	3%
	知道一点	196	39.2%
	很清楚	282	56.4%
	空白	7	1.4
您对本地区环境质量现状是否满意?	很满意	309	61.8
	较满意	173	34.6%
	不满意	11	2.2%
	很不满意	3	0.6%
	空白	4	0.8%
您是否了解核电与水电、火电的区别?	了解	453	90.6%
	不了解	32	6.4%
	空白	15	3%
根据您掌握的情况，认为本项目对本地区环境质量造成的影响：	严重	1	0.2%
	较大	7	1.4%
	一般	145	29%
	较小	325	65%
	不清楚	14	2.8%
	空白	8	1.6%
您认为本核电站对环境的主要危害是：（存在多项选择情况）	大气污染	6	1.2%
	水污染	15	3%
	放射性污染	372	74.4%
	生态污染	12	2.4%
	生态污染、噪声污染	2	0.4%
	大气污染、放射性污染	2	0.4%
	大气污染、放射性污染、噪声污染	1	0.2%
	大气污染、噪声污染	1	0.2%
	放射性污染、生态污染	4	0.8%
	放射性污染、噪声污染	1	0.2%
	噪声污染	1	0.2%
	放射性污染、水污染	4	0.8%
	不清楚	65	13%
	空白	14	2.8%
如果本项目涉及少量的征地拆迁、征海、补偿，您是否能接受本项目在此建设?	能接受	348	69.6%
	有条件接受	50	10%
	无所谓	6	1.2%

	不能接受	1	0.2%
	空白	95	19%
如果本项目 5km 范围内是规划限制区，限制建设大的企事业单位和生活居住区、大的医院或疗养院、旅游胜地、飞机场和监狱等。您是否能接受本项目在此建设?	能接受	361	72.2%
	有条件接受	30	6%
	无所谓	9	1.8%
	空白	99	19.8%
	不能接受	1	0.2%
您认为本项目是否有利于推动当地经济的发展?	有利	482	96.4%
	不利	0	0%
	不清楚	5	1%
	空白	13	2.6%
您是否支持在该地区建造本项目？	支持	482	96.4
	无所谓	9	1.8%
	不支持	0	0%
	不清楚	1	0.2%
	空白	8	1.6%
从环保角度出发，您对本工程持何种态度？简要说明原因。	坚决支持	450	90%
	有条件赞成	29	5.8%
	无所谓	8	1.6%
	反对	0	0%
	空白	13	2.6%
	主要原因： 1、有利于拉动当地经济发展、增加税收 2、作为一种清洁能源，符合国家能源发展战略。 3、安全清洁环保、大大缓解电力紧张等； 4、可以有利于节省煤炭资源，改善大气环境质量 5、东北振兴需要，地区经济发展的需要；		
您对该项目环保方面有何建议和要求？	主要建议和要求总结如下： ➢ 严格按环保、安全规程实施，消除群众顾虑； ➢ 吸取其他核电站先进技术； ➢ 保证无放射性污染； ➢ 加强核泄露防护措施； ➢ 加强核保护能力； ➢ 注意生态和环境保护； ➢ 多借助国内外成功经验，把不利因素减低到最小限度； ➢ 作为一种清洁能源符合国家能源发展战略； ➢ 尽量做到将环境的影响降低到最小程度； ➢ 保护常规资源，造福子孙后代。		

附件 9.3-1 辽宁徐大堡核电厂一期工程选址阶段环境影响评价公众参与补充信息公告

辽宁徐大堡核电厂一期工程根据国家在日本福岛事件后“采用先进安全技术标准，建设三代技术核电”的要求，将工程技术方案由二代改进型压水堆核电机型调整为更具安全性和先进性的三代核电技术 AP1000 机型。中核辽宁核电有限公司在 2012 年 10 月 24 日国务院常务会决定重启核电建设政策出台后，组织完成了辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）B 版的编制工作，现依据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发 2006[28]号）的要求，向公众补充公告如下信息。

一、建设项目情况简述

1、工程概述

辽宁徐大堡核电厂位于辽宁省兴城市海滨乡方安村徐大堡东南侧海岸边，东临辽东湾。项目规划容量为 6 台百万千瓦级 AP1000 压水堆核电机组，一次规划布置，分期实施。此次一期工程建设 2 台机组，首台机组计划于 2013 年 11 月 30 日浇灌第一罐混凝土，2 号机组与 1 号机组进度时间间隔为 10 个月，1、2 号机组将于 2019 年建成投产。

2、项目建设必要性

—符合国家能源战略;

—东北地区一次能源资源匮乏;

—东北地区、辽宁省电力需求;

—有助于环境保护。

二、建设项目对环境可能造成影响的概述

1、建设期间的环境影响

（1）土地利用

辽宁徐大堡核电厂地处农业区，征地范围内无工矿企业、风景名胜、交通要道和军事设施，人口较少，就环保角度来看，在此建核电厂，土地使用合理，对周围环境影响较小。

（2）施工活动的影响

施工活动对环境的影响，分为陆域施工活动及水域施工活动对环境的影响。陆域施工活动主要是土石方爆破、运输产生的噪声、粉尘以及施工安装期间等造成的影响；水域施工活动主要是水工工程对水环境的影响。

（3）水土影响

核电厂的建设将对环境造成一定的不利影响，必须采取水土保持措施，保护我们的环境。本工程在施工设计和施工措施中将严格按照水土保持方案进行实施。

2、运行期间的环境影响

（1） 散热系统运行的影响

核电厂和化石燃料常规电厂一样，运行时要将余热排入环境。本工程拟建的六台压水堆型核电机组，采用海水直流式冷却，冷却后直接排入厂址附近的渤海湾海域内。

本工程在运行过程中温排水对环境的影响，主要是考虑可能引起排放海域局部水域水温的升高，从而对局部水域生态环境可能产生影响。从国内已建和在建的同类型核电厂运行情况来看，核电厂散热系统的运行所引起的核电厂所在海域的局部温升范围十分有限，不会改变核电厂所在海域海洋生态的大环境，对海水养殖以及渔业的影响都十分有限。

其它影响方面，经过分析可知，工程取水对海洋生物的机械损伤以及卷吸效应影响极其有限，不会造成区域海洋生态的变化。

（2）正常运行的辐射影响

1）气态途径的辐射影响

核电厂正常运行时，气载放射性流出物在大气迁移和扩散过程中对人照射途径包括:

- 烟云浸没外照射
- 地面沉积外照射
- 吸入空气内照射
- 食入农牧产品内照射

2）液态途径的辐射影响

核电机组正常运行时，液体放射性流出物在受纳海域中稀释和扩散过程中对人产生的照射途径有以下几种:

- 食入海水生物造成的内照射
- 岸边沉积的外照射
- 在海域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射

（3）其他影响

辽宁徐大堡核电厂各类生产废水的排放量不大，这部分生产废水排入排水渠后，受循环冷却水的稀释，以及海域中海水的进一步稀释，其化学物质的浓度将更低，完全符合《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相应规定。

核电厂排放的化学物质来自于工业及生活用水的除盐、循环系统排水、污水处理、海水连续加氯处理和液态放射性废物处理等工艺过程产生的废水。核电厂所有工艺循环系统的水都是相当纯净的，排入辽东湾水域，对环境不会造成影响。由于辽东湾水量丰富，扩

散稀释能力较好，因而循环水冷却系统排放的余氯不会对受纳水体产生明显影响。

生活污水首先经生化工艺处理后达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB 21/1627-2008）标准，再经深度处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920－2002）要求后用于道路清扫和厂区绿化等。

本工程硼排放浓度远远低于 2ppm，满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB 21/1627-2008）要求，不会对海洋水体有影响。

由分析可知，辽宁徐大堡核电厂一期工程 2 台机组在正常运行状态下对公众造成的剂量满足国标要求，对水生生物的辐射影响也低于筛选值。核电厂在正常运行状态下对公众和生态环境造成的辐射影响均是可接受的，公众和生态环境均是安全的。

三、预防或者减轻不良环境影响的对策和措施的要点

1、施工期间的污染防治措施

（1）施工破坏地表覆盖层的防护措施及景观恢复

场地平整之前，先将具有肥力的地表土剥离并集中堆放，用于绿化；开挖出的土方应尽可能及时运至填方地段充填，避免水土流失；场地和边坡形成后，尽早进行绿化；施工结束后，在全部厂址范围内，凡可进行绿化的用地均充分绿化。

（2）土石方开挖工程的控制措施

土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程（GB6722-2003）》的相关规定，合理选用爆破方法和最大装药量，控制震动速度和安全距离。

（3）减少扬尘影响的措施

及时清扫，经常洒水，保持路面湿润；严格控制行车速度，合理调度运输车辆等；在环境保护目标附近，应使用隔离板使施工区与周围环境隔离；尽量减少土方的临时堆置时间；渣土临时堆放场应加盖布条进行防护；水泥等粉状建筑材料应妥善保管，不得露天随意存放；在施工过程中对易引起扬尘的操作如钻机打孔，采用干式或湿式除尘方法，以减少扬尘。

（4）施工噪声的控制措施

尽可能使用噪声低的先进施工设备，加强在施工期间对高噪声设备的管理，避免高噪声设备的同步使用；对于可能造成声环境敏感点影响的工程，在夜间尽量不施工，或夜间施工禁止使用重型机械；施工噪声的控制应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（5）现场废物垃圾的处置措施

对于施工期间现场废物垃圾的处置，制定相应的管理规定，并严格执行；从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；集中储存，做好防护措施；采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒。

（6）非放射性物质

对有害废物要合理分类进行管理，按照国家规定处置并记录。对危险化学品进行采购、运输、保管和使用的每个过程必须遵照《危险化学品安全管理条例》。

（7）放射源的使用和管理

根据国家颁布的《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；制订放射源和射线探伤作业应急预案；设置专门的放射源贮存库；使用放射源的作业区范围禁止靠近区域边界，应设置隔离警示标志，并设有专人现场监护；探伤操作人员需佩带热释光个人剂量计和个人剂量报警器。

（8）设计地形地貌的改造措施

为减少降雨和山洪对厂址的威胁，在厂区局部挖方边坡坡顶处修筑截洪沟。为了美化环境，厂区绿化采用“点、线、面”结合的原则（除在厂区的保护区围墙内不绿化外），以补偿由于土石方工程及核电厂建造对原有地貌的改变。

（9）对水环境影响的控制

施工期间对于施工场地排水工程，由于施工场地使用期较长，占地面积大，因此结合施工场地总平面布置，采用自流和泵房提升相结合的方法，对施工场地排水进行系统规划，使厂内的集水迅速排导，能满足场地排水和水土保持的要求。

厂址陆域形成过程，应严格按先形成护岸后回填的施工工艺施工。基槽和爆破挤淤淤泥清淤时，建议尽量采用抓斗式挖泥船并尽量采用封闭式抓斗挖泥船，以减少悬浮泥沙入海量。施工期含油废水处理执行《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008），达标后方可外排。

生活污水由生活污水系统收集，定点处理，可在取土区附近根据高峰施工人数修建旱厕并配备三级化粪池；生产所产生的废水由独立的系统收集，经沉淀复用，不会对水环境产生影响。

（10）水土保持方案

在工程建设过程中采取《辽宁徐大堡核电厂一期工程水土保持方案报告书》中设计的各种水土流失防治措施，可有效控制人为土壤侵蚀，改善区域环境，保障工程安全运营，从水土保持角度分析本项目建设不存在绝对制约性因素，项目建设可行。

通过以上的环境保护措施，将有效降低辽宁徐大堡核电厂一期工程陆上和水上施工活动对周围环境带来的影响，预计因工程建设而带来的环境影响是可以接受的。

2、运行期间的污染防治措施

（1）放射性废物处理系统

核电站的“三废”处理系统包括：废液处理系统、固体废物处理系统和废气处理系统。核电站的三废治理与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。“三废”治理原则是尽量回收，把排放量减至最小。排放方式严格遵照国家规定，排放的放射性远低于标准规定的允许值。在地方环境保护主管部门的监督下，有一整套监测系统确保核电站“三废”治理和排放的安全性。经验证明，核电站的三废治理措施已可使放射性的排放低到微不足道的水平。

（2）核电站的纵深防御措施

纵深防御概念应用的另一方面是在设计中设置一系列的实体屏障，以包容规定区域的放射性物质。为此核电厂设置了三道屏障来防止这些放射性物质外逸，确保不污染环境、不对居民构成危害：

•第一道屏障－燃料芯块和包壳

密封的燃料芯块和燃料元件包壳构成了包容放射性物质的第一道安全屏障。高温烧结的圆柱形二氧化铀陶瓷燃料块，一个一个地重叠着放在 ZIRLO 合金管内。这种 ZIRLO 合金管称为燃料元件包壳。锆管两端有端塞，燃料芯块完全封闭在锆合金管内，构成细而长的燃料元件。这些燃料元件用定位格架定位，组成所谓的燃料组件。

•第二道屏障－压力边界

压力容器、蒸汽发生器、主循环泵、稳压器及相关管路的整个冷却剂系统，有其特定的压力边界，称为一回路压力边界。该压力边界构成了包容放射性物质的第二道安全屏障。

•第三道屏障－安全壳

AP1000 型压水堆的安全壳由两层组成，其内部为圆柱形钢制容器，外层为钢筋混凝土屏蔽构筑物，一回路系统的设备都安装在内。AP1000 机型的安全壳系统包括非能动安全壳冷却系统、安全壳隔离系统、氢气控制系统、安全壳泄漏率试验系统、安全壳内裂变产物的泄漏控制系统和安全壳空气过滤系统。安全壳有良好的密封性能，能承受极限事故引起的内压和温度剧增，能承受龙卷风、地震等自然灾害，能承受外来飞射物的冲击，如飞机坠毁的撞击影响。当发生极限事故时，安全壳也可以保证完整性，可以可靠地把放射性物质包容在内，保证向环境释放的放射性物质在允许的限值内。

本工程采用 AP1000 型压水堆，其严重事故缓解措施包括：通过 4 级自动降压系统提

供快速卸压，防止高压熔堆；安全壳内布置了非能动复合器用于设计基准事故的氢浓度控制，多个点火器用于严重事故下的氢浓度控制，防止氢爆炸；严重事故后依靠重力将换料水箱的水淹没反应堆堆腔至反应堆冷却剂管道高度，冷却堆内熔融物，将熔融物保持在堆内，防止混凝土底板熔穿和容器外蒸汽爆炸；通过非能动安全壳冷却系统把安全壳热量排至大气，防止安全壳超压等。此外，还通过减少安全壳贯穿件；安全壳隔离阀设计成故障关闭；堆芯熔化时，快速卸压防止蒸汽发生器传热管失效；安全壳隔离法系统改进等措施来防止直接旁通安全壳，降低大量放射性释放的可能性。

（3）运行期间的流出物监测

辽宁徐大堡核电厂的运行期间流出物监测包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测。其中，气载和液态放射性流出物是造成环境污染和居民受照剂量负担的主要源项。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核电厂的实际情况制定，以确保本电站的流出物排放得到有效的监测、管理和控制。

（4）运行期间的环境监测

为了确保辽宁徐大堡核电厂运行期间的放射性流出物对周围环境和居民的影响符合国家的有关规定，将制定运行期间环境监测计划。实施环境监测的目的是：评价核电厂周围环境介质中放射性水平是否符合环境标准；测定环境介质中核素浓度及大气中γ辐射水平的变化，以评估核电厂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；评估变化趋势，采取预防措施；监测海洋环境介质是否符合国家环保标准；应急响应期间执行应急监测。运行期间环境监测主要项目：

- 气象观测（10m、100m 和其它合适高度处的风向、风速和温度，100m 高度处的湿度，1.5m 高度处的温湿度、大气压、太阳总辐射和净辐射，地面高度处的降雨量）；
- 大气环境γ剂量率（γ辐射固定点连续监测、γ辐射固定点瞬时监测和γ辐射累积剂量）；
- 环境介质放射性核素浓度监测（包括气载放射性物质、水样、作物、生物样品以及土壤和沉积物）；
- 应急监测：核电厂事故工况下的环境应急监测是环境监测的组成部分，在核电厂发生事故时，应急环境监测的任务是对厂址区域的环境γ辐射进行监测以及对空气、土壤、地面水、陆地生物、海水、海洋沉积物等环境介质取样，实验室测量分析，以确定污染区域和污染水平，为评价事故性质、源项大小以及应采取的防护措施

提供依据。它具有快速反应和机动灵活的能力，快速测量分析事故工况下放射性释放对环境造成的污染范围和污染程度。为使应急监测数据及时传送至徐大堡核电厂应急指挥中心，将配备无线数据传输所需的通讯设备。

（5）非放射性污染防治措施

•化学污染监测

本工程在运行期间将会向环境排放少量化学物质（其中还包括热污染），主要是通过液态途径向海洋排放。因此环境监测中考虑了非放射性化学物质测量，以检验液态流出物中非放射性化学有害物是否符合国家有关的排放标准，评估液体流出物中非放射性化学有害物排放对排放口海域的影响。

•噪声、大气及电磁辐射监测

定期进行厂界噪声和厂址周围大气环境监测；定期对辽宁徐大堡核电厂开关站周围及送电线路两侧进行工频电磁场和无线电干扰等测量。

四、环境影响报告书提出的环境影响评价结论的要点

—辽宁徐大堡核电厂的建设可以适当减少煤电项目，有利于保护环境，也有利于促进电力工业和环境的持续协调发展；

—核电厂的施工建设以及核电厂的运行对环境的影响、以及环境对电厂可能的影响均符合我国有关法规、标准的要求；

—从现阶段来看，厂址周围的人口、交通、通讯等分布情况对核电厂实施应急计划都比较有利，不存在难以克服的困难；

— 辽宁徐大堡核电厂正常运行期间和最大可信事故工况下的放射性剂量后果可以满足国家标准《核电厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求；

— 辽宁徐大堡核电厂正常运行期间非放射性的环境影响是可以接受的。

综上所述，从厂址自然和社会环境现状，辽宁徐大堡核电厂厂址安全和对环境的影响等方面分析，在厂址上建造 6 台百万千瓦级核电机组是可行的。

五、公众查阅环境影响报告书简本或索取补充信息的方式和期限

公众可以通过网络登录我公司网站 www.cnlnpc.com 点击“项目公众参与意见反馈”模块查阅环境影响报告书的简本，如需索取其他补充信息，请通过书面形式（信件或传真）申请，网络查阅期限为 2013 年 2 月 25 日~2013 年 3 月 8 日。

（1）建设单位联系方式

单位名称：中核辽宁核电有限公司

通信地址：辽宁省兴城市兴海南路 114 号温馨楼，邮编：125100

联系人：张庆丁

联系电话：0429-2869500

咨询时间：周一至周五 上午：8：00-11：30 ，下午：1：30-5：00

传真：0429-2869200

E-mail：gzcy@cnlnpc.com

网址：http://www.cnlnpc.com

（2）环境影响评价机构联系方式

单位名称：中国核电工程有限公司

单位地址：北京市海淀区西三环北路 117 号 邮编：100840

联系人：李廷君

联系电话：010-88022817

传真：010-68410359;

E-mail：huanping@cnpe.cc

六、征求公众意见的范围和主要事项

根据我国国家标准和导则对核电厂环境影响评价范围（厂址半径 80km 区域）的要求，本次征求公众意见的范围包括辽宁徐大堡核电厂厂址半径 80km 范围涉及辽宁省葫芦岛市、锦州市和朝阳市以及河北省的部份地区，主要涉及葫芦岛市及其下辖的连山区、龙港区、南票区、绥中县、建昌县、兴城市。重点关注厂址半径 15km 范围涉及兴城市的刘台子乡、海滨乡、大寨乡、望海乡、沙后所镇、东辛庄镇和绥中县。本次征求公众意见的主要事项为：

— 对核电及辽宁徐大堡核电项目的了解程度;

— 辽宁徐大堡核电厂建设和运行对公众的主要影响;

— 公众对辽宁徐大堡核电厂建设的态度;

— 公众对辽宁徐大堡核电厂所采取环境保护措施的意见和建议;

— 公众对辽宁徐大堡核电厂建设的其他意见和建议。

七、 征求公众意见的具体形式

公众可以通过电话、传真、书信、电子邮件等形式返回意见。

八、 公众提出意见的起止时间

2013 年 2 月 25 日~2013 年 3 月 8 日。

附件 9.3-2 2013 年补充信息公告发布情况

报纸信息公告发布情况

Huludao Daily 专 版 葫芦岛日报·兴城新闻 11

2013.2.27

辽宁徐大堡核电厂一期工程

选址阶段环境影响评价补充信息公告

一、建设项目情况简述

二、建设项目对环境可能造成影响的概述

四、环境影响报告书提出的环境影响评价结论的要点

五、公众查阅环境影响报告书简本或索取补充信息的方式和期限

网站信息公告发布情况

方安村补充信息公告发布情况

台里村补充信息公告发布情况

附件 9.3-3　辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会会议纪要（2013）

中核辽宁核电有限公司
CNNC Liaoning Nuclear Power Co.,Ltd.

会　议　纪　要

编制部门	记录整理	审　核	批　准	纪要编号
设计管理处	张秋丁 王祥锋 4-18/2013	焦计水 4-18/2013	陈勇	JY-DM-2013-004
地　点	兴城市天和大酒店 9 楼 B 会议室			
主持人	焦计水	会议时间	2013 年 4 月 16 日	

会议议题：**辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会**

依据/参考文件编号：

参加会议人员名单:

详见签到单

成文时间	2013 年 4 月 18 日	共 6 页　第 1 页

抄送：公司领导

辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会记录

2013年4月16日，中核辽宁核电有限公司在兴城市政府和核电项目办协助下，在兴城市天和大酒店召开辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会。会议召集相关利益方代表共计33人，其中包括中国核电工程公司2人、兴城市人大代表2人、政协委员2人、企事业代表5人、个体代表1人、核电厂址附近乡村--海滨乡代表及农民和养殖户代表21人。

一、会议内容和议题：

1. 中核辽宁核电有限公司及徐大堡核电项目概况简介；
2. 核电厂建设必要性；
3. 核电厂对周边环境影响及核电厂事故预防措施；
4. 辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与工作进展情况；
5. 2011年福岛事件后，公众问卷调查情况说明；
6. 公众关心问题解答；
7. 公众对核电厂建设的意见和建议。

二、会议背景、意义及目的：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，公众参与是建设单位、环评报告编制单位同公众之间的一种双向交流方式，也是协调工程建设与社会影响的重要手段。此次会议是继2009年该项目选址阶段公众参与活动完成，并暨福岛事件后，进行补充信息公告和调查问卷的基础上，又一次公众意见征集活动。2011年福岛事件后，国家对核电的规划和发展进行了调整，相关核电技术的应用也相应发生变化，辽宁徐大堡核电项目机型由原来的二

代加改为三代 AP1000 技术。为使核电厂址周边居民对核电发展形势和徐大堡核电项目增加更多了解，保证公众知情权，同时也为使核电建设方更充分了解公众意见和建议，消除公众疑虑，并就相关问题达成共识、共知和认可，中核辽宁核电有限公司再次组织召开座谈会。

此次会议主要是向公众代表介绍辽宁徐大堡核电厂公众参与的进展情况、核电厂建设的必要性、核电厂对周边环境的影响及核电厂事故预防措施、问卷调查情况、公众关心的问题回答、目前对核电厂建设的意见和建议、以及公众关心的其他问题。目的是在调查问卷回收统计的基础上，通过座谈会进一步征询公众意见。

三、会议过程记录：

1、中核辽宁核电有限公司和环评编制单位介绍项目状况、发展核电的意义、核电项目建设过程和运行后对当地经济、环境、能源结构、生活秩序等方面的影响。对核电技术的安全性、环保性等进行说明。对公众调查问卷反映与关注的问题作简要解说。

2、与会代表发言记录：

1）政协代表发言：

- 核电是清洁、高效、环保的能源，它符合国家能源政策，符合科学发展观，并且能拉动兴城地方经济发展；
- 核电技术是先进的、完善的；对日本福岛核电站事故的原因和造成的后果表示了解；对核电的发展形势和能源结构的调整表示理解和支持；
- 本核电是清洁能源，它的选址距离人口集中的城市有安全距离，

并考虑了相关气候条件，不会对城区和周边居民、生活环境产生不良影响；

- 兴城市委市人大政协对这个项目高度的重视，目前正在积极规划配套徐大堡镇的建设项目，达到和谐共赢的效果，希望徐大堡核电早日建成，早日拉动兴城的经济；
- 建议：建设过程中，希望保护周边村民的利益，最好能优先考虑失地农民再就业的安排；多做科普宣传，增加宣传的多样性，尽可能让更多的群众了解核电是安全的；希望能让群众知道废料处理方式，让群众知道后续处理的相关程序，如何让当地居民更快更充分了解不会对居住环境和人体健康产生不良影响。

2）人大代表发言：

- 核电是清洁安全的，政府一定会坚决支持核电发展，希望核电项目早日建成；
- 建议加大宣传力度，内容应简明扼要；
- 建议周边的群众包括党委、政府，要做好治安安全工作。

3）兴城市规划处代表发言：

- 核电的选址处于非地震多发区，不容易产生地震，并且无大的自然灾害；
- 核电项目落到兴城，各部门都会全力以赴，努力配合；
- 建议做一个简单易懂的关于核的普及教育。

4）周边村民代表发言：

- 动迁工作十分顺利，建设方辽宁核电的安置符合国家政策，拆迁

户很赞同，没有反对意见；

- 村民们都盼望核电早日开工，希望能提供多的工作岗位。施工期间要尽量减少噪音、灰尘，施工车辆不要超载超速；爆破施工要尽量放小炮，减小对房屋的震动等。

5）环保局代表发言：

- 各部门要抓住机遇，要尽最大努力协助核电项目建设，希望核电早日开工建设；
- 环保局的态度是非常支持的，不但不给核电项目增加困难，还要积极协助帮助解决困难。

6）电业局代表发言：

- 电业局会进最大力量帮助核电项目建设，盼望核电早日发电；
- 建议多做宣传，使群众更加了解核电。

3、建设方及环评编制方对代表意见的解释及回答：

1）核电厂的乏燃料不是核废料，乏燃料经厂内储存、运输至西北后处理厂，不会对兴城当地产生影响。

2）施工期间将对爆破措施和方案科学控制，采取分段微差爆破、合理时间爆破等，对工程总包和分包单位进行监督，相关工作已经布置，后续工作一定妥善安排。

3）余热排放严格符合国家标准，不会对海洋生态和周边地区有多少影响。

4）多做宣传，增加宣传形式，更加简单易懂，使更多的群众认识到核电是安全、清洁、环保、高效的能源。

5）与地方多沟通交流，增进相互了解，取得共识，建设和谐环境。

四、 后续跟踪事项：

1、公众的意见和建议：

1) 严格按环保、安全规程实施，消除群众顾虑；

2) 建设和运行期间，注意生态和环境保护；

3) 做好搬迁居民的后期安置工作；

4) 加大宣传力度，宣传形式多样化，做到通俗易懂；

2、后续工作安排：

1) 进一步加大核电科普宣传力度，以多种形式向厂址周围公众做好宣传工作；

2) 对公众代表提出的问题在设计、施工中加以考虑，使工程对周围环境的影响降低到最小。

会 议 签 到 单

Participant

编号:
No.
共2页 / 第2页

会议名称 Title	辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会				
会议时间 Time	2013.4.16	会议地点 Location	兴城市天和大酒店6楼B会议室	主持人 Chairmen	焦计水

序号 No.	姓名 Name	单位/部门（通讯地址） Company	职务/职称 Occupation	电话 Tel.	备注 Memo
1	[illegible]	海滨乡政府	乡长	13842121[illegible]	
2	张青陕	海滨乡	养殖户	/	
3	王志强	海滨乡政府	宣传委员	15242937070	
4	张岩峰	海滨乡政府	副乡长	13809886111	
5	郑力夏	海滨村	文书	13042807188	
6	郭南	海滨村	书记	13898788[illegible]	
7	顾久奇	海滨乡,兴永村	书记		
8	张振民	兴永村	主任		
9	[illegible]	中核辽宁核电有限公司	高级经济师		
10	陈勇	中核辽宁核电有限公司	总经理助理		
11	[illegible]	〃			
12	吕伟	兴城政府	副主席	13284[illegible]4888	
13	徐志民	兴城市核[illegible]	主任		
14	王巧龙	中核辽宁核电有限公司	经理		
15	赵亚典	兴城市[illegible]	处长	13946294[illegible]633	
16	张庆丁	中核辽宁核电有限公司			
17	王祥锋	中核辽宁核电有限公司			
18					
19					
20					
21					
22					
23					

会 议 签 到 单

Participant

编号:
No.
共2页 / 第1页

会议名称 Title	辽宁徐大堡核电厂一期工程公众参与座谈会				
会议时间 Time	2013.4.16	会议地点 Location	兴城市天和大酒店5楼B会议室	主持人 Chairmen	焦计水

序号 No.	姓名 Name	单位/部门（通讯地址） Company	职务/职称 Occupation	电话 Tel.	备注 Memo
1	方志忠	双庙子村			
2	杨文财	〃			
3	[illegible]	茅屋村			
4	陈振[illegible]	〃			
5	冯[illegible]	方安村			
6	朱[illegible]伟	〃 〃			
7	田[illegible]	〃 〃			
8	杨[illegible]	茅屋村			
9	韩[illegible]	茅屋村			
10	刘[illegible]	刘屯村			
11	袁[illegible]	刘屯村			
12	王[illegible]祥	吕里村			
13	邵[illegible]祥	吕里村			
14	张[illegible]	中国核电工程有限公司	设计经理	13911461922	
15	韩小民	〃	工程师	13699280065	
16	[illegible]	政协委员		13898785718	
17	郭[illegible]	政协委员		15902423366	
18	袁[illegible]	人大代表		13942927267	
19	朱[illegible]	电业局		15049923445	
20	[illegible]	兴城市环保局	代表	13358826888	
21	温[illegible]	〃 审批科			
22	[illegible]	兴城市建设局	代表	13898288000	
23					

图 9.4-1 核能知识科普讲座

图 9.4-2 核电站现场调研学习

图 9.4-3 核电科普趣味运动会

图 9.4-4 核电站现场调研学习

第十章 电厂建设和运行的效益分析

10.1 利益分析

10.1.1 核设施产品（发电）带来的利益

10.1.2 设施建设运行带来的连带利益

10.2 代价分析

10.2.1 直接代价

10.2.2 间接代价

10.2.2.1 社会代价

10.2.2.2 环境代价

10.3 代价效益分析

10.3.1 经济效益

10.3.2 社会效益

10.3.3 环境效益

10.4 结论

10.1 利益分析

10.1.1 核设施产品（发电）带来的利益

辽宁徐大堡核电厂按六台百万千瓦机组规划，一期工程建设 2 台 AP1000 压水堆核电机组。建设规模为 2×1250MW。设计寿命期为 60 年，经济评价期为 30 年。根据财务评价分析结果，电厂在投产 15 年后可全部偿还国内和国外的贷款本息，平均每年向国家和地方缴纳税金 13.19 亿元。

10.1.2 设施建设运行带来的连带利益

随着辽宁省经济的快速发展，辽宁省电力负荷将会持续增长。本工程是辽宁省未来可供选择的电源建设项目之一，能够解决东北地区，特别是辽宁省中部鞍辽营地区的电力需求，有利于辽宁省环境质量的改善。从长远看，东北地区，特别是辽宁省的能源是不能自平衡的，核能是保障东北老工业基地振兴的新能源之一。为保持东北地区，特别是辽宁省电力的可持续发展，应积极开展核电的建设工作。

辽中地区缺电情况较为严重，其所缺电力主要通过东北电网煤电基地输送。因此，徐大堡核电厂一期工程的建设不仅将有效地解决能源供求矛盾，能缓解交通运输和环境保护压力，为地方和区域经济可持续发展提供强大的动力，而且可以改善电网的电源结构，为东北电网的安全稳定运行发挥重要作用，有利于辽宁省环境质量的改善及社会经济的可持续发展。

辽宁徐大堡核电厂一期工程在建设期间，可提供约 5 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 800 人。

辽宁徐大堡核电厂一期工程的建设将进一步有利于当地的交通、通讯、建材、教育及其他市政设施和福利事业的发展，对加快东北地区的经济发展具有重要意义。

辽宁徐大堡核电厂一期工程作为我国 AP1000 标准化设计项目将大力推进设计自主化和设备制造本地化，加快我国百万千瓦级核电站的国产化进程。在提高核电安全可靠性，大幅降低核电造价，增强核电竞争力的同时，将全面带动我国核工业系统的地质、采矿、水冶、同位素分离、元件和后处理等产业的发展，同时也会促进核设备与仪表制造、建筑安装、科研和管理等方面的发展。

10.2 代价分析

10.2.1 直接代价

辽宁徐大堡核电厂一期工程项目工程计划总资金约为 400 亿元，包括建筑工程费、设备购置费、安装工程费、2/3 首炉燃料费等工程费用和建设单位管理费、勘察设计费、生

产准备费等工程其他费用以及预备费、建设期贷款利息、铺底流动资金等。辽宁徐大堡核电厂一期工程项目直接和间接用于环境保护的费用约占总投资的 5%，为环保设施的建设投资约 214864 万元。详见表 10.2-1。

辽宁徐大堡核电厂一期工程项目在运行期间，平均每年需要投入一定的资金，用来支付核燃料、运行维护、大修和设备更换、燃料后处理、退役基金、放射性废物处置基金等费用。

根据核工业总公司 1996 年颁发的《核动力工程建设项目经济评价实施细则（试行第二版）》的有关规定，核电站的退役费用应该以退役基金的形式计入商业运行后企业的总成本费用，一般规定的退役基金的提取方法是以固定资产原值为基数，总额一般控制在固定资产原值的 10%。辽宁徐大堡核电厂一期工程项目的退役基金以发电工程固定资产原值为基数，提取比例为 10%。从计算期第一年开始提取。

对于乏燃料后处理和放射性废物处置基金的提取数额，依据《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》财综[2010]58 号文，辽宁徐大堡核电厂一期工程项目的乏燃料后处理处置费，从投产后第六年开始提取。

中低放废物处理处置费从投产后第一年开始提取，计算期内平均每年提取约 875 万元。

10.2.2 间接代价

10.2.2.1 社会代价

辽宁徐大堡核电厂一期工程的运输包括施工期间设备、大型设备、建筑材料的运输，生产期间的换料、乏燃料、固体废物运输，以及正常的人员进出运输等，其运输量非常大，不可避免的增加当地的运输负担。

辽宁徐大堡核电厂一期工程建设期间，施工队伍和流动人口的大量涌入，将对当地的市政设施和社会治安造成较大的压力，对当地居民的生活带来一定的负面影响。为此，辽宁徐大堡核电厂一期工程将计划投资建造部分设施，以减轻当地政府的压力。当地政府也将增加治安和社会服务等方面的投入。

10.2.2.2 环境代价

核电站施工期间对环境的影响主要表现在噪声、扬尘、少量有毒化学品和放射源的使用、生活污水和生产废水以及施工建设对自然景观造成一定程度的破坏等方面。但是由于在核电站的施工过程中，严格按照国家有关规定进行操作和管理，制定了满足环保要求的施工方案和施工组织设计，并采取了相应的防护措施，所以对周围环境造成的影响是很有限的。

为了达到保护环境和保护公众的目的，辽宁徐大堡核电厂一期工程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辽宁徐大堡核电厂一期工程的环境影响做出了详细的论证。

10.3 代价效益分析

10.3.1 经济效益

辽宁徐大堡核电厂一期工程项目的建设，其经济效益在电力行业里属中等水平。电厂每年向国家上缴税金一项可达 13.19 亿元。

辽宁徐大堡核电厂一期工程项目的建设，可发挥堆群优势，降低建设造价和营运费用，降低上网电价，增强核电的竞争性，做到以核养核，滚动发展。

10.3.2 社会效益

从前面的代价、利益分析中可以看到，辽宁徐大堡核电厂一期工程的建设对社会带来的利益显著大于对社会的不利影响。

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，电厂定员为 800 人，有利于社会的安定团结。促进当地金融等服务产业发展。同时，优化能源结构、带动相关产业发展等。

作为我国 AP1000 标准化设计项目，辽宁徐大堡核电厂一期工程将进一步推进我国核电设计自主化和核电设备制造本地化，充分发挥国内设计院和工程建设单位的潜力，极大提高我国设计人员的业务水平，在提高核电机组安全可靠性的同时，为我国核电事业的发展做出贡献。

在辽宁徐大堡核电厂一期工程的建设和运行中，将带来可观的就业机会，并培养出一批核电站建设组织管理人才，为其后续机组和国内其它核电厂的建设培养人材。

10.3.3 环境效益

通过辽宁徐大堡核电厂一期工程的建设，将使厂址区附近原来的山、丘陵、坡地等，通过总体规划设计、绿化和美化，构成一个崭新的人文景观。

核电厂两台百万千瓦级核电机组每年可使电网减少燃煤600万吨，如灰分按15%计算，可减少 90 万吨灰渣。核电可以避免有害气体和烟尘的产生，这将在减排温室气体方面发挥作用。

同时，用大型商用核电厂代替了燃煤电厂，将大量降低燃煤电厂释放的 CO_2、SO_2、

NOx 等有害气体对环境的污染，缓解酸雨的发生。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。

10.4 结论

从以上分析可以得出结论：建设辽宁徐大堡核电厂一期工程是经济的、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。辽宁徐大堡核电厂一期工程的建设，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。

表 10.2-1　电厂环境保护费用汇总表

序 号	项　目　名　称	费　用(万元)	备　注
1	核岛三废处理系统	91650	
2	核岛通风系统	29539	
3	常规岛水处理系统	8211	
4	厂区三废处理及环境保护系统	66302	
5	流出物监测和环境监测系统	13658	
6	环境整治	3536	
7	施工期间环保费用	1969	
	合计	214864	

第十一章 结 论

11.1 核电厂工程

11.2 环境保护措施

11.3 放射性物质排放

11.4 辐射环境影响评价结论

11.5 非放环境影响评价结论

11.1 核电厂工程

辽宁徐大堡核电厂一期工程厂址位于辽宁省兴城市海滨乡方安村徐大堡东南侧海岸边，东临辽东湾，地理坐标为东经 120°32′05″～120°34′12″，北纬 40°20′01″～40°21′44″。

厂址北北东距海滨乡约 5km、距兴城市约 32km、距葫芦岛市约 46km、距沈阳市约 292km，东北东距营口市约 146km，西距绥中县城约 18km、距刘台子乡约 5km，西南西距秦皇岛市约 94km，南南东距红沿河核电厂约 103km（均为直线距离）。

辽宁徐大堡核电厂规划容量为 6×1000MW 级核电机组，一次规划布置，分期实施。一期工程建设 2 台 AP1000 机组，每台 AP1000 机组的核蒸汽供应系统（NSSS）的额定功率为 3415MWt，堆芯额定热功率为 3400MWt，发电机额定电功率为 1250MWe。AP1000 作为我国引进的美国“三代机组”，已经通过了美国核管会的审评，并且获得最终设计批准。与典型的先进能动压水堆核电厂相比，AP1000 机型包括了许多非能动的安全特性和大量的电厂系统简化，提升电厂的安全性，并简化核电厂的运行，减少电厂的维护需求，缩短了电厂的建设周期。AP1000 的设计和建造将按国家要求执行“最先进的标准”，能够满足国家核安全局已颁发的现行有效的核安全法规和核安全导则的要求，同时参照国际原子能机构所颁布的最新安全标准的要求，设计和建造执行的法规和标准能够确保核电厂构筑物、系统和设备的安全性达到国际上核电发达国家的法规和标准要求。

辽宁徐大堡核电厂一期工程所采用的 AP1000 机型作为“三代机组”，具有如下主要特点：

- 堆芯热工裕量大于 15%，堆芯损伤概率为$<5.1\times10^{-7}$/（堆·年）；
- AP1000 核电机组设计寿命为 60 年，机组可利用率 93%；
- 堆芯配装 157 个燃料组件，燃料富集度的选择和分区是以尽量使堆芯反应性分布与 18 个月换料的平衡循环相近的原则进行的；
- AP1000 型燃料组件由 17×17 正方形排列的燃料棒和燃料组件骨架组成，采用 ZIRLO 锆锡铌合金作为包壳材料，可采用整体燃料-可燃毒物 IFBA 和轴向低富集度区设计，采用了改进型一体化上管座（WIN），燃料棒内设置上、下两个气腔，燃料棒下端塞和燃料棒下部进行预氧化处理；
- 反应堆冷却剂系统由两条相同的传热环路组成，每台机组采用 4 台无轴封泄漏的屏蔽式主泵，主泵入口直接焊接在蒸汽发生器底部，出口则与冷端主管道相连；
- 压力容器内表面覆盖有奥氏体不锈钢堆焊层，用于保护基体金属免受一回路冷却剂的腐蚀，压力容器的设计可以在不排空堆芯的情况下对主泵进行维修；

- 非能动余热排出管嘴接在一号蒸汽发生器冷端的封头上，在应急情况下为冷却一回路侧提供来自非能动余热排出热交换器的循环流动；
- 稳压器容积较大，其瞬态响应能力较强，有利于减少停堆事件的发生频率和限制事件的发展；
- 本工程所采用的专设安全设施主要包括：
  - 安全壳钢壳和非能动安全壳冷却系统（PCS）：可以从安全壳厂房内导出足够的热量以在假想的设计基准事故下阻止安全壳超过其设计压力，限制事故后放射性物质的释放；
  - 安全壳隔离系统：提供安全壳隔离，保护安全壳边界的完整性，防止或限制事故后裂变产物向外释放；
  - 安全壳氢气控制系统：限制反应堆安全壳大气中的氢浓度，在发生各类假想事件后，不会威胁安全壳完整性；
  - 裂变产物控制系统：发生假想事故时，安全壳、贯穿件和隔离阀用来限制放射性物质的释放，设计基准事故后，安全壳内的自由体积为 58333m^3，设计基准泄漏率为 0.1%。

综上所述，辽宁徐大堡核电厂一期工程所采用的 AP1000 作为“三代核电机组”，其各项技术指标满足《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及 2020 年远景目标》、《“十二五”期间新建核电厂安全要求》和《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》等方面的内容。核电厂在设计中以“纵深防御”作为安全原则的基础，在反应堆固有安全性的基础上，通过设置合适的控制系统、保护系统和专设安全设施，在各种运行工况下可以尽可能减少放射性物质向环境的释放，保护公众和电站工作人员的安全。

11.2 环境保护措施

辽宁徐大堡核电厂一期工程主要环保设施参照浙江三门核电站并进行了相关改进，本工程设置的放射性废液系统、废气管理系统、固体放射性废物系统、厂址废物处理设施（SRTF）构成了完整的三废处理系统，三废处理系统的设计性能可以满足本工程预期的废物处理要求。

（1）放射性废液系统

放射性废液系统由液体放射性废物系统（WLS）、放射性疏水系统（WRS）、蒸汽发生器排污系统（BDS）、二回路生产废水槽式排放系统、化学和容积控制系统（CVS）、乏燃料水池冷却系统（SFS）以及相应的流出物监测系统组成。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（包括发生预计运行事件时）产生的放射性废液。

本工程每台机组设置一套放射性废液系统（WLS），该系统用于收集、处理、监测和达标排放正常运行和预计运行事件产生的放射性废液，该系统同时还可以执行安全壳隔离等安全相关功能，还可以将系统内固定式设备不能或不适合处理的废液送往 SRTF 处理或由 SRTF 移动式设备处理。

WLS 系统设置了 2 个流出液暂存槽和 2 个废液暂存槽用于贮存含硼反应堆冷却剂废液和地面疏水，此类废液通过过滤器加离子交换来进行处理，WLS 系统预期年废液处理量约为 3000m^3。对于洗涤废液和化学废液分别设置有洗涤和化学废液槽，洗涤废液通常循环取样分析合格后直接监测排放，必要时送至废液暂存槽进一步处理或送至 SRTF 处理；化学废液则直接输送给 SRTF 进一步处理。

WLS 系统收集或处理的四类废液除化学废液直接转送至 SRTF 处理外，其他废液经处理后均通过设置的 6 个监测槽监测后达标排放。WLS 系统的排放管线上设置一台放射性检测仪，若监测放射性水平超过排放限值，则联锁关闭排放管线隔离阀，同时停运监测槽排放泵来停止放射性废液的释放，监测槽内的废液将返回废液暂存槽，待进一步处理，电厂液态放射性流出物采用槽式排放方式。WLS 系统监测槽的废液需与 WWS 系统排污水循环混合后排放，按照 18 个月换料单台机组运行，到核电厂总排放口硼浓度为 0.14～0.41ppm，远低于 2ppm，满足辽宁省地方标准排放限值的要求。

为了增加事故工况下对贮槽破裂废液的滞留能力，本工程 WLS 系统进行了改进，即在废液放射性水平较高的流出液暂存槽间增设钢覆面，并增设相应的地坑和地坑泵，以在满足正常运行工况下房间疏水功能的同时，在事故工况下具备滞留贮槽破裂废液的能力。

其它常规岛厂区各相关系统产生的待排放的可能被放射性污染的废液，由二回路生产废水槽式排放系统进行接收、贮存，取样监测达标后在连续剂量监测仪监测下进行槽式排放。

（2）废气管理系统

每台机组设置一套气体放射性废物系统（WGS），其执行的功能包括废气收集、处理、受控排放等。WGS 系统采用常压活性炭延时床吸附衰变工艺进行放射性废气的处理，设置 1 个活性炭保护床和 2 个活性炭延迟床。WGS 对于氙的滞留衰变时间为 38.6d，对于氪的滞留衰变时间为 2.2d，两个活性炭延迟床以串联的方式相连，正常运行期间单台延迟床便可提供足够的处理能力，当因故障需要隔离一台延迟床时，仍能继续维持系统的连续运

行。在 WGS 排放管线上设置有放射性探测器以进行连续监测，在放射性水平高到整定值时提供报警信号，提醒操作员并可联锁关闭排放管道上的隔离阀，此外该系统还可对流出物进行随机采样以便分析。

电厂运行期间，除对各系统的废气进行监测外，对于核岛烟囱排放至大气的放射性惰性气体进行连续监测，对于气溶胶和放射性碘进行连续监测和取样，对于烟囱中 C-14 和 H-3 监测为连续取样并定期进行测量分析，对于烟囱排放的实时监测和取样监测可以保证对废气排放的有效控制。

（3）固体放射性废物系统

WSS 系统由位于辅助厂房部分和放射性废物厂房部分组成，用于收集和暂存正常运行以及预期运行事件产生的废物，后送往厂址废物处理设施（SRTF）进一步处理和中间贮存。WSS 系统主要设备的设计寿命为 60 年，并具有可靠性高、维护费用低和对运行和维护人员辐射照射最小化的特点，本系统具有足够的废物临时贮存空间，所以电厂维护、检修或更换 WSS 设备都不会影响电厂的正常运行。根据 GB18871-2002 对于辐射照射控制的要求，放射性废物的收集和贮存考虑适当的辐射防护措施，如设计采用远控和半远控运行，采用树脂输送管线自动冲洗和对装有放射性物质的设备、管道和容器进行屏蔽，严格控制通往废物贮存区的通道，设置适当障碍物等，使电厂运行和维修人员所受的职业照射合理可行尽量低。

（4）厂址废物处理设施

厂址废物处理设施（SRTF）是一个全厂（六台机组）共用的放射性废物处理设施，SRTF 作为核岛三废处理系统的补充，提供完整、适宜的手段来处理核岛产生但无法直接处理的各类废物。SRTF 考虑厂址同时有两个机组换料大修、四个机组正常运行的需要。废物暂存库按照暂存 6 台机组 5 年产生的中、低放废物总量设计。

SRTF 的设计以 AP1000 机组产生的废物为（上游工艺）输入源项，拟采用国际上成熟的处理工艺，结合国内制造、生产能力进行设计。该设施可划分为废物处理区、洗衣房、废物暂存库三个区域。废物处理后均采用统一包装容器（200L 钢桶）进行包装，并送往设施内的废物暂存库进行暂存。

对于过滤器芯采用水泥直接灌浆固定的工艺（通风系统过滤器芯先进行预处理），对于可压实干废物采用超压工艺和灌浆固定工艺，不可压实干废物采用水泥灌浆固定工艺，废树脂采用热态超级压实的减容处理工艺，核岛、去污及热检修车间和 SRTF 内的化学废液采用蒸发、桶内干燥工艺处理，同时 SRTF 内还设置了移动式设备处理系统（MBS），

主要用于处理0.25%燃料元件包壳破损率下的冷却剂类疏水等超出核岛液体放射性废物系统（WLS）处理能力的处理后排出水。本工程采用可降解防护用品替代部分传统的防护用品，可降解废物处理系统（LCS）将使用过的可降解防护用品进行处理，并对产生废水进行暂存、处理、取样分析，最终输送至SRTF洗衣房监测排放槽监测、排放，可以有效的降低固体废物产生量。

本工程的废物最小化主要通过源头控制、合理分类收集处理和采用改进的废物处理工艺来实现，废物最小化的设计目标是：在满足标准规范要求的同时，每年每台机组放射性废物包体积的设计值约为224.3m^3，预期值约为49.6m^3。

在采用以上先进的放射性废物处理工艺，使处理后的液态、气载放射性流出物排放满足GB6249-2011《核动力厂环境辐射防护规定》及GB14587-2011《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》的规定，使每台机组预期的放射性固体废物产生量低于50m^3/年。

为保证核电厂各系统运行的有效性，保护环境、公众和职业人员安全，辽宁徐大堡核电厂将设置完整而全面的流出物监测和非放射性流出物监测系统，将设置一套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施与气象监测系统，并且制订运行期间流出物和环境辐射监测方案以及应急监测方案。

对于生活污水，辽宁徐大堡核电厂设置了生活污水处理站进行处理，生活污水处理站出水的排放部分满足我国国标和辽宁省的相关排放标准，深度处理的出水可以满足回用水标准进行回用。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。

由上所述可知，辽宁徐大堡核电厂的废物处理系统的设计性能和放射性流出物监测系统的预期效果，完全可以满足对核电厂周围环境保护的要求。

11.3 放射性物质排放

辽宁徐大堡核电厂一期工程2台机组的年设计排放量和厂址排放量控制值见表1.7-1，从表中可见一期工程的年排放量低于国标GB6249-2011规定的厂址排放量控制值，并为后期工程留有裕量。

11.4 辐射环境影响评价结论

11.4.1 运行状态下的辐射环境影响

（1）对公众的辐射影响

按照辽宁徐大堡核电厂一期工程2台机组的年设计排放量作为环境影响评价源项，计算得到本工程2台机组运行状态下，厂址半径80km范围内最大个人有效剂量为

3.49×10^{-5}Sv/a，约占本工程年个人剂量约束值（0.25mSv/a）的 13.96％。其中，气态途径所致的剂量为 3.38×10^{-5}Sv/a，液态途径所致的剂量为 1.07×10^{-6}Sv/a。

（2）对非人类物种的辐射影响

本工程两台机组运行状态下，液态放射性流出物对水生生物的辐射影响评估结果表明，在厂址近区 0～3km 海域范围内，放射性核素对 9 类生物的影响率均在 10^{-2} 数量级以下，对各类生物的内照射剂量率都在 10^{-2}μ Gy/h 以下，外照射剂量率都在 10^{-2}μ Gy/h 以下；在 0～80km 海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 10μGy/h（ERICA 推荐的筛选值）。因此，本工程 2 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。

由分析计算可知，在本工程 2 台机组运行状态下，厂址半径 80km 范围内公众所受最大个人剂量满足国标的剂量约束值要求，水生生物所受辐射影响满足相关剂量验收准则的要求，厂址半径 80km 评价区范围内的公众和水生生物均是安全的。

11.4.2 事故工况下的辐射环境影响

在本工程的事故工况辐射影响评价中，考虑了 10 类工况 III 事故和 8 类工况 IV 事故，经分析对其中 6 类需要进行放射性后果评价的事故进行了向环境释放的源项以及对环境造成的放射性后果的分析计算，包括大破口失水事故（LOCA）、弹棒事故（CREA）、安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）、反应堆冷却剂主泵转子卡死事故（LRA）、燃料操作事故（FHA）、蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR），这 6 类事故中，只有 SGTR 事故按照稀有事故评价，其它事故均按照极限事故进行评价。评价的 6 类设计基准事故中，只有 SGTR 事故按照稀有事故进行评价，从计算结果可知，所有事故的剂量后果均小于 GB6249-2011 中相关的剂量控制值，各类设计基准事故导致的潜在环境放射性后果是可以接受的。

11.5 非放环境影响评价结论

11.5.1 施工建设过程对环境的影响

（1）社会环境影响

本工程的建设所用土地均在辽宁徐大堡核电厂的拟征地范围内。厂址非居住区半径 0.8km 范围内目前距离厂址最近的是海滨乡台里村的小南海，位于厂址 NNE 方位 0.7km，小南海自然村将全部搬迁至李宝沟附近，位于厂址方位 NNE 约 1.2km。此外，方安村的徐大堡已有 107 户 407 人搬迁至打井立和后徐大堡 2 个移民新村，打井立位于厂址的 W 方位 1.7km，后徐大堡位于厂址 W 方位 1.3km，其余 173 户搬迁工作正在进行。对社会环

境的影响十分有限。

（2）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学环境将会产生影响。但爆破施工是阶段性的，且最近的居民点距离反应堆厂房中心和厂址征地边界较远，不会出现扰民现象。根据对施工噪声的影响类比分析可知，徐大堡核电厂施工过程主要包括土建、安装、内部装修、调试等，预计施工造成的声环境影响是有限的，而且这种影响是暂时的和局部的，随着施工的结束，施工噪声的影响也随之消失，核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。为保证施工期间噪声影响符合相关标准的要求，降低对周围居民和环境的影响，根据现场施工进度将安排施工期噪声监测。

（3）大气环境质量影响

施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路修建、渣土堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，影响厂址区域大气环境质量。根据对施工期间大气环境质量影响的类比分析可知，辽宁徐大堡核电厂施工造成的大气环境质量影响是暂时的和局部的，采取定期清扫进厂道路地面、局部已竣工的地点尽快种植植被、尽可能减少砂土裸露、洒水降尘等措施，可以将这种影响降低，并且随着施工的结束，这种影响也随之消失。为监测施工过程中的大气环境质量影响，将对厂址周围环境和居民的影响降至最低，本工程将在厂界评价区域进行施工期大气环境监测工作。

（4）水的利用

施工期间对于施工场地排水工程将结合施工场地总平面布置，采用自流和泵房提升相结合的方法，对施工场地排水进行系统规划，使厂内的集水迅速排导，能满足场地排水和水土保持的要求。生活污水由生活污水系统收集，定点处理；生产废水由独立的系统收集，经沉淀复用，不会对水环境产生影响。

水域施工工程所需土石方量较大，施工期周期较长会对水域环境造成一定影响，可能的地基处理方法如爆破挤淤有水下冲击波、爆炸震动和爆炸掀沙等问题，这些影响将对工程附近海域水体环境、海洋生物及养殖业和施工船舶等产生一定影响。本工程涉及清淤工程，随着疏浚区沉积物的挖出，疏浚区原有沉积环境将不复存在，底栖生物将被损伤破坏。为减小水域施工的环境影响，本工程在施工期间将采取严格的措施来减轻泥沙入海、疏浚、含油污水和生活污水等方面的影响，做到污水达标排放或复用，将施工期间对水域的影响减至最低。

（5）水土保持

本工程水土保持方案已经于 2012 年得到了水利部的批复，施工期间，将采取一系列措施进行水土保持防治，包括：

- 工程措施：表土剥离、厂区防排洪工程（包括截水墙和截洪沟）、厂区边坡防护；
- 植物措施：厂区绿化规划设计、厂区边坡植草；
- 临时防护措施：厂区表土临时防护、厂区施工道路临时排水、临时堆土需用密目网遮盖。

通过以上的措施，可以有效的防治施工期间的水土流失情况。为对水土保持措施进行控制和对实施效果进行验证，同时对施工期的水土流失情况进行评价和及时发现问题，本工程将开展全面的水土保持监测工作，以便于提出相应的对策和采取行之有效的措施不断改进和完善，全面防治新增水土流失和改善生态环境。

（6）供暖锅炉的影响

本工程拟建设 4 台热功率为 14MW 的燃煤热水锅炉，采用一体式高效脱硫除尘装置，4 台锅炉共用 1 座烟囱。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）规定，确定本项目大气评价工作等级为三级，评价范围为以厂址为中心 2.5km 的范围。徐大堡核电厂厂址为二类功能区，根据 GB13271-2001 锅炉大气污染物排放标准，经计算供暖锅炉运行期间烟尘和二氧化硫的排放浓度分别为 117.0mg/m^3 和 120.0mg/m^3，均为达标排放。本工程锅炉运行期间产生的排水经沉淀和降温后排放，产生的锅炉煤渣暂存后进行再利用，锅炉产生的噪声经分析对周围环境的影响是可以接受的。

（7）施工期环境监理

本工程的环境监理主要包括施工期环境保护达标监理、生态保护措施监理和环保设施监理。通过施工期环境监理的开展，可以对建设过程中各种污染因子达标情况、生态保护措施的落实情况、环保设施建设和使用情况等进行及时的监督和管理，并及时开展相关的评估，以将施工期的环境影响减至最小。

11.5.2 运行期间对环境的影响

11.5.2.1 温排水的环境影响

（1）温排水物理影响

核电厂非放环境影响主要是电厂运行时余热排入环境。

目前厂址近岸海域为特殊使用功能区，该功能区中部 3.5km^2 海域水温不得高于《海水水质标准》（GB3097-1997）中关于混合区的水温指标，外围 11.8km^2 海域水温不得高于 III 类功能区的水温指标。本工程 2 台 AP1000 机组冷却水需水量为 138m^3/s，根据温排水

物理模型试验和数值模拟研究情况，2 台机组运行工况下的温排水引起的 1℃和 4℃温升最大包络范围满足厂址所在海域环境功能区划的要求，温排水对厂址所在海域的影响是有限的。

（2）对海洋生物的影响

在厂址附近海域，多次调查记录到的海洋生物均为常见种，没有国家或地方珍稀保护物种。根据分析，核电温排水引起海水增温 3℃范围内的海洋浮游生物量将减小，影响此区域的生态环境，但核电厂一期工程以及厂址 6 台机组共同运行时引起的 3℃增温范围有限，相对于厂址所在的辽阔的辽东湾海域来讲，温排水排放对浮游生物的影响是较小的。

温排水对鱼卵、仔鱼影响主要在春、夏季，在水温升高较大的冬季不存在对鱼卵仔鱼影响。温排水调查海域鱼卵和仔鱼的总数量及季节变化均无明显影响，鱼卵死亡率的影响也不显著，温升对鱼卵和仔鱼的生存影响不大。工程所在区域不是经济鱼类产卵区，因此，核电温排水对鱼卵、仔鱼影响不大。

鱼类对超出适宜温度范围的高温或低温水体，均具有回避反应，在高温季节，升温场内鱼类会有所减少，但对整体渔业生产不会产生明显影响。本海区 7 月年平均水温为 23.9℃，加上 4℃的温升不超过 28℃，海水温度的升高对鱼体发育的影响较小。

11.5.2.2 取水口的环境影响

在核电厂运行时，冷却水系统需从辽东湾海域中取用大量的冷却水以带走余热，在取水过程中会对对海洋生物产生机械损伤和卷吸效应。核电厂的取水明渠口门处海水流速约 0.31~0.37m/s，可能吸引成鱼的影响范围不大，碰撞在栅网上的成鱼仍有逃脱的可能，在核电厂运行期间，预期不会发生因取用冷却水而导致附近大批成鱼机械损伤的情况。根据分析，预计在辽宁徐大堡核电厂运行期间，卷吸效应对海洋生物的影响是极其有限的，不会造成整个区域海洋生态的变化，对该海域海洋生态的影响很小。

11.5.2.3 其他废水的环境影响

本工程生产过程中产生的废水经处理和监测后满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB211627-2008），满足厂址所在海水区域的 II 类功能区海水水质标准，监测合格的废水排放后对厂址所在的渤海海域影响很小，给水处理过程中产生的污泥处理后外运，不向水体排放固体物质。

核电厂生活污水及非放射性生产废水处理的排放物中除总有机物外，不会导致任何有毒化学物质进入受纳水体环境中。生活污水经核电厂设置的污水处理站处理后其水质不仅满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB211627-2008）的相关要求，同时达到《城市污水再

生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中回用水标准，充分回用后多余中水排放至大海。

非放射性生产废水（主要为含油废水）处理达到 DB21/1627-2008 标准后送至监测水箱，排入虹吸井下游连接井，经大量循环水稀释后，至总排放口处水质小于一、二类海水水质标准中的石油类指标，不会对渤海湾水体产生影响。

余氯是核电厂排放的主要化学物质之一，根据相关研究结果，对本工程余氯排放初步分析后可知，辽东湾水量丰富，扩散稀释能力较好，余氯不会对受纳水体产生明显影响。

综上所述，辽宁徐大堡核电厂一期工程在设计中对产生的“三废”采取了相应有效的处理措施，使“三废”排放能够满足国家和地方有关环保法规和标准的要求，也满足《“十二五”期间新建核电厂安全要求》。预测的核电厂正常运行和事故工况下的辐射后果影响较小，均满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的相关要求。核电厂运行产生的其他非放污染影响均不会对环境造成明显的影响。因此，从环保和安全的角度考虑，该工程的建设是可接受的。

附件：

辽宁徐大堡核电厂一期工程环境风险评价

（建造阶段）

目　录

1 建设项目环境风险识别

1.1 建造阶段环境风险识别

1.2 运行阶段环境风险识别

2 源项分析

3 后果预测与评价

3.1 评价因子和评价标准

3.2 评价结果

4 风险管理

4.1 风险控制措施

4.2 应急预案

5 环境风险评价结论

1 建设项目环境风险识别

本工程在施工和运行期间的环境风险包括施工过程中产生的固体废弃物、废水、废气、粉尘和噪声等污染物排放对环境的影响，运行过程中温排水和化学物质排放，正常运行时气载、液态放射性流出物排放的环境影响，以及放射性事故对环境和公众的后果影响。

1.1 建造阶段环境风险识别

辽宁徐大堡核电厂一期工程施工期的施工活动会产生一定数量的固体废弃物、废水、废气、扬尘和噪声等污染。固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期会产生一定量的生活、生产污水，施工船舶及重件码头机舱会产生一定的含油污水和生活污水，取土区施工机械也会产生少量的含油污水。生活所排放的生活污水由生活污水系统收集，定点处理；生产所产生的废水由独立的系统收集，经沉淀复用，不会对水环境产生影响。船舶含油污水经油水分离和处理设施处理后港外排放，取土区施工机械含油污水采用间歇处理并定时向隔油池投加絮凝剂(聚合氯化铝)的处理方式，达标后外排。本工程拟建 4 台热功率为 14MW 的燃煤热水锅炉，经分析评价锅炉排放的废气、废水、灰渣和噪声对周围环境的影响是可接受的。另外，在施工中还可能会存在一定的水土流失、海域施工对海域环境的影响，以及一定的危险化学品和放射源，如用于设备表面处理的化学物质和缓蚀剂、用于土石方爆破的炸药、用于无损探伤检验的 γ 放射源等。对于危险源，施工单位严格执行使用管理规定；对于施工影响在施工中均制定了相应的防治措施，因而预计因工程建设而带来的环境影响是可以接受的。

1.2 运行阶段环境风险识别

核电厂运行阶段的环境风险包括非放射性风险和放射性风险，对于放射性风险包括正常运行的辐射影响和事故的辐射影响。

1.2.1 非放射性环境风险识别

1.2.1.1 温排水的环境风险识别

辽宁徐大堡核电厂的循环冷却水及厂用水均取用辽东湾的海水。一期工程取水量为 138m^3/s，规划总装机六台核电机组总需水量为 414m^3/s。

取排水方案采用明渠取水、明渠排水方案。六台机组合用一条取水明渠，取水明渠位于厂区东部，取水口门位于厂区东部，水深约-6.5m 的区域，取水渠底开挖至-6.5m，可保证在设计基准低水位工况下的厂用水系统取水安全。取水明渠口门朝向为 NE 向，

可有效避开工程海域的主浪向（S~SSW）。冷却水自虹吸井出来后经过取排水交叉构筑物（即排水暗渠）排至引水明渠外侧的排水明渠，取、排水明渠通过中隔堤分开。六台机组共用一条排水明渠，排水明渠口门位于厂区西南部海域水深约-6m 的区域。

电厂运行期，产生的温排水会造成排水口附近局部海域的水温升高。根据数模、物模试验结果，温排水基本集中在厂区附近近岸水域，呈扁长状分布，影响范围较小。一期工程夏季 1℃温升全潮最大包络面积为 11.37 km^2，4℃温升全潮最大包络面积为 1.68 km^2；冬季1℃温升全潮最大包络面积为12.80 km^2，4℃温升全潮最大包络面积为2.65 km^2。

营运期温排水温升作用和取水的卷吸作用对取排水口附近渔业资源有一定的影响，且主要是鱼卵、仔鱼的损失。

成鱼、鱼卵、仔鱼被吸入以后，由于取水的卷吸作用会造成一定的机械损伤，同时依据个体对温升和化学品的耐受能力产生不同程度的损害。

温排水对鱼类的影响是一个复杂的过程，鱼类对超出适宜温度范围的高温或低温水体，具有一定回避反应。不同鱼类适应温度和感觉温差的能力各不相同，鱼类会选择或避开一定的温度范围。

本工程厂址远离经济鱼类的洄游路线，且工程海域不存在主要经济鱼类的产卵场、越冬场。因此，温排水和取水的卷吸作用对附近的渔业资源影响有限。

1.2.1.2 其它非放物质的环境风险识别

辽宁徐大堡核电厂一期工程释放到环境中的非放化学物质主要产生于循环水系统和工业生活用水的海水淡化系统、除盐水系统、凝结水精处理系统，另外还有废液处理系统和热洗衣机房排放的少量化学物质。

上述各系统使用的化学物质主要为：次氯酸钠、聚合氯化铁、盐酸、氢氧化钠、阻垢剂和亚硫酸氢钠、联氨、氢氧化锂、硼、洗衣粉等，此外还有海水淡化反渗透装置排出的浓盐水。

海水预处理过程产生的废水经处理后无液体排放，泥饼定期外运；热洗衣机房废水经处理后满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）规定的排放限值排入大海；其余各类非放废水分别经处理达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB211627-2008）。

1.2.2 放射性环境风险识别

1.2.2.1 正常运行的辐射影响

辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态下对环境和公众的辐射影响包括气载、液态

放射性流出物排放对公众的辐射影响、低放废水排放对受纳海域水质的影响，及其对水生生物的辐射影响。核电厂根据法规标准要求设置了完整的三废处理系统，并在运行过程中严格遵守相关的标准和管理规定，核电厂在运行状态下对公众和水生生物造成的辐射影响均是可接受的，公众和水生生物均是安全的。

1.2.2.2 核电厂放射性事故

根据事故工况放射性后果的严重性及不同事故放射性后果之间的包络性，本阶段对 6 类设计基准事故的放射性后果进行分析和评价。这六类设计基准事故分别是：大破口失水事故（LOCA）；弹棒事故（CREA）；安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）；反应堆冷却剂主泵转子卡死事故（LRA）；燃料操作事故（FHA）；蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）。本阶段，设计基准事故为本工程环境风险评价中的关注重点，在所有评价的各类事故中对环境的危害最严重。

1.2.2.3 放射性物质运输事故

放射性物质的运输事故包括新燃料运输事故、乏燃料运输事故和放射性固体废物运输事故。

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用的 AP1000 型新燃料组件运输拟采用西屋公司的新燃料运输容器，容器的设计和制造能满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）的要求。新燃料组件及其运输容器的抗震和密封性能能够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。AP1000 型新燃料运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料芯块散落的情况。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。

乏燃料运输容器满足《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）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。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。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。

辽宁徐大堡核电厂一期工程运行过程中产生的固体废物在厂内固体废物暂存库贮存一定年限后，再运往中、低放废物处置场。厂外运输的是 200L 钢桶废物货包。放射性固体废物的运输拟采用事故发生率以及预计事故次数都很低的公路运输，并将严格遵守《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）中的有关要求，防止事故发生。废物桶的设

计和制造、废物体以及废物桶和废物体构成的废物包均符合相应的标准要求，且经过相应的试验检验，满足安全性能要求。即使在运输过程中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，不会对环境造成污染。

2 源项分析

设计基准事故的放射性释放源项与事故有关，放射性的释放可能来自一回路冷却剂、二回路冷却剂，当堆芯受损时还考虑堆芯内的放射性释放。

设计基准 LOCA 事故预期不会发生大的堆芯损坏，但放射性分析中假定有严重的堆芯降级。事故源项计算采用反应堆以 101%设计功率连续运行的三区平衡循环寿期末停堆时的堆芯源项。采用保守的一回路冷却剂设计基准源项，该源项对应于 0.25%的燃料包壳破损率，并考虑了主冷却剂源项中碘和惰性气体的增加，其与技术规格书中的活度限值是一致的，碘的放射性活度浓度为 3.700E+04Bq/g（1.0μCi/g）I-131 当量；惰性气体的放射性活度浓度为 1.036 E+07Bq/g（280μCi/g）Xe-133 当量。对某些事故放射性后果的分析，还考虑了碘峰造成一回路冷却剂中碘的放射性活度浓度的显著增加。

二回路冷却剂的初始放射性活度浓度保守假定为一回路冷却剂设计基准活度浓度的 10%。对于事故期间存在二回路主蒸汽管道释放阀或安全阀蒸汽释放的事故（如：CREA、MSLB、LRA 和 SGTR 事故）而言，应考虑一回路向二回路的冷却剂泄漏发生闪蒸。

3 后果预测与评价

环境风险评价包括对建造和运行过程中重要的放射性和非放射性相关环境风险后果进行预测和评价。通过选取适当的评价因子，将环境风险后果预测结果与相关的环境标准进行对比，给出环境风险的评价结果。

3.1 评价因子和评价标准

3.1.1 放射性评价标准

对于放射性排放的风险评价，其评价因子为气载和液态放射性流出物排放量和公众所受剂量，以及海水中放射性核素浓度。评价标准分别如下：

（1）运行状态下剂量约束值和排放量

根据国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，任何厂址的所有核动力堆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 的剂量约束值；核动力厂必须按每堆实施放射性流出物年排放总量的控制，

对于 3000MW 热功率的反应堆，其控制值如下：

气载流出物，惰性气体：6×10^{14}Bq/a；碘：2×10^{10} Bq/a；粒子（半衰期≥8d）：5×10^{10} Bq/a；碳 14：7×10^{11} Bq/a；氚：1.5×10^{13} Bq/a。

液态流出物，氚：7.5×10^{13}Bq/a；碳 14 ：1.5×10^{11} Bq/a；其余核素：5.0×10^{10}Bq/a。

根据国标 GB 6249-2011 规定，辽宁徐大堡核电厂拟定的厂址剂量约束值为 0.25mSv/a。

（2）核电厂事故条件下剂量控制值

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用从美国引进的AP1000机型，根据机组运行期间事件/事故的预期发生频率和对公众造成的潜在放射性影响，美国国家标准《Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary PWR Plants》（ANSI N18.2，1973）将核电厂的运行工况分为四类。对照《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中关于事故分类的定义，工况III相当于稀有事故，工况IV相当于极限事故。本阶段评价的6类设计基准事故中，只有蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）为稀有事故，其它事故均为照极限事故。

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

（3）海水中的放射性核素浓度限值

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，本工程在运行状态下受纳水体中的放射性核素浓度控制值为：

- 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

3.1.2 非放射性评价标准

（1）厂址地区环境空气功能区划及执行的环境空气质量标准

根据《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函

〔2013〕14号），厂址地区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996，2000年局部修订）二级标准。

（2）海洋环境功能区划和执行的海水水质标准

根据辽宁省环境保护厅《关于调整葫芦岛市部分近岸海域环境功能区划的复函》辽环函〔2013〕148 号文，厂址所在的海域属兴城潘山东至兴城葛条秧子村西南海域（共15.3km^2），为特殊使用功能区，该功能区中部 3.5km^2 海域水温不得高于《海水水质标准》（GB3097-1997）中关于混合区的水温指标，外围 11.8km^2 海域水温不得高于 III 类功能区的水温指标；该功能区全区除水温外，执行 II 类功能区海水水质标准，即 GB3097-1997《海水水质标准》中第二类的海水水质标准。

（3）污水排放标准

徐大堡核电厂生活污水和生产废水排放执行《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）。

①本工程生活污水经处理后，达到《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中直接排放的水污染物最高允许排放浓度的规定，同时满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920－2002）的要求。

②核电厂生产废水主要为含油废水，含油废水经处理满足《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）中直接排放的水污染物最高允许排放浓度的规定要求。

（4）噪声标准

本工程厂界执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类功能区标准，居民执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类功能区标准。施工期间采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（5）电磁辐射标准

根据《关于辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响评价执行标准的复函》（辽环管函〔2013〕14 号），本工程评价中采用的电磁辐射标准如下：

工频电场限值：输电线路临近民房时，居民区离地 1.5m 高度处的未畸变电场的工频电场限值为 4kV/m；

工频磁场限值：国际辐射保护协会关于公众全天辐射时的工频磁场限值 0.1mT 作为磁感应强度的推荐评价标准；

无线电干扰：《高压交流架空送电线无线电干扰限值》(GB15707-1995)规定在距边

导线投影 20m 距离处、测试频率为 0.5MHz 的晴天条件下不大于 55dB（μV/m）。

报告中对于频综合场强功率密度执行《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）的要求，标准如下：射频综合场强功率密度(任意连续 6 分钟平均值)<0.4W/m^2。

3.2 评价结果

3.2.1 建造阶段的环境风险评价

根据《辽宁徐大堡核电厂一期工程环境影响报告书（建造阶段）》第五章，施工期的施工活动对声环境、大气环境、生态、水体环境、水土流失、地形地貌、社会环境的影响，以及施工安装阶段使用化学品的影响，在严格遵守相关的管理规定，采取防护、减缓或补偿措施后，其影响都是可以接受的，不会造成环境风险。

3.2.2 运行阶段的环境风险评价

根据 1.2 节，运行阶段散热系统运行、化学物质向海域的排放，以及放射性物质运输事故对环境和生态的影响很小。本节主要评价正常运行的辐射影响，以及设计基准事故的辐射影响。

3.2.2.1 正常运行的辐射影响评价

辽宁徐大堡核电厂一期工程 2 台 AP1000 机组在运行状态下，气、液态放射性流出物释放量均满足 GB6249-2011 规定的厂址年排放量控制值要求，并为后续工程留有余量。计算得到，厂址半径 80km 范围内最大个人有效剂量出现在厂址 NNE 方位 0～1km 处，此处居住的是海滨乡台里行政村李宝沟村的村民。在各年龄组中青少年组受到的剂量最大，最大个人有效剂量为 3.49×10^{-5}Sv/a，约占辽宁徐大堡核电厂厂址剂量约束值（0.25mSv/a）的 13.96%。

辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态下液态放射性流出物以槽式排放的方式与循环冷却水混合后排出，考虑排放海域内放射性本底与核电厂低放废水排放的叠加效应后，排放海域的放射性核素的浓度依然满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的放射性指标要求。

对水生生物而言，辽宁徐大堡核电厂一期工程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^{-2} 数量级以下，各种水生生物所受的剂量率均远小于 ERICA 程序推荐的筛选值（10μGy/h）。因此，辽宁徐大堡核电厂一期工程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。

由以上可见，辽宁徐大堡核电厂一期工程在运行状态下对公众造成的有效剂量、排

放海域的放射性核素浓度均满足国标的要求，对水生生物的辐射影响也低于筛选值。核电站在运行状态下对公众和生态环境造成的辐射影响均是可接受的，公众和生态环境均是安全的。

3.2.2.2 核电厂放射性事故的辐射影响评价

根据厂址 2010 年 9 月～2012 年 8 月的风向、风速、大气稳定度统计的 10m 高度三维联合频率，采用厂址实测的大气扩散参数进行短期弥散因子的计算。

考虑事故期间放射性烟云浸没外照射和吸入内照射两种途径，计算各类设计基准事故非居住区边界和规划限制区外边界的个人剂量。在所有的设计基准事故中，最严重的是 LOCA 事故。在一系列的保守假设下，该事故导致在非居住区边界上公众中任何个人在事故后任意 2h 内可能受到的最大有效剂量为 7.02E-02 Sv，最大甲状腺当量剂量为 9.17E-01 Sv；导致规划限制区外边界上公众任何个人在整个事故持续时间内可能受到的最大有效剂量为 2.65E-02 Sv，最大甲状腺当量剂量为 3.43E-01 Sv。上述结果表明所有事故的剂量后果均小于 GB6249-2011 中相关的剂量控制值。

对于超设计基准事故，辽宁徐大堡核电厂一期工程所采用的 AP1000 机组，在成熟的传统压水堆核电技术的基础上采用非能动安全系统。简化了安全系统的配置，减少安全支持系统，可实现事故后 72 小时不干预，降低人因错误，显著提高核电厂预防和缓解严重事故的安全性能。AP1000 核电厂的非能动安全系统能够在单一故障假设条件下发生设计基准事故后，在没有操作员动作、没有场内外交流电源的条件下自动地建立和长期地维持堆芯冷却和安全壳完整性。例如，通过非能动堆芯冷却系统（PXS）提供事故下堆芯安全注入和热量排出，通过非能动安全壳冷却系统（PCS）提供事故下安全壳热量移出，利用反应堆冷却剂自动泄压系统（ADS）提供一回路的可控泄压防止高压熔堆，利用安全壳氢气控制系统（VLS）监测安全壳内氢浓度并借助非能动氢气复合器缓慢复合安全壳内事故释放的氢，避免事故后氢爆等。在发生堆芯熔化事故时，安全壳内的换料水箱水非能动地注入堆腔，有效的冷却堆芯熔融物，使其滞留在反应堆压力容器内，保证压力容器不被熔穿，使放射性向环境的释放概率降到最低。

在采用了以上的非能动安全保护之后，AP1000 的反应堆堆芯损伤频率（CDF）小于 1E-05/堆年，大量放射性释放频率（LRF）小于 1E-06/堆年。考虑潜在事故下释放的放射性裂变产物造成的地面照射，对于给定的六种释放类别的源项，确定了堆芯损伤开始后初始 24 小时和 72 小时内的释放导致的早期照射效应的剂量。剂量结果表明，在不采取

应急保护措施的情况下，堆芯损伤后 24 小时内厂址边界处个人全身剂量超过 0.25Sv 的频率不能超过 1.0E-06/年。

4 风险管理

辽宁徐大堡核电厂一期工程通过在选址、设计、建造和运行过程中严格遵守相关的法规、标准、导则等的要求，对放射性和非放射性危害进行有效的风险控制，保护人员、社会和环境免受危害。

4.1 风险控制措施

4.1.1 选址阶段环境风险控制措施

4.1.1.1 选址安全可靠性措施

厂址的安全可靠性最终影响着核电厂的环境风险。影响核电厂厂址安全可靠性的因素很多，包括：能动断层、地震活动、地基条件、边坡稳定性、火山活动、洪水、海啸或湖涌、气象灾害、外部人为事件等。

为了提高选址的安全可靠性，进而降低选址阶段环境风险，作为控制措施，核电厂址选择工作遵循的法规、导则、标准对以上安全因素提出了选址准则要求。徐大堡核电厂选址工作完全依照相关法规、导则和标准执行。本节将介绍徐大堡核电厂一期工程选址遵循的选址准则（即选址阶段环境风险控制措施），以及徐大堡核电厂一期工程厂址条件，说明徐大堡核电厂选址的安全可靠性。

1）能动断层

为了排除能动断层对厂址安全可靠性的影响，区域分析时应优先选择远离区域性活动构造的地区；选址时要避开能动断层并保持足够的安全距离，判断厂址位于潜在地表破裂影响范围外时可作为可能厂址。对于推荐厂址附近范围内的断层，应首先鉴定其活动性，然后分析其是否具有在地表或近地表产生明显错动的可能性，并分析其与近区域、区域范围内的发震断层是否具有构造上的联系。对于鉴定出的能动断层，应根据其展布范围、产状、性质、潜在位错量及其到厂址的距离等特征综合评价其潜在地表破裂影响。当厂址位于潜在地表破裂影响范围内时，应认为该厂址是不适宜的(见 HAF 0100（91）、HAF 0101（1）)。

徐大堡厂址附近范围（5km）共发育有 4 规模较大的断裂和构造，经鉴定，最晚活动时代均为前第四纪；厂址附近范围内不存在发震构造；区域范围内的发震构造与厂址附近范围内的断裂均不存在构造联系。依据核安全导则 HAD101/01 能动断层鉴定标准，

厂址附近范围内不存在能动断层，可以不考虑能动断层在厂址地表或近地表产生地表断裂作用的潜在可能性。

2）地震活动

选址区域分析时应优先选择地震活动性低的地区。选址时应优先选用地震影响较小的候选厂址，判断所考虑的场地的设计基准地震动参数（地震烈度或地面运动水平加速度）等于或小于厂址选择技术条件给出的限值的厂址，可作为可能厂址。确定场地设计基准地震动参数须考虑区域地震构造和特定的厂址条件。对于推荐厂址应根据厂址所在区域地震活动、地球动力学和地震构造特征，建立区域地震构造模型，并确定适合厂址所在区域的地震动衰减关系，分别采用确定性方法和概率法对厂址地震危险性进行评价。厂址设计基准地震动参数（包括基岩峰值加速度值和加速度反应谱）应在厂址特定地震动参数基础上，考虑工程设计需要综合确定。

徐大堡核电厂地震基本烈度为Ⅵ度，厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度取值 0.15g、垂直向取 0.10g，见中震安评［2009］80 号文。徐大堡核电厂一期工程采用 AP1000 机型，设计采用 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度为 0.3g，因此厂址具备足够的安全可靠性。

3）地基条件

应优先选择工程地质条件良好的地区。选址时要尽可能选在地基均匀、稳定、无不良地质现象或者是采取简单工程措施可处理的地区作为厂址。对于推荐厂址应调查地基的岩土工程特征，并提供反映厂址地基特征的工程地质剖面图和各主要岩土层的物理力学性质参数，评价地基在静态和地震荷载下的承载力、变形和稳定性；对于推荐厂址应调查厂址地区是否存在洞穴、岩溶等自然特征和水井、矿井、油井或气井等人为特征，以评价地面塌陷、沉降或隆起的可能性，如果厂址区存在着影响厂址安全的地面塌陷、沉降或隆起的可能性时，除非能采取切实可行的工程措施，否则应认为该厂址是不合适的；对于推荐厂址对存在饱和砂土或粉土的地基，应进行地震液化可能性判别。(见 HAF 0100（91）、HAF 0101（1）、HAF 0108)

徐大堡核电厂一期工程 1、2 号核岛建筑物地基持力层主要为微风化花岗岩，仅 1 号核岛西北角存在少量中等风化花岗岩。微风化和中等风化花岗岩的承载力远高于上覆建筑物的承载要求，并且其弹性模量较大，不会引起不均匀沉降。核岛基底下以不存在可供滑移的缓倾连续软弱结构面，也不存在地下采空区，无地基塌陷和地基滑动、倾覆等

潜在的危险，核岛地基稳定。一期工程 1、2 号核岛建筑物地基持力层均为基岩，地基没有液化的可能性。

4）边坡稳定性

选址过程应考虑高边坡对厂址安全的影响。如果所选厂址存有可能影响安全的高边坡（天然边坡或人工边坡），而且采用工程措施以后还可能不稳定时，则应认为该厂址是不可接受的。《核电厂抗震设计规范》（GB 50267-97）5.4.1 对于Ⅰ、Ⅱ类物项工程结构安全有关的斜坡必须进行抗震稳定性验算。条文说明：需要验算的斜坡是指与厂房最外端相距 50m 以内或与斜坡坡脚的距离在 1.4 倍斜坡高度以内的斜坡，大于这个距离范围的斜坡不必专门验算，但从地震地质角度考虑有危险影响的则应进行验算。对于推荐厂址应评价厂址及其邻近地区存在影响厂址安全的不稳定边坡或滑坡的可能性。对于核安全相关边坡，在进行边坡稳定性计算分析时，应考虑设计基准地震事件的组合作用。

徐大堡核电厂一期工程，厂址自然坡体舒展平缓，坡度一般为 5～15°，厂区内未发现自然斜坡滑动、蠕动及崩塌等迹象，厂区自然斜坡是稳定的；厂址在开挖至厂坪标高后，将在拟建场地西侧、北侧、东侧形成人工小规模的岩质边坡，边坡最大高度约 16.57m，距核岛最近距离约 215m，边坡规模小，位于厂区边缘，属于非核安全相关边坡，经合理设计和施工，人工边坡整体上都处于稳定状态，不会厂址安全造成影响。

5）火山活动

选址区域分析时应优先选择不受火山活动影响的地区；选址时应优先选择不受火山活动影响或受火山影响可能性小的厂址(见 HAF 0100 （91）)。

辽宁徐大堡核电厂一期工程厂址区域范围（厂址周围半径不小于 150km）未发现第四纪火山活动，不存在火山活动对厂址的影响。

6）洪水

选址区域分析时应优先选择洪水影响小的地区。选址时应优先选择受洪水影响小、防洪条件好、防洪措施易实施的厂址。对于推荐厂址应评价厂址所在区域因降水、高水位（潮位）、风暴引起的增水及上游挡水构筑物破坏引起的并影响厂址安全的洪水泛滥的可能性。必要时应收集并鉴别包括水文和气象历史数据资料在内的全部有关数据资料，建立合适的水文和气象模型，并根据此模型确定设计基准洪水，设计基准洪水位确定时需同时考虑海平面异常的影响。

徐大堡核电厂一期工程厂坪标高为 9.1m，高于设计基准洪水位 5.30m。通过防波堤

或护岸防护，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对核岛的安全产生影响。

7）海啸或湖涌

选址时，对于推荐厂址应评价厂址所在区域是否存在影响厂址安全的海啸或湖涌的可能性。收集厂址所在的沿岸区域产生海啸或湖涌的历史资料，并且鉴别其可靠性及其与厂址的关系，以确定海啸或湖涌的设计基准。

经过综合分析估算，徐大堡核电厂厂址海域的地震海啸最大值为 0.5m，不会对核电厂址安全造成影响。

8）气象灾害

徐大堡核电厂一期工程在选址阶段对厂址区域的极端气象现象和参数（如龙卷风、热带气旋、实测极端风、极端降水、极端积雪、极端温度等）进行了调查，并计算分析了与极端气象相关的设计基准。调查分析表明，厂址区域不存在对电厂安全造成颠覆性的气象灾害。通过满足相关的设计基准，可以保证电厂及其设施的安全，从而避免发生由于气象灾害导致的环境风险。

9）外部人为事件

选址区域分析时应选择外部人为事件风险小的地区。选址时应避开可能产生爆炸、火灾、毒气等危害的石油化工设施（化工厂、储罐、管道等）、危险品贮存设施、大型机场附近以及军事训练区等，并与上述危险设施保持一定的安全距离；应优先选择外部人为事件影响小、采取措施易解决的厂址。

本工程在选址阶段对厂址周围生产、使用或贮存油料、液化气及易燃易爆和有毒有害化学品的工厂、矿山、企业、港口、码头、输送管线等固定危险源，运输油料、液化气及易燃易爆和有毒有害化学品的罐车和船只等移动危险源，以及机场和航线等方面进行了调查，按照核安全法规、导则的要求进行了分析和评价，结果表明，厂址周围上述各方面的外部人为事件潜在危险源均不会对核电厂安全构成潜在风险。

4.1.1.2 选址环境兼容性措施

1）人口分布

选址区域分析时应优先选择人口密度相对较低、离大城市相对较远的地区。厂址半径 10km 范围内不应有 10 万人口以上的城镇，规划限制区范围内不应有 1 万人以上的乡镇。

徐大堡核电厂厂址半径 80km 范围无百万人口以上的大城市。厂址半径 15km 范围无

十万人以上的城镇，厂址半径 5km 范围无万人以上的城镇，厂址周围人口密度相对较低，距离大、中城市相对较远，满足相关法规和标准的要求。

2）水功能

选址区域分析时应尽量避开有广阔而重要的、为公众所用或计划将来供公众使用的地下或地表饮用水水源的地区。选址时应优先选择那些远离饮用水源和水环境保护区，并符合邻近水体水功能要求、在事故状态下污染影响尽可能低的厂址；

徐大堡核电厂址周边无广阔而重要的、为公众所用或计划将来供公众使用的地下或地表饮用水水源。

3）水弥散

辽宁徐大堡核电厂址位于辽宁省兴城市海滨乡方安村徐大堡东南侧海岸边，东临辽东湾。厂址区域地形呈北东向条带状，中间地势略高，为一北东向分水岭，南北侧地势略低，地形相对平缓舒展。工程海域为不规则半日潮，厂址附近海域水深条件较好，潮流流速较大，温排水和低放废水的弥散条件良好。

4）大气弥散

徐大堡核电厂址紧邻渤海湾，地形开阔，年平均风速大，大气弥散条件良好。

5）土地利用

选址区域分析时应考虑区域内的土地利用情况，并考虑未来的可能发展和区域规划情况。选址时应与城镇、经济开发区以及大型工业设施保持适当距离，避开可能存在压覆重要矿产资源的地区，并尽量不占用基本农田。

徐大堡核电厂址用地范围南北向约 820m，东西向约 3300m。厂址用地以低矮丘陵为主，厂址区域范围主要有农用地、建设用地、未利用地等，没有占用基本农田。厂址半径 15km 范围内工业企业不甚发达，也没有工业园区或经济技术开发区及相关的发展规划。。根据辽宁省人民政府《关于划定辽宁徐大堡核电厂厂址周围规划限制区的批复》（辽政[2013]54 号），同意以反应堆厂房为中心、半径 5km 范围设立规划限制区。规划限制区内无矿产开采企业，也不存在压覆重要矿产资源方面的问题。厂区与周围土地利用规划不存在互相冲突的情况。

6）自然生态与环境

区域分析时应考虑区域内的自然生态与环境状况。选址时应考虑厂址与周围自然保护区、饮用水水源保护区、野生动植物保护区、风景名胜区、旅游区、文物古迹等环境

敏感区的相容性，尤其应避开饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区等环境敏感区。

徐大堡厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级自然保护区，仅有 1 个市级自然保护区，即六股河入海口滨海湿地自然保护区，距离厂址约 9.5km。厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级名胜古迹，仅有 1 处市级文物保护单位，即狐仙洞新石器遗址(新石器)，距离厂址约 9.3km。厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级风景游览区。厂址半径 15km 范围内野生珍稀动植物主要分布在厂址 SW 方位约 9.5km 的六股河入海口滨海湿地自然保护区内，距离厂址较远。

7）应急计划

选址区域分析时应考虑实施应急计划的可行性，并应与城镇和工业中心保持一定的距离。选址时应结合拟选厂址周围的环境特征现状和预期发展，综合考虑人口分布、地理条件、交通通讯等可能影响应急计划实施的因素，优先选择应急计划实施条件好的厂址。

徐大堡核电厂厂址半径 5km 范围内的人口数较少，15km 范围内没有大的人口中心城市和城镇，经济发展水平一般，厂址周围交通便利，对于确定不同方向的两条应急撤离路线没有困难，通讯条件良好。厂址半径 5km 范围内的学校及敬老院，在实施应急计划时需要加以特殊考虑。从徐大堡厂址环境条件来看，制定和实施事故应急计划没有难以克服的困难。

8）公众参与

选址时应考虑社会公众对所选厂址的认可程度。

在地方政府和中核辽宁核电有限公司组织下，本工程在选址阶段从 2009 年至 2013 年开展了大量公众参与工作，主要包括：核电科普知识宣传、信息公开、问卷调查、公众参与座谈会等。在本工程 2009 年 11 月开展的公众意见问卷调查中，对于本工程建设有 91.1%的公众表示支持；在本工程选址阶段 2013 年 4 月开展的公众意见问卷调查中，对于本工程建设有 96.4%的公众表示支持。通过问卷调查等公众参与工作可知，厂址周围公众对于本工程的建设是支持和认可的。

4.1.2 核电厂设计中的环境风险控制措施

4.1.2.1 三道安全屏障

“纵深防御”是核电厂设计安全原则的基础，这是一套既逐渐深入又相互补充的设计

防御措施，其核心是所有与核安全有关的活动，无论是组织实施还是系统设备配置，都应进行多重冗余设置，使单个失效可以得到补救或纠正。实施纵深防御的一个重要内容是设置多道实体屏障，将放射性物质限制在特定的范围内。在压水堆核电厂中设置了燃料元件包壳、一回路压力边界和安全壳三道安全屏障来防止放射性物质外逸，确保不污染环境、不对居民构成危害。

1） 第一道屏障－燃料芯块和包壳

在 ZIRLO 合金包壳管内装入二氧化铀陶瓷芯块，并用不锈钢弹簧压紧芯块，预充 2MPa 压力的氦气，上下端用端塞焊接密封，就构成了燃料棒。燃料芯块内易裂变物质通过自持链式裂变反应产生热量，经由燃料棒传递给冷却剂，裂变产物保留在燃料包壳内。燃料棒包壳是防止放射性物质外泄的第一道屏障。

2） 第二道屏障－压力边界

一回路系统及其设备主要包括压力容器、蒸汽发生器、主泵、稳压器及相关管路的整个冷却剂系统，其作为反应堆冷却剂的压力边界，称为一回路压力边界。一回路压力边界构成防止溶解（或悬浮）在冷却剂中的放射性裂变产物释放的第二道屏障。

3） 第三道屏障－安全壳

在反应堆正常运行和发生重大事故时，安全壳是阻挡放射性物质释放到环境的最后一道安全屏障。徐大堡核电厂一期工程采用的 AP1000 堆型，其安全壳是由钢制安全壳容器和屏蔽构筑物两部分组成。钢制安全壳容器是非能动安全壳冷却系统的一个重要组成部分，在假想设计基准事故下从安全壳中导出能量，以防止安全壳超过其设计压力。在事故状态下，安全壳容器给安全壳内的放射性气溶胶物质和水中的放射性颗粒提供了必要的屏障。屏蔽构筑物是环绕着安全壳容器由构筑物组成的环形区域。在正常运行工况下，与安全壳内的构筑物一起为反应堆冷却剂系统和其他所有的放射性系统和部件提供必需的屏蔽。在事故状态下，屏蔽构筑物为安全壳内的放射性气溶胶物质和水中的放射性颗粒可能对公众和环境的危害提供了必要的防护。

4.1.2.2 专设安全设施

专设安全设施是专门用来应付设计基准事故，以减轻其后果使之符合安全准则的要求。专设安全设施主要包括非能动堆芯冷却系统、非能动安全壳冷却系统、安全壳氢气控制系统、安全壳和安全壳隔离系统、主控室应急可居留系统。

1） 非能动堆芯冷却系统

非能动堆芯冷却系统的主要功能是在假定的设计基准事件发生后提供应急堆芯冷却。为了实现这个主要的功能，非能动堆芯冷却系统设计实现如下功能：

- 应急堆芯衰变热排出
- 反应堆冷却剂系统应急补给和硼化
- 安全注射
- 安全壳pH值控制

非能动堆芯冷却系统是一个抗震Ⅰ类安全相关的系统。它由一台非能动余热排出热交换器(PRHR HX)、两台堆芯补给箱(CMT)、两台安注箱、一个安全壳内置换料水箱(IRWST)、pH值调整篮、安全壳内置换料水箱滤网，安全壳再循环管线和相关联的管道、阀门、仪表以及其余相关设备组成。属于反应堆冷却剂系统的一部分的自动卸压系统的阀门和鼓泡器，也提供重要的非能动堆芯冷却功能。

2） 非能动安全壳冷却系统

非能动安全壳冷却系统执行以下安全相关功能：

- 安全相关最终热阱
- 降低安全壳压力与温度
- 控制裂变产物的泄漏
- 提供一个抗震级乏燃料池补水源和抗震级防火水源

非能动安全壳冷却系统是一个安全相关系统，有能力直接从钢制安全壳容器向环境传递热量，防止安全壳压力和温度在设计基准事故后高于设计值，并在较长时期内降低安全壳压力和温度。它由一台非能动安全壳冷却水箱、一台非能动安全壳冷却辅助水箱、两台再循环泵以及相关联的管道、阀门、仪表等组成。

3）安全壳氢气控制系统

安全壳氢气控制系统的功能是限制反应堆安全壳大气中的氢浓度，从而在发生各类假想事件后，不会威胁安全壳完整性。

该系统执行以下功能：

- 氢浓度监测
- 设计基准事件后非能动控制氢气，以限制氢气浓度
- 在堆芯降级或堆芯融化期间，控制氢气(由点火器控制)

安全壳氢气控制系统由三个氢气探测器、两台安全相关的非能动自催化复合器、64 个

非1E级的氢气点火器等组成。

4）安全壳和安全壳隔离系统

安全壳和安全壳隔离系统执行以下安全相关功能：

- 完整性：在假定的冷却剂丧失事故、蒸汽管道破裂和给水管道破裂时，安全壳隔离系统能承受最大的安全壳内压力和温度。系统设计考虑了严重事故下的完整性要求。
- 安全壳隔离
- 转移热量：安全壳在安全壳大气和非能动安全壳冷却系统之间提供换热表面，由此它们构成了安全相关最终热阱。

安全壳和安全壳隔离系统是分隔钢制安全壳与电厂结构和外部环境的边界。安全壳和安全壳隔离系统的边界包括钢制安全壳、电气和机械贯穿件、燃料运输贯穿件、设备闸门和人员闸门、蒸汽发生器外壳、蒸汽发生器蒸汽侧仪表连接件、以及安全壳内的蒸汽、给水和排污管线。

5）主控室应急可居留系统

主控室应急可居留系统（VES）为主控室提供可呼吸空气并防止气溶胶进入，保证主控室的可居留性。在堆芯降级设计基准事故下本系统也用来限制电厂特定区域内的温度上升。系统主要执行以下功能：

- 为主控室人员提供可呼吸空气。
- 维持主控室相对周围区域为正压，以防止气溶胶污染物进入。
- 利用构筑物的传导能力，为设计基准事故后仍需保持功能的电厂部分区域的设备提供非能动冷却。

主控室应急可居留系统为安全相关系统。系统由应急空气储存罐和相关的管路、阀门以及仪表等组成，系统的运行和功能考虑了辅助厂房墙体和地面钢/混凝土表面以及肋状表面的蓄热能力，用来保证电气设备和人员居留房间的温度维持在可接收水平内。

4.1.2.3 废物处理系统

废物处理系统用于控制、收集、处理、贮存、监测和排放核电厂正常运行以及预计运行事件下产生的气体、液体和固体放射性废物，确保放射性废物管理满足 GB6249-2011《核动力厂环境辐射防护规定》的要求，保证运行人员和公众的辐射安全。本工程废物处理系统包括放射性疏水系统（WRS）、气体放射性废物系统（WGS）、液体放射性废物系统（WLS）、固体放射性废物系统（WSS）和二回路沾污水槽式排放，以及全厂共用的

厂址废物处理设施（SRTF）。

（1） 放射性疏水系统（WRS）

放射性疏水系统用于收集来自核辅助厂房、附属厂房以及放射性废物厂房等放射性控制区的放射性废液，主要功能如下：

- 常压下重力收集来自核辅助厂房、附属厂房和废物厂房放射性控制区（RCA）的设备和地面疏水；
- 根据后续处理工艺要求，对放射性废液进行分类收集及将其送往后续处理系统。

WRS 系统的布置满足废液分类收集的要求。WRS 系统疏水应与非放射性控制区的疏水系统（WWS）完全隔离以防止交叉污染。

对于放射性控制区的地面和设备疏水，由管道汇总进入 WRS 辅助厂房地坑。该地坑内衬不锈钢覆面，设有可拆的盖板以防止坑外杂物进入并提供辐射屏蔽防护。

辅助厂房的化学废液和附属厂房的洗涤废液分别由管道重力输送至 WLS 系统化学废液槽和洗涤废液槽。

（2） 气体放射性废物系统（WGS）

气体放射性废物系统（WGS）用于收集、处理和监测排放核电厂正常运行期间产生的含氢放射性废气，使其向环境释放的放射性保持在限值内。

WGS 系统主要功能如下：

- 收集运行期间产生的含氢放射性废气；
- 处理和监测排放含氢放射性废气，使其向环境放射性释放低于限值内。

WGS 系统采用活性炭滞留延迟处理含氢放射性废气。活性炭保护床和延迟床均按 1/2 SSE（安全停堆地震）设计，以防止在事故下放射性气体向环境释放。

为防止因设备故障或误操作引起放射性气体释放，在排放管线设置放射性监测仪表。放射性水平达到高阈值时，监测仪表发出报警并自动联锁关闭排放管线上的隔离阀。一旦 WGS 系统投入运行，则系统自动运行且不需要人员干预。

由于进入WGS系统的废气中包含氢气，WGS设计成在本系统边界内及其相关系统（液体放射性废物系统、核岛放射性通风系统）内防止氢气燃烧。

WGS在略高于正压环境下运行，防止空气倒灌。布置WGS系统部件的房间设有氢气监测仪表，监测系统泄漏量，保证房间内的氢含量低于可燃水平。此外，使用WGS系统独立的、冗余监测器进行连续氧含量分析。系统氧含量过高时，将向运行人员发出警报。当氧含量超出操作员可调控范围（≤ 4%）时，WLS真空泵自动停泵，防止可能含氧的气

流进入WGS系统，同时自动打开氮气阀门，使用氮气吹扫净化。WGS出口隔离阀用氮气连续加压，防止出口管路空气倒灌入系统。

（3） 液体放射性废物系统（WLS）

液体放射性废物系统（WLS）用于控制、收集、处理和贮存核电厂正常运行及预计运行事件下产生的液体放射性废物，并可控制地向环境排放。对于化学废液和部分超标的洗涤废液将采用屏蔽转运容器送往厂址废物处理设施（SRTF）处理，而蒸汽发生器传热管破裂（SGTR）工况二回路沾污水（含放射性）、0.25%燃料包壳破损率以及事故工况下产生的废液由 SRTF 移动式设备处理或 WLS 系统和 SRTF 移动式设备两者联合处理。

WLS 系统执行以下安全功能：

- 安全壳隔离；
- 将非能动堆芯冷却系统隔间疏水排至安全壳地坑，避免这些隔间的水淹和安全相关设备可能的淹没；
- 从化学和容积控制系统和非能动堆芯冷却系统隔间疏水至安全壳地坑的疏水管设有止回阀，防止倒流，避免这些隔间的交叉水淹。每条排水管线串连两个止回阀，以使单一故障发生时不会丧失防止倒流的安全相关功能。

WLS 系统执行以下非安全相关功能：

- 分类收集不同类型的放射性废液；
- 通过固定式处理设备（过滤/离子交换）处理电厂预期产生的废液，使其可控制地向环境达标排放；
- 当固定式设备不能或不适合处理某种废液时，可将其送往 SRTF 处理或由 SRTF 移动式设备处理。

WLS 系统根据废液的性质，分类收集在各类贮槽。经取样分析，采用过滤、离子交换处理去除放射性核素，以满足 GB6249-2011《核动力厂环境辐射防护规定》的排放要求。

除三台位于放射性废物厂房的监测槽外，WLS 系统其他设备均位于抗震 I 类的辅助厂房，这保证了事故下房间对放射性物质包容能力。对于放射性废物厂房内的三台监测槽，房间内均设有防水层以容纳贮槽全部废液，而且可通过房间地漏及时排往 WRS 系统辅助厂房地坑。

WLS 系统废液放射性水平较高的流出液暂存槽和废液暂存槽所在房间均有滞留能力。

根据 GB9135 (报批稿)《压水堆核电厂放射性废液处理系统设计》的规定，流出液暂存槽所在房间设置不锈钢覆面以保证事故工况下能容纳贮槽破损后的全部废液。废液暂存槽所在房间设有防水层，并在房间地漏管线设有隔离阀，以容纳贮槽破裂后的全部废液。

洗涤废液槽、化学废液槽和辅助厂房内三台监测槽所在的房间均设有防水层，能容纳贮槽全部废液。

WLS 系统对监测槽内已处理的液体均进行取样分析，以保证放射性浓度在排放限值以内。同时排放管线设有在线辐射监测仪，一旦排放流体的放射性水平超出设定值则触发报警，并且联锁关闭排放隔离阀和监测槽泵自动停运。这些措施防止了放射性废液非受控排放，避免向环境超标排放。

（4） 固体放射性废物系统（WSS）

固体放射性废物系统（WSS）设计用于收集和暂存正常运行以及预期运行事件产生的废树脂、深床过滤器过滤介质、活性炭、废过滤器滤芯、放射性干废物和混合废物。

WSS 系统主要功能如下：

- 输送和贮存液体放射性废物系统（WLS）、化学和容积控制系统（RCV）和乏燃料池冷却系统（SFS）的废树脂和深床过滤器介质；
- 提供混合、取样、输送废树脂和深床过滤器介质的手段；
- 收集电厂供暖、通风和空调系统（HVAC）的废过滤器；
- 根据放射性水平对固体废物进行分类和临时贮存；
- 分类收集放射性控制区产生的清洁废物；
- 提供核岛与厂址废物处理设施（SRTF）之间的接口。

放射性废物的收集和贮存考虑适当的辐射防护措施，使电厂运行和维修人员所受得职业照射合理可行尽量低。WSS 系统设计采用远控和半远控运行，树脂输送管线自动冲洗和对装有放射性物质的设备、管道和容器进行屏蔽。如树脂取样装置采用移动式屏蔽桶进行样品的输送，过滤器运输容器采用远距离更换过滤器滤芯。

（5） 二回路沾污水槽式排放

二回路沾污水槽式排放用于收集、贮存、监测和排放二回路潜在放射性废液。

二回路沾污水槽式排放的主要功能如下：

- 收集和暂存来自汽机房和柴油储罐区的含油废液经油水分离处理后的废水、汽机房排气疏水和泄压系统（TDS）排水、凝结水精处理系统（CPS）再生废液、二回路总装

水（二回路受放射性沾污时）；

- 废液在贮槽内混匀、取样分析，放射性低于排放限值的通过虹吸井的排水井混合后向环境排放；
- 将超过排放限值的废液输送至厂址废物处理设施（STRF）移动式处理设备进行处理；

二回路沾污水槽式排放为两台机组共用，设置三个废液贮槽，满足二回路潜在放射性污染的废液向环境槽式监测排放的要求。废液贮槽按一个贮槽接收废液，一个贮槽进行混合、取样分析和排放，另一个贮槽备用的运行模式设计。

废液排放总管上设置放射性监测仪表，以防止放射性浓度超过排放限值的废液进入环境。

二回路沾污水槽式排放的设备位于非放生产废水处理厂房（38）内，所在房间设有滞留池。滞留池具有一定的抗震能力，可容纳三个贮槽内所有的体积，确保贮槽破裂时不会有放射性废液释放到环境中去。

（6） 厂址废物处理设施（SRTF）

厂址废物处理设施（SRTF）属于电厂 BOP 子项之一，为核电厂六台机组的共用设施，用于厂内放射性废物处理、包装以及厂内暂存。SRTF 作为核岛废物处理系统的补充，提供了完整适宜的手段来处理核岛产生的但无法直接处理的各类废物。

SRTF 主要功能如下：

- 接收和处理六台机组产生的废物，如化学废液、废树脂、废过滤器芯等；
- 各类废物采用屏蔽转运容器和专用车辆转运至 SRTF 内；
- 处理核岛在 0.25%燃料元件包壳破损率下产生的放射性废液；
- 洗涤放射性控制区产生的脏衣物，本工程采用可降解工作服，大大降低了洗涤量和废水产生量；
- 各类废物流通过相应的处理工艺，最终以 200L 钢桶的包装形式在废物暂存库内进行中间贮存；
- 监测和排放处理后合格的液态流出物。

SRTF 主要处理工艺系统包括废过滤器芯处理系统（FCS）、通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS）、废树脂处理系统（RES）、化学废液处理系统（CTS）、移动式废液处理系统（MBS）、可降解废物处理系统、洗衣房（LAS）和废物暂存库等。

废过滤器芯处理系统（FCS）采用直接灌浆的工艺处理核岛内产生的废过滤器芯和少量来自移动式设备的废过滤器芯。贮存在辅助厂房的废过滤器芯装入 200L 钢桶后，由屏蔽运输容器送至 SRTF 内处理。通过专用抓具将 200L 钢桶从屏蔽容器卸出，然后经水泥灌浆固定后送往废物暂存库暂存。

通风过滤器芯/干废物处理系统（HVS）采用预处理、烘干、超级压实、灌浆等处理工艺处理来自核岛和 SRTF 暖通系统产生的通风过滤器芯以及其他来源产生的干废物。核岛内产生的通风过滤器芯/干废物由载有集装箱的卡车运送至 SRTF。不可压实干废物直接装入 200L 钢桶内，送往灌浆固定处理。对于可压实干废物和通风过滤器芯则通过分拣、切割后预压，然后装桶进行超级压实，最后灌浆送至废物暂存库暂存。对于含有较多水份的干废物，须在预压前烘干处理。

废树脂处理系统（RES）采用热态超级压实的工艺处理来自核岛的废树脂。核岛产生的废树脂由 SRTF 屏蔽转运容器转运至 SRTF，然后经脱水、烘干并装入 160L 包装桶进行超压处理，最后装入 200L 包装桶灌浆固定送至废物暂存库暂存。

化学废液处理系统（CTS）通过一台小型蒸发器处理核岛、SRTF 厂房内、热机修及去污车间内产生的化学废液以及移动式设备产生的浓缩液，蒸发器产生的浓缩液采用桶内干燥工艺处理。核岛产生的化学废液由屏蔽转运容器运送至 SRTF 的化学废液缓冲罐内。SRTF 内产生的化学废液、移动式设备产生的浓缩液等均通过该系统进行收集和处理。热机修及去污车间内产生的化学废液通过管道送至 SRTF 化学废液缓冲罐。收集在 SRTF 化学废液缓冲罐内的化学废液，通过输送泵送至蒸发器处理。蒸发产生的蒸馏液经冷凝送至洗衣房监测排放槽监测排放，浓缩液分批送往桶内干燥处理。桶内干燥形成的盐块，通过将 160L 桶超压后，吊运至 200L 钢桶进行水泥灌浆固定，最后送往废物暂存库暂存。

移动式废液处理系统（MBS）用于处理 0.25%燃料元件包壳破损率下的冷却剂类疏水等超出核岛废液系统处理能力的各类疏水。在 0.25%燃料元件包壳破损率工况下产生的废液首先由核岛液体放射性废物处理系统（WLS）除盐处理后，通过旁路接管接至停泊在核岛废物厂房的移动式废液处理设备中。MBS 系统采用活性炭吸附、反渗透和离子交换工艺处理放射性废液，处理后返回至 WLS 系统监测槽监测排放。

洗衣房（LAS）的功能是对核电厂在正常运行及大修期间放射性控制区工作人员穿用过的工作服、工作鞋进行检测、洗涤、脱水、烘干和暂存，检测合格后复用。洗衣房系统产生的洗衣废水进入监测排放槽监测排放，检测不合格的废水送至 SRTF 内 CTS 系

统蒸发器进行处理，处理后重新进入监测排放槽监测排放。

徐大堡核电机组中采用可降解防护用品替代部分传统的防护用品。可降解废物处理系统的功能是将可降解防护用品进行处理，并对产生废水进行暂存、处理、取样分析，最终输送至 SRTF 洗衣房监测排放槽监测、排放。

废物暂存库用于暂存电厂六台机组在运行中产生经 SRTF 处理、整备后的低、中水平放射性固体废物，并作为蒸汽发生器排污系统（BDS）废树脂、轻微污染的大尺寸废物、通风过滤器芯的临时贮存场所。暂存期满后，废物包运往中、低放废物区域处置场进行处置或解控处理。废物暂存库可分为三个贮存区，分别用于存放低放废物、中放废物和待清洁解控废物，另外还设有一个备用贮存区用于贮存放射性水平较高的 200L 桶装废物。废物暂存库设有放射性屏蔽措施，使运行人员所受辐照剂量控制在可接受的范围内。

SRTF 内的各类废物流通过屏蔽转运容器在厂内进行可靠转运，接口清晰。屏蔽转运容器接口采用的特殊结构的隔离阀、特殊结构的快速接头以及转运容器的顶部屏蔽盒都确保了废液转运过程中的密封性、安全性，不会造成放射性泄漏。

废物流通过对应工艺，进行稳定化处理，最终以 200L 钢桶的包装形式在废物暂存库内进行暂存。废物暂存库的容量按照 6 台机组 5 年的废物产生量来考虑。低、中放废物分区存放。

装有废树脂热态超级压实桶饼和化学废液干燥盐饼的 200L 钢桶废物包在外运送至最终处置场时装入混凝土高整体容器（HIC），通过多道防御措施控制核素迁移。

SRTF 依照辐射分区的原则，通过程序计算对具有代表性的设备间屏蔽门或混凝土墙进行屏蔽计算与设计，优化了 SRTF 废物处理厂房内系统设备的布置方案，减少工作人员接近高辐射区的次数和在辐射区的停留时间，从而降低工作人员的受照剂量。

SRTF 配置了多套通风空调系统，根据不同区域的需求进行合理的气流管理，保证空气的流动方向是从清洁区流向潜在污染区，最大限度地减少气载污染物的扩散。设备间排风均设置净化装置，如：预过滤器、高效粒子过滤器，使排风满足排放要求。

SRTF 配置了多套辐射监测系统，根据不同区域的需求设置相应设施。辐射监测系统的设立将保护运行人员、公众以及周围环境免受辐射照射的危害，保证其所受辐射量低于国家规范的限值要求，并符合 ALARA 的原则。SRTF 设置独立的控制出入口和配有辐射检测仪表，从而保证工作人员的辐射安全。

4.1.3 建造阶段环境风险控制措施

本工程建造阶段环境风险因素主要有噪声、振动、扬尘、建筑垃圾及污水、危险化学品、放射源、水土流失、海域施工等对周围环境的影响，为此需要采取一定的控制措施，以减少对环境造成的不利影响。

4.1.3.1 土石方开挖工程的控制措施

土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程（GB6722-2011）》的相关规定。

石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；控制土方爆破范围。

4.1.3.2 施工扬尘的控制措施

施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，大气中粉尘含量增高，造成大气环境质量局部恶化。但通过洒水降尘、场地清理、降低车速、渣土临时堆放场应加盖布条进行防护、水泥等粉状建筑材料应妥善保管，不得露天随意存放等措施，可大大减少对环境的影响。

4.1.3.3 施工噪音的控制措施

施工场界内的主要噪声来源包括施工建设期间爆破、土石方开挖和运输等施工活动、施工机械设备和车辆产生的；施工场界内混凝土搅拌站运行过程中产生的噪声。施工场界外主要噪声来源包括施工运输车辆在道路运输过程中以及厂址附近居民运输车辆在道路运输过程中产生的交通噪声；厂址附近风力发电塔叶片转动产生的噪声；厂址附近海域噪声。

为了降低噪声，可以采取下面措施：

石方爆破合理选用爆破方法；合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；尽可能使用噪声低的先进施工设备，并合理安排施工进度，加强在施工期间对高噪声设备的管理，避免高噪声设备的同步使用；对于可能造成声环境敏感点影响的工程，在夜间尽量不施工，或夜间施工禁止使用重型机械。

施工噪声的控制应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

4.1.3.4 场地回填的控制措施

1、2 号机组工程施工期间仅有场地平整及建筑物基础和管沟等少量回填。

海域回填是在护岸基本形成之后进行，对海域的影响有限。

4.1.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。对于施工期间现场废物垃圾的处置，制定相应的管理规定，并严格执行；从源头控制，使废物垃圾产生的数量最小化；集中储存，做好防护措施，使其对环境的影响降至最低；采用专用运输车辆及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

核电厂建安期间，施工区域不产生生活垃圾，只产生建筑垃圾，

核电工程建安期间施工场区内不设生活区域，场区内生活污水源主要来自临时厕所，由于厂区管网逐渐形成故在厂区管网未形成之前，在建安期间，临时厕所污水先排入设立的化粪池内，然后委托专业队伍定期清运至当地环卫部门指定的场所，待现场正式管网形成后一并排入正式污水管网。办公区域及生活区域污水先排入设立的化粪池内然后再排入设立的小型污水设施点处理。

4.1.3.6 危险化学品的控制措施

现场的化学品包括油漆、汽油、柴油、工程用锡料等，由于危险化学品具有有毒、易燃、易爆、易腐蚀等特性，因此从采购、运输、保管、使用的各个环节都要按照《危险化学品安全管理条例》，并制定专门的程序加以规范。

4.1.3.7 放射源的管理措施

施工期间主要用γ射线进行无损探伤检验，对放射源的使用和管理措施如下：

—根据国家颁布的《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；

—制订放射源和射线探伤作业应急预案；

—专门设置放射源库贮存放射源，库房双门双锁，并设有专人看管；

—使用放射源的作业区范围禁止靠近区域边界设置隔离警示标志，专人现场监护；

—探伤操作人员佩带热释光个人剂量计和个人剂量报警器，进行个人剂量监测，并防止发生意外照射。

4.1.3.8 水土保持措施

4.1.3.8.1 厂区工程水土保持防治措施

针对防治建设区域的水土流失，除主体工程已有的具有水土保持功能的设施外，针对各区域主体工程设计中存在的不足之处采取必要的工程措施、植物措施和临时防护措施，新增措施主要考虑植物措施。

（1）工程措施

a) 表土剥离

由于厂址区耕作表层土较薄，厂区在施工前需因地制宜地进行表土剥离，适宜剥离表土的区域均应采取剥离措施，并在厂区临时堆土安置区集中堆放，施工结束后用作施工扰动区土地平整用土及绿化覆土。

b) 厂区防排洪工程

根据厂址周围地形地貌条件，厂址地面由西北坡向厂区的东南向。而厂址的西北侧有三处地势较高，洪水会进入厂区，进而影响到核岛的安全。因此，在厂区西北侧边坡外设置截水墙和截洪沟。

c) 厂区边坡防护

厂址周边形成人工边坡，挖方边坡位于厂区的东侧、西侧和北侧，填方边坡位于厂区的西南侧。

（2）植物措施

a) 厂区绿化规划设计

在保护区内不允许进行绿化布置，采用硬化地面和铺设级配碎石；保护区外区域均可进行绿化布置。

b) 厂区边坡植草

采用方格型浆砌片石截水骨架内植草护坡，选择野牛草。

（3）临时防护措施

a) 厂区表土临时防护

厂区土建工程施工前，先进行表土剥离，后再进行开挖。首先采取机械夯实处理，并在堆土体周边外坡脚采用干砌块石垒砌挡墙作临时防护，其它裸露面采用撒播草籽防护。临时堆土场在风季需经常洒水，以增加土壤湿度，降低风力侵蚀流失。

b) 厂区施工道路临时排水

主要沿施工场地区四周进行设置，防治场地区积水和开挖的松散的土石方在雨水的冲刷下流失。

c) 在雨季及大风天气土建安装场地对临时堆土需用密目网遮盖，需密目网 12000m^2。

4.1.3.8.2 水土保持监测

为了解工程区水土流失规律、流失强度及程度，及时掌握项目区水土流失的动态变化，评价工程建设对水土流失的实际影响，以及水土保持方案的落实情况和项目区各项水土保持措施的实施效果，合理评价建设项目水土保持工程的水土流失防治效果。同时，

通过水土保持监测，也能及时发现工程建设中的相关问题和分析水土流失的控制状况，以便于提出相应的对策和采取行之有效的措施不断改进和完善，为验收时能够实现六项指标服务，全面防治新增水土流失和改善生态环境。

4.1.3.9 海域施工预防或缓解施工环境影响的控制措施

本工程的海域施工主要为取水明渠导流堤、内护岸、中隔堤、排水明渠导流堤和码头施工。施工阶段应以采取先进的施工工艺和加强施工环境管理来降低施工过程中入海污染物的总量。

（1）减少围填泥沙入海污染海洋环境影响的措施

① 填海陆域形成过程，应严格按先形成护岸后回填的施工工艺施工；

② 炸礁作业应在取水明渠导流堤形成后进行；

③ 避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工；

④ 加强施工环境监理，将施工期环保要求列入招投标内容。

（2）减轻疏浚过程对海域环境影响的环保措施

① 基槽清淤时，采用抓斗式挖泥船并尽量采用封闭式抓斗挖泥船，以减少悬浮泥沙入海量；

② 开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物(包括船用油和开挖泥沙)的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发现，应立即采取措施。

（3）施工船舶及重件码头机舱含油污水处理措施

① 施工船舶含油污水不能随意排放，对于未安装油水分离器的小型船舶，可考虑施工期在岸上增设油水分离和处理设施；

② 施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故；

③ 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器；

④ 根据 MARPOL73/78 公约，重件码头靠港船舶舱底油污水经自备油水分离器处理达 GB3552-83《船舶污染物排放标准》要求后到港外排放，禁止在港内排放；

⑤ 重件码头到港船舶未配备油水分离处理设施，或因故障未能正常运行的，应直接交予有资质的含油污水接收处理船接收处理。

4.1.4 运行阶段环境风险控制措施

为了对核电厂运行期间的环境风险进行有效控制，徐大堡核电厂将根据有关法规和标准设计配套环保设施，制定管理制度，主要措施如下：

4.1.4.1 避免事故排放

- 设置 4 道安全屏障，最大限度避免放射性物质向环境释放。
- 设置专设安全设施特别是非能动的安全设施，使严重事故发生的概率＜10^{-5}/堆年，放射性物质向环境大量释放的概率 10^{-6}/堆年。
- 设置事故后果缓解措施，实行纵深防御原则，按照最大假象事故发生的情景制定事故应急预案。
- 制定和严格执行安全运行规程，实行定期安全检查、老化分析和预防性维修。

4.1.4.2 三废处理及排放控制

徐大堡核电厂根据国家废液处理、废气处理以及固体废物处理技术规定（GB 9134~9136）设计了配套的三废处理设施，经处理后排放的气态和液态放射性流出物的总量放射性浓度、对厂址周围公众以及水生生物的辐射影响均符合国家标准 GB 6249-2011 和相关筛选值的规定，排放造成的海域内放射性核素浓度增加值也满足《海水水质标准》GB3097-1997 的相关规定。徐大堡核电厂运行期间所产生的放射性固体废物的处理和整备由核岛内的放射性固体废物系统和厂址废物处理设施完成，收集、贮存、处理和整备核电厂运行及检修时产生的固体废物，并进行暂存。

废物排放严格执行以下措施：

- 电厂运行前申请本工程的排放管理限值，制定各种排放途径的管理目标值。
- 设置完善的放射性废物处理设施，尽最大可能减少放射性废物的产生量。
- 所有放射性物质的排放采用约定排放，对各种途径的放射性物质排放都制定相应的管理规程，排放前进行取样分析，选择合理的时机实施排放，排放过程进行严密监控。
- 记录和统计排放量，按季度和年度向有关环境保护主管部门上报排放量，接受检查和监督。

4.1.4.3 强化流出物监测与环境监测

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。监测的手段包括流出物排放在线监测以及连续取样、定期测量，以确保本电厂的流出物排

放得到有效的监测、管理和控制。RMS 系统设计有连续监测气态和液态流出物的监测道，流出物样品主要在厂区实验室进行测量。依据试行版监督性监测系统建设规范辽宁徐大堡核电厂还将为地方环保部门建设监督性流出物实验室。

徐大堡核电厂将设计、建造环境辐射与气象监测系统，在设计中结合了《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》的要求。徐大堡核电厂还将编制运行期间环境监测大纲，大纲的制定参照运行前的放射性本底调查方案及结果，并在运行前本底调查的基础上优化取样点、取样品种和取样频率，保证采样和监测点的选取具有充分的代表性。环境监测的项目包括气象观测、大气环境 γ 剂量率、气态放射性物质、水样、作物、生物样品、土壤和沉积物。环境监测设施和设备包括自动气象站、环境 γ 辐射监测站、环境实验室、环境监测车、环境介质采样车和中央数据处理站。依据监督性监测系统建设规范辽宁徐大堡核电厂还为地方环保部门建设监督性前沿站和监测子站。

4.1.4.4 非放监测

辽宁徐大堡核电厂运行期间，由电厂环境监测部门组织实施定期的电磁辐射监测、厂界噪声监测、化学污染物监测和大气环境质量监测，确保非放环境指标符合相关的法规要求。此外，将定期对于本核电厂温排水对周围海域的影响进行观测。

此外，依据核安全法规、核安全导则等规范，徐大堡核电厂还将制定一系列管理制度，例如厂内应急计划，来控制运行期间的环境风险。

4.2 应急预案

核事故应急的目的是在核电厂发生放射性物质可能向环境大量释放的事故时，使事故迅速得到控制，以防止或减小放射性物质向环境的释放，并采取防护行动保护电厂内所有人员的安全，迅速向厂外提供保护居民安全与健康的建议。我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）要求在核电厂选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建核电厂必须在其场内和场外核事故应急计划审查批准后方可装料，《核电厂核事故应急管理条例实施细则之一——核电厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAF002/01）则对核电厂营运单位制定事故应急计划提出了相应的要求。

辽宁核电有限公司作为徐大堡核电厂一期工程的营运管理单位，按照国家的应急管理工作方针进行应急准备，在事故情况下实施应急响应。为了适应应急状态的需要，辽宁徐大堡核电厂一期工程应建立应急组织体系，确定场内外应急联系渠道。应急响应组织应由应急指挥部及其领导下的运行控制组、技术支持组、应急抢修组、辐射防护组、

后勤保障组、保卫消防组和公众信息组等七个组组成。核事故应急期间，应急指挥部全面负责指挥本核电厂应急状态下的应急响应行动，以及与国家、地方及主管部门的应急组织的联系和协调。

辽宁徐大堡核电厂一期工程考虑配备的应急设施主要包括：主控制室、远程停堆控制室、运行支持中心、技术支持中心、应急指挥中心、应急通信系统、应急环境监测措施、保卫消防设施、公众信息中心、应急撤离道路等。

为在核电站发生事故时能够迅速采取有效措施保护公众，需事先在电站周围建立应急计划区。分别在各计划区内做好必要的应急准备，以达到在事故状态下及时有效采取应急防护行动从而保护公众的目的。应急计划区的大小根据反应堆堆型的特点，严重事故及设计基准事故下的放射性释放量，并结合厂址周围的社会、地理环境（地形、地貌、大气扩散特征、必要时考虑行政区边界）来确定最终边界。

辽宁徐大堡核电厂设置有环境辐射与气象监测系统（MES），其功能是在核电厂正常和事故情况期间连续监测厂区环境γ 辐射水平及气象参数，采集各种环境介质样品供环境实验室测量分析。但 MES 并非安全相关系统，系统设备在核电厂发生外部事件时不能保证系统能够正常运行。

此外，在核电厂发生事故时，徐大堡核电厂将根据应急监测大纲执行应急监测，使用环境监测车对厂址区域的环境γ 辐射水平和表面污染进行快速测量，根据事故发展情况还可以使用环境介质采样车将对空气、土壤、地面水等环境介质取样，送至环境实验室中进行测量分析，以确定污染区域和污染水平，为评价事故性质、源项大小以及应采取的防护措施提供依据。

5 环境风险评价结论

辽宁徐大堡核电厂一期工程采用非能动安全先进的 AP1000 工程技术方案，设计符合国家相关法规标准的要求，具有较高的安全性和可靠性。通过对辽宁徐大堡核电厂一期工程建造阶段和运行阶段可能存在的环境风险进行识别，对两个阶段重要的放射性和非放射性相关环境风险进行后果评价，以及在选址、设计、建造和运行各个阶段落实相应的风险控制措施和制定应急预案，得到以下结论：

（1）在严格遵守相关管理规定，采取防护、减缓或补偿措施后，施工期的施工活动不会造成环境风险；

（2）运行期间散热系统运行、化学物质向海域的排放，以及放射性物质运输事故可

能导致的环境风险很小；

（3）正常运行状态下，徐大堡核电厂一期工程对公众和生态环境造成的辐射影响均满足国标或筛选值的要求，公众和水生生物均是安全的；

（4）通过对辽宁徐大堡核电厂一期工程 6 类设计基准事故的放射性后果进行评价，得到所有设计基准事故的剂量后果均小于 GB6249-2011 中相关的剂量控制值，对环境和公众的后果风险在可接受范围内；

（5）对于超设计基准事故，辽宁徐大堡核电厂一期工程所采用的 AP1000 机组，在采用了非能动安全保护之后，反应堆堆芯损伤频率（CDF）小于 1E-05/堆年，大量放射性释放频率（LRF）小于 1E-06/堆年。在不采取应急保护措施的情况下，堆芯损伤后 24 小时内厂址边界处个人全身剂量超过 0.25Sv 的频率不能超过 1.0E-06/年；

（6）辽宁徐大堡核电厂一期工程在选址、设计、建造和运行过程中均采取严格的环境风险控制措施，以对各种潜在的放射性和非放射性危害进行有效防御。辽宁徐大堡核电厂通过制订应急计划、建立应急组织体系、配备应急设施、划定应急计划区、建立应急监测方案、定期开展应急培训和演习，以及后期应急预案的进一步完善等措施，将核电厂事故可能导致的环境风险降至最低。

综上所述，本工程建设和运行过程环境风险较低且可控。