福建福清核电厂 1、2 号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

福建福清核电有限公司

二〇一四年五月

福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

福建福清核电有限公司

法人代表：陈桦

地址：福建省福清市三山镇前薛村

邮政编码：350318



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***

二〇一一年十一月七日

证书仅限 0426 项目使用

项目名称：福建福清核电厂1、2号机组

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（注明类别）

（核工业）

（运行阶段）

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



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

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，高桂玲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： 0004412

登记证编号： A10530081300

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	

福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

项目负责人	登记类别	登记证编号	签字
李廷君	核工业	A10530111300	李廷君
高桂玲	核工业	A10530081300	高桂玲

项目审核人	职　称	上岗证编号	签字
赵博	研　高	A10530015	

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	高桂玲	研　高	A10530081300	高桂玲
第二章	毛亚蔚	研　高	A10530101300	毛亚蔚
第三章	林小凤	工程师	A10530211200	林小凤
第四章	李　京	研　高	A10530161100	李京
第五章	张　威	高　工	A10530201300	张威
第六章	郑　伟	研　高	A10530090400	郑伟
第七章	麻锦琳	高　工	A10530171300	麻锦琳
第八章	王　欣	高　工	A10530191300	王欣
第九章	魏　刚	高　工	A10530181300	魏刚
第十章	刘继连	工程师	A10530221300	刘继连
第十一章	李　力	工程师	A10530231300	李力

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 福建电网和电力系统现状

1.4.2 福建省电力发展规划

1.4.3 建设与发展核电的必要性

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、导则和标准

1.7.1 遵循的主要法规、标准和导则

1.7.2 评价标准

1.7.3 厂址所在海域环境功能区划分级

1.8 评价范围及子区划分

1.9 建造阶段环境影响报告书审批时遗留问题的落实情况

1.1 核电厂名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

核电厂的名称：福建福清核电厂。

营运单位：福建福清核电有限公司。

1.1.2 建设性质

本工程为福建福清核电厂1、2号机组，属于新建项目，由中国核能电力股份有限公司、华电福新能源有限公司和福建省投资开发集团有限责任公司按出资协议中确定的股份比例投资建设的商业核电站。

福建福清核电厂 1、2 号机组遵循“以我为主，中外合作，引进技术，推进国产化”的建设方针，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。

1.2 建设规模和规划

福建福清核电厂规划容量为 6×1000MW 级压水堆核电机组，采用一次规划、分期建设模式。一期工程（1、2 号机组）申请建设 2×1000MW 级机组，参考电站为岭澳一期核电站。按照“百万千瓦级二代加改进”的技术路线，建设 2 台百万千瓦级二代加改进型机组，电站设计寿命 40 年。

1.3 建设经费

福建福清核电厂1、2号机组堆型选择百万千瓦级压水堆核电机组。

项目总投资折合人民币共计279.32亿元（不包括配套送出工程）。

资金拟通过以下途径筹措：项目资本金由项目出资人（各股东方）按出资协议中确定的股份比例自行筹措；人民币融资和外币融资，采用国内政策性银行和（或）商业银行贷款解决。

本工程的环保设施及经费概算约占总投资的 3%，详见表 1.3-1。

1.4 建设目的

1.4.1 福建电网和电力系统现状

福建电网目前最高电压等级为 500kV，500kV 电网已成为省内电力交换以及福建与省外联络的主通道，并通过宁德变至浙江双龙变的 2 回 500kV 线路与华东主网相连。全省境内 500kV 线路长度 2954.2km，220kV 线路长度 8779.5km。至 2010 年底福建境内共有 500kV 变电站 15 座，主变 22 台，统调变电总容量 19450MVA，220kV 变电站 119 座，主变 222 台，统调变电总容量 35540MVA。

1.4.2 福建省电力发展规划

福建电网“十一五”中后期至“十三五”电源规划投产容量表见表1.4-1。由表可知：为满足福建电网负荷发展需要，“十二五”、“十三五”各阶段省内新增发电容量保持在10908.5MW和7527MW左右。

福建省电力公司根据近期福建省电力市场发展实绩，采用分部门预测法、电力弹性系数法、灰色理论和线性回归预测法等方法，对福建省电力需求情况进行了预测，综合考虑了各种因素之后，提出以下电力市场需求方案，其中，中方案为推荐方案。详见表1.4-2，本设计按推荐方案开展工作。

2015-2020年各分区用电需求水平见表1.4-3。

1.4.3 建设与发展核电的必要性

1.4.3.1 建设核电是福建能源供应可持续发展的需要

福建是无油、无天然气，常规能源缺乏的省份，为建立安全、可靠、稳定、经济的能源保障体系，能源供应必须采取多元化的战略。发展核电是能源供应多元化战略的重要组成部分，有利于缓解福建一次能源供应的紧张状况、减轻运输压力，推进福建电源结构多元化的进程，有利于提高能源供应安全性，为福建能源供应的可持续发展打下良好基础。

1.4.3.2 建设核电是福建环境保护的要求

福建省东、南面临海，西、北部多高山，与周边省份阻隔。西、北部广大山区，静风频率高、大气扩散条件较差，城市空气环境质量易受到本地污染源影响，地区大气环境容量较小。东南沿海地区，经济发达，人口集中，城镇众多，工农业和近海养殖业生产活动以及城乡居民生活活动，对环境质量造成影响，空气中TSP浓度普遍较高。福建省酸雨污染普遍存在，酸雨类型主要为硫酸型，闽东南沿海地区为酸雨污染的中心区域，福建省列入国家酸雨控制区的城市有：福州市、厦门市、三明市、泉州市、漳州市、龙岩市6市；经省政府批准，莆田市亦按“酸雨控制区”有关规定进行管理。

经济社会的快速发展使环境资源面临更大压力，主要污染物的排放总量控制压力仍很大。随着对环境保护要求的日益严格，二氧化硫排放空间越来越小，制约燃煤电厂建设规模的主要因素将是二氧化硫。燃气燃油电厂虽比燃煤电厂污染小，但也排放二氧化硫、氧化氮等大气污染物。核电是清洁的能源，发展核电是减少大气污染排放的有效途径。在这种可持续发展形势要求下，建设福建福清核电厂1、2号机组项目是有利于福建省环境质量改善及社会经济的可持续发展。

1.4.3.3 建设核电是福建电力需求发展的需要

华东地区作为全国经济最发达的地区之一，目前核电装机容量仅占总装机容量的3%，远远低于世界平均水平。因此，华东电网发展核电还有较大的空间。

综上所述，福建省是一个缺电、缺能、而经济发展迅速的省份，实施能源结构多元化、积极发展清洁能源，是今后电源发展的基本方针。因此，从长远看，核电应该成为福建主要电源之一，发展核电是非常必要的。

1.5 建设进度

福清核电厂 1 号机组于 2008 年 11 月 21 日浇注第一罐混凝土，2 号机组于 2009 年 9 月 17 日浇注第一罐混凝土。按照目前的工程进度计划，取得装料许可证后开始装料，1、2 号机组分别计划于 2014 年 7 月和 2015 年 1 月建成投产。

本工程环保设施均按照设计方案建造，建设进度满足“三同时”要求。

1.6 环境影响报告书编制依据

1) 中华人民共和国环境保护部《关于福建福清核电厂一期工程一、二号机组环境影响报告书（设计阶段）的批复》环审[2008]379 号。
2) 福建福清核电 1、2 号机组工程总承包合同。
3) 福清核电厂 1、2 号机组最终安全分析报告（2012 年）。
4) 中国民用航空华东地区管理局《关于福建福清核电厂厂址与有关航线情况的复函》（民航华东函 [2008] 13 号）
5) 国家水利部《关于福建福清核电厂一期工程水土保持方案的复函》（水保函[2007] 361 号）
6) 福建省人民政府《福建省人民政府关于同意福建福清核电有限公司海域使用申请的批复》（闽政文[2007] 304 号）
7) 福建省文物局《关于福清核电项目厂址区域文物调查勘探情况的批复》（闽文物字 [2007]水政 8 号）
8) 福建省国土资源厅《福建省拟建项目压覆矿产资源审查表》。
9) 福建省环境保护厅《福建省环境保护厅关于再次确认福建福清核电厂环境质量和污染物排放（非放射性）执行标准的函（闽环辐射函〔2013〕47 号）
10) 国家发展和改革委员会文件《印发国家发展改革委关于福建福清核电一期工程核准的请示的通知》（发改能源〔2008〕2956 号）。
11) 福建省人民政府文件《福建省人民政府关于福州市近岸海域环境功能区划的批复》（闽政文[2008]279 号）
12) 福清市闽江调水工程指挥部文件《关于福建福清一期工程供水承诺函》（2008 年 1 月 20 日）
13) 国家发展和改革委员会文件《国家发展改革委员会关于福建福清核电一期工程核

准的请示》（发改能源[2008]2617 号）

14) 福建省环境保护厅文件《福建省环保厅关于批复福建福清核电 500 千伏送出输变电工程环境影响报告书的函》（闽环保监〔2010〕124 号）

15) 中国电力工程顾问集团公司文件《关于印发福建福清核电厂接入系统设计报告（一次部分）评审意见的通知》（电顾规划〔2010〕577 号）

16) 国家电网公司部分文件《关于印发福建福清核电厂接入系统设计（一次部分）审查意见的通知》（发展规一〔2010〕160 号）。

17) 国家发展和改革委员会文件《国家发展改革委关于福建宁德核电送出和福清核电送出 2 项 500 千伏输变电工程项目核准的批复》（发改能源〔2011〕2972 号）。

18) 国家海洋局《关于福建福清核电一期工程项目用海的批复》（国海管字〔2011〕37 号）。

19) 《福建省人民政府关于福清核电厂一期工程建设用地的批复》（闽政文[2009]409 号）

20) 国家发展和改革委员会文件《国家发展改革委关于福建莆田园顶等 5 项 500 千伏输变电工程项目核准的批复》（发改能源〔2012〕3483 号）。

21) 福建省人民政府文件《福建省人民政府关于福清核电应急道路工程建设农用地转用和土地征收的批复》（闽政文〔2012〕500 号）

22) 福清市环境保护局文件《关于福建福清核电有限公司非放射性污染执行标准初审意见的报告》（融环保〔2012〕276 号）。

23) 福州市环境保护局文件《福州市环境保护局关于确认福清核电厂一、二号机组非放射性环境影响评价执行标准的复函》（榕环保函〔2012〕252 号）

24) 福建省人民政府文件《福建省人民政府关于印发福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》（闽政〔2011〕45 号）

25) 福建省环境保护厅文件《福建省环保厅关于批复福清核电 220kV 第二回路保安线路工程环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2013〕11 号）

26) 《福建福清核电厂进厂道路工程环境影响报告表审批意见》（2006 年 10 月 25 日）

27) 《关于福建福清核电有限公司福清核电应急道路工程环境影响报告书的批复》（融环保[2010]289 号）

28) 《福建福清核电有限公司核技术应用项目环境影响报告表审批意见》（2011 年）

1.7 评价遵循的法规、导则和标准

1.7.1 遵循的主要法规、标准和导则

本报告编制遵循的主要法规、标准和参照的主要导则如下：

— 中华人民共和国环境保护法（1989 年 12 月 26 日）；

— 中华人民共和国环境影响评价法（2003 年 9 月 1 日）；

— 中华人民共和国放射性污染防治法（2003 年 10 月 1 日）；

— 中华人民共和国海洋环境保护法（2000 年 4 月 1 日）；

— 中华人民共和国大气污染防治法（全国人大常委会，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）；

— 建设项目环境保护管理条例（1998 年 11 月）中华人民共和国国务院令 253 号；

— 放射性物品运输安全管理条例（2010 年 1 月 1 日）；

— 中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害与海洋环境管理条例（2008 年）；

— 建设项目环境影响评价分类管理名录（2008 年环境保护部令 第 2 号）；

— 放射性废物安全管理条例（2012 年 3 月 1 日）；

— 环境影响评价公众参与暂行办法（环发[2006]28 号）；

— 近岸海域环境功能区管理办法（1999 年 12 月 10 日）；

— 电磁辐射环境保护管理办法，国家环保局［1997］第 18 号令；

— 核电厂环境影响报告书的内容和格式（NEPA-RG1）；

— 福建省环境保护条例；

— 福建省海洋环境保护条例；

— 福建省固体废物污染防治若干规定；

— 核电厂核事故应急管理条例（HAF002，1993 年 8 月 4 日）；

— 核电厂厂址选择安全规定（HAF101）；

— 核动力厂设计安全规定（HAF102）；

— 放射性废物安全监督规定（HAF401,1997）；

— 中华人民共和国核材料管制条例（HAF501）；

— 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（HAD101/10）；

— 核电厂设计基准热带气旋（HAD101/11）；

— 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）；

— 核动力厂营运单位的应急准备和应急响应（HAD002/01-2010）；

— 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（HJ 2.2-2008）；

— 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）；

— 辐射环境监测技术规范（HJ/T 61-2001）；

— 核电厂辐射环境监测规定（EJ/T 1131-2001）；

— 海洋监测规范（GB17378.1～7-2007）；

— 海洋调查规范（GB12763.1～7-2007）;

— 建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程（国家海洋局，2002）；

— 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）；

— 放射性废物管理规定（GB14500-2002）；

— 放射性废物的分类（GB9133-1995）；

— 核设施流出物监测的一般规定（GB11217-89）；

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

— 环境核辐射监测规定（GB12379-90）；

— 放射性物质安全运输规程（GB11806-2004）；

— 放射性物质安全运输货包的泄漏检验（GB/T 17230-1998）；

— 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范（GB/T 14583-1993）；

— 核电厂放射性液态流出物排放技术要求（GB14587-2011）；

— 电离辐射监测质量保证一般规定（GB8999-1988）；

— 低、中水平放射性废物固化体性能要求 水泥固化体（GB14569.1-2011）；

— 放射性废物体和废物包的特性鉴定（EJ 1186-2005）；

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

— 海水水质标准（GB3097-1997）；

— 污水综合排放标准（GB8978-1996）；

— 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）；

— 城市污水再生利用 城市杂用水水质（GB/T18920-2002）；

— 环境空气质量标准（GB3095-1996）；

— 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）；

— 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB 12348-2008）；

— 建筑施工场界噪声排放标准（GB12523-2011）；

— 声环境质量标准（GB 3096-2008）；

— 电磁辐射防护规定（GB8702-88）；

— 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）；

— 《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/T24-1998）；

— 高压架空输电线、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 评价标准

1.7.2.1 放射性评价标准和依据

本报告正常运行工况的剂量评价标准，遵循《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中的有关规定。

1） 正常运行工况下的剂量约束值

正常运行工况下的剂量约束值，遵循国家标准 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”。

福建福清核电厂址以 0.25mSv/a 作为公众的辐射剂量约束值，整个厂址规划 6 台百万级核电机组，福建福清核电厂一期工程 2 台机组的剂量约束值为 0.08mSv。

2） 事故条件下的剂量控制值

根据工程设计，放射性事故主要考虑八类设计基准事故和两个特殊工况，详见第七章。

对于各类设计基准事故的环境影响的评价标准，相应于 GB6249-2011 的分类：属于 RCC－P Ⅲ类工况的事故按照 GB6249-2011 的稀有事故的剂量控制值进行评价，属于 RCC

－P Ⅳ类工况事故按照 GB6249-2011 极限事故的剂量控制值进行评价。两个特殊工况事故按照 GB6249-2011 的极限事故的剂量控制值进行评价。

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） 福建福清核电厂厂址排放量控制值

福建福清核电厂厂址规划建设 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，一期工程为其中 2 台机组，根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的第 6.2、6.3 和 6.4 条款的规定，福建福清核电厂厂址所有机组的年放射性排放量应控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内。

4）液态放射性流出物排放的浓度控制

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中 6.8 条的规定，对于滨海厂址，槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。福建福清核电厂 1、2 号机组放射性液态流出物除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度实际按 900Bq/L 控制。

1.7.2.2 主要非放射性评价标准

根据福建省环境保护厅《福建省环境保护厅关于再次确认福建福清核电厂环境质量和污染物排放（非放射性）执行标准的函》（闽环辐射函〔2013〕47 号）批文中的要求，福建福清核电厂环境质量和污染物执行标准如下：

— 环境质量标准

1）海水水质标准

根据《福建省人民政府关于印发福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》（闽政[2011]45 号），福清核电厂附近海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的三类标准，其中，温排水混合区除水温指标外，其余指标仍按海水水质三类标准执行；

2）环境空气质量标准

厂址地区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及修改单中的二级标准。

3）声环境质量标准

执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准。

— 污染物排放标准

1）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中的一级标准；生活污水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）的一级 B 标准；回用水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）的要求。

2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中二级标准。

3）厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准（工业区）。施工期噪声不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的相关标准限值。

4）厂址电磁辐射执行《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）、《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）、《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）的相关标准限值。

除上述批文中的要求之外，含油污水通过处理使其达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准（石油类＜5mg/L）后排入大海。

1.7.3 厂址所在海域环境功能区划分级

根据福建省人民政府文件《福建省人民政府关于印发福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》（闽政[2011]45 号），福清核电厂厂址附近海域为三类海域，海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的三类标准，即人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃。

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），本次评价范围为以福建福清 1、2 号机组的烟囱为中心，半径 80km 的区域范围。为进行剂量估算，将此区域分别以 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km 为半径画 12 个同心圆，与圆心角为 22.5°的 16 个方位相交划分扇形区，共 192 个评价子区。

厂址半径 80km 评价子区划分图见图 1.8-1。

1.9 建造阶段环境影响报告书审批时遗留问题的落实情况

2008 年 10 月 13 日环境保护部批复了《福建福清核电厂一期工程一、二号机组环境影响报告书（设计阶段）》，文号为“环审[2008]379 号”。批复意见中提出在工程设计阶段及今后一个时期应重点做好的工作如下：

（1）切实加强现场施工的环境监测工作

建设单位已委托相关有资质的单位进行了施工期海域环境监测、陆域环境监测、水土保持监测、污水处理站废水监测工作。通过上述监测活动可准确了解核电厂施工过程的环境影响，并说明施工期环境管理措施的有效性。相关监测工作内容及结果已反映在报告书

第五章中。

（2）进一步完善、优化水泥固化废树脂的改进方案

本工程采用现役核电站正在使用的、具有成熟应用经验的桶内搅拌设备及工艺流程，采用 400L 钢桶作为废物包装容器，并采用与桶内搅拌设备配合使用的成熟水泥固化配方。

废树脂水泥固化过程中，首先将废树脂和水计量后加入 400L 钢桶中，然后向 400L 钢桶中加入石灰并搅拌，用石灰消除树脂中的硼酸根对水泥浆的缓凝作用，再保持混合器不断转动并连续加入水泥和添加剂，直至搅拌均匀。装有废物的 400L 钢桶送去封盖并养护，经放射性检测后送到放射性固体废物暂存库暂存。

废树脂水泥固化采用国内核电厂已经验证过的、与桶内混合器配合使用过的配方，能够与桶内搅拌混合器良好配合，并保证废树脂水泥固化体满足标准 GB14569.1-2011《低、中水平放射性废物固化体性能要求 水泥固化体》的要求。

表 1.3-1　本工程的主要环保设施及经费概算

序号	项　目　名　称	费用（万元）	所占比例	备注
1	核岛厂房通风系统	20596	23.46%	
2	核岛三废处理系统和辅助系统	20976	23.89%	
3	常规岛水处理系统	7216	8.22%	
4	非放射性和放射性废物处理系统	24730	28.17%	
5	流出物监测和环境监测系统	11372	12.95%	
6	绿化	1600	1.82%	
7	施工期环保投入	1300	1.48%	
8	合　　计	87790	100.00%	

表 1.4-1　福建电网电源建设

单位：MW

项目	2014 年	2015 年	2016～2020 年	总计
一、水电	**0**	**0**	**0**	**68.25**
二、火电	**0**	**0**	**0**	**11540**
莆田燃气	0	0	0	1080
晋江燃气	0	0	0	1440
厦门燃气	0	0	0	720
龙岩坑口二期	0	0	0	600
宁德二期	0	0	0	1320
华能三期	0	0	0	1320
永安技改	0	0	0	600
漳平二期	0	0	0	600
南埔二期	0	0	0	1340
鸿山一期	0	0	0	1200
三、核电	**2174**	**1085**	**4356**	**10874**
宁德核电	1085	1085	0	4340
福清核电	1089	1089	3267	6534
四、抽水蓄能	**0**	**0**	**2400**	**3600**
仙游抽蓄	0	0	0	1200
福州抽蓄	0	0	1200	1200
漳州抽蓄	0	0	1200	1200
五、风电	**250**	**249.3**	**771**	**2679**
六、总计	**2424**	**1334.3**	**7527**	**28761.25**

表 1.4-2　电力市场需求预测方案

单位：负荷--亿千瓦时，电量--万千瓦

		2015	2020	年均增长（%）	
				2011-2015	2016-2020
高方案	负荷	37000	48350	11.2	5.5
	电量	2170	2835	11.0	5.5
中方案	负荷	34400	45000	10.9	5.5
	电量	2020	2640	10.6	5.5
低方案	负荷	31920	41720	9.3	5.5
	电量	1874	2450	9.0	5.5

表 1.4-3　2015～2020 年推荐方案分区负荷预测结果

单位：负荷--亿千瓦时，电量--万千瓦

		2015 年	2020 年	增长速度（%）		
				十一五	十二五	十三五
福州	负荷	7220	9370	9.8	11.4	5.4
	电量	396	504	9.7	10.4	4.9
莆田	负荷	1630	2330	11.8	13.2	7.4
	电量	81	114	11.1	12.5	7.1
泉州	负荷	8330	10770	9.9	11.4	5.3
	电量	504	642	9.9	10.6	5.0
厦门	负荷	4555	5930	11.1	10.8	5.4
	电量	224	285	9.2	9.9	4.9
漳州	负荷	3805	5840	14.1	14.0	8.9
	电量	194	292	13.2	12.8	8.5
龙岩	负荷	2330	2890	10.1	10.7	4.4
	电量	135	166	9.9	10.2	4.2
三明	负荷	2725	3350	7.3	9.9	4.2
	电量	169	207	8.1	9.4	4.2
南平	负荷	2010	2495	6.8	9.4	4.4
	电量	120	147	7.4	8.9	4.1
宁德	负荷	2040	3180	12.8	14.3	9.3
	电量	102	158	13.3	12.9	9.1
厂用电及高压网损	负荷	1423	1855	9.3	10.6	5.4
	电量	95.8	125	12.8	10.6	5.5
全省	负荷	34400	45000	11.3	10.9	5.5
	电量	2020	2640	10.0	10.6	5.5

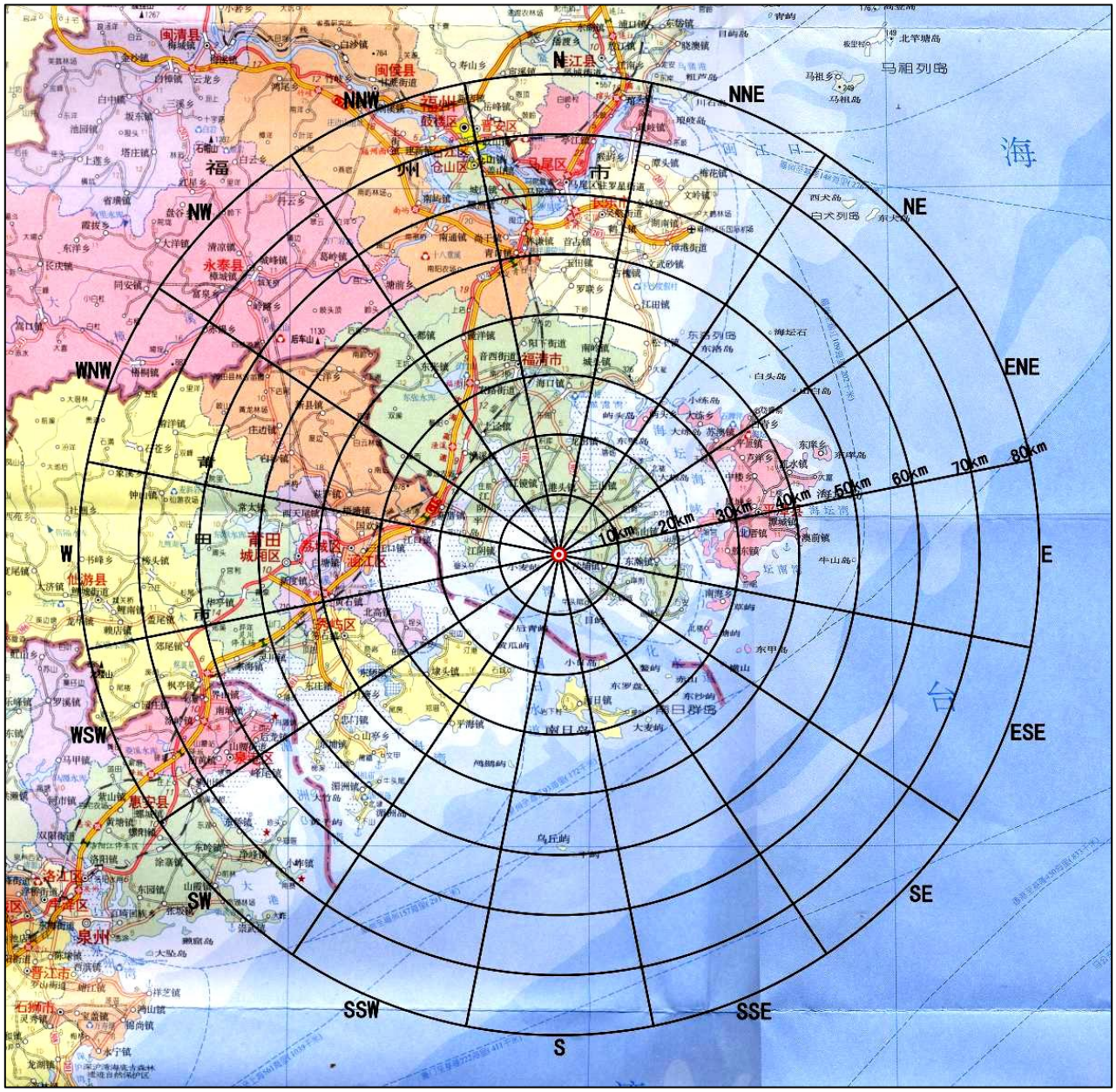


图 1.8-1　厂址半径 80km 评价子区划分图

第二章 厂址与环境

2.1 地理位置

2.1.1 厂址位置

2.1.2 厂址边界及附近居民点

2.1.3 厂址用地

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

2.4.1 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 混合层高度及大气扩散参数

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

福建福清核电厂厂址位于福清市三山镇前薛村的岐尾山前沿，北、南、西三面环海，东北侧与陆地连接。厂址北北西距省会福州市 71km，北距长乐市 58km，距福清市 32km，西距莆田市 43km（均为直线距离）。

2.1.2 厂址边界及附近居民点

1）厂址边界及附近居民点

非居住区边界以反应堆厂房为中心半径 500m 范围。非居住区边界是根据美国导则 RG1.183 中推荐的源项作为选址假想事故源项，并结合当地气象资料进行计算确定的，最终确定非居住区边界为 500m 时可以满足 GB6249-2011 的要求。

规划限制区外边界以反应堆厂房为中心半径 5km 范围。GB6249-2011 的 5.6 节中规定核动力厂规划限制区的半径不得小于 5km。发生选址假想事故时，5km 边界处个人剂量满足 GB6249-2011 的 5.9 节的规定。福清核电厂按照评价非居住区边界的方法评价了 5km 处的个人剂量，计算结果表明，5km 边界处个人剂量可以满足 GB6249-2011 评价准则的要求，因此，规划限制区边界最小距离为 5km。

福清核电厂地产界线包围厂区、附属设施区、施工区、生产准备区、维修调试生活区及海工用地等。地产界线北侧包围取水明渠，南侧包围排水明渠及排水导流堤，西侧包围大件码头及取水明渠导流堤，东侧包围维修调试生活区，并结合地形地貌取整划定。沿厂址地产边界设置用地界桩或设置外部围栏（ZN）或简易围栏或简易标识。地产边界海域为征海边界线，陆域为征地边界线。

本工程厂址边界同地产界线。非居住区边界在地产边界范围内。

福建福清核电厂厂址地理位置详见图 2.1-1。

2）气态、液态流出物

福清核电厂 1、2 号机组流出物主要包括：废液排放—排水口和废气排放—反应堆烟囱。

废液排放点：本工程循环冷却水和重要厂用水的排水口为废液排放点。低放废液通过地下管沟排至虹吸井，混合后经循环水排水暗渠排至排水明渠，最后通过排水明渠导流堤排至排水口（废液排放点），进入厂址南部海域，此废液排放点包围在核电厂地产界线和 1℃ 温升征海范围内，排放口距 1℃ 温升征海边界最近距离为：东向边界线 1293m，南向边界线 2806m，西向边界线 1725m，北向边界线 1338m。

废气排放点：核电厂 1、2 号机组反应堆厂房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排入大气。1、2 号机组反应堆排风烟囱排风口绝对标高为 73.45m，距离地产边界线最小距离为：东向边界线 1906m，南向边界线 579m，西向边界线 473m，北向边界线 584m。

2.1.3 厂址用地

福清核电厂 1、2 号机组工程核准用地 157.59 hm^2（发改能源[2008]2956 号），其中陆域面积 129.55 hm^2，填海造地 28.04 hm^2（多年大潮平均高潮线 2.75m 为海域与陆域的分界线），陆域用地面积 129.5558 hm^2 已获得国土资源部的最终批复（国土资函[2009]1227 号），填海造地 28.04 hm^2（按多年大潮平均高潮线 2.75m 为海域与陆域的分界线）已获得国家海洋局批复。

1、2 号机组征海总面积 1261.6949hm^2，国家海洋局批复的海域使用权文号为“国海管字[2011]37 号”及“闵政文[2007]304 号”。其中温排水征海面积 1057.7174 hm^2（按 1、2 号机组 1℃ 温升征海），填海、非透水构筑物征海、港池征海及取排水口征海面积共计 203.9775 hm^2。

2.2 人口分布

厂址半径 80km 范围 2012 年底人口总数为 8635200 人，平均人口密度为 430 人/km^2，福建省同期人口密度为 300 人/km^2，厂址半径 80km 范围内的平均人口密度虽略高于福建省平均人口密度，但均低于福清市（844 人/km^2）、福州市（530 人/km^2）、莆田市（791 人/km^2）、泉州市（611 人/km^2）的人口密度。厂址半径 5km 范围的平均人口密度低于福建省平均人口密度。

厂址半径 80km 范围内有一个 100 万人口以上城市，即厂址 NNW 方位 73km 的福州市城区（含鼓楼、台江、仓山、晋安四个区 30 个街道，9 个镇），2012 年底人口数为 153.58 万人。厂址半径 80km 范围内有 7 个 10 万人口以上城镇，分别为厂址 NNW 方位 32km 的福清市区，2012 年底人口数为 29.99 万人；厂址 W 方位 43.5km 的莆田市市区，2012 年底人口数为 24.31 万人；厂址 WSW 方位 38.5km 的秀屿区城区，2012 年底人口数为 12.25 万人；厂址 E 方位 35km 的平潭城区，2012 年底人口数为 15.63 万人；厂址 N 方位 68km 的长乐市城区，2012 年底人口数为 21.82 万人；厂址 W 方位 75km 的仙游县城区，2012 年底人口数为 13.27 万人；厂址 WSW 方位 64km 的泉港区城区，2012 年底人口数为 10.77 万人。

厂址半径 15km 范围内涉及福清市三山镇、江阴镇、江镜镇、港头镇、高山镇、东瀚镇、沙埔镇及江镜农场，共计 128 个行政村（包括江镜农场），2012 年底总人数为 417142 人。

厂址半径 5km 范围内涉及三山镇的前薛村、楼前村、泽岐村、韩瑶村、及江阴镇的小麦村，共计 5 个行政村 7 个自然村，2012 年底共有人口 13795 人。前薛村是距厂址中心最近、人口数最多的自然村，位于厂址的 NNE 方位，其村委会距厂址中心 2.9km，距厂址中心最近的居民住房距离为 2.25km，人口数为 6348 人。小麦村是距厂址中心最近的岛屿村落，位于厂址 W 方位，其村委会距厂址中心 4.9km。

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

厂址半径 15km 范围涉及福清市三山镇、江阴镇、江镜镇、港头镇、东瀚镇、沙埔镇、龙田镇、江镜农场。厂址所在三山镇土地总面积为 227424.29 亩，其中耕地 64327.14 亩、林地 20688.37 亩，分别占土地总面积的 28.3%和 9.1%。

厂址半径 5km 范围地处沿海，土壤干燥瘦薄，植被较低矮、盖度小，森林覆盖率仅约为 11.2%。

厂址半径 15km 范围所在的龙高半岛位于福清市境东南，地势和缓，低丘起伏，无大型河流，仅有 10 多条山涧、小溪，流域小且均为独立入海。地表水与地下水资源均较贫乏，主要靠大气降水补充，按平水年计算，厂址半径 15km 范围内地表水约为 1.65 亿 m^3，地下水为 0.48 亿 m^3。

厂址半径 15km 范围供水水源主要为东张水库管渠调水、闽江引水、境内小型水库供水、山塘洼地积水、渠溪提水和打井取水等。闽江调水工程是福清目前供水的另一主要水源，现已向厂址半径 15km 范围龙田镇、江镜镇、江镜农场、三山镇、高山镇、东瀚镇引出供水管线，用于饮用水、工农业用水。境内城镇居民生活用水大部分为来源于东张水库管渠调水、闽江引水、境内小型水库；农村居民生活用水部分来自上述供水，部分来自山塘洼地积水、渠溪提水和打井取水；农业生产灌溉主要靠自然降水，不足部分由附近水库和外调引水补充；工业用水主要来自东张水库管渠调水、闽江引水、境内小型水库供水，不足部分由打井补充。

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 范围内的农业以种植粮食作物为主，其次为蔬菜，还有部分油料作物和水果。粮食作物包括谷物、豆类、薯类，其中谷物包括稻谷、玉米、大麦、小麦、高粱；豆类包括大豆、绿豆、红小豆等；薯类包括甘薯和马铃薯。蔬菜包括蔬菜和菜用瓜。油料作物包括花生、油菜籽、芝麻等主要品种。水果主要包括柑橘、桃、李、枇杷、龙眼等，主要品种是柑橘。厂址半径 80km 范围内有关市（县、区）农副业生产情况见表 2.3-1。

厂址半径 80km 范围内，粮食作物、油料作物、蔬菜、水果的种植面积分别为 1726950 亩、653573 亩、1328525 亩和 650761 亩，总产量分别为 619532 吨、109303 吨、2665080 吨和 256279 吨。其他作物（包括饲料）的种植面积为 114323 亩。

当地主要粮食作物水稻的生长期为 5 个月左右，含水率约为 13.0～15%，贮存期为 1～2 年；薯类的生长期约为 220～250 天，含水率约为 65%，贮存期为 2～6 个月。蔬菜的生长期为 60～180 天，含水率约为 70～80%，贮存期约为半个月。油料作物中花生的生长期为 4 个月左右，含水率约为 8～10%，贮存期为 1～2 年；油菜籽的生长期为 7 个月左右，含水率约为 8～10%，贮存期为 1～2 年。各种作物主要在评价区内销售，部分销往附近省市。

厂址半径 15km 范围各乡镇农副业生产情况见表 2.3-2。当地主要的农作物为稻谷、甘薯、杂豆类，由于人均耕地面积偏少，粮食多由外地区调入。

厂址半径 5km 范围农业生产基础薄弱，主要为旱地，农作物以甘薯和花生为主，农业没有灌溉条件。粮食、蔬菜、水果均不能自给，主要由外地调入。前薛和楼前靠近海边，滩涂养殖业是当地主要收入。养殖品种主要有缢蛏、牡蛎、菲律宾蛤仔和紫菜等。

2.3.2.2　畜牧业情况

厂址半径 80km 范围内家禽主要是鸡、鸭、鹅，家畜主要品种为猪、牛、羊（主要是山羊）。厂址半径 80km 范围内奶牛饲养量不大，且主要集中在厂址 N、NNE、W、WNW、NNW 等几个方位 20～80km 范围内，半径 15km 范围内饲养量很少。

有关家畜、家禽的饲养方式、饲料品种、屠宰后贮存期和销售情况详见表 2.3-3。其中牛、羊主要为放养。猪为圈养，饲料主要是米糠、豆粕等。家禽中鸡为圈养，鸭和鹅则以放养为主。家畜、家禽主要在评价区内销售，部分销往相邻省份。

厂址半径 15km 范围涉及三山镇、江阴镇、江镜镇、港头镇、高山镇、东瀚镇、沙埔镇、龙田镇和江镜农场，各乡镇畜牧业情况见表 2.3-4。家禽、猪、牛的存栏数和出栏数均以龙田镇相对较多，羊出栏数以东瀚镇相对较多。

厂址半径 5km 内牛、猪、羊和家禽存栏数和出栏数均很小。厂址半径 5km 内没有奶牛饲养。

2.3.2.3　林业资源与自然资源情况

2.3.2.3.1　林业资源和矿产资源

厂址半径 15km 范围的龙高、江阴半岛地处沿海，土壤干燥瘦薄，植被较低矮、盖度小、生长差，多为中旱性灌木和草木，主要树种有黑松、马尾松、相思树、木麻黄、杉类。厂址半径 15km 范围内无自然保护区、无成片森林分布，森林覆盖率较低。

厂址半径 15km 范围仅三山填和江阴镇部分地区有建筑用花岗岩开采，除此之外无其它具有工业价值的矿藏资源分布及相应的开采活动。厂址半径 5km 范围内没有压覆重要的矿产资源。

2.3.2.3.2 自然保护区、古迹、风景游览区和野生珍稀动植物

厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级自然保护区、文物、古迹保护单位和风景名胜区，无野生珍稀动植物分布。

2.3.3 水产资源及生态概况

厂址半径 5km 范围内主要养殖品种为贝类和藻类，养殖方式主要有滩涂养殖和浅海养殖。

2.4 厂址附近的工业、交通

2.4.1 工业设施

厂址地处福建省经济发达的沿海地区，厂址半径 80km 范围涉及福州市、莆田市和泉州市及其下辖的部分地区，其中福州市在福建省的工业发展中具有重要的地位。

厂址半径 15km 范围内的企业主要分布在江阴工业集中区，主要经营物流、医药、化工、电力能源和冶金机械。除江阴工业集中区外，厂址半径 15km 范围内 2012 年还有 10 家规模以上（年产值 2000 万元以上）的工业企业，主要分布在福清市的高山镇、沙埔镇、港头镇、江镜镇，均位于厂址 7.9km 以外，详见图 2.4-1，主要经营饲料、电力、服装、家具、汽车零部件和建材。厂址半径 5km 范围内没有规模以上的工业企业。

福州市江阴工业集中区位于福清江阴镇南部的江阴半岛，位于厂址 W、NNW 方位，其规划边界与厂址最近距离约 10km。主要由西部工业区、东部重工业区、港区、仓储物流园和江阴生活配套区五大部分组成。

厂址半径 15km 范围内还涉及一个正在规划的闽台（福州）蓝色经济产业园区，其规划区域位于厂址 NNW、N 方位、距离厂址 5～15km 范围。其发展定位为以海洋产业为主、生态环境优美的闽台合作示范产业区；产业发展规划为重点发展临海装备制造产业，培育发展海洋生物产业，配套发展海洋服务产业，规划的居住区边界相对厂址最近距离为 12.5km。

厂址半径 15km 范围内储存和使用易燃易爆危险品的企业主要有少量加油站、液化气站和贮存民爆品的企业。此外，在江阴工业集中区分布有少量储存和使用危险化学品的企业，分布在厂址 W 方位 12.1～18km 范围内。经分析或计算，不会对核电厂安全构成潜在危险。

2.4.2 交通

（1）公路

厂址所在福清市交通比较发达，境内有 1 条福厦铁路，公路已形成高速公路、国道、省道、县、乡、村道交织的公路网。

厂址半径 15km 范围内公路情况见图 2.4-2，已形成省道、县道、乡道、村道交织的公路网，实现了村村通公路，交通比较方便。厂址半径 15km 范围内有两条高速公路渔平高速 S1551 和其江阴支线，以及两条省道 S201 和 S305，相对厂址最近距离分别为 9.4km、13.2km、12.5km 和 10.8km。

（2）海运

厂址东临台湾海峡，海上交通比较发达，厂址半径 80km 范围内涉及的港口主要有福州港、湄洲湾港、泉州港肖厝港区，水路交通十分通畅。

厂址半径 15km 范围内的码头主要分布在江阴港区和下垄港区，以及一些乡、镇和部分行政村的简易码头，这些简易码头主要用于渔业捕捞及海上养殖活动，只能停靠 100 马力以下的小船。

江阴港区地处兴化湾中部北岸，是福州港的四大港区之一，根据《福州港江阴港区控制性详细规划》，江阴港区重点发展集装箱、油品化工、散杂货泊位为主，集多式联运、仓储、保税、商贸和加工制造为一体并为临港工业服务的多功能综合性现代化港口作业区和综合性国际集装箱主枢纽港。江阴港区分为新厝、壁头、万安、牛头尾和草屿作业区，其中，厂址半径 15km 范围涉及壁头作业区和牛头尾作业区，分别位于厂址 W 方位 9～18km 和厂址 SE 方位 9～15km 范围内，其航线相对厂址最近距离分别为 11km 和 10km。下垄港区处于江阴东港北端西岸，位于厂址 NW 方位 15km，其航线相对厂址的最近距离为 7.6km。经评价，厂址附近的港口和码头贮存的危险品、陆上和海上运输以及船舶失动等均不会对核电厂安全构成潜在影响。

（3）空运

福州长乐国际机场位于厂址 NNE 方位 58km，为距离厂址最近的民航机场。厂址上空飞行航线水平投影相对厂址最近距离为 28km。按核安全导则 HAD101/04 的规定，在筛选距离 10km 范围内无机场，空中航线距离厂址也很远，不会对核电厂安全构成影响。

2.5 气象

2.5.1 区域气候

厂址区域地处北回归线北侧边缘，东濒海洋，属典型的亚热带海洋性季风气候。区域内日照充足，温度适宜。当地受季风和海风的影响明显，冬、夏季风方向随季节交替而转换，冬季多为偏北风，夏季多为偏南风。风速自沿海向平原及内地山区减弱。常见的大风

是由北方冷空气南下而引起的东北大风和台风侵袭而引起的大风。台风每年大多出现在7月中旬至9月下旬。强台风正面袭击时往往伴有暴雨，易造成风灾水患。

2.5.2 当地气象条件与现场气象观测

本节采用厂址代表性气象站平潭气象站1971～2012年的气象要素统计结果和2011年1月~2012年12月厂址现场气象要素观测统计结果分析厂址的当地气象特征。

2.5.2.1 风向和风速

当地常年风速较大，根据代表性气象站观测资料，当地年平均风速为5.0m/s，最大风速为29m/s，年静风（≤0.5 m/s）频率为3.4%，年最多风向为NNE，次多风向为NE。

现场观测期间的铁塔10m、30m、50m高度的年最多风向为NNE，次多风向为NE。70m和100m高度的年最多风向为NE，次多风向为NNE，年静风（≤0.5 m/s）频率为1.4%；地面气象站年最多风向为NNE，次多风向为NE。

现场观测期间铁塔年平均风速100m高度为7.9m/s，10m高度为4.7m/s，年平均风速随高度增高而增大。地面站年平均风速为5.4m/s，最大风速为14.6m/s。

2.5.2.2 温度

代表性气象站观测的当地年平均温度为19.8℃，极端最高气温为35.6℃，极端最低气温为0.9℃。

现场观测期间气象铁塔10m、30m、50m、70m、100m高度的年平均温度分别为19.6℃、19.3℃、19.2℃、19.1℃和18.9℃；地面站年平均气温为19.7℃，年平均露点温度为16.1℃。

2.5.2.3 相对湿度

代表性气象站观测的当地年均相对湿度为80%，最小相对湿度为12%。现场观测的年平均相对湿度为81%，最小相对湿度为20%。

2.5.2.4 降雨量

代表性气象站观测的当地年平均降水量为1267.0mm，一日最大降雨量为297mm。现场观测的年均降水量为942.5mm。

2.5.2.5 大气压

代表性气象站观测的当地年平均气压为1011.5hPa，极端最高气压为1032.6 hPa，极端最低气压为968.3 hPa。现场观测的年平均大气压为995.2hPa，极端最低气压为967.0hPa。

2.5.2.6 辐射

厂址的年均总辐射 159W/m^2，最大值为 1060W/m^2；净辐射年均 75W/m^2，最大751W/m^2，最小值-247W/m^2。

2.5.2.7 水汽压

厂址的年均水蒸汽压为 20.3hPa，最高为 38.1hPa，最低为 2.8hPa。

2.5.3 设计基准气象参数

根据对厂址周边极端气象调查分析和评价，确定厂址设计基准风速为 68.4m/s；最大龙卷风风速为 71.4m/s，对应龙卷风强度等级为 F3 级；厂址极端温度的设计基准为百年一遇最高温度 42.0℃，最低温度-4.4℃。

2.5.4 联合频率

根据 2011 年 1 月至 2012 年 12 月厂址气象铁塔 10m 和 70m 高度的风向、风速和地面气象站的雨量观测结果，以及采用ΔT-U 法得到的稳定度分类，计算了厂址 10m 高度的风向-风速-稳定度三维联合频率和 70m 高度的风向-风速-稳定度-雨况四维联合频率。

2.5.5 大气稳定度

大气稳定度分类采用国际原子能机构推荐的 ΔT~u 法进行分类，使用厂址 2011 年 1 月～2012 年 12 月气象铁塔 100m 高度和 10m 高度的温度差和 10m 高度风速逐时确定 A～F 各类。厂址 D 类稳定度占绝对优势，A 类稳定度所占比例最少。由于厂址地处沿海，常年风速较大，从稳定度的分类和风速的结果可以判断当地的大气弥散条件较好，有利于气载污染物的扩散。

2.5.6 混合层高度及大气扩散参数

（1）混合层高度

根据冬、夏两季在厂址开展的边界层探测温度资料计算各观测点的混合层高度。采用干绝热曲线法计算冬、夏两季各观测点的混合层高度。该方法利用任意时间的地面温度作干绝热线与清晨 07 时的温度曲线的交点可作为该时间的混合层高度。

厂址区域的大气混合层情况下午较上午好，污染物稀释扩散能力最好的时间在 16 时左右。冬、夏两季之间，夏季观测点得到的平均混合层高度值比冬季观测得到的结果低。当稳定度为 A-B 类时，混合层厚度较高；当稳定度为 E—F 类时，混合层高度较低，总体上看，观测期间混合层高度随大气层结变得稳定而降低。

（2）大气扩散参数

2007 年和 2008 年在福清核电厂现场进行了大气扩散试验，主要包括大气边界层特征的观测与分析、湍流观测、中小尺度风场与输运规律研究、SF6 野外示踪实验研究等。通过比较 SF6 野外示踪实验、湍流观测和数值模拟获得的扩散参数结果，以示踪实验获得的 D 类的扩散参数为基础，其它稳定度类的扩散参数按照 P-G 曲线的变化趋势关系采用类比的方法推算，综合分析后得到厂址地区各类天气条件下的扩散参数。

2.5.7 厂址气象观测

2.5.7.1 运行前的现场气象观测大纲

为了观测用于评价核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铁塔自动观测系统以及地面气象站以开展气象观测工作。气象观测系统运行前的各气象要素数据联合获取率均应保证在 90%以上。

福清厂址气象站建于 2005 年 7 月初，建站至今已实现了三期观测。第一期观测为 2005~2007 年，第二期为 2007~2009 年，第三期为 2010~2012 年底。

（1）气象铁塔观测系统

气象铁塔梯度观测系统由传感器、数据采集器、主控机、电源和专用电缆组成，在铁塔的 10m、30m、50m、70m 和 100m 五个高度上安装风向、风速和温度传感器，实现对应高度风向、风速和温度要素的观测，并通过变送器、信号线将电信号传输至数据采集器，完成对五层风、温梯度信号的处理与转换，并记录每分钟 15 个要素的平均值与极值数据。

（2）地面气象自动观测

地面自动气象观测设备可完成温度、湿度、风速、风向和雨量、总辐射、净辐射、气压的实时测量，并可以利用实测数据计算出气象要素平均量、阶段时间内的极值等。能够提供数据接口，用于将测量数据传送给计算机，进行数据存储和处理。

设备的基本构成包括 10m 风杆，以及风向、风速、温度、湿度、雨量计、总辐射、净辐射、气压传感器等。

（3）监控系统平台

监控系统平台设置在观测室内，由微机及其气象观测系统软件包构成。通过智能端口、光电隔离装置与信号传输线实现对数据采集器的控制与气象要素监测数据的传输。软件部分具备数据显示、处理、输出与存贮功能。

该系统软件可以自动接收并处理温度、风速、风向等多种气象要素数据，具备多种显示方式。并能实时准确地提供近地面的温度、风速、风向等数据及变化曲线。具备任意历史数据统计分析功能，可按国家气象规范制作打印月报表与年报表。具备各观测点故障检测功能。数据质量控制系统，可对系统工作时产生的错误和异常数据进行标记，便于人工剔除。

监控系统能实现对所有的数据实时采集、存贮，监控系统能够记录整时的或由用户定义（最小为 1min）时间间隔内的测量数据。该系统能够同时显示多层的数据，还能单独显示每层的数据及变化曲线。同时，主机上的存储数据能够在局域网上共享。

数据输出和记录系统满足实时数据显示、历史数据调用、以及数据下载、打印等功能，并且分类清晰、直观。

（4）数据获取率

观测期间的塔层和地面气象站的数据联合获取率为 98.33%。满足 HAD01/02 规定的大于 90%的要求。

（5）气象观测的质量保证

所有观测仪器已经经过国家气象计量站的测试，能够保证气象数据的准确性。

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。

气象观测系统运行安装结束后，进行了气象观测系统的预观测工作。

2.5.7.2 运行时的现场气象观测大纲

运行时的现场气象观测是为确定短期或长期常规放射性释放对环境的实际影响提供必要的气象资料；在发生核事故时，为实施应急计划和应急行动提供厂区实时的气象资料，为事故的环境后果预测和评价及采取相应的防护措施提供依据。

运行时的气象观测系统与运行前基本保持一致，主要包括气象铁塔、自动气象站和相应的通讯设备。即铁塔 10m、30m、50m、70m、100m 的风向、风速、温度观测，地面气象站风、温、压、湿、辐射、降水等常规气象要素的观测。

数据采集系统能实现对所有的数据实时采集、存贮，监控系统能够记录整时的或由用户定义时间间隔内的测量数据。该系统能够同时显示多层的数据。在核电厂运行阶段，现场气象观测数据将能直接上传至应急指挥中心等场所，为事故情况下实施应急计划提供及时准确的资料。

2.6 水文

本节内容主要论述福清核电厂建设期间和运行期间可能影响到的水域，以及这些水体的水流特性、温盐分布、海洋洪水和陆地洪水等方面的情况。本节报告编写的主要资料依据如下：

a.《福建福清核电厂海洋工程水文分析报告》，天津市海岸带工程有限公司，2007.1；

b.《福建福清核电厂 PMP/PMF 计算研究技术报告》，南京水利科学研究院，2006.4；

c.《福建福清核电厂北林水库安全治理改造工程初步设计报告》，湖南水利水电勘测设计研究总院，2007.11；

d.《福建福清核电厂厂址工程海域海洋水文分析计算补充研究专题报告》，国家海洋信息中心，2012 年 12 月。

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

由于厂址只有一年的的海洋水文观测资料，必须借助附近海域的长期海洋观测站的同步观测资料与厂址处的海洋水文观测资料进行相关，拓延厂址处的海洋水文资料序列。

平潭海洋站位于平潭县澳前镇东澳村，地理位置为 N25°28′，E119°50′。该站建立于 1960 年，主要观测项目有气象、潮流、温盐及潮汐，其中温盐、潮汐测点在站房 WNW 方 800m，气象、波浪测点在站房 SW 方 100m。

平潭海洋站是离厂址最近的国家级海洋水文站，具有长期的实测资料，因此，在本报告中采用平潭海洋站作为参证站。

（1）地理、地形条件

福建福清核电厂厂址位于福清市三山镇前薛村的岐尾山前沿。厂址地处突入兴化湾的岐尾山中，其西面为小麦屿及江阴岛，离江阴岛球尾的距离为 8km，东南距离牛头尾约 9km，东北与前薛村陆地连接，距前薛东林自然村 1.8km。厂址西北侧及东南侧至牛头尾为大片的滩涂，滩涂宽阔平坦，易于形成陆域，退潮时干出。歧尾突出部 2m 等深线呈 NW-SE 走向，-9m 等深线离岸最近距离约 200m，岸线前沿水深条件较好，厂址南向约 3km 处有一沙礁。

兴化湾是福建省最大的海湾，长 28km，宽为 23km，岸线长达 223.4km（不含岛屿岸线），总面积为 619.4km^2。海湾深入内陆，岬湾相间，岸线曲折，岛礁棋布。周边为花岗岩山地丘陵环绕，台地和平原广阔，地势由陆向海降低，呈梯级地形分布。水下地势平缓，水深大部分在 10m 以内，水深 20m 以上仅见于湾口区南日群岛周围海域及窄长水道，最大水深不超过 40m。

（2）潮汐

根据福清核电厂厂址海洋水文气象站 2005 年 7 月～2006 年 8 月实测潮位资料进行调和分析计算，得到厂址海域的主要潮汐调和常数。厂址的调和常数计算 R=（HK1+HO1）/HM2＜0.50，说明本海区的潮汐为正规半日潮型。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不明显。

潮流运动形式：潮流运动形式基本是往复流变化。

（3）潮位

① 理论深度基准面的确定

福清核电厂址位于兴化湾中部，厂址～参证站地理位置见图 2.6-1。根据兴化湾海图信息，江阴岛及三江口一带理论最低潮面（海图基准面）位于当地平均海平面下 4.27m，本报告采用该值作为厂址基本高程关系；另外，利用厂址（2005.7～2006.8）现场观测资料计算获得厂址平均海面位于 85 国家高程基准上 28cm，厂址主要高程关系详见图 2.6-2。

② 潮位特征值

分析统计福清核电厂厂址海洋水文气象站 2005 年 7 月～2006 年 8 月实测潮位资料，可得福清核电厂厂址海域验潮期间潮位特征值，详见表 2.6-1。

③ 不同重现期的潮位值

对福清核电厂厂址海洋水文气象站与平潭海洋站 2005 年 7 月～2006 年 8 月同步高、低潮水位资料进行相关分析，可得到该两站高（低）潮相关曲线（见图 2.6-3、图 2.6-4）。

两站高（低）潮的相关分析结果表明：福清核电厂厂址海洋水文气象站与平潭海洋站高（低）潮相关较好，其高（低）相关系数均高达 0.962 和 0.965，该结果可说明两站的潮汐性质和潮汐现象较为相近，这给缺乏长期验潮资料的福清核电厂厂址工程引用平潭海洋站潮位资料提供较为充分的科学依据。

利用上述的厂址海洋水文气象站和平潭海洋站两站高（低）潮相关公式，计算厂址站多年（1968～2012 年）年最高、最低潮位；最后计算其 P–Ⅲ分布（见图 2.6-5、2.6-6）和耿贝尔分布（见图 2.6-7、2.6-8），计算出福清核电厂厂址的工程设计潮位，计算结果见表 2.6-2。厂址洪水位调查表明，近百年来厂址最大洪水位发生于 1996 年 8 月 1 日，估算值为 5.31m，与百年一遇高潮位基本相同，说明该结果合理可靠。

（4）海流

兴化湾位于台湾海峡西岸，太平洋的半日潮波分两支经台湾海峡北口和南口传入，在该海域交汇，形成驻波波腹区；同时这两支潮波又与海岸反射波叠加，在此又形成驻波系统的波腹区。因此，兴化湾潮差很大，平均潮差大于 4.5 米，是我国少见的大潮差区。潮波从兴化湾湾口向湾顶行进过程中，因水深逐渐变浅，导致波幅逐渐增大。太平洋的日潮波沿台湾海峡轴线，呈前进波形式由北向南传播，振幅远小于半日潮波，因此，兴化湾的潮汐形态呈正规半日潮，潮流属正规半日潮流。

兴化湾海流组成的成分主要是潮流。木兰溪、三江口的年平均流量仅 49.5m^3/s，荻芦溪、渔溪等小河流量很小，因此除河口附近很小水域外，径流一般对海流无明显影响；持续时间较长、且风向较稳定的风也产生风生环流，依据海洋动力学理论，可以断定，与潮流相比，风生环流流速一般较小。兴化湾湾口有南日岛等大量岛屿，阻塞出入兴化湾的潮波的行进，造成湾内外潮位有明显的位相差。这种潮位位相差，导致周期性的湾内外水位落差，使得潮流最大流速增大，所以，兴化湾虽位于半日潮驻波波腹区，但其潮流仍然较强；位相差也使涨潮流最大流速出现时间提前，落潮流最大流速出现时间滞后。

为了获得更详细的资料，在厂址附近海域布设了 10 个周日连续观测站（测站位置见图 2.6-9），进行了冬、夏两季的潮流观测。根据实测资料的统计分析计算表明：

①流速、流向

——流向

核电厂测区的涨潮流外海经南日水道和兴化水道，东南向西北偏北流动；落潮时，由东港下泄向东南进入工程水域。

测区的流况可见图 2.6-10～图 2.6-12，由图可见：

各测站潮流明显受地形和边界条件制约，往复流特征显著，从大面看，测量水域涨、落潮流的主轴表现较为对称。

测区涨潮流占优，涨潮流较落潮流速大，落潮历时较涨潮流历时长。

——流速

根据本次 10 个潮流观测站的实测资料计算统计，随着大、中、小潮汛期的更迭，大潮实测最大流速大于中潮，中潮大于小潮，流速垂向上各站随水深的增大而减小，但涨、落潮流强度因各站所处位置有一定的差别。

实测最大潮流流速和流向统计表明，实测涨潮流单点最大流速表层为 166cm/s（S0508 站）、底层为 139cm/s（S0508 站）、垂线为 150cm/s（S0508 站），相应的流向分别为 293°、317°和 299°，落潮流单点最大流速表层为 90cm/s（S0503 站）、底层为 82cm/s（S0510 站）、垂线为 88cm/s（S0510 站），相应的流向分别为 170°、135°和 134°。从实测涨落潮流最大流速分析变化特征看，各测站一般以涨潮优势流为主，小潮表现为落潮优势流为主。

涨潮最大平均流速单点表层为 103cm/s、底层为 88cm/s、垂线为 97cm/s，相应的流向分别为 298°、300°和 300°，出现在 S0508 站，其余各站各层涨潮平均流速量值均在 60cm/s 以下，这说明测区平均流速总体上说量值不强。落潮最大平均流速单点表层为 53cm/s（S0503、S0508 站）、底层为 44cm/s（S0503 站）、垂线为 49cm/s（S0503 站），各站各层落潮平均流速量值均在 60cm/s 以下。

根据厂址工程海域水流流速等具体环境因素，厂址的物质扩散系数在一个较大的范围内变化，取值范围为 5～15m^2/s，水流涡粘性系数取值 0.5～4m^2/s。

——涨落潮历时

厂址附近海域总体上表现为落潮流历时长于涨潮流历时。

②潮流类型

根据潮流理论和港工规范之规定，港域的潮流类型由主太阴日分潮流（O1）与太阴太阳赤纬日分潮流（K1）的椭圆长半轴之和与主太阴半日分潮流（M2）的椭圆长半轴之比值，即（WK1+WO1）/WM2 来确定。

厂址各站、层的（Wk1+Wo1）/WM2 比值均小于 0.5，因此，该区拟属正规半日潮流

类型，表征浅水效应强弱的 W4/WM2 比值较大（0.03～0.23），综合以上几方面的因素，该区隶属不正规浅海半日潮流类型。

③潮流运动形式

潮流运动形式可依主要分潮流 M2 的椭圆率|K|予以判定。|K|值越小，往复流形式显著；反之，旋转流特征强烈。并规定当 K 值为正时，潮流呈逆时针的旋转；K 为负时，潮流呈顺时针向旋转。厂址各站的|K|值在 0.30 以下，各站的潮流基本呈现往复流运动形式。这些特征在图 2.6-10～图 2.6-12 所示的流矢图上亦可得到证实。除了目屿岛附近的 S0508 站潮流是逆时针旋转外，其余各测站旋转方向基本上是顺时针向。

④余流

余流乃指消除周期性潮流后的一种相对稳定的流动。对实测海流资料进行分离、计算分析，结果表明：测量海域的各测站的余流值相对较小，一般在 10cm/s 以下，表层最大余流为 21.2cm/s，底层最大余流为 20.9cm/s，均出现在 S0508 站大潮；余流的流速值随潮汛变化不明显，大、中潮差不多，小潮最小，各测站的平均值大潮为 7.6cm/s，中潮为 8.2cm/s，小潮为 6.1cm/s；垂向上余流值是表层稍大于中层，中层要大于底层；余流的流向除 S0504 和 S0507 测站余流流向规律性不很强，其流向主要以偏东为主；其余各站各层基本上为涨潮流方向。

（5）海水温度

由于厂址海域没有长期的水温资料，利用平潭海洋站 1996～2012 年的表层水温资料，以及厂址与平潭海洋站 2005 年 7 月～2006 年 8 月、2009 年 8 月～2009 年 10 月同期表层水温资料，通过相关分析延长厂址站的水温观测序列，计算得到厂址年平均水温 19.7℃，最热三个月累计率为 10%的海水表层水温为 28.8℃，以及 T7 值 29.9℃。

（6）海水盐度

利用平潭海洋站 1960～2005 年共 46 年的连续观测获取的资料，对工程海域海水盐度变化进行了统计分析。表 2.6-3 是工程海域多年盐度月均值。从中可以看出：工程海域海水盐度的多年平均值为 31.0‰；7 月份最高为 33.7‰，8 月份次之为 33.0‰，11 月份最低为 29.5‰。工程海域海水盐度历史最高达到了 35.3‰，分别出现在 1980 年 7 月、1995 年 6 月与 1996 年 7 月；而 1973 年 6 月达到了历史最低的 21.4‰。

（7）泥沙

根据兴化湾多年来的水文泥沙全潮测验资料分析表明：总的讲，水体含沙量不大。为了获得更详细的资料，在厂址附近海域布设了 10 个悬沙测站（测站位置见图 2.6-9），进行冬、夏两季的悬沙观测。测验采用 10 条船同步定点，进行大、中、小潮连续 27 小时观

测采样。悬沙水样除 S0501、S0504 站由于水浅按三点法分层采样，其余站点均按六点法分层采样。

根据 10 个悬沙测站的实测资料统计表明：测区冬季含沙量稍高于夏季，冬、夏二季平均含沙量分别为 0.071kg/m^3 和 0.051kg/m^3；垂线平均值冬季分布在 0.032～0.157kg/m^3，夏季分布在 0.011～0.181kg/m^3 之间。实测最大含沙量冬季为 0.323kg/m^3，夏季为 0.216kg/m^3；实测最小值冬季为 0.018kg/m^3，夏季为 0.001kg/m^3。大潮时中值粒径值为 5.38μm～13.94μm，平均值为 8.29μm，小潮时中值粒径值为 6.10μm～13.86μm，平均值为 7.99μm。

根据实测资料表明：兴化湾含沙量分布与季节有关，冬季含沙量最高，夏季含沙量最低；涨潮含沙量一般高于落潮，但相差不大，涨、落潮全潮平均含沙量冬季分别为 0.072kg/m^3 和 0.070kg/m^3，夏季分别为 0.053kg/m^3 和 0.047kg/m^3；含沙量的水平分布冬、夏季存在差异，冬季测区含沙量是由湾里向湾口递增，夏季则由湾里向湾口递减；含沙量的垂向分布变化，无论冬夏两季，还是大小潮均自表层往底层递增。

根据实测资料计算的单宽输沙结果表明：测区冬季净输沙明显强于夏季，冬季平均净输沙量为 10.1t/m d，最大净输沙量为 63.7t/m d，最小净输沙量为 0.2t/m d；夏季平均输沙量为 6.3t/m d，最大净输沙量为 28.1t/m d，最小净输沙量为 0.2t/m d。测区输沙量强度自湾内向湾口递增，西侧向东侧递增。涨潮输沙强于落潮输沙。

（8）海冰

本海区地处亚热带，属于亚热带季风性气候，光照充足，热量丰富，终年气温较高，基本无霜冻，季风较明显，干湿季分明，不存在冰情影响问题。

（9）波浪作用

福清核电工程厂址进行了一年（2005.7～2006.8）现场波浪观测。对观测结果进行统计分析，结果表明：工程海域总的波浪状况是，波浪较弱，波浪以风浪为主，常浪向和强浪向都为 S~SW，最大波高是 2.06m，$H_{4\%}$大波波高是 1.59m，发生于 2005 年 9 月 1 日，相应的平均周期是 4.50 秒，波向为 SSW；年最大周期出现在 2005 年 9 月，平均周期为 8.54 秒。

2.6.1.2　陆地水文

（1）水文描述

福清市位于福建东南沿海，属于亚热带海洋性气候，暖热湿润，全市多年平均年降雨量 1327mm。多年平均年径流深约在 560～650mm，降水量分布由西北向东南递减，多年平均年降水量从西北山区 1850mm 到东南沿海 1030mm。

全市河流多为独立入海水系，溪流短促，水资源以降水补给为主，多年平均水资源总量 11.74 亿 m^3。目前，福清市人均水资源占有量 995.6m^3，仅为全国人均水平的三分之一，仅为该省人均水平的四分之一，是该省严重缺水地区之一。

建国以来，先后建成东张水库、闽江调水工程为重点的一系列水利工程。目前全市共有 95 座小（二）型以上水库，其中大中型各一座（分别为东张水库、建新水库），小（一）型水库 25 座，小（二）型水库 68 座，总库容 3.15 亿 m^3。

三山镇小（一）型水库 2 座，小（二）型水库 21 座，总共 23 座蓄水水库。合计兴利库容 589 万 m^3。前薛村没有水库，北林水库为总库容 99.15×$10^4$$m^3$ 的小（一）型水库。

（2）核电厂淡水水源

福清核电本期工程的淡水取自北林水库，北林水库位于福清三山镇西南部，距三山镇政府约 3km，距离厂址约 11km。核电厂用淡水须经闽江调水经北林水库调节后向电厂供水。现闽江调水工程龙高支线水量已通到北林水库，经过闽江调水，可保证核电厂施工及正常运行期间的生活用水和生产用水。

2.6.2　地下水

2.6.2.1　厂址附近范围水文地质特征

（1）地下水类型

根据地形地貌、含水介质、地下水的成因与赋存条件，厂址附近范围地下水主要为第四系海积层孔隙水、第四系残坡积层孔隙裂隙水、基岩裂隙水三类（图 2.6-13）。

①第四系海积层孔隙水

主要分布于海积阶地、海漫滩和滩涂区，含水岩组由海积粉细砂、淤泥、淤泥质土组成，地下水赋存于粉细砂和淤泥的孔隙中，含水层厚度 1.00～12.95m，水位埋深 0.00～0.95m，单井涌水量约 20m^3 / d，水量贫乏。

含水层渗透系数 3.17×10^{-5}～1.74×10^{-3}cm/s，属中等～弱透水层。

②第四系残坡积层孔隙裂隙水

广泛分布于残积红土台地，位置较高，含水岩组主要为第四系的残坡积砂质粘性土、砾质粘性土，局部夹有碎石，地下水赋存于网状裂隙和孔隙中，是区内的主要含水层之一，地下水类型为孔隙裂隙潜水。含水层厚度 3.00～10.00m，水位埋深 0.20～7.41m，水位年变化幅度 3～6m，泉水流量 0.018～0.15L/s（表 2.6-4），单井涌水量为 5.00～20.00m^3 / d，水量贫乏。据抽水试验成果（表 2.6-5），含水层渗透系数 2.32×10^{-4}～7.64×10^{-4}cm/s，属中等透水性。

③基岩裂隙水

主要分布于丘陵区基岩裸露区和残积红土台地底部的基岩风化裂隙和构造裂隙中，是厂址附近范围主要的地下水类型。含水岩组为南园组火山熔岩、黑云母花岗岩及其后期侵入岩脉。

风化裂隙水赋存于全～强风化基岩中，由于全风化、强风化基岩风化裂隙很发育，裂隙贯通性较好，可形成统一的地下水位，其埋深与岩体的风化破碎程度有关，一般岩体破碎、风化深度大时，含水层厚度大，富水性较好。地下水面基本与地形一致，一般地势较高处水位埋深较大，低洼处水位埋深较浅，水平透水性较均匀，垂直方向随深度的增加而减弱。区内全～强风化岩分布于地表浅部，降水入渗地下后随地形由高向低迳流，排泄于沟谷和低洼处，仅在雨后 1-2 天内有渗水，之后就干枯，地下水不易赋存，水量贫乏。

构造裂隙水赋存于中等～微风化基岩中，受风化程度及构造裂隙发育程度控制，由于构造裂隙贯通性差，未形成统一的含水层及地下水位，且富水性微弱，水量大小不均。含水层的埋深与岩体的破碎程度有关，往往岩体破碎、风化深度大时，地下水位亦深；岩体相对完整时，则地下水位较浅。据厂区钻孔揭露，地下水位变化大，有的干孔，有的埋深大于 10m，有的埋深则小于 5m，说明地下水与岩石节理发育程度、完整程度有关。

经调查，泉水流量 0.015～0.027L/s，水量贫乏，地下水类型为 Cl HCO_3─Mg 型水，矿化度 125.47mg／L，pH 值 6.91，属淡水。海岸部分受海潮影响，海水沿裂隙缓慢渗透，使地下水与海水混合，地下水矿化度 1408.44mg／L，pH 值 6.98,水化学类型为 Cl─K Na Mg 型水，属微咸水。

全～强风化岩体渗透系数 0.0272～0.0448m/d，即 3.15×10^{-5}～5.18×10^{-5}cm/s，属弱透水岩体；中风化岩透水率 0.67-2.30Lu，微风化岩透水率 0.25-2.3Lu，属弱～微透水岩体。

（2）地下水的补给、径流、排泄

厂址附近范围地下水主要来源于大气降水的入渗补给，由于受地形地貌、地层岩性控制，地下水径流短，基本上是就地降雨入渗补给、就近沿沟谷两侧渗出后排泄入海。地下水的流向由地势较高地区向地势较低地区渗流。

第四系海积层孔隙水分布在阶地和滩涂地区，处在潮间带，孔隙水的补给和排泄直接受海水涨、退潮的影响。

第四系残坡积层孔隙裂隙水分布于红土台地，地下水的补给来源有大气降水和基岩裂隙水。第四系残坡积层呈片状分布，地势较为平缓，有利于降雨和表流入渗补给，以及基岩裂隙水的侧向补给，但其表面粘性土渗透性差，严重影响地下水的补给。地下水由高向低沿孔隙或裂隙径流，以下降泉或渗流形式排泄地表。地下水排泄主要有蒸发、泻流两种方式，民井取水也是重要排泄方式。地下水位受降水的影响很大，前薛村民井中的地下水

位雨后接近地表，枯旱时多数井基本干枯无水，地下水位年变幅 3～6m。

基岩裂隙水分布在丘陵区，地下水主要来源于大气降水的入渗补给，由于受地形地貌、地层岩性控制，地下水径流短，基岩裸露，植被不发育，大气降水除少部分通过裂隙入渗补给地下水外，大部分降雨都沿地表呈表流下泄，基本上是就地降雨入渗补给、就近沿沟谷两侧渗出后排泄入海。地下水的流向由地势较高地区向地势较低地区渗流。

（3）地下水与地表水的水力联系

根据调查，厂址附近范围以地表分水岭为界，可划分成若干个小的独立的水文地质单元，每个水文地质单元的地下水之间无水力联系。地下水以基岩裂隙水（风化）和残坡积孔隙裂隙水为主要类型，含水层埋藏浅，地下水分水岭与地表水分水岭基本一致。地下水面与地形基本一致，因此地下水顺地形坡降向大海方向径流排泄，地下水流向基本顺地形向下径流，半岛两侧海岸直接向大海排泄，厂址以北前薛村地势较低，地下水流向总的流向南西～西，向低洼处汇集后流向大海。区内没有河流、水库等大型地表水体，仅有的几个近于干枯的小型水塘位于前薛村以北，与厂区分属不同的小的水文地质单元，因此，不存在地表水体与厂区内地下水之间的水力联系。

区内北东分布有三条近于平行的北东东向断裂，最近的距厂址 4.5km，按走向延伸东至泽岐或海域、西至外围较远海域，不通过厂区，不存在切穿厂区内地下水分水岭的断裂构造和其它含水通道，因此厂区内地下水与区外的地下水、地表水无水力联系。

（4）地下水与海水的水力联系

第四系海积层孔隙水，含水层属海相沉积，地下水补给排泄直接受海水涨、落潮的影响，地下水形成咸水或盐水，与海水关系密切。

第四系残坡积层孔隙裂隙水，含水层属基岩风化产物，透水性弱～中等，为淡水和微咸水（表 2.6-6），高台地和无居民区的台地范围地下水为淡水，近海岸低台地和居民集中区地下水为微咸水，主要是受海产品、养殖等含盐成分经降雨或地表排水等淋滤、冲刷渗入地下污染所致，不存在海水入侵的问题。

基岩裂隙水赋存于节理裂隙中，区内裂隙大都为闭合裂隙，透水性弱~微透水，补给来源主要来源于大气降水，与海水无水力联系，属淡水。近海岸与海水接触的影响带很小，位于潮水位以下泉水水质为微咸水，受潮水影响海水沿节理裂隙缓慢渗入造成。

2.6.2.2 电厂对地下水的利用计划

厂址附近范围有前薛村、楼前、东薛、韩瑶、泽岐村、洋坪等村庄，没有水库，供农业灌溉仅靠几个小山塘储水灌溉，另有 71 口水井（表 2.6-7），井深 4～16.5.m，平均出水量 3m^3/d，主要供村民生活用水，大约有 5000 人和家畜饮用，目前仅能满足居民生活用水。

民用井均位于厂址以北，与厂址内地下水没有水力联系，这些井目前未受到海水入侵。

如上所述，本区含水层水量不丰富，属贫水区，目前仅能满足居民生活用水，不具备工业开采价值。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

福清核电厂位于前薛村的岐尾山前沿，地处半岛前端，厂址区域地形狭长，厂区水文地质单元北、南、西三面环海（图 2.6-14），仅东北侧与厂区外其他单元相邻。现在场地平整后，厂区东北侧地势高于厂内其他区（标高 11m）及厂外前薛村、东林村（标高约 6~12m）（图 2.6-15），该区域为分割厂区内与区外联系的分水岭。厂区范围可视为一个独立的水文地质单元。

现场地平整后，1、2 号机组场地大部分为基岩出露（图 2.6-16），出露岩体主要为中等风化~微风化岩体，岩体基本不含地下水。核岛地基岩体为微风化岩体，岩体裂隙多闭合或微张，一般不含水，属弱~微透水岩体；根据地质编录结果，核岛基坑开挖至设计标高及开挖过程中，基坑内未见地下水。因此，即使在事故状态时，液态放射性物质也较难直接进入地下水。

场地整平后，厂区地下水主要为基岩裂隙水和赋存于第四系人工回填层中的空隙水，基岩裂隙水主要分布于厂坪开挖后的基岩出露区，第四系人工回填层空隙水主要分布于基岩区两侧低于厂坪标高的回填区。地下水的补给来源为大气降水，排泄以蒸发、渗流形式排泄，地下水径流就近从厂区东、南、西侧排泄入海。

如前所述厂区范围为一独立的水文地质单元，与厂区外地下水无水力联系。

2.6.3 洪水

2.6.3.1 海洋洪水

（1）天文潮

根据福清核电厂厂址海洋水文观测站和平潭海洋站 2005 年 7 月～2006 年 8 月实测潮位资料的分潮调和常数，进行厂址站相应的 21 年逐时天文潮调和推算，并从其 21 年的天文潮推算值中，得到 21 年的最高、最低天文潮位值以及 10％超越概率天文高、低潮位值，如下所示：

最高天文潮位：　　4.34m

最低天文潮位：　　-3.98m

10%超越概率天文高潮位：　4.01m

10%超越概率天文低潮位：　-3.77m

（2）风暴潮增、减水

通过风暴潮数值计算模式对+PMTC 和-PMTC 的增、减水进行计算、分析和比较，可得福清核电厂厂址四个工程点（见图 2.6-17）可能最大台风增水值和可能最大台风减水值，详见表 2.6-8。

（3）海平面异常

福建福清核电厂址所处的兴化湾海域海平面上升速率为 0.16cm/a，略低于 20 世纪全球海平面上升速率（0.18cm/a），表明厂址海域海平面上升的原因主要为全球气候变暖引起；另外，厂址所处的沿岸地区属山地型海岸带和海湾发育，地壳较为稳定，略有抬升，平均上升速率为 0.3mm/a 左右，且未来 100 年内不会出现地壳构造的异常下沉变化。因此，福建福清核电厂址工程海域本世纪内不会出现海平面异常变化状况。

福清核电厂海平面上升按 100 年考虑，则海平面上升幅度为 20cm。

（4）假潮

假潮是封闭或半封闭水体在风暴潮、风速变化、海啸、岸边滑坡、水下火山爆发及其它宽波扰动下而产生的水体显著振荡。而福清核电厂位于开敞海域边，无产生假潮的条件，并且在上述台风暴潮增水计算中，假潮峰值效应已包括在内，所以在厂址设计洪水组合中，不必再单独考虑假潮洪水。

（5）海啸

根据核安全局对我国沿海核电站地震海啸风险论证结果，基于中国地震局提供的潜在地震海啸源数据，采用数值模式方法计算了引起的地震海啸值。该计算不考虑我国近海能够产生局地海啸的源地，只考虑能够产生类似日本 0311 巨大地震海啸的源地，如马尼拉海沟。这个海沟是亚欧板块与太平洋板块的交界处，是典型的地震潜没带，与日本本州东部的海沟类似，能够产生较大的海啸。计算结果表明，福清厂址处最大海啸波幅约为 0.42m。由于地震海啸引起的增、减水远小于风暴潮的增、减水值，且两者同时遭遇的机率极低，并且是非线性的，所以在设计基准洪水位的组合中可以不考虑海啸的影响。

（6）波浪影响

推算在可能最大风暴潮（PMSS）的可能最大热带气旋（PMTC）的风场资料，用 10%超越概率天文高潮加 PMSS 的水位下相应的台风浪。

表 2.6-9 是四个工程点（四个工程点详见图 2.6-17）在设计基准洪水位情况下对应的可能最大台风浪波要素。

（7）洪水影响

福清核电厂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。福清核电厂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：　4.01m

可能最大台风增水：　4.37m

海平面异常：　0.20m

设计基准洪水位：　8.58m

厂坪标高定为 11.00m（85 国家高程）。为了防御外海台风浪的影响，在厂区东、西、南方向修筑海工构筑物，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下核安全相关构筑物的安全不受影响。

2.6.3.2　陆地洪水

（1）厂区暴雨洪水

福清核电厂所在流域是一个无实测降雨资料的特小流域，按一般暴雨时面深特征分析，厂址设计降雨量可用附近有资料测站点暴雨量来代替。通过以确定论法为主，并用随机法的估算成果进行相互校核和印证，最终确定不同重现期的不同历时降雨量值及可能最大降雨量值，见表 2.6-10。

厂区雨水排水系统分为二部分，即核岛排水系统和厂前区排水系统。核岛排水系统按千年一遇降雨量设计，可能最大降水（PMP）来校核，厂前区排水按百年一遇降雨量设计，并且厂区排水应满足《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》的规定，即在超设计基准水淹场景（设计基准洪水位叠加千年一遇降雨）时保证厂区的防洪安全。核岛厂区及厂前区雨水通过各自的雨水管网分区排入兴化湾。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）山洪的防护

福建福清核电厂厂址位于福清市南部兴化湾北岸，厂址附近最高点位于厂区范围内，根据厂址周围地形条件，厂址东、南、西三面环海，只有东北侧与陆域相接，因此这三个方向不会受到山洪的威胁。

主厂区东北侧依次是预留用地、厂前区和施工临建区。施工临建区位于整个半岛的最高点，临建区的雨水通过区域内独立的雨水管网排入大海，因此，主厂区东北侧也不存在山洪的威胁。

（3）溃坝洪水对厂区的影响

福建福清核电厂在半岛突出部，厂区集雨面积小。北林水库坝址位于三山镇道北村

北林溪，距厂址约 11km，不属厂址流域，经调查厂区流域范围内无水库和大的河流，不存在上游水库溃坝和河流洪水的影响问题。

（4）溪流与江河洪水的防护

由于本厂址属滨海厂址，厂址附近无溪流和江河通过，因此不存在溪流和江河在厂址上引起洪水泛滥。

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东南沿海加里东褶皱带的闽东中生代火山断陷带上，在新构造上位于闽东沿海差异弱隆起区的长乐—诏安断裂北段差异弱上升区内，新生代以来一直处于弱隆起状态。区域没有现代火山活动。

区域主要发育北东—北北东向断裂带，其次是近东西—北西向断裂带，它们共同组成区域内的破裂网格，北东—北北东向断裂带是本区的主要构造。晚更新世以来，陆域的断裂绝大多数已基本上停止活动或十分微弱，而海域和台湾地区的滨海断裂台湾海峡段、台西山麓断裂带和台湾海峡东侧断裂带仍有较强的活动。

区域内主要的发震构造共 9 条段，其中震级最高的发震构造为台西山麓断裂带，最大潜在地震震级为 8.0 级，距离厂址最近约 175km；距离厂址最近的发震构造为滨海断裂带台湾海峡段中的南日岛海外段，最大潜在地震震级为 6.5 级，距离厂址最近约 44km。

厂址在近区域大地构造上位于闽东中生代火山断陷带内相对完整和稳定的构造部位，在新构造上位于闽东沿海断裂差异活动区的滨海台地、平原与残丘差异活动带内，新构造运动以断块差异升降运动和继承性断裂活动为基本特征。

厂址近区域陆域发育北北东—北东向和北西西向两组 8 条断裂，其中北北东—北东向断裂可归属于长乐—诏安断裂带和沿海岛屿断裂带；北西西向断裂仅有一条，即南日岛断裂，这些断裂活动年代为早第四纪—前第四纪。厂址近区域海域晚更新世以来的沉积层内没有断层。厂址近区域内没有晚更新世以来活动断裂，也没有发震构造。

厂址附近出露的地层主要为晚侏罗世火山岩系和燕山早期花岗岩，其次为第四纪覆盖层。厂址附近范围内陆域断裂均为前第四纪断裂；厂址附近范围内海域晚更新世以来的沉积层内没有断层。经能动断层鉴定，厂址附近范围内没有能动断层。

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

厂区地层岩性简单，主要由燕山期岩浆岩和第四系组成，第四系不整合覆盖于燕山期

岩浆岩之上。现场地平整后，厂区大部分地段为开挖后的基岩出露区，两侧底于厂坪标高地段为回填区。基岩为燕山早期侵入黑云母花岗岩及其后期浅成侵入岩脉，回填区回填材料主要为厂区正挖形成的人工开山片石、块石、碎石、岩屑，混少量砂粒、粘性土。

厂区没有发现断层。受区域构造长乐～诏安、平原～高山断裂控制及区域动力变质作用影响，厂区内花岗岩中片理化较明显。岩体构造节理裂隙较发育，产状以走向北东 30～60 °为主，发育方向与区域构造方向基本一致。

厂区不存在滑坡、泥石流、岩溶、地面塌陷和沉降等不良地质作用与地质灾害。厂区及附近没有可开采的矿产资源，也没有采空区、地下工程等影响地基安全的人类活动。厂区及附近不存在地震引起的地表破裂、海啸、湖涌、液化、震陷、滑坡等次生灾害。

现场地平整后，1、2 号机组场地大部分地段为开挖后的基岩出露区，核岛和常规岛、厂前区和大部分 BOP 子项位于该地段，该地段建筑场地类别为 I_0 类，属对建筑抗震有利地段，不存在地震液化和震陷问题。取水渠、排水口、护堤和防波堤等海工构筑、部分 BOP 位于原海滩区，海滩区建筑场地类别为 II 类，属抗震不利地段。海滩区场地不存在地震液化问题。核电厂的III类物项抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.10g，设计地震分组为第二组。

1、2 号机组主厂房、联合泵房地基均为微风化岩体，岩性以黑云母花岗岩为主。微风化黑云母花岗岩属坚硬岩，岩体较完整～完整，岩体基本质量等级为 I ～II 级，局部地段岩体破碎。地基承载力特征值 24.9MPa，地基稳定。地下水对建筑物的地基安全没有影响。

厂区内不存在危害 1、2 号机组安全相关建构筑物的自然或人工边坡。

2.7.2 地震

区域处于强地震活动带的影响区内。区域范围自公元 963 年至 2006 年 2 月共记录到 M_S≥4.7 级地震 97 次，其中 7.0～7.9 级地震 2 次；6.0～6.9 级地震 17 次；5.0～5.9 级地震 58 次；4.7～4.9 级地震 20 次。区域地震分布总体呈现出南强北弱的特征，莆田以北地区仅发生个别中等强度破坏性地震，区域内绝大多数破坏性地震分布在莆田以南地区，并呈现出由台湾岛、台湾海峡到东南沿海、福建内陆地区由强变弱的趋势。6 级以上地震均发生在台湾海峡和台湾岛上，陆地部分只发生一些 6 级以下的中等地震。

近区域范围内地震活动不强，自 963 年至 2006 年 2 月共记录到 M_S1.0～1.9 级地震 42 次，M_S2.0～2.9 级地震 12 次，M_S3.0 级、M_S3.5 级、Ms5½级地震各 1 次。自 1990 年以来未发生过 Ms2.5 级以上地震；厂址附近范围内未记录到 Ms1.0 级以上地震。近区域内的微震分布较为零散，与近区域范围内第四纪活动断裂没有相关性，属于随机性较强的小震活

动。

厂址所遭受的历史地震影响多为有感或强烈有感，破坏影响记载很少，且大多为来自于台湾海峡和台湾地区的远场大地震的影响；厂址遭受历史地震最大影响烈度为Ⅶ度，来自 1604 年泉州海外 7½级地震。

经复核，厂址地震动峰值加速度为 0.09g，属于《中国地震动参数区划图》中 0.10g 分区，厂址地震基本烈度为Ⅶ度。

根据确定性方法和概率方法的计算结果，厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度为 0.19g。厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度设计值取 0.20g，竖向设计值取 0.13g；厂址 SL-1 级地面运动基岩水平向峰值加速度设计值取 0.1g，竖向设计值取 0.067g。厂址 SL-2 级基岩水平向加速度设计反应谱采用 0.20g 标定的 RG1.60 谱，该谱包络了厂址 SL-2 级基岩水平向加速度特定反应谱；竖向加速度设计反应谱取水平向的 2/3。

根据厂址区域地壳稳定性分级标准，厂址位于区域地壳较稳定区。

表 2.3-1 厂址半径 80km 范围涉及的市（县、区）农副业生产情况

市	县、区	粮食作物		油料作物		蔬菜作物		水果		其他农作物（包括饲料）播种面积
		播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	
福州市	福清市	356031	126897	187210	30261	237030	483157	9967	15121	9644
	晋安区	15828	6267	0	0	86892	151512	11155	5690	1662
	鼓楼区	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	台江区	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	仓山区	0	0	0	0	44117	70392	1399	1153	2526
	马尾区	14511	4900	4900	5	52353	103281	9788	15354	3603
	平潭县	76439	23290	67121	8845	48870	68363	1190	2019	644
	长乐市	249272	92956	7742	1403	226893	455421	56896	20784	12896
	永泰县	314384	112943	18247	3186	251141	433255	215165	88704	38289
	闽侯县	183289	63170	9407	1212	359344	792261	112147	61535	31438
	连江县	157600	52307	10165	1134	137916	168314	45459	33522	16096
莆田市	城厢区	53255	18993	15979	2706	28677	57813	161356	34158	1564
	荔城区	118262	45781	22246	4027	152759	456820	26081	10931	7047
	涵江区	86851	35089	18064	3474	83336	173874	127996	53256	6878
	秀屿区	137602	49481	91161	17533	64140	120188	1471	178	12870

	仙游县	359305	139167	71368	14072	171386	242259	170375	64753	38179
泉州市	惠安县	284160	87153	105399	16988	63956	77853	1840	3441	1310
	泉港区	112713	36998	35996	6128	26881	52060	1447	2210	4719

表 2.3-2 厂址半径 15km 范围涉及各乡、镇农副业生产情况

乡镇	粮食作物		油料作物		蔬菜作物		水果		其他农作物（包括饲料）播种面积
	播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	播种面积（亩）	总产量（吨）	
三山镇	33811	11472	34260	5345	33756	69713	230	439	1442
江阴镇	23463	7717	11717	1909	4535	9419	563	952	0
江镜镇	12443	4459	21917	3712	24101	49093	2756	3610	1097
港头镇	25256	8990	15981	2647	7057	14698	0	0	1100
高山镇	17245	5724	19300	2856	10870	22045	300	474	0
东瀚镇	11121	4690	12050	1952	4008	5672	0	0	1500
沙埔镇	16353	5732	22899	3866	9858	18617	0	0	0
龙田镇	32295	11366	19210	3170	15958	32897	0	0	240
江镜农场	9782	3676	46	9	8227	21816	47	52	200

表 2.3-3 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	产肉（奶）量（公斤/头、只）	主要饲养方式	饲料品种	鲜饲料份额%	饲料来源	饲料消耗量公斤/（头 d）	鲜饲料贮存期（天）	干饲料贮存期（天）	畜禽饮水来源	饮水量（升/天）	动物屠宰后的贮存期（天）	销往各地百分比%		
												福清市	福州、莆田、泉州	其他地区
牛	90-110	放养	青草	90	评价区	15-25	1-7	30-90	评价区	30-40	1-30	70	30	0
奶牛	200-3500（奶）	放养、圈养	青草、饲料	90	评价区	15-30	1-7	30-90	评价区	30-40	1-30	50	40	10
猪	65-85	圈养	米糠、豆粕、青菜	45	评价区	3-5	1-7	30-90	评价区	30-40	1-15	70	30	0
羊	10-16	放养、圈养	青草	85	评价区	3-5	1-7	30-90	评价区	5-10	1-15	90	10	0
家禽（万羽）	1.3-3.3（肉）	放养、圈养	米糠、青菜	40	评价区	0.2	1-7	30-90	评价区	0.5-1	1-3	50	40	10

表 2.3-4 厂址半径 15km 范围涉及各乡镇畜牧业生产情况

乡镇	家禽（万羽）			猪（头）			羊（只）			黄牛（头）			奶牛（头）	
	存栏数	出栏数	产蛋量（吨/年）	存栏数	出栏数	产肉量（吨/年）	存栏数	出栏数	产肉量（吨/年）	存栏数	出栏数	产肉量（吨/年）	存栏数	产奶量（吨/年）
三山镇	12.31	16.53	1285	34674	50548	3591	2312	3053	36	2411	214	21	0	0
江阴镇	5.11	13.98	618	10578	14379	1007	1725	3726	52	1182	69	7	0	0
江镜镇	17.93	27.06	2640	22361	53097	4233	5051	6753	65	270	128	13	0	0
港头镇	16.12	33.48	2479	21139	38026	2662	2352	5519	77	526	261	26	0	0
高山镇	11.69	18.14	703	14211	21460	1610	3536	5418	61	1347	430	43	0	0
东瀚镇	8.12	9.75	446	20746	32050	2438	5056	8141	102	1493	36	4	0	0
沙埔镇	16.98	22.12	1440	9231	12191	877	6587	5405	72	0	0	0	0	0
龙田镇	98.20	121.03	7857	85366	123470	9761	4327	4866	62	1260	1218	125	31	79
江镜农场	1.39	1.58	61	245	590	57	225	515	9	358	0	0	0	0

表 2.6-1　主要潮汐特征值

平均潮位	0.28m
平均高潮位	2.83m
平均低潮位	-2.28m
平均潮差	5.10m
最大潮差（推算）（2003年11月）	8.06m
平均涨潮历时	6小时6分
平均落潮历时	6小时19分
潮高基面	85国家高程

表 2.6-2　厂址重现期高潮位和重现期低潮位（高低潮相关）

		重现期高潮位（m）			重现期低潮位（m）		
重现期（年）	频率 P %	P—III 分布	概率 70%的置信区间	耿贝尔分布	P—III 分布	概率 70%的置信区间	耿贝尔分布
10000	0.01	6.52	±0.87		-4.68	±0.15	
1000	0.1	5.94	±0.58	5.62	-4.52	±0.10	-4.61
500	0.2	5.76	±0.50	5.46	-4.47	±0.08	-4.54
200	0.5	5.52	±0.39	5.26	-4.40	±0.07	-4.45
100	1	5.34	±0.32	5.10	-4.35	±0.06	-4.37
50	2	5.15	±0.25	4.95	-4.29	±0.05	-4.30
33	3	5.04	±0.21	4.84	-4.26	±0.05	-4.25
20	5	4.89	±0.16	4.74	-4.21	±0.05	-4.21
10	10	4.69	±0.12	4.58	-4.14	±0.04	-4.13
5	20	4.47	±0.09	4.36	-4.07	±0.04	-4.03
2	50	4.14	±0.07	4.16	-3.94	±0.03	-3.94

表 2.6-3　工程海域多年盐度月均值（单位：‰）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
盐度	30.0	30.3	30.4	30.9	31.7	32.3	33.7	33.0	32.1	30.1	29.5	29.7	31.0

表 2.6-4　厂址附近范围泉水调查结果一览表

泉水编号	出露高程 m	涌水量 L/s	水温 ℃	泉水性质	含水层	备注
S01	15.50	0.15	16	下降泉	残积土强风化岩	
S02	14.43	0.022	16	下降泉	全～强风化岩	
S03	4.33	0.054	17.5	下降泉	强风化	
S04	11.80	0.062	13	下降泉	强风化岩	
S05	12.50	0.018	16	下降泉	残积土强风化岩	
S06	4.50	0.015	18	下降泉	微风化岩	
S07	26.50	0.039	16	下降泉	残积土	
S08	5.00	0.027	16	下降泉	弱风化岩	
S09	3.20	0.022	16	下降泉	弱风化岩	
S10	11.0	0.14	13	下降泉	残积土	

表 2.6-5　民井抽水试验成果一览表

编号	含水层岩性	水位 埋深	井口 标高	降深	涌水量	单位 涌水量	渗透系数	
		m	m	m	m^3/d	$m^3/d\ m$	cm/s	m/d
J04	残坡积土	5.40	8.60	3.85	12.96	3.36	7.64×10^{-4}	0.66
J20	残坡积土	2.34	12.30	3.50	7.28	2.08	2.32×10^{-4}	0.20

表 2.6-6 调查井地下水分析成果一览表

含水层	采样地点	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	HCO_3 mg/l	K^++Na^+ mg/l	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	NH_4^+	侵蚀性 CO_2	pH 值	矿化度 mg/l	水化学类型	按矿化度分类	备注
残积土	J08	105.99	40.75	128.91	56.69	48.58	13.76	1.20	2.11	7.43	334.91	$Cl.HCO_3$-Ca.Na	淡水	厂区边，高台地
残积土	J020	287.78	213.45	122.77	145.08	76.91	58.95	1.22	5.24	7.30	845.05	$Cl.SO_4$-Na.Mg.Ca	淡水	前薛村边，远离海边
残积土	J048	119.32	261.96	178.02	121.24	68.82	41.76	1.12	2.92	7.57	703.67	$SO_4.Cl.HCO_3$-Na.Ca.Mg	淡水	前薛村内
残积土	J04	442.20	252.25	165.74	206.56	153.83	56.5	1.02	5.14	7.08	1196.76	$Cl.SO_4$-Na.Ca	微咸水	距海边约150m
残积土	J036	364.99	213.45	319.21	142.64	149.78	81.06	1.07	20.21	7.70	1113.14	$Cl.HCO_3$-Ca.Mg.Na	微咸水	距海边约220m

表 2.6-7（1/3）　厂址附近范围民井调查一览表

井泉编号	坐标		地面标高（m）	水位埋深（m）	涌水量（m^3/d）	岩性
	X	Y				
J1	444055	2818563	5.6	2.0	5.0	砂质粘性土
J2	444986	2818689	9.2	2.72	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J3	444726	2816945	7.3	2	6.00	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J04	444411	2816720	8.64	6.28	12.96	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J05	444083	2816083	3.6	0.2	36.00	弱风化花岗岩
J06	444295	2816013	16.5	4.8	12.00	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J07	444160	2815238	3.0	2.3	0.50	弱风化花岗岩
J08	444160	2815297	8.4	1.98	15.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J09	444529	2815394	10.6	7.41	8.00	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J10	444860	2815769	3.5	0.95	15.0	粉细砂
J11	444515	2816654	13.2	7.15	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J12	444527	2816658	14.0	8.65	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J13	444546	2816707	14.2	7.4	5.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J14	444516	2816732	9.94	5.2	27.13	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J15	444495	2816741	9.29	5.8	18.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J16	444661	2816723	12.83	6.4	5.80	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J17	444687	2816688	13.71	7.8	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J18	444675	2816658	13.66	6.55	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J19	444734	2816690	12.46	5.7	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J20	444829	2816759	12.3	2.34	17.28	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J21	444700	2816835	10.3	3.89	15.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J22	444706	2816891	8.63	2.47	13.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J23	444743	2816910	6.49	1.56	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J24	444727	2817033	6.56	2.96	15.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J25	444616	2816930	9.71	5.5	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J26	444649	2816975	9.15	5.05	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J27	444678	2817050	6.75	0.96	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩

表 2.6-7（2/3）　厂址附近范围民井调查一览表

井泉编号	坐标		地面标高（m）	水位埋深（m）	涌水量（m^3/d）	岩 性
	X	Y				
J28	444536	2817185	7.5	1.74	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J29	444473	2816892	6.1	2.89	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J30	444459	2816896	5.8	2.2	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J31	444431	2817074	6.52	2.86	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J32	444406	2817038	7.32	1.42	15.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J33	444330	2817076	8.04	6.7	5.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J34	444317	2817190	9.5	5.72	6.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J35	444446	2817325	11.29	3.8	18.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J36	444549	2817231	9.4	2.98	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J37	444288	2818035	4.82	2.2	10.0	上为砂质粘性土，下为强-中风化花岗岩
J38	443952	2818735	4.8	3.66	8.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J39	444065	2818760	5.24	0	15.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J40	444185	2818453	5.62	3.18	12.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J41	444188	2818405	5.6	2.68	12.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J42	444241	2818262	7.8	1.97	10.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J43	444346	2818045	14.1	7.48	6.0	上为砂质粘性土，下为强-中风化花岗岩
J44	444397	2818010	16.2	10.33	5.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J45	444687	2817325	11.84	7.51	5.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J46	444744	2817270	8.7	2.01	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J47	444755	2817262	8.23	2.78	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J48	444829	2817355	16.2	4.73	6.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J49	444830	2818571	17.25	3.65	5.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J50	444978	2818570	12.3	1.24	5.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J51	444936	2818698	14.62	8.10	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J52	444923	2818793	14.94	3.12	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J53	444866	2818999	20.40	7.88	10.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J54	445036	2819002	9.8	1.95	10.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J55	445156	2819087	14.80	5.73	12.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩

表 2.6-7（3/3）　厂址附近范围民井调查一览表

井泉编号	坐标		地面标高（m）	水位埋深（m）	涌水量（m^3/d）	岩 性
	X	Y				
J56	445353	2819216	17.3	9.36	8.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J57	445450	2819375	15.4	4.54	10.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J58	445534	2819396	17.5	6.6	5.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J59	445510	2819149	8.8	2.69	8.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J60	445597	2819115	5.88	3.26	8.0	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J61	445535	2819046	11.4	4.65	7.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J62	445121	2818843	6.60	1.53	10.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J63	445108	2818835	7.0	0.18	12.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J64	445095	2818699	7.42	1.03	5.00	上为砂质粘性土，下为全-强风化花岗岩
J65	445100	2818629	7.50	0.97	10.0	上为砂质粘性土，下为全风化花岗岩
J66	445383	2818579	4.20	0.90	12.0	上为砂质粘性土，下为强风化花岗岩
J67	445428	2818504	5.40	1.06	10.0	上为砂质粘性土，下为全风化花岗岩
J68	445480	2818420	12.40	7.46	12.0	上为砂质粘性土，下为强-中风化花岗岩
J69	445315	2818729	4.20	0.72	10.0	上为砂质粘性土，下为全风化花岗岩
J70	445391	2818756	4.34	0.91	10.0	上为砂质粘性土，下为全风化花岗岩
J71	445468	2818925	4.46	0.68	12.0	上为砂质粘性土，下为全风化花岗岩

表 2.6-8 四个工程点可能最大台风增、减水值

工程点	可能最大台风增水（m）	可能最大台风减水（m）
A	4.06	-2.03
B	4.14	-2.10
D	4.27	-2.04
E	4.37	-2.08

表 2.6-9　福清核电厂近岸四个工程点附近台风浪波要素

计算点	方向	计算水位（m）	计算点水深（m）	$H_{1/100}$（m）	$H_{1\%}$（m）	$H_{4\%}$（m）	$H_{5\%}$（m）	$H1_{3\%}$（m）	$\bar{H}$（m）	$\bar{T}$（s）	L（m）
A	S	8.38	12.38	6.07	5.67	4.92	4.78	4.12	2.75	8.52	83
	SSE	8.38	12.38	6.14	5.71	4.97	4.82	4.17	2.79	10.87	111
	SE	8.38	12.38	6.37	5.94	5.18	5.00	4.35	2.92	10.37	106
B	S	8.38	9.38	5.32	4.98	4.37	4.26	3.70	2.51	8.52	75
	SSE	8.38	9.38	5.74	5.43	4.79	4.66	4.06	2.78	10.87	99
	SE	8.38	9.38	5.51	5.20	4.56	4.44	3.87	2.63	10.37	94
D	S	8.38	17.28	6.53	6.06	5.24	5.08	4.31	2.81	8.52	93
	SSE	8.38	17.28	5.56	5.18	4.43	4.28	3.62	2.34	10.87	128
	SE	8.38	17.28	5.14	4.76	4.06	3.93	3.32	2.14	10.37	120
E	S	8.38	9.88	3.88	3.61	3.13	3.04	2.58	1.68	8.52	76
	SSE	8.38	9.88	2.08	1.94	1.64	1.58	1.33	0.84	10.87	101
	SE	8.38	9.88	-	-	-	-	-	-	10.37	96

表 2.6-10　厂址不同重现期的降雨量值及可能最大降雨量值

项目	10min	30min	60min	6h	12h	24h
十年一遇设计值	25.5	48.4	72.5	153.7	219.3	313.0
五十年一遇设计值	33.1	66.2	102.6	229.9	329.1	471.2
百年一遇设计值	36.2	73.6	115.3	262.4	376.1	539.0
千年一遇设计值	46.1	97.5	156.5	370.0	531.5	763.4
万年一遇设计值	55.5	120.7	197.0	477.2	686.4	987.2
PMP	62	134.5	219.5	531.7	764.8	1100.0



图 2.1-1　厂址地理位置图

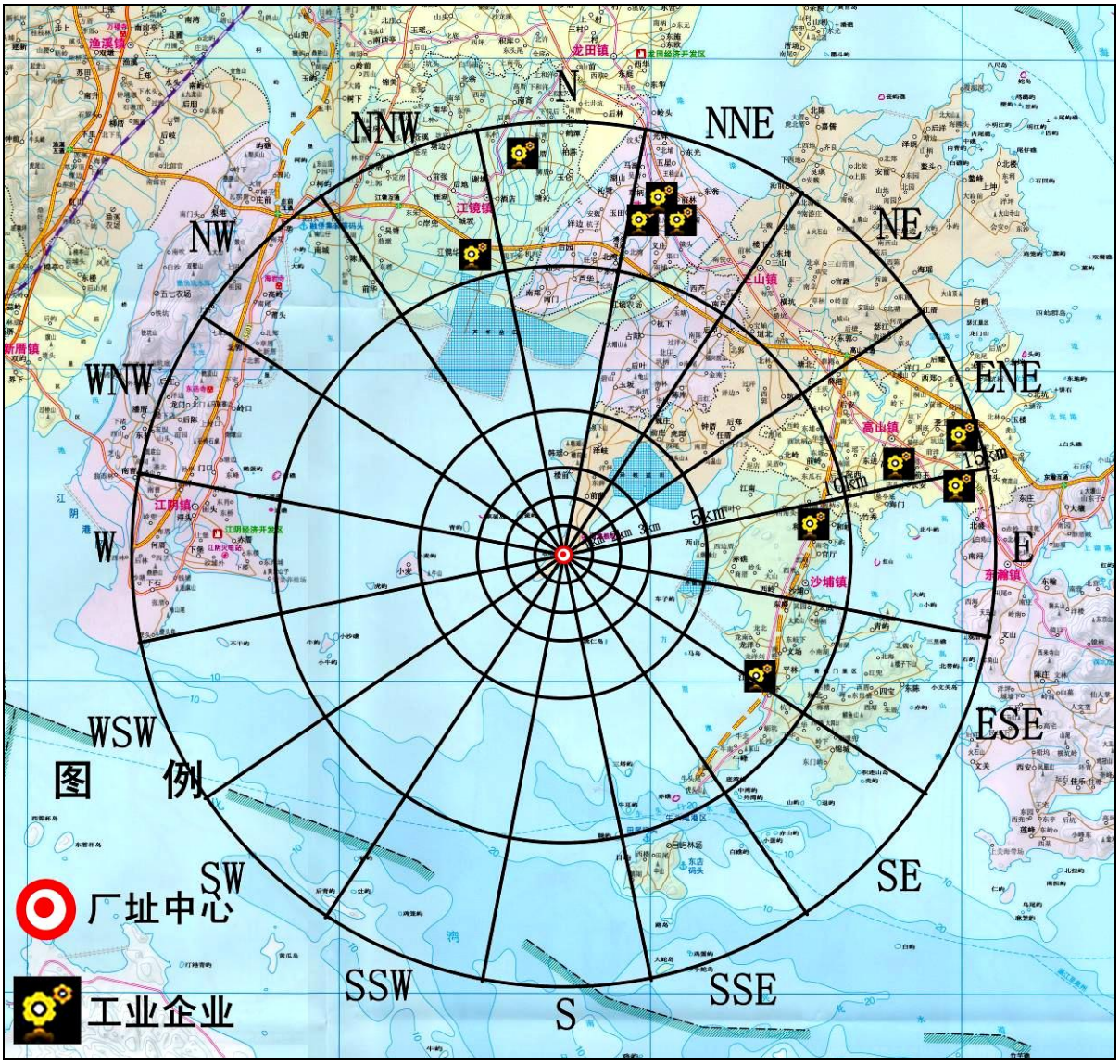


图 2.4-1　厂址半径 15km 范围规模以上工业企业分布情况示意图（不含江阴工业集中区）

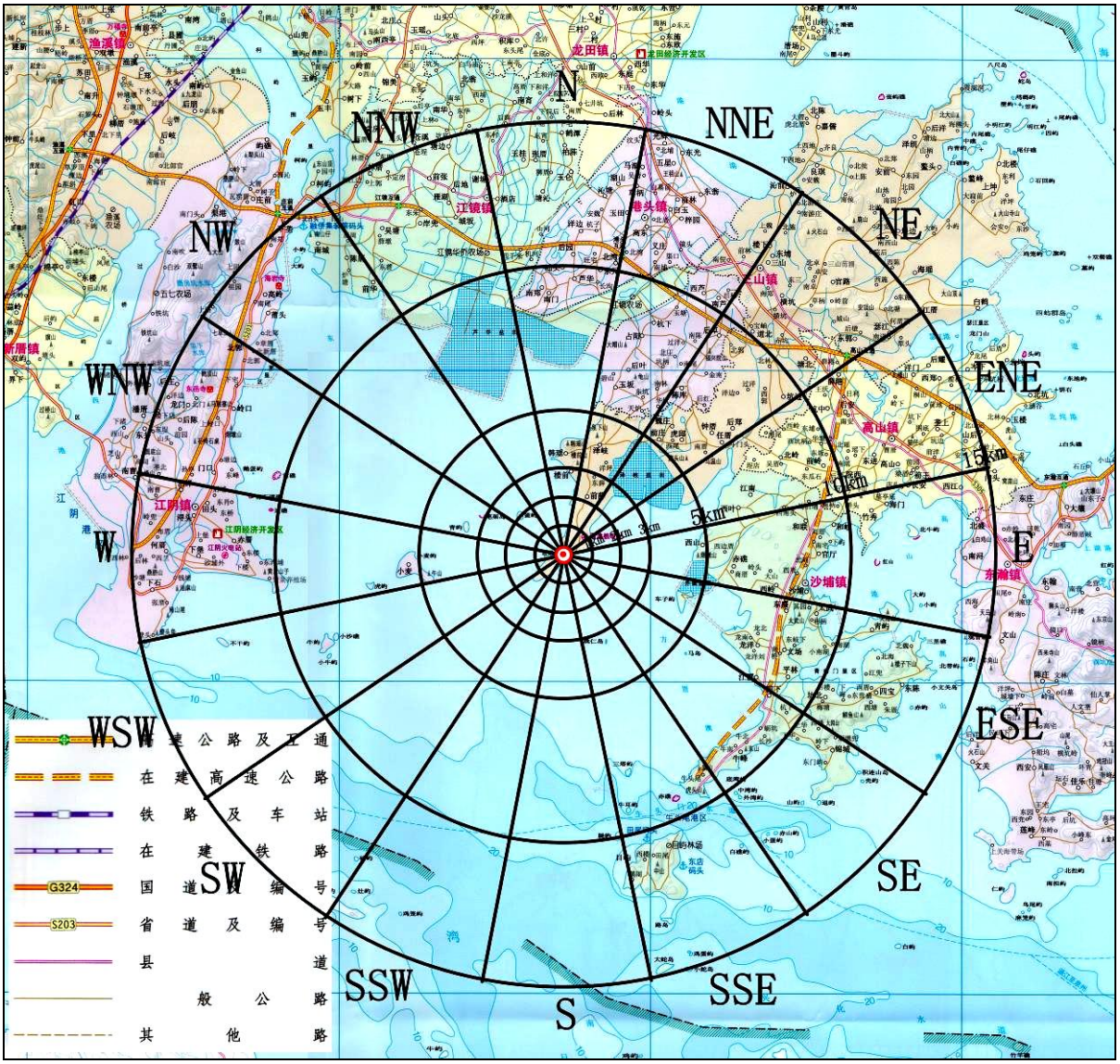


图 2.4-2　厂址半径 15km 范围公路分布情况

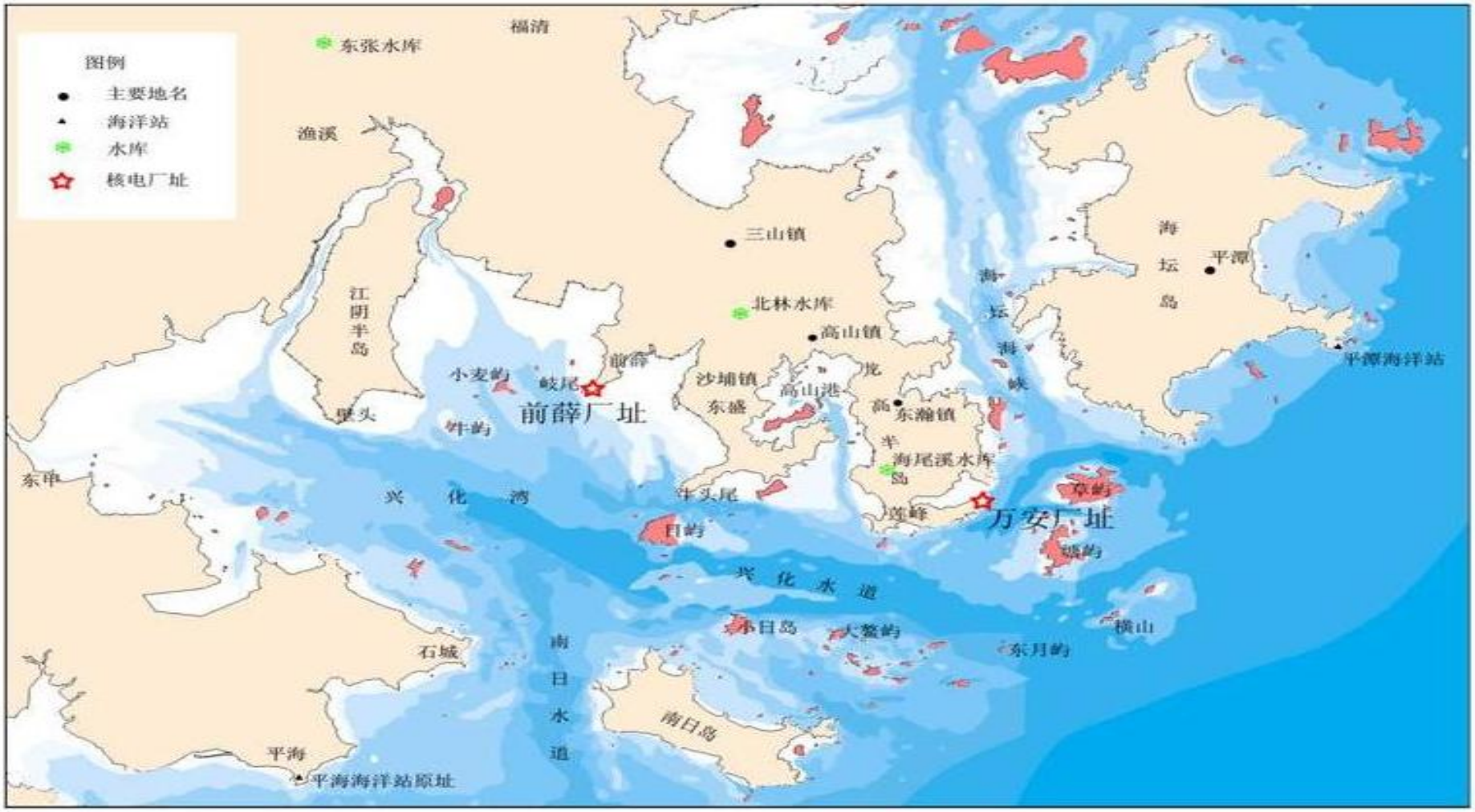


图 2.6-1　厂址~参证站地理位置图

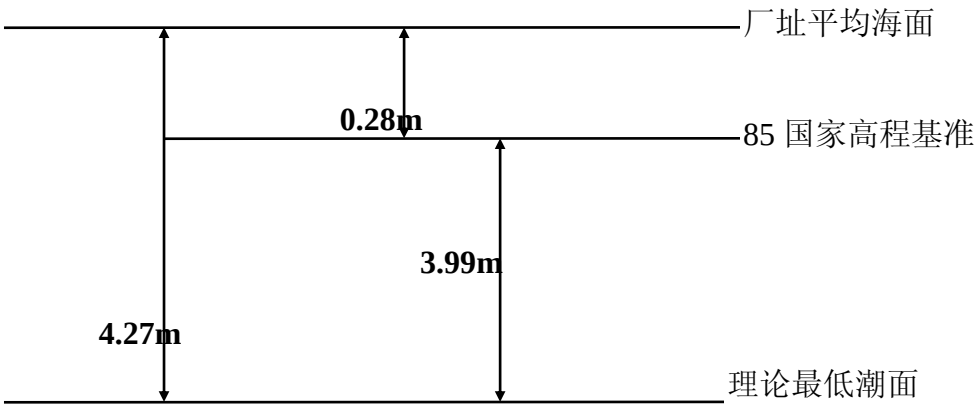


图 2.6-2　厂址主要高程关系图

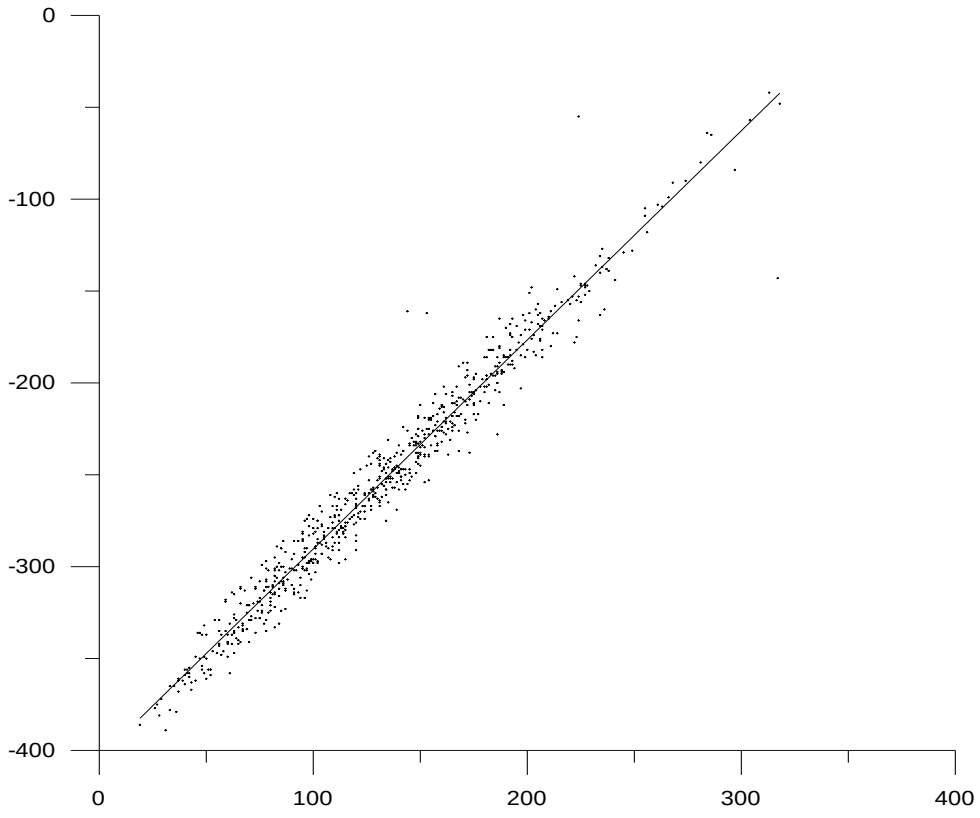


图 2.6-3　厂址海洋站—平潭站高潮位相关曲线

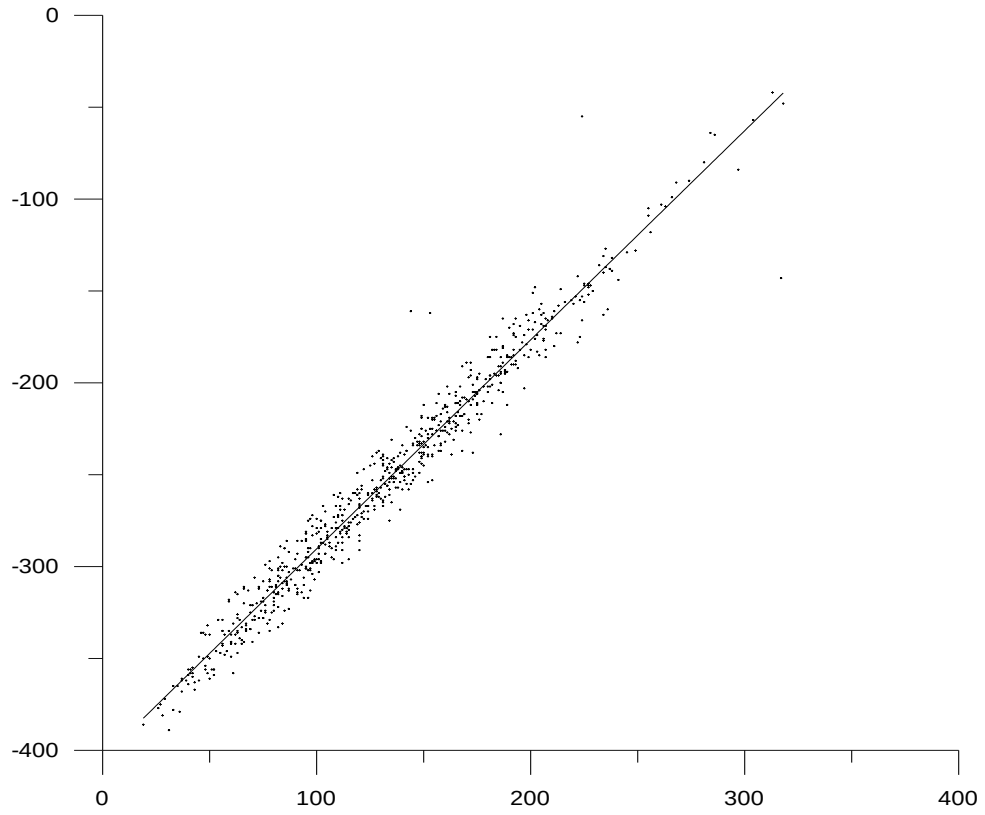
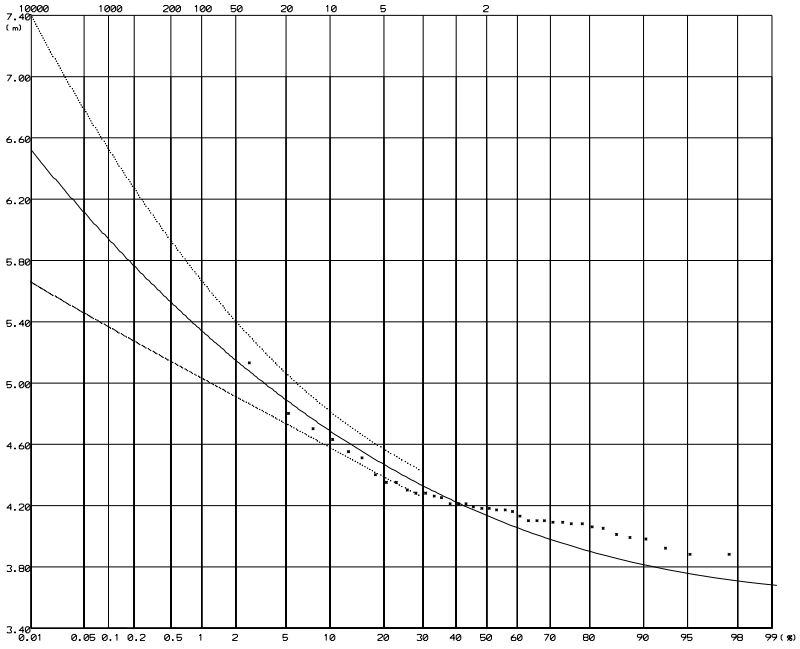


图 2.6-4　厂址海洋站—平潭站低潮位相关曲线

n	H	P(%)
1	5.10	2.5
2	4.77	5.0
3	4.67	7.5
4	4.60	10.0
5	4.52	12.5
6	4.48	15.0
7	4.37	17.5
8	4.32	20.0
9	4.32	22.5
10	4.27	25.0
11	4.25	27.5
12	4.25	30.0
13	4.23	32.5
14	4.22	35.0
15	4.18	37.5
16	4.18	40.0
17	4.18	42.5
18	4.16	45.0
19	4.15	47.5
20	4.15	50.0
21	4.14	52.5
22	4.14	55.0
23	4.13	57.5
24	4.10	60.0
25	4.07	62.5
26	4.07	65.0
27	4.07	67.5
28	4.06	70.0
29	4.06	72.5
30	4.05	75.0
31	4.05	77.5
32	4.03	80.0
33	4.02	82.5
34	3.98	85.0
35	3.96	87.5
36	3.95	90.0
37	3.89	92.5
38	3.85	95.0
39	3.85	97.5



P(%)	Hp	±d	Yrs
0.01	6.52	0.87	10000
0.1	5.94	0.58	1000
0.2	5.76	0.50	500
0.5	5.52	0.39	200
1	5.34	0.32	100
2	5.15	0.25	50
3	5.04	0.21	33
5	4.89	0.16	20
10	4.69	0.12	10
20	4.47	0.09	5
50	4.14	0.07	2

MEAN= 4.20m
Cv=0.300
Cs=4.0Cv

图 2.6-5　厂址站年最高潮位的 P-Ⅲ分布

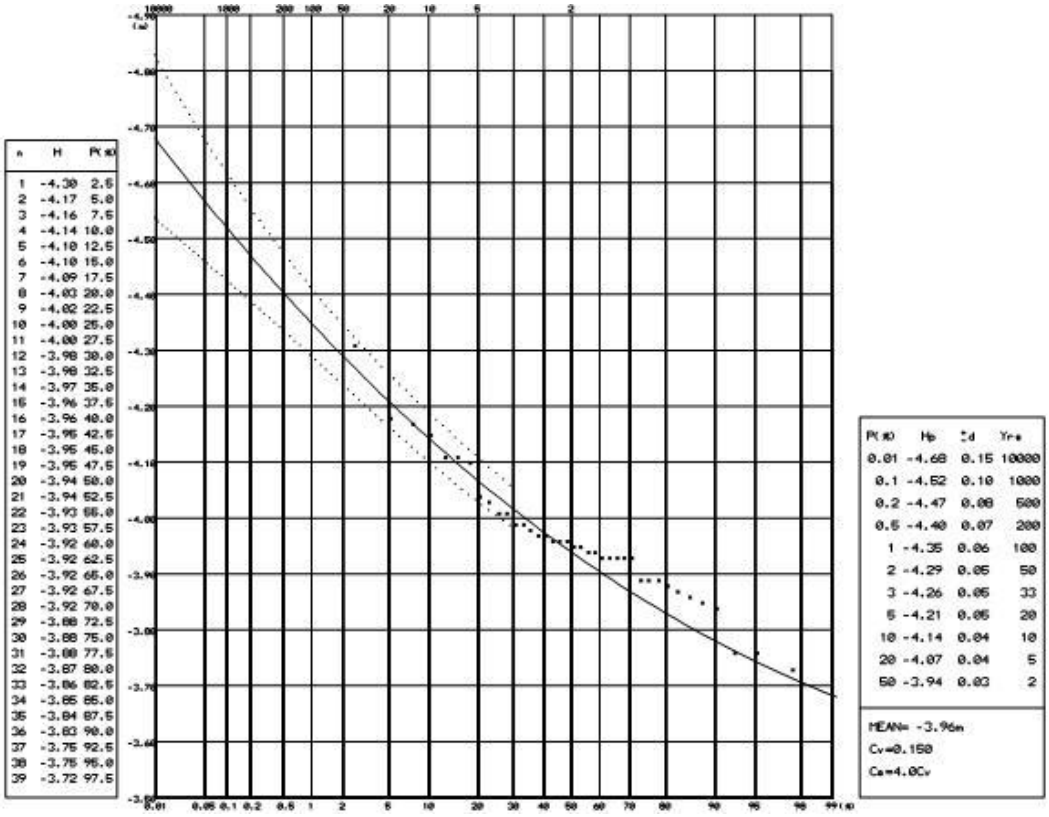


图 2.6-6　厂址站年最低潮位的 P-Ⅲ分布

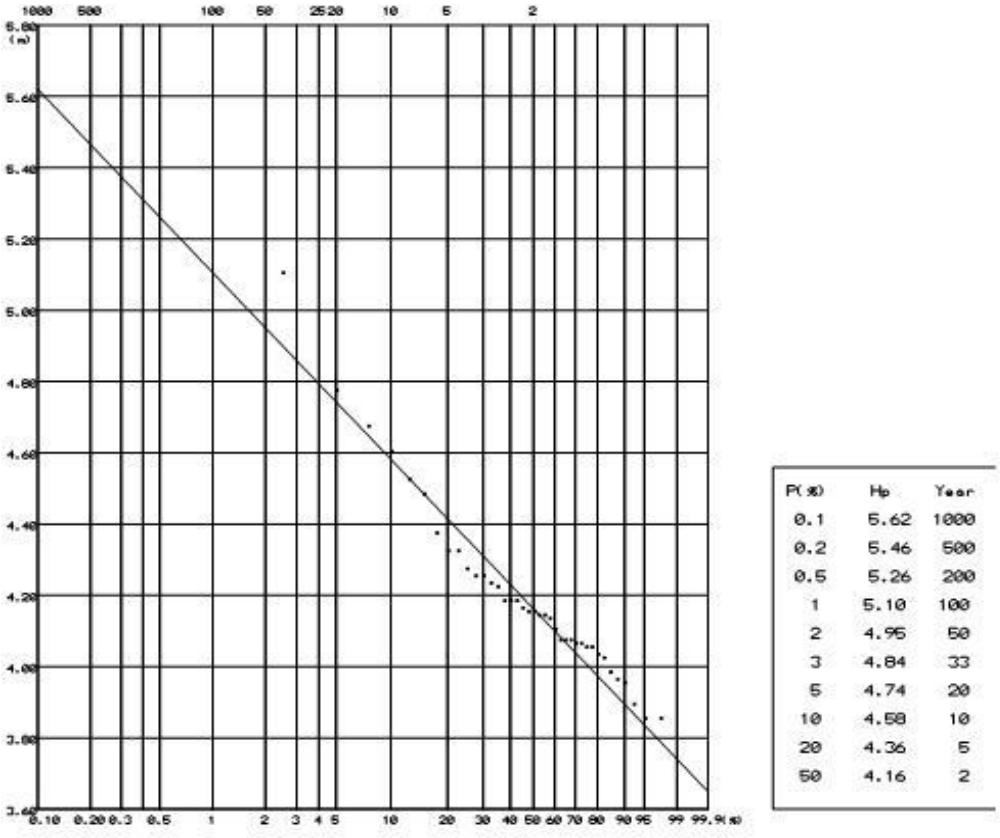


图 2.6-7　厂址站年最高潮位的耿贝尔分布

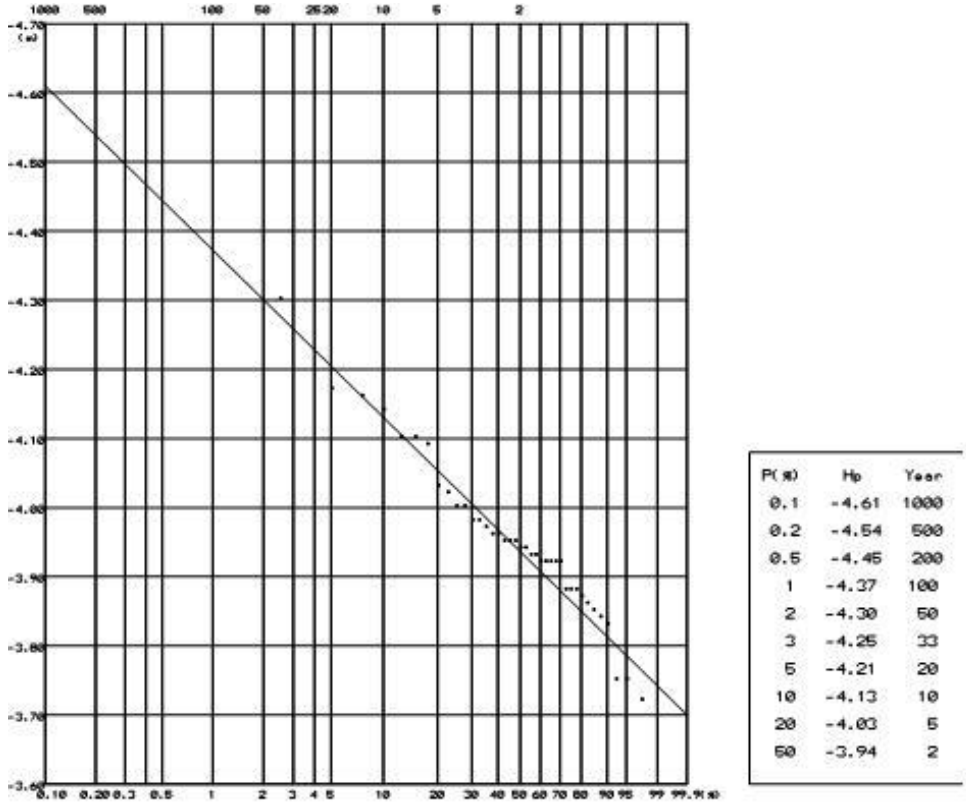


图 2.6-8　厂址站年最低潮位的耿贝尔分布

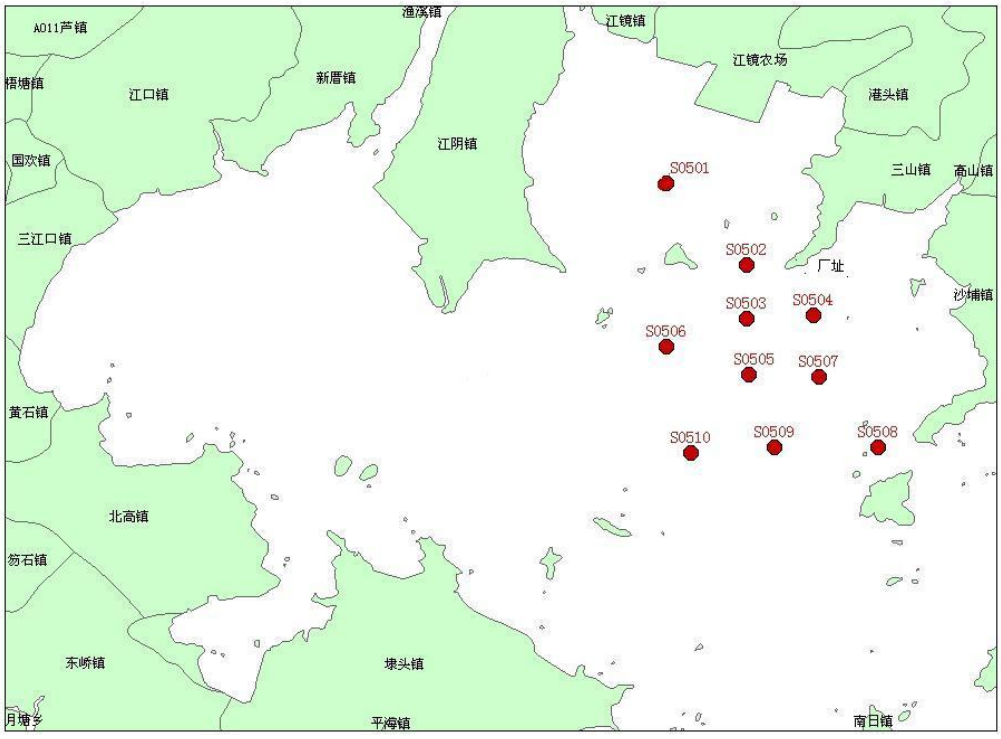


图 2.6-9　周日连续观测测站布置图

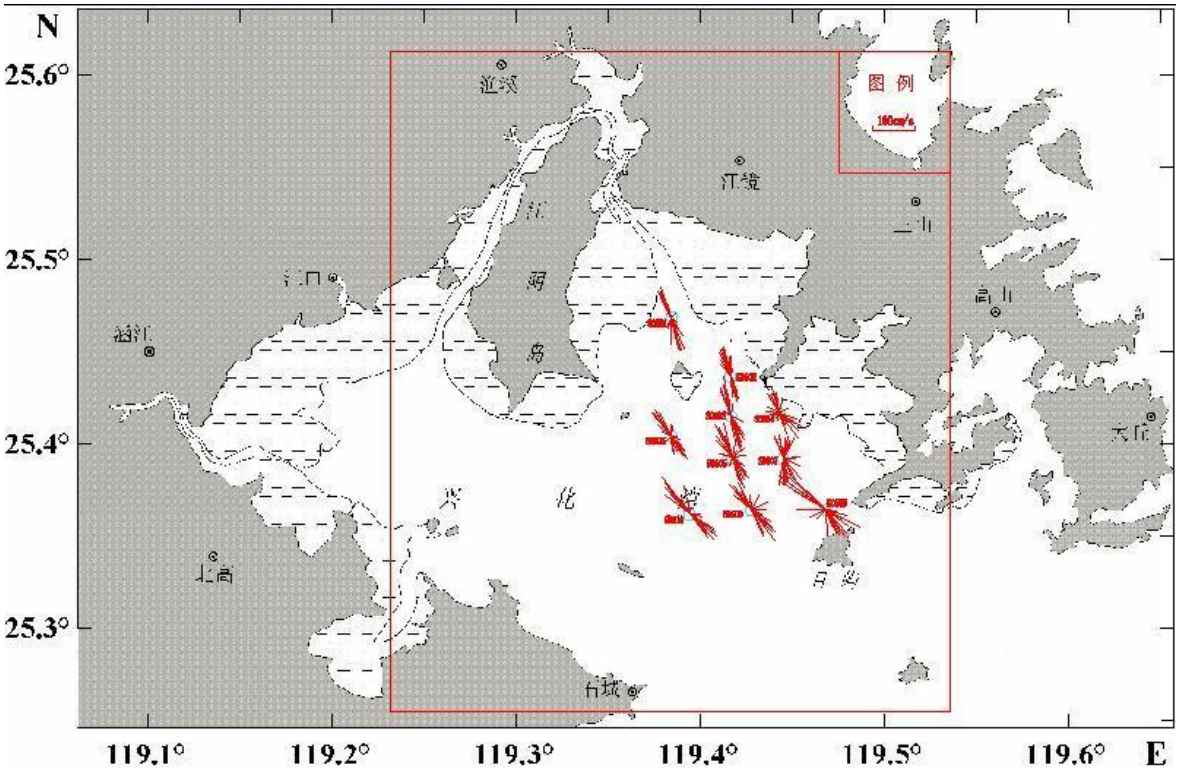


图 2.6-10　大潮期表层涨、落潮流流矢图

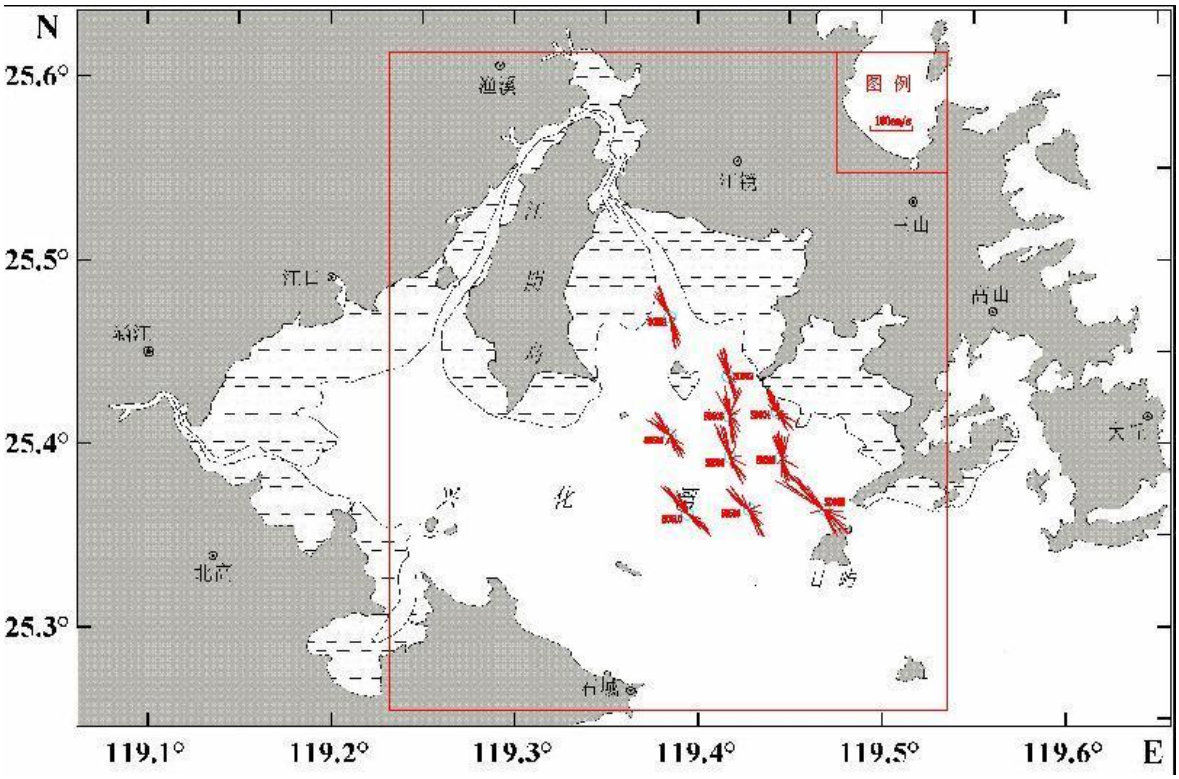


图 2.6-11　中潮期表层涨、落潮流流矢图

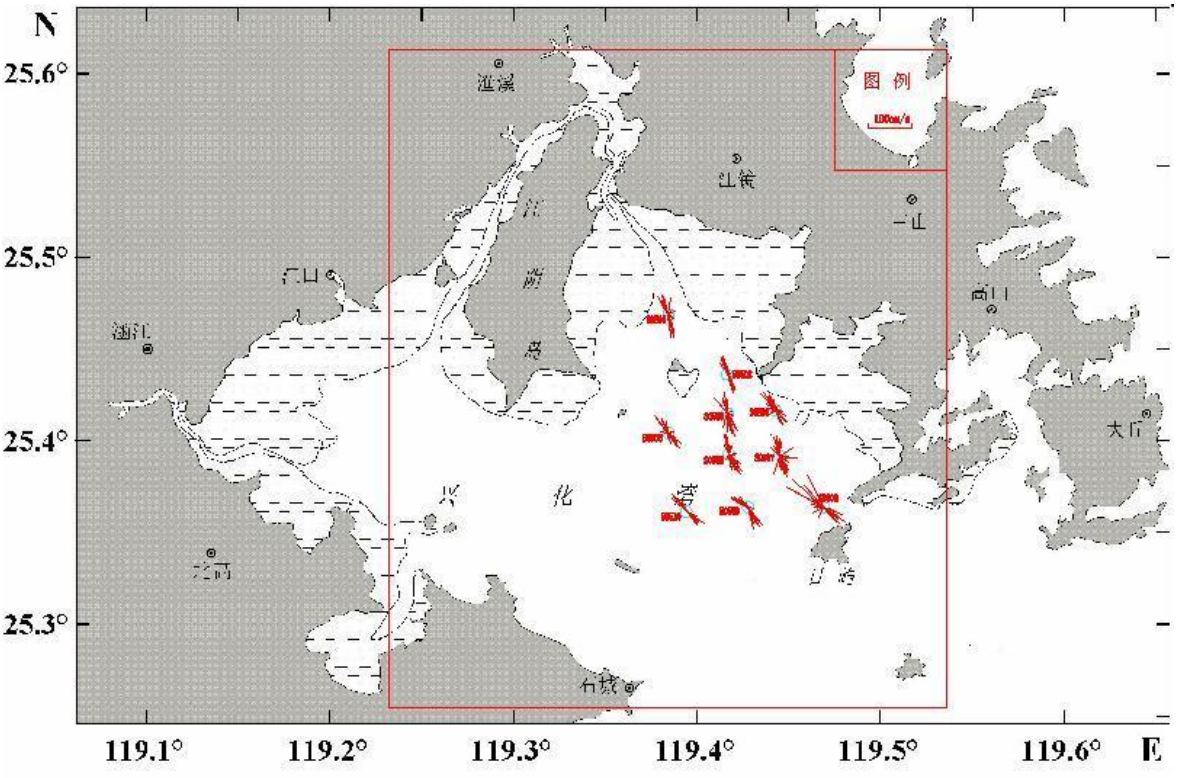
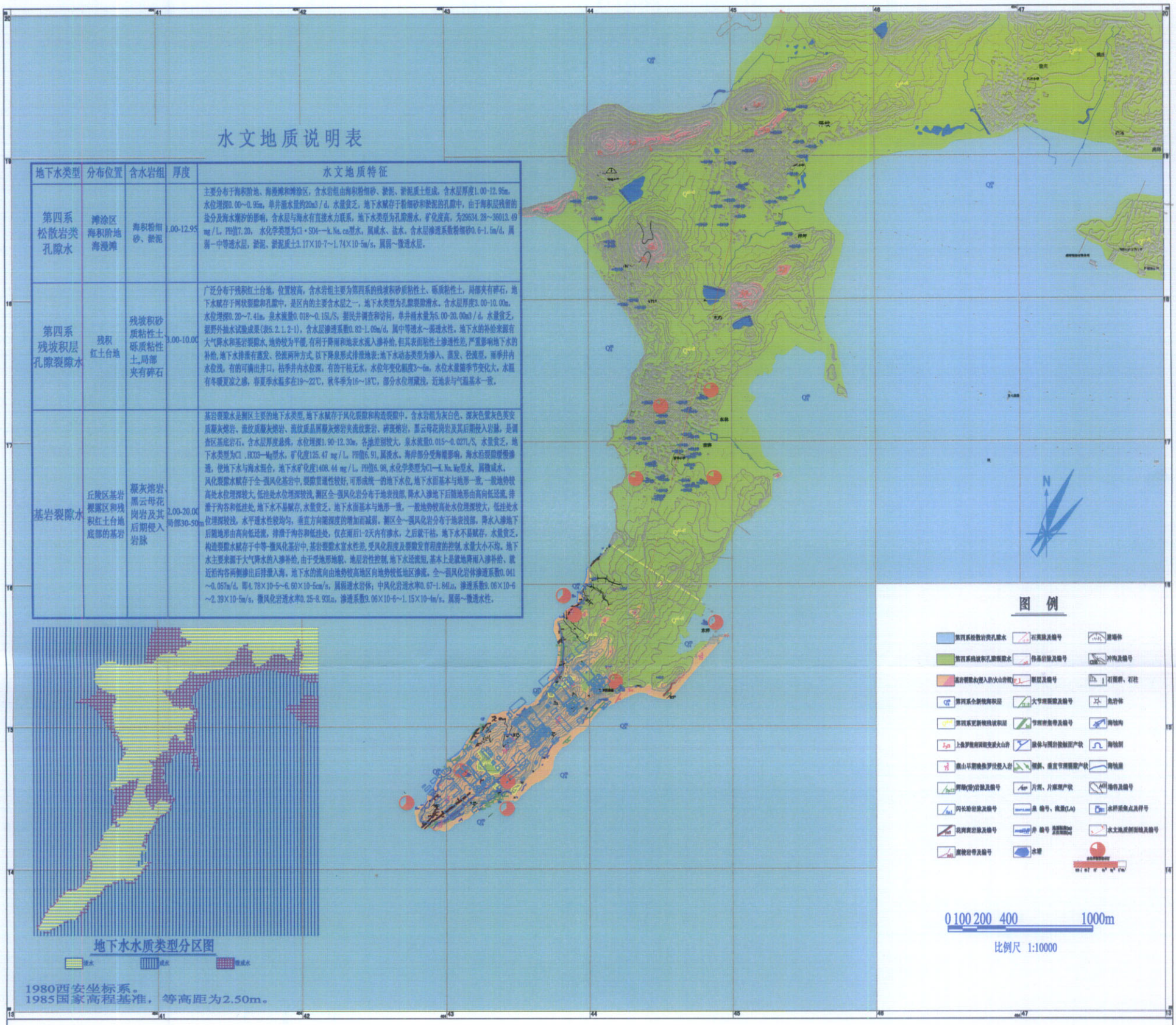


图 2.6-12　小潮期表层涨、落潮流流矢图

水文地质说明表

地下水类型	分布位置	含水岩组	厚度	水文地质特征
第四系松散岩类孔隙水	滩涂区海积阶地海漫滩	海积粉细砂、淤泥	1.00-12.95	主要分布于海积阶地、海漫滩和滩涂区，含水岩组由海积粉细砂、淤泥、淤泥质土组成。含水层厚度1.00-12.95m，水位埋深0.00~0.95m，单井涌水量约20m3/d，水量贫乏，地下水赋存于粉细砂和淤泥的孔隙中，由于海积层残留的盐分及海水爆炒的影响，含水层与海水有直接水力联系，地下水类型为孔隙潜水，矿化度高，为29634.28~36013.49mg/L，PH值7.20，水化学类型为Cl·SO4—k.Na.ca型水，属咸水、盐水。含水层渗透系数粉细砂0.6-1.5m/d，属弱—中等透水层，淤泥、淤泥质土3.17X10-7~1.74X10-5m/s，属弱~微透水层。
第四系残坡积层孔隙裂隙水	残积红土台地	残坡积砂质粘性土、砾质粘性土,局部夹有碎石	3.00-10.00	广泛分布于残积红土台地，位置较高，含水岩组主要为第四系的残坡积砂质粘性土、砾质粘性土，局部夹有碎石，地下水赋存于网状裂隙和孔隙中，是区内的主要含水层之一，地下水类型为孔隙裂隙潜水。含水层厚度3.00-10.00m，水位埋深0.20~7.41m，泉水流量0.018~0.15L/S，据民井调查和访问，单井涌水量为5.00-20.00m3/d，水量贫乏，据野外抽水试验成果(表5.2.1.2-1)，含水层渗透系数0.82-1.09m/d，属中等透水~弱透水性。地下水的补给来源有大气降水和基岩裂隙水，地势较为平缓，有利于降雨和地表水流入渗补给，但其表面粘性土渗透性差，严重影响地下水的补给，地下水排泄有蒸发、径流两种方式，以下降泉形式排泄地表;地下水动态类型为渗入、蒸发、径流型，雨季井内水位浅，有的可满出井口，枯季井内水位深，有的干枯无水，水位年变化幅度3~6m，水位水量随季节变化大，水温有冬暖夏凉之感，春夏季水温多在19~22℃，秋冬季为16~18℃，部分水位埋藏浅，近地表与气温基本一致。
基岩裂隙水	丘陵区基岩裸露区和残积红土台地底部的基岩	凝灰熔岩、黑云母花岗岩及其后期侵入岩脉	2.00-20.00局部30-50m	基岩裂隙水是测区主要的地下水类型，地下水赋存于风化裂隙和构造裂隙中。含水岩组为灰白色、深灰色紫灰色英安质凝灰熔岩、流纹质凝灰熔岩、流纹质晶屑凝灰熔岩夹流纹斑岩、碎斑熔岩，黑云母花岗岩及其后期侵入岩脉，是调查区基底岩石。含水层厚度悬殊，水位埋深1.90-12.30m，各地差别较大，泉水流量0.015~0.027L/S，水量贫乏，地下水类型为Cl·HCO3—Mg型水，矿化度125.47 mg/L，PH值6.91，属淡水。海岸部分受海潮影响，海水沿裂隙缓慢渗透，使地下水与海水混合，地下水矿化度1408.44 mg/L，PH值6.98，水化学类型为Cl—K.Na.Mg型水，属微咸水。 风化裂隙水赋存于全~强风化基岩中，裂隙贯通性较好，可形成统一的地下水位，地下水面基本与地形一致，一般地势较高处水位埋深较大，低洼处水位埋深较浅，测区全~强风化岩分布于地表浅部，降水入渗地下后随地形由高向低迳流，排泄于沟谷和低洼处，地下水不易赋存，水量贫乏。地下水面基本与地形一致，一般地势较高处水位埋深较大，低洼处水位埋深较浅，水平透水性较均匀，垂直方向随深度的增加而减弱。测区全~强风化岩分布于地表浅部，降水入渗地下后随地形由高向低迳流，排泄于沟谷和低洼处，仅在雨后1-2天内有渗水，之后就干枯，地下水不易赋存，水量贫乏。构造裂隙水赋存于中等~微风化基岩中，基岩裂隙水富水性差，受风化程度及裂隙发育程度的控制，水量大小不均。地下水主要来源于大气降水的入渗补给，由于受地形地貌、地层岩性控制，地下水迳流短，基本上是就地降雨入渗补给、就近沿沟谷再侧渗出后排泄入海。地下水的流向由地势较高地区向地势较低地区渗流。全~强风化岩体渗透系数0.041~0.057m/d，即4.78×10-5~6.60×10-5cm/s，属弱透水岩体；中风化岩透水率0.67-1.84Lu，渗透系数9.06×10-6~2.39×10-5m/s。微风化岩透水率0.25-8.93Lu，渗透系数9.06×10-6~1.15×10-4m/s。属弱~微透水性。



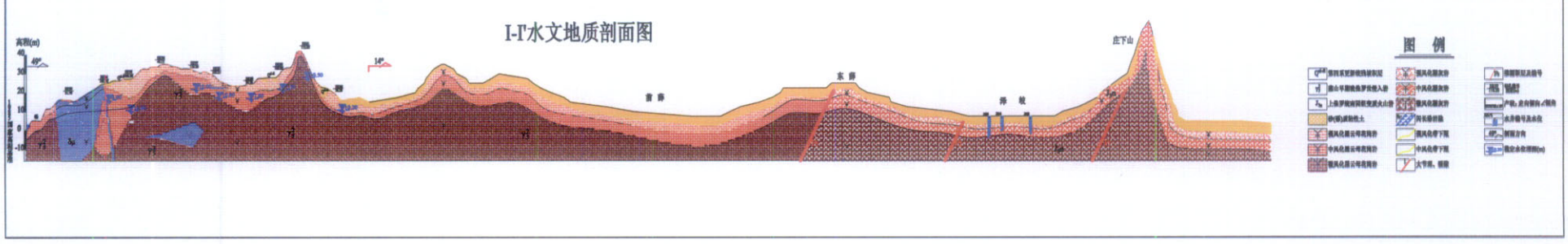


图2.6-13　　厂址附近范围综合水文地质图

水文地质说明表

地下水类型	分布位置	含水岩组	厚度(m)	水文地质特性
第四系海积层孔隙水	滩涂区 海积阶地 海堤坪	海积卷细砂、粉黏	1.00-12.00	含水岩组由海积粉细砂、粉黏、粉黏质土组成。地下水赋存于各粉砂中粉细砂层孔隙中，由于海积层结构组合及海水期伊贡影响，含水层与海水有直接水力联系。地下水类型为孔隙潜水，水位埋深1.10-6.30m，各井稳水流为10m³/d，水量贫乏，渗透系数经验取值。含水层粒度分析结果(1.17×10⁻⁴-1.76×10⁻³cm/s，总平渗透系数4.87×10⁻⁴cm/s，7.70×10⁻⁴cm²/s，属第一维渗水层。地下水矿化度为2024.10-3023.49 mg/L，均值7.10。水化学类型为Cl·SO₄-Na.Ca型水，属微水。地下水补给形式为海堤侵入、大气降水，属较小孔隙潜层水间歇型水层自然循环补给，排泄有蒸发、侧向同种方式，地下水对混凝土结构具强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具腐蚀性（干湿交替时强腐蚀）。
第四系残坡积层孔隙裂隙水	残积红土台地	残坡积砂质粘性土、碎石质粘性土，局部夹有碎石	3.00-10.00	地下水赋存于残坡积砂质粘性土、碎石质粘性土孔隙中，含水层为残坡积砂质粘性土，局部夹有碎石，含水层厚度3.00-10.00m，含水岩组渗透系数1.35×10⁻⁴-7.07×10⁻⁴cm/s，水平渗透系数1.35×10⁻⁴cm/s至1.35×10⁻³cm/s，属中等透水-强透水层，地下水具有补给源丰富大气降水和基岩裂隙水、地势较为平缓，有利于降雨和地表水流入渗补给，但其富裕性主要受控于岩性与地形条件，严重影响地下水的补给，地下水径流不畅顺，水量贫乏。勘探时采用干式钻下降水方式进行勘探地表，地下水动态类型为渗入、蒸发、径流型，地下水位受降水影响较大，在雨季时见井中的地下水位埋深较浅较高，枯平时多数井基本无水，地下水平发现3-5m，地下水对混凝土结构无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性（干湿交替时强腐蚀性）。
基岩裂隙水	丘陵区基岩裸露区和残积红土台地底部的基岩	燕云等花岗岩及其后期侵入岩脉	3.00-20.00	基岩裂隙水是场区主要的地下水类型，地下水赋存于风化裂隙张构造裂隙中，风化裂隙水属于含-弱风化基岩中，裂隙发育性较好，可形成统一的地下水位，地下水基本与地形一致，一般地势较高处水位埋深较大，径向补水处裂隙较浅，埋深小，水位埋深较浅。场区含-弱风化部分地下独立性较强，降水入渗地下后就地形向高处低处流，排泄于构造低洼地，地下水不易赋存，水量贫乏。 向斜核部水赋存于中等-强风化基岩中，基岩裂隙水富水性强，受风化裂度及裂隙发育程度的控制，水量大小不均，地下水主要来源于大气降水渗入补给为，由于地势地貌，地基岩性控制，地下水运动较快，基本上是就地降雨入渗补给，径流向沟谷两侧排出后排入海，地下水的循环由地势决定为较快径流交换型。 第区分布广泛，水位埋地形小有，范围1.40-15.30m，水水类型：015-0.0377/d，水量贫乏，部标正常水区型，含-弱风化岩中静储量极微，027-0.045m/d，属3.15×10⁻⁴-1.18×10⁻³cm/s，属裂隙水导向，富切孔压水试验成果，中风化岩透水率0.07-1.94Lu，渗透系数1.05×10⁻⁴-2.39×10⁻³cm/s，强风化岩透水率0.33-6.93Lu，渗透系数3.06×10⁻⁴-1.18×10⁻³cm/s，属第一维渗水层。地下水类型为Cl.SO₄-Na型水，矿化度135.47 mg/L,PH值8.91，属淡水。厂区两侧海岸部分受海堤影响，地水位将受海堤影响，受海下水与海水混合，地下水矿化度1408.44 mg/L,PH值8.98，水化学类型为Cl-K.Na型淡水，属微淡水。地下水对混凝土结构无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，但其岸由于受海水影响的微成水对钢结构具中等腐蚀性，干湿交替时对钢筋混凝土结构中的钢筋具中等腐蚀性。

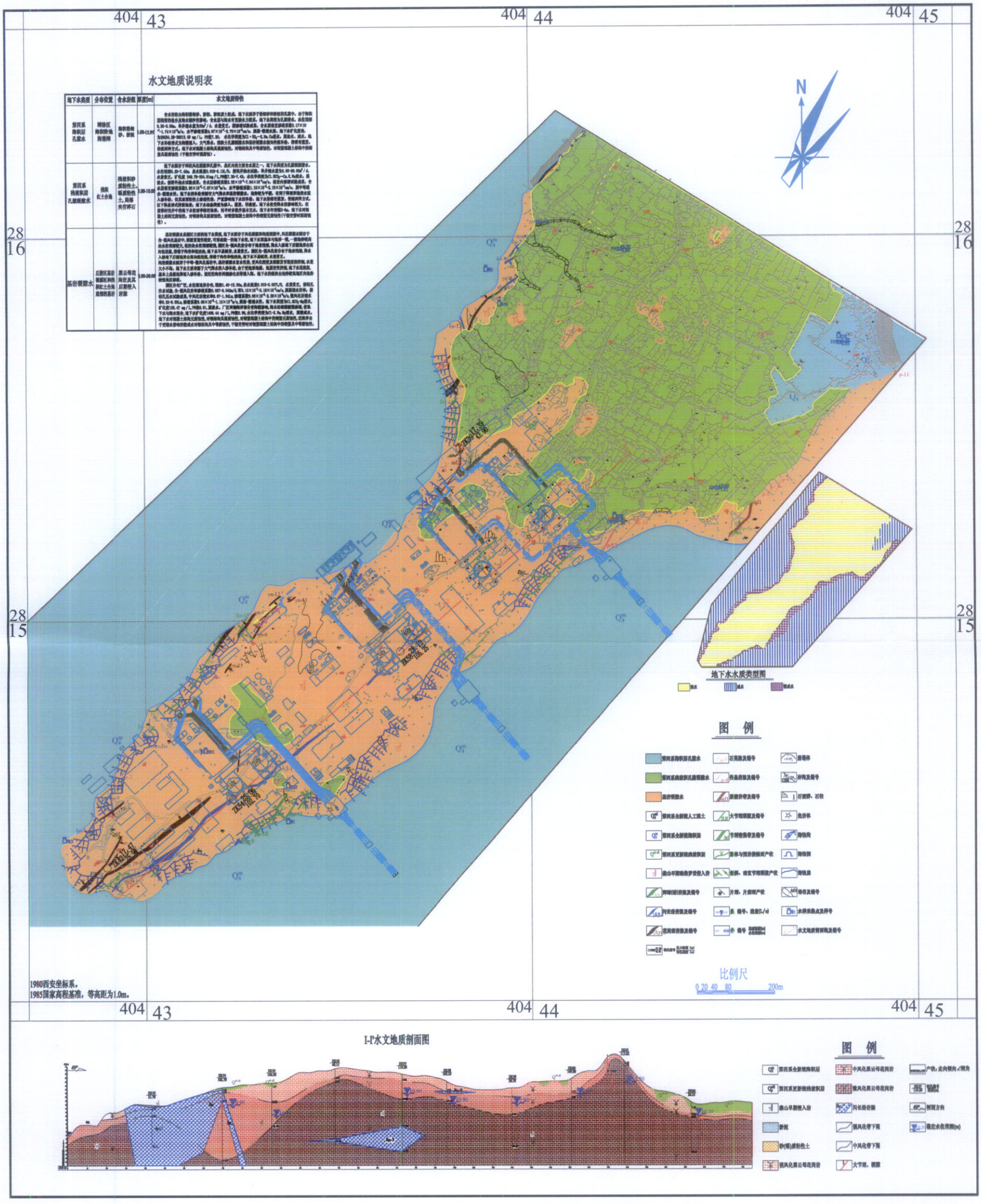


图2.6-14　　厂区水文地质图(未开挖回填前)

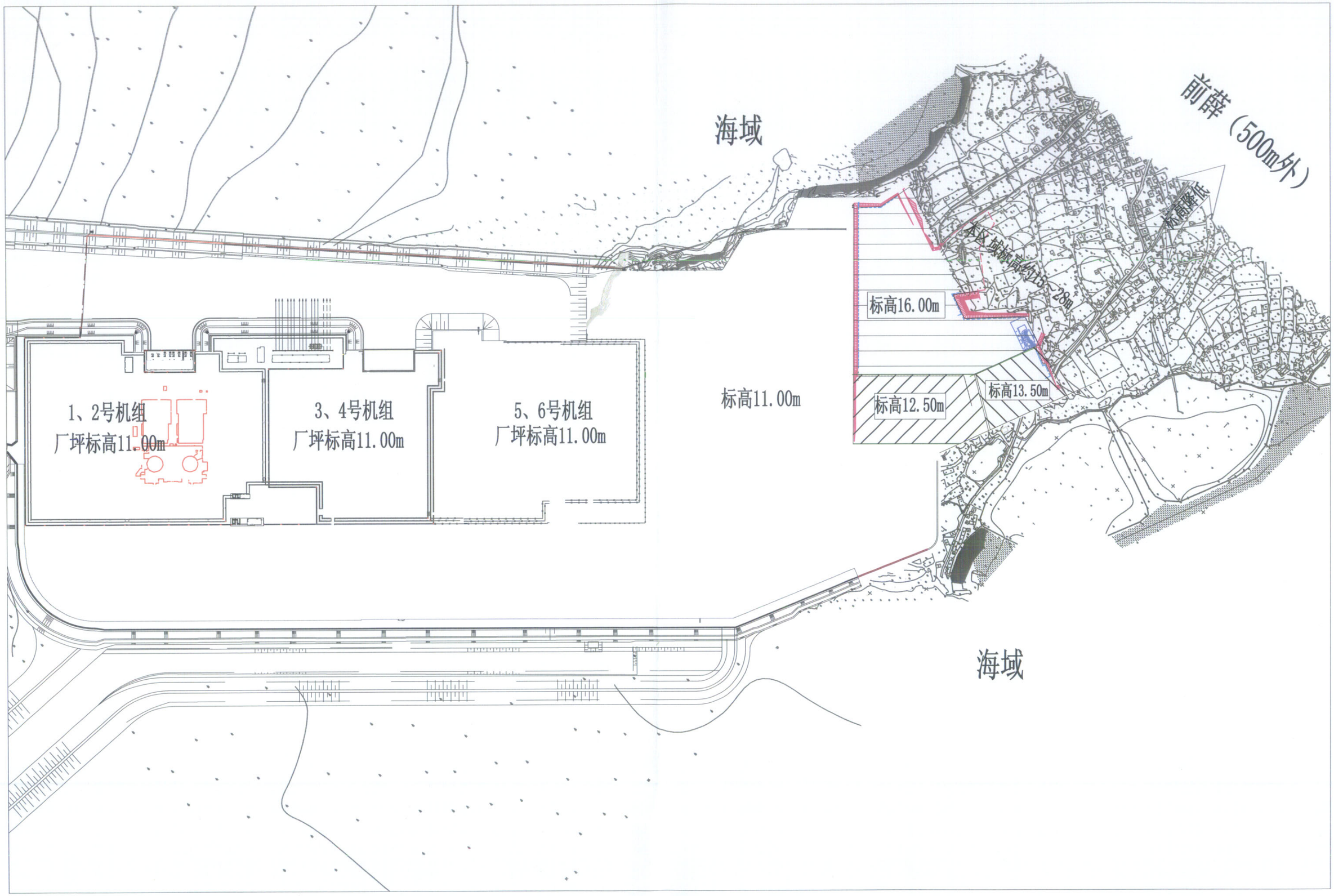


图2.6-15　厂区与厂外标高示意图

厂坪标高+11.0m切面图

比例尺 1:1000

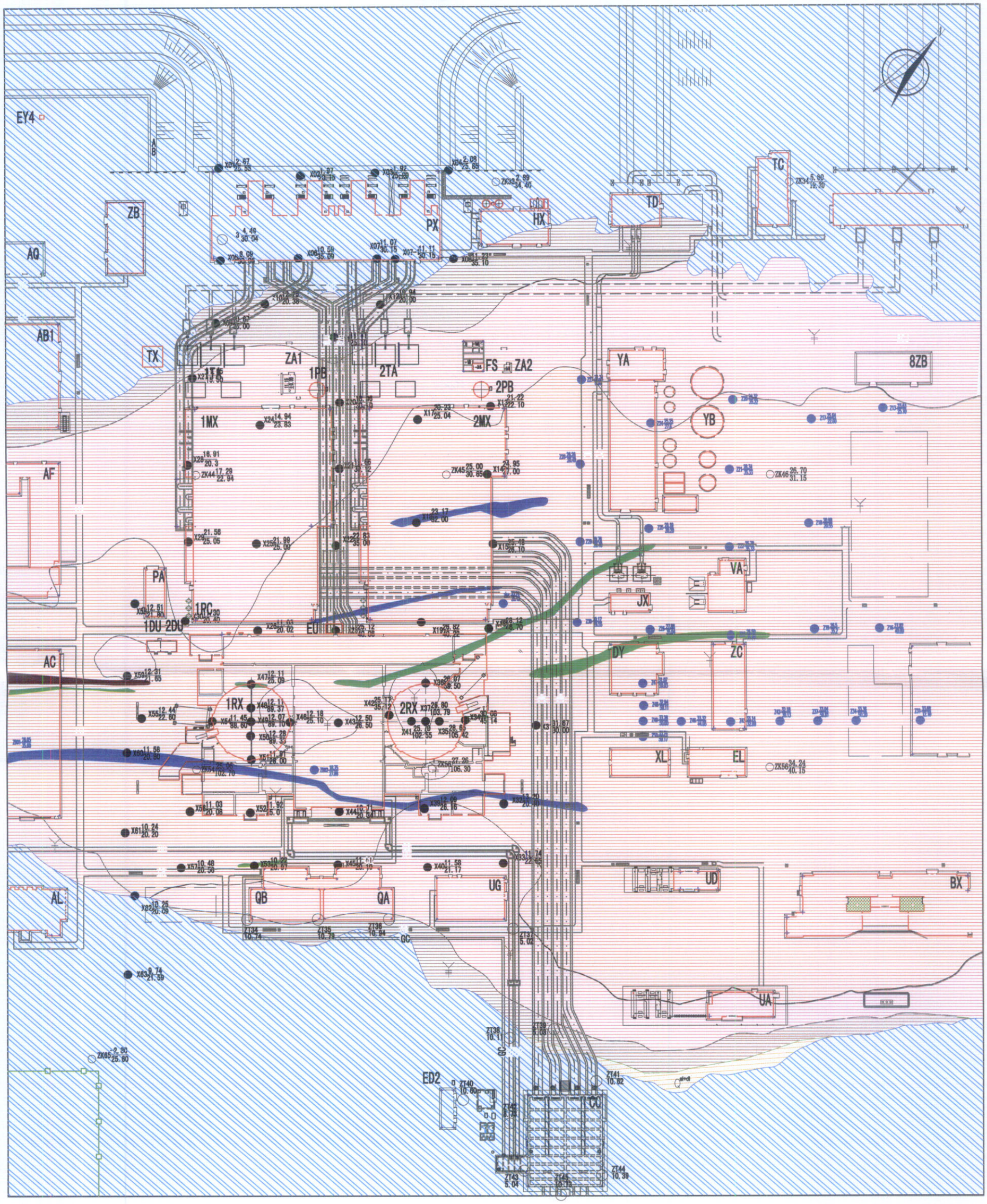


图 例

比例尺

0 20 40 60 80m

第四系残坡积砂质粉质粘土 | 微风化黑云母花岗岩 | 花岗斑岩脉 | 岩性界限 | C版大钢钻孔 | 拟建建筑物

强风化黑云母花岗岩 | 低于厂坪标高+11m区 | 辉绿(粉)岩脉 | +11m标高线 | B版大钢钻孔

中等风化黑云母花岗岩 | 闪长岩脉 | 风化界限 | 钻孔编号 孔口标高 孔深(m) | 可研钻孔

图2.6-16 厂坪标高+11.0m切面图

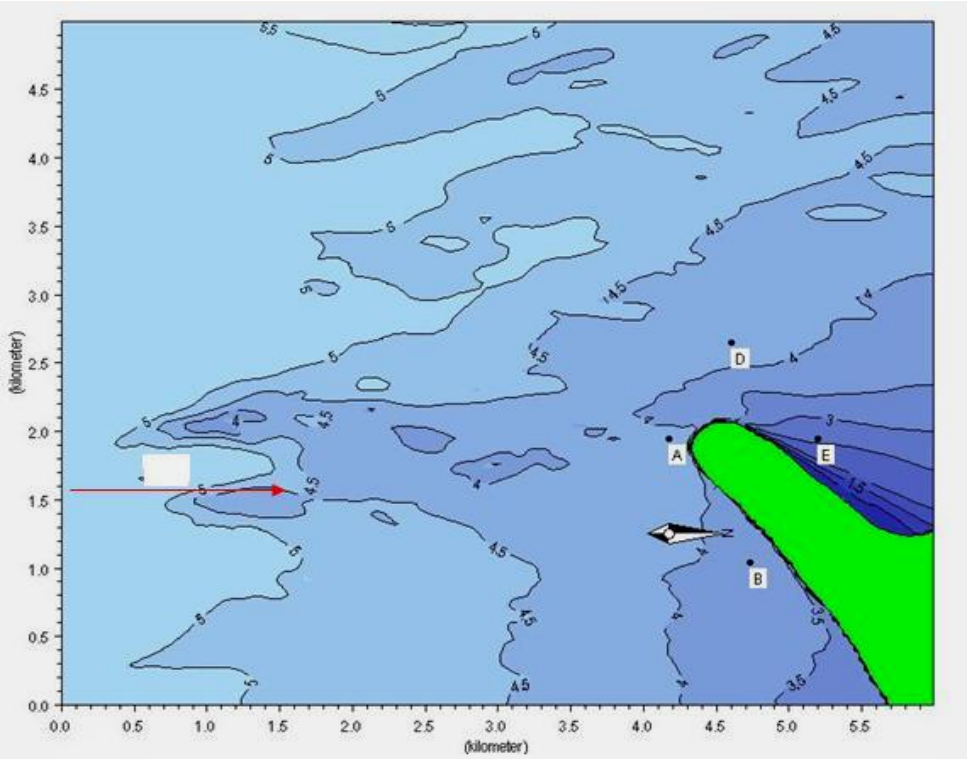


图 2.6-17　四个工程点平面布置图

第三章　环境质量现状

3.1　辐射环境质量现状

3.1.1 基本概况

3.1.2 辐射环境质量现状

3.1.3 质量保证措施

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 基本概况

福建福清核电厂厂址位于福清市龙高半岛中部三山镇西南前薛村，地处突入兴化湾的岐尾山前沿，东、南、西三面环海，东北与前薛村陆地连接。

运行前环境监测的内容主要是对厂址周围地区的环境辐射现状水平的调查。根据国家相关标准的要求，核动力厂厂址首台机组首次装料前，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。同一厂址后续建造的机组应至少获得最近一年的辐射环境水平现状调查数据。

2006 年 1 月，中国辐射防护研究院在福清核电厂厂址周围进行了为期一年的环境放射性本底初步调查，并完成了《福建福清核电厂设计阶段环境放射性本底调查报告》。2010 年 7 月至 2012 年 12 月，开展了连续两年的环境放射性本底调查。

鉴于 2011 年 3 月日本发生 9 级地震引发了福岛核电站的放射性泄漏，立即对两年本底调查的内容进行了的补充，加强了对 ^{134}Cs、^{137}Cs 及 ^{131}I 等核素测量，确保能较准确地测量福岛事故后福清核电基地周围放射性本底状况。到目前为止已经完成了两年本底调查的全部工作，形成最终的调查报告并通过了专家评审。本报告中将采用通过专家评审的《福建福清核电厂 1、2 号机组工程申请装料许可证阶段环境放射性本底调查报告》中的本底调查数据，对福清核电厂 1、2 号机组运行前的本底情况进行说明，并采用《福建福清核电厂 1、2 号机组工程申请装料许可证阶段环境放射性本底调查质量保证总结报告》中的有关内容对本底调查过程中所采取的质保措施进行了简要描述。

1) 运行前环境本底调查工作中参照的主要标准规范和文献资料：

a) 标准和规范：

- 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 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》
- GB11215－89　《核辐射环境质量评价一般规定》
- GB/T 14583　《环境地表γ辐射剂量率测定规范》
- HJ/T 61-2001　《辐射环境监测技术规范》
- EJ/T 1131-2001　《核电厂辐射环境监测规定》

b) 文献资料：

- 《福建福清核电厂设计阶段环境放射性本底调查报告》
- 《福建福清核电厂海洋放射性调查报告》
- 《福建福清核电厂 1、2 号机组工程申请装料许可证阶段环境放射性本底调查报告》
- 《福建福清核电厂 1、2 号机组工程申请装料许可证阶段环境放射性本底调查质量保证总结报告》

2) 调查方案

两年环境放射性本底调查编制了本底调查方案。从 2010 年第 4 季度开始，鉴于福岛核电事故的影响，在原方案的基础上补充了测量项目，主要增加了部分介质的 ^{134}Cs、^{137}Cs 及 ^{131}I 的测量，尤其是 ^{137}Cs 的放化测量分析。最终的调查方案见表 3.1- 1。

3) 监测范围

两年环境放射性本底调查中环境γ辐射的监测范围为以反应堆厂房为中心，半径 50km 范围内，其余陆地环境介质的监测项目一般取 20~30km，海洋介质的监测范围为排放口为中心，半径 10km 范围内。

4) 布点原则

两年环境放射性本底调查中，布点主要考虑以下原则：

- 依据相关标准规范对调查范围及采样点的要求进行布点；
- 结合福清核电厂周围地区的水文、气象、资源、人口分布及该地区生态环境的特点；
- 核电厂周围不同的方位和距离；
- 在采样/监测点的选择上涵盖一年本底调查设置的点位，对原设置点位进行分析后考虑进行取舍；
- 对于一年调查中发现的异常点加强监测。

5) 监测内容

A. 厂址周围存在的辐射或放射源应用情况；

B. 环境放射性监测项目，主要包括以下几类：

a）环境γ辐射

- γ辐射剂量率瞬时定点测量；
- γ辐射累积剂量测量。

b) 陆地介质

- 大气及沉降物：
  - 大气中的 ^{3}H 和 ^{14}C 测量分析；
  - 气溶胶：总 α、总 β、^{137}Cs、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 沉降灰：^{90}Sr、^{137}Cs、总 β 和 γ 谱核素分析。
- 土壤和底泥：
  - 陆地土壤：^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 河/塘底泥：^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 海洋沉积物（潮间带和潮下带）：总铀、总 β、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析。
- 水：
  - 降水中的总 α、总 β、^{3}H、^{137}Cs、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 地表水中的总 α、总 β、^{3}H、^{137}Cs、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 饮用水中的总 α、总 β、^{3}H、^{137}Cs、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 地下水中的总 α、总 β、^{3}H、^{137}Cs、^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
- 陆生生物：
  - 粮食作物、蔬菜、淡水鱼、水果、肉类、松针的 ^{90}Sr 和 γ 谱核素分析；
  - 牛奶 ^{131}I 及 γ 谱核素分析。

c) 海洋介质

- 海水：总铀、总 β、^{90}Sr、^{3}H、^{137}Cs、γ 谱分析；
- 海洋沉积物：总铀、总 β、^{90}Sr、^{137}Cs、γ 谱分析；
- 海洋生物：藻类、贝类、甲壳类和软体类动物的总铀、总 β、^{90}Sr、^{137}Cs、γ 谱分析。

2011 年 3 月日本福岛第一核电站 1~4 号机组相继发生核岛厂房爆炸事故，向大气环境中释放大量放射性物质，并向海洋环境中泄漏。随着时间的推移，这些放射性物质已开始向我国范围内扩散，可能对我国的大气、海洋等环境产生一定的影响。为了更加明确本次事故是否对福建福清核电厂周围环境的放射性本底造成影响，为福清核电厂运行后提供更准确可靠的本底数据，从第一年度的第 4 个季度开始，调查工作的部分陆地和海洋介质中增加对 ^{137}Cs、^{134}Cs 和 ^{131}I 的测量，具体如下：

a) 在以下测量项目中增加 ^{137}Cs 的放化分析：

- 气溶胶：所有测点；
- 沉降物：所有测点；
- 降水：所有测点；

- 饮用水：1 个测点；
- 地表水：1 个测点；
- 海洋沉积物：2 个测点，重点在电厂总排放口附近；
- 海洋生物：2 个测点，重点在排放口附近。

b) 所有需进行 γ 谱分析的项目中明确给出 ^{131}I 和 ^{134}Cs 的测量结果。

6) 测量仪器及测量方法

福清核电厂两年本底调查所采用的分析测量方法，均按照国家有关的规定、标准制定。具体测量仪器及测量方法依据详见表 3.1- 2

7) 测量方法探测限

各测量方法探测限详见表 3.1- 3~表 3.1- 6。

3.1.2 辐射环境质量现状

本节将以福建福清核电厂环境放射性两年本底调查的调查结果为主，结合福清核电厂 2006 年为期一年的本底初步调查数据，对福清核电厂 1、2 号机组厂址周围环境放射性本底状况进行说明。

1) 厂址周围存在的放射源情况

根据 2011 年 10 月份调查结果，福清市辖区放射源调查结果如下：

- Ⅱ类放射源 6 枚，核素为 Ir-192，所属中国核工业二三建设有限公司福清项目部，用作伽玛探伤机；
- Ⅳ类放射源 2 枚，其中一枚核素为 Co-60，所属福耀玻璃工业集团股份有限公司；另一枚核素为 Cs-137，所属福建福清核电有限公司；
- Ⅴ类放射源 8 枚，其中 4 枚核素为 Pm-147，福融辉实业（福建）有限公司和福建省福清友发实业有限公司各两枚，用作测厚仪；三枚核素为 Cs-137，所属福建福清核电有限公司；一枚核素为 Sr-90，所属福清市医院。

福清市射线装置调查结果如下：

- Ⅱ类射线装置 3 个，均为 X 射线探伤机，所属四川中核艾瑞特工程检测有限公司福清核电实验室；
- Ⅲ类射线装置 53 个，其中南方铝业（中国）有限公司 7 个，均为测厚仪；其余 46 个均为福清辖区各个医院、卫生院，主要是 X 光机。

厂址附近没有 I-131 放射源的使用。

2) 环境 γ 辐射剂量率瞬时测量

A. 宇宙射线测量

2010年8月和2011年12月在东张水库测量了两次宇宙射线，测点处水深大于5.0m，距岸边距离大于500m。两次测量结果分别为37.3±1.6nGy/h和35.9±1.7nGy/h，均值为36.6±1.0nGy/h。

B. 环境γ辐射剂量率瞬时测量

原野贯穿辐射剂量率通过YB-IV型高压电离室环境辐射剂量率仪进行测量。一共测量了61个点位，具体位置详见图3.1-1和图3.1-2。每个月测量一次，其中27个测量点位是道路，包括水泥路和砂石路地表；34个测量点位是土地，包括田地、田间土路、草地和沙土地等地表。表3.1-7给出了各测点的月平均值，原野贯穿辐射剂量率的月平均值的范围为28.2~131nGy/h，最低点出现在下楼村，最高点出现在大洋乡。图3.1-9选取了前薛自然村和场外监测站（牛峰村、江镜镇、小麦屿和埭头镇）附近的几个典型测点，给出了2010年7月-2012年6月每个月的γ辐射剂量率分布图。表3.1-8给出了61个点位结果平均值，最低点是2012年6月份，为64.1nGy/h，最高点是2010年7、8月份，为72.8nGy/h。

由于日本发生核事故，在2011年3月下旬对福清核电周围东部沿海一带增加测量了11个剂量率点位，具体测量点见图3.1-3。增加的点位包括草地、田地、水泥地、沙土地等地表。11个点位测量结果见表3.1-9，11个点位测量结果平均值为93.0nGy/h，范围为73.9~121nGy/h

在2006年进行的一年本底初步调查中，1至12月份各测点的剂量率测量结果见表3.1-10，测量结果的范围为56.5~159nGy/h。

调查结果表明，两年本底调查的环境γ辐射剂量率与为期一年的初步调查结果相比，测量结果相近，γ辐射剂量率的测值没有发现异常，在环境本底水平范围内。在2011年3月下旬之后，福岛事故对于福清核电厂周围环境的γ剂量水平无明显影响。

3) 环境γ辐射累积空气吸收剂量率测量

福清核电厂的两年本底调查中，累积剂量共布设了50个点位，布点详见图3.1-1和图3.1-2。由于各种原因，在放置期间有少量样品丢失，每次的回收率大于90%。累积剂量的布设点位与部分剂量率测量点位重合。采用RGD-3型热释光仪进行测量。累积剂量测量换算出的剂量率均值情况见表3.1-11。从结果可以看出：累积剂量换算为剂量率后的季度均值范围为69.4~145.0nGy/h，最低点出现在下楼村，最高点出现在大洋镇。瞬时剂量率点位均值范围为64.8~168.0，最低点出现在下楼村，最高点出现在大洋镇。累积剂量测量与瞬时剂量率测量趋势基本一致。

2006年的一年本底初步调查共布设了16个累积剂量点位，监测结果见表3.1-12，16个测点按照季度平均，最高值出现在春季，为95nGy/h，夏秋季较低，为92nGy/h；每个

测点按照季度平均最高点在积库村，为 138nGy/h，最低点在北园村，为 75nGy/h。两年本底调查的环境 γ 累积剂量与一年本底初步调查结果相比，测量结果基本一致，在环境本底水平范围内。

4) 气溶胶中放射性水平

气溶胶样品的采集采用 KC-1000 型大流量采样器，滤膜采用玻璃纤维滤膜，规格为 20cm×25cm，每月采集体积约为 5000m^3。气溶胶分析项目包括每月一次的总 α、总 β 分析，每季度一次的 γ 谱分析、^{90}Sr 和 ^{137}Cs 的放化分析，布点位置详见图 3.1- 4。日本核事故后，从 2011 年 4 月份开始增加每月一次的 ^{131}I、γ 谱分析，测量结果详见。测量结果具体见表 3.1- 13 和表 3.1- 14。

^{232}Th 的活度浓度范围为<LLD~0.046mBq/m^3，最低值出现在 2012 年夏季的福清市点位，最高值出现在 2010 年冬季的大件码头，两年均值为 0.024±0.007mBq/m^3；

^{226}Ra 的活度浓度范围为<LLD~0.036mBq/m^3，最高值出现在 2010 年冬季的大件码头，两年均值为 0.018±0.008mBq/m^3；

^{40}K 的活度浓度范围为 0.13~0.46mBq/m^3，最低值出现在 2011 年冬季的前薛村，最高值出现在 2010 年秋季的大件码头，两年均值为 0.25±0.08mBq/m^3；

日本福岛事故以后，气溶胶中主要核素的活度浓度详见表 3.1- 15。2011 年 4 月份在福清市测出了 ^{131}I，测量结果为 0.014±0.005mGq/m^3。在前薛村和福清市测出了 ^{137}Cs，结果分别为：前薛村 ^{137}Cs 为 0.011±0.002mBq/m^3，福清市 ^{137}Cs 为 0.022±0.006mBq/m^3，在 4 月份以外的其它气溶胶样品中 ^{131}I 和 ^{137}Cs 均低于 γ 谱分析的探测限。

总α 的放射性水平范围为 0.10~1.71mBq/m^3，两年均值为 0.53±0.24mBq/m^3。总β 的放射性水平范围为 0.091~4.91mBq/m^3，两年均值为 1.92±0.65mBq/m^3。^{137}Cs 放化分析结果范围<LLD~4.48μ Bq/m^3，两年均值为 1.12±0.84μ Bq/m^3。^{90}Sr 放化分析结果范围<1.41~28.5μ Bq/m^3，两年均值为 9.41±5.99μ Bq/m^3。气象站、大件码头、前薛村等点位的总α 均值在 2010 年冬季较其他时间段略高，原因可能为冬季较为干燥，受地面扬尘等影响，尤其在 2010 年冬季核电施工，距离核电厂较近的点位采样时受到较大的扬尘影响所致。

2006 年的一年本底初步调查的测量结果中，气溶胶中总 α 放射性的水平范围为 0.227~1.21mBq/m^3，均值为 0.56±0.22mBq/m^3；总 β 放射性的水平范围为 0.116~1.51mBq/m^3，均值为 0.77±0.40mBq/m^3；^{90}Sr（除前薛村三季度样品外）放射性的水平范围为 2.16~19.0μBq/m^3，均值为 6.02±3.54mBq/m^3。两年本底调查第一年度与一年本底初步调查的结果对比情况详见表 3.1- 16。

调查结果表明，两年本底调查的气溶胶测量结果与一年初步调查结果相比，测量结果相近。

日本福岛事故以后，在 2011 年 4 月在福清市采集的样品中检测出了 ^{131}I 及 ^{137}Cs，在前薛村测出了 ^{137}Cs，除 4 月外其他月份的气溶胶样品均未检测出，推测气溶胶样品很可能受到了福岛核事故的影响，但影响时间较短。可以认为福岛核事故在事故后 1 至 2 个月的时期内，对调查范围内气溶胶中放射性水平有一定的影响，但这种影响在 3 个月之后可以忽略。

5) 沉降灰的放射性水平

沉降灰采样接收装置为不锈钢板制成的正方形采样槽，接收面积为 0.25m^2，采用湿法采样。沉降灰样品的分析项目包括每季度一次的 γ 谱分析、^{90}Sr 和每月一次的总 β 分析，点位布置图详见图 3.1- 4。日本核事故后，从 2011 年 4 月份开始增加每月一次的 ^{131}I、γ 谱分析及每季一次的 ^{137}Cs 放化分析。测量结果具体见表 3.1- 17 和表 3.1- 18。

γ 谱分析测量结果中：

- ^{238}U 的活度浓度范围为<LLD~22.1Bq/m^2·月；
- ^{232}Th 的活度浓度范围为<LLD ~15.2Bq/m^2·月，两年均值 2.25±2.62Bq/m^2·月；
- ^{226}Ra 的活度浓度范围为<LLD~11.9Bq/m^2·月，两年均值 1.62±2.05Bq/m^2·月；
- ^{40}K 的活度浓度范围为<LLD ~177Bq/m^2·月，年均值为 31.8 ±43.5Bq/m^2·月；

日本福岛事故以后，沉降灰中主要核素的活度浓度详见表 3.1- 19。在 2011 年 4 月份的样品中 5 个点位均测出了 ^{131}I，^{137}Cs 结果低于探测限。两年内其余样品中的人工核素（包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均小于探测限。

总 β 的放射性水平范围为 7.22~233Bq/m^2，均值为 56.3±70.6 Bq/m^2。^{90}Sr 的活度浓度范围为 0.07~0.84Bq/m^2·月，两年均值为 0.26±0.16Bq/m^2·月；^{137}Cs 的活度浓度范围为 3.88~41.2mBq/m^2·月，两年均值为 16.9±11.2mBq/m^2·月；总β 每月测量结果的放射性水平范围为 2.93~402Bq/m^2·月，两年均值为 16.9±11.2Bq/m^2·月。

一年本底初步调查测量结果中，^{232}Th 的浓度活度范围为＜LD~1.15Bq/（m^2•月），^{226}Ra 的浓度活度范围为＜LD~0.84Bq/（m^2•月），^{40}K 的浓度活度范围为 1.01~16.2Bq/（m^2•月），均值为 7.20±4.58Bq/（m^2•月），^{137}Cs 的浓度活度范围为＜LD~0.093Bq/（m^2•月）。^{90}Sr 的浓度活度范围为 0.023~1.94Bq/（m^2•月），均值为 0.29±0.50Bq/（m^2•月）。

两年本底调查与一年的本底初步调查结果对比情况详见表 3.1- 19。调查结果表明，两年本底调查的沉降灰中 ^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{137}Cs、^{90}Sr 略高于一年本底初步调查的调查结果，但整体还在环境本底水平范围之内。日本福岛事故以后，在 2011 年 4 月 5 个点位的

样品中均检测出了 ^{131}I，其余的样品中未检测出 ^{131}I，可能是受福岛事故影响，但影响时间较短。可以认为福岛核事故在事故后 1 至 2 个月的时期内，对调查范围内气溶胶中放射性水平有一定的影响，但这种影响在 3 个月之后可以忽略。

6) 空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 的放射性水平

空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 的分析为每季度一次，布点位置详见图 3.1- 4。空气中 ^{3}H 的采集采用硅胶吸附的方法，每个样品采集体积大于 $10m^3$。空气中 ^{14}C 的采集用抽气泵与装有 NaOH 溶液的鼓泡器连接，使空气中的 CO_2 完全被碱液吸收捕集，采样体积约为 $3\sim4m^3$。

测量结果详见表 3.1- 20。^{3}H 的活度浓度范围为 6.69~78.0mBq/m^3，最低值出现在 2011 年 11 月的前薛村，最高值出现在 2011 年 6 月的气象站，两年均值为 26.7±18.5mBq/m^3。^{14}C 的活度浓度范围为 10.5~32.7mBq/m^3，最低值出现在 2011 年 6 月的前薛村，最高值出现在 2012 年 6 月的前薛村，两年均值为 19.8±5.2mBq/m^3。^{3}H 和 ^{14}C 各点均值及按季节均值见表 3.1- 21。

两年本底调查测量结果与一年的本底初步调查结果比较情况见表 3.1- 22。调查结果表明，两年本底调查时的空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 与一年本底初步调查的调查结果相比，无明显差异，均在环境本底水平范围之内。

7) 土壤中的放射性水平

土壤采样按五点法（四角和中心）在土壤表层下 1cm~5cm 处采集，采样量约为 2kg。混合成原始样品。土壤样品的分析项目为每半年一次的 γ 谱分析和 ^{90}Sr 分析，点位布置图详见图 3.1- 1。测量结果具体见表 3.1- 23 和表 3.1- 24。

γ 谱分析测量结果中：

- ^{238}U 的活度浓度范围为 6.47~53.1Bq/kg，两年均值为 27.9±10.3Bq/kg；
- ^{232}Th 的活度浓度范围为 11.1~97.1Bq/kg，两年均值为 38.7±19.8Bq/kg；
- ^{226}Ra 的活度浓度范围为 5.86~44.9Bq/kg，两年均值为 24.9±9.3Bq/kg；
- ^{40}K 的活度浓度范围为 249~1270Bq/kg，两年均值为 528±211Bq/kg；
- 人工核素只有 ^{137}Cs 在部分样品中给出了测量结果，其余核素（包括 ^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均小于探测限。^{137}Cs 的活度浓度范围为 <LLD~2.70Bq/kg，两年均值为 0.76±0.54Bq/kg；

放化分析结果 ^{90}Sr 的活度浓度范围为 0.25~7.06Bq/kg，年均值为 2.28±1.62Bq/kg。两年本底调查与一年本底初步调查的测量结果比较详见表 3.1- 25。

调查结果表明，两年本底第一年度测量结果与一年本底初步调查结果相比，测量结果较为接近，均在本底水平范围内。

8) 底泥的放射性水平

底泥采用长柄铁锹进行挖取，每个样品的采样量约为 2~3kg。底泥分析项目为每半年一次的 γ 谱分析和 ^{90}Sr 分析，点位布置详见图 3.1- 5。测量结果见表 3.1- 26 和表 3.1- 27。

γ 谱分析测量结果中：

- ^{238}U 的活度浓度范围为 6.47~53.1Bq/kg，两年均值为 27.9±10.3Bq/kg；
- ^{232}Th 的活度浓度范围为 11.1~97.1Bq/kg，两年均值为 38.7±19.8Bq/kg；
- ^{226}Ra 的活度浓度范围为 5.86~44.9Bq/kg，两年均值为 24.9±9.3Bq/kg；
- ^{40}K 的活度浓度范围为 249~1270Bq/kg，两年均值为 528±211Bq/kg；
- ^{137}Cs 的活度浓度范围为<LLD~2.70Bq/kg，两年均值为 0.76±0.54Bq/kg。

放化分析结果 ^{90}Sr 的活度浓度范围为 0.25~7.06Bq/kg，年均值为 2.28±1.62Bq/kg；

一年本底初步调查中，底泥样品中各种放射性核素的含量水平范围和均值为：^{238}U：19.6~45.8Bq/kg，均值为 34.5±9.8Bq/kg；^{232}Th：29.6~73.0Bq/kg，均值为 46.8±17.2Bq/kg，^{226}Ra：17.8~41.6Bq/kg，均值为 29.1±8.1Bq/kg，^{40}K：304~927Bq/kg，均值为 674±207Bq/kg，^{137}Cs：0.26~2.21Bq/kg，均值为 0.83±0.70Bq/kg，^{90}Sr：0.62~3.70Bq/kg，均值为 1.96±0.92Bq/kg。

两年本底调查第一年度的调查结果与一年本底初步调查结果相比，各核素的结果范围和均值都很接近，具体可见表 3.1- 28。两次调查结果相比，范围和均值都很接近，同一点位 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{90}Sr 没有显著差异，均在环境本底水平范围之内。

9) 降水的放射性水平

降水的点位布置图详见图 3.1- 4，测量结果具体见表 3.1- 29~表 3.1- 30。γ 谱测量结果中 ^{40}K 只有部分样品给出了测量结果，其余样品低于探测限。人工核素（包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均低于探测限。放化分析 ^{3}H 测量结果活度浓度范围 0.31~0.75Bq/L，两年均值为 0.49±0.11Bq/L。^{90}Sr 测量结果活度浓度范围 1.25~29.7mBq/L，两年均值为 10.9±7.4mBq/L；总β 测量结果活度浓度范围 0.015~0.76Bq/L，两年均值为 0.079±0.128Bq/L，其中 2011 年 3 月气象站的测量结果远高于其它样品的结果（可能是因为该月气象站附近施工，受施工扬尘影响较大）。^{137}Cs 测量结果活度浓度范围 <LLD~1.54mBq/L，两年均值为 0.31±0.36mBq/L。

日本核事故后增加了两个降水样品，采样地点在三山镇。两个降水样品 ^{90}Sr 测量结果范围为 1.25~19.6 mBq/L，均值为 10.0±6.7 mBq/L。总β 测量结果范围为 0.020~0.096Bq/L，均值为 0.060±0.027Bq/L。其余人工核素均低于探测限。福岛事故后增加的降水与两年本底调查其余样品测量结果的比较情况详见表 3.1 -31。

两年本底调查降水的测量结果与一年本底初步调查比较情况见表 3.1- 32，^{90}Sr 和总 β 结果略高于一年本底初步调查的调查结果，但仍属于本底水平范围，其余测量结果相近。

10) 地表水的放射性水平

地表水的点位布置图详见图 3.1- 6，地表水测量结果具体见表 3.1- 33 和表 3.1- 34。

γ 谱测量结果中：

- 天然放射性核素只有 ^{40}K 给出了测量结果，活度浓度范围 74.2~2530mBq/L；
- 其它天然核素（包括 ^{238}U、^{232}Th 和 ^{226}Ra）及人工核素（包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）均低于探测限。

^{3}H 测量结果活度浓度范围 0.25~0.82Bq/L，最低点出现在 2011 年 9 月的官厅水库，最高点出现在 2010 年 7 月的官厅水库，两年均值为 0.68±0.10Bq/L。^{90}Sr 测量结果活度浓度范围 1.26~8.88mBq/L，最低点出现在 2011 年 3 月华南河，最高点出现在 2011 年 3 月官厅水库，两年均值为 4.30±2.08mBq/L；总 α 测量结果活度浓度范围 L_D~0.60Bq/L，总 β 测量结果活度浓度范围 0.030~1.33Bq/L。

两年本底调查地表水的测量结果与一年本底初步调查结果的比较情况见表 3.1- 35。其中 ^{40}K 和总 β 高于一年初步调查的结果，而总 α、^{3}H 和 ^{90}Sr 略低于一年本底初步调查的测量结果。另外，一年本底初步调查的调查中华南河水的总β 放射性和 ^{40}K 放射性活度浓度偏高在本次调查中依然得到了体现。

11) 地下水的放射性水平

地下水的点位布置图详见图 3.1- 6，地下水测量结果具体见表 3.1- 36，均值情况见表 3.1- 37。

γ 谱测量结果中：

- ^{40}K 全部给出了测量结果，活度浓度范围 92.1~399mBq/L，两年均值为 267±110mBq/L；
- 人工核素（包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均低于探测限。

^{3}H测量结果活度浓度范围0.27~1.02Bq/L，两年均值为0.52±0.21Bq/L。^{90}Sr测量结果活度浓度范围1.61~9.59mBq/L，两年均值为5.15±2.16mBq/L。总α 测量结果活度浓度范围 L_D~0.16Bq/L，总β 测量结果活度浓度范围0.086~0.42Bq/L。

两年本底调查地下水的测量结果与一年本底初步调查比较情况见表 3.1- 38。调查结果表明，^{3}H 及 ^{90}Sr，总 α、总 β 及 ^{40}K 等核素的测量结果与一年本底初步调查相比，有一定差异，可能原因为两次调查时间间隔较大，且地下水中放射性核素水平较低，两年本底调

查的结果可认为仍在在本底水平范围之内。

12) 饮用水的放射性水平

饮用水的点位布置图详见图 3.1- 6，饮用水测量结果具体见表 3.1- 39 和表 3.1- 40。

γ 谱测量结果中：

- ^{40}K 全部给出了测量结果，范围 76.7~320mBq/L，最低点出现在 2010 年 7 月福清市，最高点出现在 2011 年 6 月前薛村，两年均值为 188±77mBq/L；
- 人工核素（包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均低于探测限。

放化分析^{3}H测量结果活度浓度范围0.32~0.96Bq/L，两年均值为0.53±0.16Bq/L。^{90}Sr测量结果活度浓度范围1.37~21.8mBq/L，两年均值为5.17±4.32mBq/L。总α 测量结果活度浓度范围L_D~0.26mBq/L，总β 测量结果活度浓度范围0.075~0.43mBq/L。

两年本底调查的测量结果与一年本底初步调查的测量结果比较情况见表 3.1- 41，总 β 和 ^{40}K 略高于一年本底初步调查的测量结果，但仍在环境本底水平范围内，其余核素测量结果相近。

降水、地下水、地表水和饮用水中放射性核素含量比较见表 3.1- 42。从测量结果可知，饮用水和地下水测量结果相近，原因可能是因为大部分的饮用水来自地下水，^{3}H 测量结果最高为饮用水、^{90}Sr 测量结果最高为降水。^{40}K 和总β 地表水较高，原因是华南河水的测量结果较高，从而导致地表水平均值较高。

13) 陆地生物放射性水平

陆地生物样品共17种，包含了粮食类、蔬菜类、肉类、牛奶、鱼类、树叶、水果等，陆生生物采样点位布置图详见图3.1- 7，具体测量结果见表3.1- 43，均值情况见表3.1- 44。所有生物样品都给出了^{40}K和^{90}Sr（除牛奶外）的测量结果，部分样品中^{232}Th、^{226}Ra、^{137}Cs含量低于探测限，其它核素（包括^{238}U、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I）测量结果均低于探测限。

- ^{40}K：猪肉中最高，均值为 95.9±10.1 Bq/kg（鲜重），大米中最低，均值为 33.6±7.4 Bq/kg（鲜重）；
- ^{90}Sr：豆角中最高，均值为 0.33±0.37 Bq/kg（鲜重）；
- ^{232}Th：罗非鱼中最高，均值为 0.23±0.02Bq/kg（鲜）；
- ^{226}Ra：空心菜中最高，均值为 0.10±0.01Bq/kg（鲜）；
- ^{137}Cs：猪肉中最高 0.055±0.006Bq/kg（鲜）。

各样品的测量范围及灰鲜比情况详见表3.1- 45。两年本底调查的测量结果与一年本底

初步调查的对比情况详见表3.1- 46。从对比结果可知：

- 同种样品中 ^{40}K 活度浓度相近；
- 花生中 ^{90}Sr 本次调查结果明显高于本底初步调查结果，罗非鱼中 ^{90}Sr 初步调查结果明显高于本次调查结果，其余 3 种样品中相差不大；
- 花生中 ^{137}Cs 在本次调查中的结果高于初步调查结果，鲢鱼中 ^{137}Cs 初步调查结果高于本次调查结果，其余 3 种样品中相差不大；
- 花生中 ^{226}Ra 在本次调查中的结果高于初步调查结果，红薯中 ^{226}Ra 初步调查结果高于本次调查结果，其余 3 种样品中相差不大；
- 罗非鱼和花生中 ^{232}Th 在本次调查中的结果高于初步调查结果，其余 3 种样品中相差不大。

两次调查结果相比，因生物样品中放射性核素活度浓度较低，且两次调查时间间隔较长，因此虽然两次调查结果存在一定差异，但基本在同一量级，可以认为两次调查结果基本一致，所存在的差异属于正常的本底涨落。

14) 海水的放射性水平

海水通过租用当地渔民的渔船采集，用水桶采集表层海水。海水采样点位布置图详见图 3.1- 8，海水中放射性核素浓度的测量结果见表 3.1- 47~表 3.1- 48。

γ 谱分析结果中：

- ^{226}Ra 活度浓度范围<LD~8.42mBq/L，均值为 5.59±1.90mBq/L；
- ^{137}Cs 活度浓度范围 1.25~2.83mBq/L，均值为 1.99±0.42mBq/L；
- ^{40}K 活度浓度范围 7.51~13.1Bq/L，均值为 10.1±1.1Bq/L；
- 其它核素（包括 ^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I、^{106}Rh、^{110m}Ag、^{65}Zn）测量结果均低于探测限。

放化分析的所有项目均给出了测量结果，其中：

- ^{3}H 活度浓度范围 0.20~1.02Bq/L，两年均值为 0.49±0.20Bq/L；
- ^{90}Sr 活度浓度范围 0.47~5.34mBq/L，两年均值为 1.98±1.30mBq/L；
- 总 U 活度浓度范围 2.52~3.13μg/L，两年均值为 2.93±0.13μg/L；
- 总β 活度浓度范围 7.29~13.6Bq/L，两年均值为 10.3±1.5Bq/L。

由结果可知各个点位中 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的活度浓度比较接近，^{40}K 和总β 的结果也相差较小，^{3}H 和总 U 活度浓度各点相差不大。四次采集的海水除 ^{226}Ra 在 2011 年春季较高外，其余核素未呈现明显差别。

两年本底调查、一年本底初步调查、海洋放射性本底调查的测量结果比较情况见表

3.1- 49。调查结果表明，两年本底调查第一年度的测量结果与一年本底初步调查及海洋放射性调查的结果相近，均在环境本底水平范围内。

15) 海洋沉积物的放射性水平

海洋沉积物通过租用当地渔民的渔船采集，用船锚勾取。海洋沉积物采样点布点图详见图 3.1- 8，海洋沉积物的放射性核素活度浓度测量结果见表 3.1- 50 和表 3.1- 51。

γ 谱分析结果中：

- ^{238}U 活度浓度范围 18.0~79.7Bq/kg，两年均值为 38.7±11.0Bq/kg；
- ^{232}Th 活度浓度范围 27.8~156Bq/kg，两年均值为 51.0±21.4Bq/kg；
- ^{226}Ra 活度浓度范围 14.4~60.7Bq/kg，两年均值为 27.7±7.4Bq/kg；
- ^{40}K 活度浓度范围 579~1210Bq/L，两年均值为 789±108Bq/L；
- ^{137}Cs 活度浓度范围<LLD~2.69Bq/kg，两年均值为 1.24±0.53Bq/kg；
- 其它核素（包括 ^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{110m}Ag、^{131}I）测量结果均低于探测限。

放化分析的所有项目均给出了测量结果，^{90}Sr 活度浓度范围 0.23~5.09Bq/kg，两年均值为 1.85±1.18Bq/kg；总 U 活度浓度范围 1.29~4.59μg/g，两年均值为 2.64±0.68μg/g；总β 活度浓度范围 685~1636Bq/kg，两年均值为 995±173Bq/kg。

两年本底调查第一年度、一年本底初步调查、海洋放射性本底调查测量结果对比情况详见表 3.1- 52。对比结果表明，三次调查的海洋沉积物中的放射性核素活度浓度的结果相近。

16) 海洋生物样品的放射性水平

海洋生物样品主要来自调查范围内的海水养殖场和附近海域，样品的采集委托当地的渔民购买。海洋生物样品共采集了 12 种，包含了藻类、贝类、甲壳类、鱼类和软体类等。海洋生物物的放射性核素活度浓度测量结果见表 3.1- 53 和表 3.1- 54。

所有生物样品都给出了 ^{40}K、^{90}Sr、总 U 和总β 的测量结果，部分样品中 ^{232}Th、^{226}Ra、^{137}Cs 含量低于探测限，只有部分样品给出了测量结果，其它核素（包括 ^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{110m}Ag、^{131}I）测量结果均低于探测限。

除海带和紫菜外，同种样品中 ^{90}Sr 的活度浓度普遍高于 ^{137}Cs 的活度浓度，贝类样品中 ^{90}Sr 的活度浓度普遍高于其他样品，鱼类样品中 ^{137}Cs 的活度浓度略高于其它种类的样品；^{40}K 和总β 在同种生物样品中的活度浓度相差不大，甲壳类和鱼类样品略高于贝类，软体类最低。

两年本底调查与一年本底调查的比对情况具体见表 3.1- 55。

- ^{226}Ra：在海带和紫菜中在初步调查的结果要高于本次调查的结果，在牡蛎中初步

调查低于本次调查结果；

- ^{40}K：紫菜和牡蛎中本次调查结果高于初步调查结果，海带中的 ^{40}K 本次调查结果低于初步调查结果；
- ^{137}Cs：海带中本次调查结果低于初步调查的调查结果，牡蛎中高于初步调查结果调查结果。

两次调查结果相比，因生物样品中放射性核素活度浓度较低，且两次调查时间间隔较长，因此虽然两次调查结果存在一定差异，但基本在同一量级，可以认为两次调查结果基本一致，所存在的差异属于正常的本底涨落。

3.1.3 质量保证措施

在申请装料许可证阶段的环境放射性两年本底调查过程中，质量保证主要有：

（1）组织机构和人员控制

（2）文件控制

（3）设计控制

（4）采购控制

（5）物项控制

（6）调查实施过程控制

（7）记录控制

通过以上工作，保证了整个调查过程处于质量控制状态。

1）样品采集、预处理及运输过程的质量控制

两年本底调查中涉及到的样品采集及预处理都有相应的操作规范。在实际工作中严格按照操作规范操作，并做好标识。按照样品的特性进行适当的包装，在运输前填写样品清单，清点样品，并且检查包装是否符合要求，然后用集装箱车公路运输样品到实验室，样品送达实验室后，接样人员和送样人员清点样品，并在样品清单上签字，将样品有条理的放置在样品室的未检区，分析人员按规定领取样品，及时分析测量。

2）仪器设备的控制

i. 测量装置的检定

所有对分析测试结果的准确性和有效性有影响的计量器具或检测设备，均由计量部门或其授权单位进行校准或检定，以保证检测量值具有溯源性。表 3.1- 56 列出了使用的主要仪器和设备的检定情况。

ii. 刻度放射性测量仪器用的标准物质

用于刻度放射性测量仪器的标准源，标准溶液和标准物质，均由 IAEA-AQCS 或中国

计量科学研究院等计量部门提供，为测量的量值可溯源到国家的或国际的基准提供了有力的保证。工作中使用的放射性标准物质见表 3.1- 57。

iii. 放射性测量装置的刻度和性能检验

γ 谱仪采用 Am-241、Ba-133、Cs-137、Na-22 等 9 个点源进行刻度。系统每次开关机后、关机前或仪器连续运行一个月以上时测量γ 谱仪系统的本底、效率和稳定性（峰位），在仪器连续运行一周后测量以上参数并绘制质控图，确保设备工作在正常状态下。

α β 测量仪采用中国计量科学研究院提供的 Am-241 粉末标准物质制成与待测样品相同形式的标准源标定仪器的总α 效率，采用 K-40 标定总β 效率。仪器连续运行一段时间后，测量本底，绘制质控图。

液闪谱仪在仪器运行一段时间后，测量本底和效率，并绘制质控图。

在本底调查过程中γ 谱仪、α β 测量仪、液闪谱仪均在正常稳定工作状态下。

3）调查实施过程控制

i. 调查方法的选定

调查过程中采样及分析测量方法均严格执行我国已颁布的有关标准和法规，指定作业指导书并严格执行

ii. 采样的控制

样品采集和预处理严格按照制定的作业指导书进行。

iii. 野外测量的控制

本项目中使用的 YB-Ⅱ和 YB-Ⅲ环境 γ 辐射监测仪在实施野外监测工作之前，经国防科工委放射性计量一级站进行了刻度，并出具证书。关于环境γ 辐射累积剂量测量，中辐院自 1981 年开始参加国际环境 TLD 测量对比，所采用仪器每年进行计量院检定并获取检定证书。

iv. 实验室分析测量的控制

- 掺标样品盲样

  为确定分析测量的准确度，调查单位质保人员提供掺标样品进行测量分析。所有掺标样品的测量结果与参考值的相对偏差均小于 10%。

- 国际对比样品

  中辐院在 2011 年至 2012 年参加了国际原子能机构组织的国际对比，对比内容包括 3 个水样品及 1 个土壤样品，对比结果相差最大不超过 15%

- 平行样品测量

  在项目实施过程中分别对水、土壤、底泥、陆生生物、海水、海洋沉积物和海

洋生物等种类的样品采集了平行样。平行样从样品的采集、预处理到分析测量与其余样品完全相同。平行样的个数占总样品数的 10%左右。

3.2 非放环境质量现状

在本节中给出福清核电基地厂址区域目前的非放射性环境质量现状，包括电磁辐射、噪声以及海水水质调查等内容。

3.2.1 非放环境质量调查

本节中所给出的福清核电厂厂址周围环境空气质量现状情况主要是核电厂建设前的背景值，由于早期未开展环境空气现状的调查，在 2013 年春节进行了相关监测。关于核电厂施工建设过程中厂址周围环境空气质量况见第五章相关内容。

3.2.1.1 海水水质现状调查

根据国家海洋局第三海洋研究所于 2013 年完成的《福建福清核电厂 1、2 号机组厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查报告》，福建福清核电厂厂址附近海域海洋生物及其生态环境调查范围自核电工程向南延伸 15km，向兴化湾底延伸 10km，向兴化湾口延伸 15km，总面积约 370km^2。在该海域垂直岸线布设 6 条断面共计 20 个大面观测站进行环境化学和海洋生物要素观测；另在取排水口附近设 2 个定点连续站。测站位置见图 3.2- 、图 3.2-2 和表 3.2-1。

油类和重金属采集表层水样；其余监测要素采样要求为：＜5m，采集表层；≥5m，＜10m，采集表底层；≥10m，采集表中底层。

1) 观测频率

调查期限为 1 年，从 2012 年 5 月开始。大面监测分别在春、夏、秋、冬季四个季节大潮期各进行 1 个航次的监测，并在春季增加一个小潮航次，共计 5 个航次。在取水口和排水口附近分别布设一个连续观测点，监测航次与大面监测相同，共 5 个航次。

2) 监测项目

大面站：物理特性观测要素：水温、深度、盐度、电导率、水色、透明度、浊度；化学观测要素：pH、总氮、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、总磷、活性磷酸盐、溶解氧、化学耗氧量、总碱度、生化需氧量、活性硅酸盐、悬浮物、总可溶性物质、总有机碳、余氯、硼、阴离子表面活性剂、硫化物、氰化物、氯化物、氟化物、硫酸根、油类和重金属（汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷）等。

连续站：海流、水温、深度、盐度、水位、浊度、pH、总氮、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、总磷、活性磷酸盐、溶解氧、化学耗氧量、活性硅酸盐、悬浮物。

3) 实验和分析方法

样品采集、保存和分析方法分别按 GB/T 12763-2007《海洋调查规范》、GB17378.4-2007《海洋监测规范》海水分析分册中规定的有关方法进行。

3.2.1.2 环境空气质量现状调查

福清核电厂 1、2 号机组是我国较早开始建造的核电厂，由于当时相关法规标准没有明确要求开展核电厂环境空气质量本底调查的工作，因此在厂址审批阶段未开展该项工作。福清核电厂 1-6 号机组连续建设，现今福清核电厂 1、2 号机组工程施工已近尾声，3、4 号机组正在进行土建施工，5、6 号机组还未开展大规模施工，目前很难找到一个能反映福清核电厂环境空气本底情况的一个监测时机，为了选择合适的时机开展厂址周围环境空气质量现状调查，此次监测选取了 2 个时间段进行监测，第一次监测时间从 2013 年 2 月 10 日到 2013 年 2 月 16 日（春节期间），为期 7 天，主要对厂址区域内的环境空气质量现状进行监测，获取核电厂停工状态下厂区内的环境空气质量现状数据；第二次监测时间从 2013 年 3 月 22 日到 2013 年 3 月 28 日，为期 7 天，主要对厂址附近居民点的环境空气质量现状进行监测，获得避开春节期间燃放烟花爆竹影响的居民点监测数据。

本节有关资料和数据取自 2013 年 4 月完成的《福建福清核电厂 5、6 号机组周围环境空气现状调查及评价报告》。

（1）厂址半径 5km 范围内的大气污染源

厂区外居民生活所用燃料主要是烧柴，冬季无采暖。在厂址 ENE 方向约 3.11 km 处为中海搅拌站，厂址 NNE 方向 4.20 km 为薛天杰采石场和三山镇泽岐村贤岐石料加工厂，见表 3.2-2。监测期间上述企业均处于放假停工状态。

（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 及修改单）；

《环境空气质量标准》GB 3095-1996 及修改单中 SO_2、NO_2、CO、TSP、PM_{10} 的日平均、一小时平均各级标准见表 3.2-3。

（3）环境空气质量监测数据的处理

环境空气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。

厂址周围环境空气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）环境空气质量监测的技术条件

——根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的规定，TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO 日均值每天采样 1 次，每次连续采样 20 h；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 1 h。

——监测项目的监测及分析方法按《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》（GB/T15432-1995）、《环境空气 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的测定 重量法》（HJ618-2011）、《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》（HJ482-2009）、）《环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》（HJ479-2009）、《环境空气 一氧化碳的测定 非分散红外法》（GB9801-88），见表 3.2-4。

（5）环境空气质量监测点的布设和监测结果

此次监测共设置 5 个监测点，其中厂址位置处设置监测点 2 个，厂址附近的居民点设置监测点 3 个，见表 3.2- 5 和图 3.2-3。第一次监测对厂址内的 2 个监测点及 4#点东林村进行环境空气监测，第二次监测对厂区外的 3 个居民点进行环境空气监测。

表 3.2- 6 列出了五个监测点 SO_2、NO_2、CO、TSP、PM_{10} 的监测数据。

3.2.2 非放环境质量现状

3.2.2.1 海水质量现状

1) 评价标准

根据《福建省人民政府关于印发福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》（闽政[2011]45 号），福清核电厂附近海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的三类标准。

2) 监测结果

厂址附近海域大面和连续站位监测结果见表 3.2-7~表 3.2-26。

3) 海水水质质量现状评价

本调查海区海水环境质量基本良好，部分调查指标有超标现象。

（1）大面站海水水质调查

所有季节所有调查站位的 pH 值均达到一类、二类海水水质标准。

所有调查站位的化学需氧量（COD）含量均达到一类海水水质标准（≤2.0 mg/L）。

所有调查站位的溶解氧含量均达到一类海水水质标准（≥6.0 mg/L）。

个别站位的生化需氧量（BOD_5）超一类海水水质标准，达到二类海水水质标准，其他站位生化需氧量（BOD_5）值均达到一类海水水质标准。

所有站位的硫化物含量全部符合海水水质一类标准（≤20 μg/L）。

全部站位的阴离子表面活性剂含量全部符合海水水质一类标准（<0.03 mg/L）。

所有站位的硫化物含量全部符合海水水质一类标准（≤20 μg/L）。

全部站位的水样氰化物含量均达到一二类海水水质标准（≤0.005 mg/L）。

调查站位的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类的含量均达到一类海水水质标准。

超标指标主要集中于营养盐指标，如下：

1）春季大潮期表层无机氮含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）的站位数占总站位数的 50%，符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 45%，超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 5%；中层符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）的站位数占总站位数的 75%，符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 25%；底层无机氮含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）的站位数占总站位数的 66.67%，符合二类海水水质标准(≤0.3 mg/L)的站位数占总站位数的 26.67%，符合三类海水水质标准（≤0.4 mg/L）的站位数占总站位数的 6.66%。

春季小潮期表层无机氮含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）的站位数占总站位数的 50%，符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 40%，超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 10%；中层无机氮含量全部符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）；底层无机氮含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）的站位数占总站位数的 71.43%，符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 14.29%；符合三类海水水质标准（≤0.4 mg/L）的站位数占总站位数的 14.29%。

夏季大潮期所有站位无机氮含量全部符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）。

秋季大潮期表层无机氮含量符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 90%，符合三类海水水质标准（≤0.4 mg/L）的站位数占总站位数的 10%；中层无机氮含量全部符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）；底层无机氮含量符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）的站位数占总站位数的 87.5%，符合三类海水水质标准（≤0.4 mg/L）的站

位数占总站位数的 12.5%。

冬季大潮期表层无机氮含量符合四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 45%，超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 55%；中层无机氮含量符合四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 42.9%，超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 57.1%；底层无机氮含量符合四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 25%，超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）的站位数占总站位数的 75%。

2）春季大潮期表层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 25%，符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 60%，符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 10%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 5%；中层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 75%，符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 25%；底层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 33.33%，符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 60%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 6.67%。

春季小潮期表层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 65%，符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 25%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 10%；中层活性磷酸盐含量全部符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）；底层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 85.71%，符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 14.29%。

夏季大潮期表层活性磷酸盐含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）的站位数占总站位数的 80%，符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 20%；中层和底层活性磷酸盐含量全部符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）。

秋季大潮期表层活性磷酸盐含量符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 55%，符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 45%；中层活性磷酸盐含量符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 70%，符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 30%；底层活性磷酸盐含量符合二三类海水水质标准（≤0.030 mg/L）的站位数占总站位数的 62.4%，符合四类

海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 31.3%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 6.3%。

冬季大潮期表层活性磷酸盐含量符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 80%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 20%；中层活性磷酸盐含量符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 64.3%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 35.7%；底层活性磷酸盐含量符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 75%，超过四类海水水质标准（≤0.045 mg/L）的站位数占总站位数的 25%。

（2）连续点水质调查

所有季节所有调查站位的 pH 值均达到一类、二类海水水质标准。

所有调查站位的化学需氧量（COD）含量均达到一类海水水质标准（≤2.0 mg/L）。

所有调查站位的溶解氧含量均达到一类海水水质标准（≥6.0 mg/L）。

调查站位的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类的含量均达到一类海水水质标准。

超标指标主要是营养盐，如下：

1）春季大潮期连续点 A 全部时刻无机氮含量符合二类海水水质标准（<0.2，≤0.3 mg/L）。连续点 B 有 2 个时刻的表层含量达到三类海水水质标准（<0.3，≤0.4 mg/L），其他时刻符合符合二类海水水质标准（<0.2，≤0.3 mg/L）。

春季小潮期连续点 A 有 8 个水样的无机氮含量达到二类海水水质标准（<0.2，≤0.3 mg/L），其他样品含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）。连续点 B 有 4 个样品的无机氮含量达到二类海水水质标准（<0.2，≤0.3 mg/L），2 个水样的无机氮含量达到三类海水水质标准（<0.2，≤0.3 mg/L），其他样品含量符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）。

夏季大潮期连续点无机氮含量全部符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L）。

秋季大潮期连续点 A 全部时刻无机氮含量符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）。连续点 B 有 1 个时刻的表层含量达到三类海水水质标准（≤0.4 mg/L），其他时刻符合符合二类海水水质标准（≤0.3 mg/L）。

冬季大潮期连续点 A 有 3 个时刻的表层无机氮含量超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L），其他符合四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）。连续点 B 有 4 个时刻的表层含量超过四类海水水质标准（≤0.5 mg/L），其他时刻符合符合四类海水水质标准（≤0.5 mg/L）。

2）春季大潮期连续点 A 和 B 全部时刻活性磷酸盐含量符合二三类海水水质标准

（>0.015，≤0.030 mg/L）。

春季小潮期连续点 A 有 1 个水样的活性磷酸盐含量达到二三类海水水质标准（>0.015，≤0.030 mg/L），其他样品含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）。连续点 B 点有 1 个样品的活性磷酸盐含量达到二三类海水水质标准（>0.015，≤0.030 mg/L），1 个水样的活性磷酸盐含量超过四类海水水质标准（>0.045 mg/L），其他样品含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）。

夏季大潮期连续点 A 有 4 个水样的活性磷酸盐含量达到二三类海水水质标准（>0.015，≤0.030 mg/L），其他样品含量符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）。连续点 B 全部水样均符合一类海水水质标准（≤0.015 mg/L）。

秋季大潮期连续点 A 有 6 个水样和连续点 B 有 8 个水样的活性磷酸盐含量符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L），其他符合二三类海水水质标准（>0.015，≤0.030 mg/L）。

冬季大潮期连续点 A 和 B 所有水样的活性磷酸盐含量符合四类海水水质标准（>0.030，≤0.045 mg/L）。

综上所述，福建福清核电厂 1、2 号机组厂址邻近海域，海洋环境质量整体良好，未受显著污染。

3.2.2.2 环境空气质量

根据《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）及其修改单中规定的二级标准和污染物监测数据的统计结果（见表 3.2-27），对厂址评价区域环境空气质量现状分析和评价如下：

SO_2 各监测点的小时浓度范围在 0.0035~0.014 mg/m^3 之间，最大小时浓度值出现在 2#点大件仓库；日均浓度范围在 0.007~0.012 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 2#点大件仓库。

NO_2 各监测点的小时浓度范围在 0.0075~0.036 mg/m^3 之间，最大小时浓度值出现在 2#大件仓库；日均浓度范围在 0.017~0.032 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 2#大件仓库。

CO 各监测点的小时浓度范围在 0.3~1.0 mg/m^3 之间，最大小时浓度出现在 4#点东林村（2 月）；日均浓度范围在 0.4~1.0 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 2#点大件仓库。

PM_{10} 各监测点的日均浓度值在 0.023~0.068 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 1#点综合办公楼。

TSP 各测点的日均浓度值在 0.044~0.167 mg/m^3 之间，最大日均浓度值出现在 1#点综合办公楼。

综上所述，厂址评价区域内 5 个监测点的监测结果表明，环境空气质量现状良好，SO_2、NO_2、CO、TSP、PM_{10} 的浓度均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）及修改单中

二级标准的要求。

表 3.1- 1　福建福清核电厂环境放射性两年本底调查方案

序号	调查对象			监测项目	监测频度	调查范围	采样点数
1	陆地环境γ辐射		剂量率	空气吸收剂量率	1 次/月	50km	61 个
			累积剂量	γ 辐射累积剂量	1 次/季	50km	50 个
2	陆地介质	空气	气溶胶	总 α、总 β	1 次/月	20km	5 个
				^{90}Sr、^{137}Cs 及 γ 谱分析	1 次/季	20km	5 个
			沉降物	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/季	20km	5 个
				总 β	1 次/月	20km	5 个
			^{3}H 和 ^{14}C	^{14}C、HTO	1 次/季	20km	4 个
		水	降水	总 α、总 β、^{3}H、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/季	20km	4 个
			饮用水		1 次/季	20km	3 个
			地下水		1 次/半年	20km	4 个
			地表水		1 次/半年	20km	3 个
		土壤		^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{137}Cs、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	20km	12 个
		底泥			1 次/半年	20km	6 个
		陆生生物	粮食类（大米 2 季、红薯、花生）	^{90}Sr 及 γ 谱分析	收获期	20km	3 个
			蔬菜（豆角、空心菜、芹菜）	^{90}Sr 及 γ 谱分析	收获期	20km	2 个
			肉类(猪肉、鸡肉)	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	20km	2 个
			牛（羊）奶	^{131}I 及 γ 谱分析	1 次/半年	20km*	2 个
			淡水鱼（罗非鱼、鲢鱼、草鱼）	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	20km	2 个
			茶叶	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	20km	2 个
			松针	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	20km	1 个
			水果（两种）	^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	20km	2 个
3	海洋介质	海水*		总铀、总 β、^{90}Sr、^{3}H、γ 谱分析	1 次/半年	20km	8 个
		沉积物	潮间、潮下带	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	10km	8 个
		生物样品	藻类(紫菜、海带)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	10km	3 个
			贝类(蚬子、牡蛎、贻贝)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	10km	3 个
			甲壳类（中国对虾、日本对虾、青	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	10km	3 个

序号	调查对象			监测项目	监测频度	调查范围	采样点数
			蟹）				
			鱼类（乌母鱼、鲈鱼、魟鱼）	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/半年	10km	3 个

注：γ 谱主要包括 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn、^{131}I、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{110m}Ag 等

表 3.1- 2　环境辐射本底调查主要的仪器设备及测量方法依据

序号	监测项目	仪器设备	测量方法依据
1	环境原野贯穿辐射剂量率	YB-IV 型环境辐射剂量率仪（高压电离室）	GB/T 14583-1993《环境地表原野贯穿辐射剂量率测定规范》 GB12379-1990《环境核辐射监测规定》 EJ/T379-1989《环境贯穿辐射监测一般规定》
2	累积剂量	RGD-3 型热释光剂量仪	GB8998-1988，环境热释光剂量计及其使用方法 GB10246-1988，个人和环境监测用热释光剂量测量系统
3	总α	LB770 低本底 α/β 测量仪	HJ/T61-2001《辐射环境监测技术规范》 EJ/T1075-1998《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》
4	总β	LB770 低本底 α/β 测量仪	HJ/T61-2001《辐射环境监测技术规范》 EJ/T 900-1994《水中总β放射性测定 蒸发法》
5	^{3}H	Tri-carb3170TR/SL 低水平液闪	GB 12375-1990《水中氚的分析方法》
6	生物灰 ^{90}Sr	BH1217B 双路弱 α/β 测量仪	GB 11222.1-1989《生物样品灰中锶-90 放射化学分析方法 二—（2-乙基已基）磷酸萃取色层法》
7	水中 ^{90}Sr	BH1217B 双路弱 α/β 测量仪	GB 6766-1986《水中锶-90 放射化学分析方法 二—（2-乙基已基）磷酸萃取色层法》
8	土壤、沉积物 ^{90}Sr	BH1217B 双路弱 α/β 测量仪	EJ/T 1035-1996《土壤中锶-90 的分析方法》
9	水中 γ 核素	GC3519HPGeγ 谱仪 GR3019HPGeγ 谱仪 GMX-50S 反康 γ 谱仪	GB/T 16140-1995《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB 11713-1989《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
10	土壤、沉积物、气溶胶、沉降灰 γ 核素	GC3519HPGeγ 谱仪 GR3019HPGeγ 谱仪 GMX-50S 反康 γ 谱仪	GB 11743-1989《土壤中放射性核素 γ 能谱测定》 GB/T 16145-1995《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
11	生物灰 γ 核素	GC3519HPGeγ 谱仪 GR3019HPGeγ 谱仪 GMX-50S 反康 γ 谱仪	GB/T 16145-1995《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB 11713-1989《用半导体 γ 谱仪分析低比活度放射性样品的标准方法》
12	空气中 ^{14}C	Tri-carb3170TR/SL 低水平液闪	EJ/T1008-1996《空气中 14C 的取样与测定方法》
13	水及空气中 ^{3}H	Tri-carb3170TR/SL、低水平液闪	GB/T12375-1990《水中氚的分析方法》
14	总 U	激光铀分析仪	EJ/T550-2000《土壤、岩石等样品中铀的测定激光荧光法》 GB12377-1990《空气中微量铀的分析方法激光荧光法》

表 3.1- 3　环境辐射本底调查测量方法探测限

序号	调查对象	样品用量	分析核素	测量时间	探测限
1	气溶胶	1000m^3	总 α	100min	8.0×10^{-5}Bq/m^3
		1000m^3	总 β	100min	6.0×10^{-5}Bq/m^3
		10000m^3	^{90}Sr	500min	4.0×10^{-6}Bq/m^3
		10000 m^3	^{137}Cs	300min	6.0×10^{-6}Bq/m^3
		10000 m^3	γ 谱分析	1000min	^{40}K：1.5×10^{-4}Bq/m^3
2	沉降物	2g	总 α	100min	0.10Bq/m^2·月
		2g	总 β	100min	0.15Bq/m^2·月
		5g	^{90}Sr	500min	3.0×10^{-2}Bq/m^2·月
		0.25m^2 灰×3 个月	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：6.0×10^{-2}Bq/m^2·月 ^{232}Th：0.40Bq/m^2·月 ^{226}Ra：0.30Bq/m^2·月 ^{40}K：2.0Bq/m^2·月
3	空气	10m^3	HTO	1000min	8.0×10^{-3}Bq/m^3
		3 m^3	^{14}C	1000min	0.1Bq/g 碳
4	土壤、底泥、海洋沉积物	50g	^{90}Sr	900min	0.3 Bq/kg
		250g	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：0.40Bq/kg ^{58}Co：0.35Bq/kg ^{60}Co：0.40Bq/kg ^{110m}Ag：0.40Bq/kg ^{54}Mn：0.40Bq/kg ^{238}U：1.9Bq/kg ^{232}Th：2.0Bq/kg ^{226}Ra：1.5Bq/kg ^{40}K：6.5Bq/kg
5	地表水、海水、地下水、饮用水、降水	3L	总 α	60min	5.0×10^{-3}Bq/L
		3L	总 β	60min	8.0×10^{-3}Bq/L
		250mL	^{3}H	1000min	0.35Bq/L
		50L	^{90}Sr	500min	1.5×10^{-4}Bq/L
		50L	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：3.5×10^{-3}Bq/L ^{40}K：6.5×10^{-2}Bq/L
6	生物灰	10g	^{90}Sr	500min	2.0×10^{-3}Bq/g 灰
		50g	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：2.0×10^{-3}Bq/g 灰 ^{58}Co：2.0×10^{-3}Bq/g 灰 ^{60}Co：3.0×10^{-3}Bq/g 灰 ^{110m}Ag：2.2×10^{-3}Bq/g 灰 ^{54}Mn：2.3×10^{-3}Bq/g 灰 ^{40}K：0.20Bq/g 灰
7	牛奶	20L	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：2.0×10^{-3}Bq/g 灰 ^{131}I：0.01Bq/kg 鲜

表 3.1- 4　各类环境样品中 Cs-134 的探测下限

样品种类	测量时间	样品量	Cs-134 探测下限
气溶胶	80000s	10389m^3	5.8μ Bq/m^3
沉降灰	74000s	0.796m^2·月	0.074Bq/m^2·月
土壤、底泥、沉积物	80000s	0.3kg	0.24Bq/kg
生物样品	80000s	61.3g 灰	1.1Bq/kg 灰
水样品	80000s	50L	1.4Bq/kg 灰

表 3.1- 5　各类环境样品中 I-131 的探测下限

样品种类	测量时间	样品量	I-131 探测下限
气溶胶	80000s	10389m^3	5.8μ Bq/m^3
沉降灰	74000s	0.5 m^2·月	0.5Bq/m^2·月
淡水	80000s	50L	1.0E-3Bq/L
海水	80000s	50L	1.0E-3Bq/L
海洋沉积物	80000s	0.3kg	0.8Bq/kg
土壤	80000s	0.3kg	1Bq/kg
海洋生物	80000s	60g	1Bq/kg 灰
生物样品（牛奶）	80000s	15L	1.3E-2Bq/L

表 3.1- 6　各类环境样品中 Cs-137 放化分析的探测下限

样品种类	测量时间	样品量	I-131 探测下限
气溶胶	1000min	10000m^3	1.45μ Bq/m^3
沉降灰	1000min	0.75 m^2·月	0.019Bq/m^2·月
淡水	1000min	50L	2.9E-4Bq/L
海水	1000min	50L	1.0E-3Bq/L
海洋生物	1000min	30g 灰	0.02Bq/kg 鲜

表 3.1- 7　γ 贯穿辐射剂量率各点 24 个月平均值*（nGy/h）

点位名称	平均值	范围	点位名称	平均值	范围
气象站	69.5±3.4	63.2~77.8	西平村	98.5±3.9	91.5~106
东林村	51.4±2.7	45.1~55.7	北园村	64.8±2.3	60.4~69.4
前薛东南	64.7±3.0	55.4~70.2	积库村	109±5	98.9~120
前薛西南	52.2±3.2	45.7~59.4	树下村	91.5±3.9	83.9~99.1
韩瑶村	55.3±3.3	49.0~63.7	双屿村	83.7±6.8	70.3~93.1
泽歧村	54.5±3.0	46.6~58.9	西安村	72.6±2.8	66.9~80.5
虎邱村	43.5±4.9	27.1~49.6	东昆村	43.2±4.9	30.7~50.7
前庄村	56.7±3.2	50.3~64.1	南日镇	52.4±2.5	48.5~60.1
杭下村	75.4±4.6	64.1~82.7	晨光村	71.4±3.2	66.8~80.5
洋边村	76.7±3.9	63.8~83.3	树林村	81.9±3.5	74.0~87.5
北岭村	32.7±3.6	27.1~42.6	建新村	73.9±3.2	67.7~83.4
埕店村	56.7±4.0	47.0~62.6	深固村	87.2±3.5	77.9~93.4
南门村	57.2±5.3	51.1~74.0	三江口镇	84.3±3.2	75.7~88.7
牛峰村	76.4±4.1	68.8~82.7	北高镇	75.1±5.0	65.3~85.4
文场村	34.4±2.4	28.8~38.0	埭头镇	69.3±2.8	60.7~74.7
龙洋村	30.2±3.0	20.8~34.0	城头镇	83.1±3.5	75.1~90.4
官厅村	44.0±3.0	38.7~49.3	平海镇	44.1±3.1	37.3~48.9
岸兜村	70.2±7.2	51.4~80.6	芦南村	32.5±3.7	20.3~41.4
下楼村	28.2±2.2	23.9~34.2	福清市	90.7±5.4	79.5~100
赤厝村	56.9±3.4	47.2~63.4	苏澳镇	59.5±3.5	51.6~71.0
锦城村	71.2±3.8	62.8~76.8	松下镇	63.2±3.3	56.8~70.7
三山镇	78.0±2.6	72.9~82.0	江田镇	56.8±2.2	51.7~61.2
港头镇	67.0±3.1	61.7~72.6	白沙镇	93.5±3.8	81.4~101
江阴镇	94.5±5.1	76.8~102	红星村	81.5±2.3	76.9~86.7
江镜镇	99.2±3.6	91.4~107	玉田镇	105.8±3.7	99.6~114
小麦屿	81.9±2.9	76.5~87.9	大洋乡	130.9±4.2	121~139
高山镇	37.5±3.7	30.6~47.6	山牌村	80.9±3.0	74.4~86.7
龙田镇	73.3±2.6	67.9~78.3	灵川镇	86.4±4.0	78.4~93.1
东翰镇	55.8±4.1	49.8~66.9	东埔镇	77.5±5.7	67.5~93.0
北垞村	65.9±3.8	58.9~73.5	福州市	95.7±3.9	86.9~104
梨港村	71.7±5.5	64.7~88.8	东张水库宇宙射线	36.6±1.0	35.9~37.3

*注：表中数据已扣除宇宙射线影响。

表 3.1- 8　γ 贯穿辐射剂量率每个月均值*（nGy/h）

月份	平均值	月份	平均值	月份	平均值
2010 年 7 月	72.8±21.9	2011 年 3 月	69.0±21.9	2011 年 11 月	69.8±21.4
2010 年 8 月	72.8±22.1	2011 年 4 月	71.5±22.3	2011 年 12 月	71.0±20.9
2010 年 9 月	66.3±21.0	2011 年 5 月	67.8±21.7	2012 年 1 月	69.5±21.5
2010 年 10 月	67.6±21.9	2011 年 6 月	69.7±21.6	2012 年 2 月	69.9±21.3
2010 年 11 月	68.4±20.7	2011 年 7 月	69.5±20.6	2012 年 3 月	70.1±21.7
2010 年 12 月	69.9±21.1	2011 年 8 月	68.3±19.9	2012 年 4 月	68.1±22.2
2011 年 1 月	68.7±21.2	2011 年 9 月	68.0±20.6	2012 年 5 月	68.0±21.0
2011 年 2 月	70.0±21.6	2011 年 10 月	71.0±20.6	2012 年 6 月	64.1±22.0

*注：表中数据已扣除宇宙射线影响。

表 3.1- 9　日本核事故后增加的剂量率测量结果*

位置	方位	距离 km	剂量率（nGy/h）
前薛码头	NNE	2.1	112±4
平潭县海事局（检察院、港政）	E	33.1	94.1±1.4
芦洋镇（中国电信）	ENE	35.7	85.3±4.3
平潭海峡大桥西站（东翰公路收费站）	E	18.1	88.2±4.6
东翰镇万安村养殖场	ESE	23.1	101±3
琯下基督教堂对面海边	SE	9.2	73.9±2.3
牛头尾海边	SSE	9.4	78.9±2.8
楼前村委会	N	3.4	82.1±2.3
鳌头村海边	NE	19.7	92.2±2.2
海口→城头公路旁海边	N	28.7	121±3
康江码头海边岔路口	NNE	40.6	104±2
均值			93.0±14.5
范围			73.9~121

*注：表中数据未扣除宇宙射线影响。

表 3.1- 10　2006 年本底调查各测量点 12 个月剂量率月平均值（nGy/h）

点位名称	测　量　结　果												均值及标准差
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
最大落地浓度	85	73	76	71	69	68	79	79	79	84	87	74	77±6
东林村东南	70	45	54	45	45	42	47	57	57	57	59	45	52±8
东林村西南	62	50	59	51	52	50	53	66	68	68	67	60	59±8
虎邱村南	58	48	50	45	42	38	47	46	47	51	54	46	48±5
泽歧村	62	55	57	50	48	48	54	56	53	58	61	50	54±5
韩窑村	76	64	62	56	60	56	59	68	62	70	73	58	64±7
官厅村	50	47	53	47	52	46	56	66	62	61	69	57	56±8
北岭村	32	29	28	37	27	26	31	36	32	34	31	29	31±3
洋边村	69	65	66	66	62	69	67	73	66	73	70	67	68±3
南门村	57	51	43	58	76	51	60	79	57	77	66	60	61±11
岸兜村	72	72	60	58	54	51	61	60	59	57	51	53	59±7
下楼村	44	45	41	49	41	71	44	46	47	47	47	42	47±8
牛峰村	90	80	83	85	90	80	87	84	87	97	101	87	87±6
文场村	49	49	48	43	41	41	50	56	55	56	62	50	50±6
东瀚镇东	68	52	57	45	51	50	57	53	58	61	68	54	56±7
北垞村	73	64	69	73	61	58	72	71	74	71	81	66	69±6
北园村	69	56	58	71	52	53	62	62	61	63	66	55	61±6
积库村	121	112	102	109	109	107	118	123	121	128	124	112	115±8
树下村	70	60	67	68	59	69	65	77	72	76	62	64	67±6
梨港村	84	79	82	75	84	88	86	90	87	93	92	80	85±5
双屿村	82	91	82	77	85	85	82	86	85	84	85	85	84±3
西安村	65	56	56	61	62	53	63	63	60	60	66	55	60±4
东昆村	56	45	47	50	51	49	52	58	61	60	56	50	53±5
芦南村	38	37	34	37	36	32	35	39	39	38	41	40	37±3
树林村	100	95	92	80	94	97	96	99	97	97	94	91	94±5
建新村	92	82	76	69	86	92	87	88	89	91	91	83	85±7
三江口镇	94	100	81	73	70	88	79	74	79	87	92	83	83±9
北高镇	98	90	80	68	67	75	74	77	81	81	90	74	79±9
埭头镇	76	75	68	55	58	74	64	67	69	68	68	61	67±7
大洋乡	83	87	76	89	86	85	72	75	77	87	86	81	82±6
白沙镇	89	84	71	91	71	74	77	78	78	89	87	75	80±7

点位名称	测 量 结 果												均值及标准差
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
东埔镇	72	69	69	54	55	84	64	70	69	65	61	62	66±8
高山镇	76	72	73	63	57	64	76	71	77	83	84	72	72±8
三山镇	52	51	60	51	59	61	62	72	69	66	61	60	60±7
港头镇	66	58	63	58	52	59	65	66	60	61	46	58	59±6
龙田镇	72	61	69	71	62	63	74	75	72	79	63	64	69±6
江阴镇	75	70	72	94	80	87	83	84	84	71	96	73	81±9
均值及标准差	71±18	65±19	64±16	63±17	62±18	64±19	66±17	70±17	69±17	72±18	72±19	64±16	67±17

表 3.1- 11　累积剂量 8 个季度均值与剂量率 24 个月均值比较

点位名称	TLD 均值	剂量率均值	TLD/剂量率
洋边村	95.6±8.1	113±4	0.84
埕店村	75.0±5.8	93.3±4.1	0.80
北岭村	81.5±7.9	69.3±3.7	1.18
文场村	79.2±5.7	71.0±2.6	1.12
龙洋村	81.0±6.9	66.8±3.2	1.21
牛峰村	105±9	113±4	0.93
官厅村	82.1±5	80.6±3.2	1.02
高山镇	77.2±5.6	74.1±3.8	1.04
北垅村	100±8	103±4	0.98
东翰镇	92.2±8.1	92.4±4.2	1.00
西安村	98.8±5.7	109±3	0.90
苏澳村	91.2±10.1	96.1±3.6	0.95
芦南村	75.9±5.2	69.1±3.8	1.10
东昆村	98.0±7.1	79.8±5.0	1.23
三山镇	112±8	115±3	0.98
港头镇	92.0±5.9	104±3	0.89
龙田镇	108±8	110±3	0.99
积库村	134±11	146±5	0.92
西平村	127±20	135±4	0.94
晨光村	95.0±17.8	108±3	0.88
江田镇	91.8±5.5	93.4±2.4	0.98
玉田镇	134±8	142±4	0.94
红星村	105±8	118±3	0.89
树林村	106±7	119±4	0.89
建新村	115±7	111±3	1.04
黎港村	98.4±6.0	108±6	0.91
树下村	134±8	128±4	1.04
岸兜村	108±8	107±7	1.01
南门村	92.7±6.3	93.8±5.4	0.99
杭下村	100±6	112±5	0.89
江阴镇	102±7	131±5	0.78
赤厝村	96.6±5.9	93.5±3.5	1.03
下楼村	69.4±5.0	64.8±2.4	1.07
双屿村	110±7	120±7	0.91
三江口镇	101±7	121±3	0.83
埭头镇	121±7	106±3	1.15
北高镇	105±6	112±5	0.94
深固村	113±9	124±4	0.91

点位名称	TLD 均值	剂量率均值	TLD/剂量率
虎邱村	87.0±8.5	80.1±5.0	1.09
前庄村	98.2±6.7	93.3±3.4	1.05
泽歧村	94.8±7.0	91.1±3.2	1.04
韩瑶村	94.4±6.2	91.9±3.4	1.03
前薛西南	90.4±6.1	88.8±3.4	1.02
前薛东南	101±7	101±3	1.00
东林村	95.0±6.5	88.0±2.9	1.08
气象站	102±8	106±4	0.96
北园村	101±6	101±3	0.99
福清市	112±9	127±5	0.88
大洋镇	145±21	168±4	0.87
白沙镇	122±11	130±4	0.94
均值	101±17	104±22	0.98±0.10

表 3.1- 12　2006 年环境 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果（nGy/h）

点位名称	方位	距离（km）	测　量　结　果				均值及标准差
			1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	
厂址处		0	116	108	112	112	112±3
最大落地浓度处	NE	1.8	87	86	88	88	87±1
东林村	NE	2	80	85	83	84	83±2
虎邱村	NE	5	81	83	80	82	81±1
韩窑村	N	5	80	81	81	81	81±1
牛峰村	SE	10	117	111	114	106	112±5
官厅村	E	10	92	91	91	89	91±1
洋边村	NE	10	92	92	91	92	92±0
南门村	N	10	87	/	86	89	87±1
下楼村	W	10	/	79	76	79	78±1
北园村	NE	20	/	73	75	76	75±2
东瀚镇	E	20	80	80	81	81	81±1
积库村	N	20	137	137	139	138	138±1
梨港村	NW	20	104	101	100	103	102±2
三山镇	NE	15	91	90	91	91	91±1
高山镇	ENE	15	91	90	91	92	91±1
均值及标准差			95±17	92±16	92±17	93±16	93±16

表 3.1- 13　气溶胶样品中放射性核素浓度的测量结果（1）

单位：mBq/m^3

测量日期	时间	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{238}U	^{90}Sr μ Bq/m^3	$^{137}Cs^{1)}$ μ Bq/m3	$^{137}Cs^{2)}$		
气象站	2010 年 7 月至 9 月	0.019±0.003	0.017±0.002	0.22±0.01	<0.060	9.22±0.25	1.03±0.15	<0.006		
	2010 年 10 月至 12 月	0.034±0.004	0.031±0.003	0.21±0.02	<0.063	12.1±0.3	0.60±0.14	<0.005		
	2011 年 1 月至 3 月	0.021±0.003	0.019±0.002	0.23±0.02	<0.060	14.4±0.2	0.86±0.15	<0.005		
	2011 年 4 月至 6 月	0.031±0.004	0.025±0.002	0.23±0.02	<0.055	1.88±0.18	1.78±0.53	<0.005		
	2011 年 7 月至 9 月	0.031±0.004	0.016±0.002	0.32±0.02	<0.067	7.71±0.20	＜0.50	<0.006		
	2011 年 10 月至 12 月	0.021±0.003	0.017±0.001	0.33±0.02	<0.060	8.25±0.85	1.76±0.16	<0.006		
	2012 年 1 月至 3 月	0.015±0.003	0.015±0.001	0.19±0.02	<0.062	12.5±0.2	1.87±0.17	<0.006		
	2012 年 4 月至 6 月	0.033±0.004	0.014±0.001	0.28±0.02	<0.065	7.00±0.19	1.46±0.28	<0.006		
大件码头	2010 年 7 月至 9 月	0.033±0.005	0.029±0.002	0.46±0.02	<0.068	4.63±0.21	1.68±0.14	<0.006		
	2010 年 10 月至 12 月	0.046±0.003	0.036±0.002	0.45±0.02	<0.061	14.0±0.3	0.81±0.13	<0.005		
	2011 年 1 月至 3 月	0.025±0.003	0.028±0.002	0.25±0.02	<0.066	28.5±0.3	1.16±0.15	<0.006		
	2011 年 4 月至 6 月	0.034±0.004	0.016±0.002	0.33±0.02	<0.073	2.04±0.16	0.75±0.30	<0.006		
	2011 年 7 月至 9 月	0.030±0.004	0.026±0.002	0.34±0.02	<0.067	15.4±0.3	＜0.50	<0.007		
	2011 年 10 月至 12 月	0.022±0.004	0.025±0.004	0.40±0.02	<0.062	13.3±1.0	＜0.50	<0.006		
	2012 年 1 月至 3 月	0.019±0.003	0.013±0.002	0.19±0.02	<0.063	9.69±0.21	1.39±0.16	<0.006		
	2012 年 4 月至 6 月	0.018±0.003	0.011±0.001	0.29±0.02	<0.060	3.23±0.18	1.20±0.19	<0.006		
前薛村	2010 年 7 月至 9 月	0.027±0.004	0.025±0.001	0.21±0.01	<0.065	4.62±0.17	0.72±0.13	<0.006		
	2010 年 10 月至 12 月	0.025±0.005	0.022±0.002	0.21±0.01	<0.061	17.7±0.2	0.63±0.15	<0.005		
	2011 年 1 月至 3 月	0.019±0.003	0.022±0.001	0.17±0.01	<0.065	7.84±0.18	4.48±0.16	<0.006		
	2011 年 4 月至 6 月	0.025±0.003	0.021±0.002	0.24±0.02	<0.061	1.41±0.17	0.97±0.25	<0.006		

	2011 年 7 月至 9 月	0.024±0.004	0.028±0.002	0.30±0.02	<0.077	11.0±0.3	0.51±0.28	<0.007		
	2011 年 10 月至 12 月	0.015±0.003	<0.012	0.13±0.01	<0.059	25.7±0.8	＜0.50	<0.006		
	2012 年 1 月至 3 月	0.020±0.004	0.018±0.002	0.18±0.01	<0.061	5.10±0.19	1.81±0.15	<0.006		
	2012 年 4 月至 6 月	0.020±0.003	<0.014	0.22±0.02	<0.064	7.75±0.22	1.67±0.18	<0.006		
三山镇	2010 年 7 月至 9 月	0.032±0.003	0.034±0.002	0.23±0.01	<0.067	6.19±0.21	0.59±0.17	<0.007		
	2010 年 10 月至 12 月	0.016±0.002	0.014±0.001	0.22±0.01	<0.056	8.26±0.22	0.61±0.12	<0.005		
	2011 年 1 月至 3 月	0.025±0.004	0.019±0.002	0.23±0.02	<0.063	12.0±0.2	1.26±0.14	<0.006		
	2011 年 4 月至 6 月	0.029±0.004	0.022±0.002	0.24±0.02	<0.065	3.38±0.26	0.82±0.30	<0.006		
	2011 年 7 月至 9 月	0.024±0.004	0.017±0.001	0.20±0.02	<0.075	8.10±0.26	＜0.50	<0.007		
	2011 年 10 月至 12 月	0.013±0.003	0.011±0.002	0.22±0.01	<0.059	14.6±0.7	0.70±0.14	<0.006		
	2012 年 1 月至 3 月	0.015±0.004	0.019±0.002	0.23±0.02	<0.070	8.04±0.26	3.23±0.20	<0.007		
	2012 年 4 月至 6 月	0.030±0.005	<0.017	0.34±0.02	<0.082	3.20±0.19	1.14±0.20	<0.007		
福清市	2010 年 7 月至 9 月	0.026±0.004	0.017±0.002	0.21±0.01	<0.067	4.96±0.23	＜0.50	<0.006		
	2010 年 10 月至 12 月	0.024±0.003	0.011±0.001	0.17±0.01	<0.058	16.2±0.3	1.95±0.15	<0.005		
	2011 年 1 月至 3 月	0.020±0.003	0.013±0.001	0.22±0.01	<0.061	11.6±0.6	1.27±0.14	<0.005		
	2011 年 4 月至 6 月	0.022±0.004	0.010±0.001	0.18±0.01	<0.063	2.14±0.19	1.45±0.38	<0.006		
	2011 年 7 月至 9 月	0.023±0.004	0.025±0.003	0.25±0.02	<0.076	13.5±0.3	0.60±0.29	<0.006		
	2011 年 10 月至 12 月	0.021±0.003	<0.012	0.20±0.01	<0.060	7.55±0.78	＜0.50	<0.006		
	2012 年 1 月至 3 月	0.016±0.003	0.016±0.001	0.21±0.01	<0.056	5.70±0.19	1.77±0.16	<0.005		
	2012 年 4 月至 6 月	<0.022	<0.013	0.19±0.02	<0.063	6.19±0.18	0.69±0.21	<0.006		

注：1）Cs-137 为放化分析；2）Cs-137 为γ 谱分析；

表 3.1- 14　气溶胶样品中放射性核素浓度的测量结果（2）

（mBq/m^3）

采样地点	采样时间	^{131}I	总α	总β	采样时间	^{131}I	总α	总β
气象站	2010 年 7 月	——	0.27±0.02	1.53±0.06	2011 年 7 月	<LLD	0.40±0.03	0.68±0.04
气象站	2010 年 8 月	——	0.31±0.02	1.03±0.05	2011 年 8 月	<LLD	0.29±0.02	0.40±0.04
气象站	2010 年 9 月	——	0.38±0.02	0.57±0.05	2011 年 9 月	<LLD	0.26±0.02	0.88±0.03
气象站	2010 年 10 月	——	0.70±0.03	1.26±0.07	2011 年 10 月	<LLD	0.56±0.03	1.97±0.06
气象站	2010 年 11 月	——	1.02±0.03	2.22±0.07	2011 年 11 月	<LLD	0.62±0.02	2.11±0.04
气象站	2010 年 12 月	——	1.62±0.06	1.70±0.07	2011 年 12 月	<LLD	0.94±0.04	2.91±0.05
气象站	2011 年 1 月	——	0.42±0.02	0.81±0.06	2012 年 1 月	<LLD	1.15±0.04	3.34±0.06
气象站	2011 年 2 月	——	0.50±0.02	1.92±0.06	2012 年 2 月	<LLD	0.29±0.01	1.89±0.04
气象站	2011 年 3 月	——	0.35±0.02	0.71±0.07	2012 年 3 月	<LLD	0.65±0.03	2.74±0.06
气象站	2011 年 4 月	<LLD	0.65±0.02	3.10±0.07	2012 年 4 月	<LLD	0.52±0.02	2.13±0.04
气象站	2011 年 5 月	<LLD	0.23±0.02	1.73±0.07	2012 年 5 月	<LLD	0.53±0.02	2.28±0.05
气象站	2011 年 6 月	<LLD	0.22±0.02	0.81±0.05	2012 年 6 月	<LLD	1.16±0.05	3.9±0.06
大件码头	2010 年 7 月	——	0.18±0.01	0.82±0.03	2011 年 7 月	<LLD	0.34±0.03	0.56±0.04
大件码头	2010 年 8 月	——	0.47±0.03	1.09±0.05	2011 年 8 月	<LLD	0.22±0.01	0.68±0.04
大件码头	2010 年 9 月	——	0.84±0.04	1.07±0.08	2011 年 9 月	<LLD	0.34±0.03	2.83±0.05
大件码头	2010 年 10 月	——	0.67±0.03	1.43±0.07	2011 年 10 月	<LLD	0.40±0.02	1.66±0.05
大件码头	2010 年 11 月	——	1.56±0.05	2.66±0.07	2011 年 11 月	<LLD	0.39±0.02	1.54±0.04
大件码头	2010 年 12 月	——	1.71±0.06	1.85±0.07	2011 年 12 月	<LLD	1.13±0.04	3.30±0.04
大件码头	2011 年 1 月	——	0.51±0.03	0.83±0.07	2012 年 1 月	<LLD	1.02±0.03	3.07±0.04
大件码头	2011 年 2 月	——	0.63±0.03	1.92±0.07	2012 年 2 月	<LLD	0.32±0.01	1.91±0.04

采样地点	采样时间	^{131}I	总α	总β	采样时间	^{131}I	总α	总β
大件码头	2011 年 3 月	——	0.36±0.03	0.66±0.08	2012 年 3 月	<LLD	0.75±0.03	3.16±0.05
大件码头	2011 年 4 月	<LLD	0.66±0.03	4.91±0.10	2012 年 4 月	<LLD	0.47±0.02	1.97±0.05
大件码头	2011 年 5 月	<LLD	0.26±0.03	1.52±0.07	2012 年 5 月	<LLD	0.60±0.02	2.48±0.04
大件码头	2011 年 6 月	<LLD	0.22±0.03	0.82±0.07	2012 年 6 月	<LLD	0.37±0.02	2.13±0.05
前薛村	2010 年 7 月	——	0.10±0.01	1.82±0.07	2011 年 7 月	<LLD	0.24±0.02	0.52±0.04
前薛村	2010 年 8 月	——	0.20±0.02	3.43±0.09	2011 年 8 月	<LLD	0.31±0.02	1.45±0.05
前薛村	2010 年 9 月	——	0.26±0.01	2.38±0.07	2011 年 9 月	<LLD	0.27±0.02	1.33±0.05
前薛村	2010 年 10 月	——	0.74±0.02	1.40±0.06	2011 年 10 月	<LLD	0.33±0.02	1.62±0.05
前薛村	2010 年 11 月	——	0.81±0.03	3.35±0.09	2011 年 11 月	<LLD	0.29±0.01	1.57±0.04
前薛村	2010 年 12 月	——	1.34±0.04	1.69±0.06	2011 年 12 月	<LLD	0.87±0.03	2.72±0.05
前薛村	2011 年 1 月	——	0.27±0.02	0.50±0.07	2012 年 1 月	<LLD	1.23±0.03	3.48±0.05
前薛村	2011 年 2 月	——	0.66±0.03	2.48±0.07	2012 年 2 月	<LLD	0.33±0.01	2.06±0.04
前薛村	2011 年 3 月	——	0.31±0.02	0.79±0.07	2012 年 3 月	<LLD	0.53±0.03	2.79±0.06
前薛村	2011 年 4 月	<0.007	0.57±0.02	3.48±0.06	2012 年 4 月	<LLD	0.45±0.02	2.54±0.04
前薛村	2011 年 5 月	<0.015	0.24±0.02	1.56±0.07	2012 年 5 月	<LLD	0.48±0.02	2.63±0.05
前薛村	2011 年 6 月	<0.018	0.15±0.02	0.52±0.06	2012 年 6 月	<LLD	0.30±0.02	2.35±0.04
三山镇	2010 年 7 月	——	0.22±0.02	0.64±0.05	2011 年 7 月	<LLD	0.27±0.02	0.44±0.05
三山镇	2010 年 8 月	——	0.21±0.01	0.96±0.05	2011 年 8 月	<LLD	0.19±0.02	1.82±0.05
三山镇	2010 年 9 月	——	0.36±0.02	1.91±0.07	2011 年 9 月	<LLD	0.27±0.02	2.64±0.05
三山镇	2010 年 10 月	——	0.60±0.03	1.41±0.07	2011 年 10 月	<LLD	0.43±0.02	1.64±0.04
三山镇	2010 年 11 月	——	0.63±0.02	1.72±0.05	2011 年 11 月	<LLD	0.28±0.01	1.11±0.04
三山镇	2010 年 12 月	——	0.32±0.01	1.20±0.05	2011 年 12 月	<LLD	0.79±0.02	2.51±0.04
三山镇	2011 年 1 月	——	0.30±0.02	0.93±0.08	2012 年 1 月	<LLD	0.88±0.03	2.17±0.05

采样地点	采样时间	^{131}I	总α	总β	采样时间	^{131}I	总α	总β
三山镇	2011 年 2 月	——	0.57±0.02	2.83±0.06	2012 年 2 月	<LLD	0.44±0.02	1.92±0.05
三山镇	2011 年 3 月	——	0.22±0.02	1.25±0.08	2012 年 3 月	<LLD	0.91±0.04	3.65±0.06
三山镇	2011 年 4 月	<LLD	1.09±0.06	3.33±0.09	2012 年 4 月	<LLD	0.66±0.02	2.82±0.05
三山镇	2011 年 5 月	<LLD	0.20±0.02	1.56±0.07	2012 年 5 月	<LLD	0.60±0.03	3.16±0.06
三山镇	2011 年 6 月	<LLD	0.24±0.02	0.74±0.07	2012 年 6 月	<LLD	0.30±0.01	2.38±0.02
福清市	2010 年 7 月	——	0.24±0.02	2.56±0.07	2011 年 7 月	<LLD	0.40±0.02	1.24±0.05
福清市	2010 年 8 月	——	0.23±0.02	0.091±0.056	2011 年 8 月	<LLD	0.37±0.02	0.87±0.05
福清市	2010 年 9 月	——	0.56±0.02	0.86±0.07	2011 年 9 月	<LLD	0.30±0.02	1.61±0.05
福清市	2010 年 10 月	——	0.47±0.02	1.16±0.07	2011 年 10 月	<LLD	0.37±0.02	1.91±0.06
福清市	2010 年 11 月	——	0.93±0.03	2.54±0.11	2011 年 11 月	<LLD	0.40±0.01	1.78±0.04
福清市	2010 年 12 月	——	0.50±0.02	1.49±0.06	2011 年 12 月	<LLD	0.87±0.03	3.19±0.05
福清市	2011 年 1 月	——	0.34±0.02	0.96±0.07	2012 年 1 月	<LLD	1.30±0.03	3.40±0.05
福清市	2011 年 2 月	——	0.81±0.03	2.55±0.07	2012 年 2 月	<LLD	0.39±0.02	1.78±0.04
福清市	2011 年 3 月	——	0.36±0.02	1.88±0.07	2012 年 3 月	<LLD	0.77±0.03	2.87±0.05
福清市	2011 年 4 月	0.014±0.005	1.40±0.06	4.00±0.09	2012 年 4 月	<LLD	0.53±0.02	3.26±0.05
福清市	2011 年 5 月	<LLD	0.29±0.02	1.72±0.05	2012 年 5 月	<LLD	0.41±0.01	4.03±0.03
福清市	2011 年 6 月	<LLD	0.30±0.02	0.96±0.05	2012 年 6 月	<LLD	0.31±0.01	3.32±0.04

表 3.1- 15　福岛事故以后气溶胶样品中主要放射性核素的测量结果（mBq/m^3）

样品编号	采样地点	采样时间	^{131}I	$^{137}Cs^{1)}$ $\mu Bq/m^3$	$^{137}Cs^{2)}$	^{134}Cs	总 α	总 β
FQLRJ110401	气象站	2011 年 4 月	<0.012	1.77±0.52	<0.005	<0.004	0.65±0.02	3.10±0.07
FQLRJ110501	气象站	2011 年 5 月	<0.008				0.23±0.02	1.73±0.07
FQLRJ110601	气象站	2011 年 6 月	<0.017				0.22±0.02	0.81±0.05
FQLRJ110402	大件码头	2011 年 4 月	<0.020	0.74±0.30	<0.006	<0.005	0.66±0.03	4.91±0.10
FQLRJ110502	大件码头	2011 年 5 月	<0.010				0.26±0.03	1.52±0.07
FQLRJ110602	大件码头	2011 年 6 月	<0.016				0.22±0.03	0.82±0.07
FQLRJ110403	前薛村	2011 年 4 月	<0.007	0.80±0.21	<0.006	<0.005	0.57±0.02	3.48±0.06
FQLRJ110503	前薛村	2011 年 5 月	<0.015				0.24±0.02	1.56±0.07
FQLRJ110603	前薛村	2011 年 6 月	<0.018				0.15±0.02	0.52±0.06
FQLRJ110404	三山镇	2011 年 4 月	<0.008	0.81±0.30	<0.006	<0.005	1.09±0.06	3.33±0.09
FQLRJ110504	三山镇	2011 年 5 月	<0.021				0.20±0.02	1.56±0.07
FQLRJ110604	三山镇	2011 年 6 月	<0.013				0.24±0.02	0.74±0.07
FQLRJ110405	福清市	2011 年 4 月	0.014±0.005	1.44±0.38	<0.006	<0.006	1.40±0.06	4.00±0.09
FQLRJ110505	福清市	2011 年 5 月	<0.018				0.29±0.02	1.72±0.05
FQLRJ110605	福清市	2011 年 6 月	<0.012				0.30±0.02	0.96±0.05

注：1）放化分析的结果；2）γ 谱分析的结果。

表 3.1- 16　两年本底调查与一年本底初步调查气溶胶中放射性水平对比表

气溶胶		总 α（mBq/m^3）	总 β（mBq/m^3）	^{90}Sr（$\mu Bq/m^3$）
一年本底初步调查	范围	0.227~1.21	0.116~1.51	2.16~19.0
	均值	0.56±0.22	0.77±0.40	6.02±3.54
两年本底调查	范围	0.10~1.71	0.091~4.91	1.4~27
	均值	0.53±0.38	1.66±0.97	9.1±6.6

表 3.1- 17　沉降灰样品中放射性核素活度浓度测量结果（1）

单位：Bq/m^2 月

采样地点	采样时间	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr	^{137}Cs[1)] mBq/m^2•月	^{131}I	^{137}Cs[2)]
气象站	2010 年秋	<1.6	2.16±0.14	1.37±0.06	21.3±0.6	0.14±0.01	——	——	<0.10
	2010 年冬	3.50±0.16	4.08±0.23	2.93±0.11	38.4±1.0	0.28±0.01	——	<0.14	<0.17
	2011 年春	<1.7	3.19±0.14	2.32±0.08	22.9±0.7	0.34±0.01	——	<0.10	<0.12
	2011 年夏	2.47±0.11	3.06±0.15	1.92±0.08	37.8±0.8	0.24±0.01	16.9±6.6	<0.095	<0.098
	2011 年秋	3.07±0.13	4.55±0.18	2.32±0.08	34.1±0.8	0.17±0.01	37.0±5.1	<0.10	<0.12
	2011 年冬	1.60±0.09	2.39±0.15	2.29±0.08	29.7±0.7	0.17±0.01	30.3±3.3	<0.10	<0.12
	2012 年春	1.46±0.09	1.22±0.11	0.87±0.05	13.5±0.5	0.21±0.01	41.2±4.6	<0.095	<0.11
	2012 年夏	1.37±0.06	1.86±0.13	1.50±0.07	35.2±0.8	0.39±0.01	8.77±4.33	<0.096	<0.11
大件码头	2010 年秋	5.30±0.30	7.09±0.27	5.16±0.14	99.5±1.5	0.48±0.01	——	——	<0.17
	2010 年冬	14.8±0.7	15.2±0.5	11.9±0.3	177±3	0.56±0.01	——	<0.24	<0.32
	2011 年春	3.24±0.18	5.05±0.18	4.58±0.11	61.9±1.1	0.48±0.01	——	<0.12	<0.13
	2011 年夏	7.13±0.31	5.01±0.27	4.23±0.14	79.0±1.5	0.15±0.01	32.4±5.7	<0.15	<0.19
	2011 年秋	6.33±0.22	3.68±0.16	2.22±0.08	51.5±0.9	0.084±0.004	6.87±4.46	<0.10	<0.12
	2011 年冬	2.97±0.16	3.14±0.17	2.82±0.09	43.3±0.9	0.24±0.01	11.1±2.7	<0.11	<0.12
	2012 年春	1.39±0.07	1.57±0.13	1.29±0.06	23.4±0.7	0.20±0.01	13.3±4.4	<0.097	<0.11
	2012 年夏	1.40±0.07	0.85±0.09	0.68±0.03	13.1±0.5	0.42±0.01	22.5±4.0	<0.090	<0.10
前薛村	2010 年秋	22.1±0.5	1.63±0.11	0.81±0.05	12.6±0.5	0.48±0.01	——	——	<0.10
	2010 年冬	<2.5	0.66±0.11	0.93±0.05	8.21±0.42	0.28±0.01	——	<0.15	<0.17
	2011 年春	<1.6	1.57±0.10	0.73±0.05	9.30±0.37	0.16±0.01	——	<0.089	<0.11
	2011 年夏	3.99±0.14	1.69±0.11	1.08±0.05	14.5±1.2	0.14±0.01	19.5±6.5	<0.084	<0.083
	2011 年秋	4.78±0.15	1.54±0.11	0.79±0.04	10.6±0.4	0.18±0.01	3.88±3.09	<0.084	<0.092
	2011 年冬	<1.5	0.68±0.06	0.66±0.02	5.55±0.11	0.16±0.01	4.53±2.55	<0.091	<0.10
	2012 年春	<1.5	1.06±0.11	0.75±0.04	5.11±0.25	0.28±0.01	32.6±4.9	<0.091	<0.097

采样地点	采样时间	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr	^{137}Cs[1)] mBq/m^2•月	^{131}I	^{137}Cs[2)]
	2012 年夏	<1.5	0.55±0.08	<0.26	2.54±0.15	0.13±0.01	16.9±3.9	<0.088	<0.097
三山镇	2010 年秋	<1.4	3.02±0.15	1.57±0.06	9.98±0.38	0.20±0.01	——	——	<0.099
	2010 年冬	<2.7	1.85±0.31	1.35±0.11	14.7±0.7	0.14±0.01	——	<0.23	<0.26
	2011 年春	<1.6	2.41±0.16	1.01±0.05	9.46±0.38	0.29±0.01	——	<0.094	<0.11
	2011 年夏	<1.3	0.76±0.10	0.68±0.04	8.01±0.34	0.12±0.01	27.5±6.3	<0.087	<0.086
	2011 年秋	<1.4	2.03±0.12	0.92±0.05	6.83±0.29	0.13±0.01	5.65±4.09	<0.084	<0.094
	2011 年冬	<1.5	0.86±0.06	0.56±0.02	3.80±0.08	0.12±0.01	9.58±2.47	<0.087	<0.097
	2012 年春	<1.5	1.16±0.11	0.72±0.04	5.80±0.28	0.29±0.01	21.0±4.2	<0.092	<0.099
	2012 年夏	<1.5	0.65±0.09	0.49±0.03	4.46±0.22	0.30±0.01	11.7±4.2	<0.089	<0.10
福清市	2010 年秋	<1.3	0.36±0.05	0.29±0.03	3.58±0.18	0.84±0.02	——	——	<0.091
	2010 年冬	<2.4	0.67±0.12	0.58±0.05	<3.0	0.37±0.01	——	<0.16	<0.15
	2011 年春	<1.6	1.01±0.10	0.55±0.04	<2.1	0.39±0.01	——	<0.097	<0.11
	2011 年夏	<1.3	0.44±0.06	0.39±0.03	6.22±0.29	0.082±0.005	22.3±8.9	<0.083	<0.095
	2011 年秋	<1.4	0.44±0.06	0.31±0.04	2.33±0.14	0.12±0.01	6.56±4.03	<0.079	<0.093
	2011 年冬	<1.4	0.55±0.07	0.34±0.03	<1.8	0.10±0.01	12.1±3.0	<0.090	<0.10
	2012 年春	<1.4	0.24±0.04	0.37±0.02	<1.8	0.079±0.004	5.18±3.75	<0.088	<0.096
	2012 年夏	<1.5	<0.39	0.40±0.03	<1.8	0.39±0.01	4.29±4.24	<0.088	<0.097

*注：1）^{137}Cs 为放化分析的结果；2）^{137}Cs 为γ 谱分析的结果。

表 3.1- 18　沉降灰样品中放射性核素活度浓度测量结果（2）

单位：Bq/m^2 月

采样地点	采样时间	^{131}I	总β	采样时间	^{131}I	总β	采样时间	^{131}I	总β
气象站	2010.08	——	36.2±0.4	**2011.04**	**0.33±0.06**	53.0±0.6	2011.12	<LLD	73.9±1.9
	2010.09	——	29.3±0.3	2011.05	<LLD	27.1±0.3	2012.01	<LLD	81.5±0.9
	2010.10	——	35.2±0.3	2011.06	<LLD	110±2	2012.02	<LLD	22.9±0.3
	2010.11	——	34.9±0.7	2011.07	<LLD	74.0±1.1	2012.03	<LLD	29.5±0.4
	2010.12	——	81.7±1.2	2011.08	<LLD	57.6±1.0	2012.04	<LLD	34.9±0.4
	2011.01	——	33.8±0.6	2011.09	<LLD	33.9±0.7	2012.05	<LLD	37.1±0.5
	2011.02	——	29.5±0.5	2011.10	<LLD	46.1±0.8	2012.06	<LLD	90.6±0.9
	2011.03	——	64.2±0.9	2011.11	<LLD	39.6±0.5			
大件码头	2010.08	——	63.2±0.6	**2011.04**	**0.26±0.04**	171±2	2011.12	<LLD	48.8±1.3
	2010.09	——	402±2	2011.05	<LLD	95.1±0.8	2012.01	<LLD	35.3±0.5
	2010.10	——	179±2	2011.06	<LLD	40.9±0.7	2012.02	<LLD	39.1±0.5
	2010.11	——	190±3	2011.07	<LLD	53.0±0.8	2012.03	<LLD	40.0±0.5
	2010.12	——	261±4	2011.08	<LLD	67.2±1.1	2012.04	<LLD	38.9±0.4
	2011.01	——	116±2	2011.09	<LLD	82.5±1.3	2012.05	<LLD	22.1±0.3
	2011.02	——	81.9±1.3	2011.10	<LLD	61.4±1.0	2012.06	<LLD	28.1±0.4

	2011.03	——	145±2	2011.11	<LLD	99.7±1.3			
前薛村	2010.08	——	64.3±0.5	**2011.04**	**0.19±0.06**	32.6±0.3	2011.12	<LLD	16.4±0.6
	2010.09	——	44.5±0.3	2011.05	<LLD	10.6±0.1	2012.01	<LLD	20.7±0.3
	2010.10	——	26.6±0.2	2011.06	<LLD	55.1±1.0	2012.02	<LLD	15.7±0.2
	2010.11	——	18.3±0.3	2011.07	<LLD	23.0±0.4	2012.03	<LLD	28.5±0.3
	2010.12	——	24.7±0.4	2011.08	<LLD	32.4±0.5	2012.04	<LLD	21.4±0.3
	2011.01	——	45.3±0.6	2011.09	<LLD	25.1±0.4	2012.05	<LLD	14.3±0.2
	2011.02	——	46.5±0.6	2011.10	<LLD	24.8±0.4	2012.06	<LLD	13.7±0.2
	2011.03	——	26.8±0.4	2011.11	<LLD	15.5±0.2			
三山镇	2010.08	——	43.3±0.4	**2011.04**	**0.21±0.04**	27.2±0.4	2011.12	<LLD	12.6±0.5
	2010.09	——	11.5±0.2	2011.05	<LLD	24.9±0.2	2012.01	<LLD	25.8±0.3
	2010.10	——	17.2±0.2	2011.06	<LLD	15.7±0.3	2012.02	<LLD	20.1±0.3
	2010.11	——	38.2±0.4	2011.07	<LLD	14.8±0.3	2012.03	<LLD	23.1±0.3
	2010.12	——	39.4±0.5	2011.08	<LLD	18.8±0.4	2012.04	<LLD	10.8±0.2
	2011.01	——	13.3±0.3	2011.09	<LLD	24.8±0.5	2012.05	<LLD	24.7±0.3
	2011.02	——	17.8±0.3	2011.10	<LLD	16.2±0.3	2012.06	<LLD	16.1±0.2
	2011.03	——	38.5±0.6	2011.11	<LLD	14.6±0.3			
福清市	2010.08	——	12.7±0.1	**2011.04**	**0.15±0.04**	22.0±0.2	2011.12	<LLD	9.65±0.33

	2010.09	——	9.01±0.07	2011.05	<LLD	14.2±0.1	2012.01	<LLD	13.8±0.1
	2010.10	——	13.4±0.1	2011.06	<LLD	11.8±0.2	2012.02	<LLD	12.4±0.1
	2010.11	——	2.93±0.03	2011.07	<LLD	11.1±0.1	2012.03	<LLD	11.4±0.1
	2010.12	——	5.32±0.05	2011.08	<LLD	15.1±0.2	2012.04	<LLD	17.6±0.1
	2011.01	——	17.3±0.2	2011.09	<LLD	16.3±0.3	2012.05	<LLD	14.8±0.1
	2011.02	——	16.4±0.2	2011.10	<LLD	13.2±0.1	2012.06	<LLD	15.2±0.1
	2011.03	——	9.00±0.14	2011.11	<LLD	4.55±0.05			

注：^{131}I 探测限为 0.5 Bq/m^2 • 月。

表 3.1- 19　福岛事故以后沉降灰样品中主要放射性核素的测量结果（Bq/m^2）

沉降灰		^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{90}Sr
一年本底初步调查	范围	＜L_D~1.15	＜L_D~0.84	1.01~16.2	＜L_D~0.093	0.023~1.94
	均值	——	——	7.20±4.58	——	0.29±0.50
两年本底调查	范围	＜L_D~15.2	＜L_D~11.9	＜L_D~177	＜L_D	0.07~0.84
	均值	2.25±2.62	1.62±2.05	23.3±33.4	＜L_D	0.26±0.16

表 3.1- 20　空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 的测量结果

点位名称	^{3}H（mBq/m^{3}）		^{14}C（mBq/m^{3}）	
	样品编号	测量结果	样品编号	测量结果
气象站	FQLQH100901	39.4±4.2	FQLQC100901	24.9±5.1
	FQLQH101101	12.7±1.6	FQLQC101101	19.3±4.5
	FQLQH110301	10.5±0.8	FQLQC110301	20.3±5.2
	FQLQH110601	78.0±5.2	FQLQC110601	13.7±0.8
	FQLQH110901	23.5±3.4	FQLQC110901	24.3±5.1
	FQLQH111101	7.11±1.08	FQLQC110902	21.8±4.7
	FQLQH120301	10.7±1.5	FQLQC110903	22.2±4.7
	FQLQH120601	23.4±3.9	FQLQC110904	28.8±5.1
前薛村	FQLQH100902	31.6±3.7	FQLQC100902	20.1±4.5
	FQLQH101102	13.1±1.2	FQLQC101102	22.8±4.7
	FQLQH110302	30.9±2.7	FQLQC110302	18.0±4.6
	FQLQH110602	70.2±5.2	FQLQC110602	10.5±1.2
	FQLQH110902	29.9±3.6	FQLQC111201	19.1±4.7
	FQLQH111102	6.69±1.11	FQLQC111202	19.1±5.0
	FQLQH120302	12.9±2.0	FQLQC111203	13.2±4.8
	FQLQH120602	20.2±3.7	FQLQC111204	32.7±5.2
三山镇	FQLQH100903	34.6±4.3	FQLQC100903	28.3±4.7
	FQLQH101103	20.7±2.1	FQLQC101103	16.1±5.6
	FQLQH110303	30.2±2.4	FQLQC110303	15.1±4.4
	FQLQH110603	63.8±4.9	FQLQC110603	13.4±1.0
	FQLQH110903	25.0±2.7	FQLQC120301	20.5±5.1
	FQLQH111103	7.18±1.08	FQLQC120302	15.7±4.4
	FQLQH120303	14.1±2.2	FQLQC120303	19.8±4.7
	FQLQH120603	24.2±4.5	FQLQC120304	29.7±4.8
福清市	FQLQH100904	47.2±4.6	FQLQC100904	15.5±3.9
	FQLQH101104	24.9±2.2	FQLQC101104	16.6±4.5
	FQLQH110304	20.4±1.9	FQLQC110304	14.6±4.4
	FQLQH110604	53.6±4.8	FQLQC110604	18.3±1.2
	FQLQH110904	29.1±3.4	FQLQC120601	20.9±5.0
	FQLQH111104	7.25±1.09	FQLQC120602	16.7±4.2
	FQLQH120304	10.8±1.3	FQLQC120603	18.5±5.1
	FQLQH120604	20.6±3.9	FQLQC120604	22.9±5.1

表 3.1- 21　空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 均值

均值		^{3}H（mBq/m^{3}）	^{14}C（mBq/m^{3}）
按点均值	气象站	25.7±23.6	21.9±4.5
	前薛村	26.9±19.9	19.4±6.6
	三山镇	27.5±17.0	19.8±6.1
	福清市	26.7±16.3	18.0±2.8
按季度均值	2010 年秋季	38.2±6.8	22.2±5.6
	2010 年冬季	17.9±60	18.7±3.1
	2011 年春季	23.0±9.6	17.0±2.7
	2011 年夏季	66.4±10.3	14.0±3.2
	2011 年秋季	26.9±3.1	21.2±2.2
	2011 年冬季	7.06±0.25	18.3±2.7
	2012 年春季	12.1±1.7	18.4±3.8
	2012 年夏季	22.1±2.0	28.5±4.1

表 3.1- 22　两年本底调查与一年本底初步调查 ^{3}H 和 ^{14}C 测量结果对比表（mBq/m^{3}）

项目名称		^{3}H	^{14}C
一年本底初步调查	范围	18～45	14～46
	均值	27.9±8.1	31.8±10.4
两年本底调查	范围	6.69~78.0	10.5~32.7
	均值	26.7±18.5	19.8±5.2

表 3.1- 23　土壤样品中放射性核素活度浓度测量结果

单位：Bq/kg

样品编号		采样日期	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
FQLTR100801	气象站	2010 年 8 月	31.9±1.9	57.7±1.3	29.0±0.6	<0.71	696±7	3.53±0.16
FQLTR110301	气象站	2011 年 3 月	35.4±2.5	54.2±1.5	34.2±0.8	<0.81	583±8	1.29±0.09
FQLTR110901	气象站	2011 年 9 月	29.6±1.6	51.1±1.2	23.3±0.5	<0.75	758±7	0.54±0.08
FQLTR120301	气象站	2012 年 3 月	28.4±1.8	54.8±1.2	19.2±0.5	<0.75	704±7	0.61±0.14
FQLTR100802-1	前薛西南	2010 年 8 月	16.5±1.8	34.0±0.7	16.5±0.3	0.63±0.11	327±4	3.23±0.10
FQLTR100802-2	前薛西南	2010 年 8 月	15.3±1.5	31.2±0.6	18.0±0.3	0.71±0.10	359±4	2.79±0.19
FQLTR110302-1	前薛西南	2011 年 3 月	19.3±1.8	30.7±0.6	18.1±0.4	0.66±0.11	364±4	2.41±0.11
FQLTR110302-2	前薛西南	2011 年 3 月	15.6±1.7	29.4±0.6	16.7±0.3	0.61±0.11	340±4	3.52±0.13
FQLTR110902-1	前薛西南	2011 年 9 月	28.1±1.5	33.7±1.0	22.9±0.5	<0.70	435±6	6.96±0.16
FQLTR110902-2	前薛西南	2011 年 9 月	25.4±1.3	33.3±1.0	21.4±0.5	0.76±0.16	419±5	4.86±0.22
FQLTR120302-1	前薛西南	2012 年 3 月	19.2±1.1	32.0±0.9	17.6±0.4	0.91±0.20	350±5	1.20±0.13
FQLTR120302-2	前薛西南	2012 年 3 月	23.6±1.2	30.5±0.8	16.6±0.4	0.77±0.15	344±5	0.75±0.23
FQLTR100803-1	韩瑶村	2010 年 8 月	26.9±1.5	37.2±0.7	28.4±0.5	0.94±0.12	400±4	2.33±0.10
FQLTR100803-2	韩瑶村	2010 年 8 月	27.0±2.2	37.4±0.8	32.0±0.5	0.71±0.13	405±5	1.46±0.09
FQLTR110303-1	韩瑶村	2011 年 3 月	31.5±2.3	38.8±0.9	32.7±0.5	0.72±0.13	412±5	1.40±0.09

样品编号		采样日期	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
FQLTR110303-2	韩瑶村	2011 年 3 月	32.9±2.3	40.8±0.9	33.8±0.5	0.56±0.16	418±5	1.98±0.07
FQLTR110903-1	韩瑶村	2011 年 9 月	36.5±1.8	39.8±1.2	32.9±0.7	0.85±0.20	441±6	4.76±0.12
FQLTR110903-2	韩瑶村	2011 年 9 月	37.6±1.8	40.4±1.2	34.4±0.2	1.20±0.20	450±6	7.06±0.16
FQLTR120303-1	韩瑶村	2012 年 3 月	37.4±1.6	31.9±0.9	28.2±0.5	0.71±0.16	367±5	1.16±0.10
FQLTR120303-2	韩瑶村	2012 年 3 月	37.9±2.1	35.3±0.9	32.7±0.6	0.62±0.17	378±5	1.44±0.11
FQLTR100804	虎邱村	2010 年 8 月	31.2±1.7	41.7±1.2	28.9±0.6	1.64±0.21	451±6	2.32±0.13
FQLTR110304	虎邱村	2011 年 3 月	33.2±2.2	46.2±1.3	29.8±0.7	2.12±0.25	483±7	1.76±0.11
FQLTR110904	虎邱村	2011 年 9 月	40.0±1.9	46.7±1.4	36.9±0.8	2.17±0.25	453±7	1.20±0.07
FQLTR120304	虎邱村	2012 年 3 月	40.4±1.8	44.3±1.1	31.2±0.6	2.70±0.20	469±6	1.10±0.08
FQLTR100805	洋边村	2010 年 8 月	31.3±1.7	36.8±0.9	26.5±0.5	1.44±0.18	615±6	2.06±0.11
FQLTR110305	洋边村	2011 年 3 月	32.8±2.2	40.8±0.8	30.0±0.5	1.40±0.14	684±6	2.08±0.09
FQLTR110905	洋边村	2011 年 9 月	26.3±1.4	33.2±0.99	25.2±0.5	<0.60	575±6	2.82±0.17
FQLTR120305	洋边村	2012 年 3 月	36.8±1.7	33.8±0.9	26.9±0.5	1.41±0.16	598±7	1.34±0.14
FQLTR100806	北岭村	2010 年 8 月	28.7±1.7	25.9±0.6	28.3±0.4	1.42±0.10	395±4	1.97±0.11
FQLTR110306	北岭村	2011 年 3 月	23.9±1.3	23.0±0.9	20.0±0.5	0.90±0.19	289±5	4.88±0.13
FQLTR110906	北岭村	2011 年 9 月	21.0±1.1	24.8±0.9	21.4±0.5	0.76±0.16	294±5	5.18±0.14
FQLTR120306	北岭村	2012 年 3 月	21.1±1.0	17.8±0.7	16.0±0.4	0.63±0.12	249±4	0.58±0.08

样品编号		采样日期	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
FQLTR100807	南门村	2010 年 8 月	33.3±1.7	36.4±1.0	25.5±0.5	0.88±0.18	451±6	2.98±0.17
FQLTR110307	南门村	2011 年 3 月	38.9±2.5	43.1±0.8	33.8±1.5	1.70±0.15	500±5	0.80±0.09
FQLTR110907	南门村	2011 年 9 月	38.5±1.9	41.0±1.2	32.4±0.6	0.67±0.17	486±7	2.59±0.15
FQLTR120307	南门村	2012 年 3 月	30.6±1.3	39.1±0.8	29.7±0.4	1.17±0.14	482±4	1.79±0.09
FQLTR100808	牛峰村	2010 年 8 月	38.9±2.2	58.2±0.9	35.0±0.5	0.57±0.11	700±5	1.95±0.16
FQLTR110308	牛峰村	2011 年 3 月	32.8±2.6	59.6±0.9	36.5±0.5	<0.49	862±6	0.86±0.08
FQLTR110908	牛峰村	2011 年 9 月	53.1±2.4	55.3±1.3	36.7±0.6	<0.86	803±8	4.08±0.10
FQLTR120308	牛峰村	2012 年 3 月	36.0±1.3	46.3±0.9	31.8±0.5	<0.41	852±6	1.12±0.10
FQLTR100809	文场村	2010 年 8 月	12.0±0.8	18.7±0.9	12.6±0.4	<0.46	379±5	0.76±0.13
FQLTR110309	文场村	2011 年 3 月	18.4±1.7	20.7±0.7	12.6±0.4	0.68±0.13	381±5	0.76±0.09
FQLTR110909	文场村	2011 年 9 月	18.9±1.0	20.4±0.8	16.6±0.4	<0.64	405±5	2.60±0.10
FQLTR120309	文场村	2012 年 3 月	12.5±1.3	16.6±0.6	13.0±0.3	0.46±0.10	367±4	1.79±0.12
FQLTR100810	官厅村	2010 年 8 月	23.9±1.4	28.9±0.9	18.4±0.4	<0.53	545±6	2.05±0.17
FQLTR110310	官厅村	2011 年 3 月	24.0±2.0	25.8±0.7	18.3±0.4	<0.41	595±5	2.82±0.18
FQLTR110910	官厅村	2011 年 9 月	19.9±1.1	24.4±0.9	19.0±0.5	<0.68	580±6	0.92±0.07
FQLTR120310	官厅村	2012 年 3 月	18.0±1.6	21.0±0.6	17.8±0.3	0.40±0.10	527±4	1.48±0.09
FQLTR100811	下楼村	2010 年 8 月	8.17±0.49	11.7±0.6	5.86±0.26	0.96±0.15	473±6	2.35±0.18

样品编号		采样日期	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
FQLTR110311	下楼村	2011 年 3 月	7.74±0.50	12.9±0.7	6.38±0.30	<0.57	457±6	1.04±0.27
FQLTR110911	下楼村	2011 年 9 月	11.1±0.6	11.1±0.7	6.71±0.28	0.93±0.21	470±6	0.25±0.08
FQLTR120311	下楼村	2012 年 3 月	6.47±0.84	11.6±0.4	6.45±0.20	0.71±0.10	449±4	4.05±0.14
FQLTR100812	积库村	2010 年 8 月	35.0±2.3	89.4±1.4	32.8±0.6	<0.74	（1.14±0.01）×10^3	1.21±0.24
FQLTR110312	积库村	2011 年 3 月	45.2±3.3	95.6±1.2	44.9±0.6	<0.51	857±6	0.82±0.12
FQLTR110912	积库村	2011 年 9 月	45.5±2.7	97.1±1.7	40.6±0.7	<1.0	（1.27±0.01）×10^3	6.40±0.15
FQLTR120312	积库村	2012 年 3 月	28.3±2.7	94.6±1.1	33.8±0.5	<0.44	（1.03±0.01）×10^3	1.91±0.10

表 3.1- 24　土壤样品各点位测量结果均值

单位：Bq/kg

点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
气象站	31.3±3.1	54.5±2.7	26.4±6.6	0.36±0.02	685±74	1.49±1.40
前薛西南	20.4±4.8	31.9±1.7	18.5±2.4	0.68±0.16	367±39	3.22±1.99
韩瑶村	33.5±4.6	37.7±3.0	31.9±2.3	0.79±0.20	409±28	2.70±2.11
虎邱村	36.2±4.7	44.7±2.3	31.7±3.6	2.16±0.43	464±15	1.60±0.56
洋边村	31.8±4.3	36.2±3.5	27.2±2.0	1.14±0.56	618±47	2.08±0.60
北岭村	23.7±3.6	22.9±3.6	21.4±5.1	0.93±0.35	307±62	3.15±2.24
南门村	35.3±4.1	39.9±2.8	30.4±3.7	1.11±0.45	480±21	2.04±0.96
牛峰村	40.2±9.0	54.9±6.0	35.0±2.3	0.34±0.18	804±74	2.00±1.46
文场村	15.5±3.7	19.1±1.9	13.7±1.9	0.41±0.21	383±16	1.48±0.89
官厅村	21.5±3.0	25.0±3.3	18.4±0.5	0.29±0.09	562±31	1.82±0.81
下楼村	8.37±1.96	11.8±0.8	6.40±0.40	0.71±0.33	462±11	1.92±1.66
积库村	38.5±8.4	94.2±3.3	38.0±5.7	0.33±0.13	1074±175	2.59±2.58

表 3.1- 25　两年本底调查与一年本底初步调查土壤中放射性水平对比表

单位：Bq/kg

项目名称		^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{90}Sr
一年本底初步调查	范围	10.3~96.8	18.4~95.7	10.8~51.8	239~1665	0.26~5.36	0.33~1.82
	均值	33.3±21.7	45.4±23.0	26.1±11.1	705±342	1.88±1.26	0.99±0.49
两年本底调查	范围	7.74~45.2	11.7~95.6	5.86~44.9	289~1140	<LD~2.12	0.76~4.88
	均值	27.5±9.5	40.3±21.4	25.3±9.8	544±197	——	2.05±1.47

表 3.1- 26　底泥样品中放射性核素活度浓度的测量结果

单位：Bq/kg

样品编号	采样地点	采样日期	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr	^{137}Cs
FQLDN100701	前薛鱼塘	2010 年 7 月	38.8±1.8	34.2±1.1	29.8±0.6	301±5	1.66±0.08	<0.62
FQLDN110301	前薛鱼塘	2011 年 3 月	28.5±2.4	37.8±0.8	38.9±0.6	309±4	0.55±0.09	<0.41
FQLDN110901	前薛鱼塘	2011 年 9 月	31.4±1.6	37.0±1.1	30.1±0.6	348±6	1.33±0.09	<0.79
FQLDN120301	前薛鱼塘	2012 年 3 月	39.5±1.9	37.2±1.1	27.7±0.7	356±7	1.80±0.12	<0.83
FQLDN100702	魏庄水库	2010 年 7 月	46.0±2.8	53.2±1.7	37.4±0.9	（1.09±0.01）×10^3	2.42±0.11	<1.0
FQLDN110302	魏庄水库	2011 年 3 月	42.6±3.1	49.6±0.9	36.9±0.6	（1.01±0.01）×10^3	1.04±0.09	<0.47
FQLDN110902	魏庄水库	2011 年 9 月	54.9±2.6	64.3±1.5	41.4±0.8	920±9	0.63±0.10	<0.92
FQLDN120302	魏庄水库	2012 年 3 月	49.3±2.4	43.6±1.2	30.2±0.7	939±9	0.60±0.10	<0.83
FQLDN100703-1	官厅水库	2010 年 7 月	30.7±1.6	37.9±1.2	28.1±0.6	642±7	2.40±0.19	<0.62
FQLDN100703-2	官厅水库	2010 年 7 月	30.9±2.5	42.0±0.8	29.1±0.5	745±6	3.04±0.10	<0.41
FQLDN110303-1	官厅水库	2011 年 3 月	35.1±2.0	39.8±1.2	26.2±0.6	755±8	1.92±0.11	<0.79
FQLDN110303-2	官厅水库	2011 年 3 月	31.2±2.9	36.2±0.8	26.8±0.5	727±6	2.87±0.07	<0.39
FQLDN110903-1	官厅水库	2011 年 9 月	35.3±1.8	40.5±1.1	31.5±0.6	717±8	0.42±0.08	<0.84
FQLDN110903-2	官厅水库	2011 年 9 月	32.5±1.8	46.9±1.3	31.8±0.6	742±8	1.73±0.15	<0.85
FQLDN120303-1	官厅水库	2012 年 3 月	34.2±2.4	39.5±1.1	31.4±0.6	684±8	0.76±0.10	<0.79

FQLDN120303-2	官厅水库	2012 年 3 月	35.5±2.2	44.3±1.1	31.3±0.6	686±8	1.07±0.11	<0.81
FQLDN100704	华南河 1	2010 年 7 月	38.9±2.3	58.0±1.6	38.5±0.8	668±9	1.13±0.08	<1.5
FQLDN110304	华南河 1	2011 年 3 月	35.8±2.3	50.6±1.5	26.2±0.7	678±9	0.74±0.06	1.01±0.23
FQLDN110904	华南河 1	2011 年 9 月	38.1±2.1	61.1±1.4	39.2±0.8	743±9	0.45±0.10	1.31±0.23
FQLDN120304	华南河 1	2012 年 3 月	40.2±2.1	56.4±1.3	33.5±0.7	697±8	0.61±0.09	1.28±0.30
FQLDN100705	华南河 2	2010 年 7 月	38.0±2.0	63.3±1.6	35.6±0.8	741±9	3.10±0.09	<0.90
FQLDN110305	华南河 2	2011 年 3 月	39.1±3.1	59.9±1.0	36.9±0.6	744±6	0.74±0.06	<0.52
FQLDN110905	华南河 2	2011 年 9 月	34.0±1.9	64.1±1.6	35.3±0.8	793±9	0.72±0.08	<1.0
FQLDN120305	华南河 2	2012 年 3 月	34.0±1.9	57.2±1.3	36.6±0.7	672±8	1.26±0.11	<0.73
FQLDN100706	南郑河	2010 年 7 月	38.4±2.1	58.5±1.6	38.8±0.8	778±9	2.48±0.14	<0.89
FQLDN110306	南郑河	2011 年 3 月	33.7±3.0	60.0±1.0	35.8±0.6	752±6	2.86±0.09	<0.49
FQLDN110906	南郑河	2011 年 9 月	42.9±2.5	61.8±1.5	40.6±0.8	742±8	1.04±0.07	<1.04
FQLDN120306	南郑河	2012 年 3 月	49.4±2.5	64.9±1.4	42.8±0.8	755±8	17.9±0.2	<0.99

表 3.1- 27　底泥样品测量结果均值

单位：Bq/kg

采样点	U-238	Th-232	Ra-226	K-40	Sr-90
前薛鱼塘	34.6±5.4	36.6±1.6	31.6±5.0	329±28	1.34±0.56
魏庄水库	48.2±5.2	52.7±8.7	36.5±4.6	990±77	1.17±0.86
官厅水库	33.2±2.1	40.9±3.4	29.5±2.3	712±39	1.78±0.97
华南河 1	38.3±1.8	56.5±4.4	34.4±6.0	697±33	0.73±0.29
华南河 2	36.3±2.7	61.1±3.2	36.1±0.8	738±50	1.46±1.12
南郑河	41.1±6.7	61.3±2.8	39.5±3.0	757±15	6.07±7.93

表 3.1- 28　两年本底调查与一年本底初步调查土壤中放射性水平对比表

单位：Bq/kg

项目名称	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr
初步调查均值	前薛鱼塘	30.7±1.1	31.0±1.0	26.7±1.2	322±13	2.73±0.69
	魏庄水库	36.9±6.3	42.2±8.6	27.4±2.5	864±45	2.01±0.36
	华南河	43.7±0.9	65.8±3.3	38.4±2.1	676±36	0.85±0.16
	官厅水库	21.1±1.1	33.7±1.8	20.1±1.6	676±6	1.83±0.47
	南郑河	40.1±3.5	61.5±8.1	32.8±6.3	832±19	2.40±0.21
两年本底调查均值	前薛鱼塘	34.6±5.4	36.6±1.6	31.6±5.0	329±28	1.34±0.56
	魏庄水库	48.2±5.2	52.7±8.7	36.5±4.6	990±77	1.17±0.86
	华南河	37.3±1.4	58.8±3.3	35.3±1.2	718±29	1.10±0.52
	官厅水库	33.2±2.1	40.9±3.4	29.5±2.3	712±39	1.78±0.97
	南郑河	41.1±6.7	61.3±2.8	39.5±3.0	757±15	6.07±7.93
初步调查/两年本底调查	前薛鱼塘	0.89	0.85	0.84	0.98	2.04
	魏庄水库	0.77	0.80	0.75	0.87	1.72
	华南河	1.17	1.12	1.09	0.94	0.77
	官厅水库	0.64	0.82	0.68	0.95	1.03
	南郑河	0.98	1.00	0.83	1.10	0.40

表 3.1- 29　降水中放射性核素活度浓度的测量结果

单位：mBq/L

样品编号		^{40}K	^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr	^{137}Cs	总（α Bq/L）	总β （Bq/L）
FQLJS100901	气象站	21.8±1.5	0.39±0.08	3.29±0.09	——	<LLD	0.016±0.002
FQLJS101201	气象站	18.1±1.3	0.51±0.08	8.17±0.10	——	0.085±0.007	0.11±0.01
FQLJS110301	气象站	38.3±2.5	0.47±0.08	13.2±0.2	——	<LLD	0.76±0.01
FQLJS110601	气象站	<27	0.47±0.08	2.64±0.08	0.55±0.05	<LLD	0.035±0.002
FQLJS110901	气象站	83.4±4.5	0.40±0.08	5.77±0.10	0.22±0.08	<LLD	0.14±0.01
FQLJS111201	气象站	126±6	0.58±0.08	11.5±0.1	＜0.015	<LLD	0.087±0.001
FQLJS120301	气象站	51.5±3.2	0.57±0.08	16.9±0.1	1.54±0.35	<LLD	0.062±0.001
FQLJS120601	气象站	76.5±4.1	0.75±0.08	14.4±0.2	＜0.015	<LLD	0.062±0.001
FQLJS100902	前薛村	<25	0.34±0.08	2.70±0.06	——	<LLD	0.029±0.001
FQLJS101202	前薛村	<26	0.42±0.08	15.8±0.2	——	<LLD	0.032±0.001
FQLJS110302	前薛村	46.5±2.9	0.61±0.08	4.35±0.08	——	<LLD	0.071±0.002
FQLJS110602	前薛村	41.7±2.9	0.49±0.08	1.70±0.07	0.53±0.06	<LLD	0.022±0.001
FQLJS110902	前薛村	<33	0.44±0.08	16.2±0.1	0.28±0.06	<LLD	0.062±0.001
FQLJS111202	前薛村	33.3±3.0	0.57±0.08	10.3±0.1	＜0.015	<LLD	0.063±0.002
FQLJS120302	前薛村	<31	0.57±0.08	24.6±0.1	0.24±0.07	<LLD	0.069±0.001

FQLJS120602	前薛村	<39	0.53±0.08	11.9±0.2	＜0.015	<LLD	0.031±0.001
FQLJS100903	三山镇	95.3±4.6	0.32±0.08	1.25±0.03	——	0.051±0.015	0.096±0.004
FQLJS101203	三山镇	<28	0.33±0.08	16.5±0.2	——	——	0.020±0.001
FQLJS110303	三山镇	87.9±4.1	0.62±0.08	14.9±0.2	——	0.047±0.003	0.087±0.001
FQLJS110603	三山镇	<28	0.54±0.08	1.56±0.07	0.65±0.05	<LLD	0.034±0.002
FQLJS110903	三山镇	<30	0.39±0.07	6.79±0.11	0.49±0.06	<LLD	0.062±0.001
FQLJS111203	三山镇	35.2±2.2	0.58±0.08	10.4±0.1	0.075±0.053	<LLD	0.037±0.001
FQLJS120303	三山镇	<32	0.44±0.08	19.6±0.1	0.19±0.07	<LLD	0.074±0.001
FQLJS120603	三山镇	<33	0.53±0.08	9.17±0.10	＜0.015	<LLD	0.066±0.001
FQLJS100904	福清市	<26	0.34±0.08	6.19±0.09	——	<LLD	0.015±0.001
FQLJS101204	福清市	15.0±1.0	0.57±0.08	14.0±0.2	——	<LLD	0.027±0.001
FQLJS110304	福清市	98.6±4.8	0.48±0.08	6.05±0.09	——	<LLD	0.040±0.001
FQLJS110604	福清市	35.5±2.3	0.66±0.08	3.22±0.08	0.38±0.05	<LLD	0.085±0.003
FQLJS110904	福清市	<67	0.31±0.07	8.28±0.17	0.52±0.13	<LLD	0.046±0.002
FQLJS111204	福清市	<26	0.57±0.08	26.0±0.1	0.27±0.06	<LLD	0.043±0.001
FQLJS120304	福清市	<33	0.42±0.08	29.7±0.2	0.16±0.07	<LLD	0.13±0.01
FQLJS120604	福清市	<29	0.60±0.08	13.1±0.2	＜0.015	<LLD	0.019±0.001

注：总 α 探测限 LD=0.048Bq/L，^{137}Cs 为放化分析结果。

表 3.1- 30　降水样品测量结果均值

均值		^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）	总β （Bq/L）
按点均值	气象站	0.52±0.12	9.48±5.32	0.47±0.64	0.16±0.25
	前薛村	0.50±0.09	10.9±7.9	0.21±0.22	0.047±0.021
	三山镇	0.47±0.11	10.0±6.7	0.28±0.28	0.060±0.027
	福清市	0.49±0.13	13.3±9.7	0.27±0.20	0.051±0.039
按季度均值	2010 年秋季	0.35±0.03	3.36±2.07	——	0.04±0.04
	2010 年冬季	0.46±0.11	13.6±3.8	——	0.047±0.042
	2011 年春季	0.55±0.08	9.63±5.20	——	0.24±0.35
	2011 年夏季	0.54±0.09	2.28±0.79	——	0.044±0.028
	2011 年秋季	0.39±0.05	9.26±4.74	——	0.078±0.042
	2011 年冬季	0.58±0.01	14.6±7.7	——	0.058±0.023
	2012 年春季	0.50±0.08	22.7±5.7	——	0.084±0.031
	2012 年夏季	0.60±0.10	12.1±2.2	——	0.045±0.023

表 3.1- 31　福岛事故后降水与两年本底调查调查其他降水样品测量结果的比较

样品编号	^{40}K（mBq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	总β
三山镇 1	45.1±2.8	2.75±0.11	0.052±0.001
三山镇 2	247±8	7.48±0.12	0.24±0.01
本次调查均值	——	10.0±6.7	0.060±0.027
本次调查范围	28~95.3	1.25~19.6	0.020~0.096

表 3.1- 32　两年本底调查与一年本底初步调查降水中放射性水平对比表

单位：mBq/L

项目名称		总 α	总 β	^{90}Sr	^{3}H（Bq/L）
一年本底初步调查	范围	范围	13.5~283	0.35~2.85	0.90~1.82（上半年）
	均值	均值	68.0±74.8	1.19±0.71	1.39±0.35（上半年）
两年本底调查	范围	范围	15~760	1.25~29.7	0.31~0.75
	均值	均值	79±128	10.9±7.4	0.49±0.11

表 3.1- 33　地表水中放射性核素活度浓度的测量结果

样品编号		采样时间	^{40}K（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）	总α （Bq/L）	总β （Bq/L）
FQLDB100701	魏庄水库	2010 年 7 月	180±7	0.70±0.08	2.20±0.07	——	<LLD	0.19±0.01
FQLDB110301	魏庄水库	2011 年 3 月	290±9	0.81±0.08	3.46±0.08	——	0.048±0.008	0.22±0.01
FQLDB110901	魏庄水库	2011 年 9 月	429±12	0.40±0.08	4.46±0.07	——	<LLD	0.33±0.01
FQLDB120301	魏庄水库	2012 年 3 月	554±13	0.48±0.08	5.31±0.07	0.92±0.07	<LLD	0.29±0.01
FQLDB100702	官厅水库	2010 年 7 月	477±12	0.82±0.08	2.43±0.07	——	<LLD	0.60±0.01
FQLDB110302-1	官厅水库	2011 年 3 月	573±13	0.75±0.08	8.88±0.12	——	<LLD	0.55±0.01
FQLDB110302-2	官厅水库	2011 年 3 月	630±13	0.61±0.08	6.05±0.08	——	0.092±0.016	0.67±0.01
FQLDB110902-1	官厅水库	2011 年 9 月	573±14	0.34±0.07	5.73±0.09	——	<LLD	0.60±0.01
FQLDB110902-2	官厅水库	2011 年 9 月	600±15	0.25±0.07	4.60±0.08	——	<LLD	0.51±0.01
FQLDB120302-1	官厅水库	2012 年 3 月	615±14	0.58±0.08	6.73±0.07	0.15±0.06	<LLD	0.56±0.01
FQLDB120302-2	官厅水库	2012 年 3 月	688±17	0.44±0.08	7.98±0.10	0.19±0.09	<LLD	0.54±0.01
FQLDB100703	华南河	2010 年 7 月	936±16	0.66±0.08	2.44±0.07	——	<LLD	0.90±0.01
FQLDB110303	华南河	2011 年 3 月	（2.53±0.03）×10^{3}	0.66±0.08	1.26±0.09	——	0.60±0.05	1.33±0.02
FQLDB110903	华南河	2011 年 9 月	697±15	0.32±0.07	3.89±0.24	——	0.132±0.019	0.95±0.02
FQLDB120303	华南河	2012 年 3 月	（1.29±0.02）×10^{3}	0.43±0.08	3.29±0.06	0.26±0.07	0.15±0.107	1.27±0.04
FQLDB100704	东圳水库	2010 年 7 月	74.2±4.3	0.60±0.08	4.89±0.15	——	<LLD	0.069±0.001
FQLDB110304	东圳水库	2011 年 3 月	79.2±4.2	0.50±0.08	2.13±0.06	——	<LLD	0.082±0.002
FQLDB110904	东圳水库	2011 年 9 月	82.3±4.3	0.45±0.08	2.67±0.07	——	<LLD	0.13±0.01
FQLDB120304	东圳水库	2012 年 3 月	80.7±4.1	0.40±0.08	3.23±0.05	＜0.015	<LLD	0.030±0.001

注：总α 探测限 L_D=0.048Bq/L，^{137}Cs 为放化分析结果。

表 3.1- 34　地表水样品测量结果均值

均值		^{40}K（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	总β（Bq/L）
按点均值	魏庄水库	363±163	0.60±0.19	3.86±1.34	0.26±0.06
	官厅水库	594±65	0.54±0.21	6.06±2.14	0.58±0.05
	华南河	1363±815	0.52±0.17	2.72±1.14	1.11±0.22
	东圳水库	79.1±3.5	0.49±0.09	3.23±1.19	0.08±0.04
按季度均值	2010 年秋季	417±386	0.70±0.09	2.99±1.27	0.44±0.38
	2011 年春季	820±981	0.67±0.12	4.36±3.11	0.57±0.49
	2011 年秋季	476±240	0.35±0.08	4.27±1.12	0.50±0.31
	2012 年春季	646±432	0.47±0.07	5.31±2.09	0.54±0.46

表 3.1- 35　两年本底调查与一年本底初步调查地表水中放射性水平对比表

单位：（mBq/L）

项目名称		总α	总β	^{3}H（Bq/L）	^{40}K	^{90}Sr
初步调查均值	魏庄水库	16.5±19.3	108±64	0.68±0.30	83.0±28.3	5.12±2.56
	华南河	48.3±31.7	904±563	0.58±0.38	（1.01±0.70）×10^{3}	3.43±2.88
	官厅水库	50.4±59.0	139±131	0.88±0.25	60.1±18.3	3.45±0.46
两年本底调查均值	魏庄水库	260±60	0.60±0.19	363±163	3.86±1.34	260±60
	华南河	（1.11±0.22）×10^{3}	0.52±0.17	（1.36±0.82）×10^{3}	2.72±1.14	（1.11±0.22）×10^{3}
	官厅水库	580±50	0.54±0.21	594±65	6.06±2.14	580±50
A/B*	魏庄水库	0.42	1.13	0.23	1.33	0.42
	华南河	0.81	1.12	0.74	1.26	0.81
	官厅水库	0.24	1.63	0.10	0.57	0.24

注：*中 A 表示初步调查均值，B 表示两年本地调查均值。

表 3.1- 36　地下水中放射性核素活度浓度的测量结果

样品编号	点位名称	采样时间	^{40}K mBq/L	^{3}H Bq/L	^{90}Sr mBq/L	^{137}Cs mBq/L	总α Bq/L	总β Bq/L
FQLDX100701	气象站	2010 年 7 月	92.5±4.7	0.67±0.08	5.56±0.09	——	<LLD	0.086±0.002
FQLDX110301	气象站	2011 年 3 月	94.5±4.4	0.65±0.08	6.73±0.09	——	0.088±0.007	0.091±0.002
FQLDX110901	气象站	2011 年 9 月	115±6	0.42±0.08	1.61±0.06	——	<LLD	0.14±0.01
FQLDX120301	气象站	2012 年 3 月	92.1±4.5	0.39±0.07	1.72±0.04	<0.015	<LLD	0.10±0.01
FQLDX100702	虎邱村	2010 年 7 月	322±9	0.50±0.08	6.50±0.09	——	<LLD	0.34±0.01
FQLDX110302-1	虎邱村	2011 年 3 月	317±10	0.85±0.08	6.90±0.13	——	0.16±0.02	0.29±0.01
FQLDX110302-2	虎邱村	2011 年 3 月	312±10	1.02±0.09	4.75±0.09	——	0.11±0.02	0.27±0.01
FQLDX110902-1	虎邱村	2011 年 9 月	303±10	0.40±0.08	3.46±0.06	——	<LLD	0.36±0.01
FQLDX110902-2	虎邱村	2011 年 9 月	303±11	0.35±0.07	9.59±0.11	——	<LLD	0.34±0.01
FQLDX120302-1	虎邱村	2012 年 3 月	312±9	0.36±0.07	5.54±0.07	<0.015	0.11±0.02	0.33±0.01
FQLDX120302-2	虎邱村	2012 年 3 月	302±9	0.35±0.07	5.77±0.07	<0.015	0.090±0.021	0.34±0.01
FQLDX100703	福清市	2010 年 7 月	397±11	0.47±0.08	5.06±0.08	——	0.043±0.008	0.42±0.01
FQLDX110303	福清市	2011 年 3 月	345±10	0.60±0.08	2.66±0.06	——	0.11±0.01	0.32±0.01
FQLDX110903	福清市	2011 年 9 月	399±12	0.27±0.07	6.97±0.09	——	<LLD	0.40±0.01
FQLDX120303	福清市	2012 年 3 月	299±9	0.44±0.08	4.49±0.06	<0.015	<LLD	0.28±0.01

注：总α 探测限 L_D=0.048Bq/L，^{137}Cs 为放化分析结果。

表 3.1- 37　地下水样品测量结果均值

均值		K-40 mBq/L	H-3 Bq/L	Sr-90 mBq/L	总β Bq/L
按点均值	气象站	98.5±11.0	0.53±0.15	3.91±2.63	0.10±0.02
	虎邱村	310±8	0.55±0.27	6.07±1.92	0.32±0.03
	福清市	360±48	0.45±0.14	4.80±1.78	0.36±0.07
按季度均值	2010 年秋季	271±159	0.55±0.11	5.71±0.73	0.28±0.17
	2011 年春季	267±116	0.78±0.19	5.26±1.99	0.24±0.10
	2011 年秋季	280±119	0.36±0.07	5.41±3.57	0.31±0.12
	2012 年春季	251±106	0.39±0.04	4.38±1.86	0.26±0.11

表 3.1- 38　两年本底调查与一年本底初步调查地下水中放射性水平对比表

单位：mBq/L

分析项目		总β	^{3}H（Bq/L）	^{40}K	^{90}Sr
初步调查	气象站	92.8±66.8	0.78±0.56	69.4±30.5	3.50±1.51
	虎邱村	128±14	0.43±0.28	99.6±41.6	3.95±2.29
本次调查	气象站	100±20	0.53±0.15	98.5±11.0	3.91±2.63
	虎邱村	320±30	0.55±0.27	310±8	6.07±1.92
初步调查/本次调查	气象站	0.93	1.47	0.70	0.90
	虎邱村	0.40	0.78	0.32	0.65

表 3.1- 39　饮用水中放射性核素活度浓度的测量结果

单位：mBq/L

样品编号	点位名称	采样时间	^{40}K	^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr	^{137}Cs	总α （Bq/L）	总β （Bq/L）
FQLYY100701	前薛村	2010 年 7 月	221±8	0.71±0.08	4.97±0.08	——	0.041±0.007	0.19±0.01
FQLYY101101	前薛村	2010 年 11 月	161±7	0.37±0.08	5.22±0.08	——	0.11±0.02	0.15±0.01
FQLYY110301	前薛村	2011 年 3 月	249±8	0.62±0.08	21.8±0.3	——	0.26±0.03	0.37±0.01
FQLYY110601	前薛村	2011 年 6 月	320±9	0.93±0.08	7.85±0.10	0.30±0.05	0.086±0.014	0.43±0.01
FQLYY110901	前薛村	2011 年 9 月	167±7	0.52±0.08	12.9±0.1	0.30±0.05	<LLD	0.20±0.01
FQLYY111201	前薛村	2011 年 12 月	155±7	0.78±0.08	13.2±0.1	＜0.015	0.098±0.018	0.27±0.01
FQLYY120301	前薛村	2012 年 3 月	197±7	0.45±0.08	3.79±0.06	＜0.015	<LLD	0.16±0.01
FQLYY120601	前薛村	2012 年 6 月	151±7	0.37±0.07	4.23±0.08	＜0.015	0.097±0.025	0.18±0.01
FQLYY100702	泽歧村	2010 年 7 月	259±9	0.56±0.08	5.09±0.08	——	0.063±0.005	0.084±0.001
FQLYY101102	泽歧村	2010 年 11 月	223±8	0.44±0.08	3.25±0.08	——	<LLD	0.21±0.01
FQLYY110302-1	泽歧村	2011 年 3 月	237±8	0.45±0.08	2.74±0.07	——	0.078±0.016	0.17±0.01
FQLYY110302-2	泽歧村	2011 年 3 月	242±8	0.59±0.08	7.00±0.10	——	0.10±0.02	0.20±0.01
FQLYY110602-1	泽歧村	2011 年 6 月	285±9	0.40±0.08	1.37±0.06	0.28±0.05	<LLD	0.20±0.01
FQLYY110602-2	泽歧村	2011 年 6 月	246±8	0.44±0.08	3.01±0.07	0.27±0.04	<LLD	0.19±0.01
FQLYY110902-1	泽歧村	2011 年 9 月	266±9	0.47±0.08	2.81±0.05	0.28±0.05	<LLD	0.20±0.01
FQLYY110902-2	泽歧村	2011 年 9 月	251±9	0.49±0.08	8.24±0.16	0.27±0.04	<LLD	0.17±0.01
FQLYY111202-1	泽歧村	2011 年 12 月	94.9±5.1	0.56±0.08	2.09±0.05	0.17±0.07	0.065±0.012	0.16±0.01
FQLYY111202-2	泽歧村	2011 年 12 月	128±6	0.76±0.08	4.34±0.07	＜0.015	0.036±0.01	0.19±0.01
FQLYY120302-1	泽歧村	2012 年 3 月	194±7	0.45±0.08	3.79±0.06	＜0.015	0.069±0.016	0.24±0.01
FQLYY120302-2	泽歧村	2012 年 3 月	236±8	0.41±0.08	3.38±0.05	＜0.015	0.079±0.016	0.28±0.01
FQLYY120602-1	泽歧村	2012 年 6 月	318±10	0.49±0.08	6.15±0.09	＜0.015	<LLD	0.25±0.01
FQLYY120602-2	泽歧村	2012 年 6 月	276±9	0.42±0.08	7.70±0.11	＜0.015	0.059±0.021	0.27±0.01

FQLYY100703	福清市	2010 年 7 月	76.7±3.9	0.50±0.08	3.62±0.16	——	0.17±0.02	0.25±0.01
FQLYY101103	福清市	2010 年 11 月	97.1±4.5	0.32±0.08	2.34±0.06	——	<LLD	0.075±0.001
FQLYY110303	福清市	2011 年 3 月	86.3±4.3	0.73±0.08	2.02±0.06	——	<LLD	0.11±0.01
FQLYY110603	福清市	2011 年 6 月	124±6	0.51±0.08	2.33±0.11	0.97±0.06	<LLD	0.27±0.01
FQLYY110903	福清市	2011 年 9 月	78.4±4.3	0.34±0.7	1.79±0.06	0.98±0.06	<LLD	0.11±0.01
FQLYY111203	福清市	2011 年 12 月	92.2±4.6	0.96±0.08	2.49±0.06	0.050±0.062	<LLD	0.090±0.001
FQLYY120303	福清市	2012 年 3 月	109±5	0.53±0.08	2.20±0.05	＜0.015	<LLD	0.15±0.01
FQLYY120603	福清市	2012 年 6 月	95.4±4.9	0.44±0.08	3.26±0.07	＜0.015	<LLD	0.12±0.01

注：总 α 探测限 LD=0.048Bq/L，^{137}Cs 为放化分析结果。

表 3.1- 40　饮用水中放射性核素活度浓度的测量结果均值

均值		K-40（mBq/L）	H-3（Bq/L）	Sr-90（mBq/L）	总β （Bq/L）
按点均值	前薛村	203±59	0.59±0.20	9.25±6.30	0.24±0.10
	泽歧村	233±59	0.50±0.10	4.35±2.16	0.20±0.05
	福清市	94.9±15.7	0.54±0.21	2.51±0.62	0.15±0.07
按季度均值	2010 年秋季	186±96	0.59±0.11	4.56±0.82	0.17±0.08
	2010 年冬季	160±63	0.38±0.06	3.60±1.47	0.15±0.07
	2011 年春季	204±78	0.60±0.12	8.39±9.21	0.21±0.11
	2011 年夏季	244±85	0.57±0.24	3.64±2.89	0.27±0.11
	2011 年秋季	191±87	0.46±0.08	6.44±5.16	0.17±0.04
	2011 年冬季	118±30	0.77±0.16	5.53±5.21	0.18±0.07
	2012 年春季	184±54	0.46±0.05	3.29±0.75	0.21±0.06
	2012 年夏季	210±104	0.43±0.05	5.34±1.98	0.21±0.07

表 3.1- 41　两年本底调查与一年本底初步调查地下水中放射性水平对比表（mBq/L）

项目名称		总 α	总 β	^{3}H（Bq/L）	^{40}K	^{90}Sr
一年本底	范围	16.1~39.7	49.4~169	0.44~1.60	45.3~106	1.73~18.2
初步调查	均值	28.0±7.8	95.0±44.6	0.84±0.47	69.3±22.3	8.72±5.72
两年本底	范围	L_D~260	75~430	0.32~0.96	76.7~320	1.37~21.8
调查	均值	——	200±80	0.53±0.16	188±77	5.17±4.32

表 3.1- 42　淡水样品测量结果比较

水样类型	单位	降水	饮用水	地下水	地表水
^{40}K	mBq/L	——	188±77	267±110	599±565
^{3}H	Bq/L	0.49±0.11	0.53±0.16	0.52±0.21	0.54±0.17
^{90}Sr	mBq/L	10.9±7.4	5.17±4.32	5.15±2.16	4.30±2.08
总 β	Bq/L	0.079±0.128	0.20±0.08	0.27±0.11	0.52±0.39

表 3.1- 43　陆地生物样品放射性核素活度浓度的测量结果

单位：Bq/kg 鲜

名称	采样日期	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	灰鲜比
大米	2010 年 7 月	FQLSL100701-1	0.062±0.010	0.042±0.003	<0.008	36.0±0.2	0.13±0.01	0.00593
大米	2010 年 7 月	FQLSL100701-2	0.076±0.009	0.030±0.002	<0.007	29.5±0.2	0.085±0.002	0.00494
大米	2010 年 11 月	FQLSL101101-早	0.052±0.010	0.019±0.002	<0.009	50.9±0.2	0.39±0.01	0.00844
大米	2010 年 11 月	FQLSL101101-晚	0.077±0.010	0.029±0.002	<0.008	31.8±0.2	0.053±0.001	0.00530
大米	2011 年 7 月	FQLSL110701-1	<0.035	<0.018	<0.007	30.2±0.2	0.0088±0.0007	0.00720
大米	2011 年 7 月	FQLSL110701-2	<0.032	<0.015	<0.007	32.7±0.2	0.0089±0.0006	0.00573
大米	2012 年 1 月	FQLSL120101-早	0.090±0.009	0.031±0.002	<0.006	30.3±0.2	0.044±0.001	0.00449
大米	2012 年 1 月	FQLSL120101-晚	0.059±0.008	0.013±0.002	<0.006	27.7±0.2	0.094±0.001	0.00496
红薯	2010 年 7 月	FQLSL100702	0.089±0.010	<0.019	<0.008	79.2±0.3	0.049±0.002	0.00887
红薯	2011 年 9 月	FQLSL110902	0.17±0.02	0.099±0.005	0.018±0.003	52.5±0.2	0.12±0.01	0.00729
花生	2010 年 9 月	FQLSL100903-1（干）	1.09±0.07	0.23±0.02	0.17±0.02	218±2	0.40±0.01	0.0237
花生	2010 年 9 月	FQLSL100903-2（干）	1.17±0.08	0.21±0.02	0.17±0.02	211±2	0.36±0.01	0.0228
花生	2011 年 8 月	FQLSL110803-1（干）	1.05±0.06	0.20±0.01	0.079±0.014	204±1	0.50±0.01	0.0230
花生	2011 年 8 月	FQLSL110803-2（干）	1.04±0.06	0.25±0.01	0.064±0.013	197±1	0.87±0.02	0.0219
空心	2010 年 7 月	FQLSC100701-1	0.17±0.02	0.098±0.002	0.010±0.002	70.2±0.4	0.050±0.002	0.00908
空心	2010 年 7 月	FQLSC100701-2	0.16±0.02	0.090±0.006	0.010±0.002	70.4±0.4	0.022±0.001	0.00906
空心	2011 年 8 月	FQLSC110801-1	0.23±0.02	0.11±0.01	<0.013	85.8±0.3	0.30±0.01	0.0108
空心	2011 年 8 月	FQLSC110801-2	0.18±0.02	0.082±0.004	0.011±0.003	65.8±0.3	0.29±0.01	0.00893
豆角	2010 年 7 月	FQLSC100702	<0.042	<0.020	0.014±0.003	55.6±0.2	0.063±0.001	0.00486
豆角	2011 年 6 月	FQLSC110602	0.057±0.008	<0.030	<0.011	66.7±0.3	0.59±0.01	0.00604
芹菜	2010 年 12 月	FQLSC101203	0.042±0.012	0.023±0.002	<0.012	101±1	0.28±0.01	0.00889
芹菜	2011 年 12 月	FQLSC111203（前）	0.047±0.009	<0.019	<0.008	74.3±0.3	0.054±0.002	0.00773
芹菜	2011 年 12 月	FQLSC111203（后）	0.053±0.014	<0.029	<0.011	83.1±0.3	0.097±0.003	0.00896

名称	采样日期	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	灰鲜比
猪肉	2010 年 7 月	FQLSR100701	<0.064	<0.030	0.059±0.005	88.7±0.4	0.12±0.01	0.00998
猪肉	2011 年 7 月	FQLSR110701	<0.076	<0.036	0.051±0.007	103±1	0.067±0.002	0.0109
鸡肉	2010 年 7 月	FQLSR100702	0.062±0.010	<0.032	<0.011	41.5±0.3	0.16±0.01	0.0100
鸡肉	2011 年 7 月	FQLSR110702	<0.091	<0.051	0.017±0.004	82.1±0.3	0.14±0.01	0.0138
牛奶	2010 年 7 月	FQLSN100701	<0.053	<0.029	<0.009	51.3±0.3	——	0.00706
牛奶	2010 年 7 月	FQLSN100702	<0.068	<0.038	<0.010	52.7±0.3	——	0.00959
牛奶	2011 年 3 月	FQLSN110301	<0.069	<0.034	<0.014	52.0±0.3	——	0.0153
牛奶	2011 年 3 月	FQLSN110302-1	<0.059	<0.029	<0.013	60.9±0.3	——	0.0144
牛奶	2011 年 3 月	FQLSN110302-2	<0.056	<0.027	<0.011	57.6±0.3	——	0.0134
牛奶	2011 年 9 月	FQLSN110901	<0.077	<0.041	<0.015	54.5±0.3	——	0.0131
牛奶	2011 年 9 月	FQLSN110902-1	<0.068	<0.036	<0.013	50.5±0.3	——	0.0101
牛奶	2011 年 9 月	FQLSN110902-2	<0.069	<0.036	<0.013	49.9±0.3	——	0.0103
牛奶	2012 年 3 月	FQLSN120301	<0.050	<0.032	<0.012	49.2±0.3	——	0.0187
牛奶	2012 年 3 月	FQLSN120302-1	<0.054	<0.031	<0.011	49.3±0.3	——	0.0183
牛奶	2012 年 3 月	FQLSN120302-2	<0.055	<0.031	<0.011	49.9±0.3	——	0.0185
罗非	2010 年 7 月	FQLSY100701-1	0.20±0.02	0.096±0.005	0.029±0.004	54.5±0.3	0.088±0.002	0.00919
罗非	2010 年 7 月	FQLSY100701-2	0.23±0.02	0.048±0.004	0.031±0.004	64.0±0.3	0.18±0.01	0.0114
罗非	2011 年 7 月	FQLSY110701-1	0.24±0.03	0.095±0.006	0.023±0.006	59.3±0.4	0.061±0.002	0.0136
罗非	2011 年 7 月	FQLSY110701-2	0.24±0.03	0.090±0.006	0.020±0.006	57.5±0.4	0.046±0.002	0.0136
鲢鱼	2010 年 7 月	FQLSY100702	0.048±0.007	<0.021	<0.009	62.0±0.3	0.080±0.002	0.00804
鲢鱼	2011 年 7 月	FQLSY110702	0.066±0.013	<0.033	<0.013	67.0±0.3	0.042±0.002	0.0110
草鱼	2010 年 7 月	FQLSY100703	<0.064	<0.034	0.018±0.004	64.0±0.3	0.087±0.004	0.00922
草鱼	2011 年 7 月	FQLSY110703	<0.074	<0.035	0.012±0.005	74.0±0.4	0.087±0.002	0.0110
松针	2010 年 9 月	FQLSS100901（干）	2.59±0.09	0.46±0.03	<0.044	198±1	6.99±0.03	0.0281
松针	2011 年 9 月	FQLSS110901（干）	5.46±0.13	1.76±0.05	0.091±0.017	162±1	17.7±0.1	0.0331
甜瓜	2010 年 7 月	FQLSG100701-1	<0.047	<0.022	0.020±0.003	90.9±0.3	0.057±0.002	0.00740
甜瓜	2010 年 7 月	FQLSG100701-2	<0.054	<0.024	0.024±0.003	96.6±0.3	0.055±0.002	0.00781

名称	采样日期	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	灰鲜比
甜瓜	2011 年 6 月	FQLSG110601-1	0.055±0.011	0.033±0.003	0.030±0.003	69.5±0.3	0.056±0.001	0.00507
甜瓜	2011 年 6 月	FQLSG110601-2	0.091±0.013	0.034±0.003	0.031±0.004	71.2±0.3	0.056±0.001	0.00523
杨桃	2010 年 9 月	FQLSG100902	0.063±0.007	0.015±0.002	<0.005	51.1±0.2	0.13±0.01	0.00356
杨桃	2011 年 9 月	FQLSG110902	0.075±0.007	0.016±0.001	0.035±0.002	40.5±0.2	0.063±0.001	0.00360
木麻黄	2012 年 3 月	FQLSS120302	1.32±0.12	0.76±0.04	0.081±0.027	242±2	10.7±0.1	0.0798
相思树	2012 年 3 月	FQLSS120303	3.57±0.15	2.05±0.07	0.064±0.028	305±2	31.3±0.1	0.0519
范围								

*注：花生、松针、木麻黄和相思树单位为 Bq/kg（干），最后为灰干比。

表 3.1- 44　陆地生物样品测量结果均值

单位：Bq/kg 鲜

样品名称	样品个数	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	灰鲜比
大米	8	0.056±0.028	0.022±0.013	——	33.6±7.4	0.10±0.12	0.00587±0.00133
红薯	2	0.13±0.06	0.052±0.066	0.011±0.010	65.9±18.9	0.085±0.050	0.00808±0.00112
花生	4	1.09±0.06	0.22±0.02	0.12±0.06	208±9	0.53±0.23	0.0229±0.0007
空心	4	0.19±0.03	0.10±0.01	0.009±0.003	73.1±8.8	0.17±0.15	0.00947±0.00089
豆角	2	0.039±0.026	——	0.010±0.006	61.2±7.8	0.33±0.37	0.00545±0.00083
芹菜	3	0.047±0.006	——	——	86.1±13.6	0.14±0.12	0.00853±0.00069
猪肉	2	——	——	0.055±0.006	95.9±10.1	0.094±0.037	0.0104±0.0007
鸡肉	2	0.054±0.012	——	0.011±0.008	61.8±28.7	0.15±0.01	0.0119±0.0027
牛奶	11	——	——	——	52.5±3.8	——	0.0135±0.004
罗非	4	0.23±0.02	0.082±0.023	0.026±0.005	58.8±4.0	0.094±0.060	0.0119±0.0021
鲢鱼	2	0.057±0.013	——	——	64.5±3.5	0.061±0.027	0.00952±0.00209
草鱼	2	——	——	0.015±0.004	69.0±7.1	0.087±0.001	0.0101±0.0013
松针	2	4.03±2.03	1.11±0.92	0.056±0.050	180±25	12.3±7.6	0.0306±0.0035
甜瓜	4	0.048±0.033	0.022±0.014	0.026±0.005	82.1±13.7	0.056±0.001	0.00638±0.00143
杨桃	2	0.069±0.008	0.016±0.001	0.019±0.023	45.8±7.5	0.097±0.047	0.00358±0.00003
木麻黄	1	1.32	0.76	0.081	242	10.7	0.0798
相思树	1	3.57	2.05	0.064	305	31.3	0.0519

表 3.1- 45　陆地生物样品测量结果范围

样品名称	样品个数	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	灰鲜比
大米	8	<0.03~0.077	<0.01~0.042	<LLD	27.7~50.9	0.0088~0.39	0.00449~0.00844
红薯	2	0.089~0.17	<0.01~0.099	<0.008~0.018	52.5~79.2	0.049~0.12	0.00729~0.00887
花生	4	1.04~1.17	0.20~0.25	0.064~0.17	197~218	0.36~0.87	0.0219~0.0237
空心	4	0.16~0.23	0.082~0.11	<0.01~0.011	65.8~85.8	0.022~0.30	0.00893~0.0108
豆角	2	<0.04~0.057	<LLD	<0.01~0.014	55.6~66.7	0.063~0.59	0.00486~0.00604
芹菜	3	0.042~0.053	<0.01~0.023	<LLD	74.3~101	0.054~0.28	0.00773~0.00896
猪肉	2	<LLD	<LLD	0.051~0.059	88.7~103	0.067~0.12	0.00998~0.0109
鸡肉	2	<0.09~0.062	<LLD	<0.01~0.017	41.5~82.1	0.14~0.16	0.0100~0.0138
牛奶	11	<LLD	<LLD	<LLD	49.2~60.9	<LLD	0.00706~0.0187
罗非	4	0.20~0.24	0.048~0.096	0.020~0.031	54.5~64.0	0.046~0.18	0.00919~0.0136
鲢鱼	2	0.048~0.066	<LLD	$<LL_D$	62.0~67.0	0.042~0.080	0.00804~0.0110
草鱼	2	<LLD	<LLD	0.012~0.018	64.0~74.0	0.087~0.087	0.00922~0.0110
松针	2	2.59~5.46	0.46~1.76	<0.04~0.091	162~198	6.99~17.7	0.0281~0.0331
甜瓜	4	<0.04~0.091	<0.02~0.034	0.020~0.031	71.2~96.6	0.055~0.057	0.00507~0.00781
杨桃	2	0.063~0.075	0.015~0.016	<0.005~0.035	40.5~51.1	0.063~0.13	0.00356~0.00360

*注：花生、松针、木麻黄和相思树单位为 Bq/kg（干），最后为灰干比

表 3.1- 46　两年本底调查与一年本底初步调查陆地生物样品测量结果对比表

单位：（Bq/kg 鲜）

	样品名称	^{228}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr
初步调查	红薯	0.08±0.01	0.15±0.01	0.013±0.003	58.1±0.3	0.052±0.002
	花生（干）	0.31±0.09	0.06±0.07	<LLD	217±2	0.049±0.006
	牛奶	<LLD	<LLD	<LLD	21.4±0.2	0.027±0.002
	罗非鱼	0.029±0.009	0.064±0.014	0.021±0.004	63.9±0.4	1.16±0.04
	鲢鱼	<LLD	<LLD	0.017±0.004	64.1±0.4	0.025±0.004
两年调查	红薯	0.13±0.06	0.052±0.066	0.011±0.010	65.9±18.9	0.085±0.050
	花生（干）	1.09±0.06	0.22±0.02	0.12±0.06	208±9	0.53±0.23
	牛奶	<LLD	<LLD	<LLD	52.5±3.8	——
	罗非鱼	0.23±0.02	0.082±0.023	0.026±0.005	58.8±4.0	0.094±0.060
	鲢鱼	0.057±0.013	<LLD	<LLD	64.5±3.5	0.061±0.027
A/B*	红薯	0.62	2.88	1.18	0.88	0.61
	花生（干）	0.28	0.27	——	1.04	0.09
	牛奶	——	——	——	0.41	——
	罗非鱼	0.13	0.78	0.81	1.09	12.3
	鲢鱼	——	——	——	0.99	0.41

注：*A 表示初步调查，B 表示两年本底调查

表 3.1- 47　海水中放射性核素活度浓度的测量结果

样品编号	采样日期	点位名称	^{226}Ra mBq/L	^{137}Cs mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	总 U μg/L	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L
FQHHS100701-1	2010 年 7 月	核电排放口	3.18±0.24	2.78±0.34	0.50±0.08	9.24±0.34	3.05±0.04	9.05±0.44	2.47±0.06
FQHHS100701-2	2010 年 7 月	核电排放口	5.18±0.37	2.54±0.40	1.02±0.09	10.4±0.4	2.92±0.07	10.6±0.5	3.66±0.06
FQHHS110301-1	2011 年 3 月	核电排放口	8.42±0.42	1.89±0.29	0.94±0.09	9.66±0.55	3.00±0.05	9.06±0.54	4.28±0.10
FQHHS110301-2	2011 年 3 月	核电排放口	8.14±0.37	2.15±0.31	0.86±0.08	10.1±0.4	3.07±0.13	10.3±0.6	3.41±0.12
FQHHS110901-1	2011 年 9 月	核电排放口	5.13±0.35	1.74±0.23	0.20±0.07	13.1±0.7	3.12±0.04	13.3±0.7	1.76±0.05
FQHHS110901-2	2011 年 9 月	核电排放口	4.60±0.30	1.68±0.24	0.27±0.07	12.6±0.4	3.01±0.02	11.5±0.7	1.05±0.06
FQHHS120301-1	2012 年 3 月	核电排放口	5.54±0.41	1.95±0.30	0.43±0.08	8.57±0.34	2.86±0.09	10.0±0.5	1.35±0.06
FQHHS120301-2	2012 年 3 月	核电排放口	5.33±0.34	1.90±0.29	0.41±0.08	9.74±0.37	2.89±0.09	8.82±0.42	1.61±0.07
FQHHS100702	2010 年 7 月	厂址东南	4.30±0.29	2.41±0.36	0.49±0.08	9.13±0.27	3.09±0.32	8.18±0.40	2.20±0.07
FQHHS110302	2011 年 3 月	厂址东南	7.82±0.41	2.83±0.34	0.48±0.08	8.67±0.46	2.93±0.11	8.90±0.47	1.56±0.06
FQHHS110902	2011 年 9 月	厂址东南	6.11±0.33	1.76±0.25	0.45±0.08	11.2±0.6	3.07±0.14	10.3±0.6	1.22±0.04
FQHHS120302	2012 年 3 月	厂址东南	4.58±0.32	1.60±0.26	0.39±0.07	9.63±0.37	2.85±0.02	9.92±0.51	1.57±0.04
FQHHS100703	2010 年 7 月	厂址西	2.26±0.20	1.74±0.40	0.48±0.08	9.89±0.38	2.84±0.10	11.2±0.5	0.65±0.04
FQHHS110303	2011 年 3 月	厂址西	7.16±0.39	2.34±0.41	0.85±0.08	10.1±0.6	2.95±0.15	9.87±0.50	1.93±0.05
FQHHS110903	2011 年 9 月	厂址西	6.07±0.33	1.95±0.27	0.34±0.07	10.8±0.5	3.09±0.07	12.8±0.8	1.22±0.04
FQHHS120303	2012 年 3 月	厂址西	<2.5	1.25±0.36	0.37±0.08	9.91±0.55	2.83±0.03	10.4±0.5	0.82±0.05
FQHHS100704	2010 年 7 月	气象站东	5.43±0.35	2.79±0.40	0.53±0.07	7.51±0.21	2.88±0.19	11.8±0.6	0.76±0.05
FQHHS110304	2011 年 3 月	气象站东	5.19±0.37	2.21±0.30	0.68±0.08	10.1±0.5	2.79±0.06	9.65±0.55	5.09±0.10
FQHHS110904	2011 年 9 月	气象站东	6.39±0.36	1.87±0.25	0.41±0.08	11.3±0.6	3.04±0.12	11.8±0.8	0.94±0.04
FQHHS120304	2012 年 3 月	气象站东	5.54±0.41	1.60±0.27	0.44±0.08	10.8±0.4	2.92±0.07	9.59±0.47	1.40±0.06
FQHHS100705	2010 年 7 月	小麦岛西	4.37±0.27	2.29±0.35	0.51±0.08	9.23±0.36	2.94±0.11	10.9±0.6	0.63±0.04
FQHHS110305	2011 年 3 月	小麦岛西	7.09±0.40	2.06±0.34	0.75±0.08	10.4±0.5	2.95±0.04	9.67±0.48	5.34±0.13
FQHHS110905	2011 年 9 月	小麦岛西	5.93±0.33	1.64±0.22	0.36±0.07	11.9±0.4	3.06±0.04	7.29±0.66	1.18±0.04
FQHHS120305	2012 年 3 月	小麦岛西	3.18±0.26	1.59±0.32	0.45±0.08	10.0±0.4	2.82±0.03	8.18±0.43	0.49±0.07

样品编号	采样日期	点位名称	^{226}Ra mBq/L	^{137}Cs mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	总 U μg/L	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L
FQHHS100706	2010 年 7 月	厂址以北	3.41±0.24	2.30±0.40	0.43±0.08	8.29±0.25	2.65±0.05	9.08±0.38	1.37±0.05
FQHHS110306	2011 年 3 月	厂址以北	7.81±0.45	1.55±0.30	0.36±0.08	8.45±0.43	2.52±0.18	8.43±0.47	4.30±0.12
FQHHS110906	2011 年 9 月	厂址以北	8.12±0.38	1.75±0.24	0.26±0.07	10.1±0.5	3.07±0.03	9.63±0.64	0.75±0.03
FQHHS120306	2012 年 3 月	厂址以北	4.52±0.31	1.68±0.22	0.25±0.07	11.0±0.4	2.92±0.02	13.5±0.5	0.73±0.04
FQHHS100707-1	2010 年 7 月	厂址西南	<2.07	2.53±0.30	0.36±0.08	10.2±0.4	2.76±0.15	8.70±0.45	1.52±0.05
FQHHS100707-2	2010 年 7 月	厂址西南	<1.94	2.24±0.31	0.52±0.08	9.21±0.27	2.92±0.02	11.5±0.5	1.41±0.05
FQHHS110307-1	2011 年 3 月	厂址西南	3.90±0.34	2.21±0.29	0.60±0.08	10.8±0.6	2.97±0.05	9.72±0.51	3.20±0.06
FQHHS110307-2	2011 年 3 月	厂址西南	4.36±0.28	1.99±0.29	0.94±0.09	10.7±0.4	2.71±0.17	9.31±0.54	2.78±0.05
FQHHS110907-1	2011 年 9 月	厂址西南	4.61±0.34	1.87±0.30	0.39±0.07	9.66±0.40	2.93±0.19	10.9±0.7	0.47±0.04
FQHHS110907-2	2011 年 9 月	厂址西南	<2.1	1.62±0.23	0.31±0.07	11.1±0.5	3.01±0.06	11.4±0.7	1.54±0.05
FQHHS120307-1	2012 年 3 月	厂址西南	5.13±0.34	1.62±0.24	0.41±0.08	9.07±0.36	2.95±0.06	10.4±0.5	1.23±0.06
FQHHS120307-2	2012 年 3 月	厂址西南	5.10±0.36	1.50±0.23	0.41±0.08	9.33±0.36	2.93±0.03	13.6±0.6	1.96±0.06
FQHHS100708	2010 年 7 月	厂址西北	7.24±0.42	2.31±0.36	0.53±0.08	10.3±0.4	2.71±0.08	12.8±0.6	3.58±0.06
FQHHS110308	2011 年 3 月	厂址西北	5.41±0.34	2.75±0.35	0.54±0.08	10.2±0.6	2.98±0.14	10.9±0.6	3.72±0.06
FQHHS110908	2011 年 9 月	厂址西北	6.18±0.32	1.93±0.27	0.33±0.07	10.6±0.7	3.13±0.07	10.8±0.8	2.33±0.1
FQHHS120308	2012 年 3 月	厂址西北	6.37±0.38	1.27±0.30	0.39±0.07	11.1±0.4	2.98±0.04	8.85±0.47	1.64±0.06

表 3.1- 48　海水样品测量结果各点均值

点位名称		^{226}Ra mBq/L	^{137}Cs mBq/L	^{3}H Bq/L	^{40}K Bq/L	总 U μg/L	总β Bq/L	^{90}Sr mBq/L
按点位均值	核电排放口	5.69±1.76	2.08±0.39	0.58±0.32	10.4±1.6	2.99±0.09	10.3±1.5	2.45±1.20
	厂址东南	5.70±1.62	2.15±0.57	0.45±0.05	9.66±1.10	2.99±0.11	9.33±0.97	1.64±0.41
	厂址西	4.19±2.87	1.82±0.45	0.51±0.23	10.2±0.4	2.93±0.12	11.1±1.3	1.16±0.57
	气象站东	5.64±0.52	2.12±0.51	0.52±0.12	9.93±1.69	2.91±0.10	10.7±1.3	2.05±2.05
	小麦岛西	5.14±1.72	1.90±0.34	0.52±0.17	10.4±1.1	2.94±0.10	9.01±1.60	1.91±2.31
	厂址以北	5.97±2.36	1.82±0.33	0.33±0.09	9.46±1.31	2.79±0.25	10.2±2.3	1.79±1.70
	厂址西南	3.26±1.69	1.95±0.28	0.49±0.20	10.0±0.8	2.90±0.09	10.7±1.3	1.76±0.87
	厂址西北	6.30±0.75	2.07±0.63	0.45±0.10	10.6±0.4	2.95±0.17	10.8±1.6	2.82±1.00
按季度均值	2010 年 7 月	3.73±1.99	2.39±0.30	0.54±0.18	9.34±0.92	2.88±0.14	10.4±1.5	1.83±1.13
	2011 年 3 月	6.53±1.66	2.20±0.38	0.70±0.20	9.92±0.79	2.89±0.17	9.60±0.70	3.56±1.25
	2011 年 7 月	5.42±1.84	1.78±0.12	0.33±0.08	11.2±1.1	3.05±0.06	11.0±1.7	1.25±0.53
	2012 年 3 月	4.65±1.46	1.60±0.23	0.40±0.06	9.92±0.84	2.90±0.05	10.3±1.8	1.28±0.46

表 3.1- 49　两年本底调查、一年本底初步调查、海洋放射性调查中海水测量结果对比表

项目名称			^{226}Ra（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	总β （Bq/L）	总 U（μg/L）
初步调查		范围	——	2.32~3.98	0.47~0.51	1.03~1.72	10.1~16.2	——
		均值	——	2.89±0.25	0.48±0.03	1.33±0.28	12.9±2.1	——
海洋本底	春季	范围	1.76~4.43	1.17~1.63	0.82~1.21	0.78~1.25	2.28~10.2	1.67~4.43
		均值	3.25±0.91	1.38±0.18	0.92±0.12	0.95±0.15	6.22±2.53	3.62±0.76
	秋季	范围	1.90~5.36	1.31~1.96	0.40~0.70	0.44~1.47	4.29~10.2	2.56~4.03
		均值	3.30±0.91	1.56±0.22	0.57±0.10	0.84±0.33	7.71±1.58	3.16±0.43
两年本底调查		范围	<LLD~8.42	1.25~2.83	0.20~1.02	0.47~5.34	7.29~13.6	2.52~3.13
		均值	5.08±1.98	1.99±0.42	0.49±0.20	1.98±1.30	10.3±1.5	2.93±0.13

表 3.1- 50　海洋沉积物中放射性核素活度浓度测量结果

单位：Bq/kg

样品编号	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	总 U（μg/g）	总β
FQHCJ100701-1	核电排放口	36.4 ± 1.6	39.1 ± 1.3	28.8 ± 0.8	0.87 ± 0.22	795±9	3.05±0.11	3.52±0.13	921±15
FQHCJ100701-2	核电排放口	30.0 ± 2.1	40.1 ± 0.9	25.6 ± 0.5	0.51 ± 0.14	766±6	1.17±0.08	3.02±0.14	886±15
FQHCJ110301-1	核电排放口	32.3 ± 2.4	45.8 ± 0.9	28.3 ± 0.5	0.94 ± 0.14	781±6	3.78±0.13	1.88±0.10	864±13
FQHCJ110301-2	核电排放口	30.8 ± 2.5	44.9 ± 1.0	29.2 ± 0.5	1.12 ± 0.15	777±7	5.09±0.15	2.25±0.07	981±13
FQHCJ110901-1	核电排放口	40.2 ± 1.9	47.4 ± 1.4	27.9 ± 0.7	1.15 ± 0.18	827±9	0.63 ± 0.09	2.16±0.07	923±19
FQHCJ110901-2	核电排放口	44.7 ± 2.0	45.8 ± 1.4	27.4 ± 0.7	1.09 ± 0.26	834±9	0.40 ± 0.09	2.21±0.05	943±19
FQHCJ120301-1	核电排放口	41.6 ± 2.5	44.4 ± 0.9	27.2 ± 0.5	0.56 ± 0.18	824±7	1.12 ± 0.11	2.69±0.04	（1.02±0.02）×10^3
FQHCJ120301-2	核电排放口	38.3 ± 2.4	44.6 ± 0.9	27.6 ± 0.5	0.86 ± 0.18	818±6	2.10 ± 0.10	2.53±0.02	987±16
FQHCJ100702	厂址东南	42.7 ± 2.2	45.3 ± 1.4	28.5 ± 0.7	1.92 ± 0.30	726±8	3.07±0.11	2.53±0.58	960±15
FQHCJ110302	厂址东南	36.8 ± 2.6	48.8 ± 1.0	28.8 ± 0.5	1.41 ± 0.15	801±7	2.59±0.10	2.24±0.20	981±13
FQHCJ110902	厂址东南	42.1 ± 2.1	53.1 ± 1.5	30.7 ± 0.8	1.35 ± 0.22	804±9	1.35 ± 0.10	2.10±0.01	（1.03±0.02）×10^3
FQHCJ120302	厂址东南	29.4 ± 2.5	46.4 ± 1.0	29.4 ± 0.5	1.48 ± 0.17	779±7	1.28 ± 0.11	2.70±0.12	（1.18±0.02）×10^3

样品编号	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	总 U（μg/g）	总β
FQHCJ100703	厂址西	43.2 ± 2.3	55.2 ± 1.6	26.6 ± 0.7	1.95 ± 0.24	783±10	2.80±0.14	2.68±0.04	（1.03±0.02）×10^3
FQHCJ110303	厂址西	47.9 ± 2.7	50.0 ± 1.6	28.2 ± 0.8	1.49 ± 0.37	814±10	1.38±0.07	3.03±0.25	973±12
FQHCJ110903	厂址西	59.1 ± 2.5	58.6 ± 1.6	30.7 ± 0.8	1.29 ± 0.28	867±10	0.90 ± 0.11	2.64±0.12	（1.13±0.02）×10^3
FQHCJ120303	厂址西	40.2 ± 2.7	50.8 ± 1.0	28.6 ± 0.6	2.08 ± 0.18	848±7	1.43 ± 0.11	2.67±0.04	（1.21±0.02）×10^3
FQHCJ100704	气象站东	79.7 ± 4.4	156±3	60.7 ± 0.9	<1.07	（1.21±0.01）×10^3	3.28±0.11	4.52±0.18	（1.64±0.02）×10^3
FQHCJ110304	气象站东	41.3 ± 3.1	89.8 ± 1.3	35.3 ± 0.6	1.79 ± 0.18	912±7	1.63±0.08	3.31±0.24	（1.16±0.02）×10^3
FQHCJ110904	气象站东	54.4 ± 2.3	60.6 ± 2.5	32.6 ± 2.3	1.11 ± 0.24	805±10	0.72 ± 0.08	2.21±0.10	（1.02±0.02）×10^3
FQHCJ120304	气象站东	36.3 ± 2.7	61.0 ± 1.0	29.7 ± 0.5	1.87 ± 0.20	836±7	2.20 ± 0.12	2.97±0.10	（1.33±0.02×10^3
FQHCJ100705	小麦岛西	30.9 ± 1.6	36.1 ± 1.2	19.8 ± 0.6	1.86 ± 0.28	740±9	1.49±0.08	2.66±0.05	811±14
FQHCJ110305	小麦岛西	41.5 ± 2.8	53.8 ± 1.0	30.5 ± 0.6	1.42 ± 0.19	804±7	2.14±0.10	3.61±0.11	979±14
FQHCJ110905	小麦岛西	25.8 ± 1.3	32.1 ± 1.0	16.5 ± 0.5	<0.75	598±7	1.21 ± 0.11	1.52±0.02	697±18
FQHCJ120305	小麦岛西	27.6 ± 2.0	32.8 ± 0.8	18.3 ± 0.4	0.62 ± 0.15	663±6	0.50 ± 0.10	2.26±0.1	851±16
FQHCJ100706	厂址以北	36.1 ± 2.0	51.8 ± 1.7	28.9 ± 0.7	1.78 ± 0.25	823±10	2.57±0.10	3.03±0.25	1038±16
FQHCJ110306	厂址以北	38.6 ± 2.8	78.9 ± 1.2	29.3 ± 0.6	1.26 ± 0.20	872±7	2.37±0.10	3.59±0.13	969±13

样品编号	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	总 U（μg/g）	总β
FQHCJ110906	厂址以北	43.0 ± 1.8	67.2 ± 1.5	34.1 ± 0.7	1.33 ± 0.33	824±9	0.51 ± 0.08	2.29±0.03	（1.06±0.02）×10^3
FQHCJ120306	厂址以北	33.2 ± 2.3	50.0 ± 1.0	30.2 ± 0.6	1.91 ± 0.20	837±7	0.55 ± 0.09	2.61±0.17	（1.09±0.02）×10^3
FQHCJ100707-1	厂址西南	38.9 ± 2.1	37.2 ± 1.1	24.6 ± 0.6	1.09 ± 0.22	786±9	2.33±0.08	2.97±0.08	910±15
FQHCJ100707-2	厂址西南	44.1 ± 1.9	37.5 ± 1.2	22.4 ± 0.6	1.08 ± 0.23	764±9	1.62±0.12	4.59±0.25	894±16
FQHCJ110307-1	厂址西南	48.5 ± 3.2	52.2 ± 1.0	30.0 ± 0.6	1.31 ± 0.19	794±7	4.34±0.13	2.36±0.16	934±13
FQHCJ110307-2	厂址西南	43.4 ± 2.6	51.9 ± 1.5	29.9 ± 0.7	2.69 ± 0.35	784±9	4.23±0.11	2.59±0.06	（1.01±0.02）×10^3
FQHCJ110907-1	厂址西南	47.5 ± 2.1	64.7 ± 1.7	32.0 ± 0.8	1.69 ± 0.38	891±11	0.93 ± 0.10	2.31±0.09	（1.03±0.02）×10^3
FQHCJ110907-2	厂址西南	42.4 ± 2.1	55.7 ± 1.6	30.0 ± 0.8	1.29 ± 0.25	844±10	2.23 ± 0.08	2.04±0.04	（1.15±0.02）×10^3
FQHCJ120307-1	厂址西南	29.1 ± 2.5	47.8 ± 1.0	27.1 ± 0.5	1.18 ± 0.19	803±7	1.32 ± 0.10	2.79±0.1	（1.05±0.02）×10^3
FQHCJ120307-2	厂址西南	37.3 ± 2.5	47.3 ± 1.0	27.2 ± 0.5	1.16 ± 0.16	794±6	0.23 ± 0.08	2.59±0.05	（1.15±0.02）×10^3
FQHCJ100708	厂址西北	22.1 ± 1.7	28.4 ± 0.7	15.1 ± 0.3	0.82 ± 0.12	579±5	1.08±0.08	2.95±0.14	685±14
FQHCJ110308	厂址西北	18.0 ± 1.6	27.8 ± 0.7	14.4 ± 0.3	0.60 ± 0.11	585±5	1.18±0.10	1.79±0.07	736±13
FQHCJ110908	厂址西北	33.9 ± 1.6	30.3 ± 1.0	18.1 ± 0.5	<0.60	602±7	2.67 ± 0.08	1.29±0.07	815±20
FQHCJ120308	厂址西北	18.0 ± 1.7	30.1 ± 0.8	16.9 ± 0.3	0.67 ± 0.12	585±5	0.70 ± 0.10	1.84±0.05	774±16

表 3.1- 51　海洋沉积物中放射性核素活度浓度测量结果均值情况

单位：Bq/kg

均值类型	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^{90}Sr	总 U（μg/g）	总β
按点位均值	核电排放口	36.8±5.4	44.0±2.9	27.8±1.1	0.89±0.24	803±26	2.17±1.67	2.53±0.53	940±52
	厂址东南	37.8±6.2	48.4±3.5	29.4±1.0	1.54±0.26	778±36	2.07±0.90	2.39±0.27	（1.01±0.10）×10^3
	厂址西	47.6±8.3	53.7±4.0	28.5±1.7	1.70±0.37	828±37	1.63±0.82	2.76±0.18	（1.09±0.11）×10^3
	气象站东	52.9±19.4	91.9±44.9	39.6±14.3	1.32±0.64	941±185	1.96±1.07	3.25±0.96	（1.29±0.27）×10^3
	小麦岛西	31.5±7.0	38.7±10.2	21.3±6.3	1.06±0.70	701±90	1.34±0.68	2.51±0.87	835±116
	厂址以北	37.7±4.2	62.0±13.7	30.6±2.4	1.57±0.32	839±23	1.50±1.12	2.88±0.56	（1.04±0.05）×10^3
	厂址西南	41.4±6.3	49.3±9.1	27.9±3.2	1.44±0.54	808±41	2.15±1.48	2.78±0.79	（1.02±0.10）×10^3
	厂址西北	23.±7.5	29.2±1.2	16.1±1.7	0.60±0.22	588±10	1.41±0.87	1.97±0.70	753±55
按季度均值	2010 年秋季	40.4±15.4	52.7±37.1	28.1±12.3	1.24±0.59	797±160	2.25±0.84	3.25±0.74	977±253
	2011 年春季	37.9±9.1	54.4±17.6	28.4±5.3	1.40±0.56	792±85	2.87±1.38	2.67±0.68	959±108
	2011 年秋季	43.3±9.4	51.6±12.7	28.0±6.0	1.10±0.44	790±103	1.16±0.75	2.08±0.39	980±140
	2012 年春季	33.1±7.2	45.5±8.8	26.2±4.7	1.24±0.57	779±86	1.14±0.66	2.57±0.31	（1.06±0.17）×10^3

表 3.1- 52　两年本底调查、一年本底初步调查、海洋放射性调查中海洋沉积物测量结果对比表

单位：Bq/kg

项目名称	点位名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{90}Sr
初步调查	排放口	36.3±4.2	44.6±1.5	25.8±2.8	746±25	0.96±0.03	1.43±0.59
	厂址东南	34.6±0.6	45.9±4.7	28.7±1.4	782±46	1.65±0.03	1.60±0.06
	厂址西	35.7±6.2	51.4±10.5	27.8±5.9	799±36	0.95±0.81	1.52±0.01
	气象站东	32.8±5.1	74.6±36.0	26.8±2.4	881±75	1.63±0.34	1.52±0.20
	小麦岛西	37.2±0.2	41.7±1.1	23.3±0.1	782±21	1.07±0.15	0.93±0.09
本次调查	排放口	36.8±5.4	44.0±2.9	27.8±1.1	803±26	0.89±0.24	2.17±1.67
	厂址东南	37.8±6.2	48.4±3.5	29.4±1.0	778±36	1.54±0.26	2.07±0.90
	厂址西	47.6±8.3	53.7±4.0	28.5±1.7	828±37	1.70±0.37	1.63±0.82
	气象站东	52.9±19.4	91.9±44.9	39.6±14.3	941±185	1.32±0.64	1.96±1.07
	小麦岛西	31.5±7.0	38.7±10.2	21.3±6.3	701±90	1.06±0.70	1.34±0.68
初步调查/本次调查	排放口	0.99	1.01	0.93	0.93	1.08	0.66
	厂址东南	0.92	0.95	0.98	1.01	1.07	0.77
	厂址西	0.75	0.96	0.98	0.96	0.56	0.93
	气象站东	0.62	0.81	0.68	0.94	1.23	0.78
	小麦岛西	1.18	1.08	1.09	1.12	1.01	0.69

表 3.1- 53　海洋生物样品中放射性核素活度浓度的测量结果

单位：Bq/kg 鲜

名称	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	总 U（μg/kg 鲜）	总β	^{90}Sr	灰鲜比
海带*	FQHSZ100901-1	17.8±0.5	3.69±0.13	0.22±0.06	（1.90±0.01）×10^3	329±24	1892±10	2.98±0.05	0.247
海带*	FQHSZ100901-2	19.1±0.5	4.33±0.14	0.16±0.07	（1.57±0.01）×10^3	303±12	1383±4	0.47±0.01	0.208
海带*	FQHSZ110601-1	12.3±0.4	2.27±0.11	<0.18	909±10	331±6	933±3	2.71±0.04	0.147
海带*	FQHSZ110601-2	12.4±0.4	2.68±0.12	0.25±0.05	（1.04±0.01）×10^3	338±5	988±4	4.16±0.04	0.150
海带*	FQHSZ111201-1	9.21±0.38	1.20±0.06	0.15±0.08	（1.44±0.01）×10^3	379±6	1290±7	2.27±0.04	0.181
海带*	FQHSZ111201-2	8.12±0.34	1.42±0.08	0.11±0.07	（1.27±0.01）×10^3	369±8	1122±5	1.97±0.03	0.170
紫菜*	FQHSZ101002	2.55±0.20	0.79±0.05	0.15±0.04	650±3	224±4	690±64	2.39±0.04	0.117
紫菜*	FQHSZ111102	1.75±0.23	0.49±0.04	<0.15	968±4	272±4	852±2	0.21±0.02	0.109
紫菜*	FQHSZ111103	1.42±0.21	0.70±0.05	<0.16	900±4	369±54	813±4	15.7±0.1	0.106
紫菜*	FQHSZ111204	0.76±0.13	<0.34	<0.12	782±3	76.7±1.60	938±5	1.53±0.03	0.112
蚬子	FQHSB100701	0.68±0.04	0.19±0.01	0.030±0.008	49.4±0.5	80.6±5.8	51.9±0.4	0.42±0.01	0.0239
蚬子	FQHSB110301	1.19±0.06	0.44±0.02	0.037±0.008	44.4±0.5	81.8±2.8	53.0±0.5	0.71±0.01	0.0329
蚬子	FQHSB110901	0.73±0.05	0.23±0.01	<0.031	24.6±0.3	37.8±0.5	28.6±0.3	0.42±0.01	0.0296
蚬子	FQHSB120301	1.30±0.07	0.37±0.02	<0.031	86.5±0.6	35.6±1.4	70.3±0.6	0.45±0.01	0.0277

名称	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	总 U（μg/kg 鲜）	总β	^{90}Sr	灰鲜比
牡蛎	FQHSB100702	0.29±0.02	0.12±0.01	0.012±0.003	12.8±0.2	46.1±0.6	13.3±0.1	0.37±0.01	0.0138
牡蛎	FQHSB110302-1	0.44±0.04	0.21±0.02	0.027±0.010	52.7±0.4	59.1±1.9	56.6±0.5	0.38±0.01	0.0258
牡蛎	FQHSB110302-2	0.46±0.04	0.24±0.02	0.030±0.009	55.7±0.5	54.7±2.1	65.5±0.7	0.20±0.01	0.0277
牡蛎	FQHSB110902-1	0.55±0.03	0.23±0.01	0.017±0.007	18.5±0.2	86.4±2.1	13.4±0.3	0.18±0.01	0.0253
牡蛎	FQHSB110902-2	0.65±0.04	0.27±0.01	0.027±0.008	23.7±0.3	91.6±1.1	27.2±0.3	0.21±0.01	0.0312
牡蛎	FQHSB120302-1	0.53±0.04	0.24±0.01	0.031±0.008	90.5±0.5	50.9±2.5	93.3±0.8	0.37±0.01	0.0371
牡蛎	FQHSB120302-2	0.36±0.03	0.18±0.01	0.020±0.006	70.0±0.4	38.6±1.3	72.3±0.3	0.35±0.01	0.0282
贻贝	FQHSB100703-1	0.19±0.03	<0.059	0.023±0.006	61.9±0.5	56.7±2.8	61.9±0.7	0.073±0.003	0.0197
贻贝	FQHSB100703-2	0.20±0.03	<0.068	0.027±0.005	57.4±0.5	66.5±1.5	50.1±0.4	0.046±0.003	0.0198
贻贝	FQHSB110603-1	0.19±0.03	<0.085	<0.026	58.5±0.5	100±1	86.7±0.9	0.44±0.01	0.0276
贻贝	FQHSB110603-2	0.15±0.03	<0.078	0.028±0.006	47.9±0.5	72.3±1.3	62.4±0.5	0.41±0.01	0.0246
贻贝	FQHSB110903	0.58±0.03	0.12±0.01	<0.026	15.8±0.2	70.3±0.3	19.7±0.4	0.17±0.01	0.0310
贻贝	FQHSB120303	1.81±0.06	0.56±0.03	<0.032	55.7±0.5	79.6±1.7	57.6±0.6	1.83±0.02	0.0324
明虾	FQHSK100901-1	0.15±0.08	<0.025	<0.008	33.0±0.2	7.44±0.72	34.6±0.1	0.044±0.001	0.00631
明虾	FQHSK100901-2	0.22±0.02	<0.028	（8.6±1.9）×10^{-3}	48.7±0.3	12.2±0.8	38.6±0.1	0.057±0.002	0.00878
明虾	FQHSK110301-1	0.13±0.03	<0.062	<0.024	73.9±0.5	13.4±0.6	75.1±0.7	0.054±0.002	0.0134
明虾	FQHSK110301-2	0.23±0.02	<0.060	<0.024	74.2±0.5	9.77±1.14	74.0±0.3	0.043±0.001	0.0137
明虾	FQHSK110901-1	<0.092	<0.045	<0.017	88.8±0.4	8.75±0.33	85.1±0.5	0.11±0.01	0.0154
明虾	FQHSK110901-2	<0.086	<0.044	<0.017	82.4±0.4	7.64±0.14	74.5±0.4	0.13±0.01	0.0147
明虾	FQHSK120301-1	0.77±0.05	0.090 ± 0.007	<0.025	95.6±0.6	3.08±0.18	92.6±0.6	0.12±0.01	0.0201
明虾	FQHSK120301-2	0.23±0.04	<0.055	<0.021	105±1	2.58±0.22	93.9±0.4	0.090 ± 0.003	0.0157
九节	FQHSK100702	<0.065	<0.036	0.015±0.004	34.6±0.3	8.47±4.74	27.3±0.3	0.027±0.001	0.00710
九节	FQHSK110702	<0.11	<0.054	0.020±0.005	52.1±0.4	24.9±0.9	41.5±0.3	0.018±0.002	0.0157

名称	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	总 U（μg/kg 鲜）	总β	^{90}Sr	灰鲜比
九节	FQHSK110902	<0.098	<0.049	0.025±0.007	96.1±0.5	7.91±0.22	83.6±0.3	0.11±0.01	0.0163
九节	FQHSK120602	<0.14	<0.071	0.024±0.009	121±1	7.52±0.42	121±1	0.22±0.01	0.0208
青蟹	FQHSK100703	0.80±0.05	<0.082	<0.025	61.6±0.5	33.2±1.7	58.0±0.5	0.30±0.01	0.0315
青蟹	FQHSK110703	0.48±0.05	<0.12	<0.035	61.1±0.7	112±7	51.4±0.4	0.30±0.01	0.0386
青蟹	FQHSK110903	0.18±0.02	<0.081	<0.028	81.2±0.5	15.7±0.3	74.1±0.7	0.21±0.01	0.0305
青蟹	FQHSK120303	0.47±0.04	0.12±0.01	<0.023	36.6±0.4	7.19±0.81	33.6±0.2	0.16±0.01	0.0210
乌母	FQHSY101001	0.25±0.03	<0.038	0.038±0.005	77.0±0.4	25.9±1.5	76.8±0.5	0.12±0.01	0.0134
乌母	FQHSY110301	0.33±0.03	0.047 ± 0.004	0.040±0.009	80.8±0.6	19.4±1.4	86.2±0.4	0.053±0.003	0.0152
乌母	FQHSY110901	0.069 ± 0.009	<0.025	0.021±0.004	44.3±0.2	6.31±0.94	78.6±0.4	0.027 ± 0.002	0.00676
乌母	FQHSY120301	0.26±0.03	0.054 ± 0.004	0.024±0.006	84.1±0.4	1.96±0.35	79.4±0.4	0.047 ± 0.002	0.0141
鲈鱼	FQHSY100702	0.083 ± 0.014	<0.036	0.050±0.005	69.9±0.4	16.4±2.0	68.1±0.5	0.16±0.01	0.0129
鲈鱼	FQHSY110302	0.064 ± 0.013	<0.038	0.025±0.006	60.8±0.4	15.7±0.7	64.6±0.4	0.15±0.01	0.0120
鲈鱼	FQHSY110902	0.066 ± 0.008	<0.031	0.030±0.004	59.6±0.3	4.79±0.47	56.7±0.4	0.14±0.01	0.00953
鲈鱼	FQHSY120302	<0.018	<0.039	0.036±0.006	73.4±0.4	1.87±0.19	67.2±0.3	0.063 ± 0.002	0.0110
红鱼	FQHSY100703-1	0.10±0.02	<0.040	0.043±0.006	68.3±0.4	28.8±1.0	64.5±0.3	0.10±0.01	0.0133
红鱼	FQHSY100703-2	<0.068	<0.036	0.040±0.005	66.4±0.4	15.2±1.7	67.9±0.5	0.072±0.002	0.0131
红鱼	FQHSY110303-1	<0.061	<0.029	0.028±0.005	62.9±0.3	22.3±1.9	46.4±0.3	0.078±0.002	0.0111
红鱼	FQHSY110303-2	0.068 ± 0.011	<0.030	0.045±0.005	63.8±0.3	29.7±1.7	54.0±0.3	0.097±0.003	0.0103
红鱼	FQHSY110903-1	0.11±0.02	<0.046	0.040±0.007	88.0±0.4	7.32±0.71	88.8±0.5	0.039 ±	0.0164

名称	样品编号	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	总 U（μg/kg 鲜）	总β	^{90}Sr	灰鲜比
								0.004	
红鱼	FQHSY110903-2	<0.091	<0.044	0.041±0.007	88.9±0.4	6.82±0.43	89.3±0.3	0.027 ± 0.002	0.0154
红鱼	FQHSY120303-1	0.089 ± 0.015	<0.040	0.030±0.006	80.1±0.4	1.30±0.20	72.1±0.2	0.052 ± 0.002	0.0115
红鱼	FQHSY120303-2	0.069 ± 0.012	<0.044	0.033±0.006	81.1±0.4	1.61±0.12	72.1±0.4	0.042 ± 0.002	0.0130
章鱼	FQHSR110301	<0.031	<0.018	（7.8±1.5）× 10^{-3}	7.39±0.09	5.30±0.24	6.90 ± 0.09	0.029±0.001	0.00299
章鱼	FQHSR110901	0.035 ± 0.004	<0.010	<0.004	5.39±0.05	1.47±0.29	5.35 ± 0.06	0.027 ± 0.001	0.00289

*注：海带和紫菜单位为 Bq/kg（干），对应最后一栏为灰干比。

表 3.1- 54　海洋生物样品中放射性核素活度浓度的测量结果均值情况

单位：Bq/kg 鲜

样品名称	样品个数	Th-232	Ra-226	Cs-137	K-40	总 U（μg/kg 鲜）	总 β	Sr-90	灰鲜比
海带*	6	13.2±4.5	2.60±1.24	0.16±0.06	1355±362	342±28	1268±351	2.43±1.22	0.184±0.038
紫菜*	4	1.62±0.74	0.53±0.28	——	825±869	235±238	823±857	4.96±7.22	0.111±0.005
蚬子	4	0.98±0.32	0.31±0.12	0.025±0.011	51.2±25.8	59.0±25.7	51.0±17.1	0.50±0.14	0.0285±0.0038
牡蛎	7	0.47±0.12	0.21±0.05	0.023±0.007	46.3±29.0	61.1±20.2	48.8±31.2	0.29±0.09	0.0270±0.0071
贻贝	6	0.52±0.65	——	0.020±0.007	49.5±17.2	74.2±14.7	56.4±21.8	0.49±0.68	0.0259±0.0054
明虾	8	0.23±0.23	——	——	75.2±24.0	8.11±3.86	71.1±22.7	0.081±0.036	0.0135±0.0043
九节	4	——	——	0.021±0.005	76.0±39.6	12.2±8.5	68.4±42.5	0.094±0.094	0.0150±0.0057
青蟹	4	0.48±0.25	——	——	60.1±18.3	42.0±47.9	54.3±16.8	0.24±0.07	0.0304±0.0072
乌母	4	0.23±0.12	0.033±0.020	0.031±0.010	71.6±18.4	13.4±11.2	80.3±4.1	0.062±0.04	0.0124±0.0038
鲈鱼	4	0.056±0.032	——	0.035±0.011	65.9±6.8	9.69±7.45	64.2±5.2	0.13±0.04	0.0114±0.0014
红鱼	8	0.068±0.030	——	0.038±0.006	74.9±10.8	14.1±11.6	69.4±15.0	0.063±0.027	0.0130±0.0021
章鱼	2	0.025±0.014	——	0.0049±0.0041	6.39±1.41	3.39±2.71	6.13±1.10	0.028±0.001	0.00294±0.00007

表 3.1- 55　两年本底调查与一年本底初步调查海洋沉积物测量结果对比表

单位：Bq/kg

	样品名称	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{90}Sr
初步调查	紫菜（干）	4.51±0.35	546±6	0.32±076	4.17±0.10
	海带（干）	2.49±0.46	（4.49±0.02）×10^3	0.49±0.17	0.73±0.07
	牡蛎（鲜）	0.04±0.01	22.4±0.2	0.010±0.003	0.092±0.004
两年本底调查	紫菜（干）	0.53±0.28	825±869	——	4.96±7.22
	海带（干）	2.60±1.24	1355±362	0.16±0.06	2.43±1.22
	牡蛎（鲜）	0.21±0.05	46.3±29.0	0.023±0.007	0.29±0.09
A/B*	紫菜（干）	1.73	0.40	2.00	1.72
	海带（干）	4.70	5.44	——	0.15
	牡蛎（鲜）	0.19	0.48	0.43	0.32

注：*A 为初步调查，B 为两年本底调查

表 3.1- 56　两年本底调查中使用的主要仪器和设备检定情况表

序号	仪器设备名称	型号规格	最近检定日期	检定证书号	检定周期
1	HPGeγ 谱仪	GC3519	2009.6.24	DYHq2009-6315	三年
2	HPGeγ 谱仪	GR3019	2009.6.24	DYHq2009-6316	三年
3	反康 γ 谱仪	GMX-50S	2009.6.24	DYHq2009-6317	三年
4	α/β 低本底测量仪	FJ-2600	2011.6.14	校字第（2011）-D001	二年
5	α/β 测量仪	LB770	2011.6.13	校字第（2011）-D005	二年
6	低水平液闪谱仪	Tri-carb3170TR/SL	2009.6.24	DYHq2009-6321	三年
7	环境 γ 辐射监测仪	YB-Ⅱ	2011.3.15	校字第（2011）-R038	一年
	环境 γ 辐射监测仪	YB-Ⅲ	2011.5.3	校字第（2011）-R039	一年
8	分析天平	B6	2010.11.4	（2010）天字第 45	一年
10	微量铀分析仪	MUA	2009.8.21	放字第 2009-04	二年

表 3.1- 57　调查中使用的放射性标准物质

序号	名称	来源	证书号/编号	用途
1	^{241}Am，^{40}K 粉末标准源	中国计量院	Fspa2000-12072	总 α，总 β 测量
2	点源系列	英国 AMERSHAM	QCRI	γ 谱仪刻度
3	土壤放射性参考物质	美国 EML	QAP-9803	γ 谱测量
4	土壤放射性参考物质	美国 RESL	MAPEPEP-99-S6	γ 谱测量
5	沉积物放射性参考物质	IAEA	IAEA-384	γ 谱测量
6	放射性水溶液参考物质	美国 RESL	MAPEPEP-97-W5	γ 谱测量

表 3.2- 1　福清核电厂址附近海域生态环境调查站位经纬度

站号	北纬（N）	东经 （E）	水质、生态
1	119°24.540′	25°28.020′	√
2	119°22.867′	25°27.001′	√
3	119°21.209′	25°25.410′	√
4	119°17.477′	25°23.898′	√
5	119°24.933′	25°26.009′	√
6	119°25.000′	25°25.533′	√
7	119°23.538′	25°24.660′	√
8	119°19.117′	25°21.456′	√
9	119°25.567′	25°25.423′	√
10	119°24.742′	25°23.731′	√
11	119°22.988′	25°18.804′	√
12	119°26.067′	25°24.967′	√
13	119°26.010′	25°23.378′	√
14	119°26.213′	25°19.806′	√
15	119°26.732′	25°16.928′	√
16	119°26.475′	25°25.269′	√
17	119°27.267′	25°24.217′	√
18	119°28.864′	25°21.918′	√
19	119°30.780′	25°19.380′	√
20	119°28.140′	25°25.800′	√
A	119º25.569′	25º26.036′	√
B	119º26.354′	25º25.786′	√

注：A 为取水口连续点，B 为排水口连续点表

3.2-2 大气污染源概况

污染源名称	与厂址方位		大气污染源描述
	方向	距离（km）	
中海搅拌站	NE	3.11	粉尘
薛天杰采石场	NNE	4.20	粉尘
贤岐石料加工厂	NNE	4.20	粉尘

表 3.2- 3 大气各监测项目评价标准

单位：mg/m^3（标准状态）

污染物	浓度限值		
	一级标准	二级标准	三级标准
NO_2	0.08（日平均） 0.12（一小时平均）	0.12（日平均） 0.24（一小时平均）	0.12（日平均） 0.24（一小时平均）
SO_2	0.05（日平均） 0.15（一小时平均）	0.15（日平均） 0.50（一小时平均）	0.25（日平均） 0.70（一小时平均）
CO	4.00（日平均） 10.00（一小时平均）	4.00（日平均） 10.00（一小时平均）	6.00（日平均） 20.00（一小时平均）
PM_{10}	0.05（日平均）	0.15（日平均）	0.25（日平均）
TSP	0.12（日平均）	0.30（日平均）	0.50（日平均）

表 3.2- 4　大气各监测项目监测分析方法

监测项目	方法依据	分析方法	最低检出限 **（mg/m^3）**
TSP	GB/T15432-1995	重量法	0.001
PM_{10}	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	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 3.2- 5　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	综合办公楼	NE	1.56	厂区办内公楼所在地
2	大件仓库门岗	S	0.95	厂址内大件仓库门岗，和 1、2 号机组隔路相望
3	前薛村南	NNE	2.03	厂址附近居民点
4	东林村	NNE	1.80	厂址附近居民点
5	楼前村	N	2.68	厂址附近居民点

表 3.2- 6　各监测点常规污染物监测结果

单位：mg/m^3

点位	采样时间（2013 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#综合办公楼	2 月 10 日	0.009	0.012	0.023	0.031	0.5	0.7	0.010	0.026	0.7	0.164	0.061
	2 月 11 日	0.008	0.013	0.021	0.030	0.5	0.8	0.011	0.025	0.5	0.166	0.064
	2 月 12 日	0.008	0.012	0.021	0.031	0.4	0.5	0.010	0.026	0.4	0.165	0.066
	2 月 13 日	0.008	0.018	0.022	0.031	0.4	0.7	0.008	0.026	0.6	0.164	0.066
	2 月 14 日	0.009	0.013	0.022	0.031	0.4	0.7	0.010	0.026	0.5	0.167	0.068
	2 月 15 日	0.009	0.013	0.024	0.033	0.4	0.7	0.009	0.027	0.5	0.166	0.067
	2 月 16 日	0.008	0.012	0.022	0.032	0.4	0.7	0.010	0.026	0.5	0.167	0.066
2#大件仓库	2 月 10 日	0.010	0.013	0.026	0.035	0.5	0.8	0.010	0.029	1.0	0.151	0.053
	2 月 11 日	0.010	0.013	0.026	0.034	0.4	0.5	0.012	0.029	0.5	0.149	0.052
	2 月 12 日	0.009	0.013	0.025	0.036	0.4	0.5	0.011	0.030	0.4	0.152	0.057
	2 月 13 日	0.008	0.012	0.025	0.036	0.4	0.7	0.010	0.030	0.5	0.151	0.060
	2 月 14 日	0.010	0.014	0.024	0.035	0.4	0.6	0.011	0.029	0.5	0.152	0.053
	2 月 15 日	0.009	0.012	0.026	0.036	0.4	0.5	0.009	0.032	0.4	0.152	0.059
	2 月 16 日	0.010	0.014	0.026	0.035	0.4	0.6	0.011	0.030	0.5	0.153	0.054
4#东林村	2 月 10 日	0.007	0.011	0.023	0.030	0.7	1.0	0.010	0.024	0.9	0.157	0.056
	2 月 11 日	0.008	0.011	0.021	0.031	0.5	0.9	0.009	0.025	0.7	0.156	0.059
	2 月 12 日	0.008	0.012	0.024	0.032	0.4	0.5	0.011	0.026	0.4	0.156	0.056
	2 月 13 日	0.007	0.011	0.022	0.031	0.4	0.6	0.008	0.024	0.5	0.159	0.056
	2 月 14 日	0.008	0.012	0.023	0.030	0.4	0.7	0.010	0.025	0.6	0.159	0.058
	2 月 15 日	0.007	0.011	0.023	0.030	0.4	0.6	0.009	0.026	0.5	0.162	0.058
	2 月 16 日	0.008	0.012	0.021	0.031	0.4	0.7	0.010	0.025	0.5	0.161	0.056
3#前薛村南	3 月 22 日	0.0035	0.010	0.0075	0.022	0.4	0.6	0.007	0.017	0.5	0.065	0.034
	3 月 23 日	0.0035	0.010	0.0075	0.025	0.4	0.6	0.008	0.019	0.5	0.057	0.032
	3 月 24 日	0.007	0.010	0.018	0.025	0.4	0.6	0.008	0.020	0.5	0.075	0.054
	3 月 25 日	0.0035	0.012	0.0075	0.027	0.3	0.5	0.008	0.019	0.4	0.072	0.043
	3 月 26 日	0.0035	0.010	0.015	0.026	0.4	0.5	0.009	0.020	0.5	0.044	0.027
	3 月 27 日	0.0035	0.011	0.0075	0.025	0.4	0.6	0.008	0.017	0.5	0.059	0.032
	3 月 28 日	0.0035	0.012	0.0075	0.024	0.4	0.6	0.009	0.018	0.4	0.064	0.035
4#东林村	3 月 22 日	0.0035	0.011	0.0075	0.024	0.4	0.6	0.007	0.019	0.5	0.073	0.046
	3 月 23 日	0.0035	0.010	0.0075	0.026	0.4	0.6	0.008	0.018	0.5	0.072	0.049
	3 月 24 日	0.007	0.012	0.0075	0.025	0.4	0.5	0.009	0.019	0.4	0.063	0.041
	3 月 25 日	0.0035	0.011	0.015	0.023	0.4	0.6	0.006	0.018	0.5	0.059	0.039
	3 月 26 日	0.007	0.011	0.0075	0.024	0.4	0.5	0.009	0.019	0.5	0.056	0.034
	3 月 27 日	0.0035	0.011	0.0075	0.023	0.5	0.6	0.008	0.017	0.5	0.049	0.025
	3 月 28 日	0.0035	0.010	0.016	0.022	0.4	0.5	0.008	0.019	0.5	0.074	0.048
5#楼前村	3 月 22 日	0.007	0.010	0.0075	0.025	0.3	0.5	0.008	0.019	0.4	0.087	0.065
	3 月 23 日	0.007	0.011	0.0075	0.024	0.4	0.5	0.008	0.018	0.4	0.063	0.031
	3 月 24 日	0.0035	0.010	0.015	0.025	0.4	0.5	0.007	0.019	0.5	0.072	0.043
	3 月 25 日	0.007	0.010	0.017	0.025	0.4	0.5	0.009	0.020	0.5	0.052	0.023
	3 月 26 日	0.0035	0.012	0.0075	0.027	0.4	0.5	0.008	0.017	0.5	0.072	0.047
	3 月 27 日	0.0035	0.009	0.0075	0.025	0.3	0.6	0.007	0.018	0.4	0.046	0.024
	3 月 28 日	0.0035	0.010	0.0075	0.026	0.4	0.5	0.008	0.019	0.5	0.062	0.038

表 3.2- 7 海水水质参数调查结果统计特征值（春季大潮大面站一）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果																
		水温	盐度	电导率	pH	浊度	COD	溶解氧	BOD_5	碱度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷	氟化物
		℃		ms/cm		°	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	24	30.97	50.7	8.28	19.5	1.42	7.55	0.7	2.21	34.2	0.368	0.066	0.147	0.06	1.08	0.590	0.398	1.3
	最小值	23.3	27.13	44.4	8.18	0.7	0.27	6.89	0.01	2.06	7.9	0.085	0.036	0.009	0.006	0.32	0.255	0.029	1.16
	平均值	23.6	30.35	49.7	8.22	8.4	0.52	7.29	0.33	2.18	18.4	0.137	0.056	0.032	0.021	0.513	0.343	0.155	1.28
中层	最大值	23.6	30.79	50.4	8.26	11.3	0.59	7.9	0.76	2.2	25.6	0.168	0.06	0.039	0.019	0.52	0.383	0.383	1.29
	最小值	23.3	29.87	48.9	8.21	2.3	0.27	6.99	0	2.11	12.2	0.086	0.035	0.011	0.004	0.35	0.269	0.033	1.26
	平均值	23.5	30.49	49.9	8.23	6.8	0.41	7.3	0.24	2.17	18.2	0.115	0.053	0.022	0.013	0.40	0.308	0.174	1.285
底层	最大值	23.6	30.79	50.4	8.27	16.1	0.88	7.74	0.7	2.2	34.2	0.262	0.066	0.085	0.053	0.99	0.447	0.333	1.3
	最小值	23.2	28.66	46.9	8.19	2.5	0.30	6.32	0.06	2.11	8.2	0.096	0.035	0.01	0.009	0.34	0.117	0.037	1.21
	平均值	23.4	30.47	49.87	8.22	8.2	0.47	7.22	0.28	2.17	19.9	0.133	0.055	0.024	0.019	0.48	0.311	0.147	1.28
总平均值		23.5	30.43	49.82	8.22	7.8	0.47	7.27	0.28	2.17	18.8	0.128	0.055	0.026	0.018	0.46	0.321	0.159	1.28

表 3.2- 8 海水水质参数调查结果统计特征值（春季大潮大面站二）

层次	特征值		海水水质环境要素监测结果															
		余氯	硼	LAS	硫化物	氰化物	氯化物	硫酸根	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	总可溶性物	TOC
		mg/L		mg/L	μ g/L	°	mg/L	mg/L	μg/L							mg/L	g/L	mg/L
表层	最大值	0.04	3.93	0.02	1.61	-	16.99	2705	0.251	0.25	0.777	0.0304	0.243	0.047	1.4	23.1	33.45	7.08
	最小值	0.02	0.08	<0.01	<0.2	-	14.94	1954	0.108	<0.004	0.168	0.0211	<0.002	0.013	0.84	13.8	25.40	0.79
	平均值	0.03	2.6	0.013	0.78	-	16.76	2425	0.14	0.08	0.356	0.024	0.092	0.027	1.22	18.08	31.38	1.57
中层	最大值	0.06	3.65	0.019	-	-	16.99	2608	-	-	-	-	-	-	-	-	33.75	2.28
	最小值	0.02	1.65	<0.01	-	-	16.55	2249	-	-	-	-	-	-	-	-	20.69	0.83
	平均值	0.03	2.81	0.01	-	-	16.89	2487	-	-	-	-	-	-	-	-	31.24	1.43
底层	最大值	0.05	4.3	0.022		-	17.02	2624	-	-	-	-	-	-	-	-	33.6	2
	最小值	0.01	0.36	<0.01		-	15.88	2108	-	-	-	-	-	-	-	-	24.83	0.82
	平均值	0.03	3.15	0.013		-	16.88	2441	-	-	-	-	-	-	-	-	31.22	1.24
总平均值		0.03	2.85	0.012	0.78	-	16.84	2451	0.14	0.08	0.356	0.024	0.092	0.027	1.22	18.08	31.28	1.41

表 3.2- 9 海水水质参数调查结果统计特征值（春季小潮大面站一）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果																	
		水温	盐度	电导率	pH	浊度	COD	溶解氧	BOD_5	碱度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷	氟化物
		℃		ms/cm		°	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	25.2	30.31	49.6	8.27	22.4	1.51	9.16	2.61	2.18	27.2	0.421	0.098	0.143	0.068	1.23	0.529	0.107	1.28
	最小值	23.8	26.82	43.9	8.05	1.8	0.55	7.07	0.48	2.00	6.1	0.032	0.021	0.023	0.002	0.35	0.189	0.022	1.14
	平均值	24.5	29.73	48.66	8.15	4.96	0.91	8.28	1.23	2.14	10.5	0.128	0.047	0.061	0.019	0.49	0.265	0.043	1.26
中层	最大值	23.5	30.12	49.3	8.18	2.6	1.03	8.55	1.63	2.15	9.1	0.075	0.04	0.062	0.007	0.41	0.27	0.035	1.28
	最小值	23.5	29.82	48.8	8.15	2.1	0.72	8.28	0.92	2.13	6.7	0.055	0.029	0.023	0.004	0.36	0.185	0.026	1.27
	平均值	23.5	29.94	49.0	8.16	2.4	0.83	8.41	1.35	2.14	8.0	0.066	0.034	0.047	0.006	0.39	0.22	0.029	1.27
底层	最大值	25	30.18	49.4	8.18	9.6	0.83	8.84	1.79	2.18	15.4	0.227	0.079	0.08	0.04	0.67	0.381	0.073	1.28
	最小值	23.2	29.27	47.9	8.06	1.6	0.56	7.05	0.31	2.09	3.4	0.049	0.026	0.029	0.003	0.36	0.179	0.025	1.24
	平均值	23.7	29.85	48.9	8.15	3.6	0.73	8.21	1.06	2.14	8.0	0.097	0.044	0.055	0.012	0.43	0.247	0.037	1.27
总平均值		23.9	29.84	48.8	8.15	3.7	0.82	8.30	1.21	2.14	8.8	0.097	0.042	0.054	0.012	0.44	0.244	0.036	1.27

表 3.2- 10 海水水质参数调查结果统计特征值（春季小潮大面站二）

层次	特征值		海水水质环境要素监测结果															
		余氯	硼	LAS	硫化物	氰化物	氯化物	硫酸根	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	总可溶性物	TOC
		mg/L		mg/L	μ g/L	μ g/L	mg/L	mg/L	μg/L							mg/L	g/L	mg/L
表层	最大值	0.07	4.88	0.02	4.11	未检出	16.68	2560	0.672	0.25	0.777	0.0304	0.243	0.049	1.6	23.3	32.794	2.57
	最小值	0.02	0.38	<0.01	<0.20	未检出	14.81	2064	0.113	<0.004	0.168	0.0211	<0.002	0.018	0.81	16.9	10.478	1.15
	平均值	0.05	2.48	0.010	1.59	未检出	16.43	2263	0.183	0.094	0.356	0.024	0.097	0.033	1.09	19.04	29.136	2.00
中层	最大值	0.04	4.12	0.013	1.56	-	16.68	2407	-	-	-	-	-	-	-	-	31.886	1.87
	最小值	0.04	2.96	<0.01	0.9	-	16.48	2181	-	-	-	-	-	-	-	-	26.902	1.65
	平均值	0.04	3.61	0.010	1.15	-	16.57	2251	-	-	-	-	-	-	-	-	29.571	1.74
底层	最大值	0.04	4.19	0.02	3.39	-	16.68	2358	-	-	-	-	-	-	-	-	32.372	2.55
	最小值	0.03	1.15	<0.01	0.46	-	16.15	2092	-	-	-	-	-	-	-	-	19.486	0.93
	平均值	0.04	3.14	0.010	1.42	-	16.51	2249	-	-	-	-	-	-	-	-	27.600	1.71
总平均值		0.04	3.08	0.010	1.39	-	16.50	2254	0.142	0.094	0.356	0.024	0.097	0.033	1.09	19.04	28.77	1.82

表 3.2- 11 海水水质参数调查结果统计特征值（春季大潮连续站 A）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	24.9	30.8554	8.22	1.15	9.24	16.4	51.5	0.177	0.059	0.035	0.02	0.51	0.355	0.039
	最小值	23	30.7332	8.17	0.53	7.33	6.9	16.3	0.132	0.047	0.014	0.015	0.39	0.166	0.036
	平均值	24.0	30.7875	8.20	0.78	8.00	11.0	35.2	0.143	0.055	0.027	0.018	0.45	0.252	0.037
中层	最大值	24	30.7943	8.22	1	8.82	17	43.2	0.15	0.057	0.041	0.019	0.46	0.241	0.038
	最小值	23	30.7943	8.21	0.41	7.46	9.7	21.4	0.133	0.053	0.027	0.017	0.37	0.184	0.037
	平均值	23.6	30.7943	8.22	0.66	7.98	13.6	35.5	0.141	0.055	0.033	0.018	0.42	0.213	0.038
底层	最大值	24.1	30.7943	8.22	3.31	10.79	1135	193.2	0.164	0.057	0.043	0.022	0.44	0.265	0.044
	最小值	22.9	30.6721	8.17	0.29	7.36	8.8	26.3	0.125	0.052	0.013	0.016	0.35	0.111	0.038
	平均值	23.5	30.7671	8.20	0.99	8.24	138.0	56.6	0.137	0.055	0.027	0.019	0.40	0.210	0.041
总平均值		23.7	30.7830	8.21	0.81	8.07	54.2	42.433	0.140	0.055	0.029	0.018	0.42	0.225	0.039

表 3.2- 12 海水水质参数调查结果统计特征值（春季大潮连续站 B）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	25.1	30.8554	8.22	0.93	8.09	22.7	28.3	0.28	0.053	0.038	0.025	0.39	0.526	0.041
	最小值	23.8	30.4888	8.12	0.32	*7.26*	6.5	9	0.135	0.016	0.017	0.018	0.35	0.334	0.034
	平均值	24.2	30.7196	8.18	0.53	7.74	12.2	16.7	0.192	0.037	0.023	0.020	0.52	0.415	0.038
中层	最大值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	最小值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	平均值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
底层	最大值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	最小值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	平均值	23.2	30.7943	8.19	0.37	6.32	52.6	43.2	0.14	0.051	0.036	0.02	0.39	0.378	0.087
总平均值		23.7	30.7570	8.19	0.45	7.03	32.4	29.95	0.166	0.044	0.030	0.02	0.46	0.397	0.063

表 3.2- 13 海水水质参数调查结果统计特征值（春季小潮连续站 A）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	24.8	30.1833	8.23	2.09	9.59	160	17.6	0.182	0.053	0.074	0.015	0.63	0.299	0.052
	最小值	22.4	29.7556	8.06	0.85	8.08	4.1	6.4	0.092	0.035	0.011	0.003	0.47	0.155	0.04
	平均值	24.1	30.0272	8.18	1.24	8.62	22.6	10.5	0.124	0.043	0.041	0.010	0.55	0.205	0.046
中层	最大值	24.8	30.0611	8.21	1.47	9.09	10.6	17	0.107	0.043	0.023	0.01	0.6	0.185	0.052
	最小值	24.6	29.9389	8.2	1.35	8.44	5.4	6.8	0.089	0.035	0.015	0.008	0.44	0.168	0.05
	平均值	24.7	30.0000	8.21	1.41	8.77	8.0	11.9	0.098	0.039	0.019	0.009	0.52	0.177	0.051
底层	最大值	24.5	30.1222	8.22	1.56	8.84	6.4	220.8	0.18	0.052	0.077	0.018	0.62	0.381	0.071
	最小值	24.7	29.6945	8.1	0.79	8.06	2.5	7.2	0.093	0.035	0.021	0.002	0.43	0.126	0.036
	平均值	24.3	29.9932	8.17	1.09	8.42	4.4	34.7	0.125	0.042	0.042	0.010	0.53	0.197	0.049
总平均值		24.4	30.0068	8.19	1.25	8.60	11.7	19.0	0.116	0.041	0.034	0.010	0.53	0.193	0.049

表 3.2- 14 海水水质参数调查结果统计特征值（春季小潮连续站 B）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	24.9	30.0611	8.22	2.7	9.78	11.8	17.1	0.241	0.07	0.037	0.049	0.61	0.439	0.108
	最小值	24.5	28.5336	8.13	1.02	8.24	3	7	0.086	0.014	0.011	0.003	0.42	0.138	0.049
	平均值	24.8	29.7352	8.17	1.54	8.85	5.6	11.1	0.150	0.032	0.023	0.012	0.58	0.244	0.066
中层	最大值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	最小值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	平均值	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
底层	最大值	24.9	29.6334	8.17	2.42	9.78	6	16.1	0.235	0.068	0.067	0.023	0.82	0.565	0.102
	最小值	24.8	28.5947	8.11	1.99	9.32	4.1	11.5	0.151	0.034	0.052	0.003	0.63	0.373	0.063
	平均值	24.9	29.1141	8.14	2.205	9.55	5.1	13.8	0.193	0.051	0.060	0.013	0.73	0.469	0.083
总平均值		24.9	29.425	8.16	1.87	9.20	5.4	12.5	0.172	0.042	0.042	0.013	0.66	0.357	0.075

表 3.2- 15 海水水质参数调查结果统计特征值（夏季大潮大面站一）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果																	
		水温	盐度	电导率	pH	浊度	COD	溶解氧	BOD_5	碱度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷	氟化物
		℃		ms/cm		°	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	32	33.14	53	8.2	18.6	0.98	7.58	1.26	2.21	26.8	0.071	0.031	0.156	0.029	0.61	0.398	0.062	1.31
	最小值	29	31.45	50.5	8.09	2.3	0.08	6.54	0.10	2.14	4.2	0.006	0.006	0.021	0	0.19	0.146	0.013	1.29
	平均值	30.3	32.30	51.6	8.15	7.1	0.53	7.02	0.74	2.19	10.9	0.024	0.012	0.062	0.010	0.35	0.239	0.032	1.30
中层	最大值	30.5	33.30	53.1	8.15	12.1	0.69	7.24	0.89	2.21	24.8	0.04	0.022	0.105	0.011	0.51	0.361	0.036	1.31
	最小值	29	31.85	51.1	8.11	3.1	0.2	6.67	0.42	2.15	7.6	0.006	0.006	0.03	0.002	0.2	0.14	0.019	1.3
	平均值	29.7	32.81	52.3	8.14	6.7	0.39	6.88	0.67	2.20	14.3	0.016	0.011	0.056	0.006	0.32	0.194	0.026	1.31
底层	最大值	31	33.35	53.1	8.17	27.3	0.9	7.36	1.23	2.21	38.8	0.03	0.021	0.101	0.014	0.42	0.264	0.044	1.31
	最小值	29	31.64	51	8.11	4.5	0.2	6.27	0.23	2.14	8	0.005	0.006	0.023	0.002	0.21	0.127	0.018	1.29
	平均值	29.9	32.52	52.0	8.14	10.7	0.50	6.81	0.72	2.18	19.2	0.015	0.011	0.052	0.007	0.31	0.200	0.030	1.30
总平均值		30.0	32.54	52.0	8.14	8.2	0.47	6.90	0.71	2.19	14.8	0.018	0.011	0.057	0.008	0.33	0.211	0.029	1.30

表 3.2- 16 海水水质参数调查结果统计特征值（夏季大潮大面站二）

层次	特征值		海水水质环境要素监测结果															
		余氯	硼	LAS	硫化物	氰化物	氯化物	硫酸根	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	总可溶性物	TOC
		mg/L		mg/L	μ g/L	μ g/L	mg/L	mg/L	μg/L							mg/L	g/L	mg/L
表层	最大值	0.07	5.32	0.018	2.52	未检出	18.29	3257	0.797	0.407	1.18	0.0262	0.199	0.036	2.1	26.5	37.35	1.51
	最小值	0.02	2.87	<0.01	<0.20	未检出	17.42	2553	0.318	<0.004	0.202	0.0128	0.025	0.012	1.3	9.8	33.135	0.89
	平均值	0.05	4.01	0.007	1.56	未检出	17.85	2834	0.480	0.0974	0.357	0.0186	0.123	0.019	1.54	15.26	35.303	1.08
中层	最大值	0.07	4.95	0.015	2.1	-	18.42	3103	-	-	-	-	-	-	-	-	36.525	1.27
	最小值	0.02	3.31	<0.01	<0.2	-	17.55	2620	-	-	-	-	-	-	-	-	33.235	0.85
	平均值	0.05	4.03	0.004	1.15	-	18.08	2859	-	-	-	-	-	-	-	-	35.548	1.01
底层	最大值	0.08	5.07	0.019	2.29	-	18.42	3139	-	-	-	-	-	-	-	-	37.095	1.18
	最小值	0.03	3.14	<0.01	<0.2	-	17.49	2476	-	-	-	-	-	-	-	-	33.42	0.82
	平均值	0.06	4.09	0.006	0.90	-	17.97	2833	-	-	-	-	-	-	-	-	35.793	0.99
总平均值		0.05	4.04	0.006	1.20	未检出	17.97	2842	0.480	0.0974	0.357	0.0186	0.123	0.019	1.54	15.26	35.548	1.03

表 3.2- 17 海水水质参数调查结果统计特征值（夏季大潮连续站 A）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	31.5	32.206	8.18	0.81	8.37	12.7	37	0.046	0.019	0.112	0.021	1.11	0.405	0.022
	最小值	29	31.2526	8.12	0.32	5.26	2.1	12.9	0.014	0.009	0.039	0.007	0.32	0.149	0.014
	平均值	29.9	31.7457	8.15	0.46	6.71	6.1	27.4	0.031	0.013	0.087	0.013	0.56	0.228	0.016
中层	最大值	30	32.1851	8.17	0.48	6.99	11.3	33.4	0.021	0.009	0.107	0.01	0.37	0.212	0.016
	最小值	28.8	31.8847	8.14	0.41	6.88	6.1	16.6	0.017	0.009	0.106	0.01	0.35	0.174	0.015
	平均值	29.4	32.0349	8.16	0.45	6.94	8.7	25.00	0.019	0.009	0.1065	0.01	0.36	0.193	0.0155
底层	最大值	31.4	32.266	8.18	0.65	8.09	16.8	47.4	0.038	0.019	0.121	0.017	1.01	0.316	0.028
	最小值	28.7	31.2518	8.12	0.4	5.18	3.4	8.1	0.003	0.009	0.044	0.008	0.3	0.205	0.014
	平均值	29.9	31.8964	8.15	0.53	6.67	9.3	30.6	0.024	0.012	0.083	0.012	0.48	0.245	0.018
总平均值		29.7	31.8923	8.15	0.48	6.77	8.0	27.7	0.025	0.011	0.092	0.012	0.47	0.222	0.017

表 3.2- 18 海水水质参数调查结果统计特征值（夏季大潮连续站 B）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	30.5	32.8208	8.16	0.83	6.99	21.9	33.4	0.06	0.011	0.061	0.015	0.93	0.679	0.031
	最小值	29.2	31.3296	8.14	0.4	6.66	5.1	7.9	0.013	0.007	0.02	0.001	0.22	0.218	0.012
	平均值	29.6	32.246	8.15	0.64	6.86	10.8	16.6	0.032	0.009	0.038	0.006	0.41	0.365	0.021
中层	最大值	29	32.8423	8.16	0.59	6.89	15.2	13.9	0.01	0.008	0.033	0.004	0.28	0.345	0.026
	最小值	29.2	32.8306	8.15	0.55	6.88	9.9	12.6	0.01	0.007	0.013	0.004	0.27	0.196	0.014
	平均值	29.1	32.8365	8.155	0.57	6.885	12.55	13.25	0.01	0.008	0.023	0.004	0.275	0.271	0.02
底层	最大值	29.6	32.8139	8.17	1.22	6.96	15.9	31.8	0.049	0.011	0.041	0.007	0.89	0.403	0.026
	最小值	28.8	32.1408	5.16	0.27	6.7	6.5	8.4	0.009	0.007	0.025	0.004	0.23	0.105	0.012
	平均值	29.2	32.4504	7.78	0.65	6.79	10.4	15.6	0.023	0.009	0.034	0.006	0.46	0.288	0.019
总平均值		29.3	32.5110	8.03	0.62	6.85	11.25	15.15	0.022	0.009	0.032	0.005	0.38	0.308	0.02

表 3.2- 19 海水水质参数调查结果统计特征值（秋季大潮大面站一）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果																	
		水温	盐度	电导率	pH	浊度	COD	溶解氧	BOD_5	碱度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷	氟化物
		℃		ms/cm		°	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	23.1	30.00	50.0	8.19	26.0	0.60	7.61	0.53	2.21	41.5	0.272	0.028	0.026	0.035	0.794	0.49	0.063	1.26
	最小值	22.4	29.16	48.6	8.15	8.1	0.15	7.33	0.01	2.15	11.5	0.218	0.007	nd	0.023	0.598	0.36	0.040	1.22
	平均值	22.7	29.65	49.4	8.17	19.0	0.38	7.42	0.18	2.18	26.7	0.251	0.011	0.013	0.030	0.702	0.44	0.052	1.24
中层	最大值	23.2	29.82	49.7	8.19	36.1	0.63	7.51	0.41	2.20	40.5	0.270	0.015	0.019	0.035	0.773	0.57	0.063	1.26
	最小值	22.1	29.22	48.7	8.16	0.3	0.22	7.32	0.13	2.17	17.5	0.252	0.007	0.006	0.022	0.654	0.35	0.044	1.23
	平均值	22.7	29.57	49.3	8.17	9.4	0.42	7.42	0.27	2.18	28.8	0.262	0.011	0.013	0.029	0.708	0.44	0.050	1.24
底层	最大值	22.9	30.00	50.0	8.19	43.6	0.47	7.64	0.69	2.20	70.5	0.286	0.030	0.031	0.047	1.002	0.47	0.070	1.26
	最小值	22.0	29.28	48.8	8.14	11.1	0.31	7.30	0.03	2.17	8.3	0.220	0.007	0.003	0.023	0.640	0.38	0.047	1.23
	平均值	22.5	29.66	49.4	8.17	23.5	0.38	7.46	0.25	2.19	34.3	0.254	0.012	0.013	0.031	0.722	0.42	0.055	1.25
总平均值		22.6	29.64	49.4	8.17	18.5	0.39	7.44	0.22	2.18	29.8	0.254	0.011	0.013	0.030	0.710	0.43	0.053	1.25

表 3.2- 20 海水水质参数调查结果统计特征值（秋季大潮大面站二）

层次	特征值		海水水质环境要素监测结果															
		余氯	硼	LAS	硫化物	氰化物	氯化物	硫酸根	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	总可溶性物	TOC
		mg/L		mg/L	μg/L	°	mg/L	mg/L	μg/L							mg/L	g/L	mg/L
表层	最大值	0.07	4.80	0.019	2.55	-	16.91	3304	0.614	0.180	9.910	0.0570	0.220	0.041	2.3	26.0	33.445	1.30
	最小值	0.01	4.47	0.007	<0.20	-	16.18	2607	0.412	<0.004	0.308	0.0434	0.00216	0.023	1.9	12.4	31.090	0.99
	平均值	0.04	4.66	0.012	1.28	-	16.72	2876	0.490	0.079	0.967	0.0474	0.119	0.033	2.1	19.1	33.026	1.12
中层	最大值	0.08	4.95	0.018	1.81	-	16.85	3078	-	-	-	-	-	-	-	-	33.420	1.22
	最小值	0.03	3.62	0.008	<0.20	-	16.47	2618	-	-	-	-	-	-	-	-	31.550	0.97
	平均值	0.05	4.63	0.011	0.98	-	16.70	2863	-	-	-	-	-	-	-	-	32.988	1.05
底层	最大值	0.08	4.88	0.017	2.76	-	16.91	3141	-	-	-	-	-	-	-	-	33.445	1.18
	最小值	0.03	4.53	0.003	<0.20	-	16.53	2445	-	-	-	-	-	-	-	-	32.190	0.97
	平均值	0.06	4.70	0.011	1.35	-	16.74	2876	-	-	-	-	-	-	-	-	33.094	1.09
总平均值		0.05	4.67	0.011	1.20	-	16.72	2876	0.490	0.079	0.9673	0.0474	0.119	0.033	2.1	19.1	33.036	1.08

表 3.2- 21 海水水质参数调查结果统计特征值（秋季大潮连续站 A）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	22.0	30.18	8.20	0.73	9.35	28.40	30.4	0.266	0.012	0.019	0.033	0.752	0.39	0.073
	最小值	21.8	29.94	8.18	0.51	7.29	14.10	18.4	0.245	0.009	nd	0.029	0.678	0.32	0.049
	平均值	21.6	30.03	8.19	0.57	7.68	19.89	25.1	0.257	0.010	0.013	0.031	0.715	0.36	0.058
中层	最大值	22.0	30.18	8.20	0.67	7.56	23.1	28.6	0.267	0.010	0.012	0.032	0.762	0.39	0.061
	最小值	21.8	29.82	8.18	0.44	7.49	18.9	21.9	0.257	0.009	0.004	0.029	0.687	0.34	0.056
	平均值	21.9	30.00	8.19	0.53	7.53	20.5	25.9	0.262	0.010	0.007	0.031	0.717	0.37	0.058
底层	最大值	22.0	30.18	8.20	0.71	7.54	31.2	32.6	0.279	0.013	0.013	0.030	0.736	0.44	0.067
	最小值	21.2	29.76	8.19	0.37	7.33	13.4	16.7	0.248	0.010	0.007	0.029	0.682	0.36	0.041
	平均值	21.7	29.98	8.19	0.58	7.45	22.0	25.2	0.264	0.011	0.009	0.030	0.705	0.38	0.058
总平均值		21.7	30.00	8.19	0.56	7.55	20.80	25.4	0.261	0.010	0.010	0.030	0.712	0.37	0.058

表 3.2- 22 海水水质参数调查结果统计特征值（秋季大潮连续站 B）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	22.0	29.82	8.23	0.55	7.51	33.4	39.7	0.281	0.014	0.037	0.036	0.738	0.41	0.078
	最小值	19.2	29.70	8.18	0.18	7.20	13.2	11.1	0.251	0.007	nd	0.028	0.682	0.36	0.048
	平均值	20.9	29.77	8.20	0.46	7.43	19.7	26.4	0.262	0.010	0.014	0.031	0.708	0.38	0.067
中层	最大值	21.8	29.76	8.20	0.57	7.75	34.4	33.5	0.261	0.009	0.002	0.030	0.752	0.36	0.063
	最小值	20.7	29.70	8.20	0.45	7.33	20.3	25.2	0.241	0.007	nd	0.029	0.708	0.32	0.058
	平均值	21.3	29.73	8.20	0.51	7.54	27.4	29.4	0.251	0.008	0.002	0.030	0.730	0.34	0.061
底层	最大值	22.8	29.82	8.21	0.63	7.65	29.8	29.7	0.265	0.012	0.017	0.033	0.736	0.41	0.075
	最小值	19.8	29.10	8.17	0.43	7.36	19.1	19.5	0.230	0.007	nd	0.028	0.678	0.31	0.059
	平均值	21.3	29.66	8.19	0.52	7.47	23.8	25.3	0.255	0.009	0.006	0.031	0.703	0.35	0.065
总平均值		21.2	29.72	8.20	0.50	7.48	23.6	27.0	0.256	0.009	0.007	0.030	0.714	0.36	0.064

表 3.2- 23 海水水质参数调查结果统计特征值（冬季大潮大面站一）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果																	
		水温	盐度	电导率	pH	浊度	COD	溶解氧	BOD_5	碱度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷	氟化物
		℃		ms/cm		°	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	15.0	29.25	42.8	8.18	122.0	0.52	9.65	1.64	2.11	137.1	0.602	0.013	0.030	0.061	1.26	0.767	0.120	1.21
	最小值	11.2	28.91	42.3	8.14	15.1	0.14	8.63	0.06	2.06	46.2	0.418	0.002	0.002	0.035	0.95	0.439	0.065	1.16
	平均值	12.0	29.13	42.6	8.16	31.3	0.28	9.27	0.47	2.07	94.8	0.487	0.006	0.013	0.044	1.01	0.584	0.088	1.19
中层	最大值	12.0	29.32	42.9	8.18	143.0	0.57	9.56	0.79	2.12	143.0	0.598	0.019	0.023	0.063	1.36	0.734	0.113	1.20
	最小值	11.2	28.91	42.3	8.14	9.7	0.13	8.47	0.03	2.06	65.4	0.385	0.002	0.003	0.035	0.96	0.510	0.080	1.18
	平均值	11.9	29.13	42.6	8.16	41.2	0.29	9.18	0.43	2.07	96.6	0.495	0.007	0.011	0.044	1.03	0.606	0.093	1.19
底层	最大值	12.2	29.32	42.9	8.18	154.0	0.54	9.62	1.04	2.11	162.7	0.574	0.018	0.029	0.063	1.29	0.812	0.123	1.22
	最小值	11.5	28.91	42.3	8.14	8.1	0.15	8.75	0.01	2.06	36.2	0.413	0.002	0.003	0.035	0.96	0.512	0.078	1.19
	平均值	11.9	29.11	42.6	8.16	39.6	0.30	9.29	0.52	2.07	114.2	0.491	0.007	0.012	0.043	1.02	0.608	0.101	1.20
总平均值		11.9	29.12	42.6	8.16	37.4	0.29	9.24	0.47	2.07	101.9	0.491	0.006	0.012	0.044	1.02	0.599	0.094	1.19

表 3.2- 24　海水水质参数调查结果统计特征值（冬季大潮大面站二）

层次	特征值		海水水质环境要素监测结果															
		余氯	硼	LAS	硫化物	氰化物	氯化物	硫酸根	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	总可溶性物	TOC
		mg/L		mg/L	μ g/L	°	mg/L	mg/L	μg/L							mg/L	g/L	mg/L
表层	最大值	0.13	4.77	0.016	3.05	-	16.23	3325	0.693	0.470	0.921	0.0342	0.489	0.021	3.7	21.7	33.84	1.07
	最小值	0.02	3.36	0.011	0.23	-	16.06	2629	0.420	0.0686	0.194	0.0180	0.0554	0.010	1.5	15.6	31.62	0.93
	平均值	0.08	4.13	0.014	0.96	-	16.13	2899	0.518	0.152	0.534	0.0245	0.235	0.015	2.2	17.8	32.64	0.99
中层	最大值	0.16	4.62	0.017	2.98	-	16.24	3137	-	-	-	-	-	-	-	-	33.76	1.24
	最小值	0.03	3.71	0.010	0.23	-	16.06	2689	-	-	-	-	-	-	-	-	31.76	0.93
	平均值	0.09	4.27	0.014	0.96	-	16.15	2925	-	-	-	-	-	-	-	-	32.86	1.01
底层	最大值	0.17	4.76	0.017	3.16	-	16.24	3137	-	-	-	-	-	-	-	-	33.88	1.05
	最小值	0.05	3.11	0.012	0.27	-	16.06	2454	-	-	-	-	-	-	-	-	27.72	0.96
	平均值	0.10	4.21	0.014	1.32	-	16.16	2855	-	-	-	-	-	-	-	-	32.35	0.99
总平均值		0.09	4.21	0.014	1.32	-	16.16	2889	0.518	0.152	0.534	0.0245	0.235	0.015	2.2	17.8	32.62	1.00

表 3.2- 25 海水水质参数调查结果统计特征值（冬季大潮连续站 A）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	12.0	29.18	8.16	0.80	9.91	108.0	98.2	0.498	0.006	0.036	0.044	1.02	0.590	0.092
	最小值	10.5	29.11	8.14	0.15	8.97	36.0	38.0	0.447	0.004	0.011	0.039	0.98	0.508	0.068
	平均值	11.3	29.14	8.15	0.32	9.30	78.7	63.9	0.472	0.005	0.019	0.041	0.99	0.544	0.084
中层	最大值	12.0	29.11	8.17	0.26	9.33	108.0	106.6	0.478	0.005	0.039	0.041	1.01	0.562	0.097
	最小值	10.5	29.11	8.13	0.17	8.97	64.4	73.8	0.444	0.005	0.011	0.039	0.98	0.478	0.086
	平均值	11.5	29.11	8.15	0.21	9.16	86.8	86.9	0.465	0.005	0.025	0.040	0.99	0.523	0.091
底层	最大值	12.0	29.18	8.15	0.34	9.55	127.0	115.4	0.566	0.005	0.026	0.042	1.05	0.674	0.109
	最小值	10.5	29.04	8.14	0.15	9.00	27.5	27.8	0.446	nd	0.011	0.039	0.96	0.528	0.072
	平均值	11.4	29.12	8.15	0.26	9.20	95.1	78.0	0.482	0.005	0.019	0.040	1.00	0.577	0.091
总平均值		11.4	29.12	8.15	0.26	9.22	86.9	76.3	0.473	0.005	0.021	0.040	0.99	0.548	0.088

表 3.2- 26 海水水质参数调查结果统计特征值（冬季大潮连续站 B）

层次	特征值	海水水质环境要素监测结果													
		水温	盐度	pH	COD	溶解氧	浊度	悬浮物	硝酸盐	亚硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	活性硅酸盐	总氮	总磷
		℃			mg/L	mg/L	°	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
表层	最大值	13.0	29.11	8.18	0.64	9.73	119.5	133.5	0.499	0.005	0.025	0.043	1.02	0.915	0.117
	最小值	9.5	29.04	8.12	0.15	8.97	27.4	43.9	0.408	0.004	0.012	0.040	0.99	0.625	0.068
	平均值	11.2	29.09	8.16	0.41	9.38	80.5	81.9	0.472	0.004	0.018	0.041	1.01	0.706	0.092
中层	最大值	13.0	29.18	8.16	0.49	8.93	151.5	150.7	0.516	0.004	0.010	0.040	1.00	0.713	0.120
	最小值	13.0	29.18	8.16	0.49	8.93	151.5	150.7	0.516	0.004	0.010	0.040	1.00	0.713	0.120
	平均值	13.0	29.18	8.16	0.49	8.93	151.5	150.7	0.516	0.004	0.010	0.040	1.00	0.713	0.120
底层	最大值	13.0	29.18	8.18	0.53	9.98	158.5	151.5	0.527	0.005	0.027	0.043	1.04	0.723	0.126
	最小值	9.5	29.11	8.12	0.16	8.90	31.7	39.5	0.430	0.004	0.007	0.040	0.99	0.628	0.070
	平均值	10.9	29.13	8.16	0.36	9.45	105.7	103.0	0.480	0.004	0.015	0.041	1.01	0.678	0.100
总平均值		11.7	29.13	8.16	0.42	9.25	95.6	111.9	0.489	0.004	0.014	0.041	1.01	0.699	0.104

表 3.2-27 环境空气质量现状统计结果

单位：mg/m^3

采样点位 / 污染物		1#综合办公楼	2#大件仓库	3 #前薛村南	4#东林村（2月）	4#东林村（3月）	5#楼前村
SO_2	小时最大值	0.013	0.014	0.012	0.012	0.012	0.012
	日均最大值	0.011	0.012	0.009	0.011	0.009	0.009
NO_2	小时最大值	0.033	0.036	0.027	0.032	0.026	0.027
	日均最大值	0.027	0.032	0.020	0.026	0.019	0.020
CO	小时最大值	0.8	0.8	0.6	1.0	0.6	0.6
	日均最大值	0.7	1.0	0.5	0.9	0.5	0.5
TSP	日均最大值	0.167	0.153	0.075	0.162	0.074	0.087
PM_{10}	日均最大值	0.068	0.060	0.054	0.059	0.049	0.327

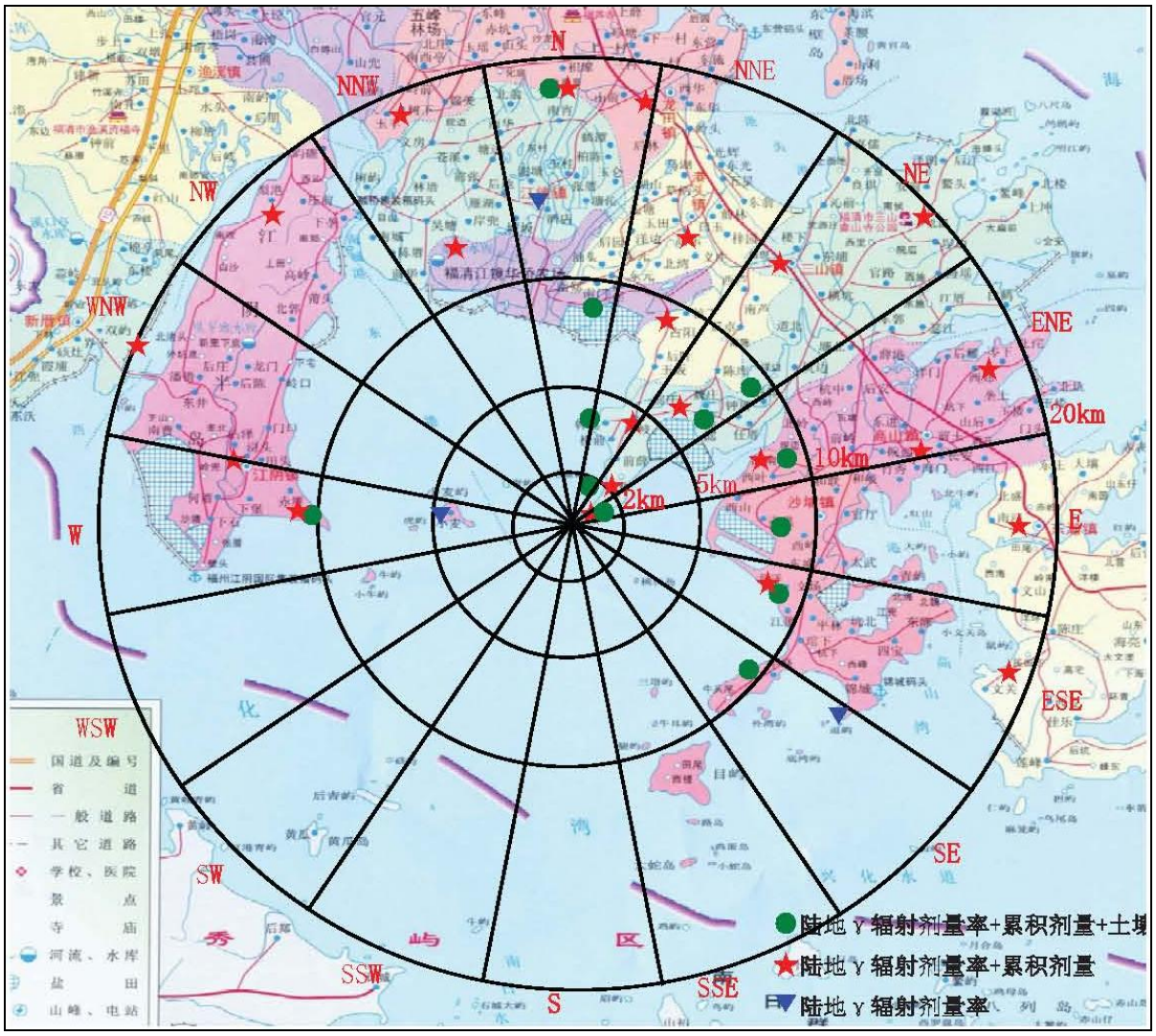


图 3.1- 1　5km 范围内原野贯穿辐射剂量率、累积计量测量点和土壤布点示意图

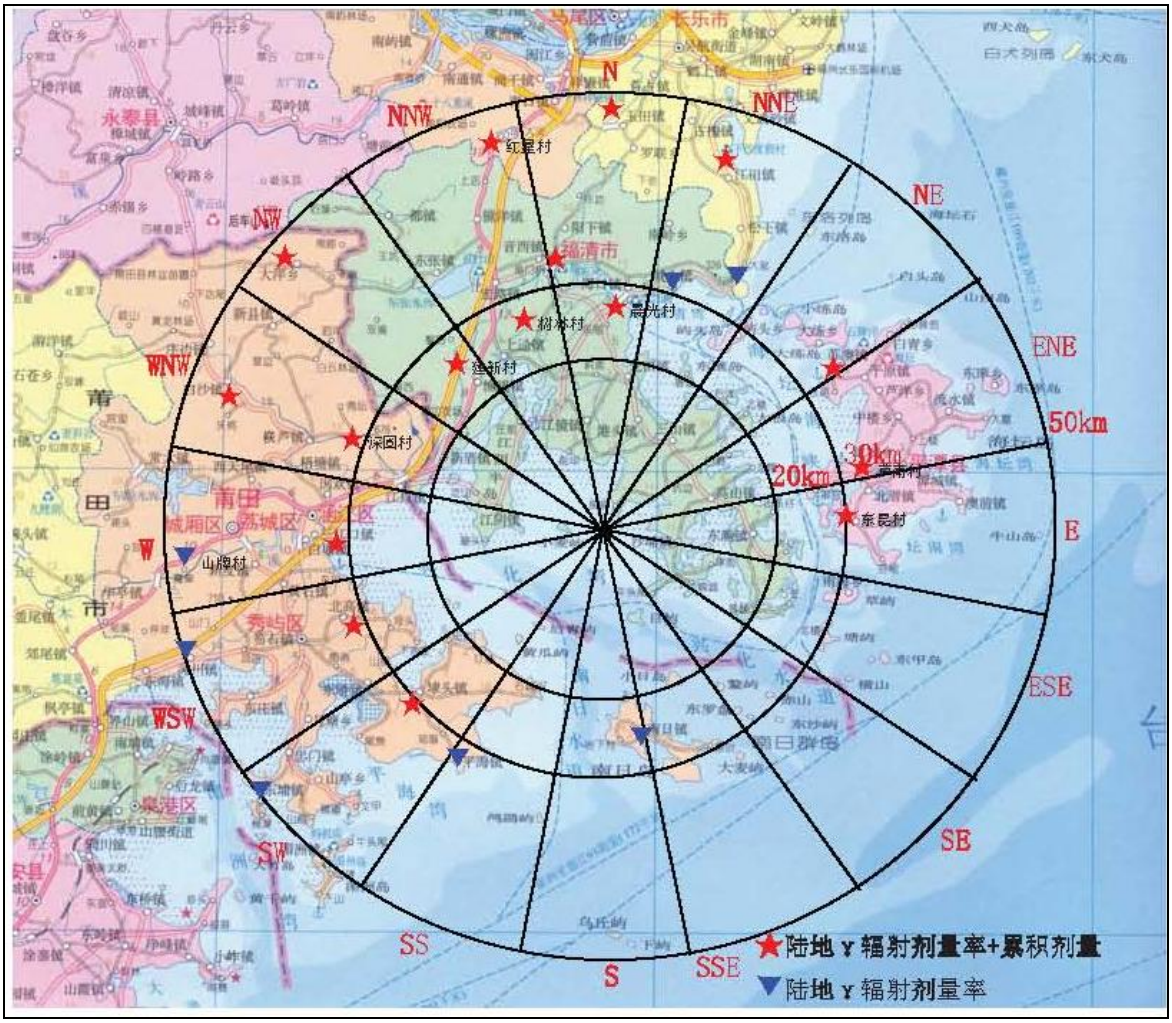


图 3.1- 2　50km 范围内原野贯穿辐射剂量率、累积剂量测量点布点示意图

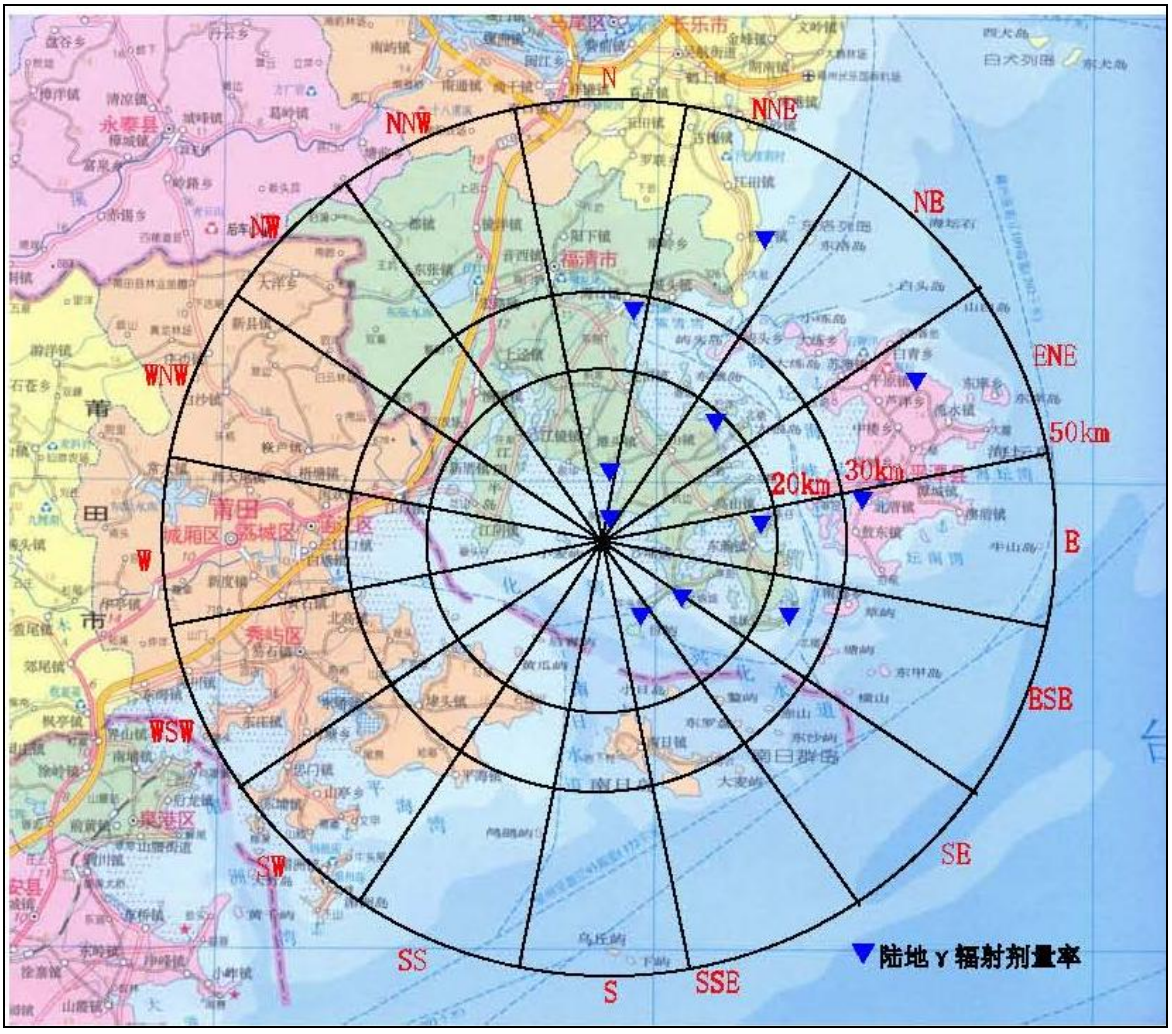


图 3.1- 3　日本核事故后增加的剂量率测量点位

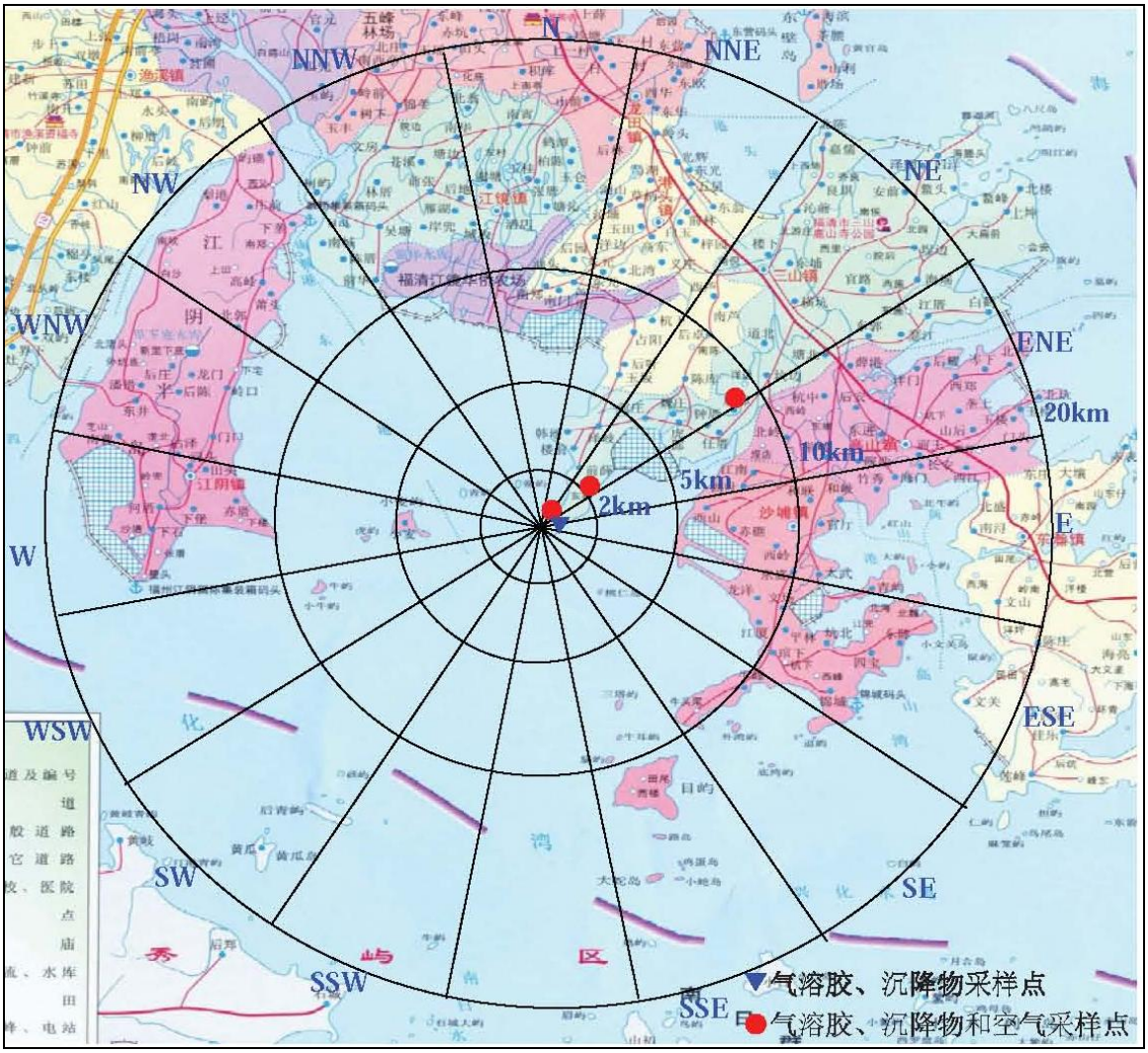


图 3.1- 4　气溶胶、沉降物、降水和空气采样点布点图

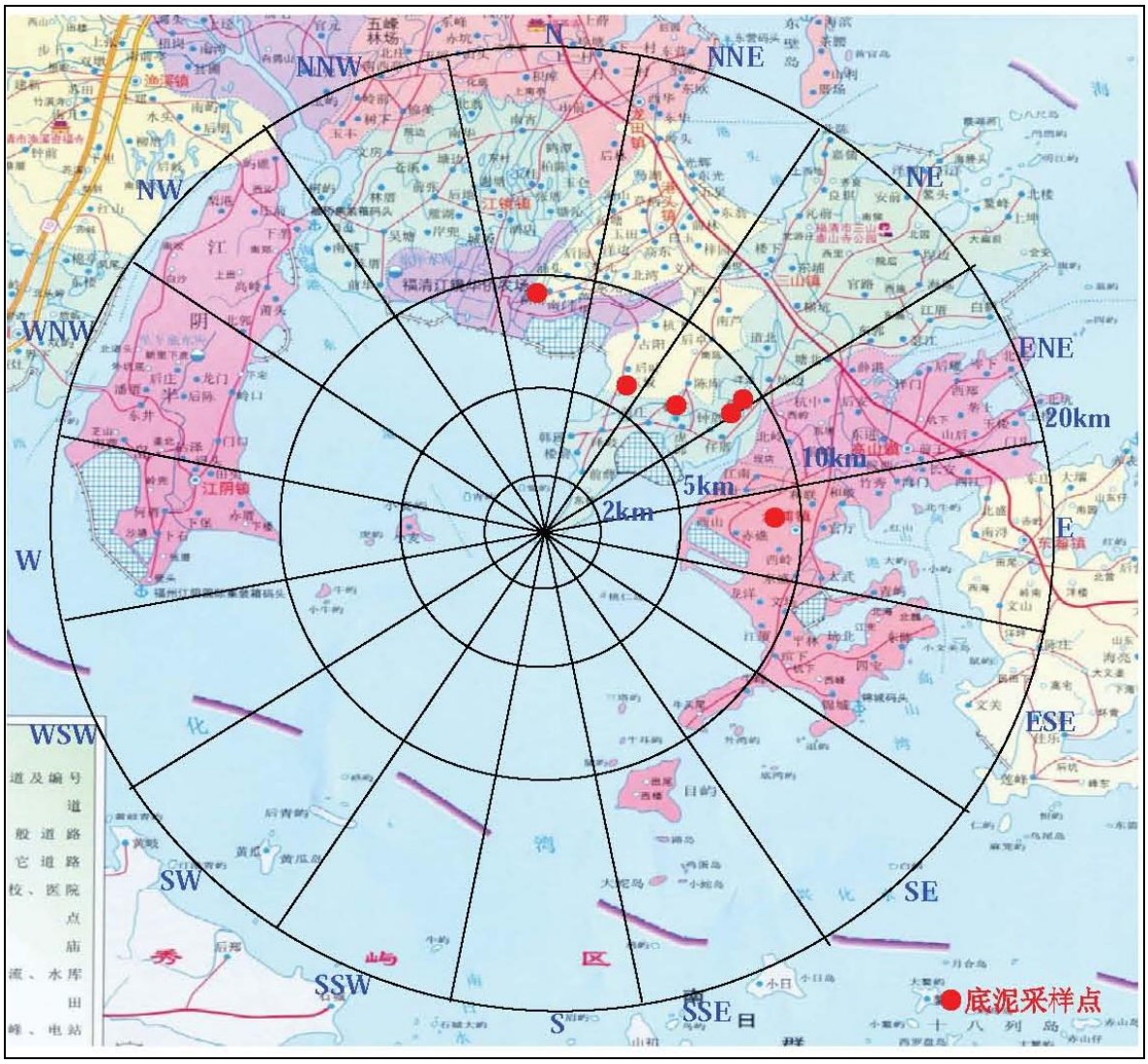


图 3.1- 5　底泥采样点布点图

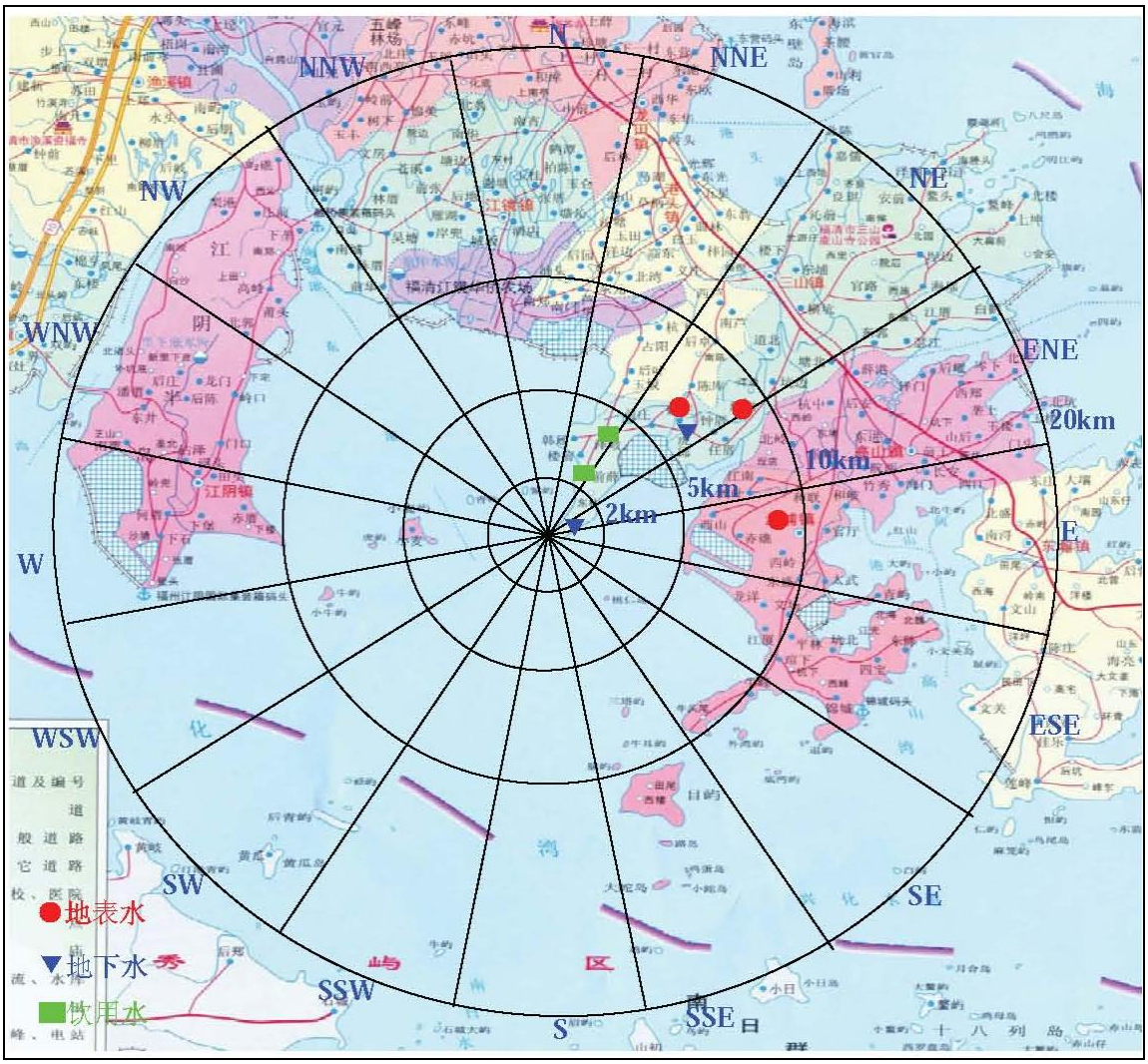


图 3.1- 6　饮用水、地表水和地下水采样点布点图

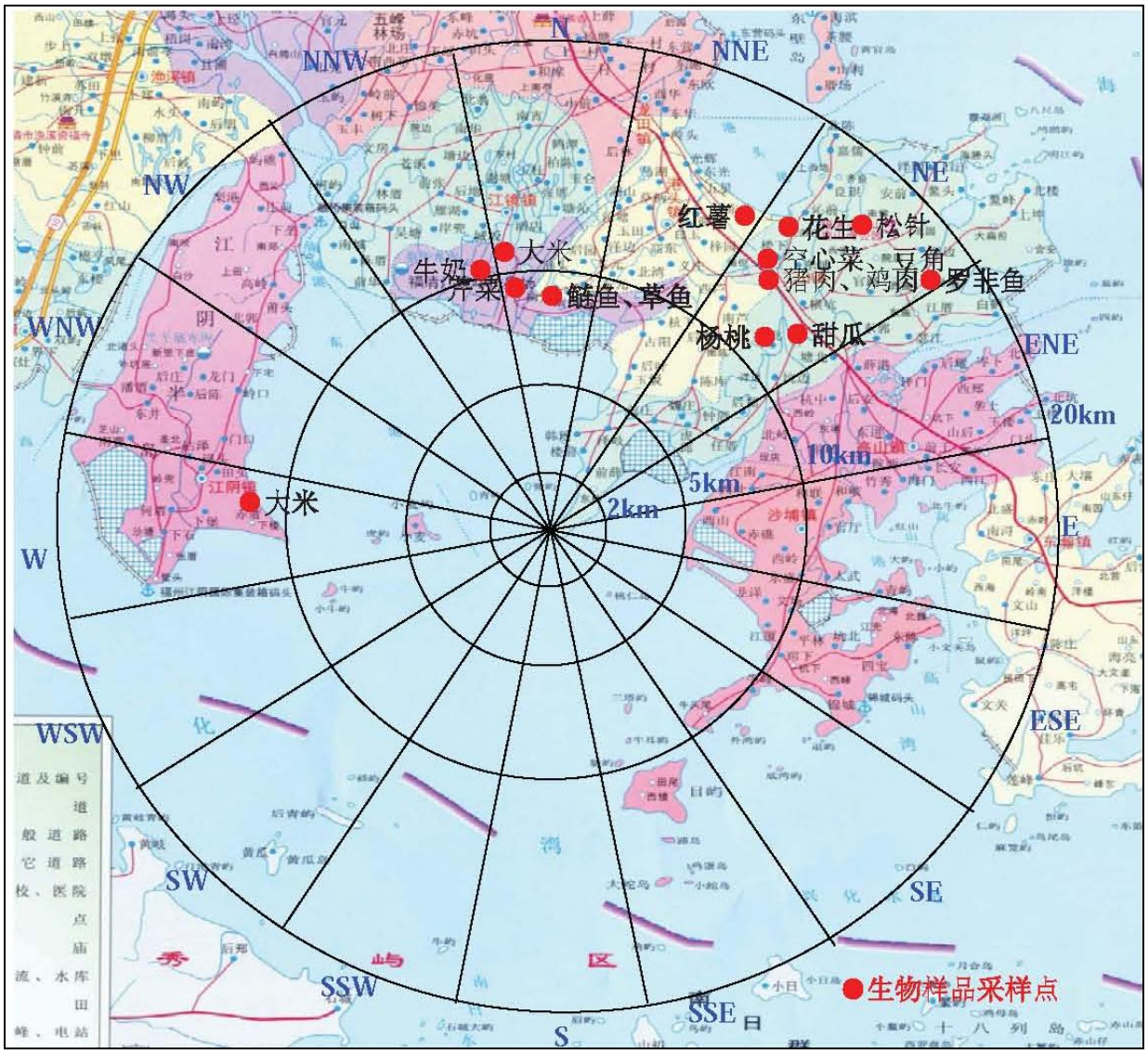


图 3.1- 7　陆地生物样品采样点布点图

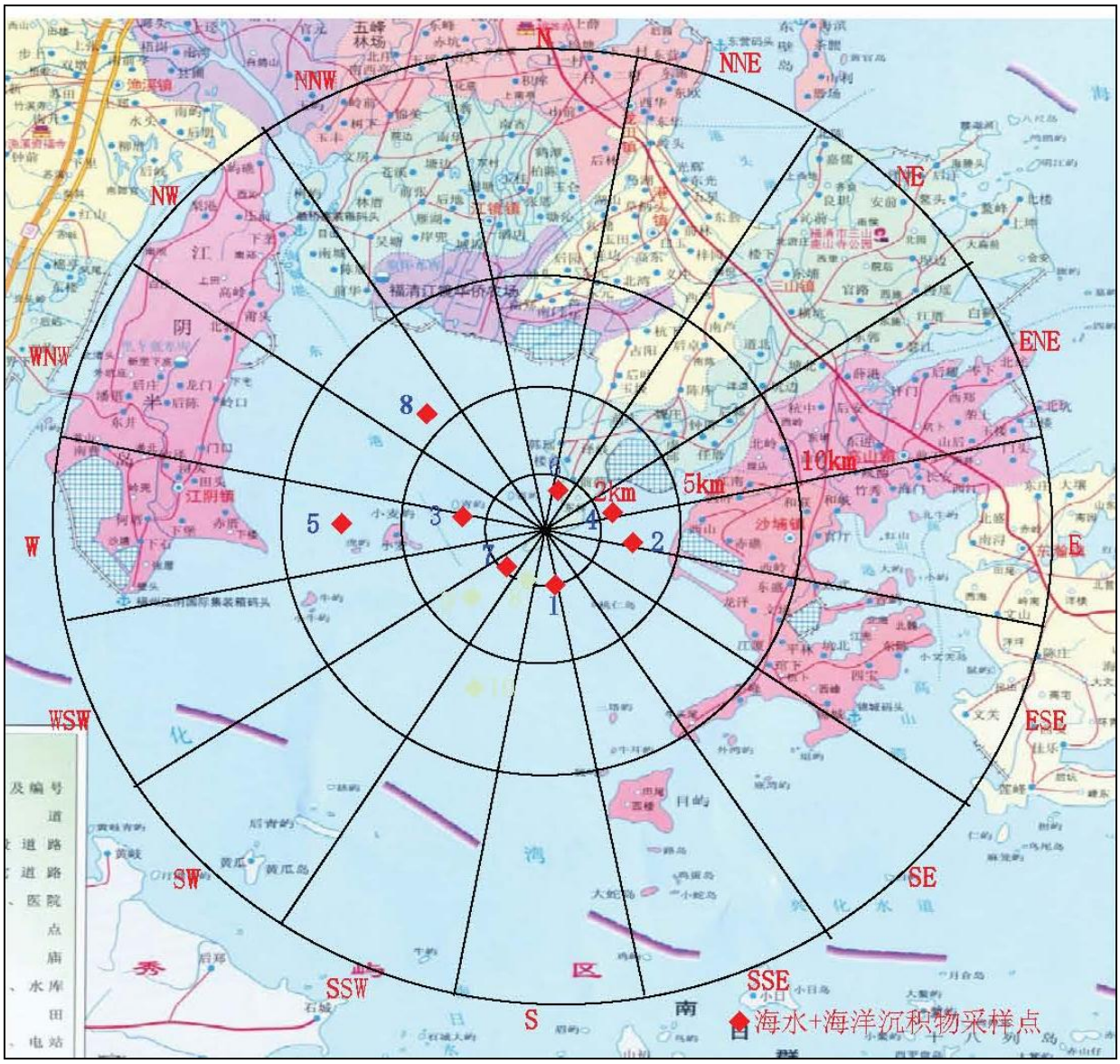


图 3.1- 8　海水及海洋沉积物采样点布点图

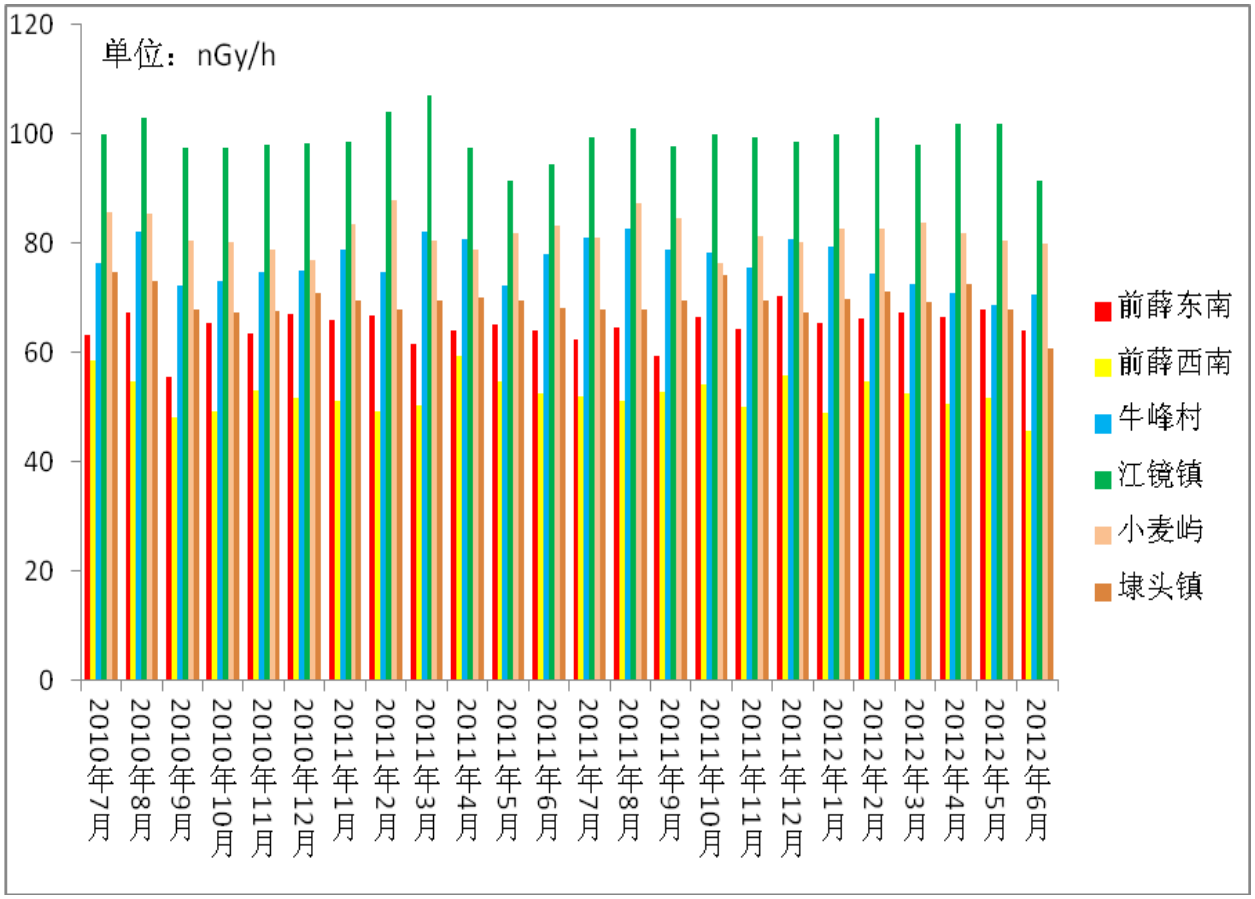


图 3.1- 9　典型测点γ 辐射剂量率分布图

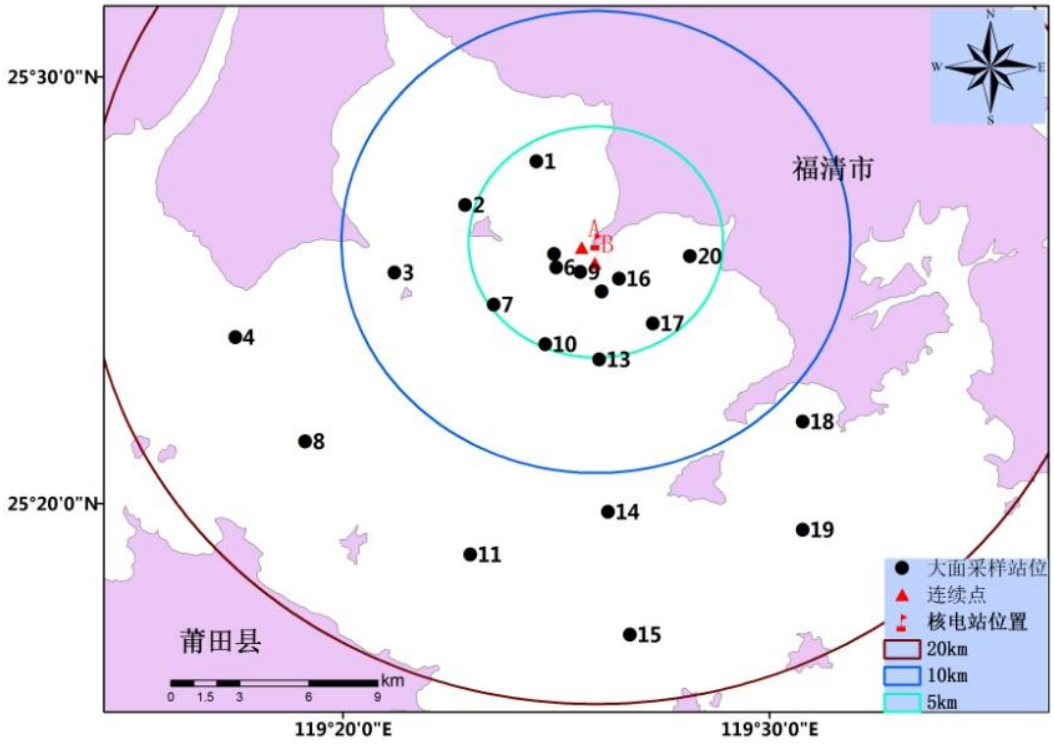


图 3.2- 1　福建福清核电厂邻近海域生态环境调查站位图

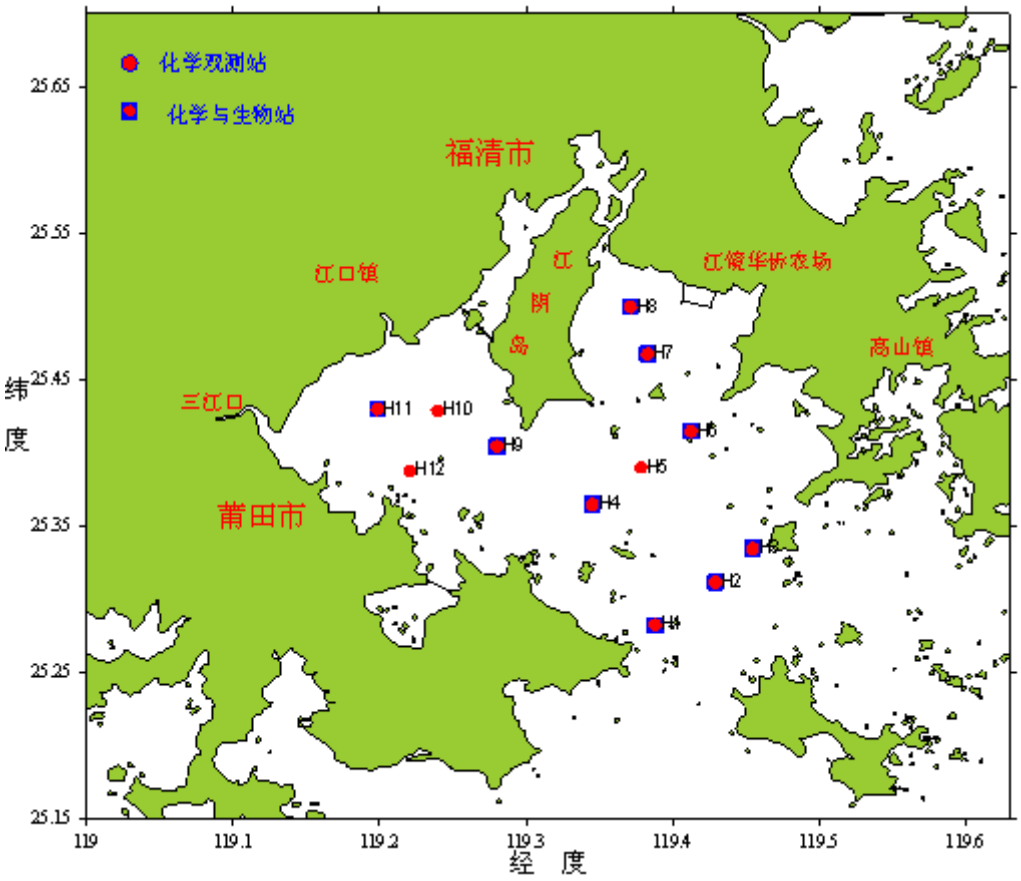


图 3.2- 2　海水及海洋沉积物调查站位分布图

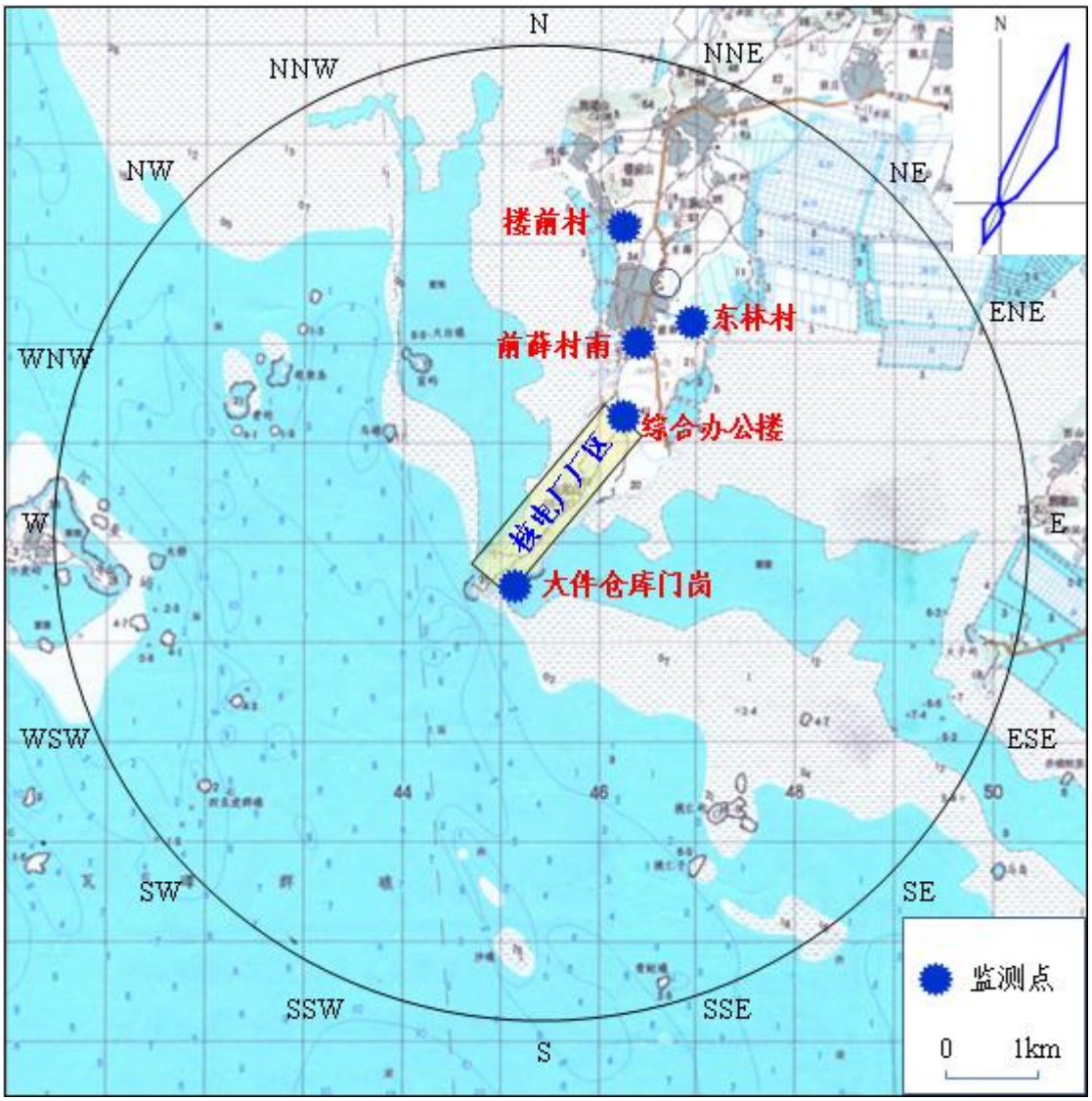


图 3.2- 3 环境空气监测点位示意图

第四章 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 施工场地规划

4.1.4 废气、废液排放点的位置

4.2 反应堆和蒸汽 — 电力系统

4.2.1 概述

4.2.2 核岛

4.2.3 常规岛

4.2.4 反应堆-蒸汽发生器系统流程图

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 放射性废液处理系统及源项

4.6.3 放射性废气处理系统及源项

4.6.4 放射性固体废物处理系统及源项

4.6.5 放射性流出物监测系统

4.6.6 乏燃料暂存系统

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

4.10 福岛后改进项

4.1 厂区总平面布置

4.1.1 建设规模及项目组成

福清核电厂规划容量 6×1000MW 核电机组，分期建设。1、2 号机组建设 2 台 M310 加改进压水堆核电机组及其配套辅助设施，部分辅助设施考虑 4 台或 6 台机组共用。

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.2.1 布置原则

- 厂区总平面布置与总体规划相协调一致。
- 核岛、常规岛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。
- 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。
- 满足分期建设的要求，减少后期施工对一期运行的影响。

4.1.2.2 平面布置

4.1.2.2.1 主要建筑物的平面布置

六台机组的主厂房建筑群由西向东在同一轴线上并列布置在歧尾山山体自然地形标高 13～56 米左右的挖方区域（已平整至 11.00m 标高），1、2 号机组布置在厂区的西端，3、4 号机组布置在厂区中部， 5、6 号机组布置在厂区东部（文中方位按建北描述）。1、2 号机组主厂房区由核岛和常规岛组成，呈南北向布置，核岛厂房南向，常规岛厂房北向。核岛由反应堆厂房、电气厂房、核辅助厂房、柴油发电机厂房、燃料厂房、联结厂房、辅助给水储存罐、停堆用更衣室、核岛龙门架、连接塔组成；常规岛由汽机厂房、润滑油转运站、树脂再生间、公共气体储存箱、主变压器、备用变压器平台组成。主厂房建筑群基础均坐落在微风化岩石上，岩体较完整～完整，岩体的基本质量等级为Ⅱ～Ⅰ级。建筑场地类别为Ⅰ类。微风化花岗岩的承载力特征值为 13.0MPa，剪切波速为 2636m/s。

循环冷却水和重要厂用水采用北取南排方案。机组取排水管道采用单元式，明渠取水、暗涵与明渠结合的排水方式。引水明渠 1～6 号机组共用，在 1、2 号机组建设时一次施工完成。排水暗渠每台机组设两条，排水明渠 1～6 号机组共用，在 1、2 号机组建设时一次施工完成。温排水通过排水暗渠排到南护堤外的排水明渠，经排水明渠排入大海。重要厂

用水排水由重要厂用水泵房接出，在虹吸井处与循环冷却水汇合，与循环冷却水一起从排水暗渠排入兴化湾。

循环水设施区主要包括联合泵房、制氯站及各种水工设施，其中取水明渠设在厂区北部岸边；联合泵房和制氯站分期设置，布置在主厂房北部取水明渠的南护岸上。

全厂规划开关站一座，供 6 台机组公用。1、2 号机组设置一座 500kV GIS 和一座 220 备用电源 GIS 开关站。开关站布置在 2、3 号机组主厂房群的中部靠近取水明渠南护岸处。主变与开关站之间采用电缆沟连接。规划出线方向为厂区北侧滩涂东向出线。

辅助生产区布置在主厂房西侧和东侧，方便与主厂房的工艺联系，主要包括放射性辅助生产厂房和非放射性辅助生产厂房。

固体废物暂存库、放射性固体废物处理辅助厂房、特种汽车库、放射性机修、放射性废油暂存库及去污车间布置在厂区用地的西南部主厂房区的西侧，核岛废液储罐厂房、常规岛废液储罐厂房布置在主厂房区的南侧，靠近核岛，形成三废区。核岛废液贮罐和常规岛废液贮罐为核安全相关厂房，靠近核岛厂房布置，厂房基础坐落在中等风化岩石上。

QR 放射性废油暂存库，位置在 AF、QT 厂房之间，建筑面积 527.25m^2。

非放射性辅助生产厂房分别布置在主厂房西北部和东部，与主厂房联系密切的除盐水生产厂房、除盐水储罐，布置在汽轮机厂房东侧；非放射性机修车间、电仪修车间及仓库、备品备件库等，布置在汽轮机厂房西侧；化学试剂库、放射源库、润滑油及油脂库等与主厂房联系较少且有一定危险性的厂房集中布置在厂区的西北角；有防爆要求的制氢站和贮存厂房布置在厂区边缘，远离人流；第五台柴油发电机厂房、辅助锅炉房、厂区实验楼、性能实验室、空气压缩机房、洗衣房等布置在主厂房东部，既考虑与后期工程共用的可能，又方便管理，且管线短捷；生产检修办公楼布置在 UD 入口处，方便管理人员的生产联系。

厂前区全厂统一规划，布置在主厂房区东侧的厂区扩建端，朝向进厂道路。厂前区包括综合办公楼、档案馆、食堂。

武警营房、公安楼、消防站和应急指挥中心等，布置在厂前区的北侧，500m 非居住区外，与主厂区有方便的交通，方便接警。

为确保核电厂的安全，厂区设置三道实体保卫围墙：控制区围墙，为单层可视围墙，包围区域为生产管理、辅助生产设施和主生产区；保护区围墙，为双层可视围墙，并装备相应的技术防范设施，包围区域为主要生产厂房及辅助生产区；要害区围墙，为双层可视围墙，并装备相应的技术防范设施，或利用建筑物外墙并增加相应的安全保卫设施，包围核岛、联合泵房、保卫控制中心。控制区、保护区和要害区围墙出入口处设置监控系统和

武警值勤哨位，进出人员、车辆必须持有专用证件和磁卡。

厂区设置南护岸、北护岸、明渠防波堤、码头防波堤等海工设施，其中除南护岸顶高程为+10.20m 外，其余顶高程均为+11.00m，均满足设计基准洪水位 8.38m（85 国家高程，下同）的要求，波浪爬高的影响通过修建挡浪墙等设施防止波浪影响，保证厂址安全。

福清核电厂的边坡是根据总体规划用地边界和厂址周围地形条件确定的。场地平整工程仅有厂址东北侧出现人工挖方边坡，边坡长约 594.0m，最大高差 5m，距 1、2 号机组安全相关厂房最近距离为 1106m，边坡不会对核安全物项构成威胁，是安全的。

4.1.2.2.2 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；放射性厂房布置在主导风向的下风向或最小风频的上风向；远离人流集中区域及人流集散地；布置在厂区用地的边缘地带。

固体废物暂存库、放射性固体废物处理辅助厂房、特种汽车库、放射性机修及去污车间布置在厂区用地的西南部主厂房区的西侧，核岛废液储罐厂房、常规岛废液储罐厂房布置在主厂房区的南侧，靠近核岛，形成三废区。三废区位于厂区用地的西南角，厂区用地的边缘地带，远离人流集中区域及人流集散地，处于全厂主导风向的下风向。

污水处理站位于 2 号机组南部保护区围栏之外 CC 井西侧，方便排放，且位于主导风向下风向。

应急指挥中心位于厂前区的东北方向，距离 2 号反应堆厂房中心直线距离 1574m，距离厂前区最近距离 197m，处于全厂主导风向上风向，并位于 500m 非居住区外。

环境实验室位于港头镇东元村，应急道路 K10+440 附近。

4.1.2.2 竖向布置

福清核电厂厂坪设计标高定为 11.00m，已通过初步安全分析报告评审。厂区竖向采用平坡式布置，核岛及安全相关厂房的±0.00 标高为 11.15m，厂区建构筑物室外散水标高 11.00m，核电厂的竖向设计满足安全要求。

4.1.2.3 厂内道路

1）道路设计

厂内道路分为主干道、次干道、支道和人行道。道路均采用城市型道路、水泥混凝土路面。主干道布置在主厂房四周，并连接至大件码头，路面宽度 9m、12m，道路转弯内半径最小 20m；次干道沿保护区围墙内侧布置，并划分厂内各分区，路面宽度 7m，道路转弯内半径不小于 9 m；支道用于各建筑物与主、次干道的连接，路面宽度 4m，转弯内

半径不小于 6m；人行道用于各建筑物之间及各建筑物与其它道路的连接，路面宽度不小于 1.5m；沿控制区和保护区围墙内侧、要害区围墙外侧，设置巡逻通道，路面宽度 4m 或 6m。

2）交通组织设计

施工道路与生产运行道路在道路设计及交通组织上采用分流的方法。

施工期间的施工运输通道：进厂道路—经十路—纬二路。

施工期间的生产运行通道：进厂道路—经十一路—纬一路。

三废区集中布置在厂区的西南角，靠近三废区的货运出入口，减少与非放射性运输的交叉。

4.1.2.4 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。保护区内除道路、广场外，均采用碎石铺地。碎石粒径 40～60mm，厚 100mm 左右。

——绿化区。保护区以外区域均可进行绿化。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。

为实施绿化，在厂区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。

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，整个厂区将处在两面绿色植物环抱，两面临海的优美环境中。

4.1.3 施工场地规划

电厂施工场地包括土建施工场地、设备安装场地、混凝土搅拌站及石料加工场地等，均位于南部滩涂回填区。1、2 号机组施工建设完成后，施工场地将用于后续工程的施工建设。

4.1.4 废气、废液排放点的位置

废液排放点：本工程循环冷却水和重要厂用水的排水口为废液排放点。低放废液通过地下管沟排至虹吸井，稀释后经循环水排水暗渠排至排水明渠，最后通过排水明渠导流堤排至排水口（废液排放点），进入厂址南部海域；厂区内在生产区和厂前区分别设集中的污水处理设施，处理后的污水达到国家排放标准后，用于厂区绿化灌溉用水，多余的排至虹吸井，经循环水排水暗渠排至排水明渠，最后通过排水明渠导流堤排至排水口（废液排

放点），进入厂址南部海域。此废液排放点包围在核电厂地产界线和 1℃ 温升征海范围内，排放口距 1℃ 温升征海边界最近距离为：东向边界线 1293m，南向边界线 2806m，西向边界线 1725m，北向边界线 1338m。

废气排放点：核电厂 1、2 号机组反应堆厂房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排入大气。烟囱排风口绝对标高为 73.45m，距离地产边界线最小距离为：东向边界线 1906m，南向边界线 579m，西向边界线 473m，北向边界线 584m。

4.2 反应堆和蒸汽 — 电力系统

4.2.1 概述

福建福清核电厂一期工程采用 2×1000MWe 压水堆核电机组。每台核电机组均由包括核反应堆及其核辅助设施的核岛和包括汽轮发电机及其辅助设施的常规岛组成。

福建福清核电厂一期工程的设计在贯彻纵深防御概念时采用了一系列多层次的防御，用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护：

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

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

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

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

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

4.2.2 核岛

核岛包括反应堆厂房、核辅助厂房、核燃料厂房、电气和连接厂房、柴油发电机厂房和辅助给水箱厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.3 常规岛

常规岛主要包括汽轮机厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.3.1 蒸汽-电力转换系统

蒸汽-电力转换系统接收来自核蒸汽供应系统的蒸汽，通过汽轮发电机组将热能转换成电能。每台机组包括一台额定输出功率为 1089MWe 的汽轮发电机组。汽轮机由一个 1500rpm 的高中压组合汽缸和两个双流低压缸组成，它与 24kV、三相、50Hz 的交流发电机直接相连。

蒸汽-电力转换系统主要包括主蒸汽系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机回热抽汽系统、汽轮机旁路系统、启动给水系统和辅助给水系统等。

其中主蒸汽系统、主给水系统和辅助给水系统与核安全相关。

主蒸汽系统用于将蒸汽由蒸汽发生器输送到下列设备和系统：

– 主汽轮机及其辅助设备包括汽轮机轴封系统、凝汽器和汽水分离再热器；

– 通向凝汽器和大气的蒸汽旁路系统；

– 除氧器给水系统；

– 汽动辅助给水泵汽轮机；

– 辅助蒸汽转换器。

汽水分离再热器系统：汽水分离器可除去汽轮机高压缸高湿度的蒸汽中的水分，然后再经过再热器加热，使蒸汽在流入低压缸之前温度提高，以减少对低压缸中长叶片的刷蚀，并使低压缸的出力增大，从而提高了汽轮发电机组的热效率。

凝结水系统：凝结水系统位于汽轮机本体和低压给水加热器之间，具有接受汽轮机及其旁路出口排汽，并将排汽冷凝成水，以及对凝结水进行除气和过滤净化处理等功能。

主给水系统：用于从低压给水加热器至蒸汽发生器给水入口进行除氧、升压、加热和调节。

汽轮机旁路系统：该系统用于特殊情况下，使主蒸汽不经过汽轮机，而由旁路经过减压装置后排入凝汽器和在受控方式下排向大气。从而使反应堆在汽轮机负荷突然发生大的瞬变时，可以继续运行，它使反应堆可以不依赖汽轮发电机组而独立运行。

辅助给水系统：辅助给水系统属于专设安全设施，在主给水系统和启动给水系统受损失或失效的情况下保证蒸汽发生器的给水。

汽轮发电机的额定容量为 1278MVA，额定运行工况下有功功率为 1089MW，功率因数 0.9（滞后），输出电压 24kV，三相交流，频率 50Hz。发电机定子用水冷却，转子用氢

冷却。励磁机与发电机的外侧端子连接，它包含一台永磁副励磁机，通过自动励磁调节器激励主励磁机的磁场。主励磁机的输出通过装在轴上的硅二极管整流，直流电能通过导体输送到发电机磁场绕组。

4.2.3.2 凝汽器

凝汽器按汽轮机最大保证工况进行设计，传热面积的设计遵循美国传热协会的标准（HEI 标准）。

每个低压缸下部配有单独横向布置的凝汽器。两个凝汽器的汽侧和热阱分别由连通管相连。

每个凝汽器主要由上喉部、下喉部、壳体、水室、热井、疏水扩容器、旁路扩散装置、低加疏水管道等组成的全焊结构。凝汽器喉部与低压缸排汽口刚性连接，热井底部与混凝土基础刚性支撑。

凝汽器喉部分为上、下喉部。每个上喉部内设有安装、检修平台，每个下喉部上各布置了一个合体低压加热器及一套低加抽汽管道。旁路扩散装置安装于两下喉部中间，用于接收85%旁路蒸汽。在汽轮机启动及甩负荷时，将来自汽轮机旁路系统的蒸汽减温减压至凝汽器所能接收的允许值。旁路扩散装置设有4个旁路扩散器，每个旁路扩散器上有3个DN300旁路蒸汽接口。

凝汽器壳体内共设有4组管束模块以凝结汽轮机低压缸排汽。在每组管束下部设有空冷区，用于不凝结气体的抽取。管束采用钛管，端管板为钛复合板。钛管两端采用胀接＋焊接的方式固定在端管板上，端管板组件与壳体采用焊接形式构成一整体，管束中间设有支撑管板，以防止在正常运行工况下管束振动破坏，中间管板通过工字钢、肋板与壳体侧板及端板相焊。

凝汽器水室：对应每组管束，设有一个进水室和一个出水室。循环水从进水室流入冷却管，换热完成过后从出水室流出。水室通过螺栓连接固定在管板上。水室内部采用衬胶，以防止海水腐蚀。水室采用弧形设计，保证了水室中没有死角和紊流区域，循环水能均匀的分布到传热管中。

凝汽器热井四周全部由钢板焊接而成，内部采用一定数量的肋板、支撑管进行支撑。热井的容量大约为360m^3，可满足凝水泵以最大流量抽取凝结水5分钟而不会使热井水位到达低报警水位。热井底部设有凝结水出水装置，安装有56套凝结水过滤装置，其中每套过滤装置包括防涡格栅、磁性过滤器和机械过滤器。

热井上设有两套水位测量装置，每套水位测量装置包括一个导波雷达及一个带液位开

关的磁翻板液位计，用于凝汽器液位就地显示及提供4～20mA的远传信号。在汽轮机适当减负荷至一定程度情况下可对凝汽器任一半进行清洗或检修。

4.3 电厂用水和散热系统

4.3.1 电厂取排水系统

4.3.1.1 取水系统

福建福清核电厂工程规划总装机容量为六台百万千瓦级压水堆核电机组，厂区一次规划，分期建设。

福清核电厂利用兴化湾海域作为热阱。福清核电厂取排水总体方案是根据目前厂址工程水文研究资料，并结合厂址的实际地形情况和环境条件，经温排水的水力、热力特性和对电厂取水温升以及施工等方面进行综合比较确定。核电厂冷却水取水工程考虑明渠取水方案，即在厂址西北侧布置引水明渠，1～6号机组合建一条引水明渠，引水明渠由东北往西南与-9.0m水深处的海床相接。取水明渠口门底宽为160m，取水明渠底高程为-8.50m。

福清核电厂取排水总体布置方案详见图4.3-1。

福清核电厂取水工程分为引水明渠、泵房前池和联合泵房三部分。

明渠底宽由口门向末端逐渐变小，口门段底宽为 160m，末端底宽为 60m。核电厂六台机组全部运行时，冷却水量为 348m^3/s。在平均高潮位 2.83m 时，明渠口门段平均流速为 0.174m/s；在平均潮位 0.28m 时，明渠口门段平均流速为 0.229m/s；在平均低潮位-2.28m 时，明渠口门段平均流速为 0.330m/s；在 33 年一遇低潮位时，明渠口门段平均流速为 0.493m/s；在百年一遇低潮位-4.35m 时，明渠口门段平均流速为 0.504m/s。

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以及警示标志。引水明渠除定期清淤维护外，还设有值班人员沿两侧防波堤进行经常性巡视，如遇较大的杂物黏附在拦船网或浮油栏上，随时进行清理。

泵房前池宽 124.8m，底高程为-13.0m。联合泵房为钢筋混凝土结构，总尺寸长 116.2m，宽 45.95m，高 17.25m。泵房的地坪标高为 11.15m，比厂区地坪高出 0.15m。建筑物内分为两个区域：鼓形滤网区（包括消防水池）和水泵区。

4.3.1.2 排水系统

结合厂址三面临海的实际地形情况，拟采用暗渠+排水明渠相结合的排水方式。温排水自虹吸井出来后，通过各自的排水暗渠排到南护堤旁的排水明渠，经排水明渠排入大海。1～6 号机组每台机组设一条排水暗渠，一期工程的循环冷却水由循环冷水泵出口到冷凝器经虹吸井接至排水暗渠（6m×4m），最终由南护堤边上的共用排水口进入兴化湾。重要厂用水由重要厂用水泵至核岛厂房经换热后排出，在虹吸井处与循环冷却水汇合，与循环

冷却水一起排入兴化湾。1~6 号机组共用一条排水明渠，排水明渠底宽为 60~90m，排水明渠一直延伸到约-8.3m 水深处。

4.3.2 用水

4.3.2.1 核电厂主要用水系统

核电厂主要用水系统包括海水用水系统和淡水用水系统。

（1） 海水用水系统

1）循环冷却水系统（CRF）

为常规岛凝汽器提供冷却水。

2）重要厂用水系统（SEC）

为核岛设备冷却水系统（RRI）提供冷却水。

3）循环水处理系统（CTE）

为制氯站制氯工艺设备提供原水。

（2）淡水用水系统

1）饮用水系统（SEP）

为核电厂各用水点提供符合生活饮用水水质标准的饮用水。

2）生水系统（SEA）

为除盐水生产厂房提供水源，为 PX 泵房消防水池和水泵轴封水提供备用水源，并做为 VA、ZC 厂房的工业补水水源。

4.3.2.2 淡水用水

福建福清核电厂一期取水工程及淡水厂已考虑了 1~6 号机组用水的需求。

一期工程运行期日均用水量为 6400m^3/d，年用水量为 226 万 m^3/a。3~6 号机组最大日用水量为 16500 m^3/d，运行年用水量为 503.4 万 m^3/a，施工最大年用水量为 133 万 m^3/a。

全年用水量按 365 天计算。

4.3.2.3 电厂污水处理系统

电厂污水处理系统包括电站污水系统（SEO）和废油和非放射性水排放系统（SEH）。SEO 系统由 SEO1 和 SEO2 系统组成，SEO1 系统的主要功能是收集屋面和场地的雨水及清洁的工业排水，并将其排入大海；SEO2 系统的功能是收集电厂来的生活污水，并将其送往污水处理站处理后排放或回用。SEO 系统不收集放射性废水和含油废水。SEH 系统收集各厂房含油废水并送至含油废水处理系统。

1) 生活污水处理站

福建福清核电厂 1、2 号机组有四座生活污水处理站：临建区一座、主厂区一座、厂前区两座。生活污水来自核电厂各建筑物卫生间、淋浴、食堂等的排水。生活污水通过污水管网分别收集送至各自区域的生活污水处理站，经生化处理后排放水质均符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918－2002）中一级排放标准的 B 标准，最终排入大海；其中厂前区的一座生活污水处理站的出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准作为回用水，用于绿化、浇洒用水，多余的排入大海。各区污水处理站由专业的公司运营，并由地方有资质监测单位，对最终出水水质进行监测排放。

a）临建区生活污水处理站（CS32）

该子项生活污水主要包括厂前区各建筑物卫生间排水和厨房餐厅等排水（厨房餐厅排水均经过隔油池处理后再排入室外污水管道系统）。CS32 的设计处理规模为 1500 m^3/d，采用的二级处理工艺为流动床生物膜法+消毒。设计出水水质要求见表 4.3-1。

b) 主厂区生活污水处理站（ED2）

主厂区生活污水包括主厂区的核岛厂房、常规岛厂房及BOP厂房在内的生活污水及地面冲洗水，设计规模为200 m^3/d。污水经自动机械格栅去除杂物，随后进入调节池，调节池对原水水质水量进行均化和调节，经调节池中的污水提升泵将污水提升至后续污水处理装置。污水处理装置采用一体化装置，包括缺氧池、好氧接触氧化池、沉淀池、消毒池、污泥池、硝化液回流装置及污泥回流装置等等。在沉淀池进水处投加药剂进行化学除磷，在消毒池投加药剂消毒，消毒池出水达标后排放。

c) 厂前区生活污水处理站

厂前区目前有两座处理规模分别为 360 m^3/d 的生活污水处理站，其中一座是根据目前需要临时增设。污水经调节池后进入污水处理设备，厂区污水处理站污水处理设备单套出力为 10 m^3/h，数量为 2 套（1 用 1 备）。永久的一座其处理后出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准作为回用水，水质标准见表 4.3-2。在用水高峰期全部中水回用（中水在回用水池中存储），不用时经溢流至雨水管道。临时的一座出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918－2002）中一级排放标准的 B 标准，最终排入大海。

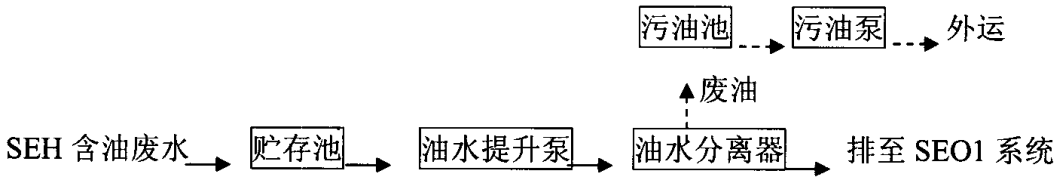
2）含油废水处理站（FS）

本子项为非放射性含油生产废水油水分离池FS。它的功能是收集的所有被油污染的非放射性含油废水（污水、消防喷淋水、雨水、清洗水等）、MX厂房事故排油以及其消防水的含油废水。核电厂各厂房的非放射性含油废水首先经SEH系统收集后排至FS站的油水贮

存池，MX厂房事故排油经单独的管道排入事故排油池。

油水贮存池里的非放射性含油废水通过油水提升泵提升至油水分离设备进行处理，经分离出的油收集到污油池贮存，污油池的油位到达一定的液位后再通过污油泵输送至污油车运走。处理后的水排入室外雨水系统（SEO1），最终排海。出水水质达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中一级排放标准，石油类≤5 mg/L。

含油废水处理工艺流程如下：



4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

福清核电厂按 6 台百万千瓦级机组规划，分三期建设。一期工程两台机组，装机容量 2×1089MW。发电机额定电压 24kV，两台机组分别以发电机—双卷变压器组单元接线升压至 500kV 接入系统，发电机与主变压器之间装设发电机出口断路器。

500kV 配电装置选用 SF_6 气体绝缘的全封闭组合电器（GIS），采用一个半断路器接线。一期拟设计 3 回 500kV 出线，将电能送入电网。远景规划 6 台机组，设置 4 回 500kV 出线。

为核电厂配置厂外备用电源（或称辅助电源），一期工程由厂外 220kV 电网（220kV 华塘变）引来一回 220kV 专用线路，接至厂区内的 220kV 辅助开关站。220kV 辅助开关站采用双母线接线，GIS 设备。厂外 220kV 备用电源经两台 220/6.9kV，32MVA 厂用备用变压器（或称辅助变压器）降至 6.9kV，作为核电厂厂用电的备用电源。

220kV 辅助开关站在厂用主电源丧失时，为电站提供连续供电的 6.6kV 电源，通过 6.6kV 配电盘向常备、应急和公用设施供电。

4.4.2 开关站的选型和布置

500kV 和 220kV 配电装置采用 SF_6 气体绝缘组合电器（GIS），户内布置。

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

4.4.3 与电力系统的连接

依据福建福清核电厂初可研报告对福建电网现状与发展规划的描述，结合福建近期电力发展的态势和福建经济发展规划、发展潜力、经济结构调整和工业化进程，在多种方法预测的基础上，并参考沿海经济发展较快的省市电力需求增长情况以及对福建省电力需求的预测，综合考虑电力平衡，针对核电站的机组容量，本期工程出 3 回 500kV 线路，2 回至规划拟建的 500kV 莆田北变，1 回至 500kV 东台变。本工程 500kV 送出线路为两个线路走廊，每个走廊都按同杆双回路设计。

4.5 专设安全设施

4.5.1 安全壳系统

4.5.1.1 安全壳性能设计

安全壳是防止裂变产物释放的第三道屏障，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中去的最后一道核安全屏障。为工作人员和公众提供辐射防护，并可保护核岛免受外部人为事件影响。

安全壳结构设计成能承受设计基准事故引起的机械应力和热应力。设计基准事故是指反应堆冷却剂系统的管道瞬时双端断裂（LOCA），或者安全壳内二回路蒸汽管道断裂等事故。

安全壳在极限安全地震动（SL-2）、小型飞机坠落和火灾等外部事件造成的载荷下应保持其机械完整性。

安全壳设计要求能保护地下水，不使放射性核素或化学物质在事故工况下渗漏到地下水中。

事故后最初几分钟内安全壳的压力和温度迅速上升到峰值。喷淋系统的投入使压力和温度下降，下降的速率使安全壳的热应力和压力都是可以接受的。

在设计基准事故的情况下，安全壳的设计压力取0.52MPa（绝对）。

安全壳的主要设计参数如下：

- 安全壳的设计压力：0.52MPa（绝对）
- 喷淋系统误动作引起的设计负压：-0.025MPa
- 最小净容积：约49400m^3
- 安全壳的设计泄漏率（最初24小时）：在设计温度和设计压力下为气体质量的0.3%。

安全壳采用预应力混凝土结构。竖向为一圆筒型壳体，底部连接于钢筋混凝土板，顶部通过环梁与一扁球形的预应力混凝土穹顶相连。筒壁上设有相对的两个扶壁，底板下部外围有一锚固廊道。整个安全壳内表面设有防泄漏的钢衬里，以保证安全壳的整体密封性。

安全壳的主要尺寸如下：

- 内表面钢衬里厚度：6mm
- 筒壁厚度：0.90m
- 穹顶厚度：0.80m
- 穹顶至底板的内高：59.4m
- 总的内部容积：约60000m^3

- 净容积：约 49400m^3。

4.5.1.2 安全壳热量排出系统

安全壳热量排出系统用于在设计基准事故下限制安全壳的压力和温度，以保持安全壳的完整性，此项功能是由安全壳喷淋系统（EAS）实现的，即在发生引起安全壳压力和温度上升的事故后（失水事故或二回路管线破裂事故），安全壳喷淋系统（EAS）投入运行以降低安全壳内的压力和温度，从而减小安全壳的泄漏率；同时，在一回路管道破裂事故情况下，也减少了安全壳内的气载裂变产物量（特别是碘），从而降低安全壳内的气体放射性水平，减轻安全壳外的放射性后果。

对于任何大破口事故，安全壳喷淋系统是唯一从安全壳内导出热量的系统。安全壳喷淋系统的设计和安全准则符合 RCC-P 第 2.2.2 节的要求。

安全壳喷淋系统（EAS）由两个相同且相互独立的系列和一个公用的化学添加子系统组成。安全壳喷淋系统为实现其功能，向安全壳内喷淋混合有氢氧化钠的含硼水。

在直接喷淋阶段，安全壳喷淋系统（EAS）的喷淋溶液是来自乏燃料水池冷却和处理系统的换料水箱 PTR 001 BA 的冷的含硼水，在含硼水中混合有来自 EAS 001 BA 水箱的氢氧化钠溶液。

在 PTR 001BA 换料水箱完全排空之前，将 EAS 系统水源切换到收集存贮在安全壳地坑中的水，经过冷却再将水喷淋回到安全壳内（再循环阶段）。

安全壳喷淋系统设计能迅速降低安全壳的压力和温度：在直接喷淋阶段，用至少一个喷淋系列提供额定值为 850m^3/h 的流量，为了最大限度地导出安全壳内的热量，选取了适当的喷头喷淋的液滴直径，平均直径约为 0.27mm。

安全壳喷淋系统的两台喷淋泵提供的最小流量可排出安全壳大气中排出的热量，并满足安全壳应力强度的允许要求。

EAS 系统设计成可运行长达数月并且用于长期余热导出。

4.5.1.3 安全壳隔离系统

安全壳隔离系统在设计基准事故下，将安全壳贯穿件隔离阀关闭，以减少放射性物质对大气的释放。

本节涉及假想事故时用于隔离安全壳的贯穿件阀门。

（1） 设计基准

安全壳隔离系统设计符合 RCC-P 设计准则第 2.1.3 条款的要求。

（a） 在 LOCA 时，安全壳隔离系统用于隔离与工程安全设施无关的安全壳贯穿管

路，以减少放射性物质向大气的释放；

（b） 在主蒸汽管路破裂时，蒸汽管路隔离信号隔离蒸汽发生器，以防止反应堆冷却剂系统（RCP）过快降温，或安全壳超压；

（c） 在安全壳内发生燃料操作事故时，安全壳隔离系统隔离安全壳大气，以控制放射性物质向安全壳外侧大气的排放；

（d） 安全壳隔离系统设计满足单一故障准则；

（e） 安全壳隔离系统能够防御内部飞射物和管道甩击；

（f） 安全壳隔离系统的机械设备属安全2级，电气设备的安全级为1E级；

（g） 安全壳隔离系统设计成能够承受LOCA后环境条件；

（h） 安全壳隔离系统能承受至少与安全壳试验压力相等的外部压力；

（i） 安全壳隔离系统设计成在极限安全地震动（SL-2）情况下仍能保持其功能，按抗震1类设计；

（j） 安全壳外侧的安全壳隔离阀尽可能安装在靠近安全壳处。

（2） 系统描述

（a） 若贯穿安全壳的管路属主回路的一部分，或者直接与安全壳内大气相通，或不满足在安全壳内侧形成封闭系统的要求，应按下列方式之一设置隔离阀：

— 安全壳内侧一个锁闭的隔离阀，安全壳外侧一个锁闭的隔离阀；

— 安全壳内侧一个自动的隔离阀，安全壳外侧一个锁闭的隔离阀；

— 安全壳内侧一个锁闭的隔离阀，安全壳外侧一个自动的隔离阀；

— 安全壳内、外侧各一个自动隔离阀；

— 对于事故后要求运行，而在安全壳内侧不可能操作的情况，在安全壳外侧设置两个自动隔离阀；

— 在完全满足下列条件情况下，可在安全壳外侧设置一个自动隔离阀：

- 系统在安全壳外是封闭的；
- 系统能适应能动部件的单一故障；
- 系统属于工程安全设施；
- 安全壳贯穿件直至所含阀门之间的回路部分封闭在一个密封的包壳内。

（b） 对于贯穿安全壳但既不是主回路的一部分，也不直接与安全壳内的大气相通，并满足在安全壳内是封闭系统的各条管路，至少在安全壳外设置一个安全壳隔离阀。该阀可以是自动隔离阀、锁闭的隔离阀，或远距离手动操作的隔离阀。

（c） 对于在安全壳内和安全壳外都是封闭系统的某些仪表管线，不设安全壳隔离阀。

（3） 系统运行

安全壳隔离系统有隔离阀、执行机构、信号系统及动力供应系统组成。安全壳隔离分两个阶段启动：A 阶段和 B 阶段。

（a） 出现下列情况之一时，产生安全壳 A 阶段隔离：

（A）稳压器低—低压力，

（B）安全壳内高压（高压 2），

（C）蒸汽管路高流量，同时出现蒸汽管路低压力，或反应堆冷却剂低—低平均温度，

（D）任一蒸汽管路低压力，

（E）手动启动。

信号（A）和（B）表明发生了 LOCA 事故，自动启动相应安全壳隔离。

信号（C）和（D）表明发生了蒸汽管路断裂事故，信号（C）自动启动蒸汽管路的隔离。

A 阶段的隔离信号隔离那些专设安全设施（ESF）的运行所不需要的，且其隔离不会增加安全壳设备受损坏的可能性的贯穿安全壳的所有工艺管路，与 A 阶段隔离动作同时，应急柴油发动机启动，安全注入泵及支持系统投入运行。

（b） B 阶段隔离由安全壳内高压（高压 4）信号或手动启动。

B 阶段隔离信号隔离那些在 A 阶段没有隔离的，且专设安全设施（ESF）运行所不需要的贯穿安全壳的工艺管路。这些管路属于反应堆冷却剂泵冷却水供水管路。在 B 阶段隔离的同时，启动安全壳喷淋系统。

在接到下列信号之一时，启动蒸汽管路隔离：

（A）蒸汽管路高流量，同时出现蒸汽管路低压力，或反应堆冷却剂低—低平均温度；

（B）低—低蒸汽管路压力；

（C）安全壳内高压（高压 3）。

高放射性信号（燃料操作事故等）隔离下列管线：

（A）安全壳换气通风系统（EBA）；

（B）安全壳大气监测系统（ETY）：小风量扫气和氢复合系统贯穿件；

（C）核岛疏水排气系统：反应堆疏水、地板疏水、工艺疏水贯穿件。

每条管线上串联设置的安全壳自动隔离阀有不同的电源序列供电：所有启动隔离阀在

失去非安全相关的仪表压缩空气系统后处于关闭状态。因此任何单一故障都不会妨碍系统执行隔离功能。

对于能从安全壳大气通往外界环境的管线，阀门的关闭时间小于 5s。其中对于安全壳换气通风系统隔离阀关闭时间为 3s，对于安全壳大气监测系统隔离阀关闭时间为 1s。

一些安全壳隔离阀可由反应堆保护系统（RPR）自动启动。

4.5.1.4 安全壳可燃气体控制

ETY 安全壳空气监测系统的一个主要作用是控制 LOCA 后安全壳内可燃气体的浓度，以确保维持安全壳结构和密封的完整性。

本系统中控制事故后安全壳内氢气浓度的设备，属专设安全设施。

（1） 氢的主要来源和采用的假设

当电厂发生 LOCA 事故时，氢气释入安全壳，其主要来源如下：

— 堆芯和地坑水的辐照分解；

— 锆—水反应（燃料包壳的锆合金受到事故期间冷却剂或蒸汽的侵蚀）；

— 安全壳中的金属（铝和锌）受到安全壳喷淋水中添加溶液的腐蚀；

— 反应堆冷却剂中的氢。

为此，电厂设置安全壳内可燃气体控制系统，以维持在设计基准事故时安全壳内大气的氢浓度低于 4%体积浓度的最低可燃浓度极限。

（2） 设计基准

（a） 系统的独立性：本系统为每台机组专用，但氢气复合器可以用于其它机组；

（b） 单一故障准则：系统中属于专设安全设施的所有能动部件均冗余设置；

（c） 安全壳隔离：由于本系统与安全壳内大气直接连通，每个贯穿安全壳的回路上设置两个安全壳隔离阀。事故时，隔离阀在无外电源情况下可在一秒内关闭。

（d） 耐压能力：

- 安全壳内及第二个安全壳隔离阀前的管路和设备能承受安全壳试验压力及失水事故下工况的压力、温度和放射性等条件。
- 安全壳外用于混合、复合或小流量扫气的管路和设备设计成在其投入使用是能承受安全壳的空气压力、温度和辐射影响，并在安全壳加压情况下能承受压缩机提供的最高压力。

（3） 系统描述

（a） 混合、取样和复合系统

由两个并联回路组成，一个正常运行，另一个备用。这两个回路布置在安全壳外，对安全壳构成封闭回路运行。每个回路包括一台风机，两个安全壳隔离阀和连接管道。在管路上装有用于取样的接头、连接移动式氢复合器的接头和连通小流量扫气系统的接头。

氢气复合器是一台独立的，可用卡车运送的设备。它包括一台送风机，一台加热复合器，一台空气冷却的冷却器，连接管路及相应的仪表和控制装置。

LOCA 后，被处理的空气经氢复合器，通过三步处理：

— 去除空气中的碘、氢氧化钾、硼酸等有害物质；

— 氢复合；

— 排气的冷却。

安全壳大气在冷却冷凝器内去除上述有害物质后进入催化反应器，并在其内进行复合，之后进入冷凝器冷却处理，最后返回安全壳。

在安全壳内设置四个氢气测量仪，分属两个测氢通道。在安全壳外电气厂房中相应设置两个监测屏。

（b） 小流量扫气系统

它是直流式系统。利用上述监测回路上设置的接头吸取安全壳内空气，经过过滤后再通过燃料厂房排风系统的排风管排到烟囱。

过滤系统包括一台电加热器，一个空气流量调节阀，一台前置过滤器，一台高效过滤器和一台除碘器。

（4） 系统运行

（a） 控制事故后安全壳内氢浓度

系统在失水事故后监测安全壳内空气中的氢浓度，并通过移动式氢复合其使之维持在一个足够低的值（低于 4.1%容积），防止氢-氧混合达到一定程度发生爆炸的危险。为此，使安全壳内空气混合和均匀化，降低不能排到外环境去的可燃气体的浓度，并连续测量氢气浓度。

根据不同的供电电缆铝芯腐蚀假设和安全壳的容积分析表明，LOCA 事故在安全壳内的产氢量在事故后 22-49 天可能达到 4.1%的溶剂值限值，因此预计事故后 11-22 天安全壳内将氢复合器投入使用。

复合器的消氢能力为：启动后不到 2 小时返回到安全壳内的气体的含氢浓度小于 0.1%容积，使安全壳内的氢浓度值不超过 3.1%容积。

（b） 安全壳内空气监测

本系统连续测量安全壳的压力和温度。控制和（或）显示所要执行的安全壳隔离、安注、安喷、关闭小流量扫气系统等操作（辐射探测器是系统的一部分）。

（c） 小流量扫气测

在反应堆运行期间，本系统降低安全壳内惰性气体与氚的污染水平，以保护工作人员；本系统还维持正常运行期间安全壳内压力接近大气压。

小流量扫气系统启动根据需要进行，以便在适当条件下人员进入安全壳内进行维修。

4.5.1.5 安全壳密封性试验

（1） 试验的类型和目的

（a） 强度试验：在机组投入运行之前进行安全壳强度试验，以证明它能经受 LOCA 事故工况和主蒸汽管断裂事故（MSLB）工况的能力。试验在冷态下进行，安全壳设计考虑 LOCA 时的最大环境温度为 145℃。

强度试验期间，安全壳内大气在环境温度下，加压到 0.483MPa（表压）的试验压力，等于安全壳设计压力 0.420MPa（表压）的 1.15 倍。

（b） 安全壳贯穿件的局部密封性试验

试验的目的是为了测量和就地探测安全壳贯穿件的泄漏。

局部密封性试验分为 B 类试验和 C 类试验，试验可以采用局部加压测量压降或直接测量泄漏流量的方法。

B 类试验涉及以下部分：

－ 燃料运输通道盲板的密封件；

－ 电气贯穿件外壳；

－ 人员空气闸门的密封装置，包括贯穿件；

－ 设备闸门的密封装置。

C 类试验涉及安全壳管道贯穿件上的所有隔离阀和止回阀，但那些在二回路水或蒸汽系统上的阀门以及那些只能在 A 类整体性密封试验中被检查的阀门除外。

（c） 安全壳整体密封性试验

试验目的是在安全壳建造完毕之后和反应堆装料之前测量安全壳的整体泄漏率。在安全壳设计压力 0.42MPa（表压）下进行整体密封性试验。

（2） 试验描述和验收准则

- 安全壳整体密封性试验

（a） 试验前的条件

— 安全壳安装了永久性的密封、隔离装置和贯穿件；

— 完成了试验前的目视检查；

— 一旦安装好永久隔离装置，则要进行 B 类或 C 类试验，以探测相应贯穿设备的泄漏率。

— 此类试验涉及的系统和设备应尽可能处在假想 LOCA 条件下。

（b） 方法

利用“绝对法”测量泄漏率，即通过测量压力的变化来确定安全壳中干空气质量的相对变化。测量值按平均温度和湿度的波动进行修正。

（c） 仪表

采用的仪表如下：

— 温度传感器

— 湿度传感器

— 压力传感器

（d） 试验步骤

试验开始时，在 0MPa（表压）下进行测量，以校核测量的有效性和估算仪表引起的误差。

在 0.1MPa（表压）下进行泄漏率探测试验，如果发现较大的泄漏，要对泄漏点进行修复，然后重新进行整体试验。

在 0.21MPa（表压）（0.5P）下进行一次完整的泄漏率测量，以得到粗略的泄漏值。

在 0.42MPa（表压），即安全壳设计压力（P）时，分两次间隔进行测量，两个时段各历时 24 小时，中间阶段压力达到 0.483MPa（表压）（1.15P）的试验压力（强度试验）。

（e） 验收准则

如果满足下列准则，则试验满足要求：

Fm + Δ Fm < 0.160% / 24 小时（试验条件下安全壳内气体质量）。

- 安全壳贯穿件的局部泄漏率试验

（a） 概述

其泄漏率占安全壳整体泄漏率的一部分，需要检验和改善每个部件的密封性。

（b） 整体泄漏率在安全壳各部件的分配

局部试验期间安全壳屏障各部分的允许泄漏率取决于所用密封系统的类型（例如，密封件、焊接、阀门等），部件的功能，密封件的预计老化以及产生磨损的工况（尤其是人

员闸门、密封圈和阀门的磨损）。

（c）B 类和 C 类局部密封试验的验收准则

— B 类试验的部件

这些部件的泄漏率必须低于下列数值，所有泄漏率都表示为安全壳整体允许泄漏率的百分数：

电气贯穿件：1%，对所有电气贯穿件的总泄漏率；

人员闸门：1%，对每个闸门；

设备闸门：1%；

燃料转运通道盲板法兰：1%；

— C 类试验的部件

C 类试验涉及安全壳管道贯穿件上的所有隔离阀和止回阀，但那些在二回路水或蒸汽系统上的阀门以及那些只能在 A 类整体密封试验中被检查的阀门除外。承受 C 类局部试验的所有隔离阀的总泄漏率：50%。

4.5.2 裂变产物去除和控制系统

在事故工况下，特别是一、二道实体屏障出现破损时，安全壳内将有大量气载放射性物质。安全壳喷淋系统为此提供了有效的抑制手段，将可能泄露出安全壳的高活度液体收集后重新注回安全壳内，并由特定的通风系统对泄漏的气载放射性物质进行“动态密封”和过滤排放以维持一定的室内环境条件。

同时，核电厂设计中针对事故情况下裂变产物的释放设计了专门的系统和专门的空气过滤措施。除了维持主控室在事故工况下可居留性的空调系统（DVC）以外，还设置了与安全及质量有关的确保净化和确保冷却的两种通风系统。

4.5.2.1 专设安全设施的过滤系统

（1） 主控制室空调系统（DVC）

（a）设计基准

— 提供一个温度适宜，空气质量好的环境，以保证工作人员舒适，健康和安全以及设备能有效运行和完好。

— 在正常运行和应急工况期间保持控制室内的压力高于大气压，以防止室外空气渗入。

DVC 系统中的一部分在应急工况期间是用来保证控制室的可居留性的，这一部分称为应急过滤通风机组。

（b）系统说明

应急过滤机组包括两台 100%容量的离心通风机、两台电加热器、一台预过滤器、一台高效空气粒子过滤器和两台碘吸附器。

当放射性监测系统探测到现场受污染时，应急过滤通风机组就自动投入运行，去除控制室进气中裂变产物，维持控制室的可居留性。

DVC 系统设计考虑以下事故：

— 厂外电源丧失

为了维持控制室的可居留性，正常空调机组和应急过滤通风机组由柴油发电机组作为应急电源。

— 地震

进入可居留区域的风管和其它设置有安全级设备的房间的风管设计成能承受极限安全地震动（SL-2）。

— 功能丧失

DVC 系统的设计满足能动部件单一故障准则，保证 DVC 系统能够连续运行。两个应急过滤系列是同时运行的，因为风机是两台 100%冗余的，在一个系列丧失功能的情况下，另一个系列执行其功能。

（c）应急过滤通风机组的功能

通过污染探测信号自动起动应急过滤系列，并关闭正常新风入口及停止排风机的运行，维持控制室内正压，以避免室外污染空气的渗入。

（2） 燃料厂房的通风系统（DVK）

（a）设计基准

DVK 系统设计成能完成如下任务：

— 为设备的正常运行及工作人员进入维持一个适宜的环境温度；

— 维持厂房压力略低于大气压力，以减少气载放射性物质的泄漏；

— 在机组正常运行期间，限制厂房内相对湿度以防止乏燃料水池大厅壁面结露；

— 在下列情况下，减少排风中的气载放射性物质浓度：

- 燃料装卸事故；
- 乏燃料水池大厅内的高放射性水平；
- LOCA。

（b）系统说明

在正常运行期间，DVK系统以“直流式”的全新风系统运行。

在事故情况下，DVK 系统以低流量碘排风过滤系统运行。在燃料装卸事故时，低流量排风与乏燃料水池大厅通风相连接。在LOCA情况时，低流量排风与±0.00m以下房间的通风相连接。

为了在机组所有运行模式下，维持适当的环境，当任一风机或自动隔离阀出现单一能动故障时，设计的系统都能保持其功能。事故工况下使用的低流量排风子系统，设有应急电源。

DVK系统由控制室远距离控制。

（c）低流量排风子系统的功能

本机组与正常排风子系统的排风管道相连接，并接至NX区烟囱。

在燃料装卸事故或高放射性水平情况下，由放射性监测系统自动将系统从正常运行模式切换到低流量排风运行模式，也可在控制室或乏燃料水池大厅手动完成。

放射性气体在运行层与隔离阀之间的扩散和传递时间比隔离阀的驱动和快速关闭时间长。而且，在排到室外之前经过过滤和吸附，这样，就不会发生有放射性气体被失控释放的事件，从而保护环境，并确保运行人员的辐照水平低于允许限值。

（3） 外围设备间通风系统（DVW）

（a）设计基准

除标高±0.00m以下和室外贯穿件之外，DVW系统设计成从安全壳装有贯穿件的所有区域进行排风（电缆、管道贯穿件和人员气闸）。

其目的是：

— 通过控制气流的流向，防止污染的空气扩散到环境中去；

— 保证对这些房间的排风进行过滤，以降低排气的放射性水平。

DVW系统是连续运行的。

贯穿件房间的排风来自：

— 安全壳泄漏；

— 核辅助厂房转来的空气；

— 电气厂房转来的空气；

— 未经过滤的室外空气。

（b）系统说明

在事故后所有运行模式期间，为减少释放到周围环境中的放射性，用于事故工况的碘

排风子系统，设计成在任一部件单一故障时，仍能保持其功能，并接有应急电源。

DVW 系统是与安全相关的系统，本系统设计考虑了以下事故：

— 厂外电源丧失

正常排风风机是不接柴油发电机组应急电源的。

在空气被碘污染时，为了维持外围设备间的负压，碘排风子系统由应急柴油发电机组供电。

当正常运行时，二台碘排风风机中的一台必须从控制室启动。

— 地震

DVW 系统设计承受极限安全地震动（SL-2）。

— 功能丧失

如果正常排风风机失效，则碘排风系统启动。

碘排风系统的设计符合单一能动部件故障准则，确保其功能不被丧失。

当碘排风系统运行时，必须保证从失效风机转换到备用风机。

— LOCA 或蒸汽管道破裂

碘排风子系统由安注信号自动启动。

— 碘吸附器失火

当过滤小室内探测到火灾时，报警信号传给操纵员。操纵员在现场确认火灾后，启动喷淋系统。所有风机必须从控制室手动关闭，且防火阀的熔断丝熔断，阀门自动关闭。

（c）碘排风子系统的功能

碘排风子系统在接到安注信号后，两台碘排风风机中的一台立即自动启动，这样 DVW 碘排风子系统的过滤器和碘吸附器就能在 LOCA 事故后，对从安全壳贯穿件泄漏的裂变产物进行去除，以减少释放到周围环境中的放射性。

4.5.2.2 安全壳喷淋系统

4.5.1.2 节中已经描述了安全壳喷淋系统（EAS）。本节着重讨论该系统的化学添加剂子系统。

（1） 概述

安全壳喷淋系统（EAS）的一个重要功能是去除裂变产物。LOCA 事故后裂变产物弥散到安全壳大气中，需要通过喷淋液的水滴来吸附裂变产物，特别是放射性碘。喷淋液通过布置在安全壳穹顶下的大量喷头喷淋到安全壳内。使得喷淋液滴和安全壳大气之间有很大的接触表面积，从而使喷淋液具有足够的吸附裂变产物的能力。为了增强喷淋液对碘的

吸收能力，在喷淋液中加入了氢氧化钠。

化学添加剂系统按安全 3 级和抗震 1 类设计。非能动设备，如化学添加箱，为两列共用；系统主要由两个容量为 100％的相同的且独立的管线组成。系统的设备有防灾害的保护措施。

（2） 系统设计

（a）化学添加剂子系统

该子系统的设置是为了控制 pH 值，使 pH 值维持在 9.4 左右，一方面可以防止金属构件的腐蚀，另一方面控制由于金属与水反应及金属腐蚀产生的氢和氧的释放。为此，该子系统提供了重量浓度为 30％的氢氧化钠溶液。溶液贮存箱的设计能保证防止添加剂出现沉积、化学反应和分解。

化学添加剂子系统利用泵和喷淋总管输送化学添加剂并将其喷淋到安全壳大气中。化学添加箱的氢氧化钠溶液被混入来自换料水箱（PTR 001BA）的水中，并且由 EAS 泵送到 EAS 喷淋环管和喷头。

子系统包括：

— 一台装有氢氧化钠溶液的贮存箱（化学添加箱 EAS 001BA）；

— 一台氢氧化钠搅拌泵，及化学添加剂子系统仪表和控制装置；

— 两台喷射器（每个系列一台喷射器）用于吸入氢氧化钠并将其注射到喷淋水中，来自喷淋泵的加压水注入喷射器并使其工作。

（b） 运行方式和给水源

a. 运行方式

安全壳喷淋系统按直接喷淋和再循环喷淋两种运行模式投运。所有运行方式及条件参见 4.5.1.2 节。

化学添加剂子系统在安全壳喷淋系统（EAS）启动后 5 分钟自动启动并由化学试剂添加箱的低液位信号自动停止。

b. 给水源

直接喷淋水来自换料水箱 PTR 001BA，并向其中添加 NaOH 溶液；

再循环喷淋水来自下列混合物：

— 换料水箱的水；

— 注入到喷淋水中的化学添加剂；

— 进入安全壳内的混有裂变产物以及放射性腐蚀产物的反应堆冷却剂；

— 来自安注箱的水；

— 来自硼注入箱的水。

（c） 材料

与氢氧化钠溶液相接触的系统的所有部分都是奥氏体不锈钢制造的。

4.5.2.3 裂变产物控制系统

为了保持安全壳高度密封，在设计中采取了许多措施。安全壳墙体、衬焊接钢板、机械和电气贯穿件、隔离阀、人孔盖和气闸等都具有密封功能，可在事故时限制放射性物质向环境释放。

在失水事故和蒸汽管道双端断裂事故工况下，安全壳喷淋系统通过向安全壳内注入大量喷淋水，降低安全壳内、外压差，使安全壳大气中的裂变产物向厂外泄漏量减少，从而限制厂外的放射性水平。

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

核电厂放射性物质最根本的来源是反应堆燃料芯块内的裂变,裂变产生的放射性核素基本上都包容在燃料元件的包壳内，只有极少量的裂变产物由于燃料元件破损而泄漏到反应堆冷却剂中。同时裂变产生的中子使反应堆冷却剂自身以及腐蚀产物、控制棒、硼酸和其它材料受到激活而产生中子活化腐蚀产物。这些裂变产物和活化腐蚀产物使主冷却剂系统及相关系统受到污染，而蒸汽发生器传热管束的泄漏就造成对二回路系统的污染。

4.6.2 放射性废液处理系统及源项

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

— 硼回收系统（TEP）；

— 废液处理系统（TEU）；

— 核岛废液排放系统（TER）；

— 放射性废水回收系统（SRE）；

— 核岛疏水排气系统（RPE）。

其它已被污染或可能被污染的废液由下列系统收集、处理或排放：

— 化学和容积控制系统（RCV）；

— 反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统（PTR）；

— 蒸汽发生器排污系统（APG）；

— 常规岛废液收集系统（SEK）；

— 常规岛废液排放系统（SEL）。

4.6.2.1 硼回收系统（TEP）

硼回收系统（TEP）是通过过滤、除盐和除气工艺将来自化学和容积控制系统（RCV）和核岛疏水排气系统（RPE）的未污染的含氢反应堆冷却剂进行净化、贮存，然后通过蒸发工艺，制取反应堆补给水和 4%（重量百分比）的硼酸溶液返回反应堆硼和水补给系统（REA）复用。

本系统还可以直接对 RCV 系统的硼酸浓度低的反应堆冷却剂下泄流用离子交换工艺进行除硼。

（1）设计基准

TEP系统为两台机组共用，位于核辅助厂房。系统设置了两条生产线，每条生产线由净化、水与硼分离和除硼三部分组成。在正常运行情况下，净化部分是一条生产线对应一台机组，水和硼酸分离部分为两台机组共用；除硼部分由两个阴床除盐器和一个混床除盐器组成，每台机组的RCV装置各用一个阴床除盐器（005DE、007DE），另一个混床除盐器（006DE）为两台机组共用。

本系统设计成能处理电站以基本负荷或负荷跟踪运行时所产生的含氢反应堆冷却剂，再加上电站每年每个机组多次停堆和启动瞬变时所产生的含氢反应堆冷却剂。

本系统的前贮槽和净化部分可接收和处理每台机组的 RCV 系统来的最大下泄流（27.2m^3/h），两条生产线独立运行，在正常运行期间，每条生产线对应一个机组，又能互相备用，每条生产线的处理能力为27.2m^3/h。

前贮槽的部分容积还能用来接收余热导出系统（RRA）在180℃冷却开始时的中间热停堆期间所排出的反应堆冷却剂。

中间贮槽的容积可以满足本系统前后两部分的独立运行，同时不影响反应堆的运行。中间贮槽共三个，每个贮槽的有效容积为350m^3。

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

— 冷停堆6小时；

— 温度升至反应堆零功率时的温度并保持反应堆零功率1小时；

— 返回冷停堆并保持此工况6小时；

— 升到满功率。

本系统蒸发部分将反应堆冷却剂分离为蒸馏液和浓缩液，处理能力为 3.5m^3/h。蒸馏液经冷却后，含硼量低于 5ppm，通常可作为反应堆补给水复用，当一回路氚的浓度高于控制值时，TEP 蒸馏液同时满足排放要求时可以直接送往 TER 系统待监测、排放，若不满足排放要求可以返回中间贮槽待重新蒸发处理；浓缩液含硼量为7000ppm，质量合格时可作为4%硼酸溶液复用。

（2）系统描述

TEP系统由三部分组成：

— 净化部分：包括前贮槽、过滤器、除盐器和除气装置。

— 水和硼酸分离部分：包括中间贮槽、蒸发装置、蒸馏液监测槽和浓缩液监测槽。

— 除硼部分：每台机组配制一台阴床除盐器，用于燃耗末期对 RCV 来的含氢反应堆冷却剂直接除硼。另设一台混床除盐器，在其未被反应堆冷却剂污染时对不合格蒸馏液进一步除硼，以及在停堆大修期间，对一回路反应堆冷却剂进行净化处理。

两台机组排出的含氢反应堆冷却剂分别由两个前贮槽（001BA，008BA）接收，然后用前贮槽泵（001PO，002PO）输送到两个净化系列，每个净化系列对应一台机组。含氢的反应堆冷却剂经除盐预过滤器（001FI，002FI），再经阳床除盐器（001DE，002DE）、混床除盐器（003DE，004DE）、树脂滞留过滤器（003FI，004FI）净化后，进入除气塔（001DZ，002DZ）进行脱气。去除了裂变气体和氢气的反应堆冷却剂由除气塔疏水泵（003PO，004PO）送去冷却，经过两次冷却（经 001EX、002EX 与 001RF、002RF）后进入中间贮槽（002BA 或 003BA、004BA）暂时贮存。

由除气塔脱出的气体经冷凝器（001CS，002CS）冷却后，通过核岛疏水排气系统（RPE）送到废气处理系统（TEG）的含氢废气子系统进行贮存衰变。

三个中间贮槽（002BA 或 003BA、004BA）共用一台混合和输送泵（007PO）。

用蒸发器供料泵（005PO，006PO）将已经过净化处理的反应堆冷却剂从一个中间贮槽抽出，送至外热式强制循环蒸发器（001EV、002EV）的下循环管线内，即强制循环泵（009PO、008PO）的上游，通过蒸发装置的分离操作，得到浓度约 4%的硼酸溶液和蒸馏液。两者经过冷却后分别收集在浓缩液监测槽（007BA）和蒸馏液监测槽（005BA，006BA）内，经取样分析监测合格后用浓缩液泵（014PO）和蒸馏液泵（013PO，012PO）送到反应堆硼和水补给系统（REA）的 4%硼酸贮存槽和反应堆补给水箱内待复用。

如果蒸馏液中硼含量偏高（ > 5ppm）时，则可以在混床除盐器（006DE）中进一步进行除硼处理。在反应堆停堆大修期间，该混床除盐器（006DE）用于对反应堆冷却剂进行净化处理。

还有两台阴床除盐器（005DE，007DE）直接对化学和容积控制系统（RCV）来的含硼量较低的反应堆冷却剂进行除硼，然后直接返回原系统。

TEP 系统的设备全部安装在核辅助厂房内。

（3）系统运行

a）正常运行

本系统净化部分配备了两条相同的生产线，两条生产线内配置了两套相同的设备。每条生产线的净化部分（即前贮槽、过滤器、除盐器和除气塔等设备）处理相应的反应堆排出的冷却剂。

中间贮槽、蒸发装置、蒸馏液监测槽和浓缩液监测槽是两台机组共用的。

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

前贮槽 001BA（008BA）的液位与压力检测系统自动控制除气塔 001DZ（002DZ）的启动和停运。

前贮槽的正常液位控制在 10～28m^3 之间，以确保前贮槽在净化部分不能使用时，仍能贮存反应堆以最大排放速率（27.2m^3/h）送来的冷却剂至少半小时的量。

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

蒸发操作前，要先用输送和混合泵 007PO 将中间贮槽 002BA 中的料液连续搅动混合，然后取样分析。

蒸发器手动启动，操作稳定后，改为自动运行。

蒸发产生的二次蒸汽经蒸馏液冷凝器 003CS（004CS）冷凝后，再经蒸馏液冷却器 003RF（004RF）冷却至 50℃，进入蒸馏液监测槽 005BA（006BA）。

在蒸馏液监测槽中的蒸馏液通过取样分析后有以下几种出路：

- 如果蒸馏液的水质满足反应堆补给水要求，则由蒸馏液泵 013PO（012PO）将其直接送到 REA 反应堆硼和水补给系统作补给水使用；
- 如果蒸馏液中硼含量略高，则将其送到阴床除盐器 006DE 进一步除硼后送 REA 使用；
- 如果蒸馏液不合格，需再处理时，则用蒸馏液泵 013PO（012PO）打回中间贮槽去，重新在本系统的蒸发装置中处理；
- 为了维持反应堆冷却剂中合适的氚浓度，通过废液处理系统（TEU）的排放管将含氚高的、满足排放要求的蒸馏液送到废液排放系统（TER）排放。

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

在浓缩液监测槽中的浓缩液经取样分析后有以下几种出路：

- 如果浓缩液合格，则用浓缩液泵 014PO 送到 REA 反应堆硼和水补给系统作为补给硼酸用；
- 如果浓缩液不合格（硼含量远小于 7000ppm，但其他指标合格），则经浓缩液泵（014PO）返回到中间贮槽中去，重新用蒸发器处理；

- 如果浓缩液不合格（放射性浓度较高），也可用泵送到废液处理系统（TEU）工艺排水接收槽，由 TEU 系统除盐器处理；
- 在浓缩液放射性浓度太高的情况下，送至固体废物处理系统（TES）装桶固化。

b）特殊运行

- 在打开反应堆压力容器前，利用除气塔对反应堆冷却剂进行除气。
- 用蒸发器对由除盐水分配系统（SED）来的补给水除氧。
- 对含氧太高的 REA（硼和水补给系统）补给水除氧。
- 一条净化生产线不能使用时的运行。

4.6.2.2 废液处理系统（TEU）

废液处理系统收集、贮存和监测核电厂正常运行工况和预期运行事件下产生的含有放射性的废液，根据要求对各类废液进行处理，处理过的废液经监测合格后通过核岛废液排放系统（TER）向环境排放。

（1）设计基准

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

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

本系统是两堆共用，位于核辅助厂房内。所有贮槽均布置在相应的设备间内，设备间设计成可滞留贮槽泄漏或破损时流出的放射性废液。

（2）系统描述

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

— 地面排水、服务排水放射性浓度低，悬浮固体含量高，用过滤方法处理，处理能力为 27.2m^3/h。地面排水量约为 10000m^3/a，服务排水量约为 2500m^3/a。

— 工艺排水放射性浓度高，化学物质含量低，一般采用除盐工艺处理，处理能力为 10m^3/h，去污因子为 10～100。工艺排水量约为 4500m^3/a。

— 化学排水放射性浓度高，化学物质含量也高，用蒸发方法处理，处理能力为 3.15 m^3/h，去污因子为 1000，处理废液量约为 3000m^3/a。

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

地面排水接收槽的容积为 2×20m^3，化学排水接收槽的容积为 2×20m^3，工艺排水接收槽的容积为 2×35m^3，监测槽的容积为 2×35m^3，两个 100m^3 的废液接收槽，在一般情况下，阀门连接在化学排水管上，但在必要时，可接受各种排向废液处理系统（TEU）的废液。

a） 除盐工艺包括：

- 两个工艺排水接收槽 TEU001/002BA。工艺排水在贮槽中混和、取样分析。
- 一台工艺排水泵（001PO），用于废液的混和搅拌、取样分析和输送。当废液需要除盐处理时，用其将废液送往除盐净化装置。当废液的放射性浓度低于排放管理限值时，也用其将废液送往过滤器 TEU002/012FI 过滤后经 TER 系统监测、排放。
- 一台预过滤器 TEU004FI。用于去除悬浮物质，以保证除盐器效率。
- 两台串联的除盐器。
- 一台树脂滞留过滤器 TEU005FI。

经过处理后的废液进入监测槽 TEU009/010BA。

b） 蒸发工艺包括：

- — 两个化学排水接收槽 TEU005/006BA 以及两个废液接收槽 TEU016/017BA，用于废液的收集、贮存、混和、取样分析和 pH 值调节。
- 一台化学排水泵 TEU003PO，用于 TEU005/006BA 槽内废液的混合搅拌、取样分析和输送。
- 一台排水泵 TEU012PO，用于 TEU016/017BA 槽内废液的混合搅拌、取样分析和输送。
- 一个化学中和站由酸、碱试剂槽和两台计量泵组成，用于调节接收槽中废液的 pH 值。
- 一套蒸发处理设备包括：蒸发器供料泵 TEU005PO、蒸发预过滤器 TEU001FI、加热器 TEU001RE、蒸发器 TEU001EV、强制循环泵 TEU006PO、净化器 TEU001ZE、冷凝器 TEU001CS、蒸馏液泵 TEU007PO、蒸馏液冷却器 TEU001RF 和冷凝水冷却器 TEU002RF。

蒸发浓缩液（硼含量约为 40000ppm）由 TES 系统的浓缩液槽收集，然后装桶固化或返回蒸发器再处理。

蒸馏液由两个监测槽（TEU009/010BA）接收。

蒸发净化单元包括消泡剂注入装置，当蒸发器处理易起泡的废液时，可由本装置注入消泡剂。

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

对监测槽 TEU009/010BA 中的废液进行取样分析。如果其放射性浓度和化学特性符合排放要求，则排往核岛废液排放系统（TER）监测排放。否则，送至蒸发器重新处理。

c） 过滤工艺包括：

- 两台地面排水接收槽 TEU003/004BA，用于地面排水和服务排水的收集、贮存、混和、取样分析及化学中和。
- 地面排水泵 TEU002PO，用于废液的混和搅拌、取样分析和输送。
- 两台并联使用的过滤器 TEU002/012FI。可以在不停止处理废液的情况下更换过滤器芯子。
- 当地面排水接收槽内废液的放射性浓度高于排放管理限值时，可采用蒸发工艺处理。

与废液接触的设备的材料均为不锈钢。

TEU 系统工艺流程图参见图 4.6-1。

（3）系统运行

TEU 系统总的运行原则如下：

- TEU 系统有手动控制和自动控制两种控制方式，操作人员可在 KSN 工作站监测系统的运行。
- 每类废液的接收槽（包括工艺排水接收槽、化学排水接收槽、地面排水接收槽、废液接收槽）应保持有一个槽处于可接收废液的状态。接收槽充满后，要对槽内废液进行搅拌和取样。
- 蒸发或除盐处理后的流出液在监测槽进行取样分析，取样分析结果满足排放要求的废液才允许向 TER 系统排放，要经过滤器处理的废液在过滤处理之前的取样分析就应满足排放要求，之后才能排到 TER 系统待监测、排放；不满足排放要求的废液应由蒸发净化单元或除盐净化单元重新处理。
- 蒸发净化单元由手动启动，运行稳定后，即进入自动控制状态。
- 除盐器是手动启动的。

4.6.2.3 核岛废液排放系统（TER）

（1）设计基准

a） 核岛废液排放系统逐槽收集下列来源的废液，并将废液经混匀、取样分析、监测后有控制地稀释排放。

① 放射性废液

— 硼回收系统（TEP）来的废液，包括中间贮槽排放的含氚量高的反应堆冷却剂、蒸发器蒸馏液。

— 废液处理系统（TEU）来的废液，包括蒸馏液、经除盐器处理的废液，经过滤器处理的废液。

— 放射性废水回收系统（SRE）来的废液。

— 核岛疏水排气系统（RPE）排水。

— 核岛废液排放系统（TER）地坑疏排水。

— 固体废物处理系统（TES）的疏水。

② 常规废水

— 蒸汽发生器排污系统（APG）蒸汽发生器排污液。

b） 当因环境稀释能力不足而要求延迟排放、或当取样分析或辐射监测系统（KRT）监测到废液放射性浓度超过规定排放限值时，可暂存废液。

c） 将超过排放限值的放射性废液送往废液处理系统（TEU）处理。

（2）系统描述

TER 系统设置三个 500m^3 的废液排放贮槽 TER001/002/003BA，贮槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个贮槽同时破裂溢出的全部废液量。三个贮槽中一个用于接收废液，一个用于废液的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。

每个贮槽配有一台排放泵 TER001/002 /003PO，用于在取样分析之前搅拌槽内料液和排放废液，或将废液送往废液处理系统（TEU）重新处理。

地坑泵 TER004/005PO 安装在地坑 TER001PS 内，地坑泵 TER006PO 安装在地坑 TER002PS 内，地坑泵 TER007PO 安装在地坑 TER003PS 内。地坑泵将地坑内废液送至贮槽。

三个贮槽有一根共用的排放管线及一根通往 TEU 系统的管线。在排放管线上安装有一台辐射监测仪（KRT901MA）和受 KRT 控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀、一个止逆阀及一个累计流量计。

贮槽的材料为碳钢内外涂涂料，其余设备的材料均为不锈钢。

排放管线的材料为不锈钢。该管线上的其它设备的材料均采用不锈钢。

TER 系统工艺流程图参见图 4.6-2。

（3） 系统运行

正常运行时，三个 TER 贮槽中的一个接收废液，一个混合、取样分析和监测排放废液，另一个备用。各系统来的废液在贮槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据废液放射性水平及环境稀释能力来确定废液的排放流量。

排放管上的 KRT 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，当排放废液的放射性浓度大于 2.7MBq/m^3 时，KRT901MA 报警；当排放废液的放射性达到 4.5MBq/m^3 时，自动切断排放管线。排放废液取样分析的放射性浓度控制值为 900Bq/L。

贮槽废液放射性浓度超过排放限值，废液被送回 TEU 系统化学排水接收槽重新进行处理。

TER 系统和 SEL 系统相连，互为备用。当 TER 系统的贮槽不能接收废水时，SEL 的备用贮槽将用于接收核岛的废液。

4.6.2.4 放射性废水回收系统（SRE）

（1） 设计基准

本系统有选择地收集下列场所产生的放射性废液或可能带放射性的废液：

— 核岛厂房内热洗衣房排放废液，

— 核岛厂房内化学去污排放废液，

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

— 核岛辅助设施（BOP）的厂区实验室（AL 厂房）产生的废液。

（2）系统描述

a） 核岛部分

热洗衣房洗衣和初次漂洗的排放废液，经粗过滤后借助于重力流入废水贮槽 SRE001BA。工具间、淋浴间和更衣间的地面排水、电气厂房冷冻水系统（DEL）的冷凝水靠重力收集于废水贮槽 SRE001BA 中。SRE001BA 内的废液经混匀和取样分析满足排放要求后，由泵 SRE001PO 送往 TER 系统待监测、排放，否则送往 TEU 系统地面排水接收槽处理。

二次漂洗的排放废液，借助重力流入废水贮槽 SRE002BA。SRE002BA 内的废液经混匀和取样分析满足排放要求后，由泵 SRE002PO 送往 TER 系统待监测、排放，否则送往 TEU 系统地面排水接收槽处理。

废水贮槽 SRE001/002BA 房间内的地坑 SRE003PS 收集的废液由地坑泵 SRE008PO 送往 SRE001/002BA。

全厂放射性实验室和放射性车间排放的化学废液靠重力流入核岛疏水排气系统（RPE）的化学疏水坑 RPE003PS，再送往 TEU 系统的化学排水接收槽处理。

b） BOP 部分

① 放射性机修车间及仓库 AC 产生的废液

放射性机修及去污车间排放的机械去污废液靠重力流入机械去污水疏水箱 SRE201BA，经过混匀和取样分析满足排放要求后，由机械去污水排水泵 SRE201PO 送往 TER 系统监测、排放，否则送往 TEU 系统地面排水接收槽处理。

② 厂区试验室 AL 产生的废液

厂区试验室产生的废液靠重力流入厂区试验室疏水箱 SRE203BA，经过混匀和取样分析满足排放要求后，由厂区试验室排水泵 SRE203PO 送往 TER 系统待监测、排放，否则送往 TEU 系统地面排水接收槽处理。

（3） 系统运行

a）核岛部分

当废水贮槽 SRE001/002BA 的液位达到高液位时，泵 SRE001/002PO 自动启动。当槽中液位达到低液位时，泵 SRE001/002PO 自动停运。每个贮槽均可就地取样，以测量废液的放射性浓度。

b） BOP 部分

① 放射性机修及去污车间排放的化学去污废液

化学去污水疏水箱 SRE202BA 高液位报警信号通知操作人员水箱已充满。操作人员进行必要的处理后，根据取样分析结果，将废液送到 TES 系统的浓缩液贮槽或 TEU 系统的化学排水槽。出现低液位信号时，自动停泵。可以注入化学试剂调节废液的 pH 值，以防止沉淀物在回路中沉积。

② 放射性机修及去污车间排放的机械去污废液

机械去污水疏水箱 SRE201BA 高液位报警信号通知操作人员水箱已充满。操作人员可进行必要的处理，根据取样分析结果，将废液送往 TEU 系统的地面排水槽或 TER 系统的贮槽。出现低液位信号时，自动停泵。

③ 厂区试验室排放废液

厂区试验室疏水箱 SRE203BA 的高液位信号自动启动泵。根据取样分析结果，将废液送往 TEU 系统的地面排水接收槽或 TER 系统的贮槽。出现低液位信号时，自动停泵。

4.6.2.5 核岛疏水排气系统（RPE）

核岛疏水排气系统 （RPE） 在核岛内有一部分是每台机组专用，其余部分是两台机组共用。

本系统收集核岛内产生的所有放射性废液和废气，它们来自：

- 机组正常运行；
- 换料停堆、维修停堆各阶段及随后的启动；
- 设备维修及维修前设备排水；
- 正常泄漏和事故泄漏；
- 各种瞬态。

根据废物的特性（可复用或不可复用的废液、含氢或含氧废气），这些废物将分别由各自的管网输送到核辅助厂房的硼回收系统（TEP）、废液处理系统（TEU）和废气处理系统（TEG）。在反应堆发生事故以后，高放废液再注入反应堆厂房。

（1）设计基准

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

RPE 系统采用的设计基准如下：

- 从与安全有关设备间来的废水，要防止由于疏水管线回流而造成与安全有关设备的淹没；
- 贯穿安全壳的疏水管线设置隔离阀；
- 地坑泵有足够的能力，以防止在正常预期疏水期间地坑溢流；
- 采取预防措施在反应堆发生事故后将高放废液再注入反应堆厂房。

（2）系统描述

a）反应堆冷却剂疏水子系统

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

b）工艺疏水子系统

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

— 送至核辅助厂房工艺疏水坑 （RPE002PS），再用泵输送到 TEU 系统；

— 由 TEU 系统直接收集；

— 在事故工况时，一旦接收到高放射性信号，立即将收集在核辅助厂房工艺疏水坑（RPE002PS） 和燃料厂房工艺疏水坑（RPE008PS、009PS、012PS、013PS）的高放射性废液再注入反应堆厂房。

c）地面疏水子系统

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

— 由集水箱、排水沟和疏排管道收集；

— 用管道直接送至核辅助厂房地面疏水坑 （RPE001PS）；

— 废水排至各自厂房的地面疏水坑中，用泵输送到 TEU 系统；

— 热洗衣房来的放射性废水，同样也送到地面疏水坑，再用泵输送到 TEU 系统；

— 在事故工况时，一旦接收到高放射性信号，即将收集在核辅助厂房地面疏水坑（RPE001PS） 和燃料厂房地面疏水坑 （RPE010PS、014PS） 的高放射废液再注入反应堆厂房。

d）化学疏水子系统

该子系统收集核岛放化实验室的废水和来自处理含有放射性化学物质系统的疏水，包括反应堆厂房的地面疏水。

这些疏水通常是含有高化学成份的放射性废水。

除反应堆厂房的地面疏水被直接送到 TEU 化学排水接收槽 （TEU005BA、006BA）或在应急情况下排入 TEU 备用槽（TEU016BA、017BA），通常化学疏水被送至核辅助厂房的化学疏水坑 （RPE003PS） ，再由泵输送到 TEU 化学排水接收槽。

e）含氢废气子系统

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

f）含氧废气子系统

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

（3）系统运行

a）反应堆冷却剂疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

反应堆厂房产生的反应堆冷却剂疏水被收集到反应堆冷却剂疏水箱（RPE001BA），并由两台并联安装的泵（RPE001PO、RPE002PO）输送。

b）工艺疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

在反应堆厂房位置高于工艺疏水管安全壳贯穿件的系统和设备，工艺疏水靠重力收集到核辅助厂房的TEU工艺排水接收槽。

在反应堆厂房位置低于工艺疏水管安全壳贯穿件的系统和设备，工艺疏水收集到工艺疏水箱（RPE003BA），再用泵（RPE014PO）将废液送到核辅助厂房工艺疏水坑（RPE002PS）。工艺疏水箱（RPE003BA）有溢流管，可使超过溢流管的废水排到安全壳疏水坑（RPE011PS）。

其它厂房的系统和设备疏水输送方式：

- 送到核辅助厂房工艺疏水坑（RPE002PS），再用泵（RPE023PO、024PO）输送到TEU系统。
- 靠重力直接送到TEU系统。

c）化学疏水子系统

本系统靠重力收集疏水，这些废水被送到化学疏水坑（RPE003PS），再用泵输送到TEU 化学排水接收槽。

反应堆厂房地面疏水由重力收集到安全壳疏水坑（RPE011PS），疏水坑液位测量仪表，根据预先设定的高高和低低液位整定值来分别控制两台泵的启动和关闭。这些疏水通常是含有放射性化学成份的废水，由泵将其送至核辅助厂房的TEU 化学排水接收槽（TEU005BA、006BA）。

d）地面疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它能在正常运行期间和各种预期瞬态期间保持连续运行。

燃料厂房和连接厂房中的地面疏水通过重力收集到各自厂房的疏水坑，再用泵送至核辅助厂房地面疏水坑 （RPE001PS）。

核辅助厂房地面疏水坑（RPE001PS）接收核辅助厂房的设备泄漏、疏水，及其它厂房地面疏水和房间地面疏水 （一般情况下放射性水平低于排放管理限值），再用两台并联安装的泵将疏水坑中废液输送到 TEU 地面排水接收槽。

e）含氢废气子系统

维持本系统压力略高于大气压，以防止空气渗入。

f）含氧废气子系统

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

机组在停堆期间本系统主要用来收集反应堆冷却剂系统中的饱和湿气，这些气体经过疏水含氧废气罐（RPE002BA）被分离后，气体排入安全壳换气通风系统 （EBA），废水排入 RPE 工艺疏水子系统。

核辅助厂房的含氧废气排至废气处理系统（TEG），由 TEG 的排风机保持负压。

4.6.2.6 化学和容积控制系统 （RCV）

（1）设计基准

化学和容积控制系统（RCV）为反应堆冷却剂系统（RCP）提供以下服务：

— 反应堆冷却剂容积控制；

— 反应堆冷却剂化学控制：

- 与硼和水补给系统（REA）共同完成硼浓度的调节，从而控制反应性；
- 控制气体的浓度；
- 净化和过滤；
- 含氧量和 pH 值的控制（与 REA 系统一起）。

— 反应堆冷却剂泵密封水注入。

RCV 系统还提供以下服务：

— 为稳压器提供辅助喷淋；

— 稳压器满水时控制 RCP 压力；

— 为余热排出系统（RRA）的投运作准备；

— 为 RCP 系统充水、排水和进行水压试验；

— 高压安全注入（RCV 系统的一部分与安全注入系统（RIS）共用）；

— 当反应堆冷却剂系统处于半管运行时，使用上充泵进行自动补给（RCV 系统的部分管道与安全注入管道（RIS）共同完成）。

（2）系统描述

RCV 系统由两个子系统组成：上充、下泄、密封水子系统和反应堆冷却剂净化和化学控制子系统。

a）上充、下泄、密封水子系统

化学和容积控制系统的上充和下泄功能用于保持反应堆冷却剂系统稳压器中的水位，从而在电厂所有的运行阶段内保持适当的反应堆冷却剂的容量。

反应堆冷却剂的下泄流从一个反应堆冷却剂回路的冷段排到化学和容积控制系统中，在流过再生热交换器的壳侧时将流经管侧的上充流加热，然后下泄流流过下泄孔板进行降压，再流过下泄热交换器的管侧，其温度进一步降低。在下泄热交换器的下游，通过低压下泄阀使下泄流的压力进一步降低。低压下泄阀的功能是保持其上游的压力，以防在下泄孔板的下游发生闪蒸。

下泄流流过两台混合床除盐装置中的一台进行净化，去除离子态腐蚀产物和多数裂变产物。在需要降低反应堆冷却剂中的铯和过量的锂时可以再流过阳床除盐装置。

下泄流流过反应堆冷却剂的过滤器并从容积控制箱顶部的一条喷淋接管进入容积控制箱。氢气连续不断地供给容积控制箱，以扫除容控箱气相空间的裂变气体和控制在堆芯处由于水的辐射分解所产生的氧的浓度。

三台离心式上充泵中的两台从容积控制箱吸水并将被冷却、净化过的反应堆冷却剂返回到反应堆冷却剂系统。正常工况下上充流由一台上充泵输送，这股上充流被分成两路：一路经再生热交换器的管侧被注入到反应堆冷却剂系统。另一路通过轴封水流量调节阀进入轴封水，它在泵轴承和第一级密封之间进入泵体。并在此分为两股，一股冷却剂流（称作泄漏流）润滑泵轴，然后大部分通过高压密封引漏离开泵体，其中的一小部分通过低压密封引漏离开泵体并引入 RPE 系统。反应堆冷却剂泵高压密封泄漏返回的冷却剂流通过密封水热交换器到上充泵吸入端。另一股冷却剂流冷却泵的下部轴承，进入 RCP 系统。它作为下泄流的一部分，通过正常或过剩下泄流道从 RCP 系统排出。

b）反应堆冷却剂净化和化学控制子系统。

化学和容积控制系统与反应堆硼和水补给系统共同完成对反应堆冷却剂中硼浓度的控制，以补偿因温度变化、燃耗和氙毒变化所引起的反应性的慢变化。

去除反应堆冷却剂中的腐蚀产物和裂变产物，以便将反应堆冷却剂中的杂质含量及放射性水平控制在允许的范围内。

控制反应堆冷却剂的 pH 值、氧含量和其它溶解气体的浓度。

（3）系统运行

在反应堆启动时，化学和容积控制系统可为反应堆冷却剂系统充水、加压及排气。在充水和排气操作完成后，即可建立化容控制系统的上充和下泄流量。在反应堆启动和冷却剂系统升温时，利用余热排出系统和化容系统的低压下泄管线控制反应堆冷却剂的压力。

在正常运行期间，通过上充、下泄维持主回路化学容积条件。

在停堆过程中，在堆芯冷却期间，由于冷却剂的收缩要求增加上充流量进行补偿。同期，将硼浓度提高到冷停堆的数值。如果必须打开反应堆压力容器，则通过用氮气置换容积控制箱中的氢气使反应堆冷却剂的含氢量降到 5mL/kg 以下，定期将容积控制箱的气体排到废气处理系统，释放出溶解的氢气。在电厂停堆时，如果要进行换料或维修操作，可利用化容系统的除盐装置净化放射性离子并采用扫气去除裂变气体，从而降低反应堆冷却剂的放射性水平。

4.6.2.7 反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统（PTR）

（1）设计基准

反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统按下列准则进行设计。

反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统的冷却回路要满足单一故障准则的要求。冷却水泵和热交换器的冗余度为 2×100%。冷却水泵由柴油发电机供给应急电源。反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统冷却回路的安全等级为 3 级。

a）乏燃料水池冷却回路

冷却回路取决于乏燃料水池中乏燃料组件的剩余功率，乏燃料水池剩余功率将根据换料工况和乏燃料组件贮存情况确定。

换料操作采用“全卸全装”的方式，即每次卸料时将堆芯的燃料组件全部卸入乏燃料水池。

在正常工况下，反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）冷却乏燃料水池水，并确保水池的水温不超过 60℃（按设备冷却水系统水温为 35℃考虑）。

热交换器的换热面积将根据正常运行工况确定。

b）乏燃料水池过滤和除盐回路

最高温度：60℃；

处理能力：60m^3/h；

过滤孔径：除盐装置前置过滤器过滤粒度为 5μm，除盐装置后过滤器过滤粒度为 25μm。

c）反应堆换料水池过滤回路

处理能力为 100m^3/h，过滤器的过滤粒度为 5μm。

d）换料水箱

换料水箱有效容积为 1664m^3，可确保两台安喷泵、两台高压安注泵和两台低压安注泵约 20 分钟的用水量。

（2）系统描述

a）服务于乏燃料水池的设施

乏燃料水池分为 4 个部分：燃料转运舱、乏燃料水池、乏燃料容器装载井、乏燃料容器冲洗井。

— 冷却回路：水泵 001PO 或 002PO 抽送乏燃料水池的水流过热交换器 001RF 或 002RF，然后返回到乏燃料水池。

— 过滤和除盐回路

— 表面撇沫和过滤回路

— 充水回路

— 至换料水箱的排水回路

b）服务于反应堆换料水池的设施

反应堆换料水池分成两个隔离室：反应堆换料水池和堆内构件存放区。

— 过滤回路

— 反应堆换料水池充水和排水

当反应堆换料水池需急速充水时，使用低压安注泵；缓慢充水则可用该系统的 002PO 水泵。

排水分两步进行，急速排水使用余热排出系统的水泵排至换料水箱。当水位降到反应堆压力容器法兰的高度，改用该系统 005PO 水泵继续排水。

（3）系统运行

乏燃料贮存水池通常是充满水的。在换料时，反应堆换料水池和燃料转运舱需充满水。当反应堆压力容器进行检查时，反应堆换料水池也需充满水。反应堆堆内构件存放区单独充水时，可用水闸门与反应堆换料水池隔离。

系统正常运行：

— 乏燃料水池冷却、过滤和除盐回路

从乏燃料组件贮存在乏燃料水池起，冷却回路开始连续运行，水池的水温不高于60℃。用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）冷却乏燃料水池。

冷却回路的流量为361.5m^3/h，由流量计监测。

水泵的工作流量为421.5m^3/h，其中60m^3/h提供给过滤和除盐回路。

过滤和除盐回路连续运行，其处理流量60m^3/h由流量计监测，手动调节阀根据过滤器和除盐装置的压降调节流量。

回路最高工作温度根据树脂要求定为60℃。当温度高于60℃时，温度控制器发出报警信号，要求隔离过滤和除盐回路。

根据乏燃料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为5m^3/h。

— 反应堆换料水池和附属回路

在整个反应堆压力容器开盖和换料水池充水过程中，应通过余热排出系统、化学和容积控制系统和硼回收系统对反应堆冷却剂进行去污处理，但要防止降低换料水池操作时的硼浓度。裂变气体和溶解的氢则通过化学和容积系统的容积控制箱和硼回收系统的除气塔去除。

当反应堆压力容器封头打开，反应堆换料水池充水后，过滤回路投入连续运行，过滤水量为100m^3/h，由流量计监测。

余热排出系统保持反应堆换料水池的冷却剂最高温度为60℃。

根据反应堆换料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为5m^3/h。

— 换料水箱

在冬季需将换料水箱的水温保持在7～13℃之间，为此设置了一组由温度控制器控制的电加热元件。

4.6.2.8 蒸汽发生器排污系统（APG）

（1）设计基准

a）在正常运行时，APG系统水处理设计流量最高能达到70t/h，三台蒸汽发生器的排污量是相同的，每台蒸汽发生器的最大排污量约为额定蒸汽流量的1.2%（即23.3t/h）。

b） 经排污系统处理后的排污水质指标应与二回路系统补给水的指标一致。

（2）系统描述

蒸汽发生器排污系统分为排污水收集、冷却、减压、处理、回收或排放五部分，主要由热交换器、减压和流量控制阀、过滤器、离子交换器以及相应的管道和阀门等组成。

每台蒸汽发生器的排污水是靠两个径向对称的支管段在管板上收集的，并在其中的一根支管上设置一根取样接管，供取样分析用。两根支管在安全壳内合并后穿过安全壳。在安全壳外的排污管上设置了一根供蒸汽发生器保养用的氮气接管，并在每一根排污管上安装了一个无泄漏的隔离阀和一个手动流量控制阀，操作人员可以根据二次侧水质的好坏通过此阀控制排污量的大小。在功率运行时，排污量在 10 ~ 70 t/h 之间变化。

三根排污管在安全壳外合并为一根排污母管，根据运行工况，可将排污水输向再生热交换器，或非再生热交换器。一般来说，在电厂正常运行时，为了回收其热量，排污水应由再生热交换器来冷却；而在热备用、热试验及与再生热交换器连接的设备或部件失效时，排污水才由非再生热交换器进行冷却。再生热交换器的冷却水为凝结水抽取系统来的凝结水，而非再生热交换器的冷却水则为设备冷却水。

排污水由热交换器冷却至与离子交换树脂相适应的温度（即 45~56°C 左右）之后，通过一个减压和流量控制阀，将热交换器下游的压力限制到 1.4MPa （表压）。

冷却和减压后，排污水被引至处理系列，即先通过一台过滤粒度为 5μm 的过滤器，然后通过一条或两条并联的离子交换管路进行净化处理，每条管路均串联有一台阳离子交换器、一台混合床离子交换器和一个手动流量调节阀。处理过的排污水再通过一台过滤粒度为 25μm 的树脂捕集过滤器，清除掉水中破碎树脂。

处理后的排污水通过凝汽器真空保护装置送到凝汽器。

在反应堆冷却剂系统向二回路泄漏之后的一台或多台蒸汽发生器的疏水情况下，处理后的排污水不能回到凝汽器，而排往废液排放系统。

在特殊情况下，也允许排污水不经处理直接排放。有以下两种特殊情况：

— 处理设施失效；

— 凝汽器失效且排污水只有轻微放射性。

在处理设施失效的情况下，排污水要进行连续的放射性监测，然后再送到废液排放系统。

（3）系统运行

a）正常运行

正常运行工况下，蒸汽发生器二次侧的排污是连续的，排污水经过再生热交换器冷却后，经过减压、除盐处理后进入冷凝器。排污流量控制在 10 ~ 70t/h 之间。不论系统排污流量有多大，系统两条除盐管线必须同时运行。

b）特殊稳态运行

① 使用非再生热交换器

在再生热交换器不可用或是反应堆处于冷凝器和凝结水泵不可用的情况下，排污水经过非再生热交换器冷却，一般排污流量限制在 37t/h。

② 向常规岛废液排放系统的排放

当向凝汽器的排污循环不可用时，排污将引向常规岛废液排放系统的贮存罐，进行分析后向环境排放，或者输送到废液处理系统处理后由废液排放系统排放。

③ 特殊瞬态运行

— 蒸汽发生器的疏水

当热交换器或减压阀失效时，可用临时接管旁通失效设备进行疏水，也可利用重力疏水，还可经过安全壳隔离阀下游的支路进行疏水。

— 蒸汽发生器传热管断裂

当蒸汽发生器传热管断裂时，该蒸汽发生器必须切断给水供应，保持最大排污流量以便完全排空。

4.6.2.9 常规岛废液排放系统（SEL）

（1）设计基准

本系统收集以下来源的废液，并将废液经混匀、取样分析、监测后有控制地向环境排放：

— 常规岛废液收集系统（SEK）的废液：冷凝器热阱的疏水、汽轮机厂房汽水回路的疏水和排气冷凝液、疏水回收池中收集的排水、冷凝液集水坑中收集的疏水；

— APG 系统排放的废液；

— 其它废液：如 SEL 泵房间（QB201）地坑内的废液；

— 在异常情况下，SEL 系统的贮槽在三个 TER 系统的贮槽充满时收集核岛排放的废液。

当要求延迟排放，或当取样分析或辐射监测系统（KRT）监测到废液的放射性浓度超过允许排放限值时，可暂存废液。

将超过允许排放限值的废液输送至废液处理系统（TEU）处理。

（2）系统描述

本系统设置三个废液排放贮槽 SEL001/002/003BA，贮槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个贮槽同时溢出的废液量。三个贮槽中一个用于接收废液，一个用于废液的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。

每个贮槽配有一台排放泵 SEL001/002/003 PO，用于在取样和分析之前搅拌槽内废液，也用于废液排放，或将废液送回废液处理系统（TEU）重新处理。

地坑泵 SEL004PO 安装在泵房地坑 SEL001PS 内。地坑泵 SEL005PO 安装在滞留池地坑 SEL002PS 内。地坑泵将地坑内的水输送至贮槽。

各贮槽有一根共用的排放管及一根通往 TEU 的旁路管，在排放管上装有一台辐射监测仪（KRT902MA）和受 KRT 控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀及一个累计流量计。

排放管上的 KRT 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，当排放废液的放射性浓度大于 0.08MBq/m^3 时，KRT902MA 报警；当排放废液的放射性达到 0.4MBq/m^3 时，自动切断排放管线。

SEL 系统工艺流程图参见图 4.6-3。

（3）系统运行

正常运行时，三个 SEL 贮槽中的一个接收废液，一个混合、取样分析和监测排放废液，另一个备用。废液在贮槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据废液放射性浓度及环境稀释能力确定废液的排放流量。

排放管上的 KRT 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，如果排放废液的放射性浓度超过预定值，监测系统会发出警报并自动关闭隔离阀。

贮槽废液放射性浓度超过排放限值，废液被送往 TEU 系统化学排水接收槽作再处理。

当 SEL 系统的贮槽不能接收废水时，TER 的备用贮槽将用于接收常规岛的废液。

4.6.2.10 释放点

所有放射性废液通过排放构筑物（CC）排除，然后进入排水渠导入大海。

4.6.3 放射性废气处理系统及源项

放射性废气处理系统为两台机组共用，用于收集、贮存并处理两座反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准及核电厂管理规范要求后排入大气。放射性废气分为含氢放射性废气和含氧放射性废气两大类。

裂变过程产生的放射性气体主要是氪和氙的各种同位素。由于少量的燃料包壳破损，

燃料包壳内存积的裂变气体进入反应堆冷却剂。在高压下裂变气体溶解于冷却剂中，但当系统内存在气相空间时，裂变气体就会释放出来，特别是在对堆冷却剂进行除气处理时，几乎所有的裂变气体都将随着溶解的氢气或氮气一起解吸出来，形成为含氢放射性废气，被收集到缓冲罐中。

含氧放射性废气（含空气废气）主要来自核辅助系统，特别是三废处理系统中可能进入空气的各种贮槽设备的呼排气、吹扫气、鼓泡排气或抽气（保持负压）等，由核岛疏水排气系统集中收集在一根管路里，通过系统排气风机吸入废气处理系统（TEG），经碘过滤器处理后排到核辅助厂房通风系统（DVN）。含空气废气所含的放射性核素主要以气溶胶的形式存在，含有分子碘和有机碘等。

放射性废气处理系统主要包括：

——废气处理系统（TEG），

——厂房通风系统（HVAC），

——主冷凝器真空系统（CVI）。

4.6.3.1 废气处理系统（TEG）

（1）系统功能

废气处理系统（TEG）的功能是对核电厂产生的放射性惰性气体，卤素和空气中的悬浮粒子进行收集和处理，以便将预期的放射性废气年释放量、核电站工作人员在控制区和非控制区内的受照剂量降低到“可合理达到尽量低”的水平。

TEG 系统不直接履行安全功能。但由于 TEG 系统处理的废气带有放射性，尤其是含氢放射性废气，除辐照危害外并存在爆炸和引起火灾的危险性，故在进行 TEG 系统的设计时，考虑了防止该气体向环境泄漏、安全防火、防爆和通风排气等问题，并将放射性气体进行贮存衰变，使放射性的气态排放保持在可接受的限值内。

（2）设计基准

废气处理系统（TEG）的设计基准如下：

——TEG 系统提供足够的处理能力，使气态流出物中的放射性排放低于国家标准 GB6249—2011《核动力厂环境辐射防护规定》和 RCC-P（5.4.3 节）中规定的限值；

——TEG 系统是按照 RCC－P《法国 90 万千瓦压水堆核电厂系统设计和建造规则》进行设计（第 2.3.7 节），并且满足了国家标准 GB9136—1988《轻水堆核电厂放射性废气处理系统技术规定》的要求；

— 防止氢气燃爆的准则为 RCC-I《压水堆核电站防火设计和建造规则》1983 年 B 版

及1987年3月版的应用，对1997年版的适用部分积极加以参照。

——TEG系统要能在主要设备停运检修（单一故障）期间和产生过多废气量期间提供足够的处理能力，所以主要能动设备都考虑冗余：含氢废气子系统的含氢废气压缩机的容量为2×100%；含氧废气子系统的电加热器、碘过滤器和风机的容量为2×100%。

——TEG系统不执行核安全相关功能，但含氢废气子系统设计成安全3级，因为该子系统的故障可能会导致正常贮存衰变的放射性气体的释放（见RCC—P及其应用说明，第4.1.2 节）；

——TEG系统通过调整衰变箱排气速率、安装氢气和氧气检测仪表防范系统内潜在的氢氧混合爆炸危险。整个含氢废气子系统都保持正压，并且整个子系统和每个主要设备都有严格的密封措施，以防止空气渗入形成爆炸性的混合气体。

——TEG系统为两台机组所共用。主要设备位于NX厂房内。

（3）系统组成

TEG系统由含氢废气子系统和含氧废气子系统两个独立的子系统组成。

a） 含氢废气子系统

含氢废气子系统的工艺流程图见图4.6-4。

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

这类废气有如下两个来源：

①来自装有反应堆冷却剂的容器，即反应堆冷却剂系统（RCP）的稳压器卸压箱、化学和容积控制系统（RCV）的容积控制箱和核岛疏水排气系统（RPE）的反应堆冷却剂疏水箱。这类气体流量大，但每月只有一、二次。

②来自硼回收系统（TEP）的除气单元。这类气体流量小，约2m^3（STP）/h，但排气次数较多，每天两至三次。

该类废气进入本系统后采用压缩贮存、衰变的方法降低废气的放射性浓度。贮存期满后进行取样分析，如符合要求即可将废气排至 NX 厂房的通风系统（DVN），经由 DVN 系统的主排风（空气）稀释后排向烟囱。

b） 含氧废气子系统

含氧废气子系统的工艺流程图见4.6-5（3/4）。

含氧废气主要由空气、少量放射性碘及其同位素组成。

这类废气来自与大气相通的容器（并可能含有放射性气体）。

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

（4）系统运行

a）含氢废气子系统

含氢废气子系统运行前用氮气吹扫净化。

含氢废气由 RPE 系统收集至缓冲罐（TEG001BA）。缓冲罐可对无规律的来气（不同压力和流量）进行调节稳定，从而向含氢废气压缩机提供平稳的气流，并分离废气中夹带的冷凝水。

正常运行时，含氢废气压缩机（TEG001/002CO）可以根据缓冲罐上的压力测量装置的设定值，进行自动操作（启动或停运）：

①当缓冲罐压力上升达到 0.025MPa（表压）时，第一台含氢废气压缩机启动。

②如果缓冲罐压力继续上升到 0.03MPa（表压）时，第二台含氢废气压缩机自动启动。

③在含氢废气压缩机运行时，当缓冲罐内压力回落到 0.005MPa（表压）时，正在运行的压缩机停运。

气水分离器的液位信号与疏水阀开关状态连锁，当气水分离器高液位时打开疏水阀，低液位时关闭疏水阀。当气水分离器高液位信号出现 2.5 分钟后应发出低液位信号，此时疏水阀未关闭信号连锁相应的压缩机自动停运。

压缩后的气体经由压缩气体冷却器（TEG001/002RF）冷却后，送至衰变箱（TEG004/005/006/007/008/009/010/011BA）。

衰变箱在进气、衰变贮存、排气时的阀门操作均由远传手动进行。

衰变箱向大气排放废气之前，要进行取样分析监测排放废气的放射性浓度、主要核素组成等，碘放射性浓度≤$3.7\times10^{3}Bq/m^{3}$ 时允许排放；并且要检查 DVN 系统的运行工况和大气环境条件是否满足排放要求。只有当两个串联的远传阀门已经被手动打开时，才能控制排放阀进行废气排放。

如果 DVN 系统碘吸附器出现故障，NX 厂房的烟囱放射性超过阀值，或者假如正在排放的衰变箱内的压力下降到 0.02MPa（表压）时，则手动停止排放。衰变箱内压力低于 0.02MPa（表压）时停止排放是为了防止外部空气进入衰变箱发生爆炸事故。

衰变箱与两套并联的排气管网相连，确保箱内废气在 5～84 个小时内以预定的流量排放到 NX 厂房 DVN 系统的碘吸附器入口管线上。排放总管上安装了测量废气排放流量和

累积流量的流量计。

在基本负荷运行工况下，含氢废气在衰变箱内有 60 天的贮存期；在废气量大而放射性浓度低的负荷跟踪运行工况下，贮存期为 45 天。

b）含氧废气子系统

正常运行时，一台电加热器，一台碘吸附器和一台排气风机串联投入运行。当信号显示第一台风机停运后，第二台风机即自动启动（包括与之相关的电加热器和碘吸附器）。

含氧废气干管内的负压由止回式调节风门维持；一旦风机停运，该阀就自动关闭。

含氧废气以及经由调节风门引入的空气，可经电加热器加热，用以降低气体的相对湿度，以保护碘吸附器中活性碳的活性。

经过碘吸附器处理后的含氧废气，经 DVN 系统的主排风稀释后，排向 NX 厂房的烟囱。

4.6.3.2 核岛采暖、通风和空调系统（HVAC）

核岛采暖、通风和空调系统的功能是对各厂房进行采暖、通风和空调，维持各厂房内一定的换气次数。根据需要，对送、排风进行过滤和除碘处理，以提供适宜的温度和空气质量良好的环境，减少气载放射性物质向大气环境的排放，确保运行人员健康、安全及设备的有效运行。

（1）系统设计

a）主要系统

含放射性的废气主要来于下述厂房，并由相应的通风系统进行处理：

—— 核辅助厂房

- 核辅助厂房通风系统（DVN〕
- 安全壳环廊房间通风系统（DVW）

—— 反应堆厂房

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

—— 燃料厂房

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

b）受控区换气次数

根据不同的受控区要求，通风系统设计所采用的最小换气次数为：

—— 核辅助厂房

• 氢风险区域为 12 次/小时

• 红区与橙区为 4 次/小时

• 黄区为 2 次/小时

• 绿区为 1 次/小时

—— 电气厂房

• 绿区为 1 次/小时

• 蓄电池房间（氢风险区域）为 12 次/小时

—— 燃料厂房

• 黄区为 2 次/小时

• 绿区为 1 次/小时

c）设计基准

各厂房通风系统的设计具有如下特性，以保证对环境的污染尽可能的低：

—— 在污染区内，保证空气从低污染区流向高污染区；

—— 每个厂房的通风系统的排风口尽可能远离新风口；

—— 从潜在放射性污染区域排放的空气不能进行再循环；

—— 没有污染的空气可以从屋顶或墙上的通风口排至室外大气中；

—— 所有可能来自污染区的空气，在排放之前要进行监测，通过烟囱排放至室外环境中；

—— 厂外电源丧失时，所有与安全相关的能动部件（包括仪表）分别备有 1E 级的 AC 电源；

—— 有抗震要求的设备部件采取特殊措施，如支吊架、基座等。设备安装空间符合可达性、运行和维修计划的要求。

（2）系统组成

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

a）进风预过滤器

用于除去大气浮尘，这种过滤器效率相对较低，但至少为 85%（基于标准 NFX44012）。

b）排风预过滤器

用于高效过滤器前的排风过滤，捕集气流中的粗颗粒，以延长高效过滤器的寿命。这种过滤器效率至少为 85%（基于标准 NFX44012）。

c）高效过滤器

高效过滤器用来捕集气流中的细小颗粒。这种过滤器效率至少为 95%（基于标准 NFX44012）。

d）高效空气粒子过滤器

高效空气粒子过滤器用来捕集气流中的超细小颗粒。这种过滤器的净化系数至少为 3000（基于标准 NFX44012）。

过滤器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。除非另有说明，过滤器介质使用玻璃纤维材料。单元过滤器放在不锈钢/碳钢涂漆的框架上或放在密封过滤小室（或箱体）中。

e）碘吸附器

用于吸附气流中的气载放射性碘。这种过滤器吸附分子碘的净化系数至少为 5000（或首次试验要求对甲基碘净化系数≥1000）（基于标准 NFM62206）。

碘吸附器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。吸附介质是含 1%KI（碘化钾）和 TEDA（三乙烯二胺）浸渍的煤基炭或椰壳炭。单体吸附器放在不锈钢/镀锌碳钢的框架上或放在密封过滤小室内。

（3）系统运行

a）燃料厂房通风系统（DVK）

正常运行期间，DVK 系统是连续运行的“直流’式全新风系统。

事故工况下，DVK 系统以小流量排风子系统方式运行。在燃料装卸事故时，小流量排风与乏燃料水池大厅通风相连接。LOCA 时，小流量排风与±0.000m 以下房间的通风相连接。

在机组所有运行模式下，为了维持适当的环境，当任一风机或自动隔离阀出现单一能动故障时，系统的设计都能保持其功能。事故工况下使用的小流量排风子系统，设有应急电源。

DVK 系统由主控制室远距离控制。

排风机组包括两台 100%容量并联的机组，每个机组包括：

—— 两台预过滤器；

—— 两台高效空气粒子过滤器；

—— 两个平衡阀；

—— 两台100%容量并联的排风机，装有止回阀。

—— 一支通向烟囱的排风管，配有两个冗余设置的快速关闭的隔离阀，在事故时把正常排风系统与室外隔离。

b）安全注入和安全壳喷淋泵电机房通风系统（DVS）

DVS系统是“直流’式全新风系统，对安全注入和安全壳喷淋泵电机房进行通风。

DVS系统提供最小换气次数为5次/时。

DVS 系统的设计是为了在设备维修和定期试验时，保持适当的环境条件，并保持电动机房的压力稍高于相应泵房的压力，以防电动机房被污染。即：

—— 防止放射性产物释放到环境中去；

—— 在安全壳喷淋系统（EAS）和安注系统（RIS）运行期间，允许维修人员进入。

电站正常运行期间，DVS系统不运行，在EAS和RIS泵启动后手动启动运行。DVS系统就地控制。

c）核辅助厂房通风系统（DVN）

DVN系统为直流式通风系统，连续运行。

厂房火灾的情况下，对核辅助厂房的电气房间进行排烟。

DVN系统由送风子系统、无碘污染房间的排风子系统（又称“正常排风系统”）、潜在碘污染房间的排风子系统（又称“碘排风系统”）、排烟系统和排风烟囱等组成。

● 正常排风子系统

正常排风子系统由以下部件组成：

—— 四组并联的预过滤器；

—— 四组并联的高效空气粒子过滤器；

—— 三台50%冗余配置的风机，并联连接，并配置止回阀；

—— 配有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

● 碘排风子系统

两台容量为100%的冗余机组，并联连接，每个子系统的组成如下：

—— 两台电加热器；

—— 一组预过滤器；

—— 一组高效空气粒子过滤器；

—— 一组碘吸附器；

—— 一台配置有止回阀的风机，

—— 带有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

正常运行期间（排除不含碘的气体）时，一台碘排风机组通过碘吸附器的旁通管路运行，第二台碘排风机组备用，但其碘吸附器与相应旁通管路相接。在碘污染的情况下，由主控制室远距离执行切换至碘吸附器并启动相应的风机。

为防止核辅助厂房超压，按照以下顺序控制 DVN 系统风机的启动：

- 碘排风机启动；
- 正常排风机启动；
- 送风机启动。
- 排烟系统

排烟系统的组成：

—— 一台过滤器机组（预过滤器和高效空气粒子过滤器）；

—— 两台 100%容量并联连接的风机，并配置止回阀；

—— 来自电气房间并装有排烟阀的排烟管道。

- 排风烟囱

排风烟囱设在核辅助厂房的屋顶上，烟囱高出反应堆厂房屋顶至+62.30m 标高处。

在烟囱中设有监测放射性气体和记录废气排放水平的系统。

- 特殊措施

在固体废物处理系统（TES）排风管出口处设置预过滤器，用来截留固体废物装桶系统运行时所产生的水泥粉尘。

d）安全壳环廊房间通风系统（DVW）

DVW 系统为安全壳装有贯穿件的所有区域进行排风，是连续运行的排风系统。

贯穿件房间的排风来自：

—— 安全壳泄漏；

—— 核辅助厂房转送的空气；

—— 电气厂房转送的空气；

—— 未经过滤的室外空气。

为减少放射性向周围环境中的扩散，用于事故工况下的碘排风子系统的设计满足单一故障准则的要求，并接有应急电源。

对每个机组，DVW 系统组成如下：

—— 带有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管；

—— 一个正常排风子系统；

—— 一个碘排风子系统；

—— 屋顶上与共用排风小室相连的密封连接风管。

子系统配置如下：

- 正常排风子系统由一组预过滤器、一组高效空气粒子过滤器和配有止回阀的排风机组成。
- 碘排风子系统的组成如下：

—— 两台电加热器；

—— 一组预过滤器；

—— 一组高效空气粒子过滤器；

—— 一台碘吸附器；

—— 两台 100%容量并联的排风机，并配有止回阀。

平时碘排风子系统处于备用状态，由正常排风子系统排风，在排风中探测到碘时，从正常通风子系统切换到碘排风子系统。

LOCA 事故后，碘排风系统连续运行，接到安注信号后，两台碘排风机中的一台立即自动启动。

e）安全壳空气净化系统（EVF）

安全壳空气净化系统的设计功能，是在反应堆厂房内部发生放射性污染时，减少空气中放射性污染浓度，以便工作人员在一定时间范围内有可能进入。

EVF 系统进风来自于 EVR（安全壳连续通风系统）送风，空气经高效空气粒子过滤器和碘吸附器进行净化。为了防止 EVF 高效空气粒子过滤器过早阻塞，空气吸自 EVR 送风干管，使其能利用 EVR 系统的预过滤器。只有在污染情况下，工作人员进入安全壳期间或进入之前才启动 EVF 系统。

EVF 系统由控制室手动控制。

EVF 系统由两个并联设置容量为 50%冗余配置的净化回路组成，每个回路组成如下：

—— 一个气动隔离阀；

—— 一台电加热器；

—— 一台高效空气粒子过滤器；

—— 一台碘吸附器；

—— 两个防火阀（安装在碘吸附器上下游）；

—— 一个手动平衡阀；

—— 一个静压箱。

当 EVF 系统运行时，两台风机中一台运行，一台备用，两台净化机组同时运行。

f）安全壳空气监测系统（ETY）

ETY 系统由以下五个子系统组成：

- 混合、取样和氢复合子系统，设计为在 LOCA 后做为安全壳内空气循环系统运行。
- 小扫气子系统是直流式系统，在反应堆正常运行期间工作，使排风经过高效空气粒子过滤器和碘吸附器的过滤，确保安全壳大气的净化。其功能为：

—— 降低安全壳内空气放射性水平；

—— 在反应堆启动和正常运行期间，根据安全壳内空气压力的变化，维持安全壳内外压差低于最大值 0.006MPa。

—— 安全壳密封试验后，当安全壳内空气的相对压力低于 0.01 MPa 时，进行排气泄压。

- 安全壳试验子系统，使用压缩空气系统（SAT）给安全壳充气，做整体密封性检查。
- 安全壳内空气物理监测子系统，连续监测安全壳内空气的温度和压力。
- 保健物理监测子系统，与辐射防护监测系统（KRT）相连，连续测量安全壳内空气的放射性污染水平。

g）安全壳换气通风系统（EBA）

每个机组的反应堆厂房中，EBA 系统设计成：

—— 在冷停堆期间，为在反应堆厂房内工作的维修人员提供适宜的环境温度。

—— 减少反应堆厂房中裂变气体产物的浓度，以便在冷停堆期间尽可能快地允许工作人员持续进入。

—— 机组停运期间，维持除氧废气分离罐（RPE 002 BA）处在轻微负压状态下。

EBA 系统是直流式通风系统。从反应堆厂房排出的空气经过核辅助厂房通风系统（DVN）处理后通过烟囱向大气排放。本系统为安全壳提供至少每小时 1 次的换气次数。

4.6.3.3 主冷凝器真空系统（CVI）

CVI 系统的主要功能是保持冷凝器的真空度在正常运行所要求的水平。同时，把抽出的气体输送到 DVN 系统，或在启动时抽出冷凝器中的气体真接排入大气。

4.6.4 放射性固体废物处理系统及源项

福建福清核电厂一期工程的放射性固体废物处理系统（TES）由位于核辅助厂房（NX）内部分、废物处理辅助厂房（QS）和放射性固体废物暂存库（QT）三部分组成。

4.6.4.1 设计基准

固体废物处理系统（TES）无安全功能，属非核安全级（NC），设计基准如下：

— TES 系统处理四种放射性废物：

- 蒸发浓缩液；
- 废离子交换树脂；
- 废过滤器芯；
- 杂项干废物。

— TES 系统的处理和贮存能力：

- TES 系统在 NX 厂房内的废物处理站设计成能收集、处理、整备和贮存两台机组运行和维修时产生的湿废物（浓缩液、废树脂和废过滤器芯），装桶站的处理能力为每 8 小时处理 8 桶废物；
- QS 厂房能够处理 6 台机组产生的杂项干废物，分拣、压实、打包装置的处理能力为每 8 小时处理 8 桶废物；
- QT 库的库容按 6 台机组运行 5 年产生的废物量进行设计。

— 根据废物性质处理固体废物，湿废物采用水泥固化或固定处理，杂项干废物采用压实和水泥固定处理：

- 浓缩液、化学废液和废树脂固化在 400L 钢桶中。
- 正常情况下，APG 系统产生的废树脂仅受轻微放射性污染，用除盐水将废树脂从除盐器冲排至移动式 APG 树脂贮槽，在 NX 厂房装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶后，存放在固体废物暂存库的专门区域中进行衰变，若废树脂经衰变达到 IAEA RS-G-1.7《排除、豁免和解控概念的适用》规定的清洁解控水平后，经监管部门批准，可作为非放废物处理。在异常情况下，APG 系统产生的废树脂排至 TES 系统废树脂贮槽待固化处理。
- 表面剂量率高于 2mSv/h 的废滤芯用水泥固定在 400L 钢桶中；表面剂量率低于 2mSv/h 的废滤芯装入 200L 钢桶后，送到 QS 厂房进行烘干、超级压实和水泥固定。
- 将杂项干废物分为可压实干废物、浸湿的可压实干废物、可直接超级压实废物和不可压实废物四类，处理方法如下：

a） 浸湿的可压实干废物先进行烘干，然后作为可压实干废物处理；

b） 可压实干废物先经初级压实后装入 200L 钢桶，再经超级压实后形成金属饼，将金属饼放入 400L 钢桶中后水泥固定；

c） 表面剂量率≤2mSv/h 的废过滤器芯先烘干，然后作为可直接超级压实废物处理；

d） 不可压实废物装入 400L 钢桶进行水泥固定处理。

e） 可直接超级压实废物先装入 200L 钢桶，经超级压实后形成金属饼，将金属饼放入 400L 钢桶中后水泥固定；

— 为了减少操作人员所受辐射照射，TES 系统的监测和控制在位于铅玻璃后的控制台进行。

— 常压贮槽考虑了足够的排气和溢流能力，以防贮槽出现超压或负压。浓缩液贮槽和废树脂贮槽的设备间设有滞留堰，以防止贮槽破损时废物外流。

4.6.4.2 系统组成

固体废物处理过程主要在废物处理站（位于 NX 厂房）和 QS 厂房内进行，处理包装完成后的废物桶运至 QT 库暂存。

（1）NX 厂房的装桶站

在装桶站将湿废物装桶并处理。根据废物的特性，采取下列不同方法处理：

— 浓缩液、化学废液和废树脂分别和水泥及添加剂混合后固化在 400L 钢桶内；

— 外表面剂量率＞2mSv/h 的废过滤器芯子用湿混料固定在 400L 钢桶内。

装桶站分为 6 个工作站：

1 站－容器进出站

本站设有空的及装有废物的 400L 钢桶及其屏蔽容器装卸区，所有容器都在本站通过运输辊道（TES001CX）上的小车进出空气闸门间，已盛装废物的 400L 钢桶在这里暂存，然后送到 QT 库。本站设有一台用于吊运 400L 钢桶或装有 400L 钢桶的屏蔽容器的起重机。

2 站－空气闸门间

为防止放射性气溶胶扩散并保持装桶区负压，在装桶走廊与外界之间设有两道门（屏蔽门 A 和屏蔽门 B）组成了一个空气闸门间。空气闸门间内设置的运输装置的起重机与输送辊道（TES002CX）的辊道一起完成 400L 钢桶的转运。运输车和输送装置均采用远距离控制。空气闸门间内的吊具可装卸 400L 钢桶屏蔽容器的盖子。2 站内设有表面剂量率检测装置，外表面剂量率＞2mSv/h 的桶需装入屏蔽容器后再运往 1 站。

3 站－废过滤器芯固定灌浆站

废过滤器芯在 6 站装入内置对中装置的 400L 钢桶，固定用湿混料用水泥浆制备装置混合完成后，再通过穿管道灌浆到已放置废芯的 400L 钢桶内，通过振动台使 400L 钢桶内的湿混料均匀、密实。

本站包括水泥浆制备设备、灌浆管线、升降密封及接液装置。

4 站－废树脂、浓缩液装桶站

本站设有一套带升降装置的桶内混合器。固化浓缩液或废树脂时，先将经过计量装置计量的浓缩液或废树脂加入已就位的 400L 钢桶中，再加入必要的水；然后用辊道将 400L 钢桶移动到桶内混合器所在工位，向 400L 钢桶中加入石灰并搅拌，再保持混合器不断转动并连续加入水泥和添加剂，直至搅拌均匀。

5 站－400L 钢桶取/封盖

本站设有 400L 钢桶取/封盖装置，用于对空的 400L 钢桶取盖和对装有初凝后的固化体或固定废物体的 400L 钢桶进行封盖。

6 站－废过滤器芯装桶站

当过滤器芯更换转运容器在废过滤器芯子输送通道上就位后，将废过滤器芯子经下降通道装入位于本站的 400L 钢桶内，然后把钢桶运往 3 站，注入湿混料进行固定。

在废物处理、输送、冲洗等过程中产生的废液由 RPE 系统收集后送到 TEU 系统处理。

各装桶站的操作用设在控制间的监视器、摄像机控制系统和设在装桶站各处摄像机组成的视频监视系统监视并使用计算机在 TES 控制室进行远距离控制，为避免误操作或设备误动作造成放射性物质无控制释放，在装桶站操作控制程序中包括了一系列联锁保护措施。

放射性物料装桶时能保证将装桶站的防护门闭锁，措施如下：

— 操作控制是联锁的，即输送装置 B 从 2 站出发经屏蔽门 2 输送到 3 站之后，要把屏蔽门 2 关闭，如屏蔽门 2 不能关闭，则后面的一切操作全部不能进行；

- 屏蔽门 1 和屏蔽门 2 都有手动驱动装置，能手动打开或关闭。

在失去动力源时，主要装卸动作不能进行，固化操作停止，但不会产生安全问题，偶尔停电，对正在操作的桶内产品质量可能产生影响，但不会对环境及人身安全产生影响。发生该情况的几率是很小的。

400L 钢桶废物包外表面剂量率在空气闸门间测量。

400L 钢桶废物包特性（核素成分及活度、重量和表面污染水平）在 QT 库测量。

（2） 位于QS厂房的废物处理设施

本工程的QS厂房用于处理福建福清核电厂6台机组产生的放射性干固体废物，并为水泥固化装置提供干混料，QS厂房内主要装有下列设备：

QS厂房内装有下列设备：

- 两桶干燥器；
- 分拣手套箱；
- 初级压实机和超级压实机；
- 混合配料设备；
- 桶、容器和料斗运输用起重机和车辆；
- 液压剪切机；
- 水泥灌浆固定装置。

QS厂房按功能分为下述几部分：

a）干废物的分拣、烘干、压实和装桶

将由各系统收集、分检的被放射性污染的杂项干废物分为可压实干废物、浸湿的可压实干废物、可直接超级压实废物和不可压实废物四类，分别处理：

- 浸湿的可压实干废物先装入200L钢桶，用两桶干燥器烘干，然后作为可压实干废物处理。
- 可压实杂项干废物用初级压实机（TES001PQ）压入200L钢桶，再经超级压实机（TES002PQ）压成饼状后装入400L钢桶。为了避免粉尘扩散，将压实机与废物处理辅助厂房通风系统（DVQ）的吸气管嘴相连，在压实装桶过程中产生的低放气溶胶由DVQ系统过滤后排出。
- 表面剂量率≤2mSv/h的废过滤器芯在QS厂房，用两桶干燥器先进行烘干，然后作为可直接超级压实废物处理；
- 可直接超级压实废物装入200L钢桶进行超级压实和水泥固定处理；
- 不可压实废物装入400L钢桶进行水泥固定处理。

b）水泥灌浆固定

装有超级压实形成的废物饼或不可压实废物的400L钢桶需要进行水泥灌浆固定，水泥、添加剂和水混合后形成水泥浆，在400L钢桶加入一定量的水泥浆并震动密实，封盖后送到钢桶废物包暂存区存放，约7天后送到QT库。

水泥固定废物体满足EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》的要求。

400L 钢桶符合 EJ1042-1996《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》的相关要求。

c）混合配料设备

干混料在本厂房配制，这部分设备包括水泥及辅料贮存设备，计量、输送及混合设备，除尘设备，控制及监测设施。

水泥和辅料按配比经计量后加入混合器搅拌，配制好的混料装入移动式料斗运往 NX 厂房。混合配料设备也可以通过移动式料斗为 QS 厂房内的分拣、压实打包装置提供水泥固定所需的干水泥。

d）空金属桶贮存

空的 200L/400L 金属桶贮存在本厂房内，用起重机和叉车搬运。

（3） 放射性固体废物暂存库（QT）

本工程的 QT 库用于暂存福建福清核电厂 6 台机组在运行中产生并经处理和整备后的低、中放射性固体废物的 400L 钢桶废物包、装有 APG 树脂的 200L 钢桶、废弃的通风过滤器芯和受到轻微污染的设备。

贮存的低、中水平放射性废物在贮存一定年限（不超过 5 年）后，最终转运到规划中的低、中水平放射性固体废物区域处置场处置。

QT 库内设有核素检测装置和表面污染检测装置，用于对 400L 钢桶废物包进行检测。

暂存库主体为单层，分为主库和副库两部分，都包括贮存区、人员工作区和辅助设施区。

主库的贮存区分为“废物桶贮存区”和“贮存室”。“废物桶贮存区”，用于贮存表面剂量率≤2mSv/h 的 400L 钢桶废物包。“贮存室”用于贮存表面剂量率＞2mSv/h 的 400L 钢桶废物包，贮存室由混凝土墙分隔的贮存单元组成。每个贮存单元能够容纳 3 个垂直码放的 400L 金属桶，上方覆有防护盖板。主库内设有一台遥控的桥式数控起重机，配有无动力 400L 钢桶抓具，用于吊运废物桶。

副库的贮存区包括“APG 废树脂桶贮存区”、“大尺寸废物贮存区”、“通风过滤器芯子贮存区”和“可解控杂项干废物贮存区”。副库内设有一台桥式起重机，用于吊运废物。

（4） 设计特点

TES 系统所有操作均为手动或就地远距离控制操作，并在电视监视下进行，许多远距离控制的顺序都有相应的连锁。所有与浓缩液和废树脂接触的设备用不锈钢制造。

放射性固体废物处理系统厂房的设备布置使得操作人员受到的照射减至最少，设计特点如下：

— 高放射性活度的设备布置在带屏蔽的设备间内；

— 中、低活度设备的分组布置，使操作人员进入检查和维修时所受剂量减至最少；

— 废物桶的装卸和贮存均在带屏蔽的固体废物区内进行；

— 从过滤器隔间取出过滤器芯子是用带屏蔽的转运容器进行的；

— 厂房布置保证了放射性固体废物处理系统可以进行遥控操作。

4.6.4.3 系统运行

(1) 废树脂的处理

用 SED 系统的除盐水将除盐器中的废树脂冲出，并通过总管送到两个废树脂贮槽中的任何一个。多余的冲排水可通过贮槽的溢流管排出。输送废树脂结束后，要重新建立水的覆盖层，使废树脂贮存在水面下。

废树脂的装桶、固化过程如下（在 4 站）：

— 将 400L 钢桶移动到废树脂和浓缩液接收工位；

— 打开废树脂贮槽出口阀和废树脂计量装置的进口阀，计量装置开始进料；

— 当计量装置内的废树脂达到所需的量时，关闭计量槽进口阀；

— 将计量装置内的废树脂加入到 400L 钢桶中；

— 按配方要求的量加入补充水；

— 将 400L 钢桶移动到桶内混合器工位；

— 将桶内搅拌桨下降到 400L 钢桶中，启动桶内混合器；

— 将要求重量的石灰加到 400L 钢桶中；

— 一段时间后将要求重量的水泥和添加剂连续加到 400L 钢桶中；

— 直至混合均匀后，停止混合器，提升搅拌桨；

— 将 400L 钢桶运至 4 站进行封盖。

冲排水由核岛疏水排气系统（RPE）的工艺排水管收集。

(2) 浓缩液（或化学废液）的处理

先将输送浓缩液的管道和接收贮槽加热，使温度自动地控制在预定的范围内，这时才允许 TEU 系统向 TES 系统输送浓缩液。浓缩液用泵输送，由浓缩液贮槽接收。

浓缩液的装桶、固化过程如下（在 4 站）：

— 将 400L 钢桶移动到废树脂和浓缩液接收工位；

— 打开浓缩液贮槽出口阀和浓缩液计量装置的进口阀，计量装置开始进料；

— 当计量装置内的浓缩液达到所需的量时，关闭计量槽进口阀；

— 将计量装置内的浓缩液加入到 400L 钢桶中；

— 按配方要求的量加入补充水；

— 将 400L 钢桶移动到桶内混合器工位；

— 将桶内搅拌桨下降到 400L 钢桶中，启动桶内混合器；

— 将要求重量的石灰加到 400L 钢桶中；

— 一段时间后将要求重量的水泥和添加剂连续加到 400L 钢桶中；

— 直至混合均匀后，停止混合器，提升搅拌桨；

— 将 400L 钢桶运至 4 站进行封盖。

(3) 废过滤器芯子的装卸与固定

利用吊车将过滤器室的密封盖板移走，并置于房间楼板上，换上专用盖板，打开过滤器顶盖。这些操作均由操作人员手动和遥控进行。

用吊车将过滤器芯子更换转运容器吊至过滤器室正上方。

用过滤器芯子更换转容器的升降装置将吊具下降到过滤器室里面，将芯子吊篮提起，并将它吊入过滤器芯子更换转容器内。

关闭过滤器芯子更换转容器底部滑板，将过滤器芯子更换转容器运至 5 站的废过滤器芯子输送通道上，在输送通道正上方定位后，将芯子下降并放入已就位于该站的 400L 钢桶内。一个聚乙烯塑料袋随吊具一起上下，以防止污染物滴落或飞溅到过滤器小室、铅罐、输送通道或地板上面。

将已在 6 站装入废过滤器芯子的 400L 钢桶移至 3 站，加入用水泥浆制备装置制备的湿混料，再用振动台将 400L 钢桶内的湿混料震动均匀、密实，再送到 4 站封盖。

(4) 水泥固化装置内桶的输送

在装桶操作期间，人员通常不能进入装桶站，用运输车将空的 400L 钢桶和屏蔽容器运进装桶站空气闸门间，然后用输送装置把空的 400L 钢桶送到各站。如果 400L 钢桶的表面剂量率≤2mSv/h，可以直接运到 1 站；如果桶的表面剂量率＞2mSv/h，则需将桶装入屏蔽容器再运到 1 站。

空气闸门间的两个门为相互联锁的，不能同时开，只能同时关，能够一开一关，这样可防止装桶站内的放射性气体外溢。

运输车和输送装置的移动是在工作站的控制台上操作的，并能按程序自动停止在各个

预定的工作站。

从核辅助厂房装桶站送出的带有或不带有屏蔽容器的 400L 钢桶废物包，要求其外表面剂量率≤2mSv/h。

(5) 杂项干废物处理

杂项干废物装入塑料袋运送到 QS 厂房进行处理，将由各系统收集、分检的被放射性污染的杂项干废物分为可压实干废物、浸湿的可压实干废物、可直接超级压实废物和不可压实废物四类，通过在产生地的预分拣和在本厂房手套箱的再次分拣来实现，各类干废物的处理方法如下：

- 浸湿的可压实干废物先装入 200L 钢桶，用辊道送入用两桶干燥器进行烘干，然后作为可压实干废物处理；
- 可压实干废物用初级压实机（8~20t）压实在 200L 钢桶内，封盖后将 200L 钢桶用超级压实机（~2000t）压成圆饼后装入 400L 钢桶内，通常一桶装三个圆饼。然后向桶内注入一定量的湿混料并振实后封盖。可压实干废物的平均压实因子为 9，包括预压因子。
- 表面剂量率≤2mSv/h 的废过滤器芯在 NX 厂房装入 200L 钢桶，然后送到 QS 厂房，用两桶干燥器先进行烘干，然后作为可直接超级压实废物处理；
- 可直接超级压实废物装入 200L 钢桶进行超级压实，超级压实产生的桶饼装入 400L 钢桶进行水泥固定和封盖。

(6) APG 废树脂装桶

在 N 厂房 APG 系统除盐器下游设有一个移动式 APG 树脂贮槽（TES004BA）。正常情况下，APG 系统产生的废树脂仅受轻微放射性污染，可将其通过临时软管用水力输送进入 TES004BA。APG 废树脂槽有效容积为 1.58m^3，APG 系统的 8 个除盐床树脂容量均为 1.5m^3。贮槽边进树脂边通过容器下部的排水管排水，接收结束后，再经过一段时间，沥出所有表面水分后，将 APG 废树脂装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶中；在异常情况下，APG 系统产生的废树脂排至废树脂贮槽（TES002BA 或 TES003BA），通过水泥固化装置固化在 400L 钢桶中。

相关系统冲排除盐器废树脂的水、冲洗废树脂输送管道的水、冲洗贮槽和计量槽的水以及反冲滤网的水均经核岛疏水排气系统（RPE）送往 TEU 系统处理。贮槽内的废气由 RPE 系统收集。

4.6.4.4 废物最小化

固体废物处理系统在推进废物最小化方面采取了如下措施：

（1）源头控制方面

— 对核岛内 16″以下管道法兰密封含银垫片进行替换，从源头上减少 Ag-110m 对工艺系统和设备的污染及对排放废液剂量率的贡献。

— 采用高交换容量的树脂以减少废树脂的产生量。

（2）合理分类

— 废过滤器芯根据放射性水平的不同，分别进行处理，表面剂量率＞2mSv/h 的废过滤器芯装入 400L 钢桶进行水泥固定；表面剂量率≤2mSv/h 的废过滤器芯送到 QS 厂房进行烘干、超级压实和水泥固定；通风系统的废过滤器芯表面剂量率水平很低，大部分核素是短寿命的，送到 QT 库的专门区域进行贮存衰变。

— 废树脂按放射性水平分类收集，较高放射性水平的废树脂在废树脂贮槽中贮存衰变一段时间后再进行水泥固化。蒸汽发生器排污系统（APG）除盐床产生的废树脂一般仅受轻微放射性污染，装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶中，送到固体废物暂存库（QT）的专门区域进行贮存衰变。若废树脂经衰变达到清洁解控水平后，经监管部门批准可作为非放废物处理。

— 将干废物分为可压实杂项干废物、浸湿的可压实杂项干废物、可直接超级压实废物和不可压实废物四类，并根据废物可压实与否分别进行处理。

（3）改进处理工艺

— 对含有 Ag-110m 的 TES 系统废树脂贮存槽排出的工艺废水采用蒸发处理方法，以减少废树脂的产生量。

— TES 系统拟采用 400L 钢桶作为废物包装容器；采用改进水泥固化配方，提高对废树脂和浓缩液的体积包容率，以减小废物的增容比和最终的废物包产生量。

— 表面剂量率很低的大尺寸废物暂时不作为放射性废物处理，将其放在固体废物处理及贮存设施（QT）的专门区域进行贮存衰变，并在贮存一定年限后进行清洁解控。

— 在 QS 厂房中，将浸湿的可压实杂项干废物先进行烘干，然后作为可压实杂项干废物处理；可压实杂项干废物进行初级压实、超级压实和水泥固定处理；可直接超级压实废物进行超级压实和水泥固定处理；不可压实废物进行水泥固定处理。QS 厂房设有超级压实后的废物饼优化测量装置，提高 400L 钢桶内的废物填充率。

4.6.4.5 废物最终处置

废物包从福建福清核电厂一期工程的废物暂存库（QT）送到规划中的低、中放废物

区域处置场处置，放射性废物厂外运输将遵守 GB11806-2004《放射性物质安全运输规程》。

4.6.4.6 放射性固体废物的源项

1）废树脂

废树脂来源于下列系统的除盐器：

— 化学和容积控制系统（RCV）

— 硼回收系统（TEP）

— 蒸汽发生器排污系统（APG）

— 反应堆换料水池和乏燃料水池的冷却和处理系统（PTR）

— 废液处理系统（TEU）

这些废树脂按其放射性浓度可分为三类：

— 化容系统、反应堆换料水池和乏燃料水池的冷却和处理系统放射性浓度较高的废树脂；

— 废液处理系统和硼回收系统的中等放射性浓度的废树脂；

— 蒸汽发生器排污系统的低放射性浓度的废树脂。

2）蒸发浓缩液

浓缩液是直接从废液处理系统和硼回收系统的蒸发器收集来的。它主要含硼酸钠、硼酸或其它化合物的水溶液。

3）废过滤器芯子

电站内各系统的过滤器用来保持水质以及去除放射性裂变、腐蚀产物和溶液中的悬浮颗粒。

装有这些过滤器的系统主要有：

— 蒸汽发生器排污系统（APG）；

— 反应堆换料水池和乏燃料水池的冷却和处理系统（PTR）；

— 化学和容积控制系统（RCV）；

— 硼回收系统（TEP）；

— 废液处理系统（TEU）。

4）各种干固体废物

核电厂内的其他被放射性污染的各种干固体废物（如布、纸、塑料及废的设备零部件等），根据大亚湾核电站和岭澳一期的运行经验反馈，两台机组每年产量约 280m^3（压缩前），其中 85%为可压缩废物，15%为不可压缩废物。它们在产生地分类收集在不同颜色

的塑料袋内送到 QS 厂房压缩装桶或装桶水泥固定。

4.6.5 放射性流出物监测系统

4.6.5.1 气态放射性流出物监测系统

根据通风工艺设计，除了在异常工况下向环境排放的气体经二回路蒸汽安全阀和卸压排放管直接向环境排放外，其余全部经过烟囱排至大气，其来源主要有核岛厂房的通风、废气处理系统排气、安全壳扫气及停堆期间安全壳换气等途径。因此，气态放射性流出物监测将主要集中于烟囱中气体排放监测。

1）烟囱放射性惰性气体监测

烟囱放射性惰性气体监测分为高活度浓度放射性惰性气体监测（1，2KRT021MA）和低活度浓度放射性惰性气体监测（1，2KRT017MA）两类通道，可以连续监测烟囱中惰性气体的活度，具有显示、记录打印和报警功能。它们是事故后监测通道，属安全 1E 级设备，具有冗余、仪表量程宽等特点。惰性气体连续监测仪需按照事故后监测系统（PAMS）的要求进行设计，这些要求包括：

- 系统设计为冗余监测，冗余设备之间进行实体隔离和电气隔离；
- 采用应急电源供电；
- 对设备的输入输出信号进行信号保护；
- 对设备进行预先的质量鉴定，确保设备在事故后环境条件及地震条件下能保持正常运行。

2）烟囱气溶胶和放射性碘监测

气溶胶连续监测道（1，2KRT016MA）及放射性碘连续监测道（1，2KRT020MA）进行气溶胶和放射性碘活度连续监测，具有显示、记录打印和报警功能。

3）气态放射性流出物取样测量

气态放射性流出物取样系统包括

- ^{14}C 和 ^{3}H 连续取样；
- 气溶胶和放射性碘连续取样；
- 放射性惰性气体取样。

取得的样品送厂区实验室进行放射性核素测量分析。

4.6.5.2 放射性液态流出物监测系统

本工程的所有放射性液体都采用约定性批排放（槽式排放），将要排放的核岛和常规岛废液先分别注入废液贮罐。经对贮存罐废液取样，实验室定量分析合格后，再排入大海。

液态流出物监测包括贮罐废液连续监测和贮罐废液取样测量。

1）贮罐废液连续监测

本工程设置两台低放液体活度监测仪，监测道编号为 0KRT901MA，0KRT902MA，分别监测 TER 贮罐和 SEL 贮罐排放废液的放射性活度浓度。其目的是：验证实验室测定结果及核实被测贮罐废液是否完全排空。当所测放射性活度超过预定阈值时，监测仪给出信号触发相应废液排放管路中的隔离阀关闭并发出报警。

2）贮罐废液取样测量

废液罐中废液排放前，需从排放罐中采集样品并送至厂区实验室（AL）进行测量。测量结果满足排放限值要求和其它排放条件时，才可排放。样品分析测量项目是：总 α、总 β、总 γ 测量、γ 谱分析、氚测量，以及 ^{90}Sr 的定期测量分析。关于液态流出物中 ^{14}C 的测量，鉴于国内尚无相关标准规范给出其取样制样及测量方法，将进一步展开调研及研究。

4.6.6 乏燃料暂存系统

乏燃料贮存系统是用于暂时贮存和转运乏燃料组件的系统，包括燃料转运舱、乏燃料贮存水池、乏燃料贮存格架、容器装载井、容器准备井以及乏燃料水池冷却和处理系统等设施。

乏燃料贮存在乏燃料贮存水池中的乏燃料贮存格架中。乏燃料水池冷却和处理系统为乏燃料的贮存和转运提供安全环境。

4.6.6.1 系统描述

乏燃料组件从堆芯内卸出，通过燃料转运通道由水下运至燃料转运舱，用人桥吊车吊运乏燃料组件，垂直存放在水下的乏燃料贮存格架中。破损的燃料组件装入破损燃料组件贮存小室内存放。需要定量检查辐照燃料组件的破损程度时，采用离线啜吸检测装置进行检测。当乏燃料组件贮存一定时间需要外运时，将组件装入乏燃料运输容器，经过清洗，检查乏燃料容器的表面辐射水平和污染水平满足运输标准规定后，可运往乏燃料后处理厂。

4.6.6.2 设计准则

乏燃料贮存设计按 HAD102/15《核动力厂燃料装卸和贮存系统设计》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 k_{eff}≤0.95）；

（2）乏燃料贮存水池及格架的设计，应能承受乏燃料装卸工具掉落的冲击；

（3）防止不属于提升机构部件的重物在贮存的燃料上方移动；

（4）贮存区不得是通往其它操作区出入通道的一部分，贮存区应有足够的容量，未经批准不得进行任何操作；

（5）贮存区必须提供足够的操作空间和安放设备及工具的空间；

（6）必须提供贮存破损燃料组件的设施；

（7）贮存区必须具有适当的密封性，使池内含硼水泄漏的后果保持在可接受的限值内；

（8）应在足够深的水下操作辐照燃料组件，以确保足够的生物保护；

（9）乏燃料贮存格架的材料应与环境相容。应排除由于运行引起环境条件变化而造成几何尺寸变化；应考虑运行工况和事故工况引起的全部载荷；

（10）乏燃料贮存格架的设计，应具有足够的稳定性，不会倾倒，并具有防止意外移动的措施；

（11）乏燃料贮存格架的设计，应便于燃料组件的插入和取出，并具有保护燃料不受损伤的措施；

（12）乏燃料贮存格架的设计，应使得乏燃料贮存水池中的冷却水能够自由循环；

（13）乏燃料贮存区应具有承受内部、外部灾害的防护措施。

（14）乏燃料贮存水池的设计，能够保证在有乏燃料组件贮存时水池充满水，而且可以自然循环、净化，以冷却乏燃料组件。

（15）在乏燃料贮存区域及相关的乏燃料组件装卸区域设有辐射水平监测系统，以保证工作人员的辐射安全。

（16）在乏燃料贮存水池中设有多道水位监测装置，防止冷却水排放，其监测信号送到控制室。

4.6.6.3 乏燃料水池的冷却和处理

乏燃料水池的冷却和处理系统用于保证对核电厂贮存乏燃料组件的水进行冷却、过滤和处理，并且在燃料装卸期间为堆腔水池、换料水池、乏燃料贮存水池以及燃料转运舱充水和排水提供所需的手段。

1）系统的主要功能

排出在乏燃料水池中贮存的乏燃料组件发出的余热。

清除在换料水池和乏燃料贮存水池内的腐蚀产物、裂变产物和水中的悬浮颗粒。

在反应堆冷却剂系统打开时，换料水池和乏燃料贮存水池的冷却和处理系统可保证当余热排出系统完全失效时作为该系统的最后备用。这种备用同样允许对余热排出系统进行维修，而不降低装置的安全水平。

该系统可保持乏燃料贮存区域的恒定水位，确保对工作人员的生物屏蔽作用。

在换料水箱中储备安全壳喷淋和堆芯应急冷却所需的含硼水。

2）系统的设计基准

乏燃料水池冷却和处理系统的设备的安全等级为3级；换料水贮存箱、与余热排出系统连接的管路以及带隔离阀的安全壳贯穿件的安全等级为2级；在安全壳内的所有其他部分为非安全级。

该系统设有两台同样的泵，每台泵可提供100%的流量；由柴油发电机组作为它们的应急电源。泵之间的切换或电源之间的切换均采用手动方式。

乏燃料贮存水池的冷却系统、换料水贮存箱及连接管道的设计，在安全停堆地震引起的载荷下仍保持其功能。与之相关的其他区域的排水管道、隔离阀等可在同样条件下保持其密封性。

该系统对飞机坠落在内的飞射物、火灾和爆炸进行防护并能经受住水淹和冰冻的影响。

换料水贮存箱设计在失水事故情况下确保安喷和安注系统在直接注入阶段和转入再循环时能良好运行，并在核电机组停运时注满堆腔水池和换料水池。

换料水贮存箱的设计，能确保收集可能的泄漏，防止放射性废液扩散和污染地下水。

系统设计能对过滤器、离子交换器、泵和热交换器进行在役维修。

4.7 化学物质排放

为满足核电厂运行要求，需对核电厂有关系统的水作某些化学处理，即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，避免回路腐蚀或结垢，这些化学物质也将随着排水排入到环境中去。

4.7.1 处理系统设计描述

核电厂释放到环境中的化学物质主要产生于循环水处理系统，以及生产、生活用水的淡水处理系统和除盐系统。

循环水处理系统对流经循环水系统和重要厂用水系统的海水作连续加氯处理，即加入次氯酸钠溶液，使循环冷却水及重要厂用水的次氯酸钠的浓度达到 1ppm，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。

福建福清核电厂采用就地电解海水处理工艺来获取次氯酸钠溶液，海水经过过滤网过滤后进入电解系统。

流经电解槽组件的海水被直流电电解产生次氯酸钠溶液及氢气进入次氯酸钠储罐。氢气在次氯酸钠缓冲罐顶部通过空气自然稀释并排到大气中。次氯酸钠溶液通过重力自流进入 PX 泵房循环水系统闸门导槽中的加氯框，保证冷却水回路最终的次氯酸钠溶液浓度为 1ppm。

福清核电厂淡水水源为闽江调水后的北林水库，原水经淡水厂投加絮凝剂和二氧化氯进行化学预处理、再经过反应絮凝沉淀、石英砂和活性炭过滤、二氧化氯消毒后分别送入饮用水系统清水池和生水系统清水池。按照用水区域和用水要求的不同，饮用水系统清水池再经水泵分别供给主厂区饮用水系统管网和厂前区生活给水管网和淡水厂内部生活水管网；生水系统清水池经生水系统供水泵供给除盐水生产系统作为原水和施工生产用水。

除盐水生产系统原水经过双滤料过滤器、反渗透装置、阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器后进入除盐水箱。除盐水生产系统生产过程中的树脂再生和废液中和会排放少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH。

此外在除盐水的制取过程中还需加入其它一些化学物质，如 $NaHSO_3$，它用于除去进入反渗透系统的除盐水原水中的余氯。

4.7.2 废水来源及排放

福建福清核电厂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 ）；
- 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。

排放控制监测项目依据污水综合排放标准和地表水和污水监测技术规范的相关规定综合考虑。除对硼酸有一部分采用固化处理以外，各种化学物质的使用量与排放量基本相当。

4.8 生活废物

在核电站运行期间，产生的与放射性有关的固体生活废物均按放射性废物做专门处理；在核电厂非控制区及厂外附属、辅助区产生的非放射性固体生活垃圾应按规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理；生活污水处理站生化处理产生的剩余污泥在污泥池贮存，定期清运。

施工建设期间的生活废物主要是在施工现场由施工人员产生的生活废物和建设期间产生的建筑垃圾。在施工建设期间，所产生的生活垃圾由各施工单位（土建单位和安装单位）在其办公区和生活区分别通过符合环卫要求的生活垃圾桶进行收集（生活垃圾桶数量按办公区 100 人 / 桶，生活区 50 人 / 桶配备），每天定点转运到现场生活垃圾暂存场，再委托具有相应资质的单位对现场生活垃圾暂存场内的生活垃圾进行定期外运处理，并定期对生活垃圾暂存场进行消毒处理；所产生的建筑垃圾由各施工单位（土建单位和安装单位）在其负责区域内通过自建的、符合标准的建筑垃圾暂存池收集，在接近其有效容积后及时把垃圾转运至现场建筑垃圾掩埋场，再委托相关单位对放入建筑垃圾掩埋场的建筑垃圾进行定期不定期掩埋，待建筑垃圾掩埋场达到其使用容积后，用回填土覆盖后绿化；主厂区内设置两个临时化粪池，施工承包商区域设置一定数量的临时化粪池，在达到一定容量时，由各施工单位（土建单位和安装单位）委托外委单位清理。

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。中子源有一次源组件和二次源组件。新燃料组件和中子源运输容器的设计、制造能满足 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》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

堆芯选用改进型燃料组件，组件由我国中核建中核燃料元件有限公司或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

新燃料运输容器是由上、下壳体组成的一个卧式圆柱形密封箱体。上、下壳体的连接用螺栓锁紧。上壳体设有吊装环、下壳体设有叉孔，以便于吊装容器。容器内设有一个减震框架，通过弹性垫块连接于下壳体座。减震框架上的支撑框架用于装载新燃料组件。支撑框架的顶梁上装有两个加速度测量装置，在壳体的端板上设有充气阀和安全阀各一个，每个容器可装运两组组件，两组组件间设有中子吸收板，容器内充以保护性气体，以避免污染。

新燃料运输容器的设计和制造能够满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

4.9.1.3 运输路线

新燃料组件从燃料组件制造厂由专用新燃料容器运输车运至福清核电厂。

4.9.2 乏燃料运输

乏燃料组件的运输必须遵守下列标准规范：《中华人民共和国核材料管制条例》（HAF501）、《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》（GB/T 17230-1998）、《放射性物品运输安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第 562 号）。

乏燃料运输容器的设计和制造应满足 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》的要求。

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。

4.9.3 放射性固体废物运输

福建福清核电厂一期工程的放射性固体废物包括桶装的废树脂、浓缩液和废过滤器芯子以及超级压实后的干废物，厂外运输的是 400L 钢桶废物包。运行中产生的中、低放废物，用 400L 钢桶来进行包装，两台机组每年共产生 605 个 400L 钢桶废物包（设计值）。大部分桶的外表面剂量率不大于 2mSv/h。每两年向规划中的低、中放废物区域处置场运输一次废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。放射性固体废物的运输起点为福建福清核电厂 QT 库，运输终点为规划中的低、中放废物区域处置场。由于区域处置场尚未选址，待处置场选址后再论证运输路线的可行性，放射性废物的处置将遵守国家的区域处置政策。

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 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》和 GB 12711《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》的要求，桶的表面辐射水平不大于 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，故不会对环境造成污染。

4.10 福岛后改进项

2011 年 3 月 11 日，日本沿海发生了 9.0 级地震，地震引发了特大海啸，福岛核电站几个机组陆续发生了事故。事故发生后，国务院常务会议提出核安全发展的总体方针，即国 4 条，包括对现有核电站进行安全检查，对在建核电站进行安全检查，制定核安全的规划和核电安全规划。为了提高在建核电厂的安全水平，国家核安全局先后颁布了《国家核安全局在建核电厂 14 项改进要求》和《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》。依据上述要求，福清核电工程主要完成的福岛后改进相关工作如下。

（1）结合各核电厂可能遭遇水淹情况的评估，逐项排查并完成管沟、廊道、门窗和贯穿件等防水封堵，避免核安全相关厂房和设备等受外部洪水水淹。

在设计过程中已经按照 100mm 积水深度进行了设防，并分别对核安全相关厂房的廊道、门窗、管沟和贯穿件等防水封堵措施进行了核查，加强改进了其中薄弱环节。通过增加孔洞防水封堵功能，通过封堵 GB 廊道与核岛的接口、封堵 GB 廊道与 DY 厂房的接口，确保了福清核电工程在满足外部水淹设计基准防护要求的基础上，进一步加强了抵御外部水淹的能力。

（2）综合考虑核电厂全厂断电工况下满足反应堆堆芯冷却、乏燃料水池冷却、防止反应堆冷却剂泵发生轴封小破口失水事故和保持必要的事故后监测能力的要求，采取设置移动电源、移动泵和增设匹配接口等措施。

该项改进分为四部分工作完成。第一项工作：增强一回路的补水措施；第二项工作：增强蒸汽发生器的补水措施；第三项工作：为潜在水源预留临时取水接口；第四项工作：增加移动式电源。

第一项工作：增强一回路的补水措施。将临时补水管道设置在安注和安喷相连的 H4 管线上，将补水接管口引至方便连接外部临时补水设备和水源的地方。需要补水时，将临时补水泵及可用水源进行连接，实现一回路补水。

第二项工作：增强蒸汽发生器的补水措施。在研究事故序列的基础上开展下列工作。事故初期，在汽动泵可用的情况下，给辅助给水箱补水，然后送到蒸发器冷却堆芯；事故后期，此时蒸汽发生器压力较低，汽动辅助给水泵不可用。在给水管道上设置临时注水口，使用消防车为蒸汽发生器补水。

第三项工作：为潜在水源预留临时取水接口。提供了核电厂厂区的主要水源及水量，并对二回路、一回路和乏池进行应急补水的各水源优先顺序进行了分析。

第四项工作：增加移动式电源。 400V 低压移动电源为 LLS001AR 供电，考虑用以下方式来排出堆芯的剩余热量：堆芯热量依靠汽动辅助给水泵向蒸汽发生器供水，蒸汽发生器产生的蒸汽排向大气带出，一回路水装量由水压试验泵保持（通过轴封注入或上充）。6.6kV 中压移动电源考虑一台辅助给水泵的负荷。由于设计基准事故工况下的应急电源的加载程序已不适用于临时电源所带供电负荷的加载要求，在这种情况下将采用手动加载方式。并且通过制定相应手动加载操作规程，使在最短时间内完成所需负荷的接入。

（3）增强乏燃料水池的补水和监测能力。

该项改进分为两部分工作完成。第一项工作：为乏燃料水池增设临时补水管道；第二项工作：增设乏燃料水池液位、温度测量装置。

第一项工作：增强乏燃料水池的补水能力。该方案新增了一条管线，在运行人员无法从反应堆换料水池和乏燃料水池的冷却和处理系统（PTR）、核岛除盐水分配系统（SED）或核岛消防系统（JPI）获得应急补水时，采用本方案设置的管道和设备为乏燃料水池补水。

第二项工作：增强乏燃料水池的监测能力方案描述。该方案在原有测量通道保持不变的情况下，增加一套乏燃料水池液位、温度连续量测量系统，仪表安全等级为 0 层 NC+，1 层 NC*，抗震类别为 I 类，仪表测量装置要求抗震。液位和温度连续量测量信号及报警信号均送至 BUP、KIC 及应急指挥中心进行显示，LLS 供电。液位测量范围为 11.50 ~20.00 米（标高），温度测量范围为室温~120℃。

（4）完善严重事故管理导则，考虑各类事故工况、多堆厂址共因失效等工况，分析评估严重事故下重要设备、监测仪表的可用性和可达性。

该项改进分为两部分工作完成。第一项工作：编制功率运行严重事故管理导则 ；第二项工作：分析严重事故下重要设备、监测仪表的可用性。 两项工作的成品文件均已提交核安全局。

（5）完善严重事故下安全壳或其他厂房内消氢系统的分析评估，并实施必要的改进。

新增一套用于严重事故的氢气浓度监测，监测系统应由传感器和测量处理机柜组成，安全级别均为 NC 级，抗震 1 类，质保 Q3。仪表系统应能承受其在严重事故下所处的环境条件。

严重事故下氢气浓度测量范围为 0～15%（体积浓度），氢气浓度连续量测量信号应送主控制室，在电厂计算机和控制系统（KIC）和后备盘（BUP）上进行显示及高浓度报警，同时在应急指挥中心设有显示和高浓度报警。氢气浓度监测系统及相关设备由交流不间断电源和水压试验泵柴油发电机组（LLS）供电，可保证全厂断电情况下的可用性。

（6）分析评价双机组布置核电厂缓解严重事故后果的能力和可靠性。

针对该项要求，福清核电有限公司编制出版《双机组布置核电厂缓解严重事故后果能力和可靠性研究报告》。

（7）进一步加强对环境监测布点的合理性和代表性的分析评估，完善严重事故下应急监测方案，确保在各种事故工况下有可用的应急监测手段。

（8）完善应急控制中心功能及可居留性的分析评估，并实施必要的改进。

应急控制中心的设计考虑了福岛事故影响，对于结构抗震，该子项所在位置的地址条件良好，结构可以按照 SL-2 进行设计，对于可居留性相关的其他系统，通过设计修改增加了系统的可靠性和冗余性，目前该子项的设计已经高于改进通用技术要求。完成了应急中心的改造施工图，包括建筑改建、辐射监测与数据采集系统改建、通信系统改建、暖通及柴油机改建、给排水及消防改建、电气系统改进，对应急控制中心的主工艺、通信和辅助系统进行彻底改造。

（9）完成抗震裕量分析评估。

按照核安全局的工作方案的要求：“评估方法以确定论的观点为基准，假定在这些极端自然灾害发展过程中电厂各道防线相继失效，而不考虑失效概率。”在开展抗震裕量评价工作时，采用 EPRI SMA 分析方法开展工作。对于 EPRI SMA 方法，采用确定论方法基于经验或专家判断，找出所以用于缓解事故的系统和设备，然后在此基础上选择使核电厂达到安全稳定停堆的成功路径。

（10）加强与气象、海洋部门的实时联系，以及与地震部门间的信息交流，进一步完善防灾预案和相关管理程序，提高外部灾害发生时的预警和应对能力。

气象信息沟通渠道已建立，并已开展服务；海洋信息沟通渠道已建立，并已开展服务；地震信息工作将在概率安全分析报告中进行完善考虑。

（11）研究制定核电基地多机组同时进入应急状态后电厂的应急响应方案，并评估应

急指挥能力及应急抢险人员和物资的配备、协调方案。

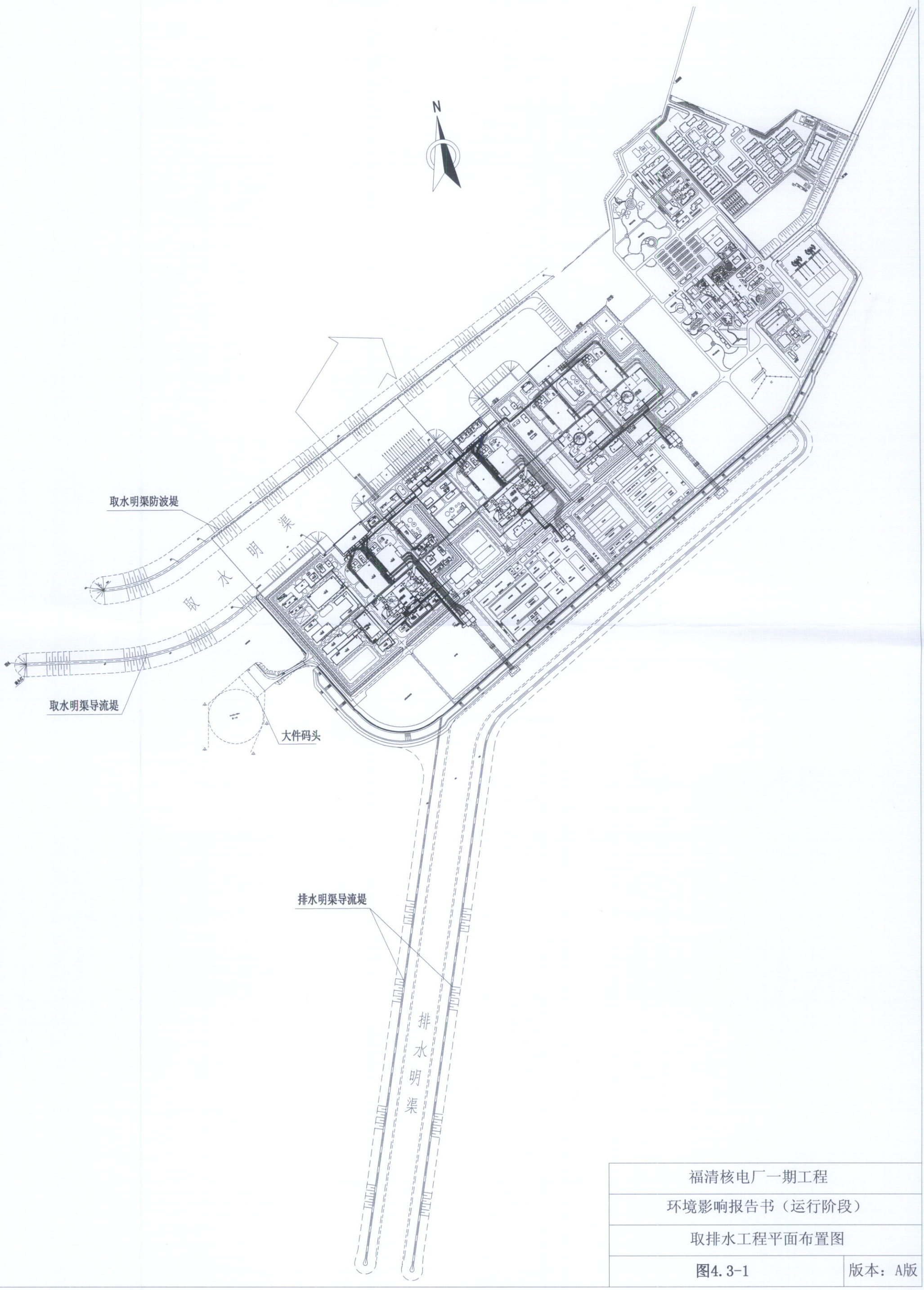
根据新颁布的《核电厂改进行动通用技术要求》制定了多机组应急行动方案，并在应急计划中补充了多机组事故应急响应。

表 4.3-1　GB 18918－2002 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）

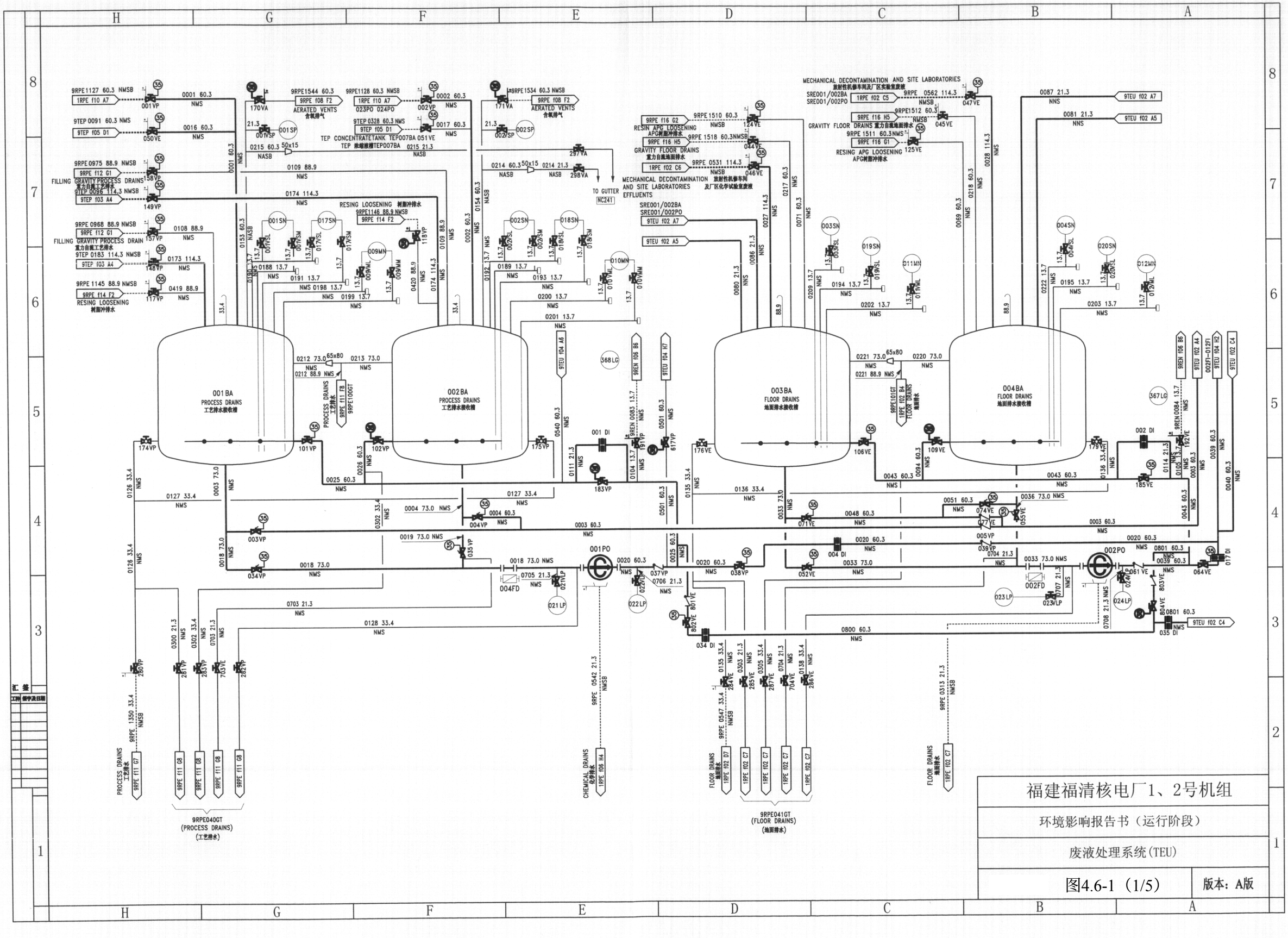
序号	基本控制项目	一级标准B标准限值（mg/L）
1	化学需氧量（COD）	60
2	生化需氧量（BOD_5）	20
3	悬浮物（SS）	20
4	动植物油	3
5	石油类	3
6	阴离子表面活性剂	1
7	总氮（以N 计）	20
8	氨氮（以N 计）	8（15）
9	总磷（以P 计）	1
10	色度（稀释倍数）	30
11	pH	6-9
12	粪大肠菌群数（个/L）	10^3

表 4.3-2　GB/T18920-2002 规定的冲厕用水标准指标

序号	项目指标	标准限值
1	色（度）　≤	30
2	溴	无不快感
3	浊度（NTU）　≤	5
4	生化需氧量（BOD_5）（mg/L）　≤	10
5	氨氮（mg/L）　≤	10
6	溶解氧（mg/L）　≥	1.0
7	阴离子表面活性剂（mg/L）　≤	1.0
8	pH	6-9
9	总大肠菌群数（个/L）　≤	3
10	总余氯	30min 接触后≥1.0,管网末端≥0.2



福清核电厂一期工程	
环境影响报告书（运行阶段）	
取排水工程平面布置图	
图4.3-1	版本：A版



福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书（运行阶段）

废液处理系统(TEU)

图4.6-1（1/5）　　版本：A版

1RPE f06 D8
GRAVITY CHEMICAL DRAINS
重力自流化学排水
9RPE 0439 60.3 NMSB
615VE
0223 60.3 NMS
0SRE f01 B7
(0SRE 201/202/203PO)
0SRE 0007 60.3 NNS
200VE
0072 60.3 NNS
0TER f02 G8
0TER 0332 114.3 NMSB
091VE
092VE
037DI
2RPE f46 D5
BR2 (011PS) 262VE
2RPE 0528 60.3 NMSB
9TEU f05 D8
9TEP f09 E7
0804 114.3 NMS
9TEP 1154 60.3 NMS
309VE
1RPE f06 D2
BR1 (011PS) 262VE
1RPE 0528 60.3 NMSB
081VE
1RPE f06 G6
1RPE021/2RPE022PO
9RPE 0712 60.3 NMSB
048VE
0029 60.3 NMS
082VE
0211 114.3 NMS
1RPE f06 C8
9RPE 0415 60.3 NMSB
616VE
0SRE f01 B7
0SRE 0012 60.3 NNS
201VE
005SN
039SL
021SN
027SL
013MN
013WL
006SN
009SL
022SN
022SL
014MN
014WL
0088 21.3 NMS
0082 21.3 NMS
0216 13.7 NMS
0172 13.7 NMS
0176 13.7 NMS
0178 13.7 NMS
0196 13.7 NMS
0204 13.7 NMS
9RPE 0711 60.3 NMSB
1RPE f06 G6
1RPE021/2RPE022PO
049VE
0030 60.3 NMS
0073 60.3 NMS
0224 60.3 NMS
0083 21.3 NMS
0089 21.3 NMS
0219 13.7 NMS
0175 13.7 NMS
0177 13.7 NMS
0179 13.7 NMS
0197 13.7 NMS
0205 13.7 NMS
88.9
005BA
CHEMICAL DRAINS
化学排水接收槽
006BA
CHEMICAL DRAINS
化学排水接收槽
0226 73.0 NMS
65x80
0227 73.0 NMS
0226 88.9 NMS
9RPE0736GT
1RPE f06 F4
CHEMICAL DRAINS
化学排水
177VE
107VE
110VE
180VE
0045 60.3 NMS
0044 60.3 NMS
003 DI
0116 21.3 NMS
189VE
9REN f06 B6
369 LG
9REN 0086 13.7 NMS
194VE
0106 13.7 NMS
0044 60.3 NMS
0034 73.0 NMS
0037 73.0 NMS
075VE
0052 60.3 NMS
056VE
003PO
48.3x40x50
065x40
053VE
0034 73.0 NMS
059VE
003FD
0034 73.0 NMS
0709 21.3 NMS
029LP
025 LP
0710 21.3 NMS
026LP
026 LP
062VE
065VE
018 DI
0040 60.3 NMS
9TEU f01 A5
0801 60.3 NMS
9TEU f01 A3
0802 60.3 NMS
9TEU f05 D8
805VE
806VE
036 DI
0050 60.3 NMS
072VE
0050 60.3 NMS
078VE
0050 60.3 NMS
0141 33.4 NMS
0140 33.4 NMS
0308 33.4 NMS
0142 33.4 NMS
0702 21.3 NMS
0309 33.4 NMS
293VE
288VE
291VE
290VE
702VE
9RPE 0392 33.4 NMSB
1RPE 1437 21.3 NMSB
9RPE 0543 21.3 NMSB
1RPE f06 H4
CHEMICAL
化学排水
1RPE f06 G4
1RPE f06 F4
1RPE f06 H8
9RPE220GT
ACID INJECTION
酸注入单元
0402 21.3 NNS
25x15
0402 33.4 NNS
409VR
005 FI
161WV
0206 21.3 NNS
15x20
26.7
0259 21.3 NNS
011PO
411VR
153VR
001QD
0088 21.3 NNS
142VR
143VR
0089 21.3 NNS
0847 21.3 NNS
816VR
9TEU f05 D8
016BA
0835 21.3 NNS
817VR
9TEU f05 D8
017BA
0087 21.3 NNS
141VR
9TEU f01 A8
004BA
0086 21.3 NNS
140VR
9TEU f01 D7
003BA
9RPE 0362 60.3 NMSB
9RPE f04 H8
FLOOR DRAINS
地面排水
SODA INJECTION
碱注入单元
0258 21.3 NNS
25x15
0258 33.4 NNS
410VR
006 FI
162WV
0208 21.3 NNS
15x20
26.7
0253 21.3 NNS
010PO
412VR
154VR
002QD
0082 21.3 NNS
136VR
137VR
0083 21.3 NNS
0848 21.3 NNS
818VR
9TEU f05 D8
016BA
0830 21.3 NNS
819VR
9TEU f05 D8
017BA
0080 21.3 NNS
134VR
9TEU f01 D7
003BA
0081 21.3 NNS
135VR
9TEU f01 A8
004BA
0078 21.3 NNS
9RPE 0363 60.3 NMSB
9RPE f04 H8
FLOOR DRAINS
地面排水
0077 60.3 NMS
031VD
544VD
9TEU f04 F3
0003 60.3 NMS
9TEU f01 A5
0003 60.3 NMS
9TEU f03 H5
0711 21.3 NMS
055VSP
055SP
0140 33.4 NMS
汇签
工种 签字及日期

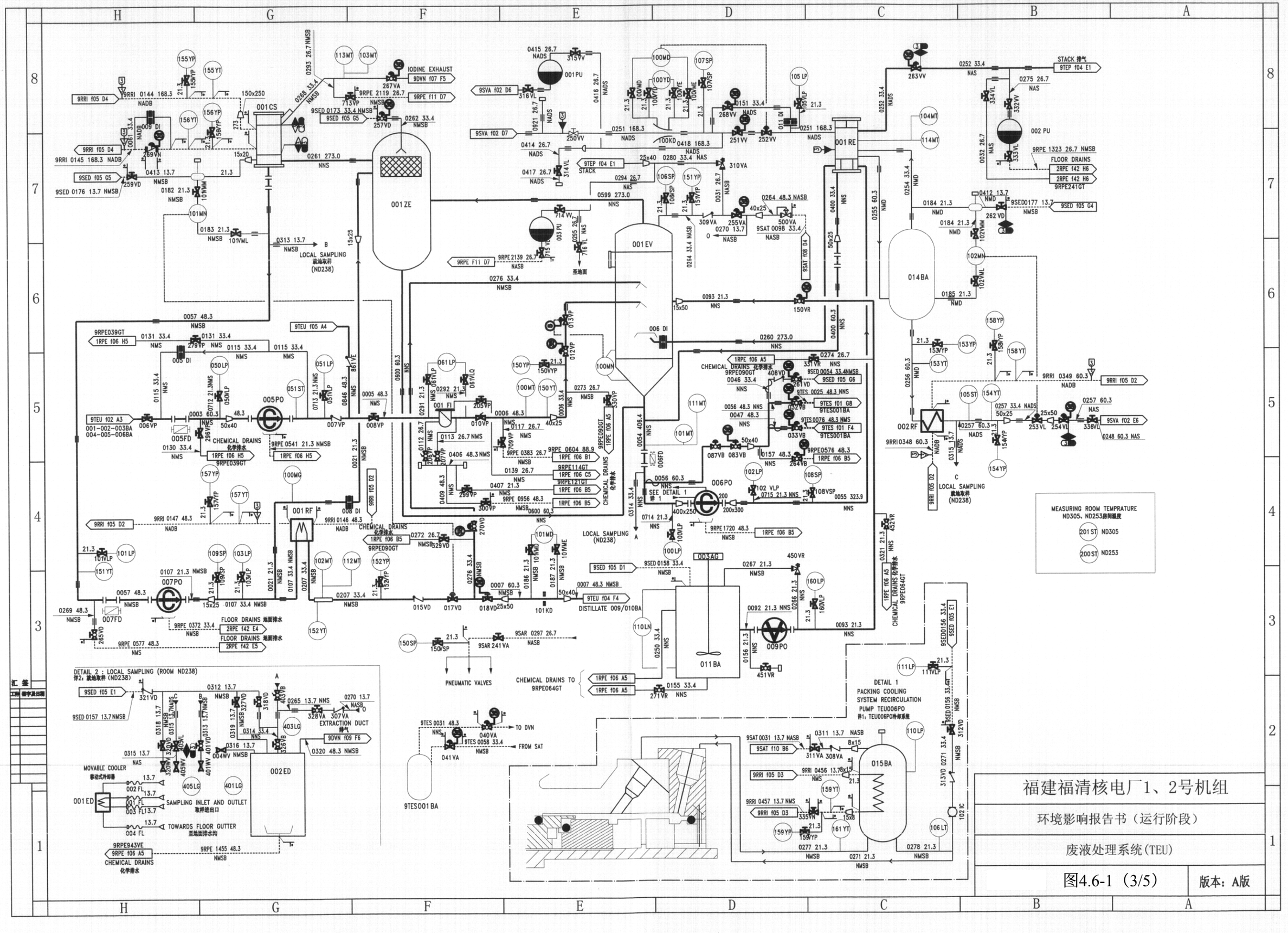
福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书（运行阶段）

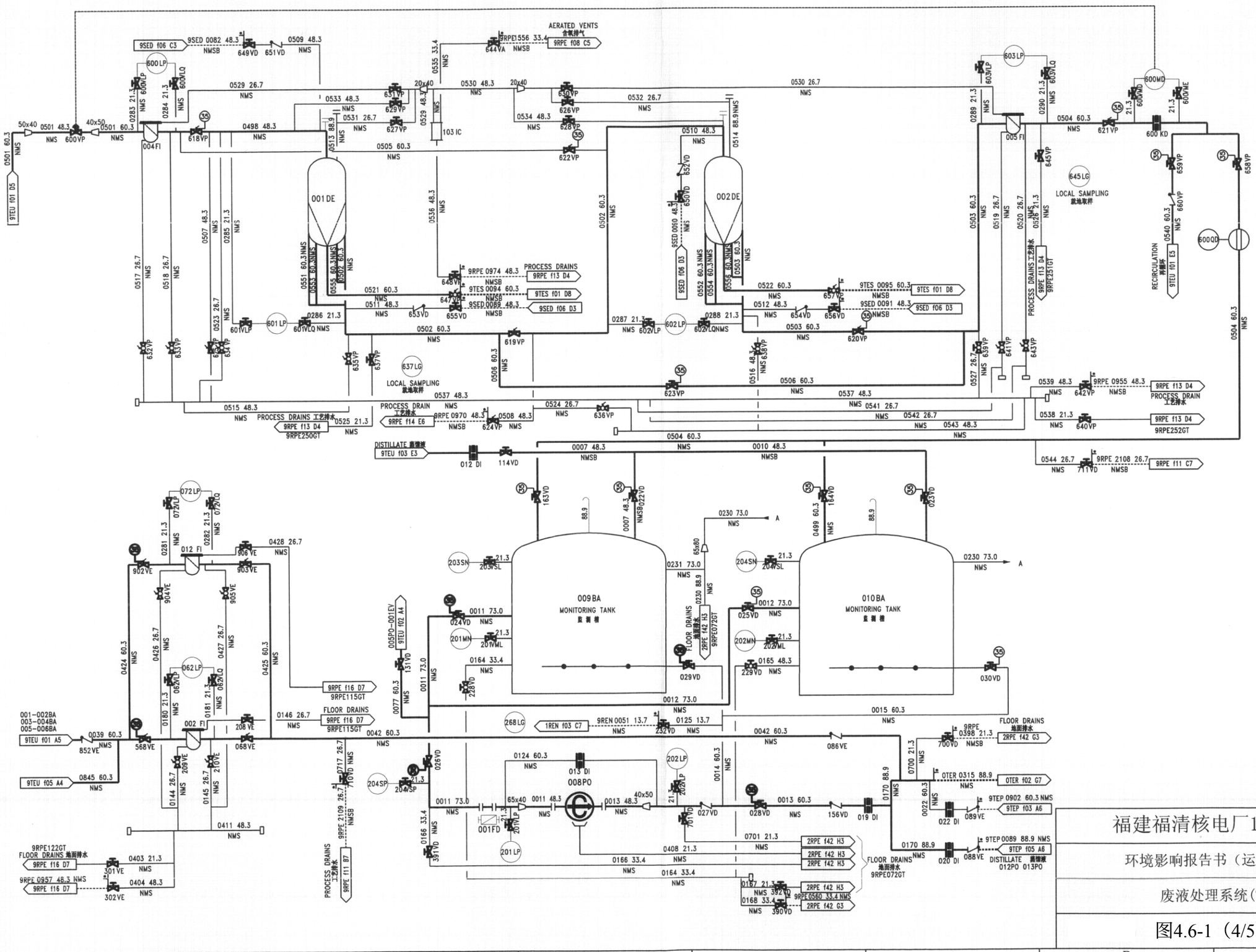
废液处理系统(TEU)

图4.6-1（2/5）

版本：A版



福建福清核电厂1、2号机组	
环境影响报告书（运行阶段）	
废液处理系统(TEU)	
图4.6-1（3/5）	版本：A版



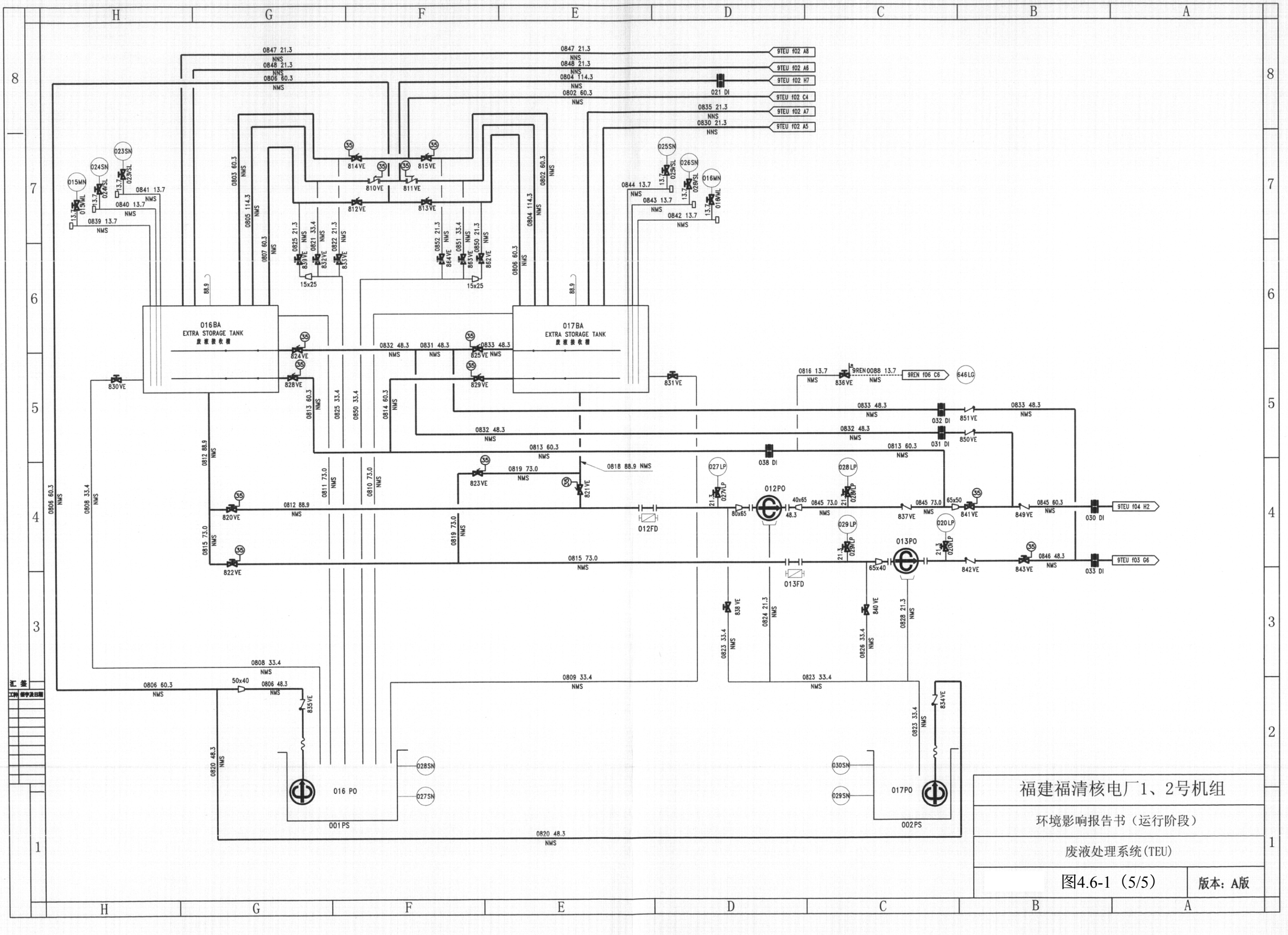
福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书（运行阶段）

废液处理系统(TEU)

图4.6-1（4/5）

版本：A版

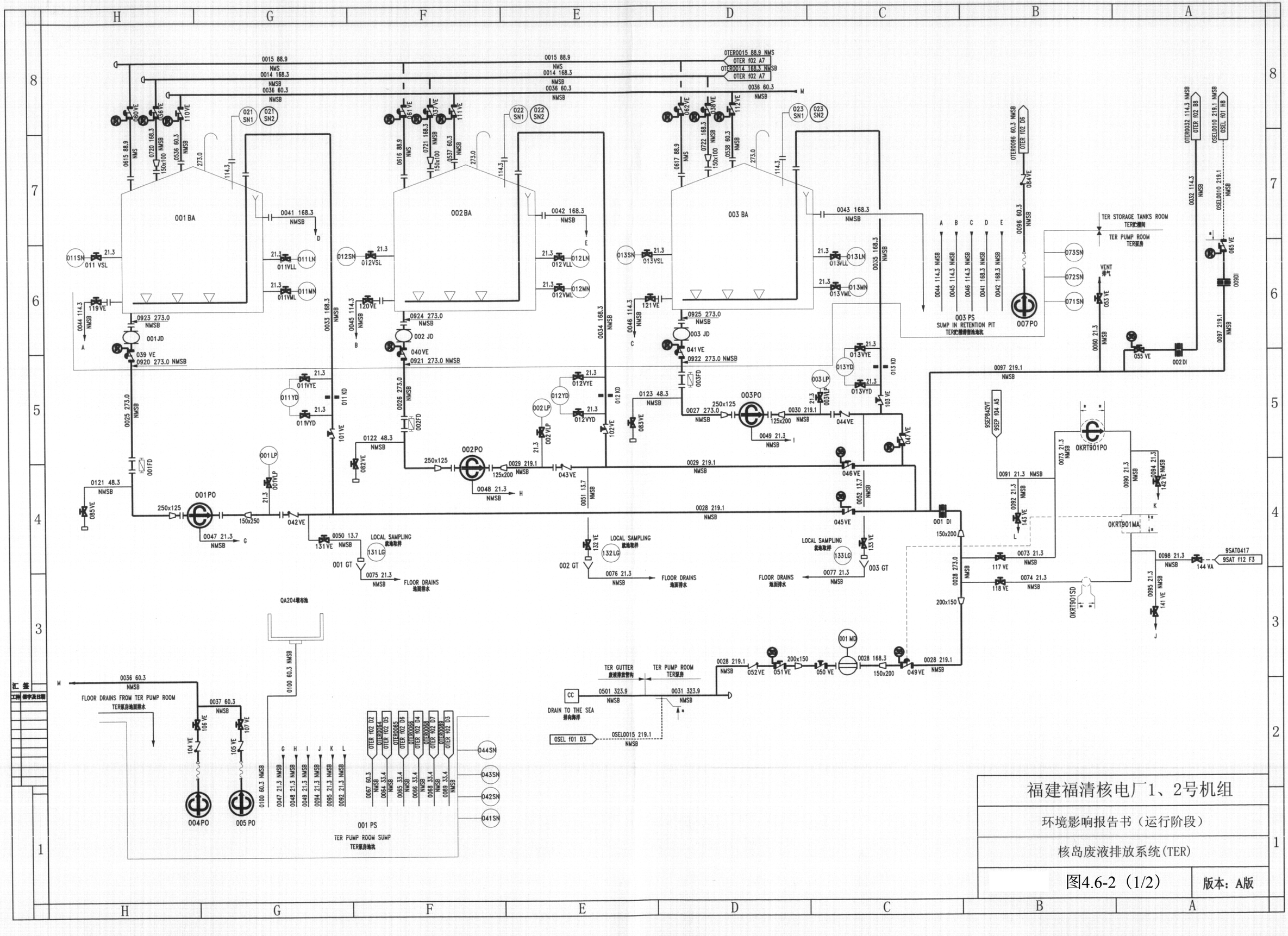


福建福清核电厂1、2号机组

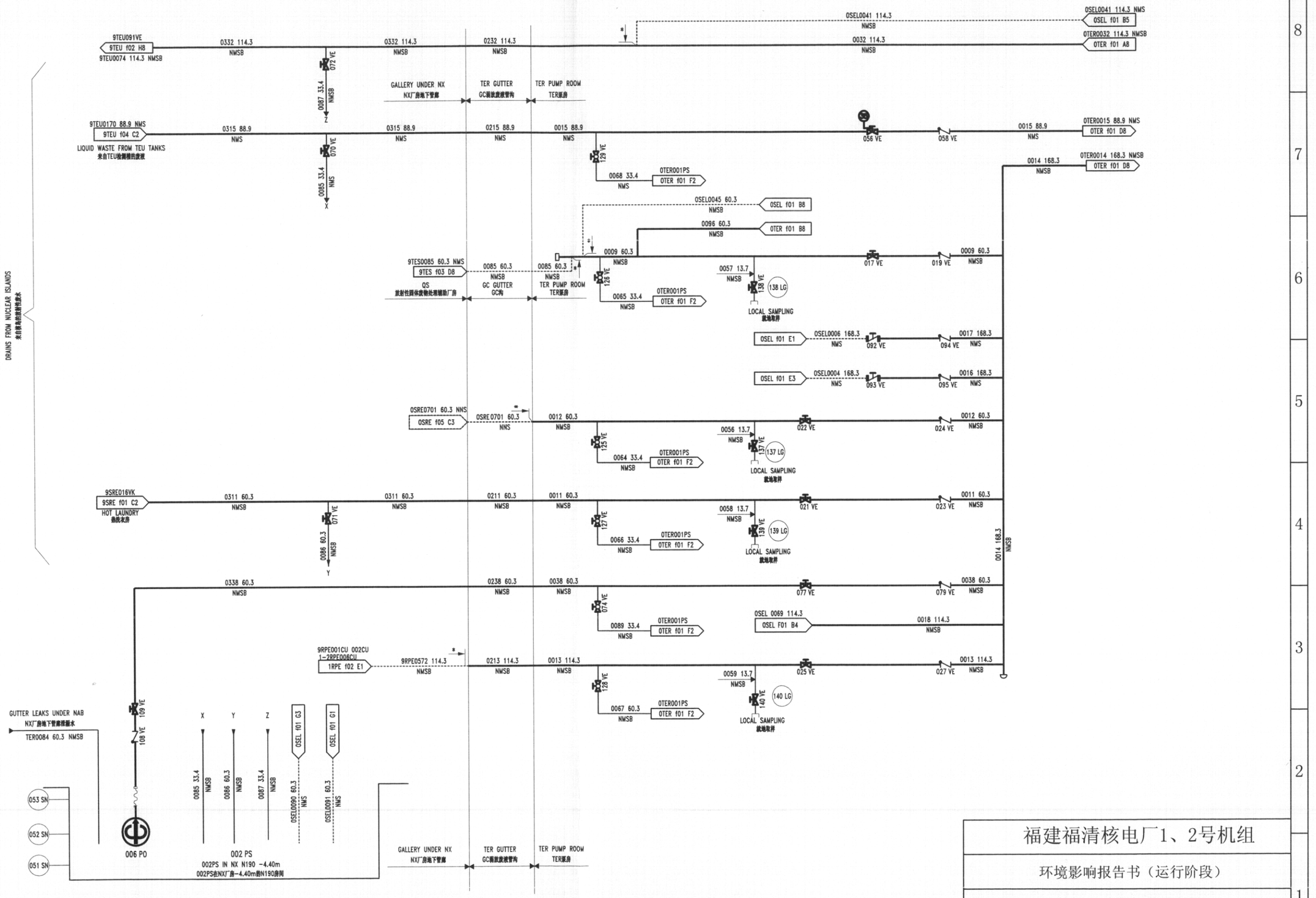
环境影响报告书（运行阶段）

废液处理系统(TEU)

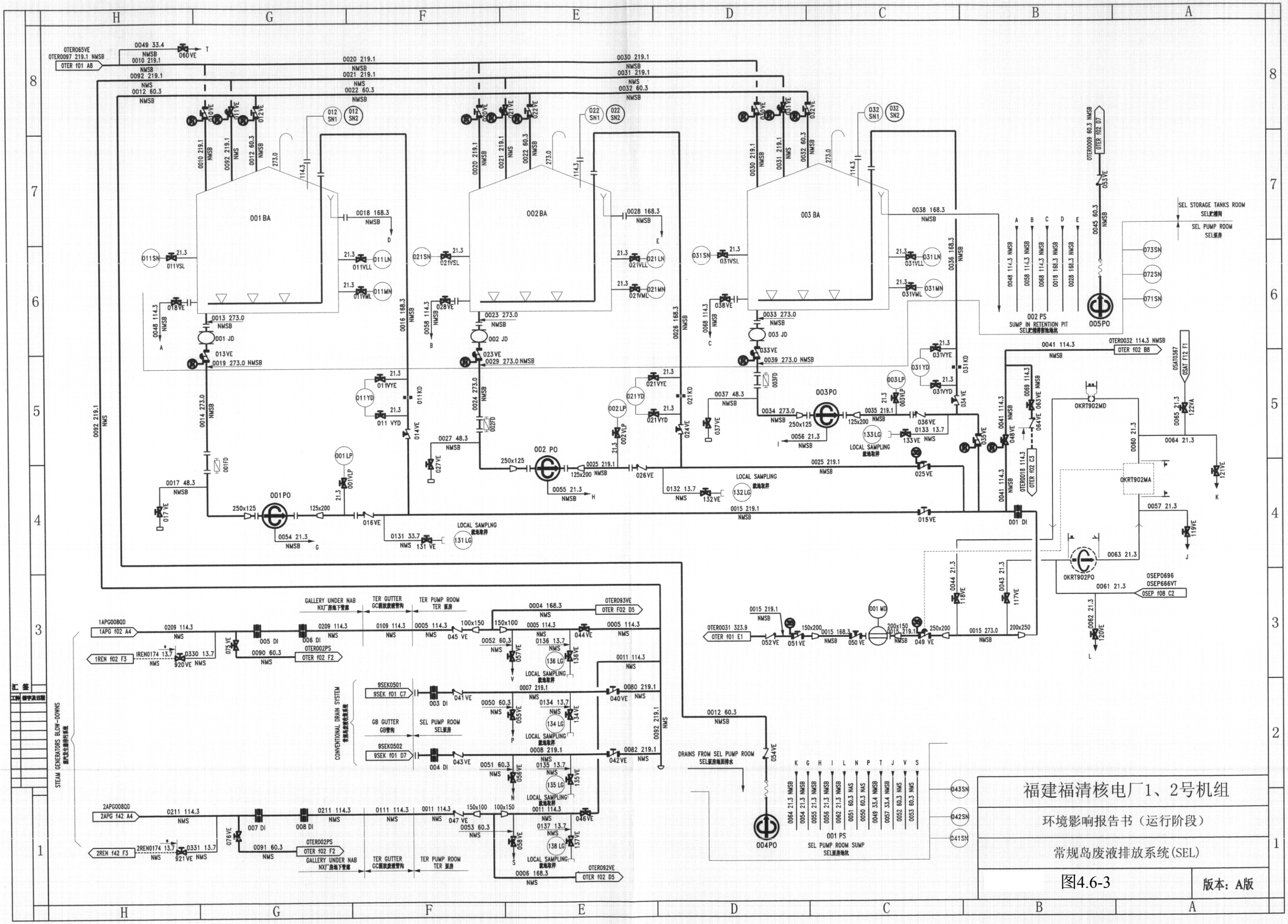
图4.6-1（5/5）　　版本：A版



福建福清核电厂1、2号机组	
环境影响报告书（运行阶段）	
核岛废液排放系统(TER)	
图4.6-2（1/2）	版本：A版



福建福清核电厂1、2号机组	
环境影响报告书（运行阶段）	
核岛废液排放系统(TER)	
图4.6-2（2/2）	版本：A版



福建福清核电厂1、2号机组

环境影响报告书（运行阶段）

常规岛废液排放系统(SEL)

图4.6-3

版本：A版

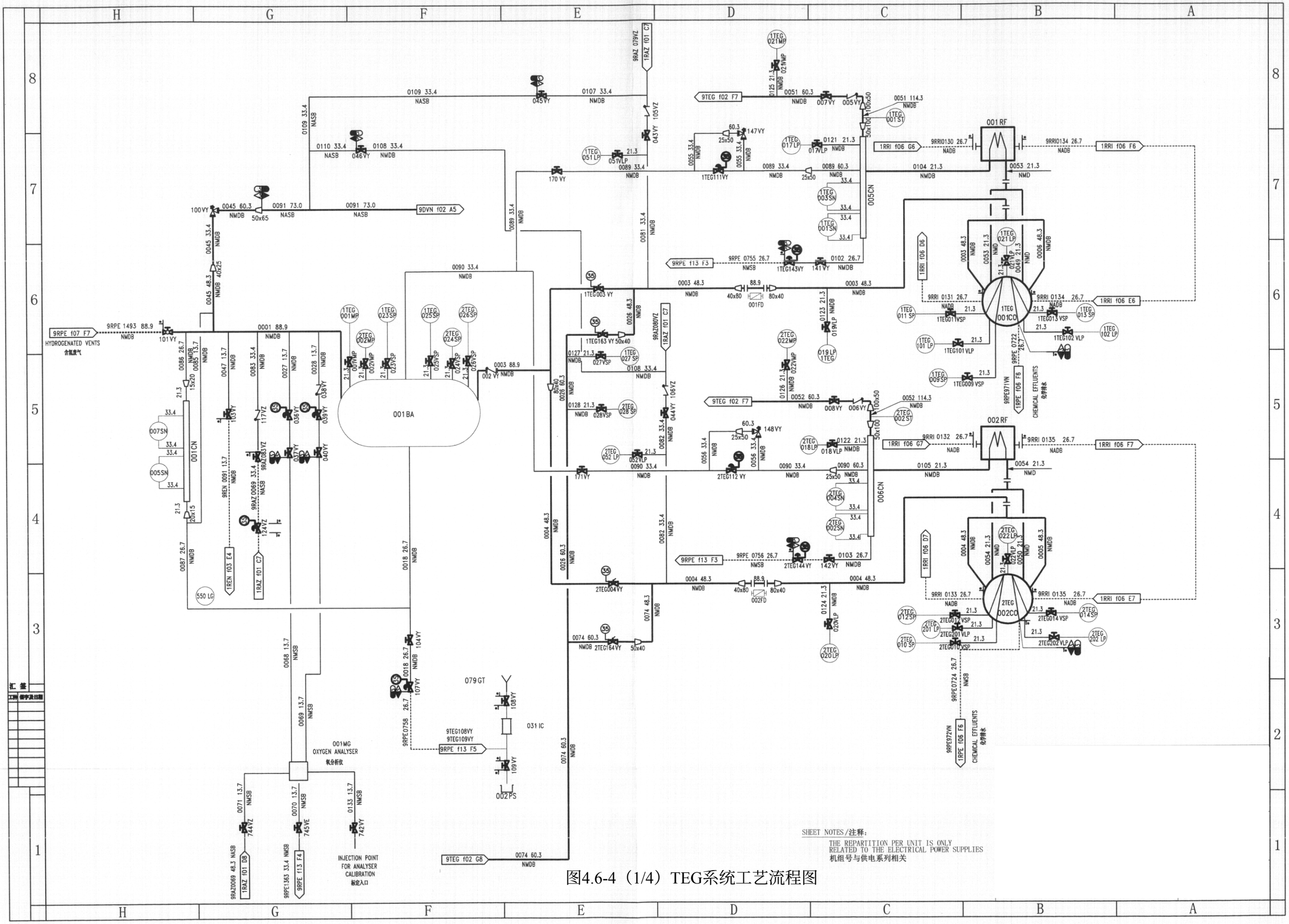


图4.6-4（1/4）TEG系统工艺流程图

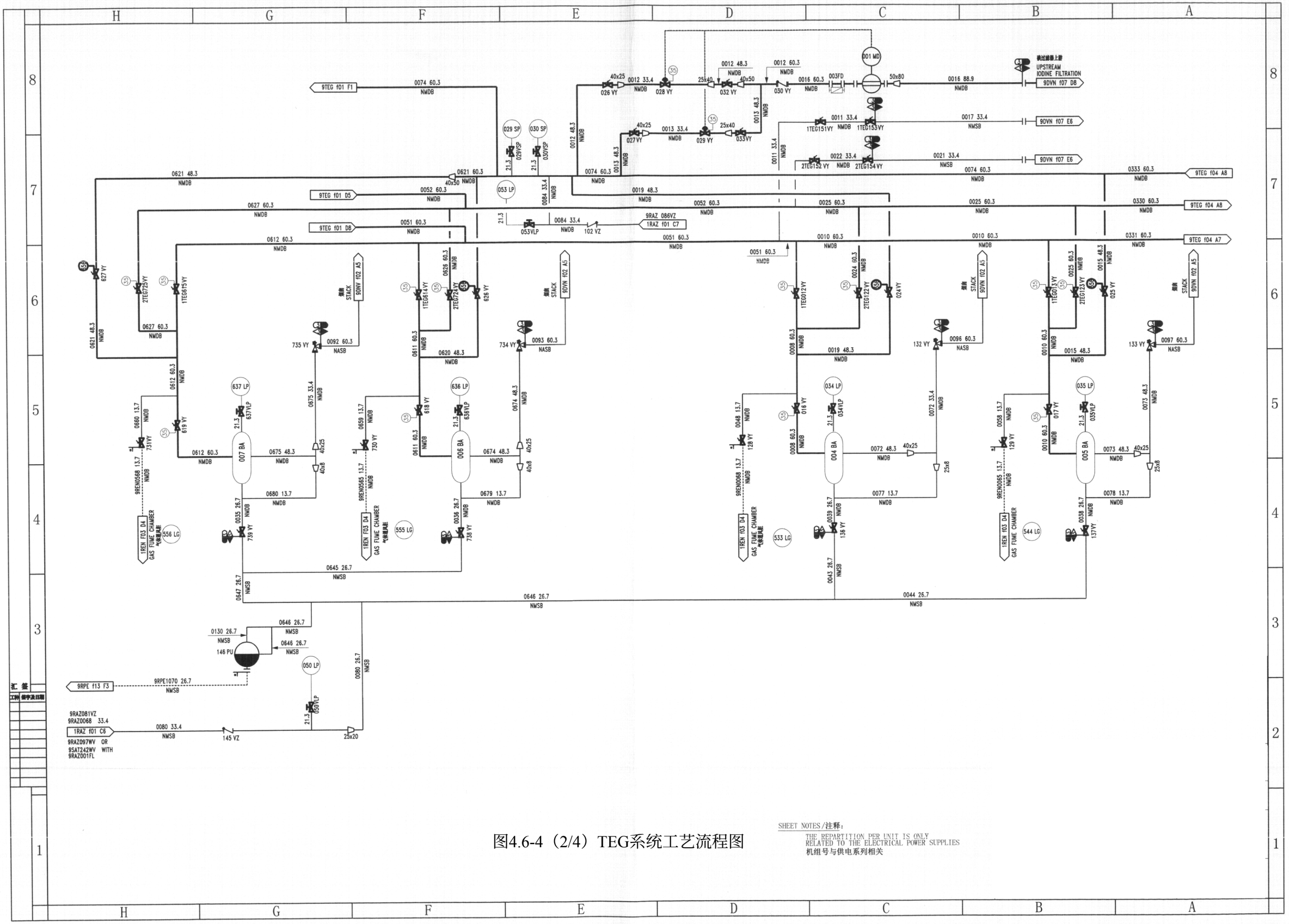


图4.6-4（2/4）TEG系统工艺流程图

SHEET NOTES/注释：

THE REPARTITION PER UNIT IS ONLY RELATED TO THE ELECTRICAL POWER SUPPLIES

机组号与供电系列相关

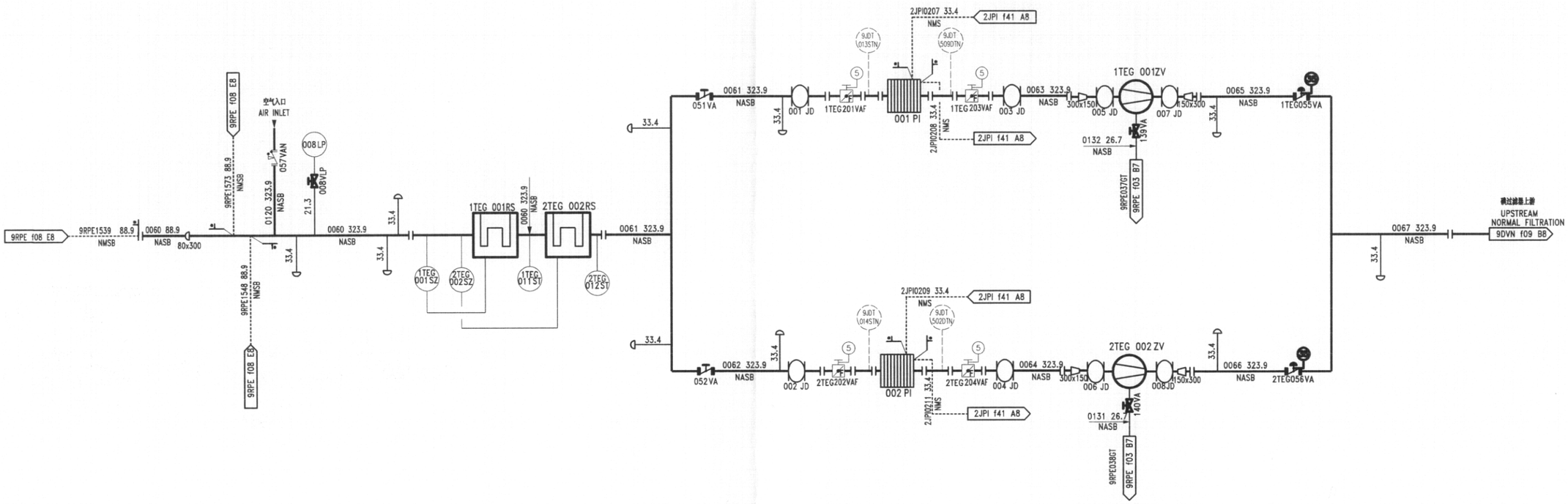


图4.6-4（3/4）TEG系统工艺流程图

SHEET NOTES/注释:

THE REPARTITION PER UNIT IS ONLY
RELATED TO THE ELECTRICAL POWER SUPPLIES
机组号与供电系列相关

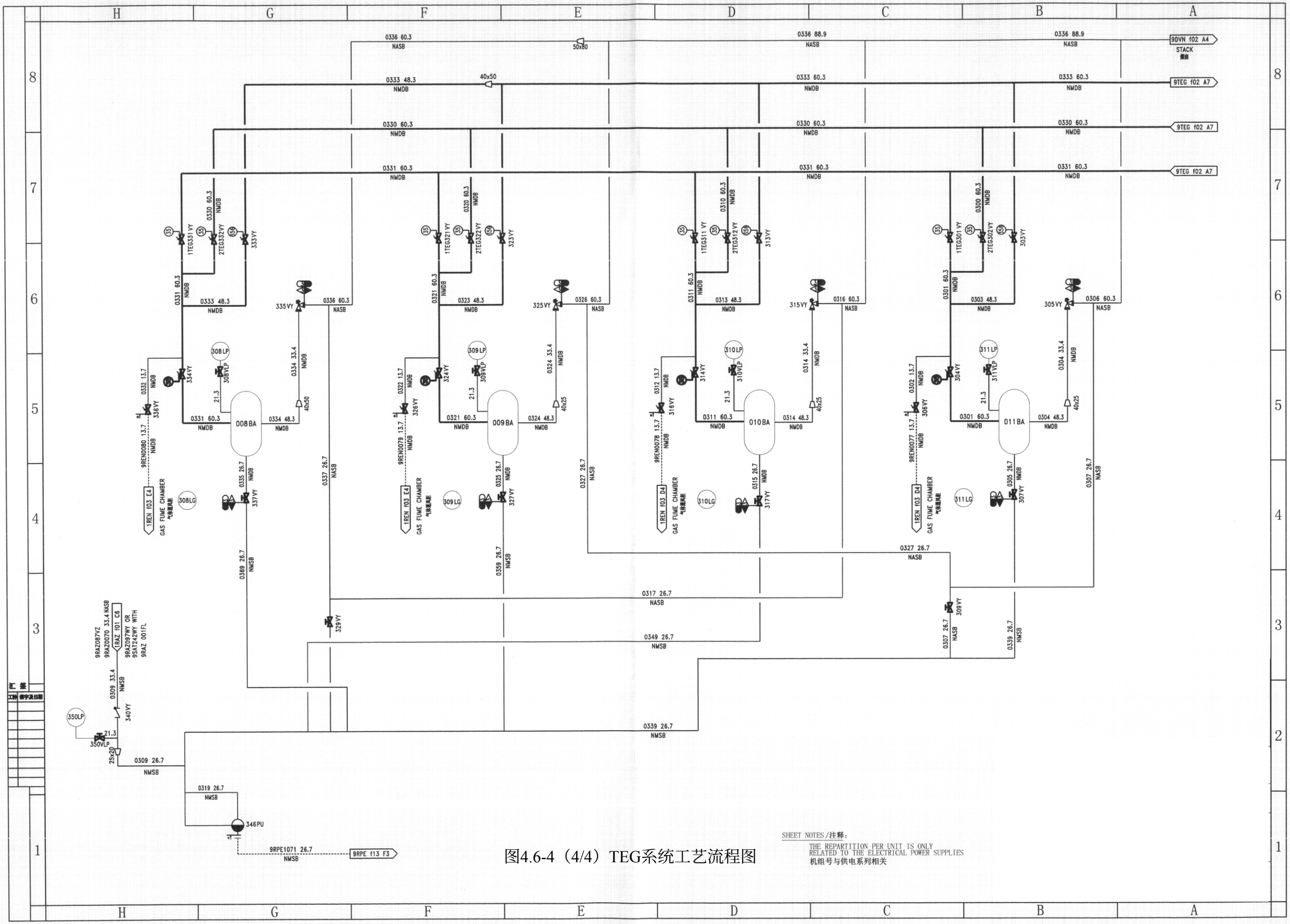


图4.6-4（4/4）TEG系统工艺流程图

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

5.1.3 施工活动期间环境监测分析

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对环境的影响

5.2.2 供水水源及排放对环境影响

5.2.3 施工期海域环境监测

5.3 水土保持

5.3.1 水土保持措施

5.3.2 水土保持监测内容

5.3.3 水土保持监测结果

5.3.4 水土流失防治效果监测

5.3.5 水土保持工作建议

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

1）厂区工程

福清核电厂 1、2 号机组工程核准用地 157.59 hm^2（发改能源[2008]2956 号），其中陆域面积 129.55 hm^2，填海造地 28.04 hm^2（多年大潮平均高潮线 2.75m 为海域与陆域的分界线），陆域用地面积 129.5558 hm^2 已获得国土资源部的最终批复（国土资函[2009]1227 号），填海造地 28.04 hm^2（按多年大潮平均高潮线 2.75m 为海域与陆域的分界线）已获得国家海洋局批复。

1、2 号机组征海总面积 1261.6949hm^2，国家海洋局批复的海域使用权文号为“国海管字[2011]37 号”及“闵政文[2007]304 号”。其中温排水征海面积 1057.7174 hm^2（按 1、2 号机组 1℃ 温升征海），填海、非透水构筑物征海、港池征海及取排水口征海面积共计 203.9775 hm^2。

5.1.1.2 土地使用情况

根据福清核电厂总体规划及全厂总平面规划，福清核电项目陆域总用地面积约 192.19hm^2。

5.1.1.3 土地合理利用

厂址区域属三山镇管辖。镇政府所在地距厂址约 11.7km，位于厂址 NNE 方向。三山镇城镇建设规划以镇政府驻地三山镇为中心发展，远离核电厂，在 5km 的规划限制区以外。在此进行核电厂建设，符合厂址总体规划和三山镇的城镇发展规划。

福清核电厂厂址位于半岛前端，半径 5km 范围内绝大多数为海域。厂址地处偏僻落后的农业区。附近无工矿企业、风景名胜、交通要道和军事设施，人口稀少，土地贫瘠，就环保角度来看，在此建核电厂，土地使用合理，对周围环境影响小。

总体规划考虑厂区用地尽量靠近半岛前端，在满足规范的前提条件下，尽量减少机组间距离，不仅使非居住区范围减少，且使非居住区尽量少占陆域；施工场地利用非居住区范围内的海域回填场地，不仅解决了场地平整的弃方，更重要的是减少陆域征地数量，节约用地；在选择反应堆厂房位置时，考虑总体规划中水工工程的北取南排方案，合理确定非居住区半径 500m 的范围，使厂区北部的取水明渠及厂区南部的施工场地、排水明渠均布置在非居住区用地范围内，有效使用土地、节约用地。

总平面合理紧凑布置，不仅节约用地，且降低前期建设投资和后期运行费用。为节约

用地，采用联合厂房或多层建筑、减少通道宽度、地下管线采用综合管廊、竖向设计采用平坡设计等措施。

本工程中农用地为贫瘠的土地。

厂外道路在定线过程中，尽量利用原有道路进行改扩建，道路定线远离村庄、居民点、减少农用地的征用。

5.1.2 施工活动的影响

5.1.2.1 施工活动对环境的影响

施工活动对环境的影响，分为陆上施工活动及海上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；海上施工活动主要是滩涂海域回填及海工工程对海洋环境的影响。

1）对当地气候的影响

厂址原始地貌为三面环海，山体地面标高10m~56m，全厂场地平整至11.00m标高后，地形地貌高度降低，局部改变了当地的地形和下垫面粗糙度，对厂址气流变化产生局部影响，但还不足以影响厂址边界以外的局部气流。

2）施工噪声的影响

土石方工程施工期间，由开挖爆破产生强大的噪声会影响厂址声环境，此外，场地施工和运输机具等也会产生噪声，但相对较小。爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，爆破施工完毕，强大的噪声也即消失。2号核岛中心距最近的前薛村村委会2.9km，距前薛村最近住户2.25km，施工的噪声影响仅限于施工人员，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。

3）粉尘的影响

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使施工区域尘土飞扬、粉尘增高，从而造成局部大气质量的恶化。土石方施工过后，当地的大气质量很快得以恢复。因此，施工中粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。

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，因此施工时，要求设备由承包商在出厂时按要求处理。需要在现场补充处理的，由施工单位按照制定的化学物品使用管理规定

严格执行，对其使用量严格控制，产生的废弃物由承包商集中带回原产地，因此不会对环境造成污染。

5）对沿线居民的影响

厂外道路施工主要是因如征地、拆迁等施工活动，对沿线居民生活和工农业生产造成的影响。

为将这种不良影响减少到最低程度，道路定线尽量利用原有道路进行改扩建，线路选择避开村庄并尽量使平、纵曲线线形与地形、地貌相吻合，施工活动通过路面硬化、路基防护、道路排水、表土剥离、洒水降尘、场地清理及合理安排施工时间等措施，减少对环境的影响。因此，道路的施工活动不会对居民生活、动植物造成影响。

6）水环境影响

海上施工项目主要是码头、引水明渠、护岸、防波堤、循环冷却水排水口及海域滩涂的回填等，由于开挖、回填料主要是石方，因此暴雨过程中造成部分水土流失不会太多，但会造成厂址局部区域海水含沙量和浊度的增加，有一些物质沉积在附近海床的底栖生物上。由于海上工程的施工时间最多 1 年，工程占用的海床范围较小，而且附近海域无渔业作业，也不是重要水生物的繁殖区、回游区和捕捞区，仅有部分海带养殖，近海也无航道，因此，施工对海生物的生态系统的影响很小。

5.1.2.2 施工活动对社会环境的影响

本项目未涉及动迁居民，未对当地居民造成不利影响。

核电厂工程建设期间需要大量的工程施工人员，大量的外来施工人员进驻施工现场，可能对附近居民的日常生活造成轻微的影响，但同时也可以增加当地居民的就业机会和商机，而大量施工人员在该地区较长时期的居住和生活，可以增强该地区的消费能力，促进经济的发展。

5.1.2.3 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 施工活动对地形地貌的影响

由于福清核电 1、2 号机组工程的建设，对厂址原地形地貌已按设计要求进行了改造，开挖形成的边坡进行了工程及植物措施的防护，回填的滩涂在临海侧设立了护岸及海堤，从而防止了水土流失。为了减少降雨和山洪对厂址的威胁，在厂区东北面修筑了截洪沟。

为了美化环境，厂区绿化采用“点、线、面”结合的原则（除在保护区内不绿化外），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；面即厂前区等集中绿地以及各景区形成的块状景观空间设计。在施工建造期间，已在逐步

实施对厂区的绿化美化，并在电厂运行后全面完成。

5.1.3 施工活动期间环境监测分析

为了说明施工活动期环境的变化，本次分析采用如下报告作为依据进行：

《大气环境和噪声监测分析及评价报告》（2009~2011 年度）；

《大气环境监测分析及评价报告》（2012 年分期及年度报告）；

《噪声监测分析及评价报告》（2012 年分期及年度报告）；

《大气环境监测分析及评价报告》（2013 年第一次）；

《噪声监测分析及评价报告》（2013 年第一次）；

《大气环境监测分析及评价报告》（2013 年第二次）；

《噪声监测分析及评价报告》（2013 年第二次）。

5.1.3.1 施工活动期间环境监测项目

1）2009~2011 年度监测项目

施工活动期间环境监测的项目有环境敏感点大气监测、厂界监控点位颗粒物监测、敏感点噪声监测及建筑施工场界噪声监测。

环境敏感点大气监测的项目有 TSP、PM_{10}、监测点位气象参数（风速、风向、气温、气压等）。

厂界监控点位颗粒物监测的项目为颗粒物。

敏感点噪声监测的项目有施工期间昼间、夜间等效声级 L_{eq}、最大声级 Lmax、最小声级 Lmin。

建筑施工场界噪声监测的项目有昼间、夜间等效声级 L_{eq}、最大声级 Lmax、最小声级 Lmin。

以上监测项目的测点位置见表 5.1-1，监测点位示意图见图 5.1-1。

2）2012~2013 年度监测项目

施工期大气监测因子为：厂区内的无组织排放源为 SO_2、NO_x 和颗粒物（TSP）三项指标，厂区外的敏感点为 SO_2、NO_2、CO、TSP、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 六项指标，以及监测点位气象参数（风速、风向、气温、气压等）。

以上监测项目的测点位置见表 5.1-2，监测点位示意图见图 5.1-2。

根据施工活动状况、敏感区分布等情况，在施工场界、厂区内明显噪声源处和敏感区等设置监测点。

以上监测项目的测点位置见表 5.1-3，监测点位示意图见图 5.1-3 和 5.1-4。

5.1.3.2 施工活动期间环境监测结果及结论

5.1.3.2.1 2009~2011 年度环境监测结果及结论

2009 年 9 月至 2011 年 11 月共开展十期现场监测，监测结果和结论如下。

1）环境敏感点大气监测

敏感点（东林村）TSP、PM_{10} 2009~2011 年度监测结果见表 5.1-4~5.1-6。

2009~2011 年共监测十期，PM_{10} 日均值浓度监测结果为 0.004~0.12mg/m^3，最高值 0.12mg/m^3，低于 GB3095-1996《环境空气质量标准》中的日均值二级标准 0.15mg/m^3 限值。敏感点 TSP 日均值浓度监测结果为 0.01~0.22mg/m^3，最高值 0.22mg/m^3 低于 GB3095-1996《环境空气质量标准》中的日均值二级标准 0.30 mg/m^3 限值。

PM_{10} 与 TSP 浓度最大值均出现在 2010 年的 1 月份监测时段，监测期间主导风向为西北风和东北风，该敏感点处于核电厂施工场地上风向。PM_{10} 与 TSP 浓度最小值均出现在 2009 年的 11 月份监测时段，监测期间主导风向为东北风，该敏感点处于核电厂施工场地上风向。

2）厂界监控点位颗粒物监测

厂界监控点位颗粒物 2009~2011 年度监测结果见表 5.1-7~5.1-9。

2009~2011 年共监测十期，厂界两个监控点位监测期间，1#点位颗粒物浓度监测结果为（<0.001~0.61）mg/m^3，最高值 0.61mg/m^3，低于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控 1.0mg/m^3 限值。 2#点位颗粒物浓度 10 期监测结果范围为(<0.001~2.77)mg/m^3，最高值 2.77mg/m^3，2009~2011 年有 11 次出现超标，其它频次监测值均达到标准限值要求。

2#监测点位颗粒物浓度最大值波动较 1#监测点位明显，且有 11 个频次超标；而 1#点位颗粒物浓度 10 期最大值均达标。超标的原因主要是运输车运输渣土、砂石过程中漏、外逸的现象，以及路面扬尘。

3）敏感点噪声监测

敏感点噪声 2009~2011 年度监测结果见表 5.1-10~5.1-12。

2009~2011 年共监测十期，两个敏感点噪声监测结果昼间 L_{eq} 值(40.1~58.5)dB ；夜间 L_{eq} 值(35.8~49.0)dB。从现场情况看，村民生活噪声、虫鸣声是 2010 年度个别频次监测超标的主要贡献因素。其余月份监测期间，均达到 1 类区标准限值。

4） 建筑施工场界噪声监测

建筑施工场界噪声 2009~2011 年度监测结果见表 5.1-13~5.1-15。

2009~2011 年共监测十期，2 个测点的建筑施工场界噪声监测结果昼间 L_{eq} 值（49.3~73.3）dB，夜间 L_{eq} 值（38.0~52.2）dB 均低于《建筑施工场界噪声限值》

(GB12523-1990）。

昼间噪声 Leq 最大值出现在 2010 年 1 月份监测时段；夜间噪声 L_{eq} 最大值出现在 2009 年 9 月份监测时段。

从以上 2009 年 9 月至 2011 年 11 月共开展十期现场监测结果和分析可见，施工活动对环境的影响是可以接受的。

5.1.3.2.2 2012~2013 年度环境监测结果及结论

2012 年 9 月、2012 年 12 月、2013 年 3 月和 2013 年 6 月共完成了四次施工期环境监测活动。在此之前，2012 年 5 月完成了 2012 年第一次施工期环境监测活动。2012~2013 年五期现场监测结果和结论如下。

1）大气环境监测

监测期内各污染物浓度结果见表 5.1-16~5.1-26。

根据调查结果及数据分析可以看出：厂区内无组织排放源的 SO_2、NO_x 和颗粒物（TSP）等污染物的浓度小于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的“表 2 新污染源大气污染物排放限值”。厂址下风向的监测点的三项污染物浓度明显高于上风向，为周界外浓度最高点。

厂区外的各监测点的 SO_2、NO_2、CO、PM_{10} 及 TSP 符合《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及 2000 年修改单中二级标准的要求。总体来看，各监测点气态污染物浓度中午 14 时的小时浓度最高，夜间 2 时的小时均值最低。各项污染因子排列次序为：PM_{10}>TSP> NO_2>CO>SO_2。

综上所述，监测期间厂区内无组织排放源符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的“表 2 新污染源大气污染物排放限值”的要求，厂区外的环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及 2000 年修改单中的二级标准要求。

2）噪声监测

监测期内噪声监测结果见表 5.1-27~5.1-32。

厂区内 11 个监测点位监测期综合噪声监测结果昼间 L_d 值范围在 47.9~68.6dB（A），均低于《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的限值 70.0dB（A）；夜间 L_n 值范围在 41.2~54.2dB（A），均低于《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的限值 55.0dB（A）。

根据现场环境噪声监测结果及现场监测情况可知，昼、夜间噪声最高值都出现在最大噪声源处。

监测期敏感区综合噪声监测结果昼间 L_{eq} 值范围在 48.9~63.8dB（A），夜间 L_{eq} 值范围

在 39.2~54.6dB（A），均低于《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准的限值 65.0 dB（A）和 55.0 dB（A）。

核电大道噪声监测结果昼间 L_{eq} 值范围在 59.1~68.6dB（A），低于《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准的限值 70.0dB（A）；夜间 L_{eq} 值范围在 51.8~54.3dB（A），低于《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准的限值 55.0dB（A）。

根据现场环境噪声监测结果，结合监测期现场施工状况（基本处于安装及内部装修阶段），并与本项目的本底环境噪声水平进行比较分析得知：

施工期间，本段监测期内现场施工已处于安装及内部装修阶段，噪声污染源相对减少，厂区内的环境噪声水平略高于本底环境噪声水平，但均未超标；

由于福清核电厂在当地的投资建设，促进了当地的经济水平一定上涨，使当地流动人口相应的增加，且核电厂有大部分施工人员在周边东林村、前薛村、楼前村等地居住，因此，在施工期内当地生活的人口数量比本底监测期间有所增加，使得施工期内敏感区域的生活噪声水平偏高，但均符合相关标准的要求，未超标。

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对环境的影响

(1)围填海对海洋生态环境的影响

本工程回填海域的区域相当于失去了同等面积的滨海湿地生境，将导致滨海湿地生态系统服务功能的丧失。

(2)爆破挤淤产生的效应对环境的影响

爆破挤淤效应有水下冲击波、爆炸震动等。这些效应将对工程附近海域海洋生物及养殖业、岸上建筑物、施工船舶产生一定影响。

(3)疏浚工程对底栖生物及其生境的影响

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，底栖生物将被彻底损伤破坏。

(4)施工取土对陆域地表植被、水土流失及沿岸景观的影响

本工程围海造地所需土石方量较大，主要利用征地范围内的土地平整弃方。山体开挖过程中，地表植被将被大面积破坏，土层裸露、疏松，造成区内水土流失量增加。同时，对沿岸景观也将产生一定影响。

5.2.2 供水水源及排放对环境影响

5.2.2.1 供水水源

(1)海水

福建福清核电厂 1、2 号机组冷却水包括常规岛循环水系统、核岛重要厂用水系统所需冷却水，取水水源为兴化湾。

(2)淡水

核电厂淡水水源取自闽江调水工程，并通过距核电厂约 11km 的三山镇西南部的北林水库调节后，输水至核电厂。

厂址规划淡水厂一座，以满足施工及生产运行期间的生产、生活用水。淡水厂布置在厂区东侧、施工变电所南侧。

5.2.2.2 污染物排放

(1)生活、生产污水

1） 施工人员生活污水

现场施工人员高峰期约 9000 人（含运输船只人员），按每人每天用水 240L/d，考虑施工临建区冲厕每日可利用中水 355m^3，则施工人员生活用水量为 1805m^3/d。排污系数按 0.9 计，则每天生活污水发生量约为 1625m^3/d，对此建设各区（临建区、厂前区）污水处

理站由专业的公司运营，并对最终出水水质监测排放。

2）施工船舶舱底含油污水和人员生活污水

工程滩涂回填区淤泥层顶面需用民船或方驳；南护堤东侧淤泥采用抓斗式挖泥船进行疏浚。尽管施工船舶产生的各类污染物数量不大，但若不处理而直接排海，也将污染局部海域水体。施工期船舶含油污水由当地海事部门批准的专业公司接收处理。生活污水尽可能予以收集，运往污水处理站集中处理。

(2) 大件码头污水

福清核电大件码头主要功能为核电厂设备安装期接卸核电厂重大件设备，营运期一般不用，产生的水污染源包括含油废水及船舶人员生活污水。根据 MARPOL73/78 公约，大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。

1）船舶含油污水

大件码头代表船型为 3000DWT 甲板驳船，按《港口工程环境保护设计规范》及有关经验推算其船舱底含油污水产生量约 0.81t/d•艘。虽然两台机组和辅助设施大件设备约有 200 余件，运输时段长约为 30 个月，施工安装初期每年停靠驳船最多仅 1 艘次，则每年船舶舱底含油污水产生量最大约 0.39t/a。

2）船舶生活污水

按人均用水量 0.15m^3，排污系数 0.8 计，船舶定员 20 人计，则重件码头营运初期码头船舶生活污水产生量约 2.4t/d。

(3) 施工区施工机械含油污水

虽然施工区机械修配站和汽车保养站设计供水量仅为 0.5m^3/h 和 0.3m^3/h，又有间歇性特点，站内施工机械修配和汽车保养工作量较大，若含油污水直接排放入水体，对水质也会产生一定影响。处理措施包括：混凝土泵车、罐车等清洗采用现场挖污水沉淀池，经沉淀后直接排放，对沉淀池定期进行清理；一般机械的油污采用空桶回收；常规的小型机械修理在修理场地上摊铺黄沙，待修理完毕后将黄沙拉到建筑垃圾场处理。

5.2.3 施工期海域环境监测

为了解海工施工对厂址周围海域环境造成的影响，国家海洋局第三海洋研究所从 2008 年底到 2012 年初开展了福清核电厂施工期海域环境的监测工作，并于 2012 年 10 月完成了《福清核电一期工程施工期间海域环境跟踪监测总报告（2008-2012 年）》。

（1）监测范围

根据核电厂附近海域环境及其地理特点，设置监测范围、监测断面和观测点。在以核

电厂排水口为中心的20km半径海域范围内，布设12个大面监测站位，成3条断面辐射式布设，以及3个水质连续观测站。其分布见图5.2-1。

（2）监测频率

施工期监测从2008年11月开始，至2012年1月共约3年半的时间，分别在春、夏、秋、冬四季进行大小潮监测，共28个航次，具体如下：

第一年度秋季：2008年11月23日进行小潮航次外业大面监测；

2008年12月1日进行大潮航次外业大面监测。

第一年度冬季：2009年1月11日进行大潮航次外业大面监测；

2009年1月16日进行小潮航次外业大面监测。

2009年1月11~12日进行大潮航次外业连续点监测；

2009年1月16~17日进行小潮航次外业连续点监测。

第一年度春季：2009年3月19日进行小潮航次外业大面监测；

2009年3月27日进行大潮航次外业大面监测。

第一年度夏季：2009年7月8日进行大潮航次外业大面监测；

2009年7月16日进行大潮航次外业大面监测；

2009年7月8~9日进行大潮航次外业连续点监测；

2009年7月16~17日进行小潮航次外业连续点监测。

第二年度秋季：2009年10月27日进行小潮航次外业大面监测；

2009年12月3日进行大潮航次外业大面监测。

第二年度冬季：2010年1月19日进行小潮航次外业大面监测；

2010年1月27日进行大潮航次外业大面监测。

2010年1月19~20日进行小潮航次外业连续点监测；

2010年1月27~28日进行大潮航次外业连续点监测。

第二年度春季：2010年3月24日进行小潮航次外业大面监测；

2010年4月1日进行大潮航次外业大面监测。

第二年度夏季：2010年8月4日进行小潮航次外业大面监测；

2010年8月12日进行大潮航次外业大面监测。

2010年8月3~4日进行小潮航次外业连续点监测；

2010年8月12~13日进行大潮航次外业连续点监测。

第三年度秋季：2010年11月11日进行小潮航次外业大面调查；

2010年11月20日进行大潮航次外业大面调查。

第三年度冬季：2011 年 2 月 22 日开展大潮航次外业大面调查；

2011 年 2 月 27 日开展小潮航次外业大面调查。

2011 年 2 月 22-23 日进行大潮航次外业连续点监测；

2011 年 2 月 27-28 日进行小潮航次外业连续点监测。

第三年度春季：2011 年 5 月 10 日进行小潮航次外业大面调查；

2011 年 5 月 19 日进行大潮航次外业大面调查。

第三年度夏季：2011 年 7 月 17 日进行大潮航次外业大面调查；

2011 年 7 月 24 日进行小潮航次外业大面调查。

2011 年 7 月 16-17 日进行大潮航次外业连续点监测；

2011 年 7 月 23-24 日进行小潮航次外业连续点监测。

第四年度秋季：2011 年 11 月 18 日进行小潮航次外业大面调查；

2011 年 11 月 27 日进行大潮航次外业大面调查。

第四年度冬季：2012 年 1 月 9 日进行大潮航次外业大面调查；

2012 年 1 月 14 日进行小潮航次外业大面调查。

2012 年 1 月 9-10 日进行大潮航次外业连续点监测；

2012 年 1 月 14-15 日进行小潮航次外业连续点监测。

其中，水质、叶绿素 a 在施工期每年春、夏、秋、冬四个季节开展调查；底栖生物选取秋季大潮期开展调查；潮间带生物、浮游植物和浮游动物仅在 2011 年 11 月开展调查。

（3）监测结果

a）水质质量

监测结果表明，所有水质监测项目的含量及其变化基本处于本海域的正常范围。与施工前本底调查的结果相比，水质 13 个参数中，COD、磷酸盐、悬浮物、石油类、铅、镉以及汞等 7 个参数不同程度升高，升高幅度为 16.4%~156%。而无机氮、硫化物、砷以及铬等 4 个参数不同程度降低。

根据国家海洋和环境功能区划的有关规定，目前厂址附近海域执行《海水水质标准》GB3097-1997 中的第三类海水水质标准。三年半的跟踪监测数据表明，水化学要素溶解氧、pH、COD、BOD、非离子氨等均符合一类海水水质标准。环境化学要素石油类、硫化物以及铜、砷、锌、镉、铬、汞等重金属除部分站位属于国家二类海水水质标准外，总体上符合一类海水水质标准。主要超标因子为营养盐无机氮、活性磷酸盐，此情况与施工前的本底调查结果一致，其他指标均符合三类海水水质标准。从 2008-2012 连续三年半的跟踪监测结果可知，活性磷酸盐含量春、夏季基本符合二、三类海水水质标准（≤0.030 mg/L），

秋、冬季一般符合四类海水水质标准（≤0.045 mg/L），但在有些航次的部分站位（如 4 号、8 号站位）等会出现超四类海水水质标准；无机氮含量夏季航次符合一类海水水质标准（≤0.2 mg/L），秋季除部分样品出现四类或超四类海水水质标准外（≤0.5 mg/L），基本符合三类海水水质标准（≤0.4 mg/L），冬季航次基本符合国家四类海水水质标准，春季大部分站位为超四类海水水质标准。

另外跟踪监测期间存在的异常情况，在 2010 年夏季氮、磷和硅酸盐水平明显低于其余三季，在夏季小潮调查航次中西南部海域的 3 号、4 号、7 号和 8 号站位呈现异常，pH 和溶解氧高于正常值，叶绿素-a、化学需氧量和生化需氧量呈现较高值，而硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐及活性磷酸盐都呈现极低值，甚至磷酸盐均为未检出。可能是由于浮游植物大量繁殖、生长旺盛，消耗大量营养盐并使海水中的溶解氧和 pH 值等升高。2010 年冬季航次大潮期跟踪监测悬浮物含量较高，调查期间施工方正开展排水东堤水上抛填和理坡，扭王字块的安装；西堤主要是水上抛填；南护堤压脚棱体抛理；取水矶头护堤胸墙混凝土浇筑，安装扭王字块；取水明渠内挖泥。此项工程会促使泥、沙与海水混合，增加了水中悬浮物质的含量，而且细小微粒会随海水的运动而迁移，对附近海域海水水质产生一定的影响。从调查数据可知，可能有受到施工的影响是悬浮物含量大大增加，其含量基本是小潮期的 4 倍左右。

总体而言，无机氮及活性磷酸盐含量基本呈现出由西部海域向东部海域逐渐递减的趋势，兴化湾西部海域海水水质较差，可能与秋芦溪及木兰溪入海污染及高密度水产养殖有关。对照本底调查情况，该监测海区水质环境质量并无明显波动，由此可见该项目施工期对附近海域的水质状况未造成明显影响。

b）沉积物质量

评价海域执行《海洋沉积物质量》GB 18668-2002 第二类沉积物标准，总的来说，兴化湾潮下带沉积物质量良好，除个别测站的铜、锌、硫化物含量超出海洋沉积物质量一类标准外，其余各站的监测要素均符合国家海洋沉积物一类标准。铜、锌含量超标，与海洋沉积物环境背景值较高有关。因此工程施工未对海域沉积物质量造成明显影响。

c）海洋生物质量

评价海域执行《海洋生物质量》GB 18421-2001 第二类生物质量标准。监测期间共采集到藻类（5 个）、贝类（8 个）、鱼类（8 个）和甲壳类（5 个）等样品 26 个，四个航次的监测结果表明，贝类中的牡蛎个别项目超出《海洋生物质量》GB 18421-2001 第二类生物质量标准，其中前三个航次超标因子是铜、锌和石油烃，第四个航次超标因子是铜、锌、铬，这些因子含量符合《海洋生物质量》GB 18421-2001 第三类生物质量标准；贝类中的

菲律宾蛤仔在第一个航次测得的石油烃含量超出《海洋生物质量》GB 18421-2001 第二类生物质量标准，符合《海洋生物质量》GB 18421-2001 第三类生物质量标准；贝类中的荔枝螺在第三个航次测得镉、汞含量超出《海洋生物质量》GB 18421-2001 第二类生物质量标准，符合《海洋生物质量》GB 18421-2001 第三类生物质量标准。

2006 年“零点”调查中鱼、虾、贝、藻类样品中铜的含量均符合《海洋生物质量》GB 18421-2001 第一类生物质量标准，铅、锌、砷、镉在生物体样品中均存在不同程度超过《海洋生物质量》GB 18421-2001 第一类生物质量标准的现象。与 2006 年“零点”调查结果相比，施工期间监测海域生物质量总体上略有下降。

d）水生生物

叶绿素 a：2008～2012 年施工期间第一年～第四年厂址附近海域大面监测站监测的叶绿素 a 浓度平均值分别为 0.927μg/L、0.947μg/L、1.900μg/L、1.542μg/L，表现为逐年升高趋势。2006 年厂址附近海域海洋生物及其生态环境“零点”调查中叶绿素 a 浓度平均值为 3.201μg/L。与 2006 年“零点”调查结果相比，施工期间厂址附近海域叶绿素 a 浓度略有下降，表明海工施工期间由于厂址附近海域悬浮物增加影响了叶绿素 a 的光合作用，使得叶绿素 a 浓度略有下降。从 2008～2012 年的监测结果可以看出，随着大规模炸礁、挖泥、爆破等施工活动的结束，从 2010 年开始，叶绿素 a 平均浓度有所增高。

浮游植物：2011 年秋季开展的厂址附近海域施工期间浮游植物调查中共记录 3 门 52 种，以硅藻门为主。2006 年“零点”调查中，秋季共记录浮游植物 6 门 141 种，以硅藻门为主。与 2006 年“零点”调查的秋季结果相比，2011 年秋季施工期间厂址附近海域浮游植物种类有所减少，表明海工施工时悬浮物的增加影响了浮游植物的光合作用，对浮游植物略有影响。

浮游动物：2011 年秋季开展的厂址附近海域施工期间浮游动物调查中共记录 32 种，以桡足类为主。2006 年“零点”调查中，秋季共记录浮游动物 71 种，以桡足类为主。与 2006 年“零点”调查的秋季结果相比，2011 年秋季施工期间厂址附近海域浮游动物种类有所减少，表明海工施工对厂址附近海域浮游动物造成一定影响，但这种影响相对较小。

潮间带生物：2011 年秋季开展的厂址附近海域施工期间潮间带生物调查中共记录 125 种，2006 年“零点”调查中秋季共记录潮间带生物 82 种。与 2006 年“零点”调查的秋季结果相比，施工对厂址附近海域潮间带生物几乎没有影响。

底栖生物：施工期间 2009 年、2010 年、2011 年厂址附近海域底栖生物分别鉴定出 49 种、62 种、77 种，分别以多毛类动物、软体动物、多毛类动物为主；平均生物量分别为 13.23g/m^2、39.69g/m^2、151.82g/m^2；平均栖息密度分别为 248.3 个/m^2、132.5 个/m^2、

202.7 个/m^2。2006 年“零点”调查中底栖生物秋季共鉴定出 87 种，以软体动物为主；平均生物量为 79.86 g/ m^2；平均栖息密度为 154 个/ m^2。与 2006 年“零点”调查结果相比，2009 年、2010 年施工期间厂址附近海域底栖生物种类、栖息密度均有所下降，表明海工施工期间对厂址附近海域底栖生物造成一定影响，随着大规模炸礁、挖泥、爆破等施工活动的结束，2011 年底栖生物种类、生物量、栖息密度等指标都有改善。

5.3 水土保持

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持技术规范》等相关法律法规，在工程施工期间采取了行之有效的水保措施和水保监测，通过对项目区水土流失的成因、数量、强度、影响范围及水土保持措施实施进度及效果的监测和分析，及时掌握建设项目进程和项目区水土流失状况，并通过设计、施工和工程监理单位对水土保持方案的实施做出必要的补充、调整，及时加以控制，使水土保持防治方案切实得到落实；从项目实施至今，项目区生态环境逐步得到恢复，新增水土流失降低到最小。

5.3.1 水土保持措施

工程建设造成的水土流失主要发生在施工期， 开挖裸露面是水土流失的重点区域。因此对因工程建设而引发水土流失的区域，必须采取行之有效的水土保持措施。

施工期间采取的水保措施包括工程措施、植物措施和临时措施。

工程措施主要包括表土剥离、土地整治、弃土场拦渣坝、排水沟、沉沙池、护岸工程、防波堤工程、防排洪工程及边坡工程等。

植物措施布设范围包括厂区、施工生活区、路基边坡和输水管线的植被恢复等，植物措施有乔木、灌木及植草。

临时措施包括施工期的临时排水、临时堆土防护两部分。临时排水主要是把施工期的雨水及施工废水有组织的收集和排放，排水沟沿施工道路两侧布设，采用土工布铺设，施工结束后，回收土工布，填筑排水沟，每条排水沟出口处设置临时沉沙池使雨水在池中流速减缓、泥沙沉淀；临时堆土防护主要是对施工过程中不断发生的挖填施工而设置的临时堆土场，具体措施为在雨季或暴雨前在堆放区的四周设置防护墙，防护墙使用装有土石渣的草袋堆筑，风季和雨季时在堆料场顶部覆盖编织布，以防止因风蚀和水蚀而导致的水土流失，施工结束后，对临时堆放场地及时进行清理，拆除并回收草袋和编织布，避免被埋入土中，污染土壤。

以上措施在施工期对水土保持起到了重要作用，符合水土保持思路，符合水土保持要求。

5.3.2 水土保持监测内容

水土保持监测内容包括主体工程建设扰动、破坏地表和植被面积的监测、弃土弃渣监测、土壤流失量监测、水土流失防治措施实施情况及防治效果监测。

5.3.3 水土保持监测结果

1）主体工程建设扰动、破坏地表和植被面积的监测

主体工程建设扰动、破坏地表和植被面积的过程是一个动态过程，对该项内容的监测

主要是对不同区域的一些大的开挖面、堆垫面的监测。

截止 2013 年 6 月底，经过现场踏勘调查结合 GPS 测量，发现项目工程各监测分区水土流失防治责任范围与水土保持方案报告书相比均发生了一定的变化，详见表 5.3-1。

截止 2013 年 6 月底，项目工程各监测分区土建诸项业已全部开工，新增地表扰动面积主要分部在厂区，输水管线、输电线路、厂外道路。该项目工程因工程建设扰动的地表面积累计为 242.19hm^2，详细情况见表 5.3-2。

2）弃土弃渣监测

弃土弃渣包括施工过程中的临时堆土和永久弃渣，主要监测弃土、弃渣量；弃土弃渣堆放情况（堆放面积、堆渣高度、坡度等）、防护措施的种类、数量及拦渣效果。

水保监测按分区共有厂区、施工生活区、厂外道路区、输电线路区、输水管线区及水源区。截止 2013 年 6 月施工生活区、厂外道路区、输电线路区、输水管线区及水源区已经施工完毕。

施工生活区各项防护措施及植物措施施工已完成，均满足各项水保要求，区域内绿化成活率良好。

厂外道路区各项防护措施施工已完成，区域内防护林成活率良好。目前，道路两侧各水保责任区均修建了防护栏，以保护区域内植物措施。

输电线路整个实施过程中各项临时拦挡措施都及时跟进。目前，各塔基占地区在进行土地平整后已复耕。

输水线路的施工遵循边开挖，边预埋管道，马上回填的施工方法，来减少表土的堆积时间，有效的防止了区域内水土流失；施工区域内占地已经完成土地复耕工作或已形成天然草皮。

水库内植物措施施工现已全部完成，各项措施的施工均满足各项水保要求，苗木成活率良好。

福清核电无自己的永久弃土场，业主委托当地相关部门负责弃土的外运和堆置，现场设有临时堆场，包括表土剥离的临时堆放和建筑骨料的临时堆放。

厂区及施工生活区剥离的表土已集中堆放。表土剥离堆放地点有两处，厂区气象站后堆场及北护岸堆场。厂区气象站后堆场堆高约 10m，面积约 12000m^2，坡度约 60^o，堆积区左侧顶面被苗木覆盖，左侧坡面形成天然草皮，右侧坡面工程防护措施已基本实施完毕，准备进行植物措施施工；北护岸堆场采用坡面细目网掩盖防护，坡脚草袋土拦挡防护的临时防护措施，覆盖面积约 18400m^2，堆积草袋土越 300 m^3。目前无水土二次流失现象发生。

建筑骨料的临时堆场是动态的，无水土流失现象发生。

3）土壤流失量监测

土壤流失量监测包括地表扰动动态监测和不同扰动类型侵蚀强度监测。

应用标桩法监测福清核电工程 2010 年第一季度至 2013 年第二季度不同地形条件下扰动后土壤侵蚀量，根据不同地形面积加权计算各区域不同时间点的土壤侵蚀模数，监测成果、调查成果详见表 5.3-3～24。

5.3.4 水土流失防治效果监测

5.3.4.1 水土流失防治措施完成情况

水土流失防治措施包括水土保持工程措施和植物措施。截止 2013 年 6 月底，福清核电一期工程水土流失防治措施完成情况是：

- 厂区: 土石方工程累计完成约 1787.5 万 m^3,植草约 24211m^2，苗木种植约 908 棵。
- 施工生活区:土石方工程累计完成约 175.67 万 m^3，表土剥离约 50000m^3，植草约 41880m^2，苗木种植约 4025 棵，边坡防护约 2233.2m^3。
- 场外道路区:表土剥离约 43600m^3，浆砌石排水沟 16980m，浆砌石护坡 29146m^3，浆砌石挡墙 4164m^3 临时围挡（袋装土）4560m^3，植草 43000m^2，栽植乔木 10373 棵。
- 应急道路区:共计完成土石方开挖 85044m^3，土石方回填 173114m^3, 排水沟 4939m，浆砌石护坡 7470m^3，临时围堰、排水沟等 1171m。
- 输水管线区及水源区：完成浆砌石排水沟 5800m，临时围挡（袋装土）2000m^3，植草 13000m^2，栽植乔木 370 棵。

5.3.4.2 水土流失防治措施防护效果分析

水土流失防治效果主要分析工程措施和植物措施的防护效果。工程措施（包括临时防护措施）主要监测实施数量、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果。林草措施主要监测不同阶段林草种植面积、成活率、生长情况及覆盖度。

截止 2013 年 6 月底，福建福清核电一期工程建设单位非常重视水土保持工作，工程建设中聘请了专业的水土保持监理公司，对工程建设过程实施水保监理，应用现代化管理手段，科学安排施工时序，规范化管理，在布设水土保持工程措施和临时防护措施过程中，实施严格的质量控制，收到了较好的效果。

在施工过程中，及时的对临时堆土采取拦挡苫盖措施，输水管线采取边开挖、边下沟、边回填、边耕种的措施，加快植被恢复速度和减少了雨季发生严重水土流失的可能性。输电线路区实施完毕后进行了清理平整，场外道路区布设了排水沟和对两侧边坡及时采取了

网格植草护坡工程，种植乔木作为护路林，大大减少了水土流失，防护效果明显。

项目区水保措施的布设、防护情况见图 5.3-1～24。

5.3.5 水土保持工作建议

一期工程土建施工已进入尾声，应总结前期水保工作经验，继续重视水土保持工作，避免随意扩大扰动面积；对临时堆渣和零星弃土加强管理；加大监督力度，必须在指定地点弃渣，不得向外坡倾倒，避免残渣随降雨径流流入河海。

在后续施工中，监测重点：

1）继续监测工程扰动地表面积的动态变化情况，注意各种扰动类型的转化。

2）以临时堆土场水土流失监测和防护为重点。对主体工程中有水土保持功能的措施种类、量，如截、排水沟、挡墙、护坡护岸等以及水土保持方案中设计的水土保持措施的进度和完成情况进行监测，对正在施工中的开挖面及临时堆渣，监测临时防护措施的布设情况。关注已实施水土保持治理措施的完好程度和防护效果。

3）加强对各个防治分区的土壤侵蚀强度监测和侵蚀量监测。

表 5.1-1 2009~2011 年度测点位置

编号	测点名称	测点方位	监测项目
1	靠原中海搅拌站方向	N25°27′11.6″,E119°26′53.6″	颗粒物、建筑场界噪声
2	靠综合办公楼界外	N25°27′7.3″,E119°27′1.8″	颗粒物、建筑场界噪声
3	东林村	N25°27′22.6″,E119°26′54.7″	TSP、PM_{10}、敏感点噪声
4	前薛村南	N 25°27′10.1″, E 119°27′8.2″	敏感点噪声

表 5.1-2 2012~2013 年度大气监测测点位置

编号	测点名称	与厂址中心方位		监测点描述
		方向	距离	
1	大件码头路口	W	1.02	无组织排放源监控点
2	场界南	S	0.95	
3	综合办公楼界外	NE	1.56	无组织排放源监控点 厂区内敏感区域（办公楼）
4	东林村	NNE	1.80	厂址附近敏感区
5	前薛村南	NNE	2.03	厂址附近敏感区
6	中海搅拌站	ENE	3.11	厂址附近污染源
7	石料加工厂	ENE	4.20	厂址附近污染源

表 5.1-3 2012~2013 年度噪声监测测点位置

编号	测点名称	测点方位	监测点描述
1	场界东	N25°26′47.8″,E 119°27′11.5″	场界噪声
2	场界南	N 25°26′01.3″,E 119°26′07.3″	场界噪声
3	场界西	N 25°26′13.3″,E 119°25′56.0″	场界噪声
4	场界北	N25°27′06.9″,E 119°26′52.8″	场界噪声
5	综合办公楼界外	N 25°27′03.5″,E 119°27′06.7″	场界内敏感目标
6	3、4 号机组中心	N25°26′10.8″,E 119°26′14.4″	噪声源
7	1、2 号机组中心	N 25°26′24.2″,E 119°26′31.3″	噪声源
8	搅拌站	N 25°26′53.1″,E 119°27′02.3″	噪声源
9	碎石厂	N 25°26′30.9″,E 119°26′45.0″	噪声源
10	钢结构加工车间	N 25°26′17.4″,E 119°26′28.8″	噪声源
11	大件码头	N 25°26′01.3″,E 119°26′07.3″	噪声源
12	前薛村南	N 25°27′22.2″,E 119°26′58.1″	敏感目标
13	前薛小学	N 25°27′28.2″,E 119°27′01.1″	敏感目标
14	东林村	N 25°27′13.3″,E 119°27′07.2″	敏感目标
15	楼前村	N 25°28′07.6″,E 119°26′54.6″	敏感目标
16	楼前小学	N 25°27′28.2″,E 119°27′01.1″	敏感目标
17	核电大道 1	N 25°28′24.0″,E 119°27′36.8″	交通噪声源
18	核电大道 2	N 25°27′36.5″,E 119°27′24.4″	交通噪声源
19	中海搅拌站	N 25°27′38.9″,E 119°27′27.8″	噪声源
20	风力发电塔	N 25°28′11.2″,E 119°27′42.0″	噪声源

表 5.1-4 2009 年敏感点（东林村）TSP、PM_{10} 监测结果

监测日期	监测项目	监测结果 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
2009.9.1	PM_{10}	0.02	0.15	东北风
	TSP	0.05	0.30	
2009.9.2	PM_{10}	0.03	0.15	东北风
	TSP	0.06	0.30	
2009.9.3	PM_{10}	0.02	0.15	东北风
	TSP	0.07	0.30	
2009.11.17	PM_{10}	0.004	0.15	东北风
	TSP	0.02	0.30	
2009.11.18	PM_{10}	0.007	0.15	东北风
	TSP	0.01	0.30	
2009.11.19	PM_{10}	0.01	0.15	东北风
	TSP	0.02	0.30	

表 5.1-5 2010 年敏感点（东林村）TSP、PM_{10} 监测结果

监测日期	监测项目	监测结果 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
2010.1.19	PM_{10}	0.08	0.15	西北风
	TSP	0.13	0.30	
2010.1.20	PM_{10}	0.12	0.15	西北风
	TSP	0.22	0.30	
2010.1.21	PM_{10}	0.03	0.15	东北风
	TSP	0.05	0.30	
2010.5.4	PM_{10}	0.09	0.15	东北风
	TSP	0.12	0.30	
2010.5.5	PM_{10}	0.07	0.15	南风
	TSP	0.09	0.30	
2010.5.6	PM_{10}	0.06	0.15	南风
	TSP	0.14	0.30	
2010.7.20	PM_{10}	0.06	0.15	东南风
	TSP	0.10	0.30	
2010.7.21	PM_{10}	0.05	0.15	东南风
	TSP	0.08	0.30	
2010.7.22	PM_{10}	0.02	0.15	东南风
	TSP	0.02	0.30	
2010.10.19	PM_{10}	0.07	0.15	北风
	TSP	0.04	0.30	
2010.10.20	PM_{10}	0.06	0.15	北风
	TSP	0.05	0.30	
2010.10.21	PM_{10}	0.04	0.15	北风
	TSP	0.06	0.30	

表 5.1-6 2011 年敏感点（东林村）TSP、PM_{10} 监测结果

监测日期	监测项目	监测结果 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
2011.1.11	PM_{10}	0.11	0.15	东北风
	TSP	0.12	0.30	
2011.1.12	PM_{10}	0.08	0.15	东北风
	TSP	0.09	0.30	
2011.1.13	PM_{10}	0.12	0.15	东北风
	TSP	0.12	0.30	
2011.5.17	PM_{10}	0.08	0.15	东南风
	TSP	0.08	0.30	
2011.5.18	PM_{10}	0.02	0.15	东南风
	TSP	0.06	0.30	
2011.5.19	PM_{10}	0.04	0.15	东南风
	TSP	0.06	0.30	
2011.7.26	PM_{10}	0.07	0.15	南风
	TSP	0.12	0.30	
2011.7.27	PM_{10}	0.06	0.15	南风
	TSP	0.12	0.30	
2011.7.28	PM_{10}	0.06	0.15	南风
	TSP	0.09	0.30	
2011.10.25	PM_{10}	0.05	0.15	东北风
	TSP	0.10	0.30	
2011.10.26	PM_{10}	0.05	0.15	北风
	TSP	0.07	0.30	
2011.10.27	PM_{10}	0.04	0.15	西北风
	TSP	0.09	0.30	

表 5.1-7 2009 年厂界监控点位颗粒物监测结果

监测日期	点位	第一次 mg/m^3	第二次 mg/m^3	第三次 mg/m^3	第四次 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
2009.9.1	1#原中海搅拌站	0.11	0.08	0.11	0.11	1.0	东北风
2009.9.2		0.08	0.09	0.13	0.13		东北风
2009.9.3		0.09	0.15	0.17	0.15		东北风
2009.9.1	2#靠综合办公楼界外	0.31	0.88	2.12	1.85		东北风
2009.9.2		0.97	2.10	1.50	0.60		东北风
2009.9.3		0.50	0.82	0.27	0.25		东北风
2009.11.17	1#原中海搅拌站	0.02	0.04	0.02	0.04		东北风
2009.11.18		0.02	0.02	0.02	0.02		东北风
2009.11.19		0.04	0.02	0.02	0.02		东北风
2009.11.17	2#靠综合办公楼界外	0.02	0.04	0.05	0.05		东北风
2009.11.18		0.04	0.07	0.02	0.07		东北风
2009.11.19		0.07	0.02	0.02	0.04		东北风

表 5.1-8 2010 年厂界监控点位颗粒物监测结果

监测点位	监测日期	第一次 mg/m^3	第二次 mg/m^3	第三次 mg/m^3	第四次 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
1#靠原中海搅拌站界外	2010.1.19	0.22	0.17	0.15	0.13	1.0	西北风
	2010.1.20	0.16	0.20	0.13	0.15		西北风
	2010.1.21	0.24	0.31	0.43	0.31		东北风
2#靠综合办公楼界外	2010.1.19	0.39	0.34	0.35	0.32		西北风
	2010.1.20	0.40	0.33	0.46	0.27		西北风
	2010.1.21	0.81	0.77	0.86	0.73		东北风
1#靠原中海搅拌站界外	2010.5.4	0.04	0.09	0.04	0.06		东北风
	2010.5.5	0.46	0.61	0.35	0.15		南风
	2010.5.6	0.22	0.11	0.09	0.09		南风
2#靠综合办公楼界外	2010.5.4	2.32	1.56	0.22	2.77		东北风
	2010.5.5	0.22	1.24	0.20	0.10		南风
	2010.5.6	0.94	0.07	0.35	1.06		南风
1#靠原中海搅拌站界外	2010.7.20	0.29	0.11	0.31	0.28		东南风
	2010.7.21	0.21	0.16	0.19	0.10		东南风
	2010.7.22	0.11	0.15	0.13	0.19		东南风
2#靠综合办公楼界外	2010.7.20	0.16	0.12	0.15	0.10		东南风
	2010.7.21	0.19	0.10	0.12	0.10		东南风
	2010.7.22	0.15	0.48	0.42	1.24		东南风
1#靠原中海搅	2010.10.19	0.18	0.18	0.19	0.14		北风
	2010.10.20	0.05	0.21	0.26	0.19		北风

拌站界外	2010.10.21	0.14	0.07	0.09	0.40		北风
2#靠综合办公楼界外	2010.10.19	0.38	0.48	0.44	0.42		北风
	2010.10.20	0.53	1.36	0.68	0.42		北风
	2010.10.21	1.27	0.07	0.56	0.71		北风

表 5.1-9 2011 年厂界监控点位颗粒物监测结果

测日期	点位	第一次 mg/m^3	第二次 mg/m^3	第三次 mg/m^3	第四次 mg/m^3	执行标准 mg/m^3	主导风向
2011.1.11	1#原中海搅拌站	0.12	0.086	0.16	0.10		东北风
2011.1.12		0.17	0.14	0.15	0.15		东北风
2011.1.13		0.12	0.053	0.10	0.11		东北风
2011.1.11	2#靠综合办公楼界外	0.086	0.10	0.052	0.086		东北风
2011.1.12		0.069	0.11	0.087	0.069		东北风
2011.1.13		0.070	0.070	0.053	0.070		东北风
2011.5.17	1#原中海搅拌站	0.04	0.06	0.07	0.04		东南风
2011.5.18		0.04	0.04	0.06	0.06		东南风
2011.5.19		0.04	0.11	0.04	0.06		东南风
2011.5.17	2#靠综合办公楼界外	0.07	0.06	0.06	0.04		东南风
2011.5.18		0.04	0.06	0.06	0.07		东南风
2011.5.19		0.29	0.33	0.10	0.10		东南风
2011.7.26	1#原中海搅拌站	<0.001	<0.001	0.10	0.18		南风
2011.7.27		0.06	0.18	0.21	0.16		南风
2011.7.28		0.14	0.12	0.08	<0.001		南风
2011.7.26	2#靠综合办公楼界外	0.10	<0.001	0.29	0.08		南风
2011.7.27		0.08	0.16	0.06	0.08		南风
2011.7.28		<0.001	0.02	<0.001	0.22		南风
2011.10.25	1#原	0.072	0.090	0.090	0.092		东北风

1.0

2011.10.26	中海搅拌站	0.074	0.109	0.073	0.072		北风
2011.10.27		0.092	0.073	0.092	0.091		西北风
2011.10.25	2#靠综合办公楼界外	0.448	0.574	0.323	0.795		东北风
2011.10.26		0.599	0.399	0.435	0.528		北风
2011.10.27		0.568	0.513	0.712	0.402		西北风

表 5.1-10 2009 年敏感点噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准标准值
		Leq	Lmax	Lmin		
9.1 昼间	3# 东林村	46.8	59.2	39.9	-----	昼间≤55dB
	4# 前薛村南	45.8	58.7	41.2	-----	
9.2 昼间	3# 东林村	48.5	60.6	40.1	-----	
	4# 前薛村南	44.6	52.7	41.0	-----	
9.1 夜间	3# 东林村	44.3	57.6	37.8	-----	夜间≤45dB
	4# 前薛村南	43.4	50.4	38.9	-----	
9.2 夜间	3# 东林村	39.4	53.9	33.9	-----	
	4# 前薛村南	44.1	55.5	36.9	-----	
11.17 昼间	3# 东林村	51.5	63.5	44.2	-----	昼间≤55dB
	4# 前薛村南	46.7	59.8	42.4	-----	
11.18 昼间	3# 东林村	48.2	63.3	43.3	-----	
	4# 前薛村南	45.4	53.5	42.5	-----	
11.17 夜间	3# 东林村	42.6	55.2	34.0	-----	夜间≤45dB
	4# 前薛村南	37.3	51.4	32.5	-----	
11.18 夜间	3# 东林村	39.7	51.6	36.6	-----	
	4# 前薛村南	44.2	57.3	38.2	-----	

表 5.1-11 2010 年敏感点噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准标准值
		Leq	Lmax	Lmin		
2010.1.19 昼间	3# 东林村	52.9	67.2	44.2	-----	昼间≤55dB
	4# 前薛村南	47.6	60.6	42.1	-----	
2010.1.20 昼间	3# 东林村	55.8	76.2	47.9	-----	
	4# 前薛村南	46.7	58.2	41.8	-----	
2010.1.19 夜间	3# 东林村	37.4	44.9	32.6	-----	夜间≤45dB
	4# 前薛村南	35.8	49.1	35.1	-----	
2010.1.20 夜间	3# 东林村	43.4	47.2	41.2	-----	
	4# 前薛村南	42.1	45.2	40.3	-----	
2010.5.4 昼间	3# 东林村	51.3	59.7	48.6	-----	昼间≤55dB
	4# 前薛村南	52.7	62.9	47.2	-----	
2010.5.5 昼间	3# 东林村	53.8	61.8	49.8	-----	
	4# 前薛村南	54.5	59.2	49.0	-----	
2010.5.4 夜间	3# 东林村	41.9	51.6	37.9	-----	夜间≤45dB
	4# 前薛村南	44.8	52.5	40.4	-----	
2010.5.5 夜间	3# 东林村	40.1	48.9	36.0	-----	
	4# 前薛村南	43.3	51.4	39.2	-----	
2010.7.20 昼间	3# 东林村	57.4	64.1	-----	-----	昼间≤55dB
	3#停止施工时噪声	57.0	63.2	-----	村民生活噪声，虫鸣声	
	4# 前薛村南	54.5	61.0	------	-----	
2010.7.21 昼间	3# 东林村	58.5	64.6	-----	-----	
	3#停止施工时噪声	57.9	65.0	-----	村民生活噪声，虫鸣声	
	4# 前薛村南	54.8	63.4	------	-----	
2010.7.20	3# 东林村	44.1	50.7	-----	-----	夜间≤45dB

夜间	3#停止施工时噪声	48.2	56.8	-----	村民生活噪声，虫鸣声	
	4# 前薛村南	49.0	58.2	-----	-----	
2010.7.21 夜间	3# 东林村	44.8	52.6	-----	-----	
	4# 前薛村南	48.1	56.9	-----	-----	
	4#停止施工时噪声	47.4	57.6	-----	村民生活噪声，虫鸣声	
2010.10.19 昼间	3# 东林村	54.5	63.6	-----	-----	昼间≤55dB
	4# 前薛村南	51.8	59.4	-----	-----	
2010.10.20 昼间	3# 东林村	53.5	54.5	-----	-----	
	4# 前薛村南	51.1	52.9	-----	-----	
2010.10.19 夜间	3# 东林村	44.7	62.1	-----	-----	夜间≤45dB
	4# 前薛村南	44.5	59.6	-----	-----	
2010.10.20 夜间	3# 东林村	43.8	53.4	-----	-----	
	4# 前薛村南	44.1	54.0	-----	-----	

表 5.1-12 2011 年敏感点噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准标准值
		Leq	*Lmax*	*Lmin*		
2011.1.11 昼间	3# 东林村	51.6	63.9	-----	-----	昼间 ≤55dB
	4# 前薛村南	48.5	58.2	------	------	
2011.1.12 昼间	3# 东林村	50.5	60.6	-----	-----	
	4# 前薛村南	49.3	61.7	------	------	
2011.1.11 夜间	3# 东林村	42.2	53.4	-----	-----	夜间 ≤45dB
	4# 前薛村南	43.8	51.7	-----	-----	
2011.1.12 夜间	3# 东林村	40.5	50.7	-----	-----	
	4# 前薛村南	42.6	49.2	-----	-----	
2011.5.17 昼间	3# 东林村	50.9	60.8	-----	-----	昼间 ≤55dB
	4# 前薛村南	49.8	60.7	------	------	
2011.5.18 昼间	3# 东林村	51.4	62.3	-----	-----	
	4# 前薛村南	48.9	58.7	------	------	
2011.5.17 夜间	3# 东林村	40.9	50.5	-----	-----	夜间 ≤45dB
	4# 前薛村南	42.9	49.0	-----	-----	
2011.5.18 夜间	3# 东林村	42.1	53.0	-----	-----	
	4# 前薛村南	43.5	50.7	-----	-----	
2011.7.26 昼间	3# 东林村	52.3	60.4	50.2	-----	昼间 ≤55dB
	4# 前薛村南	50.8	58.2	48.4	------	
2011.7.27 昼间	3# 东林村	54.7	57.4	50.9	-----	
	4# 前薛村南	53.8	59.9	51.6	------	
2011.7.26 夜间	3# 东林村	43.6	47.8	40.2	-----	夜间 ≤45dB
	4# 前薛村南	42.8	46.6	40.3	-----	
2011.7.27	3# 东林村	44.1	48.8	42.0	-----	

夜间	4# 前薛村南	43.8	49.2	40.5	-----	
2011.10.25 昼间	3# 东林村	51.8	60.4	-----	-----	昼间 ≤55dB
	4# 前薛村南	52.5	63.3	------	------	
2011.10.26 昼间	3# 东林村	53.7	60.8	-----	-----	
	4# 前薛村南	53.2	64.5	------	------	
2011.10.25 夜间	3# 东林村	43.0	56.9	-----	-----	夜间 ≤45dB
	4# 前薛村南	43.9	55.6	-----	-----	
2011.10.26 夜间	3# 东林村	43.5	54.1	-----	-----	
	4# 前薛村南	44.3	57.8	-----	-----	

表 5.1-13 2009 年建筑施工场界噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准限值
		Leq	Lmax	Lmin		
9.1 昼间	1# 中海搅拌站	72.4	79.3	66.8	土石方阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	69.0	88.3	55.9	土石方阶段	
9.2 昼间	1# 中海搅拌站	59.0	69.5	55.4	土石方阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	67.7	82.3	52.1	土石方阶段	
9.1 夜间	1# 中海搅拌站	45.4	53.7	41.1	土石方阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	52.2	72.2	38.5	土石方阶段	
9.2 夜间	1# 中海搅拌站	47.3	55.2	41.8	土石方阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	51.2	68.1	38.2	土石方阶段	
11.17 昼间	1# 中海搅拌站	60.5	70.6	54.4	土石方阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	57.1	69.2	51.5	土石方阶段	
11.18 昼间	1# 中海搅拌站	61.8	73.7	56.0	土石方阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	55.7	74.1	50.2	土石方阶段	
11.17 夜间	1# 中海搅拌站	46.3	57.5	41.6	土石方阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	45.0	56.1	40.2	土石方阶段	
11.18 夜间	1# 中海搅拌站	44.9	59.4	38.5	土石方阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	43.7	57.9	36.8	土石方阶段	

表 5.1-14 2010 年建筑施工场界噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准限值
		Leq	Lmax	Lmin		
2010.1.9 昼间	1# 中海搅拌站	73.3	87.7	65.0	土石方和结构阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	55.3	65.1	46.9	土石方和结构阶段	
2010.1.20 昼间	1# 中海搅拌站	70.4	83.7	62.4	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	51.2	63.8	45.1	土石方和结构阶段	
2010.1.19 夜间	1# 中海搅拌站	41.5	50.2	35.0	土石方和结构阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	42.3	53.6	34.1	土石方和结构阶段	
2010.1.20 夜间	1# 中海搅拌站	46.8	53.5	41.5	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	44.8	55.6	41.0	土石方和结构阶段	
2010.5.4 昼间	1# 靠中海搅拌站界外 1m	66.0	71.2	60.3	土石方和结构阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	56.2	65.9	51.2	土石方和结构阶段	
2010.5.5 昼间	1# 中海搅拌站界外 1m	64.9	74.0	58.6	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外 1m	53.1	60.5	50.4	土石方和结构阶段	
2010.5.4 夜间	1# 中海搅拌站界外 1m	46.4	55.1	41.3	土石方和结构阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	38.0	45.3	34.8	土石方和结构阶段	
2010.5.5 夜间	1# 中海搅拌站界外 1m	43.9	51.5	39.6	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外 1m	39.2	47.4	35.1	土石方和结构阶段	
2010.7.20 昼间	1# 靠中海搅拌站界外 1m	66.7	72.1	-----	土石方和结构阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	55.6	59.5	-----	土石方和结构阶段	
2010.7.21 昼间	1# 中海搅拌站界外 1m	67.9	74.1	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外 1m	54.0	62.7	-----	土石方和结构阶段	
2010.7.20 夜间	1# 中海搅拌站界外 1m	45.5	55.0	-----	土石方和结构阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	48.4	55.9	-----	土石方和结构阶段	
2010.7.21	1# 中海搅拌站界外 1m	46.7	57.4	-----	土石方和结构阶段	

夜间	2# 靠综合办公楼界外 1m	47.5	54.8	-----	土石方和结构阶段	
2010.10.19 昼间	1# 靠中海搅拌站界外 1m	54.8	67.4	-----	土石方和结构阶段	昼间≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	52.7	63.1	-----	土石方和结构阶段	
2010.10.20 昼间	1# 中海搅拌站界外 1m	60.6	74.2	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外 1m	53.8	66.9	-----	土石方和结构阶段	
2010.10.19 夜间	1# 中海搅拌站界外 1m	44.0	50.6	-----	土石方和结构阶段	夜间≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外 1m	43.5	48.3	-----	土石方和结构阶段	
2010.10.20 夜间	1# 中海搅拌站界外 1m	42.6	55.2	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外 1m	43.0	51.7	-----	土石方和结构阶段	

表 5.1-15 2011 年建筑施工场界噪声监测结果

监测日期	测点名称	监测结果（dB）			备注	执行标准限值
		Leq	*Lmax*	*Lmin*		
2011.1.11 昼间	1# 靠中海搅拌站界外	58.1	68.8	-----	土石方和结构阶段	昼间 ≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	51.0	61.6	-----	土石方和结构阶段	
2011.1.12 昼间	1# 靠中海搅拌站界外	59.0	71.2	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	49.3	59.4	-----	土石方和结构阶段	
2011.1.11 夜间	1# 靠中海搅拌站界外	44.8	53.6	-----	土石方和结构阶段	夜间 ≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	40.7	49.8	-----	土石方和结构阶段	
2011.1.12 夜间	1# 靠中海搅拌站界外	46.6	57.0	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	41.9	51.4	-----	土石方和结构阶段	
2011.5.17 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	59.1	70.1	-----	土石方和结构阶段	昼间 ≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	49.5	59.0	-----	土石方和结构阶段	
2011.5.18 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	57.9	68.7	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	50.8	61.5	-----	土石方和结构阶段	
2011.5.17 夜间	1# 靠原中海搅拌站界外	44.6	56.3	-----	土石方和结构阶段	夜间 ≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	41.9	51.3	-----	土石方和结构阶段	
2011.5.18 夜间	1# 靠原中海搅拌站界外	44.7	53.4	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	40.9	49.8	-----	土石方和结构阶段	
2011.7.26 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	57.8	65.7	54.0	土石方和结构阶段	昼间 ≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	52.1	58.9	50.1	土石方和结构阶段	
2011.7.27 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	59.2	64.9	55.7	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	54.8	58.7	52.2	土石方和结构阶段	
2011.7.26 夜间	1# 靠原中海搅拌站界外	42.7	48.6	39.8	土石方和结构阶段	夜间 ≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	41.8	46.7	38.9	土石方和结构阶段	
2011.7.27	1# 靠原中海搅拌站界外	46.7	52.4	42.3	土石方和结构阶段	

夜间	2# 靠综合办公楼界外	45.6	49.8	42.1	土石方和结构阶段	
2011.10.25 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	48.5	57.1	-----	土石方和结构阶段	昼间 ≤75dB
	2# 靠综合办公楼界外	52.7	59.8	-----	土石方和结构阶段	
2011.10.26 昼间	1# 靠原中海搅拌站界外	50.8	60.4	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	54.6	61.9	-----	土石方和结构阶段	
2011.10.25 夜间	1# 靠原中海搅拌站界外	46.4	56.5	-----	土石方和结构阶段	夜间 ≤55dB
	2# 靠综合办公楼界外	49.1	59.2	-----	土石方和结构阶段	
2011.10.26 夜间	1# 靠原中海搅拌站界外	45.3	54.7	-----	土石方和结构阶段	
	2# 靠综合办公楼界外	48.2	60.3	-----	土石方和结构阶段	

表 5.1-16 无组织排放源 SO_2 最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
1#大件码头		0.012	0.014	0.014	0.014
2#场界南		0.016	0.017	0.016	0.015
3#综合办公楼外		0.012	0.014	0.011	0.012

表 5.1-17 无组织排放源 NO_x 最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
1#大件码头		0.032	0.034	0.034	0.038
2#场界南		0.036	0.042	0.037	0.041
3#综合办公楼外		0.028	0.029	0.028	0.034

表 5.1-18 无组织排放源颗粒物最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
1#大件码头		0.275	0.255	0.195	0.182
2#场界南		0.481	0.503	0.334	0.241
3#综合办公楼外	0.13	0.145	0.113	0.106	0.106

表 5.1-19 厂区外监测点 SO_2 最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.038	0.012	0.013	0.012	0.013
5#前薛村南		0.014	0.013	0.012	0.011
6#中海搅拌站		0.014	0.017	0.014	0.014
7#石料厂		0.013	0.016	0.014	0.013

表 5.1-20 厂区外监测点 SO_2 最大日均浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.034	0.007	0.010	0.009	0.009
5#前薛村南		0.009	0.010	0.009	0.009
6#中海搅拌站		0.009	0.013	0.011	0.010
7#石料厂		0.008	0.012	0.011	0.010

表 5.1-21 厂区外监测点 NO_2 最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.044	0.028	0.030	0.026	0.028
5#前薛村南		0.028	0.028	0.027	0.030
6#中海搅拌站		0.031	0.036	0.031	0.031
7#石料厂		0.030	0.035	0.033	0.032

表 5.1-22 厂区外监测点 NO_2 最大日均浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.030	0.020	0.023	0.019	0.023
5#前薛村南		0.021	0.022	0.020	0.021
6#中海搅拌站		0.022	0.026	0.022	0.024
7#石料厂		0.021	0.025	0.023	0.023

表 5.1-23 厂区外监测点 CO 最大小时浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	<0.3	0.6	0.6	0.6	0.9
5#前薛村南		0.6	0.6	0.6	0.9
6#中海搅拌站		0.7	0.7	0.7	0.9
7#石料厂		0.7	0.8	0.8	0.9

表 5.1-24 厂区外监测点 CO 最大日均浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村		0.5	0.5	0.5	0.8
5#前薛村南		0.5	0.5	0.5	0.8
6#中海搅拌站		0.6	0.6	0.6	0.8
7#石料厂		0.6	0.7	0.6	0.8

表 5.1-25 厂区外监测点 PM_{10} 最大日均浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.05	0.052	0.051	0.049	0.066
5#前薛村南		0.059	0.063	0.054	0.059
6#中海搅拌站		0.064	0.091	0.071	0.079
7#石料厂		0.081	0.105	0.078	0.070

表 5.1-26 厂区外监测点 TSP 最大日均浓度统计分析表

采样点位	2012 年 5 月（mg/m^3）	2012 年 9 月（mg/m^3）	2012 年 12 月（mg/m^3）	2013 年 3 月（mg/m^3）	2013 年 6 月（mg/m^3）
4#东林村	0.07	0.078	0.078	0.074	0.108
5#前薛村南		0.090	0.091	0.075	0.094
6#中海搅拌站	0.18	0.108	0.125	0.105	0.139
7#石料厂		0.124	0.145	0.116	0.126

表 5.1-27 2012 年福清核电厂厂区内噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果		本底值		统计结果	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
1	厂界东	2012.09	61.7	49.8	/	/	59.2	50.7
		2012.12	52.6	51.5				
2	厂界南	2012.09	58.6	52.4	/	/	55.9	49.7
		2012.12	47.9	41.2				
3	厂界西	2012.09	49.8	48.0	/	/	56.2	48.8
		2012.12	58.7	49.5				
4	厂界北	2012.09	54.5	51.8	49.2	43.1	51.7	48.3
		2012.12	52.6	42.3				
5	综合办公楼界外	2012.05	51.5	42.0	/	/	53.8	47.0
		2012.09	56.8	48.9				
		2012.12	50.1	47.6				
6	3、4 号机组中心	2012.09	69.4	52.6	/	/	68.1	50.8
		2012.12	66.2	47.6				
7	1、2 号机组中心	2012.09	69.0	52.2	/	/	66.7	50.3
		2012.12	61.6	46.8				
8	搅拌站	2012.09	64.6	52.9	/	/	63.9	52.3
		2012.12	63.0	51.7				
9	碎石场	2012.09	68.6	51.9	/	/	66.3	49.4
		2012.12	61.3	43.0				
10	钢结构加工车间	2012.09	68.3	53.2	/	/	67.0	50.9
		2012.12	65.1	45.8				
11	大件码头	2012.09	53.9	49.2	52.0	52.8	52.7	47.1
		2012.12	50.9	42.8				

表 5.1-28 2012 年敏感区噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果		本底值		统计结果	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
12	前薛村南	2012.05	51.8	42.6	52.4	36.5	57.5	46.9
		2012.09	54.3	50.1				
		2012.12	61.0	44.1				
13	前薛小学	2012.09	64.8	52.7	65.4	43.3	63.4	50.7
		2012.12	61.2	46.7				
14	东林村	2012.05	51.9	42.9	52.4	35.0	58.2	48.1
		2012.09	62.1	52.2				
		2012.12	53.0	39.3				
15	楼前村	2012.09	58.8	47.6	50.2	36.8	56.1	45.2
		2012.12	47.5	39.2				
16	楼前小学	2012.09	56.6	47.1	49.8	41.0	54.4	46.5
		2012.12	49.9	45.7				
17	核电大道 1	2012.09	61.5	54.0	/	/	59.1	52.3
		2012.12	53.6	49.3				
18	核电大道 2	2012.09	63.3	54.1	/	/	63.8	53.1
		2012.12	64.2	51.9				
19	中海搅拌站	2012.05	56.3	42.4	/	/	59.7	50.1
		2012.09	63.1	54.0				
		2012.12	54.9	45.6				
20	风力发电塔	2012.09	52.9	50.1	/	/	51.1	48.5
		2012.12	48.1	45.9				

表 5.1-29 2013 年 3 月福清核电厂厂区内噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果				本底值		统计结果	
			昼间		夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{max}	L_{eq}	L_{max}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
1	厂界东	2013.3.22	78.6	63.0	65.6	51.2	/	/	64.4	52.0
		2013.3.23	82.9	65.4	70.7	52.7				
2	厂界南	2013.3.22	74.6	59.1	62.2	50.6	/	/	60.9	50.2
		2013.3.23	76.5	62.1	65.3	49.7				
3	厂界西	2013.3.22	82.6	57.9	62.2	51.3	/	/	58.6	50.8
		2013.3.23	75.6	59.2	65.1	50.2				
4	厂界北	2013.3.22	75.6	56.2	68.9	48.1	49.2	43.1	54.0	47.7
		2013.3.23	67.1	53.2	71.3	49.2				
5	综合办公楼界外	2013.3.22	74.8	60.1	71.4	52.4	/	/	58.8	51.5
		2013.3.23	79.4	56.9	70.6	50.3				
6	3、4 号机组中心	2013.3.22	89.7	67.5	64.4	50.9	/	/	67.2	52.0
		2013.3.23	90.1	66.8	72.8	52.8				
7	1、2 号机组中心	2013.3.22	91.2	68.4	70.1	53.6	/	/	67.8	54.2
		2013.3.23	91.0	67.0	79.6	54.7				
8	搅拌站	2013.3.22	81.8	65.2	68.6	54.2	/	/	67.4	53.7
		2013.3.23	78.5	68.9	77.1	53.2				
9	碎石场	2013.3.22	76.9	60.6	75.8	50.6	/	/	61.5	52.0
		2013.3.23	73.7	62.2	77.2	53.0				
10	钢结构加工车间	2013.3.22	88.5	69.2	76.7	52.5	/	/	68.6	53.4
		2013.3.23	88.2	68.0	77.5	54.1				
11	大件码头	2013.3.22	62.9	56.0	65.1	50.8	52.0	52.8	56.6	51.2
		2013.3.23	72.7	58.8	68.8	51.5				

表 5.1-30 2013 年 3 月敏感区噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果				本底值		统计结果	
			昼间		夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{max}	L_{eq}	L_{max}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
12	前薛村南	2013.3.22	65.1	54.1	67.4	44.6	52.4	36.5	53.7	44.2
		2013.3.23	67.1	53.3	63.5	43.8				
13	前薛小学	2013.3.22	77.6	60.8	65.2	48.7	65.4	43.3	60.0	49.8
		2013.3.23	76.5	59.1	69.8	50.6				
14	东林村	2013.3.22	77.6	60.8	71.7	45.2	52.4	35.0	61.6	46.7
		2013.3.23	79.4	62.2	69.6	47.8				
15	楼前村	2013.3.22	69.8	54.0	59.9	44.8	50.2	36.8	54.3	44.5
		2013.3.23	70.8	54.5	58.9	44.2				
16	楼前小学	2013.3.22	64.5	54.2	58.2	44.0	49.8	41.0	53.7	43.8
		2013.3.23	67.7	53.1	62.5	43.6				
17	核电大道 1	2013.3.22	81.6	63.2	78.8	54.2	/	/	63.8	53.9
		2013.3.23	83.8	64.4	79.1	53.6				
18	核电大道 2	2013.3.22	80.2	62.5	79.6	53.8	/	/	63.1	54.3
		2013.3.23	82.1	63.7	80.5	54.8				
19	中海搅拌站	2013.3.22	78.0	58.9	76.1	55.0	/	/	60.7	54.6
		2013.3.23	81.0	62.0	74.2	54.1				
20	风力发电塔	2013.3.22	69.6	51.6	64.0	47.2	/	/	51.9	49.7
		2013.3.23	75.3	52.2	65.0	51.3				

表 5.1-31 2013 年 6 月福清核电厂厂区内噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果				本底值		统计结果	
			昼间		夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{max}	L_{eq}	L_{max}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
1	厂界东	2013.6.24	57.4	52.0	50.7	44.4	/	/	53.2	44.0
		2013.6.25	59.6	54.1	48.5	43.6				
2	厂界南	2013.6.24	57.1	49.0	47.2	41.4	/	/	49.6	42.0
		2013.6.25	56.4	50.2	46.9	42.6				
3	厂界西	2013.6.24	56.9	50.2	50.2	46.0	/	/	51.0	46.1
		2013.6.25	56.8	51.7	50.5	46.1				
4	厂界北	2013.6.24	63.8	52.4	49.2	41.3	49.2	43.1	52.6	42.5
		2013.6.25	65.0	56.1	48.7	43.4				
5	综合办公楼界外	2013.6.24	65.9	54.6	49.6	45.0	/	/	55.6	44.8
		2013.6.25	67.5	56.4	48.9	44.6				
6	3、4 号机组中心	2013.6.24	77.7	64.6	54.6	47.5	/	/	63.8	46.5
		2013.6.25	74.5	62.7	52.4	45.1				
7	1、2 号机组中心	2013.6.24	71.8	61.2	50.7	44.1	/	/	61.3	45.2
		2013.6.25	68.9	61.4	51.0	46.0				
8	搅拌站	2013.6.24	70.9	64.8	51.6	43.1	/	/	62.2	44.0
		2013.6.25	67.9	54.2	52.6	44.7				
9	碎石场	2013.6.24	67.5	59.3	50.6	41.4	/	/	58.1	42.3
		2013.6.25	62.1	56.4	49.9	43.0				
10	钢结构加工车间	2013.6.24	72.4	61.6	47.5	42.0	/	/	60.5	43.4
		2013.6.25	67.4	59.1	51.6	44.5				
11	大件码头	2013.6.24	61.8	51.0	50.1	47.4	52.0	52.8	51.8	45.9
		2013.6.25	58.7	52.4	50.6	46.4				

表 5.1-32 2013 年 6 月敏感区噪声监测结果 dB（A）

编号	位置	时间	监测结果				本底值		统计结果	
			昼间		夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
			L_{max}	L_{eq}	L_{max}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}	L_{eq}
12	前薛村南	2013.6.24	64.4	55.6	44.6	39.7	52.4	36.5	56.7	40.2
		2013.6.25	61.5	57.6	45.8	40.7				
13	前薛小学	2013.6.24	72.4	60.9	49.7	38.6	65.4	43.3	62.8	40.1
		2013.6.25	76.5	64.1	49.6	41.2				
14	东林村	2013.6.24	69.2	57.3	65.5	47.8	52.4	35.0	56.7	49.1
		2013.6.25	62.2	56.1	71.9	50.1				
15	楼前村	2013.6.24	59.4	50.1	44.6	39.2	50.2	36.8	48.9	39.2
		2013.6.25	63.1	47.2	44.7	39.1				
16	楼前小学	2013.6.24	60.4	46.9	45.0	38.9	49.8	41.0	51.5	39.2
		2013.6.25	59.5	53.7	44.7	39.4				
17	核电大道 1	2013.6.24	77.6	67.3	76.4	51.0	/	/	66.3	51.8
		2013.6.25	81.7	64.9	76.6	52.4				
18	核电大道 2	2013.6.24	79.3	69.1	78.1	53.3	/	/	68.6	53.4
		2013.6.25	84.4	68.1	75.3	53.4				
19	中海搅拌站	2013.6.24	62.1	52.4	53.0	44.4	/	/	52.4	44.3
		2013.6.25	57.9	52.4	54.6	44.2				
20	风力发电塔	2013.6.24	69.9	51.9	54.9	47.4	/	/	50.7	48.6
		2013.6.25	60.2	49.1	60.7	49.6				

表 5.3-1 项目工程水土保持防治责任范围 2013 年第二季度面积监测 单位:hm^2

监测分区	水保报告书中面积				实际监测面积	差值
	永久占地	临时征地	直接影响区	合计		
厂区	295.11		0.44	295.55	273.48	22.07
施工生活区	36.33			36.33	36.33	0
输水管线	27	2.52	1.05	30.57	29.47	1.1
输电线路	0.5	0.86	0.19	1.55	2.55	-1
厂外道路	42.42	0.91	15.2	58.53	57.96	0.57
弃土场	3.1		0.7	3.8	0	3.8
小计	404.46	4.29	17.58	426.33	399.79	26.54

表 5.3-2 项目工程建设扰动地表面积监测表 单位：hm^2

项目	旱地	林地	工矿地	滩涂地	裸岩	水田	园地	荒地	合计
主厂区监测区	60.94	83.29	1.64	11.18	12.38		2.08	8.59	180.1
施工生活区监测区	8.07	10.23	3.47	3.3	1.2				26.27
厂外道路监测区	21.76	3.54				2.3			27.6
输电线路监测区	0.56	0.3	0.11				0.17	0.99	2.13
输水线路监测区	1.25	2.26			1.24	1.07		0.27	6.09
合计	92.58	99.62	5.22	14.48	14.82	3.37	2.25	9.85	242.19

表 5.3-3 福清核电工程 2010 年第一季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.042	5272.73
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.06	7532.47
3	进场道路 K9+520 处	7.95	0.05	9119.50
4	进场道路 K9+520 处	7.95	0.026	4742.14
5	厂区气象站后	32	0.174	7884.38

表 5.3-4 福清核电工程 2010 年第一季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)
进场道路	0.05	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜300	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜100	
输水管线	0.2	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜100	
厂区北护岸	0.01	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜100	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	4000~5000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜200	
施工区	0.5	坡度 5-8°，中度侵蚀	2500~3000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜1000	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 18%，微度侵蚀	＜100	
生活区	0.1	坡度<3°，植被覆盖 16%，微度侵蚀	＜100	
输电线路	0.2	坡度＜5°，植被覆盖 25%，微度侵蚀	＜100	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	6000~8000	

表 5.3-5 福清核电工程 2010 年第二季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.044	5523.81
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.124	15567.10
3	进场道路 K9+520 处	7.95	0.046	8389.94
4	进场道路 K9+520 处	7.95	0.028	5106.92
5	厂区气象站后	32	0.127	5754.69

表 5.3-6 福清核电工程 2010 年第二季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数(t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数(t/km^2 a)
进场道路	0.05	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜500	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜200	
输水管线	0.2	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜100	
厂区北护岸	0.01	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	5000~8000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.5	坡度 5-8°，中度侵蚀	3500~5000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜1000	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 18%，微度侵蚀	＜100	
生活区	0.1	坡度<3°，植被覆盖 16%，微度侵蚀	＜100	
输电线路	0.2	坡度＜5°，植被覆盖 25%，微度侵蚀	＜100	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	6000~8000	

表 5.3-7 福清核电工程 2010 年第三季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.029	3640.69
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.036	4519.48
3	进场道路 K9+520 处	7.95	0.026	4742.14
4	进场道路 K9+520 处	7.95	0.034	6201.26
5	厂区气象站后	32	0.134	6071.88

表 5.3-8 福清核电工程 2010 年第三季度调查成果表

抽样点称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数(t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数(t/km^2 a)
进场道路	0.05	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜200	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.2	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.01	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	5000~6000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.5	坡度 5-8°，中度侵蚀	3000~4000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 18%，微度侵蚀	＜200	
生活区	0.1	坡度<3°，植被覆盖 16%，微度侵蚀	＜100	
输电线路	0.2	坡度＜5°，植被覆盖 25%，微度侵蚀	＜200	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	4000~6000	

表 5.3-9 福清核电工程 2010 年第四季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.032	4017.32
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.032	4017.32
3	进场道路 K9+520 处	7.95	0.022	4012.58
4	进场道路 K9+520 处	7.95	0.030	5471.70
5	厂区气象站后	32	0.168	7612.50

表 5.3-10 福清核电工程 2010 年第四季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数(t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数(t/km^2 a)
进场道路	0.1	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜400	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.3	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.05	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	5000~6000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.3	坡度 5-8°，中度侵蚀	4000~5000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 18%，微度侵蚀	＜200	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 16%，微度侵蚀	＜100	
输电线路	0.2	坡度＜5°，植被覆盖 25%，微度侵蚀	＜200	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	4000~6000	

表 5.3-11 福清核电工程 2011 年第一季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.029	3640.69
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.032	4017.32

表 5.3-12 福清核电工程 2011 年第一季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)
进场道路	0.1	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜400	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.3	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.05	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	3000~4000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.3	坡度 5-8°，中度侵蚀	3000~4000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 18%，微度侵蚀	＜200	
生活区	0.2	坡度<3°，植被覆盖 16%，微度侵蚀	＜100	
输电线路	0.2	坡度＜5°，植被覆盖 25%，微度侵蚀	＜200	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	3000~4000	

表 5.3-13 福清核电工程 2011 年第二季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.021	2636.36
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.025	3138.53
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.130	14025.30
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.171	18448.66

表 5.3-14 福清核电工程 2011 年第二季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)
进场道路	0.1	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜400	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.3	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.05	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	3000~4000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.3	坡度 5-8°，中度侵蚀	3000~4000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	3000~4000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	16000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	17000	

表 5.3-15 福清核电工程 2011 年第三季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.028	3515.15
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.040	5021.65
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.050	5394.35
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.050	5394.35

表 5.3-16 福清核电工程 2011 年第三季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)
进场道路	0.1	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜400	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.3	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.05	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	3000~4000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.3	坡度 5-8°，中度侵蚀	3000~4000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	3000~4000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	5000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	5200	

表 5.3-17 福清核电工程 2011 年第四季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.029	3640.69
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.028	3515.15
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.033	3560.27
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.041	4423.36

表 5.3-18 福清核电工程 2011 年第四季度调查成果表

抽样点名称	抽样面积（hm^2）	水土流失状况	估计土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)	容许土壤侵蚀模数 (t/km^2 a)
进场道路	0.1	坡比为 1:2，干砌石护面，微度侵蚀	＜400	500
输水管线	0.5	坡度＜5°，，微度侵蚀	＜500	
输水管线	0.3	坡度＜3°，植被覆盖 45%，微度侵蚀	＜200	
厂区北护岸	0.05	坡度＜5°，没有采取植物措施，但有工程措施。侵蚀轻微	＜500	
临时表土堆放场	0.01	坡度 25°-35°，无植物措施，但用密目网临时覆盖，侵蚀轻微	3000~4000	
进场道路排洪沟	0.01	坡度 5°-15°，浆砌石防护，侵蚀轻微	＜300	
1#核岛	0.5	坡度<3°，无植物措施，但有相应的工程措施，轻度侵蚀	＜500	
施工区	0.3	坡度 5-8°，中度侵蚀	3000~4000	
2#核岛	0.5	坡度＜5°，无覆土和植物措施，轻度侵蚀	＜500	
应急道路	0.002	坡度 25°-35°，植被覆盖＜10%，有冲沟，深度可达 50cm	3000~4000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	4000	
二三公司生活区外边坡处	0.5	坡度 25°-35°，无植物措施	4500	

表 5.3-19 福清核电工程 2012 年第一季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2）	侵蚀量（m^3）	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.032	4017.32
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.038	4770.56
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.047	5070.68
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.043	4639.14

表 5.3-20 福清核电工程 2012 年第二季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.045	5649.35
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.045	5649.35
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.050	5394.35
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.056	6041.67

表 5.3-21 福清核电工程 2012 年第三季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.036	4519.48
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.036	4519.48
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.032	3452.38
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.038	4099.70

表 5.3-22 福清核电工程 2012 年第四季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.036	4519.48
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.034	4268.40
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.040	4315.48
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.028	3020.83
5	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.022	2102.83
6	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.024	2294.00

表 5.3-23 福清核电工程 2013 年第一季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.029	3640.69
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.031	3891.77
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.031	3344.49
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.033	3560.27
5	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.039	3727.75
6	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.051	4874.75

表 5.3-24 福清核电工程 2013 年第二季度水土流失量监测成果表

编号	位置	面积（m^2)	侵蚀量（m^3)	土壤侵蚀模数(t/km^2)
1	进场道路 K4+400 处	11.55	0.053	6653.68
2	进场道路 K4+400 处	11.55	0.054	6779.22
3	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.062	6688.99
4	二三公司生活区外边坡处	13.44	0.070	7552.08
5	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.079	7551.09
6	气象站表土堆积区边坡处	15.17	0.089	8506.92

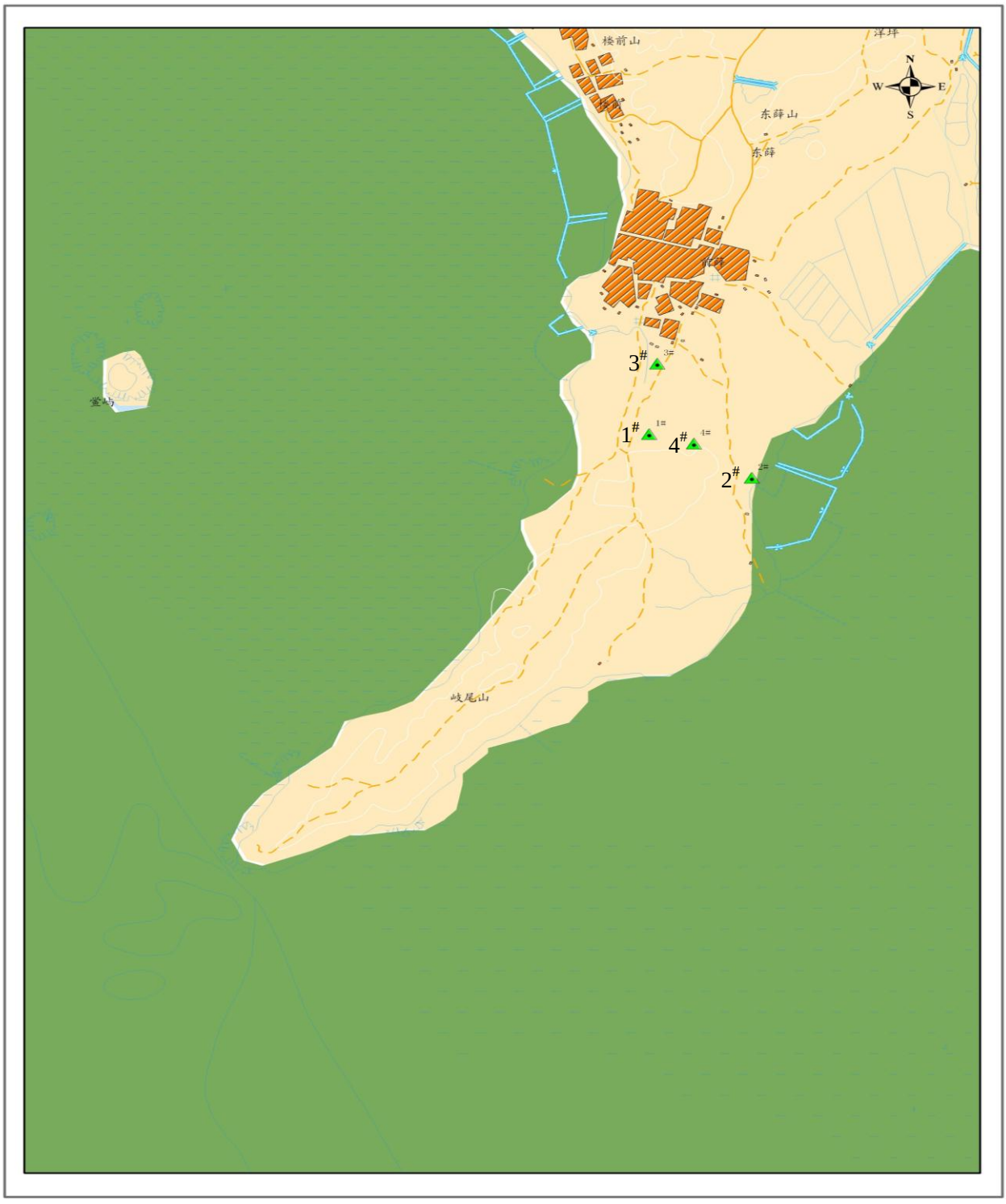


图 5.1-1　2009~2011 年度大气、噪声监测点位示意图

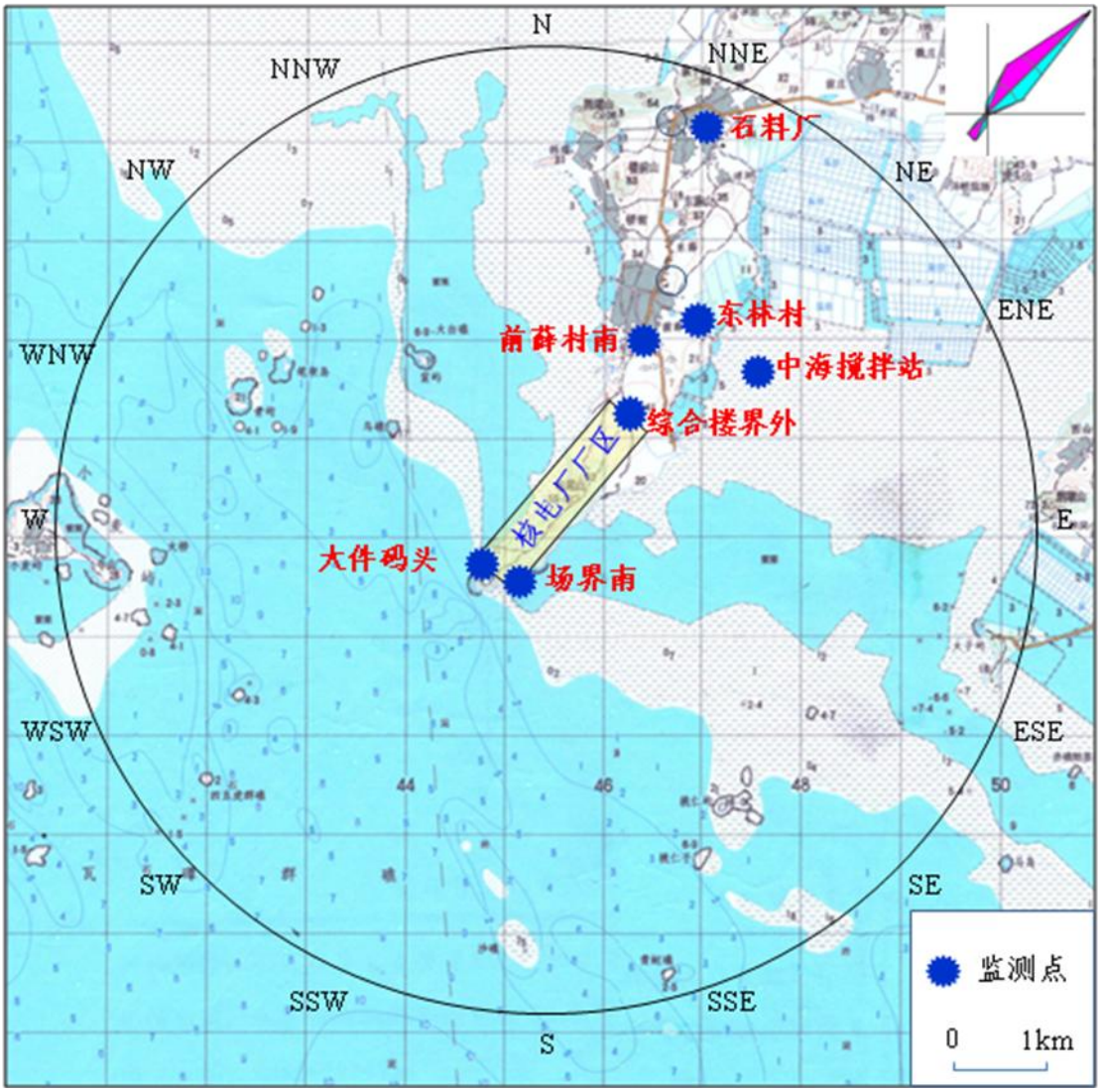


图 5.1-2　2012~2013 年度大气环境监测点位示意图

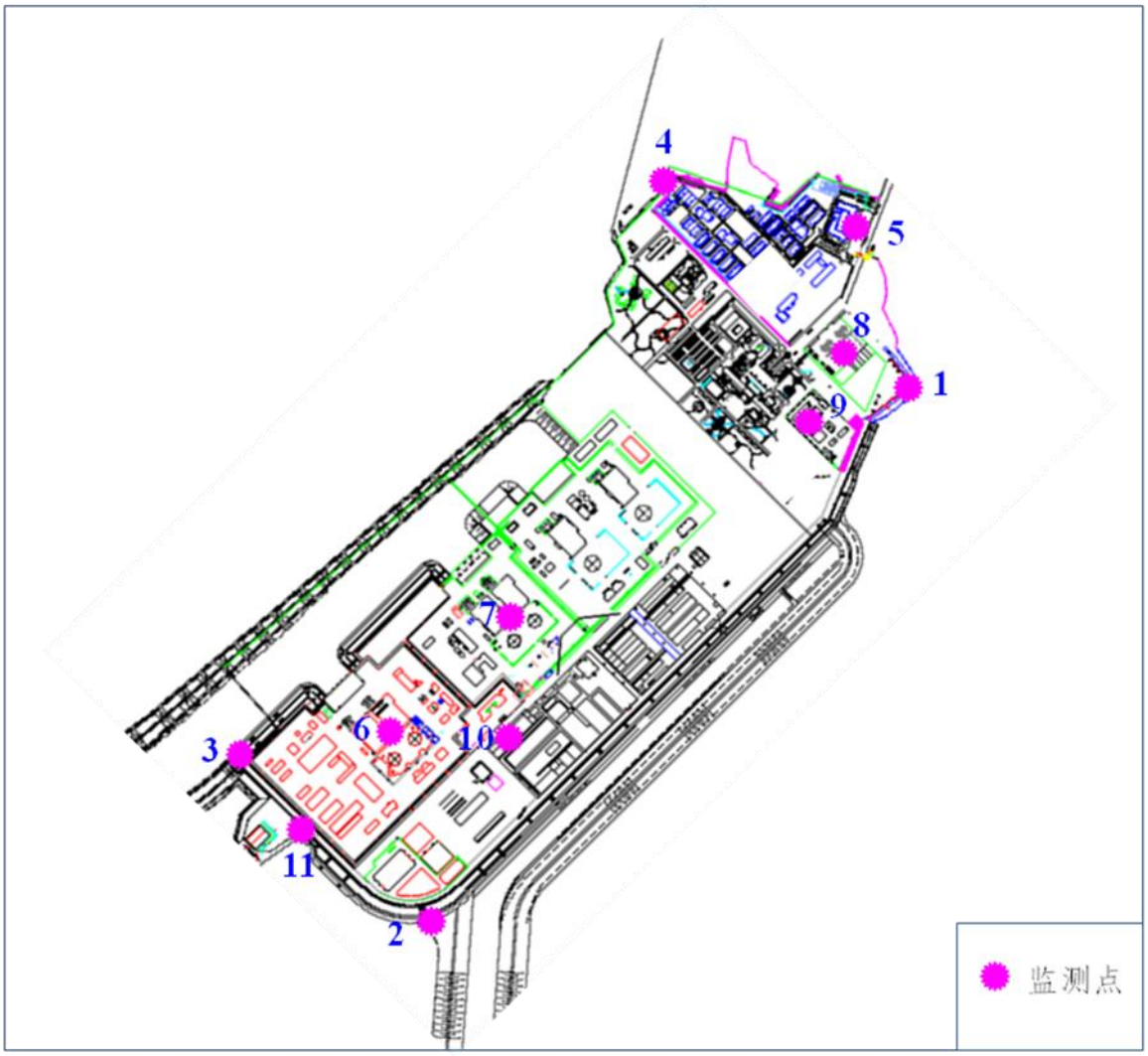


图 5.1-3　2012~2013 年度场界及厂区内噪声监测点位示意图

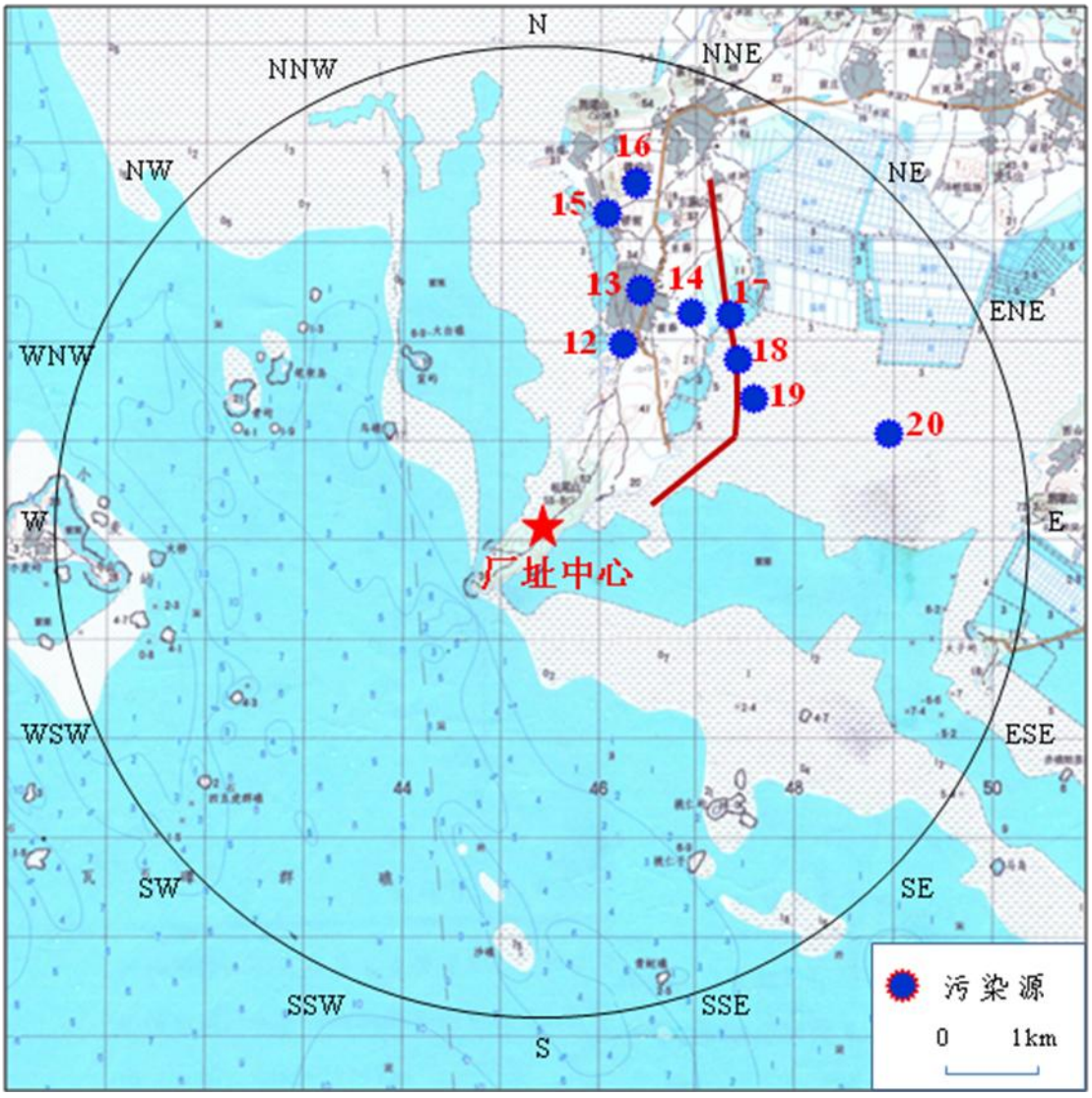


图 5.1-4　2012~2013 年度敏感区域噪声监测点位示意图

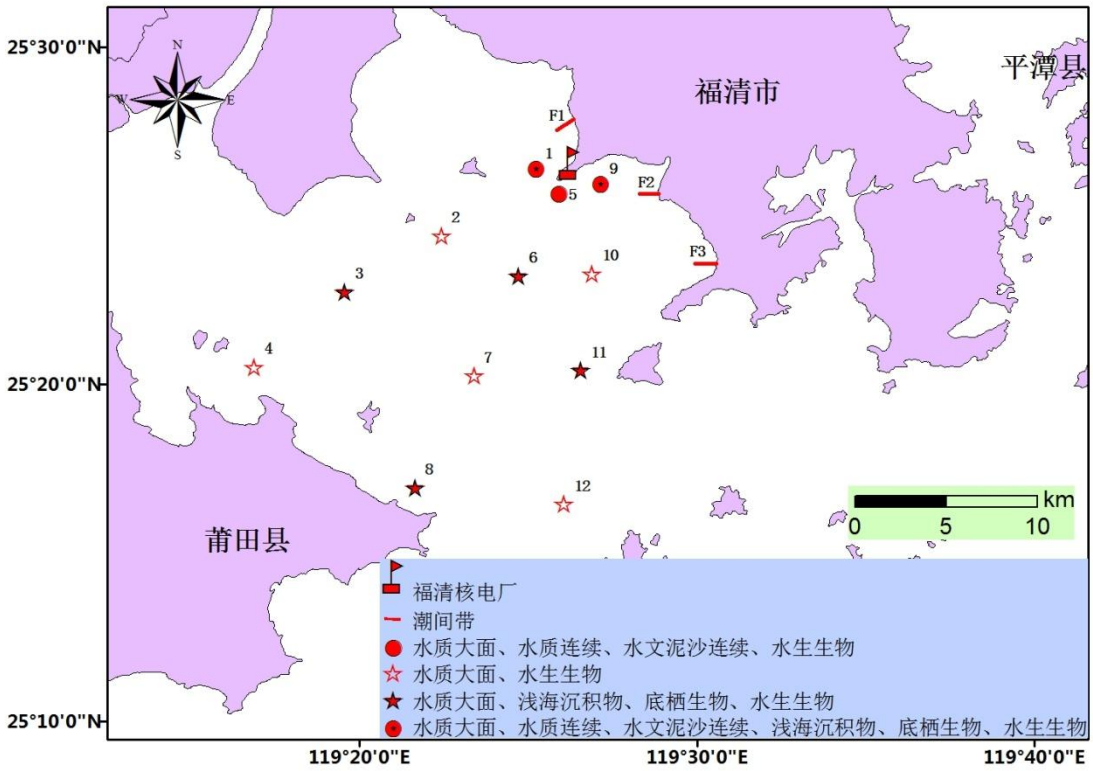


图 5.2-1　福清核电厂施工期海域环境监测站位示意图



图 5.3-1 厂区护岸工程



图 5.3-2 进厂道路浆砌石护坡工程



图 5.3-3 道路区边坡植草防护



图 5.3-4 道路区防护林及边沟



图 5.3-5 水库防护林



图 5.3-6 水库区植草



图 5.3-7 供水管线复耕



图 5.3-10 综合楼前绿化



图 5.3-8 供水管线扰动情况



图 5.3-11 北护岸表土堆积区坡面防护



图 5.3-9 生活区绿化



图 5.3-12 5、6 号机组处弃渣场



图 5.3-13 厂区气象站后表土堆积区边坡防护



图 5.3-16 水库防护林



图 5.3-14 生活区绿化



图 5.3-17　变电站内绿化



图 5.3-15 责任区绿化



图 5.3-18　淡水厂绿化



图 5.3-19　淡水厂绿化



图 5.3-22　搅拌站绿化



图 5.3-20　淡水厂绿化



图 5.3-23 二三公司生活区绿化



图 5.3-21　办公区绿化



图 5.3-24　二三公司生活区绿化

第六章 电厂运行的环境影响

6.1 散热系统运行的环境影响

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

6.2.3 参考文献

6.3 其它影响

6.3.1 淡水处理和除盐过程产生的废水

6.3.2 循环系统的排放水

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

6.3.6 受纳水体中化学物质浓度与水质标准比较

6.3.7 电厂运行期间噪声的影响

6.3.8 500kV 开关站的环境影响

6.4 退役计划

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 退役费用的考虑

6.4.6 退役管理设想

6.4.7 结论

6.1 散热系统运行的环境影响

6.1.1 物理影响

6.1.1.1 取排水方案的比选优化

（1）比选概况

近岸排放方案实际上是近岸漫滩排放，对海洋生态环境和海水养殖影响较大，福清核电一期工程只在初期阶段考虑过近岸排放方案，但很快就被否定，因此，后续的取排水方案只考虑离岸排放方案。

根据电厂附近海域地形地貌特点以及湾内潮流的主体流势，采取“北取、南排”；“明取明排”的“差位式”布置原则。取排水方案比选和优化是在“北取、南排”；“明取明排”的“差位式”原则布置上进行的。

比选遵循的基本原则如下：

1）所提出的取排水方案可行，可满足电厂安全取排水的要求；

2）尽量减少温排水对环境水域温升等方面的影响，满足工程海域水环境保护的要求。

在上述原则基础上，对电厂取排水方案进行比选、优化，尽量降低工程造价。最终给出安全、经济、可行的取排水工程布置方案。

比选与优化工作分四步进行：

①第一轮比选：采用二维数模计算手段。即在获得原始方案研究数据基础上，对所提出的九个改进方案进行数值模拟试验，以其取水温升为基本要素筛选方案。筛选出 1～2 个较好的方案后，经专家论证会认可，对这些候选方案进行第二轮比选。

②第二轮比选：在物理模型试验研究中进行。实际上第二轮比选已包含了对方案的再改进和优化。

在这两轮比选的基础上，提出了一个推荐方案。

③第三轮优化与比选：因前两轮比选推荐方案的温排水影响范围过大，专家组评审意见要求更改、优化排水工程方案，以大幅减小温排水影响范围。因重点关注最大温升 1℃的影响范围，故只采用二维数模计算进行研究。

第三轮的结果，经专题计算优化比选确定了推荐方案，即**“最终推荐方案”**。

④第四轮优化与比选：对第三轮的方案进行优化分析，尽可能减小温排水影响范围。因重点关注最大温升 1℃的影响范围，故只采用二维数模计算进行研究。综合分析，第三轮比选后的方案更合理，作为最终方案。

（2）比选和优化过程

福清核电厂取排水方案在进行温排水试验之前进行了大量的方案论证工作，先后制定了近岸排放、深水排放等共 9 种取排水方案。对于这 9 个方案，通过专家评审会的评审，最终保留了四个取排水方案。为了进一步优化取排水方案，争取使取排水方案既经济又环保，对取排水方案进行了温排水数模计算，根据温排水计算结果，排除了两个温排水影响面积比较大的方案。

对剩余的两个方案——排水明渠（排到-8.3m）和排水暗渠（排到-8.3m），进一步开展工作，根据各方案计算出的温排水影响面积，算出各方案的排水工程总投资费用。根据计算结果，在排水口水深相同（都为-8.3m）时，两者的夏季全潮 1℃最大温排水影响面积相差不大，但两者的工程总投资却相差比较大，排水暗渠的工程总投资比排水明渠的工程总投资要多出约 13.1 亿元。从工程投资角度考虑，排水明渠方案明显优于排水暗渠方案。因此，福清核电厂拟采用排水明渠方案。在方案确定后，对排水明渠的排水点进行优化，在尽量控制温排水影响范围的基础上，争取做到排水工程的总投资最省，以达到环境保护和经济效益的双赢。

排水明渠方案确定后，需对排水明渠的长度进行优化，选择一个合理的排水点，以保证温排水影响面积尽量小的同时，排水工程的总投资做到最省。为此，选择了四个排水点（分别距离南护堤西南角 1.2km、2.0km、2.2km 及 2.7km），分别计算这四个点的温排水影响面积。根据各排水点计算出的温排水面积估算各排水点的排水工程总投资。通过温排水影响面积与水深的关系、温排水影响面积与排水长度的关系对排水点进行优化，见表 6.1-1~6.1-2。

根据表 6.1-1~6.1-2，可知：

- 在水深较浅的时候，温排水影响面积大小对水深比较敏感，从 Ao~Co 点水深稍微加深点，温排水影响面积即大幅降低；当水深达到一定深度后，温排水影响面积对水深的敏感度慢慢降低，从 C_o~D_o 点，温排水影响面积随着水深的加深，其降幅越来越小。Bo 点的温排水影响面积低于 C_o 点的温排水影响面积是与当地特殊的地形、潮流情况紧密联系的。

- 在排水明渠长度较短的时候，温排水影响面积对长度比较敏感，从 A_0~C_0 点长度稍微加长点，温排水影响面积即大幅降低；当排水明渠延伸到达到一定长度后，温排水影响面积对长度的敏感度慢慢降低，从 C_0~D_0 点温排水影响面积随着排水明渠的延长，其降幅越来越小。B_0 点独立曲线规律之外是与当地特殊的自然条件有关。

- 在开始阶段，随着温排水影响面积的减小，排水工程总投资有较大幅度的降低。当温排水影响面积减小到一定程度后，排水工程总投资出现拐点，当温排水影响面积继续

下降，排水工程的总投资开始加大，且增长的幅度越来越大，而温排水影响面积减小的幅度却越来越小。由于福清核电厂特殊的海域自然条件，福清核电厂排水工程总造价在 B_0 点处时最少。

根据上述优化过程，可以认为从保护环境，降低温排水影响面积以及节省工程总投资以及岸滩稳定性等多方面进行分析比较，排水明渠 2.0km 方案是比较合理的。因此，综合几方面考虑，把排水明渠 2.0km 方案作为推荐方案。

为进一步优化排水明渠的排水点，以保证温排水影响面积尽量小的同时，排水工程的总投资做到最省。选择五个排水点（分别距离南护堤西南角 1.2km、2.0km、2.1km、2.2km、2.3km），分别计算这五个点的温排水影响面积。根据各排水点计算出的温排水面积估算各排水点的排水工程总投资。综合分析结果，仅从温排水影响面积来考虑，2.1km 方案所影响的温排水面积最小，为 42.2km^2，但从项目建设和 60 年的营运期的投资总费用来考虑，排水明渠 2.0km 方案的费用最少，选择该方案比较合理。因此，排水明渠 2.0km 方案作为最终方案。

（3）最终的取排水方案

——取水方案

取水工程采用明渠取水方案，即在厂址西北侧布置引水明渠，1～6 号机组合建一条引水明渠，引水明渠由东北往西南与水深-9.00m 处海床相接。明渠底宽由口门向末端逐渐变小，口门段底宽为 160m，末端底宽为 60m，明渠底高程为-8.5m。福清核电厂 1~6 号机组的冷却水量为 348m^3/s。

——排水方案

排水采用排水暗渠+排水明渠的方案。核电厂循环冷却水从 CC 虹吸井出来后，经排水暗渠（断面 6×4m）排入排水明渠。排水明渠位于厂区西南角，南护堤外侧。1~6 号机组共用一个排水明渠，排水明渠出水口布置在-8.3m 水深处。

1～6 号机组每台机组设一条排水暗渠，循环冷却水和重要厂用水在虹吸井处汇合后，经排水暗渠，最终由南护堤外侧的排水明渠进入兴化湾。

排水明渠渠内底高程从-2.5m～-8m 左右，排水明渠底宽为 60m～90m。为了使电厂的排水沿着明渠排出，在明渠两侧分别布置东、西两条导流堤，两堤总长 5419.89m。西导流堤长 1921.03m，布置在南北走向排水明渠的西侧，与南护堤夹角为 139.01°；东导流堤全长 3498.86m 分为三段，由南北走向排水明渠东侧长 1822.06m 的导流堤、半径 200m，长 143.09m 的圆弧段导流堤和平行于南护堤、长 1533.71m 的导流堤段组成。排水明渠西导流堤堤顶高程从 10.2m（与南护堤西南角段相连处）坡到 6.0m；东导流堤平行南护堤段

的堤顶高程为 8.0m，其余段堤顶高程为 6.0m。排水导流堤采用抛石斜坡堤结构型式，由 0～500kg 开山石堤心、人工块体护面、垫层块石和护底块石组成。堤顶块体采用 5t 扭王字块体。内、外坡面的坡度均为 1：1.5，采用 3t 扭王字块体护面，护面块体下依次设置 150～300kg 和 10～100kg 块石垫层。为防止堤前波流的冲刷作用，堤前采用 150～300kg 块石护底，护底宽度为 8.0m。

6.1.1.2 近岸海域环境功能区现状

根据福建省人民政府“福建省人民政府关于福州市近岸海域环境功能区划的批复”（闽政文[2008]279 号）的规定，福清核电厂址所在的海域为福州市兴化湾福清海区“兴化湾前薛三类区”，总面积 92.24km^2。主导功能为“一般工业用水区”，水质目标为三类水质标准。厂址附近 7.7km^2 范围海域为工程温排水 4℃以上温升区范围，调整后划为排污混合区，主导功能为核电厂用海。功能区划见图 6.1-1。

6.1.1.3 取排水工程建成后对厂址海域的影响

（1）取排水工程对潮流场的影响

为了研究取排水方案布置后对厂址海域的影响，开展了福清核电厂厂址海域海床及岸滩稳定性和取排水泥沙冲淤演变数模的研究，在该模型中，对福清核电厂厂址海域在取排水方案布置前后的流场进行了模拟、验证，其结果表明：

核电取排水工程实施后，大范围海域的流场特征没有改变，只在取排水工程区附近局部水域的流场有所变化。其中，在取水口水域，受防波堤挑流作用明显，并在涨潮过程中在其北侧形成缓流区。排水导流堤堤头基本位于该水域涨潮流的分流点，其排出的水分别流向东、西两侧湾内。

为定量分析工程兴建前后其附近水域的潮流动力变化情况，在核电取排水工程附近以及工程海域的敏感目标水域共布置 42 个流速特征点（图 6.1-2）。工程方案实施前后大部分测点流速变幅较小，涨、落潮平均流速变化基本在 0.03m/s 以内。流速变化较大的区域主要集中在取排水防波堤附近局部水域，其中在靠近取水口防波堤的西侧水域，流速有所增加，涨、落潮平均流速增幅在 0.03～0.10m/s。如 1-3 测点工程前、后涨潮平均流速分别为 0.43m/s、0.49m/s，落潮平均流速分别为 0.41m/s、0.45m/s。工程前、后涨潮最大流速分别为 0.69m/s、0.80m/s，落潮平均流速分别为 0.59m/s、0.64m/s。在排水导流堤东西两侧水域涨落潮流速普遍减小 0.02～0.19m/s。其中以 3-5 测点减小最多，如工程前、后涨潮平均流速分别为 0.28m/s、0.13m/s，落潮平均流速分别为 0.26m/s、0.07m/s。涨潮最大流速分别为 0.45m/s、0.19m/s，落潮最大流速分别为 0.38m/s、0.16m/s。在下垄港区、江阴港区及航道水域特征点流速基本没有变化，在下垄航道靠近核电工程的局段水域平均流速

增幅 0.03～0.10m/s。这表明核电围垦工程和取排水工程实施后对没有改变大范围海域的潮流特征，仅对靠近核电工程水域的敏感目标的流场有所影响。

流向变化较大区域同样集中在核电取排水工程附近的局部水域。主要表现为在取水防波堤堤头以西水域，受防波堤挑流影响，涨、落潮流向外有所调整。在排水防波堤水域，受排水堤的阻流影响，东西两侧略呈沿堤流动的状态。

可见，上述流速变化是与流场变化相对应的。受取水防波堤挑流影响，使得其东侧深槽水域潮流动力有所增强。在排水导流堤的影响下，其两侧水域成为缓流区，潮流动力有所降低，而受该堤挑流影响，使得其东北侧水域流速略有增加。

（2）取排水工程实施后的冲淤影响

取、排水工程方案实施后，工程海区的泥沙场及地形冲淤只在工程方案附近发生变化，不会发生工程海区大面积的滩面冲淤变化，大范围海床将维持自然冲淤状态。其中在取水防波堤西南侧深槽内将有所冲刷，排水导流堤西北侧的大件码头水域将有所淤积。

核电厂在 2 台机组、4 台机组、6 台机组取水条件下，取水渠道内正常条件下的年均淤强分别为 0.37m/a、0.47m/a、0.56m/a，淤积量分别为 11.0 万 m^3、14.0 万 m^3、16.8 万 m^3。在 100 年一遇大浪作用 24 小时后，取水渠道内的平均淤厚分别为 0.17m、0.25m、0.33m，骤淤量分别为 5.0 万 m^3、7.4 万 m^3、10.0 万 m^3。最大淤厚均位于口门水域，约达 0.8m。

6.1.1.4 温排水试验

（1）数学模拟计算

1）模型选择

采用丹麦水力学所开发的平面二维数学模型 mike21 来研究潮流和温度场分布。模拟计算采用的垂向平均平面二维数学模型如下。

二维浅水环流和热扩散问题的基本方程组为：

连续性方程：

$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t}+\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial q}{\partial y}=\frac{\partial d}{\partial t}$$

运动方程：

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial x}+\frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}-\Omega q=E\left[\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 q}{\partial y^2}\right]+\frac{Q_s}{A_s}U\sin\theta$$

$$\frac{\partial q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial y}+\frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}+\Omega q=E\left[\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 q}{\partial y^2}\right]+\frac{Q_s}{A_s}U\sin\theta$$

对流传输方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(h\Delta T)+\frac{\partial}{\partial x}(uh\Delta T)+\frac{\partial}{\partial y}(vh\Delta T)=\frac{\partial}{\partial x}\left(h\cdot D_x\cdot\frac{\partial \Delta T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(h\cdot D_y\cdot\frac{\partial \Delta T}{\partial y}\right)-\frac{K_s\Delta T}{\rho c_p}+S$$

式中：$h(x,y,t)$为水深；$d(x,y,t)$为时变水深；$\zeta(x,y,t)$为潮位；$p,q(x,y,t)$分别为 x,y 方向上的垂线平均流量分量；$C(x,y)$为谢才参数；g 为重力加速度；$V,V_x,V_y(x,y,t)$分别为风速和 x、y 方向上的分量；$\Omega(x,y)$为柯氏力系数；x,y 为空间坐标。△T 为温升，u,v 为 x,y 方向的水平速度分量；D_x,D_y为 x,y 方向的扩散系数；K_s为水面综合散热系数，$S=Q_s*(T_s-T_0)/A_s$，Q_s为源汇的流量；A_s为排水口位置的流体微团面积，T_s为排放温度，T_0为环境温度，E 为涡粘性系数。

运动方程和连续方程均采用交替隐式离散法（ADI）进行离散求解。而对流扩散方程采用的是 QUICKEST 格式离散求解,这种格式具有节省计算时间，稳定性好的特点。方程矩阵采用双向扫描（Double Sweep）算法求解，该格式具有二阶精度。

2）定解条件

流场定解条件如下。

a)边界条件：

水边界：$\varsigma(x,y,t)=\varsigma^*(x,y,t)$　　“*”表示已知值；

$C(x,y,t)=C^*(x,y,t)$　　流入计算域;

$\frac{\partial(hC)}{\partial t}+\frac{\partial(uhC)}{\partial x}+\frac{\partial(vhC)}{\partial y}=0$　流出计算域；

陆边界：$Q_n=0$　　法线方向流量为零；

$$\frac{\partial C}{\partial n}=0$$

b) 初始条件：

$\varsigma(x,y)\big|_{t=0}=\varsigma_0(x,y)$　　ς_0取几条水边界起始潮位的平均值；

$p(x,y)\big|_{t=0}=p_0(x,y)$　　p_0取零；

$q(x,y)\big|_{t=0}=q_0(x,y)$　　q_0取零；

$C(x,y)\big|_{t=0}=C_0(x,y)$　　C_0取零

3）参数选择

a)水流边壁阻力系数 n，理论上可依据专门的试验确定，但实际上因为数值化的作用，n 应依具体的对象在研究时根据实践经验加以确定。本数值研究取为 0.02～0.025。

b)水流涡粘性系数 E，取值 0.5～4m^2/s。

c)扩散系数 D，随具体水流等环境的变化，物质扩散系数在一个较大的范围内变化，本次计算中 D 的取值范围为 5～15m^2/s。为了解扩散系数取值对计算结果的敏感性，选取大潮情况 6×1000MW 装机情况不同扩散系数取值进行了计算，计算结果表明，扩散系数上下浮动 33%情况下，1℃温升包络面积差别在 9%以内，0.5℃温升包络面积差别在 1.2%以内。

d) 表面综合散热系数 K

根据水文气象条件，采用以下公式进行 K 的计算。

$$K = (k+b)\alpha + 4\varepsilon\sigma(T_s+273)^3 + (1/\alpha)(b\Delta T + \Delta e)$$

式中：

$\Delta T = T_s - T_a$，

$\Delta e = e_s - e_a$

$k = \frac{\partial e_s}{\partial T_S}$

$\alpha = [22.0 + 12.5v_W{}^2 + 2.0(T_s - T_a)]^{\frac{1}{2}}$ $(W \cdot m^{-2} \cdot hPa^{-1})$

式中，b 可取 0.66P/1000（hP_a·$℃^{-1}$），P 为大气压（hP_a），v 为风速（m/s），ε 为水面辐射系数，可取 0.97。σ 为 Stafan-Boltzman 常数，σ = 5.6×10^{-8}（$W·m^{-2}·K^{-4}$），T_a 为气温（℃），T_s 为水面水温（℃），e_s 是水温 T_s 时的相应水面饱和水汽压（hP_a），e_a 是水面以上 1.5m 处的水汽压（hP_a）。

根据厂址附近的气象、水温条件，夏季水面综合散热系数取 47W/m^2·℃。

4）计算区域

数值模拟区域北至闽江口的梅花水文站北部，南至泉州湾的崇武海洋站，外海至海图水深-60m 等深线附近，这个计算域长约 160km，宽约 100km，面积约 16000km^2。根据以往的实验研究，本项计算模拟范围应可以满足要求。

5）网格尺度

计算网格的尺度应能反映水工构筑物及沿岸地形（包括潮间带）对研究细部流场和物质输运的影响，同时也应考虑以经济的工作量来按期完成项目合同。本次计算，大区域网格大小选择 945m，小区域网格大小选择 315m，另外为了更好地模拟取排水口的结构，在其附近网格进行加密，最小网格大小为 35m。

6）流场验证

通过对实测大、中、小潮潮位及流速流向进行验证结果，验证结果表明潮位计算值与实测值吻合良好，除个别点、个别时段外的大部分验证点流速、流向计算值与实测值基本相符。可以认为所采用的流场数值模型及选定的参数是合适的，能够用于电厂温排水对环境影响的数值预报。

（2）物模试验

1）模型范围

模型模拟海域 21km×10.5km，面积约 220km^2 之范围。模型为多开边界全潮海工模型，包含兴化湾 NW—SE 走向主深槽之东北部分。其长开边界基本与该深槽位置吻合；西北边界至江阴半岛岸边；东南边界达目屿岛。

2）模型设计

模型设计应以重力相似为主，兼顾浮力相似，即：

重力相似：$(Fr)_r = \left(\frac{V}{\sqrt{gH}}\right)_r = 1$

浮力相似：$(F_\Delta)_r = \left(\frac{V}{\sqrt{\frac{\Delta\rho}{\rho}gH}}\right)_r = 1$

阻力相似：$n_r = \frac{L_r}{H_r^{2/3}} = 1$

温度相似：$(\Delta T)_r = (T_1\text{-}Ta)r = 1$

模型几何比尺：水平比尺 Lr =350，垂向比尺 Hr = 100，几何变态率ε =3.5，属小变态模型。

按照上述模型相似准则，模型比尺关系如下：

流量比尺：

$$Q_r = L_r . H_r^{3/2}$$

流速比尺：

$$V_r = H_r^{1/2}$$

糙率比尺：

$$n_r = H_r^{2/3} . L_r^{-1/2}$$

时间比尺：

$$t_r = L_r.H_r^{-1/2}$$

模型比尺参数见表 6.1-3。

3）模型验证

通过厂址海域实测冬、夏两季大、中、小潮资料对模型进行率定和验证。验证结果表明：潮位的模型值与实测值吻合良好；除个别点、个别时段外，验证点流速、流向的模型值与实测值基本相符，认为本模型能够用于核电厂温排水的试验研究工作。

本节为该方案的温排水计算结果，如下：

1）温度分层现象

物模试验表明：

①排水明渠出口附近水域温度分层现象明显，热水层厚度约 2~3m，表底层温差约 3～5℃，最大温差出现在低平潮时段；

②取排水口之间水域，随着与排水口间距离的增大，水体表底层温差逐渐减小，其中表层水体温降梯度明显大于底层水体。热水层厚度变化不大，基本为 2~3m，表底层最大温差约 2℃左右；

③取水口附近水域水体表底温差已大幅度降低，一般约 0.3～0.7℃，最大温差出现在水深较大的高平潮时段。

2）取水温升及各温升等值线面积

由于物理模型试验与数模计算结果存在一定差异，产生差异的主要原因在于：

a) 排水近区水域表现为复杂的三维水力、热力特性，二维数模属于远区模型，无法准确模拟近区排水出流的水动力、热力特性；

b) 排水口地处-8.0m 深槽附近；取水口设置于-9m 地形处，均有温度分层现象出现。二维数模水深平均模式，无法模拟分层，而将表层较高温升平均到全水深。因而可能使取水温升偏高；高温升面积减少。物理模型则较真实地模拟了近区卷吸掺混为主的水力热力变化过程以及温差分层现象，对取水温升和高温升区的预报比二维数模准确。

c)物理模型限于模拟域不足够大，会有部分低温升热水流出模拟域，对温度场特别是靠近模拟区域边界的温升分布会有一定影响，故此，需采取适当措施予以修正；再者，物模不能准确模拟对大气散热过程，因而物模对远区散热为主区域的模拟误差将逐渐加大。综合比较研究可知：2℃或 1℃以下的远区特性取决于该区广大水域对大气的散热和潮流对温排水的对流输运，该区水流的温度分层已很弱或基本消失，其垂向水力热力特征量的分布特性较适合二维数模计算。因而，对远区热力过程的模拟，二维数模强于物模。

依据上述分析，物理模型与数学模型模拟结果存在一定差异当属正常。最终数据的采纳，应对具体问题作具体分析，并参考类似工程处理方式对研究成果做近、远区的区别对待。因此，温排水试验中对试验的最终数据进行了如下处理：

各工况取水温升结果取用已有修正的物模数据。

全潮最大等温升线包络面积分界点取为 2℃。2℃以上(含 2℃)全潮最大温升包络面积采用物模试验结果；2℃以下采用二维数模计算结果。

全潮平均等温升线包络面积分界点取为 1℃。1℃以上(含 1℃)全潮平均温升包络面积采用物模试验结果；1℃以下采用二维数模计算结果。

1、2 号机组的计算结果详见表 6.1-4～表 6.1-6。1、2 号机组运行时，冬、夏季大、中、小潮不同温升等值线（平均、最大）图详见图 6.1-3～图 6.1-14。

2）各温升等值线距排水口距离

推荐方案 4、3、2、1、0.5℃温升影响区最大顺、离岸距离详见表 6.1-7。

由于核电厂排水明渠走向大概是南北方向，温升影响区顺岸、离岸距离均以电厂明渠出口中点为基准算起，按实际的正南正北方向量测，具体示意如图 6.1-15 所示。各温升包络线顺、离岸距离统计见表 6.1-7。

从目前的试验结果看，1、2 号机组排出的温排水的扩散仅局限在很小的范围内，因而，温排水对兴化湾海域的影响是非常有限的。

6.1.1.5　1、2 号机组温排水物理影响分析

根据 1、2 号机组的温排水研究结果和现状的近岸海域环境功能区划，叠加后的位置关系见图 6.1-16。由图可知，1、2 号机组运行时，1℃温升最大包络范围在三类区内，4℃温升最大包络范围在排污混合区内。

6.1.2 生物效应

6.1.2.1 生态环境调查

厂址附近海域海洋生物及其生态环境的调查结果见 2.3.3 节内容。

6.1.2.2 温排水对海洋生态的影响

温排水对海洋生态的影响如下：

1）对生态敏感区的影响

在厂址附近海域，多次调查记录到的海洋生物均为常见种，没有国家规定的珍稀保护物种。厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级自然保护区。福清核电厂 6 台机组运行后，在冬季中潮工况下（影响距离最远），0.5℃最大温升包络线离岸距离约 12.83km，因此，不存在温排放对敏感区的影响。

福清核电厂 6 台机组运行后，在冬季中潮工况下（影响距离最远），0.5℃最大温升包络线离岸距离约 12.83km，因此，温排放对敏感区没有影响。

2）对厂址海域生物的影响

a) 温排水对贝类的影响

根据海洋生态调查，排水口所处兴化湾海域贝类资源主要有褶牡蛎、菲律宾蛤仔、缢蛏等。调查到的甲壳类适温范围多在 18～30℃之间，水温大于 38℃不能正常运动，大于 39℃将导致其死亡。根据实验研究，在一定适温范围内，温升可以促进仔虾的生长和体重的增加，对中国对虾而言，在 20℃～32℃的范围内，其生长速度随水温升高而加快。

2005 年 8 月~2006 年 7 月对福清核电厂工程海域进行了为期一年的水温观测，后又于 2009 年 8 月~2009 年 10 月对工程海域进行了三个月的水温观测，观测统计结果见表 6.1-8。

从表 6.1-8 可以看出，厂址海域月平均最高水温为 29.3℃，对于位于强增温区（温升>3℃时）内的养殖区，在夏季最热季节可能会对贝类的生长有些影响，但对于春、秋、冬三季而言，反而有利于贝类的生长。

b) 温排水对鱼类的影响

鱼类属变温动物，一般在适温范围内，水温提高会促进鱼类的生长。但如果超过其适温范围，则会抑制鱼类的新陈代谢和生长发育；超过其忍受限度，还会导致死亡。根据 2012 年厂址附近春、秋季游泳生物调查结果，两个季节共捕获游泳动物 99 种，其中鱼类 67 种，占 67.68%，虾类 11 种，占 11.11%，蟹类 10 种，占 10.10%，头足类 6 种，占 6.06%，口足类 5 种，占 5.05%。渔获物中具有较高经济价值的种类包括黄鲂、黄鲫、鳓、龙头鱼、海鳗、青石斑鱼、短尾大眼鲷、竹荚鱼、白姑鱼、叫姑鱼、大黄鱼、鮸、黄鳍棘鲷、二长棘犁齿鲷、带鱼、日本鲭、曼氏无针乌贼、杜氏枪乌贼、三疣梭子蟹、墨节对虾、刀额仿对虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾和口虾蛄等。

本次调查鱼类以适温性分析看，调查海区渔获的鱼类，均为暖水性和暖温性的鱼类，未出现冷温性和冷水性鱼类。当海水水温超过 35℃，对鱼类生长有一定影响。按分布水层而言，调查海区渔获的鱼类，以底层和中下层鱼类最多。

从表 6.1-8 可以看出，厂址海域月平均最高水温为 29.3℃，即使位于强增温区（温升>3℃时）内的养殖区，在夏季最热季节温度也很少能达到 35℃，因此在夏季，温排水对鱼类的生长影响也比较小，但对于春、秋、冬三季而言，反而有利于鱼类的生长。

c)温排水对仔鱼、鱼卵的影响

林昭进（大亚湾核电站温排水对邻近水域鱼卵、仔鱼的影响。热带海洋，2000，19(1)：44-51）等研究结果表明，尽管鱼卵和仔鱼数量的年间波动很大，但是历年的季节变化趋

势却比较一致，高峰期一般出现在 4—9 月份，温排水对整个大鹏澳水域的鱼卵和仔鱼数量及其季节变化尚未有全局性的影响。不同温排水影响区鱼卵的数量分布有明显差别：以进水口水域数量最多，其次是温升 0.5-1.0℃水域，而温升 1.0℃以上的水域最少；仔鱼的分布情况与鱼卵不同，在 4 个水域中的数量差别不大。这一现象说明，温排水对邻近水域鱼类的产卵活动影响较为明显，而对仔鱼的生存及分布影响不大。大亚湾核电站温排水对鱼卵死亡率的影响也不显著，说明温排水对鱼卵和仔鱼的生存影响不大。但受温排水的影响，大鹏澳水域鱼类的种群结构已发生了一定的变化，有的种类数量增多，有的减少或者消失。

因此，初步判断，福清核电场运行后，温排水对整个兴化湾水域的鱼卵和仔鱼数量及其季节变化将不会有全局性的影响。温排水将对邻近水域鱼类的产卵活动产生一定的影响，而对仔鱼的生存及分布影响不大。受温排水的影响，温排水附近水域鱼类的种群结构可能会发生一定的变化，有的种类数量可能增多，有的可能减少或者消失。在电厂运行期间会加强跟踪调查，以制定应变措施。

d) 温排水对藻类的影响

温排水会改变浮游生物群落中的物种组成。有关调查结果表明，一般当水体适度增温时(温升≤ 3℃时)，温升区内浮游植物的种类数平均可增加 50%，尤其是水温较低的春、秋和冬季表现更明显。

根据有关研究资料，即使在夏季水温升高 6～8℃，也仅引起浮游植物光合作用强度减弱，并未破坏浮游植物细胞，经过几个小时后(一般不超过一昼夜)，浮游植物就能恢复光合作用。此外，在一定范围内，水温升高，还可以促进浮游植物的生长繁殖。这种情况在水温较低的春、秋、冬季更为明显。

但多数浮游生物的生存水体温度超过 35℃时，生存条件将明显受到威胁，将抑制其生长或造成死亡。

从表 6.1-8 可以看出，厂址海域月平均最高水温为 29.3℃，即使位于强增温区（温升>3℃时）内的养殖区，在夏季最热季节温度也很少能达到 35℃，因此在夏季，温排水对藻类的生长影响较小，但对于春、秋、冬三季而言，反而有利于藻类的生长。

在大亚湾海洋生态调查前，人们曾预测核电站运行后水温升高，可能大型藻类大量减少，甚至马尾藻场消失，从而担心大亚湾鱼类产卵场和仔幼鱼肥育场受到破坏，但调查结果表明，西大亚湾海洋生物种类多样性仍较高，暖水种有所增加，大型藻类(主要是丰叶马尾藻)生物量不仅没有减少，反而有所增加，核电站东南部或西南部海域在电站运行后形成鱼卵密集区；渔业年捕捞量总的趋势较为稳定，呈逐年上升的趋势。

6.1.2.3 卷吸效应和机械损伤

核电厂六台机组运行过程中，冷却装置系统需用大量海水，由于水泵急速抽取海水，致使水生生物与取水系统的旋转滤网、拦污栅产生机械碰撞损伤，对周围海域海洋生物产生一定的卷吸效应。

一般取水产生的卷吸效应只对那些能通过取水系统滤网的鱼卵、仔鱼、仔虾、浮游生物及其它游泳类生物幼体产生明显伤害。

（1）对浮游生物的影响分析

福建福清核电厂取水系统产生的卷吸效应将对浮游生物产生一定程度的损伤，会使取水口附近水域浮游生物量有所减少，降低海洋初、次级生产力。但浮游生物的生殖周期短，繁殖快，取水口附近水域浮游生物因受潮汐影响较易受外海水补充，其种群损伤后恢复较快，同时，相对整个兴化湾的浮游生物总量来说，因卷吸效应引起的浮游生物损伤是非常少的，对整个兴化湾的浮游生物总量影响不大。

（2）对鱼卵仔鱼的影响分析

根据 2012 年工程区春、秋两季鱼卵仔鱼的调查结果，鱼卵年平均丰度取 1.49ind/100m^3，仔鱼年平均丰度取为 8.60 ind/100m^3，1～2 号机组运行期卷吸效应每年对鱼卵、仔鱼造成的损失量分别约为鱼卵损失约为 2.12×10^7 粒，仔鱼损失为 1.22×10^8 尾，相对整个兴化湾的鱼卵仔鱼总量来说，因卷吸效应引起的鱼卵仔鱼的损伤是非常少的，对整个兴化湾的鱼卵仔鱼总量影响不大，更不会影响到整个兴化湾的海洋渔业资源。

（3）对成鱼的影响分析

福清核电厂引水明渠口门底宽约为 160m，核电厂六台机组全部运行时，在平均高潮位 2.83m 时，明渠口门段平均流速为 0.174m/s；在平均潮位 0.28m 时，明渠口门段平均流速为 0.229m/s；在平均低潮位-2.28m 时，明渠口门段平均流速为 0.330m/s；在 33 年一遇低潮位时，明渠口门段平均流速为 0.493m/s；在百年一遇低潮位-4.35m 时，明渠口门段平均流速为 0.504m/s。从以上可以看出，即使在百年一遇低潮位时，明渠口门处的流速还是比较低的（低于当地的平均流速），成鱼在进入明渠后能够凭借自身力量游出明渠，因此，福清核电厂六台机组在运行阶段，对成鱼的卷吸效应影响不大。

在 6.1 节中所采用的参考报告如下：

1.《福清核电厂取排水工程温排水研究综合分析研究报告（A 版）》，天津市海岸带工程有限公司（2008 年 6 月）；

2.《福清核电厂 5、6 号机组温排水数值模拟补充计算研究报告》，中国水利水电科学研究院（2011 年 2 月）。

3.《福建福清核电厂厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查报告》，国家海洋局第三海洋研究所（2013 年 10 月）。

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

本工程（福建福清核电厂一期工程）运行（包括正常运行和预计运行事件）状态下，气载流出物主要通过高 62.3m、直径 3m 的烟囱排入大气，经大气扩散对公众造成辐射影响。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，见图 6.2-1。

本工程运行时，气载流出物在大气中迁移和扩散是根据中国辐射防护研究院于 2013 年 9 月编制完成的《福建福清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（2011.1~2012.12）》专题报告中给出的风向、风速、稳定度、降水联合频率，采用高斯烟羽扩散模式，应用国际通用和成熟的大气弥散计算程序计算年均大气弥散因子和相对沉积因子。

福建福清核电厂运行时气载流出物对公众造成的辐射剂量通过国际通用和成熟的剂量计算程序进行计算。计算中所使用的惰性气体的空气浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），其余核素的空气浸没外照射剂量转换因子和地表沉积外照射剂量转换因子（包括空气中和水中）取自美国联邦导则 12 号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》；食入和吸入内照射剂量转换因子取自 GB 18871-2002 表 B6 和表 B7，见表 6.2-1；各核素的转移系数和浓集因子取自 IAEA 安全丛书 19 号报告，见表 6.2-2；气象、居民食谱和活习性、人口分布以及动植物养殖和种植数据取自本报告第二章。

本工程运行状态下气载放射性流出物的排放量满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）对于核电厂排放控制值的规定。经计算，气载流出物对公众个人造成的最大有效剂量为 6.13×10^{-7}Sv/a。

6.2.1.2 液态流出物的辐射影响

本工程运行（包括正常运行和预计运行事件）时，液态流出物排放到厂址所在的兴化湾，在其稀释和扩散的过程中，对公众的照射途径可归纳为：食入海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，见图 6.2-1。

福建福清核电厂运行时液态流出物对公众造成的辐射剂量，是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进行计算的。计算中使用的食入有效剂量转换因子取自 GB 18871-2002，地表沉积和水中浸没剂量转化因子取自美国联邦导则 12 号报告（1993），沉积吸附分配系数 Kd 取自 IAEA 安全丛书 19 号报告，见

表 6.2-3；海产品浓集因子 Bp 取自 IAEA 技术丛书 422 号报告和欧盟标准的推荐值；海水稀释因子取自 2009 年 5 月中国水利水电科学研究院完成的《福清核电厂二期工程温排水及低放废水综合分析研究报告》；居民食谱和生活习性以及人口分布数据取自本报告第二章。

本工程运行状态下液态放射性流出物的排放量满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）对于核电厂排放控制值的规定。经计算，液态流出物对公众个人造成的最大有效剂量为 3.38×10^{-6}Sv/a。

此外，本工程两台机组共用一套低放废液排放系统，根据各核素年排放量计算得到的核电厂排水口处的核素浓度均满足《海水水质标准》（GB 3097-1997）中相应放射性指标的要求。

6.2.1.3　年辐射剂量汇总

综合气、液态放射性流出物对厂址周围公众造成的最大个人有效剂量为 3.99×10^{-6}Sv/a，约占本工程（福建福清核电厂一期工程）个人剂量约束值（0.08mSv/a）的 4.99%；本工程运行状态下气载和液态放射性流出物的年排放量均满足国标的要求。因此，本工程正常运行时对环境的辐射影响是可接受的。

6.2.2　正常运行对水生生物的辐射影响

本节主要估算福建福清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，同时还考虑了福建福清核电厂 1-6 号机组正常运行时对水生生物的辐射影响。

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

福建福清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。福建福清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。评价程序根据生物所在的栖息环境选择了不同的代表性生物作为参考生物。

6.2.2.4 参数选取

由生物的剂量率限值（评价程序推荐所有生物的筛选值为 10μGy/h）反推出各核素在环境介质中对不同生物的浓度限值即为环境介质浓度限值，该参数与核素、媒介、生物种类有关，是一般筛选方法的技术基础。

6.2.2.5 水生生物辐射影响的估算

（1）福建福清核电厂一期工程两台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

福建福清核电厂一期工程两台机组正常运行时，水生生物辐射影响采用与公众辐射影响评价相同的源项（液态途径）进行估算。

① 各水生生物影响率的计算

影响率是核素在介质中的浓度与相应 EMCL 的比率，该值反映了当前介质中该核素的浓度对该种水生生物的危险程度。

福建福清核电厂一期工程两台机组正常运行时，厂址附近海域内放射性核素对不同水生生物的影响率小于近区海域内放射性核素对不同水生生物的影响率。可以初步认为，福建福清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影响不大，水生生物是安全的。

② 剂量率估算

福建福清核电厂一期工程两台机组运行状态下，各类水生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

综上所述，从影响率和剂量率的结果来看，福建福清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。

（2）福建福清核电厂 1-6 号机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

经评价，福建福清核电厂 1-6 号机组正常运行时，不同水生生物的影响率均在 10^{-1} 数量级以下，各类水生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。因此，福建福清核电厂 1-6 号机组正常运行时，厂址附近 0～80km 海域范围内水生生物是安全的。

6.3 其它影响

福建福清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，造成海水水质变化对海洋生物的影响，以及运行期间还存在噪声和电磁辐射影响。

6.3.1 淡水处理和除盐过程产生的废水

此类废水中的化学物质是淡水处理过程产生的悬浮物和氢氧化铝以及树脂再生废水中的 NaCl。

由于淡水处理过程中所用的化学物品有限，含有悬浮物和氢氧化铝的沉淀泥浆水经浓缩后进行脱水，固体物质不排入水体，滤出液经循环冷却水稀释后 Al 的浓度已是很低，再经过受纳水体进一步稀释扩散，这些化学物质将不会影响兴化湾的海水质量。

树脂床再生循环废水的NaCl排放浓度很低，与海水中天然NaCl浓度相比是很低的，参照大亚湾海域环境测试中测到的浓度在 29.19～32.83g/L 范围。再经兴化湾海水稀释后，其浓度更低，并且 NaCl 是非毒性的。也不会影响兴化湾的海水质量。

6.3.2 循环系统的排放水

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，这类水排放入兴化湾水域，对环境不会造成影响。

6.3.3 废水处理的排放物

这类排放物主要指电厂生活污水及其他非放射性废水处理的排放物。

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。厂区内的生活污水最大排放量为 200m^3/d（大修期间），正常运行时排放量为 50m^3/d，经生化工艺处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的 B 标准后，最终排入大海，不会对兴化湾水体产生影响。

6.3.4 余氯排放

循环水系统的余氯来自循环水处理系统，该系统对流经循环水系统的海水作连续加氯处理，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。由于次氯酸钠溶液产生的游离态氯在核电站释放的化学物质中数量最大，因此在分析核电站化学物质排放对海水水质及海洋生物影响时，重点分析余氯的影响。

海水中的余氯包括游离态余氯和化合态余氯，加入冷却海水中的游离态氯衰减得很快，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原性物质作用而消耗。化合态余氯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。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，不断扩散到兴化湾海区中去，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。福建福清核电厂规划总装机容量下余氯排放的影响区域仅在排水口附近海域，对海洋生物的影响范围有限。另一方面，由于海区其他部分的补偿和生态系的调节功能，以及温排水在冬季的升温作用有利于生物生长，可以相当程度地减轻这些损失。

6.3.5　液体放射性废物处理的化学废水

此类废水的化学成分由两部分组成：

—工艺水中的少量化学添加剂。按照运行规程的要求，这些化学物质的浓度通常很低，不会显著改变兴化湾水体中的含盐量以及水中的生物量。

—放射性核素。放射性核素的辐射影响已在 6.2 节中进行了分析，即使这些核素中有一些对环境可能是有一定影响的，但由于这些核素含量甚微，因此，这些核素对兴化湾海域的化学影响比起辐射影响可以忽略不计。

6.3.6　受纳水体中化学物质浓度与水质标准比较

根据 2005 年 9 月国家海洋局第三海洋研究所对兴化湾水质调查结果表明：兴化湾水质状况良好，除磷酸盐含量符合国家海水水质二、三类标准，总无机氮含量符合国家海水水质一、二类标准外，其他监测要素含量符合国家海水水质一类标准。

福建福清核电厂厂址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。

6.3.4 小节对核电厂排放的余氯对海域环境的影响进行了初步分析，认为电厂排放的余氯对海域环境的影响有限。

福建福清核电厂厂址内的生活污水均需经污水处理系统处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准的 B 标准后，最终排入大海，这类排放物不会对兴化湾水体产生影响。

6.3.7 电厂运行期间噪声的影响

6.3.7.1 噪声来源

核电厂的噪声主要来自核岛厂房群和汽轮机厂房中高速运转和有高速流体流动的设备。

核岛厂房群包括反应堆厂房、核辅助厂房、燃料厂房、电气厂房、连接厂房、柴油发

电机厂房和应急给水箱厂房，其噪声主要来自五个方面：

（1）大量高温高压水泵及配套电动机在不停地高速运转；

（2）柴油发电机组在热备用状态下和启动运行所产生的机械噪声，约为110 dB（A）；

（3）为大型空调和通风系统服务的电动鼓风机组不停运转；

（4）工艺过程的泄压释放系统的安全阀、管道和箱罐等，在执行排放或泄压功能时发出很强噪声；

（5）电气系统的部分设备也会发出很强噪声，例如：为反应堆控制棒驱动机构供电的发电机组、逆变器等。

汽轮发电机厂房的噪声主要来自以下几个方面：

（1）高速运转的汽轮发电机组、主给水泵、增压泵和凝结水泵等机械动力噪声；

（2）电动机、变压器等电气设备的磁场交变运动产生的电磁噪声；

（3）在甩负荷时，蒸汽排入冷凝器前减温减压器会发出较强的噪声；

（4）大型电动鼓风机产生的噪声；

（5）设备运行中其安全阀或排汽阀事故排汽时，尤其是主蒸汽管道内的蒸汽通过安全阀和泄压阀向大气排放时，会产生极强的气体动力噪声，但发生这种情况的概率非常低。

另外，在BOP部分也有一些高噪声车间和厂房，比如压缩空气站等，福清核电厂一期工程核岛厂房通风系统风机噪声的设计值为40-98dB（A）。

6.3.7.2 噪声控制措施

（1）核岛通风系统控制噪声的措施

针对噪声的产生途径，主要采取了以下控制噪声的设计措施：

——噪声控制要求不严格的厂房

核辅助厂房、电气厂房（不包括主控室）和核燃料厂房内承担运行和检修任务的人员以巡检为主，每天接触噪声的时间平均为2小时，对噪声没有严格要求，通风系统不需要加消声设备。尽管如此，我们在风机选择、风管内空气流速的控制以及减振和自然消声等方面都采取了必要措施。核岛厂房通风系统的风机噪声设计值为40-98dB（A）。

——严格控制噪声的区域

主控室是核电厂的神经中枢和控制中心，对核电厂的安全具有决定性意义，必须有效地防止外界噪声的干扰。设计中主要采取了以下措施：

- 选用优质的合格通风设备；
- 主控室通风系统选用组合式空调机组（核级），风机设于空调箱内，采用低噪声、低转速和高效率的通风机。箱体采用50mm厚保温面板，气流出空调箱体的噪音不大于75dB

（A）；

- 通风机采用隔振措施；
- 通风机与风管采用软管连接；
- 通风空调机房做隔音和消音处理；
- 控制风管内流速，防止附加噪声；
- 送风管上安装消声器。
- 通过消声软管连接消声静压箱与送、排风口。

核岛厂房通风系统防噪声设计严格遵守国家标准和行业标准中对噪声设计的规定，能够满足职业卫生的需要。

（2）柴油发电机组噪声控制措施

每个核电机组设置两台应急柴油发电机组，作为应急电源系统。每个核电机组的两台应急柴油发电机组厂房是实体上相互隔离和电气上相互独立的系统。

柴油发电机组厂房内的噪声约为110分贝，该厂房不需要人值班，正常情况下是无人的状态，检修时需要停机，因此室内噪声对工作人员不会构成直接危害。对于该厂房的噪声防护和控制，在设计中采取了以下主要措施：

- 厂房尽量密闭，各柴油发电机组之间实体隔离；
- 室内设备的散热靠机械通风；
- 柴油发电机组厂房进风口设有消音器；
- 柴油发电机组设有减振装置。

（3）汽轮发电机厂房和系统的噪声控制措施

- 防护设计

1）建筑防噪设计

电气控制楼墙体和吊顶选用隔声、吸音材料，减少厂房内噪声回响反射；合理确定开窗比，尽可能减少噪声辐射。

生产人员值班室噪声隔离措施采用砖墙、玻璃窗和隔声木门，其隔声效果为：砖墙消音效果可达 40dB（A），单层玻璃窗的隔声效果为 20 dB（A），双层玻璃窗为 37 dB（A）；每道隔声木门的隔声效果为 27 dB（A）。

化学水处理室、循环水泵房和空压机房等均单设值班室，并采取隔声措施。

2）设备减噪措施

在设备噪声源强上进行控制，设计中尽量选用低噪声设备，主设备和辅助设备选型及订货时，向制造厂家提供主、辅设备噪声限值的要求，从根本上减少噪声的产生，有利于

电厂噪声的控制治理。对某些无法从声源上实现噪声控制的高噪声设备，采取加设吸声、隔声、消声装置，从传播途径上进行控制。

汽水管道设计时做到合理布置，流道顺畅，并考虑防振措施、合理选择各支吊架形式并合理布置，所有调节阀、减压阀均选择低噪音阀门，降低气流和振动噪声。

对给水泵和循环水泵运行时产生噪音应加装消声设施并放置单独封闭泵房。

（4）BOP部分厂房噪声控制措施

- 严格遵守《工业企业噪声控制设计规范》GBJ87-85和《泵的噪声测量与评价方法》JB/T8098-99的规定，对泵、电机的选择及泵房的建筑设计考虑防噪声的要求，使电机噪声控制在85dB，水泵噪声控制在93dB。

- 压缩空气站的噪声主要来源于空气压缩机和干燥器。空压机的吸气口安装消声过滤器；干燥器的再生气放空安装消声器；选择优质的，运行噪声低的空压机组；选择自控水平高的空压机，以减少工人的操作时间；站房控制室安装隔声门窗。这样可将压缩空气站机房内的噪声限制在90dB（A）以下；可将值班室内的噪声限制在70～75 dB（A）以下。

6.3.7.3 运行期间噪声的环境影响

核电厂在设计上考虑了噪声的环境影响，同时通过采取各项噪声控制措施后，大大降低了噪声对环境的影响。按照最大噪声级为98 dB（A），最小隔声量20 dB（A）计算，厂房外噪声可控制在78dB（A）以下。根据点声源噪声距离衰减公式，噪声随距离衰减量$\Delta L=10\lg(\pi r^2/4)$，仅考虑距离衰减情况下，距厂房10m处噪声级为64 dB（A），由此可见，本工程厂界处能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准要求。由于1、2号机组布置在厂区西南侧，居民点主要分布在厂区东北侧，2号核岛距最近的居民点2.25km，经距离衰减后，其运行期间产生的噪声对居民点几乎无贡献，不对居民点造成噪声影响。

综上所述，本工程运行期间噪声的环境影响可接受。

6.3.8 500kV 开关站的环境影响

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/T 24-1998）标准中 2.5.2 节的规定，可利用已运行的秦山二期/秦山二期扩建、秦山三期共用的 500kV 开关站电磁辐射强度和分布的实际测量，对本工程建成后电磁环境影响进行预测。

秦山二期/秦山二期扩建、秦山三期共用的 500kV 开关站及送电线路的电磁辐射监测点布置及监测结果详见表 6.3-1-表 6.3-4。

根据表 6.3-1、表 6.3-2 可知：秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 开关站及 500kV 送电线路工频电磁及工频磁场强度均低于《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）中工频电场评价标准 4kV/m 和工频磁场评价标准 0.1mT（100μT）。

根据表 6.3-3、表 6.3-4 可知：秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 开关站及 500kV 送电线路 0.5MHz 无线电干扰低于《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）中规定的 55 dB（μV/m）限值。

由此可见，运行后的秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 开关站及 500kV 送电线路工频电磁、工频磁场强度及无线电水平均满足国家相关标准的要求。

根据《秦山核电厂扩建项目（方家山核电工程）厂址区域电磁辐射本底调查和现状评价报告》可知，秦山核电基地中秦山核电一期工程 1×300MW 机组、二期工程 2×650MW 机组和三期工程 2×700MW 机组正在运行，秦山二期扩建工程 2×650MW 机组中 3#机组已经运行，4#机组正在调试，秦山核电厂扩建项目 2×1000MW 核电机组正在建设。即秦山核电基地厂址区域现有电磁辐射源有已运行各核电工程各自所辖的主变压器、开关站、输变电线路及三座移动通讯基站。

同时根据《福建福清核电厂厂址及其周围环境电磁辐射现状调查报告》，福清核电厂厂址区域附近电磁辐射污染源要远远少于秦山核电基地。

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/T 24-1998）标准中 2.5.2 节可预测：福建福清核电厂建成后电磁辐射水平能够满足国家相关标准的要求。

6.4 退役计划

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。本节主要对福建福清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，阐述了在设计阶段应考虑的便于退役的有关因素和要求，并在退役费用和管理方面提出了考虑和设想。

6.4.2 退役策略选择和退役阶段划分

6.4.2.1 退役策略选择

早先国际原子能机构（IAEA）曾将退役策略分为 I 级（监督贮存）、II 级（有限制开放）和 III 级（无限制开放）三个等级，此概念随着退役技术的发展已不再使用，目前国际原子能机构将退役策略分为三种：立即拆除、延迟拆除和就地埋葬。

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。

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。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。

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周密和有组织的计划。国家核安全监管部门要求新建核设施要制定退役计划。计划的内容、范围和详细程度应根据设施的复杂性和潜在危害的不同进行调整。核电厂退役计划分三个阶段制定和提交，即：初始计划、中期计划和最终计划。三个阶段计划的内容应逐步深入、完善、细化和优化。其中安全分析和环境影响评价是退役计划中的重要组成部分，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的当前状况。保存方式要考虑这些资料长期保存的可读取性，以及为保证保存安全性进行备份等。

6.4.4.2 便于退役的设计要求

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非常重要。

（1） 核电厂设计中应考虑退役的技术可行性，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，应考虑某个机组退役，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，应能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） 对于大型设备部件应易于拆除和解体，最好能整体拆移。

（5） 在选择材料时，应选择易活化元素比较少、易于表面去污的材料。

（6） 铺设在建筑结构内的工艺管道，通常应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，应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，应使其容易隔离，以便去污或拆除。

（10） 在设计生物防护层时，应对其拆除方案进行论证。

（11） 在设计放射性废物暂存设施时，应考虑对废物的回取。

（12） 应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。

6.4.5 退役费用的考虑

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第 27 条的规定，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，并列入投资概算或者生产成本。根据 NB/T 20048-2011《核电厂建设项目经济评价方法》，福清核电厂 1、2 号机组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。

6.4.6 退役管理设想

运行阶段应及时完善更新中期退役计划，特别是有重大变化时应有相关部门负责完成此项工作。

退役阶段的安全关闭过渡期，应及早将运行部门改建成退役的组织机构，以利于退役工作的顺利开展。

6.4.7 结论

通过上述分析，得出如下结论：

1）核电厂退役策略选择受多种因素影响，在本核电厂建造可行的前提下，从目前的国家政策、费用来源、废物出路以及退役技术方面来看，建议将来采用立即拆除策略。

2）在设计、建造和运行阶段应对核电厂将来的退役工作进行充分考虑。

3）在核电厂前期及设计阶段，建议指定有关责任部门负责考虑退役的前期工作。

核电厂退役将涉及国家政策、法规、经济和科学技术条件等问题。在核电厂运行寿期末采用的退役策略和退役方案，将根据技术经济的发展情况，在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。

详细初步退役计划见《福建福清核电厂一期工程初步退役计划》（0426XHB-ZHC40）。

表 6.1-1　排放点（排水明渠口门）水深与温排水面积

排水点	水深（m）	夏季全潮 1℃温升最大面积（km^2）
1.2km（A_o）	5.5	98.3
2.0km（B_o）	8.3	45.4
2.2km（C_o）	8.7	51.9
2.7km（D_o）	11.0	49.2

表 6.1-2　温排水面积及排水明渠长度表

排水点	排水长度（百米）	夏季全潮 1℃温升最大面积（km^2）
1.2km（A_o）	12	98.3
2.0km（B_o）	20	45.4
2.2km（C_o）	22	51.9
2.7km（D_o）	27	49.2

表 6.1-3　模型比尺参数

Q_r	V_r	n_r	t_r	模型最大热水流量
3.5×10^5	10	1.15	35	1246cc/s

表 6.1-4　各工况取水温升

工况	装机容量（MW）	潮型	取水温升（℃）	
			全潮最大	全潮平均
1	2×1000	夏季典型大潮	0.4	0.2
2		夏季典型中潮	0.5	0.3
3		夏季典型小潮	0.5	0.3
4		冬季典型大潮	0.4	0.2
5		冬季典型中潮	0.5	0.3
6		冬季典型小潮	0.5	0.3

表 6.1-5　全潮最大温升包络面积

工况	装机容量（MW）	潮型	全潮最大等温升线包络面积（km^2）				
			4℃	3℃	2℃	1℃	0.5℃
1	2×1000	夏季典型大潮	0.22	1.03	3.02	8.2	26.5
2		夏季典型中潮	0.28	1.19	3.24	8.5	27.1
3		夏季典型小潮	0.33	1.36	3.83	9.2	28.7
4		冬季典型大潮	0.26	1.1	3.14	10.8	32.7
5		冬季典型中潮	0.31	1.25	3.73	12.1	34.2
6		冬季典型小潮	0.38	1.47	3.93	14.8	39.7

注：　表内双线宽栏中数据为二维数模计算结果，下同。

表 6.1-6　全潮平均温升包络面积

工况	装机容量（MW）	潮型	全潮平均等温升线包络面积（km^2）				
			4℃	3℃	2℃	1℃	0.5℃
1	2×1000	夏季典型大潮	/	0.21	0.82	2.68	14.4
2		夏季典型中潮	/	0.25	0.93	3.25	15.5
3		夏季典型小潮	/	0.27	1.00	3.45	17.4
4		冬季典型大潮	/	0.24	0.89	2.94	18.4
5		冬季典型中潮	/	0.27	1.00	3.38	20.8
6		冬季典型小潮	/	0.30	1.12	4.03	25.6

注：　表内双线宽栏中数据为二维数模计算结果，“/”表示因为数据太少，无法画出包络线，故没有统计数据，下同。

表 6.1-7(1/2)　温升影响区最大顺、离岸距离

装机容量 MW	夏季潮型	温升环境影响距离（km）									
		特征值	4℃		3℃		2℃		1℃		0.5℃	
			顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）
2000	夏季典型大潮	最大	0.14/0.37	0.56/0.00	0.40/0.78	0.93/0.30	0.71/1.26	1.51/0.82	1.06/1.91	2.79/1.90	1.66/2.90	3.62/6.40
		平均	/	/	0.20/0.35	0.49/0.00	0.40/0.65	0.86/0.24	0.69/1.22	1.29/0.73	1.00/2.32	2.86/4.46
	夏季典型中潮	最大	0.10/0.51	0.56/0.00	0.34/0.99	0.90/0.31	0.65/1.33	1.57/0.82	1.15/1.55	2.43/1.87	1.96/2.89	3.21/6.24
		平均	/	/	0.19/0.40	0.56/0.21	0.41/0.78	0.88/0.16	0.78/1.44	1.38/0.60	1.36/2.43	2.60/4.54
	夏季典型小潮	最大	0.13/0.50	0.59/0.14	0.35/0.91	1.01/0.56	0.66/1.31	1.76/1.15	1.30/1.75	2.60/1.35	2.21/3.22	3.33/4.94
		平均	/	/	0.14/0.38	0.61/0.06	0.39/0.63	1.05/0.40	0.74/1.17	1.66/0.95	1.36/2.57	2.64/4.24

表 6.1-7(2/2)　温升影响区最大顺、离岸距离

装机容量（MW）	冬季潮型	温升环境影响距离（km）									
		特征值	4℃		3℃		2℃		1℃		0.5℃	
			顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）	顺岸（东/西）	离岸（南/北）
2000	冬季典型大潮	最大	0.11/0.39	0.69/0.00	0.34/0.77	1.06/0.34	0.71/1.22	1.74/0.85	1.51/1.86	3.16/2.10	2.28/3.12	4.22/6.71
		平均	/	/	0.11/0.36	0.62/0.00	0.29/0.68	1.00/0.28	0.56/1.22	1.46/0.85	1.59/2.33	3.37/5.45
	冬季典型中潮	最大	0.11/0.41	0.75/0.00	0.33/0.84	1.26/0.22	0.80/1.34	1.90/0.95	1.42/2.05	3.24/2.54	2.55/2.97	3.83/7.04
		平均	/	/	0.12/0.40	0.65/0.00	0.34/0.71	1.18/0.24	0.64/1.41	1.60/0.79	1.40/2.35	3.27/5.58
	冬季典型小潮	最大	0.19/0.45	0.73/0.09	0.38/0.88	1.09/0.72	0.69/1.40	1.53/1.25	1.22/2.49	2.81/4.36	1.75/4.19	3.81/7.18
		平均	/	/	0.15/0.43	0.64/0.04	0.36/0.76	1.02/0.42	0.72/1.46	1.66/1.01	1.50/3.37	3.23/6.51

表 6.1-8　厂址月均表层水温统计表（℃）

月份	2006 1	2006 2	2006 3	2006 4	2006 5	2006 6	2006 7	2005 8	2005 9	2005 10	2005 11	2005 12	平均
前薛	10.0	9.4	10.9	15.2	19.0	23.5	26.9	28.0	27.3	23.6	19.6	12.0	18.8
月份								2009 8	2009 9	2009 10			
前薛								29.3	28.5	23.8			

表 6.2-1 气态剂量计算剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	Sv.m3/Bq.s	Sv.m2/Bq.s	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
H-3	3.31E-19	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	7.30E-11	1.20E-10	4.50E-11	8.20E-11	1.40E-10	3.40E-10
C-14	2.65E-18	1.68E-20	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	2.00E-09	2.80E-09	4.00E-09	8.30E-09
Ar-41	6.13E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85m	6.83E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	2.55E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.94E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	9.72E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.27E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.11E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	5.44E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.85E-14	3.82E-16	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	7.40E-09	1.90E-08	3.70E-08	7.20E-08
I-132	1.14E-13	2.29E-15	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	9.40E-11	2.20E-10	4.50E-10	1.10E-09
I-133	3.00E-14	6.42E-16	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	1.50E-09	3.80E-09	8.30E-09	1.90E-08
I-134	1.32E-13	2.63E-15	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	4.50E-11	1.10E-10	1.80E-10	4.80E-10
I-135	8.09E-14	1.52E-15	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	3.20E-10	7.90E-10	1.70E-09	4.10E-09
Co-58	4.82E-14	9.61E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.10E-09	3.10E-09	4.50E-09	9.00E-09
Co-60	1.27E-13	2.38E-15	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	3.10E-08	4.00E-08	5.90E-08	9.20E-08
Cs-134	7.66E-14	1.54E-15	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	1.13E-08	2.80E-08	4.10E-08	7.00E-08
Cs-137	9.4E-17	3.04E-18	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	3.90E-08	4.80E-08	7.00E-08	1.10E-07

表 6.2-2 气态剂量计算转移系数和浓集因子

核素\途径	浓集因子		转移系数	
	牧草	农作物可食部分	奶 d/L	肉 d/kg
I-131	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
I-132	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
I-133	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
I-134	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
I-135	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Co-58	2.00E+00	8.00E-02	1.00E-02	7.00E-02
Co-60	2.00E+00	8.00E-02	1.00E-02	7.00E-02
Cs-134	1.00E+00	4.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Cs-137	1.00E+00	4.00E-02	1.00E-02	5.00E-02

表 6.2-3 液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

核素	地面沉积	水中浸没	食入有效 Sv/Bq				沉积吸附分配系数
	$Sv.m^2/Bq.s$	$Sv.m^3/Bq.s$	成人	青少年	儿童	婴儿	m^3/kg
H-3	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-11	2.30E-11	3.10E-11	6.40E-11	1.00E-04
C-14	1.68E-20	2.99E-21	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	2.00E-01
I-131	3.82E-16	4.04E-17	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	2.00E-03
I-133	6.43E-16	6.79E-17	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	2.00E-03
Sr-89	6.89E-17	5.23E-19	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	1.00E-01
Sr-90	1.68E-18	1.12E-19	2.80E-10	6.00E-08	4.70E-08	2.30E-07	1.00E-01
Cs-134	1.54E-15	1.66E-16	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	3.00E-01
Cs-136	2.12E-15	2.34E-16	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	3.00E-01
Cs-137	3.04E-18	1.06E-19	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	3.00E-01
Cr-51	3.12E-17	3.34E-18	3.80E-11	7.80E-11	2.30E-10	3.50E-10	5.00E+00
Mn-54	8.22E-16	8.98E-17	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	2.00E+01
Co-58	9.61E-16	1.04E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.00E+01
Co-60	2.38E-15	2.77E-16	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	2.00E+01
Ag-110m	2.68E-15	2.97E-16	2.80E-09	5.20E-09	7.80E-09	2.40E-08	1.00E-01
Sb-124	1.76E-15	2.00E-16	2.50E-09	5.20E-09	8.40E-09	2.50E-08	1.00E-01
Zr-95	7.32E-16	7.91E-17	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	1.00E+02
Fe-59	1.13E-15	1.31E-16	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	5.00E+00

表 6.3-1 秦山二期/二期扩建三期工程 500kV 开关站工频电场/工频磁场强度现状监测结果

测点位置	监测时间	经纬度	天气情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站东边界	2011.7.27AM	30°25.308′N 120°56.407′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	568.4	1.808
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站南边界	2011.7.27AM	30°25.289′N 120°56.379′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	11.75	0.601
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站西边界	2011.7.27AM	30°25.252′N 120°56.411′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	8.42	0.527
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站北边界	2011.7.27AM	30°25.299′N 120°56.375′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	1070	2.459

表 6.3-2 秦山二期/二期扩建三期工程 500kV 出线监测断面工频电场/工频磁场强度现状监测结果（K2 监测断面）

测点编号	测点位置	监测时间	经纬度	天气情况	温度℃	湿度%	风向	风速 m/s	大气压 kPa	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
K2-1	南边相外 50m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	184	0.95
K2-2	南边相外 45m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	226	1.135
K2-3	南边相外 40m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	256	1.373
K2-4	南边相外 35m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	320	1.426
K2-5	南边相外 30m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	382	1.574
K2-6	南边相外 25m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	409	1.702
K2-7	南边相外 20m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	435	1.85
K2-8	南边相外 15m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	613	2.032
K2-9	南边相外 10m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	930	2.235
K2-10	南边相外 5m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	1646	3.709
K2-11	南边相外 0m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	1899	3.765
K2-12	北边相外 0m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	3089	3.132
K2-13	北边相 5m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	1988	3.585
K2-14	北边相外 10m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	1012	2.351

K2-15	北边相外 15m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	723	2.056
K2-16	北边相外 20m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	517	1.879
K2-17	北边相外 25m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	402.6	1.756
K2-18	北边相外 30m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	289.5	1.553
K2-19	北边相外 35m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	212.4	1.427
K2-20	北边相外 40m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	234.8	1.236
K2-21	北边相外 45m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	198.5	1.205
K2-22	北边相外 50m	2011.7.27PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	243.3	1.059

表 6.3-3 秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 开关站无线电干扰场强度现状监测结果

测点名称	监测时间	经纬度	天气情况	温度℃	湿度%	风向	风速m/s	大气压kPa	无线电干扰强度 dB（μV/m）									
									监测频率 MHz									
									0.15	0.25	0.5	1.0	1.5	3.0	6.0	10	15	30
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站东边界	2011.7.27 AM	30°25.308′N 120°56.407′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	57.9	56.6	47.2	39.2	37.4	33.9	36	38.1	40.8	28.6
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站南边界	2011.7.27 AM	30°25.289′N 120°56.379′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	60.1	54.7	46.5	40.6	37.7	34.6	37.3	37.8	40	27.6
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站西边界	2011.7.27 AM	30°25.252′N 120°56.411′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	61.2	55.4	46.6	39.5	38.2	33.7	37.5	38.9	40.2	26.5
二期/二期扩建工程/三期 500kV 开关站北边界	2011.7.27 AM	30°25.299′N 120°56.375′E	晴	32.7	54.5	东南	3.5	100.2	59.7	56.2	47.9	40.3	41.1	34.8	37.8	40	41.9	26.3

表 6.3-4 秦山二期/二期扩建/三期工程 500kV 出线监测断面无线电干扰场强度现状监测结果（K2 监测断面）

测点编号	测点名称	监测时间	经纬度	天气情况	温度℃	湿度%	风向	风速m/s	大气压kPa	无线电干扰强度 dB（μV/m）									
										监测频率 MHz									
										0.15	0.25	0.5	1.0	1.5	3.0	6.0	10	15	30
K2-23	南边相外2048m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			50.8							
K2-24	南边相外1024m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			51.4							
K2-25	南边相外512m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			50.3							
K2-26	南边相外256m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			49.2							
K2-27	南边相外128m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			48.3							
K2-28	南边相外64m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			49.6							
K2-29	南边相外32m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			49.8							
K2-30	南边相外20m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	65.5	70.2	53.7	53.2	39.2	33.4	36.5	44.2	43.7	27.6
K2-31	南边相外16m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			53.5							
K2-32	南边相外8m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			53.6							

K2-33	南边相外 4m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			52.9							
K2-34	南边相外 2m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			53.8							
K2-35	南边相 0m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			55.4							
K2-36	北边相 0m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			55.7							
K2-37	北边相 2m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			54.3							
K2-38	北边相 4m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			54.8							
K2-39	北边相 8m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			55.2							
K2-40	北边相 16m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			54.7							
K2-41	北边相 20m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6	67.5	62.1	54.6	44.8	37.1	32.4	39.2	38.6	49.8	26.5
K2-42	北边相 32m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			52.7							
K2-43	北边相 64m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			51.2							
K2-44	北边相 128m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			49.3							
K2-45	北边相 256m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			49.8							
K2-46	北边相 512m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			48.5							

K2-47	北边相1024m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			47.6						
K2-48	北边相2048m	2011.7.27 PM		晴	37.5	58.5	东南	3.5	100.6			48.8						

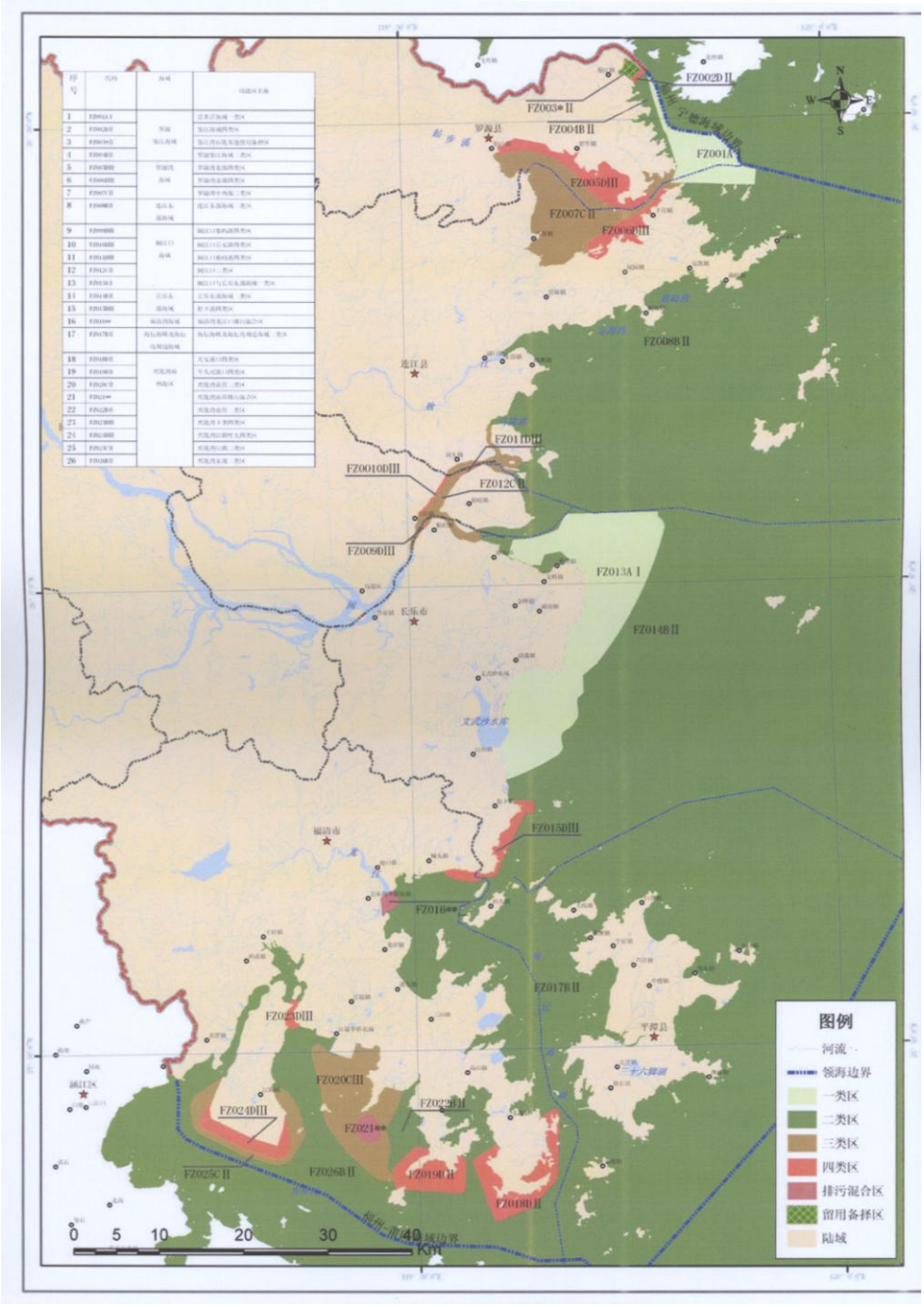


图 6.1-1　近岸海域环境功能区划图

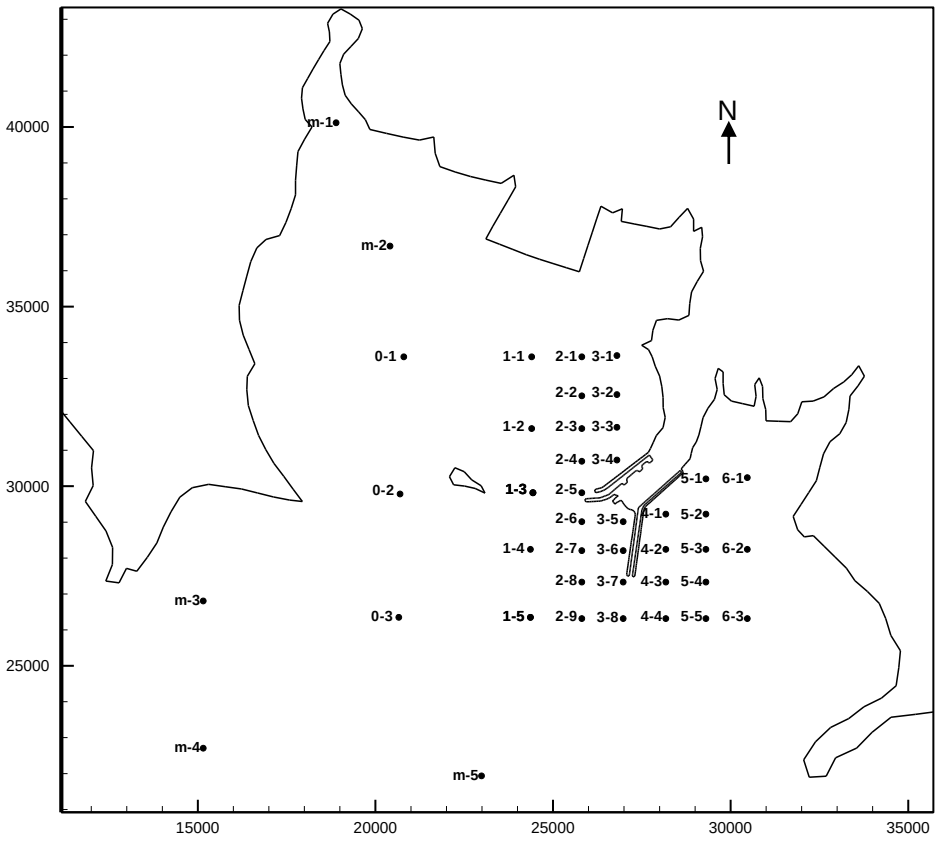


图 6.1-2 工程附近水域潮流特征点布置

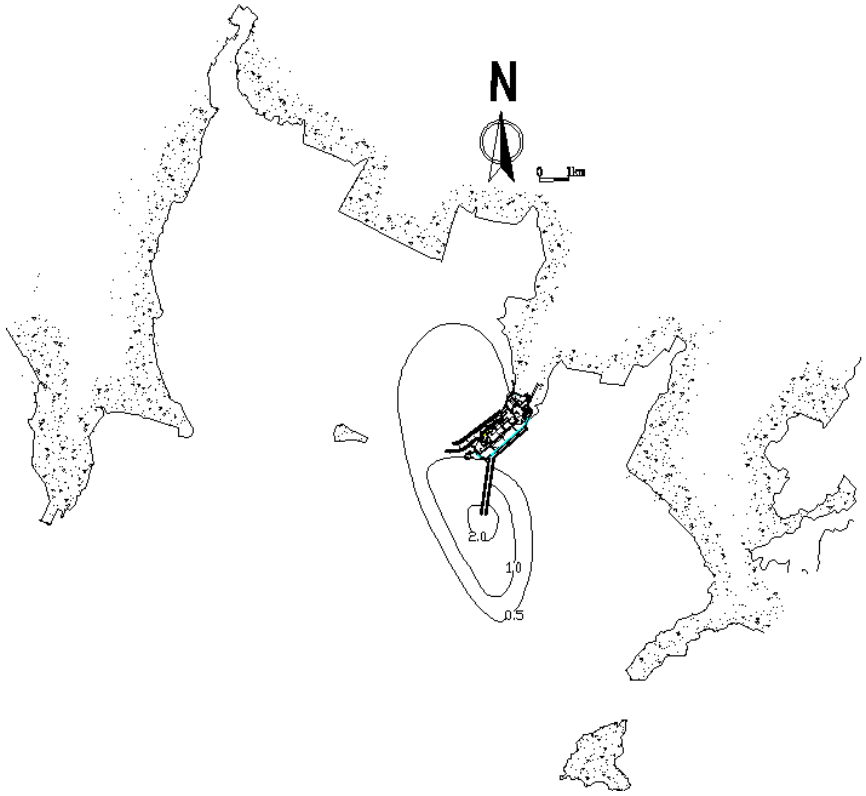


图 6.1-3　夏季大潮全潮最大温升图

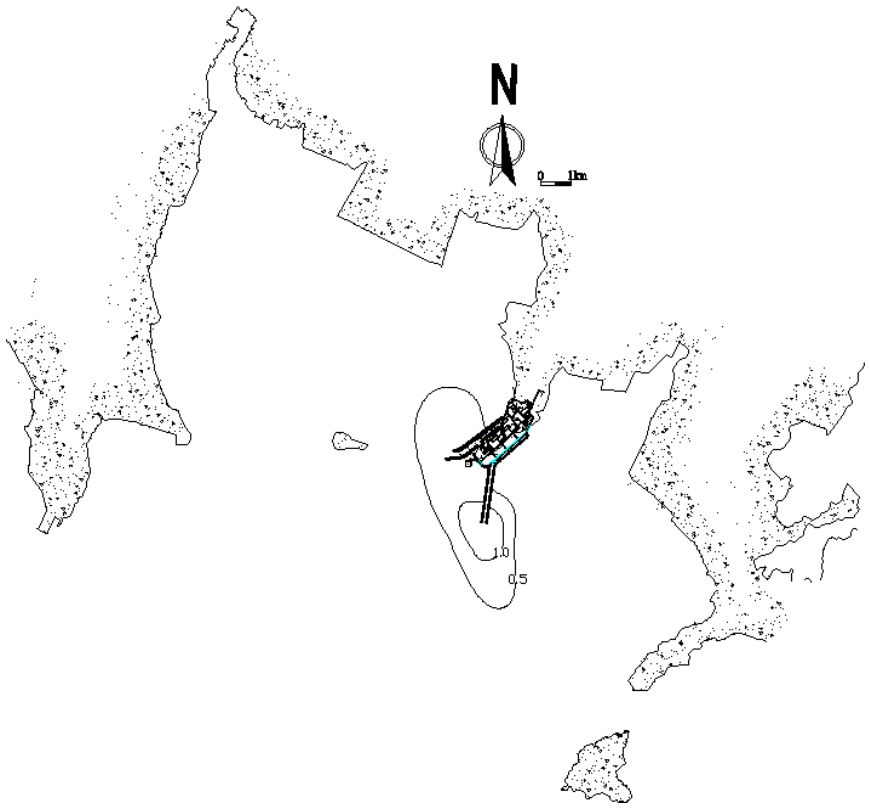


图 6.1-4　夏季大潮全潮平均温升图

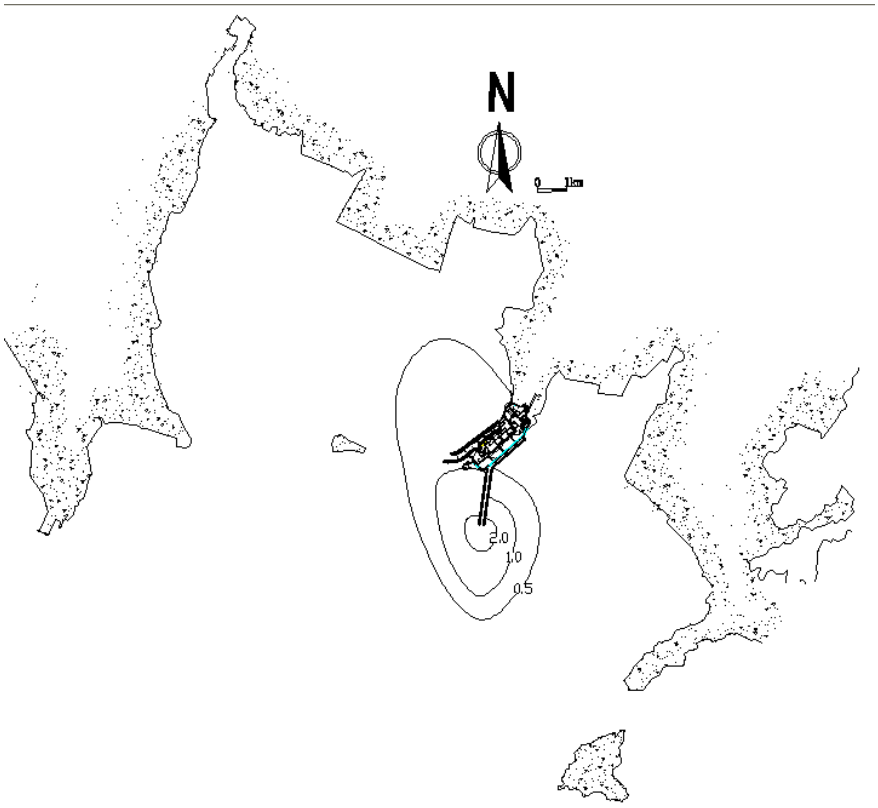


图 6.1-5　夏季中潮全潮最大温升图

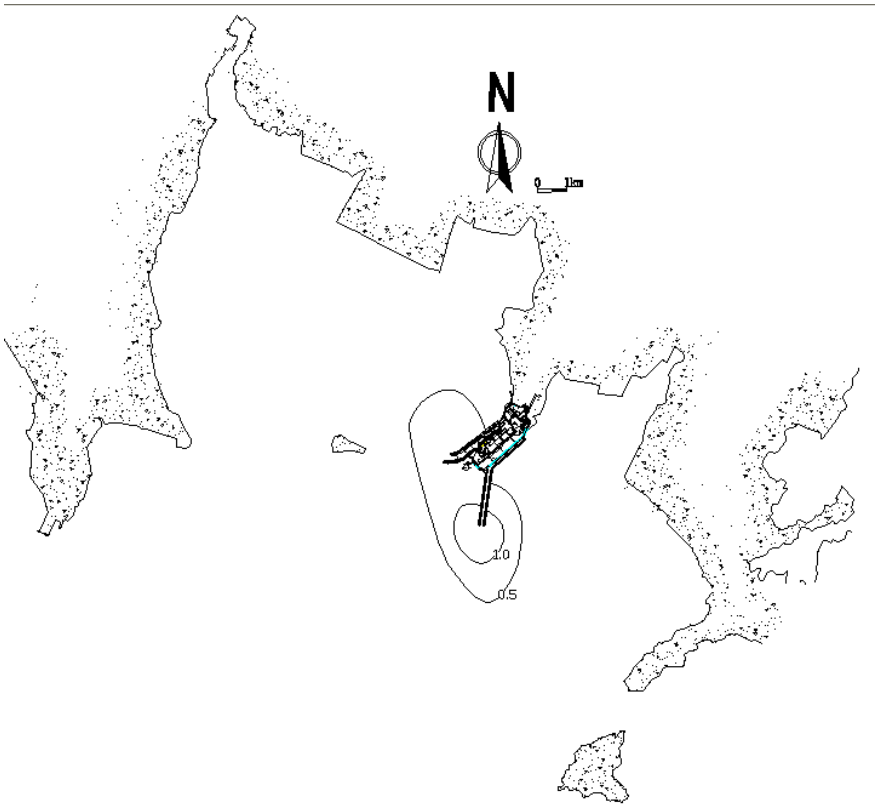


图 6.1-6 夏季中潮全潮平均温升图

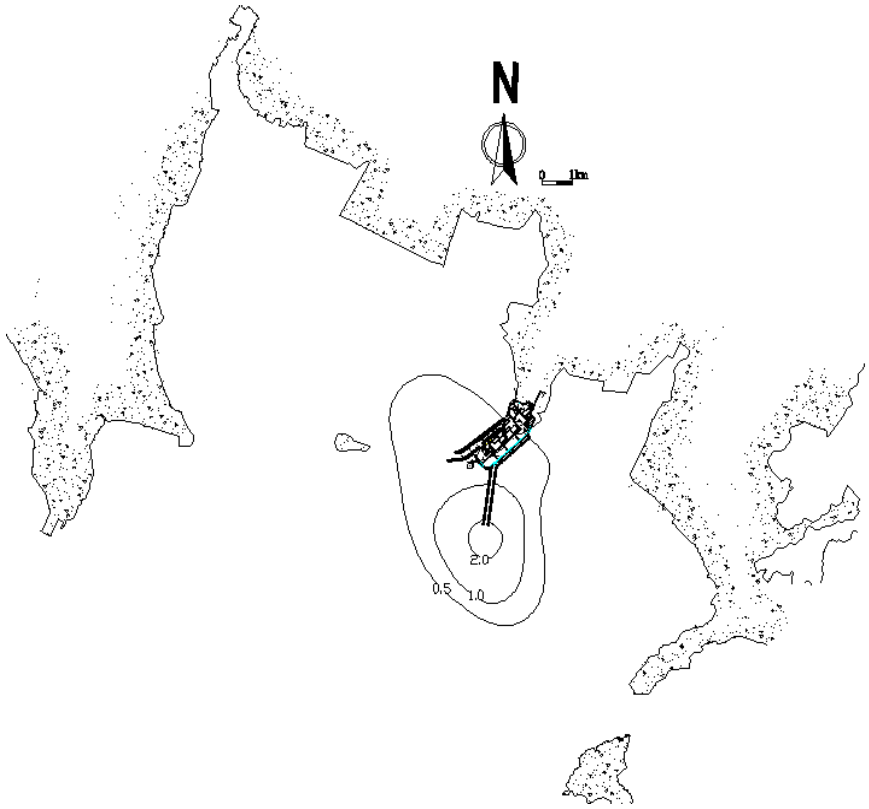


图 6.1-7　夏季小潮全潮最大温升图



图 6.1-8　夏季小潮全潮平均温升图

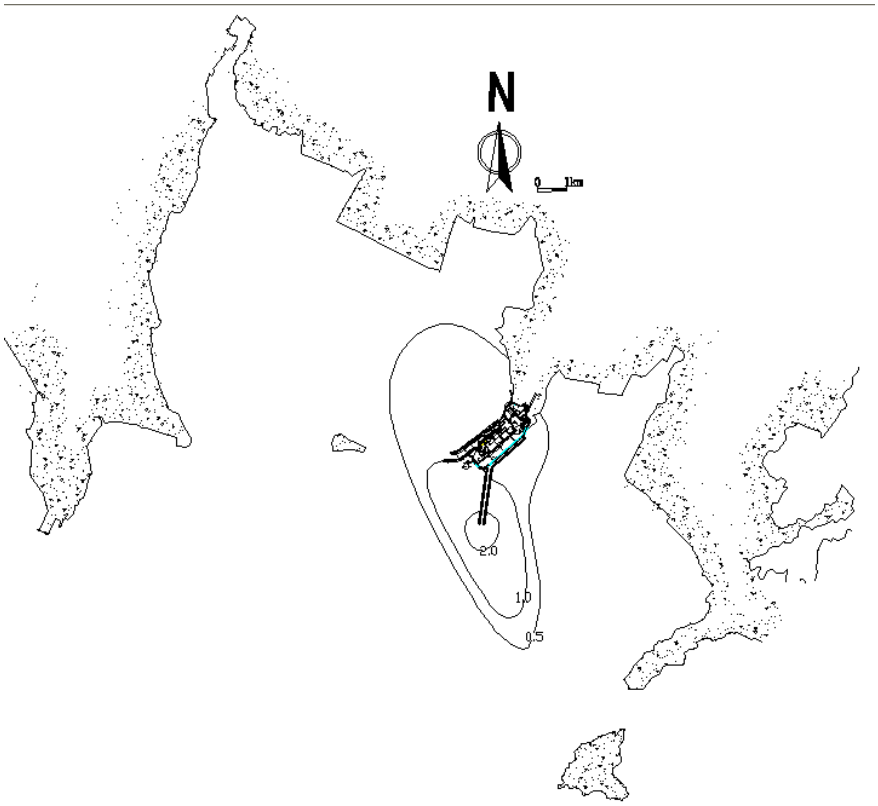


图 6.1-9　冬季大潮全潮最大温升图

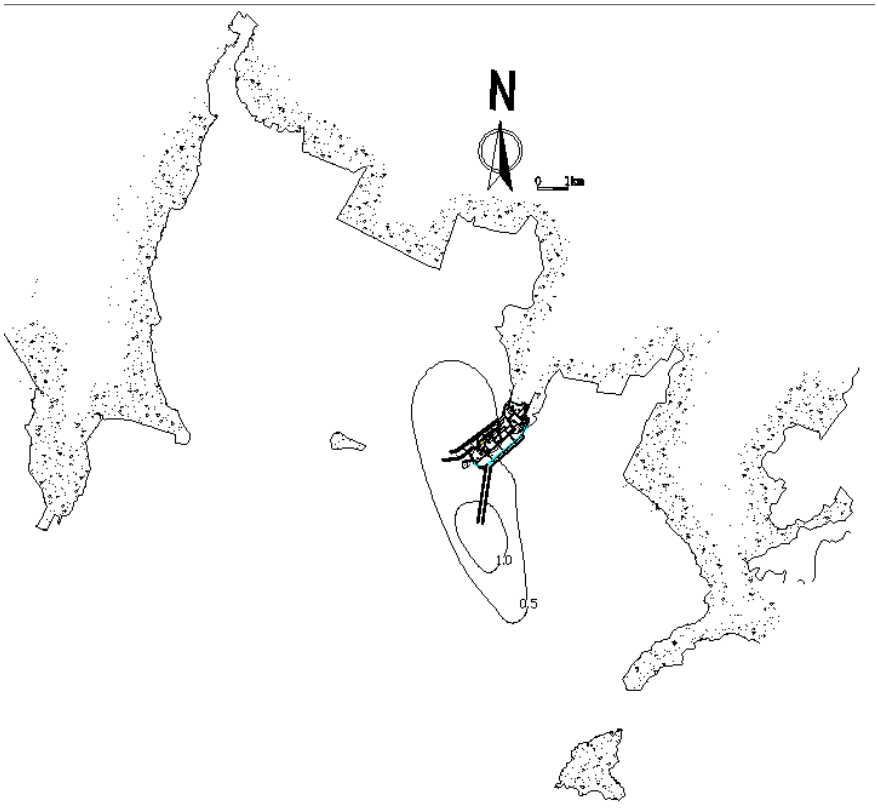


图 6.1-10　冬季大潮全潮平均温升图

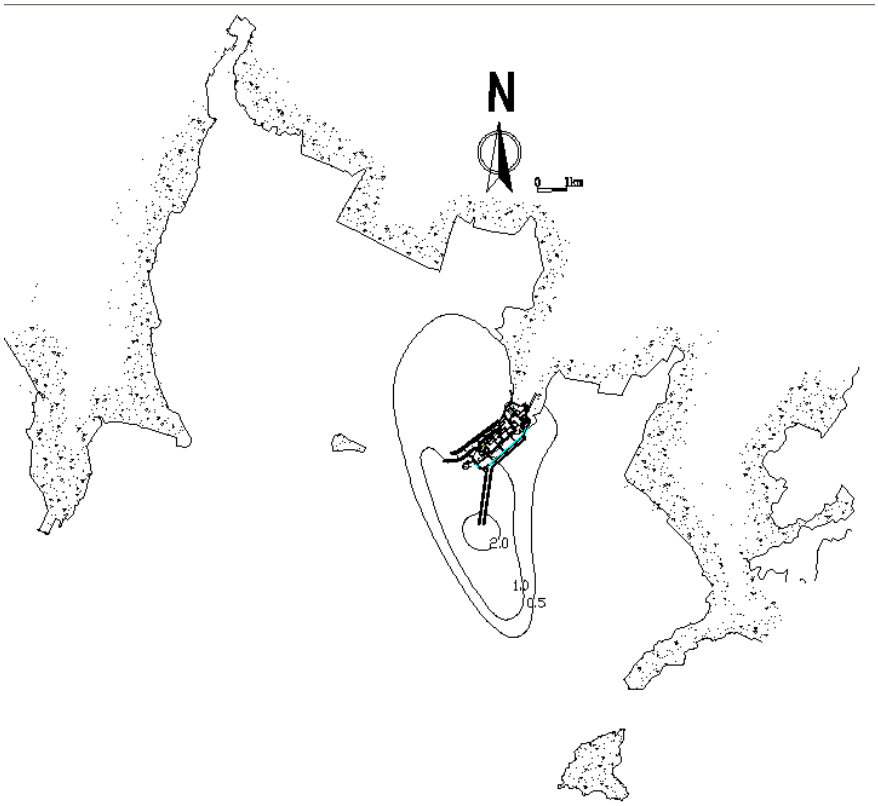


图 6.1-11　冬季中潮全潮最大温升图

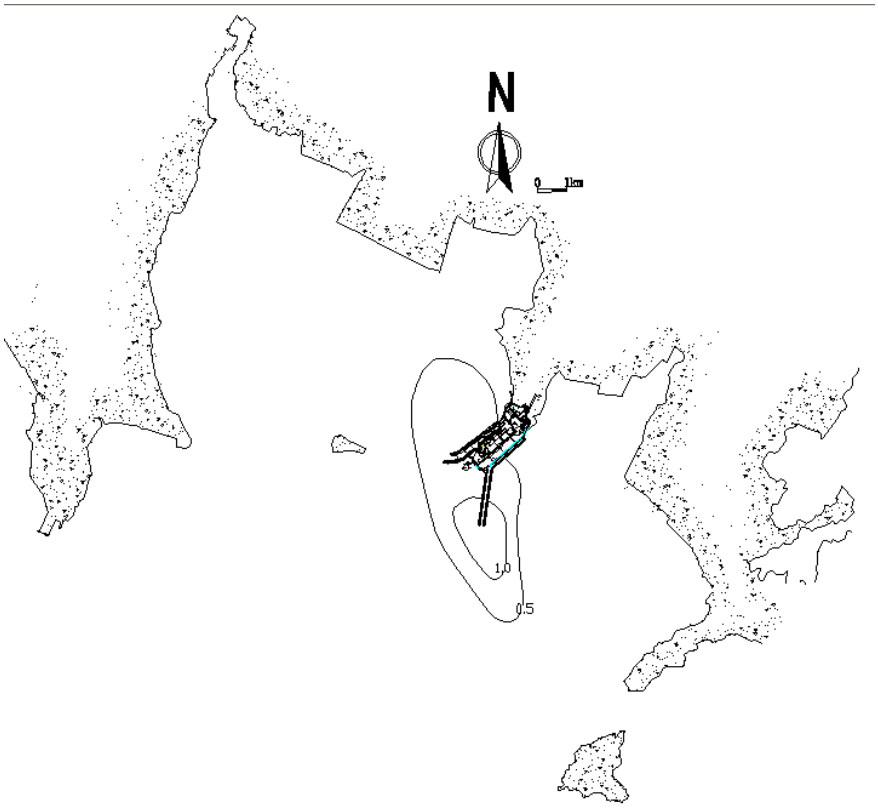


图 6.1-12 冬季中潮全潮平均温升图

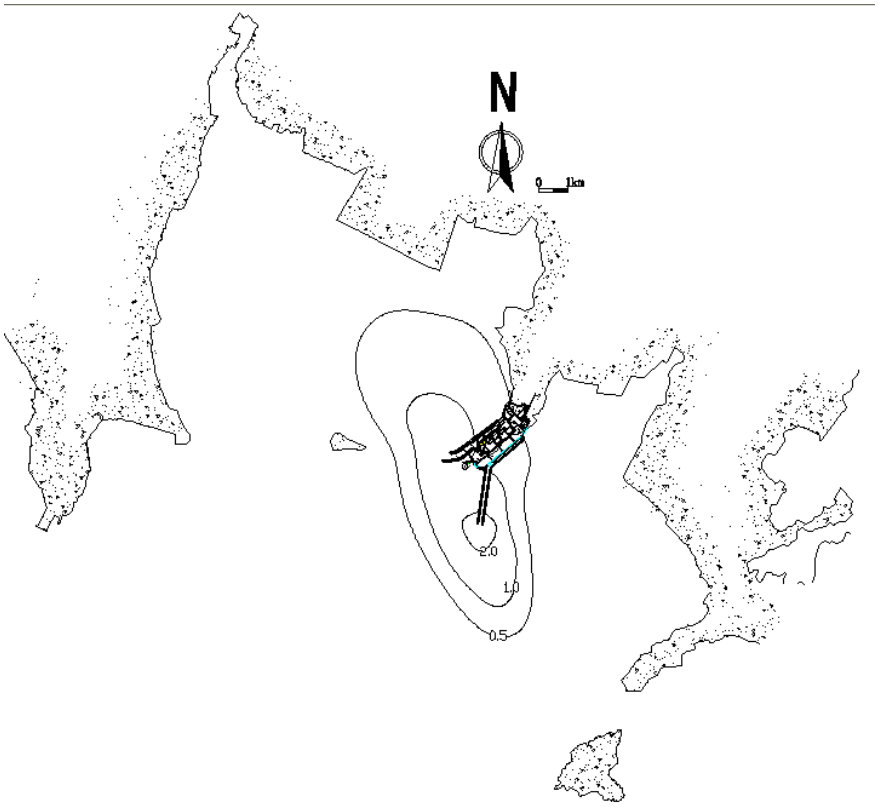


图 6.1-13 冬季小潮全潮最大温升图

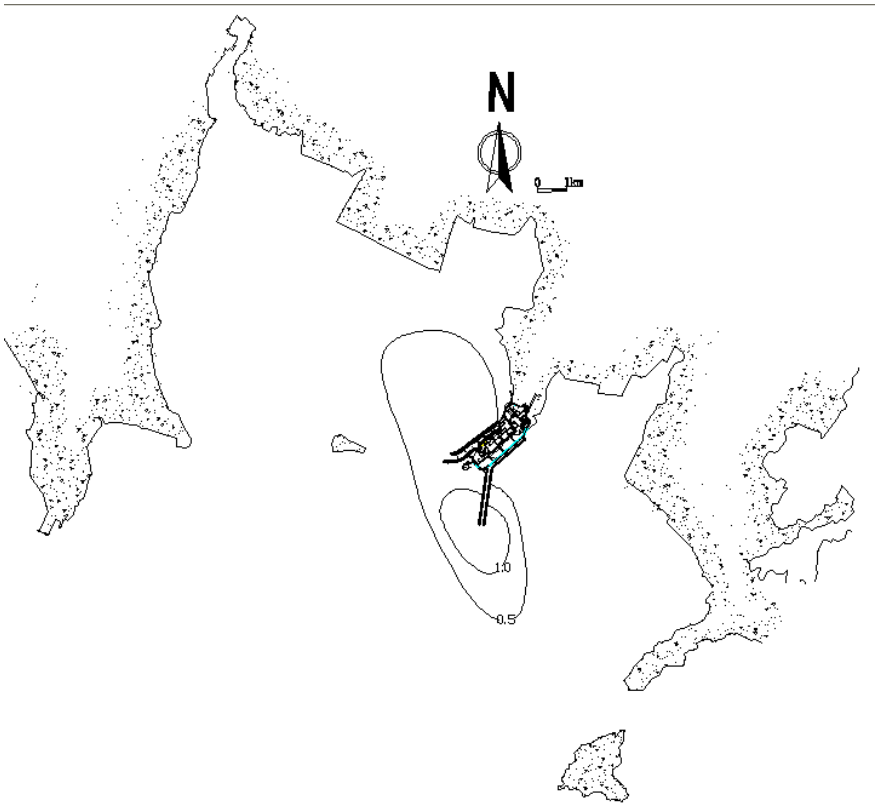


图 6.1-14 冬季小潮全潮平均温升图

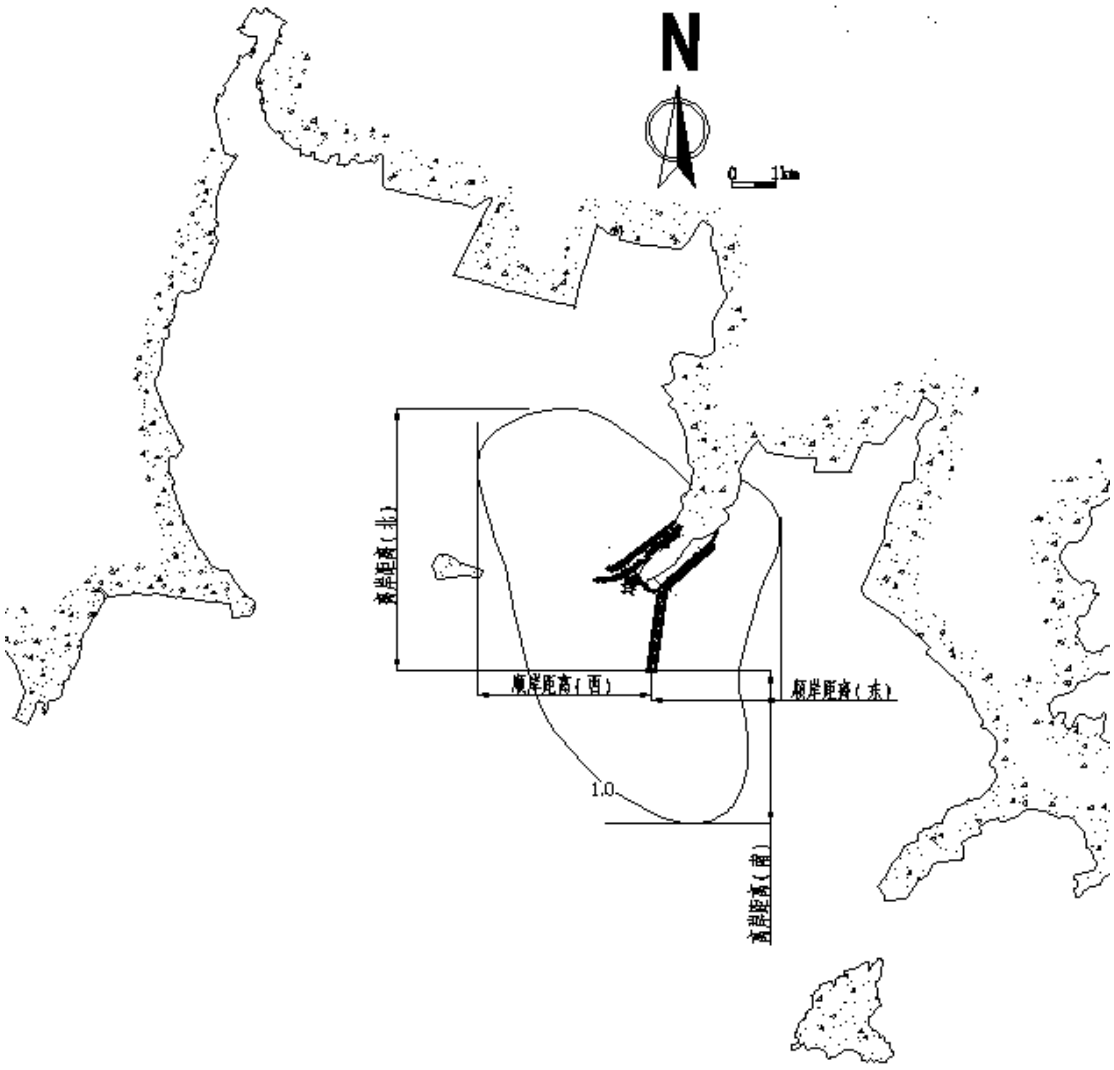


图 6.1-15　温升包络面积顺离岸距离量测示意图

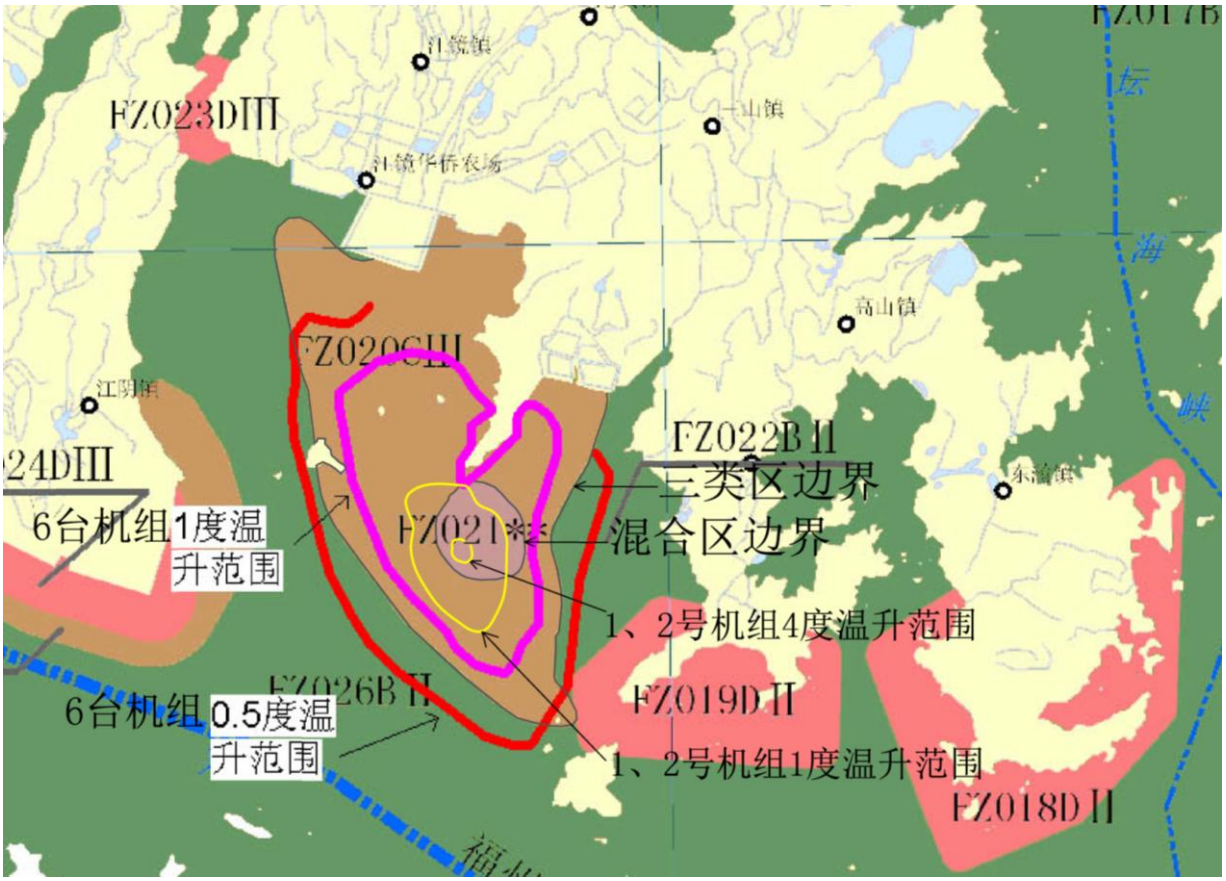


图 6.1-16　1、2 号机组的温排水影响范围及近岸海域环境功能区划

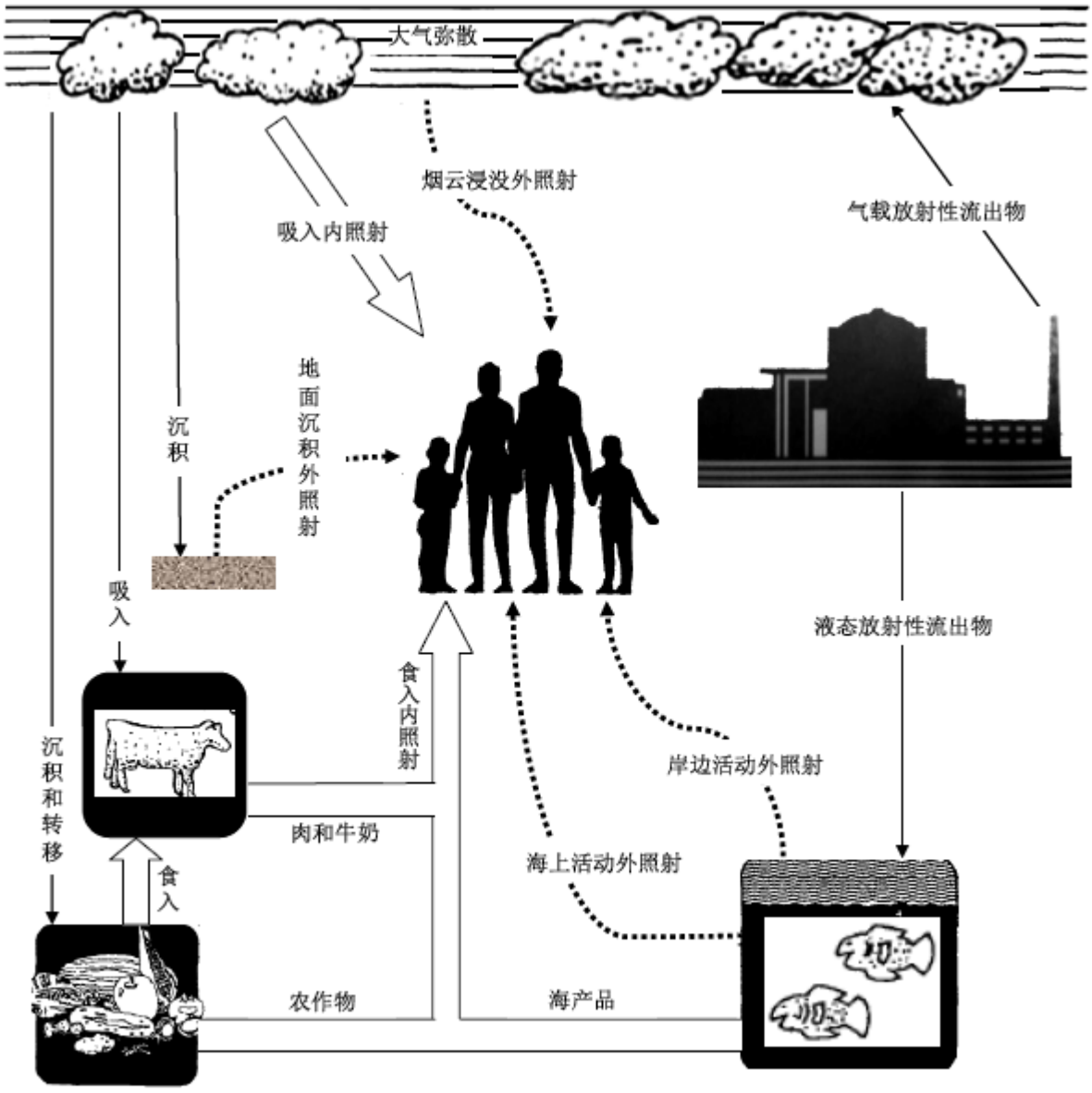


图 6.2-1　气、液态放射性流出物对公众的照射途径

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

7.1.3 事故后果评价

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

7.3 其他事故

7.3.1 化学物爆炸

7.3.2 火灾

7.3.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

7.4 事故应急

7.4.1 制定应急计划的主要依据

7.4.2 应急组织及其职责

7.4.3 核电厂应急准备组织与职责

7.4.4 核电厂应急响应组织与职责

7.4.5 各级应急组织及其接口

7.4.6 应急状态分级

7.4.7 应急响应设施和设备

7.4.8 应急计划区的划分

7.1 电厂放射性事故

本章论述核电厂潜在事故对环境的影响。采用法国 RCC-P 的核电厂运行工况分类，即按照预计事件发生频率和潜在的放射性后果对公众的影响，将运行工况分成下述四类：

— Ⅰ类工况：正常运行和正常运行瞬态,

— Ⅱ类工况：中等频率事件,

— Ⅲ类工况：稀有事故,

— Ⅳ类工况：极限事故。

这四类工况分别对应《核动力厂环境辐射防护规定》GB6249-2011 的正常运行、预计运行事件、稀有事故和极限事故。

以下对其中的 8 个设计基准事故，2 个特殊工况的进程进行描述，并对放射性后果进行评价。剂量计算所选择的事故是 RCC-P 5.4.2 节中所要求的。RCC-P 及其应用说明给出了这些计算中使用的假设和参数。本章评价的事故取自于最终安全分析报告。

7.1.1 事故描述

7.1.1.1 失水事故

在失水事故（LOCA）中，假定一根主冷却剂管道双端断裂，反应堆冷却剂通过管道的破口大量泄出，当压力低于安全注入整定值时，安注系统投入以确保堆芯的完整性，同时，喷淋系统动作，降低安全壳的压力和温度，从而保证安全壳的完整性，最大限度地降低裂变产物的释放。裂变产物通过安全壳泄漏进入环境中。

该事故属于极限事故。

7.1.1.2 控制棒弹出事故

控制棒弹出事故是由于控制棒密封壳套的机械破裂导致控制棒和驱动杆弹出堆芯引起的，其后果是反应性迅速增加造成不利的功率分布以及冷却剂温度、压力增加，从而导致局部燃料元件损坏，使燃料元件中裂变产物进入反应堆冷却剂。

反应堆冷却剂中的放射性物质通过两个途径释放到大气中，通过安全壳泄漏释放和通过主蒸汽安全阀释放。

该事故属于极限事故。

7.1.1.3 蒸汽发生器传热管破裂事故

蒸汽发生器传热管断裂事故（SGTR）考虑一根传热管完全断裂。事故发生时冷却剂通过破损的蒸汽发生器传热管泄漏到二次系统，使二次系统污染加重，因冷却剂连续流

失，稳压器压力下降，反应堆自动停闭，导致汽轮机脱扣停止。

该事故属于稀有事故。

7.1.1.4 安全壳外主蒸汽管道破裂事故

为了评价假想的主蒸汽管道（安全壳外）破裂造成的放射性后果，假设一根安全壳外主蒸汽管道完全断裂。还假设厂外电源同时丧失，即冷凝器不可用，来自两台未受影响蒸汽发生器的所有蒸汽都释放入大气。在收到安全注射信号后安全注射系统动作，反应堆紧急停堆。

主蒸汽管道隔离阀、其旁路阀以及蒸汽排放管线阀，根据主蒸汽隔离信号将蒸汽发生器和主蒸汽管道隔离。主蒸汽隔离阀安装在从每个蒸汽发生器出来的主蒸汽管道上，位置在安全壳外安全释放阀的下游。事故中受影响的蒸汽发生器（与破裂蒸汽管线相连的蒸汽发生器）完全排空，蒸汽直接排入大气。

两台未受影响的蒸汽发生器可以通过释放阀将蒸汽排入大气来带走堆芯衰变热。向大气的排放持续进行，直到反应堆主冷却剂的温度和压力降到余热排出系统（RRA）能够投入冷却堆芯为止。

由受影响蒸汽发生器和安全阀排放的二回路蒸汽会对环境造成放射性后果。这是由于蒸汽发生器传热管的泄漏使二回路蒸汽受到了反应堆主冷却剂的污染。

该事故属于极限事故。

7.1.1.5 燃料操作事故

燃料操作事故是指一组乏燃料组件跌落在乏燃料水池内（这种情景剂量后果最严重）导致经过辐照的这组乏燃料组件燃料棒包壳破损，致使放射性裂变产物释放到燃料厂房，并通过厂房通风系统释放到环境。假定事故发生在停堆后 100h，这是停堆后将乏燃料送至贮存池的最短时间。事故导致组件内所有的燃料棒包壳破损，包壳间隙中的放射性物质全部立即释放到乏燃料水池中。裂变产物中惰性气体不滞留水中，乏燃料水池对分子碘和贯穿碘（贯穿碘指有机碘和粒子碘的总称）两种化学形态的滞留因子不同。

该事故属于极限事故。

7.1.1.6 容积控制箱破裂事故

某些贮液罐含有放射性液体和气体，当这些容器破损时，不可避免地造成容器内放射性物质向外释放。

此类事故指化容系统（RCV）的容控箱破裂。

当容积控制箱破裂时，容控箱内的放射性液体和气体不可控制地释放到它所在的房

间内，并且在操作员隔断 RCV 下泄管之前，放射性液体以一确定流量连续释放。

为了减轻容器溢流、泄漏或破损造成的影响，在厂房设计上采取了一系列设施，可以防止放射性液体扩散，因此，在事故分析中，只考虑气态放射性释放对环境的影响。

该事故属于稀有事故。

7.1.1.7　废气系统衰变箱破裂事故

废气处理系统（TEG）的功用在于滞留衰变反应堆冷却剂中的裂变气体，以及处理和控制放射性气体向环境释放。该系统由废气缓冲罐、过滤器、废气压缩机和废气衰变箱等部件组成。

废气处理系统或设备破损事故中可能导致较为严重的放射性释放是废气衰变箱或与之相联的管道发生破损的事故。

事故发生时，废气衰变箱破裂导致容器内全部放射性气体排放出来，并且在操作员隔离该废气衰变箱上充管之前，仍有放射性物质不断地从进气管线进入衰变箱再通过破口处连续释放出来。

该事故属于稀有事故。

7.1.1.8　蒸汽发生器一根管子破裂并伴随一个主蒸汽安全阀开启不回座事故

这一事故基于如下假设：蒸汽发生器发生传热管断裂（称“相关蒸汽发生器”），在一回路冷却剂向二回路泄漏的过程中，与相关蒸汽发生器有关的释放阀和安全阀被迫打开向环境释放蒸汽，以降低压力，但相关蒸汽发生器发生了满溢，安全阀过水，在受到水冲击后，安全阀始终处于打开位置向环境释放蒸汽而不能回座，持续到一、二回路与大气压力达到平衡，排放停止。

该事故属于极限事故。

7.1.1.9　主蒸汽管断裂外加 100 根蒸汽发生器传热管断裂事故

初始事件是指安全壳外一根无隔离的蒸汽管道破裂，同时在同一蒸汽发生器内的一根或多根管子破裂。这个事件相当于一回路向安全壳外直接排放的一个破口。在短期内考虑为一回路的当量直径为 6.65 英寸破口，长期的反应堆安全由控制系统和操纵员实施相应事故操作规程来保证。

该事故属于特殊工况，放射性后果不得超过相应于极限事故的剂量控制值。

7.1.1.10　最终热阱丧失事故

该事故考虑两种情况：如果开始时电站处于带功率运行、热停堆或中间停堆状态，则退防到中间停堆状态。余热靠蒸汽发生器排出，蒸汽发生器由其辅助给水系统和大气

排放系统进行冷却，而辅助给水泵在一定时间后将按照厂区情况由数个水箱供水，并连接有可移动设备（如自备电动泵和可拆卸的连接管道）。如果开始是电站处于冷停堆状态，依靠常用设备或特殊设备保证对一回路系统补水。

这些措施可在大约一个月的时间内保证电站的安全，这个期限对于恢复正常热阱来说是足够的。

该事故属于特殊工况，放射性后果不得超过相应于极限事故的放射性控制值。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散

福建福清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 PAVAN 进行计算。

计算短期大气弥散因子所用到的大气扩散参数采用中国辐射防护研究院大气扩散试验推荐的一套适用于福清厂址的扩散参数，联合频率采用厂址 2011 年 1 月～2012 年 12 月两年的逐时气象资料统计得到。根据 GB6249-2011 对核电厂非居住区半径不得小于 0.5km 和规划限制区半径不得小于 5km 的规定，计算厂区非居住区边界（取 0.5km）和规划限制区外边界（取 5km）处的大气弥散因子，使用 PAVAN 程序的输出得到 16 个方位 0-2h、0-8h、8-24h、24-96h、96-720h 五个时段的大气弥散因子。根据 RG1.145 的规定，该结果具有各方位 99.5%和全厂址 95%概率水平的包络性，计算时作为保守模型的取值，在事故评价时取各方位最大值。

为了得到现实模型的结果，在 PAVAN 程序的输出文件中，选取 16 个方位约 95%概率水平的弥散因子作为 0-2 小时弥散因子，用小时大气弥散因子和年均大气弥散因子进行双对数内插可以得到各个时间段的事故大气弥散因子，在事故后果评价时取各方位最大值。

7.1.2.2 事故剂量

对各类设计基准事故分别计算了非居住区边界和规划限制区外边界的个人剂量。照射途径考虑了事故期间起主要作用的三个途径：

- 放射性烟云浸没外照射；
- 沉积在地面的放射性物质外照射；
- 从烟云中吸入放射性物质内照射。

考虑上述三种照射途径，分别计算非居住区边界处公众在各设计基准事故后 2h 内，以及规划限制区边界处公众在各设计基准事故持续期间受到的有效剂量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。

7.1.3 事故后果评价

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。

在所考虑的设计基准事故中，对于极限事故，放射性后果最严重的是弹棒事故。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 2h 内可能受到的最大有效剂量为 1.54E-02Sv，甲状腺当量剂量为 2.02E-01 Sv；导致规划限制区外边界上公众中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 1.90E-03Sv，甲状腺当量剂量为 2.65E-02Sv。对于稀有事故，放射性后果最严重的是蒸汽发生器传热管破裂事故，该事故导致非居住区边界公众中任何个人在事故后 2h 内可能受到可能受到的最大有效剂量为 1.36E-03Sv，甲状腺当量剂量为 2.69E-02Sv；导致规划限制区外边界上公众中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 8.30E-05Sv，甲状腺当量剂量为 1.64E-03Sv。可见，极限事故和稀有事故的放射性后果均低于 GB 6249-2011 中规定的剂量控制值。

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，福建福清核电厂 1、2 号机组设计基准事故的环境影响满足 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

福建福清核电厂一期工程的新燃料组件运输拟采用新燃料运输容器，容器的设计和制造满足我国 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》的要求。

新燃料组件及其运输容器的抗震和密封性能能在正常运输条件下确保运输的安全，对环境不会产生任何有害影响。运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料芯块散落的情况。此外新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。所以，新燃料运输事故不会对周围环境和人员造成危害和污染。

7.2.2 乏燃料运输事故

反应堆换料卸出的乏燃料组件在燃料厂房的乏燃料贮存水池中暂存，在水池尚未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

福建福清核电厂一期工程运行过程中产生的中、低放固体废物，处理后形成 400L 钢桶废物包，然后用专用车辆运往厂内废物暂存库，在其间贮存一定年限后，再运往中、低放废物处置场。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 GB 11806-2004《放射性物质安全运输规程》和 GB 12711-1991《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》的要求，大部分桶的表面剂量率不大于 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，故不会对环境造成污染。

7.3 其他事故

在本电站中其它事故不会或极少可能导致放射性物质向环境释放，但可能产生其它一些影响环境的后果（例如化学物质爆炸、火灾、化学物品泄漏）。设计中已对这类事故给予充分的注意，采取了切实的保护措施，可以把事故发生的可能性和对环境的可能影响减至最小。

7.3.1 化学物爆炸

厂区内贮存的化学物品中除了氢气以外，都不是直接易爆的化学物。氢气和氮气是一起作为覆盖气体用于清除一回路冷却剂中的氧。清除覆盖气体时，是将这些气体排入放射性废气处理系统的衰变箱内。废气处理系统中配备有氢氧监测器，氢气和氧气不会在系统中积聚到危险的数量，因而不会发生氢气爆炸事故。

7.3.2 火灾

福建福清核电厂一期工程可能产生火灾危险的设备：

——所有使用润滑油的设备，例如：汽轮机、电动机、泵、伺服机构、阻尼器、变压器等；

——电气设备和电缆；

——使用燃油的设备，如柴油发电机；

——除碘器；

——专用防护材料（油漆涂料、顶板等）。

福建福清核电厂一期工程的防火设计严格执行有关的设计规范，例如《核电厂设计安全规定》HAF102（2004）；《核电厂防火》HAD102/11（1996）；《压水堆核电站防火设计和建造规则 RCC－I》（1997），贯彻以防为主，消防结合的方针。通过预防火灾、限制火灾蔓延、火灾探测以及通过自动的或由电站运行人员操作的灭火措施来实现防火的目的。尽量使用非易燃的建筑材料和设备，对易产生火灾的物品要选择好安全贮存的位置。在设计中要考虑限制火灾蔓延的措施和设施。

7.3.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

厂区贮存的可能发生泄漏危险的化学物品有：氢气、氮气、硫酸、氢氧化钠、联氨、硼酸、氢氧化锂、碳酸氢钠、柴油、燃料油和润滑油等。

氢气和氮气是无害气体，主要作为覆盖气体用于一回路系统中，即使发生泄漏，经电厂排风系统排入环境中，也不会产生有害影响。

液体状态的酸碱溶液，用槽车运入电厂内，盛装在专用贮槽或贮罐内。对运输和装卸

采取一些保护措施，确保不会发生溅落或溢出。贮槽或贮罐均采用耐腐蚀材料和保守的设计，保证它们不会发生破裂或泄漏。箱室有足够高的覆面，即使发生泄漏，泄漏液也能被收集，不会释放到环境中。因此酸碱溶液在运输、装卸和贮存期间，预期不会导致环境风险。

厂区内不会有危险数量的汽油贮存。应急柴油机房贮存有一定量的柴油，对此设计了安全防火系统，确保不会发生危及环境安全的火灾。

危险品仓库内仅贮有少量化学试剂，不贮存危险数量的酸碱溶液，不存在危及环境安全的化学物品泄漏事故的可能性。

7.4 事故应急

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。

7.4.2 应急组织及其职责

福建福清核电有限公司（FQNPC）作为福建福清核电厂的营运管理单位，按照国家“常备不懈，积极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境”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，负有下列主要责任：

— 贯彻执行国家关于核事故应急工作的方针、政策和法规；

— 制定福建福清核电厂场内应急计划，建立组织，做好福建福清核电厂的场内应急准备；

— 确定核事故应急状态等级，统一指挥福建福清核电厂的应急响应行动，并向福建省核事故应急委员会提出进入场外应急状态和采取公众防护行动的建议；

— 按规定及时向国防科工局（国家核事故应急办公室）、国家环境保护部（国家核安全局）、福建省核事故应急委员等有关部门报告事故情况，提供必要的资料；

— 配合和协助地方应急组织的应急准备和应急响应。

7.4.3 核电厂应急准备组织与职责

福建福清核电有限公司总经理对福建福清核电厂应急准备与响应负全面责任。各分管副总经理、各处室负责人、电厂员工以及各承包商按其职责范围分别承担各自相应的应急准备和响应职责。

(1) FQNPC 总经理

FQNPC 总经理对福清核电厂的核安全负直接责任，在应急计划与准备方面具体负责：

— 贯彻执行国家有关核事故应急的方针、政策和法规、标准；

— 批准实施应急计划并保证实施应急准备与响应所需的资源；

— 在事故应急状态下担当应急总指挥。

(2) FQNPC 副总经理

副总经理、总经理助理在其职责范围内协助总经理履行核安全责任，在应急计划与准备方面根据分工承担具体的领导责任，在应急状态下根据总经理的授权担任应急总指挥。

(3) 各处室负责人

各处室负责人为本处室应急计划与准备的负责人，职责如下：

— 根据应急计划和有关程序领导本处室的应急准备，包括人员培训及本处室管理范围内的应急设施、设备、器材和文件的准备，使之处于随时可用的状态；

— 在应急状态下，担任应急指挥部或应急响应组的负责人，组织指挥和协调应急响应行动，或根据应急计划和有关程序的要求及应急指挥部的决定，领导本处室员工正确采取应急防护行动。

(4) FQNPC 员工

FQNPC 员工根据应急计划和有关程序的要求，接受相应的应急培训，参加应急演练和演习，提高应急响应能力，在应急状态下，正确采取应急响应行动。

(5) 其他非 FQNPC 单位和外驻单位

福清核电厂场区范围内所有单位，包括福清核电厂承包商、提供支持服务的单位和驻福清核电厂履行核安全监督、消防保卫等职责的单位，应根据应急计划和有关程序的要求进行应急准备，并在应急状态下正确采取响应行动。

(6) 应急计划与准备的管理部门

保健物理处为福建福清核电厂建设、调试和运行期间应急准备的归口管理部门，对应急计划与准备的实施进行统一管理，具体职责包括：

— 组织编写和修订场内应急计划、应急领域程序，管理和协调电厂场内应急准备工作；

— 就应急计划与准备工作与场外应急组织联络、协调；

— 定期核查各应急设施的应急准备情况，包括设施、设备、器材和文件资料，试验通讯和报警系统；

— 支持培训处对核电厂所有员工和外协单位人员进行基本的应急培训；

— 编制应急响应工作人员专项培训计划，支持各应急响应专业组进行启动与响应培训和专业技术培训和应急演练，监督和考评单项应急演习；

— 保持核电厂应急指挥中心（EM 楼）随时可用；

— 组织编写综合/联合应急演习的演习方案与总结报告，编制应急准备年度计划与总结报告；

— 跟踪应急准备改进计划的执行。

7.4.4 核电厂应急响应组织与职责

7.4.4.1 场内应急响应组织结构

场内应急响应组织由应急指挥部及其领导下的运行控制组、应急抢修组、技术支持组、辐射防护组、消防保卫组、后勤保障组、建安组、调试组、公众信息组和秘书组等十个应急响应组组成。场内应急组织机构图见图 7.4-1。

7.4.4.2 应急响应组的组成及职责

7.4.4.2.1 应急指挥部的组成及职责

应急指挥部是福清核电厂应急响应时的指挥核心，全面负责应急决策和指挥应急响应行动，以及与国家、地方及行业主管部门和其它应急组织进行联系和协调。

福建福清核电厂应急指挥部由应急总指挥、运行指挥、技术支持指挥、在建工程指挥、后勤保障指挥和总协调员组成。

（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、国家能源局、环境保护部华东核与辐射安全监督站、福建省核电厂事故应急委员会和中核集团上级部门的联系。

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响应组织，指挥执行场内应急计划；

— 将事故进展情况和应急状态等级及时通报核安全监督部门，并报告国家核事故应急办、行业主管部门、地方应急组织等；

— 决定并直接指挥场内重大应急响应行动；

— 批准进入和退出严重事故管理导则（SAMG）；

— 批准向场外应急组织提供防护行动建议；

— 必要情况下请求场外支援；

— 批准和签发向场外应急组织通报的应急信息和公众信息；

— 直接领导指挥公众信息组与秘书组。

（2）运行指挥

由主管运行的副总经理担任。主要职责为：领导指挥运行控制组和应急抢修组，并直接领导与运行安全和紧急抢修有关的应急响应行动。

（3）技术支持指挥

由主管技术的副总经理担任。主要职责为：领导指挥技术支持组和辐射防护组，指挥进行机组状态诊断、事故后果评价、辐射防护行动、场内外环境监测、医疗救护等行动。

（4）后勤保障指挥

由主管行政的副总经理担任。主要职责为：领导指挥消防保卫组和后勤保障组，指挥进行应急状态下的后勤、保卫、消防、交通，非应急响应人员的撤离、厂房外人员搜救等行动。

（5）在建工程指挥

由主管工程的副总经理担任。主要职责为：领导指挥建安组和调试组，组织协调与项目总承包商和调试队的应急响应行动。

（6）总协调员

由保健物理处处长担任。其主要职责是：

— 负责协调核电厂场内、场外各应急响应组织之间的联系；

— 必要时听取各应急响应小组的汇报，报告应急指挥部，协调各应急响应小组的响应行动；

— 经应急总指挥授权组织实施核电厂事故进展情况和应急状态等级的及时对外通报。

7.4.4.2.2 应急响应小组职责

（1）运行控制组

运行控制组的职责为：

— 发布初始应急通知和事故报警信号，在应急指挥中心起动之前代行应急指挥部的职能；

— 按照应急响应程序和有关规程，控制机组使其引入安全状态，减少事故的后果和影响；

— 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；

— 初步判断是否需要进入 SAMG；

— 向应急指挥部、技术支持组、辐射防护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；

— 在紧急情况下，经电厂总经理授权后由当班值长代行应急总指挥的职责。

（2）应急抢修组

应急抢修组的职责为：

— 制定应急维修方案，组织应急期间所需要的应急维修队伍，确保维修方案得到实施；

— 设备与系统损坏的探查、控制与抢修；

— 场内通信的控制，保证应急通信设备的可靠运行和通信畅通；

— 参与厂房内失踪人员的搜索和救援；

— 参加其它抢险行动。

（3）技术支持组

技术支持组的职责为：

— 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或技术支持指挥提出决策和解决问题的建议；

— 在预计已发生堆芯损伤时，进行堆芯损伤评价并将计算的释放源项提供辐射防护组；

— 当电厂进入 SAMG 后，执行技术支持组的 SAMG；

— 组织准备应急后续报告。

（4）辐射防护组

辐射防护组的职责为：

— 事故状态下，组织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；

— 根据技术支持组提供的估算事故源项，组织进行场外环境辐射监测及事故环境后果评价；

— 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，布置隔离高放

射性和高污染区域；

— 进行事故机组化学取样分析工作；

— 控制应急工作人员的辐射照射，并向他们提供防护工具和防护指导；

— 提出场外应急防护措施实施建议，并提交应急指挥部批准；

— 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。

（5）消防保卫组

消防保卫组的职责为：

— 核电厂场内的治安、保卫和消防工作；

— 车辆的出入控制和管理；

— 场内交通控制，保持撤离通道畅通；

— 核电厂非应急响应人员集合、清点和撤离的组织和控制；

— 负责厂房外、场区内失踪人员的搜索和救援。

（6）后勤保障组

后勤保障组的职责为：

— 提供生活后勤保障；

— 提供物资供应保障；

— 应急车辆的组织和调度；

— 实施场内非应急响应人员撤离的安置。

（7）建安组

建安组的职责为：

— 要求和监督项目总包商成立独立的应急组织机构并实施其和其分包商的应急响应行动；

— 负责组织和协调项目总包商的应急响应行动；

— 必要时报告在建工程指挥，对在建工程施工人员的应急撤离和辐射防护提供援助。

（8）调试组

调试组的职责为：

— 负责组织和协调调试人员的应急响应行动；

— 必要时报告在建工程指挥，对在建工程调试人员的应急撤离和辐射防护提供援助。

（9）公众信息组

公众信息组的职责为：

— 准备和草拟需向场外有关应急组织提供的公众信息；

— 收集公众与媒体的舆论，向应急总指挥提出控制谣传和流言措施的建议。

（10）秘书组

秘书组为福清核电场内应急组织的综合协调管理小组，负责承担场内应急组织的日常工作。在应急状态下，秘书组的职责为：

— 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；

— 保持与场内和场外各应急组织的联系，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；

— 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；

— 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；

— 由应急指挥中心发出的核电厂场区应急广播通知的发布。

7.4.5 各级应急组织及其接口

7.4.5.1 各级应急组织及其相互关系

根据国家核事故应急管理条例，我国核事故应急管理工作实行国家、地方、营运单位三级管理。福清核电厂应急组织与场外应急组织机构之间接口见图 7.4-2。

核事故应急期间，福清核电厂应急指挥部将及时与国家核事故应急协调委员会（国家核事故应急办公室）、国家能源局、国家核安全局、环境保护部华东核与辐射安全监督站、福建省核电厂事故应急委员会、中国核工业集团公司（中国核能电力股份有限公司）等单位和部门的联系渠道，按照监管当局及上级主管部门的要求密切配合、协调一致地实施应急响应行动，必要时请求场外支援。

7.4.5.2 与场外应急组织间的接口

（1）国家核事故应急协调委员会（国家核事故应急办公室）

核电厂进入应急待命或以上状态时，核电厂应急指挥部将及时向其报告本核电厂的事故情况，并按规定提供后续报告，必要时核电厂应急组织将向其请求援助。

（2）国家能源局

在核事故应急状态下，核电厂应急指挥部将向其报告事故情况和应急信息。

（3）国家核安全局

国家核安全局是根据国家核安全监督法规、导则对全国民用核设施的核安全实施监督管理的部门。在核事故应急情况下，福清核电厂应急指挥部根据相关法规和要求向其报告事故情况和应急信息，并接受其监督管理。

FQNPC 已向国家核安全局上报民用核设施应急管理人员联系表。

（4）环保部华东核与辐射安全监督站

在核事故应急情况下，核电厂应急指挥部根据相关法规和要求向其报告事故情况和应急信息，并接受其现场监督管理。

（5）福建省核电厂事故应急委员会

福建省核电厂事故应急委员会统一领导和协调福建省的场外应急计划与准备。在核事故应急状态下，核电厂应急指挥部将向其通报事故情况和应急信息。在事故严重恶化，放射性物质可能或已经严重影响核电厂以外区域时，核电厂应急指挥部向其提出场外应急并采取场外应急防护措施的建议，必要时通过其请求地方和军队提供交通运输、治安保卫、医疗急救、洗消去污和通信保障等方面的支援。

福建省核电厂事故应急委员会已实行成员单位联络员制度。FQNPC 已指定联络员与业务联络部门，并认真执行《省核应急委成员单位联络员职责》。

（6）中国核工业集团公司（中国核能电力股份有限公司）

在核事故应急状态下，核电厂应急指挥部将向其报告事故情况和应急信息，并接受其提供的专家支持和公众信息发布的支持。

中核集团应急指挥部设立有专家咨询组，聘请反应堆工程、辐射防护、放射医学、环境保护等方面的专家兼职组成，负责应急咨询工作。

中核集团应急指挥部设立有三个核事故应急技术后援中心，作为非常设专业单位，由有关专业研究院、所、医院兼容组成。各应急技术后援中心成立应急救援队，平时做好准备与训练，应急响应时赴现场执行任务。

（7）其他部门

福清核电厂与厂址所在地的三山镇派出所、福清市公安局均有联络接口，为我厂提供公安支持。

福清核电专职消防队为福清核电厂的主要消防力量，福清市公安消防大队、福州市公安消防支队作为外援消防单位为核电厂提供消防支持。

通过委托合同，核工业总医院为福清核电厂提供核事故应急医学救护支持。

福清市核应急委员会负责联络民防和救灾管理等部门，为福清核电厂提供必要的支持。

7.4.6 应急状态分级

7.4.6.1 应急状态的类别

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，按照福建福清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类。

7.4.6.2 各类应急状态下的特征

7.4.6.2.1 应急待命

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范书中的运行限制条件，在这种情况下允许于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。

确定应急待命的目的是使核电厂运行人员和其他有关人员及时启动并处于戒备状态，保证初始的应急响应行动得以顺利实施，使事故处理、信息发送和决策过程等纳入有条不紊的应急组织体系中去。

7.4.6.2.2 厂房应急

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，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场区局部区域，不会对场外产生威胁。

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的问题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或终止应急状态。

确定厂房应急的目的是保证场内应急响应人员能够迅速有效地做出响应；向场外应急组织提供有关事故的信息资料。

7.4.6.2.3 场区应急

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，可能从电厂中释放出一些放射性物质，事故后果扩大到整个场区，但除了场区边界附近，场外放射性照射水平不会超过紧急防护行动干预水平。

确定场区应急的目的是保证及时派出环境监测人员进行环境监测；保证场外应急组织及时启动；保证及时与场外应急组织协调应急行动；通过场外应急组织向公众提供信息。

7.4.6.2.4 场外应急

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，极可能从电厂释放出大量的放射性物质，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。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可能需要采取隐蔽或撤离的防护行动。如果厂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，就应建议场外应急组织进入场外应急状态。

确定场外应急的目的是启用为保护公众所预先确定的防护行动；持续评价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；通过场外应急组织向公众提供信息。

福清核电厂应急撤离路线主要包括进厂道路和备用进厂道路（应急道路）见图 7.4-3。

7.4.7 应急响应设施和设备

福清核电厂配备的应急设施主要包括：主控制室、远程停堆站、技术支持中心、应急指挥中心（内设运行支持中心）、公众信息中心、通信系统、监测和评价设施、应急撤离路线等。

7.4.7.1 电厂主控制室

主控制室是核电厂正常和事故工况下实施机组运行控制的中心，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做为应急指挥中心，并发出早期应急警报；

— 在应急的各阶段，对电厂实施运行控制，分析和诊断事故状态，提出应急状态级别建议，保证安全状态的重新恢复或尽可能减少事故后果。

7.4.7.2 远程停堆站

远程停堆站位于电气厂房内，能为远程停堆站系统提供防飞射物和抗地震的良好防护。

其主要功能如下：

— 当主控制室因火灾等原因不能执行其正常功能时，可用远程停堆站代替执行，利用远程停堆站使反应堆迅速达到并维持在冷、热停堆状态，导出余热，监测主要参数，使核电厂保持在安全状态；

— 辅助控制室装有控制装置和仪表，通过对相关的系统进行操作，可以实现排出余热，控制反应堆冷却剂的压力和体积，往反应堆冷却剂注硼，使反应堆保持在次临界状态等功能。

7.4.7.3 技术支持中心

福清核电厂技术支持中心设在 EM 楼内，面积约 62m^2。其功能是为技术支持组成员在应急响应期间进行机组状态评价、堆芯损伤评价并向指挥部提供机组控制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。

技术支持中心配备有堆芯损伤评价系统。

在技术支持中心主要从事以下活动：

— 事故工况下，分析和预测事故机组的发展状态及其趋势；进行堆芯损伤评价，估算释放源项；

— 给场内应急指挥部和运行控制人员提供决策建议；

— 及时与场外专家交流有关信息，进行技术咨询；

— 收集准备实施运行方案所需的信息、数据、表格和必要的图纸资料；

— 参与制定应急抢修执行校正行动的实施方案；

— 向应急指挥部提供必要的信息或提出要求场外技术支援的建议。

7.4.7.4 应急指挥中心

福清核电厂应急指挥中心（EM 楼）位于电厂厂前区的公安楼的西侧，培训中心的北侧，距离 1、2 号机组反应堆厂房的中点约 1500m，为核电厂 6 台机组所共用。该设施是应急响应期间全面指挥和协调场内一切应急响应行动的场所，其主要功能包括应急指挥、技术支持、应急通讯、事故评价、信息发布等。

应急指挥中心为地上两层建筑，建筑面积约 2000m^2，设计能容纳应急响应人员约 100 人。内设有应急指挥室、辐射评价室、通讯室、辐射后果评价室等房间，其出入口设有表面污染监测仪，对进出中心的人员和设备、物资等进行污染检查。去污间配备有可对污染人员进行淋浴式去污、头部去污和体表局部去污的设施设备以及干净的衣物。在 EM 楼还配备有碘片、个人剂量监测仪表以及防护面罩。

此外，EM 楼内设有厨房、休息室、食品贮存间和必备的生活设施，贮存有足够的生活用水和食品，可供应急指挥中心内人员生活约 30 天。

EM 楼墙壁及屋顶为厚 300mm 的重钢筋混凝土，对 γ 外照射有足够的屏蔽能力；通风系统设置高效过滤器和碘过滤器对进入楼内的空气进行过滤，以减弱楼外受污染的空气进入室内对人员造成吸入内照射。确保事故期间应急控制中心的可居留性。根据中国核电工程有限公司《福清核电厂应急指挥中心可居留性分析报告》，在 S3 源项释放情况下，EM 楼内工作人员 30 天内预计所受有效剂量不超过 50mSv，满足 GB18871 中对于从事干预的工作人员所受照射的标准。

应急指挥中心（EM 楼）的主要功能如下：

— 作为场内应急组织的工作场所；

— 供应急指挥部指挥和协调场内应急响应行动；

— 显示机组安全参数、福清核电周围气象和环境辐射数据、场区及辐射控制区的人员信息、环境事故后果评价计算等；

— 根据获取的相关参数实现应急辅助决策功能；

— 供应急指挥部向国家核安全局、环境保护部华东核与辐射安全监督站及时报告核事故应急响应过程及信息，同时接受上述部门的指导和建议；

— 供辐射防护与评价组实施环境事故后果评价；

— 场区环境监测、污染监测及人员去污。

7.4.7.5 运行支持中心

运行支持中心位于应急指挥中心内部，配备有专用维修工具，其主要功能是提供足够空间并保证应急维修人员的可居留性，可在任一级应急响应状态下提供维修服务。该设施是组织和调度现场执行人员实施应急维修活动的场所。

7.4.7.6 应急通讯系统

应急通信系统的主要功能是：

— 保障福建福清核电厂应急指挥部与国家及地方应急组织之间的通信联络和数据信息的传输；

— 保障福建福清核电厂与场外应急支援组织的通信联络和数据信息的传输；

— 保障福清核电应急指挥部与场区内各应急设施、岗位、流动人员和车辆之间的应急通讯联络和数据信息传输；

— 保障福建福清核电厂的应急警报和应急通知的发布；

— 记录福建福清核电厂应急指挥部与国家和地方应急组织以及电站各应急响应组之间的重要通话内容。

7.4.7.7 监测及评价设施

福清核电厂配备了各种监测系统、设施，其中与应急计划相关的主要有：环境实验室（EC）、电厂辐射监测系统（KRT）、事故后监测系统（PAMS）、厂区辐射和气象监测系统（KRS）、流动监测设备等。

福清核电环境实验室位于厂区北部约 11km 处，毗邻应急道路。在电厂正常运行情况下，环境实验室的主要工作为环境介质样品的采集、制样和测量分析。在应急情况下，可利用其部分便携式仪表和车载监测设备参与场区和场外应急环境监测，并进行一些应急情况下环境样品的分析。同时，环境实验室也有环境监测数据和信息集中处理、管理和汇总功能。

福建福清核电厂设有一个与核电厂运行工况直接相关的厂房辐射监测系统 （KRT）。它主要用于连续自动地判别核电厂的运行工况是否符合设计标准和运行设定值，以保证对核电厂工作人员和环境提供足够的防护。为确保完成各种功能，厂房辐射监测系统包括工艺辐射监测，流出物监测、工作场所辐射监测及剂量样品分析测量等。

厂区辐射和气象监测系统（KRS）由位于电厂周围不同方位上的固定式环境监测设备组成，用来连续记录大气γ辐射测量数据、获取气溶胶和碘的样品，并进行雨水收集。

移动监测设备包括环境监测车、环境介质采样车和应急监测车。环境监测车和环境介质采样车主要用于电厂运行期间对厂区及周围环境γ辐射水平进行巡测、环境介质的快速测量、环境介质样品的采样和传送及环境辐射与气象监测系统的日常维护，以及进行热释光元件（TLD）的布设及回收。

应急辅助决策系统是应急指挥及决策的重要平台，借助计算机采集、处理、分析、显示技术，在应急响应和突发事件过程中为应急指挥部提供快速辅助决策支持。

7.4.8 应急计划区的划分

7.4.8.1 建立应急计划区的原则

根据《核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分》（GB/T 17680.1-2008）和《核或辐射应急的干预原则与干预水平》（科工委二司【2002】22 号）等有关规定以及参考电站的实践，并结合核电厂周围的具体环境特征，准备向福建省核应急委员会提出福清核电厂应急计划区。具体原则包括：

- 本应急计划区是根据福清核电厂（包括在建机组）机组设计安全特性分别确定的严重事故谱或严重事故类别及福清核电周围的气象资料、严重事故条件下放射性剂量分布的计算结果确定的；
- 在福清核电厂周围建立两个应急计划区：烟羽应急计划区和食入应急计划区，其中烟羽应急计划区又分为内区和外区。烟羽计划区是针对烟羽引起的照射途径（空气浸没外照射、烟云吸入内照射和地表沉积外照射），可采取的用于保护公众的防护措施有隐蔽、撤离和服用稳定性碘；食入计划区针对食入照射途径（摄入污染的食品和水等），食品和饮水控制是可以采取的主要防护措施；
- 计算应急计划区时，福清核电厂采用的应急源项为 S3 源项。注意区分应急计划区和事故状况下需要真正采取防护措施的地区。应急计划区是指在应急计划中确定的、计划在事故条件下采取应急防护措施的地区。事故状态下实施应急防护措施的

地区，其大小、形状受事故释放特征和释放期间的气象条件的影响，实施防护措施的半径可能小于应急计划区的半径，而在另外一些极其罕见的情况下,可能会大于应急计划区的半径；

- 烟羽应急计划区大小的确定，以计算得到的由 S3 源项在不同距离处产生的事故剂量和相应的干预水平值的比较为主要依据，即对于 S3 源项，由烟羽照射途径在计划区外产生的预计剂量不会超过相应的干预水平值。对于食入计划区，其大小将直接参照多数国家的取值，结合福清核电厂周围的具体条件提出建议值；
- 充分考虑福清核电周围的具体环境特征（如地形、行政区边界、人口分布、交通和通信等）、各种政治、经济、社会及公众心理等因素的影响和实施各种防护措施的可能性和它们的风险、困难和代价；
- 福清核电厂所确定的烟羽应急计划区和食入应急计划区由福清核电厂向浙江省核电厂核事故场外应急委员会建议，并由省应急委结合本地区周围环境的居民分布、交通条件、社会经济条件等社会因素，进行代价-利益分析后确定。

7.4.8.2 应急计划区的范围

根据《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD 002/01），福清核电厂 1 至 6 号机组确定一个统一的应急计划区，范围如下：

烟羽应急计划区内区：分别以 1 至 6 号反应堆为圆心，半径为 5km 的圆的包络线所包含的区域和整个小麦屿岛；

烟羽应急计划区外区：分别以 1 至 6 号反应堆为圆心，半径为 10km 的圆的包络线所包含的区域；

食入应急计划区：以 1 号反应堆为圆心，半径为 50km 的圆所包含的区域。

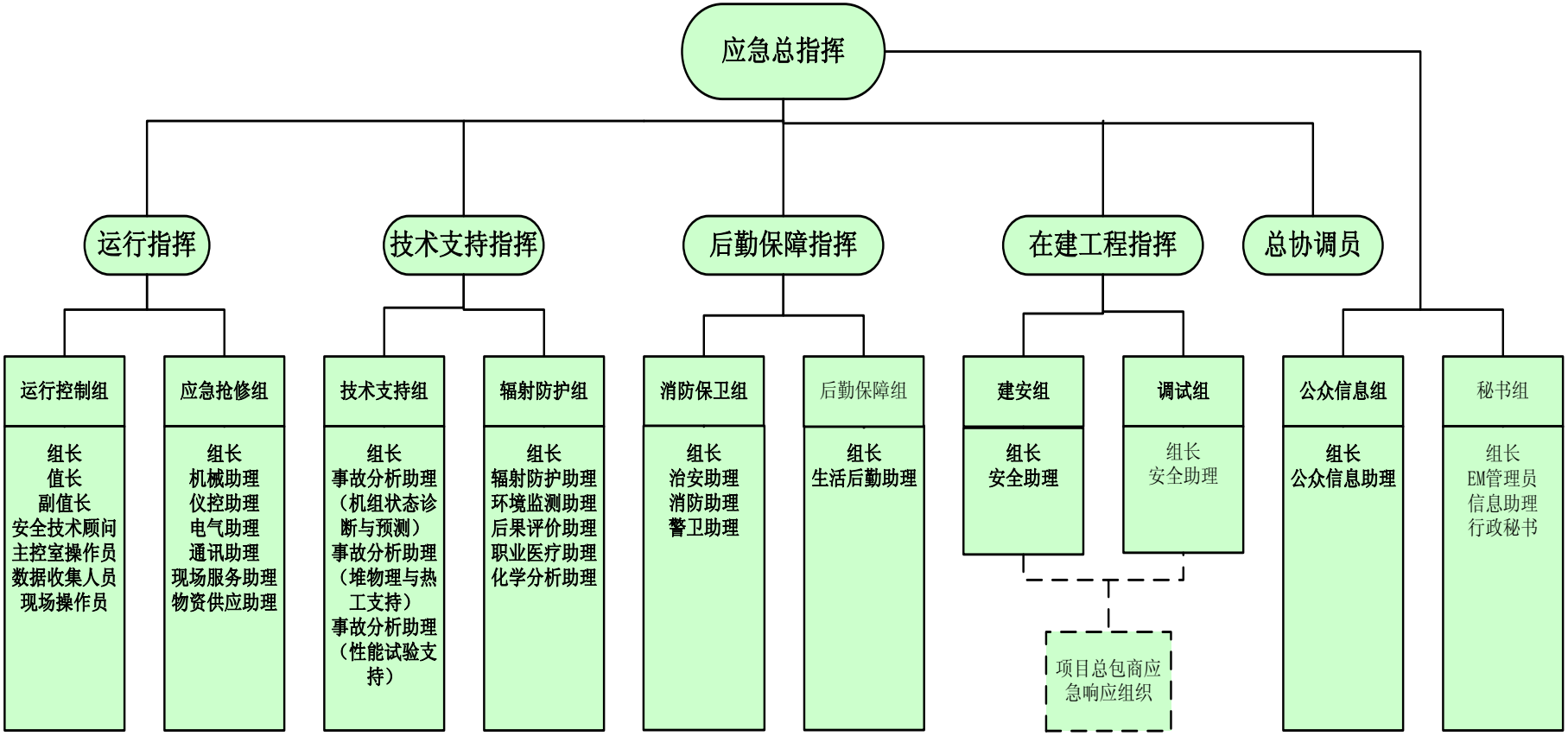


图 7.4-1　场内应急组织机构图

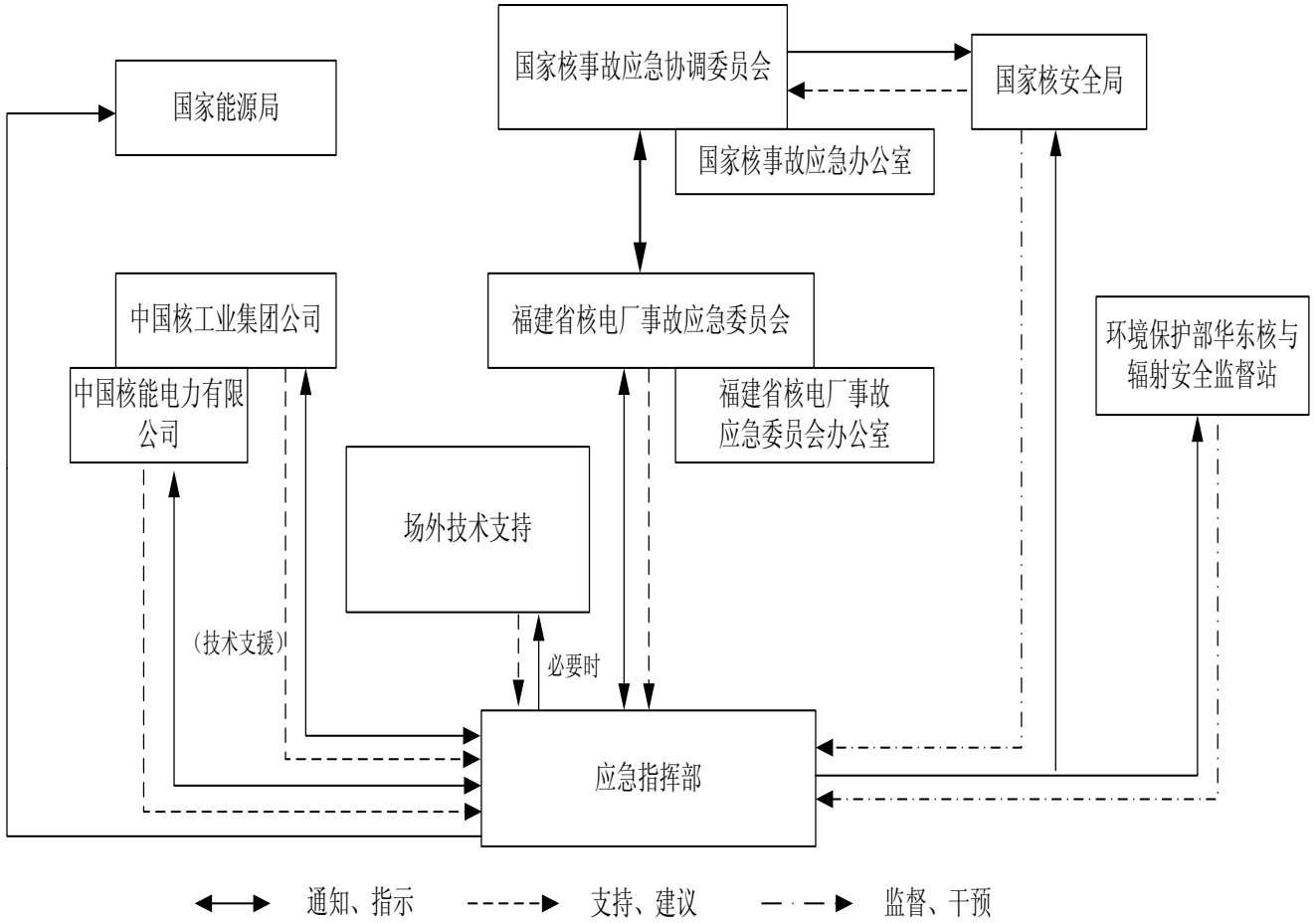


图 7.4-2　与场外应急组织机构接口图



图 7.4-3　福清核电厂应急撤离路线平面图

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 气态放射性流出物监测方案

8.1.3 液态放射性流出物监测方案

8.1.4 其它放射性物质的监测

8.1.5 地方环保部门监督性监测

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

8.4 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

福清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，气态和液态放射性流出物是造成核电厂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态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厂的实际情况制定。

制定流出物监测方案的主要依据是：

- GB 6249-2011 《核动力厂环境辐射防护规定》
- GB 14587-2011 《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》
- GB 11217-89 《核设施流出物监测的一般规定》
- GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- 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 7165.5-2008 《氚监测仪的特殊要求》
- 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 3097-1997 《海水水质标准》
- GB 8978-1996 《污水综合排放标准》

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目的：

- 验证释放到环境中的气态和液态放射性流出物的数量是否符合国家批准的排放控制值、核电厂本身规定的管理目标值

- 为判明核电厂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；
- 使公众确信核电厂的放射性物质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

福清核电厂一期工程运行期间流出物监测方案的制定和监测系统的设计遵循的主要原则有：

- 满足国家标准法规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；对于具有事故后监测功能的仪表需考虑冗余监测。
- 根据国家标准规定的年排放控制值和浓度限值，制定合理的排放控制值和仪表的报警阈值。
- 流出物监测和取样系统的设计中将考虑地方环保部门的监督性检查和并行测量。

8.1.1.3 放射性流出物监测大纲

除在线放射性监测的测量项目外，对福清核电厂一期工程放射性流出物进行取样监测，电厂在正常运行期间向环境排放的放射性气载和液态流出物应低于国家审管部门批准的放射性流出物排放控制值。根据国家规定控制值和运行状况制定放射性流出物年度管理目标值，通过优化运行管理，尽量减少放射性向环境的排放量。

福清核电根据年度生产计划制定放射性流出物年度管理目标，经公司主管副总经理批准发布实施；各部门必须采取确实有效措施，保证电厂流出物排放不超过管理目标值。

8.1.1.4流出物监测人员配备及实验室布局

流出物所有行监测的项目均在 AL 流出物实验室完成测量，流出物实验室目前配备日常工作人员 4 名，2 名福清核电有限公司员工，2 名承包商人员，所有人员均需经过上岗前授权培训及考核，具有流出物监测样品制备、测量仪器操作、数据处理及汇总的能力。

目前福清核电一期工程流出物实验室配备的放射性测量仪器设备有：高纯锗γ 谱仪 2 台，NaIγ 谱仪 1 台，低本底α β 谱仪 1 台，低本底液体闪烁计数器 1 台，实验室常规仪器设备详细配置见表 8.1-1。AL 流出物实验室整体布局为 3 个房间：AL213 热室主要进行样品制备，AL214 冷室进行化学试剂配置，AL215 作为仪器测量间进行所有流出物样品的分析测量工作。AL 实验室采用整体通风系统，通过房间设置的温湿度计自动调节厂房内温湿度值，以确保实验室仪器的稳定可靠运行。详细实验室分区布置见图 8.1-6。

8.1.2 气态放射性流出物监测方案

本工程所产生的大部分放射性废物是通过气体排放途径排至环境，因此对气态放射性流出物的排放监测和控制是防止环境污染措施的重要组成部分。

根据通风工艺设计，除了在异常工况下经二回路蒸汽安全阀和卸压排放管直接向环境排放外，其余的气态放射性流出物全部经过烟囱排至大气，其来源主要有核岛厂房的通风、废气处理系统排气、安全壳扫气及停堆期间安全壳换气等。因此，气态放射性流出物监测将主要集中于烟囱中气体排放监测。烟囱中放射性气态流出物连续监测及取样测量系统原理见图 8.1-1。

8.1.2.1 气态放射性流出物排放

福清核电厂排放到环境中的放射性物质主要是通过气态途径排至环境，因此必须准确测定排放气态流出物的放射性浓度、核素组成和排放总量。

1)福清核电厂由气态流出物排放的主要核素有：

- ●气态的惰性气体：氪（Kr）和氙（Xe）同位素
- ●碘（I）同位素；
- ●气溶胶：Co-58、Sb-124、Cs-137
- ●^{3}H、^{14}C。

2)监测方法：

- ●对于不连续排放的气态流出物（如废气储罐排气、安全壳扫气）取样到实验室分析测量；

●对于连续排放的气态流出物在线连续监测其惰性气体、气溶胶、碘；并对气溶胶、碘连续取样后进行实验室分析，惰性气体定期取样进行实验室分析；

●对 ^{3}H 及 ^{14}C 进行连续取样进行实验室分析。

8.1.2.2 气态放射性流出物监测

气态放射性流出物监测由烟囱放射性气态流出物连续监测以及取样测量组成，主要设备部件间的连接方式可见图 8.1-2。

1) 烟囱气态流出物连续监测

烟囱放射性气态流出物连续监测主要包括以下几部分：

- 取样部分：每个烟囱内设置两套一样的取样管路互为冗余。在取样系统设计上考虑了烟囱气态流出物监测的以下一些特殊要求

  ◆烟囱流出物取样点位于＋51m 标高处，距烟囱底部（＋21.9 标高）高度为 29m，距烟囱顶部高度为 11m，分别为烟囱直径的 9.7 倍和 3.7 倍。烟囱底部距最近的气体汇入口还有约 15m 长的水平管，满足至少距烟囱入口 8 倍烟囱直径，距烟囱出口 2 倍烟囱直径的要求，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；在本工程中，烟囱取样头采用带护套的单嘴取样头进行烟囱流出物采样。取样头结构见图 8.1-3。

  ◆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在管路中的沉积。取样管道布置示意图见图 8.1-4。

- 烟囱放射性惰性气体监测

  烟囱放射性惰性气体监测分为高活度浓度放射性惰性气体监测（1，2KRT021MA）两个通道和低活度浓度放射性惰性气体监测（1，2KRT017MA）两个通道，它们是事故后监测通道，属安全 1E 级设备，具有冗余、仪表量程宽等特点，有显示、记录打印和报警功能。还可以对烟囱中放射性惰性气体定期进行取样，样品在厂区实验室做放射性核素测量分析。惰性气体连续监测仪需按照事故后监测系统（PAMS）的要求进行设计，这些要求包括：

  ·系统设计为冗余监测，冗余设备之间进行实体隔离和电气隔离；

·采用应急电源供电；

·对设备的输入输出信号进行信号保护；

·对设备进行预先的质量鉴定，确保设备在事故后环境条件及地震条件下能保持正常运行。

高低量程惰性气体的报警阈值设置如下：

·低量程惰性气体：一级报警阈值为 4.5×10^{5} Bq/m^3，二级报警阈值为 3.2×10^{6}Bq/m^3；

·高量程惰性气体：一级报警阈值为 5×10^{8} Bq/m^3，二级报警阈值为 2×10^{9}Bq/m^3；

- 烟囱气溶胶和放射性碘监测：气溶胶和放射性碘连续监测和取样包括

  ◆气溶胶连续监测道（1，2KRT016MA）及放射性碘连续监测道（1，2KRT020MA）进行气溶胶和放射性碘活度连续监测，具有显示、记录打印和报警功能。

  ◆气溶胶和放射性碘连续取样，样品定期送厂区实验室进行测量分析。

- 烟囱 ^{14}C 和 ^{3}H 取样监测

  烟囱中 ^{14}C 和 ^{3}H 监测为连续取样，样品送厂区实验室进行测量分析，计算出各核素的排放量。在表 8.1-2 中给出了气态流出物监测道及取样装置的主要技术性能。

2) 气态放射性流出物取样测量

气态流出物在实行约定性的批排放时，须进行取样测量，包括：

- 废气贮存罐贮存时间满足规程要求而需要排放时，由取样人员通过核取样系统进行取样；
- 在停堆初期需要进行安全壳换气时，由取样人员通过安全壳空气监测系统进行取样分析，活度低于预定限值时进行排放；排放期间对安全壳换气系统（EBA）排气的放射性活度进行连续监测；
- 对于通过烟囱连续排放的气态流出物中的气溶胶和碘采用连续取样装置取样，定期更换样品。

2 个机组的烟囱气态流出物连续监测及取样设备分别安装在 NB523 和 NB764 房间，仪表安装位置见图 8.1-5。所取样品均送到厂区实验室（AL）的仪器测量间（位置见图 8.1-6）进行测量分析。气态流出物分析监测的核素主要包括：

- 惰性气体：Ar-41、Kr-85、Kr-88、Xe-133、Xe-135；

- 碘：I-131、I-133
- 气溶胶：Co-58、Sb-124、Cs-137

8.1.3 液态放射性流出物监测方案

8.1.3.1 液态放射性流出物排放

本工程的所有放射性液体都采用约定性批排放（槽式排放），将要排放的核岛和常规岛废液先分别注入废液贮罐。经对贮存罐废液取样，实验室定量分析合格后，再排入大海。

样品分析测量项目是：pH 值、总 β、总 γ 测量、γ 谱分析、氚测量，以及 ^{90}Sr 的定期测量分析。其中 γ 谱分析主要包括 Co-58、C0-60、Ag-110m、Sb-124、Sb-125、I-131、I-133、Cr-51、Cs-137、Cs-134、Mn-54、Ru-106、Fe-59 等核素。关于液态流出物中 ^{14}C 的测量，鉴于国内尚无相关标准规范给出其取样制样及测量方法，目前已经对国内电站及科研院所进行了调研，掌握了一定的资料，福清一期工程在运行期间将基于目前国内的测量方法和技术成果对液态流出物中 C-14 开展尝试性测量，并跟踪国家标准的版本及最新的研究成果，在运行过程中逐步修改完善监测方法。

8.1.3.2 液态放射性流出物监测

1) 贮罐废液连续监测

当对 TER、SEL 贮罐废液的取样分析结果低于排放管理限值时，则可排放已测定的贮罐中的废液。排放时，还需采用低放液体活度监测仪进行连续监测，其目的是：验证实验室测定结果；核实被测贮罐废液是否完全排空。当液体活度连续监测仪设备故障或所测放射性活度超过设定阈值时，监测仪给出信号触发相应废液排放管路中的隔离阀关闭并发出报警。主要设备部件间的连接方式可见图 8.1-7。

本工程中共设置两台低放液体活度监测仪，分别监测 TER 贮罐和 SEL 贮罐排放废液的放射性活度浓度。监测道编号为 0KRT901MA，0KRT902MA，分别安装在 QA201 及 QB201 房间中。测点设置位置见图 8.1-8。

报警阈值设置如下：

- 0KRT901MA：一级报警 $3\times10^{6}Bq/m^{3}$，二级报警 $5\times10^{6}Bq/m^{3}$；
- 0KRT902MA：一级报警 $8\times10^{4}Bq/m^{3}$，二级报警 $4\times10^{5}Bq/m^{3}$。

核电运行人员可根据的运行管理要求调整报警阈值。

放射性液态流出物连续监测道的主要技术性能表 8.1-3。

2) 贮罐废液取样测量

在 TER 及 SEL 废液罐中废液排放前，需从排放罐中采集样品并送至厂区实验室（AL）进行测量，并分析其是否达到排放要求。上述样品也送到厂区实验室（AL）仪器测量间（位置见图 8.1-6）进行测量分析。

8.1.4 其它放射性物质的监测

1) 固体放射性废物

本工程的固体放射性废物，除高放乏燃料元件另作特殊处理外，其余的中低放固体废物在分装和运输过程中，使用 γ 电离室和携带式测量仪器测量固体废物的辐射剂量。另外，对固体废物包装桶表面进行擦试污染测量。测量结果符合国家有关规定后方可移出厂区暂存或永久处置。

2) 辐射控制区出口

在辐射控制区的出口处，设置全身表面污染监测仪和工具污染监测仪，对工作人员退出控制区时的全身表面污染及携带工具的表面污染进行监测，防止放射性污染被带出辐射控制区。

3) 厂区控制区大门及保护区大门

在厂区控制区大门及保护区大门，设置车辆 γ 和人员 γ 污染监测仪，对离开厂区的车辆和人员进行监测，防止放射性物质被意外带出核电厂厂区。

4) 其它

对于其它可能出现放射性污染的非特定区域可采用便携式仪表进行测量。

8.1.5 地方环保部门监督性监测

为了满足地方环保部门进行监督性监测，福清核电厂一期工程建成后满足地方环保部门进行流出物监督性监测的主要措施预计有：

- 为福建省辐射环境监督站建设流出物实验室；并将核电厂气态、液态流出物在线连续监测的数据实时同步传输至地方环保相关部门。
- 积极配合地方环保部门进行流出物监督性监测工作，并为地方环保部门定期取样提供方便，包括：
  - ◆可根据需要向地方环保部门提供烟囱气溶胶及放射性碘的取样样品；
  - ◆取得的烟囱中 ^{14}C 和 ^{3}H 样品可供本工程及地方环保部门进行测量；
  - ◆从 TER 及 SEL 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；
- 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

根据我国的有关标准及规定的要求，在福清核电厂一期工程需建设环境监测设施以满足本核电站运行后环境监测的要求。本节中描述福清核电厂运行期间环境监测的方案。

运行期间环境监测依据的主要标准规范有：

- GB6249-2011 《核电厂环境辐射防护规定》
- GB8999-1988 《电离辐射监测质量保证一般规定》
- GB12379-1990 《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》
- 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》
- GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射安全基本准侧》
- GB11216-89 《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》
- GB12763.1-91 《海洋调查规范 总则》
- GB12763.6-91 《海洋调查规范 海洋生物调查》

表 8.2-1 中给出福清核电厂一期工程建成后运行期间的辐射环境监测大纲。

8.2.1 监测目的

运行期间环境监测的目的是：

- 测定环境介质中核素浓度及大气中 γ 辐射水平的变化，以评估核电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；
- 事故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

根据国家有关法规和福清核电厂所在厂址的具体情况，监测范围如下：

- 环境 γ 辐射水平监测范围为以核电厂中心半径 30km 内，其余监测项目范围为以核电厂中心半径 10km 范围内，部分监测项目最远范围达到以核电厂为中心半径 20km 范围内。

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，在进行环境监测采样和监测点的布设中主要考虑的原则有：

- 依据相关标准及技术规范；
- 陆地监测点以反应堆厂房为中心，成辐射状布置监测点，近密远疏；
- 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 辐射监测点及气态放射性物质取样点重点布置在主导风向的下风向厂区边界附近区域，周围没有高大的树木、建筑物；
- 废液排放方式及特点、潮汐规律；
- 海上取样点主要设在排放口及其附近海域；
- 土壤采样点设置在无水土流失的原野或田间；
- 考虑福清核电厂厂址区域附近地区的地形等条件；
- 气象塔的位置应适当地远离各种障碍物，使气象传感器的测量数据可充分代表厂址的大气弥散状况；站位设置尽量能与大气扩散试验站址一致，保持数据的可延续性；
- 充分利用运行前本底调查所获得的资料，并在满足环境评价需要的情况下，尽量做到环境监测最优化。

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) 气象参数测量：
   - 风速、风向；
   - 空气温度；

- 相对湿度；
- 降雨量；
- 大气压；
- 天空总辐射；
- 净辐射

2) 环境 γ 辐射水平监测。主要测量项目有：

- 大气中环境 γ 辐射水平的连续监测（自动连续监测装置）；
- 累积剂量监测（使用 TLD 热释光剂量计）；
- 非连续监测（使用便携式仪表），得到瞬时剂量率。

3) 环境介质放射性核素浓度监测

- 大气
  - 气溶胶：总 α、总 β、γ 谱分析；
  - 大气沉降物：总 β 及 γ 核素分析（总 β 异常时进行 Sr-90 分析）；
  - 空气中 ^{3}H 和 ^{14}C；
  - 空气中 I-131
- 水监测。包括以下几个方面：
  - 降水： ^{3}H 及 γ 核素分析；
  - 饮用水：总 α、总 β、^{3}H 及 γ 核素分析；
  - 地表水（水库、河流等）： ^{3}H 及 γ 核素分析；
  - 地下水： ^{3}H 及 γ 核素分析（测出 Cs-137 时，进行 Sr-90 分析）。
- 陆生生物
  - 肉类、水果、粮食、蔬菜等：γ 核素分析（测出 Cs-137 时，进行 Sr-90 分析）、C-14；
  - 牛奶： ^{131}I 及 γ 核素分析（测出 Cs-137 时，进行 Sr-90 分析）、C-14；
  - 指示生物：γ 核素分析（测出 Cs-137 时，进行 Sr-90 分析）、C-14。
- 海洋介质
  - 海水： ^{3}H、γ 谱分析；
  - 海洋沉积物： ^{90}Sr、γ 谱分析；
  - 海洋生物样品：γ 谱分析、C-14；
  - 指示生物：总 β、^{90}Sr、γ 谱分析、C-14。
- 土壤及底泥：进行 ^{90}Sr 和 γ 核素分析；

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) 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、高纯锗 γ 谱仪等仪表进行 α/β 放射性活度测量、^{3}H 和 ^{14}C 放射性活度测量、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。

2) 固定式环境 γ 辐射监测和流动的辐射监测

- 设置环境 γ 辐射监测站，进行连续监测；
- 在环境中定点布设 TLD 元件，并在实验室中用热释光剂量测量仪进行累积剂量测量；
- 设置环境监测车进行核电厂周边环境 γ 辐射监测，车上设有车载 γ 剂量率监测仪、便携式 γ 谱仪、便携式 γ 剂量率监测仪等设备。

3) 气象观测

在气象铁塔及地面设置风速、风向、空气温度、相对湿度、降雨量、大气压、天空总辐射、净辐射等气象要素传感器用来连续观测基地内各区域的局部气象状况。除小麦屿监测子站外，所有厂外 KRS 监测子站均设置一套风速风向传感器，在核电厂周围形成局部风场监测。

8.2.4 环境监测系统

环境监测系统主要由以下设施组成：

- 环境 γ 辐射监测系统；
- 自动气象站；
- 环境实验室；
- 环境监测车与环境介质采样车。

8.2.4.1 环境 γ 辐射监测系统

1) 环境 γ 辐射监测站

核电厂烟囱排放的惰性气体浸没照射是核电厂周围居民受照的重要途径，因此大气 γ 辐射监测是环境监测的重点项目。在福清核电基地厂区内设置 4 个 γ 辐射监测站

（EC4-1~EC4-4，），厂内站的位置见图 8.2- 2。在厂区周围 10km 范围内设置 7 个γ辐射监测站（EC4-5~EC4-9、EC-12、EC4-13）。厂外γ辐射监测站的站址的位置见图 8.2- 1，各厂外站的基本信息见表 8.2-2。

γ辐射监测站主要用来连续记录大气γ辐射测量数据、获取气溶胶和碘的样品、获取空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 的样品、并进行雨量测量。运行时，工作人员设定阈值。当环境γ辐射监测站测得γ辐射剂量率超过报警阈时，给予报警，并将报警信号送到中央数据处理站。

环境γ辐射监测站配置的主要设备：

- 环境γ辐射连续监测仪；
- 气溶胶、碘连续取样装置（部分监测站设置）；
- 空气中 ^{3}H 和 ^{14}C 取样装置（部分监测站设置）
- 雨量计；
- 数据传输设备；
- 风速风向传感器（除小麦屿监测子站）。

2) 累积γ剂量及瞬时γ剂量率测量

在福清核电基地周围地区设置累积γ剂量、瞬时γ剂量率监测点，其中累积γ剂量采用热释光剂量计及热释光剂量计读出装置进行监测。将热释光剂量计按布点图布置在有代表性的不受附近建筑物影响的空阔场地，取样频率为每季度一次，剂量计拿到环境实验室测量。瞬时γ剂量率采用便携式环境γ剂量率仪按布点图对监测点位定期进行巡测，测量频度为每季度一次。

8.2.4.2 自动气象站

气象数据是评价核电厂气态流出物对周围环境影响程度及范围的重要参数，因此气象观测系统也是电厂运行期间环境监测的重要组成部分。自动气象站主要用来采集、处理和记录厂区的风速、风向、温度、大气稳定度、湿度、气压和雨量等气象数据，作为计算、评价短期或长期常规放射性释放对该地区环境影响的依据。在发生核事故时，提供实时气象参数以便电厂应急组织执行应急措施，同时作为事故辐射后果评价的输入参数，以便采取最适当的防护措施保护环境以及保护电厂工作人员和公众安全。

自动气象站由以下设施组成：

1）气象塔

气象塔沿用现位于厂区东南侧的厂址大气扩散试验铁塔。该塔高约 100m，分别在距地面 10m、30m、50m、70m、100m 处和塔顶设置风速、风向、温度传感器；在靠近地面

处设置温度、湿度、气压等传感器。

2）地面气象站

地面气象站内设置风速风向、温度、相对湿度、雨量计、天空总辐射及净辐射等传感器及气象数据采集记忆装置和就地微机，气象数据采集记忆装置自动采集、处理、存储气象数据，并将气象数据送到中央数据处理站。

所有的气象数据在应急指挥中心及环境实验室的中央数据服务器处理、贮存，并与实时收集的核电厂地区 γ 辐射监测数据一起传至环境监测实时数据网，进行集中管理、贮存、显示、网络传输、查询和网上发布。

3）风向风速传感设备

风速风向传感器（除小麦屿监测子站）

8.2.4.3 环境实验室

1) 概述

为进行厂址区域环境辐射监测及环境介质样品的测量分析，福清核电厂建设了环境实验室，负责福清核电厂周围环境介质样品的采集、制样、样品分析测量以及对环境样品测量数据处理及评价。

2) 位置、规模

目前环境实验室厂址见图 8.2- 1 中 EC4-6 的位置，距核电厂厂区约 11km，设置独立的实验室小区，其中主楼总建筑面积约为 2363m^2，共三层，按照物理测量、样品制备、放化分析、信息处理传输、辅助动力、用品存放及会议办公进行分区设计。小区内为环境监测车及环境介质采样车设置了 3 车位的车库。

环境实验室内的主要功能房间包括：

- 低本底物理测量房间：γ 谱仪测量室、液闪测量室、低本底 α/β 测量室、热释光测量室及相应的数据处理间；
- 样品预处理及制备房间：鲜样存放间、鲜样处置间、样品干燥间、碳化室、灰化室、待测样品制备间、天平室等；
- 化学制样及分析房间：化学实验室 1~3、光谱测量室、非放测量室、标准样品准备间等；

环境实验室内配置的主要设备包括以下几类：

- 放射性分析测量仪器：主要有低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁测量装置、高纯锗 γ 谱仪和热释光测量仪等。

- 制样设备：程控马福炉、电炉、程控烘箱、球磨机、组织打浆机、电子天平、超声波清洗仪、通风柜及实验室常用设备。
- 非放测量及分析仪器：原子吸收光谱仪、紫外/可见分光光度计、BOD、COD、酸度计、溶氧仪、测氯仪、电导率仪等。

环境实验室的主要设备配备及性能参数详见表 8.2-3。

8.2.4.4 环境监测车及环境介质采样车

福清核电厂配备了 2 辆环境监测车及 1 辆环境介质采样车，用于电厂正常运行期间对厂区及周围环境 γ 辐射水平进行巡测、环境介质的快速测量、环境介质样品的采样和传送及环境辐射与气象监测系统的日常维护，以及进行热释光元件（TLD）的布设及回收。采集回的环境介质样品拿至环境实验室进行测量分析。同时在事故应急情况下，环境监测车将快速出动，利用便携式仪表对厂区内及厂址周围的辐射水平进行快速测量，同时将测量数据通过无线方式传输到应急指挥中心。

环境监测车和环境介质采样车配置的主要设备有：便携式γ 多道谱仪、碘和气溶胶取样设备、便携式表面污染测量仪、γ 剂量率仪、手持式气象仪、无线通讯、个人防护器具、便携式发电机、车载 GPS、各种介质采样工具以及样品容器、包装袋等设备。

8.2.5 地方环保部门监督性监测

除了福清核电厂各类环境监测设施外，福建省地方环保部门也将针对福清核电厂建设相应的环境监测设施，进行监督性监测。

为了大力配合该项工作的实施，福清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：

- 为地方环保部门现场监测提供方便，包括人员出入支持、人员配合、水电及监测场地的支持等；
- 开展实验室之间的检测结果比对活动，增强交流和了解；

为地方环保部门建设外围辐射环境监督性监测系统，外围辐射环境监督性监测系统包括外围环境监测子站和前沿站。

监督性监测前沿站位于港头镇东元村，与福清核电厂厂外环境实验室处于同一小区。前沿站建筑面积约 1362m^2，共三层。配置低本底物理测量设备、通用化学分析仪表及实验室家具，可完成环境样品的采样、制样、低本底测量（γ 谱分析、总 α、总 β、^{3}H、^{14}C）等功能。

监督性监测子站共设置 11 个，监测子站的基本信息表 8.2-4。监督性监测子站与福清核电厂 11 个的固定式环境 γ 辐射监测站，可基本覆盖核电厂周围各个方位角，详见图 8.2-3。

8.3 应急监测方案

在福清核电厂发生事故时，环境/应急监测车将携带便携式仪表对厂址区域的环境 γ 辐射水平进行快速测量。如有必要，环境介质采样车将对空气、土壤、地面水、陆地生物以及电厂排放口及周围海域海水等环境介质取样，并根据事故发展情况调整取样频度，送至环境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。

福清核电厂目前已经初步拟定了应急情况下的监测方案，监测内容包括：

a）近地表上部 γ 剂量率：

—11个固定监测站连续测量（含场内4个、场外7个）

—便携式仪表即时测量

b）地表 α、β 污染水平；

c）空气（含巡测路线及固定监测点）样品取样及分析；

d）空气气溶胶连续监测；

e）热释光剂量计（TLD）的取放及分析；

f）车载移动 γ 谱仪分析测量核素组成；

g）风向、风速测量。

8.4 非放监测方案

非放射性环境监测包括环境敏感点和电厂排放口监测，监测对象主要是水质、温排水和电磁辐射。监测布点尽量与运行前的环境本底监测布点保持一致。

1）水质监测

为了进一步评估排水中含有的非放射性化学物质对附近水环境的潜在影响，在电厂排放口附近及部分环境敏感点进行非放射性污染物的监测，主要监测项目包括水温、pH 值、硼、余氯、氨氮、正磷酸盐、重金属、电导率等。

非放化学污染物监测方案见表8.4-1，非放监测方法及探测限见表8.4-2。

2）电磁辐射监测

定期对周围的噪声及电磁辐射情况进行监测。

3）温排水监测

福清核电厂已制订温排水监测计划，以机组投运前后为节点对邻近海域的温排水进行监测。温排水监测方法选取目前已在国内运行电厂具有良好实践的遥感监测技术，以热红外卫星遥感技术为主，海面温度场实测为辅助手段，调查福清核电机组投运前后的海面温度场资料。

福清核电厂温排水监测工作已委托环保部卫星环境应用中心开展，福清核电已与该中心签订了温排水监测合同，监测计划如下：

a) 1 号机组运行前，冬季和夏季卫星遥感监测；

b) 1 号机组投运后，1 台机组满功率运行，卫星遥感监测和海面温度场实测；

c) 2 号机组投运后，2 台机组满功率运行，卫星遥感监测；

福清核电厂温排水监测的主要内容为建立福清核电厂附近海域海表温度反演模型，依据遥感制图规范，制作每次卫星遥感测量的遥感影像图和海表温度分布图；初步制定福清核电厂温排水基准温度提取标准，获取核电厂温升区空间分布图，温升区等值线图以 5、4、3、2、1 和 0.5℃温升线标示；开展福清核电厂环境本底温度场调查，分析调查核电投运前核电站附近海域海面温度场特征；基于卫星遥感手段，开展分阶段投运后福清核电厂温排水温升区调查，按照季节（冬、夏两个典型季节）和潮汐状况（涨潮和落潮）分析核电厂附近海域温升区分布特征，并分析核电正常运行时循环冷却水稀释扩散和温排水对取水口的影响；开展 2 次与卫星红外遥感监测准同步的大面积海面测量，优化和验证卫星遥感调查核电厂温排水模型，获得温排水不同深度区域的温升范围分布。

8.5 质量保证计划

为了保证环境监测和流出物监测结果达到足够的可信度，确保获取的数据的有效性和可靠性，福清核电厂将按照国家和行业标准规范的要求，制订福清核电厂环境监测大纲，对福清核电厂区域环境辐射监测和流出物监测进行质量控制和质量管理。

质量保证计划制定的主要依据是：

- 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 8999-88 《电离辐射监测质量保证一般规定》

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。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。
- 环境样品采集一定的平行样品以进行平行样测量分析和进行复检。
- 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：为了发现监测设备和监测中可能存在的缺陷，验证环境监测设备的可靠性，确保环境监测数据的精确性和可比性，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年进行一次以说明仪器计数是否满足泊松分布的 χ^2 检验。
  - ♦ 每月进行能量分辨率和能量刻度检验。
  - ♦ 所有放射性测量仪器，每年刻度一次，刻度所用标准源和标准物质，可追溯到国家计量标准或国际计量标准。
  - ♦ 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，对福清核电地区的环境监测进行统一管理；

●设环境应急科科长及副科长、主管工程师、专业工程师。其中：

- ♦ 环境应急科科长及副科长对环境监测计划的实施及其质量保证全面负责。
- ♦ 各主管工程师及专业工程师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　流出物实验室主要设备及性能参数

序号	名称	参考厂家型号	规格	单位	数量	备注
	流出物实验室					
1	高纯锗γ谱仪	美国 ORTEC GEM30P4-70	• 晶体类型：　P 型高纯锗，同轴型相对探测效率：　大于 30% • 能谱范围 40keV～3000keV • 分辨率　122keV　半峰宽小于　0.87keV,1332.5keV　半峰宽小于 1.85keV。 • 电制冷 • 220V 不间断电源	套	4	配 2 台计算机、1 台 A3　激光彩色打印机、UPS； 60x60x120cm 重量 1.3 吨（包括铅室和支架，铅室国产，湖南双峰仪器厂）
2	NaI 总γ谱仪	美国 ORTEC NAI905-4	• 能量响应范围：25KeV-3.5MeV • 分辨率：　以 Cs-137 的 661.7keV　分辨率)小于 7.5%。 • 计数稳定性：Co-60　1332.5keV 峰位置在计数率 2～100kcpsT　9V 脉冲高度时漂移小于 0.08% • 配备 1 套γ谱分析软件 • 带支架	套	2	配 1 台计算机 铅室国产，湖南双峰仪器厂
3	液闪计数仪	PE 公司 Tri-crab 3180TR/SL 型液闪计数仪	• 通过内置电脑控制和分析样品，在 Win XP 环境下运作的软件和设备，用于检测小量的α、β、γ射线。 • 能谱范围：0—2000keV； • 具有多参数线性 MCA(多通道分析)技术，分辨 1/10keV； • 计数效率：H-3 的效率大于 60%，C-14 的效率大于 95%。	套	1	附带 3H 标准源、碳—14 淬灭校正源等配件。 配有制冷装置保证设备温度恒定。 带可调闪烁液移液器和闪烁液 配 1 台计算机、A4 打印机

序号	名称	参考厂家型号	规格	单位	数量	备注
4	低本底α β测定仪	德国 BERTHOLD LB770	适合于 α/β 核素的放射性，如：14C、32P、33P、60Co、90Sr、99Tc、137Cs、226Ra、210Po、232Th 1. 超低本底：对于 60mm 的样品盘，本底计数<1cpm；β 效率 54%（90Sr-90Y）；薄窗：窗厚 0.21mg/cm2； 2. 高效率：同时测量 10 个样品，精度提高 3 倍（相同的测量时间比较）； 3. 可靠性好：采用优质组件材料，故障率极低； 4. 操作简单：windows 界面，无需经验即可进行操作 5. 质量控制：软件自动定期检查本底、效率、趋势、UPS，自动坪曲线纪录 6. 测量灵活方便：5 个样品屉可以独立进行开始/停止（测量） 7. 探测限（测量时间 1 小时）： 241Am：5mBq 90Sr：20mBq 。	台	1	配 1 台计算机
5	标签打印机	P-TOUCH9200DX		台	1	
6	台式 PH 计	WTW一PH720		台	2	同 201 房间
7	温控电热板	SCHOTT-SLK2		台	2	同 201 房间
8	红外线烘干器		• 工作温度范围：１９０℃，灯泡样式	台	2	
9	分析天平（200g）	梅特勒 AL204-IC		台	1	同 203 房间
10	分析天平（3kg）	梅特勒 PL3002-IC		台	1	同 203 房间
11	蒸馏装置	国产 KDN-2C	• 220 伏	台	2	
12	干燥箱	上海申贤恒温设备厂 DHG-9140A		台	1	同 201 房间

序号	名称	参考厂家型号	规格	单位	数量	备注
13	瓶式深水采样器	泰纳仪器	• 4 米长杆，配 40 个 500 毫升取样瓶	台	2	
14	恒温水浴锅			台	1	同 201 房间
15	除湿机 DH588D		• 循环风量 520 立方/小时，58 升/日，900W，33kg	台	1	
16	马弗炉 FO410		• 温度范围 100-1150℃；温控精度：±2℃（在 1150℃）使用容积：9L；温度程控，数字显示。	台	1	
17	50 升液氮罐			个	1	附带 1 个自压式液氮加注器

表 8.1-2　气态流出物活度监测仪及连续取样装置

监测项目	监测道编号	监测项目	主要技术性能指标	标定核素	数量
烟囱排出低量程惰性气体活度	1,2KRT017MA	低活度浓度放射性惰性气体活度监测	探测器：硅半导体探测器 测量辐射类型：β 射线 被测能量范围：80keV～2MeV 测量范围：$3.7x10^{3}$～$3.7x10^{9}$Bq/m^3 相对误差：±20％ 一级报警阈值：450000 Bq/m^3 二级报警阈值：3200000 Bq/m^3	^{133}Xe	2
烟囱排出高量程惰性气体活度	1,2KRT021MA	高活度浓度放射性惰性气体活度监测	探测器：电离室 测量辐射类型：β 射线 被测能量范围：150 keV～3Mev 测量范围：$3.7x10^{7}$～$3.7x10^{15}$Bq/m^3 相对误差：±20％ 一级报警阈值：500000000 Bq/m^3 二级报警阈值：2000000000 Bq/m^3	^{133}Xe	2
烟囱排出碘活度	1,2KRT020MA	放射性碘活度浓度	探测器：NaI（Tl）闪烁探测器 测量辐射类型：γ 射线 被测能量范围：80 keV～3Mev 测量范围：3.7～$3.7x10^{6}$Bq/m^3 相对误差：±20％ 一级报警阈值：16 Bq/m^3 二级报警阈值：112 Bq/m^3	^{131}I	2

烟囱排出气溶胶活度	1,2KRT016MA	气溶胶活度浓度	探测器：双 PIPS 探测器 测量辐射类型：β 射线 被测能量范围：80 keV～2Mev 测量范围：1～3.7×10^6Bq/m^3 相对误差： ±20％ 一级报警阈值：40 Bq/m^3 二级报警阈值：280 Bq/m^3	混合源	2
^{3}H、^{14}C 活度	取样	^{3}H、^{14}C 联合取样装置	^{3}H：采用水鼓泡器，探测下限为 10Bq/m^3 ^{14}C：采用 NaOH 吸附剂，探测下限为 1Bq/m^3	氚气 CO_2	2
P.I.G 活度	取样	P.I.G 取样装置			

表 8.1-3 液态流出物活度监测仪

监测项目	监测道编号	监测项目	监测仪主要技术性能	标定核素	数量
核岛 TER 废液贮罐排放的液体流出物活度	0KRT901MA	低放液体活度浓度	探测器：NaI（Tl）闪烁探测器 被测射线类型：γ 射线 被测能量范围：80～3000keV 测量范围：$3.7x10^3$～$3.7x10^8$Bq/m^3 相对误差：±20％ 一级报警阈值：3000000 Bq/m^3 二级报警阈值：5000000 Bq/m	^{137}Cs	1
常规岛 SEL 废液贮罐排放的液体流出物活度	0KRT902MA	低放液体活度浓度	探测器：NaI（Tl）闪烁探测器 被测射线类型：γ 射线 被测能量范围：80～3000keV 测量范围：$3.7x10^3$～$3.7x10^8$Bq/m^3 相对误差：±20％ 一级报警阈值：80000 Bq/m^3 二级报警阈值：400000 Bq/m^3	^{137}Cs	1

表 8.2- 1　福清核电厂正常运行期间环境辐射监测大纲

序号	调查对象			监测项目	监测频度	监测点位	布点数+对照点
1	陆地环境γ辐射		连续监测	空气吸收剂量率	连续	厂区内 4 个 厂区外 7 个	11
			剂量率	空气吸收剂量率	1 次/季	按 22.5℃方位角布点近密远疏。 对照点在福州市	43+1
			累积剂量	γ 辐射累积剂量	1 次/季	同上	43+1
2	陆地介质	空气	气溶胶	总 α、总 β	1 次/月	厂区自建库、气象站旁、前薛村、东元村、西山村。对照点在福清市福清核电生活区	4+1
				γ 谱分析	1 次/季		
			沉降物	总 β、γ 谱分析 （当总 β 异常时，进行 ^{90}Sr 分析）	1 次/季	厂区边界、前薛村、东元村。 对照点在福清市福清核电生活区	3+1
			^{3}H 和 ^{14}C	^{14}C、HTO	1 次/季	厂区自建库、前薛村、东元村	3
			碘	I-131	月	厂区自建库、前薛村、东元村、西山村。	4
		水	降水	^{3}H、γ 谱分析	1 次/季	厂址边界、前薛村、东元村。 对照点在福清市福清核电生活区	3+1
			地表水	^{3}H、γ 谱分析	1 次/半年	魏庄水库、官厅水库、华南河。 对照点在东圳水库	3+1
			地下水	^{3}H、γ 谱分析	1 次/半年	气象站、EC-E、虎邱村 对照点在福清市	3+1
			饮用水	总 α、总 β、^{3}H、γ 谱分析	1 次/半年	前薛村、泽岐村。 对照点在福清市	2+1
		土壤		^{90}Sr 及 γ 谱分析	1 次/年	前薛村、韩瑶村、北岭村 文场村、下楼村	5
		底泥			1 次/年	魏庄水库、官厅水库、华南河。	3
		陆生生物	大米	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	江镜镇、江阴镇	2
			红薯	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇	1

			花生	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇	1
			叶菜	C-14、I-131、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/半年	三山镇、江镜农场	2
			豆角	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/半年	三山镇	1
			水果	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇（取两种水果）	2
			肉类	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇（取两种肉）	2
			牛奶	C-14、^{131}I 及 γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	江境农场、福清东阁华侨农场	2
			淡水鱼	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇（鱼类） 江镜农场（取两种鱼）	3
			指示生物	C-14、γ 谱分析（测出 Cs-137 时进行 Sr-90 分析）	1 次/年	三山镇（相思树叶或木麻黄）	1
3	海洋介质	海水		γ 谱分析	1 次/年		5
				^{3}H	1 次/月	取水口与排水口	2
		沉积物		^{90}Sr、γ 谱分析	1 次/年		5
		生物样品	藻类	C-14、γ 谱分析	1 次/年	前薛村、小麦屿	2
			贝类	C-14、γ 谱分析	1 次/年	沙埔镇、东瀚镇	2
			甲壳类	C-14、γ 谱分析	1 次/年	三山镇	1
			鱼类	C-14、γ 谱分析	1 次/年	三山镇	1
			指示生物	C-14、总 β、Sr-90、γ 谱分析	1 次/年	三山镇	1

注：γ 谱分析的核素包括 Cs-137、Co-60、Co-58、Cs-134、I-131、Ag-110m、Mn-54、Ru-106、Ra-226 以及在 γ 谱仪上有明显特征峰的其他核素。

表 8.2- 2 福清核电厂厂外监测站的基本信息表

点位	编号	方位	距离
前薛	EC4-5	NNE	1.8km
东元	EC4-6	N	10.5km
西山	EC4-7	E	5.3km
牛峰	EC4-8	SE	9.3km
江镜	EC4-9	N	12.9km
埭头镇	EC4-12	SSW	20.8km
小麦屿	EC4-13	WSW	2.9km

表 8.2- 3 福清核电厂环境实验室主要设备及性能参数

序号	设备名称	型号规格及主要技术特性	单位	数量
	一、放射性测量仪表			
1.	**高纯锗 γ 谱仪系统**		**套**	**3**
1.1.	P 型同轴高纯锗探测器（P 型 HPGe）	♦ 测量能量范围：50keV～10MeV ♦ 相对测量效率：60% ♦ 能量分辨率：≤2.1keV（在 1.33MeV 处）	套	2
1.2.	N 型同轴高纯锗探测器	♦ 测量能量范围：5keV～3MeV ♦ 相对测量效率：40% ♦ 能量分辨率：≤2.1keV（在 1.33MeV 处）	套	1
1.3.	数字化谱仪	♦ 道数：8192 道或以上	套	3
1.4.	屏蔽容器	♦ 屏蔽材料：10cm 厚老铅 ♦ 本底在 3cps 以下	套	3
1.5.	核素导航软件及谱仪控制/分析软件	♦ 操作平台 ♦ 预置核素数据库至少包括 200 个核素	套	1
1.6.	分析计算机	♦ 可进行计算机联网 ♦ 与测量主机间电缆不小于 10 米	套	3
1.7.	参考源（系列点源）	♦ 可对全谱进行能量刻度	套	1
2.	**低本底 α/β 测量仪**		**套**	**3**
2.1.	探测器	♦ 流气式正比计数器 ♦有效探测面积为 φ50mm ♦探头个数：4 个测量通道	套	6
2.2.	屏蔽测量室	♦ 由铅屏蔽体围成，铅室内衬不锈钢 ♦ 反符合效率≥99.9%	套	6
2.3.	VISTA2000	♦ 应用软件运行平台 ♦ 低本底 α、β 测量仪应用软件	套	3
2.4.	分析计算机	♦ 可进行计算机联网 ♦ 与测量主机间电缆不小于 10 米	套	3
2.5.	标定源	♦活性面积 φ50mm β 源：^{90}Sr-^{90}Yα 源：^{239}Pu 电镀源	套	1
3.	**液体闪烁计数器**		**套**	**2**
3.1.	液体闪烁计数器主机	♦测量对象：β 射线 ♦能量范围：0～2MeV ♦探测效率：对密封的充过氮的有机样品 ^{3}H：>60% ； ^{14}C：>95%	套	2
3.2.	探测器部件屏蔽	♦测量室及光电倍增管用低放射性本底铅屏蔽 ♦配置反符合测量装置屏蔽环境本底 ♦使用静电消除器消除静电	套	2
3.3.	多道分析器	♦1024 道	套	2

序号	设备名称	型号规格及主要技术特性	单位	数量
		♦低能测量和高能测量，自动切换。		
3.4.	分析计算机及软件	♦ 可进行计算机联网 ♦ 与测量主机间电缆不小于 10 米 ♦ 低本底液体闪烁计数系统应用软件	套	2
3.5.	淬灭标准源	♦^{3}H、^{14}C 系列淬灭源	套	2
4.	**热释光剂量测量系统**		**套**	**2**
4.1.	热释光剂量计读数器	♦自动/手动选择加热方式和升温程序 ♦自动选择/手动输入剂量计编号 ♦自动显示当前测量值	套	2
4.2.	热释光剂量探测元件	♦测量对象：γ、β ♦能量范围：γ 射线：30keV～3MeV β 射线：150keV～3MeV ♦探测下限：1×10^{-8} Gy	个	1200
4.3.	剂量计盒		个	260
4.4.	退火炉	♦设计温控：室温～450℃连续可调	套	2
4.5.	分析计算机及软件		套	2
5.	**微量铀分析仪**	♦ 检测下限：≤0.02ng/ml （三倍标准偏差） ♦ 量程：0-20ng/ml ♦ 精度：<5%（1 ng/ml 测量）		
	二、通用分析仪表及设备			
6.	**原子吸收光谱仪**			
6.1.	主机	♦ 实时双光束系统，全自动八灯座，自动气体控制 ♦ 可配单或多元素空心阴极灯 ♦ 波长范围：190～900nm ♦ 石墨炉和火焰原子吸收可方便转换 ♦ 石墨炉温度范围：室温~2600℃	台	1
6.2.	冷却水循环系统	♦ 自带冷却水循环系统	台	1
6.3.	空气压缩机	♦ 排出主机中空气残油量：≤3ppm	台	1
6.4.	分析计算机及软件	♦ 选用市场主流配置计算机 ♦ 元素浓度分析测量应用软件	套	1
7.	**紫外/可见分光光度计**			
7.1.	主机	♦ 测光方式：双光束方式 ♦ 全息母光栅，刻线 1200 条/mm ♦ 波长范围：190~1100nm	套	2
7.2.	分析计算机及软件	♦ 市场主流配置计算机 ♦ 浓度分析测量应用软件	套	2
8.	BOD 计	♦ 两层 180L	套	1

序号	设备名称	型号规格及主要技术特性	单位	数量
		♦ 10℃～40℃连续可调 ♦ 精度±1℃ ♦ 可同时测定 6 支水样		
9.	COD 计	♦ 6 种波长（nm） ♦ 自动零点调节，自动空白值修正	台	1
10.	溶氧仪	♦ 测量范围：0~19.99mg/l	台	1
11.	便携式酸度计	♦ 测量范围：pH：-2.000~19.999； ♦ 相对精度：pH： ±0.002pH；	支	2
12.	多功能酸度计（台式）	♦ 酸度测量范围：-2～+16pH ♦ 电导测量范围：1μS／cm～500mS/cm	支	1
13.	便携式电导仪	♦ 电导率测量范围：10 μS/cm 到 200mS/cm； ♦ 电导率相对精度：0.5%或 0.01μS/cm；	台	2
14.	测氯仪	♦ 测量精度：读数±2%，±0.005mg/L ♦ 测量范围：0~2.00mg/L ♦ 精度：±1mV	台	1
15.	电子分析天平 1	♦ 最小读数：0.01mg/0.1mg ♦ 最大读数：80g/210g	台	1
16.	电子分析天平 2	♦ 最小读数：0.1mg ♦ 最大读数：220g	台	2
17.	程控马福炉	♦ 温度范围：100~1100℃ ♦ 容积（内腔）约为：29L 和 10L 两种	台	5
18.	程控烘箱	♦ 容积分为 53L 和 116L 两种 ♦ 温度范围：室温~300℃ ♦ 精度小于 2℃	台	6
19.	过滤真空泵	♦ 真空度约：200mbar ♦ 抽气速度约：30L/min ♦ 重量≤5kg	台	5
20.	超纯水制备装置	♦ 出水量：可达 2L/min ♦ 进水适用水类别：自来水 ♦ 出水水质：一级	套	2

表 8.2- 4 福清核电厂监督性监测子站基本信息表

序号	站址名称	方位	距离	人口
Z1	赤礁	ESE	4.5 km	4910
Z2	西山	E	5km	822
Z3	前薛	NE	2 km	6920
Z4	东元*	NNE	11.2 km	1487
Z5	江镜农场	N	10.5 km	6557
Z6	前华小学	NNW	11.6 km	3915
Z7	高岭中学	NW	14 km	2728
Z8	下宅小学	WNW	12 km	3278
Z9	黄岐小学	SW	19.8 km	4225
Z10	北岭村	ENE	8.4km	2542
Z11	小麦屿*	W	5.1 km	741

注：*表示与核电厂监测子站位置重合

表 8.4- 1 福清核电厂环境非放射性污染物监测大纲

监测介质	取样地点	分析元素/核素	周期
液态	取水口	硼、油类、铁、硫酸盐、锂、镍、钠、阴离子洗涤剂	季
		溶解氧、六价铬、总铬、余氯、电导率、pH 值、正磷酸盐、联氨、氨氮	双周
	排水口	硼、油类、铁、硫酸盐、锂、镍、钠、阴离子洗涤剂、	季
		溶解氧、六价铬、总铬、余氯、电导率、pH 值、正磷酸盐、联氨、氨氮	双周

表 8.4- 2 生活生产污废水监测方法和仪器

项目	方法	检出限
pH 值	pH 值电极法	
电导率	电导法	
溶解氧	碘量法	0.32mg/L
六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	0.004mg/L
总铬	二苯碳酰二肼分光光度法	0.004 mg/L
余氯	目视比色法	0.01 mg/L
正磷酸盐	氯化亚锡还原分光光度法	0.02 mg/L
联氨	对二甲氨基苯甲醛分光光度法	0.0012 mg/L
硼	胭脂红比色法	1 mg/L
油类	紫外分光光度法	3.5 μ g /L
铁	邻菲啰啉分光光度法	2 μ g /L
硫酸盐	重量法	10 mg/L
锂、镍、钠	原子吸收分光光度法	0.050 mg/L
阴离子	亚甲基蓝比色法	0.010 mg/L
氨氮	次溴酸盐氧化法	0.5 μ g/L

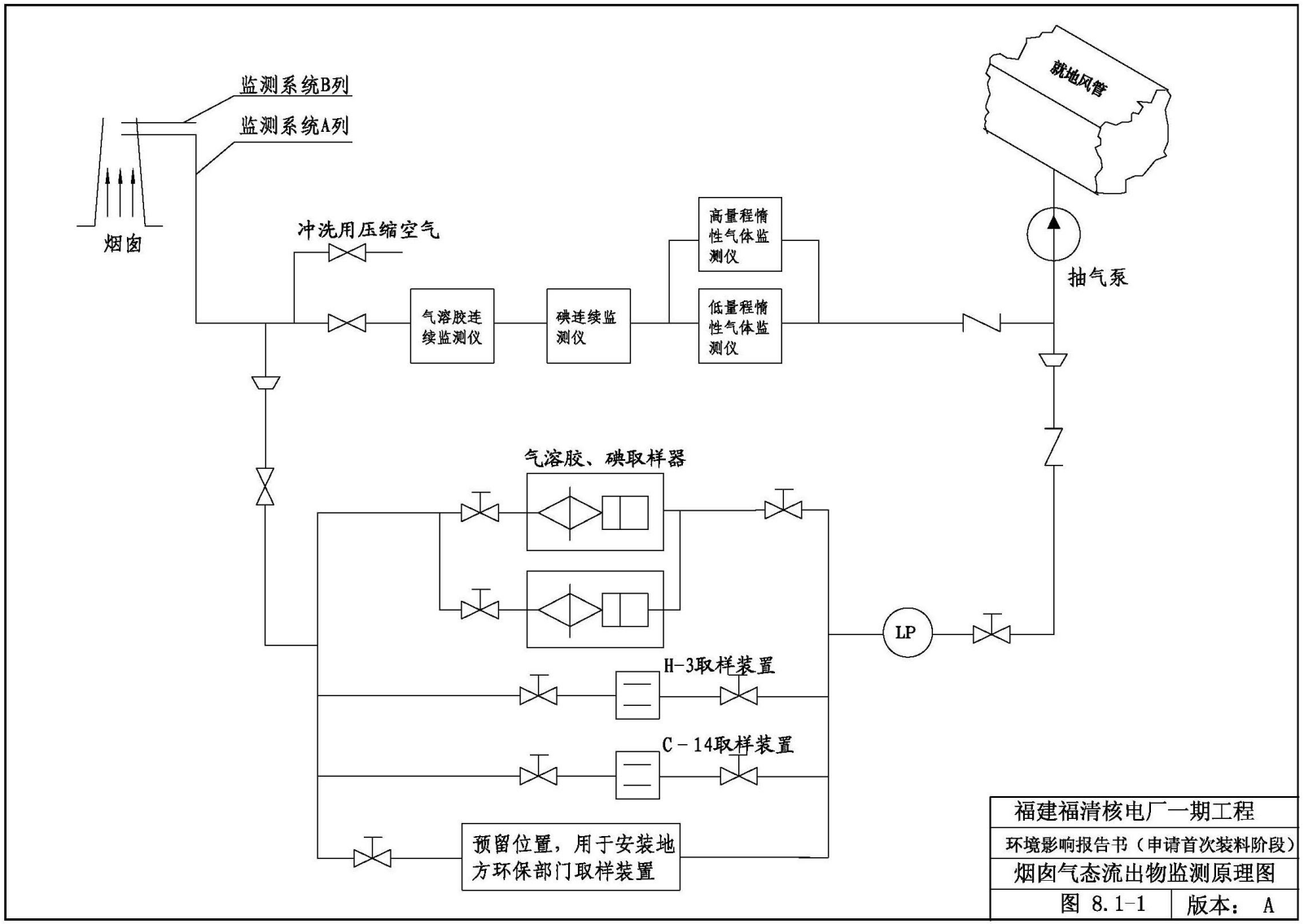


图 8.1- 1　烟囱中放射性气态流出物连续监测及取样测量系统原理图

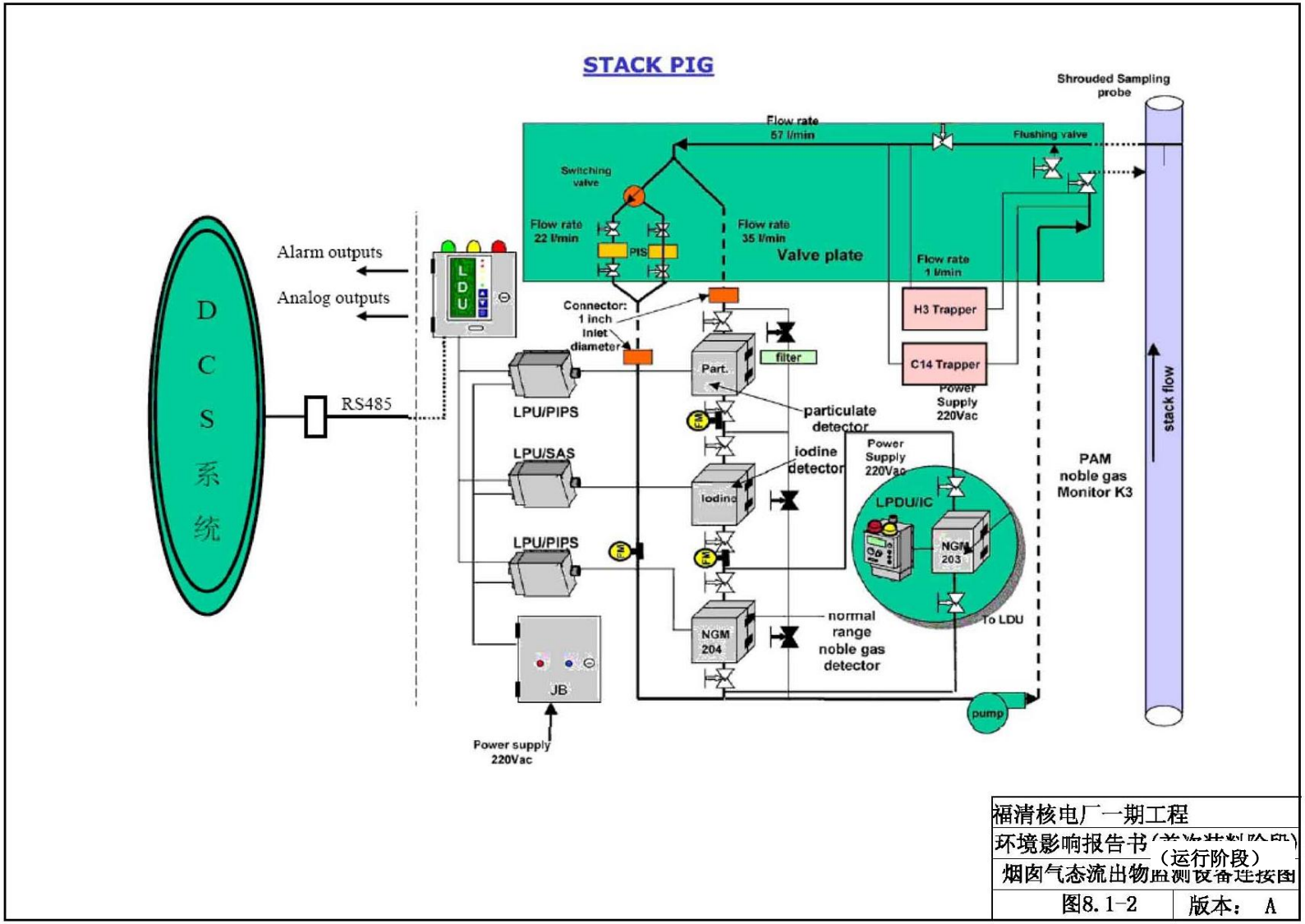


图 8.1- 2　烟囱气态流出物监测设备连接图

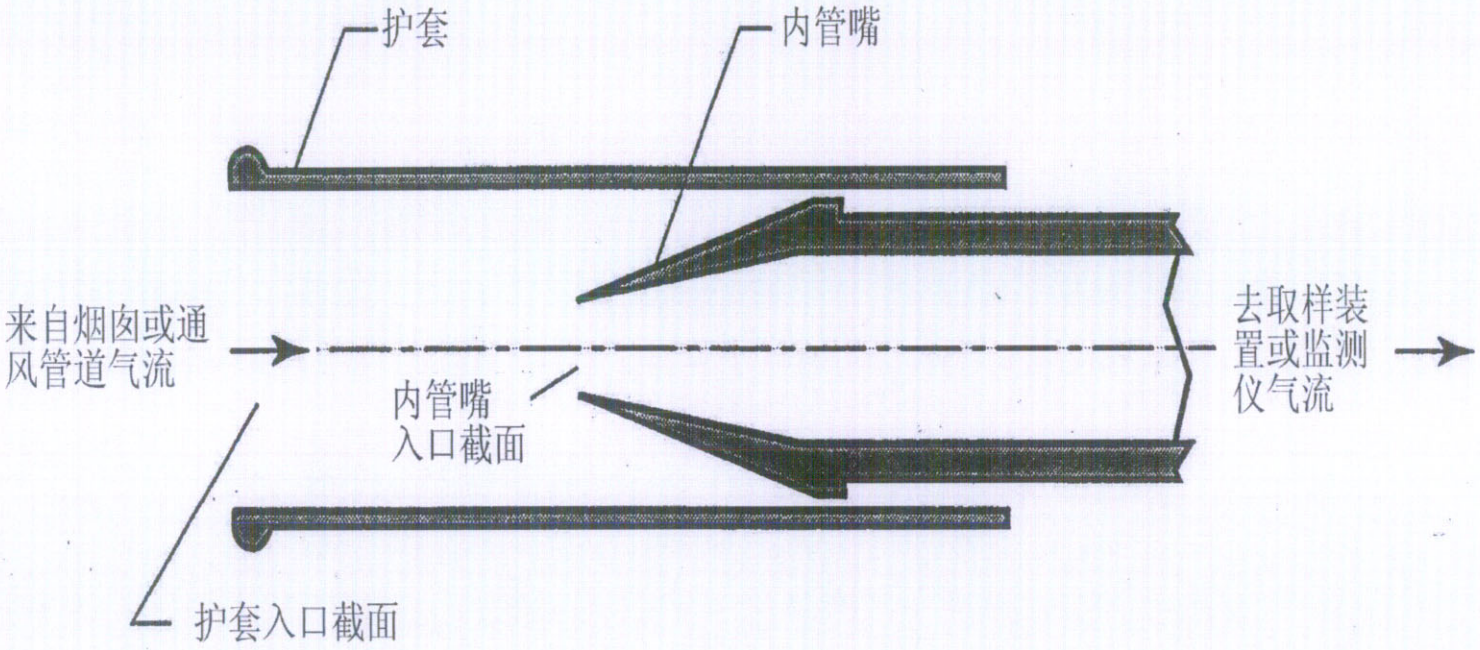


图 8.1- 3　带护套的单嘴取样头示意图

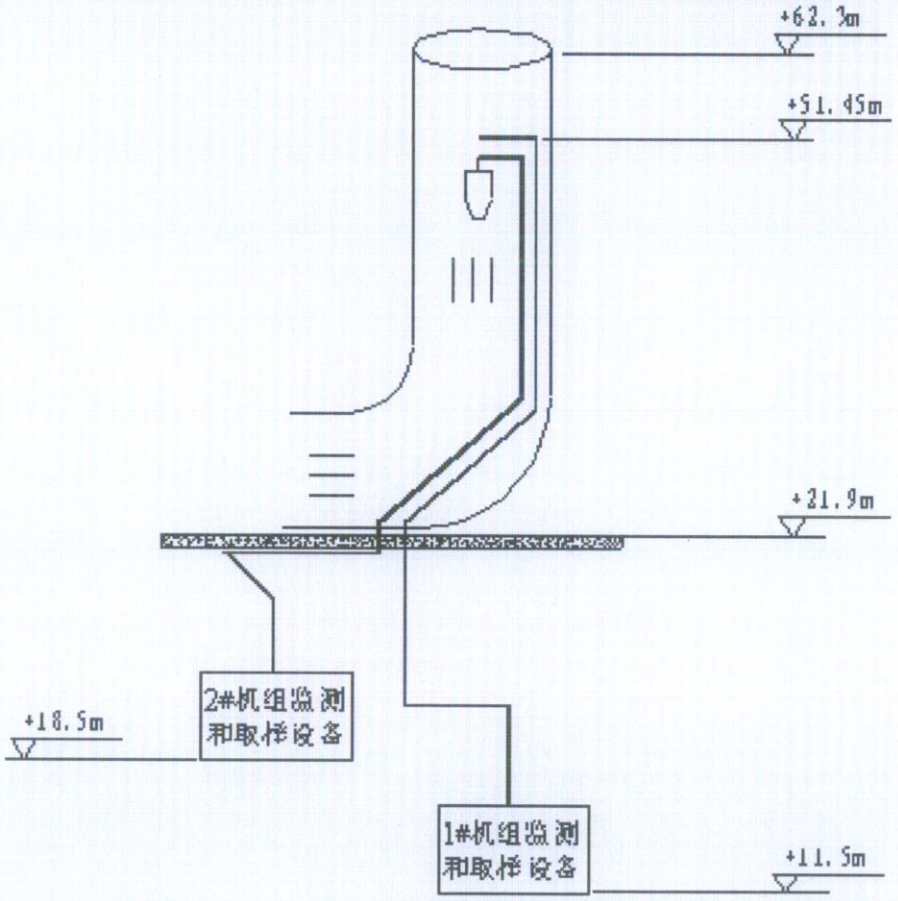


图 8.1-4　气态放射性流出物取样管道布置示意图

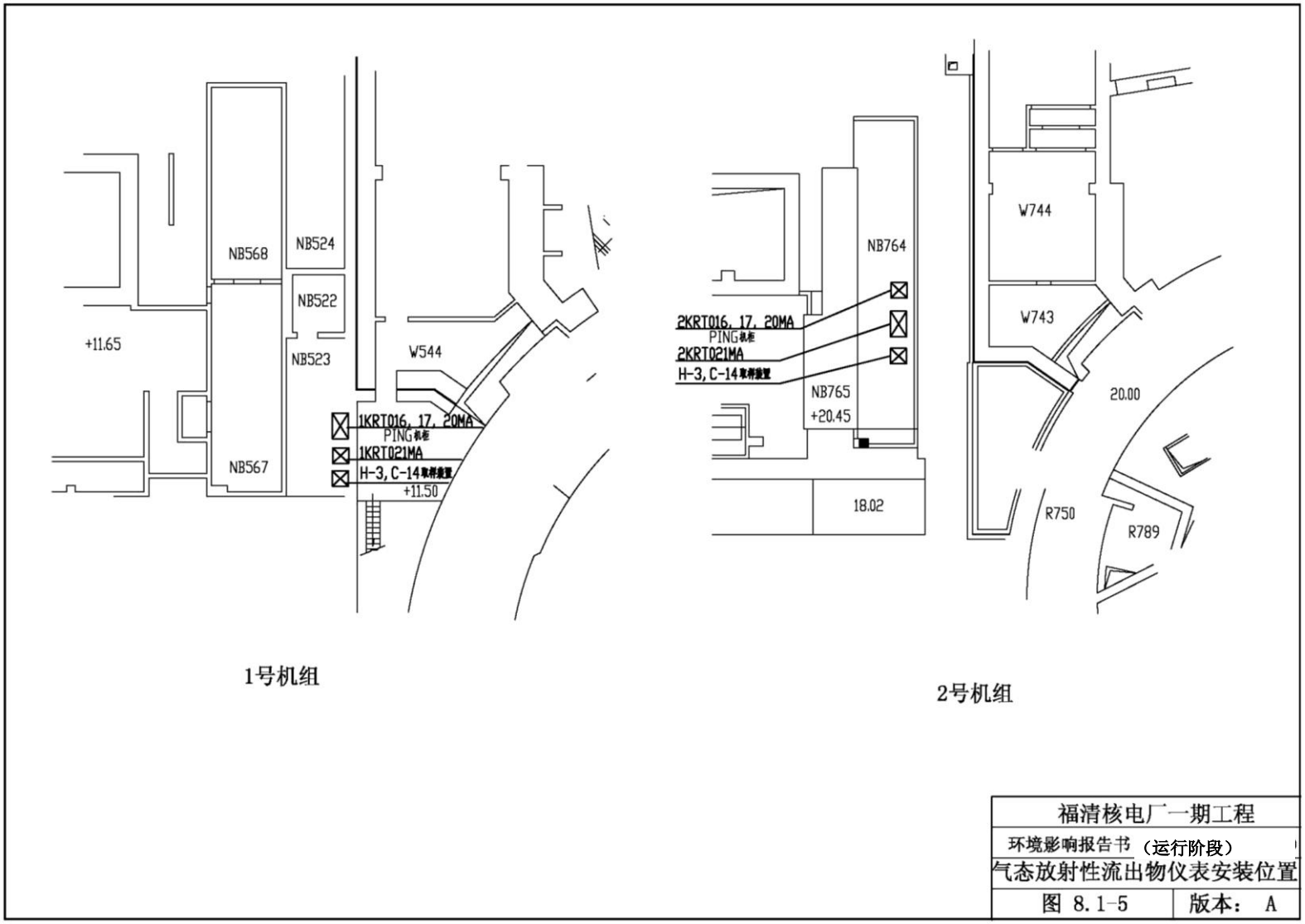


图 8.1-5　气态放射性流出物仪表安装位置

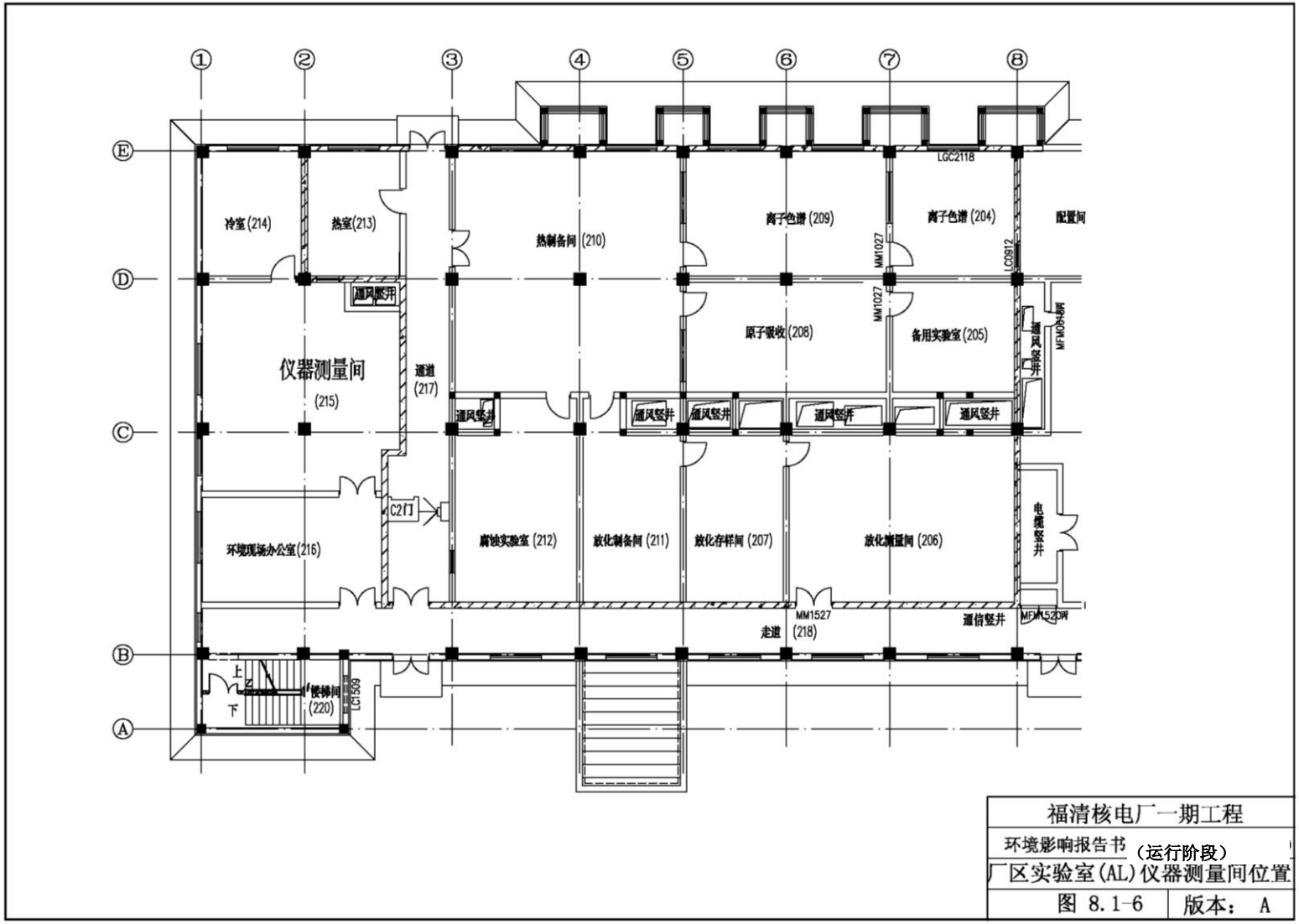


图 8.1-6　厂区实验室（AL）仪器测量间位置

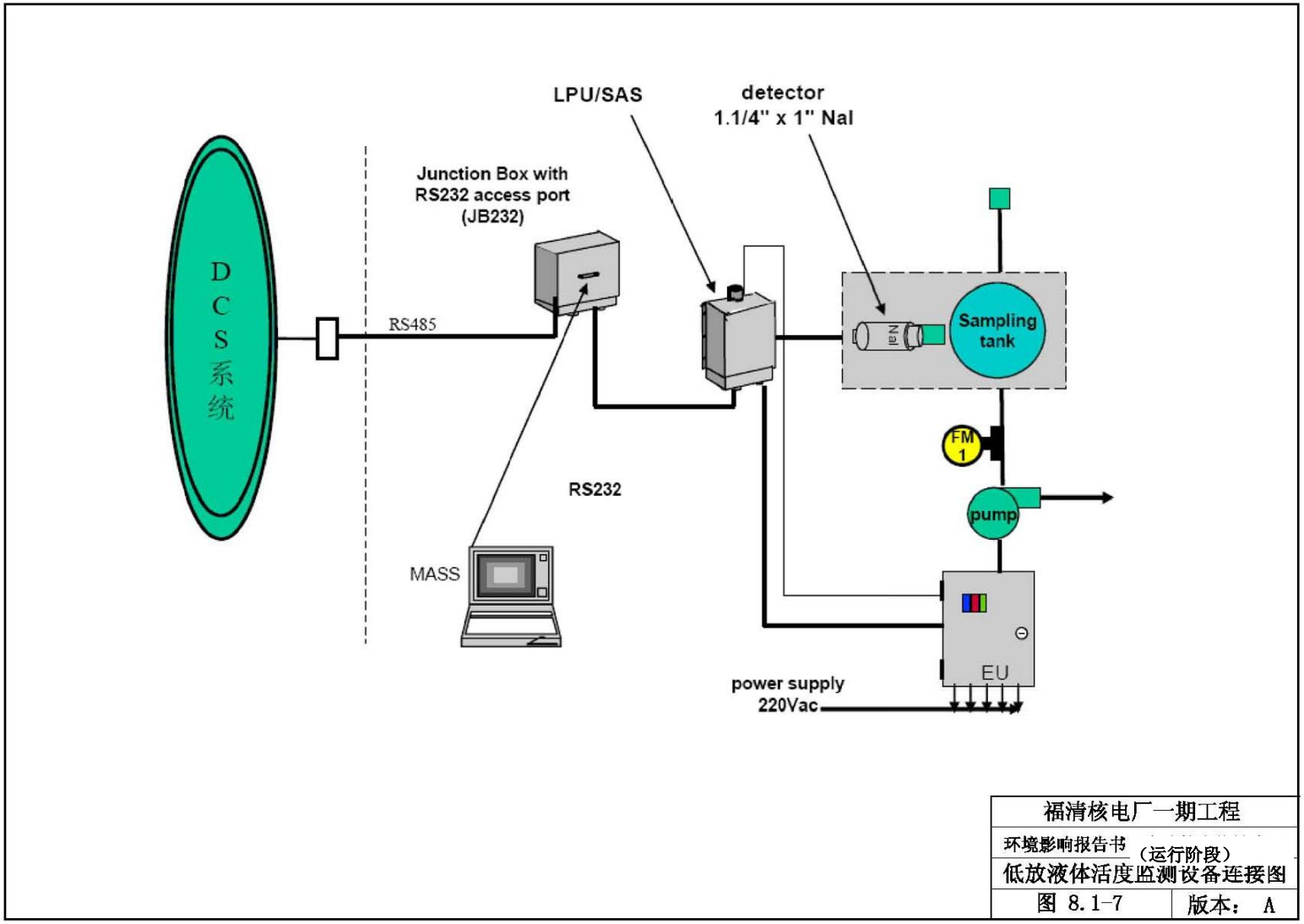


图 8.1-7　低放液体活度监测设备连接图

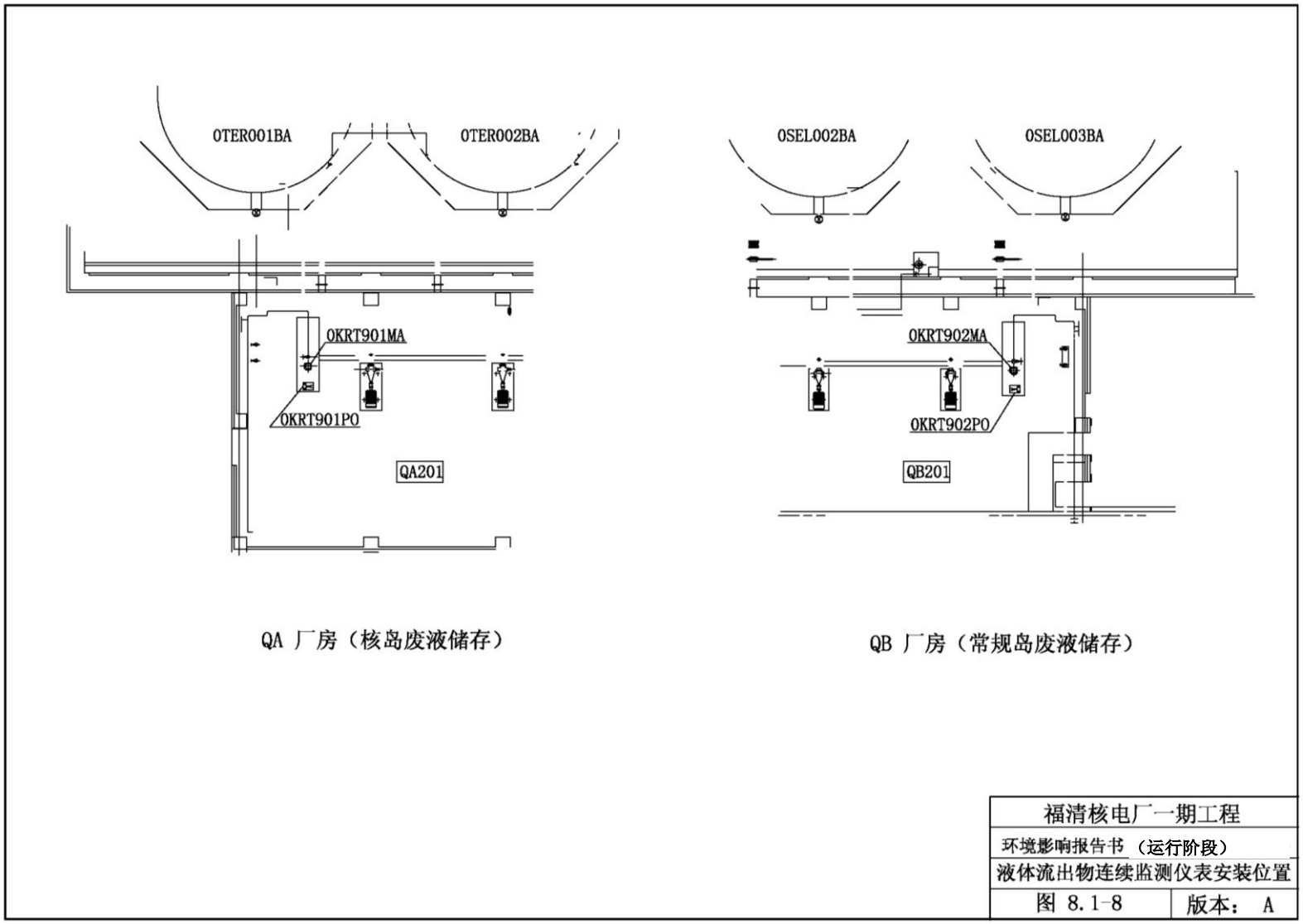


图 8.1-8 液态流出物连续监测仪表安装位置

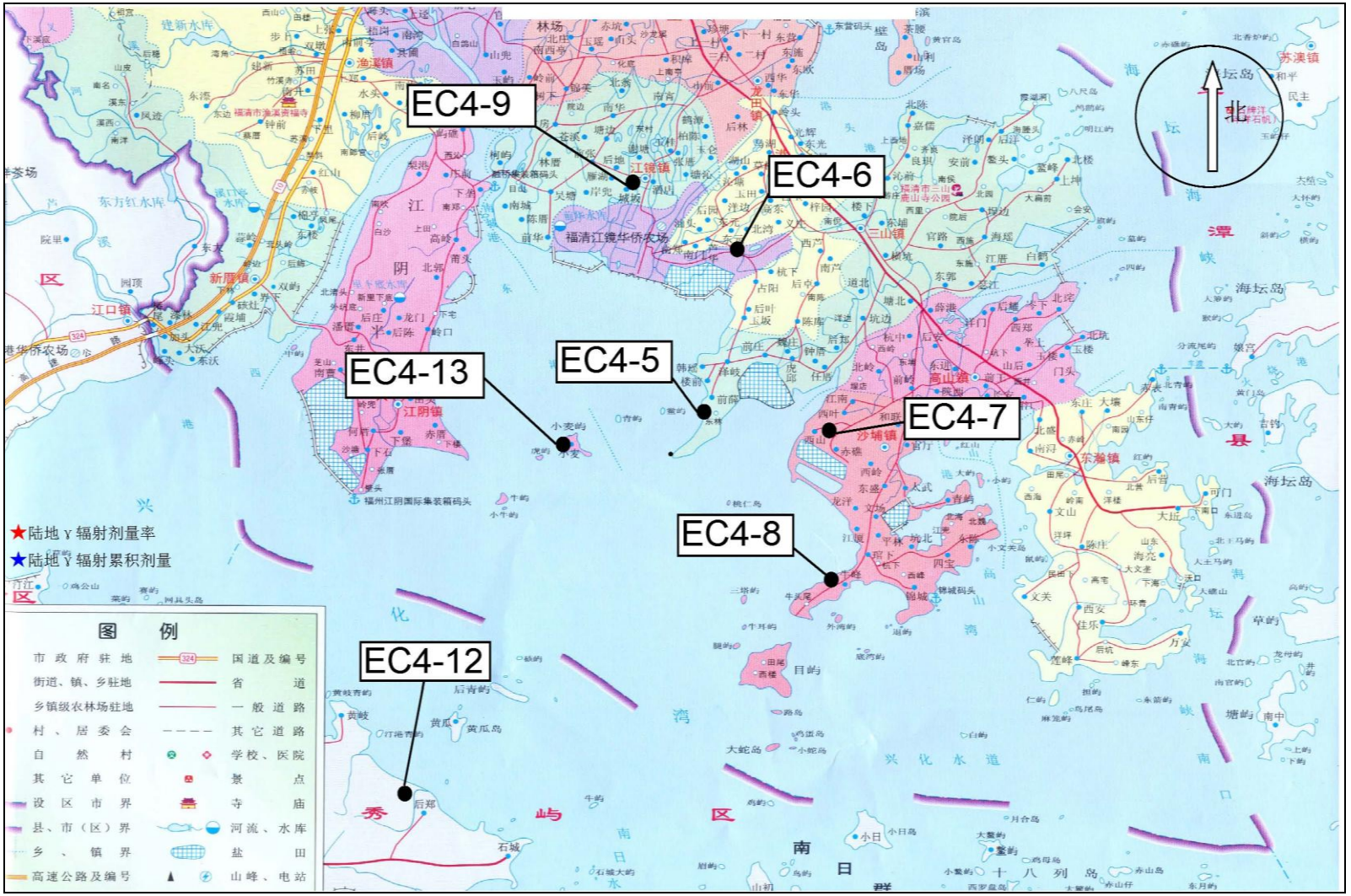


图 8.2- 1　厂外环境 γ 辐射监测站站址分布

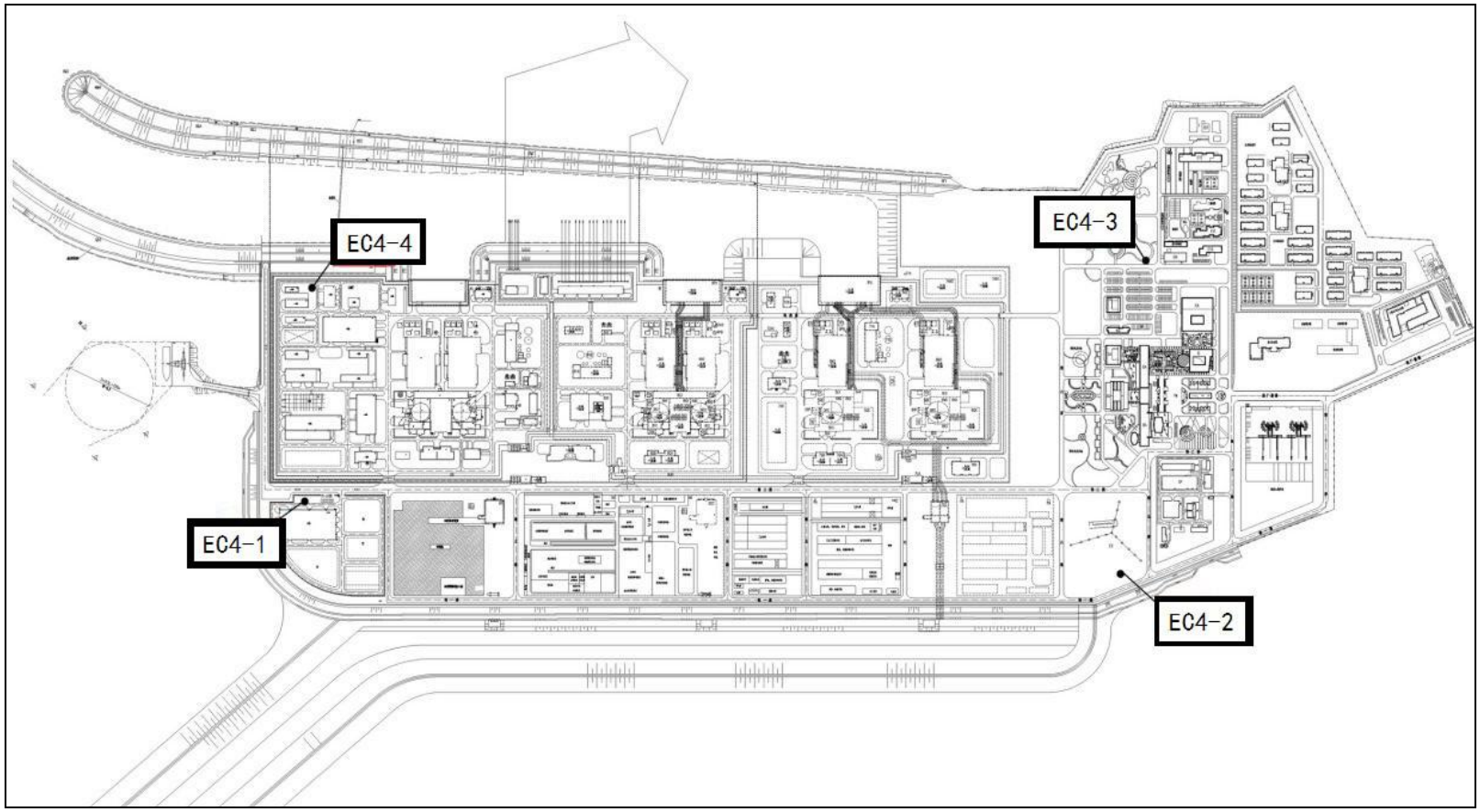


图 8.2- 2　厂内环境 γ 辐射监测站站址分布

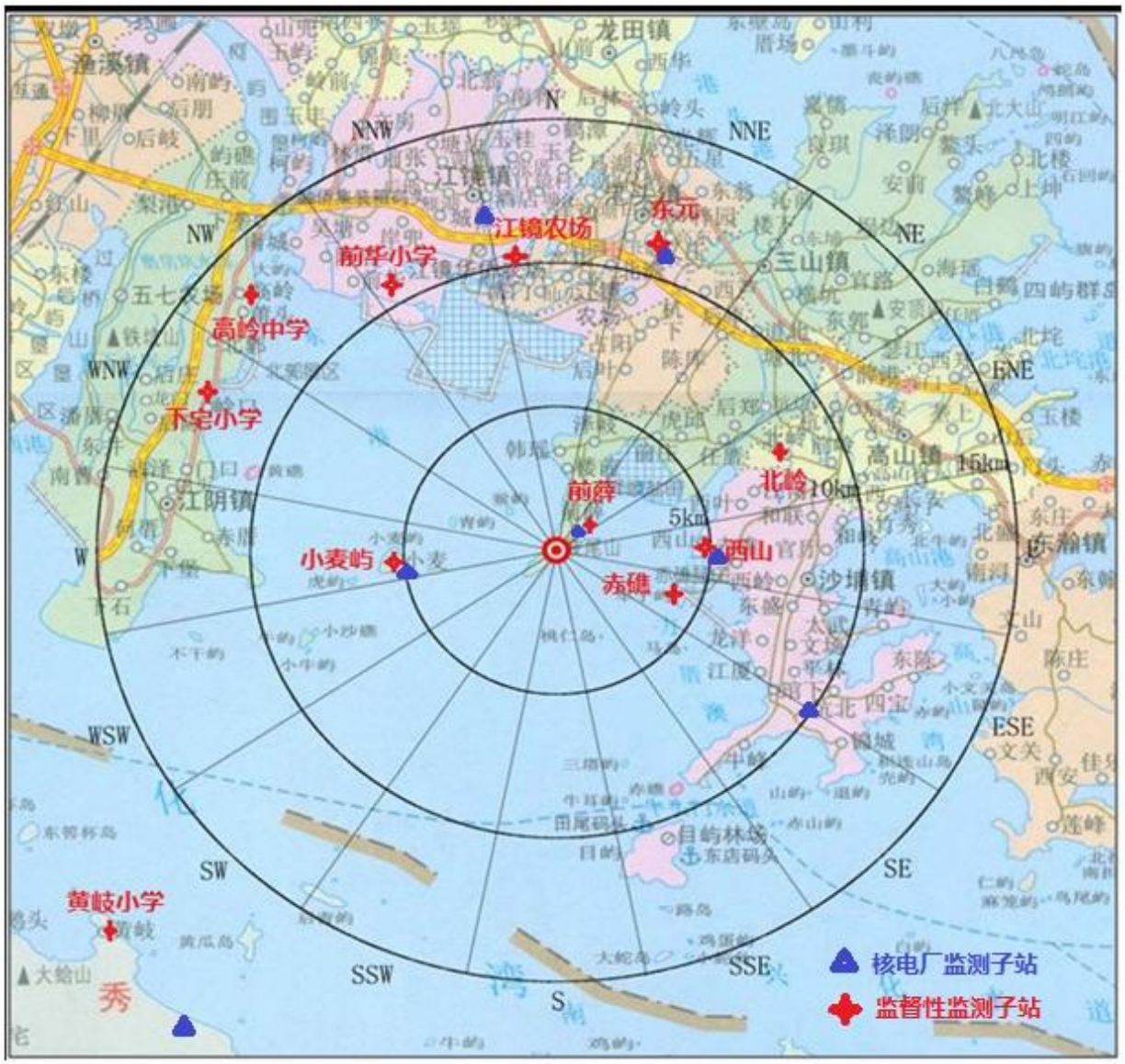


图 8.2- 3　福清核电厂监督性监测子站及核电厂监测子站分布图

第九章 公众参与

9.1 公众参与的目的和作用

9.2 核电科普知识宣传

9.3 核电站现场考察

9.4 公开信息

9.5 公众参与座谈会

9.6 问卷调查和回访

9.7 小结

9.1 公众参与的目的和作用

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。根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十一条的规定，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。

福清核电厂 1、2 号机组目前已进入申请首次装料阶段，在本工程选址阶段的环境影响报告书和设计阶段的环境影响报告书中已根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，进行了较为广泛、深入的公众参与宣传、调查和回访工作，并将对公众的广泛宣传和信息公开作为一种常态的工作贯穿于建造至运行的全过程。中华人民共和国环境保护部以环审【2008】3 号文同意在该厂址进行福清核电厂 1、2 号机组的建设，中华人民共和国环境保护部以环审【2008】379号文也对福建福清核电厂1、2号机组环境影响报告书（设计阶段）进行了批复，认可了选址阶段和设计阶段开展的公众参与工作。本工程运行阶段的公众参与工作是基于上述已完成的公众参与工作进一步开展的。

9.2 核电科普知识宣传

2006年7月福清核电有限公司购买了核电科普知识读物1660本，作为科普宣传的宣传手册发放给了厂址周围群众和相关人员；2006 年 7 月福清核电有限公司赠送给三山镇政府一套《训核记》光盘，由三山镇政府通过三山镇电视台进行播放，使核电站附近的公众了解核电的基本知识；2006 年，为消除福清核电站附近公众对建设核电站的恐惧或疑虑，福清核电有限公司多次接受或主动邀请报社记者进行采访，积极宣传核电科普知识；2008 年 4 月和 5 月，福清核电有限公司开展了核电知识宣传活动，让周围公众了解核电知识，了解福清核电项目的进展。通过积极的核电知识宣传，使得福清核电厂周围的公众对核电的环保、经济性有了一定的了解，同时也初步消除了人们对核电站安全性等方面的疑虑，为核电站的建设打下了良好的公众基础。

2010 年 3 月 9 日上午，福清核电科普知识宣传讲座在福清市三山镇镇政府五楼会议室举行。来自福建省辐射环境监督站的专家朱耀明副站长为到场的镇政府工作人员及周边村镇干部近 50 人详细介绍了什么是核电站、核电站的安全性、核电站与环境的关系及核电环境管理等知识，引起了听众的极大兴趣和响应。福清核电有限公司设计管理处和政工

办相关人员也参加了讲座，并现场对公众的提问进行了答疑。在活动过程中，工作人员还向公众发放了100余册核电知识科普宣传手册。

2010年3月9日下午，朱耀明副站长还在厂址附近的前薛村小学为当地的高年级小学生及老师近百人宣讲了有关核电站的基本知识。专家针对小学生个人、家庭状况及前薛村的变化进行了一番浅显易懂的讲解，让在座的老师和小学生对核电有了更直观、更感性的认识。讲座结束后福清核电有限公司向前薛小学赠送了核电科普宣传手册100余册以及学习文具、书包等学习用品300余份。

2010年3月16日至25日，福清核电科普知识宣传展览在三山镇政府所在地进行，展览采用了大量生动的图片展现了有关核电站的基本原理和知识、党和国家领导人对核电发展的关心和支持、核能是当今世界能源发展的趋势、核电对经济发展的贡献和对教育的支持、核电的安全性及与对环境的影响等内容，重点体现了核电绿色、安全、高效、清洁的特点。展览吸引了大量的群众前来参观，期间还发放核电科普宣传册200余本。

2012年5月，福清核电有限公司组织了“公众眼中的福清核电”摄影活动，邀请了福清市社会及新闻媒体摄影爱好者 10 人来到福清核电厂施工现场参观采风。本次活动让受邀摄影组在施工现场真实感受到了核电工程的安全和高效，使他们对福清核电安全的信心得到了提升。

2013年4月9日，为让公众进一步加深对核电的了解，福清核电有限公司邀请到中国核电工程有限公司的有关专家在三山镇镇政府举办了核电专题科普讲座，来自福清市三山镇和港头镇的100余名群众参加了本次讲座。专家从核电发展历程、核电效益、核电技术与安全以及公众关注的热点问题展开介绍，现场群众积极进行讨论并填写了调查问卷。通过与现场群众的沟通交流，在普及核电知识的同时也提高了群众的参与度，讲座效果良好。见图9.2-1。

2013年9月22日下午，福清核电组织了核电科普进校园活动，福清核电保健物理处处长对福清一中700多名师生讲解了“核电作为清洁能源的体现”、“国内核电安全保障为主线”、“核能的发展和优势”、“核电发电的基本原理”、“解析日本福岛核事故”等，并就师生感兴趣的问题进行了解答。通过这次活动，不但让师生了解到生动的核电科普知识，更通过师生，让家长、朋友甚至更多人都了解到更多的核电知识，从而消除了对核电站的神秘感与恐惧感，福清核电将核电科普知识作为一项系统化课程去研究，由浅入深、由兴趣到专业化通晓，切实提高核电科普宣传水平。见图9.2-2。

9.3 核电站现场考察

为使公众进一步了解核电，福清核电有限公司分别于2006年6月25~27日和7月19~21

日组织了两批考察团，前往秦山核电基地进行了实地考察。两批考察团的成员包括了福清市人民政府和各部门代表、相关企事业单位代表以及厂址附近的村民代表。考察团不仅参观了核电厂，还考察了核电厂周围的村庄，以及海盐县的情况。通过参观了解，考察团对核电站的相关知识和安全性、以及核电站的建设和发展对地方的社会、经济、环境的影响有了进一步的认识，并逐步消除了部分厂址附近居民担心核电站不安全、会发生核爆炸、核泄漏的恐惧心理。

9.4 公开信息

福清核电有限公司于2006年8月16日通过福清市政府网站向公众做了第一次信息公告；并且于2006年8月22日，分别在福州日报和福州晚报上公示了第一次信息公告。公示后接到了公众的咨询电话和来信，工作人员均给予了相应答复，使咨询公众满意。

福清核电有限公司于2006年8月31日通过福清市政府网站向公众做了第二次信息公告；并且于2006年9月5日，分别在福州日报和福州晚报对第二次公告进行了公示。

与此同时，福清核电有限公司还在公司外部主页上开通了公众参与窗口，对选址阶段公众关心的问题长期征询公众意见，同时通过网站宣传核电知识、介绍福清核电建设进展。

2013年5月27日，福清核电有限公司在《福州日报》以及福州日报官方网站上刊登了“福建福清核电厂1、2号机组工程环境影响评价（申请首次装料阶段）公众参与第一次信息公告”，向公众详细介绍了本项目的基本信息、环境影响评价的主要内容，并给出了意见反馈方式以便公众进行联系。在福清核电有限公司外部网页上也同步刊登了本次信息公告，公告时间为10个工作日。见图9.4-1。

2013年11月18日，福清核电有限公司在《福州日报》以及福州日报官方网站上刊登了“福建福清核电厂1、2号机组工程环境影响评价（申请首次装料阶段）公众参与第二次信息公告”，并在公司网站上发布环评简本。本公告向公众介绍了环境影响评价的主要结论等，并给出了意见反馈方式以便公众进行联系。见图9.4-2。

在两次信息公告期间共收到群众来信3封（电子邮件），主要咨询的问题包括福清核电厂抵抗地震和海啸的能力、福清核电厂运行后环境监测数据的公告以及福岛核事故后综合检查的整改，福清核电公司对于公众提出的每一个问题，采用邮件和电话的形式及时、认真的进行了回复和解答，在回答后对回复和解答的满意度进行了回访，同时对于公众的关注和支持再次表示了感谢。

9.5 公众参与座谈会

2006年9月21日，福清核电有限公司筹备处在福清市政府圆型会议室召开环境影响评价公众座谈会。参加公众座谈会的主要人员有：离福清核电厂址最近的前薛村村民代表、

三山镇的代表及福清市公职人员代表、教师代表等共 20 人。通过座谈会上的沟通，消除了公众对核电站的一些认识上的误解，公众代表比较满意。

9.6 问卷调查和回访

福清核电有限公司于 2006 年 5～8 月分两次在评价范围内进行了问卷调查。调查对象主要是厂址附近 40km 范围内的公众，按照随机发放的原则，共发放调查表 250 份，收回调查表 182 份，调查对象职业覆盖了国家公务员、工矿企业干部及工人、学生及教师、务工人员和商贩、厂址周围农民等。

通过问卷调查结果了解到，77.9%的人对福清核电厂 1、2 号机组的建设表示支持，11.6%的人表示无所谓，仅有 10.5%的人表示反对，占较小的份额。问卷调查结果见表 9.6-1。

2008 年 4 月，福清核电有限公司对公众征询意见活动中持有反对或不支持意见的公众以电话沟通、当面谈话、上门拜访等方式进行了回访。回访中反映出人们之所以持反对意见主要是担心核泄漏、辐射等影响公众安全的因素，另外还有担心台海战争引起的核电站安全问题。经过福清核电有限公司专业人员的耐心解释，大部分人表示虽然还有点担心，但支持核电项目。

另外，考虑到江阴镇小麦村的特殊情况，福清核电有限公司还于 2008 年 4 月 11 日组织专业人员对江阴镇小麦村（小麦村所在的小麦岛四面临海，面积约 0.8km^2，常住人口约 500 人）进行了核电知识宣传，并进行了公众问卷调查。通过问卷调查结果了解到，人们对核电的建设是比较认可、理解和支持的。

9.7 小结

福清核电有限公司已经完成了较为详尽的公众参与工作，取得了绝大多数公众对福清核电厂建设的认可、理解和支持，为福清核电厂 1、2 号机组的建设打下了良好的公众基础。福清核电有限公司将继续积极加强对公众的核电知识的宣传和普及，切实提高公众对核能的认识，重视公众提出的各方面建议与疑问，坚决做好核电与周边政府及群众的沟通工作，争取获得更多公众对核电事业的支持和理解。

表 9.6-1 公众参与问卷调查结果统计表

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	10	5.49
	知道一点	125	68.68
	很清楚	47	25.82
您对本地区环境质量现状是否满意？	很满意	21	11.80
	较满意	109	61.24
	不满意	40	22.47
	很不满意	8	4.49
您是否了解核电与水电、火电的区别？	了解	131	71.98
	不了解	51	28.02
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	0.55
	较大	16	8.84
	一般	42	23.20
	较小	86	47.51
	不清楚	36	19.89
您认为本核电站对环境的主要危害是？	大气污染	4	2.13
	水污染	10	5.32
	放射性污染	127	67.55
	噪声污染	5	2.66
	生态污染	9	4.79
	不清楚	33	17.55
您是否支持在该地区建造本项目？	支持	141	77.90
	无所谓	21	11.60
	不支持	19	10.50
您认为本项目是否有利于推动当地经济的发展？	有利	161	89.44
	不利	0	0.00
	不清楚	19	10.56
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	82	45.56
	有条件赞成	80	44.44
	无所谓	6	3.33
	反对	11	6.11
	不清楚	1	0.56
您对该项目环保方面有何建议和要求？	1）严格按环保、安全等规程实施，消除群众顾虑，加大正面宣传； 2）注意生态和环境保护； 3）加强核泄漏防护措施及工程质量、设备运行监管，做到安全第一，质量第一，万无一失； 4）保证无放射性污染，减少对周围大气、水、土壤等的影响； 5）尽量迁移附近居民； 6）防备台海战争； 7）加快核电站工程建设，早日投入运营。		



图 9.2-1 核电专题科普讲座



图 9.2-2 核电科普进校园活动



江西莲花县卫生局长被刺身亡
嫌犯疑局长与其妻有染 而报复杀人

■新华社南昌 5 月 26 日专电

江西省萍乡市莲花县政府 26 日通报，经公安机关初步查明，犯罪嫌疑人尹某因怀疑莲花县卫生局长周晓峰与其妻有染而报复杀人。

经当地公安机关调查，犯罪嫌疑人尹某系莲花县人民医院职工，曾在外出务工期间因故被公安机关行政拘留，尹某认为莲花县卫生局长周晓峰与其妻有不正当男女关系，并导致其夫妻离婚，因此，对周晓峰怀恨在心而报复杀人。

据介绍，莲花县卫生局局长周晓峰今年 49 岁，23 日下午在莲花县人民医院参加入感染 H7N9 禽流感救治应急演练后，回单位办公室处理公务，17 时 30 分左右，在莲花县卫生局办公楼内被犯罪嫌疑人尹某用刀刺伤，经抢救无效死亡。

杨绛发公开信坚决反对拍卖钱钟书私人信件

■新华社北京 5 月 26 日专电

已故著名作家钱钟书遗孀杨绛 26 日发公开信表示，坚决反对其本人与钱钟书及女儿的私人书信被拍卖，如果拍卖举行她将诉诸法律，维护自己和家人的合法权利。

据记者了解，北京一家拍卖公司近日宣布，6 月将在京举办一场钱钟书书信手稿专场拍卖会，拍卖已故著名作家钱钟书及其夫人杨绛、女儿钱瑗的数十封私人信件。

印度反政府武装伏击政界人士
致 25 死 32 伤

■新华社新德里 5 月 26 日电

印度中部恰蒂斯加尔邦国大党领导人车队 25 日遭到纳萨尔派反政府武装袭击，包括该邦国大党主席在内的 25 人在交火中死亡，另有 32 人受伤。

据当地媒体报道，恰蒂斯加尔邦国大党成员在杰格德尔布尔市举行集会后乘车离开时，遭到约 250 名纳萨尔派反政府武装分子的袭击，25 名死者包括该邦国大党主席南德·库玛·帕特尔和该邦"反纳萨尔运动"领导人马亨德拉·卡玛。

"灭门火灾"悲剧为何屡屡发生？
——广东佛山南海汽修店火灾事故追踪

■新华社广州 5 月 26 日专电

几十平方米的小楼，楼下店面，楼上住家。店主、老人小孩、亲戚老乡，一大家子就在货物的缝隙间吃喝拉撒睡。打烊之后，卷闸一拉，人货混杂于密闭小楼里。24 日清晨，佛山市南海区一家这样的"三合一夫妻档"发生火灾，熟睡中的 9 人全部死亡，包括店主两口、3 名小孩、一名老人，还有他们侄子、表弟。

这是半个月内广东第二宗重大"灭门火灾"。前一宗本月 8 日发生在东莞虎门镇的一栋小别墅，一家服装网店 8 死 3 伤。

店主半年前签名盖印承诺"不住人"

24 日 5 时 26 分，广东省佛山市南海区一家汽修店发生火灾，过火面积 90 多平方米，9 人死亡。南海区消防大队大队长赵思顺说，死者为店主及其女友、双方的两个小孩、店主的母亲和表弟、女友的一个侄子。该汽修店是违规生产、仓储、居住为一体"三合一"场所，没有消防通道，没有灭火设施。火灾发生时，唯一的出口被铁栅门和卷闸门封锁着。

佛山市消防局防火监督处副处长高顺义告诉记者："2012 年 11 月份的排查整治中，该店主还在排查表上签了字，按了手印，承诺店铺不住人。但他们什么时候又重新住进去的，目前还在调查中。"

邻近的鹅材加工厂老板告诉记者，汽修店开了大半年了，平常全家都住在店里。

近两年来，以"夫妻档"为代表的家庭店铺，一旦发生火灾导致全家人死亡的事件时有发生。这些店铺，由于堆放的货物和包装材料易燃、或者燃烧后释放有毒气体，人员伤亡物证、许多商铺名义上是住宅，没有与其商业用途相应的消防设施，甚至完全脱离消防监管。

1 月 20 日，东莞市长安镇一销售皮鞋的小商铺发生火灾，过火面积 40 平方米，3 人死亡。死者分别为该店主 34 岁的妻子、8 岁的儿子和 25 岁的弟弟。

5 月 8 日，东莞市虎门镇一栋三层小别墅发生火灾，致 8 死 3 伤，其中 5 名死者为一家人。该别墅是一家经营服装的网店，一楼办公且堆放了大量服装，二楼住员工，三楼住老板一家。

监管部门"抓大放小"
夫妻档"打游击战"

集生产、仓储、居住为一体的"三合一"企业，一直被消防部门严厉打击取缔。但是，"夫妻档"不算企业，"堆货"不算仓储，店主一家以及"帮忙"的亲戚老乡，虽然动辄十口八口，但又不是"工人"。这样的"三合一夫妻档"在珠三角乡镇遍地开花。而新兴的网店更是雨后登上广州、深圳、东莞等大城市的小别墅、高层住宅。它们正成为火灾事故新的重灾区。

记者在火灾现场看到，这家汽修店的 20 多家邻居，情形相似。而且，更多的只是单层平房搭建一层小两楼、小夹层，销售螺丝、机床、铁网等。为了防盗，门面都是卷闸，窗户都装上了防盗网。

高顺义告诉记者，在监管方面，消防部门对企业、酒店等重点单位执行力度较大，发现一次查处一次，"企业的'三合一'现象已经很少见了"。但发现这类"小场所"存在住人的情况，通常只是对业主进行劝导。"一检查就搬走，检查过就搬回"。"三合一夫妻档"脱皮

福建福清核电厂 1、2 号机组工程首次装料阶段环境影响评价公众参与第一号信息公告

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》(环发 2006[28]号)的要求，结合福建福清核电厂 1、2 号机组工程建设进展，现向公众公告信息如下：

(一)建设项目情况简述

1.建设项目名称

福建福清核电厂 1、2 号机组工程

2.建设项目概要

厂址规划容量为 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，统一规划，连续建设。福清核电 1 号机组于 2008 年 11 月 21 日浇灌第一罐混凝土，2 号机组于 2009 年 6 月 17 日浇灌第一罐混凝土，1、2 号机组分别计划于 2014 年 7 月和 2015 年 1 月建成投产进行商业运行。

福建福清核电厂位于福清市龙高半岛中部三山镇西南前薛村，临近峰尾山前沿，东、南、西三面环海，东北与前薛村陆地连接。距福州市、长乐市和福清市分别为 71km、58km 和 32km。

3.工程概述

福建福清核电 1、2 号机组技术方案采用成熟的二代加改进技术，其主要技术特征如下：

☆机组额定功率　1087MWe

☆电站设计寿命　40 年

☆电厂可利用率　82%

☆燃料周期　按 12 个月燃料设计，具备过渡到 18 个月燃料的能力。

(二)建设项目的建设单位和联系方式

☆建设单位：福建福清核电有限公司

☆地址：福建省福清市三山镇福清核电有限公司

☆邮编：350318

☆联系人：彭鑫

☆联系电话：0591－86510286

☆传真：0591－86075884

☆电子邮箱：fgpcy@fqnp.com

(三)承担评价工作的环境影响评价机构的名称和联系方式

☆环境影响评价机构：中国核电工程有限公司

☆建设项目环境影响评价资质证书等级：甲级

☆证书编号：国环评证甲字第 1053 号

☆地址：北京市海淀区西三环北路 117 号

☆邮编：100840

☆联系人：李廷君

☆电话：010－88022817

☆传真：010－68410354

☆E-mail：huanping@cnpe.cc

(四)环境影响评价的工作程序和主要工作内容

根据《核电厂环境影响报告书的内容和格式》(NEPA－RG1)的具体要求，首次装料阶段的报告书应根据所建核电厂的实际情况，特别是其中关于保护环境设施的建造性能、质量、指标和效果，以及那些在申请许可证时尚未完成但规定在试运行前完成的工作成果和现在的环境状况，来评价核电厂运行后的环境影响，同时关注设计阶段环境影响报告书评审过程提出的意见和要求的落实情况。报告中应重点阐述与环境保护和辐射防护有关的电厂实际设计参数、循试性能以及申请废弃物的排放量有关的内容。这个阶段评价的目的，是检验核电厂建设和环境保护措施是否符合国家和地方的有关规定和要求。

(五)征求公众意见的主要事项

本阶段环境影响评价公众参与作为福清核电厂已经开展的公众参与工作的延续，本次征求公众的主要事项如下：

1.公众对福清核电厂 1、2 号机组工程的了解程度；

2.公众对福清核电厂的设计和建造对环境的潜在影响的了解情况；

3.公众对福清核电厂各项环境保护设施在工程建设上的落实情况；

4.公众对福清核电厂 1、2 号机组运行的相关的意见和建议；

5.公众对福清核电厂建设的其他意见和建议。

(六)公众提出意见的主要方式

可以通过发送电子邮件、电话、传真或信函等方式向福建福清核电有限公司或中国核电工程有限公司提出意见。

公众提出意见的起止时间：2013 年 5 月 27 日－2013 年 6 月 7 日。

浙江苍南查获添加"吊白块"米

■新华社杭州 5 月 26 日电

浙江苍南公安部门日前查获两个违法添加"吊白块"的米面加工点。据悉，这两个加工点已经连续生产两年时间。

5 月 22 日晚上，苍南县公安局灵溪中心派出所治安队民警在辖区检查时，发现位于灵溪镇求知东路的一间民房内，堆放着大量的湿米面，还有一些可疑的包装袋，里面装着白色的粉末。民警对白色粉末进行检查，发现该物品为国家明文规定禁止用于食品加工的"吊白块"。

随后公安部门顺藤摸瓜，又查获了另一处同样使用"吊白块"进行湿米面生产的加工点。此次共抓获 5 名嫌疑人员，查扣多个品种的成品湿米面约 2 吨。

"吊白块"是甲醛合次硫酸氢钠的俗称，常用于工业漂白剂，还原剂等，是一种强效褪物质，对人体的肺、肝脏和肾脏损害极大，普通人经口摄入纯"吊白块"10 克就会中毒致死。国家明文规定严禁在食品加工中使

拍卖公告

英一动物园工

图 9.4-1（1/2）第一次信息公告（报纸）



图 9.4-1（2/2）第一次信息公告（网络）



残疾人建电子客服团队

他们是身残志坚的淘宝“店小二”

电动车乘电梯上楼惹争议

业主认为此举占用电梯资源并存在消防隐患

消防部门表示，先由社区动阻，劝阻不成将执法

福建福清核电厂1、2号机组工程环境影响评价(申请首次装料阶段)

公众参与信息公告(第二次)

图 9.4-2（1/2）第二次信息公告（报纸）



图 9.4-2（2/2）第二次信息公告（网络）

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 核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

10.3 代价利益比较

10.3.1 经济代价效益比较

10.3.2 社会代价效益比较

10.3.3 环境代价效益比较

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

福建福清核电厂规划建设容量为 6×1000 MW 压水堆核电机组，规划一次完成，项目分期建设。一期工程拟建两台单机容量为 1000MW 级压水堆核电机组。

福建福清核电厂一期工程设计寿命期为 40 年，计算期为 30 年。据财务评价分析结果，一期工程在投产 14.33 年后可全部偿还贷款本息。

10.1.2 设施建设运行带来的连带利益

10.1.2.1 缓解能源供求矛盾，促进经济可持续发展

福建省是无油、无天然气，常规能源缺乏的省份，水力资源比较丰富，但至 2020 年水电开发率接近 80%，风能资源丰富，但短期内难以大规模开发。省内一次性能源匮乏，煤炭品种单一，工业储量难以满足省内电厂及发展需求。因此，需要从省外大量调进煤炭，这对福建省的交通运输所造成的压力是相当大的。

福建福清核电厂一期工程的建设，不仅能建立安全、可靠、稳定、经济的能源保障体系，缓解福建一次能源供应的紧张状况、减轻运输压力，而且能推进福建电源结构多元化的进程，为地方和区域经济可持续发展提供强大的动力。

10.1.2.2 以项目为驱动，推进我国核电国产化进程

福建福清核电厂一期工程将遵循“以我为主，中外合作，引进技术，推进国产化”的建设方针。为此，本工程将在设计、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。从而全面推动我国核电事业的发展，促进民族工业的振兴。

10.1.2.3 促进就业，服务社会，繁荣地方经济

（1） 福建福清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。

（2） 通过新建和改建厂址 15～20km 范围内的公路、海运码头，使厂址所在地区的交通运输得到明显改善。

（3） 通过核电厂职工生活消费，有利于当地零售业、通讯、教育及其他市政设施和社会福利事业的发展，繁荣当地经济。

10.1.2.4 环境利益

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

地区的环保压力。

随着国家对环境保护要求的日益严格，二氧化硫排放空间越来越小，制约了燃煤电厂的建设规模，燃气电厂虽比燃煤电厂污染小，但也排放二氧化硫和氧化氮等大气污染物。

核电是清洁能源，发展核电是减少大气污染排放的有效途经。此外，在减排温室气体方面，核电可大规模替代矿物燃料、有效减少二氧化碳及各种污染物的排放。

10.2 代价分析

10.2.1 直接代价

福建福清核电厂一期工程计划总投资为279.32亿元（不包括配套送变电工程）。在运行期间，福建福清核电厂一期工程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。

10.2.2 间接代价

10.2.2.1 社会代价

（1） 长期占用土地

福建福清核电厂一期工程需要长期征用大量的土地。福建福清核电厂厂址20km范围内，耕地面积少，农业不发达，因此，核电厂建设用地对当地农业经济的负面影响甚小。厂址附近海域内有少量养殖场、无产卵场和捕鱼区，因此，温排水和放射性流出物以及取排水构筑物都不会对当地的渔业生产产生明显影响。

（2） 限制厂址一定范围内地区的发展

在核电厂外限制区内，要限制人口机械增长、集中居民点建设和工矿企业及其它事业的发展。

厂址附近目前无大的工厂，也没有新的工业发展规划。除了小型加油站和鞭炮厂外，没有生产、运输、储存易燃、易爆、化学腐蚀等危险品的大型设施。厂址附近无铁路、飞机场，也无航空线通过，但公路交通较为方便。厂址附近无自然保护区、名胜古迹和风景游览区，也无监狱和大型医院。

（3） 对交通运输的影响

在福清核电厂一期工程建设初期，由于需要新建和改建的公路尚未建设或正在建设过程中，因此，电厂建设所需的施工设备、器材和人员的运输会增加当地交通网的负担，亦可能增加交通事故的频率。建设期间的大型设备运输和运行期间的乏燃料及放射性废物的运输，因有特殊的要求，会给所经线路的交通（包括陆路和海运）带来一定的影响。但这种影响是短期的，通过措施控制可以缓解。通过与燃煤电厂相比较，在电厂正常运行时每

年可减少煤的运输量，这对缓解交通压力是有利的。

（4） 对当地市政设施的影响

核电厂一期工程建设期间，在福建核电厂现场集结大量的施工队伍，这些人员的生活消费会增加当地的市场供应负担，造成供需紧张，引起物价上涨，给当地居民的生活带来一定的负面影响。

核电厂一期工程运行期间，电厂工作人员，居住在当地，对该地方的文教、卫生、商业、交通等市政设施造成一定的压力，加重了地方市政负担。

10.2.2.2 环境代价

详见本报告书第五、六章。

10.3 代价利益比较

10.3.1 经济代价效益比较

虽然福建福清核电厂一期工程建设会有一定的经济代价，但按30年计算期平均计算，福建福清核电厂一期工程经济效益在电力行业里属中等水平，每年向国家缴纳各种税金10.06亿元。福建福清核电厂一期工程建设的经济效益大于经济代价。

10.3.2 社会代价效益比较

福建福清核电厂一期工程的建设，会长期占用土地、限制一定范围内地区的发展并对交通运输和市政设施有一定的负面影响，但同时也将有效地解决福建省的能源供求矛盾，还将缓解交通运输的紧张状况，推动当地的经济发展，提高人民的生活水平。

福建福清核电厂一期工程的建设，还有助于逐步完善我国的核电标准，实现我国核电建设的系列化、标准化发展，从而全面推动我国核电事业的发展。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，有利于社会的安定团结。福建福清核电厂一期工程建设的社会效益大于社会代价。

10.3.3 环境代价效益比较

福建福清核电厂一期工程正常运行工况下，放射性流出物对周围居民的辐射影响小于国家标准限定值，对生态环境的影响也极小。通过对最大可信事故后果的分析，周围居民可能受到的最大个人有效剂量当量和评价范围的集体有效剂量当量明显小于国家规定的限值。同释放大量飘尘二氧化硫造成酸雨、释放二氧化碳造成温室效应和需要庞大排灰场地的燃煤电厂相比，核电是一种安全、清洁、高效的能源，对环境影响很小。福建福清核电厂一期工程建设的环境效益大于环境代价。

10.4 结论

从以上分析可以得出：虽然建设福建福清核电厂一期工程建设的前期资金投入较大，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紧张的有效手段，是发展市场经济的需要。而且，无论从经济效益的角度，还是从社会效益、环境效益的角度来看，福建福清核电厂的建设都是合理可行的。

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

11.4.1 正常运行的辐射环境影响

11.4.2 事故工况下的辐射环境影响

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

11.5.2 运行期间对环境的影响

11.1 核电厂工程

(1) 福建福清核电厂为新建核电厂，厂址位于福建省福清市三山镇西南前薛村的岐尾山前沿，北、南、西三面环海，东北侧与陆地连接。厂址北北西距省会福州市 71km，北距长乐市 58km，距福清市 32km，西距莆田市 43km（均为直线距离）。

(2) 福建福清核电厂规划容量为 6×1000MW 级压水堆核电机组，采用一次规划，分期建设模式。本工程为福清核电厂 1、2 号机组，其参考电站为岭澳一期核电站，按照“百万千瓦级二代加改进”的技术路线，建设 2 台百万千瓦级二代加改进型机组，电站设计寿命 40 年。

为进一步提高核电站的可靠性、安全性和经济性，福清核电厂 1、2 号机组在参考电站的基础上采取了已通过论证的多项重要技术改进，如：

- 采用先进的燃料组件，以满足最大燃耗要求和增大热工裕量，并提高经济性；
- 为延长反应堆压力容器寿命、提高其综合机械力学性能、缩短制造工期、减少役前和在役检查工作量，在堆芯活性段筒节采用整体锻件取消环焊缝；
- 严格控制材料中的辐照敏感元素含量，以降低材料对中子辐照的敏感性，加强材料韧性，提高安全裕度和延长使用寿命；
- 增加稳压器卸压能力，在保持岭澳一期阀门原设计的条件下，将事故卸压功能向严重事故管理策略延伸，以避免出现高压熔堆的风险；
- 为提高电站的安全性，增大辅助给水箱容积；
- 为提高辅助给水可靠性，对辅助给水系统配置进行了改进，将一台 100%容量汽动辅助给水泵改为两台容量为 50%的汽动辅助给水泵；
- 采用 1500 转/分的半速汽轮发电机组，相对全速汽轮机提高了发电效率，并减小了热污染；
- 为了适应先进的压水堆核电站对仪控和电气系统要求的高经济性、高可靠性、高安全性、高紧凑性和高度自动化，采用了数字分布式仪表控制系统和先进主控室设计；
- 设置完善的可燃气体控制系统，在安全壳隔室内根据氢气的产生和聚积情况布设一定数量的非能动催化氢复合器。

(3) 工程的安全性和可接受性

本工程设计满足“纵深防御”原则，设计和运行管理上考虑了五个防御层次，即：稳态运行，减少偏离；纠正偏离，防止事故；限制事故发展，防止堆芯熔化；严重事故缓解，保持放射性包容；落实应急响应计划，减轻放射性物质释放后果。本工程在以下几个方面体现了“纵深防御”要求：

– 实体安全屏障：四道实体安全屏障为二氧化铀芯块、燃料棒包壳、主回路压力边界和安全壳。通过采用先进燃料组件，提高燃料燃耗限值和热工裕量，从而提高燃料组件可靠性，减少燃料包壳破损风险；通过严格控制反应堆压力容器以及其它主设备的材质、工艺和质量，提高主回路压力边界的可靠性；通过提高安全壳整体承压能力以及采取主回路安全卸压、设置完善的可燃气体控制系统等严重事故缓解措施，提高安全壳边界的可靠性。安全屏障的完整性可进行在线监测或通过定期试验进行检验，确保具有较高的可靠性。此外设计中还设置了安全壳过滤排放系统，在极端情况下通过手动打开该系统对安全壳大气进行过滤排放，以防止安全壳晚期缓慢超压失效，减轻放射性物质释放后果。

– 运行稳定：利用压水堆核电站的固有特性，加上运行控制方面的设计优化，设计上可以克服各种设计瞬态，使机组状态自动趋于稳定。

– 机组状态在线监测：对安全设施和其它重要正常运行设备的状态进行在线监测，通过数字化 I&C 应用和先进主控制室设计，还可以对监测信息进行分析并辅助运行人员操作，提高运行操作的正确性。

– 为达到和保持五个防御层次内所执行的安全功能，1、2 号机组技术方案中针对设计基准事故方面的安全设施遵循多重性、多样性、独立性、保守性等可靠性设计原则。

– 基于国际上对核电站严重事故的研究成果和《核电厂设计安全规定》（HAF102）的要求，在设计中适当考虑了严重事故的预防与缓解措施。

11.2 环境保护措施

福建福清核电厂 1、2 号机组的环保设施参照岭澳核电站一、二号机组进行设计。同时，在福清核电厂 1、2 号机组对三废系统实施了如下主要改进：

- Ag-110m 污染治理改进：将与堆冷却剂接触的设备、管道法兰垫片由含银材料替换为不含银材料，将含 Ag-110m 的废液由离子交换处理改为蒸发处理。
- TES 系统采用桶内搅拌混合器，并使用与桶内搅拌设备配套的成熟水泥固化配方，同时提高废树脂和浓缩液的体积包容率，以减小废物的增容比和最终的废物包产生量，废物体性能满足 GB14569.1-2011《低、中水平放射性废物固化体性能要求水泥固化体》的要求。
- 采用 400L 钢桶作为废物包装容器。
- 设置了厂址共用的放射性固体废物处理辅助厂房（QS），配备压实力为 2000t 的超级压实机。
- 设置了厂址共用的放射性固体废物暂存库（QT），库容为 6 台机组运行 5 年产生的废物量。

福建福清核电厂 1、2 号机组的放射性流出物监测系统的设计与参考电站基本一致。可以确保两台机组的流出物排放得到有效的监测、管理和控制。

本工程建设了一整套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施与气象监测系统，并且制订了环境辐射监测方案。

因此福建福清核电厂 1、2 号机组的废物处理系统的设计性能和放射性流出物监测系统的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

福建福清核电厂 1、2 号机组各类放射性流出物的排放量均满足国家标准 GB6249-2011 规定的厂址年排放量控制值要求。

11.4 辐射环境影响评价结论

11.4.1 正常运行的辐射环境影响

（1）对公众的辐射影响

福建福清核电厂一期工程两台百万千瓦级二代加改进型核电机组，以申请排放量作为本工程在运行状态下的排放源项，进行运行阶段核电厂正常运行环境影响的评价。

按照上述评价源项计算得出本工程运行状态下，厂址半径 80km 范围内最大个人有效剂量为 3.99×10^{-6}Sv/a，约占本工程（福建福清核电厂一期工程）个人剂量约束值（0.08mSv/a）的 4.99%。

（2）对非人类物种的辐射影响

本工程两台机组运行工况，液态放射性流出物对“非人类物种”的辐射影响评估结果表明，福建福清核电厂一期工程两台机组附近海域（0～80km 范围）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，在 0～80km 海域范围内不同核素对不同生物造成的内照射剂量率都在 0.1μGy/h 以下，各类水生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

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 个假定事故，其中 8 个是设计基准事故和 2 个是特殊工况。分析结果表明，在各类极限事故中，放射性后果最严重的是弹棒事故；在各类稀有事故中，放射性后果最严重的是蒸汽发生器传热管破裂事故。经评价可见，极限事故和稀有事故的放射性后果均低于 GB 6249-2011 中规定的剂量控制值。

事故分析表明，核电站运行期间可能发生的设计基准事故和特殊工况事故导致的环境放射性后果是可以接受的。

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

本项目未涉及居民搬迁，没有对当地居民造成由于搬迁而带来的不利影响。

核电厂工程建设期间大量的工程施工人员进驻施工现场，但对附近居民的日常生活产生轻微影响，同时由于大量施工人员在该地区较长时期的居住和生活，增加当地居民的就业机会和商机，可以增强该地区的消费能力，促进经济的发展。

（2）水土保持

为确保福清核电项目工程真正建设成为一项环保工程，在工程施工期间采取了行之有效的水保措施和水保监测，通过对项目区水土流失的成因、数量、强度、影响范围及水土保持措施实施进度及效果的监测和分析，及时掌握建设项目进程和项目区水土流失状况，并通过设计、施工和工程监理单位对水土保持方案的实施做出必要的补充、调整，及时加以控制，使水土保持防治方案切实得到落实；从项目实施至今，项目区生态环境逐步得到恢复，新增水土流失降低到最小。

施工期间采取的水保措施包括工程措施、植物措施和临时措施。

工程措施主要包括表土剥离、土地整治、弃土场拦渣坝、排水沟、沉沙池、护岸工程、防波堤工程、防排洪工程及边坡工程等。

植物措施布设范围包括厂区、施工生活区、路基边坡和输水管线的植被恢复等，植物措施有乔木、灌木及植草。

临时措施包括施工期的临时排水、临时堆土防护两部分。

以上措施在施工期对水土保持起到了重要作用，符合水土保持要求。

施工期间水土保持监测内容包括主体工程建设扰动、破坏地表和植被面积的监测、弃土弃渣监测、土壤流失量监测、水土流失防治措施实施情况及防治效果监测。

（3）施工噪声和对大气环境的影响

施工活动期间环境监测的项目有环境敏感点大气监测、厂界监控点位颗粒物监测、敏感点噪声监测及建筑施工场界噪声监测。环境敏感点大气监测的项目有TSP、PM_{10}、监测点位气象参数（风速、风向、气温、气压等）。厂界监控点位颗粒物监测的项目为颗粒物。噪声监测的项目有施工期间昼间、夜间等效声级L_{eq}、最大声级L_{max}、最小声级L_{min}。

根据环境敏感点大气监测结果、敏感点噪声监测结果、建筑施工场界噪声监测结果，施工活动对环境的影响是可以接受的。

（5）水环境的影响

建设期间对水环境（地表水和海水）的污染，主要来自于海上施工项目施工期间土石

方开挖和建筑材料的流失，以及生产废水和施工人员的生活污水排放。

本工程的海上施工项目主要是海水取排水工程的施工。施工采取了合理有效的防治措施，且由于海上工程的施工时间最多 1 年，工程占用的海床范围较小，附近海域无渔业作业，也不是重要水生物的繁殖区、洄游区和捕捞区，因此，施工对海洋生物的生态系统的影响很小。

本工程施工期对建设各区（临建区、厂前区）污水处理站由专业的公司运营，并对最终出水水质监测排放。施工期间施工船舶产生的各类污染物数量不大，施工期船舶含油污水由当地海事部门批准的专业公司接收处理，施工船舶产生的生活污水尽可能予以收集，运往污水处理站集中处理。本工程大件码头在营运期一般不用，产生的水污染源包括含油废水及船舶人员生活污水，根据 MARPOL73/78 公约，大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。施工区施工机械含油污水采取污水沉淀池、空桶回收、修理场地摊铺黄沙后将黄沙拉到建筑垃圾场处理等方式进行处理。由上可见本工程施工期污水采用有组织排放方式，生产废水及生活污水集中到污水处理厂处理，使施工活动对海洋环境的影响降低到最小程度。

监测结果表明，该监测海区水质、沉积物质量并无明显波动，由此可见该项目施工期对附近海域的水质状况未造成明显影响，监测区域内的海洋生物质量和水生生物中个别指标与 2006 年的“零点”调查相比有较小幅度的变化，但随着大规模海工施工的结束，海域环境将迅速恢复，本工程造成的影响十分有限。

11.5.2 运行期间对环境的影响

11.5.2.1 温排水对海域生物的影响

核电厂非放环境影响主要是电厂运行时余热排入环境。

福清核电厂近岸区域为三类功能区，执行的水质标准为海水水质第三类。对此类海域要求：核电站温排水在混合区外造成的海水温升不超过当时当地 4℃。

在厂址附近海域，多次调查记录到的海洋生物均为常见种，没有国家规定的珍稀保护物种。厂址半径 15km 范围内没有国家级和省级自然保护区。兴化湾内不是重要经济鱼类集中的产卵繁殖区、洄游通道和长久栖息地。另外，厂址附近主要鱼类洄游路线都在距排水口 50km 以外。温排对敏感区没有影响。

福清核电厂运行后，温排水对整个兴化湾水域的鱼卵和仔鱼数量及其季节变化将不会有全局性的影响。温排水停止排放引起的温降问题对浮游生物、鱼类、甲壳类影响不大。

11.5.2.2 取水口的环境影响

核电厂取水口的环境影响主要体现在机械损伤和卷吸效应，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。福建福清核电厂的取水方式为引水明渠取水，其可能吸引成鱼的影响范围不大，碰撞在栅网上或游进明渠的成鱼仍有逃脱的可能。相对整个兴化湾的浮游生物总量来说，因卷吸效应引起的浮游生物损伤是非常少的，对整个兴化湾的浮游生物总量影响不大，同时因卷吸效应引起的鱼卵仔鱼的损伤也是非常少的，对整个兴化湾的鱼卵仔鱼总量影响不大，更不会影响到整个兴化湾的海洋渔业资源。可以预计在福建福清核电厂工程的运行期间，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，卷吸效应不会影响到该海域海洋生态环境的保护。

11.5.2.3 化学物质排放的环境影响

福建福清核电厂规划总装机容量下余氯排放的影响区域仅在排水口附近海域，对海洋生物的影响范围有限。另外由于海区其他部分的补偿和生态系统的调节功能，以及温排水在冬季的升温作用有利于生物生长，可以相当程度地减轻这些损失。

11.5.2.4 生活污水和含油污水排放的影响

生活污水通过污水管网分别收集送至各自区域的生活污水处理站，经生化处理后排放水质均符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918－2002）中一级排放标准的 B 标准，最终排入大海；其中厂前区的一座生活污水处理站的出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准作为回用水。各区污水处理站由专业的公司运营，并由地方有资质监测单位，对最终出水水质进行监测排放，这类排放物不会对兴化湾水体产生影响。各厂房产生的含油污水由厂区含油污水排水系统收集，排至含油污水处理站，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的一级排放标准(含油类＜5mg/L)后排入大海。因此，生活污水和含油污水不会对环境产生影响。

综上所述，从福清核电厂厂址的自然条件和社会条件分析，能满足福清核电厂 1、2 号机组建设的要求。本工程施工建设对环境的影响以及电厂正常运行和事故工况对环境的可能影响均符合我国相关法规、标准的要求。因此，就核电厂建设和运行对环境的影响角度看，建设福清核电厂 1、2 号机组是可行的。

附件 1：

福建福清核电厂 1、2 号机组环境风险评价

目　录

1 建设项目环境风险识别

1.1 非放射性环境风险识别

1.2 放射性环境风险识别

1.2.1　核电厂放射性事故风险

1.2.2 放射性物质运输事故风险

2 风险评价

2.1 放射性排放风险评价标准

2.2 放射性事故评价结果

3 风险管理

3.1 核电厂设计中的环境风险控制措施

3.2 严重事故的风险评价

3.2.1 严重事故条件下对应急计划区的测算

3.2.2 严重事故的缓解措施

3.2.3 应急预案

4 结 论

1 建设项目环境风险识别

1.1 非放射性环境风险识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）以及《重大危险源辨识》(GB18218-2000)，对福清核电项目的重大危险源进行辨识。本工程的主要原辅材料中可能构成重大危险源的危险物有氢气、氯化氢(盐酸)、氨、乙醇、乙炔。参考岭澳核电厂一期工程，属于标准辨识范围内的物质在贮存区和生产场所实际存在的数量及其临界量见表1。对比分析表明，生产场所、贮存场所，以及厂区 500m 单元范围内的爆炸、易燃、活性化学物及有害物质均未构成重大危险源。

表 1 属于标准辨识范围内的物质情况

序号	物质名称	生产场所(t)		贮存场所(t)	
		储存量	临界量	储存量	临界量
1	氢气	0.223	1	0.558	10
2	氯化氢(盐酸)	0.007	20	2	50
3	氨	0.5	40	6.8	100
4	乙醇	0.001	2	0.3	20
5	乙炔	0.075	1	0.992	10

本工程有 4 个 321m^3 的 0$^{\#}$轻柴油的罐，0$^{\#}$轻柴油的闪点为 57℃～65℃，按 GB18218-2000 规定闪点大于 60℃的物质贮存场所不属于重大危险源辨识范围。营运单位对采购的每批 0$^{\#}$轻柴油的闪点应进行认真确认，保证在任何情况下不得低于 62℃，避免 0$^{\#}$轻柴油贮罐构成 GB18218 标准中的重大危险源。此外，厂区内不会有危险数量的汽油贮存，危险品仓库内仅贮有少量化学试剂，不贮存危险数量的酸碱溶液。

尽管化学品可能导致泄漏、爆炸、火灾等事故，但在核电厂的设计中，已经采取切实的保护措施，可以有效地预防化学物品爆炸、火灾及盛装化学物品的容器泄漏或破裂等事故。通过这些措施可以把这类事故发生的可能性降至最低，使其对环境的影响减至最小。

1.2 放射性环境风险识别

1.2.1 核电厂放射性事故风险

本阶段对核电厂设计基准事故和特殊工况的放射性后果进行分析和评价。设计基准事故包括 3 类稀有事故（蒸汽发生器传热管破裂事故、废气系统衰变箱破裂事故、容积控制箱破裂事故）和 5 类极限事故（控制棒弹出事故、燃料操作事故、蒸汽发生器一根管子破裂并伴随一个主蒸汽安全阀开启不回座事故、失水事故、安全壳外主蒸汽管道破裂事故）。特殊工况包括一根主蒸汽管道破裂同时 100 根传热管破裂事故和最终热阱丧失事故两种类型。各类事故的源项及其计算假设详见《福建福清核电厂 1、2 号机组环境影响报告书

（运行阶段）》第七章。在事故分析中，只考虑气态放射性释放对环境的影响。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 放射性物质运输事故风险

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。

福建福清核电厂 1、2 号机组的新燃料组件运输拟采用燃料组件制造厂的新燃料运输容器。新燃料组件及其运输容器的抗震和密封性能可在正常运输条件下确保运输的安全。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。此外，容器的设计制造和运输的操作管理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。

福建福清核电厂 1、2 号机组运行过程中产生的放射性固体废物的运输拟采用公路运输，公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的。此外，废物桶的设计和制造符合《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）和《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》（GB 12711-1991）的要求，大部分桶的表面剂量率不大于 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。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，故不会对环境造成污染。

2 风险评价

环境风险评价主要对运行过程中重要的放射性环境风险后果进行预测和评价。通过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。

2.1 放射性排放风险评价标准

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。核电厂事故条件下剂量控制值如下：

根据工程设计，福建福清核电厂一期工程放射性事故主要考虑八类设计基准事故和两个特殊工况。对于各类设计基准事故的环境影响的评价标准，相应于 GB6249-2011 的分类：属于 RCC－P Ⅳ类工况事故按照 GB6249-2011 稀有事故的剂量控制值进行评价，属

于 RCC－P Ⅲ类工况的事故按照 GB6249-2011 的极限事故的剂量控制值进行评价。两个特殊工况事故按照 GB6249-2011 的极限事故的剂量控制值进行评价。

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。

2.2 放射性事故评价结果

根据 1.2 节，运行阶段非放射性危险源和放射性物质运输事故对环境的影响很小，本节主要评价正常运行的辐射影响，以及设计基准事故和特殊工况的辐射影响。

《福建福清核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（运行阶段）》第七章对 8 个设计基准事故和 2 个特殊工况的进程、源项，及其放射性后果进行了详细介绍和评价。本节给出其结论性内容。

根据 USNRC 的管理导则 RG1.145 推荐的模式和方法，采用 PAVAN 程序按照地面释放模式计算福建福清核电厂非居住区边界（取 0.5km）和规划限制区外边界（取 5km）处的短期大气弥散因子。联合频率采用厂址 10m 高度 2008 年 10 月～2009 年 9 月的风向、风速、大气稳定度三维联合频率，扩散参数采用大气扩散试验的推荐值。

考虑事故期间放射性烟云浸没外照射、沉积在地面的放射性物质外照射和从烟云中吸入放射性物质内照射三个途径，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。计算结果表明：在各类极限事故中，放射性后果最严重的是弹棒事故。在一系列的保守假设下，该事故导致在非居住区边界上公众中任何个人在事故后 2h 内可能受到的最大有效剂量为 1.54E-02Sv，甲状腺当量剂量为 2.02E-01Sv；导致规划限制区外边界上公众中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 1.90E-03Sv，甲状腺当量剂量为 2.65E-02Sv。在各类稀有事故中，放射性后果最严重的是蒸汽发生器传热管破裂事故，该事故导致非居住区边界公众中任何个人在事故后 2h 内可能受到的最大有效剂量为 1.36E-03Sv，甲状腺当量剂量为 2.69E-02Sv；导致规划限制区外边界上公众中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 8.30E-05Sv，甲状腺当量剂量为 1.64E-03Sv。

与2.1.1节核电厂事故条件下剂量控制值对比可见，极限事故和稀有事故的放射性后果均低于GB 6249-2011中规定的剂量控制值。因此，福建福清核电厂一期工程设计基准事故

对环境和公众的后果风险在可接受范围内。

3 风险管理

福建福清核电厂一期工程在选址、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防范和控制，以保护人员、社会和环境免受危害。

3.1 核电厂设计中的环境风险控制措施

福清核电厂 1、2 号机组采用两台百万千瓦级压水堆核电机组，核电厂设置了燃料芯块和包壳、压力边界和安全壳三道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

在锆-4 合金管内装入二氧化铀陶瓷芯块，并用不锈钢弹簧压紧芯块，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

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。

（3） 第三道屏障－安全壳

安全壳是一个顶部为扁球形的圆柱形预应力钢筋混凝土建筑物，内层为钢板，一回路系统的设备都安装在内。安全壳还设有安全注水系统、安全壳喷淋系统、消氢系统、空气净化和冷却系统等。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，安全壳将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。

由于核能的风险与电离辐射有关，因此总的核安全目标是在核电厂中建立并保持对放射性危害的有效防御，以保护人员、社会和环境免受危害。安全设计原理的最重要部分是纵深防御概念，福清核电厂 1、2 号机组的设计在贯彻纵深防御概念时采用了五个层次的防御，用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护：第一层次防御的目的是防止偏离正常运行及防止系统失效；第二层次防御的目的是检测和纠正偏离正常运行状态，以防止预计运行事件升级为事故工况；第三层次防御是必须提供附加的设备和规程以控制由某些预计运行事件的升级引起的事故工况的后果；第四层次防御的目的是针对设计基准

可能已被超过的严重事故，以保证放射性的释放保持在尽可能低的水平；第五层次即最后层次防御的目的是减轻可能由事故工况引起潜在的放射性物质释放造成的放射性后果。

“三废”处理系统是核电厂环境风险防范和控制的重要设施，也是核电厂设计的重要组成，包括：废液处理系统，固体废物处理系统和废气处理系统。核电厂的“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，达到排放与环境影响的最优化。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。废液排放系统设有滞留池，可以有效防止放射性废液向环境的泄漏。在地方环境保护机关的监督下，有一整套监测系统确保核电厂“三废”治理和排放的安全性。福建福清核电厂1、2 号机组的环保设施参照岭澳核电厂一、二号机组进行设计，并对“三废”系统实施了改进。

对于放射性物质的贮存和运输，核电厂均严格按照国家的相关法规和标准进行操作，采用安全的贮存和包装方式，设计安全可靠的运输方式和运输路线，确保了放射性物质运输的安全并且不会对核电厂周围公众造成任何影响。

3.2 严重事故的风险评价

3.2.1 严重事故条件下对应急计划区的测算

根据标准的要求并基于对严重事故源项的相关分析，在提交核安全局的福建福清核电厂一期工程《应急计划区测算报告》（0426FSARFSS01）中，详细论述了用于福建福清核电厂应急计划区测算的事故源项，即：采用 RG1.183 中的 DBALOCA 事故作为设计基准事故的代表计算核电厂不同距离剂量后果的计算；采用 S2 源项作为所考虑的最严重的事故序列用于确定公众个人受到的最大预期剂量；采用 S3 源项作为代表各种设计基准事故和大多数严重事故序列的事故用应急计划区范围的测算。

在划分烟羽应急计划区时，参照 GB 18871-2002 中推荐的隐蔽通用优化干预水平是在 2 天内可防止剂量为 10mSv，临时撤离的通用优化干预水平是在不长于一周的期间内可防止的剂量为 50mSv。对于标准中所说的可防止剂量，在计算过程中均按可避免剂量的上限——预期剂量来考虑,即采用 50mSv 来确定撤离区边界，采用 10mSv 来确定隐蔽区边界；同时考虑 2 天内不同器官或组织（以全身剂量和甲状腺剂量为例）受到的预期吸收剂量不能超过 GB 18871-2002 附录 E 中规定的急性照射剂量行动水平。

此外，核电厂食入应急计划区之外的一般消费食品、牛奶、饮水中的核素浓度必须低于 GB18871 中规定的食品通用行动水平。

经过计算，根据 S2 源项计算得到的全身剂量和甲状腺剂量结果，在 2km 范围内的公众应该进行预先撤离以确保在严重事故条件下公众受到的确定性效应不会超过 GB 18871

规定的急性照射的剂量行动水平。综合考虑了严重事故发生后前 24 小时内的源项以及 S3 源项的释放，计算得到的厂址不同距离处的预期有效剂量，在厂址 5km 处的预期有效剂量约为 23mSv，小于用于确定撤离区边界而采用的 50mSv 的通用优化干预水平；厂址 10km 处的预期有效剂量约为 8mSv，小于用于确定隐蔽边界而采用的 10mSv 的通用优化干预水平。DBALOCA 源项的剂量计算结果较小，可以为 S3 源项的剂量计算结果所包络。

对于食入应急计划区，经计算，厂址半径 40km 处，严重事故导致的饮用水、谷物、动物产品（如牛肉、猪肉、蛋禽类等）、淡水鱼及水生植物的主要放射性核素浓度均已小于 GB 18871-2002 中规定的食品通用行动水平。

根据计算结果以及 GB 17680.1-2008 的相关规定，推荐将 5km 作为福建福清核电厂烟羽应急计划区的内区边界，将 10km 作为烟羽应急计划区的外区边界，将 50km 作为食入应急计划区边界。

3.2.2 严重事故的缓解措施

我国核安全法规和导则对核电厂严重事故缓解提出了多方面的要求，核电厂必须采用工程判断和概率论相结合的方法考虑严重事故序列，日本福岛事故后，核安全局针对在建核电厂提出了一系列的改进措施。针对这些要求确定合理可行的预防缓解措施，例如严重事故工况下的可燃气体控制措施，防止高压熔融物喷射的措施、防止安全壳旁路的措施，并开发严重事故管理指南等。福清 1、2 号机组设计上考虑了不同的措施缓解严重事故后果，确保安全壳的完整性。

3.2.2.1 反应堆冷却剂系统卸压

为提高核电厂抗御和缓解事故、尤其是严重事故的能力，考虑充分利用现有稳压器事故卸压功能并将其延伸到严重事故管理策略中以降低严重事故下堆芯熔融物高压喷射所带来的风险。

本工程在稳压器上设置了 3 组先导式安全阀（SEBIM 阀类型），每组阀门均包含两个制造工艺相同的 SEBIM 阀门，即上游的保护阀和下游的隔离阀，每组阀门装在与稳压器汽相空间相连的支管上，通过这三组阀门向稳压器卸压箱卸压，用于事故工况下一回路的超压保护。在反应堆冷却剂系统与余热排出系统不接通的各种运行工况下，采用稳压器安全阀超压保护方式；当反应堆冷却剂系统与余热排出系统接通时，一回路超压保护则由余热排出系统上的安全阀来保证。

严重事故下高压堆芯熔融物喷射，可能导致安全壳失效和严重的放射性释放后果。如果在反应堆压力容器破损前，通过稳压器卸压来降低一回路冷却剂系统压力，能够缓解高压熔堆事故的后果。

稳压器压力控制、调节功能能够提供设计基准事故下的超压保护。将事故卸压功能延伸，首先能够消除高压堆芯熔融物喷射的风险，其次能够减少在堆芯熔化且发生蒸汽发生器传热管破损条件下，潜在的安全壳旁通所带来的大量放射性释放风险。因此，稳压器事故卸压功能延伸，能较大的降低需要场外早期响应的大量放射性释放事件的发生频率。

3.2.2.2 可燃气体控制

严重事故下锆水反应、堆芯熔融物与混凝土相互作用、水的辐照分解以及结构材料的氧化会产生大量氢气，造成安全壳内局部或整体氢气浓度增大，由此造成的安全壳内氢气局部或整体燃烧产生的静态和动态压力载荷对安全壳完整性构成威胁，并影响安全壳内安全系统的设备有效执行其安全功能。为了缓解严重事故下氢气燃烧造成的后果，福清 1、2 号机组设置了安全壳消氢系统（EUH），在安全壳内不同位置共设置了 33 台非能动氢气复合器（PAR），用于在超设计基准事故下将安全壳内氢浓度减少到安全限值以下，避免发生由于氢气爆炸而导致的第三道屏障——安全壳的失效。

PAR 用于对付超设计基准事故，不执行安全功能。PAR 不需要任何电源、气源或控制，启动阈值为 2%氢体积浓度，停止阈值为 0.5%氢体积浓度。PAR 将安全壳内的氢气氧化为水蒸气，可将安全壳内平均氢气浓度限制在 10%体积浓度以下，避免安全壳内发生氢气爆炸。

3.2.2.3 安全壳过滤排放

在发生堆芯熔穿压力容器的严重事故下，由于堆芯熔融物与混凝土相互作用（MCCI）产生不凝结气体导致安全壳内压力缓慢升高，会造成安全壳晚期失效和放射性裂变产物释放的风险。为了缓解 MCCI 对安全壳完整性造成的威胁并控制放射性裂变产物释放，福清 1、2 号机组设置了安全壳过滤排放系统（EUF），通过主动卸压使安全壳内压力不超过承载限值，同时通过安装在卸压管线上的过滤装置对排放气体的放射性物质进行过滤，对放射性裂变产物进行可控排放。

福清 1、2 号机组 EUF 系统主要设备为 2 台安全壳外隔离阀、文丘里水洗器、金属过滤器、限流孔板和爆破膜。当安全壳压力值高于其设计压力时，根据严重事故管理导则（SAMG）手动开启安全壳外隔离阀启动本系统。EUF 系统可以防止安全壳内缓慢升温升压对安全壳的威胁，不能处理短期内较高的压力瞬态。

3.2.3 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。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。

福建福清核电有限公司作为福建福清核电厂的营运管理单位，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。福建福清核电有限公司总经理对福建福清核电厂应急准备与响应负全面责任。各分管副总经理、各处室负责人、电厂员工以及各承包商按其职责范围分别承担各自相应的应急准备和响应职责。保健物理处为福建福清核电厂建设、调试和运行期间应急准备的归口管理部门，对应急计划与准备的实施进行统一管理。应急响应组织由应急指挥部及其领导下的运行控制组、应急抢修组、技术支持组、辐射防护组、消防保卫组、后勤保障组、建安组、调试组、公众信息组和秘书组组成。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。各应急响应小组分别执行其相应的职责。

福清核电厂配备的应急设施主要包括：主控制室、辅助控制室、技术支持中心、应急指挥中心、应急监测设施、医学救护设施、职业医疗设施、保卫消防设施、公众信息中心等。在应急情况下，核电厂对事故所造成的实际和潜在的后果进行连续的预测与评价，以便核电厂应急指挥部和场外应急组织将这些预测和评价结果作为采取应急措施的决策依据。

为了在核电厂发生事故时能及时有效地采取保护公众的防护行动，需事先在核电厂周围建立应急计划区。根据福清核电厂（含在建机组）的事故释放源项，确定烟羽应急计划区为：以反应堆为圆心，内区半径为 5km，外区半径为 10km 的圆形区域。其行政区域全部处于福清市境内。福清（含在建机组）的食入应急计划区为以反应堆中心为圆心，半径为 50km 的地区。

此外，核电厂还建立了事故工况下的环境应急监测方案，在福清核电厂发生事故时，环境监测车将携带便携式仪表对厂址区域的环境 γ 辐射水平进行快速测量。如有必要，环境介质采样车将对空气、土壤、地面水、陆地生物以及电厂排放口及周围海域海水等环境介质取样，并根据事故发展情况调整取样频度，送至环境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。

4 结 论

福建福清核电厂一期工程申请建设 2 台 M310 加改进型机组，参考电站为岭澳一期核电厂。其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。通过对福建福清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，并对两个阶段重要

的放射性和非放射性相关环境风险进行后果预测和评价，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，建设阶段的施工活动不会造成环境风险；

（2）运行阶段的非放射性危险源和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，福建福清核电厂一期工程两台机组和全部六台机组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）本阶段，通过对福建福清核电厂一期工程 8 个设计基准事故和 2 个特殊工况的放射性后果进行评价，得到福建福清核电厂一期工程设计基准事故对环境和公众的后果风险在可接受范围内；

（5）福清核电厂一期工程在设计和运行过程中均采取了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。本阶段，福清核电厂制定了应急计划，并明确了应急组织及其职责，计算了应急计划区的范围。通过应急预案的制定和完善，将核电厂事故可能导致的环境风险降至最低。

附件2：大件码头环境影响评价

1 大件码头环境影响

1.1 大件码头布置方案

福清核电厂厂址为一半岛，北、西、南三面临海，东北侧与陆地接壤。为满足核电厂施工期间大型设备的运输，核电厂拟在厂区内西侧自建一座 3000 吨级设备码头，为接卸核电厂全部建设期间所需的重型、大型设备服务。

大件码头为 3000 吨级泊位，码头泊位长 95m，宽 40m，顶高程为 7.0m，码头前沿水深为-8.4m。码头采用带卸荷板的重力式小沉箱结构，沉箱为田字型结构，沉箱顶面标高 1.6m，单个沉箱重量控制在 500t 以内，可以现场预制，采用 500t 起重船吊装。沉箱顶部为现浇钢筋混凝土卸荷板，卸荷板悬臂长 2.0m，其上为混凝土胸墙。沉箱舱格内回填 10～100kg 块石，为减小地基应力，沉箱后抛填 10～100kg 减压棱体块石，棱体块石后设二片石和碎石倒滤层。码头基础采用 10～100kg 抛石基床，基础持力层为强风化岩。

大件码头所需航道有效设计宽度为 80m，设计底标高取-5.1m，航道天然水深均满足设计水深的要求。港池需进行少量挖沙。

大件码头布置见图 1、图 2。

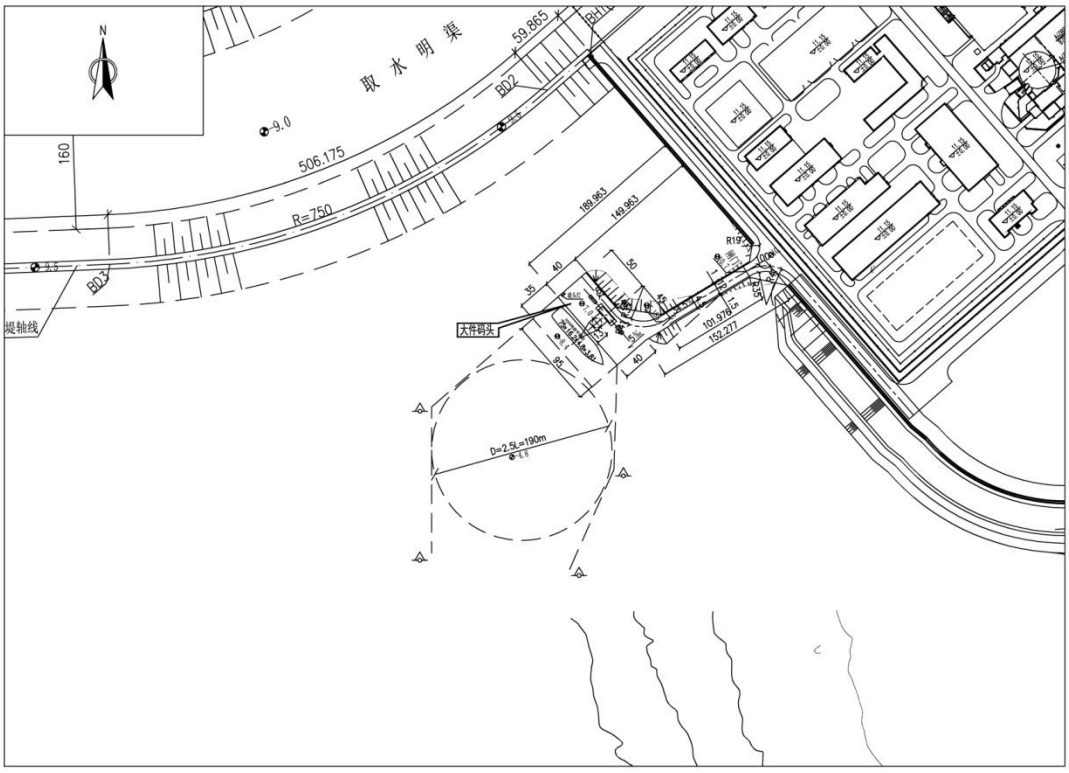


图 1　大件码头平面布置图

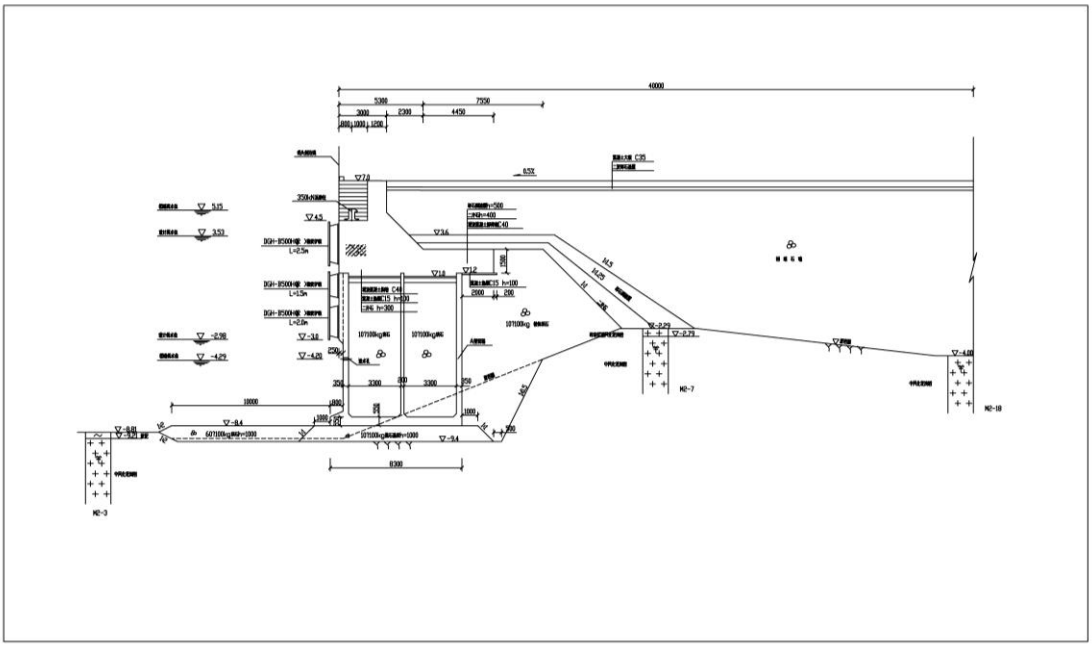


图 2　大件码头结构断面图

1.2 大件码头施工工艺

码头长 95m，沉箱重力式结构，前沿水深-8.4m，顶高程+7.0m。施工工艺流程如下：

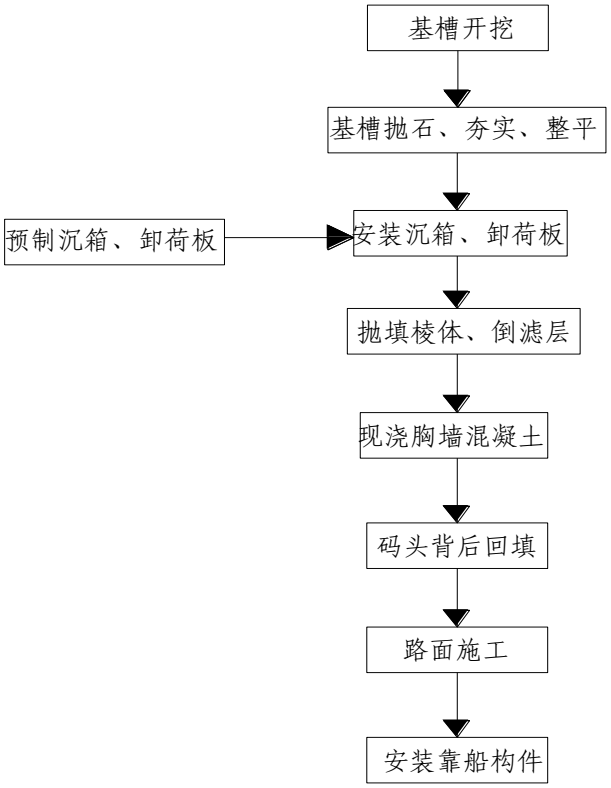


图 3　大件码头施工工艺流程

主要工序的施工方法如下：

(1) 基槽开挖

基槽挖泥量约 7000m^3，拟采用抓斗式挖泥船（斗容 4m^3 或 8m^3）配泥驳（舱容约 500m^3）进行。疏浚淤泥需外抛。疏浚泥沙量少。

(2) 基床抛石、夯实

通常用方驳（400～600t）或民船装石，人工抛填，石质要符合规范要求。夯实可用抓斗式挖泥船或在方驳上设吊机，吊重锤的方法进行。

(3) 沉箱预制、安装

钢筋混凝土沉箱，单重≤500t。来源有二：一是现场预制，浮吊下水，并吊扶安放就位；二是向专业厂订购，用拖轮海上浮运来现场，利用锚缆定位沉放。

(4) 上部结构施工

包括胸墙、路面、系船柱、靠船构件等等，胸墙为现浇混凝土，可用拌和船供应，应分段浇注。通常，胸墙顶部预留一部分（约高 20cm）待岸壁沉降稳定后，再续浇到设计标高。

1.3 大件码头环境影响

大件码头环境影响主要是施工期的环境影响及运行期环境影响两部分，分别叙述如下：

1）施工期环境影响

①悬浮泥沙影响

大件码头的施工过程中，存在爆破挤淤和挖泥清淤的过程，将有部分泥沙入海。爆破挤淤和抓斗挖泥均采取分段施工方式。抓斗挖泥按挖泥船每日连续工作 12 小时计算；爆破挤淤为瞬时源强。根据施工期悬沙扩散数值模拟计算成果，悬浮物最大扩散范围如表 1 所示。

表 1　大件码头施工全潮过程悬沙影响范围包络线面积

工况/扩散面积（km^2）	≥10mg/L	≥100mg/L	≥150mg/L
大件码头爆破挤淤	5.5	1.2	0.5
大件码头挖泥清淤	1.31	0.2	0.08

在施工期间，爆破挤淤和挖泥产生的悬沙在源强点随潮流运动向外扩散。悬沙随潮流扩散的最大面积出现在爆破或挖泥施工后约 3-5 小时。扩散的悬沙一般随源强的消失在 10 小时以内基本落淤完毕。施工过程引起的入海悬浮泥沙是暂

时和有限的。随着上述工程的结束，泥沙的沉降作用，水质将逐渐恢复，浮游生物会逐渐恢复正常。

②填海影响

大件码头区域主要为潮间带泥滩，水深绝大部分在 6m 以内，属滨海湿地范畴。湿地是重要的国土资源、自然资源和重要的生态系统之一。工程建成后对滨海湿地海洋生态的影响主要表现在对填海区内底栖生物的不可逆的破坏和造成原有湿地生态系统服务功能的改变或丧失。

③其它影响

本工程涉及航道和港池清淤工程，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，底栖生物将被彻底损伤破坏。

爆破挤淤效应有水下冲击波、爆炸震动等。这些效应将对工程附近海域海洋生物及养殖业、岸上建筑物、施工船舶产生一定影响。

大件码头港池采用抓斗式挖泥船进行疏浚。尽管施工船舶产生的各类污染物数量不大，但若不处理而直接排海，也将污染局部海域水体。

施工期主要噪声源是施工机械噪声。本工程所用施工机械设备是流动噪声源，噪声在 80～90dB(A)左右。工程附近区域声敏感目标仅有北侧最近约 1.8km 处的前薛东林村，距离较远。因此，本工程噪声影响主要仅限于施工人员。

施工过程中大气污染源主要是料场开挖、汽车运输、土方填筑等施工活动中产生的粉尘及各类施工机械产生的燃油废气，主要污染物有 TSP、SO_2、CO 及 NO_X 等。工程施工区内无大气敏感目标，施工产生的大气污染物主要是对生态环境造成污染影响，但这种影响是短期的、局部的，经采取措施后，影响是小的。

2）运行期间环境影响

大件码头主要功能为核电厂设备安装期接卸核电厂重大件设备，营运期一般不用，产生的水污染源包括含油废水及船舶人员生活污水。

① 船舶含油污水

大件码头代表船型为 3000DWT 甲板驳船，按《港口工程环境保护设计规范》及有关经验推算其船舱底含油污水产生量约 1.35t/d•艘。虽然两台机组和辅助设施大件设备约有 200 余件，运输时段长约为 30 个月，施工安装初期每年停靠驳船最多仅 1 艘次，则每年船舶舱底含油污水产生量最大约 0.65t/a。

② 船舶生活污水

按人均用水量 0.15m^3，排污系数 0.8 计，船舶定员 20 人计，则大件码头营运初期码头船舶生活污水产生量约 2.4t/d。

1.4 环保措施

1、减轻施工过程海水环境影响的对策与措施

(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、港池淤泥清淤时，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，应直接交予项目区以西的江阴港区有资质的含油污水接收处理船接收处理。

2、减轻施工过程海洋生态环境影响的对策与措施

(1) 减轻水下爆破工程对环境影响的措施

① 水下爆破应严格采用微差延时爆破方式，严格控制一次爆破的总药量和最大一段药量；尽可能减少单次最大爆破药量以及爆破次数，并尽量分层、分片实施；若有必要，应考虑采取使用爆速较低的炸药或设置气泡帷幕等办法，以减小水下冲击波对海洋生物的影响。

② 严格按《爆破安全规程》(GB136722-2003)和交通部水运工程爆破技术规范(JTJ286-90)的有关规定进行爆破挤淤，确保海面船只、人员的安全。在实施爆破时，必须实行水域警戒，严禁在水下冲击波安全距离范围内有非爆破作业的船只和人员在水面或水下活动，并应事先发布通知。

③ 尽可能增加单次爆破之间的时间间隔。

④ 爆破前，先用小当量爆炸驱赶鱼群；留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作用，从而减少后续爆破对渔业资源影响。

⑤ 爆破时间应尽量选择在低平潮时段进行，施工期应尽量避开鱼类繁殖生长旺盛的季节(8-9 月)。

(2) 减轻围填、疏浚过程对海洋生态环境影响的对策与措施

为减少围填、疏浚过程对海洋生态环境的影响，除上述提到的减少各施工工程对海水水质的影响措施外，各施工工程还应尽量避开浮游生物、鱼卵、仔稚鱼及鱼类繁殖生长旺盛的季节(8 月-9 月)。

1.5 结论

评价区附近环境质量现状良好。在采取环保措施的前提下，大件码头建设所造成的不可避免的和不可恢复的环境资源的损失是有限的、局部的，岸线资源利用合理。因此，从环境保护角度考虑，本工程建设是可行的。