宁德核电厂一期工程三、四号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

（送审版）

福 建 宁 德 核 电 有 限 公 司

二〇一四年三月

宁德核电厂一期工程三、四号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

（送审版）

福建宁德核电有限公司

法定代表人：胡文泉

地址：福建省福鼎市江滨北路 266 号核电大厦

邮编：355200

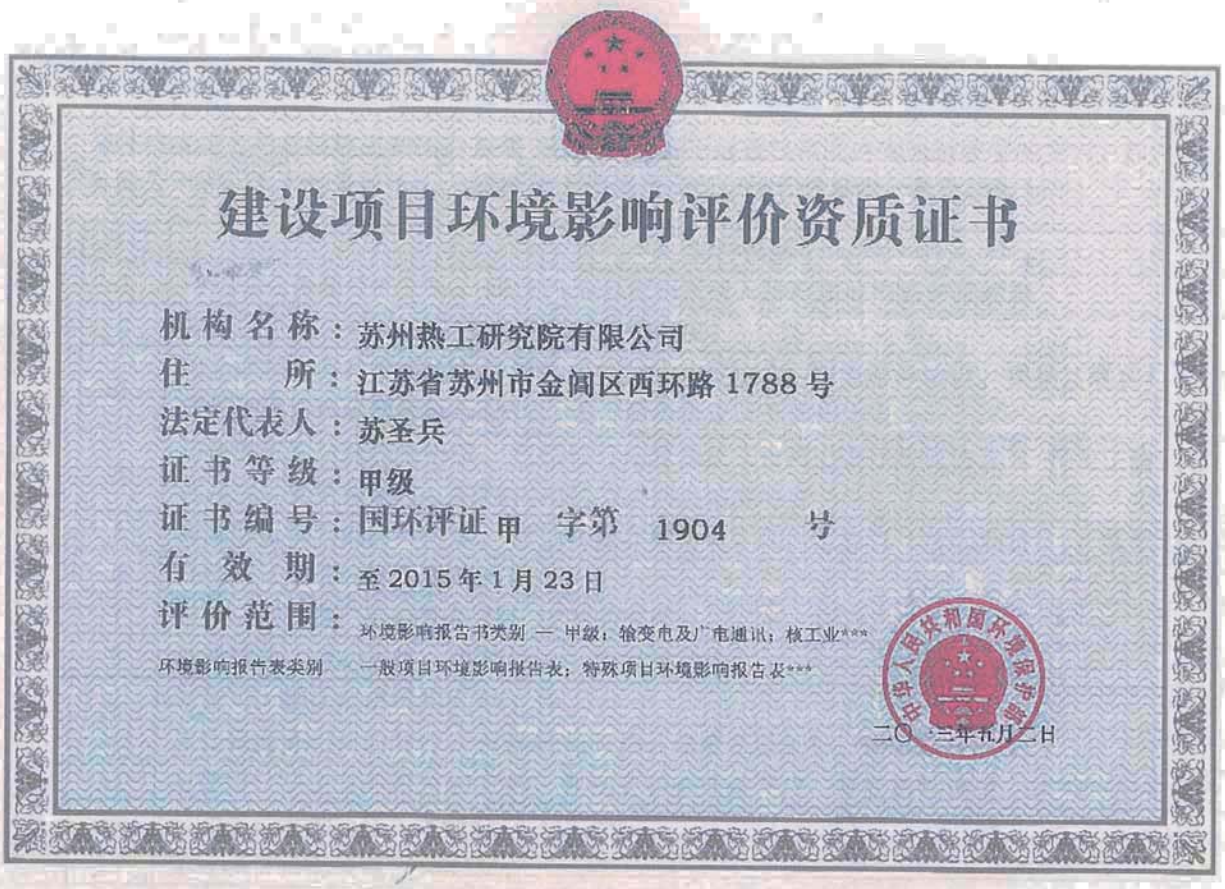
宁德核电厂一期工程三、四号机组

环境影响报告书

（运行阶段）

（送审版）

苏州热工研究院有限公司　编制



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：苏州热工研究院有限公司

住　　所：江苏省苏州市金阊区西环路1788号

法定代表人：苏圣兵

证书等级：甲级

证书编号：国环评证甲　字第　1904　　号

有效期：至2015年1月23日

评价范围：环境影响报告书类别 一 甲级：输变电及广电通讯；核工业***

环境影响报告表类别　一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

中华人民共和国环境保护部

二〇一三年五月二日

项目名称：　宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响报告书（运行阶段）（送审版）

评价单位：　苏州热工研究院有限公司

法人代表：　苏圣兵

证书编号：　国环评证甲字第1904号

苏州热工研究院有限公司文件

授权委托书

根据有关法律和我公司经营管理需要，现将苏州热工研究院有限公司需要由法定代表人签署的部分文件授权给公司总经理王安代为签署。被授权人在下述授权范围内依法所签署的文件，苏州热工研究院有限公司和我本人均予以承认。被授权人根据情况可以进行转授权。具体授权如下：

序号	文件类别
1	与纳税业务相关的文件，研发机构自主研发投入税前加计扣除申报材料
2	与集团下属公司以汇票方式进行结算的协议
3	与金融机构账户管理相关协议，包括组合印鉴协议、对账服务协议、银企互联服务合作协议、支付密码协议和网银服务协议、银行服务协议、开销户协议
4	与金融机构结算相关协议，包括银行结算协议（含网上银行结算协议）、代发工资协议、信用证开立、变更和兑付、关税代扣代缴及网上结算协议
5	与金融机构其他业务协议，包括协定存款协议、购付汇协议（含远期协议）、贷款卡年检等
6	外部审计要求的管理当局声明书
7	与企业国有资产变动产权登记相关的文件
8	法律事务（劳动纠纷、民事诉讼）的授权委托书
9	与员工工伤认定申报相关的文件
10	与社保业务相关的文件，包括社保开户、年度基数调整、年审等相关文件
11	与住房公积金业务相关的文件，包括公积金业务开户、年度基数调整、年审等相关文件
12	与购买易制毒化学品申请相关的文件
13	建设项目报批报建相关的文件
14	与本公司及其分公司工商登记备案及年检相关的文件
15	与本公司及其分公司组织机构代码证、法人代表资格证变更及年检相关的文件
16	与证明公司员工职务、职级、职称、身份、工作经历相关的文件
17	苏州市科技服务类报表，高新技术企业类报表
18	20000 万元以下（含 20000 万元）的销售项目的相关文件及合同签署
19	2000 万元以下（含 2000 万元）的项目采购的相关文件及合同签署
20	与资质申请及复审相关的文件
21	与科研项目申请相关的文件
22	对外提供服务的检测中心需要由法定代表人签署的相关文件
23	与奖项申报相关的文件
24	需要由法人代表签字的技术报告、企业年度工作报告及相关文件
25	财政退税文件
26	税务报批、报备文件
27	预留王安的私章为银行账户的预留印鉴

以上授权自本函签署之日起生效，至另行通知为止。

授权人：苏州热工研究院有限公司

董事长、法定代表人：苏圣兵

签字：

日期：05/02 - 2013

被授权人：苏州热工研究院有限公司

总经理：王　安

签字：

日期：05/02 - 2013



持证人签名：
Signature of the Bearer

管理号：12353243508320091
File No.：

姓名：陈洋
Full Name

性别：男
Sex

出生年月：1982年11月
Date of Birth

专业类别：
Professional Type

批准日期：2012年05月
Approval Date

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：2012 年 09 月 18 日
Issued on

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，陈洋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：0012551

登记证编号：A19040181300

有效期限：2013 年 04 月 28 日至 2016 年 04 月 27 日

所在单位：苏州热工研究院有限公司

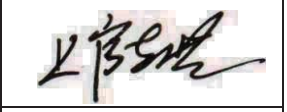
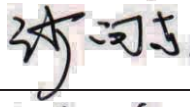
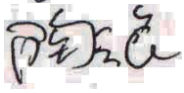
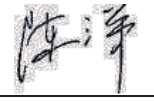
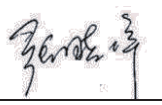
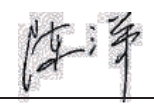
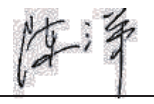
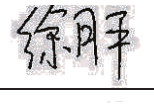
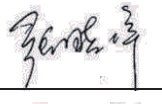
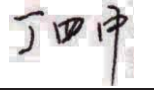
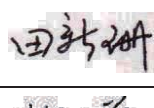
登记类别：核工业类环境影响评价

中华人民共和国环境保护部
2013 年 04 月 28 日



再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

批　准		上官志洪	环评工程师登记证号 A19040031300	
审　核		赵　锋	环评工程师登记证号 A19040011300	
		沙向东	环评工程师登记证号 A19040111200	
		陶云良	环评工程师登记证号 A19040121200	
校　核		陈　洋	环评工程师登记证号 A19040181300	
		张晓峰	环评工程师登记证号 A19040151300	
项目负责人		陈　洋	环评工程师登记证号 A19040181300	
章节编制人员	第一章	陈　洋	环评工程师登记证号 A19040181300	
	第二章	杨宗甄	环评岗字证第 A19040041	
	第三章	陈　洋	环评工程师登记证号 A19040181300	
	第四章	郝　睿	环评工程师登记证号 A19040171200	
	第五章	覃春丽	环评岗字证第 A19040043	
	第六章	徐月平	环评岗字证第 A19040044	
	第七章	张晓峰	环评工程师登记证号 A19040151300	
	第八章	丁四中	环评岗字证第 A19040031	
	第九章	田新珊	环评工程师登记证号 A19040080600	
	第十章	陈　洋	环评工程师登记证号 A19040181300	

摘　要

《宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响报告书（运行阶段）》根据国家有关法律、法规、标准和导则编写。本报告书是福建宁德核电有限公司申请宁德核电厂三、四号机组首次装料批准书和运行许可证的执照申请文件之一。

宁德核电厂三、四号机组是被国家发展与改革委员会列入“十一五”开工建设的核电项目，采用岭澳核电站二期翻版加改进的标准化百万千瓦级压水堆核电技术（CPR1000 技术方案），以岭澳核电站一、二号机组为参考电站。

本报告书以宁德核电厂三、四号机组的最终安全分析报告、系统设计文件、相关的专项研究成果以及实地调查资料为基础编制。报告书重点说明了与环境保护和辐射防护有关的电厂实际设计参数和排放量申请值有关的内容，还包括福岛核事故后的设计改进项，在此基础上评价宁德核电厂三、四号两台机组运行后以及一期工程四台机组运行后的环境影响，另外，还论证了全厂申请的放射性流出物年排放量的环境可接受性。同时，本报告书给出了宁德核电厂运行前放射性水平现状调查结果和一号机组商运后的放射性水平监测结果，并详细给出了核电厂运行期间流出物监测方案、环境监测方案、环境监测技术规范以及应急准备和响应。

本报告书的主要内容包括：

1. 描述和分析了宁德核电厂周围最新的陆域、海域环境特征，包括人口分布、工农业和交通设施、气象、水文、地质地震、环境质量现状等；
2. 描述宁德核电厂三、四号机组的主要系统和设施，特别是三、四号机组的专设安全设施、三废处理设施、电厂取排水系统等与环境相关的系统和设施的主要功能、设备、工艺流程和 PF 设计改进等，给出这些系统和设施的处理效率，进而给出电厂正常运行期间的放射性释放源项；
3. 对宁德核电厂三、四号机组建造期间的环境影响进行回顾性评价，并分析厂址自施工期以来区域环境质量的整体变化程度；
4. 对电厂正常运行期间的环境辐射影响予以分析和评价，同时进行“三关键”分析，为电厂运行期间合理制定环境监测方案提供技术基础；
5. 论证宁德核电厂（目前为一期工程四台机组）放射性流出物排放申请值的合理性，以及环境辐射影响的可接受性；

6. 分析和评价电厂正常运行期间非放射性物质排放对环境造成的潜在影响；
7. 评价宁德核电厂三、四号机组在设计基准事故工况下对环境的潜在影响，进而说明机组专设安全设施设计性能的可靠性，以及厂址周围非居住区边界和规划限制区边界设置的合理性，提出了防范和降低环境风险的措施；
8. 根据厂址周围的辐射环境本底调查结果和一号机组商运后的辐射环境监测结果，分析厂址周围环境辐射水平现状的基本特点和变化趋势。给出电厂运行期间的流出物监测和环境监测方案，以及相应的技术规范、工作程序和质量保证措施等；
9. 给出宁德核电厂应急准备和响应的基本内容。
10. 通过开展一系列公众参与活动，缓解了福岛核事故后公众对核电厂的恐慌情绪，获得了公众对核电厂建设的理解和支持。

分析和评价结果表明，宁德核电厂三、四号机组的废物处理系统设计性能是有效的，专设安全设施的设计性能是可靠的。本阶段申请的各类放射性流出物的年排放量是合理的，其对环境的辐射影响是可以接受的。宁德核电厂三、四号机组在设计基准事故工况下对电厂附近公众产生的放射性后果能够满足国家相关标准的要求，应急准备和响应的措施是充分和有效的，其流出物监测和环境监测均是有保障的，项目两次公示期间均未收到公众反对意见。从环境保护角度考虑，宁德核电厂三、四号机组运行阶段环境影响是可接受的，三、四号机组具备首次装料的条件。

目　录

前言

第一章　概述

1.1　核电厂名称、建设性质和运行管理模式

1.2　工程建设进度

1.3　编制依据和评价标准

1.4　放射性流出物年排放申请值

1.5　对设计阶段环境影响报告书审批时遗留问题落实情况的跟踪

第二章　厂址与环境

2.1　厂址地理位置

2.2　人口分布

2.3　土地利用及资源概况

2.4　气象

2.5　水文

2.6　地质地震

2.7　环境质量现状

第三章　电厂

3.1　厂区规划及平面布置

3.2　反应堆和蒸汽-电力系统

3.3　电厂用水和散热系统

3.4　输电系统

3.5　专设安全设施

3.6　放射性废物系统和源项

3.7　化学物质排放

3.8　生活废物

3.9　放射性物质运输

第四章　电厂建设期间的环境影响

4.1　土地利用

4.2　水的利用

4.3　施工影响的控制

4.4　水土保持

第五章　电厂运行的环境影响

5.1　散热系统运行的影响

5.2　正常运行的辐射影响

5.3　正常运行的非放射性影响

5.4　退役

第六章　电厂事故的环境影响

6.1　电厂放射性事故

6.2　放射性物质运输事故

6.3　其它事故

6.4　环境风险评价及风险管理

第七章　流出物监测与环境监测

7.1　运行前的环境监测

7.2　运行期间的环境监测

7.3　运行期间的流出物监测

7.4　质量保证

第八章　应急计划与准备

8.1　制定应急计划的主要依据

8.2　应急计划区

8.3　应急状态的描述
8.4　应急组织
8.5　应急设施

第九章　公众参与
9.1　概述
9.2　公众参与工作回顾
9.3　福岛核事故后公众参与工作
9.4　本次环评公众参与工作

第十章　结论和建议
10.1　概述
10.2　厂址环境特征
10.3　电厂废物处理设施的性能
10.4　电厂施工建设对环境的影响
10.5　电厂运行的辐射环境影响
10.6　电厂运行的非放射性环境影响
10.7　流出物监测与环境监测
10.8　应急计划与准备
10.9　公众参与
10.10　结论
10.11　建议

附录（略）
附录 A　宁德核电厂一期工程三、四号机组建设相关文件（略）
附录 B　厂址周围部分环境数据（略）
附录 C　与正常运行的辐射影响有关的计算模式（略）
附录 D　事故剂量估算模式（略）
附录 E　公众参与资料

前　言

《宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响报告书（运行阶段）》（送审版）根据国家有关法律、法规、标准和导则编写。苏州热工研究院有限公司受深圳中广核工程设计有限公司委托，编制完成了本报告书。

福建宁德核电有限公司为宁德核电厂三、四号机组的业主，并负责从前期准备到设计采购、土建施工、安装调试、移交生产的全过程工程项目管理。

宁德核电厂三、四号机组以岭澳核电站一、二号机组为参考电站，采用岭澳核电站二期翻版加改进的标准化百万千瓦级压水堆核电技术（CPR1000 技术方案）。国家发展和改革委员会于 2008 年 2 月 16 日核准了宁德核电厂一期工程（1~4 号机组）的建设；2009 年 12 月 30 日，国家环境保护部以环审[2009]576 号文件对《福建宁德核电一期工程三、四号机组环境影响报告书（设计阶段）》进行了批复；2010 年 1 月 5 日，国家核安全局批准颁发了宁德核电厂三、四号机组的建造许可证（国核安发[2010]1 号）。

宁德核电厂三号机组于 2009 年 12 月 15 日浇注第一罐混凝土，四号机组间隔 9 个月后浇注第一罐混凝土，两台机组分别计划于 2014 年 12 月 31 日和 2015 年 8 月 31 日建成投产进行商业运行。

本报告书（送审版）是福建宁德核电有限公司申请宁德核电厂三、四号机组首次装料批准书和运行许可证的执照申请文件之一。报告书编制的基础是宁德核电厂三、四号机组的最终安全分析报告、系统设计文件和相关的专项研究成果。

本报告书属于福建宁德核电有限公司、深圳中广核工程设计有限公司和苏州热工研究院有限公司的共同资产，未经允许任何单位和个人不得复制或直接引用。

第一章　概述

1.1　核电厂名称、建设性质和运行管理模式

1.2　工程建设进度

1.3　编制依据和评价标准

1.4　放射性流出物年排放申请值

1.5　对设计阶段环境影响报告书审批时遗留问题落实情况的跟踪

1.6　核电厂配套工程（设施）环评开展及批复情况

1.1 核电厂名称、建设性质和运行管理模式

1.1.1 核电厂名称及其业主

1.1.2 建设性质及工程建设模式

1.1.3 运行管理模式

1.1.4 环保投资

1.1 核电厂名称、建设性质和运行管理模式

1.1.1 核电厂名称及其业主

电厂名称为“宁德核电厂”，本报告涉及的核电机组为宁德核电厂一期工程三、四号两台机组。目前，宁德核电厂一号机组已商运，二号机组已完成首次装料，三、四号机组正在建设中，均采用中国广核集团有限公司拥有自主知识产权的 CPR1000 百万千瓦级压水堆核电技术。

宁德核电厂由福建宁德核电有限公司负责电厂的建设、运营和管理。福建宁德核电有限公司依照《中华人民共和国公司法》于 2006 年 3 月 23 日在福建省宁德市注册成立，公司的投资方有中广核宁核投资有限公司、大唐国际发电股份有限公司和福建省能源集团有限公司，各股东方持股比例分别为 46%、44%和 10%。

中广核宁核投资有限公司原为广东核电投资有限公司，于 1983 年在广东省深圳市登记注册，注册资金为 7.50 亿元人民币，主要经营范围为经营、建设核电厂，经营货物及技术进出口业务。

大唐国际发电股份有限公司于 1994 年在北京登记注册，注册资金为 51.63 亿元人民币；主要经营范围为建设、经营电厂，销售电力、热力，电力设备的检修调试，电力技术服务。

福建省能源集团有限责任公司（简称福建能源），是由原福建省煤炭工业（集团）有限责任公司和福建省建材（控股）有限责任公司于 2009 年 12 月整合重组成立的。目前福建能源共有 40 家全资、控股企业、9 家参股企业。

1.1.2 建设性质及工程建设模式

宁德核电厂一期工程三、四号机组是被国家发展与改革委员会列入“十一五”开工建设的核电项目，2006 年 9 月 1 日，国家发改委办公厅下发了“关于同意福建宁德核电项目一期工程开展前期工作的复函”（发改办能源[2006]1927 号）。

宁德核电厂三、四号机组采用岭澳核电站二期翻版加改进的标准化百万千瓦级压水堆核电技术（CPR1000 技术方案），该技术方案是以岭澳核电站一、二号机组为参考电站，并在岭澳核电站三、四号机组的设计中，确定了包括采用数字化仪控和半速机在内的十四项重要设计改进。宁德核电厂三、四号机组在岭澳核电站二期工程的设

计基础上，遵循国家相关的要求，充分吸取岭澳核电站一、二号机组的运行经验反馈，按翻版加改进的原则进一步实施技术改进，同时在推动国家对于核电建设自主设计、自主制造、安全可靠性的同时，努力降低设备制造成本，巩固第二代改进型核电项目的国产化成果，宁德核电厂三、四号机组的综合国产化比例为 85%。

在工程建设模式方面，宁德核电厂三、四号机组的建设将充分体现国家对核电建设自主设计、自主制造、自主建设和自主运营的四个“自主化”要求，认真贯彻执行建设项目的业主法人责任制、招投标制和监理制等法律、法规要求。

为充分发挥专业化核电工程公司的管理经验和技术优势，确保工程安全、质量、进度、投资、技术与环境的有效控制，实现项目早开工、早投产、投资省和效益高的目标，按照股东单位合作框架协议，宁德核电厂三、四号机组借鉴国内外先进管理经验，由项目业主单位通过工程建设委托管理协议及有关总承包合同，将项目的工程设计和建设管理委托给中广核集团下属的专业核电工程公司，即深圳中广核工程设计有限公司和中广核工程有限公司组成的联合体，充分利用和发挥专业化工程公司工程建设的成功经验，更好地控制工程的安全、质量、进度、投资、技术与环境保护，大幅减少业主公司在工程建设管理队伍的建立、培训及完工后人员安置等方面的支出；同时利用专业化工程公司的多项目集约化采购优势，打包采购，降低工程造价，规模化采购有利于实现国家对设备国产化的要求，也有利于实现多项目的人员和资源共享。

1.1.3 运行管理模式

宁德核电厂三、四号机组建成后，将由福建宁德核电有限公司自行负责生产准备、移交接产和生产运营。部分业务及专业，如核岛大修、核燃料供应、常规岛及 BOP 运行维护、IT 技术支持、专家支持等，将委托有关的专业化公司负责进行管理，以确保生产准备按计划开展，确保电厂长期安全、经济、稳定运行。同时，宁德核电有限公司将适时按照“社会化、专业化、合同化”的原则，调整生产运营模式，保证股东权益最大化。

宁德核电厂三、四号机组将和一、二号机组一起，在环境保护方面实行“四个统一”（统一运行管理、统一申请排放量、统一进行流出物和环境监测、统一制订并实施应急响应和准备）的要求。

1.1.4 环保投资

宁德核电厂三、四号机组环保总投资约为 340042 万元，环保投资占项目总投资的比例约为 6.4%。

1.2 工程建设进度

1.2 工程建设进度

按照宁德核电厂三、四号机组的工程进度计划，三、四号机组分别计划于 2014 年 7 月和 2015 年 3 月实现首次装料。宁德核电厂三、四号机组的主要里程碑如下：

2009 年 12 月 15 日，3 号机组核岛第一罐混凝土；

2010 年 9 月 29 日，4 号机组核岛第一罐混凝土；

2014 年 7 月 15 日，3 号机组计划实现反应堆首次装料；

2014 年 8 月 31 日，3 号机组计划反应堆首次临界；

2014 年 10 月 15 日，3 号机组计划首次并网；

2014 年 12 月 31 日，3 号机组计划投入商业运行；

2015 年 3 月 15 日，4 号机组计划实现反应堆首次装料；

2015 年 4 月 30 日，4 号机组计划反应堆首次临界；

2015 年 6 月 15 日，4 号机组计划首次并网；

2015 年 8 月 31 日，4 号机组计划投入商业运行。

宁德核电厂三、四号机组自 2009 年主体工程开工以来，工程施工有序进行，施工质量优良，各项工程建设指标控制良好。截止 2013 年底，宁德核电厂三、四号机组工程实际完成 78.6%。调试完成的临时和正式可用系统共 48 个，其中核岛可用系统 1 个，常规岛及 BOP 可用系统 6 个，电气可用系统 39 个，仪控可用系统 2 个。

1.3 编制依据和评价标准

1.3.1 遵循的主要法规和标准

1.3.2 相关管理和技术文件

1.3.3 评价范围和评价标准

图

图 1.3-1 福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）

1.3 编制依据和评价标准

1.3.1 遵循的主要法规和标准

（1） 主要法律法规

— 中华人民共和国环境保护法（1989 年 12 月）

— 中华人民共和国环境影响评价法（2003 年 9 月 1 日）

— 中华人民共和国放射性污染防治法（2003 年 10 月 1 日）

— 中华人民共和国大气污染防治法（2000 年 4 月 29 日修订）

— 中华人民共和国水污染防治法（2008 年 2 月 28 日修订）

— 中华人民共和国环境噪声污染防治法（1996 年 10 月 29 日）

— 中华人民共和国固体废物污染防治法（2004 年 12 月 29 日修订）

— 中华人民共和国水土保持法（2010 年 12 月 25 日修订）

— 中华人民共和国海洋环境保护法（1999 年 12 月）

— 中华人民共和国海域使用管理法（2002 年 1 月 1 日）

— 中华人民共和国自然保护区条例（1994 年 12 月 1 日）

— 海洋自然保护区管理办法（1995 年 5 月 29 日）

— 中华人民共和国突发事件应对法（2007 年 11 月 1 日）

— 建设项目环境保护管理条例（1998 年 11 月，国务院令第 253 号）

— 放射性物品运输管理条例（2009 年 9 月，国务院令第 562 号）

— 建设项目环境影响评价分类管理名录（2008 年 8 月，环境保护部令第 2 号）

— 近岸海域环境功能区管理办法（1999 年 12 月，原国家环保总局令第 8 号）

— 中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例（2008 年 1 月修订，国务院令第 507 号）

— 中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例（1990 年 6 月，国务院令第 61 号）

— 核电厂厂址选择安全规定（HAF101，1991）

— 核电厂设计安全规定（HAF102，2004）

— 核电厂核事故应急管理条例（HAF002，1993 年 8 月）

— 放射性废物安全监督管理规定（HAF401，1997 年 1 月）

（2） 技术标准和导则

— 电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）
— 核动力厂环境辐射防护规定（GB6249-2011）
— 核电厂放射性液态流出物排放技术要求（GB14587-2011）
— 放射性废物管理规定（GB14500-2002）
— 放射性废物分类（GB9133-1995）
— 放射性物质安全运输规程（GB11806-2004）
— 放射性物品运输安全管理条例（国务院令第562号）
— 核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定（GB14589-93）
— 核设施流出物监测的一般规定（GB11217-89）
— 海水水质标准（GB3097-1997）
— 核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求（GB11216-89）
— 核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分（GB/T 17680.1-2008）
— 环境核辐射监测规定（GB12379-90）
— 辐射环境监测技术规范（HJ/T61-2001）
— 环境空气质量标准（GB3095-1996/2012）
— 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）
— 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）
— 声环境质量标准（GB3096-2008）
— 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB12348-2008）
— 建筑施工场界噪声限值（GB12523-90）
— 建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）
— 近岸海域环境监测规范（HJ442-2008）
— 海洋沉积物质量（GB18668-2002）
— 核电厂环境影响报告书的内容和格式（NEPA-RG1）
— 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）
— 法国90万千瓦压水堆核电站系统设计和建造规则RCC-P（1991年版，1995年修订）
— 环境影响评价公众参与暂行办法（环发[2006]28号）
— 关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知（环发[2012]77号）

— 关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知（环发[2012]98号）

1.3.2 相关管理和技术文件

本阶段环境影响报告书编制的主要依据为：

— 关于福建宁德核电一期工程三、四号机组环境影响报告书（设计阶段）的批复（环境保护部，环审[2009]576 号）

— 关于批准颁发宁德核电厂三、四号机组建造许可证的通知（国家核安全局文件，国核安发[2010]1 号）

— 印发国家发展改革委关于核准福建宁德核电一期工程的请示的通知（国家发展和改革委员会文件，发改能源[2008]447 号）

— 国务院关于福建省海洋功能区划（2011-2020 年）的批复（国务院，国函[2012]164 号）

— 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（福建省人民政府文件，闽政文[2011]45 号）

— 福建省人民政府关于调整宁德核电厂近岸海域环境功能区划的批复（福建省人民政府文件，闽政文[2008]25 号）

— 关于宁德核电厂一期工程(4×1000MW)水土保持方案的复函（中华人民共和国水利部，水保函[2008]37 号）

— 关于宁德核电厂一期工程用海面积调整审查意见的函（国家海洋局，国海管字[2008]36 号）

— 宁德核电厂三、四号机组最终安全分析报告（宁德核电有限公司）

— 宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响评价（运行阶段）技术任务书（深圳中广核工程设计有限公司，2012 年 3 月）

— 宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响评价（运行阶段）工作大纲和质量保证大纲（苏州热工研究院有限公司，2013 年 4 月）

— 宁德核电厂三、四号机组十八个月燃料循环项目环境影响评价专项报告（苏州热工研究院有限公司，2013 年 8 月）

上述部分文件见附件A。

1.3.3 评价范围和评价标准

1.3.3.1 评价范围

本报告的评价范围是以宁德核电厂三号机组反应堆为中心，半径 80km 范围的区域，评价的机组为宁德核电厂三、四号两台机组，采用 CPR1000 压水堆核电技术方案，燃料循环按 18 个月换料方案考虑。

1.3.3.2 放射性评价标准

（1） 放射性流出物年排放总量控制值

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）6.2 款规定，核动力厂必须按每堆实施放射性流出物年排放总量的控制。宁德核电厂三、四号机组采用的 CPR1000 核电机组为轻水反应堆，根据 GB6249-2011 的规定，对于 3000MW 热功率的轻水反应堆，其放射性流出物控制值如下：

气载放射性流出物：

— 惰性气体：6×10^{14}Bq/a；

— 碘：2×10^{10}Bq/a；

— 粒子（半衰期≥8d）：5×10^{10}Bq/a；

— 碳 14：7×10^{11}Bq/a；

— 氚：1.5×10^{13}Bq/a。

液态放射性流出物：

— 氚：7.5×10^{13}Bq/a；

— 碳 14：1.5×10^{11}Bq/a；

— 其它核素：5.0×10^{10}Bq/a。

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）6.4 款同时还规定，对于同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量应控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内。对于不同堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量控制值则由审管部门批准。

（2） 液态放射性流出物浓度控制值

宁德核电厂作为滨海厂址，根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）

第 6.8 款的规定，其槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和 C-14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。

（3） 海水中的放射性核素的浓度控制值

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，宁德核电厂运行期间液体放射性流出物排放后，电厂排放口处的水体中部分放射性核素的浓度不应超过以下值：

— ^{60}Co： 0.03Bq/L；

— ^{90}Sr： 4.0Bq/L；

— ^{106}Ru： 0.2Bq/L；

— ^{134}Cs： 0.6Bq/L；

— ^{137}Cs： 0.7Bq/L。

（4） 正常运行期间（包括预计运行事件）的剂量约束值

按照《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值。

根据宁德核电厂的厂址规划容量，本次环境影响评价对于宁德核电厂一期工程四台机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，按 0.16mSv/a 的项目管理目标值进行评价；对于三、四号机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，按 0.08mSv/a 的项目管理目标值进行评价。

（5） 事故工况下的剂量控制值

依据国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）针对设计基准事故的剂量控制要求：

- 在发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下。
- 在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

1.3.3.3 非放射性评价标准

（1） 海水水质

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（闽政〔2011〕45 号），宁德核电厂址所在的海域为“福鼎市东部海域三类区（FJ006-C-II）”，该区域范围北起交椅坪，南至渔井，包括晴川湾大部分海域及过境岛、二跳岛、跳尾岛和小跳尾岛附近海域，中心坐标为 27°3′14.76″N，120°18′18.0″E，面积为 84.78km^2，主导功能为“一般工业用水区”，辅助功能为“纳污、旅游”，水质目标为二类水质标准（水温执行三类海水水质标准）。此外，根据福建省人民政府“福建省人民政府关于同意调整宁德核电项目附近近岸海域环境功能区划的批复”（闽政文[2008]25 号）的规定，厂址附近 11.67km^2 范围海域为温排水混合区，对于人为造成的海水温升，不执行海水水质标准。厂址附近近岸海域环境功能区划详见图 1.3-1。

（2） 生活污水

宁德核电厂的生活污水按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准处理达标后排放，主要项目的控制值为：

— 悬浮物：20mg/L；

— BOD_5：20mg/L；

— COD_{cr} ：60mg/L；

— 氨氮：8（15）mg/L；8mg/L 为水温>12℃时的控制指标，15mg/L 为水温≤12℃时的控制指标；

— 动植物油：3mg/L；

— 磷酸盐：1mg/L；

— pH：6~9。

（3） 噪声

—厂界噪声

2012 年 7 月 1 日前的施工期间厂界噪声执行《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-90）中土石方施工阶段的噪声限值：昼间 75dB（A）；夜间 55dB（A）。2012 年 7 月 1 日起执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼间 70dB（A）；夜间 55dB（A）。

电厂运行期间厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准：昼间 65dB（A）；夜间 55dB（A）。

—环境噪声

环境敏感点噪声执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类标准：昼间 55dB（A）；夜间 45dB（A）。

（4） 废气

宁德核电厂目前空气质量仍执行国家标准《环境空气质量标准》（GB3095-1996）以及修改单中的二级标准的浓度限值。主要污染物的浓度限值分别为：TSP 日均浓度为 0.30mg/m^3，PM_{10} 日均浓度为 0.15mg/m^3，SO_2 的小时浓度为 0.50mg/m^3，NO_2 的小时浓度为 0.24mg/m^3。

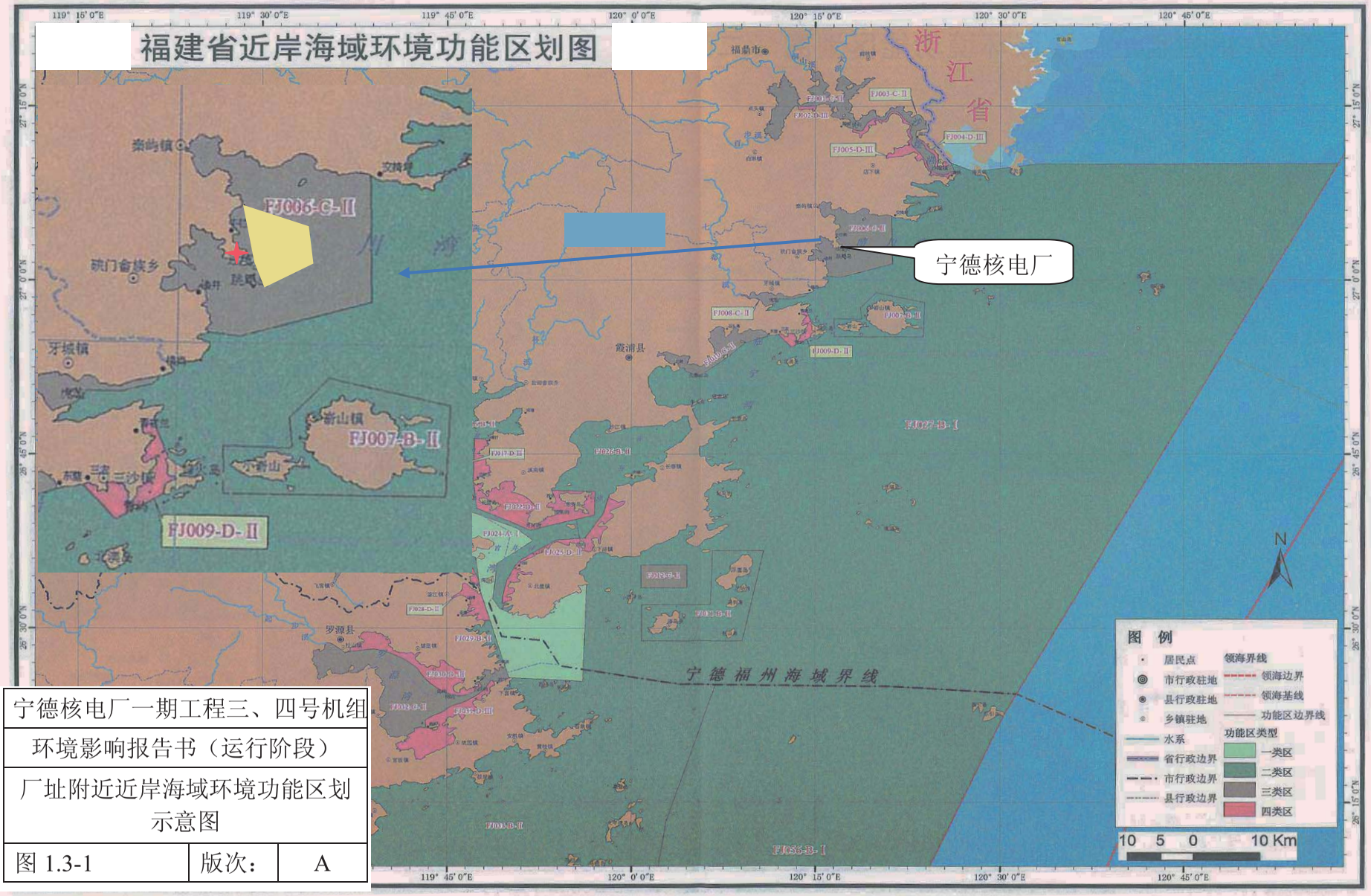
2016 年 1 月 1 日起，宁德核电厂区域空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准浓度限值。主要污染物的浓度限值分别为：TSP 日均浓度为 0.30mg/m^3，PM_{10} 日均浓度为 0.15mg/m^3，SO_2 的小时浓度为 0.50mg/m^3，NO_2 的小时浓度为 0.20mg/m^3。

（5） 电磁辐射

宁德核电厂电磁辐射的环境影响执行《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）中的相关限值：

— 工频电场：4kV/m（离地面 1.5m 高度）；

— 工频磁场：0.1mT。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近近岸海域环境功能区划示意图		
图 1.3-1	版次：	A

1.4 放射性流出物年排放申请值

表

表 1.4-1 宁德核电厂四台机组放射性流出物年排放申请值

1.4 放射性流出物年排放量申请值

核电厂营运单位在首次装料前必须向国家环境保护部申请核电厂运行后放射性流出物的年排放量，经批准后作为核电厂运行后开展排放管理的技术依据。

根据核电厂“四个统一”的原则，结合国家环境保护部针对运行阶段核电厂放射性流出物年排放量的申请要求，考虑了宁德核电厂三、四号机组运行后，全厂四台机组对于放射性流出物排放量的申请值按照以下原则进行确定：

— 满足国家和地方相关法律法规要求；

— 核电厂放射性流出物的排放不仅与电厂的系统设计有关，同时也与电厂运行负荷、管理水平等因素密切相关。参考目前国内运行同类机组的经验，并考虑宁德核电厂运行初期的实际情况，三、四号机组运行后，宁德核电厂全厂申请流出物排放量方案如下：气载 ^{3}H、^{14}C 和液态 ^{3}H、^{14}C 申请值为机组设计值，除 ^{3}H 和 ^{14}C 外其它各类流出物排放量为机组设计值的 90%。

表 1.4-1 给出了全厂放射性流出物的年排放量申请值。

表 1.4-1　宁德核电厂放射性流出物年排放申请值

气载流出物					液态流出物		
惰性气体	碘	粒子	C-14	氚	氚	C-14	其余核素
1100TBq	11.8GBq	6.12GBq	1.48TBq	19.4TBq	175TBq	200GBq	118GBq

1.5 对设计阶段环境影响报告书审批时遗留问题落实情况的跟踪

图

图 1.5-1 宁德核电厂固废辅助/贮存厂房（QS/QT）
图 1.5-2 宁德核电厂放射性废油贮存厂房（QR）
图 1.5-3 宁德核电厂一、二号机组的放射性废液贮存厂房（QA/QB）
图 1.5-4 宁德核电厂三、四号机组的放射性废液贮存厂房（QA/QB）

1.5 对设计阶段环境影响报告书审批时遗留问题落实情况的跟踪

2009 年 12 月 30 日，国家环境保护部对《福建宁德核电一期工程三、四号机组环境影响报告书（设计阶段）》进行了批复（环审[2009]576 号）：“宁德核电厂厂址位于福建省宁德市辖福鼎市太姥山镇备湾村，一期工程建设 4 台二代改进型百万千瓦核电机组，本次批复建设一期工程三、四号两台机组”。2010 年 1 月 5 日，国家核安全局批准颁发了宁德核电厂三、四号机组的建造许可证（国核安发[2010]1 号），批准宁德核电厂三号机组核岛基础浇筑第一罐混凝土。

在上述设计阶段环境影响评审过程和批复意见中，国务院环境保护主管部门要求对宁德核电厂三、四号机组设计阶段的遗留问题开展进一步工作，相关内容如下：

（1）应重视核电厂运行期间的温排水影响，落实监测手段，采取必要措施保护厂址附近海洋生态资源。

宁德核电厂已于 2012 年 12 月与环境保护部卫星环境应用中心签订了温排水监测合同。监测工作自 2013 年开始，将一直持续至一期工程 4 台机组均满功率运行后。监测方案采用卫星遥感影像调查方法，同时结合海域温度场实测，开展星地同步试验。监测和分析报告为年度报告制度，预计 2014 年 3~4 月提交第一次年度总结报告。

通过正在开展的上述温排水监测工作，宁德核电厂可全面监控电厂运行期间的温排水影响范围和影响程度，及时发现海域温度场的变化特征，采取相关措施保护厂址附近海洋生态资源。

（2）应兼顾正常运行期间和应急期间的环境监测能力，进一步优化环境实验室设计，及时提交环境实验室设计优化报告。

环境实验室优化设计报告已提交。在《宁德核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段）》评审过程中，按照专家评审和 PF 改进要求，电厂对环境监测设施包括环境实验室进行了进一步的优化和改进，具体内容如下：

– 在环境实验室增加 1 台 γ 谱仪

宁德核电厂环境实验室与应急指挥中心合建，在应急指挥中心的一楼设置有一间 4m×5.2m 的房间，原设计供放置两台 HPGe γ 谱仪，新增加的 1 台 γ 谱仪也放在该房间，其应急供电和可居留性均有一定保障，可满足事故情况下的应急环境监测要求，该项改进已实施完成。

– 适当增加 KRS 站位数量

通过对宁德核电厂现有 KRS 厂内布点和厂外布点进行重新分析，确定增加 3 个厂内站，1 个厂外站，宁德核电厂 KRS 布点分布图见第七章相关内容。该项改进已实施完成。

– KRS 站点失效替代方案

在极端外部条件下导致固定式环境监测站点设备长期失效时，需尽快投入移动式监测设备，其具体操作流程为：由负责应急环境监测的相关工作人员通过环境监测车等运输工具将移动式监测设备快速运输到指定的环境监测站点（一般与原环境监测站点重合，若原环境监测站点被摧毁或不可用，可在其临近选择合适的临时监测位置快速替代），移动式监测设备在搬运下车后需迅速安装启动（一般要求每台移动式监测设备的安装与启动时间控制在 10~15 分钟以内）。同时位于 EM 楼的数据接收终端启用，接收已成功安装的移动式环境监测站点的监测数据，经处理后通过原 KRS-KCC 通信端口将信息发送至 KCC 系统，为核电厂应急指挥决策提供一定的依据。改进方案实施后，宁德核电厂陆域放射性环境监测在布点的合理性与代表性以及监测站点的有效性等方面将得到有效的改善，满足事故情况下的陆域放射性环境监测的需求。初期考虑增加 13 套便携式移动监测设备。

– 在应急指挥中心内增加设置备用的应急 KRS 数据处理中心

鉴于应急指挥中心的抗震性能高于环境实验室，在应急指挥中心增加相应设备，构建应急 KRS 数据处理中心，实现环境辐射连续监测数据的接收、存储和读取处理功能，将在一定程度上提高事故情况下 KRS 系统的可用性。

（3）按审评中的承诺及时提交源项、废物最小化、规划限制区控制情况等分析论证报告。

相关源项和废物最小化报告已提交，内容详见第三章系统章节。

根据相关要求，福建省人民政府已经编制了《福建省核电厂规划限制区管理办法》（草案征求意见稿），并于 2012 年 5 月和 9 月对该办法进行了征求意见和修改公示，目前正上报省常委会审核，待审核后颁布施行。《福建省核电厂规划限制区管理办法》对规划限制区范围确定、人口规模管理、建设项目管理制度、毗邻海域管理等四个方面内容进行了规定，宁德核电厂规划限制区的管理要求可得以最终落实。

（4）2013 年 5 月 30 日前保证放射性固体废物处理系统（TES）、废物辅助厂房（QS）、废物储存库厂房（QT）和低放射性的废油暂存库厂房（QR）可用。

一、二号机组的放射性固体废物处理系统（TES）、全厂共用的废物辅助厂房（QS）、废物储存库厂房（QT）和低放射性的废油暂存库厂房（QR）目前均已建成可用，福建宁德核电有限公司已向国家核安全局提交了项目完工报告。各厂房建设情况见图1.5-1 和 1.5-2。

另外，三废处理系统中一、二号机组的放射性废液贮存罐（QA/QB）已建成（见图 1.5-3），三、四号机组的放射性废液贮存罐（QA/QB）正在建设之中（见图 1.5-4）。

（5）在 2013 年 12 月 30 日前具备液态流出物中 ^{90}Sr 和 ^{14}C 的监测能力。

目前电厂已具备了液态流出物中 Sr-90 和 C-14 的监测能力，于 2013 年 12 月向国家核安全局提交了液态流出物中 Sr-90 和 C-14 分析方法建立的完工报告。

（6）切实加强现场施工的环境监测工作。

宁德核电厂非常重视施工期间的环境监测工作，分别委托了宁德市环境监测站和国家海洋局闽东海洋环境监测中心站对施工期间的陆域和海域环境进行监测，监测自施工期开始持续至施工期结束，定期提交监测分析报告，全面反映电厂施工过程对周围环境造成的影响。

（7）进一步完善核电厂流出物监测，有效控制放射性流出物排放。

宁德核电厂在一、二号机组首次装料环评审评后，按照专家审评意见和要求对流出物监测大纲进行了补充和完善，最新的流出物监测大纲详见第七章。







宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂固废辅助/贮存厂房（QS/QT）		
图 1.5-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂放射性废油贮存厂房（QR）		
图 1.5-2	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂一、二号机组放射性废液贮存厂房（QA/QB）		
图 1.5-3	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂三、四号机组放射性废液贮存厂房（QA/QB）		
图 1.5-4	版次：	A

1.6 核电厂配套工程（设施）环评开展及批复情况

电厂配套工程或设施的环评除绝大部分已包含在宁德核电厂主体工程环评中以外，小部分单独进行了环评。单独进行环评的配套工程或设施如下：

—辐射计量标定室（AM）、放射源贮存库（EN）等 8 个涉源场所由于涉及放射性源的存储或使用，单独开展了放射源环评，已获取福建省环境保护厅的批复。

—宁德核电厂应急公路工程单独开展了环评，已获取了宁德市海洋渔业局的核准（宁海渔[2010]46 号文）和宁德市环保局的批复（宁市环监[2009]12 号）。

—宁德核电～树兜 220kV 线路工程单独开展了环评，已获得福建省环保厅的批复（闽环辐评[2012]74 号）。

—宁德核电 220kV 施工电源工程（霞浦岚后～宁德核电 220kV 线路工程）单独开展了环评，已获得福建省环保厅的批复。

—宁德核电厂 500kV 送出输变电工程单独开展了环评，该工程的建设单位为福建省电力有限公司，已获得福建省环保厅的批复。

第二章　厂址与环境

2.1　厂址地理位置

2.2　人口分布

2.3　土地利用及资源概况

2.4　气象

2.5　水文

2.6　地质地震

2.7　环境质量现状

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

2.1.2 厂址边界

2.1.3 厂址附近居民点及环境敏感目标

图

图 2.1-1 宁德核电厂地理位置
图 2.1-2 宁德核电厂厂界征地范围
图 2.1-3 宁德核电厂规划限制区边界及与周围外环境关系图

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

宁德核电厂厂址位于福建省宁德市辖福鼎市太姥山镇（秦屿镇已于 2011 年 10 月正式改名为太姥山镇）牛栏岗的备湾自然村，邻近闽浙边界。厂址东临东海，南侧和北侧分别为文渡湾和晴川湾，西北侧为低山丘陵地形的备湾山，整个厂址由高度为 143m 的备湾山东南段以及邻近的 3 个小岛（过境岛、二跳岛和跳尾岛）构成。

宁德核电厂厂址距离闽浙省界（厂址 NE 方位）的最近距离约 20km，周围的主要城镇包括：宁德市区位于厂址 WSW 方位约 86km 处，福州市区位于厂址 SSW 方位约 145km，温州市区位于厂址 NNE 方位约 115km 处，福鼎市区位于厂址 NNW 方位约 32km，霞浦县城位于厂址 SW 方位约 34km，浙江省苍南县城位于厂址 N 方位约 51km。

宁德核电厂一期工程四台反应堆机组由过境岛东北至西南布置。电厂一号机组已于 2013 年 4 月 15 日投产运行，二号机组已于 11 月 14 日完成首炉装料。电厂一期工程三、四号机组反应堆厂房中心坐标为（1954 北京坐标值）：

— 三号反应堆：（X＝2992713.464，Y＝528243.564）；

— 四号反应堆：（X＝2992670.554，Y＝528165.820）。

宁德核电厂的厂址地理位置见图 2.1-1。

2.1.2 厂址边界

宁德核电厂为多堆厂址，采用“一次场平，分期建设”的模式，其征地在场平前一次完成，厂区总征地面积为 441.30ha，其中陆域 158.83ha，海域 282.47ha。图 2.1-2 给出了宁德核电厂的征地范围。

根据宁德核电厂厂址周围环境特征、选址假想事故的后果计算，确定了以厂区征地边界作为非居住区边界。根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，非居住区边界距反应堆的距离不得小于 500m，由图 2.1-2 可见，宁德核电厂各反应堆半径 500m 范围均包络在核电厂的征地边界内，电厂业主未来可对非居住区实施有效的控制。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，在宁德核电厂厂址周围将设置半径为 5km 的规划限制区。

根据相关要求，福建省人民政府已经编制了《福建省核电厂规划限制区管理办法》（草案征求意见稿），并于 2012 年 5 月和 9 月对该办法进行了征求意见和修改公示，目前正上报省常委会审核，待审核后颁布施行。《福建省核电厂规划限制区管理办法》对规划限制区范围确定、人口规模管理、建设项目管理制度、毗邻海域管理等四个方面内容进行了规定，待正式出台后，宁德核电厂规划限制区将得以最终落实。

图 2.1-3 给出了宁德核电厂的规划限制区边界。

2.1.3 厂址附近居民点及环境敏感目标

离厂址最近的自然村为牛栏岗村南礁澳（即南招岙），位于 NW 方位约 2.2km 处，截止 2012 年底共有 153 人。

离厂址最近的工业区是文渡工业项目区，该工业区位于厂址 WNW 方位约 3~5km 处，整个工业区规划总面积 4.94km^2（约 7500 亩）。企业类型以机电、食品、印刷器材、皮革及小型化工企业为主。工业区内目前现有投产企业为 35 家，人口约 5400 人，主要为来自于四川、贵州等地的打工人员。

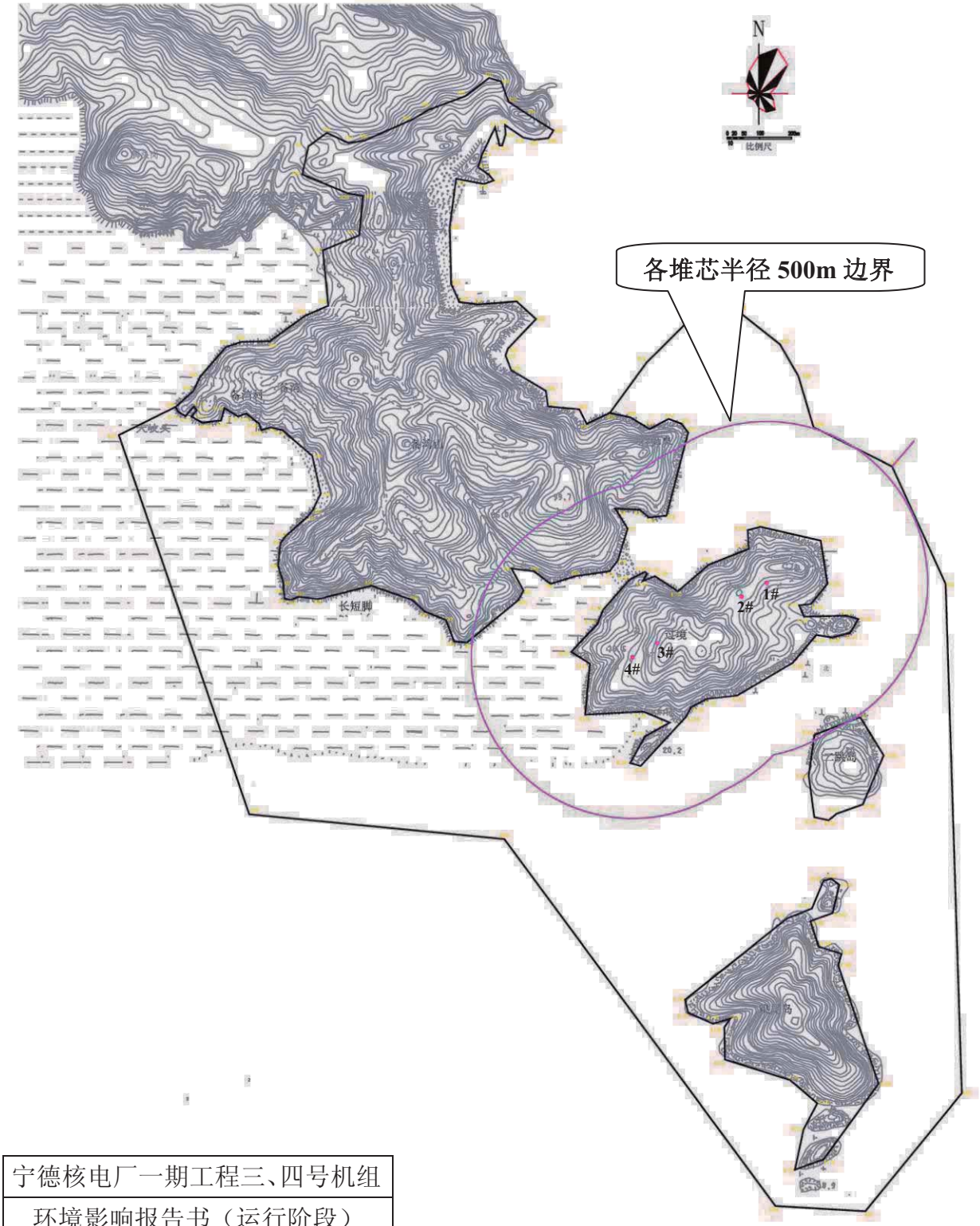
规划中的渔井围垦工程，紧邻厂址边界，围垦总面积约为 1.14 万亩，围垦区将开发成以农业种植为主，结合水产养殖、工商贸加工为一体的现代农、渔商品生产和出口基地。

厂址周边的文渡湾和晴川湾内分布有海水养殖。目前，离厂址最近的海水养殖区是位于厂址 W 方向约 3.5km 的青湾水产养殖区，包括浅海和滩涂养殖，主要养殖紫菜、跳鱼、海蛎和青蟹。原距离厂址最近的牛栏岗水产养殖区已被电厂征用，牛栏岗附近海域现不属于养殖区。

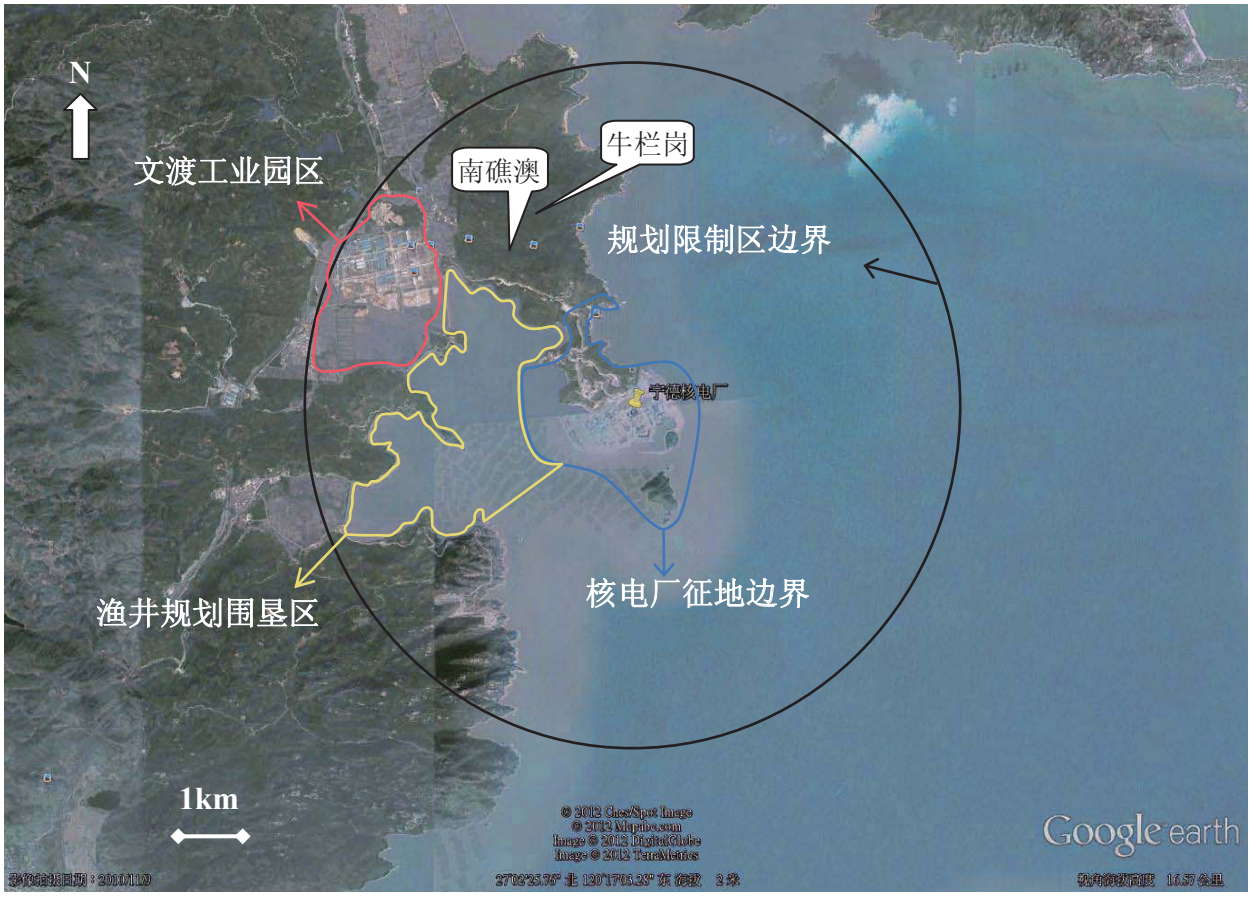
图 2.1-3 给出了宁德核电厂与周围外环境关系图。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂地理位置		
图 2.1-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂厂界征地范围		
图 2.1-2	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂规划限制区边界及与周围外环境关系图		
图 2.1-3	版次：	A

2.2 人口分布

2.2.1 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2 厂址附近重要居民点和人口数

2.2.3 流动人口

2.2.4 居民的年龄构成

2.2.5 居民的生活习惯

2.2.6 参考资料

表

表 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区现有人口分布（2012 年）
表 2.2-2 人口自然增长率预测值（略）
表 2.2-3 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2014 年）
表 2.2-4 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2024 年）
表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2034 年）
表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2044 年）
表 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2054 年）
表 2.2-8 厂址半径 5km 范围内的居民点分布
表 2.2-9 厂址半径 15km 范围内千人以上的重要居民点分布
表 2.2-10 厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心分布
表 2.2-11 厂址半径 15km 范围内各乡镇的流动人口情况
表 2.2-12 厂址所在评价区域内居民各年龄组的构成情况
表 2.2-13 评价区内居民食物消费量

图

图 2.2-1　厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2012 年）
图 2.2-2　厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2014 年）
图 2.2-3　厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2024 年）
图 2.2-4　厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2034 年）
图 2.2-5　厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2044 年）
图 2.2-6　厂址半径 80km 范围内各子区预期人口分布图（2054 年）
图 2.2-7　厂址半径 5km 范围内居民点分布示意图（略）
图 2.2-8　厂址半径 15km 范围内千人以上重要居民点的分布示意图
图 2.2-9　厂址半径 80km 范围内人口中心分布示意图

2.2 人口分布

宁德核电厂厂址半径 80km 评价区范围内包括福建省宁德市所辖的福鼎市、霞浦县、柘荣县、福安市、寿宁县和蕉城区，福州市所辖的罗源县，以及浙江省温州市所辖的文成县、泰顺县、平阳县和苍南县，共涉及 2 个省 3 个地区的 11 个县市区。

本报告书中厂址评价区内的人口分布数据采用2013年度开展的宁德核电厂厂址环境调查成果，其数据来源于上述相关县市区的统计年鉴、厂址半径 15km 范围内涉及的相关乡镇的农业统计报表，以及当地派出所的统计资料和现场实地调查的资料，上述相关资料统计时间截止到 2012 年底。

按照《核电厂环境影响报告书的内容和格式》NEPA-RG1 的要求，厂址半径 80km 评价区范围以宁德核电厂三号机组反应堆为中心，划分半径为 1，2，3，5，10，20，30，40，50，60，70 和 80km 的同心圆，辐向的罗盘方位为扇形区中心线，划分成 16 个方位，评价区共有 192 个子区。

2.2.1 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 80km 范围内的人口分布

宁德核电厂厂址半径 80km 评价区范围内，截至 2012 年底的总人口数为 4651794 人，人口主要分布在厂址 N 方位以及 NNE 方位，两个方位的人口总数为 2129331，占评价区总人口的 45.8%。

按评价区面积进行计算，宁德核电厂厂址半径 80km 评价区范围内的平均人口密度为 231 人/km^2，低于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km^2，也低于宁德市同期（2012 年）的平均人口密度 255 人/km^2。

厂址半径 80km 范围内的人口分布详见表 2.2-1 和图 2.2-1。

2.2.1.2 厂址半径 80km 范围内的预期人口分布

根据《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）的要求，对核电厂投运及电厂寿期内（每隔十年）的人口数量进行预测，表 2.2-2 给出了福建省和浙江省温州市的年平均人口预期增长率。

宁德核电厂三号机组预计 2014 年建成发电，电厂设计寿期为 40 年。由此推算三

号机组运行第一年（2014 年）以及寿期内每隔 10 年，即 2024 年、2034 年、2044 年、2054 年厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布。

人口预测以 2012 年底人口数据为基础，预测人口采用指数增长公式计算：

$$N = N_0 e^{rt}$$

式中：N：预期人口数（人）；

N_0：现有人口数（人）；

r：预期年平均人口增长率（‰）；

t：N 与 N_0 之间的时间间隔（年）。

根据上述的人口预测计算模式以及人口预期增长率进行人口预测。评价范围内浙江省温州地区的县市采用浙江省温州市平均人口预期增长率预测，其余均采用福建省人口预期增长率预测，对于 2050 年以后的人口增长率则保守采用零增长进行预测。预测结果表明：2014 年宁德核电厂三号机组投产当年，厂址半径 80km 范围内的总人口数为 4849420 人，各子区的人口分布情况详见表 2.2-3 和图 2.2-2。

核电厂运行寿期内 2024 年、2034 年、2044 年、2054 年厂址半径 80km 范围内的总人口数分别为 4898493 人、4839738 人、4688664 人、4668437 人。各子区的人口分布情况见表 2.2-4~表 2.2-7 和图 2.2-3~2.2-6。

2.2.2 厂址附近重要居民点和人口数

2.2.2.1 厂址半径 5km 范围内的居民点

宁德核电厂厂址半径 5km 范围内涉及太姥山镇（即秦屿镇）所辖的牛栏岗、东埕和蒙湾，以及硖门乡所辖的斗门头、渔井、秦石和青湾共 7 个行政村的 26 个自然村。截止 2012 年底，共有人口 6298 人，平均人口密度为 42 人/km^2。厂址半径 5km 范围内没有万人以上的居民点。

厂址半径 5km 范围内离厂址最近的居民点为牛栏岗行政村下辖的南招岙自然村，位于厂址 NW 方位约 2.2km 处，截止 2012 年底共有人口 153 人。

厂址半径 5km 范围内人口最多的居民点是位于厂址 SW 方位约 2.8km 处的硖门乡渔井村下辖的渔井自然村，2012 年底的人口数为 1162 人；其次是位于厂址 NNW 方位

约 4.1km 处的蒙湾村下辖的蒙湾自然村，有人口 599 人。

表 2.2-8 给出了厂址半径 5km 范围内各居民点的方位、距离和人口数。

图 2.2-7 给出了厂址半径 5km 范围内各居民点的分布情况。

2.2.2.2 厂址半径 15km 范围内的重要居民点

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内涉及到福鼎市和霞浦县 2 个市县的 7 个乡镇，包括福鼎市的太姥山镇、硖门乡、店下镇、沙埕镇和嵛山镇，以及霞浦县的牙城镇和三沙镇，共涉及千人以上居民点 61 个，其中人口数最多的居民点是位于厂址 NNW 方位约 7.7km 处的太姥山镇镇区（包括玉池、康湖、寒碧、金麟和积石五个居委会），人口总数为 21573 人，其次为店下镇东岐村，位于厂址 NNW 方位 15.0km 处，共有人口 5146 人。

宁德核电厂厂址半径 10km 范围内没有超过 10 万人的居民点。

表 2.2-9 给出了厂址半径 15km 范围内的千人以上居民点。

图 2.2-8 给出了厂址半径 15km 范围内千人以上重要居民点的分布示意图。

2.2.2.3 厂址半径 80km 范围内的人口中心

宁德核电厂厂址半径 80km 范围内涉及福建省宁德市和浙江省温州市所辖的 11 个市（县），其中城镇人口超过万人的人口中心有 20 个，超过 5 万人的人口中心有 6 个，超过 10 万人的人口中心 3 个。最近的人口中心是位于厂址 NNW 方位约 8km 处的太姥山镇镇区，有城镇人口 21573 人，最大的人口中心是位于厂址 NNW 方位约 32km 处的福鼎市市区（包括山前、桐城和桐山街道三个街道），共有城镇人口 145851 人，其次是位于厂址 WSW 方位约 34km 处的霞浦县城区（包括松城、松港两个街道），共有城镇人口 134535 人。

表 2.2-10 列出了厂址半径 80km 范围内人口超过万人的人口中心，各人口中心的分布情况见图 2.2-9。

2.2.3 流动人口

流动人口指离开户籍所在地的县、市或者市辖区，短期外出公务、务工、探亲、度假、旅游或季节性、周期性、往返性的人口。流动人口根据流动性可以分为长期流

动人口和短期流动人口，长期流动人口一般指在该地区居住较长的一段时间（如季节性居民和学生）；短期流动性人口如旅游者等。

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内的乡镇主要有福鼎市的太姥山镇、硖门乡、店下镇、沙埕镇和嵛山镇，以及霞浦县的牙城镇和三沙镇的少数行政村，这些乡镇的农民多外出打工，外来的人口多是经商、打工或与渔业有关，并且主要集中在各乡镇的政府所在地以及文渡工业园区；总体上流出人口多于流入人口。

厂址所在的太姥山镇流入人口为 9784 人，流出人口为 4979 人，流入人口大于流出人口，净流入人口为 4805 人，其余各乡镇流出人口均大于流入人口，净流出人口分别在数百至数千人不等。厂址半径 15km 范围内各乡镇的流动人口见表 2.2-11。

厂址 WNW 方位约 3~5km 处的文渡工业园经过几年的发展，目前已经有多个企业进驻园区。截至 2013 年 10 月，园区投产企业为 35 家，人口约 5400 人，另有在建企业 10 家，规划人口约 2000 人。园区内企业中人口主要为外来务工人员，主要来自贵州、四川等地，占总员工数的七八成左右。

厂址所在的福鼎市具有较丰富的旅游资源，厂址半径 15km 范围内的短期流动人口主要是厂址附近牛栏岗旅游度假区和太姥山旅游区接待的游客。太姥山旅游区位于厂址 NW 方位 14km，为国家级风景名胜区，每年约有几十万人次。其中牛栏岗旅游度假区位于厂址 N 方位 1.6km 处，作为海滨浴场，主要是在夏季接待游客，年接待人数约为 10 万人。厂址 5km 范围内除牛栏岗旅游度假区外没有其他风景旅游区。

此外，随着宁德核电厂的建设和运行，厂区内的工作人员和技术服务人员以及工程施工人员均进驻现场建设及办公。截至 2013 年 10 月底，宁德核电有限公司共有员工 1121 人；宁德核电厂进驻现场的各承包商共有工作人员 5296 人，其中华兴、二三、天津和山东公司主要在文渡工业区居住，其他各承包商分别租住于太姥山镇至核电工地各自的生活区及沿途村民房内以及福鼎市区等地。

2.2.4 居民年龄构成

根据厂址所在的福建省以及评价区内所涉及的各县市第六次人口普查资料（2010 年），厂址评价区域内居民各年龄组的构成情况见表 2.2-12。

2.2.5 居民生活习惯

根据厂址半径 80km 评价范围内有关县市和乡镇统计部门收集的城镇和农村居民的食物消费资料，以及厂址近区各村居民生活习惯的现场调查，通过整理分析，厂址80km 评价区内各地居民的饮食习惯基本相同。当地居民主食以大米为主，其次为小麦和薯类，副食品主要为蔬菜、水果、肉类和水产品。评价区居民消费的蔬菜、水果和肉类等多为当地生产。城镇居民肉、蛋、水果等副食品类消费量一般高于农村居民，而粮食消费则低于农村居民，农村居民奶类消费较少。

厂址附近居民饮食消费结构和评价区内居民消费习惯基本相同，而水产品消费量相对较大。厂址近区居民消费的大米、蔬菜、肉、水果等农副产品部分为从当地集市购买，集市所出售产品则以当地周边农村生产为主，奶产品则主要来自外地奶制品企业生产的成品；食入的海产品主要为鱼类，其次有少部分虾、蟹以及贝壳类，其来源主要为养殖和捕捞，主要来自附近海域。

厂址半径 80km 范围内的农村居民食物消费部分来自本子区，部分来自外子区；城镇居民消费的食物大部分由本子区或邻近子区的农村供给，极少部分来自较远子区或评价区以外的子区。

厂址半径 80km 范围内各地居民的食物消费量见表 2.2-13。

本报告附录 B.1 给出了厂址半径 80km 范围内各子区居民的食物消费品种及个人年平均消费量。附录 B.1 还给出了厂址半径 80km 范围内各子区居民个人食物品种来自本子区和评价区的份额。

2.2.6 参考资料

[1] 宁德核电厂二期工程厂址区域环境、人口分布及外部人为事件调查专题报告，苏州热工研究院有限公司，2013 年 12 月。

表 2.2-1　厂址半径 80km 范围内各子区现有人口分布（2012 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	143	2426	14905	48790	41054	82474	85530	287974	103027	666323
NNE	0	0	0	0	2585	26799	27224	71428	78094	466358	631498	159022	1463008
NE	0	0	0	0	2640	21044	44741	29152	13091	126306	0	0	236974
ENE	0	0	0	0	888	3504	56	0	0	0	0	0	4448
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	310	0	0	0	0	0	310
SE	0	0	0	0	16	2294	0	0	0	0	0	0	2310
SSE	0	0	0	0	58	2724	0	0	0	0	0	0	2782
S	0	0	0	0	0	363	0	0	0	0	0	0	363
SSW	0	0	0	0	538	28045	0	28	44038	31235	11157	0	115041
SW	0	0	1162	1062	3272	15264	6053	70445	55402	53578	20443	43268	269949
WSW	0	0	0	162	4848	13209	13156	90177	46980	34420	100111	110236	413299
W	0	0	0	1539	1359	13734	9175	10593	24744	70220	217252	95390	444006
WNW	0	0	0	0	4546	9410	13502	8230	76591	42754	62415	93839	311287
NW	0	0	229	1051	5817	10059	16967	52532	11655	50605	18715	97202	264832
NNW	0	0	284	666	36610	14959	53963	131759	86301	36909	19938	75473	456862
合计	0	0	1675	4623	65603	176313	233937	505398	519370	997915	1369503	777457	4651794

表 2.2-3　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2014 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	146	2471	15183	49701	41914	84014	87127	293351	104951	678858
NNE	0	0	0	0	2728	28283	28631	74258	80945	483385	654554	164828	1517612
NE	0	0	0	0	2786	22209	46423	30216	13569	130737	0	0	245940
ENE	0	0	0	0	937	3698	58	0	0	0	0	0	4693
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	320
SE	0	0	0	0	17	2407	0	0	0	0	0	0	2424
SSE	0	0	0	0	61	2836	0	0	0	0	0	0	2897
S	0	0	0	0	0	370	0	0	0	0	0	0	370
SSW	0	0	0	0	575	29601	0	30	46477	32965	11669	0	121317
SW	0	0	1226	1121	3449	16109	6388	74346	58470	56545	21575	45613	284842
WSW	0	0	0	171	5088	13941	13885	95171	49582	36326	105655	116341	436160
W	0	0	0	1624	1437	14494	9770	11192	26114	74109	229283	100673	468696
WNW	0	0	0	0	4798	9954	14681	8738	80833	45122	65871	99036	329033
NW	0	0	242	1109	6139	10616	18047	55667	12304	52598	19446	100596	276764
NNW	0	0	300	703	38637	15787	56951	139056	90908	38257	20666	78229	479494
合计	0	0	1768	4874	69123	185488	244855	530588	543216	1037171	1422070	810267	4849420

表 2.2-4　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2024 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	151	2560	15730	51492	43232	87041	90267	303922	108733	703128
NNE	0	0	0	0	2756	28570	28877	74384	80994	483675	654947	164927	1519130
NE	0	0	0	0	2814	22435	46556	30234	13577	131181	0	0	246797
ENE	0	0	0	0	947	3736	59	0	0	0	0	0	4742
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	328	0	0	0	0	0	328
SE	0	0	0	0	17	2441	0	0	0	0	0	0	2458
SSE	0	0	0	0	62	2893	0	0	0	0	0	0	2955
S	0	0	0	0	0	383	0	0	0	0	0	0	383
SSW	0	0	0	0	582	29902	0	30	46949	33299	11863	0	122625
SW	0	0	1239	1132	3487	16273	6453	75101	59064	57119	21794	46113	287775
WSW	0	0	0	173	5160	14082	14026	96137	50085	36695	106728	117522	440608
W	0	0	0	1641	1452	14642	9886	11308	26379	74861	231611	101695	473475
WNW	0	0	0	0	4846	10059	14909	8836	81653	45580	66540	100041	332464
NW	0	0	244	1120	6201	10724	18256	56274	12401	52681	19514	101714	279129
NNW	0	0	303	710	39030	15948	57530	140467	91274	38280	20678	78276	482496
合计	0	0	1786	4927	69914	187818	248372	536003	549417	1043638	1437597	819021	4898493

表 2.2-5　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布 （2034 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	152	2586	15890	52015	43475	87925	91183	307007	109836	710069
NNE	0	0	0	0	2739	28391	28595	72561	78882	471064	637870	160627	1480729
NE	0	0	0	0	2797	22294	45498	29446	13223	128147	0	0	241405
ENE	0	0	0	0	941	3712	58	0	0	0	0	0	4711
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	330	0	0	0	0	0	330
SE	0	0	0	0	17	2433	0	0	0	0	0	0	2450
SSE	0	0	0	0	61	2893	0	0	0	0	0	0	2954
S	0	0	0	0	0	387	0	0	0	0	0	0	387
SSW	0	0	0	0	577	29714	0	30	46654	33090	11839	0	121904
SW	0	0	1231	1125	3467	16171	6413	74629	58693	56760	21657	45847	285993
WSW	0	0	0	172	5141	13994	13937	95533	49770	36464	106057	116784	437852
W	0	0	0	1630	1443	14550	9814	11235	26214	74391	230156	101056	470489
WNW	0	0	0	0	4816	9993	14766	8775	81140	45293	66122	99413	330318
NW	0	0	243	1113	6163	10656	18125	55895	12220	51375	19097	100342	275229
NNW	0	0	301	706	38785	15848	57168	139585	88870	37281	20139	76235	474918
合计	0	0	1775	4898	69533	186926	246719	531164	543591	1025048	1419944	810140	4839738

表 2.2-6　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布 （2044 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	151	2570	15790	51688	43039	87373	90610	305079	109146	705446
NNE	0	0	0	0	2646	27431	27617	69821	75952	453567	614178	154661	1425873
NE	0	0	0	0	2702	21540	43880	28352	12732	123720	0	0	232926
ENE	0	0	0	0	909	3587	57	0	0	0	0	0	4553
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	324	0	0	0	0	0	324
SE	0	0	0	0	16	2362	0	0	0	0	0	0	2378
SSE	0	0	0	0	59	2826	0	0	0	0	0	0	2885
S	0	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	385
SSW	0	0	0	0	554	28707	0	29	45076	31971	11524	0	117861
SW	0	0	1189	1087	3353	15624	6196	72106	56708	54841	20925	44338	276367
WSW	0	0	0	166	4990	13520	13466	92303	48087	35231	102471	112835	423069
W	0	0	0	1575	1392	14058	9428	10848	25327	71875	222373	97639	454515
WNW	0	0	0	0	4653	9642	14004	8446	78397	43762	63886	96051	318841
NW	0	0	234	1076	5954	10296	17427	53867	11738	49432	18421	97492	265937
NNW	0	0	291	682	37473	15312	55235	134865	84755	35897	19391	73403	457304
合计	0	0	1714	4737	67271	181080	239322	513676	526145	990906	1378248	785565	4688664

表 2.2-7　厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布 （2054 年）

单位：人

距离（km） 方位	0～1	1～2	2～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	合计
N	0	0	0	146	2483	15256	49940	41899	84418	87546	294763	105456	681907
NNE	0	0	0	0	2585	26799	27228	71428	78094	466358	631498	159022	1463012
NE	0	0	0	0	2640	21044	44782	29152	13091	126545	0	0	237254
ENE	0	0	0	0	888	3504	56	0	0	0	0	0	4448
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	315	0	0	0	0	0	315
SE	0	0	0	0	16	2303	0	0	0	0	0	0	2319
SSE	0	0	0	0	58	2749	0	0	0	0	0	0	2807
S	0	0	0	0	0	372	0	0	0	0	0	0	372
SSW	0	0	0	0	538	28045	0	28	44038	31235	11225	0	115109
SW	0	0	1162	1062	3275	15264	6053	70445	55402	53578	20443	43301	269985
WSW	0	0	0	162	4866	13209	13156	90177	46980	34420	100111	110236	413317
W	0	0	0	1539	1359	13734	9175	10593	24744	70220	217252	95390	444006
WNW	0	0	0	0	4546	9410	13502	8230	76591	42754	62415	93839	311287
NW	0	0	229	1051	5817	10059	16967	52532	11655	50605	18731	97791	265437
NNW	0	0	284	666	36610	14959	53963	131759	86301	36909	19938	75473	456862
合计	0	0	1675	4626	65681	176707	235137	506243	521314	1000170	1376376	780508	4668437

表 2.2-8　厂址半径 5km 范围内的居民点分布

县/市	乡/镇	行政村	自然村	方位	距离(km)	人口数（人）
福鼎市	太姥山镇	东埕村	东埕	NW	4.2	208
			塘边	NW	4.1	239
			石牌岭	NW	2.7	76
		蒙湾村	洪下	NW	4.6	378
			鸡脚焦	N	3.2	143
			蒙湾	NNW	4.1	599
			牛后	NNW	3.2	67
		牛栏岗村	牛栏岗	NNW	2.4	284
			南招岱	NW	2.2	153
			岭脚	NW	3.2	132
			下斗门	NW	3.3	94
	硖门乡	斗门头村	斗门头	W	4.5	464
			南埕	W	4.8	201
			墘后	W	4.3	124
		青湾村	白沙	W	4.1	120
			赤屿	W	4.0	180
			青湾	W	3.2	450
		秦石	大岗头	SW	4.7	21
		渔井村	岙头	SW	3.3	39
			唱诗岩	SW	4.0	315
			宫边	SW	3.6	178
			坑中	SW	4.1	169
			门楼里	SW	3.6	203
			上下宅	SW	4.4	137
			外下场	WSW	3.9	162
			渔井	SW	2.8	1162
总计						6298

表 2.2-9　厂址半径 15km 范围内千人以上的重要居民点分布

县/市	乡/镇	重要居民点	方位	距离(km)	人口数（人）	县/市	乡/镇	重要居民点	方位	距离(km)	人口数（人）
福鼎市	太姥山镇	才堡村	NW	11.5	2026	福鼎市	店下镇	硋窑村	N	12.8	1736
		斗门村	N	10.4	1618			店下村	NNE	13.8	4706
		瓜园村	NW	9.6	1091			菰北村	NNE	11.8	2985
		建国村	NNW	7.9	4657			岚亭村	N	11.4	2023
		巨口村	NW	5.9	2011			马山村	N	14.7	1702
		孔坪村	WNW	10.5	2462			三佛塔村	N	11.2	2265
		冷城村	NNW	12.1	2068			石牌村	NE	10	2605
		彭坑村	NNW	14.2	1329			溪美村	NNE	13.1	3821
		秦屿村	NNW	7.5	4996			筸筜村	NNE	7.7	2585
		太姥山镇区	NNW	7.7	21573			象山居委会	NNE	14.3	1674
								东岐村	NNE	15.0	5146
		日澳村	N	8.2	1326		沙埕镇	大白鹭村	NE	12.8	1139
		太姥洋村	NW	11.1	1421			敏灶村	NE	11.8	2253
		太阳头村	NNW	14.1	1678			上黄岐村	ENE	11.1	2349
		屯头村	NNW	8.9	1514			水澳村	NE	14.1	1530
		下尾村	NNW	9.5	1495			小白鹭村	NE	14.4	1392
		仙梅村	WNW	8.6	1282	霞浦县	牙城镇	凤阳村	SW	15	1345
		洋里村	NW	9.4	1050			洪山村	WSW	15	2285
		樟岐村	NNW	5.8	1650			东街头村	WNW	14.5	1506
		竹下村	NW	9.7	1560			斗门村	SW	11	1749
	硖门乡	柏洋村	WNW	5.3	2685			后山村	W	12.6	2186
		东稼村	W	11	2088			后洋村	WSW	12.2	1204
		斗门头村	W	5.2	2070			箩伍村	W	13	2070
		秦石村	SW	7.1	1070			梅花村	SW	9.4	1142
		瑞云村	WSW	8.9	1913			前街村	SW	12	2243
		硖门村	WSW	7.1	2935			牙城社区	SW	12.3	1485
	嵛山镇	东角村	SE	13.2	1598			文洋村	WSW	13	1465
		芦竹村	SSE	12.2	1602			西门村	WSW	13.4	2274
霞浦县	三沙镇	青官司村	SSW	10.8	1101			牙城村	SW	12.5	2071
		金洋村	SSW	15.0	2134			枣岭村	W	14	1791
		烽火村	SSW	14.5	1150	—					
		古镇村	SSW	14.0	1724						

表 2.2-10　厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心分布

省	市	县	人口中心	方位角	距离(km)	城镇人口数
福建省	宁德市	福鼎市	福鼎市区（山前、桐城、桐山街道）	NNW	32	145851
			太姥山镇区	NNW	8	21573
		福安市	甘棠镇	WSW	65	15577
			穆阳镇	W	73	15155
			赛岐镇	W	60	27912
			福安市区（罗江、城北、城南、阳头街道）	W	62	90518
		蕉城区	七都镇	WSW	79	12168
		霞浦县	霞浦县城区（松城、松港街道）	WSW	34	134535
			三沙镇	SSW	16	15508
		柘荣县	双城镇（县城）	WNW	43	28288
浙江省	温州市	苍南县	金乡镇	NE	54	21323
			灵溪镇（县城）	NNE	51	96037
			龙港镇	NNE	65	114117
			钱库镇	NNE	56	22867
			宜山镇	NNE	57	14676
		平阳县	昆阳镇	NNE	73	41533
			水头镇	N	65	33645
			萧江镇	NNE	61	12009
			鳌江镇	NNE	67	55548
		泰顺县	罗阳镇（县城）	NW	32	19740

表 2.2-11　厂址半径 15km 范围内各乡镇的流动人口情况

乡镇		方位	距离	流入人口（人）	流出人口（人）	净流出人口（人）
福鼎市	太姥山镇	NNW	8	9784	4979	-4805
	硖门乡	WSW	7	944	3016	2072
	店下镇	NNE	14	862	9617	8755
	嵛山镇	SSE	11	149	969	820
霞浦县	牙城镇	SW	12	1030	4365	3335
	三沙镇	SSW	16	682	1719	1037

表 2.2-12　厂址所在评价区域内居民各年龄组的构成情况

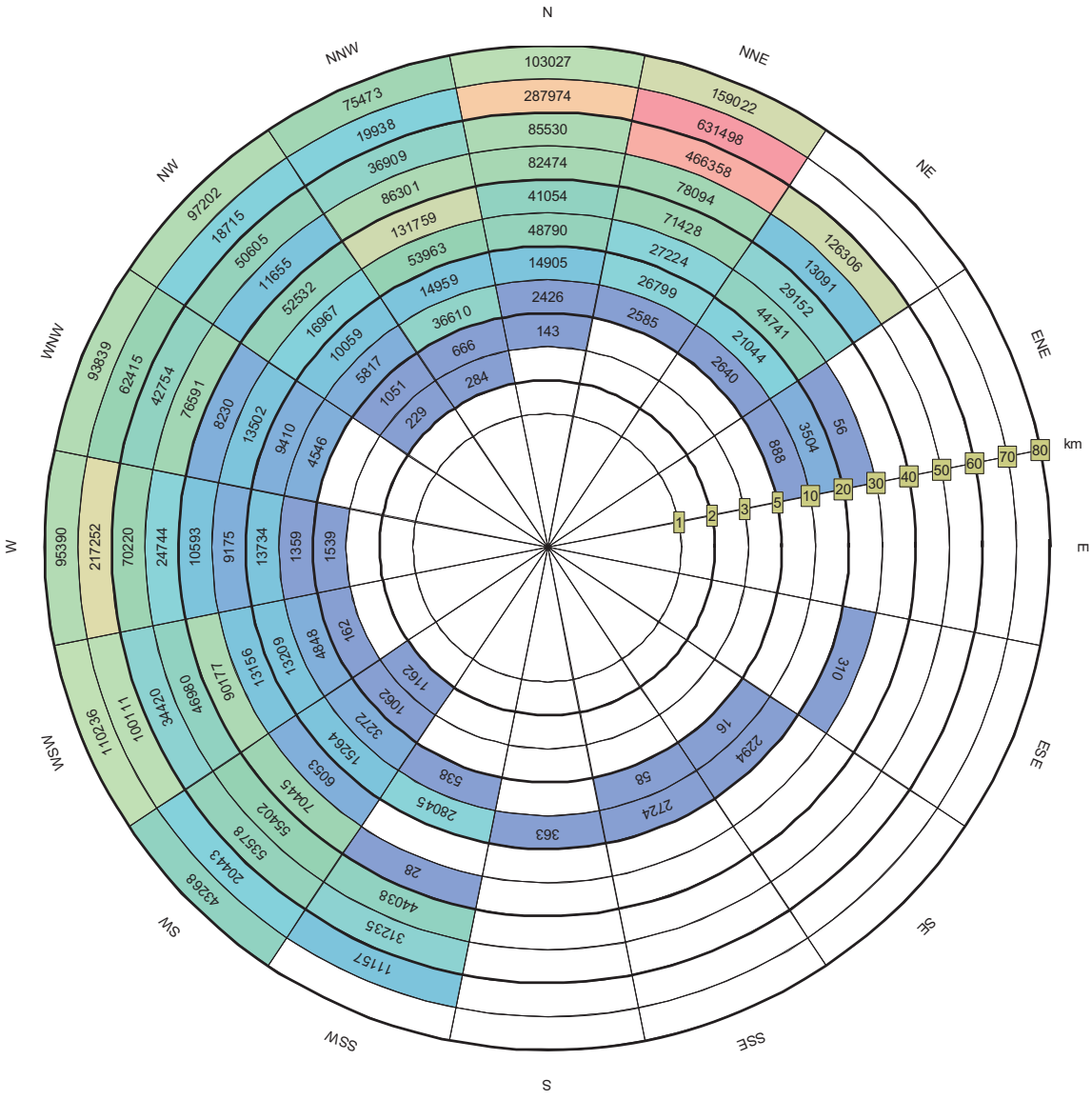
单位：%

地区 年龄段	福建省	宁德市	福鼎市	温州市
≤1 岁	2.27	2.52	2.67	2.24
1～7 岁	6.63	6.81	6.38	6.19
8～17 岁	10.71	11.29	9.69	10.47
17 岁以上	80.39	79.38	81.26	81.10

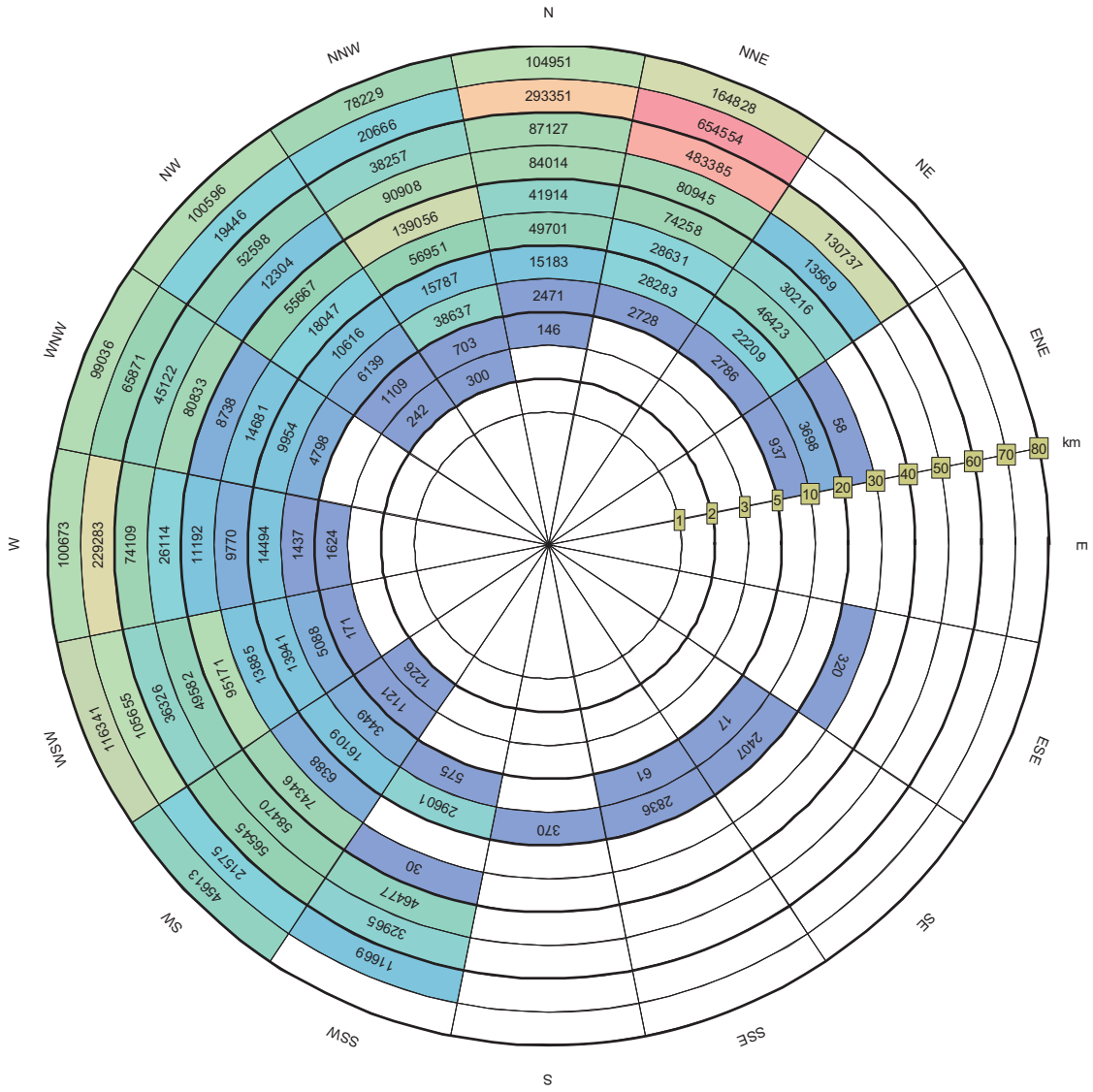
表 2.2-13　评价区内居民食物消费量

单位：kg/a

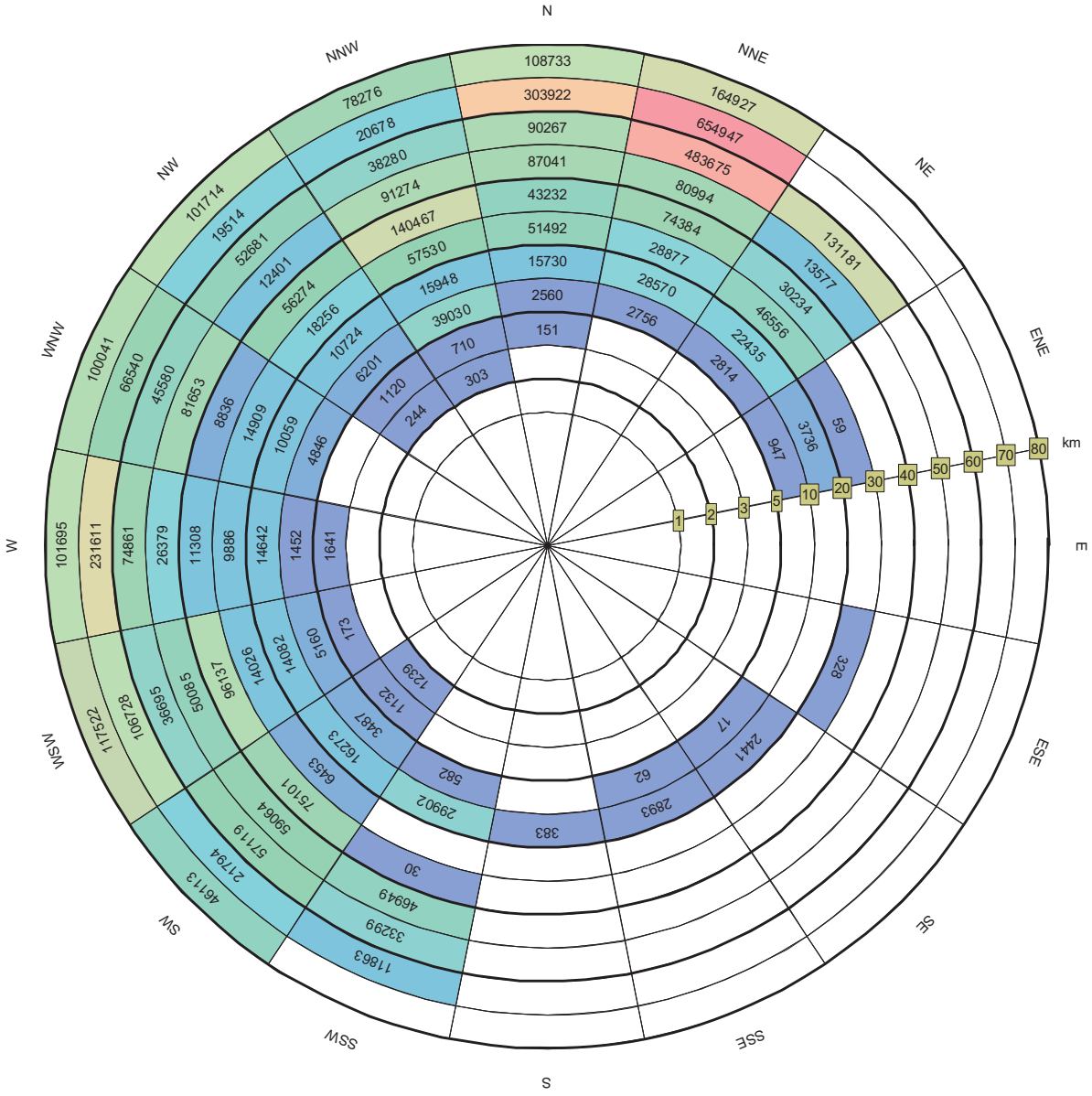
城市	居民类型	粮食	蔬菜	油脂	肉类	蛋类	水果	牛奶	水产品
福建省	城镇	91.7	94.10	8.74	29.55	9.77	49.40	13.93	19.85
	农村	156.25	83.98	7.80	32.65	5.32	18.89	5.77	17.42
宁德市	城镇	83.6	90.8	6.9	35.3	9.6	44.7	11.5	24.7
	农村	172.96	78.2	7.22	29.18	5.51	10.84	—	19.91
福鼎市	城镇	64.2	84.0	5.5	36.3	10.8	37.0	—	25.7
	农村	163.3	44.98	6.93	21.05	7.80	15.12	9.45	28.91
浙江省	城镇	52.11	91.78	8.08	30.15	7.41	55.43	12.16	17.53
	农村	128.6	69.11	8.31	22.85	5.55	16.37	—	14.37
温州市	城镇	49.42	69.29	6.86	26.83	6.41	43.75	5.23	20.18
	农村	119.6	68.92	5.85	22.17	7.46	20.7	2.46	36.14



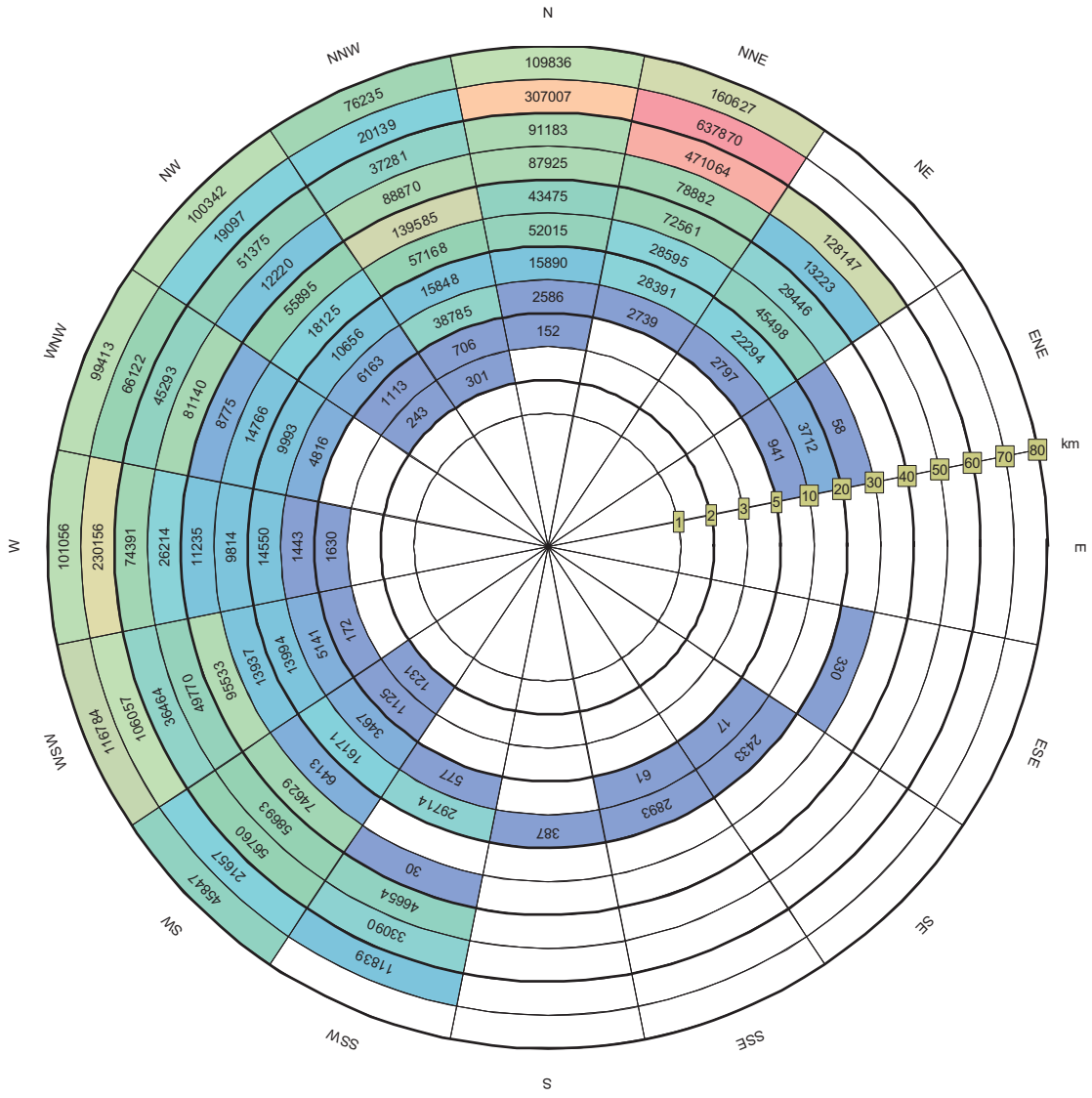
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区人口分布图（2012 年）		
图 2.2-1	版次：	A



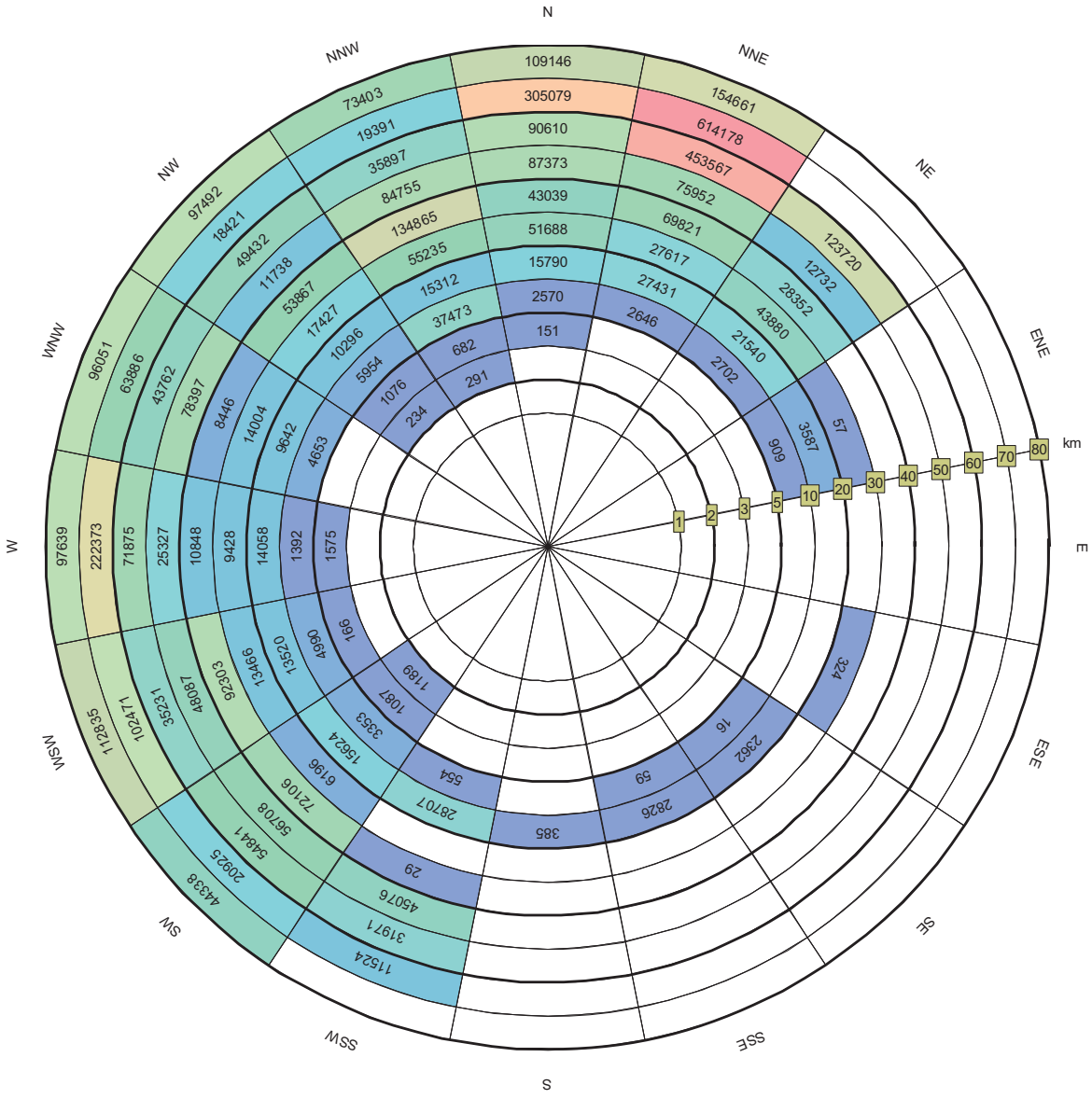
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区预期人口分布图（2014 年）		
图 2.2-2	版次：	A



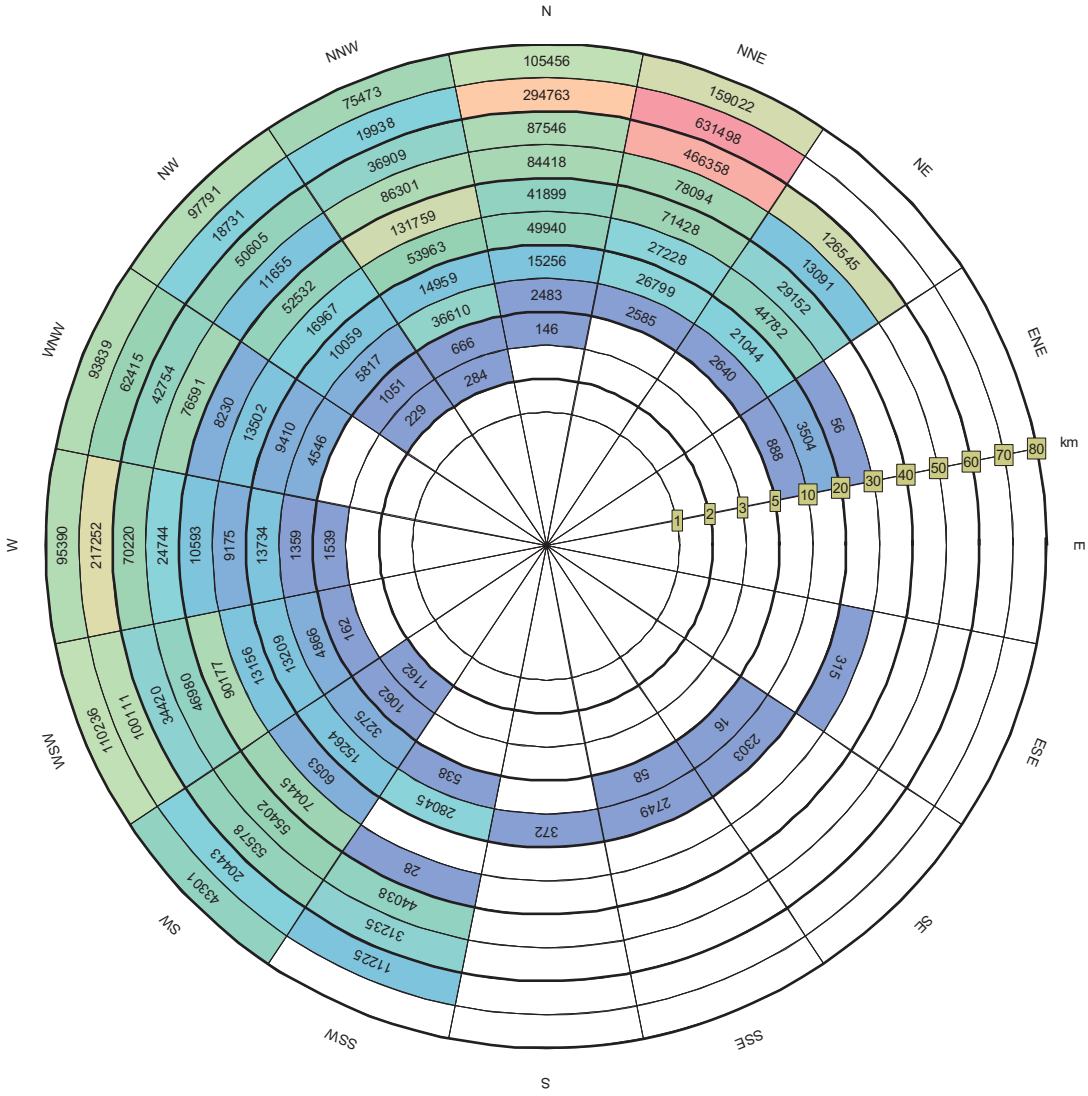
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区预期人口分布图（2024 年）		
图 2.2-3	版次：	A



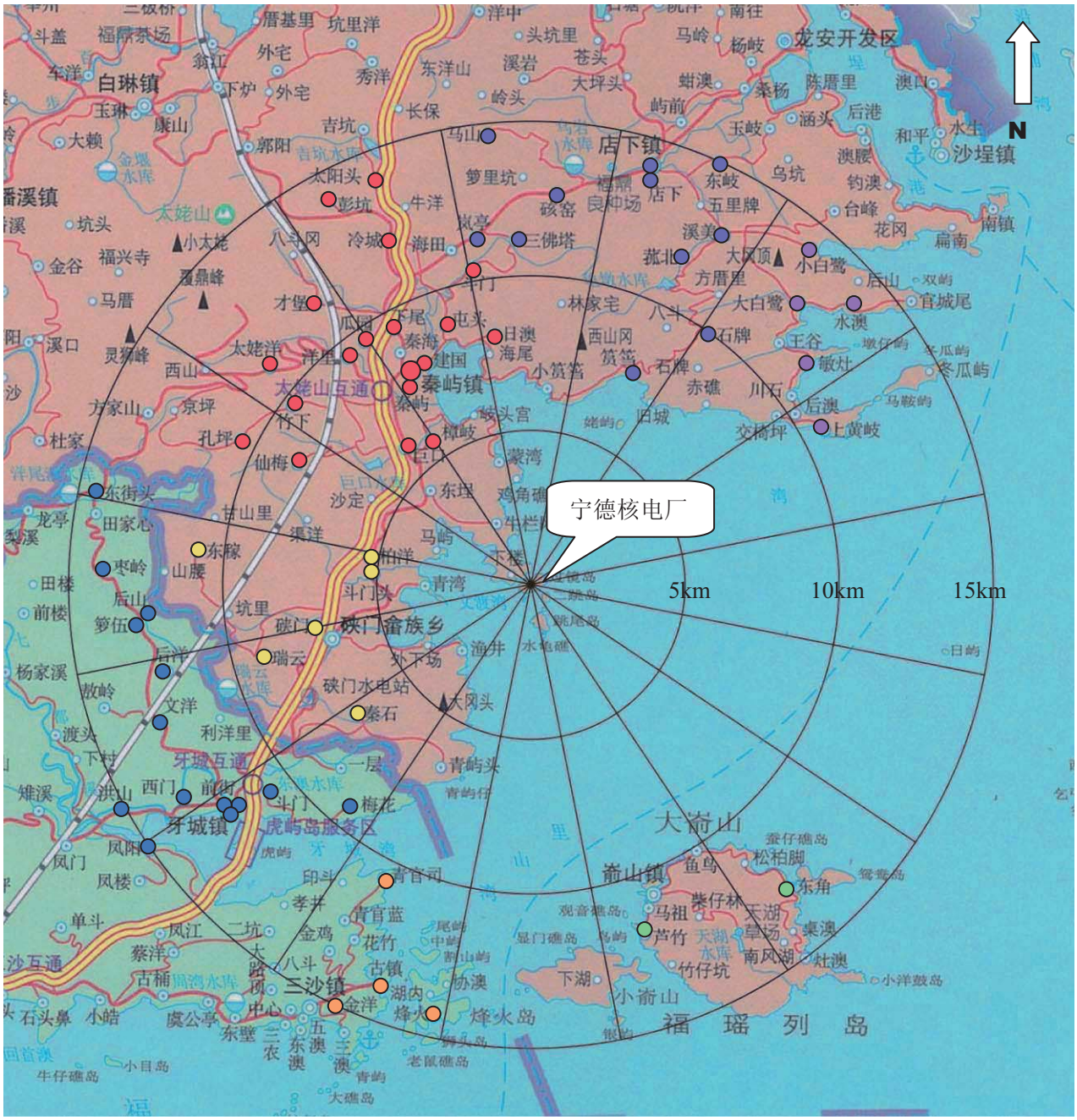
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区预期人口分布图（2034 年）		
图 2.2-4	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区预期人口分布图（2044 年）		
图 2.2-5	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 各子区预期人口分布图（2054 年）		
图 2.2-6	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 15km 范围内 千人以上重要居民点分布示意图		
图 2.2-8	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址半径 80km 范围内 人口中心分布示意图		
图 2.2-9	版次：	A

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 工业、交通、军事和文化设施

2.3.2 居民点和农牧场

2.3.3 农副业资源及陆生资源概况

2.3.4 水产资源及海洋生态概况

2.3.5 赤潮

2.3.6 参考资料

表

表 2.3-1 厂址半径 15km 范围内规模以上企业（略）
表 2.3-2 厂址附近区域码头分布情况
表 2.3-3 厂址半径 15km 范围内中、小学情况
表 2.3-4 厂址半径 5km 范围内各个方位离反应堆最近的居民点
表 2.3-5 厂址半径 15km 范围内各乡镇农作物种植及副业生产情况
表 2.3-6 厂址附近沿海各乡镇的海洋捕捞情况
表 2.3-7 厂址附近海域内各乡镇的海水养概况
表 2.3-8 厂址附近海域内养殖规划汇总
表 2.3-9 评价海域四个季度叶绿素 a 和初级生产力调查结果及环境参数变化（略）
表 2.3-10 厂址附近海域鱼卵和仔、稚鱼数量季节分布情况（均值）（略）
表 2.3-11 各季度月监测调查渔获物种数组成（略）
表 2.3-12 厂址附近近岸海域环境功能区划表

图

图 2.3-1　太姥山镇总体规划图（2011-2030）（略）
图 2.3-2　文渡工业区现状及规划概况（略）
图 2.3-3　福鼎市渔井围垦工程位置及规划示意图（略）
图 2.3-4　厂址附近陆上交通现状和规划示意图（略）
图 2.3-5　厂址附近码头及航线分布示意图（略）
图 2.3-6　厂址附近民用航线分布示意图（略）
图 2.3-7　太姥山风景名胜区总体规划图（略）
图 2.3-8　主要鱼群的生殖和洄游路线
图 2.3-9　厂址附近海域养殖概况图（略）
图 2.3-10　厂址附近海域养殖规划图（略）
图 2.3-11　厂址附近海域海洋生态调查范围和站点分布图
图 2.3-12　厂址附近海域各季浮游植物总细胞密度分布图
图 2.3-13　厂址附近海区浮游动物各季生物量平面分布图
图 2.3-14　厂址附近海域各季鱼卵和仔、稚鱼的数量分布图
图 2.3-15　厂址与海洋生态保护区的相对位置示意图
图 2.3-16　厂址附近的海洋功能区划示意图（略）
图 2.3-17　厂址附近近岸海域环境功能区划示意图

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 工业、交通、军事和文化设施

2.3.1.1 工业

（1） 工矿企业

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内包括福鼎市太姥山镇、硖门乡、店下镇、沙埕镇、嵛山镇以及霞浦县牙城镇和三沙镇的部分行政村，另外还包括文渡工业园区。除文渡工业园区外，中小型工业企业主要集中在各乡镇的镇区。

1） 工矿企业现状

截至 2012 年底，福鼎市规模以上企业共 247 家，全年完成工业总产值百亿元，主要涉及食品加工、石材、医药化工、皮塑以及交通运输设备制造等五大行业。

厂址 15km 范围内的企业主要集中在福鼎市的太姥山镇、硖门乡、店下镇和霞浦县的三沙镇四个乡镇，所属的行业以传统加工工业为主。就各乡镇拥有的企业数量而言，太姥山镇拥有规模以上企业 28 家，主要以石材加工，茶叶加工以及海产品加工等传统的加工工业为主，硖门乡共有规模以上企业 13 家，主要以机械制造为主；店下镇规模以上企业 11 家，主要以石材加工为主；霞浦县的三沙镇有 14 家规模以上企业，主要生产加工汽车配件、摩托车刹车片；其它乡镇的工矿企业规模较小，数量较少。

厂址附近的工业企业主要集中于文渡工业区，文渡工业区位于太姥山镇与硖门乡交界处，处于厂址 WNW 方位 3~5km 范围内，规划总面积约 7500 亩，企业类型以机电、食品、印刷器材、皮革及小型化工企业为主。近年来，文渡工业园区呈逐步发展的趋势，历次环境调查结果表明，2007 年，园区人口约 2000 人；2009 年，园区人口约 3000 人；2011 年，园区人口约 4000 人；截至 2013 年 10 月，园区投产企业为 35 家，人口约 5400 人，另有在建企业 10 家，规划人口约 2000 人。

表 2.3-1 给出了厂址半径 15km 范围内规模以上企业名单。

2）工业企业规划

根据《福鼎市城乡总体规划（2011-2030）》，福鼎市将按照“东扩、南移、面海”的城市发展战略逐步推进，把福鼎建设为经济繁荣、环境优美现代化的港口滨海旅游

城市。根据《福鼎市秦屿镇总体规划（2010-2030）》（已批复），秦屿镇（已改名太姥山镇）发展为以太姥山为依托的滨海生态旅游城镇，采取“南延北拓，西联东进”的发展策略，在规划中充分考虑与核电厂的协调发展，其未来产业发展方向和布局为：

— 第一产业：西部山区重点发展农林业，东部沿海发展滩涂养殖和海上捕捞业；

— 第二产业：工业发展主要依托文渡工业园和水井头工业园。其中，文渡工业园受核电限制发展，远期考虑与硖门畲族乡的柏洋工业小区联合发展；水井头工业园靠近镇区，用地拓展受限，远期向店下龙安方向拓展；

— 第三产业：加大和完善太姥山景区旅游产业；镇区未来将大力发展旅游核心服务，依托环湖区域，大力发展旅游服务设施，形成旅游城镇形象。

图 2.3-1 给出了福鼎市太姥山镇的总体规划图。

文渡工业区规划范围东至东海，南界为南侧山脚，西以高速公路为界，北达太姥山镇东埕村，整个区域规划范围总面积 4.94km^2。工业区总体规划分为近远两期开发，一期约 1.99km^2，主要集中于已征 2000 亩用地以及周边地块，该期已接近实施完整。二期约 2.95km^2，主要集中在规划区纬三路西段以南，经三路、纬五路东段西南的地块。为了协调核电站与周边项目的发展，2006 年 7 月，福鼎市人民政府曾以“关于协调核电站周边项目发展意见的复函”（鼎政函[2006]32 号）的形式明确对文渡工业园区的发展进行有序合理的控制，使其向远离核电站的方向（NW）发展，并控制区内人口的机械增长。根据福鼎市人民政府对工业区的用地规划要求，以及与电厂业主的协调沟通，文渡工业园区确定了将纬七路以南区域全部划为滞洪区，原规划进驻企业调整至园区其他位置，与工业园区的规划用地性质保持一致。

根据整个园区的基地特征，文渡工业区目前规划形成“三横一纵”的道路主骨架，总体规划结构特点为：“一轴、两片”，居住用地规划考虑现状村居用地的基础上扩大集中布置居住用地，区内规划两个居住小区，分别布局在项目区的东北部（东埕村）和西部（斗门头村），规划考虑旧村改造及部分商品房开发并存的开发模式。除了核电施工营地和与营地配套的商住用地外，工业区内的企业员工宿舍安置在核电限制区外的柏洋新村（高速公路一侧）。文渡工业区发展现状和土地利用规划见图 2.3-2。

此外，为了缓解土地供需矛盾，为经济建设、社会发展提供开发空间，2002 年福鼎市拟在厂址附近的文渡湾实施围垦工程，计划将围垦区开发成以农业种植为主，结合水产养殖、工商贸加工为一体的现代农、渔商品生产和出口基地。为协调宁德核电

的发展与围垦区的建设，福鼎市人民政府在“关于协调核电站周边项目发展意见的复函”（鼎政函[2006]32 号）中对渔井围垦项目的规划区域范围进行调整，将该“渔井围垦预留区”由原来的 13700 亩调整到 12330 亩，使其范围与核电站的征用区域不矛盾，其功能规划符合核电厂规划限制区的要求。福鼎市渔井围垦项目主管部门已严格按照政府文件要求对围垦区范围进行了调整。根据华东勘测设计研究院 2013 年 8 月编制的《福建省福鼎市渔井围垦工程可行性研究报告》（送审稿），围垦区总面积约为 1.14 万亩，其中农业开发用地 0.78 万亩，养殖区约为 0.28 万亩，滞洪区（后处理池）750 亩，其余作为前处理池用地。农垦区为规划渔井围垦区的主要部分，种植农作物为棉花和蚕豆；养殖区主要养殖品种为点带石斑鱼、大黄鱼、鲈鱼及大型藻类。根据渔井围垦区的发展规划要求，污染型、危险型和人口密集型的行业将不得进入围垦区发展，区内以农业耕种和养殖为主，辅以少量农产品加工企业，预计该区域不会有大规模的人口聚集和增长。渔井围垦区现状及规划总平面布置见图 2.3-3。

福建宁德核电有限公司将继续加强与渔井围垦项目以及文渡工业园区主管部门的协调沟通，确保渔井围垦造地和工业园区开发建设认真遵循福鼎市人民政府针对上述项目下发的相关文件要求，加强管理，切实有效地控制项目区内的人口机械增长，实现宁德核电厂与周边项目区的协调发展。

此外，根据《霞浦县城市总体规划（2011-2030)》，霞浦县域规划形成“一核、一带、一轴、四大板块”的总体格局，其中厂址半径 15km 范围内的三沙镇和牙城镇规划为商贸型城镇，主要发展商贸、物流、渔业、油制气、旅游等产业。厂址半径 15km 范围内其它各乡镇工业发展主要是在扶持优势传统产业的同时，积极优化和升级产业结构。

（2） 油、气、危险品仓储设施

1） 固定危险源

文渡工业园区内现有 17 家从事皮革制品、树脂、装饰材料生产的企业，生产所需原辅料中含有 DMF（二甲基甲酰胺），为易燃有毒化学物质。DMF 储量一般在 100～800m^3，年用量一般在 300m^3 左右。另外，部分企业还储存少量的醛类、酮类和酯类化学物质，储存量均在 300m^3 以下。计算表明，上述危险品发生泄漏事故时，影响最为严重的是甲苯和丁酮，其危险区最大半径为 300m，远小于文渡工业园区至核电厂址的距离，预计不会对核电厂的安全运行构成威胁。

除此以外，根据现场调查以及向相关主管部门的咨询确认，厂址半径 15km 范围内无放射性物质贮存和使用，也无炸药生产企业和存储设施，厂址附近区域内的固定危险源主要是乡镇小型民用加油站以及液化石油气站。

厂址附近的加油站主要有宁德市汽车运输集团公司秦屿加油站、福鼎市秦屿广源加油站、华达柴油加油站、张平第、施爱桥加油点、建国柴油经营部和华盛燃料经营部等。主要的液化气经营点有东埕液化气经营点和巨口液化气经营点。

上述固定危险源中，离厂址最近的是 NW 方位约 5.2km 处的东埕液化气经营点，最大液化气储存量为 500kg；最大的是 NNW 方位约 6.2km 处的华盛燃料经营部，设有 1000t 级的柴油贮存罐。根据厂址安分评价内容的计算结果，1 瓶液化石油气和 1000t 柴油爆炸后的安全距离分别为 41m 和 305m，远小于与厂址之间的距离，说明宁德核电厂厂址附近存在的各固定危险源不会影响核电站的建设和安全运行。

2） 移动危险源

厂址附近有危险品运输车辆通行的公路主要有两条，其中 X973 县道与厂址的最近直线距离约 4.5km（NW 方位），福宁高速公路与厂址的最近直线距离约 6km（NW 方位）。根据 HAD101/04 推荐的方法可以计算得到 25 吨液化气运输车发生爆炸时的安全距离为 900m，考虑到厂址周围的地形特征情况，预计通过这两条公路运输的易燃、易爆危险品不会对厂址安全带来影响。

离宁德核电厂厂址最近的航道（从福州到沙埕港）位于厂址 SE 方位约 7km，运输船只以货物运输为主。此外，从秦屿至嵛山的渡船习惯性航线最近距离厂址 SSE 方位约 1.5km 处，其航线主要为小型客渡船的游客运输，因此预计不会对电厂的运行产生危险。

2.3.1.2 交通

宁德核电厂厂址附近交通运输条件比较完善，境内公路网四通八达，有铁路南北向穿越福鼎市全境。

（1） 公路

厂址所在的福鼎市现有公路通车里程 1536km，境内干线公路有 G15 福宁高速公路（沈海高速福建段）、G104 国道、X973 县道，其中福宁高速公路 G15 和 X973 县道离厂址的最近距离分别为 6km 和 4.5km。X973 县道横贯全市，直通各乡镇；G15 福宁

高速公路南北向贯穿福鼎东中部地区，在福鼎境内全长 53.4km，设有福鼎、八尺门、太姥山和柏洋四个互通口，已成为福鼎市南来北往出境公路的主要干线。除了国道和省道外，还有市道 20km，乡村道路 1296km，已形成了一个完整的公路网络。

厂址对外交通设置了两条道路，施工进场公路和专用进厂公路（应急公路）。其中：施工进场公路部分利用已有公路并裁弯取直、拓宽改造修建，目前已经投入使用。公路新修及改造长度约 2.8km，至太姥山镇经一路约 5km，此路已作为永久公路使用，并作为厂址对外联系通道。专用进厂公路是进出核电厂的主要通道，也是核电厂的应急公路，现已建成通车。路线起点为沈海高速公路福宁段 K50+380 处，设柏洋互通，经文渡工业园纬七路，布设桥梁跨过文渡滞洪区至马屿岛，尔后布设跨海段引桥至备湾山包，经核电生活区，长短脚后进入厂区大门，路线总长 5.4km，其中厂外段 4.5km。设计采用部颁二级公路标准，设计时速 80km/h，路基宽 12m，路面宽 11.5m。

根据福鼎市交通运输“十二五”发展规划，福鼎市“十二五”期间以大通道沈海高速公路复线项目为契机，推进国省干线路网规划调整及改造，增强对乡镇行政节点的连接和覆盖，提升公路路网技术等级和路网整体效率，以物流场站建设为枢纽，推进交通方式的综合集成和有效衔接。其中，厂址所在的太姥山镇交通规划如下：

— 高速公路：规划现有沈海高速太姥山互通口取消，在镇区南部新增文渡互通口，在镇区北部新增冷城互通口。现太姥山互通口高架桥改建为城镇道路，连接镇区与太姥山景区；

— S201 省道延伸线：规划 S201 延伸线采用沿海方案，从店下大篔筜进入秦屿，从小篔筜经围垦海堤，从文渡工业区东侧经过，最近距厂址 W 方向约 4km；

— X973 县道：规划对 X973 镇区段进行扩建，提升通行能力，同时尽量向西贴近沈海高速公路，降低公路交通对镇区交通干扰。

图 2.3-4 给出了厂址附近的陆上交通现状和规划示意图。

（2） 铁路

厂址附近有福温铁路（福州到温州）通过，其位于福温高速公路西侧，距厂址的最近直线距离约为 6.5km，在福鼎和太姥山均设有火车站。另规划宁漳高铁通道（宁德至漳州），该高铁的设计时速将达 300~350km，为客运专用线，走向基本与福温高铁线路平行。厂址附近铁路现状及规划见图 2.3-4。

（3） 海上交通

厂址附近海运条件优良。宁德市宁德港下设四个港区，离厂址较近的是三沙港区（SSW 方位约 20km）和沙埕港区两个港区（N~NE 方位约 18km），三沙港区包括一个作业区即三沙作业区，沙埕港区有六个作业区包括钓澳壁作业区、八尺门作业区、后港作业区、沙埕作业区、澳腰作业区和杨岐作业区。

厂址 15km 范围内共有小型码头 10 座，其中 4 座位于厂址 5km 范围内。码头分布情况见表 2.3-2 和图 2.3-5。其中，位于厂址 SW 方位约 3.5km 处的渔井码头作为嵛山等临近岛屿的大陆侧对渡点之一，规划扩建 1000 吨级滚装泊位 1 个及相应的配套设施，兼顾 200 吨客船靠泊要求，设计年通过能力车 3 万辆次、客 6 万人次，目前已开工建设，计划 2015 年初建成。

2.3.1.3 军事设施

略。

2.3.1.4 文化及旅游设施

（1）公共设施

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内各乡镇均有小学、中学和卫生院，各行政村均有 1 个卫生所，并配有 1~2 名医护人员。厂址 15km 范围内没有大的影剧院、展览馆等文化场所。

厂址半径 15km 范围内有学校共 19 所，其中：太姥山镇学校 3 所，共有学生 7620 人，教师 575 人；硖门乡学校 4 所，共有学生 1364 人，教师 148 人；店下镇学校 3 所，共有学生 1067 人，教师 213 人；嵛山镇学校 1 所，共有学生 42 人，教师 22 人；牙城镇学校 5 所，共有学生 1859 人，教师 170 人；三沙镇学校 3 所，共有学生 3011 人，教师 266 人。

厂址半径 15km 范围内卫生院情况如下：太姥山镇卫生院 1 所，医生 128 人，床位 97 个；硖门乡卫生院 1 所，医生 24 人，床位 10 个；店下镇卫生院 1 所，医生 54 人，床位 30 个；嵛山镇卫生院 1 所，医生 5 人，床位 6 个；牙城镇卫生院 1 所，医生 51 人，床位 35 个；三沙镇卫生院 1 所，医生 84 人，床位 60 个。

厂址半径 15km 范围内有一家秦屿养老院，目前有供养老人二十多人，医护人员 6

人。

厂址半径 15km 范围内的中小学、卫生院和养老院情况见表 2.3-3。

（2）旅游设施

厂址半径 15km 范围内的名胜古迹和旅游风景区主要涉及太姥山国家级风景名胜区、牛栏岗滨海度假区、小白鹭海滨沙滩、大篢笃、小篢笃沙滩、福瑶列岛、九鲤溪瀑溪流、枫树林、古榕树林、朱熹草堂遗址、马鞍山遗址、马兰山新石器遗址、冷城古堡、瑞云寺、国兴寺、平兴寺、灵峰寺、篢笃纪念碑等，其中太姥山风景名胜区是国家 5A 级风景名胜区，是厂址附近最大、旅游人数最多的景点。

太姥山国家级风景名胜区位于厂址 NW 方位 14km，整个景区面积约 92.02km^2，独具峰、岩、石、洞、溪、动植物等自然景观和畲族风味的人文景观。每年接待游客几十万人次，是福鼎市最重要的旅游资源。牛栏岗滨海度假区是距离厂址最近的旅游资源度假设施，位于厂址 N 方位 1.6km 处。

根据福建省建设厅于 2008 年 1 月 14 日下发的“福建省建设厅关于对太姥山风景名胜区总体规划修编有关说明的函”（闽建城函[2008]17 号），牛郎岗景区已不再列入太姥山风景名胜区总体规划，但牛栏岗滨海度假区仍将作为一个旅游景点保留。此外，福鼎市人民政府以“福鼎市人民政府关于同意控制牛郎岗旅游建设发展规模的复函（鼎政函[2008]2 号）”，同意为满足核电现场应急响应要求，按照核电安全管理要求控制牛郎岗旅游建设发展规模。

图 2.3-7 给出了太姥山国家重点风景名胜区总体规划图。

2.3.2 居民点和农牧场

厂址半径 5km 范围内各个方位离反应堆最近的居民点列于表 2.3-4。目前，厂址半径 5km 范围内离厂址最近的自然村为牛栏岗下辖的南礁澳（即南招岱），位于 NW 方位约 2.2km，2012 年底共有 153 人。

离厂址最近的农场是位于厂址 NNW 方位约 10.5km 处的太姥山农场，属于市属农场，农场耕地面积有 1598 亩。截止 2012 年底，农场共种植粮食 3388 亩，产量 1164t；蔬菜 736 亩，产量 548；水果 510 亩，产量 668t；茶叶 2156 亩，产量 183t。厂址附近较大的养猪场为位于 SW 方位 7.1km 处的秦石村谢养殖户，共有出栏猪 1500 头，较大的养禽场为 N 方位 8.0km 处的日澳村李养殖户，共有(蛋)鸭存栏 1500 只。

厂址周围半径 15km 范围内无大的牧场和奶牛场，原位于太姥山镇冷城村的奶牛场已经搬迁至浙江省。

2.3.3 农副业资源及陆生资源概况

2.3.3.1 农业生产概况

宁德核电厂为沿海厂址，地处丘陵地区，厂址周围耕地较少，在厂址半径 5km 范围，绝大部分区域为海域，陆地也以林地和荒地为主，耕地面积为 271hm^2；半径 10km 范围内耕地面积为 2992hm^2；半径 80km 范围内耕地面积 223432hm^2。

厂址所在的福鼎市粮食耕作为一年三熟，蔬菜常年生产、水果季节性较强。粮食耕种平原地区以水稻种植为主，山区以甘薯种植为主，其它还有杂粮、蔬菜、茶叶以及水果等种植。

厂址半径 15km 范围内涉及福鼎市的太姥山镇、硖门乡、嵛山镇、店下镇，霞浦县的牙城镇和三沙镇等，各乡镇 2012 年农业种植生产情况见表 2.3-5。

厂址半径 80km 范围内各子区粮食、薯类、蔬菜、水果、油料、茶叶等农作物的种植面积和年产量列于附录 B.2-1~表 B.2-8。

2.3.3.2 副业生产概况

厂址周围评价区内畜牧饲养种类主要是猪、牛、羊、家禽（鸡、鸭、鹅）和兔等。饲养的大牲畜有黄牛和水牛，主要用于耕地和劳役。

厂址周围生产的肉类主要是猪肉和家禽肉，包括少量的的羊肉、牛肉和兔肉。生产的肉类主要供应本地居民以及临近城市居民的消费，少量畜牧家禽销至外子区和评价区以外城市。厂址半径 15km 范围内各乡镇 2012 年副业生产情况见表 2.3-5。

厂址半径 80km 范围内各子区大牲畜、猪、家禽出栏量以及产肉量、产奶量以及产蛋量详见附录 B.2-9~表 B.2-14。

2.3.3.3 陆生资源概况

厂址所在地属于南方红壤丘陵区，地带性土壤为红壤，土壤较为瘠薄，有机质含量较低，山地丘陵占 88%。

原生植被为中亚热带常绿阔叶树组成的照叶林，但由于长期的人为采伐和破坏，已逐渐演替为次生乔木、灌木及人工植被。福鼎市现有森林面积 139.5 万亩，森林覆盖率为 63.01%，森林蓄积量 189 万 m^3。厂址所在的备湾山地表植被大部分为茶树，过境岛等三个岛上植被以林草为主，在坡残积层表面和坡洪积层上植被十分发育。目前厂平后厂址区已完成人工植被的种植和绿化。

福鼎市境内已探明主要矿产有 14 种。金属矿有铅、锌、银、铬、铟、铜、铁等 7 种，主要分布在叠石乡；非金属矿有石灰石、叶腊石、玄武岩、辉绿岩、茶岗岩、高岭土、石英石等 7 种，主要分布在管阳、白琳、潘溪等镇。

厂址区及附近无珍稀动植物资源，也不存在压覆矿产。

2.3.4 水产资源及海洋生态概况

2.3.4.1 水产资源

（1） 渔业资源及三场分布

宁德核电厂附近海域位于闽东海域的最北端，南有福瑶列岛，东有台山列岛，海岸线较长，海岛众多，水产资源比较丰富。闽东海域曾经是著名的渔场，盛产大黄鱼、小黄鱼、银鲳以及带鱼等经济鱼类。近岸海域内主要有鱼类、虾类、贝类、藻类和其他生物共计 700 余种，其中仅鱼类就有 500 多种，多数为暖水性鱼类，温暖性鱼类次之。从鱼类分布看，以底层、近底层鱼居多，中上层鱼次之，可供海洋捕捞的经济鱼类 100 多种，主要有带鱼、黄鱼、鳗鱼、鲳鱼和鳓鱼等。海虾类约有 50 多种，以热带、亚热带沿岸性虾类为主，经济价值较高的有长毛对虾、中国对虾、日本对虾、斑节对虾、仿对虾、管鞭虾、鹰爪虾、毛虾等。蟹类有 10 多种，常见的有巨缘青蟹、梭子蟹、日本眼蟹、长足长方蟹、河蟹等，其中分布最广、适于捕捞的是梭子蟹，主要分布在星仔岛、台山、嵛山等外侧水深 25－45 米的海区内。

大黄鱼主要在闽东渔场产卵，一路大黄鱼群从 4 月下旬至 5 月中旬进入东引渔场产卵（厂址 SE 方向约 50km），另一路大黄鱼群从 4 月下旬至 6 月中旬经白犬列岛、马祖岛等分 3~4 批进入三都澳内湾，于 5 月中旬至 6 月中旬每逢大潮在管井洋产卵（厂址 SW 方向约 50km）。秋末冬初分散于各处索饵的鱼群开始在四霜列岛一带形成秋冬季大黄鱼汛。此后随水温下降，一部分鱼群游向暖水区越冬，另一部分鱼群继续向四

霜列岛以南游去。

小黄鱼每年 3 月上旬~4 月上中旬，在嵛山南北和四霜列岛以西的近海海域产卵（厂址 SE 方向约 10km），产卵场水深 5~22m，潮流较急，底层水温 13~14℃，底层盐度为 21~29‰，其洄游路线为：每年 2 月中下旬，东引岛东南海区越冬鱼群开始向西北作生殖洄游，3 月上中旬~4 月上中旬在嵛山和四霜列岛近岸海区产卵。产卵后鱼群分散，5 月份北上浙江沿海。秋末冬初，水温下降，鱼群向浙江沿海南下作适温洄游，12 月份中下旬至翌年 1 月中下旬经台山和南船，1 月上中旬~2 月中下旬到达东引岛东南海区越冬。

银鲳冬季在东南外海越冬，春季由深水向闽东近海浅水区作生殖洄游，秋季向东南外海作越冬洄游，4~5 月在闽东近岸的嵛山与四霜之间海区产卵（厂址 SE 方向距最近约 17km）。

带鱼的产卵场比较靠外海，主要产卵期为 3~5 月。带鱼鱼群沿着暖流和沿岸水之间的混合水区呈带状分布，并进行南北往返的季节性洄游。每年秋末冬初，冬季由北向南作越冬洄游，翌年春季，鱼群又由南向北进行索饵，生殖洄游。

图 2.3-8 给出了闽东沿海主要鱼群的生殖和洄游路线。由图可见，闽东海区多种经济鱼类的产卵区位于嵛山与四霜列岛之间的海区，台山列岛是多种经济鱼类的洄游路线经过点，电厂废水排放口距最近的银鲳产卵区和洄游路线的距离约为 17km，距最近的大黄鱼产卵区和洄游路线的距离约为 50km，并且在厂址南部有福瑶列岛的阻隔。

（2） 海洋捕捞

厂址附近的闽东海域虽然曾经是著名的渔场，但由于多年的过渡捕捞，使得闽东渔场(厂址 SE 方向最近距离约 10km)的渔业资源已处于衰退状态。厂址附近的渔民目前主要进入东海海域进行捕捞作业。

2012 年，福鼎市海洋捕捞 781118t，其中内海捕捞 12461t，外海捕捞 65657t；霞浦县海洋捕捞 99276t，全部为外海捕捞。海洋捕捞方式包括拖网捕捞、围网捕捞和张网捕捞等，以拖网捕捞为主，全市捕捞作业渔船 1318 艘（60 马力以上 309 艘，60 马力以下 1009 艘），渔业辅助船 128 艘。捕捞品种主要有鱼类、虾蟹类和贝类等，鱼类主要有海鳗、沙丁鱼、鲱鱼、石斑鱼、鲷鱼、大黄鱼、小黄鱼、带鱼、鲳鱼等；甲壳类有毛虾、对虾、虾蛄、梭子蟹、青蟹等；贝类包括缢蛏、牡蛎、蛤子等；头足类有乌贼、鱿鱼和章鱼等；藻类有坛紫菜、海带、裙带菜等。

厂址所在的太姥山镇 2012 年共捕捞海产品 6776t，其中：鱼类 4178，甲壳类 2417t，贝壳类 38t，头足类 143t；硖门乡共捕捞 1034t，其中鱼类 763t，甲壳类 212t，头足类 41t；嵛山镇共捕捞 18325t，其中鱼类 11472t，甲壳类 6808t。

表 2.3-6 给出了厂址附近沿海各乡镇的捕捞情况。

（3） 海水养殖

宁德核电厂位于台湾海峡西岸，三面环海，厂址北有晴川湾，南有文渡湾，拥有优良的自然环境，水文、盐度适宜，海域营养物质丰富，为海洋生物的生存和生长繁殖提供了优越的外部环境。厂址所在的闽东沿海滩涂贝类资源丰富，分布有 70 多种贝类，其中经济价值较高的主要有缢蛏、尖刀蛏、龟足、厚壳贻贝，褶牡蛎、栉江珧、寻氏肌蛤、鲍鱼等 10 多种。

福鼎市 2012 年全市海水养殖总面积为 8861hm^2，养殖产量为 74182t。海水养殖为福鼎市渔业生产的主导产业之一，其规模和经济地位具有举足轻重的作用，养殖品种以鱼类（大黄鱼、美国红鱼、鲈鱼为主）、滩涂贝类、藻类（紫菜为主）和虾蟹类为主。海水养殖形式主要由浅海养殖、滩涂养殖和陆基（其它）养殖三个部分组成。浅海养殖以藻类浮筏式、网箱养殖为主，兼有贝类吊养、贝藻混养等形式，养殖面积为 8861hm^2；滩涂养殖主要是以贝类为主，尚有少量紫菜台架式养殖，养殖面积为 2197hm^2；其他养殖面积为 5241hm^2，包括池塘养殖、高位池养殖，其中池塘养殖以缢蛏、大弹涂鱼为主，其次为虾类、蟹类、海水鱼类及其它贝类，高位池养殖以南美白对虾为主。紫菜是福鼎市的重要特色养殖产业，全市栽培面积达 5 万多亩，亩产 170kg，总产 8000 多吨，占全省紫菜产量 50%以上，是全国重要的坛紫菜生产基地与原产地、加工及销售基地。

霞浦县 2012 年全市海水养殖面积 17427hm^2，海水养殖产量 227632t。其中海上养殖面积为 11052hm^2，产量 179431t，滩涂养殖面积 4343hm^2，产量 42075t。养殖品种中，鱼类养殖 2312 hm^2，产量 26762t，甲壳类 1773 hm^2，产量 10447t，贝壳类 4176 hm^2，产量 64573，藻类 8374 hm^2，产量 115787t。

表 2.3-7 给出了厂址附近各乡镇 2012 年期间按不同养殖水域和不同养殖品种分别统计的海水养殖的面积和产量。

厂址附近最近的养殖点为厂址 W 方位 3.5km 处的青湾养殖区，该养殖区包括浅海和滩涂养殖，养殖品种有紫菜、跳鱼、海蛎和青蟹。图 2.3-9 给出了厂址附近海域的养

殖概况图。需要说明的是，牛栏岗养殖区已位于宁德核电厂征海范围之内，电厂业主已经对该海域进行了征用，并对所涉及的海水养殖进行了补偿。

根据《福鼎市海水养殖水域规划（报批稿）》（2012 年 2 月），福鼎市规划至 2020 年全市海水养殖水域面积将比 2010 年减少 994hm^2，减少率为 12.2%。其中，浅海养殖面积规划将增加 197.9%，为 6110hm^2，滩涂养殖面积则减少 86.0%，为 745hm^2。根据规划，厂址附近的可养殖登记水域中，渔井农渔业区面积为 773.49hm^2，主要功能为“计划围垦启动时退出”，海区性质为临时养殖区；晴川湾旅游娱乐区面积为 2521.36hm^2，主要功能为“兼容休闲渔业用海”，海区性质为临时养殖区。此外，宁德核电厂所在的核电站温排水特殊利用区为禁止养殖区，该区域面积 2845.7hm^2，管理要求为“不养殖”。表 2.3-8 给出了厂址附近海域内规划的养殖规划汇总情况。图 2.3-10 给出了厂址附近的渔业养殖规划情况图。

2.3.4.2 海洋生态

国家海洋局第三海洋研究所于 2006 年 1 月、4 月、7 月和 10 月开展了四个航次的海洋生态调查，对宁德核电厂厂址附近海域的叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物等海洋生物情况进行了详细的调查：

海洋生态调查的范围和站位详见图 2.3-11。

（1） 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素是浮游植物光合作用的主要色素，是海洋物质转化和能量循环中的重要环节，为海洋中一切生物提供其赖以生存的物质基础，可以间接反映浮游植物的生物量和浮游植物的初级生产力水平。

调查结果表明：厂址附近海域冬季叶绿素 a 变化范围在 0.75~1.65mg/m^3 之间，平均 1.09mg/m^3。初级生产力的变化范围在 14.19~43.52mgC/m^2•d 之间，平均为 25.91mgC/m^2•d。从调查区叶绿素 a 分布趋势来看，北部略高于南部，表、底变化幅度小。

春季叶绿素 a 变化范围在 0.61~3.47mg/m^3 之间，平均为 1.54mg/m^3。初级生产力的变化范围为 13.68~82.26mgC/m^2•d 之间，平均为 45.28mgC/m^2•d，各站初级生产力的分布差异比较大，与冬季的调查结果比较，春季调查叶绿素 a 平均值为冬季的 1.5 倍，初级生产力平均为冬季的 1.75 倍，季节变化比较明显。春季初级生产力量值较冬季

（25.9mgC/m^2•d）约增加一倍是与叶绿素 a 值和水体透明度的提高有关。

夏季叶绿素 a 变化范围在 1.49~6.71mg/m^3 之间，平均 3.96mg/m^3，叶绿素 a 测值高，分布趋势呈现北高南底。初级生产力变化范围为 117.65~853.82mgC/m^2•d 之间，平均为 397.01mgC/m^2•d，各站初级生产力的分布差异比较大，分布趋势同叶绿素 a，夏季无论是叶绿素 a 还是初级生产力量值均较冬、春季明显上升，而本季节水体透明度增加以及水温的上升导致藻类光合作用的加强是初级生产力量值升高的重要原因。

秋季叶绿素 a 变化范围在 0.72~6.11mg/m^3 之间，平均 2.23mg/m^3，含量变化比较大，分布趋势呈现西高东底。初级生产力的变化范围为 24.70~105.47mgC/m^2•d 之间，平均为 45.46mgC/m^2•d，50mgC/m^2•d 以上高值区分布在核电厂址南北的里山湾和晴川湾内，秋季初级生产力量值与春季相似，较冬季（25.91mgC/m^2•d）高也是与叶绿素 a 值和水体透明度的提高有关。

表 2.3-9 给出了宁德核电厂附近海域叶绿素 a 和初级生产力的季节变化。

厂址附近海域叶绿素 a 和初级生产力季节变化比较明显，冬低夏高。上述调查结果与相近海域早期调查资料比较，结果表明厂址附近海域叶绿素 a 和初级生产力的季节变化属于自然的变化范围内。

（2） 浮游植物

宁德核电厂厂址附近海域四个航次共获浮游藻类 148 种，其中硅藻为最大类群，共 44 属 127 种；甲藻 8 属 17 种；金藻 2 属 2 种；蓝藻和绿藻分别是 1 属 1 种。夏季种类最多，共 36 属 78 种；秋季次之，共 32 属 68 种；冬季为 31 属 58 种；春季最少，仅 22 属 50 种。

四个航次中，夏季水体中浮游植物数量最高，表、底层平均细胞密度分别为 8439×10^2cells/dm^3 和 7323×10^2cells/dm^3；冬季次之，表、底层分别为 102×10^2cells/dm^3 和 119×10^2cells/dm^3；春、秋季数量相当，在 1 万个细胞每升以下。表、底水层中浮游藻类细胞数量分布冬、春、夏季较为均匀；秋季表层水体中浮游藻类较高，是底层数量的 3 倍。

除秋季外，其余各季评价海域浮游植物总细胞密最高区域均出现在晴川湾内，其中春季大体呈南、北较高中部偏低的趋势，大于 100×10^2cells/dm^3 较高区域出现在晴川湾北部；夏季则大体呈自南向北递增趋势，大于 10000×10^2cells/dm^3 的高密度区域出现在晴川湾，大嵛山附近水域密度相对低，但也在 1000×10^2cells/dm^3 上下；秋季高密度

区出现在核电厂址以南站位上（13 站）；冬季相对高区域在调查区北部和内侧厂址附近海域。

图 2.3-12 给出了宁德核电厂附近海域各季浮游植物总细胞密度分布。

厂址附近海域浮游植物多样性指数在秋、春两季较高，多数站位水环境状态处于较好水平，冬季和夏季多样性指数较低。受中肋骨条藻数量左右，夏季海区均匀度为全年最低，秋季海区均匀度较高，没有突出的优势种。厂址附近海域浮游植物各季多样性指数和均匀度分别为：

— 冬季：调查海区多样性指数（H′）和均匀度（J）平均值都较低，分别为 1.261 和 0.542，且表、底层差异不大。多样性指数和均匀度平均值相对高的区域在大嵛山岛西部海域（18、19、20 站）和厂址东南部海域（14 站等）。

— 春季：调查海区表、底层多样性指数值分别为 2.035（0.254~3.159）和 0.701（0.254~0.959）。根据生态属性，春季浮游植物群落基本上可以分为近岸广温低盐类群和近海广布类群 2 个生态类群。

— 夏季：由于中肋骨条藻占据浮游植物群聚的绝对优势，群落多样性指数和均匀度平均值较低，其表层和底层的平均值分别为 1.122（0.278~2.896）和 0.273（0.067~0.782）。多样性指数值较高（>2.0）的区域出现在厂址以南。

— 秋季：调查区表、底层多样性指数平均值分别为 2.585 和 2.589；均匀度分别为 0.726 和 0.781。

（3） 浮游动物

四季调查共记录调查海域浮游动物 92 种，其中桡足类 37 种、各类水母（水螅水母类、管水母类和栉水母类）30 种、十足类 5 种、毛颚类 5 种、糠虾类 4 种、介形类 3 种、翼足类 2 种、端足类 2 种、被囊类 2 种、磷虾类 1 种、仔鱼 1 种，此外，4 个季度还记录了一些阶段性浮游生物。

在所记录的 92 种浮游动物中，出现于冬季的种数有 24 种、春季 36 种、夏季 56 种、秋季 45 种。

根据浮游动物自身生态属性与分布特点，评价海域浮游动物可分为近岸暖温性类群、近岸暖水性类群、近岸广布性类群、大洋广布性类群。

优势种和主要种有：

— 中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）

中华哲水蚤为调查区浮游动物第一优势种，四季平均个体数为 31.48 个/m^3。本海区中华哲水蚤数量季节变化明显，春季达到高峰并遍布全区，平均为 90.46 个/m^3；次高峰出现于冬季，平均个体数为 29.36 个/m^3；夏季和秋季个体数很少，平均分别为 6.00 个/m^3 和 0.11 个/m^3。

— 精致真刺水蚤（*Euchaeta concinna*）

精致真刺水蚤为调查区浮游动物第二优势种，四季平均个体数为 10.97 个/m^3。个体数高峰出现于夏季，平均为 40.00 个/m^3；秋季个体数明显减少，平均个体数为 3.42 个/m^3；春季和冬季个体数很少。

— 拟细浅室水母（*Lensia subtiloides*）

拟细浅室水母为调查区浮游动物第三优势种，四季平均个体数为 9.32 个/m^3。个体数高峰出现于春季，平均为 26.43 个/m^3；次高峰出现于夏季，平均个体数为 10.36 个/m^3；秋季个体数平均仅为 0.40 个/m^3；冬季个体数最少，平均为 0.08 个/m^3。

— 中华假磷虾（*Pseudeuphausia sicina*）

中华假磷虾为调查区浮游动物第四优势种，四季平均个体数为 7.51 个/m^3，个体数高峰出现于夏季，平均为 24.67 个/m^3；秋季个体数明显减少，平均个体数为 3.42 个/m^3；春季个体数平均仅为 1.89 个/m^3；冬季个体数最少，平均为 0.06 个/m^3。

— 真刺唇角水蚤（*Labidocera euchaeta*）

四季平均个体数为 4.90 个/m^3，个体数高峰出现于春季，平均为 14.506 个/m^3；冬季和秋季个体数明显减少，平均个体数分别为 2.31 个/m^3 和 2.40 个/m^3；夏季个体数最少，平均为 0.39 个/m^3。

除上述优势种外，在调查区较常见的种还有：瘦尾胸刺水蚤（Centropages tenuiremis）、默氏胸刺水蚤（Centropages mcmurrichi）、球型侧腕水母（Pleurobrachia globosa）、真囊水母（Euphysora bigelowi）、两手筐水（Solmundella bitentaculata）、美丽箭虫和百陶箭虫（Sagitta bedoti）等。

四季总生物量平均值为 228mg/m^3，总生物量高峰出现于夏季，平均值为 347mg/m^3，次高峰出现于春季，平均值为 264mg/m^3，冬季和秋季总生物量明显减少，平均值分别为 165mg/m^3 和 134mg/m^3。

调查海区各季浮游动物生物量的平面分布见图 2.3-13。

— 春季：调查区浮游动物生物量变化范围在 97mg/m^3~725mg/m^3 间，其中大于350mg/m^3 的水域，出现在调查区西北部 2 号、3 号站和西南部的 18 号周围；调查区东部，生物量较低，大多数测站都低于 200mg/m^3。

— 夏季：调查区浮游动物生物量变化范围在 98mg/m^3~1100mg/m^3 间，其中大于500mg/m^3 的区域出现在核电厂址附近的 10 号和 13 号站周围，区内生物量的最大值为 1100mg/m^3。

— 秋季：调查区浮游动物生物量变化范围在 27mg/m^3~246mg/m^3 间，其中大于200mg/m^3 的区域出现在调查区中部的 11 号站和西南部 19 号测站周围。

— 冬季：调查区浮游动物生物量为 81~410mg/m^3，呈自北至南递减趋势。

调查区多样性指数以夏季最高，为 2.87，春季和秋季次之，分别为 2.22 和 2.36，冬季最低，为 1.44；均匀度以秋季最高，为 0.75，夏季次之，为 0.72，春次第三，为 0.63，冬季最低，为 0.59。

（4） 渔卵和仔稚渔

调查结果表明，厂址附近海区共出现鱼卵和仔、仔稚鱼 37 种（含 6 个未定种），分别隶属于 16 科 26 属。在数量上，浮性鱼卵以鳀、鳀科的小公鱼和中颌棱鳀丰度较高；仔稚鱼则以小公鱼，鰕虎鱼和美肩鳃鳚构成数量主体。其它种类丰度较低，说明调查区以小型鱼类为主。

鱼卵和仔稚鱼数量有明显的季节变化，其中鱼卵以春夏季（4 月和 7 月）丰度较高，仔稚鱼密度以夏季和秋季数量较高，其它季节数量均较低。在数量分布上，春季鱼卵主要密集于核电厂区北部和东部海域，夏季则主要分布厂区东部与南部，秋季则在厂区以东近岸海区聚集，而冬季则末出现分布格局。仔稚鱼的分布随不同季节变化而异，春季以北部海区丰度高。夏季以东部丰度高，秋季则密集于调查区最南端的水域。

厂址附近海域鱼卵和仔、稚鱼数量季节均值分布情况详见表 2.3-10 和图 2.3-14。

本海区出现数量较高的仔稚鱼种类为鳀科（小公鱼和中颌棱鳀）和鰕虎鱼，它们均主要出现于夏秋两季。其中以 7 月数量最多，其它季节数量较低或未采到，分布在厂区周围的鱼卵和仔稚鱼绝大多数是小型鱼类如鱼卵的小公鱼、棱鳀和小沙丁鱼；仔稚鱼的美肩鳃鳚、小公鱼和鰕虎鱼，这些种类均为经济价值较低的种类，其它经济价值较高种类极少见。调查结果表明，一些经济价值较低的浅海中小型鱼类在某些季节是这一带水域繁殖的主要鱼类。

（5） 游泳动物

调查结果表明，厂址附近共记录游泳动物 97 种，其中鱼类 51 种，隶属于 9 目 24 科 42 属；甲壳类 42 种，隶属于 2 目 15 科 20 属；头足类 4 种，隶属于 3 目 3 科 3 属；所渔获的游泳动物种类中，以鱼类种类居多，占游泳动物总种类的 52.6%，甲壳类次之，占 43.3%，头足类较少，仅占 4.1%。各季度月监测调查渔获物种数组成详见表 2.3-11。

调查中记录到的 97 种游泳动物中，经济种类约占 80%左右，记录到种的经济鱼类有多鳞鱚、叫姑鱼、梅童鱼、鳎、凤鲚、棱鮻、鮻鱼、黄姑鱼、大黄鱼、银亚鱼或、尖头黄鳍牙鱼或、花鰶、斑鰶、鳓鱼、康氏小公鱼、赤鼻棱鳀、黄吻棱鳀、杜氏棱鳀、黄鲫、龙头鱼、对虾、仿对虾、三疣梭子蟹、红星梭子蟹、日本蟳、斑纹蟳、锈斑蟳、虾姑、乌贼和短蛸等。

游泳动物种类组成、分布与季节变化有关，本次调查所记录的 97 种游泳动物中，以夏季数量最多，出现 57 种，其次是冬季和秋季，分别为 52 和 49 种，最少是春季，仅 40 种。

调查海区所记录的 51 种鱼类中，暖水性种类为 33 种，占鱼类总种数的 64.7%；暖温性鱼类 18 种，占鱼类总种数的 35.3%，未出现冷温性和冷水性鱼类。

在所记录的种类中，4 个季节都出现的主要种有：凤鲚、叫姑鱼、大黄鱼、矛尾鰕虎鱼、红狼牙虾虎鱼、孔鰕虎鱼、哈氏仿对虾、脊尾白虾、口虾姑等 9 种，这 9 种游泳动物占年调查所获总种数的 9%。这些种类的渔获生物量约占游泳动物年平均渔获密度生物量的 44%和年平均湿重生物量的 55%。

（6） 潮间带底栖生物

厂址附近海域两条断面潮间带生物已鉴定的种类共有 144 种，其中多毛类、软体动物和甲壳动物占总种数的 89.58%，三者构成潮间带生物主要类群。断面种数和种类组成不尽相同，但各断面的种类组成均以多毛类、软体动物和甲壳动物占多数。

两条断面潮间带生物春秋季两个季节平均生物量 1230.19g/m^2，平均栖息密度为 3781 个/m^2。生物量以软体动物居第一位（642.31g/m^2），甲壳动物居第二位（547.09g/m^2）；栖息密度以软体动物居第一位（1910 个/m^2），多毛类居第二位（1224 个/m^2）。

数量垂直分布，生物量以中潮区（2529.25g/m^2）大于低潮区（1142.39g/m^2）大于高潮区（18.92g/m^2）；栖息密度同样以中潮区（6266 个/m^2）大于低潮区（4892 个/m^2）大于高潮区（184 个/m^2），生物量和栖息密度均以中潮区最大，高潮区最小。

（7） 特有物种

根据国家海洋局第三海洋研究所开展的海洋生物调查表明，厂址附近所发现的海洋生物种类均是普通常见种，未发现珍稀濒危动植物物种，亦无红树林、珊瑚礁等高级生态系统存在。

此外，在福鼎市硖门乡秦石村（SW，7km）石兰沿海生长的坛紫菜属于坛紫菜的一个特有品系，坛紫菜的叶状体呈长叶片状，基部宽大，梢部渐失，叶薄似膜，边缘有少些皱格，自然生长的长 30~40cm，宽 3~5cm。坛紫菜产于我国福建省和浙江省南部沿海，是我国特有的暖温带性海藻。坛紫菜的丝状体生长温度范围为 7~28℃，以 15~28℃较适，尤以 20~25℃生长最好。如果连续数天水温超过 29℃，会引起藻体死亡。坛紫菜丝状体正常需要的光照范围是 500~1500 米烛，不能忍受过强的光照。

目前野生石兰紫菜已很少，主要为人工培植品种。除此之外，没有其他特有物种。

（8） 海洋生态保护区

宁德核电厂附近建有日屿岛和福瑶列岛两个海岛生态系统特别保护区，属于宁德市海洋生态特别保护区。图 2.3-15 是两个保护区与厂址的相对位置。

福瑶列岛海岛系统保护区（厂址 ESE 方位约 11km）位于福鼎市东南部，由大、小嵛山、鸳鸯岛等 11 个岛屿、4 个礁石组成，总面积约 5536hm^2，该生态保护区以重点保护复合型海岛生态系统和岛上自然、人文景观，使岛域经济可持续发展为主要目的，规划建设成为社会-经济-自然复合生态系统的示范区。目前的利用状态为生态旅游和渔业生产。

日屿岛海岛生态系统保护区（厂址 SE~SSE 方位约 13km）为无居民小岛，由日屿岛、岛周围零星小礁以及周围海域组成，总面积约 107hm^2。岛周有丰富的鱼、贝资源；独特的地形地貌；岛上灌木丛生，适宜鸟类繁衍、栖息，构成独特的生态系统。该区保护重点是岛上的动植物资源及其栖息地、重要的地形、地貌和岛周围的海洋生物，规划建设成典型的海岛生态系统示范区。目前岛上有白鹭、岩鹭、海鸥、鹭鸶等二十多种鸟类，全岛都有分布，总数达五千多只，其中白鹭、岩鹭是国家二级保护动物。

两个保护区均没有地方特有物种。

2.3.5 海洋环境功能区划

（1）海洋功能区划

宁德核电厂址位于闽东地区，根据《福建省海洋功能区划（2011—2020 年）》（国函〔2012〕164 号），厂址附近海域属于备湾特殊利用区，电厂的用海需求已经纳入了海域使用管理要求中，电厂用海符合厂址附近海洋功能区划要求。图 2.3-16 给出了厂址附近海洋功能区划示意图。

（2）近岸海域环境功能区划

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（闽政〔2011〕45 号），宁德核电厂址所在的海域为“福鼎市东部海域三类区（FJ006-C-II）”，该区域范围北起交椅坪，南至渔井，包括晴川湾大部分海域及过境岛、二跳岛、跳尾岛和小跳尾岛附近海域，中心坐标为 27°3′14.76″N，120°18′18.0″E，面积为 84.78km^2，主导功能为“一般工业用水区”，辅助功能为“纳污、旅游”，水质目标为二类水质标准（水温执行三类海水水质标准）。此外，根据福建省人民政府“福建省人民政府关于同意调整宁德核电项目附近近岸海域环境功能区划的批复”（闽政文[2008]25 号）的规定，厂址附近 11.67km^2 范围海域为温排水混合区，对于人为造成的海水温升，不执行海水水质标准。厂址附近的近岸海域环境功能区划见表 2.3-12，近岸海域环境功能区划图详见 1.3-1。

2.3.6 赤潮

根据《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）中的水质富营养化等级划分指标确定宁德核电厂附近海域的富营养化状况。

富营养化指数 E 的计算公式为：

$$E=\frac{\text{化学需氧量}\times\text{无机氮}\times\text{活性磷酸盐}}{4500}\times10^6$$

根据 2006 年宁德核电工程海洋生态与环境调查报告中的监测数据，分别计算枯水大潮期、小潮期，丰水大潮期、小潮期，平水大潮期、小潮期的水体富营养化程度。由计算结果可知，核电厂附近海域富营养化水平处于中度富营养化以下，贡献因子主要为海水中氮和磷，两因子在枯水期和丰水期存在一定超标现象。

根据 2008~2012 年福建省海洋环境状况公报，福建省沿海近五年间分别发生赤潮 14、12、17、5 和 17 次，发生海域主要在霞浦近岸、连江黄岐半岛近岸、长乐至平潭近岸、厦门同安湾以及莆田南日岛至石城海域，赤潮的主要藻种为东海原甲藻、夜光藻、米氏凯伦藻、血红哈卡藻和中肋骨条藻。从近几年统计结果来看，核电厂附近海

域不属于赤潮多发区域。

福建省自2008~2012年间共发生大小赤潮65次，其中影响面积最大的一次为2010年5月4日~26日发生在宁德三沙湾外海域的赤潮，影响面积约925km^2，距离核电厂约15km，海水呈现红褐色、绛红和黄褐色，主要赤潮物种为东海原甲藻。离厂址最近海域发现的赤潮记录是2010年6月1日~9日发生在牛栏岗海水浴场至霞浦大京海水浴场之间的赤潮，在厂址半径5km范围内，影响面积约180km^2，主要赤潮物种是东海原甲藻。

赤潮是一种复杂的生态异常现象，其发生机制比较复杂，目前尚无明确的研究结论，但可以肯定的是海水富营养化是赤潮发生的物质基础和首要条件。城市扩张，工业发展以及海水养殖面积的盲目无序扩大，使得大量营养物质随废水进入海域，加速了水体富营养化的形成，为赤潮的发生奠定了物质基础。宁德核电厂厂址附近区域，随着文渡工业园区的发展，企业和人口数量逐渐增多，工业污水和生活污水量逐渐增大，同时该海域海水养殖业较发达，各种废水和海水养殖所投放的饲料均会增加周边海域的海水富营养化水平，为赤潮形成创造条件。

2.3.7 参考资料

[1] 宁德核电厂厂址区域环境及外部人为事件调查报告，苏州热工研究院有限公司，2013年12月；

[2] 宁德核电厂海洋生物调查报告，国家海洋局第三海洋研究所，2006年12月。

表 2.3-2　厂址附近区域码头分布情况

乡镇	码头	停泊吨位（吨）	用途	方位	与厂址距离（km）
太姥山镇	墨鱼兰码头	35	海产品	N	3.9
	下斗门码头	500	沙石	NNW	2.2
	马屿码头	500	水泥、沙石等	WNW	2.9
	北岸码头	400	水泥、沙石等	W	3.5
	小篔筜码头	500	鱼、货	N	5.5
	太姥山码头	200	鱼、货	NNW	7.5
硖门乡	渔井码头	200	鱼、货	SW	2.6
嵛山镇	东角码头	200	鱼、货	SE	13.0
	妈祖码头	100	鱼、货	SSE	11.9
牙城镇	陆岛码头	500	鱼、货	SSW	10.5

表 2.3-3　厂址半径 15km 范围内中、小学情况

县市	乡镇	学校	位置	教师数（人）	学生数（人）	与厂址方位、距离（km）
福鼎市	太姥山镇	福鼎四中	镇区	196	2748	NNW，8
		福鼎十七中	镇区	117	1091	NNW，8
		秦屿中心小学	镇区	262	3781	NNW，8
	硖门乡	福鼎十一中	镇区	31	135	WSW，7
		硖门中心小学	镇区	94	1043	WSW，7
		柏洋小学	柏洋村	17	168	W，5.5
		渔井小学	渔井村	6	18	SW，5
	店下镇	福鼎七中	镇区	91	619	NNE，15
		福鼎二十一中	溪美村	15	63	NNE，15
		店下中心小学	镇区	107	925	NNE，15
	嵛山镇	嵛山中心小学	镇区	22	42	SSE，12
霞浦县	牙城镇	霞浦十中	镇区	72	483	SW，12
		牙城中心小学	镇区	73	1157	SW，12
		后山小学	后山村	17	172	W，13
		东街头小学	东街头	5	36	WNW，15
		文洋小学	文洋村	3	11	WSW，13
	三沙镇	霞浦三中	镇区	147	1297	SSW，15
		三沙中心小学	镇区	71	1201	SSW，15
		三沙二小	镇区	48	513	SSW，15

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内卫生院、养老院分布

乡镇	医院	位置	医生数（人）	病床数（人）	与厂址方位、距离（km）
太姥山镇	太姥山中心卫生院	镇区	128	97	NNW，8
硖门乡	硖门卫生院	镇区	24	10	WSW，7
店下镇	店下中心卫生院	镇区	54	30	NNE，14.5
嵛山镇	俞山卫生院	镇区	5	6	SSE，11.5
牙城镇	牙城中心卫生院	镇区	51	35	SW，12.5
三沙镇	三沙中心卫生院	镇区	84	60	SSW，15
太姥山镇	秦屿养老院	坑头村	6	25	NW，8.5

表 2.3-4　厂址半径 5km 范围内各个方位离反应堆最近的居民点

方位	居民点	距离（km）	人口（人）
N	鸡脚焦	3.2	143
NNE	海域		
NE			
ENE			
E			
ESE			
SE			
SSE			
S			
SSW	上下宅	4.4	137
SW	渔井里	2.8	39
WSW	外下场	3.9	162
W	青湾	3.2	450
WNW	—		
NW	南礁澳	2.2	153
NNW	牛栏岗	2.4	284

表 2.3-5　厂址半径 15km 范围内各乡镇农作物种植及副业生产情况

乡镇	粮食		蔬菜		水果		油料		茶叶		猪（只）	牛（头）	禽（只）
	面积（亩）	产量（t）	面积（亩）	产量（t）	面积（亩）	产量（t）	面积（亩）	产量（t）	面积（亩）	产量（t）			
太姥山镇	20370	7356	17796	16319	2463	2687	55	10	12147	838	10945	336	84015
硖门乡	11420	3388	3693	2847	854	1768	340	38	7120	548	4699	40	13824
嵛山镇	910	305	442	759	—	—	—	—	210	13	408	—	1950
店下镇	42020	16090	22210	20567	5130	1480	—	—	9243	626	6265	53	84527
牙城镇	24874	8608	15925	14845	5535	3937	25	3	10250	955	7350	30	80960
三沙镇	8171	2564	3663	3774	715	398	70	8	1382	90	8720	44	50000

表 2.3-6　厂址附近沿海各乡镇的海洋捕捞情况

单位：t

地区			鱼类	甲壳类	贝类	藻类	头足类	其它	合计
县市		福鼎市	44822	23452	4921	261	3462	1200	78118
	乡镇	太姥山镇	4178	2417	38	—	143	—	6776
		硖门乡	763	212	—	—	41	18	1034
		嵛山镇	11472	6808	—	—	45	—	18325
		店下镇	20	103	—	—	55	—	178
县市		霞浦县	72035	22606	168	—	4467	—	99276
	乡镇	牙城镇	1333	970	—	—	12	—	2315
		三沙镇	16448	3923	—	—	2334	—	22705

表 2.3-7　厂址附近海域内各乡镇的海水养殖概况

按养殖水域分类

单位：面积，hm^2；产量，t

地区			海上养殖		滩涂养殖		其他方式		合计	
			面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量
县市		福鼎市	2197	40303	5241	32324	703	1555	8861	74182
	乡镇	太姥山镇	1098	1875	168	2683	394	326	1660	4884
		硖门乡	350	1190	217	312	86	237	653	1739
		嵛山镇	70	1850	0	0	0	0	70	1850
		店下镇	630	4604	25	796	37	220	692	5620
县市		霞浦县	11052	179431	4343	42075	2032	6126	17427	227632
	乡镇	牙城镇	454	799	279	3281	182	581	915	4461
		三沙镇	1718	7276	11	69	2	25	1731	7370

按养殖产品类别分类

单位：面积，hm^2；产量，t

地区			鱼类		甲壳类		贝类		藻类		其它		合计	
			面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量
县市		福鼎市	1164	23836	2078	10303	2685	20679	2932	18429	2	935	8861	74182
	乡镇	太姥山镇	382	306	12	30	168	2681	1098	1867	—	—	1660	4884
		硖门乡	217	237	18	34	68	278	350	1190	—	—	653	1739
		嵛山镇	—	—	—	—	—	—	70	1850	—	—	70	1850
		店下镇	83	2419	26	656	20	310	563	2235	—	—	692	5620
县市		霞浦县	2312	26762	1773	10447	4176	64573	8374	115787	792	10063	17427	227632
	乡镇	牙城镇	115	194	222	1186	124	2482	454	799	—	—	915	4461
		三沙镇	27	931	7	37	10	246	1687	6156	—	—	1731	7370

表 2.3-8　厂址附近海域内规划的养殖规划汇总情况

类型	代码	规划区块名称	地区	中心坐标		规划区块属性	面积（公顷）	管理要求
				东经	北纬			
浅海养殖规划	2.1.3-02	内浮岐鲍鱼浮筏式养殖	秦川湾	120°20′02″	27°05′01″	临时养殖区	270	布局密度 20%，设 5 个区，鲍网箱 30000 口内
	2.1.5-08	川石紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°22′46″	27°06′09″	临时养殖区	133	临时养殖，合理布局
	1.1.5-09	东瓜岛紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°24′08″	27°06′14″	养殖区	163	保留原功能，合理布局
	1.1.5-10	上黄岐紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°24′15″	27°05′31″	养殖区	350	保留原功能，合理布局
	2.1.5-11	员当紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°18′24″	27°05′26″	临时养殖区	246	临时养殖，合理布局
	1.1.5-12	巴掌澳紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°17′12″	27°05′08″	养殖区	69	保留原功能，合理布局
	2.1.5-13	蒙湾牛栏冈紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°17′52″	27°04′16″	临时养殖区	233	临时养殖，合理布局
	2.1.5-14	牛栏冈紫菜浮筏式养殖	秦川湾	120°19′23″	27°04′28″	临时养殖区	137	临时养殖，合理布局
	2.1.5-15	备湾紫菜浮筏式养殖	渔井湾	120°15′59″	27°02′37″	临时养殖区	73	临时养殖，合理布局
	2.1.5-16	鱼井紫菜浮筏式养殖	渔井湾	120°15′33″	27°11′58″	临时养殖区	53	临时养殖，合理布局
	2.1.5-17	跳舞岛紫菜浮筏式养殖	渔井湾	120°16′55″	27°00′11″	临时养殖区	121	临时养殖，合理布局
	2.1.5-18	渔井外紫菜浮筏式养殖	渔井湾	120°16′29"	27°0′11″	养殖区	90	临时养殖，合理布局
	1.1.5-19	青屿头紫菜浮筏式养殖	渔井湾	120°15′35"	26°59′06″	养殖区	121	保留原功能，合理布局
	1.1.6-03	上黄岐海带延绳式养殖	秦川湾	120°22′55″	27°04′14″	养殖区	390	保留原功能，合理布局
	1.1.6-04	秦川港外带延绳式养殖	秦川湾	120°20′57″	27°02′51″	养殖区	890	保留原功能，合理布局
	1.1.6-05	跳尾岛港外带延绳式养殖	渔井湾	120°18′59″	27°00′44″	养殖区	431	保留原功能，合理布局
	1.1.6-06	青岐头港外带延绳式养殖	渔井湾	120°17′16″	27°58′46″	养殖区	470	保留原功能，合理布局
	1.1.6-07	里山湾海带延绳式养殖	硖门里山湾	120°16′02″	27°57′14″	养殖区	244	保留原功能，合理布局
滩涂养殖规划	2.2.3-01	小员当半浮动浮筏式紫菜养殖	秦屿镇	120°17′04″	27°05′58″	临时养殖区	120	临时养殖，合理布局
禁止养殖区	—	核电站温排水特殊利用区	福鼎市	120.3	27.04	禁止养殖	2845.7	不养殖

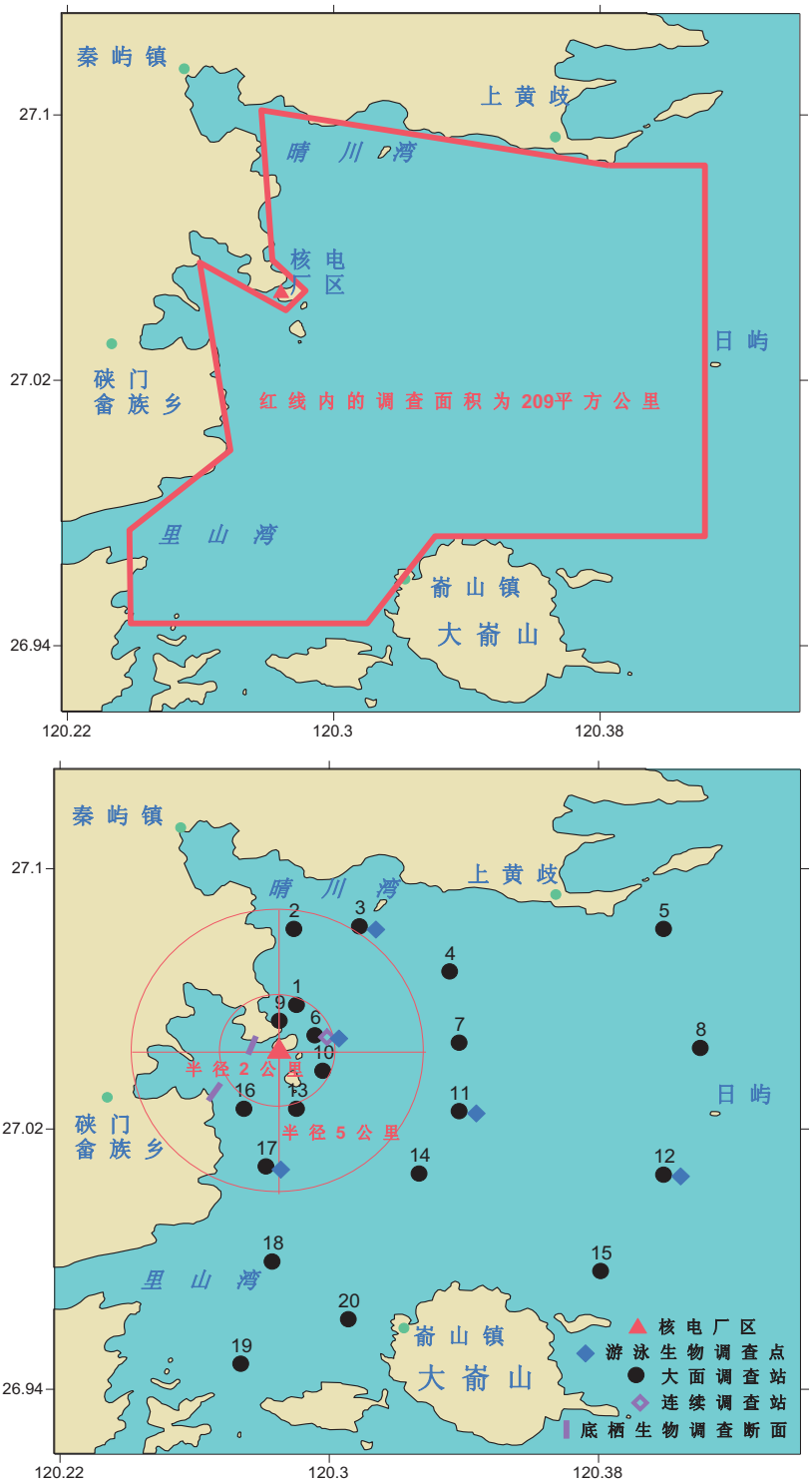
表 2.3-12　厂址附近近岸海域环境功能区划表

沿海地市	海域名称	标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积（km^2）	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
							主导功能	辅助功能	近期	远期
宁德市	沙埕港	FJ001-C-II	沙埕港内湾三类区	长屿岛以西沙埕港内湾海域。	27°15′27.36″N，120°14′34.8″E	50.95	养殖	港口、纳污	二	二
		FJ002-D-III	沙埕港八尺门四类区	八尺门跨海大桥东侧至下尾沙海域。	27°14′53.52″N，120°14′24.0″E	1.40	港口	一般工业用水	三	三
		FJ003-C-II	沙埕港外湾三类区	长屿岛至南镇海域。	27°12′27.72″N，120°22′33.6″E	23.23	养殖	港口、航运	二	二
		FJ004-D-III	沙埕港北岸四类区	沙埕流江至虎头鼻沿岸海域。	27°10′42.6″N，120°24′39.6″E	3.28	港口、航运	一般工业用水	三	三
		FJ005-D-III	沙埕港南岸四类区	巽城至南镇沿岸海域。	27°11′43.08″N，120°21′57.6″E	13.03	港口、航运、一般工业用水	纳污	三	三
	福鼎东部海区	FJ006-C-II	福鼎市东部海域三类区	北起交椅坪，南至渔井，包括晴川湾大部分海域及过境岛、二跳岛、跳尾岛和小跳尾岛附近海域。	27°3′14.76″N，120°18′18.0″E	84.78	一般工业用水区	纳污、旅游	二（水温执行三类海水水质标准）	二（水温执行三类海水水质标准）
		FJ007-B-II	福瑶列岛周边海域二类区	福鼎市福瑶列岛周围海域。	26°56′36.24″N，120°20′42.0″E	36.07	生态保护、旅游	养殖	二	二
		—	宁德核电厂温排水混合区*	G21（E120°16′56″，N27°4′28″）；G22（E120°19′09″，N27°3′47″）；G23（E120°19′15″，N27°2′59″）；G24（E120°17′40″，N27°2′01″）；G25（E120°17′29″，N27°2′36″）；G26（E120°17′30″，N27°2′41″）；G27（E120°17′20″，N27°2′59″）；G28（E120°17′05″，N27°3′05″）。	—	11.67	宁德核电温排水混合区		不执行海水水质标准	

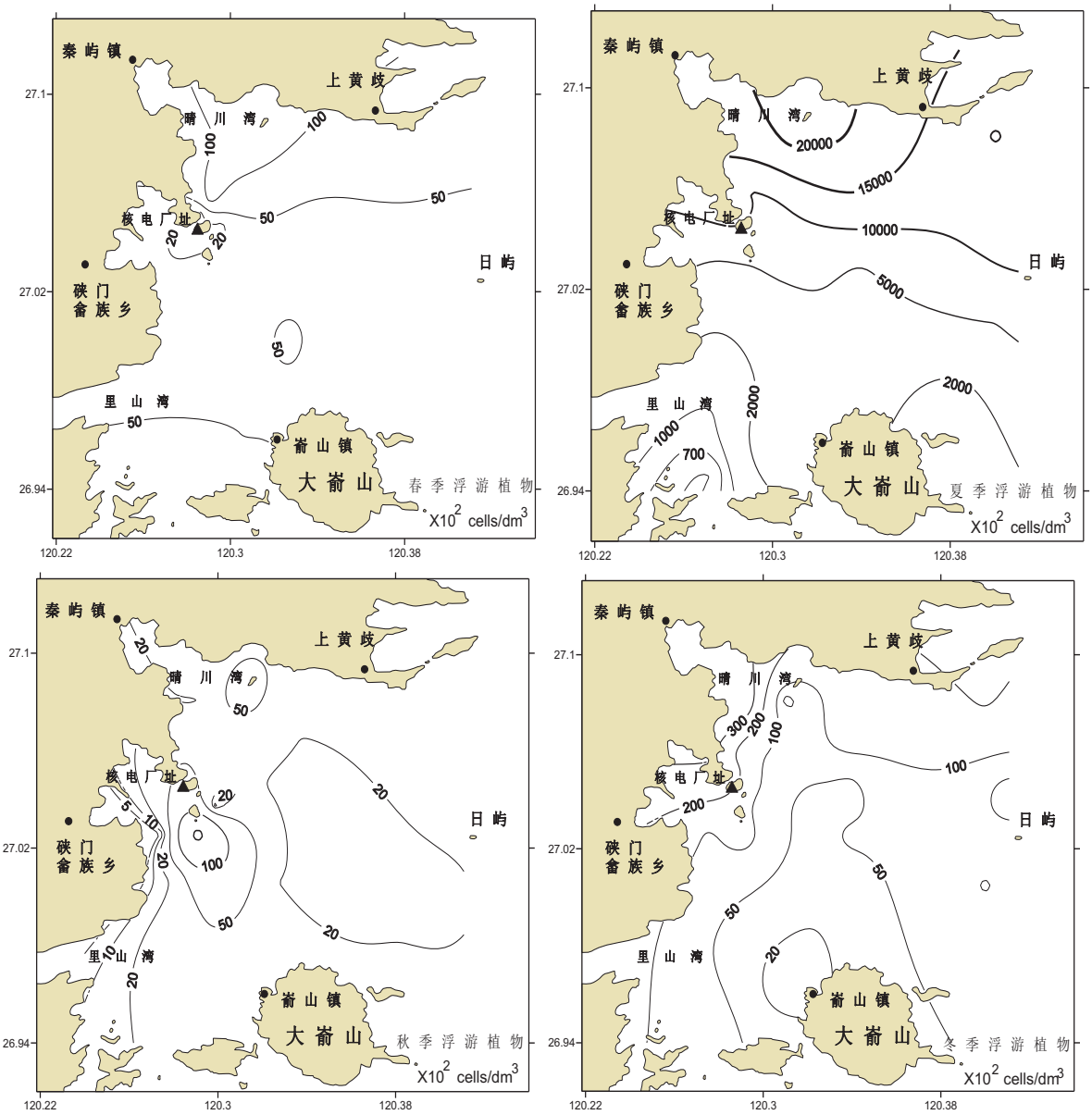
注：根据《福建省人民政府关于同意调整宁德核电项目附近近岸海域环境功能区划的批复》（闽政文[2008]25 号）规定得出。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
主要鱼群的生殖和洄游路线		
图 2.3-8	版次：	A

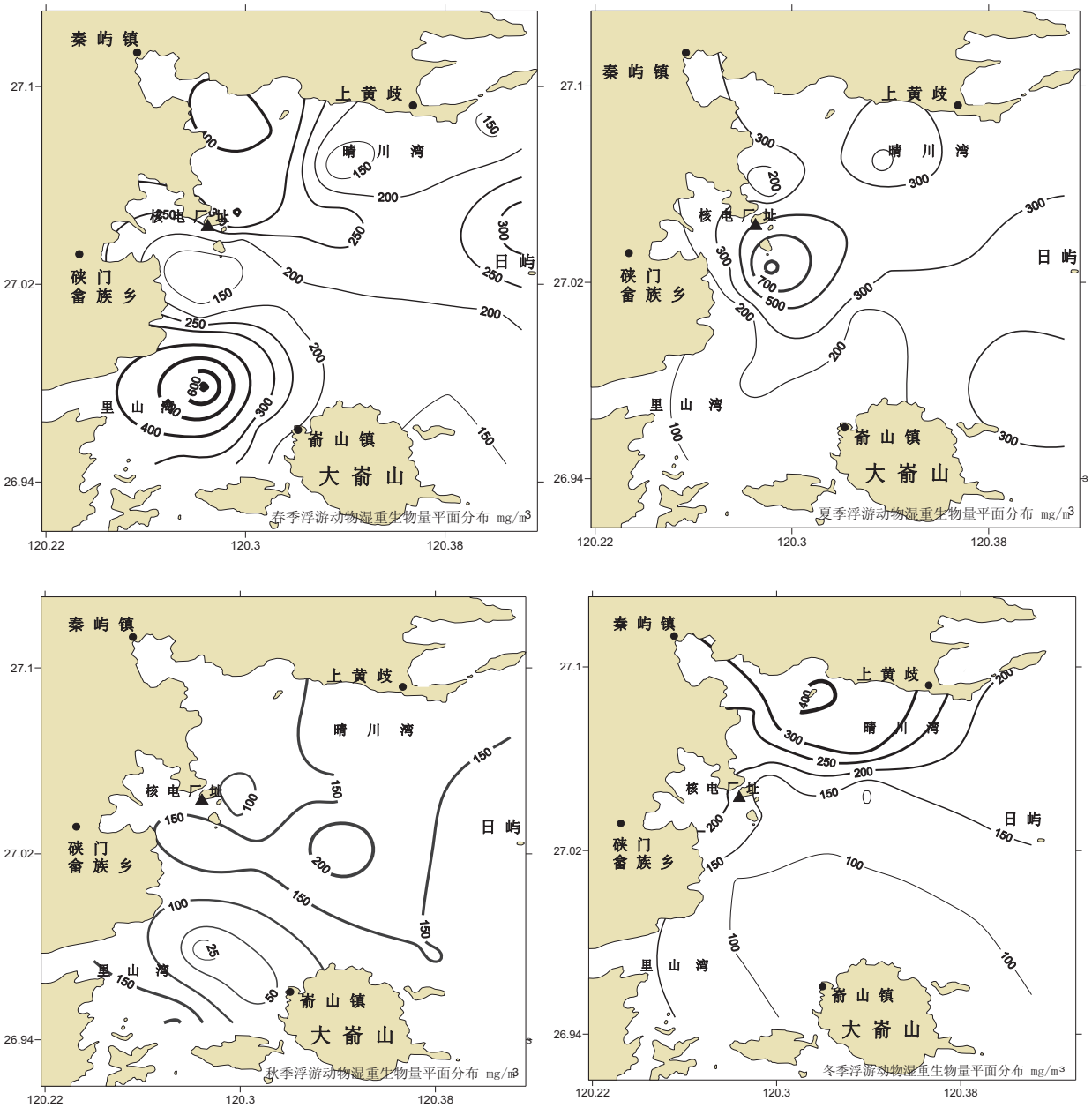


宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近海域海洋生态调查范围和站点分布图		
图 2.3-11	版次：	A

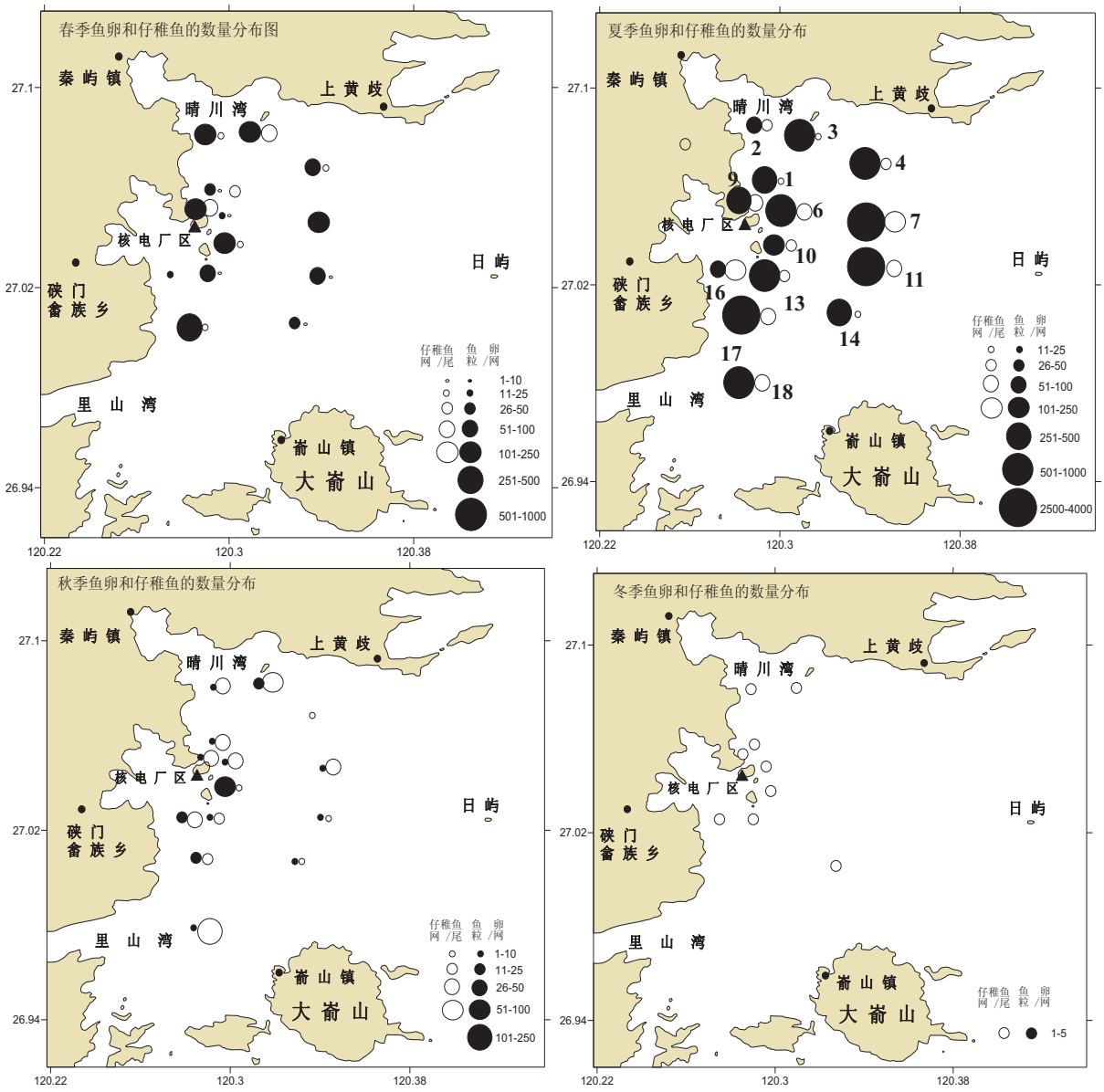


（图中数值为上下层平均值）

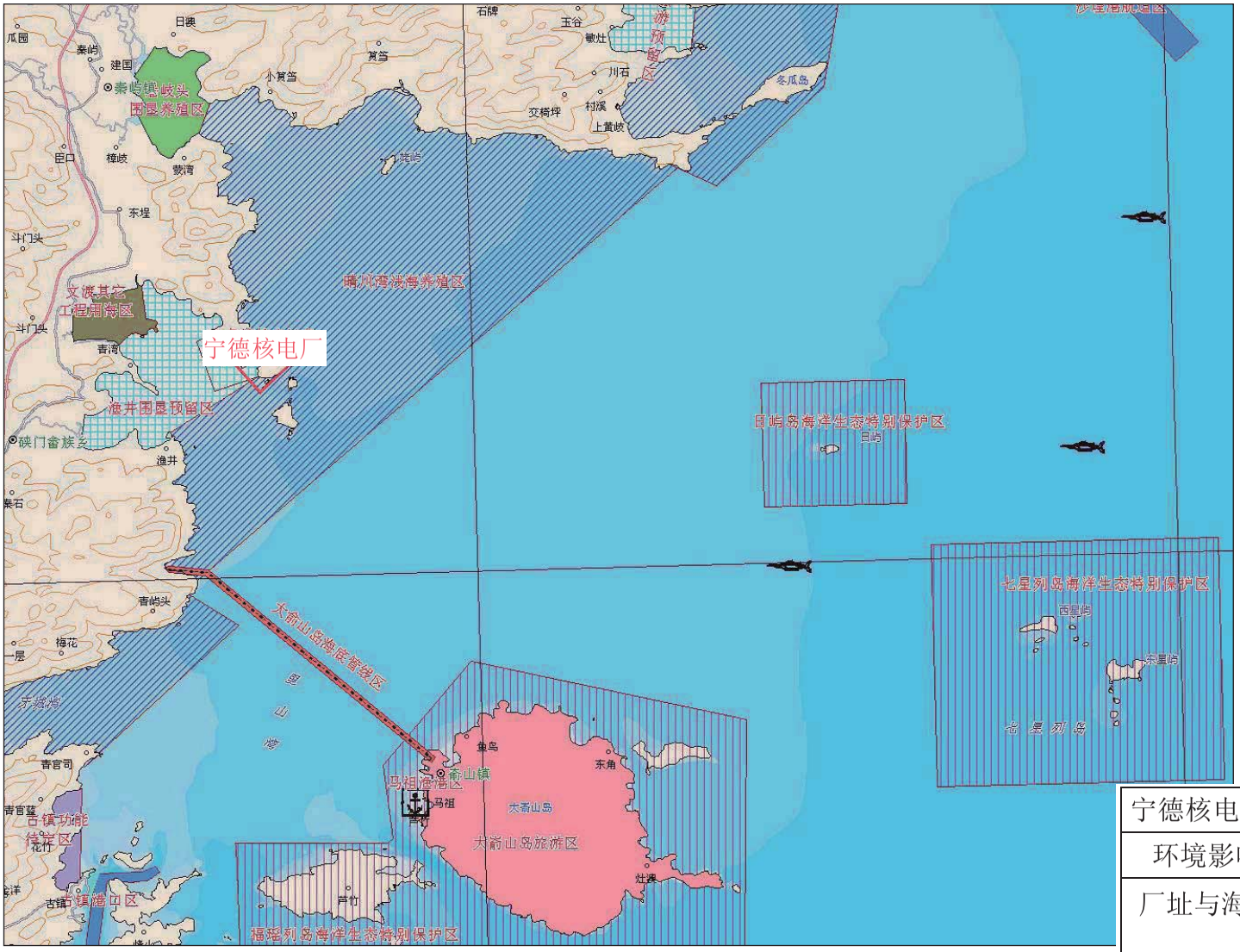
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近海域各季浮游植物总细胞密度分布图		
图 2.3-12	版次：	A



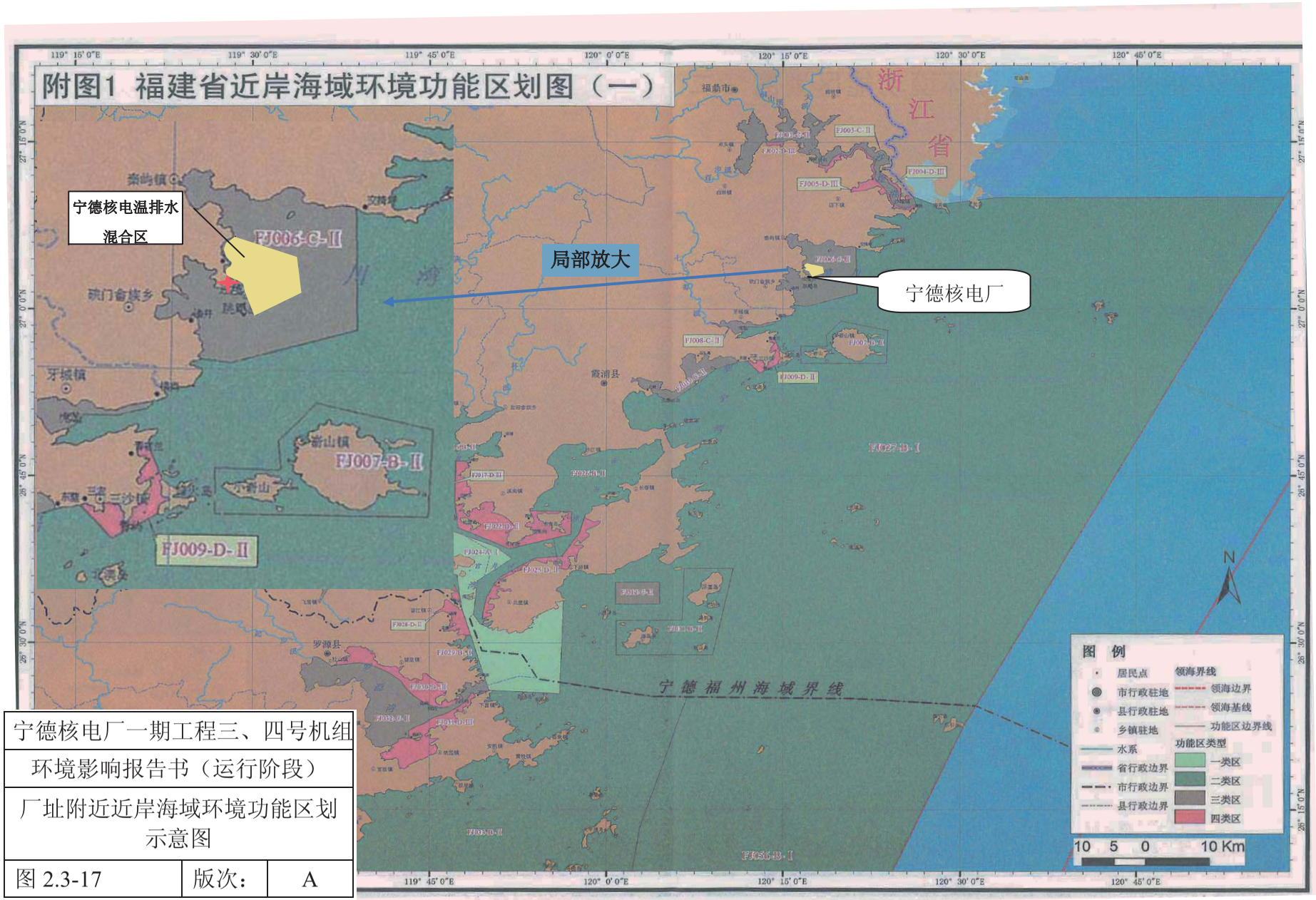
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近海域浮游动物各季生物量平面分布图		
图 2.3-13	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近海域各季鱼卵和仔、稚鱼的数量分布图		
图 2.3-14	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址与海洋生态保护区的相对位置示意图		
图 2.3-15	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址附近近岸海域环境功能区划示意图		
图 2.3-17	版次：	A

2.4 气象

2.4.1 区域气候

2.4.2 当地气象条件

2.4.3 灾害性天气

2.4.4 联合频率

2.4.5 混合层高度及扩散参数值

2.4.6 厂址气象观测计划

2.4.7 参考文献

表

表2.4-1 区域气象参数特征表（1971~2004）（2张）
表2.4-2 区域累年（1971~2004）风向频率与平均风速
表2.4-3 厂址区温度、气压、相对湿度和降水特征（2张）
表2.4-4 气象观测系统各高度处温度的小时变化（5张）
表2.4-5 厂址地面站不同降水等级的降水量、降水小时数和降水百分比
表2.4-6 各高度处各月风向频率（5张）
表2.4-7 各高度处平均风速（5张）
表2.4-8 调查区域1950~2005年出现的龙卷风
表2.4-9 厂址风向、风速、稳定度联合频率分布（3张）
表2.4-10 湍流观测试验估算扩散参数
表2.4-11 传感器性能指标
表2.4-12 气象要素采集指标

图（略）

图2.4-1　福鼎和霞浦气象站风向及风速玫瑰图（2张）

图2.4-2　10m桅杆年平均风向玫瑰图

图2.4-3　厂址气象塔各高度年平均风向玫瑰图

图2.4-4　冬季梯度流情形下地面风场图

图2.4-5　夏季梯度流情形下地面风场图

图2.4-6　海陆风情形下地面风场图（3张）

图2.4-7　模拟区域内典型流场情形下地面风场图

图2.4-8　平衡球扩散参数与P-G曲线比较图

图2.4-9　风洞实验扩散参数与P-G曲线比较图

图2.4-10　湍流扩散参数与P-G曲线比较图（2张）

图2.4-11　福建宁德核电厂气象站位置示意图

2.4 气象

宁德核电厂厂址位于福建省东北部，东临台湾海峡，属于中亚热带季风湿润气候，受西太平洋热带高压的影响，季风特征十分明显。厂址区域冬夏季风交替显著，年温适中，四季分明，日照充足，雨量丰富，空气湿润。

— 冬季东亚大气环流的特征是西太平洋副热带高压最为偏南，其脊线多摆动于北纬 10~15°之间，西风带南压，冷空气最为鼎盛。冬季气温低、湿度小、雨日少，晴好天气维持的时间长，大部分时间以干燥晴冷的天气为主。

— 春季是由冬转夏的过渡季节，与冬季相比，大风频率和强度相应减小，雨日和雨量明显增大。春季的天气最为复杂多变，季内冷暖交替和阴晴转换的速度也最快。

— 夏季区域内主要盛行炎热少雨天气，同时也是台风发生最频繁的季节，且区域性降水或雷阵雨也时常发生。

— 秋季的特点是冷空气开始活跃，沿海的东北大风明显增多、增强，降水较夏季显著减少，低温活动增加。天气类型较简单，一类是冷空气影响带来的短过程降水和降温天气，另一类是秋高气爽的晴好天气，季内无明显气象灾害。

2.4.1 区域气候

本节内容主要来自《宁德核电厂三、四号机组最终安全分析报告》。

为了解宁德核电厂厂址区域的气候特征，选取了厂址周围的两个国家气象站（福鼎气象站，霞浦气象站）三十四年（1971~2004 年）长期气象观测要素的统计资料，并对统计结果进行了分析。福鼎气象站为国家基准站，霞浦气象站为气候站，两个气象站提供的资料均具有区域气候代表性。

— 福鼎气象站

福鼎市气象站位于宁德核电厂厂址 NNW 方位约 32km 的福鼎市解放山，地理位置为东经 120°12′，北纬 27°20′，海拔高度 36.2m。福鼎站离海的距离在 30km 以上，为内陆站，现有观测项目为：

- 人工观测：云量、云况、能见度、天气现象、日照、蒸发；
- 自动观测：气温、湿度、气压、雨量、风向、风速、地温（含浅层、深层）。

— 霞浦气象站

霞浦县气象站位于宁德核电厂厂址 WSW 方位约 34km 的霞浦县松城镇东门头，地理位置为东经 120°00′，北纬 26°53′，海拔高度 12.2m。霞浦站邻近福宁湾，离海的距离只有 3~4km，观测结果受海洋性气候影响较大。霞浦站每日 3 次观测，观测项目有：气温、湿度、风向、风速、云量、能见度、天气现象、日照、气压、地温、雨量、蒸发等。

表 2.4-1 给出了福鼎站和霞浦站累年（1971~2004）的厂址区域气象参数特征。

2.4.1.1 气温

福鼎站和霞浦站均位于福建东北沿海。两个站的年平均气温接近，福鼎站为 18.6℃，霞浦站为 18.9℃，均为 7 月份最热，1 月份最冷。

与福鼎站相比，霞浦站更靠近海边，受海洋性气候影响更大。因此，累年极端最高气温两个站接近，福鼎站为 40.6℃，霞浦县站为 40.1℃。但对于极端最低气温，福鼎站明显低于霞浦站，福鼎站为-5.2℃，霞浦站为-3.0℃。

2.4.1.2 气压

气压年季变化比较简单，曲线一般呈单峰单谷型，通常冬季较高，夏季较低。

福鼎站和霞浦站多年年平均气压分别为 1011.4hPa 和 1014.1hPa，对于月平均气压，福鼎站 7 月份最低，为 1001.6hPa；霞浦站 8 月份最低，为 1004.5hPa。两个站 12 月份气压最高，分别为 1020.5hPa 和 1023.1hPa。气压的变化趋势正好与气温变化相反，这是由于冷空气的密度大于暖空气的密度所致。

冬季受强冷空气影响，两站极端最高气压分别可达 1034.9hPa 和 1037.1hPa，夏季受热带系统影响，两站极端最低气压分别可达 970.6hPa 和 975.0hPa。

2.4.1.3 相对湿度

年平均相对湿度福鼎站为 79%，霞浦站为 80%，其中福鼎站 3~8 月相对湿度大于年平均值；霞浦站 2~6 月相对湿度大于年平均值。最小相对湿度福鼎站 9%，出现在 2、3 和 12 月，霞浦站 13%，出现在 12 月。

2.4.1.4 日照和太阳辐射

福鼎站年平均日照时数为 1643.4h，霞浦站为 1685.5h，其中盛夏 7 月每日日照时间最长，区域内每天有 7.5h 左右；2、3 月份最少，平均每天只有 3h 左右。

福鼎站年平均日照百分率为 37%，霞浦站为 38%。

福鼎和霞浦两个气象站均没有太阳辐射观测数据。根据福建省气象台依据多年太阳辐射与对应日照百分率实测数据建立的相关关系式，可推算出福鼎年平均太阳总辐射为 4009.4MJ/m^2，霞浦年平均太阳总辐射为 4087.0MJ/m^2。

2.4.1.5 雾

厂址区域雾主要有以下两种类型：

— 陆地大雾：多雾日集中在 12 月~次年 5 月，即冬末夏初，其中 2~4 月雾日最多，占全年雾日 50%，出现雾时间集中在 01~09 时，其中 05~08 时段最多，约占 70%，11~15 时段出现雾的机会少。最长雾过程可维持 4~5 天，占 10%，多数雾日仅维持 1 天，占 65%。雾持续时间一般为 3~5 小时，最短 1 个小时，最长 11 个小时，但不会出现全天有雾现象。

— 海雾：据 1961~1990 年资料统计，以台山列岛为例，年均有 81 天雾日。最长持续雾日可达 12 天左右（4 月），历时 60 小时，以夜间~凌晨形成的频数为主，且凌晨浓度为重。海雾多数出现在 3~5 月份，占全年的 65~75%，夏秋季节雾日较少。海雾一般生成于东海海面上，然后扩展到沿海，或经东冲口进入三都澳、官井洋和东吾洋，也有在当地生成的。出现雾的时间，一天之中一般下半夜生成；多在上午 8~10 时左右消散。海雾出现后的持续时间长短相差很大，平均持续时间以一月份最长，达 10 小时左右；8 月份平均持续时间最短。

2.4.1.6 降水

区域内降水量的年、月际变化幅度较大。一般 2 月开始受雨季的影响，降水开始加大，3~6 月降水量为全年第一个高峰，7~9 月份受台风等热带气旋影响，出现第二个降水高峰。4~9 月份降水量占年平均降水量的 70%。

多年的年平均降水量福鼎站为 1656.4mm，霞浦站为 1366.6mm。从多年平均角度，

两个站均为 8 月份降水量最大，分别为 261.4mm 和 177.9mm，主要是热带风暴降水；12 月份降水量最小，分别仅为 42.6mm 和 38.2mm。

根据福鼎和霞浦两个气象站的观测，福鼎站 1973 年降水量最大，达到 2484.4mm，1971 年降水量最小，为 1198.9mm；霞浦站 1992 年降水量最大，达到 2004.0mm，2003 年降水量最小，为 770.7mm。1988 年 9 月，福鼎和霞浦均出现 1971~2004 年期间的最大月降水量，分别为 660.7mm 和 567.2mm。

2.4.1.7 雪

区域内出现积雪的机率较小，福鼎站 1971~2004 年共出现 10 次积雪，1995 年 12 月 14 日最大积雪 11cm，雪压是 0.22kN/m^2；霞浦站 1971~2004 年共出现 4 次积雪，1990 年 2 月 1 日最大积雪 10cm。

厂址区域靠近沿海低海拔地区，积雪和雪压对厂址区域影响很小。

2.4.1.8 蒸发量

福鼎站常年平均蒸发量为 1123.4mm，霞浦站常年平均蒸发量为 1421.5mm，由于蒸发量的大小与温、湿、风力、光照、气压等有关，两地区均在 7 月份蒸发量最大，2 月蒸发量最小。

2.4.1.9 风

风不仅受制于气压场形势，也与海陆分布、局地地形地貌等因素有关，福鼎、霞浦两个气象站的累年风向频率与各个风向下的平均风速列于表 2.4-2，图 2.4-1 给出了福鼎站与霞浦站累年的风频及风速玫瑰图。

（1） 风向特征

由于受局地地形影响，福鼎和霞浦两处的年风频玫瑰差异很大：

— 福鼎年主导风向为 N，风频为 10%，次主导风向为 NNE，风频为 7%。整个年风玫瑰呈南北向分布，偏东风和偏西风的出现频率很小。

— 霞浦年主导风向为 W，风频为 12%，次主导风向为 WSW 和 SE，风频均为 9%。整个年风玫瑰呈东西向展开，偏北风和偏南风的出现频率很小。

从季节变化而言：

— 福鼎由于受大尺度系统风的影响，每年 9 月至翌年 3 月均盛行偏北风（N、NNE、NE），而 4~8 月则盛行偏南风（S、SSE、SE），风向季节变化特征十分明显。

— 霞浦靠近海，受局地海陆风影响十分明显，一年每个月中均出现较大频率的偏东风（E、NEE、SEE、SE）和偏西风（W、WNW、SSW），风向季节变化特征不明确。

（2） 年平均风速与静风

福鼎和霞浦气象站周围相对闭塞，粗糙度较大，因此平均风速较小，静风频率较大。年平均风速福鼎为 2.0m/s，霞浦为 2.2m/s。年平均静风频率福鼎为 47%，霞浦为 28%。福鼎和霞浦静风频率最高一般出现在 4~6 月份。

（3） 最大风速

根据福鼎气象站和霞浦气象站从 1971 年~2004 年的风向、风速统计得到，福鼎累年极端最大风速为 28.3m/s，风向 S，霞浦累年极端最大风速为 21.3m/s，风向为 ENE。

2.4.2 当地气象条件

本报告采用 2011 年 10 月~2013 年 9 月两整年的气象数据进行统计分析，该观测年气象数据联合获取率 98.2%，满足核安全导则《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）不低于 90%的要求。

表 2.4-3 给出了根据一个整年气象观测资料统计得到的厂址处的温度、气压、相对湿度和降水的特征。

2.4.2.1 气温

厂址气象塔10m、30m、80m、100m高度年平均气温分别为18.2℃、18.0℃、17.8℃、17.8℃，厂址地面气象站观测得到的年平均气温为20.1℃。从厂址气温年变化来看，厂址专用地面气象站7月份平均温度最高，为31.9℃，1月份平均温度最低，为9.2℃；气象塔各高度月平均气温均为8月份最高，1月份最低。

表2.4-4给出了气象观测系统各高度处气温的小时变化，从表可以看出：各个高度处，气温相差不大，在0.1~0.3℃范围内，总的趋势是低层气温高于上层。从气温的日变化来看，一般在午后13:00~15:00前后，温度达到日最大，而在每日早晨5:00~7:00温

度达到日最小。

2.4.2.2 气压

厂址地区 1 月份的平均气压最高，为 1017.41hPa，8 月份的平均气压最低，为 997.07hPa。全年平均气压为 1007.62hPa。

2.4.2.3 相对湿度

厂址地区全年平均相对湿度为 72.85%，6 月份的平均相对湿度最高，为 80.55%，12 月份最低，为 62.75%。

2.4.2.4 降水

观测期间，6 月份的降水量最大，为 205.1mm，10 月份最少，为 32.45mm。小时最大降水量出现在 2012 年 6 月，为 56.4mm。厂址地区全年总降水量为 1508.7mm。厂址地区全年降水小时数为 1082 小时，其中，5 月份降水时数为全年最多，达到 182 小时。

表 2.4-5 给出了不同降水等级的降水量、降水时数和降水百分比。全年小于 0.2mm/h 降水等级的降水时数最多，为 310 小时，但其降水量份额不高，为 2.06%。降水量最多的为 2mm/h~5mm/h 降水等级，该降水等级的总降水量为 417.6mm，占总降水量的 27.68%。

2.4.2.5 风

（1） 厂址区域风向、风速统计

宁德核电厂厂址气象观测系统包括气象塔和10m气象桅杆，气象桅杆位于厂址气象塔南侧，距离气象塔50m左右。由于气象桅杆避开山体一定距离，其观测结果比气象塔10m高度有更好的气象代表性，故气象塔10m风向风速观测被10m桅杆替代。表2.4-6给出了10m气象桅杆和气象塔30m、80m、100m高度各月的风向频率，图2.4-2给出了10m气象桅杆年平均风向玫瑰，图2.4-3给出了气象塔各高度年平均风向玫瑰。

从以上图、表的分析可以看出，10m气象桅杆和气象塔各高度年平均风向频率基本相似，主要分布于偏北、偏东和偏南三个方位附近。各高度主导风向为：

— 10m气象桅杆主导风向为E，风频16.4%；次主导风向NNE，风频10.2%；

— 气象塔30m高度主导风向为E，风频16.0%；次主导风向NNE，风频15.9%；

— 气象塔80m高度主导风向为N，风频18.9%；次主导风向NNW，风频11.6%；

— 气象塔100m高度主导风向为N，风频19.0%；次主导风向NNE，风频13.0%；

表2.4-7给出了10m气象桅杆和气象塔各高度上每月的平均风速值。10m气象桅杆年平均风速为2.5m/s，气象塔30m高度年平均风速为2.4m/s，80m、100m高度处年平均风速接近，分别为2.9m/s和3.0m/s，风速随高度变化总的趋势是低层平均风速小于高层平均风速。

10m气象桅杆静风频率为4.5%，气象塔各高度静风频率分别为4.1%（30m）、3.6%（80m）和3.8%（100m）。

（2） 大气测试期间边界层内风廓线观测统计结果

福建气象科学研究所于 2005 年 12 月和 2006 年 7 月~2006 年 8 月在厂址地区进行了冬夏两季低空风廓线的大气探测试验。冬季大气扩散试验外场观测时间是 2005 年 12 月 9 日~28 日，夏季大气扩散试验外场观测时间是 2006 年 7 月 18 日~8 月 10 日，每天观测 10 次。观测期间共设立两个观测点，分别设在厂址和柏洋村，柏洋村位于厂址 WNW 方位约 6km 处。

— 风向

冬季厂址区域 850hPa 主导风向是 N~NE；厂址和柏洋点的地面主导风向和次主导风向频率有些差异，厂址主导风向是 NE~NNE；柏洋点主导风向是 NNE~ENE，次主导风向是 ESE~SE。厂址与柏洋点高空风向差异不大，两测点 1000m 高度以下的主导风向均为 N~ENE。

从气候分布来看，受天气系统和地形的影响，福建沿海冬季一般以东北风为主，夏季一般以东南风为主。但由于在夏季外场探测期间，副高脊线偏北，多个台风在西太平洋上生成，在副热带高压和多台风环流的影响下，夏季厂址上空 850hPa 多为偏东到东北风。测试期间，厂址夏季地面的主导风向为 SSE~SSW，次主导风向为 NNE，随着高度的升高，主导风向改变为 NE~E。

— 风速

冬、夏季地面~500m 高度风速主要集中在 1.1~6.0m/s。冬季 900m 高度以下厂址的平均风速比柏洋点大，夏季 600m 高度以下厂址的平均风速比柏洋点大。

2.4.2.6 厂址地区垂直温度层结

福建气象科学研究所在大气测试期间，对厂址地区大气边界层内温廓线进行了观测，根据试验数据，对厂址地区垂直温度层结情况进行了统计、分析后得到以下结论：

厂址地区逆温主要以辐射逆温为主，厂址和柏洋点逆温形成的时间大致相同，强度和厚度有所差异，但逆温强度都较弱，冬季厂址区域平均逆温强度为0.37~0.87℃/100m；夏季平均逆温强度为0.13~1.08℃/100m。通常后半夜逆温强度大于前半夜，冬季逆温强度大于夏季。厂址的接地逆温大部份出现在稳定类天气，它的厚度在50~200m之间，平均厚度143m；中性天气的厚度在75~150m，平均厚度100m；弱不稳定天气的厚度在50~150m，平均厚度97m。冬、夏季接地逆温平均厚度为113m。

2.4.2.7 厂址区域中小尺度风场特征

宁德核电厂东临东海，南侧和北侧分别为文渡湾和晴川湾，西北侧为低山丘陵地形的备湾山，地形复杂。采用三维非静力边界层模式对典型梯度流条件下地形起伏对局地风场影响的进行模拟。

1）模式适用性

宁德核电厂中小尺度风场特征研究分析采用了城市尺度边界层模式（Urban Scale Boundary Layer Model），该模式是一个三维非静力的区域气象数值和大气扩散预报模式。模式采用Reynolds平均的大气运动控制方程组，包括动量方程、热流量方程、标量方程和完全弹性连续方程。模式适合应用于中$-\beta$到中$-\gamma$尺度或更小尺度范围的数值预报模拟研究。

宁德核电厂位于海边，同时一定区域范围内地形存在一定起伏，下垫面条件相对复杂，而USBL模式较为细致地考虑下垫面特征对边界层结构的影响，采用较为先进的湍能1.5阶的湍流闭合方案，因此，该模式对宁德核电厂中小尺度风场特征研究有较好的适用性。

2）模式验证

为了较为精确反映海陆、山区等复杂下垫面情形下的厂址区域内边界层风场的特征，选取了厂址典型的三种天气条件下（冬季梯度流、夏季梯度流、海陆风环流）的中小尺度局地风场特征和结构进行反演、分析。在研究分析中，通过对典型日进行个

例分析，了解不同天气条件下中小尺度风场特征。

分析过程中为了对模拟结果合理性进行判断，采用气象塔实测数据与模式模拟结果进行对比，该模式为数值预报模式，将一个时次的实测资料作为边界条件输入，由模式模拟得到厂址地区中小尺度风场日变化情况，因此，在模拟较长时间后，由于厂址实际天气系统发生较大变化，有可能与实测结果存在较大偏差，而模式主要旨在模拟下垫面及地面辐射加热引起风场日变化情况，因此，选取一些天气系统强度类型变化不大的观测日进行个例分析，并通过数值模拟得到厂址地区风向风速结果与气象塔100m高度同步观测数据日变化趋势进行验证比较。

①选取2005年12月22日冬季典型梯度流条件下风场特征，进行厂址区域中小尺度风场变化模拟和特征分析。

根据厂址气象塔现场观测，厂址该日以偏北风和偏东北风为主，且风速较大，从该日0 时～10时厂址地区风向在N~NE范围内，风速在2-3m/s左右，与模式模拟结果吻合较好，模式计算得到的结果来看，厂址地区风向为东北风，风速在5.0～6.0m/s之间，中午前后，厂址地区偏东风分量有所增加，在13时～16时，厂址实测风向为东风，在该时间段内，模式计算得到的风向虽仍为东北风，但是从风场图中可以看出，厂址地区风向偏东分量明显增加，在夜间，随着模拟时间较长，模拟得到结果与实测偏差略大，实测厂址地区入夜后风向出现逆时针偏转趋势，转为偏西北风和偏西风，虽然模式模拟结果风向逆时针偏转趋势不如实测明显，模拟结果厂址地区风向为偏北风。

冬季梯度流情形下的地面风场见图2.4-4。

②选取2006年7月9日对厂址地区夏季典型梯度流情形下风场特征进行模拟，利用三维风场数值模拟手段，模拟厂址夏季偏南季风影响并控制厂址地区情况下，厂址区域内风场特征。

结合2006年7月9日高空天气形势分析，该日夏季季风活跃，受我国西部地区低压槽影响，华南以及福建沿海地区以偏南风为主，整个厂址区域上空为偏南气流。同时，根据厂址地区现场观测结果，从该日早晨9时开始，厂址持续较长时间偏南风与偏西南风，模拟结果与实测结果基本吻合，以偏南风以为主。

夏季梯度流情形下的地面风场见图2.4-5。

③选取 2006 年 10 月 17 日对海陆风环流情形下风场特征进行数值模拟，根据厂址现场气象观测系统观测风观测结果，也可以看出这次海陆风环流的风向日变化趋势，

厂址凌晨 0 时～11 时，厂址以偏北风（陆风）和偏东北（沿岸流）为主，而模拟得到的陆风环流为西北风，与实测相差 1~2 个方位，从中午 12 时开始，厂址地区风向逐渐转为东南风（海风），这与模拟得到的风向吻合很好，至夜间 20 时，厂址地区风向转为偏北风（陆风），同样地，与实测也相差一个方位，从该日气象塔观测得到的风速情况来看，厂址该日风速较小，午后 16 时～18 时风速达到日最大，在 4.5～5.1m/s 之间，其余时刻，风速一般不超过 3.0m/s，说明该日风速系统风较小，有利于海陆风环流的形成。

海陆风情形下的地面风场见图 2.4-6。

从上述实测与模拟结果的对比中可以看出，模式模拟结果与实测陆风有一定程度的误差，但是这是在模式与实测正常误差范围内的，而模式对海风模拟效果较好，主要是由于海面下垫面条件较为简单，模式中对海域范围内各项局地下垫面条件的描述与实测吻合很好，从而模拟得到的海上来流与实测也吻合较好。

对厂址局地风场产生较大影响的主要有 4 个山体，对各山体描述具体如下：

— 位于厂址 WNW~NW 方向 35km 处，该区域内山体高度均较高，形成了水平东西、南北跨度在 10km 左右的山体群，有较多山体高度平均海拔在 700m 以上，其中，位于厂址西北方 31km 犁头寺山海拔高度为 1100m 左右。

— 位于厂址 NNW 方位 25~30km 作用处左右，该范围内山体群海拔高度在 300m 左右。

— 位于厂址 W~WSW 方位 25~30km 处左右，该范围内山体群平均海拔高度在 500m 左右。在该山体群中，玉山海拔最高，海拔高度达到 970m 左右。

— 位于厂址 W~NW 方位 10~15km 作用处左右，该区域内山体海拔多在 400~500m 左右，其中，位于厂址西北方位 14km 的太姥山，海拔高度在 900m 左右。

根据数值模拟结果，在厂址地区梯度流情形下，上述各山体对厂址中小尺度区域内风场特征影响主要表现为以下几点：

1) 对整个区域内风场影响最为明显的有两个山体群，为以犁头寺山为首的位于厂址 WNW~NW 方向 35km 处左右处的山体群和位于厂址 NNW 方位 25~30km 处左右的，海拔高度在 300m 左右的山体群。两山体群对厂址风场的影响主要体现在其附近较大范围内出现气流的转向，水平影响范围达 30km 左右，厂址区域冬季系统风以偏

北风为主，在系统风较强时，偏北气流在两山体前出现转向为东西方向运动，但不会对厂址地区产生明显影响，厂址仍为偏北气流。而即使是偏南气流，厂址南北方向上没有任何高大山体阻挡时，在流经厂址后也不会发生明显的转向。

2) 对厂址区风场影响较大的是位于厂址西侧的以玉山为首的位于厂址 W~WSW 方位 25~30km 左右处的山体群，以及以太姥山为主的，位于厂址 W~NW 方位 10~15km 左右处的山体群。两山体对东西向气流影响最为明显，主要体现在沿山体爬坡产生上升气流，以及爬坡后的气流下洗作用，甚至于在山体前受其阻挡，诱生的山前环流的形成和山后背风涡流。同时，两山体对厂址地区风场结构影响方式并不能一概而论，主要决定于该时刻天气系统、以及大气稳定度状况。

3) 根据模拟得到的结果，在夜间尤其是大气为稳定层结时，高空气流遇到两山体会产生气流下洗，反之，在白天，太阳辐射作用，对流相对较为旺盛，低层气流遇到山体后会沿山体爬坡，并产生一定强度的上升气流，上升气流在 800m 高度以下均较为明显。

4) 一般情况下，往往随着层结稳定性的增加，气流会绕行山体周围，而不会沿山体爬坡最终越过山顶，还可能在山体上游发生阻塞。但由于厂址地区山多且山高，由于气流爬坡在 1000m 高空仍产生较强的上升运动，而由于 1000m 左右高空梯度风较强，则会在这个高度与较强的梯度流汇合后转为向东运动的气流。这时会在山前 1000m 左右高度形成一个环流，因此，虽然低层气流有可能卷夹着污染物上升并折返至厂址地区上空，但是由于垂直高度较高，对厂址地区影响不大，且由于山体阻挡也不会对内陆地区造成严重的污染。

图 2.4-7 给出了典型流场情形下的地面风场图。图中标注（1～4）为前面所述山体位置。

2.4.2.8 厂址地区海陆风环流特征

宁德核电厂为沿海厂址，由于海洋和陆地的热力性质不同，会造成水陆之间的温度差别。太阳辐射较强时，白天海面的气温一般比陆地低，如果较大范围的压力梯度较小，陆地表面受太阳辐射加热的空气上升，使近地面处的大气压下降，来自水面上的冷空气流向低压区。同时，从陆上上升的空气流向水面的较高层，然后下降到水面上，形成海风环流。夜间，当地面温度比海面低时，会出现反方向的陆风环流，厂址

的风向会呈现昼夜变化的特征，形成局地海陆风环流。

福建气象科学研究所在冬夏两季大气测试期间，对厂址地区海陆风进行了观测，从试验的资料分析来看，夏季测试期间由于受副高脊线北抬到 30°N 左右和多台风影响，850hPa 以偏东到东北风为主，天空云量变化较大，破坏了海陆风的形成条件；在冬季仅观测到一次海陆风转向过程，该次海陆风转向过程中，海风一般维持在 800~1100m 高度。冬夏两季大气测试捕捉到的海陆风现象较少。

2.4.2.9 厂址沿海热内边界层

热内边界层产生于地表面加热状况的差异，使污染物产生陷阱型扩散或者熏烟型扩散，形成热内边界层的必要条件是向岸流和一定的水陆温差。

从冬、夏两季大气测试试验的资料分析来看，冬、夏季都未获得可作分析热内边界层的观测资料，福建气象科学研究所分析其原因可能有两种：一是冬季水面温度上升缓慢，形不成热内边界层的结构；二是夏季试验阶段，受副高和多台风影响，850hPa 以偏东到东北风为主，天空云量变化较大，破坏了热内边界层结构。

2.4.3 灾害性天气

2.4.3.1 热带气旋

热带气旋是本地区主要的灾害性天气，7~9 月是热带气旋的盛期。根据国家 1949~2005 年的《台风年鉴》资料，以厂址为中心，通过统计 300km 半径圆域内热带气旋的活动，分析研究区热带气旋活动的特征。

登陆、影响宁德地区的热带气旋（包括热带气旋、强热带气旋和台风）年平均为 4~5 个，90%以上的热带气旋发生源地在东经 160 度以西、北纬 5~21 度之间的西太平洋海域。区域内登陆热带气旋主要集中于 7~9 月，造成影响的热带气旋占全年 80%以上。

区域内最大风速主要由台风和中小尺度系统造成，均出现在 7~9 月。个别地方阵风大于 35m/s。陆性大风，据统计约 94%由台风引起。例如，受 6614 号台风影响，内陆宁德、霞浦出现 12 级以上大风；受 0216 台风（森拉克）影响，福鼎过程最大阵风风速达 35m/s，霞浦达 25m/s，0608 超强台风（桑美）影响，福鼎过程最大阵风风速

达 43.2m/s。台风引起的沿海或近海大风要比陆地的大风大得多，并且持续时间也长得多。

迄今为止，全球最强的西北太平洋热带气旋（7919 号）实测最低中心气压 P_0 为 870hPa，相应最大风速 80m/s。区内的热带气旋实测最低中心气压 P_0 为 920hPa，发生在 2006 年 0608 号桑美台风期间。

经专题分析研究，并对 2006 年 0608 号桑美台风过程对风暴潮增水计算的影响进行了复核，设计基准采用的可能最大热带气旋的特征参数如下：

— 台风中心气压 P_0＝897hPa

— 台风外围气压 P∞＝1008hPa

— 最大风速半径 R＝40km

— 热带气旋最大移速 V＝26km/h

2.4.3.2 龙卷风

龙卷风包括陆龙卷风和海龙卷风。它是由于强对流天气引起的强烈旋风，也有一些由热带气旋外围环流引起，属小尺度天气系统。龙卷风出现时间短，范围小，但能量极大，因此破坏力相当大。

厂址区域龙卷风调查、评价范围为三个经纬度范围，共查考了宁德地区、福州地区、南平地区东部、温州地区、丽水地区东南部共 40 个县的相关历史资料，调查对象主要是气象台站、县志、县市民政和档案等部门的记录。1950~2005 年间宁德核电厂厂址区域共记录到龙卷风 32 个。

统计龙卷风的强度 F 等级出现的次数和百分率，用富士达分类法对 1950 年~2005 年区域内出现的 32 次龙卷风强度进行评级（表 2.4-8），F0 级占 37.50%，F1 级占 40.62%，F2 级占 21.88%，调查中未发现 F2 级以上级别的龙卷风。

根据《核电厂厂址选择的极端气象事件》（HAD101/10）中的龙卷风模型，设计基准龙卷风特征参数如下：

— 最大龙卷风风速： 80m/s；

— 龙卷风强度等级： F3；

— 最大旋转风速： 62m/s；

— 最大平移速度： 18m/s；

— 最大风速半径： 98m；

— 总压降： 48hPa；

— 最大压降速率： 8.8hPa/s。

2.4.3.3 雷暴

雷暴一般产生于积雨云，强雷暴常伴有大风、暴雨和冰雹，偶尔还会出现龙卷风，常常造成局部地区的严重灾害，一般雷暴的影响范围较小，持续时间较短。区域内一年四季均有雷暴出现，但以 3~9 月最多，峰值月为 7~8 月。

2.4.3.4 飑

区域内的飑线活动主要出现在春夏两季，当前期天气回暖非常显著时，北方有较强的冷空气南下，常在冷空气前缘附近出现飑线，飑线持续时间短，但灾害来势猛。在飑线经过的地方可产生大风、冰雹等天气现象，并且伴有短时强降水。

在 1971~2004 年 34 年中，区域内飑线年均大约有 1.3 次，福鼎、霞浦站出现次数分别为 51、18 次；飑线主要出现在 4~9 月，最多出现在 7~8 月份，占总数的一半。

2.4.3.5 冰雹

冰雹主要出现在春季 3~4 月份和盛夏季节,空间分布的一般规律是山区多于平原，内陆多于沿海。降雹的持续时间，短的只有二三分钟，长的可达十多分钟。一天中以午后到傍晚出现的机会最多。高温、高湿、降压，而且伴有雷暴和大风。

厂址区域属少雹区，每年平均 0.2 次左右，多出现在春季和盛夏季节，出现高峰在 3~4 月前后。福鼎站 1971~2004 年共发生 2 次，分别发生在三月和七月，最大直径 9mm。建站以来有记录的冰雹是 1955 年 3 月 18 日冰雹最大直径 45mm。霞浦站 1971~2004 年共发生 4 次，分别为 3 月 1 次，4 月 3 次，最大直径 2~3mm。

九十年代后冰雹呈减少趋势，福鼎和霞浦发生冰雹次数少，近二十年福鼎出现冰雹一次，霞浦三次。

2.4.4 联合频率

按照《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）导则要求，在联合频率统

计中，将风速划分为 6 级，即风速 V＜0.5m/s 按静风处理，作为第一级风速，0.5~1.9m/s 为第二级风速，2.0~2.9m/s 为第三级风速，3.0~4.9m/s 为第四级风速，5.0~5.9m/s 为第五级风速，大于 6.0m/s 为第六级风速，并分为有雨和无雨两种情况，采用气象塔 10m 和 100m 高度的温度梯度以及 10m 气象桅杆风速根据温度梯度-风速法确定宁德核电厂址大气稳定度。得到厂址地区各稳定度所占比例分别为：A 类 1.3%，B 类 11.3%，C 类 17.3%，D 类 56.3%，E 类 5.6%，F 类 8.3%。厂址正常和事故运行工况下大气弥散因子计算中低层风均采用 10m 气象桅杆观测数据。

表 2.4-9 给出了根据 2011 年 10 月~2013 年 9 月年两整年逐时 10m 气象桅杆逐时风向、风速以及稳定度数据统计得出厂址的风向、风速、稳定度联合频率分布，该数据的联合获取率为 98.2%。

2.4.5 混合层高度及扩散参数值

2.4.5.1 混合层高度

福建气象科学研究所于 2005 年 12 月和 2006 年 7 月~2006 年 8 月在厂址地区进行了冬夏两季低空风向、风速和温度廓线的大气探测试验。根据试验结果统计得到了厂址地区混合层高度。冬、夏季厂址和柏洋点的平均混合层高度基本相同：冬季厂址平均混合层高度为 524m，柏洋点平均混合层高度为 522m；夏季厂址平均混合层高度为 603m，柏洋点平均混合层高度为 589m；冬季厂区最大混合层高度为 1075m；夏季厂区最大混合层高度为 1375m。冬夏季试验按稳定度划分的混合层高度平均值为 927m（A 类）、724m（B 类）、695m（C 类）、570m（D 类）。

2.4.5.2 扩散参数

为了解宁德核电厂址大气扩散参数，采用了平衡球试验、风洞试验和厂址气象塔高、低层湍流观测三种手段。

福建气象科学研究所于 2005 年 12 月和 2006 年 7 月~2006 年 8 月通过释放平衡球来计算厂址地区大气扩散参数。图 2.4-8 给出了根据平衡球试验计算的扩散参数与 P-G 扩散参数的比较。

中国辐射防护研究院采用风洞实验对厂址的大气扩散参数进行了研究，其模型范

围为厂址为中心 10km 区域，实验时取 4 个风向进行示踪实验。由于风洞实验不能模拟热力层结，试验仅模拟了中性稳定度层结的流动。因此，风洞实验只给出了 D 类扩散参数。图 2.4-9 给出了风洞实验扩散参数与 P-G 扩散参数曲线比较。

苏州热工研究院有限公司于 2010 年 5 月在厂址气象塔 30m 和 80m 高度进行了约 25 天的湍流观测，共获得有效样本 515 组。试验期间 30m 高度与 80m 高度的风速和风向均有很好的一致性，80m 高度风速略大于 30m 高度，符合大气边界层中风速随高度增加的事实；仪器观测的湍流热通量具有规律的日变化。上述结果显示两套湍流观测仪器观测结果有较好的相关性。

气象塔高低层湍流测量结果表明，30m 高度湍流脉动方差和湍流强度均强于 80m 高度。相同高度的顺风向和侧向脉动量有较好的相关性，总体上顺风向脉动强于侧风向，垂直向脉动最弱。30m 和 80m 高度的顺风向湍流脉动方差也有较好的相关性，但不及 30m 和 80m 高度的侧风向湍流脉动方差相关性，这主要是由厂址陆地下垫面起伏地形造成的。30m 和 80m 高度无因次湍流特征量随 z/L 的变化以及湍流度随风速的变化符合边界层相似理论一般性规律，这些试验结果均与前人理论符合的较好。根据实测湍流度，采用 Draxler 方案估算了厂址地区湍流扩散参数。表 2.4-10 给出了湍流扩散参数值，图 2.4-10 给出了湍流扩散参数与 P-G 扩散参数曲线比较。

比较上述三种手段获取的厂址地区扩散参数发现，三种手段获取的扩散参数相近，同时均接近 P-G 扩散参数。在近区则大于 P-G 扩散参数，因此采用 P-G 扩散参数计算厂址地区弥散因子具有保守性。由于风洞试验仅给出了 D 类扩散参数，不足以应用于计算；湍流试验观测样本数较多，且湍流试验扩散参数比平衡球试验获取的扩散参数更保守，因此厂址事故和正常工况下大气弥散因子计算采用湍流试验获取的扩散参数，以反映厂址地区的大气扩散条件。

2.4.6 厂址气象观测计划

核电厂环境影响评价的一项重要内容是核电厂厂址气象特征和大气弥散规律的分析，以及电厂运行前和运行期间现场气象观测计划的实施，在厂址进行现场气象观测以获取足够的具有厂址代表性的气象观测数据。

在宁德核电厂厂址开展气象观测的主要目的为：

— 为分析宁德核电厂厂址气象特征和大气弥散规律提供符合国家相关导则要求

的气象数据；

— 为开展宁德核电厂大气扩散规律研究提供所需的气象数据；

— 为制定宁德核电厂运行后的气象观测计划提供依据，并为厂址所在地区的应急准备积累基础资料。

2.4.6.1 运行前的厂址气象观测

运行前的气象观测是获得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排放造成辐射影响所需要的各种气象参数，宁德核电厂运行前的气象观测计划包括建立厂址气象观测系统以及开展厂址污染气象观测两部分。

宁德核电厂气象观测系统的选址始于 2005 年 5 月，由于宁德核电厂地形条件较为复杂，为了保证气象观测系统数据有较好的代表性，建设单位和苏州热工研究院有限公司会同国内相关专家进行了现场勘查并进行了多方案比选，结合总平面布置共选出三个较为适宜的场地。三个候选场地环境和地形条件基本类似，距离海岸 200m 左右，位于山坡靠海一侧。

鉴于当时的总平面布置情况，特别是考虑到以后的电力出线走廊，选择了东侧场地作为气象站的建设地（气象站原站址，即原第一备选站址），并于 2005 年 11 月投入运行，至 2006 年 10 月完成了一个整年的观测，后由于总平面布置的调整，于 2008 年 4 月对气象观测系统实施了搬迁重建，重建位置启用了原南侧场地（气象站现站址），2008 年 8 月系统搬迁重建完成并投入运行。图 2.4-11 给出气象站原站址和现站址位置示意图。

搬迁后的气象塔所处位置与附近山体距离较近，导致 10m 观测数据受山体影响较大，为此，在气象塔南面，观测场的北侧 30m 左右增设了 10m 气象桅杆以取得有较好代表性的观测资料。气象桅杆于 2009 年 12 月开始正式观测。考虑到气象塔 10m 高度风场数据受山体影响明显，2012 年 3 月以后，该层高度的风场观测被气象桅杆 10m 高度风场观测取代。

（1） 厂址气象观测系统

宁德核电厂厂址气象观测系统包括厂址气象梯度观测站和厂址专用地面气象站。

• 气象梯度观测站

气象梯度观测共设四层（10m、30m、80m 和 100m），分别测量地面以上各个高

度温度以及 30m、80m 和 100m 高度的风速、风向气象参数。

• 厂址专用地面气象站

其设施与国家气象站网的常规气象站基本相同，观测项目有降雨量、气压、太阳总辐射、净辐射、温湿度和地表温度。

• 10m 气象桅杆

观测 10m 高度风向风速。

（2） 厂址现场污染气象观测

— 边界层观测试验

为了了解厂址附近大气边界层特征，福建气象科学研究所于 2005 年 12 月 9 日～12 月 28 日和 2006 年 7 月 18 日~2006 年 8 月 10 日在厂址地区进行了冬夏两季低空风向、风速和温度廓线的大气探测试验。

试验在厂址及距厂址约 6km 处的柏洋村设置两个低空探测点同步进行厂址区域大气边界层风、温廓线的观测。

冬季厂址和柏洋两点各释放低空探测气球 190 个，厂址点释放平衡球 127 个，柏洋点释放 135 个。夏季厂址和柏洋点各释放低空探测气球 210 个，厂址释放平衡球 160 个，柏洋点释放 180 个。其中，探空观测每天释放 10 号或 20 号探空气球 10 次，释放时间为 06：00、08：00、10：00、12：00、14：00、16：00、18：00、20：00、22：00 和 24：00，典型天气时增加 02：00 和 04：00 两次加密观测。

平衡球观测安排在白天小球探空的间隙进行，释放高度通常在核电厂烟羽排放高度。夏季试验期间由于副高和多台风的影响，未观测到海陆风和热内边界层现象。

— 风洞试验

中国辐射防护研究院采用风洞实验对厂址的大气扩散参数进行了研究，其模型范围以厂址为中心半径 10km 区域，实验时取 4 个风向进行示踪实验。

— 厂址地区风场数值模拟试验

为了解宁德核电厂址海陆交接地貌及复杂地形对厂址地区风场的影响，苏州热工研究院有限公司开展了厂址地区风场的数值模拟工作。研究了厂址地区各种典型气流的风场结构。

— 湍流观测试验

为进一步了解厂址地区湍流特征和大气扩散参数，苏州热工研究院有限公司于

2010 年 5 月在厂址气象塔 30m 和 80m 高度进行了约 25 天的湍流观测，共获得有效样本 515 组。根据实测湍流度，计算了大气扩散参数。

2.4.6.2 运行期间的厂址气象观测大纲

宁德核电厂运行期间将实施统一的气象观测，为各机组气载流出物排放管理和电厂应急准备服务。运行期间的厂址气象观测系统包括厂址气象塔梯度自动观测系统和厂址地面气象站。目前，该系统观测内容包括：

- 10m、30m、80m、100m 高度处的风向、风速和温度等气象参数；
- 1.5m 处的温度、湿度、气压、太阳辐射和净辐射；
- 地面高度处的降雨量和地面湿度。

自动气象观测站所采集气象数据将通过数据传输系统传输到辐射监测站数据中心，通过网络传送到核电厂主控室、应急指挥中心等。

2.4.7 参考文献

[1] 福建宁德核电站区域气象研究，福建省气象科学研究所，2006.2；

[2] 福建宁德核电站区域低空气象探测研究，福建省气象科学研究所，2006.9；

[3] 福建宁德核电站极端气象研究，福建省气象科学研究所，2006.2；

[4] 宁德核电厂厂址气象观测数据分析报告，苏州热工研究院有限公司，2007.1；

[5] 宁德核电厂一期工程可行性研究报告，第三卷 厂址条件，深圳中广核工程设计有限公司，2006.5。

表 2.4-1（1/2）　区域气象参数特征表（1971~2004）——福鼎站

时间	气温（℃）			气压（hPa）			相对湿度（%）		日照（h）	平均日照百分率（%）	浓雾（d）	降水（mm）	蒸发（mm）
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气压	极端最大气压	极端最小气压	平均相对湿度	最小相对湿度					
1 月	9	25.6	-3.4	1020	1034.9	1002.6	77	11	107.2	30	1.4	55.3	48.1
2 月	9.5	29	-2.9	1018.4	1033.2	997.8	79	9	86.3	26	1.7	84.1	45.1
3 月	12.2	30.2	-2.3	1015.3	1032.5	998	82	9	90.5	24	2.8	144.4	57.8
4 月	17.1	32.3	3.6	1010.9	1028.8	997.1	81	13	112	29	2.6	158.3	83.5
5 月	21.4	36.3	9.7	1007	1021.7	990.8	82	18	117.5	28	1.1	188.4	99.8
6 月	25.1	39	13.4	1002.9	1014.2	986.9	84	21	131.6	32	0.6	238	111.9
7 月	28.3	40.6	19.3	1001.6	1012.8	984.8	81	27	223.2	53	0.3	150.6	166.8
8 月	27.9	38	19	1001.8	1012.5	970.6	81	33	203.7	50	0.1	261.4	153.1
9 月	25.1	39	13.7	1007.4	1018.9	976.6	79	21	153.8	42	0.2	190.2	122.7
10 月	20.7	33.5	6	1013.6	1025.9	995.9	75	13	153.5	43	0.4	82.7	103.8
11 月	16	30.4	0.2	1017.8	1032.4	1000.8	74	13	129.8	40	0.5	60.4	73.5
12 月	11	27.2	-5.2	1020.5	1034.5	1001.5	75	9	134.2	42	1.5	42.6	57.3
全年	18.6	40.6	-5.2	1011.4	1034.9	970.6	79	9	1643.4	37	13.3	1656.4	1123.4

表 2.4-1（2/2）　区域气象参数特征表（1971~2004）——霞浦站

时间	气温（℃）			气压（hPa）			相对湿度（%）		日照（h）	平均日照百分率（%）	浓雾（d）	降水（mm）	蒸发（mm）
	平均气温	极端最高气温	极端最低气温	平均气压	极端最大气压	极端最小气压	平均相对湿度	最小相对湿度					
1 月	9.7	26.2	-1.3	1022.6	1037.1	1005	77	18	103.2	30	0.6	52	63.3
2 月	9.8	26.7	-1.5	1021.2	1036.2	1001.8	81	18	82.2	26	1	81.9	51.7
3 月	12.2	31.6	0.2	1018.1	1035.3	1001.3	83	14	88.9	24	1.6	145.7	65.2
4 月	16.8	33.7	4.5	1013.8	1031.3	1000.4	83	17	111.2	29	2	146.3	90.9
5 月	21.3	35.6	9.9	1009.9	1024.5	994.4	84	25	121.4	29	1	177.6	125
6 月	25.4	38.4	15.1	1005.7	1016.1	988.4	85	28	140.9	34	0.3	199	140.2
7 月	28.6	40.1	20.2	1004.6	1015	988.5	80	34	238.5	57	0	104.1	213.1
8 月	28.2	38.6	19.5	1004.5	1014.5	975.1	80	37	217	54	0	177.9	202.7
9 月	25.4	37.5	13.3	1010	1021.7	975	79	30	164.1	44	0	142.4	158.8
10 月	21.2	34.4	7.6	1015.8	1028.7	998.4	75	16	159.8	45	0	55.5	136.6
11 月	16.7	29.2	-0.6	1020.3	1034.9	1004.3	73	15	127.2	39	0.2	46	99.8
12 月	11.8	28	-3	1023.1	1036.8	1004.6	74	13	131.1	41	0.3	38.2	74.2
全年	18.9	40.1	-3	1014.1	1037.1	975	80	13	1685.5	38	7	1366.6	1421.5

表 2.4-2　区域累年（1971~2004）风向频率与平均风速

	福鼎站		霞浦站	
	风向频率（%）	平均风速（m/s）	风向频率（%）	平均风速（m/s）
N	10	1.8	1	2
NNE	7	2.1	3	2.7
NE	5	2.1	5	2.5
ENE	2	2.2	7	2.9
E	1	2.1	7	2.9
ESE	2	2.7	8	3.4
SE	6	3.1	9	3.4
SSE	5	2.8	2	2.6
S	4	2	2	2.2
SSW	2	1.7	2	1.9
SW	1	1.4	4	1.6
WSW	1	1.3	9	1.7
W	1	1.5	12	1.6
WNW	1	1.6	3	1.6
NW	2	1.5	1	1.5
NNW	3	1.6	0	1.4
C	47	—	28	—

表 2.4-3（1/2）　厂址区温度、气压、相对湿度和降水特征

月份	温度（℃）														
	10m 高度			30m 高度			80m 高度			100m 高度			地面站		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
1 月	8.4	17.0	-1.0	8.1	16.7	-1.1	7.8	17.0	-1.0	7.8	17.1	-1.1	9.2	21.6	0.9
2 月	8.6	16.8	1.7	8.3	17.7	1.2	8.2	19.7	0.7	8.2	19.8	0.7	10.0	22.8	1.7
3 月	11.9	20.5	5.6	11.8	20.3	5.3	11.8	21.7	4.8	11.8	22.1	4.4	14.0	20.3	5.0
4 月	16.4	25.3	8.4	16.4	25.0	9.2	16.4	24.6	10.0	16.4	24.8	9.9	18.4	25.2	7.0
5 月	20.8	26.4	12.8	20.6	26.0	12.7	20.5	27.0	13.0	20.5	27.3	13.1	22.5	27.9	11.9
6 月	24.6	29.7	19.6	24.3	29.0	19.5	24.2	29.1	19.2	24.2	29.2	19.2	27.1	35.6	18.9
7 月	26.9	32.5	22.9	26.5	32.1	22.6	26.4	31.4	22.7	26.5	31.3	22.6	31.9	34.5	22.7
8 月	27.6	34.1	22.4	27.3	33.9	22.1	27.1	33.3	21.7	27.0	33.0	21.6	31.2	37.1	22.6
9 月	24.9	29.2	17.7	24.7	28.9	11.3	24.4	28.4	17.8	24.3	28.1	17.7	26.0	31.2	14.7
10 月	20.5	26.4	14.8	20.4	25.0	14.8	20.0	24.4	14.2	20.0	24.2	14.2	22.4	29.7	11.7
11 月	17.3	24.4	8.2	17.1	24.0	8.2	16.8	23.6	8.4	16.8	23.4	8.3	17.5	24.0	7.0
12 月	10.7	19.7	-0.3	10.5	19.3	-0.1	10.2	19.0	-0.2	10.1	19.1	0.1	11.0	21.3	0.7
全年	18.2	34.1	-1.0	18.0	33.9	-0.1	17.8	33.3	-1.0	17.8	33.0	-1.1	20.1	37.1	0.7

表 2.4-3（2/2）　厂址区温度、气压、相对湿度和降水特征

时间	气压（hPa）			相对湿度（%）		降水				
	平均气压	最高气压	最低气压	平均相对湿度	最小相对湿度	总降雨量（mm）	小时最大降雨量（mm）	日最大降雨量（mm）	降水小时数（h）	降水日数（d）
1 月	1017.41	1029.3	1005.4	71.41	32	98.3	4.4	20.8	82	12.5
2 月	1015.35	1025.1	1001	76.96	29	102.8	6.3	16	131.0	16.0
3 月	1011.68	1023	999.4	73.29	21	91.15	9.0	16.3	96.0	12.5
4 月	1006.55	1017.7	994.5	72.77	22	120.15	11.4	14.5	111.5	14.0
5 月	1002.59	1012.9	995.3	78.35	33	169.95	13.8	28.0	182.0	18.5
6 月	997.22	1005.7	988.6	80.55	53	205.1	56.4	51.6	119.0	17.0
7 月	998.59	1003.8	983.3	77.07	40	69.4	15.9	13.5	50.0	11.5
8 月	997.07	1006	979.4	72.97	36	157.45	21.2	22.4	46.0	10.0
9 月	1004.68	1011	996.4	72.67	27	203.15	45.8	51.8	62.0	10.0
10 月	1010.73	1017.9	1003	65.06	26	32.45	23.8	12.7	61.0	11.0
11 月	1012.09	1023.6	1002.1	71.33	32	184.0	26.5	42.8	71.0	11
12 月	1017.35	1027.4	1007	62.75	21	74.8	4.9	10.0	70.5	9.0
全年	1007.62	1029.3	979.4	72.85	21	1508.7	56.4	51.8	1082	153

表 2.4-4（1/5）　气象观测系统各高度处温度的小时变化——地面站

单位：℃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
0:00	7.4	8.6	10.8	14.6	19.4	23.4	26.0	26.5	22.8	18.1	15.6	9.2	16.8
1:00	7.4	8.5	10.7	14.5	19.2	23.2	25.8	26.2	22.6	17.9	15.5	9.1	16.7
2:00	7.4	8.4	10.6	14.4	19.1	23.1	25.6	26.0	22.4	17.7	15.4	8.9	16.6
3:00	7.3	8.3	10.6	14.3	19.0	23.0	25.4	25.8	22.3	17.4	15.3	8.9	16.5
4:00	7.3	8.3	10.4	14.2	19.0	22.9	25.3	25.6	22.1	17.2	15.2	8.8	16.4
5:00	7.2	8.3	10.4	14.3	19.2	23.4	25.8	25.8	22.1	17.2	15.2	8.7	16.5
6:00	7.2	8.3	10.9	15.4	20.4	24.9	28.1	27.3	22.9	18.2	15.6	8.8	17.3
7:00	7.9	9.0	13.0	17.7	22.4	27.5	32.1	30.6	25.3	21.5	17.1	9.8	19.5
8:00	9.3	10.3	16.0	20.7	24.6	30.0	36.3	34.2	27.4	25.7	19.2	11.8	22.1
9:00	11.1	11.7	17.2	22.1	26.0	30.9	36.6	35.1	29.5	29.2	21.0	13.8	23.7
10:00	12.6	12.6	19.7	24.6	28.0	33.9	42.6	39.7	32.7	31.5	22.0	15.3	26.3
11:00	12.7	13.4	21.6	26.4	28.9	34.4	44.6	42.2	34.4	32.9	22.2	15.5	27.4
12:00	13.6	13.6	20.3	26.1	29.2	34.8	45.1	42.4	32.4	32.3	21.7	16.0	27.3
13:00	13.4	13.7	21.0	25.0	27.5	33.1	41.8	38.8	33.6	30.7	20.9	15.3	26.2
14:00	12.6	12.7	19.8	24.2	27.4	32.5	40.6	39.0	31.9	28.2	19.7	14.2	25.2
15:00	11.1	11.5	17.7	22.1	25.3	30.8	38.4	36.3	29.2	25.1	18.1	12.6	23.2
16:00	9.5	10.3	15.1	19.4	23.3	27.9	33.2	32.3	26.3	21.9	17.0	11.0	20.6
17:00	8.6	9.5	12.8	17.4	21.7	26.2	30.1	29.8	24.7	20.4	16.6	10.3	19.0
18:00	8.3	9.2	12.0	16.4	20.8	25.0	28.2	28.4	24.1	19.8	16.4	9.9	18.2
19:00	8.2	9.0	11.6	16.0	20.4	24.5	27.5	27.8	23.8	19.4	16.3	9.7	17.8
20:00	8.0	9.0	11.4	15.7	20.2	24.2	27.1	27.5	23.5	19.0	16.1	9.5	17.6
21:00	7.8	8.9	11.2	15.5	20.0	24.0	26.8	27.1	23.2	18.8	15.9	9.3	17.4
22:00	7.8	8.8	11.0	15.3	19.8	23.8	26.5	26.9	23.0	18.4	16.2	9.1	17.2
23:00	7.6	8.8	10.8	15.1	19.6	23.6	26.2	26.6	22.8	18.3	15.7	9.1	17.0

表 2.4-4（2/5） 气象观测系统各高度处温度的小时变化——气象塔 10m 高度

单位：℃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
0:00	8.0	8.5	11.4	15.6	20.2	23.9	26.1	26.9	23.9	19.5	16.8	10.3	17.6
1:00	7.8	8.3	11.3	15.6	20.1	23.9	26.0	26.6	23.7	19.4	16.6	10.2	17.5
2:00	7.8	8.4	11.3	15.6	20.0	23.8	25.9	26.5	23.6	19.3	16.6	10.1	17.4
3:00	7.7	8.3	11.1	15.5	19.9	23.8	25.8	26.4	23.4	19.1	16.5	10.0	17.3
4:00	7.7	8.3	11.2	15.6	20.0	23.7	25.8	26.3	23.4	19.1	16.4	9.9	17.3
5:00	7.8	8.3	11.2	15.4	19.9	23.7	25.8	26.3	23.3	19.0	16.4	9.9	17.2
6:00	7.8	8.2	11.1	15.6	20.2	24.1	26.4	26.9	23.5	19.3	16.4	9.8	17.4
7:00	7.8	8.2	11.8	16.3	20.7	24.6	27.0	27.7	24.4	20.1	16.9	10.1	18.0
8:00	8.1	8.4	12.6	17.0	21.1	24.9	27.4	28.3	25.2	21.0	17.5	10.6	18.5
9:00	8.6	8.7	12.8	17.3	21.3	25.2	27.5	28.5	25.7	21.7	17.9	11.1	18.9
10:00	8.9	8.8	12.8	17.4	21.3	25.4	27.7	28.7	26.1	22.0	18.0	11.4	19.1
11:00	9.1	9.1	13.0	17.6	21.5	25.3	27.8	28.8	26.3	22.1	17.9	11.6	19.2
12:00	9.1	9.1	12.9	17.4	21.7	25.3	27.7	28.8	26.3	22.0	17.9	11.7	19.2
13:00	9.0	9.1	12.8	17.4	21.6	25.3	27.7	28.7	26.4	21.9	18.0	11.7	19.1
14:00	9.0	8.8	12.5	17.2	21.7	25.4	27.7	28.6	26.2	21.8	17.9	11.7	19.0
15:00	9.0	8.9	12.4	17.0	21.5	25.3	27.6	28.4	26.0	21.6	17.8	11.6	18.9
16:00	8.8	8.8	12.0	16.8	21.3	25.1	27.5	28.1	25.8	21.3	17.7	11.4	18.7
17:00	8.7	8.8	11.8	16.7	21.0	24.9	27.2	27.9	25.5	21.0	17.6	11.2	18.5
18:00	8.6	8.7	11.9	16.5	20.9	24.7	26.9	27.7	25.2	20.7	17.5	10.9	18.4
19:00	8.5	8.8	11.8	16.4	20.8	24.7	26.9	27.6	25.0	20.5	17.4	10.8	18.3
20:00	8.4	8.8	11.9	16.2	20.7	24.5	26.7	27.3	24.7	20.3	17.3	10.5	18.1
21:00	8.3	8.8	11.7	16.1	20.6	24.4	26.6	27.1	24.5	20.0	17.0	10.4	18.0
22:00	8.3	8.6	11.6	16.2	20.4	24.3	26.4	27.1	24.3	19.8	17.3	10.2	17.9
23:00	8.2	8.0	11.3	16.0	20.3	24.2	26.3	26.9	24.0	19.7	16.8	10.2	17.7

表 2.4-4（3/5） 气象观测系统各高度处温度的小时变化——气象塔 30m 高度

单位：℃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
0:00	7.7	8.2	11.3	15.8	20.2	23.8	25.9	26.7	23.9	19.6	16.7	10.0	17.5
1:00	7.6	8.2	11.3	15.8	20.1	23.7	25.8	26.5	23.7	19.6	16.6	10.0	17.4
2:00	7.6	8.2	11.3	15.8	20.0	23.6	25.7	26.4	23.5	19.4	16.5	9.9	17.3
3:00	7.6	8.1	11.2	15.6	19.9	23.6	25.7	26.3	23.4	19.2	16.5	9.8	17.2
4:00	7.6	8.1	11.3	15.7	20.0	23.5	25.6	26.3	23.4	19.2	16.4	9.7	17.2
5:00	7.6	8.0	11.2	15.6	19.9	23.6	25.7	26.3	23.3	19.1	16.3	9.7	17.2
6:00	7.7	8.0	11.2	15.7	20.1	23.9	26.1	26.7	23.4	19.2	16.4	9.6	17.3
7:00	7.6	8.1	11.7	16.1	20.4	24.3	26.6	27.4	24.2	19.8	16.7	9.8	17.7
8:00	7.9	8.2	12.3	16.8	20.8	24.5	26.9	27.9	24.9	20.6	17.2	10.3	18.2
9:00	8.4	8.4	12.5	17.1	21.0	24.7	27.1	28.1	25.4	21.2	17.6	10.7	18.5
10:00	8.7	8.6	12.4	17.1	21.0	25.0	27.3	28.2	25.7	21.6	17.7	11.1	18.7
11:00	8.8	8.8	12.6	17.2	21.2	24.9	27.3	28.3	25.9	21.7	17.7	11.2	18.8
12:00	8.8	8.8	12.5	17.1	21.3	24.9	27.2	28.3	25.9	21.7	17.6	11.4	18.8
13:00	8.7	8.8	12.4	17.0	21.3	24.9	27.2	28.3	26.0	21.5	17.7	11.4	18.8
14:00	8.7	8.6	12.2	16.8	21.3	25.0	27.2	28.2	25.6	21.5	17.7	11.5	18.7
15:00	8.6	8.5	12.0	16.7	21.1	25.0	27.2	28.0	25.7	21.3	17.6	11.4	18.6
16:00	8.5	8.5	11.8	16.6	21.0	24.9	27.1	27.7	25.5	21.0	17.5	11.1	18.4
17:00	8.3	8.4	11.6	16.5	20.8	24.7	26.9	27.6	25.3	20.8	17.4	10.9	18.3
18:00	8.3	8.4	11.7	16.5	20.7	24.5	26.7	27.4	25.0	20.5	17.2	10.7	18.1
19:00	8.2	8.5	11.7	16.3	20.7	24.5	26.7	27.4	24.8	20.3	17.2	10.6	18.1
20:00	8.1	8.6	11.8	16.2	20.6	24.3	26.5	27.1	24.6	20.2	17.0	10.3	18.0
21:00	8.1	8.6	11.7	16.3	20.5	24.3	26.4	27.0	24.4	20.1	16.8	10.2	17.8
22:00	8.0	8.3	11.6	16.3	20.4	24.2	26.2	26.9	24.3	19.9	17.0	10.0	17.8
23:00	7.9	7.6	11.3	16.1	20.3	24.1	26.1	26.7	24.0	19.8	16.7	10.0	17.6

表 2.4-4（4/5） 气象观测系统各高度处温度的小时变化——气象塔 80m 高度

单位：℃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
0:00	7.5	8.0	11.4	16.1	20.2	23.7	26.0	26.6	23.8	19.5	16.6	9.8	17.4
1:00	7.5	8.0	11.4	16.1	20.1	23.6	25.9	26.5	23.6	19.4	16.5	9.8	17.4
2:00	7.4	8.1	11.5	16.0	20.1	23.6	25.7	26.4	23.5	19.3	16.4	9.6	17.3
3:00	7.4	8.0	11.5	15.9	20.0	23.6	25.7	26.3	23.3	19.1	16.4	9.6	17.2
4:00	7.4	8.0	11.6	15.9	20.0	23.5	25.6	26.3	23.3	19.0	16.3	9.4	17.2
5:00	7.4	7.9	11.4	15.8	20.0	23.5	25.7	26.2	23.2	19.0	16.2	9.4	17.2
6:00	7.4	7.8	11.4	16.0	20.1	23.7	26.0	26.7	23.3	19.0	16.3	9.3	17.3
7:00	7.5	7.9	11.7	16.2	20.3	24.1	26.4	27.1	23.8	19.4	16.5	9.5	17.5
8:00	7.7	8.0	12.2	16.6	20.7	24.3	26.7	27.5	24.4	20.1	16.9	9.9	17.9
9:00	8.0	8.2	12.3	16.8	20.8	24.5	26.9	27.7	24.9	20.7	17.3	10.3	18.2
10:00	8.3	8.3	12.1	16.9	20.8	24.7	27.1	27.8	25.1	21.0	17.3	10.6	18.3
11:00	8.3	8.4	12.4	17.0	20.9	24.6	27.1	27.8	25.3	21.1	17.3	10.8	18.4
12:00	8.3	8.6	12.3	16.9	21.0	24.7	26.9	27.8	25.4	21.1	17.2	10.9	18.4
13:00	8.3	8.6	12.3	16.8	21.1	24.6	27.0	27.8	25.5	21.0	17.3	11.0	18.4
14:00	8.4	8.4	12.1	16.7	21.1	24.7	26.9	27.8	25.3	20.9	17.4	11.1	18.4
15:00	8.2	8.3	11.9	16.6	20.9	24.7	27.0	27.7	25.2	20.8	17.3	11.0	18.3
16:00	8.1	8.3	11.8	16.6	20.8	24.6	26.9	27.5	25.1	20.6	17.1	10.8	18.2
17:00	8.0	8.2	11.5	16.6	20.7	24.5	26.9	27.3	24.9	20.3	17.0	10.5	18.0
18:00	8.0	8.2	11.6	16.5	20.6	24.4	26.7	27.2	24.6	20.1	16.9	10.4	17.9
19:00	7.8	8.3	11.6	16.4	20.7	24.3	26.6	27.2	24.5	19.9	16.9	10.3	17.9
20:00	7.9	8.3	11.7	16.4	20.6	24.2	26.5	27.0	24.3	19.9	16.8	10.1	17.8
21:00	7.8	8.4	11.7	16.5	20.5	24.2	26.3	26.9	24.2	19.8	16.7	10.0	17.7
22:00	7.8	8.1	11.6	16.5	20.4	24.1	26.2	26.7	24.1	19.7	16.7	9.8	17.6
23:00	7.7	7.8	11.6	16.4	20.3	24.0	26.1	26.6	23.8	19.6	16.5	9.7	17.5

表 2.4-4（5/5） 气象观测系统各高度处温度的小时变化——气象塔 100m 高度

单位：℃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
0:00	7.5	8.0	11.5	16.1	20.2	23.6	26.0	26.6	23.7	19.5	16.6	9.8	17.4
1:00	7.4	8.1	11.5	16.1	20.1	23.6	25.9	26.4	23.6	19.4	16.5	9.7	17.4
2:00	7.4	8.1	11.5	16.0	20.1	23.6	25.7	26.3	23.4	19.3	16.3	9.6	17.3
3:00	7.4	8.0	11.6	15.9	19.9	23.5	25.7	26.2	23.3	19.1	16.4	9.5	17.2
4:00	7.4	8.0	11.6	15.9	20.0	23.5	25.6	26.2	23.3	19.0	16.3	9.4	17.2
5:00	7.3	7.9	11.5	15.8	20.0	23.5	25.7	26.2	23.2	19.0	16.2	9.4	17.2
6:00	7.4	7.8	11.5	15.9	20.1	23.7	26.0	26.6	23.3	19.1	16.3	9.3	17.2
7:00	7.4	7.8	11.7	16.2	20.3	24.0	26.4	27.0	23.8	19.4	16.4	9.4	17.5
8:00	7.5	7.9	12.2	16.5	20.6	24.3	26.7	27.4	24.3	19.9	16.7	9.7	17.8
9:00	7.9	8.1	12.2	16.7	20.7	24.5	26.9	27.6	24.7	20.5	17.0	10.1	18.1
10:00	8.1	8.2	12.1	16.9	20.7	24.7	27.1	27.7	25.0	20.9	17.2	10.4	18.2
11:00	8.2	8.4	12.3	17.0	20.8	24.6	27.2	27.8	25.2	21.0	17.2	10.7	18.3
12:00	8.1	8.5	12.3	16.9	20.9	24.6	26.9	27.8	25.2	20.9	17.1	10.8	18.3
13:00	8.2	8.5	12.2	16.8	21.0	24.6	27.0	27.8	25.3	20.9	17.1	10.8	18.4
14:00	8.2	8.3	12.1	16.7	21.0	24.6	26.9	27.7	25.2	20.8	17.2	10.9	18.3
15:00	8.2	8.3	12.0	16.6	20.8	24.7	27.0	27.6	25.1	20.7	17.1	10.9	18.3
16:00	8.1	8.3	11.8	16.6	20.8	24.6	26.9	27.4	25.0	20.5	17.0	10.7	18.1
17:00	8.0	8.3	11.6	16.6	20.7	24.5	26.9	27.3	24.8	20.3	17.0	10.5	18.0
18:00	8.0	8.2	11.6	16.5	20.5	24.4	26.7	27.2	24.6	20.1	16.9	10.4	17.9
19:00	7.8	8.3	11.6	16.4	20.6	24.3	26.6	27.1	24.4	19.9	16.8	10.2	17.8
20:00	7.8	8.3	11.7	16.4	20.6	24.2	26.5	26.9	24.3	19.9	16.8	10.1	17.8
21:00	7.8	8.4	11.7	16.5	20.4	24.1	26.3	26.9	24.2	19.8	16.7	10.0	17.7
22:00	7.8	8.2	11.7	16.5	20.4	24.1	26.3	26.7	24.1	19.7	16.8	9.8	17.7
23:00	7.7	8.0	11.6	16.4	20.3	24.0	26.1	26.6	23.8	19.6	16.5	9.7	17.5

表 2.4-5　厂址地面站不同降水等级的降水量、降水小时数和降水百分比

降水等级	降水时数	降水时数 所占百分比%	降水量（mm）	降水量所占百分比（%）
0.0＜rr＜0.2	310	26.79	31.05	2.06
0.2≤rr＜0.5	275	23.68	75.8	5.02
0.5≤rr＜1.0	204	17.56	135.85	9.00
1.0≤rr＜2.0	173	14.93	237.7	15.76
2.0≤rr＜5.0	141	12.17	417.6	27.68
5.0≤rr＜7.0	19	1.64	111.25	7.37
7.0≤rr＜10.0	18	1.55	149.05	9.88
10.0≤rr＜15.0	11	0.95	126.25	8.37
15.0≤rr＜20.0	4	0.35	69.1	4.58
20.0≤rr＜30.0	2	0.22	58	3.84
rr≥30.0	2	0.17	97.05	6.43

rr：为小时降水量

表2.4-6（1/4） 各高度处各月风向频率（%）——10m桅杆

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	7.6	5.6	5.5	5.9	6.5	6.2	1.9	2.8	9.3	9.1	8.1	10.3	6.6
NNE	11.2	10.7	6.6	4.4	8.6	8.5	3.7	9.9	20	12	10.1	16.5	10.2
NE	9.6	15.9	5.7	4.1	5.5	5.7	2.6	3.9	7.1	9.5	9.4	14.7	8.0
ENE	14.3	9.6	8.3	5.1	4.9	4.5	2.1	3.8	2.9	16.7	11.9	10.3	7.9
E	14.5	14.4	20.4	18.4	17.4	12.5	15.6	15.9	21.3	18.1	16.3	11.7	16.4
ESE	6.6	4.6	7.6	10.3	8.4	4.7	3	6	7.7	7.7	4.8	4.6	6.3
SE	2.7	2.3	2.6	3.2	3.8	3.1	1.3	2.3	3.7	3.4	2.7	2.2	2.8
SSE	1.2	0.9	1.5	3.1	3	1.5	1.8	3.1	1.7	0.7	1	1.1	1.7
S	0.7	1.6	3	3.7	2.7	3.6	3.5	2.1	0.9	0.5	0.6	0.5	2.0
SSW	3.1	4.4	3.5	5.8	6.5	13	22.2	11.6	1.1	0.5	1.1	2.1	6.3
SW	7.2	14.6	10.2	2.5	3.6	12	23.2	11.8	0.6	0.5	3.3	10.3	8.3
WSW	1.2	1.8	1.3	1.5	1.1	4.5	2.6	3.8	0.3	0.7	0.6	0.7	1.7
W	0.7	1	1.6	1.1	1.4	2.4	1.9	2.5	0.3	1	1.1	0.4	1.3
WNW	2	1.9	2.1	4.4	3.1	3	3.3	4.5	1.8	2.8	3.4	1.7	2.9
NW	5.2	2.8	3.3	5.6	4.6	4.2	2.9	5.9	5.1	5.9	7.7	3.7	4.8
NNW	9	4.6	7.6	12.5	8.9	3.5	2.8	5.4	11.3	9.9	14.4	7.8	8.2
C	2.5	3.2	9.1	7.3	8.2	6.8	4.6	3.7	4.3	0.9	2.6	1.2	4.5

表 2.4-6（2/4）　各高度处各月风向频率（%）——气象塔 30m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	18.9	15.6	8.6	7.8	8.3	7.3	1.8	5.8	13.8	19.4	17	21.9	12.3
NNE	24	17.1	7.8	6.2	10.4	9.3	4.2	10.6	22.3	24.4	21.3	29.8	15.9
NE	9.2	7.5	4.8	3.9	4.4	3.3	2.2	1.8	2.9	5.6	9.2	10.6	5.6
ENE	7.6	10	7.4	6.6	8.2	5.6	5.3	6.9	6	8.3	6.7	5.8	7.1
E	14.5	16.2	24.9	19.4	16.4	11.7	13.5	14.5	18.3	18.3	13.3	11	16
ESE	6.3	6.5	7.5	7.6	6.2	4	2	4.6	5	6.2	6.3	3.6	5.6
SE	1.2	2.3	2.6	2.6	3.9	2	1.6	2.5	3.3	1.1	0.9	1.3	2.2
SSE	0.6	4.7	2	2.8	1.9	2.2	1.5	2	1.4	0.5	0.9	0.6	1.8
S	0.5	1.9	3	4.8	4.2	4.9	8.2	7.5	1	0.6	1	0.8	3.3
SSW	0.4	1.4	4.8	5.6	6.7	15.6	27.1	13.3	0.9	0.3	0.9	0.9	6.5
SW	0.5	0.8	1.2	1.6	2.5	10.5	14.9	7.1	0.5	0.1	1.2	0.3	3.5
WSW	0.4	0.8	1	0.9	1.1	3	1.6	2.2	0.3	0	0.4	0.4	1.1
W	0.6	0.8	1.5	2.3	1.3	3	2.3	3.5	0.7	0.6	0.8	0.3	1.6
WNW	1.2	1.3	2.3	3.8	3	3	2.6	3.7	2.2	0.8	1.4	1.2	2.3
NW	3.9	3.1	4.4	6	4.6	3.6	3	5.4	5.8	3.4	6	2.2	4.4
NNW	7.2	5.4	7.7	9.3	7.5	3.4	1.9	4	8.7	8.8	9.6	7.6	6.9
C	1.8	3	6.3	6.5	7.1	6	5	3.8	5.8	0.7	1.9	1.4	4.1

表2.4-6（3/4）　各高度处各月风向频率（%）——气象塔80m高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	28.2	19.4	11.9	11.3	13.7	10.5	5.3	11.8	20.6	29.6	30.4	33	18.9
NNE	7.9	7.8	6.8	6	6.5	5	3.1	3.7	12	15.5	12.4	11.2	8.3
NE	11.4	15.9	13.2	10.8	11.9	8	8.6	9.8	10	13.2	11	9.1	11.1
ENE	10.9	11.6	18.1	13.3	12.8	9	9.4	10.5	7.6	14.3	8.9	8.5	11.3
E	5	4.7	7.2	7.3	6.6	3.6	2.9	4	11.7	7	3	2.6	5.4
ESE	1.4	1.6	3.1	4.1	3.8	2.4	1.9	3.9	12	1.9	1.5	0.9	3.2
SE	0.5	5.1	2.4	3.2	2.7	2.5	1.9	3	3.4	1.1	0.8	0.4	2.3
SSE	0.2	2	3.4	3.7	4.3	5.9	7.1	5.6	2.8	0.6	1.1	0.9	3.2
S	0.3	1.1	5	6	5.9	17.2	32.1	16.5	1	0.1	1	0.6	7.3
SSW	0.3	0.7	1.4	2.4	2.2	9	12.3	6	0.3	0.1	0.6	0.5	3
SW	0.3	0.9	1.2	1.9	1.3	3.9	2.4	3.1	0.6	0.1	0.5	0.4	1.4
WSW	0.1	0.8	2	3	2.2	3.1	3.2	3.2	0.6	0.2	0.6	0.5	1.7
W	0.8	0.8	2.3	2.6	2.4	1.4	2	2.5	1.2	0.7	1	0.7	1.6
WNW	1.2	1.2	2.6	3.6	2.5	2.2	1.1	2.1	1.7	0.7	1.7	0.9	1.8
NW	6.1	4.9	4.4	4.2	4.1	2.7	1.1	4.8	2.9	2.6	7.3	5.8	4.3
NNW	22.9	18.3	8	7.4	8.4	8.3	0.9	4.9	8.6	11	15.5	23.1	11.6
C	1.8	2.5	6.2	7	7.3	3.8	4.1	4.2	2.1	0.9	2.1	0.9	3.6

表2.4-6（4/4） 各高度处各月风向频率（%）——气象塔100m高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	34.9	24.3	13.5	10.6	12.4	11.7	1.8	7.1	22.9	27.9	27.2	33.9	19
NNE	15.6	11.9	7.3	9.4	11	7.7	4.7	9.8	17.8	19.6	19	20	13
NE	10.9	10.8	8.6	6.7	8.4	5.6	4.2	6.3	11.4	13.6	13.4	13.9	9.5
ENE	11.3	20.5	16.3	12.7	12.9	8.2	10.3	9.6	12.9	13.8	10.8	9.6	12.4
E	9.8	10.4	15.9	10.7	10.6	8	7.5	8.7	11.3	12.6	8	6.9	10.1
ESE	2.8	2	5.3	6	5.8	3.3	2.2	6.1	5.4	4.3	1.8	1.9	3.9
SE	0.9	1.5	2.3	4.4	2.7	2.4	1.5	3.5	2.7	0.9	1.2	0.7	2.1
SSE	0.5	1.7	2.7	2.3	3	3.2	3	2.4	1.1	0.5	0.7	0.1	1.8
S	0.5	2.1	4.2	4.4	4.4	6.6	7.8	6.5	1.4	0.3	1.3	0.8	3.4
SSW	0.3	1.3	5.1	5.6	4.8	17	32.1	15.7	1	0.2	0.9	0.8	7.1
SW	0.2	1.1	1.3	2.5	1.8	8.5	10.4	5.3	0.3	0	0.7	0.4	2.7
WSW	0.3	0.8	1.1	2.1	2.2	4.7	3.6	3.1	0.8	0.2	0.4	0.5	1.7
W	0.1	0.8	2.8	3.1	1.8	2.3	2.8	2.2	0.8	0.5	0.7	0.7	1.6
WNW	0.4	0.8	2.6	2.6	2.7	1.5	1.2	1.7	0.9	0.7	0.7	0.3	1.4
NW	1.4	1	2.3	3.3	2	1.7	1.4	2.2	2	1.1	2	1	1.8
NNW	7.6	6.3	3.2	3.4	3.9	2.6	0.8	4.6	4.2	2.8	8.1	7.3	4.6
C	2.3	2	5.9	8	8.7	4.5	4	4.2	2.2	0.8	2.4	0.9	3.8

表2.4-7（1/4） 各高度处平均风速（m/s）——10m桅杆

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	2.4	2.3	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	2	2.1	2	2.4	2
NNE	2.6	2.7	2.1	2.3	2.2	2.2	2.5	4.3	3	2.8	2.4	3	2.7
NE	2.4	3.1	2.6	1.8	1.8	2.1	2.7	3.3	3.4	3.3	2.4	3.2	2.7
ENE	3.6	4.3	3.2	1.8	2.1	2.1	2.6	2.3	2	4.4	3.9	3.9	3
E	3.8	4.5	5.3	3.8	3.9	4	6.1	5.7	5.8	4.8	4	4.1	4.7
ESE	2.8	2.5	3.3	2.9	3	3.1	3.9	4.2	4.3	4	3.1	3	3.3
SE	2.4	2	1.9	1.9	2	2	2.8	3.5	2.9	3.4	2.2	2.3	2.4
SSE	2.4	2	1.9	1.7	1.5	1.8	2.8	3.5	2.8	2.7	1.8	2	2.2
S	1.3	2.2	2.7	2.5	2.3	2.3	2.7	3.1	2.1	1.5	1.4	2.7	2.2
SSW	2.8	2.5	3.9	4	3.4	4.3	5.4	5	2.7	1.3	2.1	3.1	3.4
SW	2.4	2.5	2.3	3.6	3.3	5.7	6	6.1	2.6	1.6	2.6	3.1	3.5
WSW	1.5	1.3	1.4	1.4	1.6	4.2	3.5	4.6	1.5	1.3	1.3	2.2	2.2
W	1.4	1.4	1.3	1.6	1.3	2.7	2.3	3.4	0.8	1.4	1.8	1.7	1.8
WNW	1.8	1.7	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	2.4	1.6	2	2.3	2	1.8
NW	2.1	1.9	1.9	1.7	1.7	1.5	1.6	1.7	1.9	2.2	2.1	2.2	1.9
NNW	2.4	2.2	2.3	2.3	1.9	1.4	1.6	1.9	2	2.6	2.3	2.5	2.1
C	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
合计	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.5	2.9	3.4	2.5	2.5	2.2	2.6	2.5

表 2.4-7（2/4） 各高度处平均风速（m/s）——气象塔 30m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	2.5	2.3	1.9	1.6	1.6	1.9	1.8	2.5	2.4	2.6	2.3	2.5	2.2
NNE	2.9	2.8	2.4	2.2	2.2	2.2	2.7	4.1	3.2	3.3	2.9	3.6	2.9
NE	2.9	2.8	2	1.7	1.7	1.7	2.3	2.5	1.7	2.8	2.8	3.4	2.4
ENE	2.8	3.1	2.7	2.1	2.4	2.6	4.5	3.8	4.3	3.2	2.5	3.1	3.1
E	3.8	4.3	4.5	3.5	3.6	3.7	5.1	4.8	4.6	5	4.3	4.4	4.3
ESE	3.7	3.7	2.8	2.5	2.6	2.4	3.2	3.4	3.2	4	3.2	3.6	3.2
SE	1.9	2	1.8	1.6	1.7	2.1	2.8	3.1	2.8	2.6	2	2.2	2.2
SSE	1.9	0.8	1.8	1.6	1.7	1.5	2.2	3.4	2.7	1.9	1.3	1.9	1.9
S	1.3	2.3	3.5	3	2.3	2.7	4.2	4.6	2.3	2.2	1.7	2.7	2.7
SSW	1.5	3.3	4.4	4.6	3.8	4.9	6	6.1	2.7	2.1	1.9	3.1	3.7
SW	1.6	1.3	1.4	3.3	3.2	5.9	6	5.5	2.7	1.3	2.6	1.6	3
WSW	1	1.2	1.1	1.5	1.4	3.8	1.8	4.1	1.3	0	1.1	1.6	1.7
W	1.3	1.6	1.3	1.7	1.5	2.5	2.1	3.3	1.5	1.5	1.7	2.1	1.8
WNW	1.5	1.6	1.4	1.7	1.8	1.6	1.8	2.4	1.7	2	1.9	2	1.8
NW	2.3	2	2.1	1.9	1.9	1.7	1.6	2.1	2	2.2	2.3	2.6	2.1
NNW	2.4	2.4	2.4	2.1	1.8	1.4	1.4	1.8	2	2.5	2.4	2.4	2.1
C	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3
合计	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.5	2.9	3.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.4

表 2.4-7（3/4）　各高度处平均风速（m/s）——气象塔 80m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	3.6	3.5	2.6	2.3	2.7	3.1	3.3	5.6	3.9	3.7	3.7	4.5	3.5
NNE	2.9	3.1	2.4	1.9	2.1	2.1	2.9	2.7	3.4	4.2	3.4	3.8	2.9
NE	4.4	5.2	5.8	3.9	3.8	3.9	7.3	6.6	4	4.9	4.4	4.8	4.9
ENE	4.9	5.7	5.2	4	4	4.5	6.3	5.6	3.9	5.9	5.6	5.6	5.1
E	3.8	4.1	3.1	2.6	2.7	2.8	3.1	3.8	6.8	4.9	4.1	4.3	3.8
ESE	1.9	2.3	2	1.8	1.8	2.4	3.3	3.5	5.9	4.1	1.9	2.4	2.8
SE	1.5	1.3	2.4	1.8	1.8	1.7	3.7	3.9	3.6	2.4	1.5	2.8	2.4
SSE	1.9	3.2	4.1	3.9	3.2	3.3	4.2	4.9	2.7	3.3	1.4	3.6	3.3
S	1.7	3.4	5	5.3	4.5	5.8	6.7	6.9	2.2	4.2	3.1	3.8	4.4
SSW	1.4	3	1.5	2.8	3.7	5.3	5.1	4.7	2.1	1.4	4.4	2.3	3.1
SW	1.3	1.5	1.3	1.6	2.1	3.3	2.3	3.6	2.2	1.1	1.4	1.2	1.9
WSW	2.7	1.1	1.4	2.2	1.7	2.4	1.7	2.9	1.3	1.1	2.1	1.9	1.9
W	1.2	2.1	2.1	1.5	1.8	1.5	2	2.7	2.1	2.1	1.5	1.9	1.9
WNW	2.3	1.6	1.8	1.9	1.8	1.7	1.9	2.3	2.1	2	2.1	2.2	2
NW	3.2	3.2	2.3	2	2	2	2	3.1	2.6	2.6	2.5	3.7	2.6
NNW	3.4	3.2	2.7	2.2	2.5	2.9	2.1	3.2	3.8	3.2	3	3.8	3
C	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
合计	2.5	2.8	2.7	2.5	2.5	2.9	3.4	3.9	3.1	3	2.7	3.1	2.9

表 2.4-7（4/4） 各高度处平均风速（m/s）——气象塔 100m 高度

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
N	3.6	3.6	2.9	2.3	2.9	3.3	3.1	5	4.3	4.1	3.7	4.3	3.6
NNE	3.5	3.6	2.6	2.4	2.5	2.8	3.4	5.1	3.9	4.2	3.9	4.7	3.6
NE	3.7	3.9	2.8	2.3	2.8	2.7	4	4.3	3.9	3.7	3.5	4.4	3.5
ENE	4.9	4.8	6.3	4.7	4.2	4.7	7.7	7	7.6	5.9	5	5.2	5.7
E	5	5.8	4.8	3.5	3.8	4	5.5	5.3	5.6	5.8	5.7	5.7	5.1
ESE	3.2	3.1	2.9	2.4	2.4	2.4	3.4	3.6	3.5	4.3	3.1	3.8	3.2
SE	1.5	2.2	2.4	1.9	1.9	2.3	3	4.3	3	3	1.7	1.3	2.4
SSE	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2	3.4	4.3	2.7	2.7	1.5	3.7	2.6
S	1.8	3	4	4.2	3.4	3.7	5.1	5.6	2.6	4.5	1.5	4.1	3.6
SSW	1.5	2.7	4.6	4.9	4.5	6	6.7	6.9	2.2	3.1	3.6	2.5	4.1
SW	1.1	2.3	2	2.7	4.2	4.4	4.2	4	1.2	0	3.7	2.7	2.7
WSW	1.1	1.6	1.9	2.3	2	3	2.3	3.5	1.4	2.2	1.9	1.6	2.1
W	2.6	1.6	1.9	2.3	1.9	2.4	2.1	3.3	1.9	2.7	1.7	1.8	2.2
WNW	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1.9	2.7	1.8	2.3	1	1.1	1.7
NW	2	1.7	1.8	1.8	1.9	2.1	1.9	2.8	2.4	2.2	2.7	2.5	2.1
NNW	3.4	3.2	2.3	2.5	2.3	2.4	2.1	3.9	3.1	2.7	3.1	3.9	2.9
C	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
合计	2.5	2.8	2.8	2.6	2.6	2.9	3.5	4.2	3.0	3.2	2.8	3.2	3.0

表 2.4-8　调查区域 1950~2005 年出现的龙卷风

地点	F0	F1	F2	F3	总计
宁德	2		1		3
罗源			1		1
长乐	2	4			6
福清	1	1	1		3
福安			1		1
政和	2	2			4
连江			1		1
福州			1		1
屏南	1		1		2
闽清	1				1
柘荣		1			1
瑞安	3	3			6
温州		1			1
平阳		1			1
合计（次数）	12	13	7	0	32
比例（%）	37.50	40.62	21.88	0	100

表 2.4-9（1/3）　厂址风向、风速、稳定度联合频率分布（%）（有降水）

稳定度	风速（m/s）		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	范围	平均																
A	<0.5	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	0.5~1.9	0.72,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,
	2.0~2.9	2.50,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
B	<0.5	0.27,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	0.5~1.9	1.39,	0.01,	0.01,	0.06,	0.03,	0.03,	0.03,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.10,	0.02,	0.03,	0.02,	0.05,	0.04,
	2.0~2.9	2.36,	0.00,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,
	3.0~4.9	4.01,	0.00,	0.00,	0.02,	0.03,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
C	<0.5	0.22,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,
	0.5~1.9	1.24,	0.08,	0.20,	0.14,	0.08,	0.08,	0.05,	0.03,	0.02,	0.01,	0.01,	0.07,	0.01,	0.01,	0.06,	0.03,	0.08,
	2.0~2.9	2.33,	0.01,	0.02,	0.02,	0.03,	0.01,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.08,	0.02,	0.00,	0.01,	0.02,	0.03,
	3.0~4.9	3.96,	0.00,	0.02,	0.04,	0.03,	0.14,	0.02,	0.01,	0.00,	0.00,	0.02,	0.02,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,
	5.0~5.9	5.38,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	6.20,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
D	<0.5	0.26,	0.04,	0.02,	0.03,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.04,	0.02,	0.03,	0.06,
	0.5~1.9	1.27,	0.41,	0.36,	0.28,	0.17,	0.15,	0.11,	0.08,	0.03,	0.10,	0.07,	0.16,	0.07,	0.08,	0.23,	0.26,	0.35,
	2.0~2.9	2.42,	0.38,	0.52,	0.25,	0.17,	0.23,	0.06,	0.06,	0.02,	0.01,	0.05,	0.13,	0.02,	0.02,	0.09,	0.17,	0.21,
	3.0~4.9	3.64,	0.22,	0.55,	0.16,	0.25,	0.51,	0.06,	0.03,	0.02,	0.01,	0.03,	0.19,	0.01,	0.01,	0.06,	0.06,	0.09,
	5.0~5.9	5.43,	0.01,	0.08,	0.04,	0.06,	0.18,	0.01,	0.01,	0.00,	0.01,	0.01,	0.02,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	8.28,	0.00,	0.12,	0.05,	0.16,	0.77,	0.03,	0.01,	0.01,	0.01,	0.08,	0.08,	0.01,	0.01,	0.02,	0.00,	0.00,
E	<0.5	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	0.5~1.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	2.0~2.9	2.35,	0.02,	0.01,	0.03,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.00,	0.01,	0.02,	0.06,	0.01,	0.01,	0.02,	0.10,	0.16,
	3.0~4.9	3.27,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,
	5.0~5.9	5.90,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	6.20,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
F	<0.5	0.24,	0.01,	0.01,	0.02,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.00,
	0.5~1.9	1.18,	0.05,	0.05,	0.09,	0.04,	0.02,	0.03,	0.00,	0.02,	0.05,	0.03,	0.08,	0.03,	0.02,	0.04,	0.07,	0.10,
	2.0~2.9	2.40,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,

表 2.4-9（2/3） 厂址风向、风速、稳定度联合频率分布（%）（无降水）

稳定度	风速（m/s）		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	范围	平均																
A	<0.5	0.25,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,
	0.5~1.9	1.03,	0.03,	0.05,	0.03,	0.06,	0.03,	0.05,	0.05,	0.06,	0.04,	0.09,	0.13,	0.03,	0.01,	0.01,	0.05,	0.02,
	2.0~2.9	2.42,	0.00,	0.03,	0.06,	0.06,	0.01,	0.03,	0.06,	0.05,	0.01,	0.03,	0.04,	0.00,	0.00,	0.00,	0.02,	0.01,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
B	<0.5	0.27,	0.01,	0.03,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,
	0.5~1.9	1.42,	0.10,	0.40,	0.57,	0.48,	0.49,	0.38,	0.22,	0.18,	0.17,	0.15,	0.42,	0.09,	0.11,	0.08,	0.17,	0.13,
	2.0~2.9	2.42,	0.06,	0.16,	0.39,	0.30,	0.30,	0.29,	0.23,	0.12,	0.05,	0.09,	0.22,	0.01,	0.00,	0.02,	0.08,	0.24,
	3.0~4.9	3.80,	0.03,	0.21,	0.48,	0.46,	0.63,	0.77,	0.28,	0.10,	0.08,	0.32,	0.31,	0.01,	0.01,	0.01,	0.03,	0.01,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
C	<0.5	0.23,	0.04,	0.03,	0.06,	0.04,	0.02,	0.01,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.03,	0.02,	0.01,	0.03,	0.02,	0.00,
	0.5~1.9	1.32,	0.45,	0.82,	0.63,	0.49,	0.49,	0.31,	0.20,	0.17,	0.14,	0.21,	0.26,	0.15,	0.06,	0.12,	0.14,	0.18,
	2.0~2.9	2.43,	0.16,	0.49,	0.42,	0.38,	0.52,	0.42,	0.30,	0.14,	0.04,	0.15,	0.22,	0.01,	0.01,	0.05,	0.09,	0.18,
	3.0~4.9	3.78,	0.05,	0.40,	0.45,	0.50,	1.45,	0.91,	0.22,	0.10,	0.04,	0.19,	0.19,	0.01,	0.01,	0.03,	0.03,	0.10,
	5.0~5.9	5.41,	0.00,	0.02,	0.08,	0.23,	0.33,	0.26,	0.01,	0.00,	0.01,	0.15,	0.09,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	6.39,	0.00,	0.03,	0.07,	0.18,	0.24,	0.23,	0.00,	0.00,	0.00,	0.09,	0.13,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
D	<0.5	0.26,	0.16,	0.12,	0.09,	0.07,	0.08,	0.03,	0.06,	0.05,	0.04,	0.05,	0.07,	0.05,	0.09,	0.16,	0.17,	0.16,
	0.5~1.9	1.28,	1.58,	0.96,	0.63,	0.47,	0.50,	0.31,	0.29,	0.20,	0.27,	0.35,	0.56,	0.23,	0.35,	0.84,	1.00,	1.53,
	2.0~2.9	2.39,	1.54,	2.11,	0.75,	0.92,	1.35,	0.56,	0.27,	0.16,	0.16,	0.36,	0.56,	0.13,	0.15,	0.21,	0.38,	0.71,
	3.0~4.9	3.72,	0.56,	1.93,	0.84,	0.67,	2.35,	0.64,	0.17,	0.08,	0.28,	1.11,	1.07,	0.24,	0.10,	0.16,	0.22,	1.02,
	5.0~5.9	5.43,	0.00,	0.26,	0.21,	0.34,	1.37,	0.26,	0.03,	0.01,	0.05,	0.55,	0.60,	0.09,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,
	>6.0	7.72,	0.01,	0.20,	0.38,	0.87,	3.92,	0.27,	0.03,	0.05,	0.03,	1.49,	1.98,	0.24,	0.06,	0.01,	0.00,	0.00,
E	<0.5	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	0.5~1.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	2.0~2.9	2.42,	0.38,	0.05,	0.40,	0.08,	0.07,	0.03,	0.03,	0.05,	0.07,	0.22,	0.21,	0.03,	0.02,	0.14,	0.70,	1.74,
	3.0~4.9	3.85,	0.02,	0.00,	0.01,	0.02,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.07,	0.02,	0.03,	0.00,	0.01,	0.01,	0.15,	0.36,
	5.0~5.9	5.47,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.05,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,
	>6.0	6.39,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.03,	0.02,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
F	<0.5	0.28,	0.11,	0.10,	0.07,	0.10,	0.05,	0.06,	0.09,	0.03,	0.05,	0.04,	0.06,	0.05,	0.10,	0.13,	0.13,	0.15,
	0.5~1.9	1.20,	0.49,	0.20,	0.28,	0.27,	0.24,	0.20,	0.20,	0.14,	0.20,	0.26,	0.27,	0.21,	0.28,	0.70,	0.93,	0.89,
	2.0~2.9	2.42,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.02,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.03,	0.07,	0.08,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,

表 2.4-9（3/3） 厂址风向、风速、稳定度联合频率分布（%）（有降水+无降水）

稳定度	风速（m/s）		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	范围	平均																
A	<0.5	0.25,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,	0.00,	0.01,
	0.5~1.9	1.01,	0.03,	0.05,	0.03,	0.08,	0.03,	0.05,	0.06,	0.06,	0.04,	0.09,	0.14,	0.03,	0.01,	0.01,	0.05,	0.02,
	2.0~2.9	2.42,	0.00,	0.03,	0.06,	0.06,	0.01,	0.03,	0.06,	0.05,	0.01,	0.04,	0.05,	0.00,	0.00,	0.00,	0.02,	0.01,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
B	<0.5	0.27,	0.02,	0.03,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.02,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,
	0.5~1.9	1.42,	0.11,	0.41,	0.63,	0.52,	0.53,	0.41,	0.23,	0.19,	0.19,	0.16,	0.52,	0.11,	0.14,	0.09,	0.21,	0.17,
	2.0~2.9	2.41,	0.06,	0.17,	0.41,	0.31,	0.31,	0.30,	0.23,	0.12,	0.05,	0.10,	0.23,	0.01,	0.00,	0.02,	0.08,	0.24,
	3.0~4.9	3.81,	0.03,	0.21,	0.49,	0.49,	0.63,	0.78,	0.28,	0.10,	0.08,	0.33,	0.32,	0.01,	0.01,	0.01,	0.03,	0.01,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
C	<0.5	0.23,	0.05,	0.04,	0.07,	0.05,	0.02,	0.01,	0.02,	0.02,	0.01,	0.01,	0.03,	0.02,	0.02,	0.04,	0.03,	0.00,
	0.5~1.9	1.31,	0.53,	1.02,	0.77,	0.57,	0.57,	0.36,	0.23,	0.19,	0.15,	0.22,	0.33,	0.16,	0.07,	0.19,	0.17,	0.26,
	2.0~2.9	2.42,	0.16,	0.52,	0.44,	0.41,	0.53,	0.44,	0.31,	0.15,	0.05,	0.16,	0.30,	0.03,	0.01,	0.06,	0.11,	0.21,
	3.0~4.9	3.79,	0.05,	0.42,	0.49,	0.53,	1.59,	0.93,	0.23,	0.10,	0.04,	0.21,	0.21,	0.01,	0.01,	0.03,	0.05,	0.12,
	5.0~5.9	5.41,	0.00,	0.02,	0.08,	0.24,	0.34,	0.26,	0.01,	0.00,	0.01,	0.15,	0.09,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	6.39,	0.00,	0.03,	0.08,	0.19,	0.25,	0.23,	0.00,	0.00,	0.00,	0.09,	0.13,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
D	<0.5	0.26,	0.20,	0.14,	0.12,	0.08,	0.09,	0.04,	0.07,	0.05,	0.05,	0.07,	0.08,	0.05,	0.13,	0.17,	0.21,	0.21,
	0.5~1.9	1.28,	1.99,	1.32,	0.91,	0.64,	0.65,	0.42,	0.37,	0.24,	0.38,	0.42,	0.73,	0.30,	0.43,	1.07,	1.26,	1.88,
	2.0~2.9	2.40,	1.93,	2.62,	1.00,	1.10,	1.57,	0.62,	0.32,	0.18,	0.17,	0.41,	0.69,	0.15,	0.16,	0.30,	0.56,	0.92,
	3.0~4.9	3.71,	0.78,	2.48,	1.00,	0.92,	2.86,	0.70,	0.20,	0.10,	0.28,	1.14,	1.26,	0.25,	0.10,	0.23,	0.28,	1.11,
	5.0~5.9	5.43,	0.01,	0.34,	0.25,	0.41,	1.55,	0.27,	0.03,	0.01,	0.05,	0.56,	0.63,	0.09,	0.01,	0.01,	0.00,	0.00,
	>6.0	7.79,	0.01,	0.32,	0.43,	1.03,	4.69,	0.30,	0.04,	0.05,	0.05,	1.57,	2.07,	0.26,	0.08,	0.02,	0.00,	0.00,
E	<0.5	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	0.5~1.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	2.0~2.9	2.41,	0.40,	0.06,	0.43,	0.09,	0.09,	0.05,	0.03,	0.05,	0.08,	0.24,	0.27,	0.05,	0.02,	0.16,	0.80,	1.90,
	3.0~4.9	3.84,	0.02,	0.00,	0.01,	0.02,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.07,	0.02,	0.03,	0.00,	0.01,	0.01,	0.15,	0.37,
	5.0~5.9	5.50,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.05,	0.02,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,
	>6.0	6.37,	0.00,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.01,	0.03,	0.02,	0.01,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
F	<0.5	0.27,	0.12,	0.12,	0.09,	0.10,	0.05,	0.06,	0.09,	0.05,	0.05,	0.04,	0.06,	0.05,	0.12,	0.14,	0.13,	0.15,
	0.5~1.9	1.20,	0.53,	0.25,	0.37,	0.31,	0.26,	0.23,	0.20,	0.16,	0.26,	0.29,	0.35,	0.24,	0.30,	0.74,	1.00,	0.99,
	2.0~2.9	2.42,	0.01,	0.01,	0.01,	0.01,	0.02,	0.01,	0.02,	0.01,	0.01,	0.02,	0.03,	0.01,	0.01,	0.03,	0.07,	0.08,
	3.0~4.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	5.0~5.9	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,
	>6.0	-,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,	0.00,

表 2.4-10　湍流观测试验估算扩散参数

（a）30m 高度扩散参数系数

稳定度类		A	B	C	D	E	F
系数	a	0.38	0.34	0.32	0.30	0.23	0.17
	b	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.83
	c	0.40	0.32	0.28	0.28	0.51	0.44
	d	0.82	0.82	0.82	0.80	0.57	0.49

（b）80m 高度扩散参数系数

稳定度类		A	B	C	D	E	F
系数	a	0.63	0.50	0.46	0.42	0.35	0.24
	b	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.77
	c	0.55	0.44	0.39	0.38	0.28	0.22
	d	0.71	0.72	0.73	0.71	0.70	0.67

注：σ_y、σ_z的表达式以幂次律表达为：$\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$

表2.4-11　传感器性能指标

名称	单位	测量范围	测量精度	分辨率	灵敏度
风速	m/s	0~60	0.3m/s＋0.03×实际风速	0.1m/s	启动风速≥0.5m/s
风向	°	0~360	5	3°	—
温度	℃	-50~+50	0.2	0.1℃	—
降雨量	mm/min	0~4	0.4mm（≤10mm） 4%（＞10mm）	0.1mm	—
总辐射	kW/m^2	0~1.4	5%	$1W/m^2$	$10\mu V/W/m^2$
净辐射	kW/m^2	-0.2~1.4	15%~20%	$1W/m^2$	—
气压	hPa	500~1100	0.3hPa	0.1hPa	—
相对湿度	%	0~100%	4%（≤80%） 8%（＞80%）	1%	—

表 2.4-12　气象要素采集指标

项目	采集频率	采样时间	输出参数
风向	3s	正点前 10min 正点前 30min	10 分钟平均风向 风向标准偏差（σ_θ）
风速	1s	正点前 10min	平均风速（m/s）
温度	20s	正点前 10min	平均温度（℃）
气压	20s	正点前 10min	平均气压（hPa）
雨量	1min	60min	小时总降雨量（mm）
辐射	20s	正点前 10min	算术平均值（W/m^2）
湿度	1min	60min	平均相对湿度（%）

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.2 地下水

2.5.3 洪水

2.5.4 参考资料

表

表 2.5-1 福鼎市主要河流的特征
表 2.5-2 三沙海洋站潮位特征值
表 2.5-3 各测站夏、冬季大潮最大垂线平均流速及流向（略）
表 2.5-4 各测站夏、冬季大、中、小潮垂线平均流速及流向（略）
表 2.5-5 夏、冬季各测站垂线平均涨、落潮流历时统计（略）

图（略）

图 2.5-1 福鼎市主要水系及供水工程分布示意图
图 2.5-2 水深变化比较图
图 2.5-3 临时潮位站分布示意图
图 2.5-4 核电厂址评价海域潮流垂线平均流矢图
图 2.5-5 厂址周围海域涨、落潮流路示意图
图 2.5-6 厂址附近海域涨、落潮平均流速矢量图
图 2.5-7 核电厂址评价海域余流流矢图
图 2.5-8 厂址开挖前水文地质模型及地下水补给关系示意图
图 2.5-9 厂址开挖后水文地质模型及地下水补给关系示意图

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.1.1 陆地水文

（1） 河流与水库

宁德核电厂厂址所在的福鼎市大小河流纵横密布，流域面积在 30km^2 以上的河流有 8 条，其中 100km^2 以上的有 5 条：水北溪、百步溪、溪头溪、赤溪（七都溪）和照兰溪；29~100km^2 的有 4 条：双岳溪、溪坪溪、三门溪和王孙溪。其中，溪坪溪地理位置为 27°00′~27°05′N，120°08′~120°14′E，发源于福鼎境内的太姥山福鼎峰南麓，途经霞浦县境纳若干小支流后，于瑞云再入福鼎境内，经硖门后从白沙入海，溪坪溪流域面积 48.0km^2，多年平均径流深为 950mm，年均径流量 0.5099 亿 m^3。

福鼎市境内径流深在 1620~580mm 范围内，多年平均径流深 1186.8mm，年径流量为 17.79 亿 m^3；境内多年平均水面蒸发为 1050~1200mm，陆面蒸发量为 550~650mm 之间，均由西北向东南沿海递增。

福鼎市主要水系及供水工程分布见图 2.5-1。福鼎市主要河流特征见表 2.5-1。

宁德核电厂厂址附近有两座中型水库（南溪水库，6700 万 m^3 库容，厂址 NNW 方位约 36km；桑园水库，7350 万 m^3 库容，厂址 WNW 方位约 25km）和其他 13 座小（一）型以上水库，其中离厂址最近的水库是 WNW 方位约 7km 的太姥山镇平桥水库和 WSW 方位约 9km 的硖门乡瑞云水库。两个水库均建于溪坪溪的尾头溪上，其中平桥水库集水面积 6.3km^2，总库容 116.7 万 m^3；瑞云水库集水面积 34.2km^2，总库容 164 万 m^3。

瑞云水库在宁德核电站建设期间提供施工淡水水源，该水库位于福鼎市硖门瑞云寺附近溪坪溪的尾头溪上，水库多年平均径流量 3338.3 万 m^3，多年平均流量 1.06m^3/s。瑞云水库目前以发电和灌溉为主，水库正常高水位 117.5m，相应正常库容 113.76 万 m^3；死水位 104m，相应死库容 2.0 万 m^3，兴利库容为 111.76 万 m^3，是一座不完全年调节水库。

（2） 淡水水源

宁德核电厂正常运行期间的淡水水源采用海水淡化方案，海水淡化系统将海水进

行淡化处理后，提供生产、生活所需淡水。

2.5.1.2 海洋水文

厂址附近海域内的水文要素分析主要根据海域全潮水文观测结果及附近水文站的历史资料得出。目前，建设单位已委托国家海洋局第三海洋研究所开展厂址附近海域冬夏两季全潮水文观测专题，现已完成夏季全潮观测，由于该专题尚未完成，因此本报告将沿用历史数据进行海洋水文概况描述。

（1） 海域地理

宁德核电厂东临东海，南临文渡湾，北面为晴川湾。厂址区域过境岛、二跳岛、跳尾岛之间有深槽发育，深槽水深均在 7m 以上，并和外海相连。过境岛标高为 99m，与备湾山东南段在涨潮时有狭窄水道相隔，退潮后行人可通过。厂址东南部回填海区与二跳岛相连，与高度为 117m 的跳尾岛相邻。厂址的东南向约 10km 为大嵛山岛，南向约 12km 为小嵛山岛，除 ENE~ESE 向开阔可直通外海，其余方向对波浪的掩护条件较好。

厂址西北侧备湾山及过境岛等海岛周边海蚀崖十分发育，岸崖陡峭，坡度50°~70°，崖高7~16m，伴有海蚀沟和海蚀洞穴，崖脚常有块石叠垒，该区的几个岛屿岸崖陡峭，由花岗岩组成。厂址南侧文渡湾主要为潮滩，滩宽达3km，坡度1.5‰，十分平坦，滩面上有数条潮沟发育。高潮区为基岩及礁石，局部有砂滩，中潮区为深灰色淤泥，滩面平坦，坡度小于1°；低潮区为稀软的淤泥，钻孔揭示其海积淤泥层厚度大于39m。

（2） 海底地形及其变化

厂址东北侧水下浅滩宽阔平坦，微向东南方向倾斜，物质组成为粘土质粉砂；西南侧主要发育在过境岛以南海底，并逐步向文渡湾口延伸，组成物为粘土质粉砂。

二跳岛和跳尾岛以东近岸海域和各岛屿之间分布有冲刷槽，冲刷槽的宽窄不一，最窄仅 40m 左右，跳尾岛以东较宽约 300m，最深处可达 7m，是个浅冲刷槽。

根据 1973 年出版的海图（中国人民解放军海军司令部航海保证部，1966 年测量）和2005 年 12 月由天津市海岸带工程有限公司完成的厂址区域地形图的比较（图 2.5-2），多年来海底地形有以下几个方面的变化：

— 厂址西侧海域0m等深线自1966年~2005年的40年间，文渡湾口的0m等深线向岸回缩40~160m，平均回缩的速度为2.75m/a左右，表明海底处于冲刷状态；而靠近过境岛的0m等深线则有向海伸展，但幅度不大，表明在过境岛附近由于岛屿阻隔作用，其附近海域呈弱淤积状态。

— 厂址南侧海域2m等深线靠近渔井向陆地方向回缩，表明该处海底处于冲刷状态，自1966年~2005年的40年间向岸回缩20~410m，平均回缩的速度为5.9m/a左右。而靠近跳尾岛的2m等深线则向海延伸，与0m相似，同样幅度不大，表明该处海底处于弱淤积状态。

— 厂址东南侧海域5m等深线圈出的范围明显变小，表明该海域处于淤积状态。2005年的平均水深为4.7m，而1966年的平均水深为5.7m，表明经过40年，该区平均淤积1.0m。

— 厂址南侧海域1966年有21个水深点，平均水深4.36m，2005年有44个水深点，平均水深3.87m，表明经过40年后，南侧海域总体呈弱淤积状态。

— 厂址东侧海域1966年有25个水深点，平均水深3.55m，2005年有64个水深点，平均水深3.70m，表明经过40年后，东侧海域总体表现弱冲刷状态。

— 厂址西侧海域1966年有31个水深点，平均水深0.54m，2005年有60个水深点，平均水深0.60m，表明经过40年后，西侧海域总体表现弱冲刷状态。

（3） 潮汐

厂址海区属正规半日潮区，为大潮差区，最大潮差在 7m 以上。本区潮流类型为半日潮流，但由于浅海分潮流较明显，具有非正规半日潮浅海潮流性质，潮流流速较小。一般落潮流最大流速大于涨潮流最大流速，落潮流向偏东，涨潮流向偏西，但受地形影响，潮流运动形式复杂，带有旋转流的特点。

三沙海洋站位于霞浦县三沙镇五澳村，位于宁德核电厂址 SSW 方位约 16km 处，是离核电厂址最近的国家级海洋观测站，具有长序列的海洋观测数据。根据三沙海洋站 1980~2003 年的潮位实测资料，该海区的主要潮位特征值如表 2.5-2 所示，其中：

— 历史最高潮位为 4.37m（85 国家高程，下同），出现时间为 1996 年 7 月 31 日；

— 历史最低潮位为-3.75m，出现时间为 1983 年 1 月 30 日；

— 最大潮差 7.07m、最小潮差 1.68m、平均潮差 4.32m；

— 平均涨潮历时 6 小时 06 分、平均落潮历时 6 小时 20 分。

另外，国家海洋局第三海洋研究所于 2005 年 8 月 16 日~9 月 20 日（夏季）和 2005 年 12 月 16 日~2006 年 1 月 15 日（冬季）分别对宁德核电厂厂址附近的西台山、北礵、南镇、三沙、长门及备湾六个潮位站进行了为期 36 天和 31 天的潮位观测，潮位观测站点位分布见图 2.5-3，观测海域的潮汐情况如下：

- 核电厂址所处的海域平均海平面：夏季在 29~39cm 之间变化，冬季在 17~26cm 之间变化，冬、夏季平均为 27.9cm。
- 核电厂址所处的晴川湾海域属正规半日潮类型，M_2 分潮起主导作用，潮汐一日两涨、两落较为规则，平均落潮历时与涨潮历时也比较接近，其平均落潮历时稍长于涨潮历时 4~20 分钟。
- 晴川湾海域潮差较大，各站实测最大潮差均在 5.80m 以上，最大潮差可达 6.90m，最小潮差大于 1.50m；平均潮差在 4.00m 左右。

（4） 海流

根据2005年8~9月和2005年12月~2006年1月在该海域进行的两次全潮水文测验结果，本海域的潮流具有如下特征（各测站垂线流速和涨落潮历时统计详见表2.5-3~2.5-5）：

- 本海区潮流类型属正规则半日潮。潮流运动在外侧开敞海域呈逆时针旋转流，主流向总体为东西向；在近岸受地形、岛屿及岸线影响，基本沿岸线走向，呈往复流形式。
- 从拟建工程区水域流速看，在备湾南侧的湾口基本为NW~SE向的往复流；在跳尾岛南端水域，潮流受岛屿挑流作用明显，流向呈SW~ENE向；在过境岛东侧水域水流受岛屿阻流影响，呈旋转流状态。以上三个水域流速分布具有过境岛东西两侧小、跳尾岛南端大的特点。9#、11#、10#夏冬季各潮平均流速分别为0.14~0.16m/s、0.14~0.17m/s和0.29~0.30m/s。夏、冬季大、中、小潮各测站的垂线平均流速分布见图2.5-4。
- 从涨落潮过程看，涨潮时，外海潮波逆时针旋转并逐渐向西传向近岸，在大嵛山北侧水域，涨潮流共分四股向近岸运动，其一向西北进入晴川湾，其二向西绕过备湾及跳尾岛向西北进入文渡湾水域，其三向西南进入里山湾，后向西进

入牙城湾，其四经过里山湾后向南由福瑶列岛间的沟槽向南运动，并与其南侧东西向运动的涨潮流交汇。落潮过程基本与涨潮过程相逆，随着外海潮位降低，近岸水域在福瑶列岛南侧部分落潮流通过岛屿间潮沟向北进入里山湾，并与里山湾、文渡湾、晴川湾等湾内落潮流汇合向东侧外海运动。厂址附近海域涨、落潮流路详见图2.5-5。

- 从实测垂线平均流速的平面分布看，两季节大、中、小潮的分布规律基本一致，在福瑶列岛至晴川湾水域总体呈现自北向南涨落潮平均流速增大的趋势，晴川湾以南的5#、6#、7#、8#以及4#、10#岬角或岛间潮沟内实测垂线平均流速较大，夏冬季各潮涨、落潮平均流速为0.21~0.33m/s；晴川湾北部的12#、13#以及过境岛东西两侧的11#、9#测点流速较小，涨、落潮平均流速为0.14~0.23m/s。与近岸水域相比，外海水域各站（1#、2#、3#）流速相对较大，涨落潮平均流速为0.25~0.29m/s。厂址附近海域涨、落潮平均流速详见图2.5-6。
- 从夏冬季平均涨落潮流速看，大、中潮呈落潮平均流速大于涨潮平均流速，小潮涨潮平均流速略大于落潮平均流速。冬夏两季大、中、小潮的平均涨潮流速分别为0.28m/s、0.23m/s、0.17m/s；平均落潮流速分别为0.30m/s、0.27m/s、0.16m/s。从最大垂线平均流速看，该海域涨潮最大垂线平均流速出现在4#站（出现在夏季大潮，为0.95m/s），落潮最大垂线平均流速出现于10#站（出现在夏季大潮，为0.83m/s）。
- 从夏冬季平均的涨落潮流历时看，除小潮涨潮略长于落潮外，大潮和中潮涨、落历时基本相当。大、中、小潮的涨落潮平均历时分别为6:09、6:12，6:08、6:07和6:26、5:54。

根据2005年8~9月和2005年12月~2006年1月在该海域进行的两次全潮水文测验结果可知，湾内的余流量值比较小，流速一般约10cm/s或更小，余流方向受地形制约，并有季节变化。开敞近岸水域，余流流速较大，一般为20cm/s左右，最大可达40cm/s。图2.5-7给出观测期间各测站的余流分布示意图，本海域的余流具有如下特征：

- 夏季大潮期间，最大余流流速22.4cm/s（2#站）；夏季中潮期间，最大余流流速39.4cm/s（2#站）；夏季小潮期间，最大余流流速16.4cm/s（7#站）。从余流流速值来看，夏季中潮最大，大潮次之，小潮最小。从夏季余流流速的垂向分布来看，一般为表层大于中层，中层大于底层。

— 冬季大潮期间，最大余流流速13.4cm/s(10#站)；冬季中潮期间，最大余流流速13.7cm/s(4#站)；冬季小潮期间，最大余流流速22.3cm/s(2#站)

— 从冬、夏季的余流对比可以看出：一般说来，夏季多数测站的余流最大值大于冬季；夏季大、中潮的余流均指向湾外的东北方向，小潮则指向近岸（即湾内）；而冬季除小潮外，大、中潮多数测站的余流方向基本与夏季相反。

（5） 波浪

波浪特征分析以宁德核电厂厂址附近海域北礵海洋站（厂址 S 方位约 38km）1975~2005 年和西台山海洋站（厂址 E 方位约 42km）1968~1991 年的历年实测波浪资料及厂址海区专设波浪仪实测资料为基础。

— 波型

- 北礵海洋站的波型主要是以涌浪为主的混合浪，出现频率高达 65.54%，涌浪仅占 2.37%；以风浪为主的混合浪的出现频率达 20.12%，风浪仅占 0.92%；因此，北礵海洋站附近海域以涌浪为主的混合浪出现机会为最多。
- 西台山海洋站的波型与北礵海洋站的波型基本相同，以涌浪为主的混合浪的出现频率为 67.83%，涌浪出现频率仅为 0.71%；以风浪为主的混合浪频率为 24.77%，风浪出现频率只有 1.51%；因此，西台山海洋站附近海域的波型同样以涌浪为主的混合浪最多。

— 常浪向

- 北礵站的波浪常浪向为 NNE 向，出现频率为 42.5%，次常浪向在 NE 向，出现频率为 14.17%。
- 台山站波浪常浪向为 NNE 向，出现频率 30.72%；次常浪向为 NE 向，出现频率 24.92%。

— 强浪向

- 北礵站强浪向为 E 向，大于 5.0m 的波高年出现频率为 0.01%，最大波高 $H_{1/10}$=9.0m，$H_{1/100}$=11.0m，发生在 1980 年 8 月 28 日 11 时；次强浪向为 SSE 向，最大波高 $H_{1/10}$=8.6m，$H_{1/100}$=10.4m，发生在 1982 年 7 月 30 日 08 时。
- 西台山站强浪向为 NNE 向，大于 5.0m 的波高年出现频率为 0.25%，最大

波高 $H_{1/10}$=10.5m，$H_{1/100}$=12.6m，发生在 1972 年 8 月 17 日 14 时；次强浪向为 SW 向，最大波高 $H_{1/10}$=10.0m，$H_{1/100}$=12.0m，发生在 1972 年 8 月 17 日 17 时。

国家海洋局第三海洋研究所自 2005 年 8 月~2006 年 11 月在工程区附近海域开展了 15 个月的波浪观测，获得了包含 0513 号“泰利（Talim）”、0514 号“彩蝶（Nabi）”、0515 号“卡努（Khanun）”、0519 号“龙王”（Longwang）和 0608 号“桑美”台风过程在内的逐时波浪实测资料，分析结果表明：

- 常浪向：春季为 E 向，频率为 46.33%；夏季为 ESE 向，频率为 49.81%；秋、冬季均为 E 向，频率为 52.51%和 67.27%。
- 次常浪向：春季为 ESE 向，频率为 43.34%；夏季为 SE 向，频率为 21.64%；秋、冬季均为 ESE 向，频率为 43.48%和 31.2%。
- 强浪向：从 7 月~10 月强浪向为 SSE 向，4 月份为 ESE 向，11 月~翌年 6 月强浪向为 E 向。
- 波高：工程海域受亚热带季风的影响，其波浪主要是由海面风产生的风浪和外海传递来的涌浪组合而成，单纯风浪及涌浪出现较少。
  - $H_{1/10}$ 波高：年平均值 0.84m。月平均值最大为 1.11m，出现于 05 年 10 月；最小为 0.49m，出现于 06 年 6 月。
  - H_{max} 波高：在一年观测期间最大波高主要发生在台风影响期间。最大值为 5.63m，出现在泰利台风期间；5.57m 次之，出现在桑美台风期间。
  - 全年各主要波向的 $H_{1/10}$ 波高平均值以 E 向的 0.96m 最大；ENE 向次之，为 0.93m；ESE 向为 0.85m；SSW 向为 0.72m；SE 向为 0.67m；SSE 向为 0.56m；S 向为 0.55m。
  - 工程海域春季以 E 向波浪为最大，$H_{1/10}$ 波高最大值为 2.33m，其次为 ENE 向的 2.25m；夏季以 ESE 向波浪为最大，为 3.86m，其次为 E 向，值为 3.5m；秋季以 ESE 向波浪为最大，值为 4.58m，其次为 SSE 向，值为 3.04m；冬季以 E 向波浪为最大，值为 2.22m，其次为 ESE 向，值为 1.94m。
  - 本海区的波浪主要以波高在 1.5m 以下的小浪与轻浪为主，春、冬季的东北风一般不会形成大浪。大浪主要为台风浪，出现在夏、秋季的 ESE、E、SE 向的台风浪。

— 台风浪：在 2005 年 8 月 9 日~2006 年 8 月 31 日期间，在工程海域共观测到 8 个影响台风：0510 号“珊瑚”强热带风暴、0513 号“泰利”台风、0515 号“卡努”台风、0519 号“龙王”台风、0601 号“珍珠”台风、0604 号“碧利斯”台风、0605 号“格美”台风、0608 号“桑美”台风；台风期间实测台风浪 H_{max} 最大值为 5.63m，出现在 0513 号“泰利”台风期间，对应的平均周期为 6.7s，波向为 ESE 向；次之为 5.57m，出现在 0608 号“桑美”台风期间，对应的平均周期为 7.4s，波向为 SE 向。各个台风期间 H_{max} 最大值对应的波向主要为 ESE 向，少数为 E 向、SE 向。

（6） 海水温度和盐度

根据厂址邻近的三沙站(1980～2003 年）温盐统计资料可知：

多年平均水温为 19.5℃，多年月平均水温以 8 月的 28.1℃最高，以 2 月的 10.4℃最低。全年最热的三个月出现在 7、8、9 月。极端最高水温为 31.7℃，出现在 8 月。极端最低水温为 6.5℃，出现在 2 月。

多年平均盐度为 30.64‰。年平均盐度最高为 31.29‰，最低为 29.94‰；月平均盐度最高为 33.62‰，出现在 8 月；最低为 28.85‰，出现在 11 月；历年各月最高盐度中，11 月和 12 月多数高于 29‰，1 月至 5 月和 10 月多数高于 30‰；6 月至 9 月多数高于 33‰，其中 7、8 月多数高于 34‰；极端最高盐度为 35.35‰，极端最低盐度为 23.22‰。

此外，根据厂址现场水文站的 2005 年 8 月~2006 年 7 月的整年监测结果，厂址附近工程海域年平均水温为 19.4℃，水温变化范围为 10.1~29.2℃；年平均盐度为 29.28‰，盐度变化范围为 26.42~33.54‰，与三沙站观测结果基本一致。

根据 2005 年夏、冬两季全潮水文实测资料可知：

夏季：调查海域的平均水温为 26.66℃，最高水温为 30.25℃（中潮、9#站），最低水温为 23.30℃（中潮、3#站）。厂址附近海域的 3 个测站的平均水温最高，为 27.36℃；晴川湾～牙城湾海域的 6 个测站次之，平均水温为 26.85℃；位于小岙山西侧出壁门水道上的 4#站的平均水温为 26.51℃；外海海域的平均水温最低，为 25.64℃。

冬季：调查海域的海水平均温度为 11.53℃，最高水温为 13.60℃（小潮、2#站），最低海水温度为 9.76℃（小潮、13#站）。位于外海海域的 3 个测站的平均水温最高，为 11.93℃；其次是位于小岙山西侧出壁门水道上的 4#站及晴川湾～牙城湾海域的 6

个测站，平均海水温度分别为 11.75℃、11.44℃；厂址附近海域平均水温最低，为11.24℃。

（7）泥沙

根据2005~2006年冬夏两季6次全潮水文含沙量的统计结果，该海域的含沙量具有如下特征：

- 该海域含沙量具有冬季大于夏季的特点。各站夏季和冬季的全潮平均含沙量分别为0.056kg/m^3和0.095kg/m^3，从测验期间的风向看，偏E或偏NE向风对福瑶列岛以北水域作用相对较强，而偏S向的风浪则主要被福瑶列岛屏蔽，难以进入湾内水域。这是造成该水域含沙量季节差异的重要原因。
- 从不同潮型的含沙量看，具有含沙量随潮差增大而增大的特点。各站夏冬季的全潮平均含沙量大、中、小潮分别为0.088kg/m^3、0.082kg/m^3、0.056kg/m^3。这说明潮流动力强弱对该海域含沙量大小也有一定影响。
- 从涨、落潮含沙量看，该海域含沙量总体上呈现涨潮略大于落潮的特点，且在大潮和中潮期间表现更为明显。如夏冬季大潮各站涨、落潮平均含沙量分别为0.092kg/m^3、0.084kg/m^3，中潮分别为0.085kg/m^3、0.079kg/m^3，小潮分别为0.056kg/m^3、0.055kg/m^3。
- 从含沙量的平面分布看，总体上呈近岸水域大于外海水域（除2#测站）的特点。在近岸的里山湾~晴川湾水域（包括工程区）各测站所有测次的平均含沙量为0.076kg/m^3；在小嵛山水道内的4#站平均含沙量为0.081kg/m^3；外海1#、3#测站的平均含沙量为0.058kg/m^3、0.068kg/m^3。
- 在核电工程区水域各测次平均含沙量为0.076kg/m^3。其中位于过境岛东侧水域的11#站最大，为0.082kg/m^3；跳尾岛西侧的9#站和南侧的10#站分别为0.076kg/m^3、0.077kg/m^3，相对较小。
- 从含沙量的垂线分布看，总体上各层含沙量具有自表层向底层递增的特点。就表层与底层的比值而言，夏季的大、中、小潮平均约为1:1.42，冬季的大、中、小潮平均约为1:1.46。

2.5.2 地下水

（1）水文地质概况

宁德核电厂一期工程布置于过境岛上，主厂区内地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。松散岩类孔隙水仅赋存于过境岛残坡积土层中，基岩裂隙水赋存于过境岛基岩中。

由于过境岛残坡积土层较薄，主厂区在厂坪开挖后，第四系地层均被剥除，松散层孔隙潜水不复存在，地下水类型为基岩裂隙水。

电厂主厂区基岩主要由熔结凝灰岩、流纹岩和花岗岩组成，以熔结凝灰岩为主，厂区内主要发育三组节理，这些节理以剪节理为主，节理面平直、闭合，结构面结合程度以结合好为主，仅节理密集带上结合程度为结合差。压水试验结果表明，岩体的透水性较差，以弱透水和微透水为主，这些裂隙只在局部范围内连通而构成互不联系的脉状含水系统及其它呈封闭状态的微小水体，无统一分布稳定的地下水位。

（2）厂址附近区域内各阶段地下水迁移途径的变化

（a）厂址尚未进行开挖

电厂位于过境岛上，为一独立的水文地质单元，和其他水文地质单元无水力联系，海平面为区内最低的排泄基准面。厂址区内地表水系除海域外，其他地表水体不发育。仅见有随季节性变化的小溪流，雨季时水量较大，旱季水量减少或干涸，主要受大气降水补给。

根据地形地貌、含水介质、地下水的成因和赋存条件，区内地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

松散岩类孔隙水主要赋存于上部残坡积土层中。由于过境岛残坡积土层较薄，加之山体较陡，不利于地下水的赋存。松散岩类孔隙水按受大气降水后，迳流途径较短，在低洼处形成地表迳流，然后向四周排泄入海。

基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，岩体风化层厚度较小，节理裂隙局部发育，但节理裂隙分布不均匀且大多被充填，只在局部范围内连通而构成互不联系的脉状含水系统，赋存脉状裂隙水及其他呈封闭状态的微小水体，无连续稳定的地下水位；基岩裂隙水非常贫乏，补给来源较差，主要受大气降水补给和残坡积土层第四系孔隙水补给，

水量极小。

厂址开挖前的水文地质模型和地下水补给关系示意图详见图 2.5-8 所示，其地下水（含水层以松散岩类孔隙水为主）补给关系为：

大气降水 ⟹ 补给松散岩类孔隙水 ⟹ 低洼处排泄 ⟹ 迳流入海。

(b)厂坪开完后

厂坪开挖后，第四系地层均被剥除，松散层孔隙潜水不复存在，上部节理裂隙较发育的强风化、中风化层也被挖除。厂坪以下为基岩，其主要由微风化熔结凝灰岩、流纹岩和花岗岩组成。微风化基岩节理裂隙不发育，这些节理以剪节理为主，节理面平直、闭合，结构面结合程度以结合好为主，这些裂隙只在局部范围内连通而构成互不联系的脉状含水系统及其他呈封闭状态的微小水体，基岩裂隙水贫乏。负挖时除基坑侧壁有少量沿裂隙渗漏的点滴状裂隙水外，未发现有地下水。即主厂区厂坪开挖区域以下可视为不含水的岩性。

在回填区，由回填片石层所形成的人工含水层与海水相通，高潮位时海水补给地下水，低潮位时地下水补给海水。根据钻孔资料观测，回填层的水位变化和潮水位基本一致，稍有滞后，滞后时间随着距海的远近不同稍有变化。

厂坪后，在场地北侧修有排洪沟，来自备湾山体的地表迳流顺排洪沟排泄入海。场地内接受的大气降水被收集后有组织排水，最终排入大海。

厂址厂坪开挖后的水文地质模型和地下水补给关系示意图详见图 2.5-9 所示，其地下水（含水层以回填层为主）补给关系为：

回填区：大气降水 ⟹ 补给人工回填层中的孔隙水 ⟺（互通）海水。

开挖区：未发现地下水，局部范围内存在少量互不联系的脉状含水系统及其他呈封闭状态的微小水体，基岩裂隙水贫乏。该区大气降水将直接转化为地表径流，通过厂区排水系统排泄入海。

（c）综上所述，厂坪开挖前，地下水的迁移途径主要是：大气降水补给残坡积水和少量裂隙水，低洼处排泄，转变为地表径流入海；厂坪开挖后，地下水的迁移途径是：大气降水补给人工回填层孔隙水，排泄入海，在基岩区大气降水直接转变为地表径流，通过厂区排水系统排泄入海。

（3）事故后放射性液体泄漏在厂址附近区域的迁移途径

宁德核电厂核岛、常规岛、QA/QB、QS/QT 等主要建筑物基础均位于微风化基岩上，岩性为熔结凝灰岩、流纹岩和花岗岩，三种岩性结合紧密，节理裂隙不发育，岩体的透水率在 0.81~7.7Lu，属微透水~弱透水岩性。在事故状态下，保守地考虑所有放射性包容设施均失效，放射性液体向地下渗漏，由于基岩岩体的赋水性差，且节理裂隙的连通性差，将只有极微量的放射性液体能够被储存在节理裂隙中，成为封闭状态的微小水体，其余绝大部分放射性液体将向地表渗出、收集或排海。特殊情况下，如放射性液体泄漏事故发生在回填区（假设位于回填区的部分废液输运管道发生破裂），同样，保守考虑放射性包容设施失效，放射性液体将会向地下渗漏，补给回填区的孔隙水。由于人工回填区的孔隙水与海水相通，而与其他地下水无水力联系，则该泄漏的放射性液体将最终被排向大海。由于上述两种情况均建立在极端保守地假设放射性包容设施完全失效的基础上，因此，事实上上述事故发生的概率是极低的。

2.5.3 洪水

宁德核电厂厂址位于海边半岛，附近区域无地表水。离厂址最近的是溪坪溪流域，该河流的末端支流尾头溪离厂址约 6km。厂址所处的地形特征，使得降水很快会汇入附近的海域。电厂厂区北面为备湾山，当发生大暴雨时，小流域产生的洪水向厂区方向汇集，通过在厂区边缘设置截洪沟，将洪水排向大海，以保证厂区的安全。所以，厂址不会受到局地洪水的威胁。

宁德核电厂厂址海区受台风暴潮影响显著，热带气旋（台风）是厂址地区主要灾害性天气。

根据《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）和《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）的要求，宁德核电厂的设计基准洪水主要考虑对厂址有重要影响的极端事件，最高洪水位组合如下：

组合最高洪水位：

可能最大风暴潮增水	5.12m
10%超越概率天文潮位	3.50m
核电厂寿期内海平面升高	0.23m
	8.85m（85 高程系统）

2.5.4 参考资料

[1] 宁德核电工程水资源论证报告书，福建省水文水资源勘测局，2006 年 2 月；

[2] 宁德核电工程区岸滩海床稳定性报告，国家海洋局第三海洋研究所，2006 年 2 月；

[3] 宁德核电厂址附近海域夏季全潮水文泥沙观测报告，国家海洋局第三海洋研究所，2005 年 11 月；

[4] 宁德核电站近期填海工程潮流场数值模拟和泥沙冲淤计算报告，国家海洋局第三海洋研究所，2005 年 12 月；

[5] 福建大唐国际宁德核电项目初可研阶段海洋水文专题研究报告，国家海洋局第三海洋研究所，2004 年 10 月；

[6] 宁德核电厂址工程海域水文观测与分析报告，国家海洋局第三海洋研究所，2006 年 12 月；

[7] 宁德核电工程海洋生态与环境调查和观测海洋环境化学调查报告，国家海洋局第三海洋研究所，2006 年 12 月。

表 2.5-1 福鼎市主要河流的特征

河流名称	主要发源地	入海口或出境地点	集水面积（km^2）	河长（km）	年平均径流量（亿m^3）
水北溪	泰顺雅阳	沙埕港	425	50.4	5.96
百步溪	管阳王府山	沙埕港	122	26.1	1.74
双岳溪	苍南五凤	沙埕港	73.0	20.6	0.783
赤溪	柘荣乍洋	磻溪赤溪	294	37.6	4.1143
溪头溪	柘荣乍洋	管阳褚楼	125.2	29.7	1.7739
照兰溪	苍南矾山	前岐港	101.2	21.9	1.0115
溪坪溪	秦屿五里	沙埕港	48.0	18.2	0.5099
三门溪	管阳尖下	沙埕港	42.5	25.5	0.5474
王孙溪	点头后梁	沙埕港	29.4	12.8	0.4182

表2.5-2　三沙海洋站潮位特征值

项目	三沙海洋站潮位特征值	出现时间
最高潮位（m）	4.37	1996 年 7 月 31 日
最低潮位（m）	-3.75	1983 年 1 月 30 日
平均潮位（m）	0.30	
最大潮差（m）	7.07	1996 年 8 月
最小潮差（m）	1.68	1999 年 10 月
平均潮差（m）	4.32	
平均高潮位（m）	2.40	
平均低潮位（m）	-1.91	
平均涨潮历时	6 小时 06 分	
平均落潮历时	6 小时 20 分	
基面	85 国家高程	
资料年限	1980~2003 年	

2.6 地质地震

2.6.1 地形地貌

2.6.2 地震地质特征

2.6.3 厂址所在区域地壳稳定性及地震烈度级别

2.6.4 厂址工程地质

2.6.5 参考文献

图（略）

图 2.6-1 厂址区域地形测量图

图 2.6-2 厂址区域地质构造图

图 2.6-3 厂址近区域地质构造图

2.6 地质地震

2.6.1 地形地貌

宁德核电厂一期工程四台机组位于过境岛上，其中一、二号机组位于过境岛东部，三、四号机组位于西部，厂址区原始地貌简单，为丘陵剥蚀地貌和海岸地貌。山体外貌形态低矮，上部起伏平缓，近岸处则陡峭，山体坡度 10～30°，海岸分布有海蚀穴、海蚀沟、海蚀柱。

目前，电厂一期工程已完成 4 台机组的场平工作，整个场地已经过削高填低，场坪设计标高为 9.5m。

2.6.2 地震地质特征

（1） 厂址区域地震地质特征

宁德核电厂厂址区域位于中国大陆浙闽粤隆起带闽东浙南中生代火山断陷带（二级构造单元）的闽东南沿海断隆（三级构造单元）构造单元内，在新构造上属于闽东沿海差异弱隆起区，新生代以来一直处于弱隆起状态。厂址区域主要发育有NE—NEE向断裂，其次是EW—NW向断裂带。分布在大陆的NE-NEE向断裂带主要有镇海~温州断裂南段，长乐—诏安断裂的北段和政和—海丰断裂带北段等；分布在东海和台湾海峡的主要有NNE向的滨海断裂。北北东—北东向断裂带是本区的主要构造，自从形成以来，呈多期性活动。在第四纪早期，这些断裂仍有活动，但晚更新世以来只有镇海—温州断裂的北端有一定活动，其它断裂未见明显活动。

厂址区域范围内自963年至今共记到M_S≥4.7级地震259次（其中7级以上地震6次），地震分布总体呈现出明显的南强北弱的特征：区域内绝大多数破坏性地震和微震分布在连江以南地区；连江以北地区仅发生个别中等强度破坏性地震，微震分布较零散。

区域内主要的发震构造为滨海断裂台湾海峡段、滨海断裂东海段、台西山麓断裂、台湾海峡东侧断裂、白庙断裂等。区域内震级最高的发震构造为台西山麓断裂带，最大潜在地震为8.0级，距离厂址250km以远。距离厂址最近的发震构造为滨海断裂带东海段中霞浦海外段，最大潜在地震为6.0级，距离厂址在58km左右。7级以上的发震构造距离厂址均在200km以外。厂址所在的地震构造区为福鼎—霞浦断裂带地震

构造区，其构造活动性及地震活动性均较弱，最大弥散地震为5级。

（2） 厂址近区域地震地质特征

近区域位于闽东浙南中生代火山断陷带内相对完整和稳定的构造部位。新构造运动以整体性、阶段性升降运动为特征。近区域陆域有 9 条主要断裂，其中北东向断裂 3 条，北东东向断裂 3 条，北西西向断裂 2 条，近东西向断裂区内 1 条（图 2.6-3），均为前第四纪断裂。厂址所在地震构造区为福鼎－霞浦断裂带地震构造区，其构造活动性及地震活动性均较弱，最大弥散地震为 5 级。距离厂址最近的发震构造为滨海断裂带东海段中霞浦海外段，最大潜在地震为 6.0 级，距离厂址在 58km 左右；7 级以上的发震构造距离厂址均在 200km 以外。

厂址近区域地震活动微弱，厂址半径25km范围内共记录到M_S≥1.0级地震2次，都是1.2级的地震。

厂址近区域内没有发震构造。

（3） 厂址附近地质特征

厂址附近范围陆域断裂较不发育，仅有一些小断裂，可见长度最大约800m。最新活动时代均为前第四纪。海域断层地震勘查结果表明厂址附近范围内海域不存在晚更新世断层。

厂址附近范围内不存在能动断层，可以不考虑能动断层在厂址地表或近地表产生地表断层作用的潜在可能性。

2.6.3 厂址所在区域稳定性及地震烈度级别

（1） 厂址所在区域稳定性

厂址所在区域地球动力学背景特征分析表明，区域内受菲律宾海板块通过台湾岛弧碰撞带施加的动力影响较大，且主要影响区位于厂址区域南部；而琉球岛弧板块俯冲带影响没有波及到厂址区域范围内。厂址附近大陆沿海及其东侧的东海盆地西部地区处于上述板块边界动力作用影响非常弱的地带，造成厂址附近地区新生代以来的构造活动以及地震活动性较低，晚第三纪以来没有火山活动的形迹。综上所述，厂址位于地壳比较稳定的区域。

（2） 厂址地震烈度级别

厂址所遭受的历史地震影响较弱（且多为远场大地震的影响），主要来自于台湾海峡和台湾地区；历史地震对厂址产生的最大影响烈度为Ⅴ度，来自东南沿海滨海断裂上的大地震的影响（1604 年泉州$7\frac{1}{2}$级地震和1918年南澳7.3级地震，以及厂址近处中等地震的影响（福鼎1815年5级地震和1922年$4\frac{3}{4}$级地震）。

厂址 50 年超越概率 10%的水平向基岩峰值加速度值为 0.03g。根据国家标准《工程场地地震安全性评价》（GB 17741-2005）建议的基岩峰值加速度与中硬场地地震动峰值加速度的转换方法，以及《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2001）关于地震动加速度值分区的规定，参照《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2001）的相关规定，综合评定厂址地震烈度应为Ⅵ度。

（3） SL-2值

经确定性方法和概率性方法对厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度值计算，厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度值为 0.12g；取厂址 SL-2 级地面运动基岩水平向峰值加速度值的$\frac{2}{3}$，作为厂址 SL-2 级地面运动基岩竖直向峰值加速度值，为 0.08g。

根据《核电厂抗震设计规范（GB50267-97）》的规定，SL-2 级设计基准地面运动水平向峰值加速度不得低于 0.15g，因此，推荐厂址 SL-2 级设计基准地面运动峰值加速度水平向为 0.15g，竖直向为水平向的$\frac{2}{3}$，即 0.10g。

上述结论通过了国家地震安全性评定委员会的审查，并获得中国地震局的批复（中震安评[2006]22 号文）。

2.6.4 厂址工程地质

（1） 厂址区出露地层及岩性概况

厂区出露的地层主要有上侏罗统南园组第三段灰、浅灰色英安流纹质熔结凝灰岩和灰白、肉红色流纹岩（英安流纹质熔结凝灰岩局部夹灰白、肉红色流纹岩）和侵入花岗岩，以熔结凝灰岩为主，这三类岩石彼此接触良好，成熔融状态，岩石多呈块状

构造，流纹岩中局部见球粒结构，流纹构造较发育；晚期见闪长岩脉、石英脉、流纹斑岩侵入。厂地平整后，原山体上部覆盖的第四系残积层和坡积层已被清除。

（2） 地质构造

厂址区岩性主要为火山岩及花岗岩，岩石结构构造较完整，后期构造破坏较小，属相对稳定块体。在厂址区共发现 16 条小断裂，断裂的展布方向以北东向为主，形成活动于燕山晚期，断裂规模小，一般延伸长度几米至几十米，规模小，性质以压扭性为主，零星分布在过境岛四周。

厂址区共发育北东、北东东和北西向三组节理，以剪节理为主，节理面平直、闭合。岩体主要结构面结合程度以结合好为主。

（3） 不良地质作用

主厂区地质构造比较简单，没有发现岩溶、滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地面不均匀沉降、温泉等影响场地稳定性的不良地质作用。在场地平整过程中及其后，均未发现地面沉降与隆起等现象，主厂区亦不存在可液化土层，在三、四号机组范围内未发现不良地质作用。

（4） 场地和地基稳定性

场地内不存在能动断层，无影响场地稳定性的不良地质作用。场地平整后主厂区将主要出露微风化及中等风化岩石，主要由凝结凝灰岩、流纹岩和花岗岩组成，属坚硬场地土；各类岩石之间、岩脉与围岩之间的接触界面多呈镶嵌铰接，结合紧密，地基稳定。

（5） 边坡稳定性

过境岛山体自然坡角度约 10~30°，备湾山山体坡度 13~31°，未发现滑坡、大规模崩塌等不稳定现象，天然边坡是稳定的。海岸除海滩外，其余均为海蚀岩岸，受海水侵蚀和冲刷多形成海蚀崖和海蚀沟，崖高一般 10~15m，坡度 60~85°，坡度可达 65~85°，规模均较小，不影响整体稳定性，岸坡也是稳定的。

宁德核电厂一期过程四台机布置在过境岛上，厂坪是一次性完成的，采用过境岛开山填海，使过境岛和备湾山连接，故场地开挖后整个过境岛不存在人工边坡。人工边坡位于主厂区的北部，备湾山南坡，全长约 670m，边坡坡脚标高 9m，平面呈缓“S”型，边坡整体坡高约为 12~61m，边坡坡脚线离核岛边缘的距离在 420m 左右。现边坡已按照设计要求进行了分级开挖和支护，坡体稳定。

2.6.5 参考资料

[1] 宁德核电厂一期工程初步设计阶段核岛、常规岛、联合泵房岩土工程勘测报告，广东省电力设计院，2007 年 5 月；

[2] 福建省宁德核电厂海域工程厂区东护岸工程工程地质勘察报告（施工图设计阶段），天津市海岸带工程有限公司，2007 年 5 月；

[3] 宁德核电项目可行性研究阶段地震安全性评价报告，中国地震局地球物理研究所，2006 年 4 月

2.7 环境质量现状

2.7.1 大气环境

2.7.2 声环境

2.7.3 电磁辐射本底

2.7.4 海水水质

2.7.5 参考资料

2.7 环境质量现状

宁德核电厂一期工程一号机组已经投入商运，二号机组已完成首次装料，三、四号机组正在建设之中。本节根据最新监测资料，给出宁德核电厂厂址所在区域的环境质量现状。厂址所在区域的电离辐射环境质量现状情况详见本报告书 7.1 节。

2.7.1 大气环境

根据宁德市环境监测站于 2013 年第四季度对厂址附近区域进行的监测结果可知，厂址地区的大气环境质量如下：

施工场界监测点位的无组织颗粒物最大监测浓度为 0.102mg/m^3，远小于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求的无组织排放监控浓度限值 1.0mg/m^3。

环境敏感点中：牛栏岗海滨度假村的 TSP 最大日均浓度值为 0.080mg/m^3，PM10 最大日均浓度为 0.044mg/m^3，SO_2 最大小时浓度均值为 0.007mg/m^3，NO_2 小时浓度均值小于 0.012mg/m^3；渔井村 TSP 最大日均浓度值为 0.082mg/m^3，PM_{10} 最大日均浓度为 0.043mg/m^3，SO_2 最大小时浓度值为 0.007mg/m^3，NO_2 小时浓度均值小于 0.013mg/m^3，敏感点的大气环境质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）和关于发布《环境空气质量标准》（GB3095-1996）修改单的通知表中二级标准浓度限值，厂址周围环境敏感点的空气质量较好。

2.7.2 声环境

苏州热工研究院有限公司近期对宁德核电厂址及附近环境敏感点的声环境质量现状进行了监测。

声环境质量现状监测布点原则和监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求进行，同时考虑到厂内总平面分布和部分配套设施的建设，本次监测点位主要布设在以下区域：

（1）宁德核电厂各厂界外 1m，根据实际地形条件适当调整；

（2）宁德核电厂厂内声环境敏感点，包括办公区域 BX 楼、BA 楼；生活区域员工生活区；以及参观来访人员停留较多的观景平台；

（3）宁德核电厂厂内部分配套设施，包括 500kV 开关站、220kV 施工变电站、

220kV 辅助变电站和重件码头；

（4）宁德核电厂厂外声环境敏感点，包括牛栏岗海滨度假区、牛栏岗村和南招岙村。

宁德核电厂声环境质量现状监测点位分布见图 2.7-1，监测结果见表 2.7-1~表 2.7-5。

宁德核电厂厂内目前仍在施工，由于 500kV 开关站和 220kV 施工及辅助变电站距离 1~4 号核电机组较近，其边界噪声受厂区施工噪声影响较大，因此表 2.7-1 中的噪声监测结果不能完全反映开关站和变电站运行的噪声影响，仅表示相关区域目前的声环境质量现状。根据监测结果，厂内开关站及变电站区域的声环境质量现状昼间为 58.6~66.4dB（A），夜间为 49.7~53.2dB（A）。

表 2.7-2 为厂内环境敏感点声环境质量监测结果，由表可知，BX 办公楼前空地昼间噪声为 55.9dB（A），夜间噪声为 43.8dB（A）；BA 办公楼前空地昼间噪声为 53.8dB（A），夜间噪声为 43.8dB（A）；员工生活区昼间噪声为 51.9dB（A），夜间噪声为 41.7dB（A）；观景平台昼间噪声为 62.1dB（A），夜间噪声 45.3dB（A）。

厂内环境敏感点声环境质量监测结果表明，电厂施工及运行对厂内敏感点影响较小，办公区可达到 GB3096-2008 中的 2 类功能区标准，生活区可达到 GB3096-2008 中的 1 类功能区标准。

表 2.7-3 为电厂重件码头区域声环境质量监测结果，由表可知，码头区域昼间噪声为 56.8dB（A），夜间噪声为 46.2dB（A），可达到 GB3096-2008 中的 2 类功能区标准。

表 2.7-4 为核电厂厂界噪声监测结果，由表可知，厂界昼间最大噪声为 62.5dB（A），夜间最大噪声为 53.8dB（A），可满足 GB12523-2011 中的标准限值要求。

表 2.7-5 为核电厂厂外环境敏感点声环境质量监测结果，由表可知，牛栏岗村和南招岙村昼间噪声分别为 51.7dB（A）和 50.4dB（A），夜间噪声分别为 41.8dB（A）和 41.2dB（A），可满足 GB3096-2008 中的 1 类功能区标准；牛栏岗海滨度假区由于游客和车辆较多，昼间噪声为 59.6dB（A），夜间噪声为 41.2dB（A），可满足 GB3096-2008 中的 2 类功能区标准。

总体来看，宁德核电厂厂内由于仍在施工，1~4 号机组建设区域噪声相对较大，噪声主要来自于施工机械和设备使用；厂内对声环境质量要求较高的区域如办公区、

生活区等声环境质量较好，昼间可达到 GB3096-2008 中的 2 类标准，夜间可达到 GB3096-2008 中的 1 类标准；厂内施工和运行对厂界噪声和厂外敏感点影响较小，厂界噪声可满足 GB12523-2011 中的限值要求，厂外居民点声环境质量可满足 GB3096-2008 中的 1 类标准，牛栏岗海滨度假区因游客数量较多，可满足 GB3096-2008 中的 2 类标准。

2.7.3 电磁环境

苏州热工研究院有限公司近期对宁德核电厂厂址区域电磁环境质量进行了监测，点位布设及监测方法按照《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998）、《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T988-2005）和《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的相关规范和要求进行。考虑到宁德核电厂内的主要电磁辐射源分布，选择了 500kV 开关站、220kV 施工变电站、220kV 辅助变电站以及 500kV 和 220kV 送电线路进行重点布点监测，同时考虑到厂内环境敏感点的分布，选择了人员较为集中的办公区如 BX 楼、BA 楼，员工生活区，参观访问人员停留较多的观景平台进行电磁环境监测，另外，也对宁德核电厂厂外环境敏感点包括牛栏岗海滨度假区、牛栏岗村和南招岙村的电磁环境现状进行了监测。

本次电磁环境质量现状监测布点见图 2.7-1，监测结果见表 2.7-6~2.7-13。

由于现场监测期间一号机组处于小修阶段，500kV 开关站及送电线路暂未通电，因此仅在 500kV 开关站周界及送电线路下方较近处布设监测点位，表 2.7-6 和 2.7-7 给出了 500kV 开关站和 500kV 送电线路附近的工频电磁场监测结果。由表可知，500kV 开关站周界外的工频电场强度为 28.61V/m~82.32V/m，工频磁场强度为 0.0772μT~0.2791μT，均小于 HJ/T24-1998 中工频电场 4kV/m、磁感应强度 0.1mT 的推荐限值。500kV 送电线路正下方及附近 10m 范围内的工频电场强度为 341.16V/m~352.30V/m，工频磁场强度为 0.2686~0.2892μT，均满足 HJ/T24-1998 中的相关限值要求。

220kV 施工变电站、220kV 辅助变电站及 220kV 线路正在使用，现状监测结果即为相关设施正常运行时的电磁辐射影响。表 2.7-8 为 220kV 施工变电站电磁环境监测结果，由表可知，220kV 施工变电站周界工频电场强度为 8.40~167.88V/m，工频磁场

强度为 0.0289~0.2791μT，可满足 HJ/T24-1998 中的相关限值要求。表 2.7-9 为 220kV 辅助变电站电磁环境监测结果，由表可知，220kV 辅助变电站周界工频电场强度为 9.87~152.96V/m，工频磁场强度为 0.0093~0.2879μT，也均可满足 HJ/T24-1998 中的相关限值要求。

为了解送电线路工频电磁场空间影响程度，选择了厂内最西侧 220kV 施工送电线路进行电磁环境衰减断面监测，监测点位自线路正下方开始，沿线路垂向每隔 5m 进行布点，监测至距线路 50m 位置。表 2.7-10 给出了 220kV 送电线路电磁环境监测结果。由表可知，220kV 送电线路工频电场最大值出现于线路正下方，为 288.02V/m；磁感应强度最大值同样出现于线路正下方，为 01353μT，均满足 HJ/T24-1998 中的推荐限值要求。由衰减断面监测结果可知，随着距离的增加，工频电磁场强度均呈现下降趋势，即距离线路越远，工频电磁场强度越小。

另外，选择了已建成的 1 号机组变压器作为监测对象，表 2.7-11 给出了 1 号机组变压器附近的工频电磁场监测结果，由结果可知，1 号机组变压器附近工频电场强度为 9.65V/m，工频磁场强度为 0.0103μT，满足 HJ/T24-1998 中的推荐限值。

此外，厂内和厂外环境敏感点的工频电磁场环境现状监测结果见表 2.7-12 和表 2.7-13。由表可知，厂内环境敏感点的工频电场强度为 1.88~241.12V/m，工频磁场强度为 0.0192μT ~0.2527μT，厂外环境敏感点的工频电场强度为 41.69~249.14V/m，工频磁场强度为 0.1779μT~0.2857μT，均可满足 HJ/T24-1998 中的推荐限值要求。

综上，宁德核电厂厂址区域及附近环境敏感点的电磁辐射环境质量现状整体较好，现场监测的工频电场强度最大值为 352.30V/m，占 HJ/T24-1998 中工频电场 4kV/m 标准限值的 8.8%，工频磁场强度最大值为 0.2892μT，占 HJ/T24-1998 中工频磁场 0.1mT 标准限值的 0.3%。

2.7.4 海水水质

根据宁德市环境监测站于 2013 年第四季度的海水水质监测结果，厂址附近海域海水 pH 值介于 7.92～8.10 之间；SS 浓度在 14mg/L～26mg/L 之间；COD_{Mn} 浓度在 1.11mg/L～1.40mg/L 之间；BOD_5 浓度在 0.7mg/L～1.0mg/L 之间；无机氮浓度在 0.356mg/L～0.401mg/L 之间；石油类浓度在 0.018mg/L～0.024mg/L 之间；溶解氧浓度在 7.7mg/L～8.9mg/L 之间。上述指标中，除无机氮监测结果超标外，其余各指标

均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中二类标准要求。值得注意的是，自2007年厂址附近海域环境监测开始，海域本底环境监测中的无机氮浓度均较高，无机氮超标可能与海域养殖业较为发达有关。

2.7.5 参考资料

[1] 宁德核电厂厂址区域电磁辐射与声环境质量现状监测与评价专题报告，苏州热工研究院有限公司，2014.4。

[2] 福建宁德核电站施工期噪声、周边环境空气质量、废水监测报告，宁德市环境监测站，2013.7。

表 2.7-1 开关站及变电站边界噪声监测结果

500kV 开关站			
序号	监测点位	昼间噪声 dB（A）	夜间噪声 dB（A）
1	东边界外 1m	59.7	51.2
2	南边界外 1m	66.4	52.6
3	西边界外 1m	59.8	49.8
4	北边界外 1m	62.0	50.7
220kV 施工变电站			
5	东边界外 1m	58.6	51.3
6	南边界外 1m	62.7	53.2
7	西边界外 1m	59.2	50.5
8	北边界外 1m	57.9	49.7
220kV 辅助变电站			
9	东边界外 1m	59.1	50.6
10	南边界外 1m	63.5	52.2
11	西边界外 1m	60.4	50.4
12	北边界外 1m	59.5	51.7

表 2.7-2 电厂内敏感点声环境质量监测结果

序号	监测点位	昼间噪声 dB（A）	夜间噪声 dB（A）
1	BX 楼前空地	55.9	43.8
2	BA 楼前空地	53.8	44.5
3	员工生活区	51.9	41.7
4	观景平台	62.1	45.3

表 2.7-3 码头区域声环境质量监测结果

序号	监测点位	昼间噪声 dB（A）	夜间噪声 dB（A）
1	码头区域	56.8	46.2

表 2.7-4 核电厂厂界噪声监测结果

序号	监测点位	昼间噪声 dB（A）	夜间噪声 dB（A）
1	东厂界处	60.2	52.3
2	南厂界处	59.4	52.8
3	西厂界处	57.6	50.6
	北厂界处	62.5	53.8

表 2.7-5 核电厂厂外敏感点噪声监测结果

序号	监测点位	昼间噪声 dB（A）	夜间噪声 dB（A）
1	牛栏岗海滨度假区	59.6	43.8
2	牛栏岗村	51.7	41.8
3	南招岙村	50.4	41.2

表 2.7-6 宁德核电厂 500kV 开关站电磁环境监测结果

工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	开关站东边界外 5m	47.04	0.0263	0.0273	0.1413	0.1463
2	开关站南边界外 5m	28.61	0.0158	0.0138	0.0743	0.0772
3	开关站西边界外 5m	82.32	0.0536	0.0561	0.2680	0.2791
4	开关站北边界外 5m	61.26	0.0328	0.0373	0.1830	0.1896

表 2.7-7 宁德核电厂 500kV 开关站送电线路电磁环境监测结果

工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量 1	水平分量 2	垂直分量	总量
1	线路正下方	341.16	0.0679	0.0658	0.2732	0.2892
2	线路正下方东侧 5m	352.30	0.0550	0.0553	0.2570	0.2686
3	线路正下方东侧 10m	350.34	0.0478	0.0543	0.2688	0.2783

表 2.7-8 宁德核电厂 220kV 施工变电站电磁环境监测结果

工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	变电站东边界外 5m	152.96	0.0536	0.0561	0.2680	0.2791
2	变电站南边界外 5m	8.40	0.0207	0.0190	0.1104	0.1139
3	变电站西边界外 5m	13.62	0.0064	0.0077	0.0438	0.0450
4	变电站北边界外 5m	167.88	0.0045	0.0056	0.0280	0.0289

表 2.7-9 宁德核电厂 220kV 辅助变电站电磁环境监测结果

工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	变电站东边界外 5m	26.47	0.0613	0.0646	0.2737	0.2879
2	变电站南边界外 5m	9.87	0.0031	0.0024	0.0085	0.0093
3	变电站西边界处 5m	152.96	0.0536	0.0561	0.2680	0.2791
4	变电站北边界外 5m	132.18	0.0184	0.0204	0.1271	0.1300

表 2.7-10 宁德核电厂 220kV 送电线路电磁环境监测结果

工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	线路正下方	288.02	0.0226	0.0209	0.1318	0.1353
2	距线路垂直方向 5m	273.28	0.0207	0.0214	0.1169	0.1206
3	距线路垂直方向 10m	240.76	0.0195	0.0203	0.1014	0.1052
4	距线路垂直方向 15m	222.42	0.0188	0.0176	0.0918	0.0953
5	距线路垂直方向 20m	210.10	0.0174	0.0169	0.0850	0.0884
6	距线路垂直方向 25m	185.90	0.0156	0.0165	0.0805	0.0836
7	距线路垂直方向 30m	161.78	0.0143	0.0165	0.0771	0.0801
8	距线路垂直方向 35m	133.78	0.0138	0.0145	0.0729	0.0756
9	距线路垂直方向 40m	102.70	0.0114	0.0126	0.0663	0.0684
10	距线路垂直方向 45m	87.14	0.0112	0.0105	0.0641	0.0659
11	距线路垂直方向 50m	64.32	0.0099	0.0102	0.0623	0.0639

表 2.7-11 变压器附近电磁环境监测结果

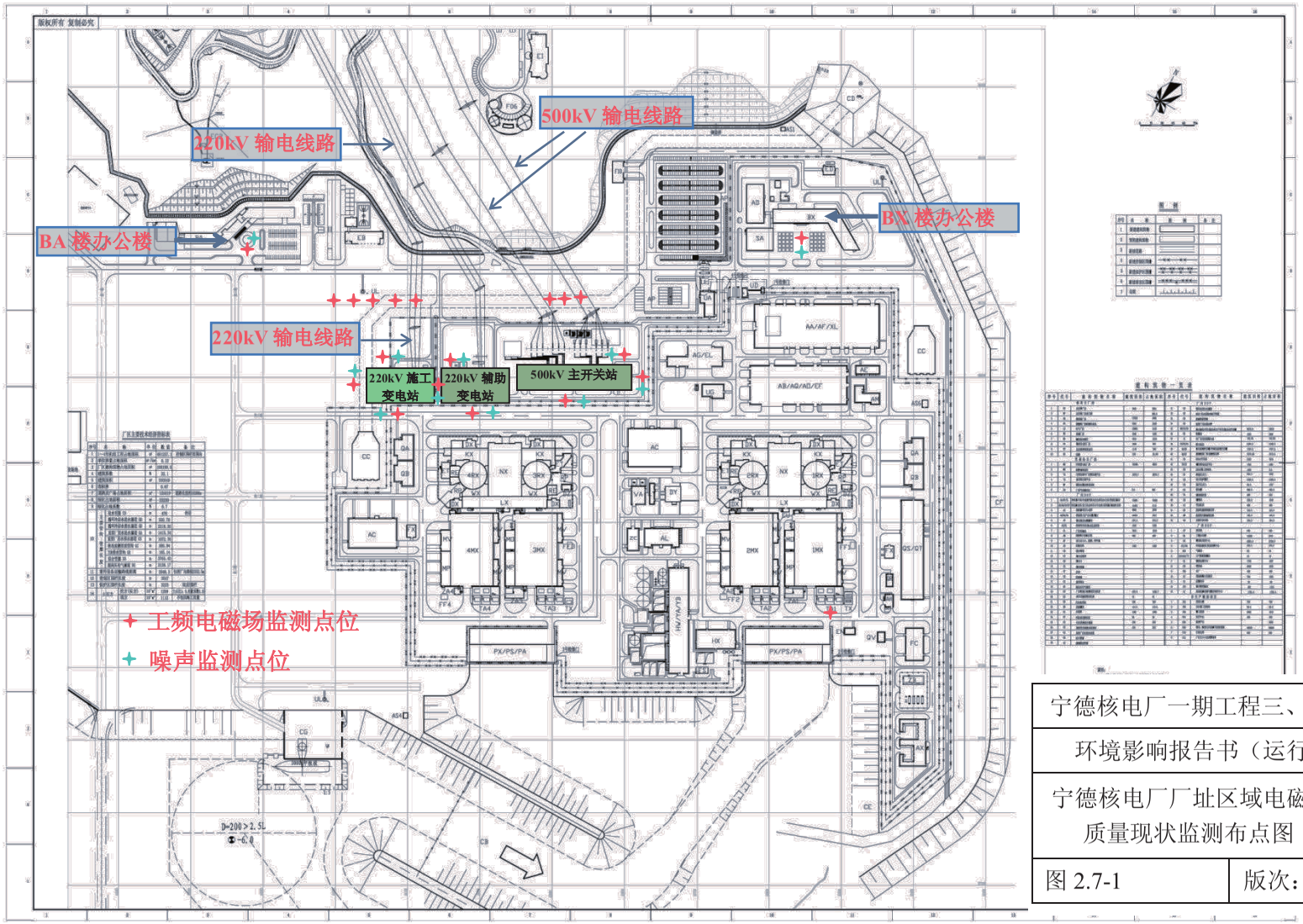
工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	1 号机组变压器外 5m	9.65	0.0025	0.0024	0.0097	0.0103

表 2.7-12 厂内敏感点电磁环境监测结果

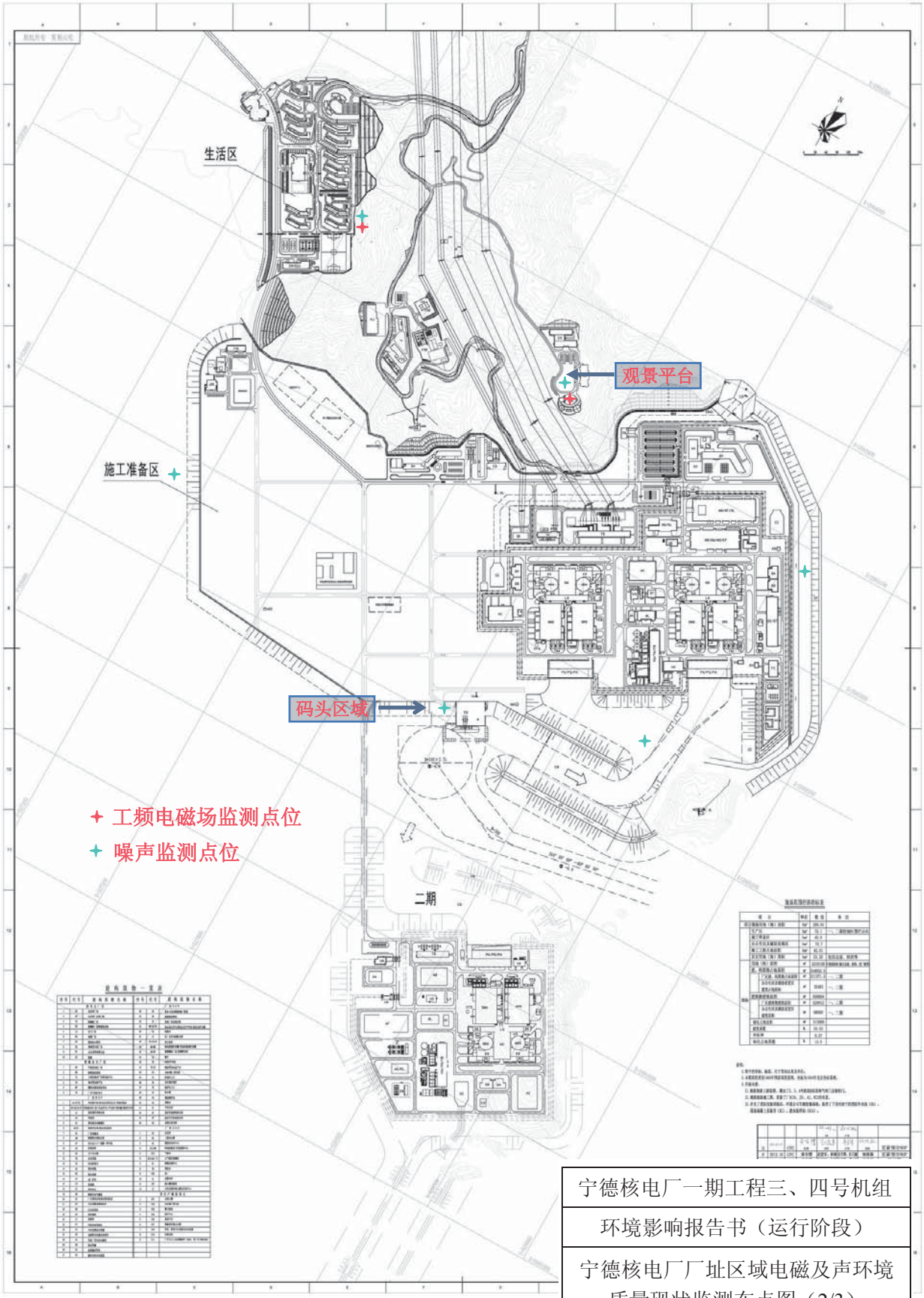
工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量	水平分量 2	垂直分量	总量
1	BX 楼前空地	8.83	0.0038	0.0040	0.0206	0.0213
2	BA 楼前空地	13.66	0.0096	0.0115	0.0560	0.0580
3	员工生活区	1.88	0.0032	0.0034	0.0186	0.0192
4	观景平台	241.12	0.0506	0.0503	0.2424	0.2527

表 2.7-13 厂外敏感点电磁环境监测结果

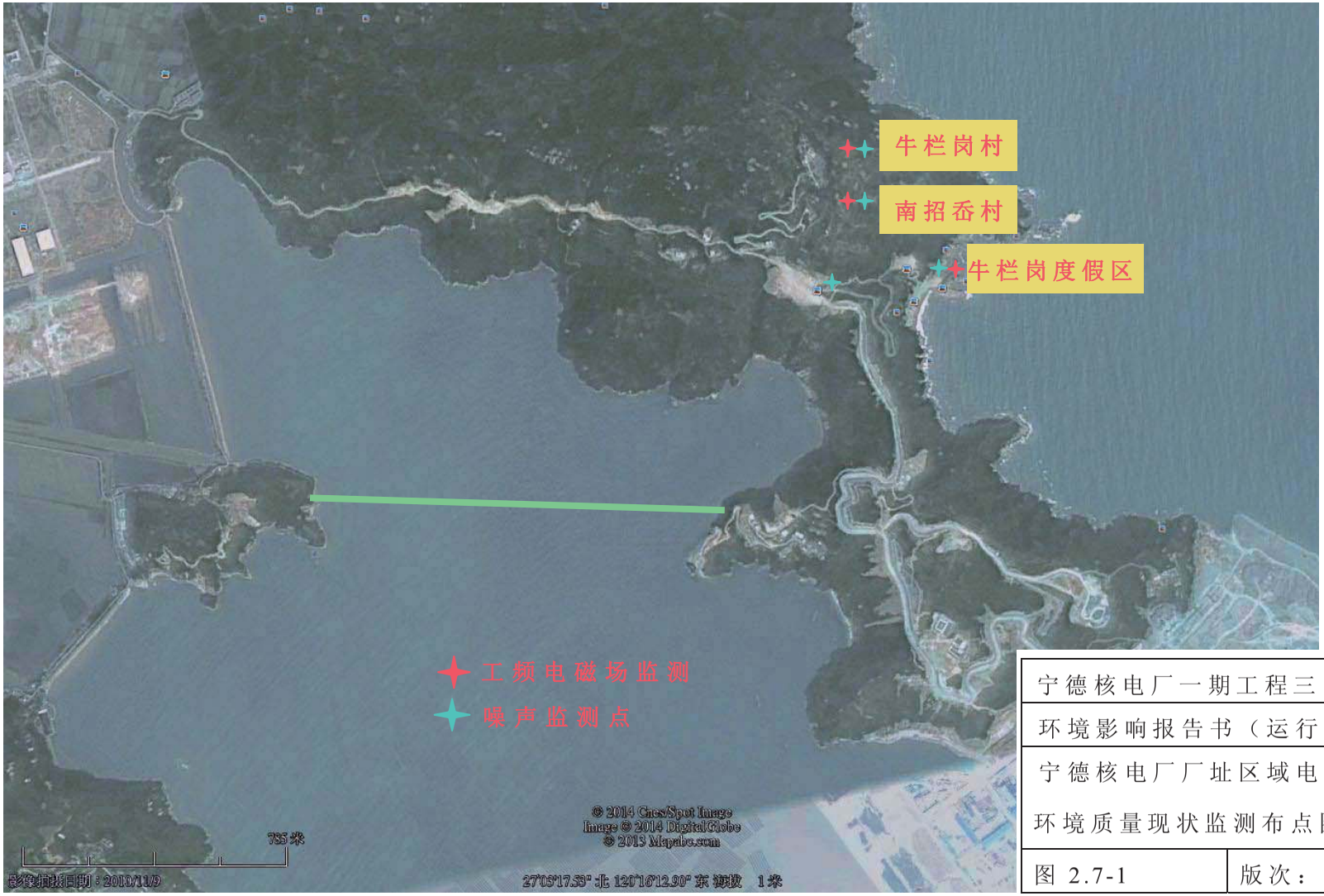
工频电磁场监测结果						
序号	监测点位名称	工频电场 (V/m)	工频磁场（μT）			
			水平分量 1	水平分量 2	垂直分量	总量
1	牛栏岗海滨度假	41.69	0.0350	0.0347	0.1762	0.1830
2	牛栏岗村	125.40	0.0147	0.0171	0.1764	0.1779
3	南招岙村	249.14	0.0628	0.0631	0.2715	0.2857



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂厂址区域电磁及声环境质量现状监测布点图（1/3）		
图 2.7-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂厂址区域电磁及声环境质量现状监测布点图（2/3）		
图 2.7-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂厂址区域电磁及声环境质量现状监测布点图（3/3）		
图 2.7-1	版次：	A

第三章　电 厂

3.1　厂区规划及平面布置

3.2　反应堆和蒸汽-电力系统

3.3　电厂用水和散热系统

3.4　输电系统

3.5　专设安全设施

3.6　放射性废物系统和源项

3.7　化学物质排放

3.8　生活废物

3.9　放射性物质运输

3.1 厂区规划及平面布置

3.1.1 全厂规划

3.1.2 总平面设计

3.1.3 主要构筑物

3.1.4 放射性废气和放射性废液排放口

表

表 3.1-1 宁德核电厂主要建、构筑物名称

图

图 3.1-1 宁德核电厂总平面布置示意图

3.1 厂区规划及平面布置

宁德核电厂一期工程建设四台机组。三、四号机组采用岭澳核电二期工程翻版加改进的 CPR1000 技术方案。图 3.1-1 给出了宁德核电厂一期工程平面布置图。

3.1.1 全厂规划

（1）全厂水源

电厂运行期间淡水由海水淡化提供，海水通过厂区内的海水淡化厂房处理后供应给核电站生产和除盐水系统的用水；工程建设期间的淡水水源以瑞云水库为主。

电厂的循环冷却水和重要厂用水拟采用单元制海水直流供水系统，取自东海中部海区海水，水量充沛。取水方式采用明渠+港池进水方式，宁德核电厂三、四号机组海水的设计取水量 116.24m^3/s。

（2）电力出线

宁德核电厂将通过 500kV 送电线路向福建地区 500kV 电网供电，并通过 220kV 输电线路从 220kV 电网取得辅助电源。

核电厂总的出线方向为北西方向，规划利用备湾山山脊作高压出线走廊，走廊宽度为 210m。

（3）现场分区规划

参照国内同类核电机组的规划经验，结合宁德核电厂的实际情况，将现场总体规划范围划分为生产区、施工准备区、办公生活及辅助设施区三大功能区。生产区指核电厂厂区，布置核电厂的生产及辅助设施，规划在过境岛和跳尾岛，按照 6×1000MW 级压水堆核电机组进行统一规划，分期建设；施工准备区指施工承包商加工、预制、物资储存和办公等设施集中布置的区域，规划在过境岛西侧；办公生活及辅助设施区指规划建设办公、生活设施和辅助配套设施的区域，规划在备湾山东南段。

3.1.2 总平面设计

全厂总平面布置的设计原则主要为：

— 核岛布置在完整的基岩上，避开地质断层；

— 合理确定厂区地坪标高，降低电厂运行费用，使厂区及施工区土石方平衡；

— 工艺流程合理，厂区内各功能分区明确，交通运输方便、短捷；

— 方便施工，有利扩建，后续机组建设不影响已建成机组的安全运行；

— 因地制宜，利用原有地形及已掌握的地质、水文气象资料，减少主要建（构）筑物基础的工程量。

— 节约用地，用地指标须符合《核电厂总平面及运输设计规范》(GB/T50294-1999)的要求。

就环境保护的角度而言，宁德核电厂一期工程总平面布置时做了如下考虑：

— 设置统一的环境实验室、应急指挥中心，且它们均位于厂址区域最小风频下风向，减少了电厂在应急状况下人员受辐射影响的可能；

— 设置统一的放射性固体废物暂存库，该固体废物库远离电厂主要出入通道，周围工作人员活动较少，尽可能避免厂区内放射性废物对工作人员的辐射影响。

（1）主厂房区

主厂房区由反应堆厂房、核辅助厂房、核燃料厂房、电气厂房、柴油发电机厂房和汽轮发电机厂房等组成，主厂房区布置在过境岛开山形成的基岩场地上。其中核岛为双堆布置，1、2 号机组反应堆厂房中心距离为 88.8m；2 号机组反应堆厂房中心距 3 号机组反应堆厂房中心直线距离为 298.2m；3、4 号机组反应堆厂房中心距离为 88.8m。

（2）BOP 区

BOP 区建筑物主要包括除盐水生产车间、辅助锅炉房、空压机房、固体废物辅助厂房、固体废物贮存厂房、制氢站等。按照统筹兼顾的原则，宁德核电厂一期工程的 BOP 尽量合并，并靠近主厂房区布置。

根据 BOP 建设靠近 3、4 号机组，除少数采取单元式配置的设施如核岛废液贮存罐/常规岛废液贮存罐（QA/QB）、汽机事故排油坑（FF）、排水虹吸井（CC）、热机修车间与仓库（AC）等以外，多数 BOP 设施均采用一期工程四台机组公用的原则进行设计。较之前 1、2 号机组的建设，增加了放射性污染油贮存库（QR）、放射性废溶剂贮存库（QV）。

（3）开关站

全厂的开关站联合布置在厂区的北侧，出线走廊利用备湾山山脊向北出线。

（4）水工工程

电厂冷却系统采用海水直流冷却，取水采用明渠＋港池的取水方式。一期工程东侧布置东护岸，防止越浪。排水口布置在厂区东北角，厂区内采用箱涵排水，取排水口间

距约 1600m。

在过境岛西南侧门墩礁处规划布置 3000 吨级设备运输码头。

（5）厂前区

厂前区包括生产办公楼、档案馆和餐厅等，按照 4 台机规模布置在厂区东北侧，靠近出入口并设有停车场，便于通行与管理。

（6）厂区道路

沿主厂区四周设置主干道，形成环形路网，并与厂区主入口相通，以满足消防及大件运输、设备吊装的要求。

厂内道路分为四级，即主干道、次干道、支道（车间引道）和人行道。根据设备运输要求，路面结构又分为轻型路和重型路两种。厂内道路型式为城市型道路，面层结构采用钢筋混凝土路面结构。主干道路面宽 10m，次干道路面宽 7m 或 4m。

（7）厂区绿化

核电站厂区由于有剂量防护、卫生防火、安全保卫等方面的特殊要求，对厂区绿化的要求不同于一般的电厂，在厂区保护区内（ZP 围栏之内）一般不进行绿化，仅在厂前区及其以外的地方进行绿化。核电厂在保护区北侧的开关站、厂前区等地域进行绿化，包括栽种行道树、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（厂前区等）地段的地表均需填筑≥30cm 厚的种植土壤，以利于花卉树木的成长。由于核电站非居住区面积较大，从总体上讲，厂区四周绿化面积较大，可以形成一个环境优美的大厂区绿化环境。

3.1.3 主要构筑物

宁德核电厂的主要构筑物见表 3.1-1。

核电厂主要的工艺厂房包括：

— 反应堆厂房（RX）：主要布置核反应堆和反应堆冷却剂系统、部分核岛辅助系统和专设安全设施系统。反应堆厂房由基础板、带钢衬里的圆筒形预应力钢筋混凝土安全壳及其内部构筑物组成。安全壳内径 37m，屏蔽墙厚 0.9m，总高 59.4m，设计压力为 0.52MPa（绝对压力）。密闭的反应堆厂房安全壳是核电厂的第三道安全实体屏障，属安全二级、抗震 I 类建筑物。

— 核辅助厂房（NX）：是两台机组共用的厂房，主要布置核辅助系统及其设备，

以及电厂的放射性废气和废液处理系统等，属抗震Ⅰ类厂房，厂房面积 74m×46m，高 22m。

— 燃料厂房（KX）：主要布置新、乏燃料装卸、检验、贮存设备和部分辅助系统设备，厂房面积为 51m×24m，属抗震Ⅰ类厂房。

— 电气厂房（LX）：是两台机组合用的厂房，主要布置主控室、配电设备及仪表和控制电器设备，厂房面积为 118m×23.05m，属抗震Ⅰ类厂房。

— 汽轮发电机厂房（MX）：由汽轮发电机房和辅助车间组成，布置汽轮发电机组和二回路主蒸汽、主给水系统的设备以及为汽轮发电机运行提供支持的机电设备，汽轮发电机厂房跨度为 44m，长为 98m。

宁德核电厂内与主厂房配套并与环境相关辅助设施还包括：

— 联合泵站（PX/PS/PA）用于输送和过滤常规岛系统和核岛系统的冷却水，它通过暗渠与主厂房连接起来；循环冷却水则通过排水虹吸井（CC）排入海中（最终热阱）。

— 制氯站（HX）生产次氯酸钠，用于对循环水进行处理，以防止海生生物在循环水系统中附着和繁殖。

— 海水淡化车间（HW）为核电厂运行提供所需要的淡水。

— 除盐水生产车间（YA）为核岛和常规岛的循环水系统以及 BOP（电站配套设备）系统生产除盐水，并生产满足厂区需求的饮用水。

— 制氢站（ZB）生产和贮存氢气。

— 废物处理厂房（QS）用于处理和暂存电厂运行期间产生的固体废物。

— 废物暂存库（QT）用于中期贮存核电厂产生的固体废物桶。

— 核岛废液储存罐、常规岛废液储存罐（QA、QB）配备有能控制、贮存和排放放射性核岛和常规岛液体流出物的设施。

— 热机修车间及仓库（AC）用于维护和净化受污染的设备及仪表。

— 厂区实验楼（AL）用于分析一回路冷却剂和各种流出物的放射性含量。

— 污水系统油分离站（FS）用于净化可能夹带污垢或油脂物的污水。

— 废水处理站（ED）用于处理厂区生活污水和所有厂房的非放射性污水。

— 放射性含油废水处理间（FX）用于处理常规岛可能含有放射性的含油废水。

— 放射性废溶剂储存库（QV）用于储存含有放射性的废溶剂。

— 放射性污染油罐储存库（QR）用于存储含有放射性的被污染的废油。

3.1.4 放射性废气和放射性废液排放口

宁德核电厂三、四号机组产生的放射性废气主要通过烟囱排放，两台机组共用 1 个烟囱，烟囱位置在核辅助厂房屋顶上，高度为 62.3m，内径为 3m，当两个反应堆以正常功率运行时，正常通过烟囱的空气流量是 369000m^3/h；当 1 个反应堆停运时，安全壳换气通风系统（EBA）启动，以降低反应堆厂房内气态裂变产物的浓度，使工作人员在停堆期间尽可能快地进入反应堆，并使反应堆厂房内保持可接受的环境温度。EBA 的启动使空气流量增加为 422000m^3/h。两种工况下相应的空气出口速度分别是 14.6m/s 和 16.7m/s。

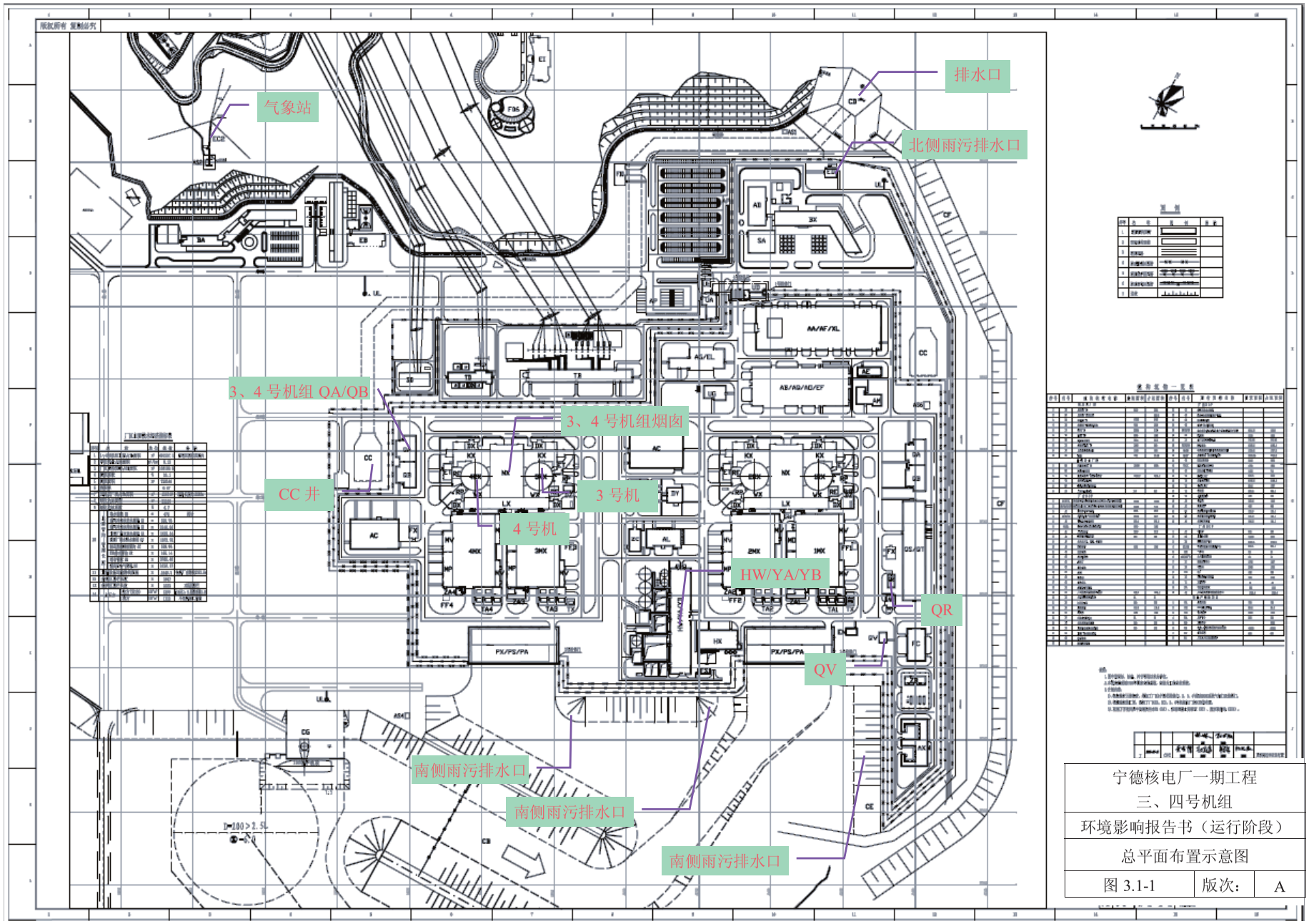
宁德核电厂三、四号机组产生的放射性废液采用槽式排放，贮存在贮存槽中的放射性废液经处理、监测达到排放规定后，在排水构筑物与电厂的循环冷却水混合后最终排入大海。

宁德核电厂生活污水和雨水系统的排放口共设置 4 个，其中南侧设置 3 个，收集厂区南侧雨水直接排入大海，北侧设置 1 个，厂区生活污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T18918-2002）一级 B 标准后，与厂区北侧收集的雨水一起排入北侧排水口，然后进入 CRF 系统排水口，最终排入大海。

图 3.1-1 给出了宁德核电厂三、四号机组的放射性废气和放射性废液排放口的位置。

表 3.1-1 宁德核电厂主要建、构筑物

序号	代号	建构筑物名称	序号	代号	建构筑物名称
核岛主厂房			23	EN	放射源库
1	RX	反应堆厂房	24	FC	油脂库
2	RP	反应堆厂房龙门架	25	FF	汽机事故排油坑
3	NX	核辅助厂房	26	FS	污水系统油分离站
4	KX	核燃料厂房和换料水池	27	FX	放射性含油废水处理间
5	LX	电气厂房	28	GA	重要厂用水进水廊道
6	WX	联接厂房	29	GB	综合管廊
7	RE	辅助给水箱间	30	GC	废液排放管沟（核安全相关）
8	DX	柴油发电机厂房	31	GD	循环水进水和排水廊道
9	ET	反应堆停堆更衣间	32	GE	雨水—污水系统和地下管道
10	EU	联楼	33	GR	废液排放管沟（非核安全相关）
常规岛主厂房			34	GS	重要厂用水排水廊道
1	MX	汽轮发电机厂房	35	HX	制氯站
2	MO	润滑油传送间	36	LY	6.6KV 配电室
3	TA	主变压器及常用变压器平台	37	PX/PS/PA	联合泵房
4	TX	备用变压器平台	38	QA/QB	核岛废液贮存罐/常规岛废液贮存罐
5	MP	凝结水精处理间	39	QS/ QT	废物处理厂房/废物暂存库
6	ZA	厂用气体储存区	40	SA	餐厅
厂内 BOP			41	TB	开关站
1	AA/AF/XL	冷机修车间 / 非放射性机电仪仓库及办公室 / 性能实验室	42	HW/YA/YB	海水淡化车间 / 除盐水生产车间 / 除盐水贮存罐
2	AX	危险品库	43	UA	控制区大门
3	AC	热机修间和仓库	44	UB	安全保护栏
4	AD	档案馆	45	UD	保护区大门
5	AE	蓄电池充电维修间	46	UG	全厂保卫控制中心
6	AG/EL	汽车库 / 洗衣房	47	UU	控制区辅助人员通道
7	AL	厂区实验室	48	UV	保护区辅助人员通道
8	AM	放射性计量标定室	49	VA	辅助锅炉房
9	AO/EF	材料棚 / 钢材贮存库	50	ZB	制氢站
10	AP	永久出入口-道路-停车场	51	ZC	空压机房
11	AB/AQ	冷机修仓库/龙门吊车及环吊小车仓库	52	QV/QR	放射性废溶剂储存库/放射性污染油罐储存库
12	BX	生产办公楼	厂外 BOP		
13	CB	进水渠道	1	AY	岩芯库
14	CC	排水虹吸井	2	BA	工程办公楼
15	CD/	排水明渠/排水暗渠	3	EA	模拟机培训中心
16	CF	全场护岸	4	ECl/ EM	环境实验室/应急指挥中心
17	CR	防波堤	5	EC2/ EC3	气象站/大气辐射监测站
18	CG	重件码头	6	EI	核能会展中心
19	DG	超高压电气廊道	7	EB	消防站
20	DY	厂址附加后备柴油发电机房	8	F05	水厂
21	DZ	水压试验泵柴油机房	9	XC	现场混凝土实验室
22	ED	废水处理站	10	UL	武警岗亭



宁德核电厂一期工程 三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
总平面布置示意图		
图 3.1-1	版次：	A

3.2 反应堆和蒸汽-电力系统（略）

3.2.1 概述

3.2.2 核岛
3.2.2.1 堆芯设计
3.2.2.2 反应堆冷却剂系统
3.2.2.3 主要辅助系统

3.2.3 常规岛
3.2.3.1 系统主要流程
3.2.3.2 汽轮机发电机组
3.2.3.3 凝汽器

表

表 3.2-1 堆芯主要设计参数
表 3.2-2 AFA3G 燃料组件主要设计参数
表 3.2-3 AFA 3G 燃料棒主要设计参数
表 3.2-4 反应堆冷却剂系统主要设计参数
表 3.2-5 主蒸汽系统设计参数
表 3.2-6 凝汽器主要技术参数

图

图 3.2-1 反应堆本体剖视简图
图 3.2-2 燃料组件和燃料棒组成示意图
图 3.2-3 十八个月燃料循环管理策略示意图
图 3.2-4 反应堆冷却剂系统流程图

3.3　　电厂用水和散热系统（略）

3.3.1　　电厂取排水系统

3.3.2　　用水方案
3.3.2.1　全厂水务管理
3.3.2.2　水系统
3.3.2.3　水源描述

表

表 3.3-1　设备冷却水系统参数
表 3.3-2　海水淡化系统设备清单
表 3.3-3　海水淡化系统所使用的化学药品量

图

图 3.3-1　海水淡化系统水平衡图

3.4　　输电系统（略）

3.4.1　　接入方案

3.4.2　　输电走廊的设计

3.4.2.1　　设计参数

3.4.2.2　　输电出线

表

表 3.4-1　导线对地最小距离

表 3.4-2　导线对交叉跨越物的垂直距离

图

图 3.4-1　出线走廊布置图

3.5 专设安全设施（略）

3.5.1 安全注入系统

3.5.1.1 设计基准

3.5.1.2 安全功能

3.5.1.3 系统描述

3.5.2 安全壳功能设计

3.5.2.1 设计基准

3.5.2.2 安全壳结构

3.5.2.3 安全壳隔室

3.5.2.4 安全壳泄漏试验

3.5.3 安全壳隔离系统

3.5.3.1 设计基准

3.5.3.2 安全功能

3.5.3.3 系统说明

3.5.4 安全壳喷淋系统

3.5.4.1 设计基准

3.5.4.2 安全功能

3.5.4.3 系统说明

3.5.5 安全壳大气监测系统氢复合子系统

3.5.5.1 设计基准

3.5.5.2 系统描述

3.5.5.3 系统运行

3.5.6 控制室可居留系统

3.5.6.1　设计基准
3.5.6.2　系统设计说明
3.5.6.3　系统运行规程

3.5.7　裂变产物的清除和控制
3.5.7.1　概述
3.5.7.2　安全级空气过滤系统
3.5.7.3　非安全级空气过滤系统
3.5.7.4　安全壳过滤排放系统

图

图 3.5-1　安全注入系统流程图

3.6 放射性废物系统和源项（略）

3.6.1 放射性源项

3.6.1.1 堆芯裂变产物积存量

3.6.1.2 一回路冷却剂的放射性活度

3.6.1.3 二回路系统的放射性活度

3.6.1.4 H-3 和 C-14 的放射性活度

3.6.2 放射性废液系统及源项

3.6.2.1 设计基准

3.6.2.2 硼回收系统（TEP）

3.6.2.3 废液处理系统（TEU）

3.6.2.4 废液排放系统（TER）

3.6.2.5 放射性废水回收系统（SRE）

3.6.2.6 核岛排气和疏水系统（RPE）

3.6.2.7 化学和容积控制系统（RCV）

3.6.2.8 反应堆换料水池和乏燃料水池冷却系统（PTR）

3.6.2.9 蒸汽发生器排污系统（APG）

3.6.2.10 常规岛废液排放系统（SEL）

3.6.2.11 放射性废液的排放源项

3.6.3 放射性废气系统及源项

3.6.3.1 废气处理系统（TEG）

3.6.3.2 冷凝器抽真空系统（CVI）

3.6.3.3 核辅助厂房通风系统（DVN）

3.6.3.4 放射性废气的排放

3.6.4 放射性固体废物系统

3.6.4.1 系统功能

3.6.4.2 系统描述
3.6.4.3 源项
3.6.4.4 废物最小化的考虑

3.6.5 三废系统调试大纲

3.6.6 乏燃料暂存系统
3.6.6.1 设计基准
3.6.6.2 系统描述
3.6.6.3 反应堆换料水池和乏燃料水池的冷却和处理

表
表 3.6-1 堆芯气态裂变产物积累量
表 3.6-2 一回路活度谱计算参数
表 3.6-3 一回路冷却剂活度谱
表 3.6-4 一回路冷却剂腐蚀产物活度谱
表 3.6-5 二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯及其他核素的最大放射性比活度
表 3.6-6 硼回收系统（TEP）的主要设备特性
表 3.6-7 废液处理系统（TEU）的主要设备特性
表 3.6-8 废液排放系统（TER）的主要设备特性
表 3.6-9 放射性废水回收系统（SRE）的主要设备特性
表 3.6-10 核岛排气和疏水系统（RPE）的主要设备特性
表 3.6-11 化学和容积控制系统（RCV）的主要设备特性
表 3.6-12 反应堆换料水池和乏燃料水池冷却系统（PTR）的主要设备特性
表 3.6-13 蒸汽发生器排污系统（APG）的主要设备特性
表 3.6-14 常规岛废液排放系统（SEL）的主要设备特性
表 3.6-15 废液处理系统（TEU）的运行假设
表 3.6-16 一台机组预期的废液放射性排放量

表 3.6-17　一台机组设计的废液放射性排放量
表 3.6-18　废气处理系统（TEG）的主要设备特性
表 3.6-19　含氢废气处理系统的设计参数
表 3.6-20　含氢废气来源
表 3.6-21　含氧废气处理系统的设计参数
表 3.6-22　含氧废气来源
表 3.6-23　核辅助厂房通风系统（DVN）的主要设备特性
表 3.6-24　一台机组放射性废气排放量预期值（工况 A）
表 3.6-25　一台机组放射性废气排放量设计值（工况 B）
表 3.6-26　固体废物系统（TES）的主要设备特性
表 3.6-27　QT 库废物桶堆码方式量
表 3.6-28　TES 系统水泥固化线输入源项（两台机组）
表 3.6-29　两台机组每年待处理废物的体积及每年输出桶的平均值

图

图 3.6-1　放射性物质从一回路泄漏到二回路系统后的迁移示意图
图 3.6-2　硼回收系统（TEP）工艺流程图
图 3.6-3　废液处理系统（TEU）工艺流程图
图 3.6-4　废液排放系统（TER）工艺流程图
图 3.6-5　放射性废水回收系统（SRE）工艺流程图
图 3.6-6　核岛排气和疏水系统（RPE）工艺流程图
图 3.6-7　常规岛废液排放系统（SEL）工艺流程图
图 3.6-8　废气处理系统（TEG）工艺流程图
图 3.6-9　固体废物处理系统（TES）工艺流程图
图 3.6-10　TEP、TEU 和 TER 系统调试流程图
图 3.6-11　TEG 系统调试程序流程图
图 3.6-12　TES 系统调试程序流程图

3.7 化学物质排放

表

表 3.7-1 核电厂非放射性化学物质使用量（两台机组，未包含海水淡化系统）

表 3.7-2 核电厂非放射性化学物质使用量（海水淡化系统）

3.7 化学物质排放

为满足宁德核电厂一期工程运行的要求，电厂有关系统的用水需要进行某些化学处理。化学处理的主要方法是在系统中加入一定数量的腐蚀抑制剂或化学添加剂，以保证水质的要求并实现以下目的：避免设备的腐蚀和结垢、去除水中的氧、调整水的pH 值、调节反应堆的反应性、水处理装置的再生、达到水处理工艺效果、防止海生物的附着和繁殖、化学清洗等。这些化学物质将根据工作环境的不同发生不同的化学转化，最终将进入环境。

宁德核电厂三、四号机组使用的重要化学物质主要有：盐酸（HCl）、氢氧化钠（NaOH）、硼酸（H_3BO_3）、联胺（N_2H_4）、碳酸氢钠（$NaHCO_3$）、次氯酸钠（NaClO）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚合氯化铝（PAC）、液氨或氨水（NH_3）和硫酸二甲脂等。这些化学物质主要用于循环水处理系统、除盐水生产系统以及海水淡化系统等。电厂使用的非放射性化学物质年使用量与电厂的运行情况密切相关。结合大亚湾核电厂的运行经验反馈，并考虑到本工程的实际特点，估计宁德三、四号机组（含配套的海水淡化设施）每年使用的化学物质如表 3.7-1 和表 3.7-2 所示。其中表 3.7-1 的化学药品的平均使用量和最大使用量分别根据大亚湾核电站 1994 年至 2003 年 10 年间的平均使用量和最大使用量得到。表 3.7-2 给出的化学药品使用量由宁德核电厂海水淡化设施一期工程的设计文件推导而出。

以下对各化学物质的使用情况予以说明。

（a）盐酸和氢氧化钠

盐酸和氢氧化钠主要用于除盐水处理和凝结水精处理系统树脂的再生。再生用水是干净的除盐水，再生废水排放进入系统中和池，需要使用盐酸或氢氧化钠调节 pH 值到 6 至 9 的范围内。排放进入 CC 井，最终随循环冷却水排放进入大海。在海水淡化系统膜件的反洗中，需要很少量的清洗液（视情况考虑采用 HCl 和 NaOH）。这些清洗液随清洗废水一起进入海水淡化系统废水池，同样还需要加入盐酸或氢氧化钠调节 pH 值后再排放。电厂所添加的酸、碱是平衡的，绝大多数 HCl 和 NaOH 中和成水和 NaCl，并最终排放进入环境水体，对环境的影响很小。上述化学过程可以表述为：

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

（b）硼酸

硼酸作为可溶性中子吸收剂在主回路中为反应堆提供反应性的补偿控制，其浓度

随着堆芯剩余反应性的减少而降低。主回路硼浓度调节时排出的硼酸可通过硼回收系统（TEP）加以回收复用，硼用量损耗主要产生于堆内核反应、下泄进入 TEU 后随废液排放、TEP 浓缩液进入固体废物等三方面途径。需要说明的是，经 TER 排入循环冷却水混合并排入环境的硼酸量实际只占其使用量的很小部分。

（c）$NaHSO_3$

$NaHSO_3$ 主要用作还原剂，以除去进入反渗透系统的海水中的余氯，根据海水淡化系统的设计资料并结合同类海水淡化工艺的运行经验，考虑连续添加，年平均使用量估计为 10t。$NaHSO_3$ 具有还原性，和余氯（以 ClO^-）反应后生成 Na_2SO_4。且 $NaHSO_3$ 溶液自身不稳定，在水中也易被氧化 Na_2SO_4。故最终排入进入海水中的将为约 11.5t 的 Na_2SO_4。这将导致排水渠内 Na^+、SO_4^{2-} 浓度增量分别为 0.001mg/L 和 0.0025mg/L。对受纳水体环境影响甚微。上述化学过程可以表述为：

$$HSO_3^- + ClO^- \rightarrow SO_4^{2-} + H^+ + Cl^-$$

（d）联胺、氨

联胺注入凝结水中以控制水中的溶解氧，同时起到延缓腐蚀的作用，联胺在给水中不断与溶解氧发生反应，剩余联胺将随着给水温度的升高而分解直到完全消失，故需要不停的在凝结水中加入一定量的联胺以维持除氧效果。正常运行工况下，联胺完全分解为氮气或者氢气排出，对环境影响甚微。上述化学过程可以表述为：

$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O\text{；}\quad N_2H_4 \rightarrow N_2 + 2H_2$$

氨（氨水或液氨）作为二回路给水全挥发处理碱化剂，可在汽水回路中循环使用，但由于机组的汽水损失、凝气器抽气以及蒸汽发生器排污水净化用除盐树脂的吸收，需要补充氨。正常运行工况下排放进入海水中的氨量甚微。

二回路湿保养期间和调试期间产生的废水排放进入 SEL 罐。根据大亚湾核电厂的运行经验反馈，这些废水中联胺浓度低于 0.18mg/L，氨低于 0.09mg/L。本工程未来将制定详细的排放操作规程，对 SEL 罐内废水加药氧化和调节 pH 值，以确保联胺的排放浓度低于相关限值要求。经循环冷却水稀释后，上述化学物质在排水渠中的浓度将进一步降低，对环境的影响很小。

（e）次氯酸钠

在核电厂循环水处理系统中需要使用次氯酸钠。此外，海水淡化系统中次氯酸钠也用于预处理加药、综合用水调质单元加药。在正常运行时，由于海水取自循环水进

水或排水，水中含有一定量的余氯，通常在沉淀池前不用再加次氯酸钠杀菌，而当循环水取水余氯偏低或采用备用水源时，需在沉淀池进水加入次氯酸钠溶液杀菌。次氯酸钠对环境的影响在报告书 5.3 节有详细的描述。

（f）助凝剂和絮凝剂

在海水淡化系统中需要使用助凝剂和絮凝剂。本工程絮凝剂使用聚合铝（PAC），助凝剂使用高分子聚合物（PAM）。在混凝沉淀池进口需要添加 PAC 和 PAM，在污泥调节池中需要使用 PAM。PAC 和 PAM 基本上可以全部转化为污泥并通过污泥处理系统处理，最后形成泥饼外运，基本不排入水中。

（g）阻垢剂（暂按聚磷酸盐考虑）

根据反渗透系统进水水质不同，选用的阻垢剂不同，阻垢剂的加药量也不同。根据经验数据，阻垢剂的加药量在 1.0~3.0mg/L。

（h）硫酸二甲脂

在事故情况下，有机碘（如 $CH_3{}^{131}I$）占气载放射性碘的 5-10%，单质碘占气载放射性碘的 90-95%。由于放射性甲基碘最不易被碘吸附器吸附，故试验中用气态放射性甲基碘做示踪剂。碘过滤器试验中使用的示踪剂甲基碘 $CH_3{}^{131}I$ 是由放射性 $Na^{131}I$ 和剧毒品硫酸二甲酯反应生成，反应式如下：

$$2Na^{131}I + (CH_3)^2 SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2CH_3{}^{131}I$$

生成的放射性甲基碘是既有放射性又有毒性的物质，但是由于试验用量少，在试验中基本消耗掉，因此只要在试验中注意泄漏和污染防护，就可以避免其对人体的伤害。

表 3.7-1　核电厂非放射性化学物质使用量

（两台机组，未包含海水淡化系统）

序号	药品	平均使用量	最大使用量
1	硼酸	10.7 t	22.8 t
2	氢氧化锂	0.02 t	0.05 t
3	氢氧化钠	99（纯 NaOH 计）t	244.8 t
4	盐酸	88（以纯 HCl 计）t	202.6 t
5	氨水	38.6 t	171 t
6	液氨	2.9 t	16.4 t
7	联胺	11.4 t	17.1 t
8	次氯酸钠	758.2 t	2000 t
9	磷酸三钠	2.8 t	12.3 t
10	硫酸二甲脂	50ml	70ml

表 3.7-2　核电厂非放射性化学物质使用量

（海水淡化系统）

试剂	每天最大用量（kg）
NaClO（8至10%）	722
HCl（31%）	619
NaOH（32%）	422
$NaHSO_3$（65%）	72
$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$（98%）	16
$FeCl_3$（41%）	1544
PAM(100%）	35
阻垢剂（100％）	96

3.8 生活废物

3.8.1 来源和种类

3.8.2 处理方式

3.8 生活废物

3.8.1 来源和种类

核电厂的生活废物主要是非放射性的生活垃圾、生活污水和含油废水：

— 生活垃圾：主要是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，也包括电站工作人员日常生活和工作产生的所有非放射性废物。

— 生活污水：包括核电厂各厂房、实验室、办公楼等设施内的卫生设备排水以及洗衣房、食堂等生活设施的排水等。

— 含油废水：各操作区被碳氢化合物污染的水。

3.8.2 处理方式

— 生活垃圾：按规定收集暂存并送到指定的垃圾场处理。宁德核电有限公司工地现场办公生活区生活垃圾的处理委托“福鼎市晶洁物业保洁服务有限公司”提供现场垃圾清运专项服务。

— 生活污水：由生活污水处理系统通过生物处理工艺进行处理，处理后的污水达到相关的排放标准后排入海域；非放射性的洗涤水和淋浴水，直接进入生产下水系统，通过污水站集中处理达标后排入海域。

— 含油废水：汇集到专门的管网内，进入含油废水处理系统，经过贮存、油水分离处理。分离出的油脂收集后装入油桶运送到厂外；分离出的水排入污水处理系统，进一步处理达标后排入海域。

3.9　放射性物质运输

3.9.1　新燃料运输

3.9.1.1　运输路线

3.9.1.2　运输容器

3.9.2　乏燃料组件运输

3.9.2.1　乏燃料组件厂内运输

3.9.2.2　乏燃料组件厂外运输

3.9.3　放射性固体废物运输

图

图 3.9-1　新燃料运输路线示意图

3.9 放射性物质运输

核电厂运入的放射性物质包括未经辐照的新燃料组件和中子源，其中中子源包括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、制造能满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

核电厂运出的放射性物质包括乏燃料组件和放射性固体废物。

3.9.1 新燃料运输

宁德核电厂三、四号机组采用 AFA 3G 型燃料组件，从中核建中核燃料元件有限公司（812 厂）采购。

3.9.1.1 运输路线

新燃料组件运输目前采用：铁路—公路联运方式。

（1）铁路运输

新燃料组件采用军运方式由中核建中核燃料元件有限公司运出，沿宜宾南→六盘水→贵阳→怀化→株洲→鹰潭→来舟→樟林→福州东。

（2）公路运输

新燃料组件由福州东卸货转运至公路运输专用集装箱车上运抵宁德核电厂三、四号机组燃料厂房。

福州东站→福州三环路→福州北（高速公路收费站）→太姥山（高速公路收费站）→宁德核电厂。

新燃料运输路线示意图见图 3.9-1。

3.9.1.2 运输容器

新燃料组件运输时，拟采用的容器是中核建中核燃料元件有限公司依照法国 FRAGEMA 公司 RCC-3 运输容器全套技术资料及图纸按等同转化原则制造的。

RCC-3 运输容器是由上下壳体组成的一个卧式圆柱形密封箱体，每个容器可装运两组新燃料组件。容器全长 4933mm，宽 1141mm，高 1213mm。圆柱形箱体外径 ϕ 1064mm，自重 1985kg，装载后重量 3455kg。

经包装后的货包表面剂量率小于 1.99E-5Sv/h，离运输箱 1m 处 5.55E-6Sv/h。

为保证运输安全，容器还中提供了如下的保护措施：

— 燃料组件装载于容器内的减震框架上，减震框架通过弹性垫块与下壳体座连接，以缓冲震动；

— 两组件间设有中子吸收板吸收中子；

— 容器内充以保护气体，作为气密性检查；

— 下壳体的端板上设有充气阀和安全阀各一个；

— 支承框架的顶梁上，装有二个加速度测量器，以监测震动的状态。

新燃料运输容器的设计和制造满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

3.9.2 乏燃料运输

3.9.2.1 乏燃料组件厂内运输

乏燃料组件的厂内运输按照“核电厂燃料装卸和贮存系统（HAD102/15，1990年2月20日）”以及“法国900MW压水堆核电厂系统设计和建造规则（RCC-P，1991版，1995修订）”相关章节的规定执行。主要要求包括：

（1）乏燃料运输容器的装卸与吊运不得在乏燃料贮存格架上方进行；

（2）装卸设备发生断电事故时，能使乏燃料或载有乏燃料的容器至于安全位置；

（3）乏燃料容器的设计满足《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）中的要求；

（4）容器装卸操作期间，乏燃料容器坠落的危险性减至最小；

（5）乏燃料容器吊车及人桥吊车在安全停堆地震时能停住并保持载荷在安全位置。

乏燃料组件的厂内运输由人桥吊车、乏燃料容器吊车、及其它操作工具完成。厂内运输包括乏燃料发送前的准备直到将装满乏燃料的运输容器交付至燃料收发间的全过程。具体过程如下：

— 在燃料厂房内，做好乏燃料发送的一切准备工作；

— 载有空容器的专用运输车在燃料厂房收发隔间就位。拆下容器两端的减震器，松开容器在车上的固定连接；

— 用乏燃料容器吊车将容器从水平位置翻转至垂直位置；起吊容器，通过设备装卸口将容器吊至+20.00m 标高以上；
— 将容器吊入燃料厂房的容器准备井，对容器进行检查。拆卸容器密封盖的紧固螺栓，并进行其他一些必要的准备工作；
— 将容器吊入容器装载井；
— 容器装载井充水，当水位与乏燃料贮存水池水位相当时，打开容器装载井与乏燃料贮存水池间的水阀门，打开容器盖；
— 用人桥吊车和乏燃料组件抓具从乏燃料贮存格架中抓取乏燃料组件，并将其吊入容器，重复上述操作完成乏燃料组件的装载；
— 关闭水阀门，装上容器屏蔽盖，容器装载井排水；
— 用乏燃料容器吊车起吊容器，并将容器运至容器准备井，重新装上容器密封盖螺栓，对容器进行排水、表面清洗去污、干燥、检查试验等一系列操作；
— 用乏燃料容器吊车起吊容器，通过设备装卸口将容器下降，并放到运输车上，完成容器在运输车上的联结和固定操作，重新装上减震器；
— 对容器进行全面的剂量和表面污染检查后贴上标签，准备向外发运；
— 载有容器的运输车按设计的安全运输路线运送至指定地点，按规程进行交接、外运。

3.9.2.2 乏燃料组件厂外运输

乏燃料组件厂外运输必须遵守下列法规和标准：“放射性物品运输安全管理条例”、《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）、《中华人民共和国核材料管制条例》（HAF501）、《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》（GB/T17230-98）、《乏燃料运输容器技术条件》（EJ/T565-91）和《核级容器制造质量保证》（EJ/T619-91）等。

目前世界上各国乏燃料运输主要采用公路、铁路和海运三种方式。借鉴大亚湾核电站的乏燃料运输经验，宁德核电厂的乏燃料运输拟采用公路运输方案。

目前国内唯一的乏燃料后处理厂为甘肃省的四〇四厂。宁德核电厂位于中国东部沿海，四〇四厂地处甘肃省酒泉地区，距离四千多公里，结合现有的乏燃料运输经验，初步考虑宁德核电厂乏燃料运输路线按公路运输方案设计。运输路线沿途共经7个省，通过杭州、南京、合肥、西安、兰州等城市。

初步分析得到运输路线如下：

— 从核电站沿进厂公路上同三高速公路（福温高速公路）至温州；

— 沿甬台温高速公路至宁波；

— 沿京沪杭甬高速公路至杭州；

— 沿杭宁高速公路至南京；

— 沿合宁高速公路至合肥；

— 沿 312 国道、沪陕高速公路经信阳、南阳至西安；

— 沿 312 国道，经兰州、酒泉，最后送至四〇四厂。

上述乏燃料运输路线为现阶段的初步设想，最终的乏燃料运输路线还要由承运公司进行具体论证并报国家核安全局审批。

3.9.3 放射性固体废物运输

核电厂运行过程中产生的放射性固体物质（如废树脂、废过滤器芯子、浓缩液、维修废物等）将根据其性质进行分类，并按照《低、中水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-91）的要求进行包装处理。

废物包装容器外表面的非固定放射性污染要求值为：

— 容器表面剂量率≤2.0mSv/h；

— 距容器表面 1m 处剂量率≤0.1mSv/h。

固体废物的运输分为厂内运输和场外运输两部分：

— 放射性固体废物桶的厂内运输路线为：核辅助厂房→废物处理辅助厂房→废物暂存库。

— 根据国务院国发[1992]45 号文《关于我国中、低水平放射性废物处置的环境政策》，应“在中、低水平放射性废物相对集中的地区陆续建设国家中、低水平放射性废物处置场，分别处置该区域内或临近区域内的中、低水平放射性废物”。《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十四条规定，“国务院核设施主管部门会同国务院环境保护行政主管部门根据地质条件和放射性固体废物处置的需要，在环境影响评价的基础上编制放射性固体废物处置场所选址规划，报国务院批准后实施。” 放射性固体废物桶的厂外运输是将中期贮存库厂房（QT）内经过一段时间衰变后的放射性固体废物运送到国家指

定的区域低、中放固体废物处置场。放射性固体废物的厂外运输方案将考虑运输过程中可能发生的事故，并准备具体的应急措施，使其对环境的可能影响减至最低



宁德核电厂一期工程 三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
新燃料运输路线示意图		
图 3.9-1	版次：	A

第四章　电厂建设期间的环境影响

4.1　土地利用

4.2　水的利用

4.3　施工影响的控制

4.4　水土保持

4.1 土地利用

4.1.1 陆域工程

4.1.2 陆域施工活动对环境的影响

表

表 4.1-1 宁德核电厂工程陆域占地概况
表 4.1-2 宁德核电厂土石方平衡表
表 4.1-3 施工阶段的主要噪声污染源及噪声级

图

图 4.1-1 宁德核电厂景观恢复示意图
图 4.1-2 宁德核电厂建设现状图
图 4.1-3 宁德核电厂专用进场公路（应急公路）现状图

4.1 土地利用

4.1.1 陆域工程

4.1.1.1 本工程概况

宁德核电厂规划建设六台百万千瓦级压水堆机组，采用一次规划，分期建设的模式。一期工程建设四台CPR1000核电机组。由于一期工程主体均坐落于过境岛，厂区的场地平整、边坡防护、进厂道路、应急道路、输水管线和取排水口等，以及为核电厂运行建设的主厂房、污水处理站、员工生活区和办公楼、消防站、武警营房等辅助配套设施均统一建设，因此，本节将针对一期工程四台机组统一进行描述和评价。

截至2013年11月，一号机组已并网发电，二号机组已获得首次装料批准书，准备装料，三号机组已完成土建部分，正进行设备安装，四号机组处于土建阶段。除此之外，全厂防洪排水系统、生产生活供水系统、污水处理系统、场地边坡防护工程、重件码头、进厂道路、应急公路、海水淡化设施、厂区办公楼及员工生活区等均已建成。

由于本次环评为三、四号机组运行阶段环评，大部分基建工程已建设完成或收尾，该阶段总体环境影响相对建设阶段较小，因此环境影响主要为核电厂建设过程的回顾性分析和评价。

4.1.1.2 土地使用情况

宁德核电厂主厂区陆地面积为285.01hm^2（包括填海造地面积126.18hm^2），其中陆域用地面积158.83hm^2，包括耕地7.01hm^2、茶园22.81hm^2、果园2.35hm^2、林地56.44hm^2、裸岩地0.85hm^2、住宅用地0.85hm^2、未利用地68.52hm^2。项目陆域占地类别详见表4.1-1。由此可见陆域用地面积主要是未利用地和林地，分别占陆域用地面积的43%和36%。宁德核电厂项目涉及占用基本农田7.9hm^2，福鼎市国土资源局针对项目用地情况进行了福鼎市土地利用总体规划方案的调整，并对项目涉及的基本农田制定了调整和耕地补偿方案，将福鼎市磻溪镇的一般农田补划为基本农田，补划面积7.9093hm^2。目前本工程占地区域已划为工业用地，符合当地的土地利用规划。

4.1.1.3 土石方平衡

宁德核电厂项目组成包括：核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、施工生产生活区、取排水区、交通道路、重件码头和弃渣场等。

本工程的土石方主要来自于场地平整、港池清淤、填海造地以及道路建设过程。根据水保方案的预测结果，全厂土石方平衡情况详见表 4.1-2。

4.1.2 陆域施工活动对环境的影响

宁德核电厂一期工程陆域施工活动对环境的影响主要是工程负挖、土石方爆破、道路施工、汽车运输以及设备安装等造成的地面振动、噪声、粉尘、植被破坏和水土流失等生态方面的影响。

4.1.2.1 振动的影响

核电厂区地基施工过程中的打桩、强夯、爆破和碾压等活动会对周围环境产生一定的振动影响。振动主要是由施工引起的地面振动在土体中传播产生的，其频率和强度变化范围与振源特征、土体条件、周围建筑物结构特点、振源与人或建筑物的距离等因素有关。

当地基处理施工振动超过一定限度时，会对人的心理和生理造成一些危害。高幅振动不仅影响人的正常活动，而且会引起人体生理组织的变化，甚至对人体内部器官产生各种损坏；低幅振动也可引起神经系统、内分泌系统、消化系统、循环系统和新陈代谢等各种生理活动的不良变化，致使人感到劳累和工作能力减退，工作效率降低。当振动与人体固有频率接近时，还会引起人体共振，大大增加振动对人体和内脏的危害程度。除生理影响外，振动还会导致人的心理产生不愉快和烦躁的感觉。

施工振动对周围建筑物的影响主要通过诱发结构振动和地面沉降造成建筑物的整体或局部受损，损害方式表现为墙体开裂、倾斜甚至破坏，道路路面损坏或地下管线爆裂等灾害性后果。

4.1.2.2 噪声的影响

核电厂施工过程中，厂区内可能产生噪声的活动包括场地负挖，土石方爆破、道路平整、主厂房（核岛、常规岛）的建设和厂区辅助配套设施的建设，另外设备安装

和汽车运输也会产生一定噪声。施工阶段的主要噪声污染源及其噪声级见表 4.1-3。

爆破施工是间歇性的，集中在施工初期场地平整阶段，目前爆破施工已结束，伴随爆破产生的巨大噪声已消失。现场施工机械设备如挖掘机、推土机、钻孔机等噪声值也较高，且在实际施工过程中，通常是多台机械设备同时作业，各台设备产生的噪声会互相叠加。同一地点同时作业的机械设备多为 2~6 台，一般不会超过 10 台，叠加后的噪声增值约 3~10dB。

施工机械作业时可视为点声源，距离加倍时噪声降低 6dB，如果考虑空气吸收，则附加衰减 0.5~1dB/100m，因此，昼间所有机械设备施工噪声通常在 100m 外可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中 70dB 的标准；夜间除灌注桩机外，在 350m 外可以达到 GB12523-2011 中 55dB 的标准。宁德核电厂厂区三面环海，最近的居民点是位于厂址 NW 方位约 2.2km 处的南招岙村，施工噪声对该处居民的影响很小。

4.1.2.3 大气的影响

工程施工期间主要大气污染物包括扬尘、粉尘和汽车尾气，在这些污染物中，扬尘和粉尘对大气局部环境质量影响较为明显。施工产生的地面扬尘和粉尘主要来自于施工机械和运输车辆的行驶、爆破、土石方开挖和填筑、物料堆放以及施工建筑材料的搅拌等环节，TSP 产生量与施工方式、车辆数量、道路路面状况以及天气情况相关。

由于施工现场车辆较多，特别是大型工程车和施工机械设备（挖掘机、铲土机等），在施工和运输过程中会产生一定量的汽车尾气，主要成分为 CO、NO_x 和碳氢化合物。

爆破过程除产生大量粉尘外，还会产生一定量的烟气，烟气量与炸药种类、用量和操作方式等诸多因素有关。本项目爆破使用乳化炸药，主要污染物为 NO_x，炸药集中存放于仓库，每次使用前均向公安部门申报。

施工中可采用覆盖、定期洒水等措施减少扬尘的产生。有资料表明，在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70%左右；对施工场地实施每天洒水 4~5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，并可将 TSP 污染距离缩小到 20~50m 范围。因此，在施工活动中，在采取覆盖、定期洒水等减少扬尘的措施后，施工粉尘及扬尘的影响将局限于施工场地周围，对大气环境影响范围有限。另外，由于部分粉尘的粒径和质量较大，将很快在空气中自然沉降，大规模扩散的粉尘量较

小。施工结束后这部分大气污染源将不再存在，影响时段有限。

4.1.2.4 生态的影响

电厂在施工期需要对厂址场地进行平整，目前宁德核电厂一期工程的场平工作已经完成。场平需要去除原有植被，进行大量的土石方挖掘工作，完全改变当地局部生态环境。挖掘过程产生的部分废弃土石方采用弃方分层碾压回填的方式用于厂区边坡防护，施工过程为从边坡底部向顶部进行，每层平台宽度 80~100cm，分层压实后实施植被覆盖，作为护堤。该堤岸修筑方式不仅美化了厂区景观，也可以有效减少水土流失，防止海水对边坡的冲刷及腐蚀。

当地无特殊生境，在电厂建设过程中，建设单位有规划地对整个厂区实施绿化，建造全新的人文景观，从工程施工前后的生态比较来看，工程对当地局部生态环境的影响是可以接受的，电厂正常运营后的厂区景观生态将优于厂址原地貌。图 4.1-1 给出了宁德核电厂景观恢复示意图，图 4.1-2 给出了全厂建设现状图。

4.1.2.5 使用化学物质对环境的影响

核电厂建设施工阶段，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，将采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理。这些化学物质和缓蚀剂包括磷酸三钠、硼酸钠、非卤素的有机溶剂和硫酸、磷酸、有机酸等。上述物质有些是有毒化学物品，因此，施工时要求设备承包商尽量提供已经过处理的建材和设备。确实需要在现场进行补充处理的，由施工单位按照制定的化学物品使用管理规定进行操作，对化学物品的使用量严格控制。由于设备和管道等均在厂内定点存放，并考虑了防水防雨等不利影响，因此需后续处理过程较少，化学物质使用量不大。该部分危险固废按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）可以得到安全妥善贮存，产生的废物由生产厂商和危废单位回收处理。

4.1.2.6 施工固体废弃物对环境的影响

在宁德核电厂建设过程中，各施工承包商均会产生一定量的生活垃圾和工业废弃物，且部分工业废弃物属于危险固废，如油漆桶、探伤洗片废液，废油布、废油漆等。上述部分固体废物虽无放射性危害，但其堆放过程会占用一定土地，破坏地表植被，

如保存和处理不当，受日晒雨淋影响后，会产生恶臭、蚊蝇、景观方面的污染，有毒有害物质析出后将随雨水冲刷污染大片土地，甚至可能深入地表污染地下水等。

施工过程产生的工业固体废物量与工程使用的原材料种类、数量和施工项目密切相关。结合宁德核电厂过去几年在施工阶段产生的工业固废种类和数量统计，施工过程年均产生的一般工业固废和危险废物种类数量如下：

一般工业固废主要为建筑垃圾中不可回收的部分，预计年产生量约为 30 万 m^3 左右。

危险固废主要为废油漆桶，年产生量约 12000 只左右；废油，年产生量约 400kg 左右；酸洗钝化废液，年产生量约 5 吨左右。

施工期间的固体废弃物将进行集中分类收集，并定期清运。对有毒有害或易燃易爆的固体废弃物，除集中收集、存放外，还将在存放点设置警示标志，并分类进行单独隔离存放，现场配备相应的应急设施。当储存达到临界量时，将交由危废回收单位处理处置。危险废物的入库和转移均有严格的登记和备案。

4.1.2.7 道路对沿线环境的影响

进场公路为宁德核电厂施工前期的唯一对外联系道路，建设时部分利用已有公路并裁弯取直、拓宽改造而成。公路新修及改造段的起点位于太姥山镇文渡工业园区入口，经过备湾山体到达核电厂区，全长约 2.8km。在一、二号机组首次装料阶段环评中已对进场道路的环境影响进行了分析和评价，结论表明，进场公路在施工期的环境影响范围较小，且影响是暂时的，随着施工期的结束，环境影响已经消失，进场公路两侧 200m 范围内无居民点等敏感目标。目前应急公路已建设完成，应急道路的开通大大减少了进场公路的车流量，落实相关的环保措施后，进场公路在营运期对周围环境的影响较小。

应急公路由国家海洋局第三海洋研究所单独编制环评报告书，已获得宁德市海洋渔业局的核准和宁德市环保局的批复。环评结论表明，宁德核电应急公路工程选线全面考虑了项目地区的自然环境、社会环境和生态环境，对区域地质、水文、城镇规划、海洋功能区划等因素进行了广泛的调查研究和综合分析论证，路线不涉及自然保护区、文物古迹等环境敏感区，在采取必要的环境保护措施后，项目建设对沿线环境的影响可以得到有效控制。从环境保护角度来分析，项目建设是合理的。目前应急公路已建

成通车，现状见图 4.1-3。

4.1.2.8 施工活动对社会环境的影响

本项目涉及征地范围内的原备湾村居民已搬迁完毕，相关补偿措施已落实，未对居民造成大的影响。新的居民点（秋溪村）位于太姥山镇区，居住条件、居住环境以及地理位置相对有了较多改善，居民小区有一定数量的沿街商铺，有利于村民从事商业和餐饮业等第三产业。

核电厂施工期间大量外来施工人员进驻施工现场和附近太姥山镇，对当地居民的日常生活造成了一定影响，但同时也增加了当地居民的就业机会和商业机会。由于核电建设施工期较长，大量施工人员在该地区长期居住和生活，可以增强该地区的消费能力，促进当地经济的发展。

表 4.1-1　宁德核电厂工程陆域占地概况

类型	耕地	茶园	果园	林地	裸岩地	住宅用地	未利用地	总计
面积（hm^2）	7.01	22.81	2.35	56.44	0.85	0.85	68.52	158.83
占比（%）	4	14	1	36	1	1	43	100

表 4.1-2　宁德核电厂土石方平衡表

单位：万 m^3

项目区	开挖量			填方量	借方	弃方		本区回填		调出利用		调入利用	
	淤泥	土方	石方			海域倾淤	弃渣场	土方	石方	土方	石方	土方	石方
核电厂厂区	100	138.0	1367.0	127.1	0	100	2.8	22.4	104.7	112.8	1262.3	0	0
办公生活及辅助设施区	0	20.0	40.0	60.0	0	0	0	20.0	40.0	0	0	0	0
施工生产生活区	0	0	0	905.2	130	0	0	0	0	0	0	117.2	658
取排水区	92	0	0	605.0	0	92	0	0	0	0	0	0	605
交通道路区	0	41.6	25.7	54.8	0	0	2.1	37.2	17.6	4.4	6.0	0	0
码头工程区	8	0	0	5.3	0	8	0	0	0	0	0	0	5.3
总计	200	199.6	1432.7	1757.4	130	200	4.9	79.6	162.3	117.2	1268.3	117.2	1268.3

表 4.1-3　施工阶段的主要噪声污染源及噪声级

施工期	主要声源	噪声级 dB（A）
负挖	爆破	>120
土石方	挖掘机、推土机、平地机、装载机、压路机、打桩机和摊铺机	76~105
底板和结构	混凝土输送泵、振捣机、电锯、电焊机	90~100
内部装修	电钻、电锤、手工钻、无齿锯	100~110
外部装修	升降机、吊车	65~75
交通运输	轻型载重卡车、混凝土罐车、大型载重车	75~95



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂景观恢复示意图		
图 4.1-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂建设现状（2013.10）		
图 4.1-2	版次：	A







宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂专用进场公路（应急公路）现状（2013.10）		
图 4.1-3	版次：	A

4.2 水的利用

4.2.1 海域工程概况

4.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

4.2.3 施工期供水及排水系统对水环境的影响

4.2.4 临时海洋倾倒区的概况环境影响

表

表 4.2-1 宁德核电厂历年倾倒疏浚物数量表
表 4.2-2 临时海洋倾倒区各监测站位情况表
表 4.2-3 临时海洋倾倒区水质监测结果（2012 年 5 月和 8 月）
表 4.2-4 临时海洋倾倒区沉积物质量监测结果（2012 年 8 月）
表 4.2-5 临时海洋倾倒区浮游植物监测结果（2012 年）
表 4.2-6 临时海洋倾倒区浮游动物监测结果（2012 年）
表 4.2-7 临时海洋倾倒区底栖生物监测结果（2012 年）

图

图 4.2-1 项目用海示意图
图 4.2-2 临时性海洋倾倒区位置示意图
图 4.2-3 临时性海洋倾倒区监测站位示意图

4.2 水的利用

4.2.1 海域工程概况

（1）海域使用情况

国家海洋局于 2009 年 10 月以《关于宁德核电一期工程项目用海的批复》（国海管字[2009]630 号文）的形式对本项目的用海情况进行了批复。根据批复内容，宁德核电一期工程项目用海面积为 785.72hm^2，其中填海 126.18hm^2，透水构筑物用海 2.11hm^2，港池用海 0.54hm^2，专用航道、回旋水域和保护带用海 153.64hm^2，温排水用海 503.25hm^2。批复用海坐标见表 4.2-1，项目用海示意图见图 4.2-1。

（2）海域工程情况

宁德核电厂一期项目的海域工程主要包括循环取水口和排水口工程、护岸工程、防波堤工程、重件码头工程和围填海工程。

— 取排水工程：宁德核电厂采用一次循环冷却系统，取海水冷却，取水采用明渠+港池的取水方式。取水明渠底标高为-8.0m，取水明渠底宽 70m。取水明渠结合重件码头进港航道自东向西沿取水渠南防波堤由二跳岛和跳尾岛之间进入由过境岛、二跳岛及跳尾岛围合的水域，并在取水渠南防波堤堤头向北折拐 90° 与取水渠南北防波堤之间的取水明渠相连，沿取水渠北防波堤至其堤头处再向北折拐后进入取水港池，再通过不同渠道分别与联合泵房前池相连。一期工程东侧布置东护岸，防止越浪。排水口布置在厂区东北角，厂区内采用箱涵排水，取排水口间距约 1600m。

— 重件码头工程：由于核电厂部分大件设备需在原厂进行预制后统一运送至核电厂，考虑到宁德核电厂厂址位置和船舶运输容量大、成本低的特点，在二跳岛西侧建设 3000t 重件码头，码头回旋水域位于过境岛南侧。大型设备由设备制造厂通过甲板驳运至电厂港池南、北防波堤组成的口门附近，由拖船牵引进入港池到达重件码头，再利用码头吊装设备及大件运输拖车将大件设备卸运到安装场地。码头长度为 80m，宽度为 67m，码头顶面高程为 7.5m，码头前沿水深为-7.8m，船舶调头圆直径为 200m。

— 护岸工程：宁德核电厂区外侧东护岸、南护岸、内隔堤、口门南、北堤及排水口导流堤均为堆石斜坡堤式结构，其形成均采用“爆破挤淤”填筑方法。

厂区东护岸总长 1122m，护岸采用抛石斜坡堤结构型式，坡面安装扭王块。南护岸东端在与取水渠北防波堤延长线的交点处转为东向接至北防波堤堤根，西端与西护岸南端相接，结构形式采用抛石斜坡式，总长度约 1000m。在取水渠防波堤掩护范围的水域内，沿主厂区陆域边界线，对宁德核电厂所属联合取水泵房之间及两侧布置了厂区内护岸，结构形式主要为斜坡式，护岸总长度 478m。南防波堤的总长度为 470m，分为 350m 和 13m 的直线段和半径为 100m、长度为 107m 的圆弧段。北防波堤的总长度为 282m。厂区西护岸形成采用“塑料排水板固结”法，施工流程见图 4.2-3，西护岸总长约 1300m。

— 围填海工程：本工程涉及填海造地 78.78hm^2，分为过境岛西回填区和北回填区，采用先围堰后吹填，结合插打塑料排水板法处理软基形成陆域的施工工艺。港池疏浚工程外抛部分采用耙吸式挖泥船，吹填部分采用绞吸式挖泥船，基槽挖泥选用抓斗式挖泥船。此工艺既可以减少外海抛泥对海洋环境和海洋生物的影响、节约运输费用，又可创造陆地，是国内同行业普遍采用的施工工艺。

本项目围填海工程的大部分疏浚物回填至吹填区域，少部分抛泥至宁德核电厂临时海洋倾倒区（具体位置见图 4.2-2）。

截至 2013 年 11 月，宁德核电厂的护岸工程、防波堤工程和 3000t 重件码头工程已完成，围填海工程也基本完成。

4.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

宁德核电厂海域施工建设过程中对水环境的影响主要来自围填海工程、重件码头和取排水设施修筑工程，以及海上施工船舶产生的含油废水排放等。

（1） 围填海工程对环境的影响

海域回填对海域生态环境的影响较大，将使该区域内的潮间带变成陆地，使围填区原有湿地生态系统功能发生变化并造成该区域内的海洋生物消失。由于鱼类等浮游生物具有游泳回避能力，因此回填工程对该区域底栖生物的影响最大，造成底栖生物全部损失。

围填海工程引起悬浮泥砂颗粒物增加，水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，导致局部海域内浮游植物生物量下降，引

起初级生产力水平降低。悬浮泥砂对浮游植物的负面影响将直接导致水体中溶解氧含量的减少，导致部分浮游动物窒息死亡，同时悬浮颗粒会粘附在生物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游生物会吞食适当粒径的颗粒物，造成内部消化系统的紊乱。悬浮颗粒物还会堵塞鱼类的鳃部，严重损害其滤水和呼吸功能。另外，悬浮物中有害物质的二次污染也会对海水水质产生一定影响。

施工造成的海水中悬浮物浓度增加主要表现在机械的搅动，施工结束后，水体中的泥沙将在重力作用下以下沉为主，在施工停止 3~4 小时后，绝大部分泥砂将沉降于海底，海水会很快变清。

（2） 重件码头和取排水设施修筑工程对环境的影响

重件码头和取排水设施修筑过程除了引起水中悬浮颗粒物增加造成以上各种不利影响外，其爆破挤淤时产生的冲击波以及在水中传递的声场会对水生生物产生损害甚至致死效应，同时对岸边的建筑物和施工船舶安全也带来一定影响。爆破振动声波对水生生物的影响随距离爆破中心半径距离的加大而逐渐减小。

海域工程建设对海域生态环境的主要影响是底栖生物的直接损失和其他海洋生物的间接损失。调查表明，本项目建设造成损失的底栖生物和鱼类在当地的大多数海域中均有大量分布，工程建设及施工不会降低物种多样性，总体影响是短暂的，损失的生物群落可以在较短时间内重新建立。

（3） 海上施工船舶及重件码头船舶含油废水排放对环境的影响

挖泥船及重件码头运输船舶因维修和日常保养会在舱底形成部分含油废水，废水量虽然较小，但如进入海域，一部分附着在悬浮物上并随之沉降到海底，一部分溶于水中随水流扩散，而大部分则漂浮在水面上，影响厂址附近海域水质，并降低水体中光线的射入量，从而导致局部海域生态系统的紊乱和生物量的损失。船舶一般自带油水分离器，含油废水自行处理达标后排放；未配置油水分离器的船舶废水，将含油废水带至岸上厂区油水分离设施处理。

4.2.3 施工期供水及排水系统对水环境的影响

4.2.3.1 供水水源

宁德核电厂施工期间的淡水水源为厂址西偏南约 9km 的瑞云水库，水库水通过

DN400 管道自流进入位于厂区内山坡平台的净水厂，经混凝沉淀、过滤、活性炭吸附处理合格后的水经泵送至备湾山顶储水池再通过管道自流供各施工用水点使用，净水厂日最大供水为 5000t/d，并设有处理量为 1000 t/d 的施工水厂备用。

4.2.3.2 排水系统污染物排放

（1）生活污水

1）污水产量

根据施工现场统计，核电站施工期最大日均人数为 10450 人，其中中核华兴建设公司 3000 人，中核二三建设公司 3600 人，山东电建公司 600 人，天津电建公司 1500 人，工程公司 650 人，福建宁德核电有限公司 600 人，核服公司 220 人，中交四航院 280 人。除福建宁德核电有限公司和核服公司员工外的其他施工人员餐饮及生活住宿均位于厂区外面的太姥山镇，他们在厂区内的生活用水量较少，人均用水系数按 50L/d 计；宁德公司和核服公司等已进驻厂区办公，人均用水系数按 150L/d 计，则施工期间厂区最大生活用水量为 604.5m^3/d。施工现场设置流动厕所，均带有自动打包装置，定期收集外运处置，不进入厂区污水处理站，因此只考虑现场办公人员的生活污水。生活污水产生率按 85%计，则施工期进入厂区污水处理系统 ED 的生活污水量为 105m^3/d。生活污水 COD_{cr} 按 300mg/L、SS 按 250mg/L、氨氮按 25mg/L 计，则每年产生 COD_{cr} 为 11.5t，SS 为 9.6t，氨氮为 1.0t。

2）污水处理工艺

厂区生活污水处理方法采用膜生物反应器（MBR），设计规模为日处理污水 300m^3，处理后出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准后，排放至附近海域，具体工艺流程为：

生活污水—化粪池—格栅—调节池—毛发过滤器—缺氧池—好氧曝气+膜池—清水池—外排

整个生活污水处理站厂房（ED）为地上一层（0.30m 层）、地下一层（-4.50m 层）结构，调节池、清水池、缺氧池、好氧池设于地下，便于厂区污水自流进水，调节池进水端设有一台机械格栅，池中设有液下搅拌器，池底设有两台污水提升泵和一台超越泵。污水提升泵出水经过位于调节池池顶的毛发过滤器后进入缺氧池，缺氧池中设有一台液下搅拌器，池顶布置除磷加药装置，采用高位投加药剂方式对厌氧出水进行

加药处理。MBR 膜组件设置于好氧池的膜区，微孔曝气系统布置于好氧池池底，为系统生化处理输送所需气源，污泥回流泵布置于好氧池膜区底部，将剩余污泥送至缺氧池。好氧区污泥则通过污泥泵升压后输送到离心机进行脱水处理，以保持系统内污泥的平衡和活性。产水/反洗水泵、罗茨风机、空压机、储罐、NaClO 加药装置布置于地下一层设备间，设备间地沟排水汇集至集水坑，内设应急排水泵，带自耦合装置，固定安装，将设备及检修排水送回调节池。地上一层设有离心脱水机、PAM 加药装置等设备。

厂区污水处理系统主要的设备如下：

a、化粪池：污水处理站进口设置一座钢筋混凝土化粪池，从厂区管网收集来的生活污水，先进入化粪池，部分去除生活污水中悬浮有机物。化粪池采用 12 号国标，有效容积为 75m^3。

b、调节池：污水处理站设置一座 188m^3 的调节池，采用地下式、部分敞口、钢筋混凝土结构。化粪池出水经格栅后流入调节池，经过均化水质后向污水提升泵供水，避免瞬时的水质变化对系统造成冲击。

c、格栅：包括机械格栅和人工格栅。机械格栅栅格间距为 5mm，用于去除污水中的较大颗粒污染物、纸屑以及块状物。机械格栅后侧设置 1 台人工格栅，作为机械格栅检修时的备用。

d、液下推进器：调节池和缺氧池分别设置 1 台液下推进器，用于搅动水体，防止杂质或污泥在池体中沉积。

e、毛发过滤器：污水站 0.30m 层设置 2 台毛发过滤器，1 用 1 备运行。污水提升泵来水通过毛发过滤器去除污水中有可能对膜造成损伤的毛发、纤维等杂物，保护 MBR 膜组件。

f、缺氧池：污水站设置 1 座 33m^3 的缺氧池，采用地下式，敞口、钢筋混凝土结构，毛发过滤器出水进入缺氧池，以进行反硝化，去除污水中总氮。

g、好氧池：污水站设置 1 座 116m^3 的好氧池，采用地下式、部分敞口、钢筋混凝土结构，分为膜区和生化区，膜区设置 MBR 膜组件。好氧池主要利用微生物的作用去除污水中的有机物等杂质，整个好氧池设置微孔曝气系统，部分污泥通过污泥回流泵升压后回流到缺氧池。

h、膜分离装置：好氧池的膜区设置 3 套 MBR 膜分离装置，每套膜装置配套 32

片 MBR 膜，采用天津膜天膜公司的 FOPAII15 型膜元件。MBR 膜的微孔将附着溶解性有机物的活性污泥（菌群）和悬浮物拦截保留在生化池内，从而实现泥水分离，出水水质达到 GB18918-2002 一级 B 排放标准。

i、污泥处理系统：该系统由 1 台离心式脱水机和 1 台 PAM 加药装置组成。从污泥泵来的剩余污泥，经 PAM 加药装置加药后，进入离心脱水机，污泥经脱水后外运处理。

MBR 技术是活性污泥法与膜技术相结合的一种集成技术，与其他污水处理工艺相比，是一种先进实用的工艺。该技术通常将膜单元放置在活性污泥混合液中，膜对悬浮物（活性污泥）形成绝对屏障，因此出水基本不含悬浮物；好氧池中的活性污泥浓度可以较普通活性污泥法中的污泥浓度高出几倍，对有机物具有强化去除作用；无需二沉池可以节省占地；不用担心污泥膨胀影响出水水质；对增殖缓慢的硝化菌具有完全截留作用，因此去除氨氮效果显著。生活污水经 MBR 处理后出水水质指标（P 除外）通常可达到并优于 GB18918-2002 中一级 A/B 标准。对于 TP，一般通过排泥方法去除，而 MBR 的特点是泥龄长，排泥量少，因此需将 MBR 技术与生化（如厌氧）或物化（如化学除磷）相结合实现对 P 的去除。本项目工艺中则采取了设置缺氧池和 ED 出水投加硫酸铝药剂的方式来达到保证出水 TP 达标的目的。

除了主厂区的污水处理站外，生活区、BA 楼、武警营地、观景平台分别设置了四处污水处理站，其中生活区污水处理站处理后的水大部分中水回用；BA 楼、武警营地、观景平台的三处污水处理站处理后的污水直接排放，处理后的水达到 GB18918-2002 中的一级 B 标准。目前，主厂区污水处理站 ED 已完成安装正在调试，预计 2014 年开始投入运行；BA 楼污水站自施工期开始后一直运行，生活区、武警营地和观景平台污水站于 2013 年投入运行。

（2）含油废水

施工期的含油污水主要源于施工机械的跑冒滴漏和故障维修，产污点分散，废水不连续，很难准确估算产生量。根据大型机械设备预防维护保养制度，每台大型施工机械设备年维修保养过程产生的含油污水为 4400L，废油量为 6.4kg。

含油废水汇集后经隔油池 FS 进行油水分离处置，上层废油脂收集外运，下层废水进入污水站处理达标后排放。

（3）生产废水

施工期的工业废水主要来自搅拌站。

搅拌站废水主要来自设备和作业区冲洗废水，废水呈弱碱性，SS 含量较高，可达3000mg/L。搅拌站作业区设置三级沉淀池和澄清池，废水通过场地四周沟渠汇入沉淀池处理，出水回用于冲洗过程，少量外排。

根据统计，施工期间搅拌站运行过程产生的废水约 8~10 吨/天。搅拌站废水为间歇产生，施工高峰期设备及场地冲洗频率约 5~8 次/月。

4.2.4 临时海洋倾倒区的环境影响

（1）临时海洋倾倒区概况

围填海工程和港池疏浚工程需要先将海底淤泥清除，除部分吹填至填海区域外，还有部分需抛泥至指定海域。为此宁德核电厂曾于 2006 年向国家海洋局申请设立了宁德核电厂临时海洋倾倒区，国家海洋局东海分局对宁德核电厂的临时海洋倾倒区申请进行了批复，同意设立宁德核电临时海洋倾倒区，使用期限截止至 2008 年 12 月 31 日。该临时海洋倾倒区位置在以 26°56′30″N、120°35′00″E 为中心，0.5 海里为半径的区域（具体位置见图 4.2-2），倾倒总量为 200 万 m^3。2010 年，因宁德核电建设需要，国家海洋局批复“重新确立宁德核电工程疏浚物临时海洋倾倒区”，同意重新确立临时海洋倾倒区，位置与原倾倒区位置相同，年最大倾倒量 65 万 m^3，使用期限 3 年。宁德核电厂历年倾倒疏浚物数量见表 4.2-1。截至到 2012 年底，宁德核电厂共倾倒淤泥数量为 253.7 万 m^3。

（2）临时海洋倾倒区的环境影响

针对临时海洋倾倒可能产生的环境问题，宁德核电厂委托国家海洋局东海分局开展了宁德核电工程临时海洋倾倒区倾倒可行性论证，就临时性海洋倾倒可能产生的环境问题进行了预测和分析。临时性海洋倾倒可能产生的环境影响主要表现为以下几个方面：

— 对水深地形的影响

倾倒使倾倒区海域承纳了大量的疏浚泥，将造成原有海底局部区域地形短期内略有改变，但由于该处海域的水深较深、水流通畅、风浪较大、水动力条件较好，风、浪、流的搬迁作用将最终恢复其原有地形的宏观变化趋势，不足以使倾倒区及周围海域的海底地形、水深产生明显变化。

— 对海水水质的影响

根据悬浮物扩散负荷估算结果，四船连续倾倒作业状态下，当疏浚泥中可能参与扩散输移的悬浮泥沙比例高达 10%时，会在倾倒点周围 1.2km^2 范围内出现水质悬浮物增量超标现象，其最大扩散距离可达 1.8km；同状态下，悬浮泥沙比例 5%时，仅在距倾倒点 400～500m 内出现超标；而悬浮泥沙比例 3%时，只在距倾倒点 200m 以内出现超标。估算结果表明倾倒区增量倾倒疏浚泥沙所产生的悬沙高浓度区只出现在倾倒点附近较小的范围内，对于距离倾倒区 E 方位 6.1km 最近的台山列岛海洋生态特别保护区，悬沙影响甚微。此外，倾倒过程是一个间歇性的活动，所导致的高浓度悬沙对水质的影响也是暂时的。随着疏浚泥倾倒后所产生的高浓度悬沙逐渐沉降和扩散，经一定时段后，对邻近的海水水质的影响也将逐渐消失。由于疏浚物增量倾倒对临时海洋倾倒区及其邻近海域的水质影响较小，海水水质不会因疏浚物增量倾倒而急剧恶化，因此在临时海洋倾倒区进行疏浚物增量倾倒对水质环境的影响可以接受的。

— 对沉积环境的影响

宁德核电工程的疏浚物归类于清洁疏浚物（Ⅰ类），各项化学指标都低于我国“疏浚物分类化学筛分水平”下限，倾倒后不会使海域沉积物有害物质的含量明显增加。由于疏浚物倾倒后形成的沉积物类型与原沉积物相似，不会导致沉积环境质量恶化，二次污染的程度微弱。

— 对生态环境的影响

疏浚物入海过程将对局部海域生态环境带来不同程度的影响，主要表现在悬浮物浓度增加和疏浚物中的泥沙对海洋生物的掩埋。

疏浚物倾倒入海将对浮游生物产生一定的影响。水生生物对其生息的水环境具有一定的承受限度，悬浮颗粒物质含量是其中之一。根据悬浮泥沙浓度预测结果，疏浚物倾倒产生的悬浮泥沙增量在倾倒点外最大超标范围为 1.2km^2，最大超标距离 1.8km。在上述区域内，海水透明度相应降低，阳光的透射效果降低，将对海水中浮游植物的光合作用产生一定的影响，从而降低该区域水体的初级生产力，影响浮游植物的正常生长，导致短期内局部海域浮游植物的生物量减少。此外，悬浮物浓度增加还表现在对浮游动物的生长率、摄食率等的影响。据有关资料，水中悬浮物含量的增多，对浮游桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在其含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。

疏浚物倾倒对倾倒地底栖生物的掩埋覆盖作用，可造成底层生活的物种如贝类的进出水管不能伸出进行呼吸和摄食，最终因窒息或得不到饵料而死亡。临时海洋倾倒区及其邻近海域的底栖生物种类大多数是非游泳生物，难以挣脱倾倒淤泥的覆盖。此外，悬浮泥沙的二次沉淀还将直接覆盖海洋底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的幼稚体，长时间的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡，从而对倾倒区邻近海域的底栖生物也将产生一定的影响。但随着倾倒工作结束，经过一段时间后，倾倒区的底栖生物群落也将逐步得到恢复和重新建立。

— 对海洋渔业生产的影响分析

疏浚物对海洋鱼类的影响主要表现在直接杀死鱼类，降低鱼类生长率和抗病能力，干扰鱼类产卵、降低孵化率和仔稚鱼成活率，受惊吓而改变鱼类洄游路线等。倾倒区临近当地传统的流刺网作业区，受疏浚物倾倒的影响，饵料生物减少，降低鱼类捕食效率，且高浓度悬浮物将可能会影响鱼的生长发育和繁殖等生命活动，减少了渔业生产空间。但倾倒导致的悬浮颗粒物质含量对鱼类（成鱼）直接致死的可能性极小，同时疏浚泥倾倒过程疏浚泥会挤开水体，而大部分鱼类和其他游泳生物会随着水体躲避，有的洄游习性鱼类还具有一定的回避能力。另外倾倒作业占用的海域面积较小，仅2.69km^2，可以预计疏浚泥增量倾倒对当地渔业捕捞量及其渔业经济的影响不大，只要组织当地流刺网作业渔船在倾倒时段适当转移作业场所，一旦倾倒工程结束，该海区捕捞活动及其渔业经济将在一定时间后会逐步得到恢复。

可行性论证结果表明，宁德核电工程疏浚物倾倒活动不会对临时海洋倾倒区及其邻近海域的环境质量、海洋生态造成大的影响，也不会明显影响其邻近生态保护区及环境敏感区的正常使用、保护和发展，同时对海洋渔业生产和海上交通及国防安全等影响轻微。

（3）临时海洋倾倒区跟踪监测

自临时倾倒区设置以来，福建宁德核电有限公司已委托国家海洋局闽东海洋环境监测中心站分别于 2006 年 11 月、2007 年 7 月、11 月、2008 年 5 月、10 月、2011 年 5 月、8 月、2012 年 5 月和 8 月进行了 9 次跟踪监测，监测海域范围为：26°53′～27°04′N，120°28′～120°41′E 海域。在宁德核电厂临时倾倒区及其邻近海域共设 10 个监测站位（见图 4.2-3）。监测涉及水深地形、海水水质、悬沙、沉积环境、生态等多方面。各个站位具体监测指标见表 4.2-2。

临时倾倒区 2011 年（含）之前的历次环境监测结果已在宁德核电厂前阶段环境影响报告中予以反映并分析，本报告书重点描述分析最近一年的监测结果，包括水质、沉积物和生态指标。2012 年 5 月和 8 月的两次水质监测结果见表 4.2-3，沉积物质量监测结果见表 4.2-4。

水质监测结果表明，2012 年 5 月调查海域溶解氧、COD_{Mn}、BOD_5、石油类、活性磷酸盐、硫化物、汞、砷、铜、镉、锌等 11 项指标状态良好，符合二类海水水质标准。部分测站的无机氮、铅超二类海水水质标准要求，小部分测站 pH 值超二类海水水质标准要求。8 月份调查海域水质良好，除 2 个测站底层无机氮含量超二类海水水质标准要求外，其余 14 项指标均符合二类海水水质标准。总体看来，倾倒区主要污染物为无机氮，这与宁德核电厂近岸海域本底环境中营养盐含量整体偏高相符。个别站位的铅含量超标可能与底泥扰动释放及附近船舶燃料泄漏有关。

沉积物监测结果表明，除铬外，其余各指标均符合一类海洋沉积物质量标准。绝大多数站位的铬含量存在超标现象，超标率达 83.3%，说明调查海域沉积物受到了一定污染。考虑到核电厂施工过程未向海域排放含重金属的废水，施工船舶废物管理也有严格的规定，禁止向海域排放污染物，因此倾倒区沉积物中铬含量超标可能与底泥和疏浚物中的重金属释放有关。

生态监测结果表明，调查海域浮游植物种类多样性指数较低，组成较不丰富，种群分布也较不均匀，环境质量较差（监测结果见表 4.2-5）；调查海域浮游动物多样性指数、丰度指数均较高，表明调查海域浮游动物种类较多，且物种较为丰富，但种间数量分布较均匀，反映出调查海域浮游动物生态质量一般（监测结果见表 4.2-6）；调查海域底栖生物多样性指数、均匀度指数、丰度指数较高，反映出调查海域生物底栖生物种类较丰富，种间数量分布较均匀，生态健康状况较好（监测结果见表 4.2-7）。

2012 年 5 月调查海域定量调查中仅鉴定出仔稚鱼 3 种，平均密度仅为 0.19ind/m^3；8 月调查海域仅鉴定出一种仔鱼。结果表明，该海域鱼卵、仔稚鱼种类和数量均较少。

（4） 临时海洋倾倒区回顾性分析与评价

由于原临时倾倒区于 2008 年关闭，2006~2008 年的监测结果比对分析已在前阶段报告中反应，本次回顾性分析评价主要针对 2010 年倾倒区重启后的历次监测结果。

——水质

2010~2012 年沙埕港临时海洋倾倒区及其邻近海域超标因子有无机氮、活性磷酸

盐、石油类、铅、铬、pH 值等，其中无机氮、活性磷酸盐和石油类为主要污染物。其余各监测要素均符合二类海水水质标准。

通过比较发现，2012 年 5、8 月的活性磷酸盐和石油类均符合二类海水水质标准，说明调查海域磷、石油类含量有一定程度降低。5 月份水体 pH 值超标，原因可能为受赤潮影响，而 8 月份调查海域除无机氮超标外，其余各项指标均符合二类海水水质标准，说明倾倒活动所造成的影响有限且可随周围流场扩散等因素而被消除。

——沉积物

2011 年调查海域 HQ07 测站沉积物铜超一类标准，参考 2006~2008 年监测资料发现，调查海域沉积物铜含量较高，2006~2008 年一直处于超标状态，与倾倒活动没有直接关系。2012 年调查海域除铬外，其余各指标均符合一类海洋沉积物质量标准。铬超标率达 83.3%，说明调查海域沉积物受到了一定污染。

——生态

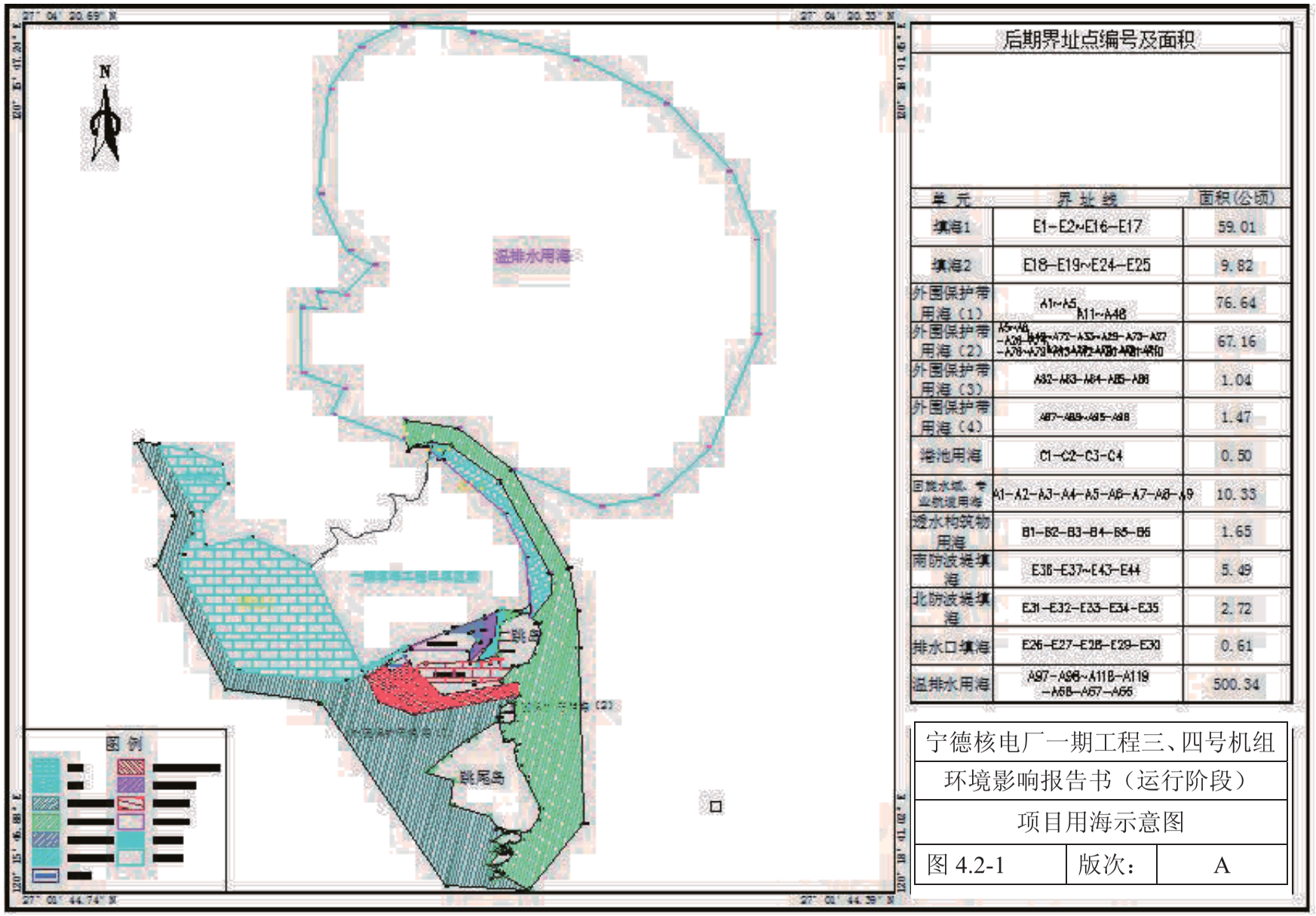
通过比较 2010 年倾倒前和 2011 年、2012 年倾倒中的浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼的种类、密度（生物量）、群落结构指标等进行比较，发现 2011 年、2012 年浮游植物、浮游动物种类、密度均高于 2010 年，说明浮游生物受季节影响的程度高于倾倒活动影响；2011 年调查海域底栖生物种类、密度均低于 2010 年，说明倾倒活动对底栖生态环境造成了一定影响，而随着 2012 年倾倒活动的减弱，底栖生物密度、生物量均有所恢复，说明随倾倒工作结束和环境修复，倾倒影响可逐渐消除。

表 4.2-1 宁德核电厂临时海洋倾倒区历年倾倒数量

时间	倾倒量（万 m^3）	作业时间
2006 年	45	5 月~8 月
2007 年	85	3 月~12 月
2008 年	70	1 月~7 月
2010~2011 年	46	2010~2011 年
2012 年	7.7	1 月~6 月
总倾倒量	**253.7**	

表 4.2-2 临时海洋倾倒区监测站位表

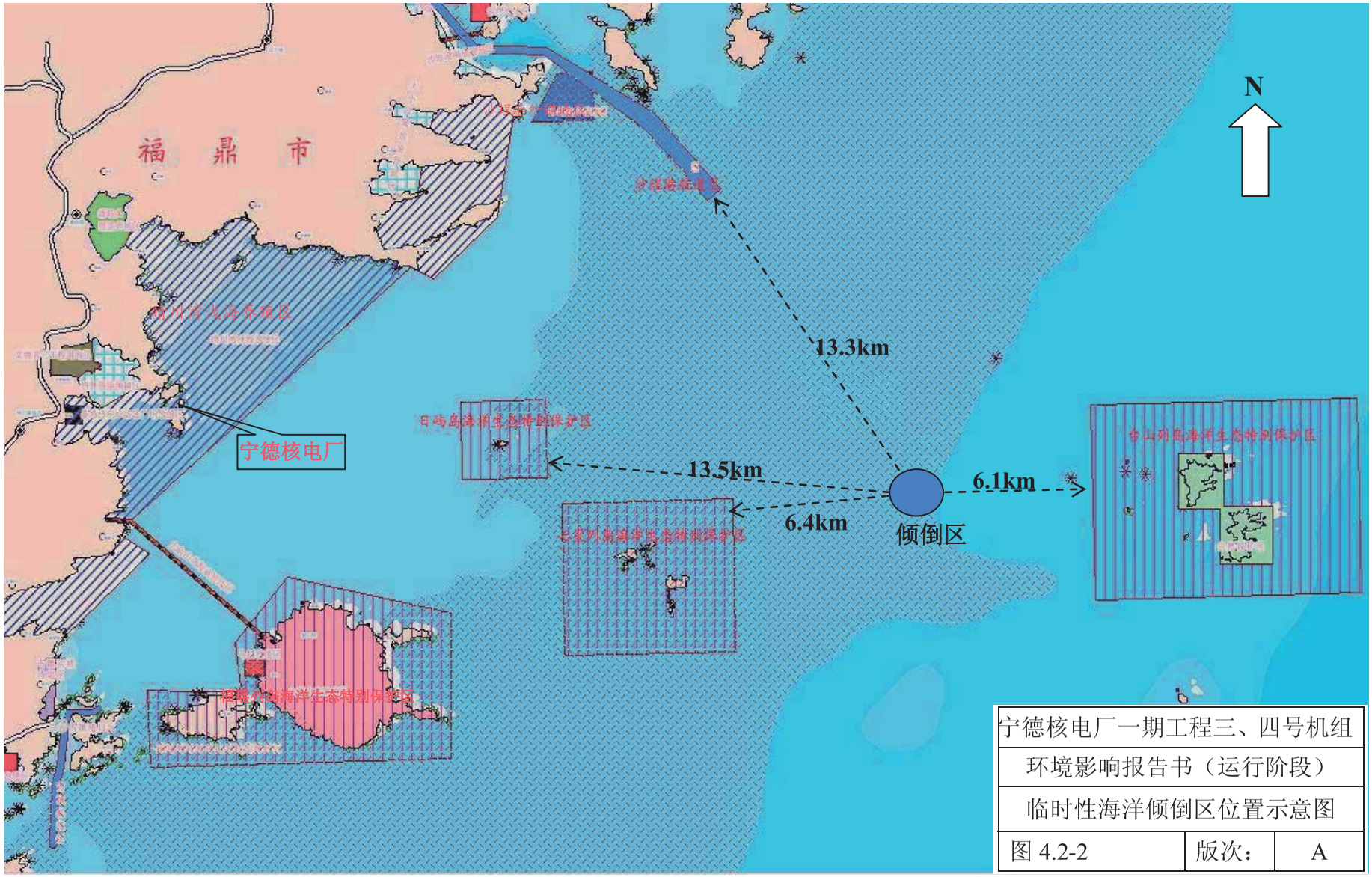
站号	北 纬	东 经	调查介质
HQ01	27°04′00″N	120°35′00″E	水文、水质、沉积物、生物
HQ02	27°00′00″N	120°32′00″E	水文、水质
HQ03	27°00′00″N	120°35′00″E	水文、水质、沉积物、生物
HQ04	27°00′00″N	120°38′00″E	水文、水质
HQ05	26°58′00″N	120°27′00″E	水文、水质、沉积物、生物
HQ06	26°56′30″N	120°32′00″E	水文、水质
HQ07	26°56′30″N	120°35′00″E	水文、水质、沉积物、生物
HQ08	26°56′30″N	120°38′00″E	水文、水质
HQ09	26°58′30″N	120°41′00″E	水文、水质、沉积物、生物
HQ10	26°53′00″N	120°35′00″E	水文、水质、沉积物、生物



后期界址点编号及面积

单 元	界 址 线	面积(公顷)
填海1	E1-E2~E16-E17	59.01
填海2	E18-E19~E24-E25	9.82
外围保护带用海（1）	A1~A5 A11~A48	76.64
外围保护带用海（2）	A5~A6 -A26-A49~A72-A33~A29-A73-A27 -A76~A78-A81-A82-A83-A84-A10	67.16
外围保护带用海（3）	A32-A83-A84-A85-A86	1.04
外围保护带用海（4）	A87-A88~A85-A88	1.47
港池用海	C1-C2-C3-C4	0.50
回旋水域、专业航道用海	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9	10.33
透水构筑物用海	B1-B2-B3-B4-B5-B6	1.65
南防波堤填海	E36-E37~E43-E44	5.49
北防波堤填海	E31-E32-E33-E34-E35	2.72
排水口填海	E26-E27-E28-E29-E30	0.61
温排水用海	A97-A98~A118-A119 -A58-A57-A56	500.34

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
项目用海示意图		
图 4.2-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
临时性海洋倾倒区位置示意图		
图 4.2-2	版次：	A

4.3 施工影响的控制

4.3.1 减少陆域环境影响的措施

4.3.2 减少海洋环境影响的措施

4.3.3 施工期间的环境监测

4.3.4 参考资料

表

表 4.3-1 施工现场无组织颗粒物历年监测结果（略）
表 4.3-2 环境敏感点空气质量历年监测结果（略）
表 4.3-3 厂区生活污水处理站 ED 出水口水质历年监测结果（略）
表 4.3-4 施工场界噪声历年监测结果（略）
表 4.3-5 环境敏感点噪声历年监测结果（略）
表 4.3-6 海域环境监测站位坐标（略）
表 4.3-7 宁德核电厂 2013 年施工期间海域环境监测结果（略）
表 4.3-8 宁德核电厂 2013 年施工期间海域环境监测水质评价结果（略）
表 4.3-9 宁德核电厂 2013 年施工期间海域环境监测沉积物质量（略）
表 4.3-10 2006 年~2012 年丰水期历次水质监测结果统计表（略）
表 4.3-11 2006 年~2013 年枯水期历次水质监测结果统计表（略）
表 4.3-12 2006~2012 年丰水期浮游植物监测结果统计表（略）
表 4.3-13 2006~2012 年丰水期浮游动物监测结果统计表（略）
表 4.3-14 2006~2012 年丰水期监测断面底栖生物监测结果统计表（略）

图

图 4.3-1 施工期陆域环境监测点位图
图 4.3-2 施工期海域环境动态监测点位图（2007~2012 年）
图 4.3-3 施工期海域环境动态监测点位图（2013 年）

4.3 施工影响的控制

4.3.1 减少陆域环境影响的措施

宁德核电厂在施工期间对陆域环境的影响主要是不同工程阶段和工程子项目建设期间对陆地生态、大气环境和声环境等方面的影响。经现场调研和建设方施工经验反馈，为最大限度降低对环境的不利影响，工程中采取了相应的有效缓解措施，主要包括：

（1）大气环境

— 施工期间爆破、混凝土搅拌和载重车辆运输过程等引起粉尘和地面尘土飘散，为降低其对大气环境的影响，保护施工人员的身体健康，施工过程中采取了洒水抑尘、深孔爆破、硬化路面、控制车速和加盖苫布等方式来降低施工起尘量，有效改善了施工区域的大气环境；

— 施工过程产生一定量的临时弃土，临时弃土场对环境的影响主要是弃土在堆放过程产生的扬尘污染。为控制临时弃土场对大气环境的不利影响，采取了在弃土倾倒和堆放过程中适量洒水抑尘，并避免同时进行大规模的弃土倾倒；

— 加强区域内的场地绿化，栽植能阻挡灰尘的高矮不等的乔木、灌木。

（2）声环境

— 使用低噪声施工设备，在高噪声源设备上加装消音、减震装置，经常对设备进行保养，维持设备处于良好的运转状态；

— 合理安排施工进度，避免在施工期间同步使用高噪声设备，严格控制夜间施工过程，对于可能影响到声环境敏感点的项目，禁止夜间施工，或夜间施工禁止使用重型机械和车辆；

— 在厂房建筑设计中，使办公场所和休息区远离强噪声源，并设置必要的值班室对工作人员进行噪声防护隔离，对工人直接接触的噪声设备，采用了隔声耳罩，对主控室单独进行声学设计，通过封闭隔声、减振和内部吸声降低混响等措施，减小室内噪声级；

— 对于土石方爆破、场地负挖和设备安装带来的振动和噪声影响，采取了深孔爆破方法，合理选择装药量，划定安全防护距离、装卸设备轻拿轻放等方式，来控制噪声及振动影响的范围。

— 厂区绿化，选用灌木和草坪等对噪声吸收效果较好的植物构成绿化带，减轻了对周围声环境的影响。

（3）生态

— 为控制弃土场的水土流失，通过工程措施、植物措施与预防保护措施来实施有效的控制。工程措施包括：弃土场“先挡后弃”，弃土堆放前在弃土场周围坡脚设砖砌挡坎，弃土结束后，对弃土顶面进行土地平整，为恢复创造条件；弃土结束顶面平整后，在弃土顶面及马道周围修筑挡水土埂，保持水土。植物措施包括：在弃土场顶面采取乔、草结合的方式，种植当地优势物种。预防保护措施包括：弃土过程中，将清基表土与其他弃土分开堆放，表土集中堆于弃土场一角，用于弃后回铺。弃土场在施工结束后用作景观平台。

— 为工程取土方便，在施工现场路边设置临时堆土场，为控制堆土场的水土流失，采取了在堆土场周围坡脚设砖砌挡坎，同时覆盖密目网的方式，减少雨水和大风天气造成的不良生态影响。

（5） 放射源及化学物品管理

— 施工期间主要用γ射线进行无损探伤检验，管理措施如下：

1）聘请有相应辐射安全许可的专业检测公司开展；

2）根据环境保护部颁布的《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行管理；

3）放射源存放在厂区内专用源库中，并设有专人看管和安保监控；

4）使用放射源的作业区范围内设置警示区和警戒线，防止有人误入控制区；

5）探伤操作人员佩戴个人剂量计和报警器，监控工作过程中个人所受辐射剂量。现场配备一台巡检仪，监控放射性工作场所的剂量水平。

— 核电厂建设施工阶段，将涉及多种化学物质的使用。在施工时，严格执行制定的化学物品管理使用规定，对化学物品的贮存和使用量严格控制，产生的危险废物由相关资质单位处理或由供应商回收处理。

4.3.2 减少海洋环境影响的措施

宁德核电厂在施工期间产生的悬浮泥沙、含油废水、生活污水、回填土方等会对附近海洋环境产生影响。一期项目海域工程和场地负挖已基本完成，目前主要处于厂

房建筑物构建和设备安装阶段。施工阶段为减少海洋环境影响采取的措施主要有：

— 厂址围填海阶段，按照先建围堰后吹填的施工工艺，围堰外侧用干净石料堆填，内侧使用混合土石料填充以防止泥沙污染水域；泥浆在围堰内通过两级沉淀池的沉降以降低溢流的悬浮物浓度；

— 挖泥船挖掘过程尽量做到精确定位，减少作业中不必要的超深、越宽疏浚量。泥浆在运输途中严格检查泥舱泥门的密封性，发现有泄漏污染物的现象，立即采取措施封堵；

— 对于岸边堆放的土方及建筑材料，加强场地管理，增加防护措施，以防止由于外界因素进入水体；

— 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物，船舶含油废水经油水分离器处理后排海，未安装油水分离器的小型船舶，自行将含油废水收集贮存后带至岸上处置；陆上隔油池定期清理，废油脂交由相关资质单位回收，废水送ED 处理达标后外排；

— 厂区雨污分流，禁止生活污水乱排或未经处理直接排海，加强对 ED 的维护管理，定期监测出水口水质，确保污水达标排放；

— 场地冲洗、混凝土搅拌等生产废水经沉淀池处理后，全部回用于场地洒水抑尘和绿化，不外排；

— 水下爆破严格控制一次爆破用药量，尽量减少爆破次数和单次爆破之间的时间间隔；爆破时间选择在低平潮时段进行，并避开鱼类繁殖生长旺盛的季节（8~9月）。

4.3.3 施工期间的环境监测

核电厂的施工包括陆域工程和海域工程的建设，这些工程的施工建设会造成厂址附近局部陆域及海域环境质量受到影响，为掌握核电厂建设施工期间对陆域及海域环境造成影响的程度，检验核电厂施工期间采取的减缓环境影响措施的实施效果，促使施工单位采用更合理的工艺以最大限度降低工程建设对周边环境的不利影响，福建宁德核电有限公司已委托相关有资质单位开展了宁德核电厂施工期间的陆域及海域环境监测专题，目前该两项监测工作仍在进行中，以下对历年监测结果进行回顾性分析，并评价施工期以来厂址附近海域及陆域环境的变化。

4.3.3.1 陆域环境监测

（1）监测内容、频次及布点位置

福建宁德核电有限公司已委托宁德市环境监测站承担宁德核电厂施工期间的陆域环境监测，监测工作于 2008 年 10 月开始，至施工期结束为止，目前已监测至 2013 年 6 月，每季度监测一次，每年监测四次。具体监测内容如下：

a、环境空气监测：共布设 6 个空气监测点位，厂址边界 4 个，牛栏岗海滨度假村和渔井村两个敏感点各 1 个。厂界监测项目为无组织排放颗粒物，敏感点监测项目包括总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM_{10}）、二氧化硫（SO_2）和二氧化氮（NO_2）。厂界每次监测 1 天，敏感点每次连续监测 5 天。

b、废水排放监测：在污水处理站 ED 进口和出口各设置一个采样点，测试 pH、化学需氧量（COD_{cr}）、五日生化需氧量（BOD_5）、悬浮物（SS）、动植物油、氨氮和磷酸盐。每次 1 天，每天 4 次。

c、噪声监测：共设置 7 个监测点，包括场界 5 个点，牛栏岗滨海度假村和渔井村环境敏感目标 2 个点。测试项目为等效连续 A 声级（LeqA）。

监测点位布置见图 4.3-1。

（2）历年监测结果及分析

陆域环境历年监测结果见表 4.3-1~4.3-5。

a、大气质量

由表 4.3-1 可知，施工期以来场界无组织颗粒物浓度最大为 0.299mg/m^3，出现在施工初期， 后期随着大规模的场平施工结束，场界无组织颗粒物浓度基本维持在 0.2mg/m^3 以下，小于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求的无组织排放监控浓度限值 1.0mg/m^3。

由表 4.3-2 可知，牛栏岗海滨度假村环境敏感点的历年 TSP 日均浓度值为 0.06~0.214mg/m^3，PM_{10} 日均浓度为 0.03~0.104mg/m^3，SO_2 小时浓度均值为 0.006~0.026mg/m^3，NO_2 小时浓度均值为 0.004~0.028mg/m^3；渔井村环境敏感点的全年 TSP 日均浓度值为 0.073~0.197mg/m^3，PM_{10} 日均浓度为 0.04~0.098mg/m^3，SO_2 小时浓度均值为 0.004~0.027mg/m^3，NO_2 小时浓度均值为 0.006~0.028mg/m^3，敏感点的大气环境质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）和关于发布《环境空气质量标准》（GB3095-1996）修改单的通知表中二级标准浓度限值。

大气监测结果表明，建设方对施工过程扬尘和废气进行了有效的管理和控制，施工期对周围环境敏感点的空气质量影响较小。

b、污水水质

由表 4.3-3 可知，自 2009 年对 ED 开始监测以来，按照 GB18918-2002 中一级 B 标准进行评价，出现过超标的污染物有 SS、COD 和动植物油，其中 SS 超标次数较多，其余指标均可满足评价标准的要求。

建议业主加强对 ED 的日常管理和检测，及时对前处理设施如化粪池、隔油池等进行清理，减少 ED 受水质变化带来的冲击；另可采取适当延长 ED 二级处理后的水力停留时间，二沉池中增加絮凝剂投放等措施，以降低出水中的 SS 浓度。

c、声环境

由表 4.3-4 可知，施工场界历年昼间场界噪声监测值为 52.1~73.6dB（A），均满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-1990）中的要求。因夜间不施工，因此未对夜间场界噪声进行监测。

由表 4.3-5 环境敏感点噪声历年环境监测结果可知，牛栏岗海滨度假村和渔井村除 2010 年外，其他施工年份均存在一定超标现象。考虑到核电厂夜间不施工，因此敏感点夜间噪声超标与当地背景噪声较高有关。牛栏岗度假村为旅游景点，大巴、游客较多，因此噪声背景值也偏高。建议业主进一步加强对施工进出车辆的运行管理，途径敏感点附近应降低车速、减少鸣笛，以降低对敏感点声环境质量的影响。

4.3.3.2 海域环境监测

（1）监测内容、频次及布点位置

建设单位已委托国家海洋局闽东海洋环境监测中心站开展宁德核电厂施工期间的海域环境监测，监测工作于 2007 年开始，持续至施工期结束，期间在每年夏季和冬季监测两次。监测内容包括水质、沉积物、海洋生物、海流及悬沙等。

2007 年~2012 年的历次海域监测点位相同，为填海区沿主流方向向两侧各外推 5km 的水域，点位布设方式为以主厂区为中心呈辐射状向外布设 3 条断面，每条断面 2 个点，并增设两处潮间带底栖生物监测点位。各站位位置具体见表 4.3-6 和图 4.3-2。

为更好的掌握核电施工对临近海域海洋环境的影响，2013 年 1 月扩大了海域监测范围，并增加了监测项目。监测站位情况见表 4.3-6 和图 4.3-3。

（2）监测结果及评价

宁德核电厂最近一次海域环境监测为 2013 年 1 月，本节先对最近一次监测结果进行分析评价，后续将结合历次环境监测结果进行比对分析。

2013 年施工期海域环境监测结果见表 4.3-7，根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（2011~2020 年），宁德核电厂附近海域除温排水外均执行二类水质标准。采用单因子指数法评价电厂附近海域环境质量现状，评价结果见表 4.3-8。

由表 4.3-8 可知，2013 年 1 月监测海域大部分水质指标均可满足 GB3097-1997 中的二类水质要求，超标污染物为营养盐，其中无机氮超标程度较为严重。根据历史监测资料，电厂附近海域本底营养盐含量较高，一直处于超标现象，这主要与附近养殖业较为发达有关，同时每年 10 月~次年 2 月是电厂附近海域养殖紫菜的高峰期，因此预计该海域营养盐超标主要是本底较高及养殖业所造成，电厂贡献量较少。

电厂附近海域沉积物质量执行二类标准，监测结果见表 4.3-9，单因子指数计算结果见表 4.3-9。由表 4.3-9 可知，电厂附近海域沉积物质量良好，可以满足 GB18668－2002 中二类标准。

（3）海域环境监测回顾性分析

宁德核电厂附近海域环境监测自 2006 年开始，一直持续到施工期结束。为便于比对，分别选择历年丰水期（夏季）和枯水期（冬季）进行比较分析。

——水质

表 4.3-10 为 2006 年~2012 年丰水期历次水质监测结果统计表，由表可知，丰水期监测海域悬浮物含量较低，2006 年悬浮物含量水平最低，施工期间悬浮物含量上升，但仍处于较低水平；2006 年、2009 年 pH 指标存在超标现象，2010~2012 年状态转好，各测站均符合二类海水水质标准；2006 年溶解氧指标 5%测站超标，2009 年~2012 年均符合二类海水水质要求；2006 年监测海域石油类含量较低，2009 年~2012 年含量有所上升，但仍处于较低水平，2011 年和 2012 年监测期间部分站位略超二类海水水质标准，符合三类海水水质要求。

表 4.3-11 为枯水期历次水质监测结果统计表，由表 4.3-11 可知，2006 年和 2013 年枯水期监测结果相似，活性磷酸盐和无机氮 100%超二类海水水质标准，其他监测指标均符合二类海水水质标准。与环评调查期间相比，本次动态监结果中溶解氧平均含量降低，其他各项指标平均值均呈上升趋势，整体来看，枯水期水质呈下降趋势。

——沉积物

监测海域历年沉积物质量变化趋势不大，基本保持稳定状态，均满足二类沉积物质量要求。

——生态

浮游植物历年监测结果统计见表 4.3-12。由表可知，6 月份宁德核电工程附近海域多为赤潮爆发海域，2009、2011 年和 2012 年监测期间正处于赤潮爆发时期（2012 年未赤潮消亡阶段），故群落结构特征指数均较低；2010 监测发现浮游植物种类、数量均处于最低值，这可能与当年气候异常有关。与 2006 年相比，枯水期监测海域浮游植物种类减少，细胞密度降低，群落结构不稳定。

历年监测资料表明监测海域浮游动物主要为桡足类，且浮游幼虫所占比例较大（表 4.3-13）。在丰水期环评调查期间浮游动物种类最多，生物量和生物密度一般。动态监测期间，受天气和赤潮、施工等多因素影响，浮游动物种类、密度和生物量等变化幅度较大。2009 年和 2012 年受赤潮影响主要表现为种类、生物量和密度降低，2011 年因为是夜光虫赤潮，故生物量和密度较大。2010 年浮游动物种类丰富度一般，但生物量和生物密度较大。因受多种因素影响，工程施工对邻近海域浮游动物影响需要进一步调查。与 2006 年相比，枯水期（2013 年）浮游动物的种类、生物量和密度均大幅度降低。

2006 年浅海底栖生物种类、生物量和密度均较高。动态监测期间底栖生物种类、生物密度、生物量均呈现下降态势，可以看出工程施工对浅海底栖生物影响明显。

2006 年潮间带监测断面底栖生物种类、数量均较多。因施工原因，部分断面已不存在，故动态监测断面位置与之不同，缺乏可比性。2009 年~2011 年动态监测期间潮间带底栖生物种类较少，生物量和生物密度较低。其中 2009 年和 2010 年主要为小型底栖生物，密度较大，但生物量较低，2011 年生物密度降低，但生物量增加。2012 年监测期间发现两条断面被当地渔民用来养殖，养殖种类主要为蛤和缢蛏，所以 2012 年监测底栖生物的生物量和密度大幅度增加。底栖生物监测结果见表 4.3-14。

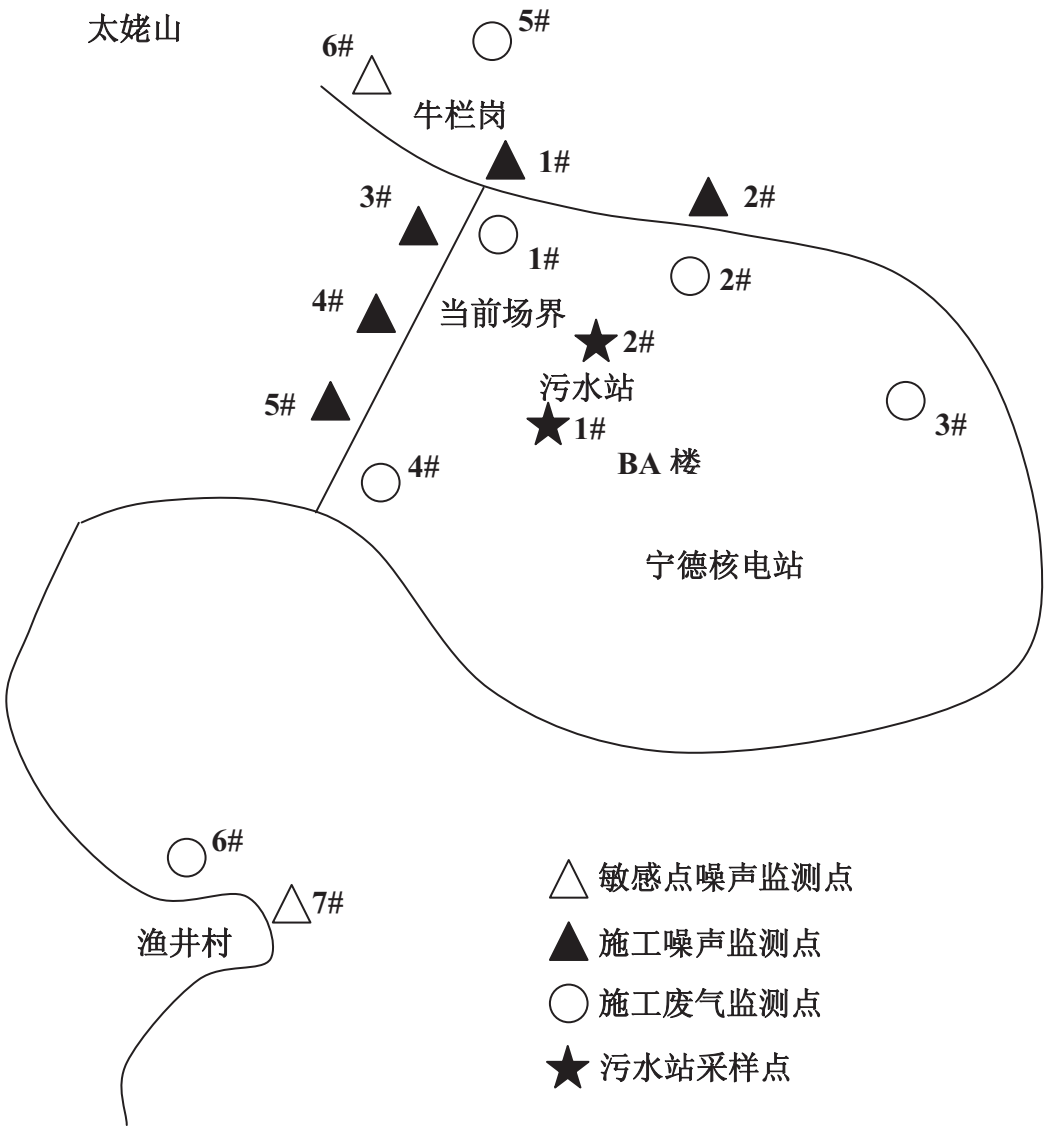
施工前后，工程海域悬浮物含量、pH 值、溶解氧含量没有发生不利的改变。水质中石油类、无机氮和活性磷酸盐为主要的超标因子。不同年份石油类含量波动较大，而施工期间工程邻近海域石油类含量存在不同程度的超标现象。无机氮和活性磷酸盐在施工前后均存超标现象，这可能与近岸海域富营养化趋势和密集水产养殖相关。沉

积物在动态监测期间各指标基本保持良好，工程施工未对监测海域的沉积物环境产生明细影响。监测海域浮游植物生态质量较差，该海域为赤潮高发区，水质及生态环境易受赤潮影响；监测海域浮游动物种类较为丰富，生态环境质量相对于浮游植物和底栖生物来说基本处于较好的水平；底栖生物受工程影响最为明显，造成生物种类减少、密度和生物量降低，优势种发生变化，但是这种影响具有可恢复性，当施工结束或无施工活动时，生物会进行自我修复。

4.3.4 参考资料

[1] 宁德市环境监测站，宁德核电厂施工期间监测报告，2008~2013 年；

[2] 国家海洋局闽东海洋环境监测中心站，宁德核电厂施工期间海域使用动态监测总报告，2007~2013 年。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
施工期陆域环境监测点位图		
图 4.3-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
施工期海域环境动态监测点位图（2007 年~2012 年）		
图 4.3-2	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
施工期海域环境动态监测点位图（2013 年）		
图 4.3-3	版次：	A

4.4　水土保持

4.4.1　水土流失预测

4.4.2　水土流失的影响

4.4.3　水土流失的防治

4.4.4　水土保持监测

4.4.5　小结

4.4.6　参考资料

表

表 4.4-1　水土保持监测点分区布置情况表

表 4.4-2　土石方总量表（略）

表 4.4-3　水土保持工程措施及工程量汇总表（略）

表 4.4-4　水土保持植物措施及工程量汇总表（略）

表 4.4-5　水土保持临时措施及工程量汇总表（略）

表 4.4-6　宁德核电厂历年土壤流失量汇总表（略）

4.4 水土保持

宁德核电厂所在地土壤以红壤为主，根据《福建省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》（闽政文[1999]205 号），厂址所在地未被划入省级水土流失重点防治区范围。

福建省水利水电勘测设计研究院依据相关法规要求编制了福建宁德核电厂一期工程（4×1000MW）水土保持方案报告书，2008 年 2 月，水利部批复了该报告书（水保函[2007]64 号）。

4.4.1 水土流失预测

宁德核电厂一期工程总扰动土地面积为 158.83hm^2，破坏林草植被面积 69.33hm^2。项目建设可能造成的水土流失面积总计 161.76hm^2，预测建设时段内水土流失量 3.46 万 t，新增水土流失量 3.38 万 t。

4.4.2 水土流失的影响

（1）扰动原地貌面积

宁德核电厂主厂区陆域总用地面积 158.83hm^2。项目施工用地范围内地表均受扰动，包括临时占地的扰动地表面积为 161.76hm^2，扰动陆域地表面积以林地为主。

（2）损坏水土保持设施

项目建设过程中，工程施工对原地貌、土壤和植被产生很大影响。场地平整及土石方开挖使主体工程施工区陆域植被全部破坏，弃渣堆放压占了一定数量的植被等，道路开挖填筑等也使其占地范围内植被破坏。

项目建设总计损坏水土保持设施面积 69.33hm^2，均属福建省福鼎市管辖范围。

（3）可能造成的水土流失量

在项目施工用地面积 158.83hm^2 中，可能造成的水土流失面积主要包括核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、施工生产生活区、取排水区、交通道路区、码头工程区、弃渣场区等主体项目建设区。

工程预测时段内建设扰动期水土流失量 3.31 万 t，自然恢复期水土流失量 0.15 万 t，预测时段产生水土流失总量 3.46 万 t，原有水土流失量 0.08 万 t，新增水土流失量 3.38 万 t。

4.4.3 水土流失的防治

4.4.3.1 防治责任范围

本项目防治责任范围中项目建设区包括：核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、施工生产生活区、取排水区、交通道路区、码头工程区、弃渣场区及预留区等，合计面积 455.30hm^2。

直接影响区：道路下方、渣场下方、施工区下方影响区均在预留区内，已列入项目建设区；应急公路厂外段面积 31.00hm^2；拆迁安置区面积 1.67hm^2，合计直接影响区面积 32.67hm^2。

本水土保持方案防治责任范围面积总计 487.97hm^2。

本项目水土流失防治责任范围根据各水土流失区侵蚀特点、施工布置及征地（占地）用途进行分区防治。

4.4.3.2 分区防治措施

（1）厂区防治区

优化施工组织和制定严格的施工作业制度，施工组织中，在满足施工进度前提下，将挖填施工安排在非汛期；开挖的土石方按类型及利用方式，及时运往目的地加以利用或堆置，严禁随意倾倒；施工场地地表裸露，土石松散，易受雨水侵蚀，为减少场内土壤侵蚀造成水土流失，在场内设临时排水沟，并在排水沟出口处设沉沙池，以对场内地表汇水进行沉淀处理，经沉沙池沉淀处理后再排出场外，降低施工建设期产生的水土流失。采取塑料薄膜进行施工期临时覆盖。

厂区除主厂区双道围墙范围外，在施工后期进行覆土绿化，绿化不仅考虑景观与环境美化，而且也考虑其水土保持功能。树种以低矮灌木为主，主要有洒金柏、夹竹桃、小叶女贞等，草种以铺设马尼拉草皮为主。

（2）办公生活及辅助设施区

规划建设的武警营地已建设完成，区域绿化也已覆盖。办公生活及辅助设施区绿化树种以乔木为主，配合灌木，主要有樟树、福建柏、洒金柏、夹竹桃、小叶女贞等，草种以铺设马尼拉草皮为主。

（3）施工生产生活区

施工生产生活区布设临时排水沟 4373m，以及相应的沉沙池。

（4）取排水区

取排水区新增绿化措施，部分堤顶覆土厚 20cm，铺设马尼拉草皮绿化。马尼拉草皮采用满铺方式种植。

（5）交通道路区

施工进场道路已修筑完成，已采取了挡墙、护坡、排水等工程措施，以及种植爬山虎，喷草籽，满铺草皮等少量植物措施。由于施工进场道路亦为永久公路，沿内侧设置花坛，在其内种植福建柏、洒金柏绿化，种植爬山虎覆盖边坡。

1#施工便道已废弃不用，对其进行整治，由于该便道土层较厚，整地后覆种植茶树，播狗牙根草籽和胡枝子种子绿化，播种量各 3g/m^2。茶树种植株行距均为 1m，随整地随种植。2#施工便道两侧种植相思，种植方式同前。

应急公路厂内段主要补充施工过程临时防护措施。施工过程中，道路边坡开挖后，后续工序护坡等防护措施未立即施行的，采用塑料膜临时覆盖防护，以防止施工期遇暴雨产生水土流失，边坡底部设置临时排水沟，开挖后以塑料膜覆盖排水沟临时排水，经沉沙池后排放。

近厂区部分公路边坡多为土质边坡，为改善项目景观，营造项目良好的生产生活环境，采取三维植被防护网进行生态护坡。

（6）弃渣场区

弃渣场主要渣源为过境岛表层土及施工道路弃渣，设置 2 处，均位于备湾山，1#弃渣场堆渣量 3.82 万 m^3，2#弃渣场堆渣量 3.11 万 m^3，目前已经结束堆渣。

1＃弃渣场自身汇水面积很小，仅 0.01km^2，加上上方施工进场道路排水沟汇入的地表径流，总汇水面积 0.03km^2。为排除地表径流，弃渣场周边设置 M7.5 浆砌片石排水沟将施工进场道路排水沟接至弃渣场下游，经沉沙池后排放。在弃渣场谷口对现有挡墙进行加高培厚。弃渣场堆渣为土石混合，以土方为主，渣坡比为 1:1.5，每堆高 5m 设置 1m 宽的马道，对第一、二级坡面设置 M7.5 浆砌片石护坡，对其余坡面进行适当修整，混播狗牙根草籽和胡枝子种子绿化，播种量各 3g/m^2。弃渣场顶部撒播狗牙根草籽、胡枝子种子绿化，播种量亦为各 3g/m^2。

2＃弃渣场汇水面积亦很小，仅 0.03km^2，为排除地表径流，弃渣场冲沟已建有 M7.5 浆砌片石排水沟，将排水沟接至弃渣场下游，与施工进场道路涵洞相接，落差较

大处设置了跌水坎。水土保持防护措施与 1＃弃渣场类似，加高培厚现有挡墙，墙后弃渣分级堆置，现有堆渣坡比 1:1.5，每堆高 5m 设置 1m 宽的马道，坡面设置 M7.5 浆砌片石护坡，设置 PVC 排水管同 1#弃渣场。

4.4.4 水土保持监测

宁德核电厂在施工过程中会扰动原地表、破坏土壤和植被，加剧水土流失的发生和发展，在一段时间内对周边生态环境产生一定的负面影响。为掌握建设过程中的水土流失动态，分析项目建设存在的水土流失问题和隐患，以便及时采取相应的防控措施，最大限度地减少水土流失量，同时也为进一步完善水土保持防治措施，优化水土保持措施的布局，建设单位已针对一期工程委托北京华夏山川生态环境科技有限公司开展全方位、全过程的水土保持监测。

本项目水土保持重点监测区域为水土流失预测量较大的施工期弃渣场、施工道路区、主体工程施工区（核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、施工生产生活区）、开挖裸露边坡、临海松散边坡。监测单元按水土流失防治责任范围分区划分，与水土流失预测相结合。项目现有监测点分区布设情况见表 4.4-1。

依据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）和《水土保持监测技术规程》（SL277-2002），结合宁德核电厂实际情况，监测内容包括 4 个方面：

（1）项目水土流失防治责任范围动态监测

防治责任范围的动态监测包括核查由于项目设计变更等原因，项目水土流失防治责任范围发生变化情况;另外，施工期间不同时期土壤的扰动情况、水土流失状况不同，水土流失面积发生着相应的变化。

防治责任范围的动态监测也包括核查原地貌及扰动地貌的面积与分布、地面组成物质、植被类型与覆盖度，以及核查边界扰动情况等。

（2）土石方开挖、填筑、弃渣动态监测

包括土石方开挖、填筑、弃渣数量、占地面积、水土保持措施实施情况。重点为核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、交通道路区、施工生产生活区土石方平衡的动态监测。

（3）水土流失动态监测

a、不同阶段水土流失动态监测

包括地表扰动面积，水土流失面积、强度等。因为土石方开挖、弃渣场、填筑区域、施工道路外侧埋压原始植被裸露松散坡面是新增水土流失的主要来源，所以上述各部分是水土流失动态监测的重点。

b、水土流失危害监测

主要是对因施工引起的水土流失造成的危害进行监测，包括由于冲刷、精坡、费塌、沉陷、淤积对工程本身的危害和对外界的影响进行监测。

对项目区及周边潜在的地质灾害地段进行监测，包括对工程建设可能引起的滑坡、泥石流、崩岗等重力侵蚀及软弱地基可能发生的重力沉降进行监测。该类侵蚀突发性和危险性犬，是本监测的重点之一。

c、水土保持措施实施及效果动态监测

加强现场巡查，及时掌握水保措施实施情况，结合工程进度统计资料实地核查确定水土保持工程措施（类型、工程量、防治面积等指标）、植物措施（树种、草种、数量、面积、成活率、覆盖度及覆盖面积）与临时措施的治理面积。

d、施工期土壤流失量动态监测

根据现场布设的监测点，计算不同扰动情况、不同时段土壤流失量。统计施工期各阶段水土流失面积，依据实测不同扰动类型土壤侵蚀模数，监测施工期土壤流失量。

水保监测方法采用实地调查法、现场巡查法、定点监测法和综合分析法。

根据最新监测成果（2013 年第三季度报告），截至第三季度末，陆域累计扰动面积 118.7hm^2。一期厂平 2006 年 4 月开始，2007 年 4 月完成，累计土方挖运 750500m^3，石方挖运 2819200m^3，一期厂平完成土石方开挖合计 3569700m^3，全部用于厂平海域填筑。一期厂平过境岛剥离表土 2.8 万 m^3 运至 2#弃渣场，用于后期绿化覆土，现已彻底治理。

施工进场道路改造工程 2008 年结束，土石方开挖量 16.18 万 m^3，其中土方 4.04 万 m^3，石方 12.14 万 m^3；土石方利用量 14.05 万 m^3，其中土方 4.04 万 m^3，石方利用 10.01 万 m^3，余方 2.13 万 m^3 运至 1#弃渣场。弃渣场上不平整换土植树绿化，已过自然恢复期，植被长势良好。

厂外段进场道路改造工程剥离山皮土 9288m^3，土石方开挖累计完成 165240m^3，其中土方 91407m^3，石方 73833m^3；用于修筑回填路基 52300m^3，其中土方 29800m^3，石方 22500m^3。厂外段道路改造工程选定路边山凹处作为弃渣场，弃渣量 11.29 万 m^3，

其中土方 6.16 万 m^3，石方 5.13 万 m^3。弃渣场先拦后弃，下部修筑浆砌石挡墙，周边附设排水沟。现已过自然恢复期，植被恢复良好。弃渣场先挡后弃、敷设沉砂池、排水沟等水工设施，拦渣率基本达到 100%。

截至 2013 年第三季度，宁德核电厂土方开挖量合计 289.99 万 m^3，石方开挖量合计 1812.85 万 m^3，综合利用量合计 2062.99 万 m^3，弃渣量为 67.92 万 m^3，具体见表 4.3-2。2013 年第三季度水土保持工程措施治理面积 3915m^2，累计完成 545573.5m^2，具体见表 4.3-3。2013 年第三季度水土保持植物措施治理面积 700m^2，累计治理面积 267041m^2，具体见表 4.3-4。临时措施治理面积累计完成 429751m^2，具体见表 4.3-5。

按土壤侵蚀模数和实测水土流失面积，2013 年第三季度土壤流失量为 126.47t，其中，有害土壤流失量为 34.82t，无害水土流失量为 91.645t，施工期累计土壤流失量为 22603.67t，在预测土壤流失总量的范围内。历年土壤流失量见表 4.3-6。

4.4.5 小结

宁德核电有限公司和工程公司宁德项目部高度重视水土保持工作，在抓好主体工程的同时，合理安排水土保持工程措施项目，及时进行绿化施工，并采取必要的临时施工防护措施，水保方案中的水土保持措施得到较好的落实，水土保持设施的施工质量符合设计规范要求，有效控制了工程的水土流失。

厂区主体工程进展顺利，围堰护岸、厂平、骨干路网、管网已完成，区域排水系统完善；厂区施工生产生活区大面积精平细整已铺筑水泥碎石稳定层，大部分被临设构筑物覆盖；交通道路区已全部进行混凝土、沥青路面硬化，对裸露边坡进行治理支护并完善排水系统；临时堆渣采取分层碾压，弃渣场配套水工设施并植树绿化、撒泼草籽帮助天然植被恢复；BA 楼、石狮鼻、备湾生活区高边坡框架喷混植生绿化、进场道路、观景台和办公区生活区进行阶段绿化施工，营造了良好的施工生产生活环境。这些水保设施发挥了良好的水土保持功能。

总体来看，在施工过程中施工单位能够按照水土保持方案的要求进行施工，各种水土保持措施及时跟进，临时措施工作到位，项目的总体水土保持情况良好。但水土保持工作中仍存在一些需要改进和完善的细节，如观景台下输电线塔基础周边开挖，堆载松散产生边坡冲沟，影响景观效果；部分喷混植生枯萎，出苗不理想，对水土防护效果较差。建议电厂业主督促施工方继续重视水土保持和生态保护工作，及时对开

挖处进行回填和边坡防护，同时尽量选择适宜本地生长的草籽、灌木种子进行喷混植生，加强洒水养护，保证绿化效果，尽量减少坡面水土流失。

4.4.6 参考资料

[1] 福建省水利水电勘测设计研究院，福建宁德核电厂一期工程水土保持方案报告书，2008 年 2 月；

[2] 北京华夏山川生态环境科技有限公司，福建宁德核电厂一期工程 2013 年第三季度水土保持监测季报，2013 年 10 月。

表 4.4-1　水土保持监测点分区布置

序号	水土保持监测单元	监测点数	监测点布置	监测方法	监测项目	监测频次
1	核电厂厂区	4	常规岛开挖、350KV 变电站旁	定点监测、调查	土、石方开挖及弃渣情况、土质边坡水土流失量、水土流失面积和程度、开挖石质边坡稳定性监测	汛期每月监测 1 次，非汛期每季度 1 次，林草恢复期监测 2 次，即汛期前后各 1 次
2	办公生活及辅助设施区	2	宿舍区、工程永久办公楼边坡	调查监测	水土流失量、水土流失面积和程度、主体水保功能措施进展情况	
3	施工生产生活区	2	办公楼后边坡	定点监测、调查	喷混植生防治效果、径流小区水蚀监测	
4	交通道路区	5	施工进场道路、场外段进场道路	定点监测、调查	开挖土质边坡、道路外松散土质边坡水土流失量和流失面积、程度、边坡稳定性、工程措施及植物措施水土保持效果、对周边环境影响等	
5	码头工程区	1	码头工程区	调查监测	水土流失情况	
6	取排水区	1	取排水区	调查监测	水土流失情况	
7	弃渣场区	2	$1^{\#}$、$2^{\#}$弃渣场	定点监测、调查	弃渣堆置量、水土流失量、水土保持防护工程的稳定性和完好程度、拦渣率、对周边环境影响等	
8	砂石场（辅助）	1	砂石场进场路、开挖边坡	定点监测、调查	道路开挖土质边坡水土流失量、开挖岩石边坡稳定性等	
	合计	18	以上监测点包括桩钉小区监测点、水蚀径流小区及滑坡、崩岗等重力侵蚀以及植物措施监测等固定调查监测点			

表 4.4-2　土石方总量表

分区	项目名称	土方开挖量	石方开挖量	利用量	弃渣量	备注
厂区	厂平一、二期	108.22	1056.46	1161.88	2.8	山皮土弃在2#渣场
	1#& 2#核岛负挖		14.78	14.78		海域填筑
	1#& 2#常规岛负挖		14.78	14.78	0	海域填筑
	1#& 2#核岛周边负挖		11.41	11.41	0	海域填筑
	PX 泵房负挖		38.9	38.9	0	海域填筑
	3#& 4#核岛常规岛负挖	1.36	59.96	61.32	0	海域填筑
	3#& 4#核岛常规岛 BOP 负挖	31.37	85.6	116.96		箱涵填筑
	二跳岛	0.5	2.75	3.25	0	箱涵填筑
	厂房廊道	0.89	15.24	22.67	0.1	箱涵填筑
	泄洪渠		1.2	1.2		海域填筑
	综合管网	51.72	34.5	87.02	0.1	基础回填、堆载
	厂区路网	0.86	0.45	1.36	0	基础回填、堆载
	海工二期	挖於 62.64	33.5	44.98	8	纳泥区堆载 10.48 万
	给排水、管网绿化	40.22	33.46	77.60	0.2	基础回填
	小计	248.31	1402.99	1658.28	11.2	
办公生	净水厂	5.28	2.87	8.15	0	填筑海域、工业园区
	武警营地		0.35	0	0.35	放射源库弃渣场
	培训中心	0.12	4.57	4.69	0	基础回填
	小计	5.4	7.79	12.84	0.35	
生产	备湾生活区开挖	11.26	74.57	85.59	0.42	填筑生活区
	长短脚爆破挖运	4.69	33.64	38.33	0	填筑海域
	备湾临海松散边坡整治	4.31	18.88	23.19	0	现场整平利用
	小计	20.26	127.09	147.11	0.42	
交通道	施工进场道路		19.74	17.06	2.68	石方弃至1#渣场
	专用公路大桥	4.41	21.61	27.07	4.25	绿化备土4.25万方从
	小计	4.41	41.35	44.13	6.93	
合计	核电厂区合计	273.97	1579.22	1862.36	18.9	弃渣5.48万方，
项目轴	厂外段道路		17.45	6.16	11.29	弃土6.16万方、石方
	砂石料场	16.02	216.7	194.99	37.73	修施工道路运弃填筑
	前两项小计	16.02	233.63	200.63	49.02	
总计		289.99	1812.85	2062.99	67.92	

第五章　电厂运行的环境影响

5.1　散热系统运行的影响

5.2　正常运行的辐射影响

5.3　其它影响

5.4　退役

5.1 散热系统运行的影响

5.1.1 物理影响
5.1.1.1 模拟区域及研究条件
5.1.1.2 计算与实验模型的验证和率定
5.1.1.3 数值模拟和物模试验的结果
5.1.1.4 温排水影响评价

5.1.2 生物效应
5.1.2.1 温排水对海洋生物的影响
5.1.2.2 温排水对厂址附近海水养殖的影响
5.1.2.3 温排水对保护生物的影响
5.1.2.4 对水体赤潮发生的潜在影响
5.1.2.5 取水系统的卷吸效应影响分析

5.1.3 参考资料

表
表 5.1-1 电厂运行期间的取水口温升
表 5.1-2 不同潮型条件下的温升包络面积（数模）
表 5.1-3 典型潮条件下的温升包络面积（物模）
表 5.1-4 典型潮条件下的温升包络面积（推荐）

图
图 5.1-1 冷却水数学模型和物理模型范围图
图 5.1-2 冷却水数学模型计算网格分布图
图 5.1-3 物理模型布置图
图 5.1-4 水文观测验证站点分布
图 5.1-5 潮位过程验证

图 5.1-6　流速、流向过程验证
图 5.1-7　物理模型潮位验证
图 5.1-8　物理模型实验流速、流向验证
图 5.1-9　排水口涨落潮分布图
图 5.1-10　全潮最大温升包络线（数模）
图 5.1-11　全潮平均温升包络线（数模）
图 5.1-12　物模温升包络范围
图 5.1-13　全潮最大温升包络线与近岸海域环境功能区划的相对位置
图 5.1-14　厂址周围养殖区在全潮最大温升包络线中的相对位置

5.1 散热系统运行的影响

宁德核电厂 1~4 号机组布置于过境岛上，电厂东临东海，南临文渡湾，北面为晴川湾。电厂机组采用海水直流冷却方式，散热系统产生的废热通过循环冷却水排水系统排入晴川湾。厂址海区潮流类型为半日潮流，最大潮差在 7m 以上，潮差较大，潮流运动在外侧开敞海域呈逆时针旋转流，主流向总体为东西向；在近岸受地形、岛屿及岸线影响，基本沿岸线走向，呈往复流形式；海区内落潮流向偏东，涨潮流向偏西，落潮流最大流速一般大于涨潮流。

根据厂址工程海域海底地形和潮流特征等因素，电厂取排水系统采用“南取北排”方式，取水构筑物包括取水渠南防波堤、取水渠北防波堤、厂区内护岸以及厂区南护岸四部分；排水口布置在厂区东北角，厂区内采用箱涵排水，取排水口间距约 1600m。电厂一期工程 4 台的取排水流量为 230m^3/s，出水温升为 8.35℃。取、排水口的具体布置情况详见本报告书第三章图 3.1-1。

5.1.1 物理影响

核电厂散热系统产生的废热通过电厂循环冷却水排水系统排入晴川湾，为分析温排水的影响范围，电厂业主委托南京水利科学研究院开展厂址附近海域温排水数值模拟和物理模型试验。计算中，考虑宁德核电厂 4 台核电机组的取排水量为 260m^3/s，电厂循环冷却水排放口的温升为 7℃。

5.1.1.1 模拟区域及研究条件

（1）数值模拟

鉴于物质在水体中扩散的范围主要由扩散水域的动力条件、物质排放量及其在水体中滞留的时间等因素决定。数学模型除了满足动力计算条件外，计算域大小主要由可能的扩散范围来确定，计算域的选择原则是尽量减小边界对扩散的影响，这样计算范围应尽可能大，同时也应兼顾潮流模型的精度和计算量大小。因此数值模型边界北侧选在沙埕港以北，东边界选择在-30m（理论基面）等深线以外，其北边界离开工程区 33km，东南离工程区 40km，西南边界离开工程区 40km。数学模型计算范围见图 5.1-1，计算网格分布见图 5.1-2。相应的数学模型计算网格步长介于 25~1000m 之间，网格单元数>28000 个，节点数>14000 个。

数值模拟采用成熟的水深平均平面二维潮流数学模型，国内较多滨海核电厂采用该模型进行了温排水影响研究。流场及温度场的控制方程如下：

连续方程：

$$\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{\partial uH}{\partial x}+\frac{\partial vH}{\partial y}=q \qquad (1)$$

动量方程：

$$\frac{\partial uH}{\partial t}+\frac{\partial uuH}{\partial x}+\frac{\partial uvH}{\partial y}=-gH\frac{\partial Z}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_t H\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_t H\frac{\partial u}{\partial y}\right)+\frac{\tau_{sx}}{\rho}-g\frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{c^2}+fvH \qquad (2)$$

$$\frac{\partial vH}{\partial t}+\frac{\partial uvH}{\partial x}+\frac{\partial vvH}{\partial y}=-gH\frac{\partial Z}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_t H\frac{\partial v}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_t H\frac{\partial v}{\partial y}\right)+\frac{\tau_{sy}}{\rho}-g\frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{c^2}-fuH \qquad (3)$$

温度输移扩散方程：

$$\frac{\partial H\Delta T}{\partial t}+\frac{\partial uH\Delta T}{\partial x}+\frac{\partial vH\Delta T}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left(E_x H\frac{\partial \Delta T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(E_y H\frac{\partial \Delta T}{\partial y}\right)-\frac{K_s\Delta T}{\rho C_p}+q\Delta T^* \qquad (4)$$

式中，u、v 为水深平均流速分量，q 为源汇项流量；Z 为水位；H 为水深；g 为重力加速度；c 为谢才系数；f 为柯氏力参数；v_t 为紊动粘性系数；△T 为水体温升值；E_X、E_Y 为紊动扩散系数；ρ 为水体密度；C_p 为水的定压比热；K_s 为水面综合散热系数。

宁德核电厂模拟海域属正规半日潮，通过对多年潮位测量资料的潮差累积频率统计，得到潮差累积频率 10%、50%和 90%时的潮流作为大、中、小典型潮，并以此作为计算的水动力条件。根据国家海洋局第三海洋研究所 2005 年冬、夏两季潮位实测资料，南京水利科学研究院进行了各典型潮的流场数值模拟。

宁德核电厂温排水数值模拟的海水水温，以模拟区域内水文站水温观测统计资料，水面综合散热系数按照工业循环冷却水设计规范中推荐的计算公式计算得到，夏季为 32W/m^2℃，冬季为 18W/m^2℃。

（2）物理模型试验

物理模型的设置根据工程海域潮差大、取排水流量也较大的特点，充分考虑热水随潮流运动的距离，确定模型水平比尺 420，垂直比尺 150，模型变率 2.8。物理模型

的边界详见图 5.1-1，模拟工程海域 18km×13km 范围，模型布置见图 5.1-3。

根据国家海洋局第三海洋研究所 2005 年冬、夏两季潮位实测资料，经分析后，南京水利科学研究院利用上述资料进行了各典型潮的流场和温度场数值模拟。

5.1.1.2 模型的验证和率定

（1）数学模型验证

数值模型分别对 2005 年 8 月和 12 月夏、冬两季 2 次大、中、小潮水文测量的 6 个站潮位资料及 13 条垂线的流速、流向进行了验证计算。潮位验证点分别是长门、三沙、备湾、南镇、西台山和北霜六个潮位站，潮位站及水文测点位置见图 5.1-4。夏、冬两季大、中、小潮共 6 个工况验证结果表明：

潮位验证：冬季、夏季两次测量的验证结果较好，高、低潮及其潮差均比较一致，潮位误差基本在 10cm 左右。

流场验证：13 个测流点流速流向的模拟结果与实测值相比，10 个测点以上的垂线流速、流向验证较好，整体上验证较好的测点达到 80％以上。

从夏、冬季潮位、流速、流向的验证结果来看，除个别点及时刻外，验证结果与实测值比较一致，模拟的流场可用于开展温排水预测。

图 5.1-5 列举了备湾、北礵和三沙潮位站的验证结果。图 5.1-6 选取了有代表性的测流点列举 6 个潮型条件下的流速流向验证结果，分别为外海 3#、晴川湾 13#、文渡湾 9#、厂址附近 11#、里山湾 6#和福瑶列岛附近 4#。

（2）物理模型率定与验证

潮流运动相似是温排水热量输移扩散相似的前提条件，物理模型按照潮流数学模型计算提供的大、中、小潮下物理模型开边界上潮流量及分布作为初始控制提供边界条件，并对物理模型范围内实测潮流资料进行验证，使工程附近区域模型潮流场与原型观测潮流场相似。

模型分别对 2005 年 8 月和 12 月夏、冬季 2 次大、中、小潮水文测量的备湾站潮位资料及 6 条（7#，9#～13#）垂线的流速、流向进行了验证，采用潮流数学模型提供的晴川湾潮位和里山湾潮位进行了物理模型潮位补充验证。验证点位详见图 5.1-3。

宁德核电厂近岸海域海流受岸边界影响主要表现为往复流特征，近岛海流受岛链

地形影响较大。模型潮流验证结果表明：模型中各垂线流速过程线的形态与现场基本一致，最大流速出现时间与实测资料的偏差均在 1 小时以内，多数垂线涨、落潮平均流速与实测资料的偏差在 20%以内。模型模拟流场与实测数据比较接近，模型经过潮流场验证试验，模型潮流能反映取、排水口附近涨落潮流速和流路，表明模型可模拟电厂海域潮流流场。

图 5.1-7 列举了冬季实测潮位验证结果，图 5.1-8 列举了冬季的流速、流向验证结果。

5.1.1.3 数值模拟和物模试验的结果

温排水扩散数学模型和物理模型是研究温排水扩散的两种重要手段，物理模型有模拟排水口近区三维水流和温水掺混的优势，数学模型可较好模拟大范围海域潮流、温水扩散的特点，两者可相互验证和补充。

（1）温排水流态

宁德核电厂一期工程四台机组建设不会引起海域潮流特征发生改变，仅由于海工构筑物的建设以及工程取排水将导致工程区局部流场有所改变。

工程海域潮流有明显旋转特征，大部分海域潮流旋转方向均为逆时针，受地形影响局部海域（文渡湾湾口）有顺时针旋转特点。

工程海域涨潮流来自东偏北方向，备湾及过境岛等岛屿东岸线迎涨潮流，近岸有涨潮流分流点。该分流点随涨潮时不同位置有所变化，主要是排水口至石龟顶一带。涨潮流分流后一支北向进入内湾，另一支南向绕过二跳岛、跳尾岛向西。落潮时，除了湾内水体向东泄出外，还有跳尾岛和二跳岛的西向来流，跟涨潮时类似，在备湾及过境岛的东岸又形成落潮汇流点。

排水口排出的温排水流向东北，在涨潮期受涨潮流压制，落潮期则较顺畅，涨、落潮期排水口南侧仍为缓流区，水流强度落潮弱于涨潮。排水口涨落潮详见图 5.1-9。

（2）取水温升

表 5.1-1 给出了一期工程 4 台机组取水温升的数模和物模结果。数模计算结果表明夏季各典型潮工况下，取水温升最大值为 1.09℃，平均温升为 0.55℃；冬季各典型潮工况下，取水温升最大值为 1.43℃，平均温升为 0.76℃。物模试验结果夏季大潮取水温升最大值为 1.1℃，平均温升为 0.73℃。数模计算和物模试验结果基本一致。

（3）温升面积

表 5.1-2 给出了电厂不同潮型工况下排水口温升面积的数模计算结果。由表可知，夏冬两季不同潮型条件下的全潮最大温升包络面积出现在大潮或小潮，图 5.1-10 和图 5.1-11 给出了夏、冬两季大潮和小潮条件下全潮最大温升包络线和全潮平均温升等值线分布的数值模拟结果。由图表可知，宁德核电厂一期工程 4 台机组正常运行时：

全潮最大温升包络线面积最大值为：

— 1℃温升面积夏季为 28.59km^2（大潮），冬季为 41.22km^2（大潮）；

— 2℃温升面积夏季为 16.47km^2（大潮），冬季为 23.01km^2（小潮）；

— 3℃温升面积夏季为 9.82km^2（大潮），冬季为 14.46km^2（大潮）；

— 4℃温升面积夏季为 6.25km^2（小潮），冬季为 9.51km^2（小潮）。

全潮平均温升等值线面积最大值为：

— 1℃温升面积夏季为 12.08km^2（大潮），冬季为 17.47km^2（大潮）；

— 2℃温升面积夏季为 7.04km^2（小潮），冬季为 9.68km^2（小潮）；

— 3℃温升面积夏季为 4.37km^2（小潮），冬季为 6.40km^2（小潮）；

— 4℃温升面积夏季为 2.67km^2（小潮），冬季为 3.96km^2（小潮）。

表 5.1-3 给出了电厂不同工况下全潮最大温升面积的物理模型试验结果。图 5.1-12 给出了夏季大潮和小潮条件下全潮最大温升包络线和全潮平均温升包络线分布的试验结果。由图表可知，宁德核电厂一期工程 4 台机组正常运行时：

全潮最大温升包络线面积最大值为：

— 1℃温升面积夏季为 31.69km^2（大潮），冬季为 31.69km^2（大潮）；

— 2℃温升面积夏季为 12.79km^2（大潮），冬季为 13.79km^2（大潮）；

— 3℃温升面积夏季为 7.77km^2（小潮），冬季为 8.04km^2（小潮）；

— 4℃温升面积夏季为 5.12km^2（小潮），冬季为 5.42km^2（小潮）。

5.1.1.4 温排水影响评价

宁德核电厂厂址区域海域受东太平洋前进波的作用，涨、落潮潮流均沿东北方向进出宁德核电厂南北侧的晴川湾和文渡湾。电厂取排水采用“南取北排”方案，将电厂正常运行产生的温排水排入晴川湾，对排水口附近晴川湾内的水体有一定的温升影响。

根据福建省人民政府闽政〔2011〕45 号文——《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（2012~2020），宁德核电厂附近海域的近岸环境功能区包含福鼎市东部海域三类区和宁德东部海域二类区。福鼎市东部海域三类区（FJ006-C-II）北起交椅坪，南至渔井，包括晴川湾大部分海域及过境岛、二跳岛、跳尾岛和小跳尾岛附近海域；功能区定位为一般工业用水区，面积 84.78km^2；水温执行三类海水水质标准。宁德东部海域二类区（FJ027-B-I）位于宁德东部海域，功能区定位为海洋渔业和新鲜海水供应，面积 4803.31 km^2，执行一类海水水质标准。

此外，根据仍然有效的福建省人民政府“福建省人民政府关于同意调整宁德核电项目附近近岸海域环境功能区划的批复”（闽政文[2008]25 号）的规定，电厂附近温排水混合区为 11.67km^2，不执行海水水质标准。

按照《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，三类海水水质标准要求“人为造成的海水温升不超过当时当地的 4℃”；一类海水水质标准要求“人为造成的海水温升夏季不超过当时当地的 1℃，其他季节不超过 2℃”。

《宁德核电一期工程冷却水物理模型和数学模型研究综合分析报告》指出：对于夏季典型潮型温水扩散及对环境影响，排水口近区高温升区域（2℃温升线以上）面积建议采用物理模型试验研究结果，较低温升影响面积采用数学模型计算和物理模型试验结果的较大值；对于冬季典型潮型温水扩散，数学模型计算结果普遍大于物理模型试验结果，推荐采用数模计算值作为环境影响依据。推荐用于环境影响评价的温排水输移扩散面积见表 5.1-4。

结合闽政〔2011〕45 号和闽政文[2008]25 号，图 5.1-13 给出了温升线在本工程附近的近岸海域环境功能区划内的范围，由图可知本项目冬季和夏季的 4℃温升区均位于混合区范围内，夏季 1℃温升区和冬季 2℃温升区均位于三类环境功能区范围内，满足相应区域的海水水质要求。宁德核电一期工程 4 台机组温排水造成的海水升温与近岸海域环境功能区划相符。

需要说明的是，随着设计的不断深入，现阶段宁德核电一期工程 4 台机组的温排水排热量（温排水流量为 230m^3/s，出水温升为 8.35℃）较数值模拟和物模实验的基础数值（温排水流量为 260m^3/s，出水温升为 7℃）高，则基于该数值模拟和物模实验结果进行的评价工作可能不保守，尚需开展进一步的论证工作。

5.1.2 生物效应

宁德核电厂取排水系统主要包括取水头部、拦污栅、鼓形滤网、水泵、冷凝器、虹吸井和排水渠等部分。取排水系统各个部分对海洋生物可能产生的影响主要通过机械因素、热因素和化学因素实现。本节将给出排水系统的热影响、以及取水系统的卷吸撞击效应的影响。化学因素的影响在5.3节评价。

5.1.2.1 温排水对海洋生物的影响

（1）温排水对浮游生物的影响

浮游生物不但是某些鱼、虾、贝类的饵料生物，同时其数量的多少也决定海域海洋初级生产力的大小，从而影响渔业资源的潜在量。如果核电厂的温排水对浮游生物产生严重危害的话，其后果也会间接影响到本海域的渔业资源量。

温排水的影响与浮游生物的种类数关系密切。金腊华（2003）对湛江电厂周围的生态调查显示：当水体适度温升时（温升≤3℃），群落中的种类数增加，其中浮游动物的种类数平均增加 76%；但在夏季水体强增温（温升大于 4℃）区内，且水温超过35℃时，浮游动物的种类和数量都会减少，群落物种多样性降低。刘胜（2006）根据对大亚湾的研究显示，核电站运行后浮游植物种类较丰富，数量通常是春、夏季较高，就种群组成而言，甲藻与暖水性种类的数量有增多的趋势，同时网采型浮游植物数量明显减少，但叶绿素 a 的含量变化不大，间接地反映了群落组成的小型化趋向。彭云辉（2001）根据 1998 年的监测结果得出，大亚湾核电站运转前后其温排水对受纳水体中浮游植物的生长繁殖无抑制作用，相反还有促进生长作用。徐晓群(2008)则根据对嘉兴电厂温排水对邻近海域的浮游动物影响进行试验分析表明，温排水对排水口附近活动能力强、质量大的浮游动物种类的分布有较大影响，对不适环境的回避能力较强，受温排水影响较大的区域，这二者密度明显较低；对活动能力弱的中、小型浮游动物种类分布几乎没有影响。

根据相关资料（张继民, 2006;杜晓明,.1992;金腊华, 2003; Bush, RM. 1974），在生物量方面，环境水温较低时，水体升温能促进藻类生长，且藻类增长量服从强增温(增温ΔT>3℃)>中增温(增温ΔT=3℃)>弱增温(增温ΔT<3℃)的规律。环境水温适中时，弱增温和中增温能促进藻类生长，强增温则抑制了藻类的生长；环境水温较高时，水体升温会抑制藻类生长，且增温幅度越大，抑制效果越强。水温较高时，增温会使藻类

种群数量锐减。一般在 20-35℃之间，藻类生物量随着温度升高而增加，35℃增长最快，但是到 40℃时生物量就会大为降低。当受纳水域温度升高时，浮游动物常由水体的上层移到下层，只有当底层水温也升至 27~28℃时，所有种类的数量才急剧下降。海水水温升至 30℃以上，又是强增温水域(即ΔT>3℃)时，则大多数浮游动物停止繁殖，甚至死亡或种类灭绝。

根据对宁德核电厂附近海域内的海洋生态调查可知，海域内浮游植物主要有硅藻、甲藻、金藻、蓝藻和绿藻等，优势种为中肋骨条藻等；水体中夏季浮游植物数量最高；秋季表层水体中浮游藻类较高，冬、春、夏季表、底水层中浮游藻类细胞数量分布较为均匀；海域内各季晴川湾内浮游植物总细胞密度均相对较高。海域内浮游动物优势种和主要种有中华哲水蚤、精致真刺水蚤、拟细浅室水母、中华假磷虾和真刺唇角水蚤等，生物量的平面分布春、夏季厂址南侧海域较高，秋、冬季则为东南侧海域和东北侧海域较高。由于在自然海区，水温是控制生物多样性的主要因素，在一定范围内，水温高，物种数多，水温低，物种数少。

多数浮游生物在水体温度不超过 35℃时，生长不会被抑制或造成死亡。根据厂址附近一年（2005～2006）水温、盐度连续观测资料统计，最高水温为 29.2℃；另根据距核电厂厂址约 16km 三沙海洋站 1980 年~2003 年海水水温监测统计，最高累年月平均水温和极端最高水温都出现在 8 月份，分别为 28.1℃和 31.7℃。根据模拟结果，核电厂温排水引起全潮最大 3℃的温升面积在夏季为 7.77km^2。因此，即使在极端条件下（夏季历年极端自然水温 31.7℃），叠加上核电厂温排水引起的温升，超过 35℃水温的区域仅局限于排水口周围 3℃温升的小范围区域内，预计对浮游生物的影响有限。

（2）温排水对游泳动物的影响

根据 2006 年海域海洋生物调查，晴川湾海域鱼类约 51 种，记录到种的经济鱼类有多鳞鱚、叫姑鱼、梅童鱼、鳎、凤鲚、棱鲦、鲻鱼、黄姑鱼、大黄鱼、银亚鱼、尖头黄鳍牙鱼、花鲹、斑鲹、鳓鱼、康氏小公鱼、赤鼻棱鳀、黄吻棱鳀、杜氏棱鳀、黄鲫和龙头鱼等。所记录的 51 种鱼类中，暖水性种类为 33 种，占鱼类总种数的 64.7%；暖温性鱼类 18 种，占鱼类总种数的 35.3%，未出现冷温性和冷水性鱼类。其中大部分鱼类的适温范围一般在 20~30℃内。

由于温度变化对鱼类的各种生命活动过程有很大影响。在适温范围内，水温的升高会提高鱼类的摄食能力，促进其性成熟，生长加速；但在水温过高时，温排水也会

对鱼类产生不利的影响，包括：在强增温区、亚增温区会对鱼类洄游行为造成明显逆反影响；会提早鱼类性腺发育成熟产卵，对鱼类生殖产生影响；会使鱼类饵料生物发生变化，从而影响鱼类生长，可能引起种群结构的变动；可能增多寄生虫病的危害，增加对鱼类的致病影响。

由于该区域内的鱼均为暖水性或暖温性鱼类，除夏季外，其他季节核电厂温排水排入晴川湾以后其水体温度仍在鱼类的适温范围内。此外，鱼类是变温动物，能感受到环境水温的微弱变化，并喜在适宜温度水域内活动，对超出适宜温度范围的高温或低温水体具有回避反应。

闽东海域主要鱼群的产卵区和洄游路线都位于嵛山岛和四霜列岛之间的海域，最近的银鲳产卵区位于嵛山岛以南，距离核电厂址约 17km。根据模拟结果，核电厂 0.5℃最大温升包络线不涉及该区域。因此预计宁德核电厂三、四号机组正常运行后，温排水不会对该海域造成明显的温升影响，鱼类在嵛山岛和四霜列岛之间的洄游路线以及产卵区也不会受到明显影响。

根据调查，晴川湾及周围海域虾类资源以热带、亚热带沿岸性虾类为主，其中的经济种有长毛对虾、中国对虾、日本对虾、斑节对虾、新对虾、仿对虾和管鞭虾等 10 多种。

根据有关温度对对虾生长影响的实验研究，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。如对中国对虾幼体的试验表明，当水温超过 30℃时，温度升高，其幼体的死亡率增大，忍受时间缩短；温度达 33℃时，中国对虾早期幼体死亡率为 53%；35℃时，死亡率为 100%。

在春、秋和冬季期间，宁德核电厂三、四号机组运行时温排水引起的温升对该海域内的虾类不会有明显影响。而夏季高温期间，温排水造成的海水升温主要集中于排放水口附近海域，根据厂址现场水文站的 2005 年 8 月~2006 年 7 月的整年监测结果，厂址附近工程海域最高水温为 29.2℃，温排水引起海水温升 3℃以上区域内的虾类早期幼体的生长可能会受到抑制。由于夏季核电厂温排水引起环境水体 3℃以上温升包络面积不超过 7.77km^2，并且成体虾类多数会回避高温区，因而预计温排水对虾类影响是非常有限的。

（3）温排水对底栖生物的影响

生态调查表明，核电厂附近海域共有大型底栖生物 135 种。底栖生物群落中以多毛类所占种数最多，有 52 种，占总种数 38.5%；其次为软体动物有 35 种，占 26%；甲壳动物有 27 种，占 20%；棘皮动物和其他动物分别有 5 种和 16 种，分别占 3.7%和 11.8%。主要优势种有：吻沙蚕、双鳃内卷齿蚕、卷吻沙蚕、才女虫、稚齿虫、奇异稚齿虫、独毛虫、中蚓虫、背蚓虫、小头虫、不倒翁虫、薄云母蛤、刀明樱蛤、棒锥螺、细长涟虫、三叶针尾涟虫、日本大螯蜚和洼颚倍棘蛇尾等。

宁德核电厂附近海域潮间带生物已鉴定的种类共有 144 种，其中多毛类 45 种，软体动物 56 种，甲壳动物 28 种，棘皮动物 2 种，其他生物 13 种和藻类 11 种。多毛类、软体动物和甲壳动物占总种数的 89.58%，三者构成潮间带生物主要类群。

温度变化对底栖动物的潜在影响主要包括：底栖动物群落结构发生变化，动物区系组成变化明显，底栖动物栖息地减少、生物多样性指数降低等；高出自然水体 6℃以上的增温，将对底栖动物造成危害，即使是冬季也是如此；而适度增温（ΔT≤4℃）则有利于底栖动物种类与数量的增加。宁德核电厂三、四号机组运行温排水造成的 4℃温升影响面积夏季不超过 5.12km^2，冬季不超过 9.51km^2，由于温排水排放口位于海水近表层，底层海水 4℃温升的包络面积更小，因此对底栖动物的负面影响很小。

根据调查，晴川湾及周围海域蟹类主要有锯缘青蟹、梭子蟹等 10 多种。蟹类的适温范围多在 18~30℃之间，大于 38℃不能正常运动，大于 39℃将导致其死亡。贝类是变温动物，由于新陈代谢的水平低以及缺乏完善的温度调节导致其体温不恒定。环境温度过高，能使贝类呼吸急促而不规则，缺氧窒息，还可能造成蛋白质凝固，以至昏迷死亡。贝类的浮游幼虫，在适温范围内生长和发育速度随水温升高而加速。水温超过一定范围时，生长率下降、发育速度受阻，甚至停止生长，导致幼虫死亡。例如：缢蛏在水温 8~30℃生活正常，水温升高至 30℃，缢蛏心跳加速，34℃时生理机能出现不协调现象，心跳增加而搏动减弱，其适温上、下限分别为 39℃和 0℃，在适温上下限之外的温度下，缢蛏心脏跳动渐止而死亡。

基于上述分析，春、秋、冬三季由于自然水体温度较低，电厂温排水引起排水口周围局部海域升温，仍将使底层海水保持在蟹类和贝类生物的适温范围内，温排水引起的温升不会对该区域内该类生物构成明显的影响。即使在夏季高温季节，电厂温排水对蟹类的影响也是有限的。如果温排水引起的环境水温上升 4℃以上，水体温度达

到35℃时，将会对贝类生长产生一定的影响。由于夏季温排水4℃温升面积仅局限于排水口附近的 5.12km^2 海域内，且由于温排水对底层海水的温升影响远小于表层，因此，电厂温排放对当地贝类养殖及贝类捕捞的影响也仅局限于晴川湾内排水口附近的小范围海域。

5.1.2.2 温排水对厂址附近海水养殖的影响

宁德核电厂周围的海水养殖主要分布于秦屿镇和碗门乡海域内的晴川湾和文渡湾内。厂址附近受纳海域内的海水养殖分布状况详见本报告书2.3节。

宁德核电厂三、四号机组运行后，根据前期研究成果，核电厂正常运行温排水基本不会进入到文渡湾内海域，预计电厂温排水不会对文渡湾内的海水养殖造成影响。

晴川湾位于核电厂的北侧，电厂三、四号机组运行后，湾内养殖可能受到的温排水影响。根据5.1.1.5中推荐的温排水影响范围评价组合，图5.1-14给出了宁德核电厂三、四号机组正常运行后，厂址周围海水养殖区在夏季（数值模拟和物模实验结果）和冬季（数值模拟结果）全潮最大温升包络线中位置示意图。由于厂址附近海水养殖主要为紫菜、贝类和藻类，因此将根据养殖品种进行评价：

（1）温排水对紫菜养殖的影响

鉴于紫菜的生长期为每年的9月至次年4月，采用冬季温排水模拟结果进行讨论。

- 牛栏岗紫菜养殖区：根据图5.1-14(3/3)可知，电厂一期工程4台机组冬季运行时，厂址附近的牛栏岗紫菜养殖区将位于全潮最大2℃温升包络区域内，部分养殖区域位于4℃温升包络区域，建设单位已获得牛栏岗养殖区海域内的使用权证，现该区域内的养殖为附近村民自发行为。
- 厂址附近的其他紫菜养殖区（除牛栏岗养殖区外）：紫菜叶状体对温度适应性较强，紫菜叶状体苗的极限生长温度为29℃，紫菜的丝状体生长温度范围为7~28℃，如果连续数天水温超过29℃，会引起紫菜的腐烂和死亡。对于厂址附近的其他紫菜养殖区，在紫菜生长期内，海水的自然水温相对不高，由于温排水的增温造成当地海水水温超过紫菜的适温范围上限的历时较短。因此，预计温排水对厂址附近其他紫菜养殖区紫菜的影响不大。

（2）温排水对藻类和贝类养殖的影响

厂址附近的贝类和藻类养殖主要位于小元当养殖区，贝类和藻类的主要生长期为

夏季。从图5.1-14可以看出：夏季数模结果显示，小元当养殖区位于全潮最大1℃温升区外；夏季物模结果显示，小元当养殖区位于全潮最大1~2℃温升区内。从保守评价角度出发，采用对养殖区影响较大的物模实验结果进行分析。

根据厂址现场水文站的2005年8月~2006年7月的整年监测结果，厂址附近工程海域最高水温为29.2℃，叠加温排水造成的1~2℃温升后，海水水温在贝类和藻类生长温度范围内，预计电厂温排水对小元当贝类和藻类养殖造成影响有限。

5.1.2.3 温排水对保护生物的影响

根据国家海洋局第三海洋研究所开展的海洋生物调查表明，厂址附近所发现的海洋生物种类均是普通常见种，未发现珍稀濒危动植物物种，亦无红树林和珊瑚礁等高级生态系统存在。

厂址附近海域的保护区包括：位于厂址 ESE 方位约 11km 处为福瑶列岛海岛生态系统特别保护区，位于厂址 SE~SSE 方位约 13km 处为日屿岛海岛生态系统保护区。

此外，厂址附近海域的银鲳产卵区和洄游路线距离电厂排放口的最近距离约17km，大黄鱼产卵区和洄游路线距离厂址约 50km。

根据宁德核电厂一期工程 4 台机组温排论证结果，核电厂正常运行后温排水的影响范围主要限于厂址西北侧的晴川湾海域，厂址周围的日屿岛、福瑶列岛两个海岛生态系统特别保护区、银鲳、大黄鱼产卵区和洄游路线均远位于电厂温排水 0.5℃温升包络线以外。因此，可预计电厂温排水对厂址周围的日屿岛、福瑶列岛两保护区、大黄鱼和银鲳产卵区及洄游路线范围内的海水温升影响已处于其天然水温日波动范围内，对上述海洋保护生物没有影响。

5.1.2.4 对水体赤潮发生的潜在影响

根据调查，海区内赤潮多发地区主要位于霞浦四礵列岛海域、福鼎市沙埕近岸和福鼎、霞浦东部海域，主要赤潮种为夜光藻和甲藻类，多发时间主要是每年的 4 月和 5 月。赤潮的发生机制是复杂的，现有研究成果表明，赤潮在化学、生物和物理三个方面的条件同时具备时才可能发生，海水富营养化是赤潮发生的物质基础和首要条件。

核电厂三、四号机组正常运行后，向海域输入的营养盐和 COD 量很少，不会对附近海域的富营养化水平产生显著影响。海域海水的增温有增加赤潮发生的可能性，

但由于温排水的主要排放区域晴川湾与湾外海水的交换较为顺畅，并且夏季排水口4℃温升区的最大范围约为5.12km^2，小范围的增温不足以引起海域赤潮生物的暴发增殖而形成赤潮。

根据我国核电厂和火电厂现有实际运行和现场监测表明，没有发现电厂正常运行期间向海域排放的温排水和非放射性流出物与赤潮的产生有直接联系。因此，预计核电厂运行引起附近海域产生赤潮的可能性不大。

5.1.2.5 取水系统的卷吸效应影响分析

宁德核电厂运行过程中，需抽取大量的海水作为散热系统的循环冷却水，对周围海域海洋生物产生一定的卷吸效应。卷吸效应是指水生物随电厂抽取循环冷却水而进入冷却系统，并在其中受到热、压力等物理因素和氯化等化学因素影响而死亡的现象。取水系统产生的卷吸效应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可能产生一定的伤害。卷吸效应与取水口附近的生物密度、种类以及取水流速、取水口的布置等因素有直接的关系。

（1）卷吸效应对浮游生物的影响

法国沿海电站的观测表明，电厂取水系统导致的机械冲击对浮游植物并未产生明显的影响，对浮游动物的影响亦很小，死亡率低于10%。有关研究结果表明，机械冲击对进入冷却系统中的浮游植物造成的损伤率达到11.98%~27.08%；浮游动物的总损伤率为55%。按2006年工程区周年现场调查结果，浮游植物四季细胞平均丰度为202×10^{3}cells/m^3，浮游动物四季平均总湿重生物量为228mg/m^3。以进入取水系统的浮游植物和浮游动物的机械损伤率分别为27%和55%算，则造成损失的浮游植物细胞丰度为17.9×10^{13}cells/a，浮游动物总湿重生物量为410.81t/a。

根据上面分析初步预测，宁德核电厂运行期间其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，使取水口附近小范围内的浮游生物，尤其是浮游动物的生物量有所减少，局部范围的海洋初级生产力会有所降低。但由于浮游生物的生殖周期较短，繁殖较快，其损伤后的恢复也较快。因此，卷吸造成的损伤对厂址海区的浮游生物总量及种群结构等的影响将是有限的。

（2）卷吸效应对鱼卵、仔鱼、甲壳类幼体的影响

宁德核电厂采用表层取水，核电厂取水口附近上层水体的鱼卵、仔鱼、甲壳类幼

体将可能被吸入。但是，由于海洋鱼虾类具有繁殖能力强，产卵多的特点，在自然环境下其幼体阶段的自然死亡率亦很高。根据人工育苗的经验，多数情况下鱼虾卵及其幼体达到商品苗规格的存活率为 10%。在自然环境下，鱼卵的存活率在十万分之一与百万分之一之间。根据相关研究结果，电厂取排水系统对梭鱼幼鱼(体长 25～40mm)的损伤率为 31.6～46.3%，平均为 43.88%；卷吸效应造成幼鱼致死率与幼鱼的体长有关，两者呈负相关关系。鱼体长在 14～40mm 范围内，体长每增加 1mm，幼鱼因卷吸而造成的死亡率减少约 3%。进入取排水系统的鱼卵残废率为 40.7%，仔稚鱼的残废率为 43.8%。

根据 2006 年周年外业调查结果，工程附近海域鱼卵年平均密度约为 118.6 粒/m^2，仔稚鱼年平均密度约为 39.8 尾/m^2，以进入取排水系统的鱼卵残废率 40.7%、仔稚鱼残废率 43.8%，鱼卵、仔鱼出现率每年 6 个月考虑，则每年对鱼卵、仔鱼造成的损失量分别约为 17.9×10^9 粒和 6.4×10^9 尾。尽管电厂取水的卷吸效应对厂址附近海域内的浮游生物、鱼卵仔鱼具有一定的影响，但由于浮游生物损伤后恢复较快，而鱼类产卵量又较大，且取水区不是鱼类产卵场，相对于整个评价海域水体而言，取水过程中对整个海域的浮游生物、鱼卵、仔鱼的影响相对较小，对整个海域的生态平衡不会造成明显的不良后果。

此外，根据我国对大亚湾和岭澳核电站取水系统卷吸效应的调查，电站取水口附近海域仍存在鱼卵和仔鱼的相对密集区，海域内鱼虾类资源没有出现明显不良后果。因此卷吸效应对鱼卵、仔鱼、甲壳类幼体的影响也极为有限。

（3）卷吸效应对底栖生物的影响

宁德核电厂采用明渠取水，底栖生物由于其底埋或底表的生活方式，受核电站取水口卷吸作用甚微，不会产生明显影响。底栖生物在繁殖季节，其早期发育阶段主要以浮游幼虫方式度过，浮游幼虫的个体大小一般为 50~100 微米，个体非常微小。从法国沿海电站观测表明，卷吸的机械冲击对个体微小的浮游植物并未产生明显的影响，对浮游动物的影响亦很小，死亡率低于 10%，因此卷吸的机械冲击损伤对个体微小底栖生物浮游幼虫不会产生明显影响。

由此可见，福建宁德核电厂取水系统的卷吸效应对厂址海域的鱼卵和仔幼鱼会造成一定程度的损伤，但相对于广阔海域仔幼鱼蕴藏量，其损伤量是有限的。卷吸效应对于核电厂取水口近区影响相对较大，但这种较大影响的范围是局部的、有限的。

宁德核电厂一期工程 4 台机组取水量约为 230m^3/s，电厂取水构筑物采用斜坡式明渠取水方案，取水口、取水明渠和泵房前池的输水均采用自流方式。除在取水系统中加装网孔径为 3mm 的旋转滤网外，在取水明渠头部的设计中考虑使取水流速尽可能接近潮流流速，以减少卷吸效应对仔鱼等海洋生物的影响。

5.1.3 参考资料

[1] 宁德核电一期工程冷却水物理模型和数学模型研究综合分析报告，南京水利科学研究院，2007 年 6 月；

[2] 宁德核电一期工程冷却水物理模型试验研究，南京水利科学研究院，2007 年 6 月；

[3] 宁德核电一期工程冷却水扩散数学模型研究，南京水利科学研究院，2007 年 6 月。

表 5.1-1　电厂运行期间的取水口温升

模型类别	时间	取水温升（℃）	
		最大值	平均值
数模	夏季大潮	1.09	0.55
	夏季中潮	0.73	0.36
	夏季小潮	0.61	0.30
	冬季大潮	1.43	0.76
	冬季中潮	1.04	0.56
	冬季小潮	0.97	0.53
物模	夏季大潮	1.1	0.73

表 5.1-2　不同潮型条件下温升包络面积（数模）

夏季

工况	潮型	全潮最大温升包络线面积（km^2）				
		0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
夏季	大潮	49.08	28.59	16.47	9.82	5.60
	中潮	45.93	27.64	15.93	9.74	5.82
	小潮	39.80	24.48	14.17	9.52	6.25
工况	潮型	全潮平均温升等值线面积（km^2）				
		0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
夏季	大潮	19.37	12.08	5.80	3.33	2.11
	中潮	19.10	11.92	6.66	4.05	2.42
	小潮	18.63	11.31	7.04	4.37	2.67

冬季

工况	潮型	全潮最大温升包络线面积（km^2）				
		0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
冬季	大潮	73.48	41.22	22.47	14.46	8.45
	中潮	65.12	41.00	22.73	14.20	9.24
	小潮	58.49	35.89	23.01	14.27	9.51
工况	潮型	全潮平均温升等值线面积（km^2）				
		0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
冬季	大潮	32.28	17.47	8.32	4.74	2.72
	中潮	27.38	16.20	9.26	5.80	3.48
	小潮	24.70	16.22	9.68	6.40	3.96

表 5.1-3　典型潮条件下不同温升包络面积（物模）

潮型	全潮最大温升包络线面积（km^2）				
	0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
夏季大潮	40.34	31.69	12.79	6.77	4.51
夏季中潮	36.45	26.15	12.71	7.26	4.92
夏季小潮	32.01	25.01	12.53	7.77	5.12
冬季大潮	42.34	31.69	13.79	7.87	4.97
冬季小潮	35.11	29.01	12.73	8.04	5.42

表 5.1-4　典型潮型条件下不同温升包络面积（推荐）

工况	潮型	全潮最大温升包络线面积(km^2)				
		0.5℃	1℃	2℃	3℃	4℃
夏季	大潮	49.08	31.69	16.47	6.77	4.51
	中潮	45.93	27.64	15.93	7.26	4.92
	小潮	39.80	25.01	14.17	7.77	5.12
冬季	大潮	73.48	41.22	22.47	14.46	8.45
	中潮	65.12	41.00	22.73	14.20	9.24
	小潮	58.49	35.89	23.01	14.27	9.51

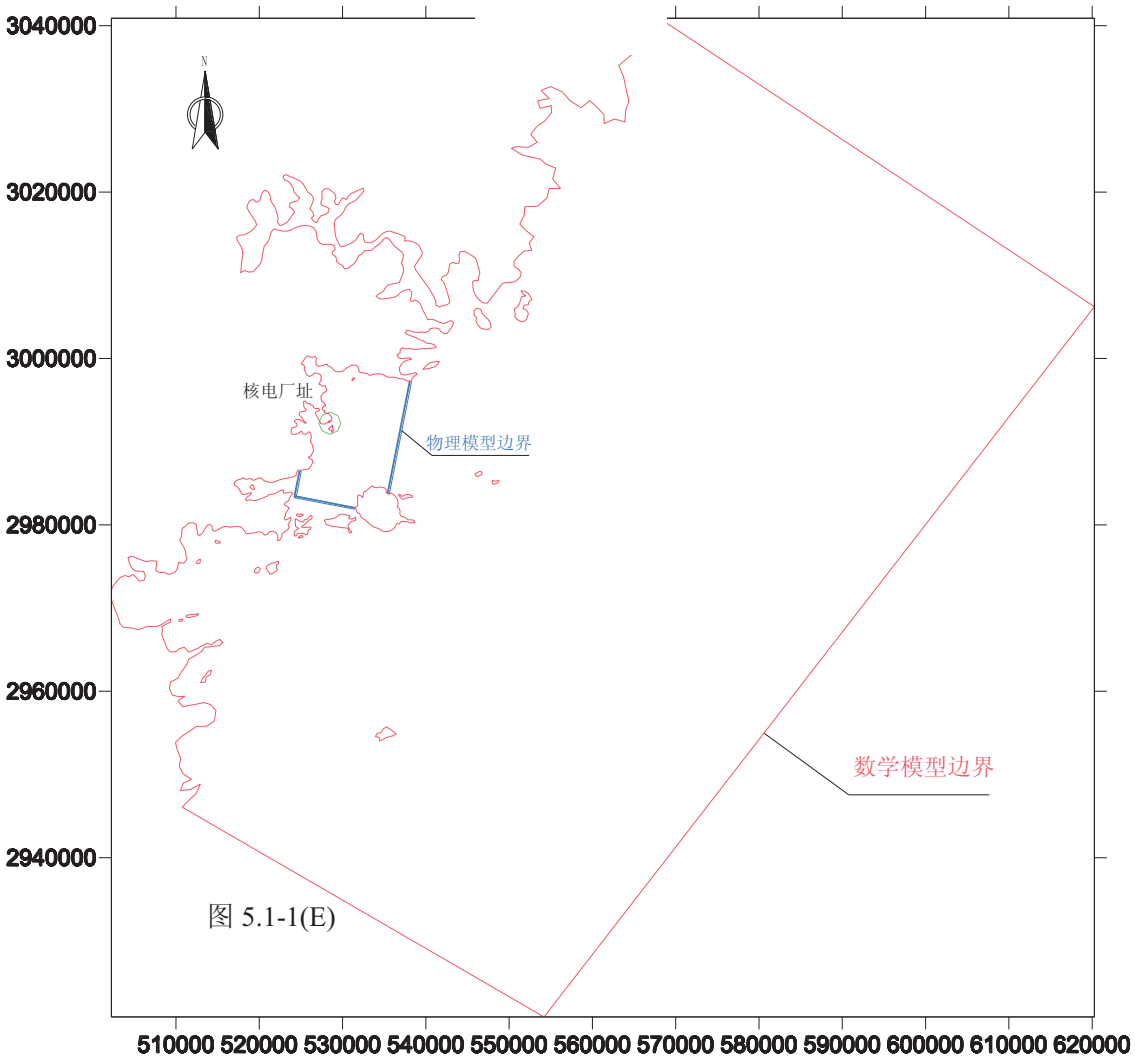
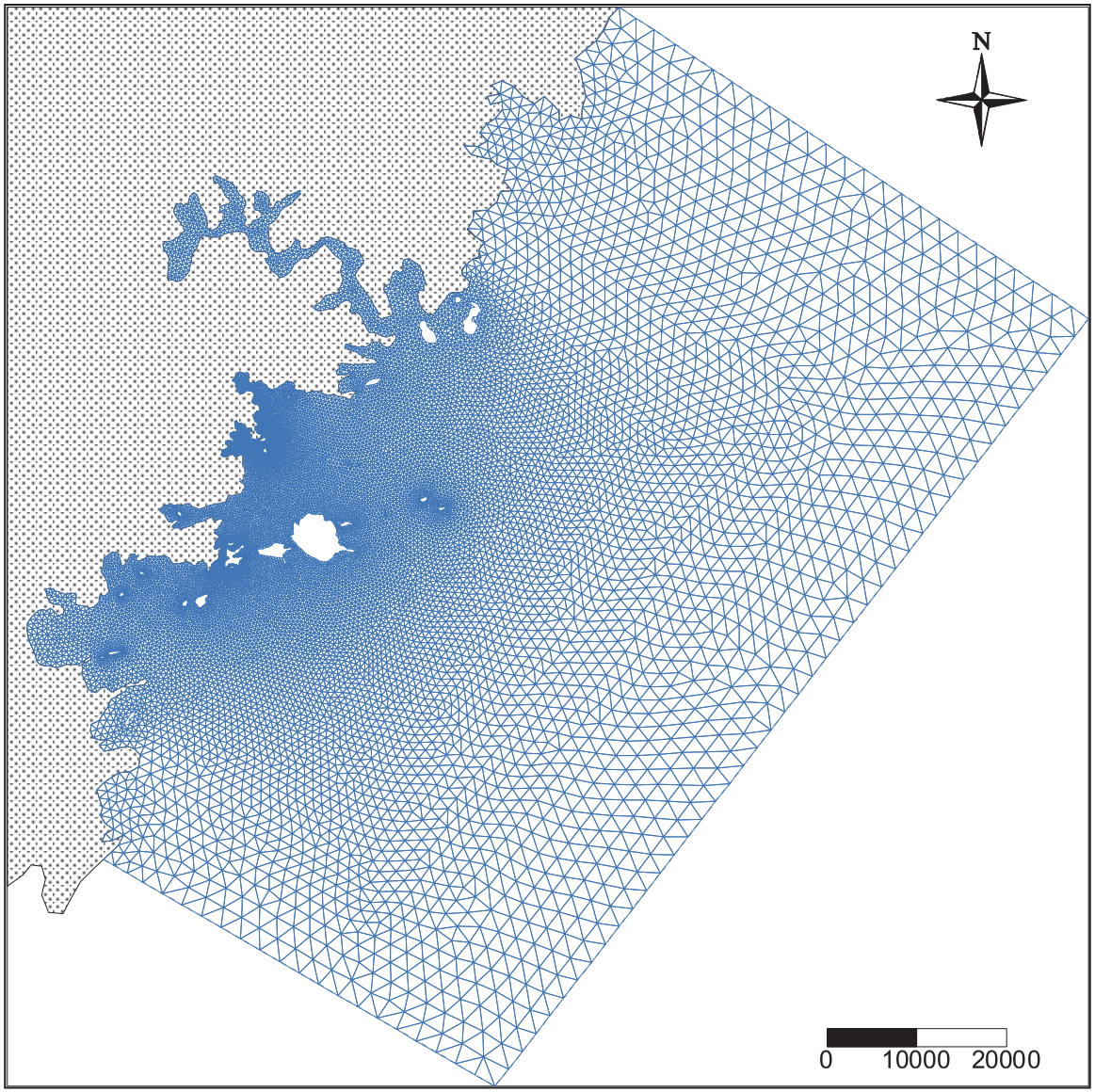
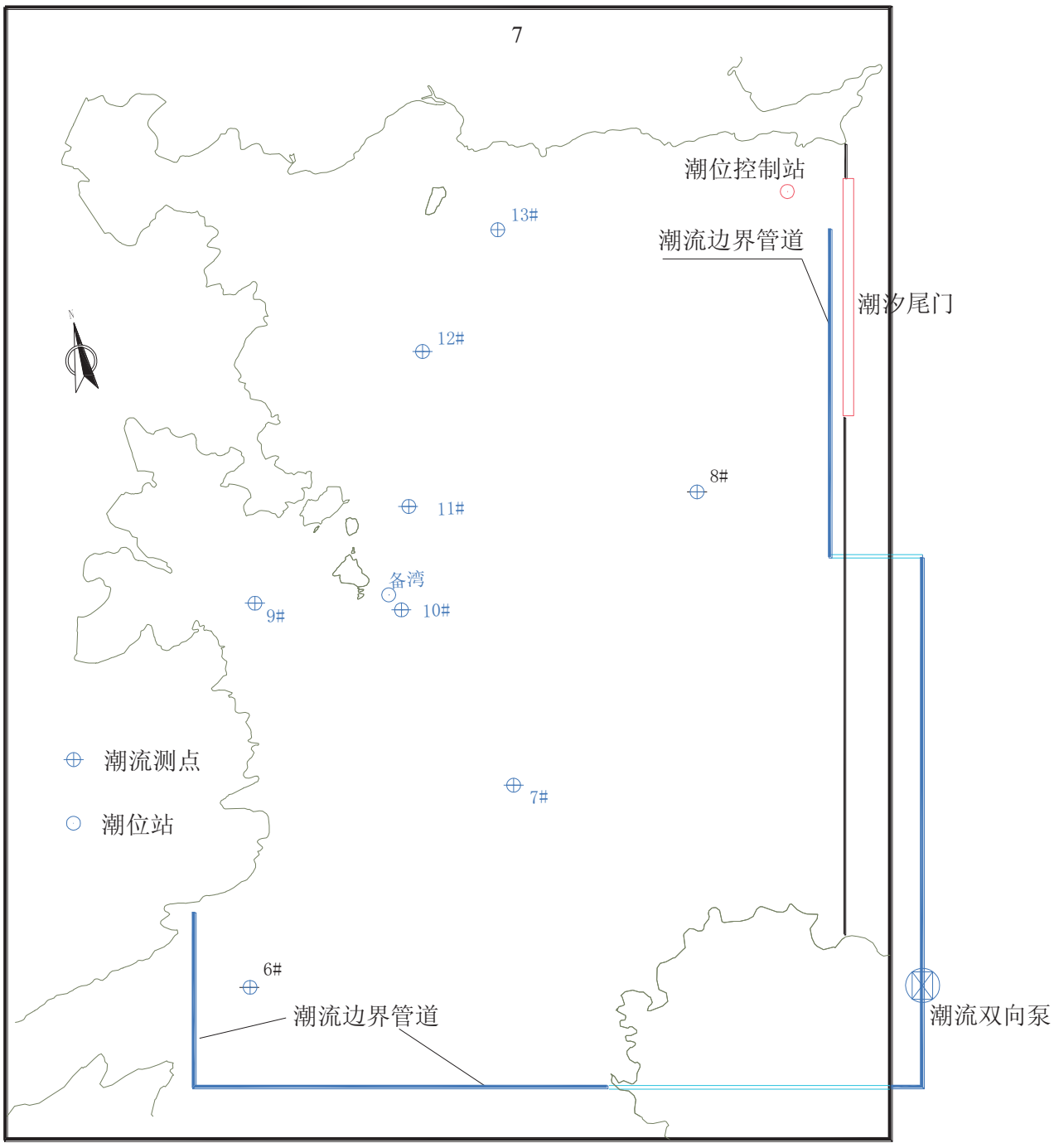


图 5.1-1(E)

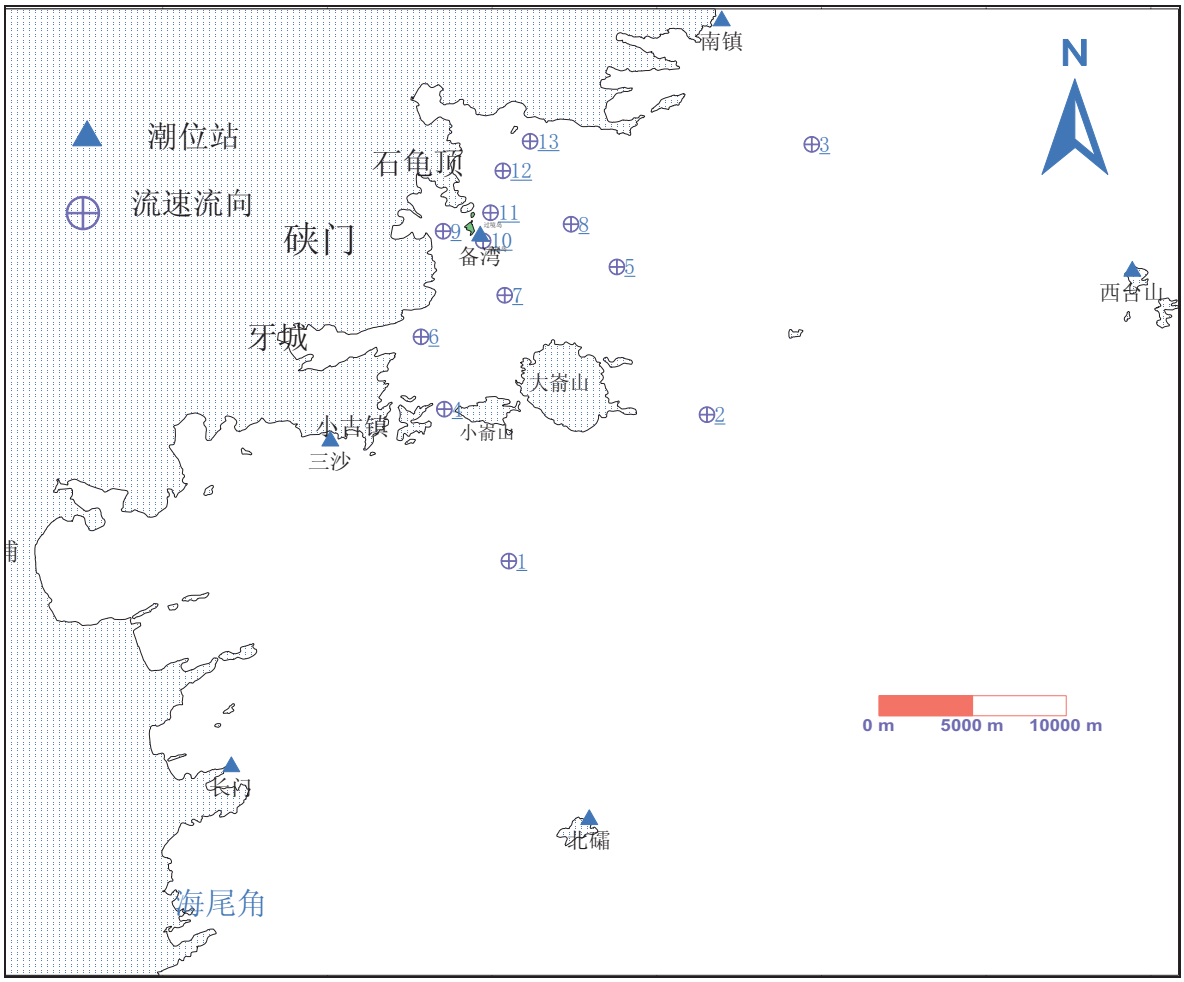
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
冷却水数学模型和物理模型范围图		
图 5.1-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
冷却水数学模型计算网格分布图		
图 5.1-2	版次：	A

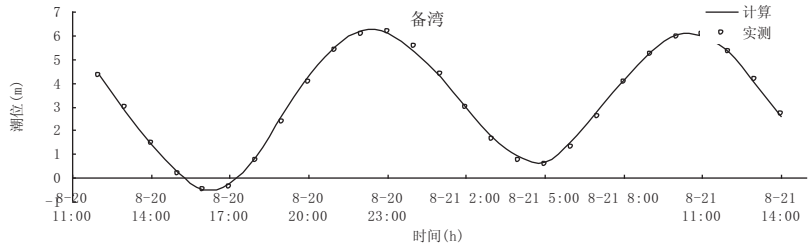


宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物理模型布置图		
图 5.1-3	版次：	A

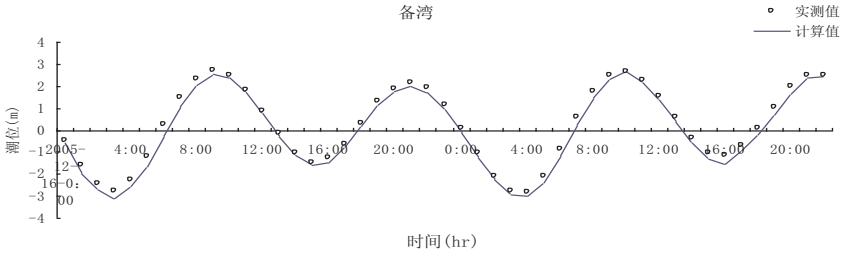


宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
水文观测验证站点分布		
图 5.1-4	版次：	A

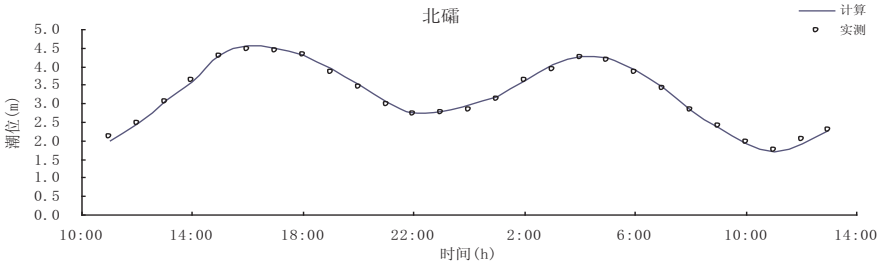
夏季大潮



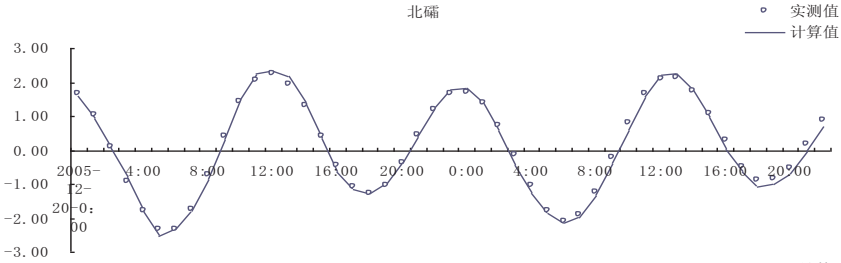
冬季大潮



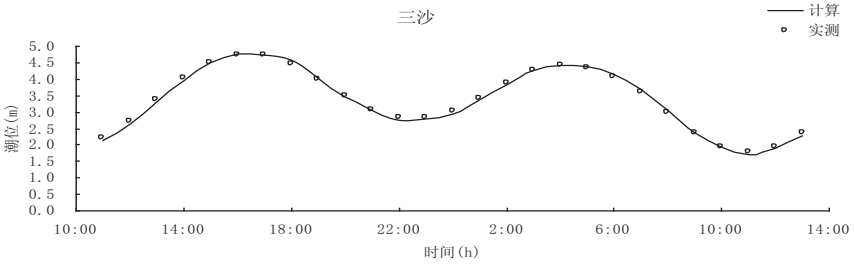
夏季中潮



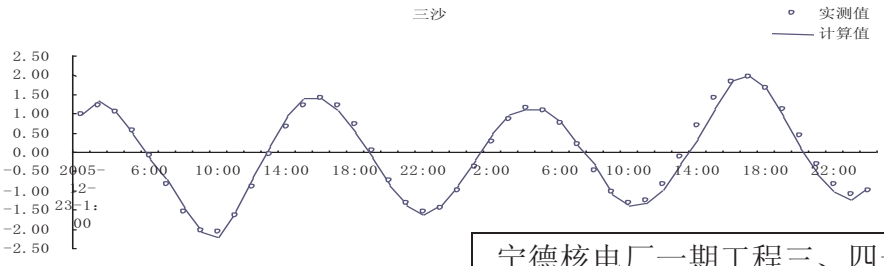
冬季中潮



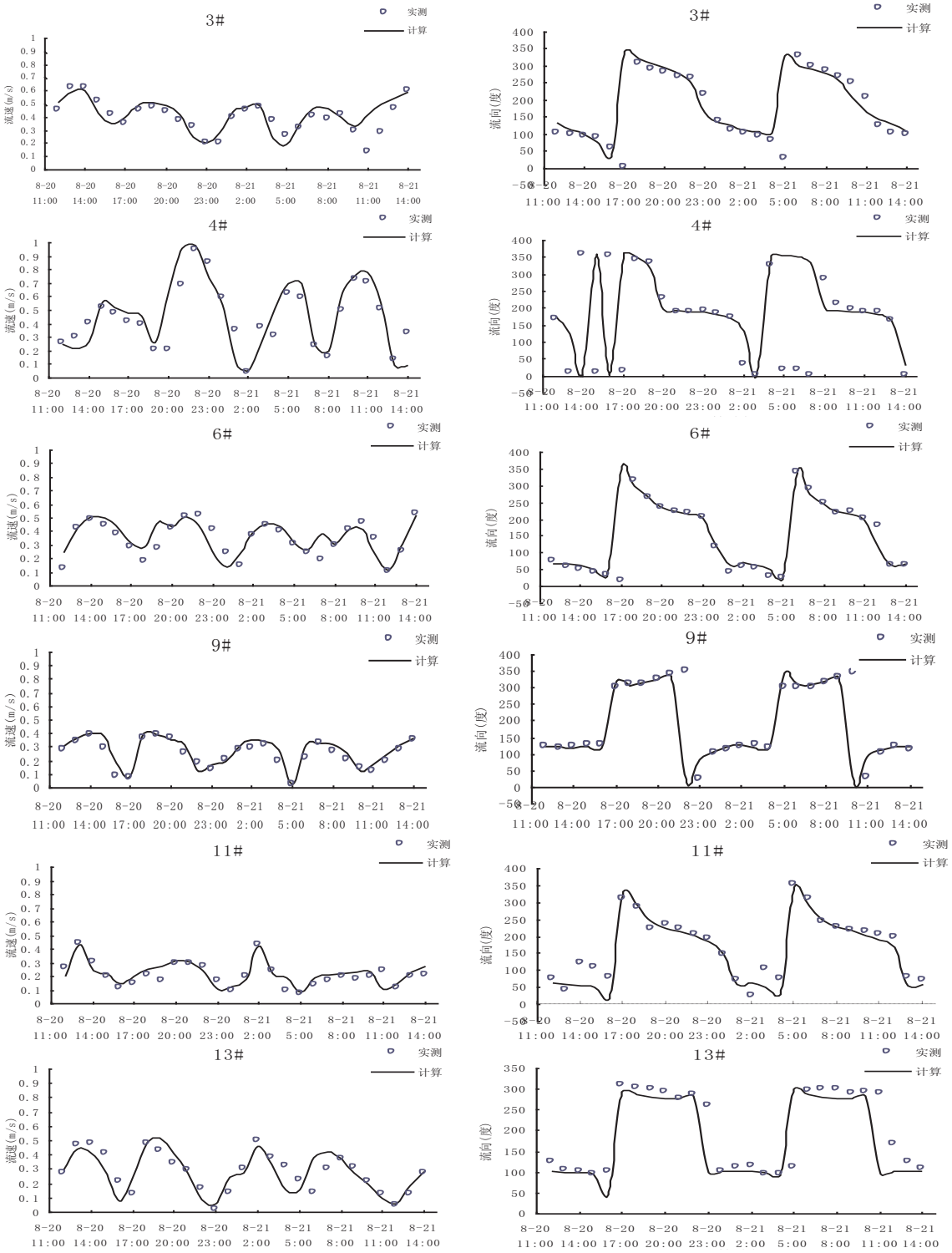
夏季小潮



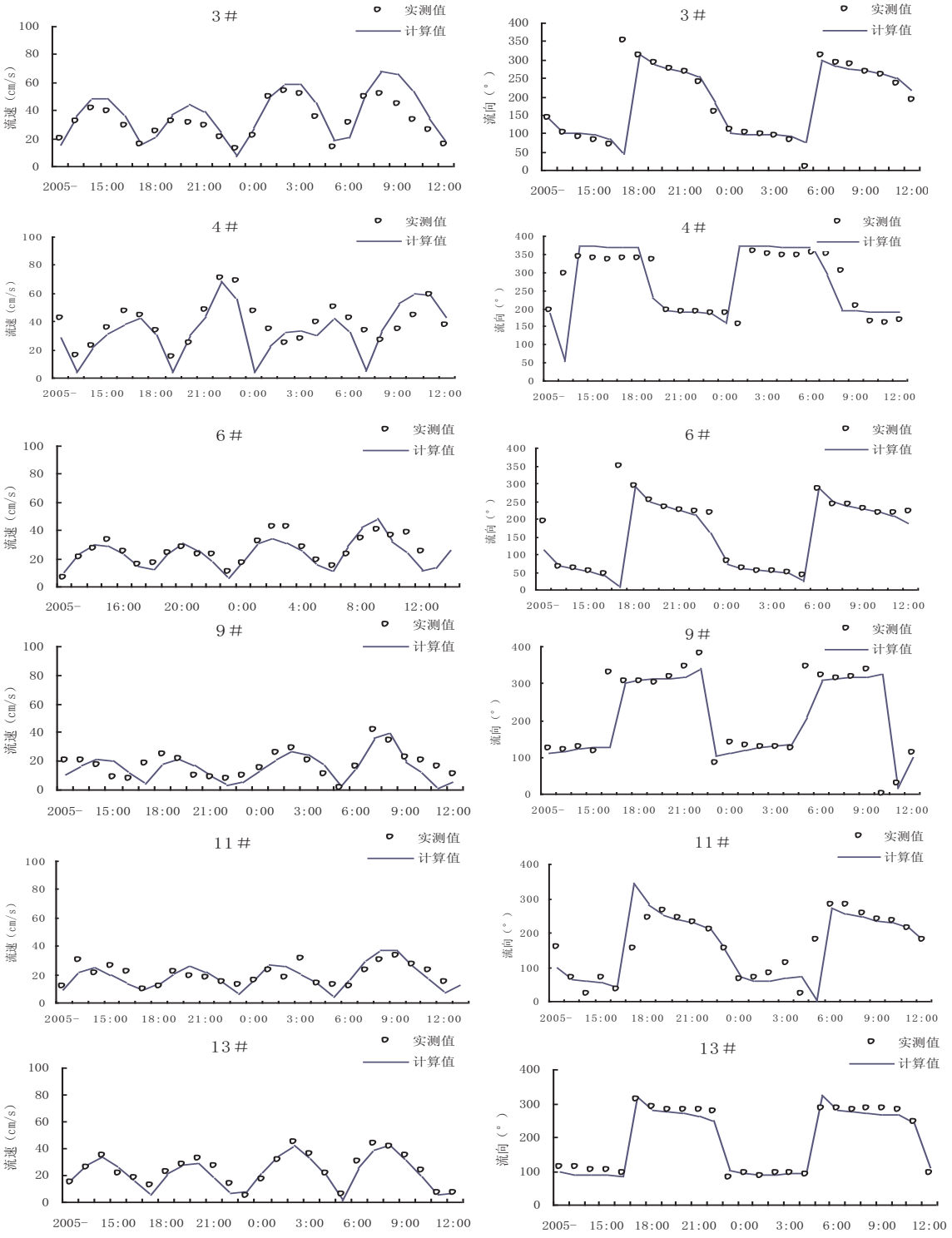
冬季小潮



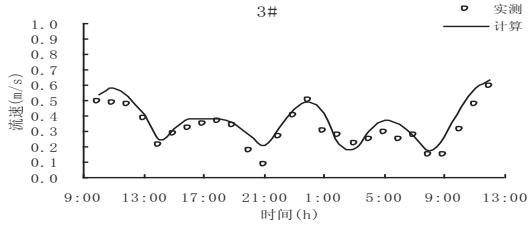
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
潮位过程验证		
图 5.1-5	版次：	A

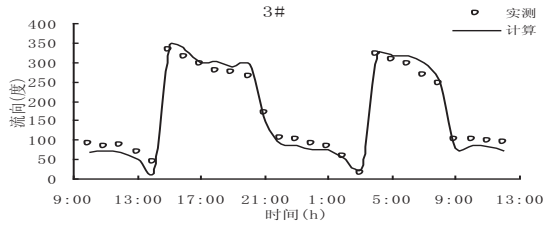


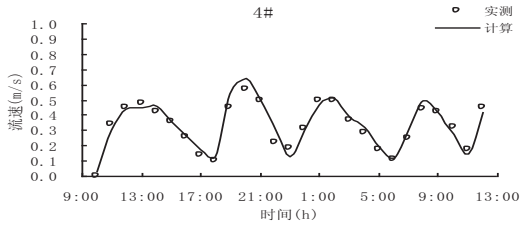
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （夏季大潮）		
图 5.1-6(a)	版次：	A

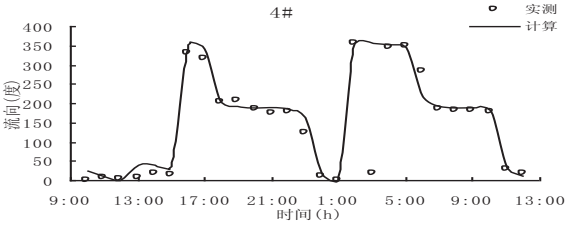


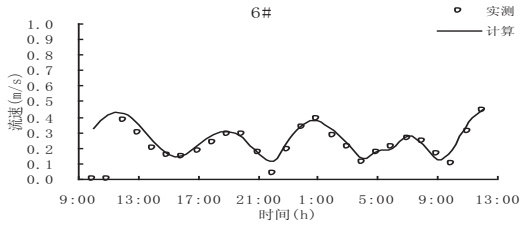
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （冬季大潮）		
图 5.1-6(b)	版次：	A

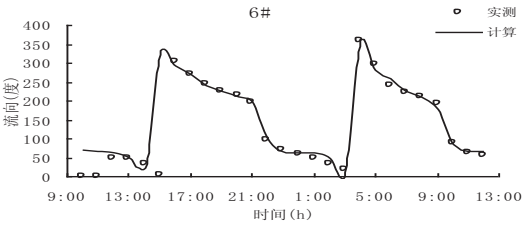


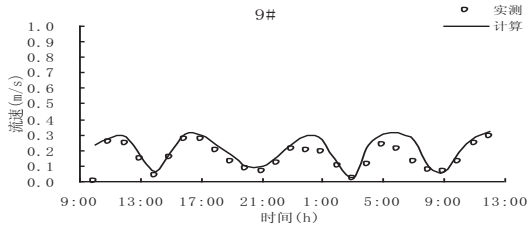


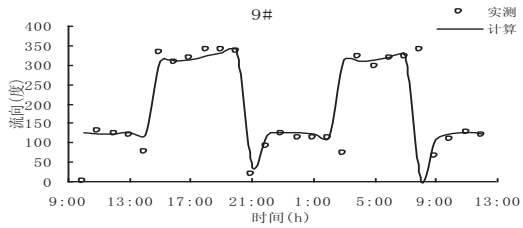


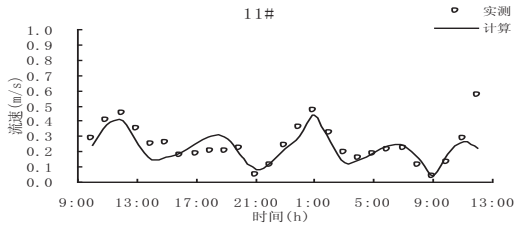


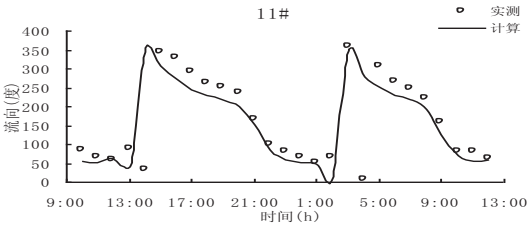


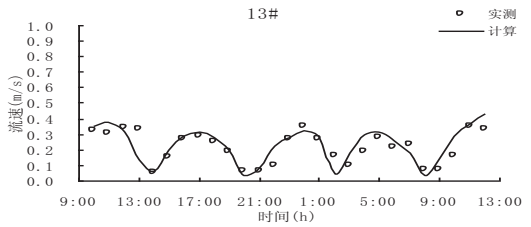


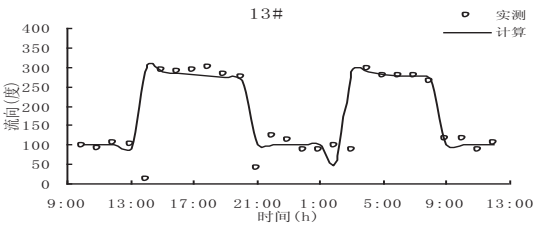




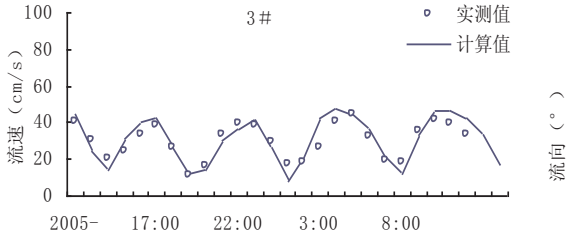


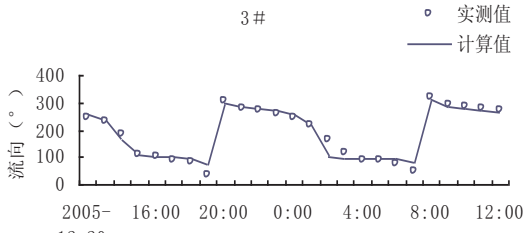


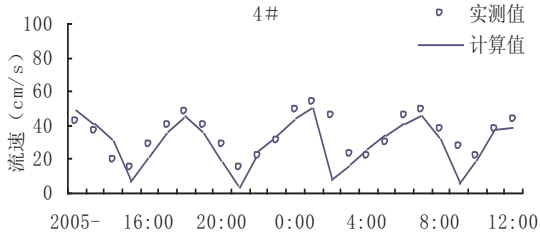


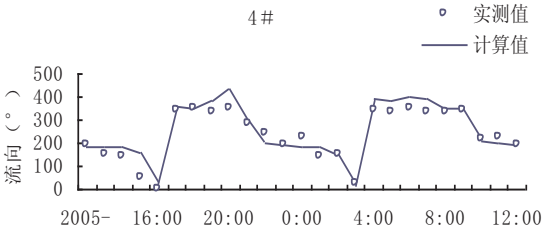


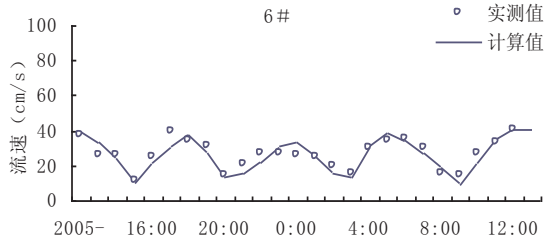
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （夏季中潮）		
图 5.1-6(c)	版次：	A

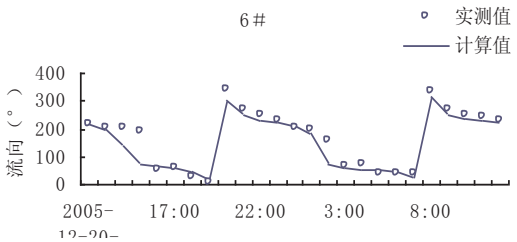


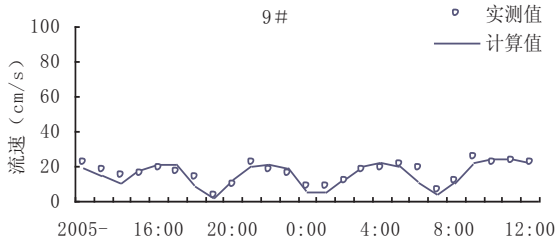


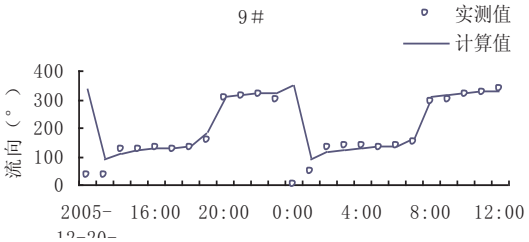


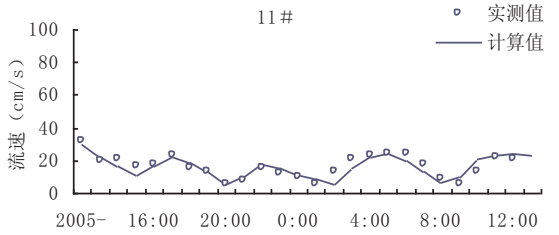


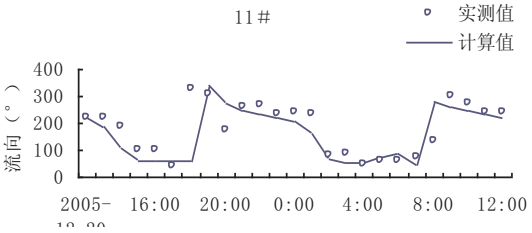


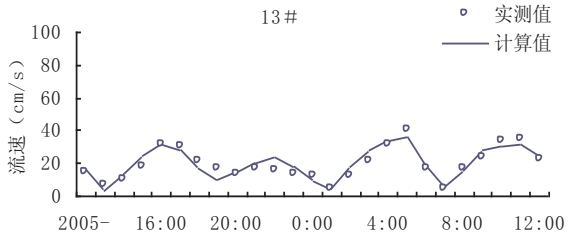


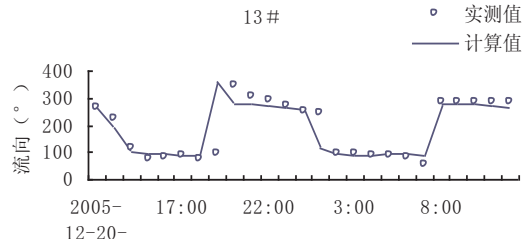




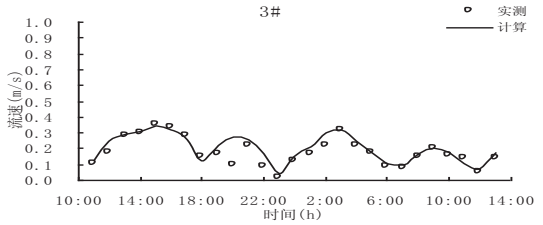


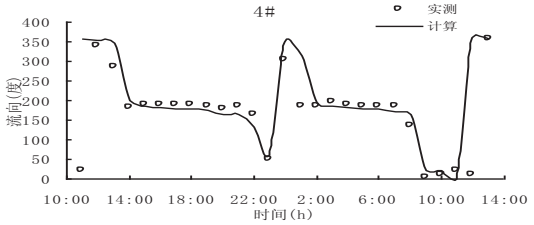


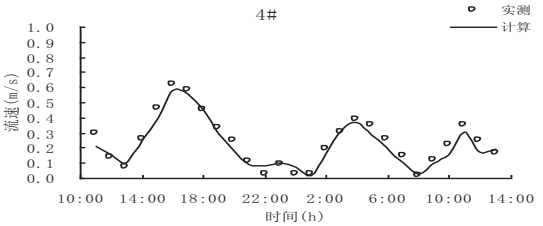


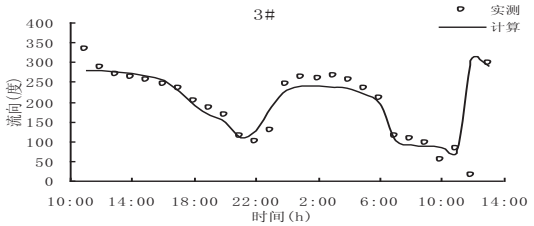


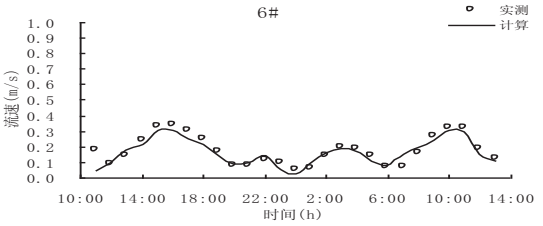
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （冬季中潮）		
图 5.1-6(d)	版次：	A

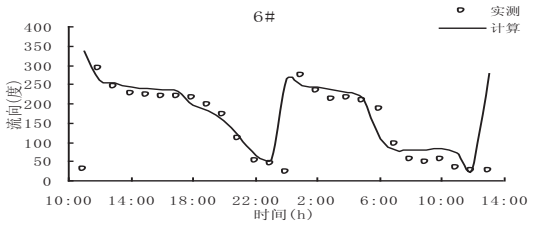


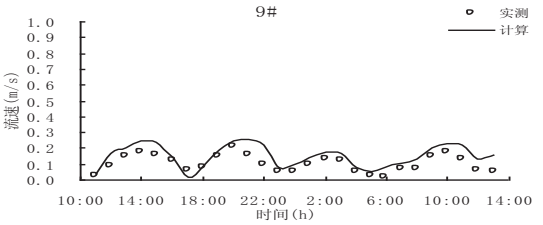


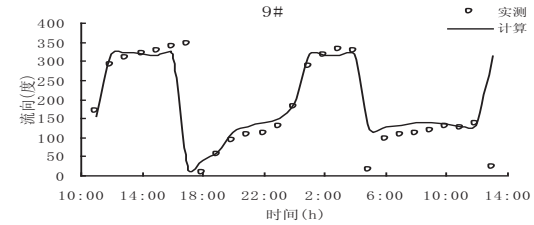


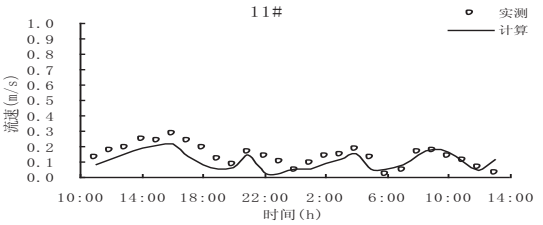


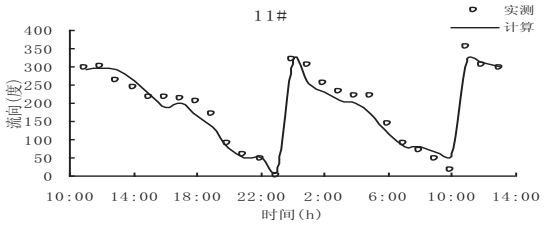


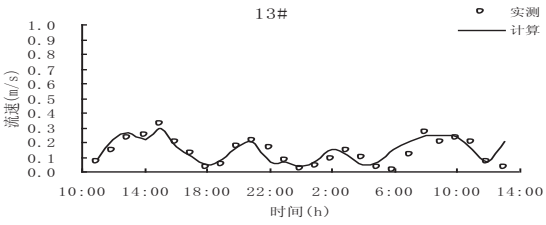


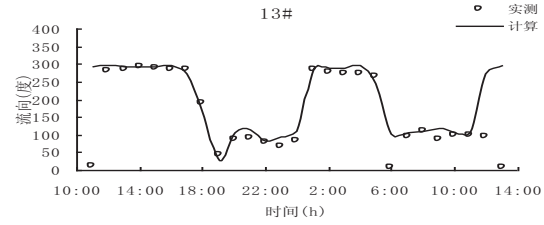




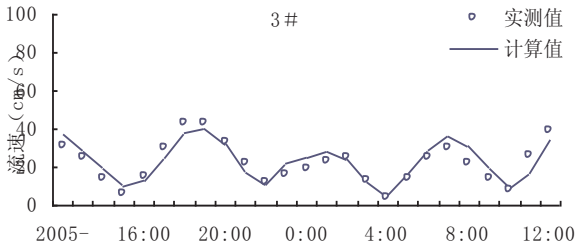


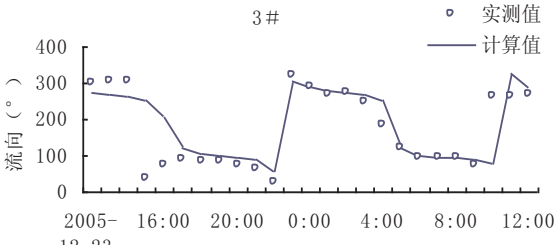


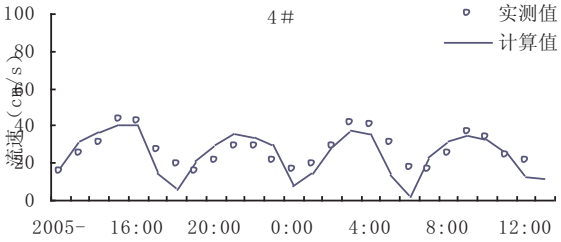


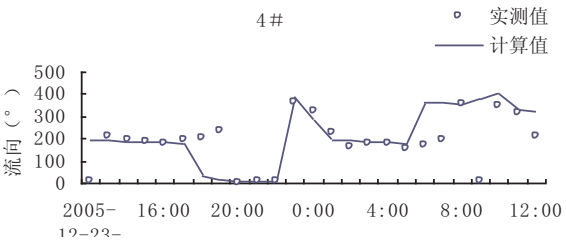


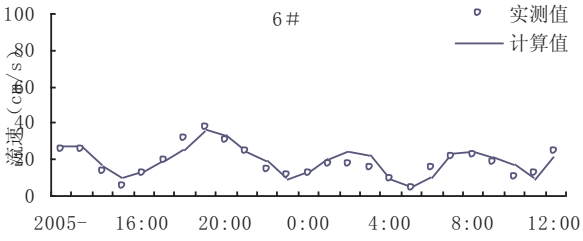
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （夏季小潮）		
图 5.1-6(e)	版次：	A

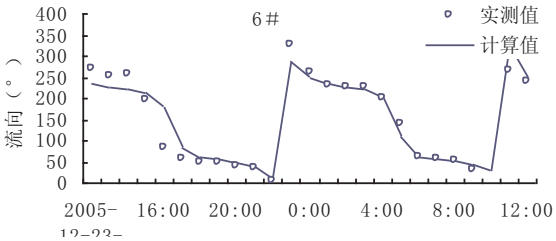


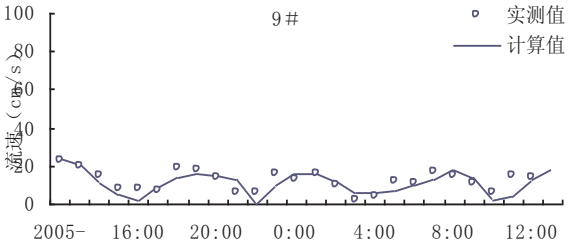


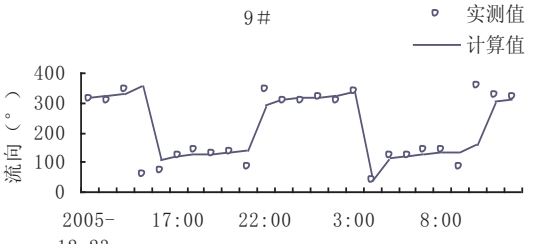


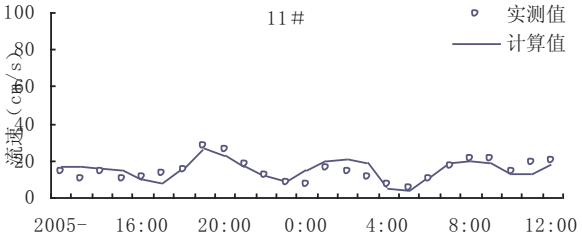


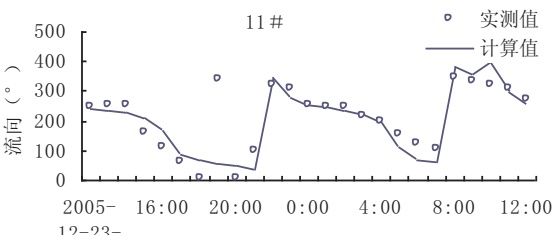


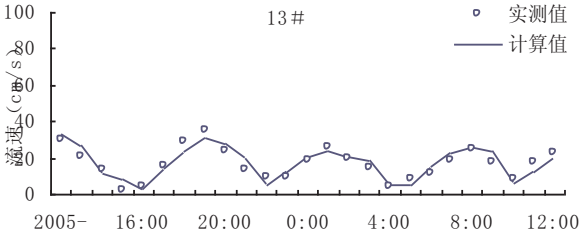


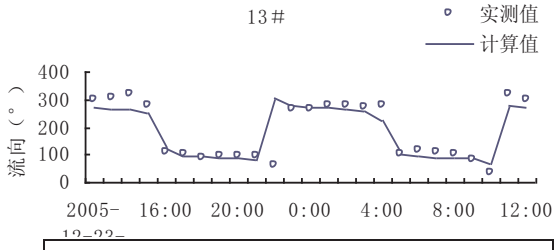




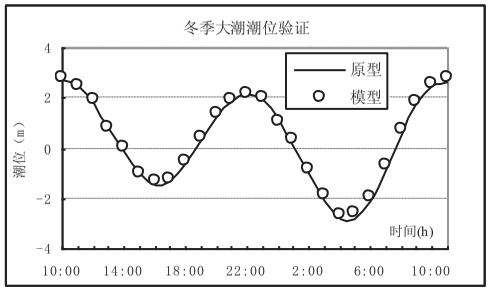


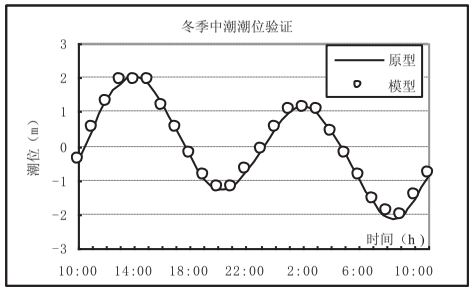


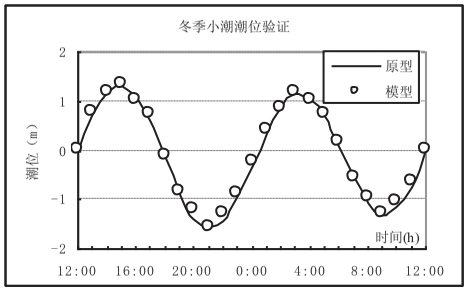




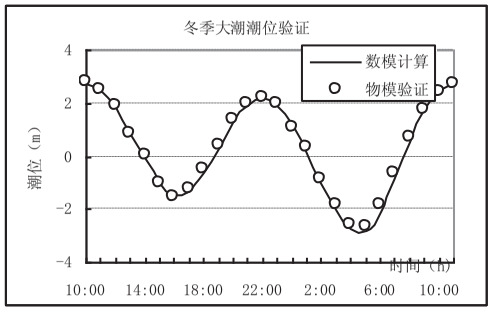
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
流速、流向过程验证 （冬季小潮）		
图 5.1-6(f)	版次：	A

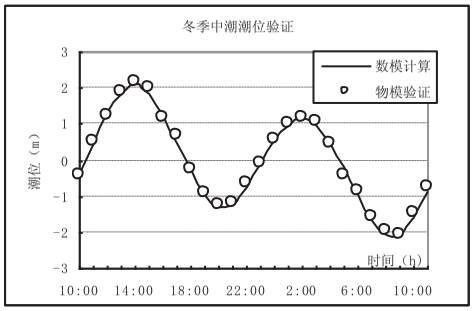


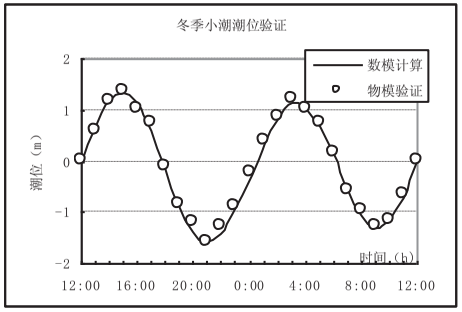




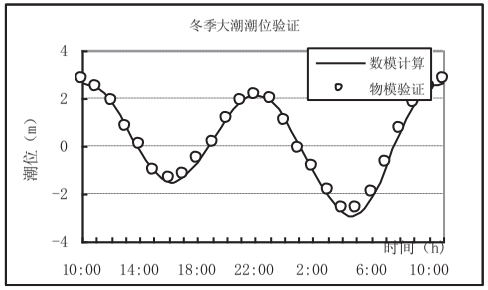
(a) 备湾潮位验证

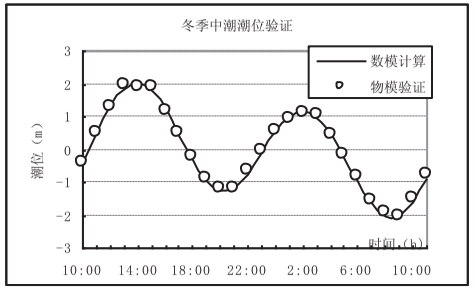


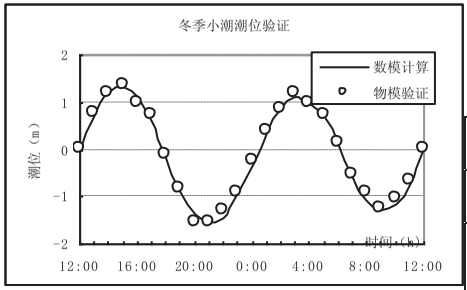




(b) 晴川湾数模计算潮位验证

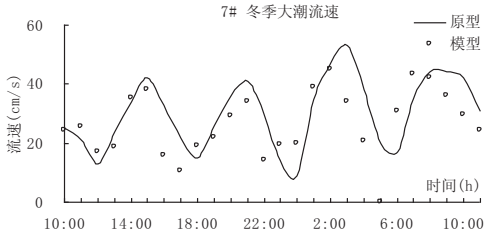


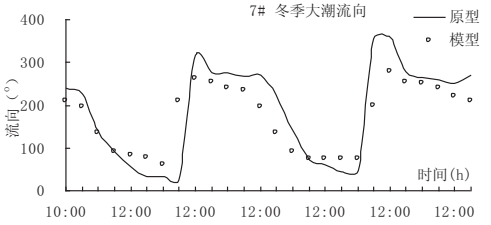


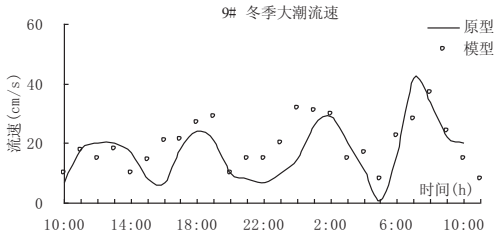


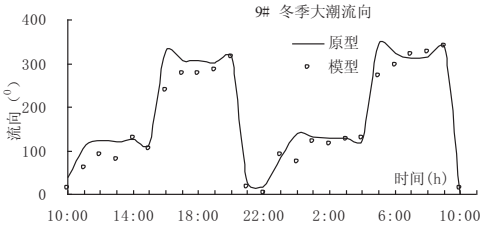
(c) 里山湾口数模计算潮位验证

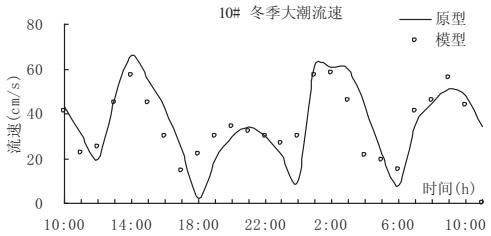
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物理模型潮位验证		
图 5.1-7	版次：	A

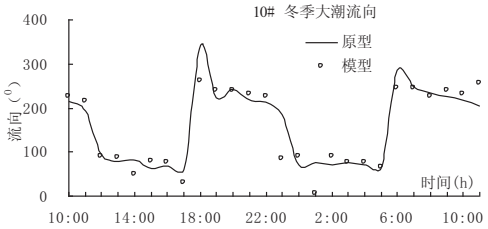


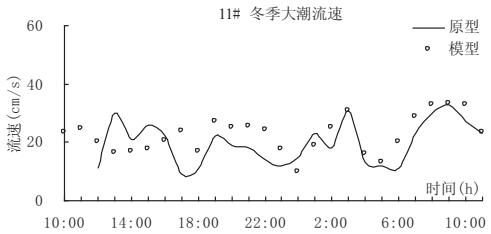


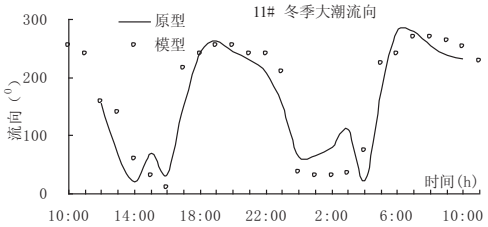


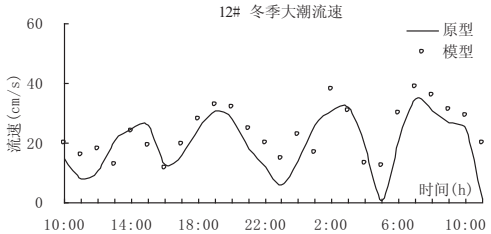


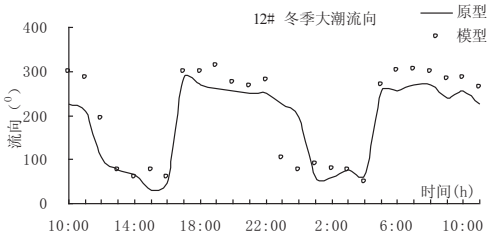


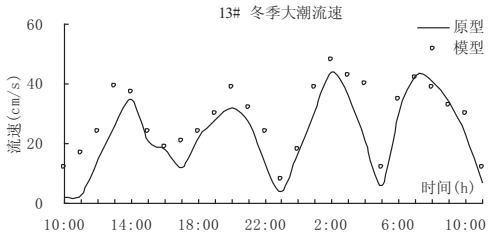


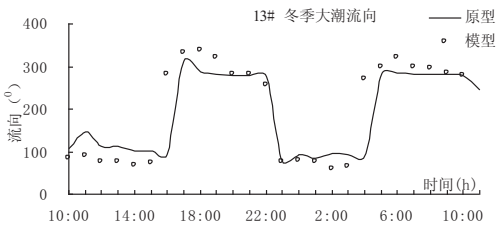




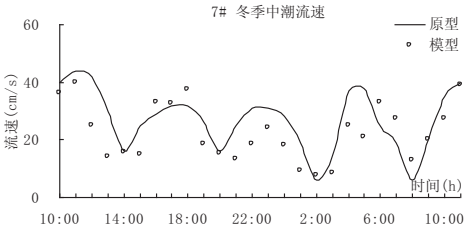


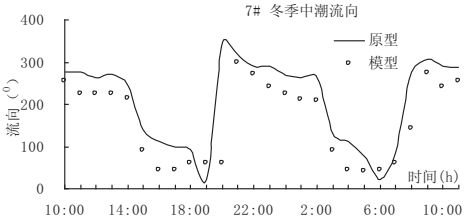


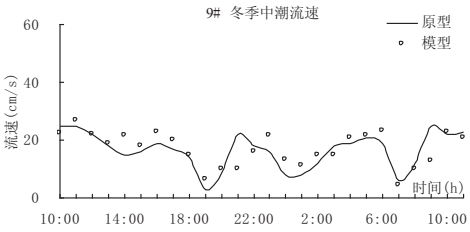


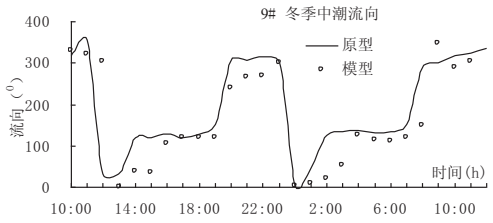


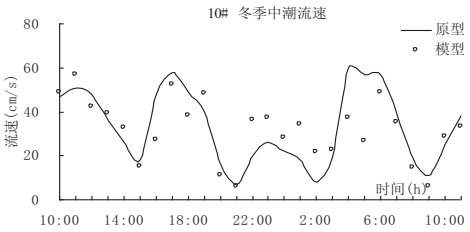
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物理模型试验流速、流向验证（冬季大潮）		
图 5.1-8(1/3)	版次：	A

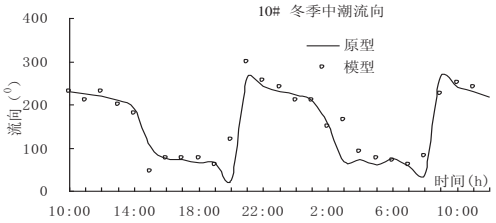


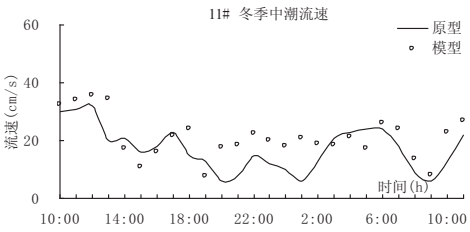


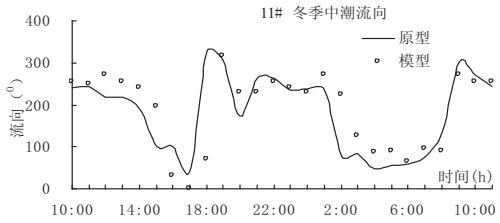


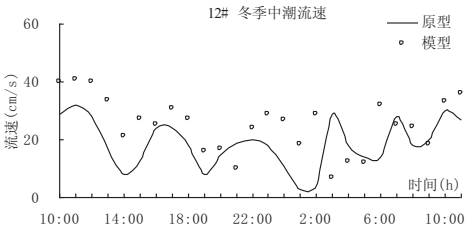


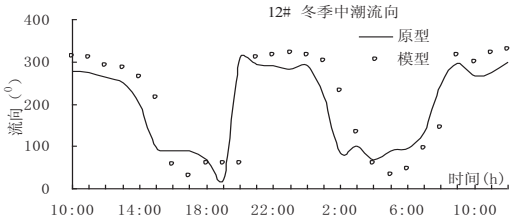


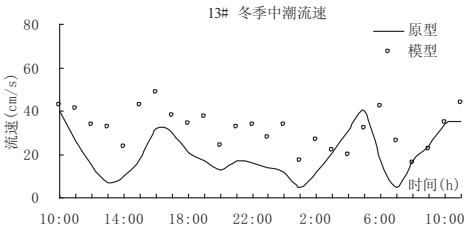


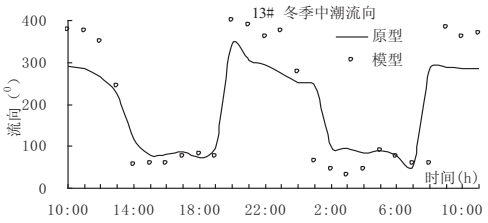




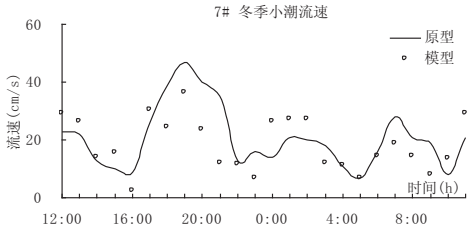


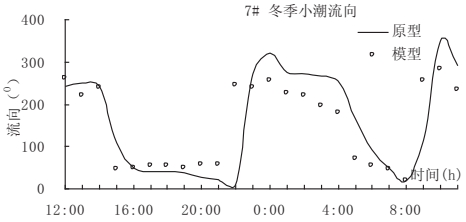


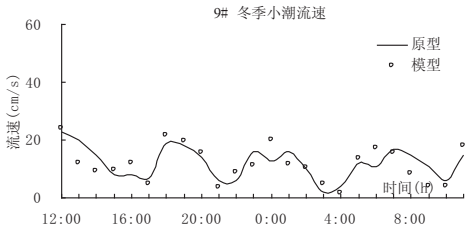


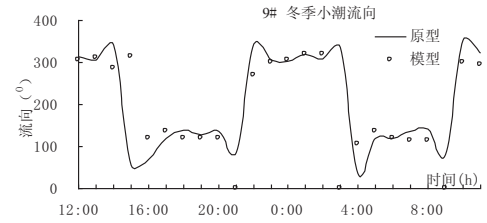


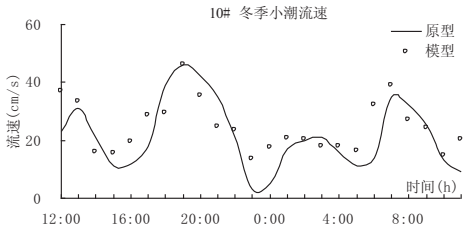
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物理模型试验流速、流向验证（冬季中潮）		
图 5.1-8(2/3)	版次：	A

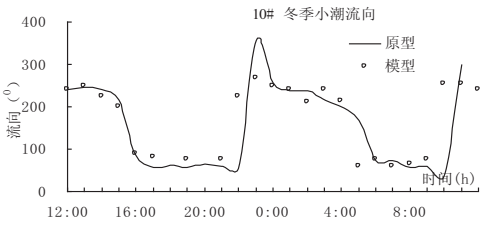


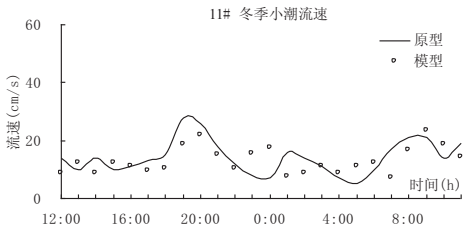


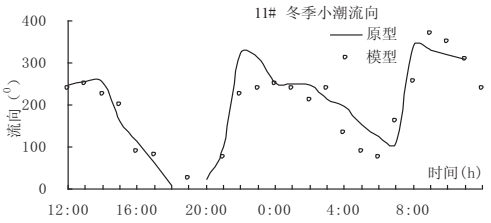


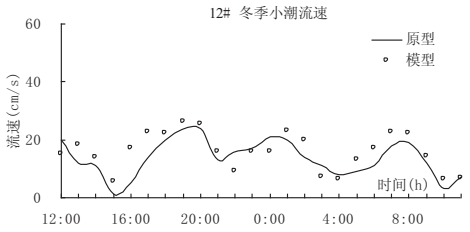


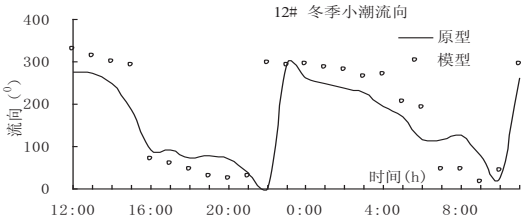


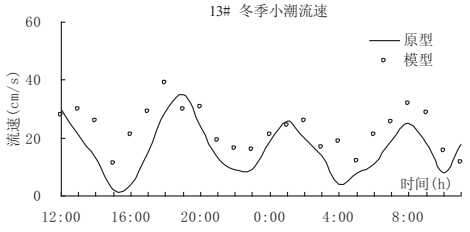


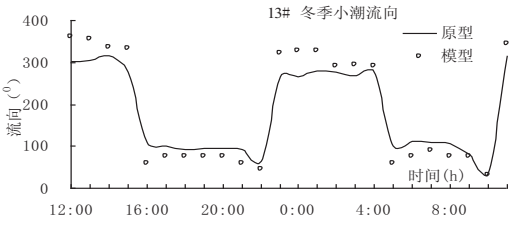




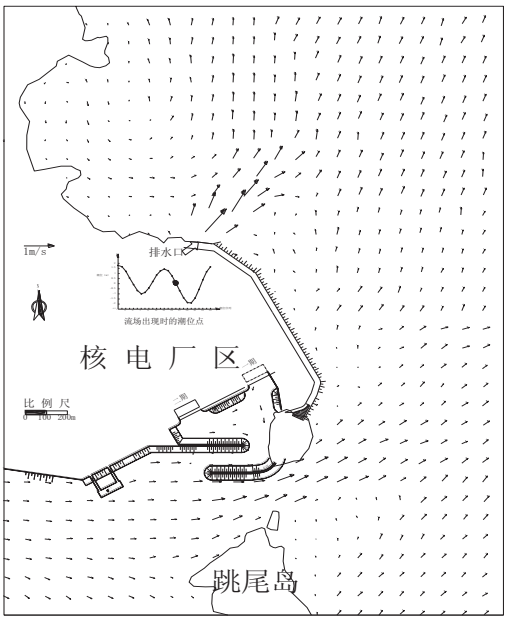




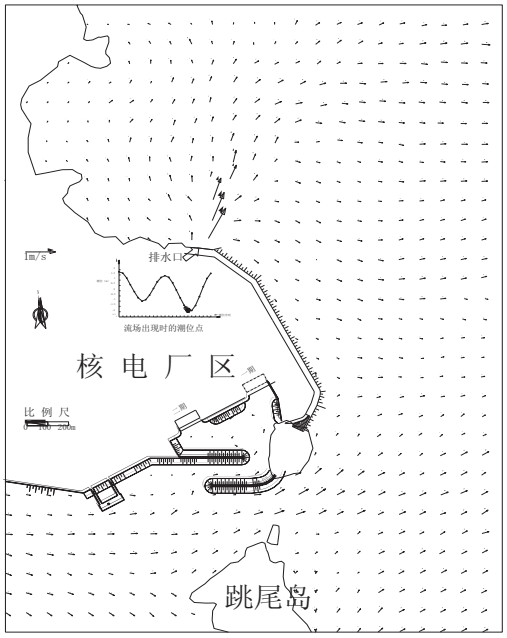




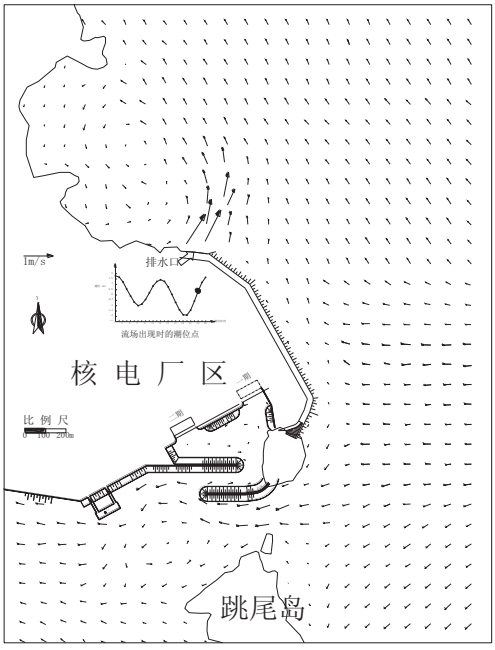
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物理模型试验流速、流向验证(冬季小潮)		
图 5.1-8(3/3)	版次：	A



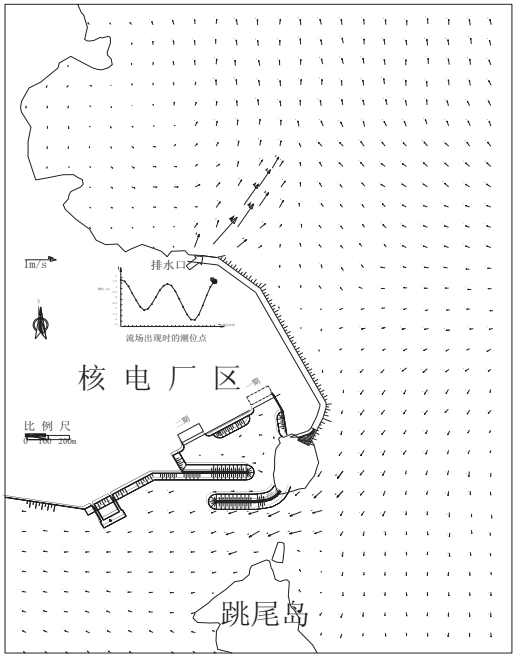
落潮



低潮位

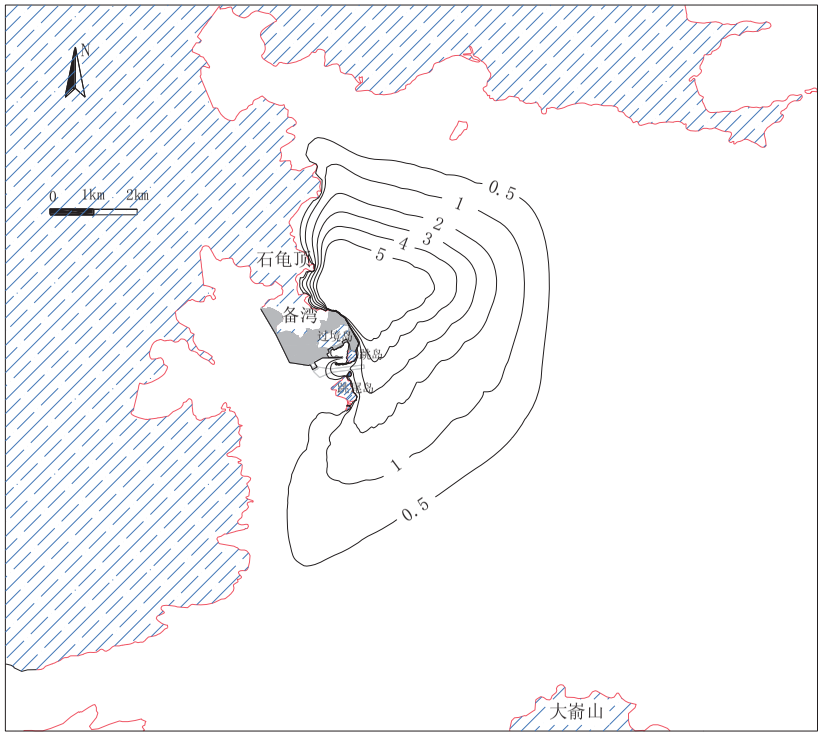


涨潮

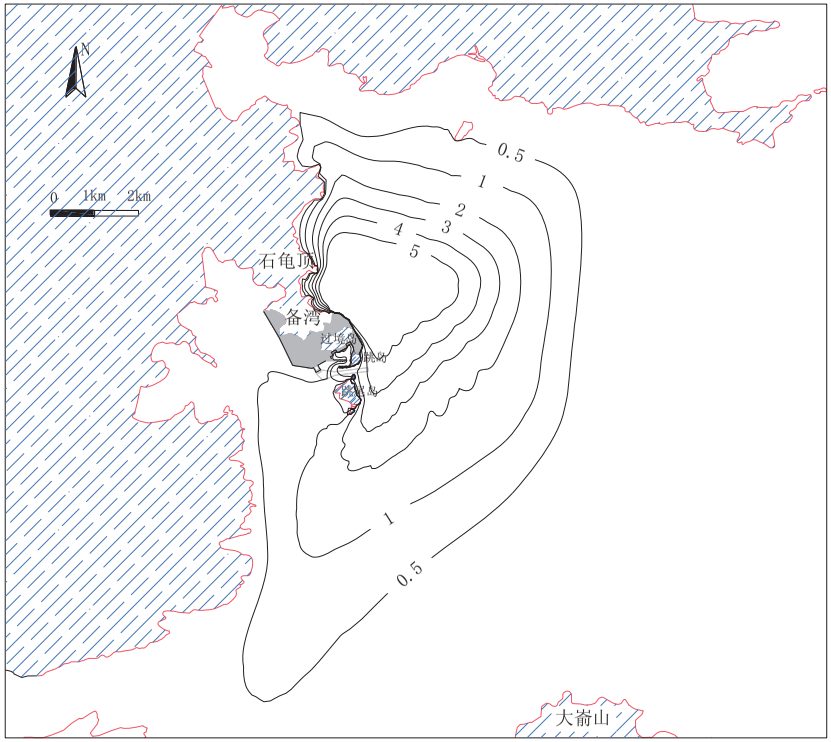


高潮位

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
排水口涨落潮分布图		
图 5.1-9	版	A

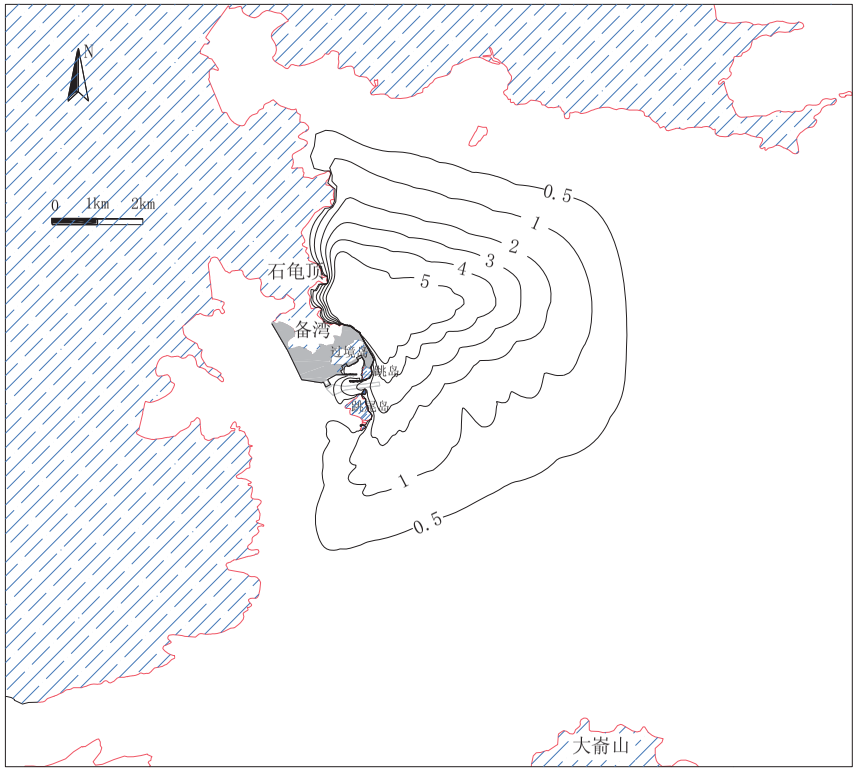


夏季典型小潮

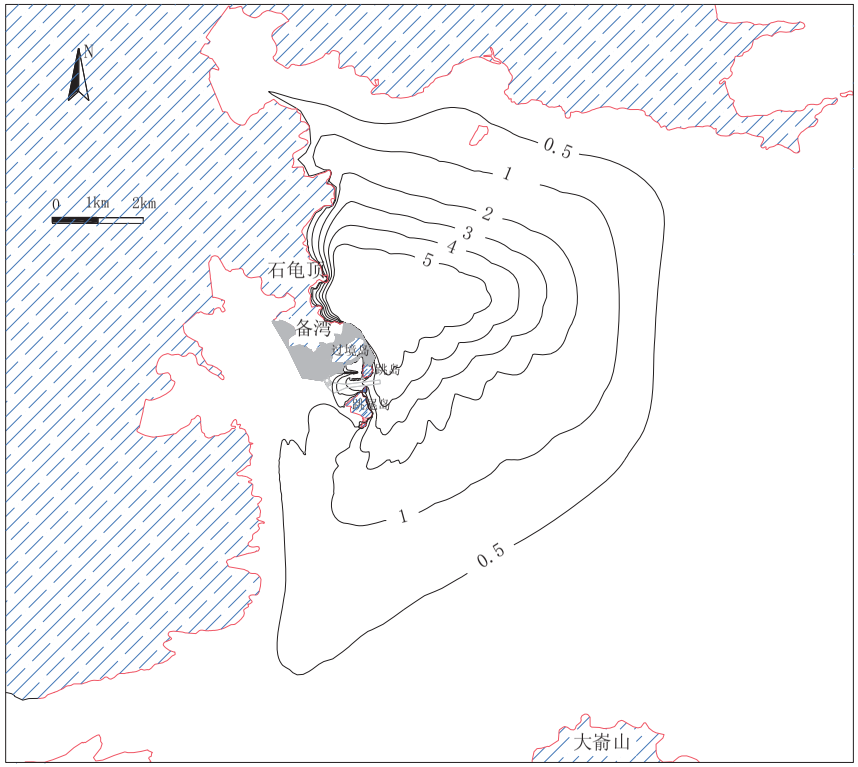


冬季典型小潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮最大温升包络线 （数模）		
图 5.1-10 (1/3)	版次：	A

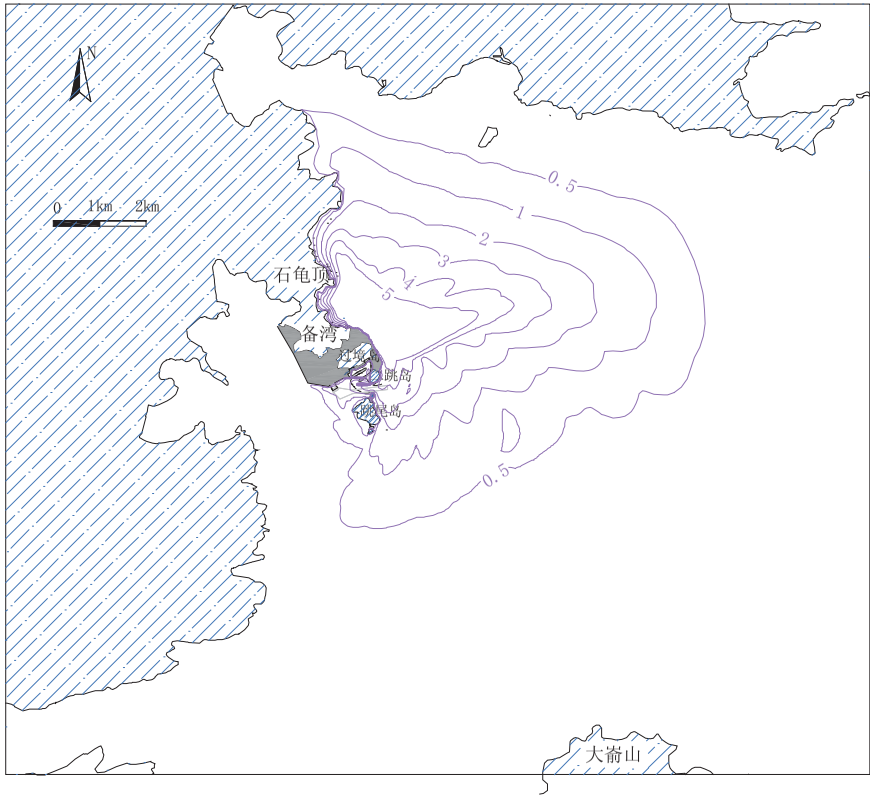


夏季典型中潮

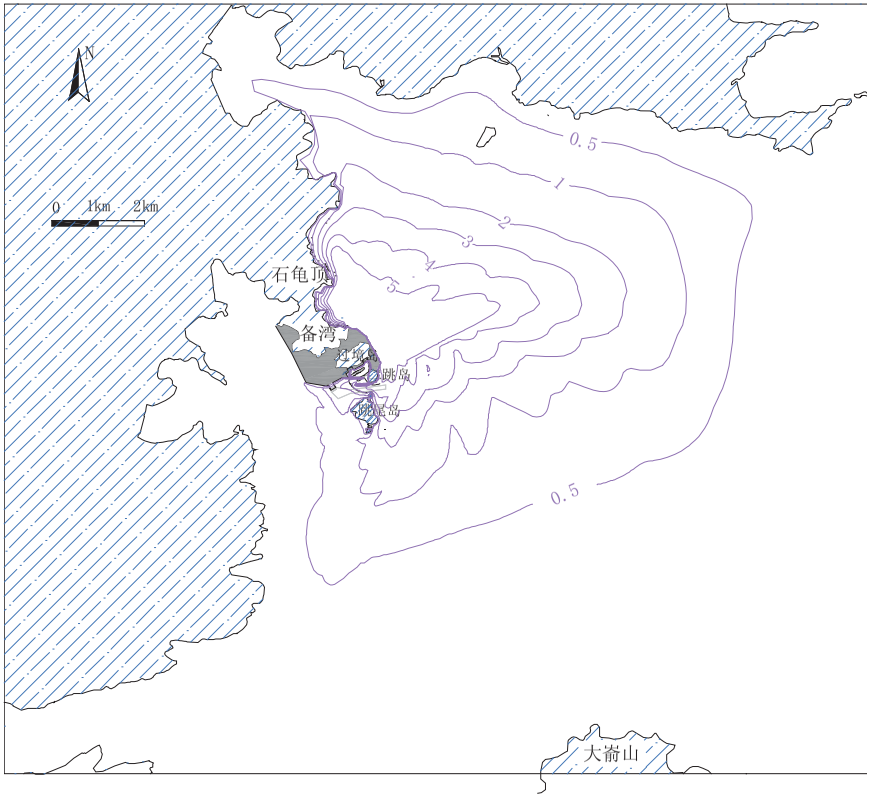


冬季典型中潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮最大温升包络线 （数模）		
图 5.1-10 (2/3)	版次：	A

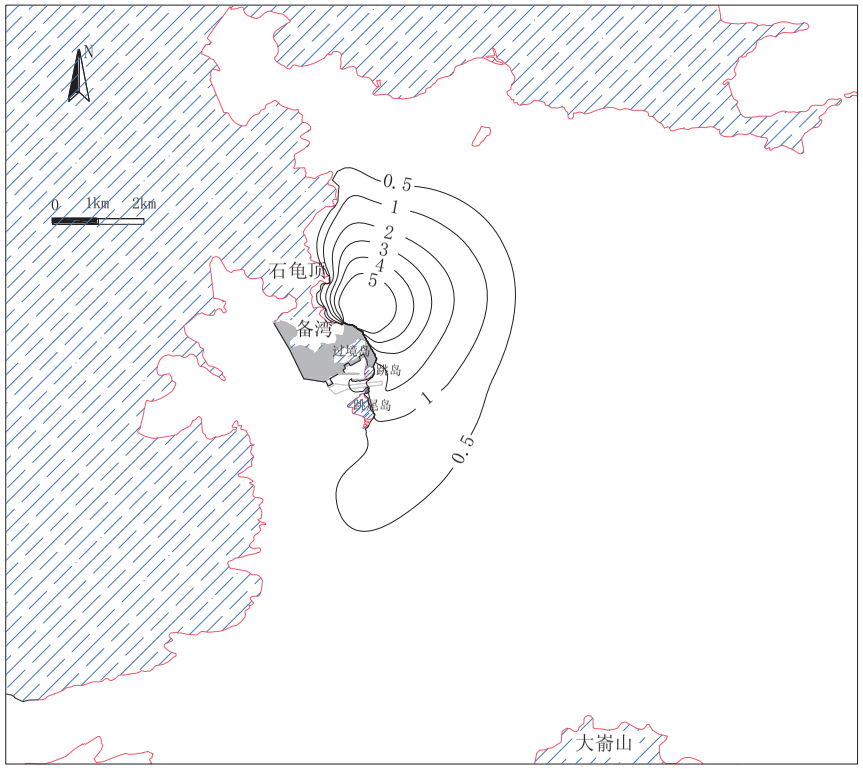


夏季典型大潮

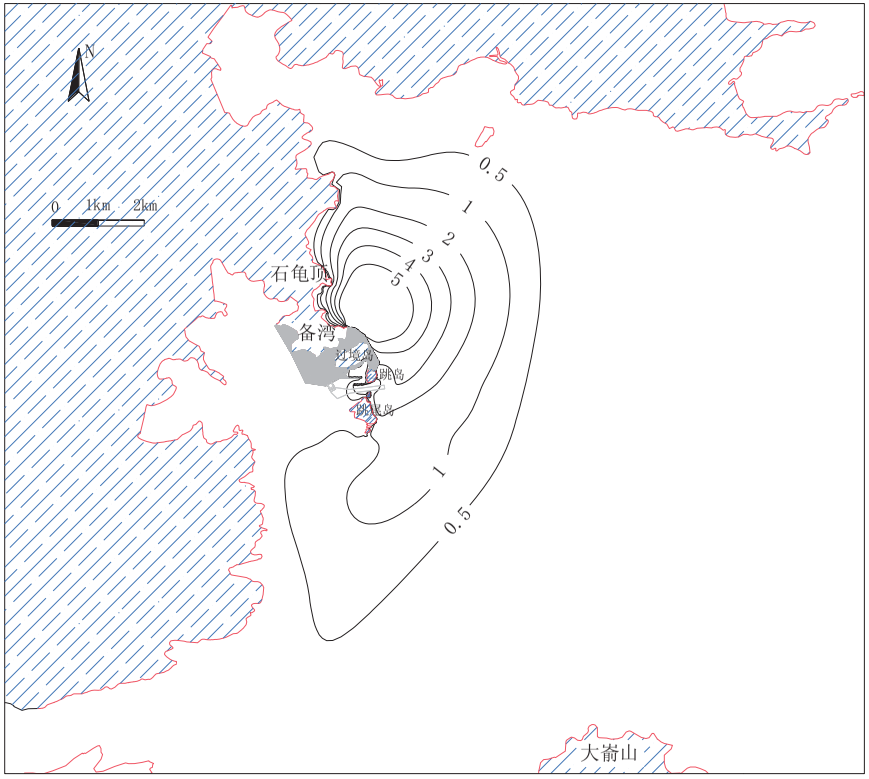


冬季典型大潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮最大温升包络线 （数模）		
图 5.1-10 (3/3)	版次：	A

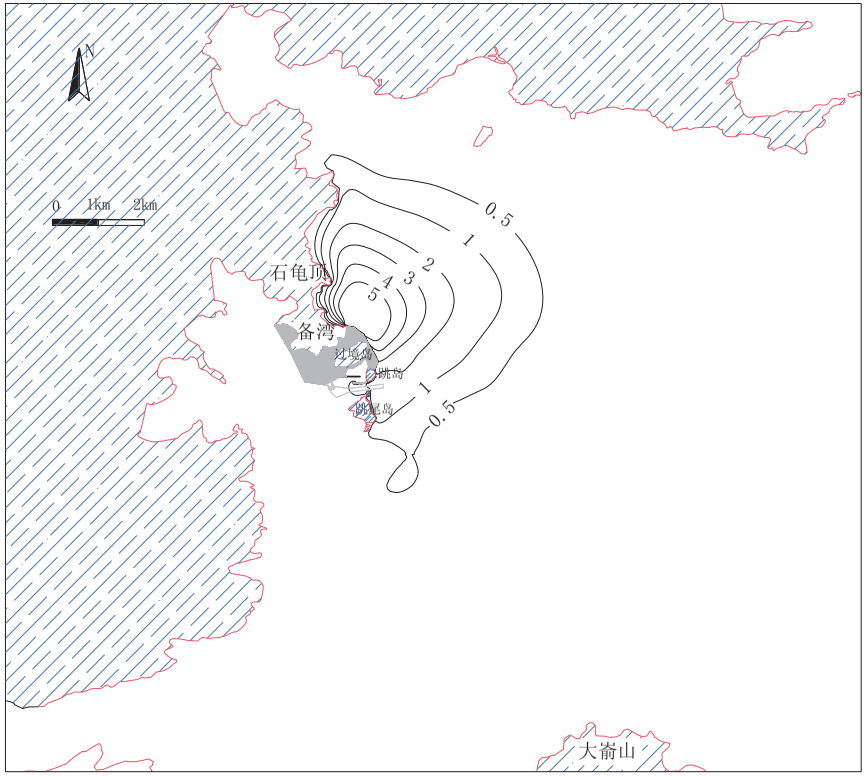


夏季典型小潮

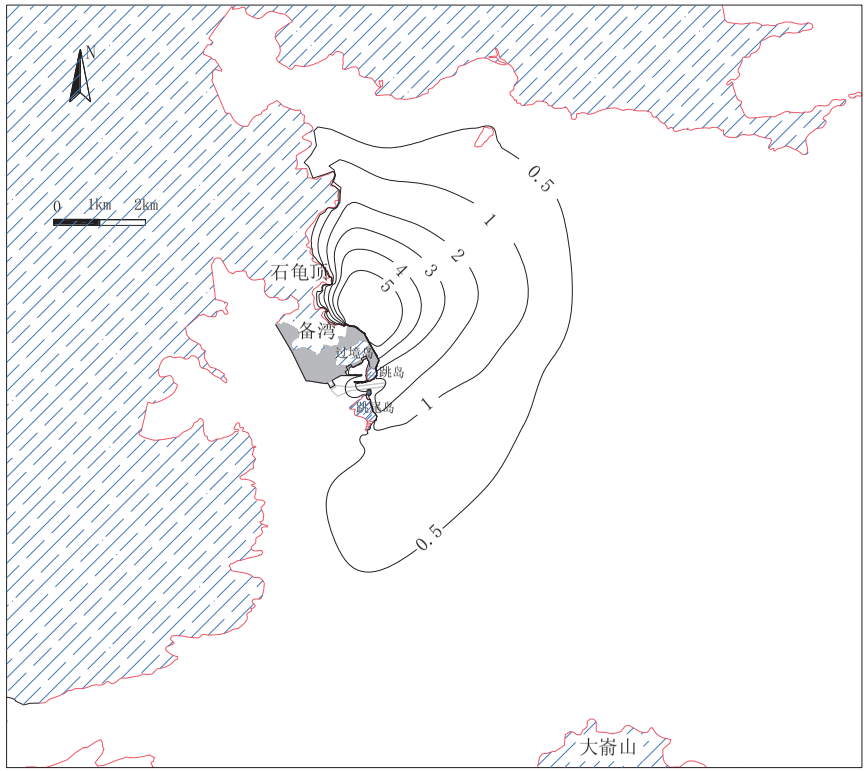


冬季典型小潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮平均温升等值线（数模）		
图 5.1-11(1/3)	版次：	A

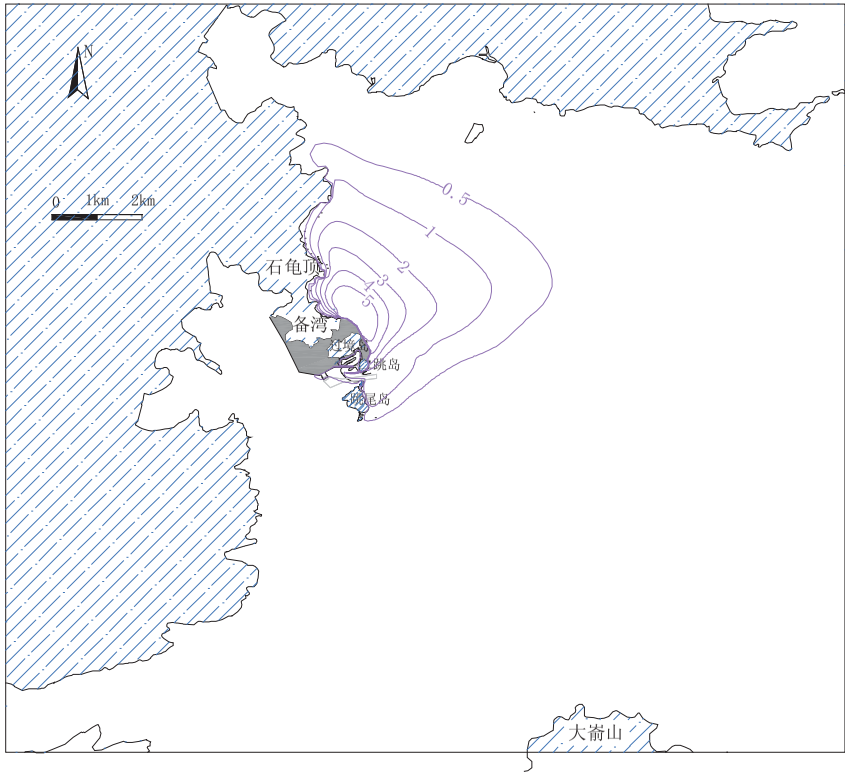


夏季典型中潮

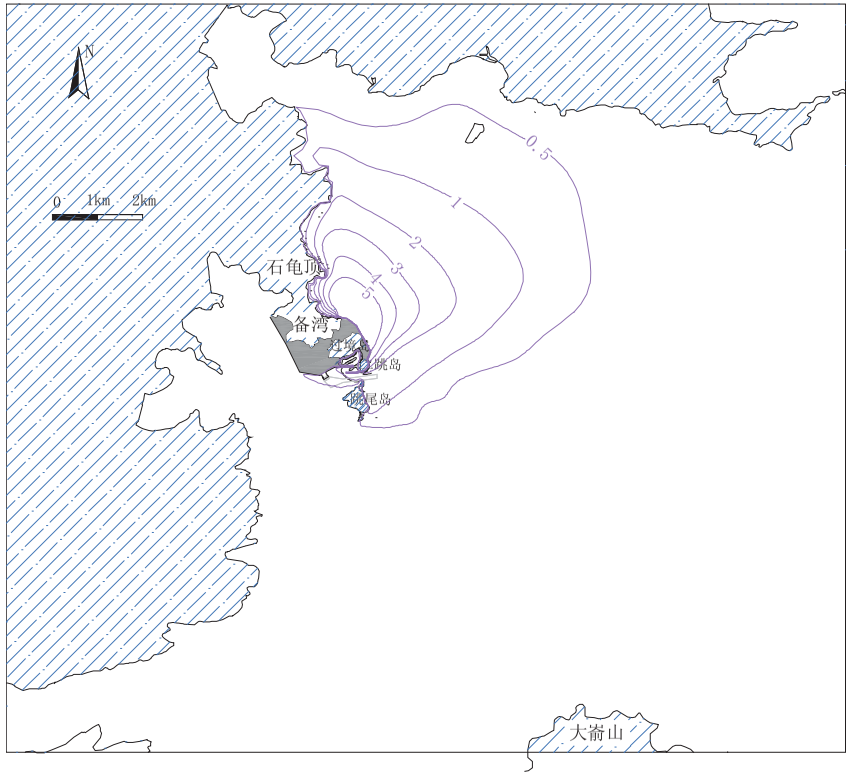


冬季典型中潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮平均温升等值线（数模）		
图 5.1-11 (2/3)	版次：	A

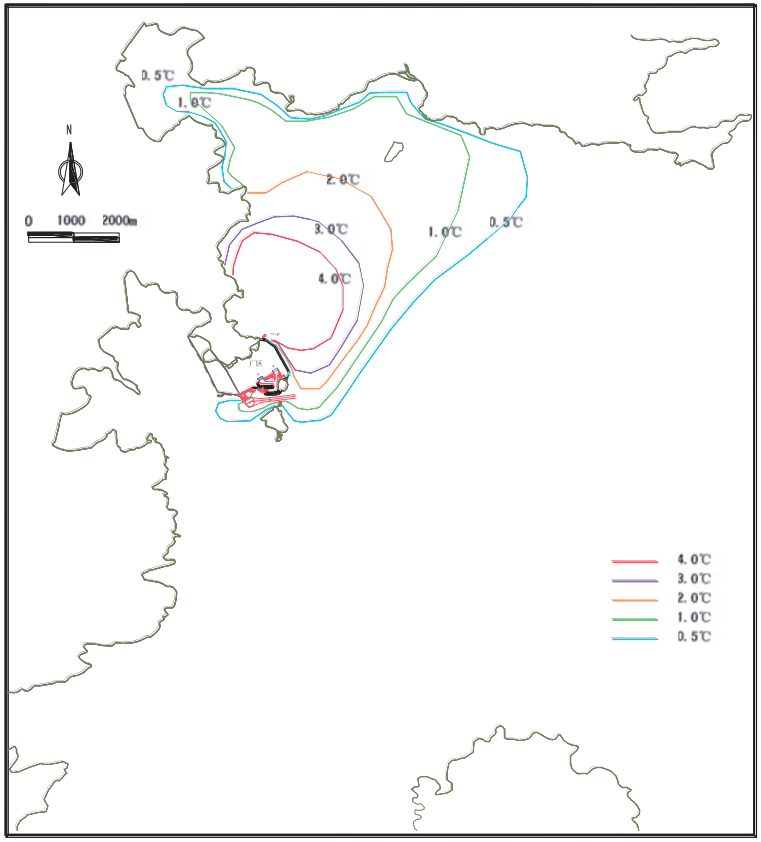


夏季典型大潮

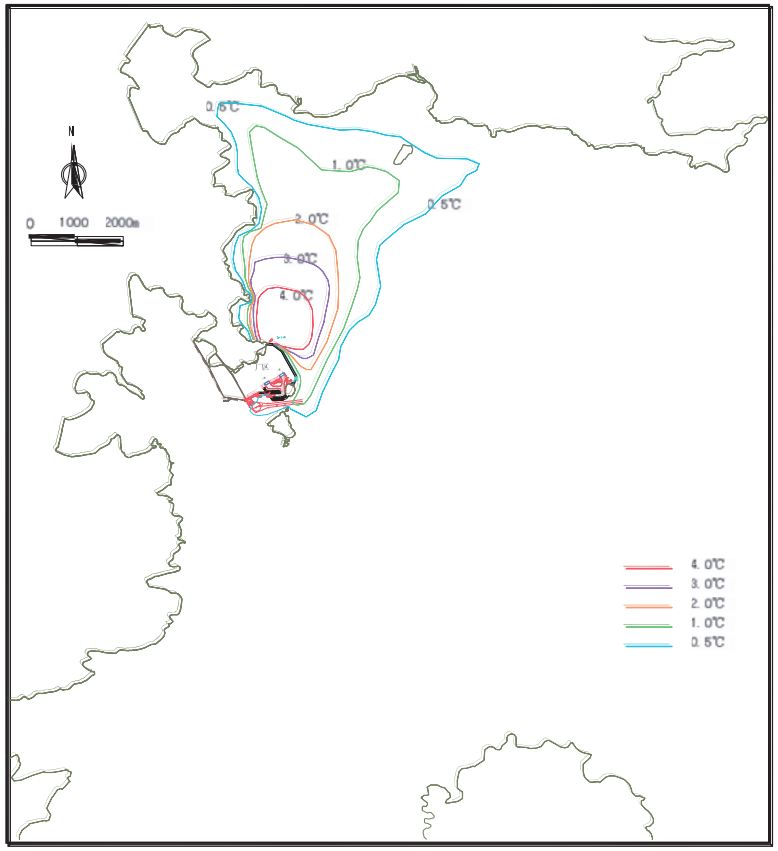


冬季典型大潮

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮平均温升等值线 （数模）		
图 5.1-11 (3/3)	版次：	A

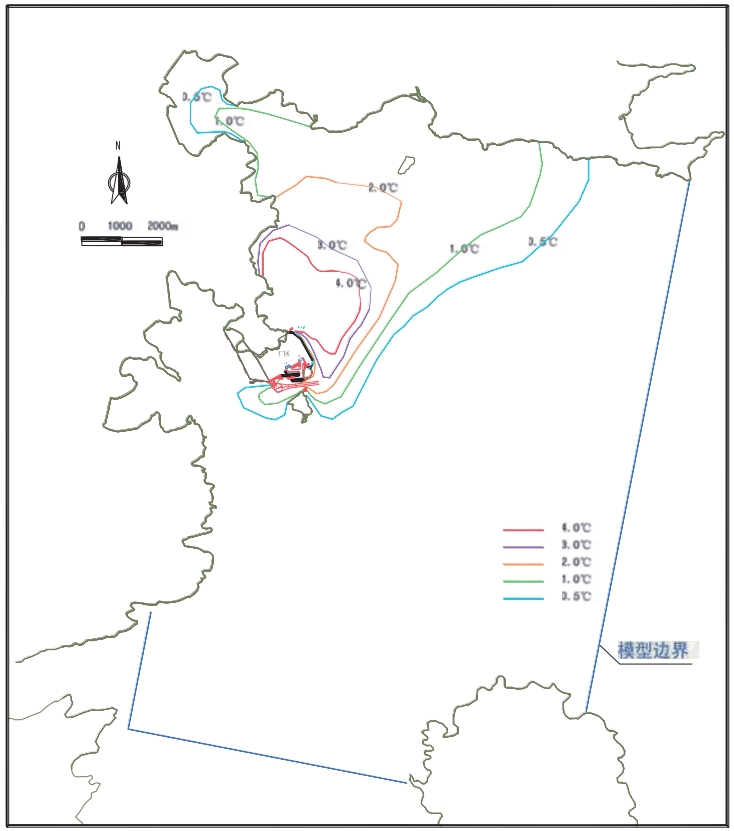


全潮最大温升包络线

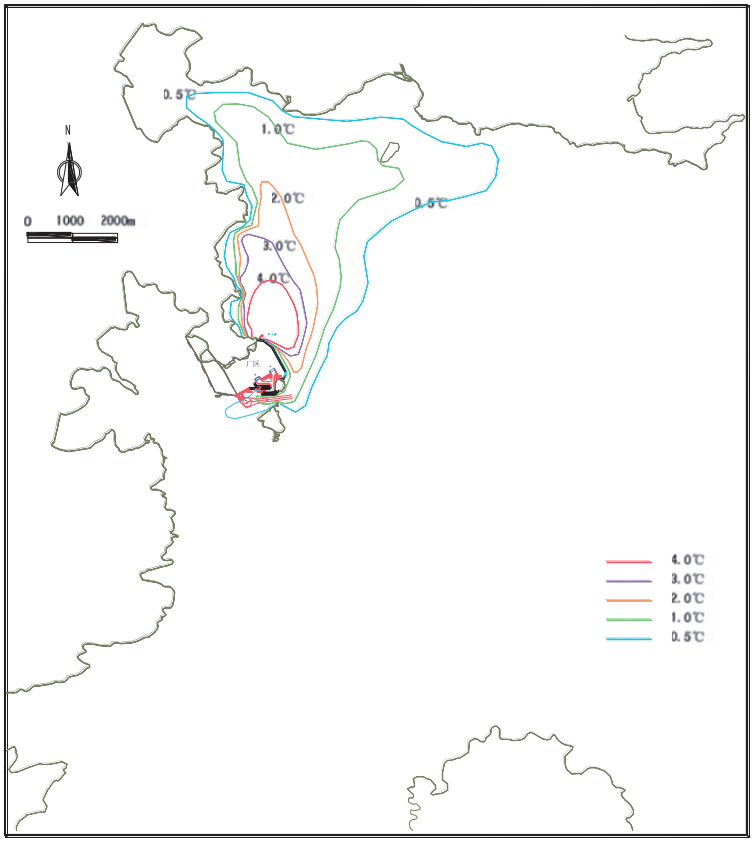


全潮平均温升包络线

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物模温升包络范围 （夏季典型小潮）		
图 5.1-12(1/2)	版次：	A

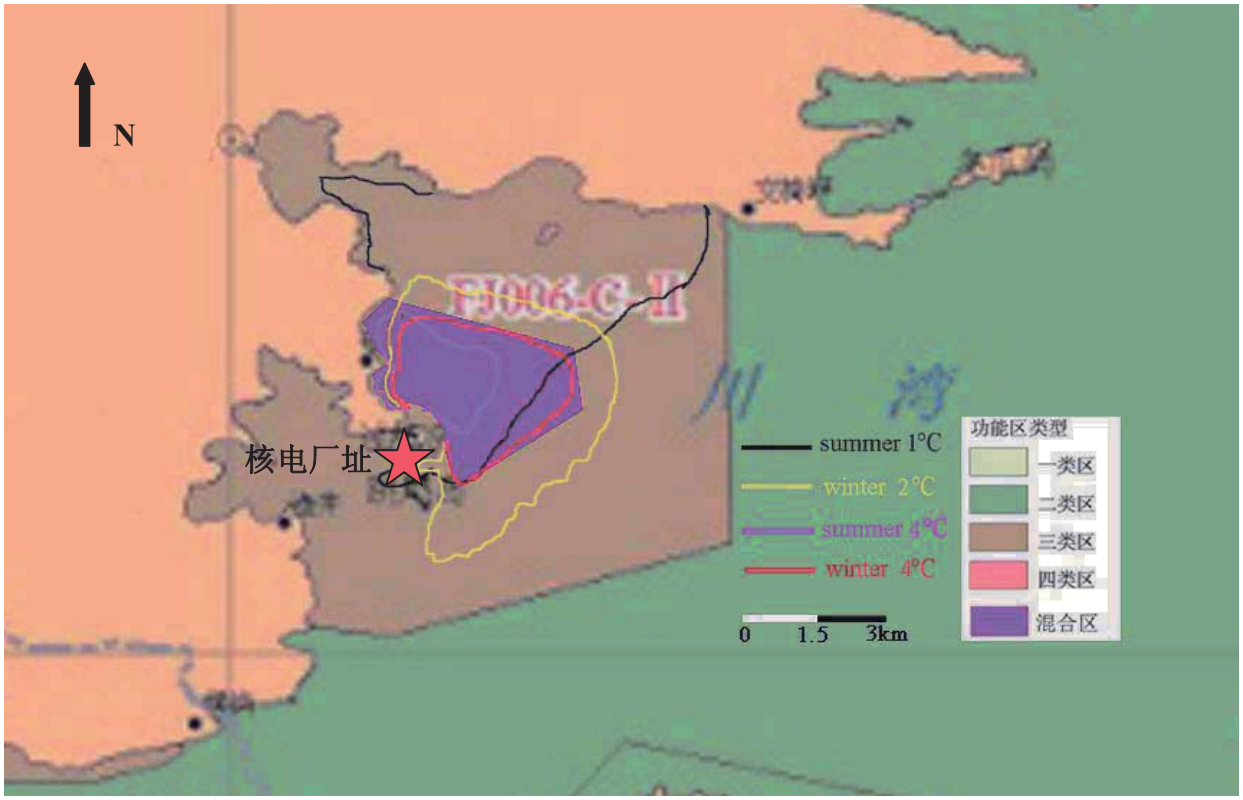


全潮最大温升包络线

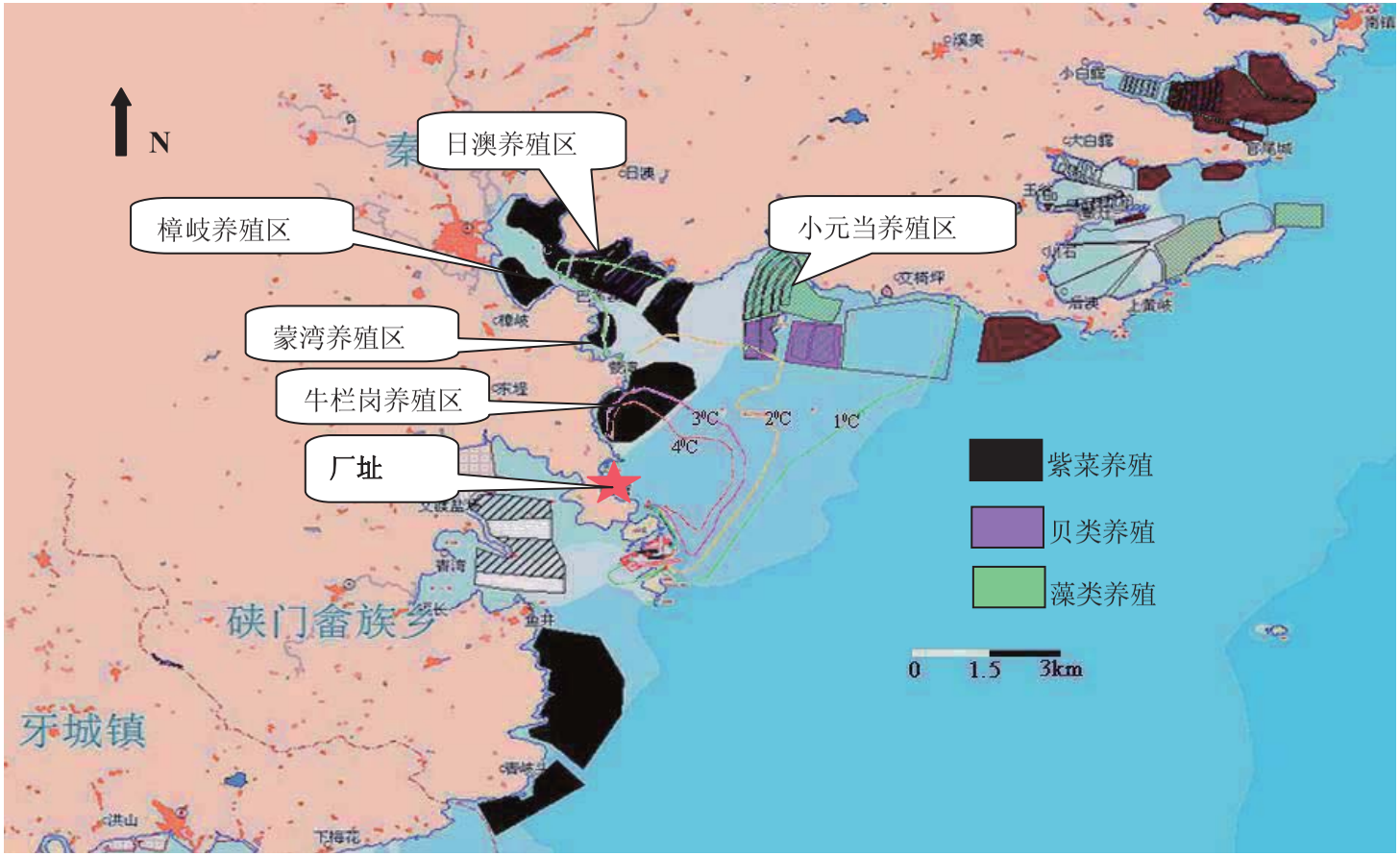


全潮平均温升包络线

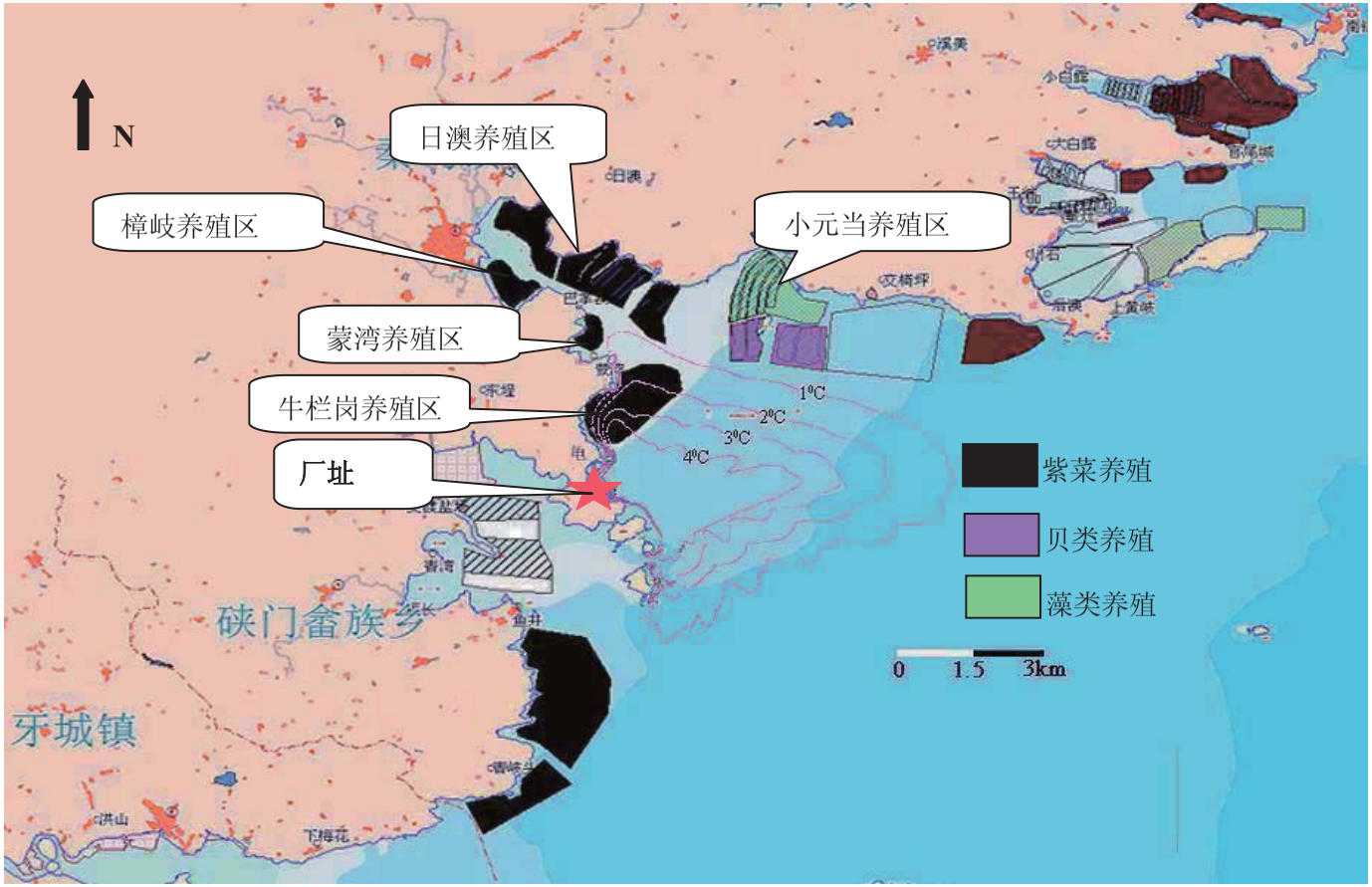
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
物模温升包络范围 （夏季典型大潮）		
图 5.1-12(2/2)	版次：	A



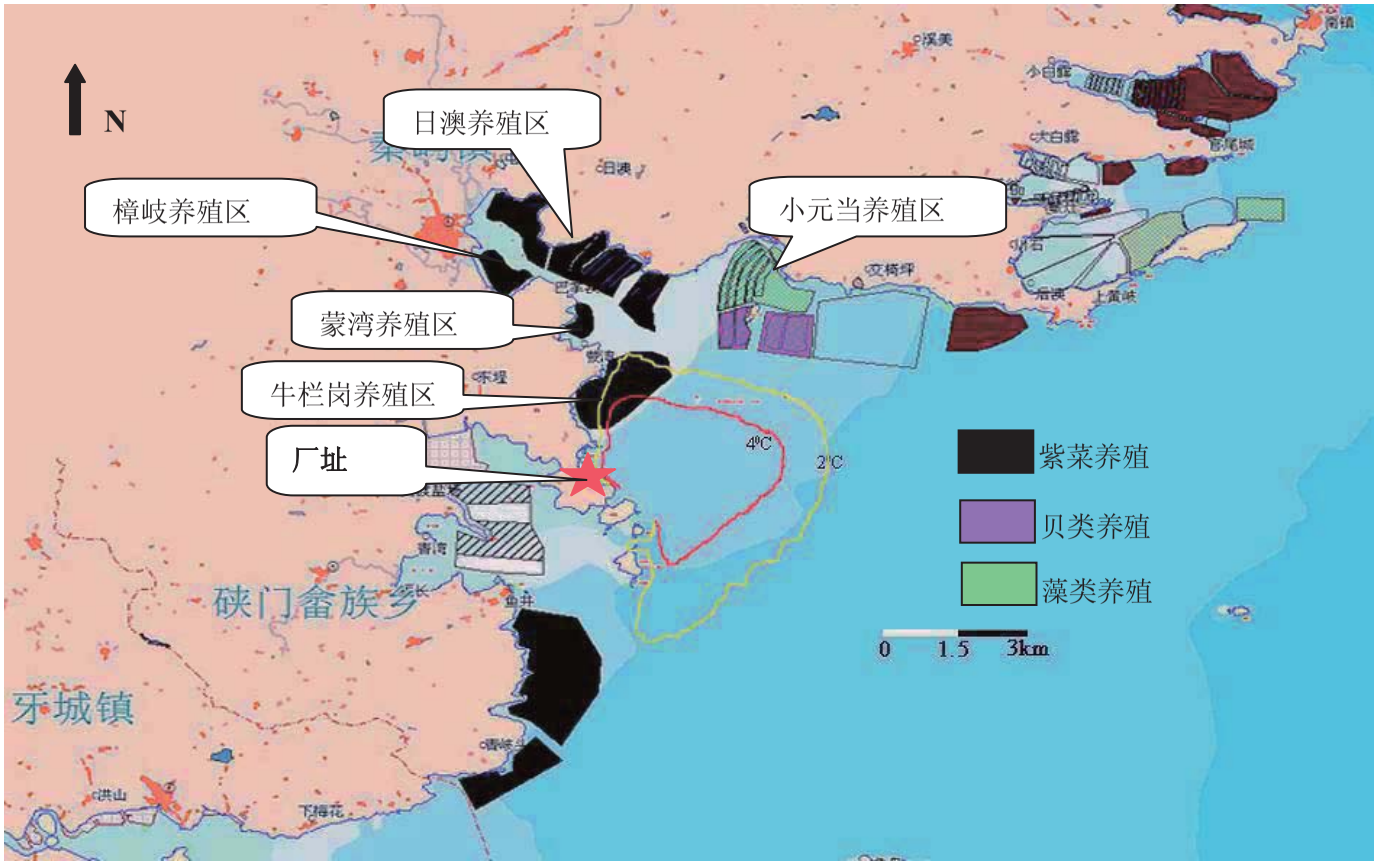
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
全潮最大温升包络线与近岸海域环境功能区划的相对位置		
图 5.1-13	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址周围养殖区在全潮最大温升包络线中的相对位置（夏季物模结果）		
图 5.1-14(1/3)	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址周围养殖区在全潮最大温升包络线中的相对位置（夏季数模结果）		
图 5.1-14(2/3)	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
厂址周围养殖区在全潮最大温升包络线中的相对位置（冬季数模结果）		
图 5.1-14(3/3)	版次：	A

5.2 正常运行的辐射影响

5.2.1 放射性释放源项

5.2.2 放射性流出物在大气和水体中的稀释扩散

5.2.2.1 大气弥散和地面沉积

5.2.2.2 海水稀释和岸边沉积

5.2.3 放射性流出物对海洋生物的辐射影响分析

5.2.4 放射性流出物对周围公众的辐射剂量分析

5.2.4.1 照射途径

5.2.4.2 计算模式和计算参数

5.2.4.3 一般公众的辐射剂量

5.2.4.4 可能的“三关键”分析和评价

5.2.5 环境辐射影响评价

5.2.5.1 海洋生物辐射影响评价

5.2.5.2 公众辐射剂量评价

5.2.6 排放量申请值分析和剂量估算

5.2.6.1 放射性排放申请值分析

5.2.6.2 与排放申请值有关的辐射影响

5.2.7 参考资料

表

表5.2-1　宁德核电厂放射性流出物排放量与GB6249-2011控制值比较
表5.2-2　长期大气弥散因子
表5.2-3　长期地面沉积因子
表5.2-4　各海域放射性核素的相对浓度
表5.2-5　海洋生物浓集因子和悬浮物吸附分配因子
表5.2-6　主要核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子
表5.2-7　排水口附近海域海洋生物的辐射剂量率
表5.2-8　环境介质参数
表5.2-9　放射性核素特征参数
表5.2-10　气态途径辐射剂量计算相关参数
表5.2-11　液态照射途径辐射剂量计算参数
表5.2-12　海产品可食部份生物浓集因子和悬浮物吸附分配因子
表5.2-13　各照射途径有效剂量转换因子
表5.2-14　气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表5.2-15　液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表5.2-16　气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表5.2-17　气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量
表5.2-18　气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量
表5.2-19　牛栏岗养殖渔民个人食物消费和最大生活习惯因子
表5.2-20　各放射性核素通过各种照射途径对关键组居民造成的有效剂量（四台机组排放）
表5.2-21　正常运行工况下“三关键”计算分析结果（四台机组排放）
表5.2-22　排放量申请值分析比较
表5.2-23　放射性申请值排放对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
表5.2-24　放射性申请值排放对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量
表5.2-25　放射性申请值排放对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量

图

图5.2-1　气态照射途径

图5.2-2　液态照射途径

5.2 正常运行的辐射影响

宁德核电厂三、四号机组与一、二号机组位于同一厂区内，一、二号机组的烟囱与三、四号机组的烟囱相隔 387m，属一址多堆厂址，核电机组均采用 CPR1000 技术方案。本节将根据电厂设计资料所给出的放射性流出物排放量，结合厂址周围环境特征和公众生活习性，分析和预测核电厂三、四号机组运行后，放射性流出物排放对厂址周围环境以及公众造成的辐射影响，同时将综合考虑一、二号机组的叠加影响。

本节还将针对宁德核电厂全厂四台机组统一申请的放射性流出物年排放量所造成的辐射剂量进行估算，分析评价申请值合理性及公众所受辐射影响的可接受性。

5.2.1 放射性释放源项

宁德核电厂运行状态下，放射性流出物以气载和液态两种形态向环境释放，分别通过大气和受纳水体进行稀释扩散。本报告第三章 3.6 节给出了 CPR1000 核电机组运行状态下，气载和液态放射性流出物的年排放量。四台机组的气载和液态放射性流出物的年排放量分别出自《宁德核电厂一、二号机组最终安全分析报告》和《宁德核电厂三、四号机组最终安全分析报告》。

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）要求核动力厂必须按每堆实施放射性流出物的年排放总量控制，对于同一堆型的多堆厂址，全厂所有机组的年总排放量应控制在单堆排放控制值的 4 倍以内。表 5.2-1 给出了宁德核电厂单台机组以及一期工程四台机组的各类放射性流出物年排放量与 GB6249-2011 相应总量控制值的比较。从表可以看出，宁德核电厂运行状态下，各类放射性流出物的年设计排放量均能满足国家标准 GB6249-2011 规定的总量控制要求。

本节核电厂运行状态下环境辐射影响分析的技术方法与目的为：首先是通过预测厂址周围一般公众的辐射剂量，从公众受照剂量可接受性的角度来验证电厂三废处理系统的设计性能和效能的可靠性，因此，采用较为保守的设计排放源项（Case B）对公众的辐射剂量进行估算；其次为电厂运行后环境监测方案的制定提供技术依据，采用比较接近现实运行工况的运行预期排放源项（Case A）进行“三关键”分析，确定受核电厂放射性流出物排放造成辐射影响最大的关键居民组、关键核素和关键照射途径，以更现实的反映核电厂放射性流出物排放在环境中的分布及影响情况。

气载放射性流出物中的 ^{14}C 在环境介质中的转移过程具有特殊机理，有别于核电

厂排放的其它各类气载放射性核素，只有以二氧化碳形式存在的 ^{14}C 才能通过光合作用被植物吸收，并以食物的摄入形式进入食物链，对摄入者造成内照射影响。根据 IAEA 421 号技术报告，欧洲和美国的压水堆核电站以二氧化碳形态向环境排放的 ^{14}C 占 ^{14}C 总排放量的 5~25%，根据此研究结论，本节在评估气载 ^{14}C 的排放所造成的环境辐射影响时，假定以二氧化碳形态排放的 ^{14}C 占总排放量的 25%。

5.2.2 放射性流出物在大气和水体中的稀释扩散

5.2.2.1 大气弥散和地面沉积

宁德核电厂运行状态下，气载放射性流出物经净化处理后通过烟囱排入大气环境，在气流的作用下向周围环境传输扩散，部分放射性碘和气溶胶粒子由于沉降作用以及降水等因素沉积到地面。

根据宁德核电厂厂区气象观测系统 2011 年 10 月至 2013 年 9 月连续两个年度 10m 和 80m 高度逐时风向、风速和温度，以及地面气象站的逐时雨量等气象数据，采用苏州热工研究院有限公司研制开发的 CEIRA 程序对厂址周围各评价子区内的大气弥散因子以及地面沉积因子进行了计算。程序计算中的大气弥散因子采用国家核安全导则（HAD101/02）推荐的高斯直线烟羽模型，并根据宁德核电厂 CPR1000 机组的设计参数，气载放射性流出物排放烟囱高度为 62.3m，邻近建筑物的高度为 56.4m，根据核安全导则 HAD101/02 的判别方法，按混合排放方式考虑，此外，对于弥散过程中由于建筑物尾流和大气混合层的影响，以及弥散过程中由于干、湿沉降和核素衰变等引起的损耗均进行了修正。

宁德核电厂采用 CPR1000 核电技术方案，一、二号机组共用一个烟囱，三、四号机组共用一个烟囱，一、二号机组的烟囱位于三、四号机组烟囱 NE 方位约 387m。

表 5.2-2 和表 5.2-3 分别给出了部分放射性核素排放的大气弥散因子（^{85}Kr、^{131}I、^{137}Cs）和地面沉积因子（^{131}I、^{137}Cs）。

5.2.2.2 海水稀释和岸边沉积

宁德核电厂属于沿海厂址，正常运行期间，液态放射性流出物经处理满足排放控制要求后，以槽式排放方式随电厂温排水一起排入晴川湾，并在海水潮流的作用下，

向周围海域稀释扩散。

南京水利科学研究院通过采用实测半月潮动力条件，结合宁德核电厂周围海域的特征，对电厂液态放射性流出物排放在受纳水体中的浓度分布进行了研究。根据其专题研究成果，并结合液态途径辐射剂量计算中对于环境因素的考虑，表 5.2-4 给出了宁德核电厂一期工程四台机组运行工况下液态放射性流出物排放在排放口周围牛栏岗养殖区、晴川湾以及文渡湾海域的平均稀释因子。

液态放射性流出物海水迁移过程中在介质中的浓度计算采用国际原子能机构 IAEA 19 号安全报告推荐的模型，计算模型详见附录 C。

5.2.3 放射性流出物对海洋生物的辐射影响分析

海洋生物受到的辐射影响主要来自宇宙射线、天然放射性以及核设施液态放射性流出物排放，这些照射导致了海洋生物的外照射剂量和内照射剂量。其中外照射剂量来源于水体照射和底泥照射；内照射剂量来源于生物直接或通过食物链摄入的放射性核素并经代谢过程在生物体内浓集。

由于生物种类的庞大和生存环境的广阔，目前国际上普遍使用特征生物（包括参考生物，参考动植物，代表物种，特征物种和受体的名称）的概念对生物进行辐射影响评价。根据海洋生态调查成果，宁德核电厂附近海域中鱼类有大黄鱼、带鱼、银鲳、鲬鱼、马鲛、鳗鱼、蓝园鱼参、真鲷、石斑鱼等，软体类有文蛤、光滑狭口螺、玉螺、小荚蛏、牡蛎等，甲壳类有毛虾、细螯虾、鼓虾、绒毛细足蟹、弯六足蟹、梭子蟹等，浮游植物有布氏双尾藻、奇异棍形藻、笔尖形根管藻、夜光藻等，浮游动物有桡足类、水母类、腹足类、浮游幼虫等。根据上述海洋生物的分布特征，本次评价选取 ERICA 项目提出的浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物作为参考生物，评估核电厂周围海域中海洋生物所受的辐射影响。

根据 IAEA 422 号技术报告推荐的海鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物等海洋生物体对核素的生物浓集系数以及海水中悬浮物对核素的吸附分配因子（详见表 5.2-5），采用 ERICA 项目提出的生物辐射剂量率计算方法和各种核素对浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物等海洋生物体辐射的剂量转换因子（见表 5.2-6），对宁德核电厂三、四号机组运行状态下液态放射性流出物排放造成的海洋生物的辐射剂量率进行计算，计算中浮游鱼类、海藻类、浮游

植物和浮游动物在海水中的居留因子取 1，底栖鱼类、甲壳类和软体类在海水中以及底泥中的居留因子取 0.5。

表 5.2-7 给出了核电厂排放口附近海域中七类海洋生物受核电厂液态放射性流出物排放造成的辐射剂量率。从表可以看出：宁德核电厂三、四号机组建成后，一期工程四台机组运行排放液态放射性流出物排放对排放口附近海域中浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类海洋生物造成的附加辐射剂量率分别为 3.71×10^{-4}μGy/h 、 5.89×10^{-4}μGy/h 、 1.25×10^{-3}μGy/h 、 6.68×10^{-3}μGy/h 、4.56×10^{-3}μGy/h、8.44×10^{-6}μGy/h、1.41×10^{-3}μGy/h，其中三、四号机组液态放射性流出物排放对七类海洋生物所造成辐射剂量率贡献分别为 1.86×10^{-4}μGy/h、2.95×10^{-4}μGy/h、6.25×10^{-4}μGy/h、3.34×10^{-3}μGy/h、2.33×10^{-3}μGy/h、4.22×10^{-6}μGy/h、7.05×10^{-4}μGy/h。

从表 5.2-7 给出的计算结果可以看出，宁德核电厂三、四号机组及一期四台机组运行状态下，液态放射性流出物对排放口附近海域水体中浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类海洋生物的辐射剂量率均远低于国际上认为的可能造成生物损伤的辐射剂量率 400μGy/h。因此，可以预计，宁德核电厂一期工程四台机组排放的液态放射性流出物对受纳海域水体中浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类参考海洋生物不会造成明显的损伤，对核电厂周围海域中的海洋生物总体上影响很小。

5.2.4 放射性流出物对周围公众的辐射剂量分析

5.2.4.1 照射途径

宁德核电厂运行状态下，放射性流出物排放将通过气态和液态照射途径对公众造成辐射照射。

（1） 气态途径

气载放射性流出物对厂址评价区内公众造成的辐射影响考虑以下照射途径：

— 空气浸没外照射；

— 地面沉积物外照射；

— 吸入空气内照射；

— 食入陆生动植物食品内照射。

图 5.2-1 给出了气载放射性流出物对公众造成辐射的照射途径。

（2） 液态途径

液态放射性流出物对厂址评价区内公众造成的辐射影响考虑以下照射途径：

— 海上活动外照射；

— 海水浸没外照射；

— 岸边沉积物外照射；

— 食入海产品内照射。

图 5.2-2 给出了液态放射性流出物对公众造成辐射的照射途径。

5.2.4.2 计算模式和计算参数

宁德核电厂核电机组运行状态下，气载和液态放射性流出物通过各照射途径对公众造成的剂量估算模式见附录C。相关的计算参数如下：

（1） 环境参数

根据环境调查分析，表5.2-8给出了辐射剂量计算中涉及的相关环境介质参数（如介质含水率、食物从获取到消费的时间间隔等）；根据IAEA 19号安全报告，表5.2-9给出了放射性核素在食物链中转移的特征参数；表5.2-10给出了用于气态途径辐射剂量计算的相关参数。

根据IAEA 19号安全报告等资料，表5.2-11给出了液态照射途径辐射剂量计算参数；表5.2-12给出了海鱼类、软体类、甲壳类以及藻类等四类海产品可食部分的生物浓集因子Bp和海水中悬浮物对元素的吸附分配因子K_d。

（2） 剂量转换因子

表 5.2-13 给出了公众受各照射途径造成辐射剂量的剂量转换因子，其中惰性气体的空气浸没外照射剂量转换因子以及其它各类放射性核素的吸入和食入内照射剂量转换因子取自《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），除惰性气体外其它核素的空气浸没以及地面沉积外照射剂量转换因子取自 IAEA 19 号安全报告，水体浸没外照射剂量转换因子取自美国联邦导则 12 号报告。

（3） 食物消费和生活习惯

厂址半径 80km 范围内各子区陆上环境介质（如粮食、蔬菜等）的面积、产量，公众的食物消费量以及生活习惯因子见本报告书第二章及附录 B。

5.2.4.3 一般公众的辐射剂量

（1） 公众（成人组）个人剂量

表 5.2-14 和表 5.2-15 分别给出了宁德核电机组运行状态下，放射性流出物排放通过气态和液态途径对厂址半径 80km 评价区范围内各子区公众（成人）个人造成的有效剂量，表 5.2-16 给出了各子区公众（成人）个人受核电厂放射性流出物排放造成的总有效剂量。

从表可以看出，宁德核电厂四台机组运行状态下，放射性流出物排放对于成人组公众个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区，四台机组对该子区成人组公众个人造成的年有效剂量为 2.12×10^{-6}Sv，其中由气态和液态途径造成的年有效剂量分别为 2.01×10^{-6}Sv 和 1.11×10^{-7}Sv；其中三、四号机组对该子区成人组公众个人造成的年有效剂量贡献为 9.96×10^{-7}Sv，其中通过气态和液态途径造成的年有效剂量贡献分别为 9.40×10^{-7}Sv 和 5.56×10^{-8}Sv。

（2） 公众（青少年组）个人剂量

表 5.2-17 给出了宁德核电机组运行状态下，放射性流出物排放对厂址半径 80km 评价区内各子区青少年组公众个人造成的年有效剂量。

从表可以看出，宁德核电厂四台机组运行状态下，放射性流出物排放对青少年组公众个人造成辐射剂量最大子区为位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区，所造成的年有效剂量为 1.77×10^{-6}Sv，其中三、四号机组对该子区青少年组公众的年有效剂量贡献为 8.23×10^{-7}。

（3） 公众（儿童组）个人剂量

表 5.2-18 给出了宁德核电机组运行状态下，放射性流出物排放对厂址半径 80km 评价区内各子区儿童组公众个人造成的年有效剂量。

从表可以看出，宁德核电厂四台机组运行状态下，放射性流出物排放对儿童组公众个人造成辐射剂量最大子区为位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区，所造成的年有效剂量为 1.68×10^{-6}Sv，其中三、四号机组对该子区儿童组公众的年有效剂量贡献为 7.78×10^{-7}Sv。

（4） 最大受照年龄组

对上述各年龄组公众个人的辐射剂量结果进行比较，宁德核电厂三、四号两台机组以及叠加一、二号共四台 CPR1000 核电机组运行状态下，放射性流出物排放对厂址

NNW 方位 2~3km 子区内各年龄组公众个人造成的年有效剂量均大于其它各子区同年龄组公众的受照剂量，而对于该子区的各年龄组公众，核电厂放射性流出物排放造成的年受照有效剂量为成人组最大，青少年组次之，儿童组最小。

因此，宁德核电厂一期工程四台机组运行状态下，厂址 NNW 方位 2~3km 子区成人组公众为受照剂量最大的公众年龄组，其所受的来自四台机组和三、四号机组流出物照射的年有效剂量分别为 2.12×10^{-6}Sv 和 9.96×10^{-7}Sv。

5.2.4.4 可能的“三关键”分析和评价

核电厂正常运行工况下向环境排放的放射性流出物，其排放量不仅与电厂废物处理系统的性能和效能有关，更与电厂运行管理水平密切相关。为了更真实的反映宁德核电厂核电机组运行状态下，放射性流出物排放对环境的辐射影响，准确地评价核电厂周围公众的受照剂量，指导核电厂运行以后的环境辐射监测工作，通过采用 CPR1000 核电机组放射性流出物排放的运行预期值进行公众辐射影响的“三关键”分析，包括关键居民组、关键照射途径以及关键核素。

宁德核电厂各阶段的环境影响报告书在进行辐射影响分析过程中均开展过“三关键”分析，根据调查和计算分析，发现位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区牛栏岗村从事海水养殖的渔民为受核电厂放射性流出物排放造成辐射影响最大的居民组。因此，本次“三关键”分析，仍将位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区牛栏岗村从事海水养殖的渔民作为可能的关键居民组。关键居民组居民的食物消费和生活习惯因子见表 5.2-19。

表 5.2-20 给出了宁德核电厂一期工程四台机组运行状态下，放射性流出物通过各种途径对关键组居民个人造成的辐射剂量贡献。

从表可以看出，宁德核电厂一期工程四台机组运行状态下的放射性流出物对关键居民组造成的辐射影响如下：

— 对关键居民组个人造成的有效剂量为 9.88×10^{-7}Sv/a，其中，通过气态途径造成的有效剂量为 1.41×10^{-7}Sv/a，占总有效剂量的 14.30%，通过液态途径造成的有效剂量为 8.47×10^{-7}Sv/a，占总有效剂量的 85.70%，对关键居民组造成的辐射剂量以液态途径为主。

— 可能的关键照射途径为食入海产品内照射，对关键居民组个人造成有效剂量为 7.58×10^{-7}Sv/a，占个人总有效剂量的 76.72%。其它重要照射途径有岸边沉

积外照射和食入陆生食品内照射，对关键组居民个人造成的有效剂量分别为 8.86×10^{-8}Sv/a 和 7.90×10^{-8}Sv/a，分别占总有效剂量的 8.97%和 8.00%。

— 可能的关键核素为 ^{110m}Ag，对关键居民组个人造成有效剂量为 6.79×10^{-7}Sv/a，占总有效剂量的 68.69%。其它重要核素为 ^{60}Co ，对关键居民组个人造成的有效剂量为 1.38×10^{-7}Sv/a，占总有效剂量的 14.01% ，“三关键”分析结果详见表 5.2-21。

5.2.5 环境辐射影响评价

5.2.5.1 海洋生物辐射影响评价

宁德核电厂四台机组运行期间，液态放射性流出物排放对排放口附近海域水体中的浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物等七类参考海洋生物造成的辐射剂量率均低于国际机构和组织推荐的可能造成生物损伤辐射剂量率 400μGy/h，可以认为宁德核电厂三、四号机组运行后，一期工程四台机组排放的液态放射性流出物不会对受纳海域内的海洋生物在种群上造成明显的损伤。

5.2.5.2 公众辐射剂量评价

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对于每座核电厂运行状态下向环境释放的放射性物质对公众中任何个人（成人）造成的有效剂量当量要求小于 0.25mSv/a。同时，宁德核电项目针对三、四号两台机组及一期工程四台机组放射性流出物排放对公众的影响制定了相应的剂量管理目标值，要求对公众个人（成人）造成的年有效剂量分别低于 0.08mSv/a 和 0.16mSv/a。

宁德核电厂三、四号机组建成后，一期工程四台机组运行状态下，放射性流出物排放对一般公众（成人）个人造成的最大有效剂量为 2.12×10^{-6}Sv/a，分别占 GB6249-2011 中年剂量约束值（0.25mSv/a）和宁德核电厂四台机组剂量管理目标值（0.16mSv/a）的 0.85%和 1.33%；其中，三、四号两台机组的放射性流出物排放对一般公众（成人）个人造成的最大有效剂量为 9.96×10^{-7}Sv/a，分别占 GB6249-2011 中年剂量约束值（0.25mSv/a）和宁德核电厂两台机组剂量管理目标值（0.08mSv/a）的 0.40%和 1.25%；

5.2.5.3 “三关键”评价

通过公众辐射剂量“三关键”分析，宁德核电厂三、四号机组运行后，在制定环境辐射监测方案时，需要关注的关键居民组为位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区牛栏岗的海水养殖渔民，需要关注的照射途径包括：食入海产品内照射途径、岸边沉积外照射途径和食入陆生食品内照射途径，需要关注的放射性核素包括：^{110m}Ag 和 ^{60}Co 等。

5.2.6 排放量申请值分析和剂量估算

5.2.6.1 放射性排放申请值分析

根据环保部针对运行阶段环境影响评价的技术要求，核电站营运单位在运行前必须向环保部申请核电站运行后放射性流出物的年排放量，经批准后作为核电站运行后开展排放管理的技术依据。

本节将根据宁德核电厂在运行阶段拟申请的放射性流出物年排放量，对其申请排放值进行分析，并基于该申请值进行公众辐射剂量估算。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对核电厂的排放申请值要求如下：

— “申请的放射性流出物排放量不得高于放射性排放量设计目标值，并经审管部门批准后实施。”

— “营运单位应针对核动力厂厂址的环境特征及放射性废物处理工艺技术水平，遵循可合理达到的尽量低的原则，向审管部门定期申请或复核（首次装料前提出申请，以后每隔 5 年复核一次）放射性流出物排放量。”

根据上述要求，宁德核电厂一至四号四台机组在运行阶段对于放射性流出物年排放量的申请应满足辐射防护最优化的要求，并遵循“可合理达到尽量低”的原则。根据报告书 1.4 节中给出的宁德核电厂四台机组放射性流出物排放量申请值，表 5.2-22 给出了宁德核电厂一期工程四台机组的申请值与电厂运行设计值以及 GB6249-2011 中排放总量控制值的比较结果。

5.2.6.2 与排放申请值有关的辐射影响

根据宁德核电厂四台机组放射性流出物的排放量申请值，按照电厂放射性流出物的设计排放源项进行核素分配，对电厂周围公众的辐射剂量进行估算，表 5.2-23、表

5.2-24 和表 5.2-25 分别给出了厂址评价区内各子区成人组公众个人、青少年组公众个人以及儿童组公众个人的受照年有效剂量。

从表可以看出，按排放量申请值进行公众辐射剂量估算，对各年龄组公众个人造成辐射剂量最大的子区均位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区。四台机组运行对该子区成人组公众个人、青少年组公众个人和儿童组公众个人造成的年有效剂量分别为 1.86×10^{-6}Sv、1.54×10^{-6}Sva 和 1.46×10^{-6}Sv。其中对成人组公众个人造成的辐射剂量最大，约占 0.25mSv/a 公众剂量约束值的 0.74%。

因此，宁德核电厂申请的放射性流出物排放量所造成公众辐射剂量可满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的管理要求。

5.2.8 参考资料

[1] 苏州热工研究院有限公司，广东核电站放射性释放环境影响计算机程序系统—CEIRA，1992年；

[2] 宁德核电厂二期工程厂址区域环境、人口分布及外部人为事件调查专题报告，苏州热工研究院有限公司，2013年12月；

[3] 宁德核电厂一、二号机组环境影响报告书（选址阶段），苏州热工研究院有限公司，2006年8月；

[4] 宁德核电厂一、二号机组环境影响报告书（设计阶段），苏州热工研究院有限公司，2007年8月；

[5] 宁德核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段），苏州热工研究院有限公司，2011年12月；

[6] 宁德核电厂三、四号机组环境影响报告书（选址阶段），苏州热工研究院有限公司，2008年3月；

[7] 宁德核电厂三、四号机组环境影响报告书（设计阶段），苏州热工研究院有限公司，2010年1月；

[8] 宁德核电工程可行性研究阶段低放废液扩散数值计算报告，南京水利科学研究院，2007年6月；

[9] 放射生态学转移参数手册，李建国、商照荣等，原子能出版社；

[10] IAEA Safety Reports Series No.19，Generic Models for Use in Assessing the Impact of

Discharges of Radioactive Substances to the Environment，2001；

[11] Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment. IAEA. Technical Report Series No. 422, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2004；

[12] Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108, 2008；

[13] Generic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine releases,Safety Series No.57, 1982；

[14] Management of Waste Containing Tritium and Carbon-14,Technical Reports Series No.421,2004；

[15] A practical method for assessment of dose conversion coefficients for aquatic biota. Radiation and Environmental Biophysics, Ulanovsky A, Prohl G. 2006, 45(4): 203-214；

表5.2-1　宁德核电厂放射性流出物排放量与GB6249-2011控制值比较

三、四号单堆机组	气载放射性流出物	气载流出物	GB6249-2011 控制值	排放量设计值	占控制值的百分比
		^{3}H	1.5×10^{13}	4.85×10^{12}	32.33
		^{14}C	7.0×10^{11}	3.70×10^{11}	52.86
		惰性气体	6.0×10^{14}	3.05×10^{14}	50.83
		碘	2.0×10^{10}	3.29×10^{9}	16.45
		粒子（$T_{1/2}\geq8d$）	5.0×10^{10}	1.70×10^{9}	3.40
	液态放射性流出物	液态流出物	GB6249-2011 控制值	排放量设计值	占控制值的百分比
		^{3}H	7.5×10^{13}	4.37×10^{13}	58.27
		^{14}C	1.5×10^{11}	5.00×10^{10}	33.33
		其余核素	5.0×10^{10}	3.28×10^{10}	65.60
四台机组	气载放射性流出物	气载流出物	GB6249-2011 控制值	排放量设计值	占控制值的百分比
		^{3}H	6.0×10^{13}	1.94×10^{13}	32.33
		^{14}C	2.8×10^{12}	1.48×10^{12}	52.86
		惰性气体	2.4×10^{15}	1.42×10^{15}	59.17
		碘	8.0×10^{10}	1.32×10^{10}	16.45
		粒子（$T_{1/2}\geq8d$）	2.0×10^{11}	6.80×10^{9}	3.40
	液态放射性流出物	液态流出物	GB6249-2011 控制值	排放量设置值	占控制值的百分比
		^{3}H	3.0×10^{14}	1.75×10^{14}	58.27
		^{14}C	6.0×10^{11}	2.00×10^{11}	33.33
		其余核素	2.0×10^{11}	1.31×10^{11}	65.60

表 5.2-2（1/3）　长期大气弥散因子（^{85}Kr）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0.5~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.52E-07	9.54E-08	5.34E-08	2.86E-08	1.28E-08	7.09E-09	4.96E-09	3.75E-09	2.98E-09	2.44E-09	2.06E-09	1.77E-09
NNE	1.51E-07	8.08E-08	4.50E-08	2.41E-08	1.06E-08	5.71E-09	3.93E-09	2.96E-09	2.35E-09	1.93E-09	1.63E-09	1.39E-09
NE	1.32E-07	6.38E-08	3.57E-08	1.96E-08	9.24E-09	5.53E-09	3.98E-09	3.04E-09	2.41E-09	1.98E-09	1.67E-09	1.43E-09
ENE	5.01E-08	4.43E-08	3.08E-08	1.89E-08	1.01E-08	6.58E-09	4.83E-09	3.70E-09	2.93E-09	2.40E-09	2.01E-09	1.71E-09
E	4.42E-08	4.24E-08	3.02E-08	1.90E-08	1.03E-08	6.59E-09	4.80E-09	3.67E-09	2.91E-09	2.38E-09	2.00E-09	1.69E-09
ESE	5.37E-08	4.32E-08	3.01E-08	1.93E-08	1.06E-08	6.60E-09	4.66E-09	3.51E-09	2.76E-09	2.25E-09	1.88E-09	1.59E-09
SE	1.51E-07	1.16E-07	7.50E-08	4.47E-08	2.20E-08	1.20E-08	7.87E-09	5.75E-09	4.46E-09	3.60E-09	3.00E-09	2.53E-09
SSE	3.88E-07	2.79E-07	1.67E-07	9.29E-08	4.14E-08	2.02E-08	1.25E-08	8.89E-09	6.84E-09	5.51E-09	4.60E-09	3.88E-09
S	4.97E-07	3.77E-07	2.24E-07	1.23E-07	5.38E-08	2.67E-08	1.71E-08	1.24E-08	9.60E-09	7.78E-09	6.51E-09	5.53E-09
SSW	2.84E-07	2.01E-07	1.21E-07	6.52E-08	2.84E-08	1.50E-08	1.01E-08	7.53E-09	5.92E-09	4.84E-09	4.07E-09	3.48E-09
SW	3.43E-07	2.23E-07	1.24E-07	6.44E-08	2.67E-08	1.32E-08	8.72E-09	6.45E-09	5.07E-09	4.15E-09	3.49E-09	3.00E-09
WSW	3.70E-07	2.29E-07	1.24E-07	6.29E-08	2.51E-08	1.19E-08	7.66E-09	5.62E-09	4.40E-09	3.60E-09	3.03E-09	2.61E-09
W	3.77E-07	1.88E-07	9.70E-08	4.85E-08	1.88E-08	8.29E-09	5.11E-09	3.68E-09	2.87E-09	2.34E-09	1.98E-09	1.70E-09
WNW	1.54E-07	9.48E-08	5.35E-08	2.83E-08	1.19E-08	5.88E-09	3.86E-09	2.85E-09	2.24E-09	1.83E-09	1.54E-09	1.32E-09
NW	7.21E-08	6.04E-08	4.33E-08	2.81E-08	1.45E-08	7.70E-09	4.94E-09	3.58E-09	2.76E-09	2.23E-09	1.85E-09	1.56E-09
NNW	8.78E-08	6.59E-08	4.06E-08	2.28E-08	1.04E-08	5.80E-09	4.05E-09	3.06E-09	2.43E-09	1.99E-09	1.68E-09	1.44E-09

表 5.2-2（2/3）　长期大气弥散因子（^{131}I）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0.5~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.49E-07	9.01E-08	4.79E-08	2.41E-08	9.62E-09	4.17E-09	2.06E-09	1.19E-09	8.01E-10	5.95E-10	4.69E-10	3.84E-10
NNE	1.45E-07	7.39E-08	3.84E-08	1.89E-08	7.20E-09	2.97E-09	1.40E-09	7.74E-10	5.11E-10	3.77E-10	2.97E-10	2.43E-10
NE	1.27E-07	5.80E-08	2.99E-08	1.49E-08	5.97E-09	2.62E-09	1.19E-09	6.29E-10	4.02E-10	2.89E-10	2.22E-10	1.78E-10
ENE	4.82E-08	4.01E-08	2.57E-08	1.41E-08	6.23E-09	2.80E-09	1.12E-09	4.94E-10	2.76E-10	1.83E-10	1.33E-10	1.03E-10
E	4.23E-08	3.80E-08	2.48E-08	1.37E-08	5.93E-09	2.73E-09	1.16E-09	5.22E-10	2.88E-10	1.85E-10	1.31E-10	9.80E-11
ESE	5.01E-08	3.82E-08	2.50E-08	1.47E-08	6.79E-09	2.94E-09	1.18E-09	5.29E-10	2.96E-10	1.94E-10	1.40E-10	1.06E-10
SE	1.42E-07	1.04E-07	6.22E-08	3.35E-08	1.36E-08	5.16E-09	2.11E-09	1.08E-09	6.72E-10	4.73E-10	3.57E-10	2.82E-10
SSE	3.71E-07	2.56E-07	1.45E-07	7.41E-08	2.77E-08	1.01E-08	4.60E-09	2.66E-09	1.80E-09	1.33E-09	1.04E-09	8.43E-10
S	4.84E-07	3.54E-07	2.00E-07	1.02E-07	3.80E-08	1.43E-08	6.79E-09	3.98E-09	2.72E-09	2.03E-09	1.60E-09	1.31E-09
SSW	2.75E-07	1.88E-07	1.06E-07	5.30E-08	1.98E-08	7.69E-09	3.59E-09	2.06E-09	1.39E-09	1.03E-09	8.08E-10	6.56E-10
SW	3.33E-07	2.08E-07	1.09E-07	5.25E-08	1.90E-08	7.24E-09	3.48E-09	2.09E-09	1.46E-09	1.11E-09	8.85E-10	7.29E-10
WSW	3.61E-07	2.15E-07	1.10E-07	5.19E-08	1.81E-08	6.60E-09	3.23E-09	2.02E-09	1.44E-09	1.10E-09	8.88E-10	7.37E-10
W	3.66E-07	1.76E-07	8.58E-08	3.97E-08	1.33E-08	4.73E-09	2.42E-09	1.54E-09	1.10E-09	8.47E-10	6.81E-10	5.64E-10
WNW	1.49E-07	8.74E-08	4.61E-08	2.22E-08	7.87E-09	2.86E-09	1.33E-09	7.93E-10	5.49E-10	4.12E-10	3.25E-10	2.65E-10
NW	6.97E-08	5.60E-08	3.78E-08	2.19E-08	8.51E-09	2.85E-09	1.11E-09	5.79E-10	3.75E-10	2.71E-10	2.08E-10	1.66E-10
NNW	8.52E-08	6.11E-08	3.51E-08	1.80E-08	7.04E-09	2.91E-09	1.38E-09	7.89E-10	5.26E-10	3.83E-10	2.96E-10	2.37E-10

表 5.2-2（3/3）　长期大气弥散因子（^{137}Cs）

单位：s/m^3

距离(km) 方位	0.5~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.52E-07	9.45E-08	5.23E-08	2.77E-08	1.20E-08	6.36E-09	4.20E-09	3.00E-09	2.25E-09	1.76E-09	1.42E-09	1.17E-09
NNE	1.50E-07	7.91E-08	4.35E-08	2.31E-08	9.99E-09	5.26E-09	3.48E-09	2.50E-09	1.88E-09	1.47E-09	1.18E-09	9.74E-10
NE	1.31E-07	6.26E-08	3.43E-08	1.85E-08	8.47E-09	4.83E-09	3.27E-09	2.33E-09	1.73E-09	1.33E-09	1.06E-09	8.62E-10
ENE	4.96E-08	4.34E-08	2.98E-08	1.80E-08	9.36E-09	5.88E-09	4.07E-09	2.88E-09	2.11E-09	1.59E-09	1.24E-09	9.89E-10
E	4.36E-08	4.12E-08	2.90E-08	1.80E-08	9.46E-09	5.77E-09	3.93E-09	2.77E-09	2.03E-09	1.53E-09	1.19E-09	9.45E-10
ESE	5.28E-08	4.19E-08	2.88E-08	1.82E-08	9.75E-09	5.82E-09	3.88E-09	2.71E-09	1.97E-09	1.49E-09	1.15E-09	9.11E-10
SE	1.49E-07	1.13E-07	7.21E-08	4.23E-08	2.02E-08	1.04E-08	6.40E-09	4.35E-09	3.14E-09	2.37E-09	1.86E-09	1.49E-09
SSE	3.84E-07	2.73E-07	1.61E-07	8.83E-08	3.83E-08	1.77E-08	1.03E-08	6.98E-09	5.11E-09	3.94E-09	3.16E-09	2.59E-09
S	4.92E-07	3.70E-07	2.18E-07	1.17E-07	5.02E-08	2.39E-08	1.45E-08	9.99E-09	7.39E-09	5.74E-09	4.63E-09	3.80E-09
SSW	2.81E-07	1.98E-07	1.17E-07	6.23E-08	2.65E-08	1.33E-08	8.49E-09	5.95E-09	4.41E-09	3.42E-09	2.74E-09	2.25E-09
SW	3.40E-07	2.19E-07	1.21E-07	6.16E-08	2.48E-08	1.18E-08	7.38E-09	5.17E-09	3.86E-09	3.02E-09	2.44E-09	2.03E-09
WSW	3.68E-07	2.26E-07	1.21E-07	6.08E-08	2.38E-08	1.08E-08	6.66E-09	4.66E-09	3.50E-09	2.76E-09	2.25E-09	1.89E-09
W	3.75E-07	1.86E-07	9.50E-08	4.70E-08	1.79E-08	7.61E-09	4.54E-09	3.18E-09	2.42E-09	1.93E-09	1.60E-09	1.35E-09
WNW	1.53E-07	9.33E-08	5.19E-08	2.70E-08	1.10E-08	5.22E-09	3.25E-09	2.28E-09	1.70E-09	1.33E-09	1.08E-09	9.02E-10
NW	7.16E-08	5.94E-08	4.22E-08	2.71E-08	1.35E-08	6.81E-09	4.08E-09	2.74E-09	1.97E-09	1.49E-09	1.16E-09	9.32E-10
NNW	8.70E-08	6.44E-08	3.90E-08	2.14E-08	9.51E-09	5.08E-09	3.35E-09	2.38E-09	1.77E-09	1.37E-09	1.10E-09	9.02E-10

表 5.2-3（1/2）　长期地面沉积因子（^{131}I）

单位：$1/m^2$

距离(km) 方位	0.5~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	5.29E-09	3.09E-09	1.64E-09	8.40E-10	3.49E-10	1.54E-10	7.93E-11	4.85E-11	3.43E-11	2.65E-11	2.15E-11	1.81E-11
NNE	5.07E-09	2.56E-09	1.36E-09	6.96E-10	2.85E-10	1.23E-10	6.20E-11	3.73E-11	2.63E-11	2.04E-11	1.66E-11	1.40E-11
NE	4.44E-09	2.05E-09	1.08E-09	5.64E-10	2.42E-10	1.09E-10	5.33E-11	3.14E-11	2.20E-11	1.70E-11	1.39E-11	1.18E-11
ENE	1.83E-09	1.37E-09	8.62E-10	4.78E-10	2.21E-10	1.03E-10	4.53E-11	2.32E-11	1.49E-11	1.10E-11	8.73E-12	7.25E-12
E	1.73E-09	1.34E-09	8.61E-10	4.88E-10	2.20E-10	1.01E-10	4.57E-11	2.36E-11	1.52E-11	1.12E-11	8.96E-12	7.48E-12
ESE	1.99E-09	1.33E-09	8.54E-10	5.12E-10	2.48E-10	1.12E-10	4.98E-11	2.64E-11	1.74E-11	1.31E-11	1.05E-11	8.86E-12
SE	5.93E-09	3.83E-09	2.28E-09	1.28E-09	5.65E-10	2.38E-10	1.14E-10	6.96E-11	4.99E-11	3.90E-11	3.20E-11	2.72E-11
SSE	1.44E-08	8.92E-09	5.10E-09	2.77E-09	1.18E-09	4.86E-10	2.52E-10	1.64E-10	1.21E-10	9.59E-11	7.94E-11	6.76E-11
S	1.80E-08	1.20E-08	6.85E-09	3.67E-09	1.53E-09	6.39E-10	3.32E-10	2.13E-10	1.56E-10	1.23E-10	1.01E-10	8.59E-11
SSW	9.81E-09	6.26E-09	3.59E-09	1.89E-09	7.83E-10	3.33E-10	1.70E-10	1.07E-10	7.79E-11	6.11E-11	5.01E-11	4.24E-11
SW	1.16E-08	6.92E-09	3.70E-09	1.86E-09	7.44E-10	3.12E-10	1.63E-10	1.06E-10	7.83E-11	6.19E-11	5.11E-11	4.34E-11
WSW	1.19E-08	6.96E-09	3.62E-09	1.76E-09	6.65E-10	2.62E-10	1.36E-10	8.90E-11	6.57E-11	5.19E-11	4.26E-11	3.61E-11
W	1.18E-08	5.74E-09	2.87E-09	1.39E-09	5.09E-10	1.98E-10	1.07E-10	7.09E-11	5.26E-11	4.16E-11	3.43E-11	2.91E-11
WNW	5.92E-09	3.34E-09	1.80E-09	9.22E-10	3.71E-10	1.52E-10	7.96E-11	5.21E-11	3.86E-11	3.06E-11	2.53E-11	2.15E-11
NW	2.62E-09	1.94E-09	1.29E-09	7.57E-10	3.09E-10	1.11E-10	4.78E-11	2.78E-11	1.97E-11	1.53E-11	1.24E-11	1.05E-11
NNW	3.95E-09	2.52E-09	1.47E-09	8.01E-10	3.50E-10	1.54E-10	8.03E-11	5.12E-11	3.74E-11	2.94E-11	2.43E-11	2.06E-11

表 5.2-3（2/2）　长期地面沉积因子（^{137}Cs）

单位：$1/m^2$

距离(km) / 方位	0.5~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.31E-09	6.89E-10	4.04E-10	2.43E-10	1.24E-10	6.29E-11	3.85E-11	2.76E-11	2.13E-11	1.73E-11	1.45E-11	1.25E-11
NNE	1.31E-09	6.61E-10	3.89E-10	2.36E-10	1.22E-10	6.14E-11	3.75E-11	2.68E-11	2.07E-11	1.68E-11	1.41E-11	1.22E-11
NE	1.25E-09	6.17E-10	3.64E-10	2.22E-10	1.16E-10	5.92E-11	3.63E-11	2.59E-11	2.00E-11	1.62E-11	1.36E-11	1.17E-11
ENE	7.43E-10	4.05E-10	2.50E-10	1.55E-10	8.28E-11	4.40E-11	2.76E-11	1.97E-11	1.50E-11	1.21E-11	1.00E-11	8.49E-12
E	8.55E-10	4.63E-10	2.86E-10	1.79E-10	9.54E-11	4.97E-11	3.08E-11	2.20E-11	1.69E-11	1.36E-11	1.13E-11	9.63E-12
ESE	1.06E-09	5.57E-10	3.41E-10	2.14E-10	1.15E-10	5.95E-11	3.65E-11	2.60E-11	2.00E-11	1.61E-11	1.35E-11	1.15E-11
SE	3.20E-09	1.67E-09	1.01E-09	6.26E-10	3.31E-10	1.66E-10	1.00E-10	7.13E-11	5.50E-11	4.47E-11	3.75E-11	3.23E-11
SSE	7.39E-09	3.83E-09	2.29E-09	1.42E-09	7.42E-10	3.69E-10	2.21E-10	1.58E-10	1.22E-10	9.95E-11	8.39E-11	7.25E-11
S	8.17E-09	4.29E-09	2.57E-09	1.58E-09	8.23E-10	4.11E-10	2.47E-10	1.76E-10	1.36E-10	1.11E-10	9.36E-11	8.07E-11
SSW	4.06E-09	2.13E-09	1.28E-09	7.82E-10	4.06E-10	2.04E-10	1.24E-10	8.82E-11	6.82E-11	5.55E-11	4.67E-11	4.02E-11
SW	3.94E-09	2.06E-09	1.22E-09	7.36E-10	3.79E-10	1.89E-10	1.14E-10	8.15E-11	6.31E-11	5.14E-11	4.33E-11	3.74E-11
WSW	2.74E-09	1.45E-09	8.44E-10	5.01E-10	2.52E-10	1.24E-10	7.50E-11	5.34E-11	4.13E-11	3.36E-11	2.83E-11	2.44E-11
W	2.51E-09	1.26E-09	7.27E-10	4.32E-10	2.17E-10	1.06E-10	6.38E-11	4.55E-11	3.53E-11	2.88E-11	2.43E-11	2.10E-11
WNW	2.26E-09	1.16E-09	6.88E-10	4.20E-10	2.17E-10	1.08E-10	6.52E-11	4.65E-11	3.60E-11	2.94E-11	2.48E-11	2.14E-11
NW	9.90E-10	5.39E-10	3.36E-10	2.12E-10	1.12E-10	5.60E-11	3.36E-11	2.37E-11	1.82E-11	1.46E-11	1.22E-11	1.04E-11
NNW	2.21E-09	1.15E-09	6.88E-10	4.25E-10	2.23E-10	1.12E-10	6.79E-11	4.85E-11	3.76E-11	3.06E-11	2.58E-11	2.22E-11

表 5.2-4　各海域放射性核素的相对浓度

海域	放射性核素半衰期			
	8 天	70 天	250 天	5 年
牛栏岗养殖区	2.45E-01	2.78E-01	2.86E-01	3.05E-01
晴川湾	8.93E-02	1.33E-01	1.41E-01	1.57E-01
文渡湾	2.44E-02	4.23E-02	4.67E-02	5.46E-02
取水回归	1.12E-01	1.54E-01	1.62E-01	2.06E-01

表 5.2-5　海洋生物浓集因子 B_p 和悬浮物吸附分配因子 K_d

元素	K_d（L/kg）	海洋生物浓集因子 B_p（Bq/kg 海洋生物）/（Bq/L 海水）					
		鱼类	甲壳类	软体类	海藻类	浮游植物	浮游动物
$_{24}$Cr	5×10^{4}	2×10^{2}	1×10^{2}	2×10^{3}	6×10^{3}	5×10^{3}	1×10^{3}
$_{25}$Mn	2×10^{5}	1×10^{3}	5×10^{3}	5×10^{4}	6×10^{3}	5×10^{4}	7×10^{3}
$_{26}$Fe	5×10^{4}	3×10^{4}	5×10^{5}	5×10^{5}	2×10^{4}	4×10^{5}	5×10^{5}
$_{27}$Co	2×10^{5}	7×10^{2}	7×10^{3}	2×10^{4}	6×10^{3}	2×10^{3}	7×10^{3}
$_{38}$Sr	1×10^{3}	3×10^{0}	5×10^{0}	1×10^{1}	1×10^{1}	1×10^{0}	2×10^{0}
$_{39}$Y	1×10^{7}	2×10^{1}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{2}	1×10^{2}
$_{40}$Zr	1×10^{6}	2×10^{1}	2×10^{2}	5×10^{3}	3×10^{3}	6×10^{4}	2×10^{4}
$_{41}$Nb	5×10^{5}	3×10^{1}	2×10^{2}	1×10^{3}	3×10^{3}	1×10^{3}	2×10^{4}
$_{42}$Mo*	1×10^{2}	1×10^{1}	1×10^{2}	1×10^{1}	1×10^{1}	—	—
$_{43}$Tc	1×10^{2}	8×10^{1}	1×10^{3}	5×10^{2}	3×10^{4}	4×10^{0}	1×10^{2}
$_{44}$Ru	3×10^{2}	2×10^{0}	1×10^{2}	5×10^{2}	2×10^{3}	2×10^{5}	3×10^{4}
$_{47}$Ag	1×10^{3}	1×10^{4}	2×10^{5}	6×10^{4}	5×10^{3}	5×10^{4}	2×10^{4}
$_{51}$Sb	1×10^{3}	6×10^{2}	3×10^{2}	3×10^{2}	2×10^{1}	1×10^{3}	8×10^{1}
$_{52}$Te	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{3}	1×10^{4}	1×10^{3}	1×10^{3}
$_{53}$I	2×10^{1}	9×10^{0}	3×10^{0}	1×10^{1}	1×10^{4}	8×10^{2}	3×10^{3}
$_{55}$Cs	3×10^{3}	1×10^{2}	5×10^{1}	6×10^{1}	5×10^{1}	2×10^{1}	4×10^{1}
$_{56}$Ba	5×10^{3}	1×10^{1}	7×10^{-1}	1×10^{1}	7×10^{1}	8×10^{2}	8×10^{1}
$_{57}$La	3×10^{6}	3×10^{1}	1×10^{3}	1×10^{3}	5×10^{3}	—	—
$_{58}$Ce	2×10^{6}	5×10^{1}	1×10^{3}	2×10^{3}	5×10^{3}	9×10^{4}	6×10^{3}
$_{59}$Pr	5×10^{6}	2.5×10^{1}	—	1×10^{3}	—	—	—
$_{74}$W	3×10^{4}	9×10^{1}	1×10^{1}	6×10^{2}	6×10^{2}	9×10^{4}	1×10^{3}

表 5.2-6（1/2）　主要核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/kg)

生物类别	浮游鱼类		底栖鱼类		甲壳类		软体类		海藻类		浮游植物		浮游动物	
照射途径	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射
^{3}H	8.30E-15	8.25E-06	7.72E-13	8.25E-06	7.40E-15	8.25E-06	2.90E-12	8.25E-06	2.00E-11	8.25E-06	3.23E-06	5.25E-10	1.60E-13	8.25E-06
^{51}Cr	1.62E-05	9.26E-06	1.64E-05	8.97E-06	1.58E-05	9.60E-06	1.75E-05	7.90E-06	1.80E-05	7.40E-06	1.85E-05	6.92E-06	1.82E-05	7.20E-06
^{24}Na	2.21E-03	4.89E-04	2.24E-03	4.58E-04	2.18E-03	5.21E-04	2.35E-03	3.48E-04	2.44E-03	2.57E-04	2.68E-03	1.49E-05	2.51E-03	1.89E-04
^{54}Mn	4.30E-04	5.61E-05	4.40E-04	4.84E-05	4.30E-04	6.48E-05	4.70E-04	2.36E-05	4.80E-04	1.32E-05	4.80E-04	4.86E-10	4.80E-04	9.50E-06
^{55}Fe	1.92E-08	8.23E-06	1.49E-08	8.23E-06	1.74E-08	8.23E-06	6.18E-08	8.19E-06	1.71E-07	8.08E-06	5.72E-07	7.68E-06	3.00E-07	7.95E-06
^{59}Fe	6.23E-04	1.31E-04	6.33E-04	1.21E-04	6.12E-04	1.42E-04	6.66E-04	8.83E-05	6.82E-04	7.20E-05	7.18E-04	3.58E-05	6.89E-04	6.50E-05
^{57}Co	6.20E-05	3.61E-05	6.30E-05	3.52E-05	6.10E-05	3.70E-05	6.70E-05	2.97E-05	6.90E-05	2.78E-05	8.30E-05	1.74E-09	7.00E-05	2.89E-05
^{58}Co	5.00E-04	8.27E-05	5.10E-04	7.31E-05	5.00E-04	9.05E-05	5.40E-04	4.40E-05	5.60E-04	3.02E-05	5.80E-04	1.19E-09	5.60E-04	2.52E-05
^{60}Co	1.30E-03	1.90E-04	1.30E-03	1.70E-04	1.30E-03	2.10E-04	1.40E-03	9.80E-05	1.40E-03	6.80E-05	1.50E-03	3.00E-09	1.40E-03	5.60E-05
^{65}Zn	3.04E-04	4.27E-05	3.09E-04	3.75E-05	2.98E-04	4.81E-05	3.19E-04	2.14E-05	3.32E-04	1.42E-05	3.37E-04	9.12E-06	2.51E-03	1.12E-05
^{88}Rb	4.73E-04	1.00E-03	5.52E-04	1.00E-03	4.50E-04	1.10E-03	7.35E-04	8.15E-04	1.06E-03	4.93E-04	1.55E-03	3.80E-06	1.37E-03	1.88E-04
^{89}Sr	9.50E-06	3.30E-04	1.50E-05	3.20E-04	8.40E-06	3.30E-04	2.80E-05	3.10E-04	8.80E-05	2.50E-04	3.40E-04	3.80E-09	1.50E-04	1.80E-04
^{90}Sr	2.70E-05	6.20E-04	5.00E-05	6.00E-04	2.30E-05	6.30E-04	7.70E-05	5.80E-04	2.00E-04	4.50E-04	6.50E-04	7.60E-09	3.60E-04	2.90E-04
^{91}Sr	5.52E-04	4.33E-04	5.73E-04	4.12E-04	5.39E-04	4.45E-04	6.21E-04	3.64E-04	7.11E-04	2.74E-04	9.68E-04	1.63E-05	8.01E-04	1.83E-04
^{92}Sr	7.05E-04	1.81E-04	7.16E-04	1.70E-04	0.00E+00	1.93E-04	0.00E+00	1.32E-04	0.00E+00	1.08E-04	8.50E-04	3.56E-05	7.91E-04	9.53E-05
^{90}Y	2.65E-05	5.12E-04	4.88E-05	4.90E-04	1.20E-08	5.16E-04	1.20E-08	4.65E-04	1.20E-08	3.47E-04	5.30E-04	8.52E-06	3.45E-04	1.93E-04
^{91}Y	1.21E-05	3.37E-04	1.82E-05	3.31E-04	2.46E-08	3.38E-04	2.46E-08	3.17E-04	2.46E-08	2.54E-04	3.35E-04	1.44E-05	1.66E-04	1.83E-04
^{91m}Y	2.73E-04	4.84E-05	2.78E-04	4.33E-05	2.68E-04	5.40E-05	2.95E-04	2.63E-05	3.05E-04	1.63E-05	3.21E-04	5.56E-07	3.09E-04	1.26E-05
^{93}Y	8.99E-05	6.38E-04	1.26E-04	6.02E-04	8.27E-05	6.45E-04	1.70E-04	5.59E-04	3.31E-04	3.97E-04	7.21E-04	6.72E-06	5.35E-04	1.92E-04
^{95}Zr	3.80E-04	1.10E-04	3.70E-04	1.10E-04	3.80E-04	1.20E-04	4.10E-04	8.20E-05	4.20E-04	7.00E-05	4.90E-04	3.30E-09	4.30E-04	6.50E-05
^{95}Nb	4.00E-04	7.24E-05	4.00E-04	6.43E-05	3.90E-04	7.96E-05	4.30E-04	4.18E-05	4.40E-04	3.22E-05	4.70E-04	1.66E-09	4.40E-04	2.81E-05
^{99}Mo	1.44E-04	2.52E-04	1.47E-04	2.48E-04	1.40E-04	2.55E-04	1.64E-04	2.32E-04	2.01E-04	1.94E-04	3.62E-04	3.40E-05	2.30E-04	1.65E-04
^{99m}Tc	6.45E-05	2.06E-05	6.53E-05	1.98E-05	6.31E-05	2.21E-05	7.02E-05	1.49E-05	7.20E-05	1.31E-05	7.51E-05	9.98E-06	2.70E-06	1.24E-05
^{103}Ru	2.40E-04	9.88E-05	2.50E-04	9.36E-05	2.40E-04	1.04E-04	2.60E-04	7.80E-05	2.70E-04	7.10E-05	3.40E-04	3.92E-09	2.70E-04	6.78E-05
^{106}Ru	1.70E-04	7.70E-04	2.20E-04	7.30E-04	1.60E-04	7.80E-04	2.80E-04	6.60E-04	4.90E-04	4.50E-04	9.40E-04	3.82E-09	7.40E-04	2.04E-04
^{103m}Rh	2.95E-07	2.55E-05	3.31E-07	2.55E-05	2.57E-07	2.56E-05	6.08E-07	2.52E-05	8.43E-07	2.50E-05	1.77E-06	2.40E-05	9.73E-07	2.48E-05
^{106}Rh	1.68E-04	7.67E-04	2.17E-04	7.20E-04	1.57E-04	7.78E-04	2.84E-04	6.53E-04	4.92E-04	4.44E-04	9.30E-04	4.40E-06	7.41E-04	1.95E-04

表 5.2-6（2/2） 主要核素对七类海洋生物的辐射剂量转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/kg)

生物类别	浮游鱼类		底栖鱼类		甲壳类		软体类		海藻类		浮游植物		浮游动物	
照射途径	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射	外照射	内照射
^{110}Ag	5.81E-05	6.41E-04	9.38E-05	6.06E-04	5.16E-05	6.47E-04	1.35E-04	5.66E-04	2.96E-04	4.04E-04	6.93E-04	5.50E-06	5.03E-04	1.96E-04
^{110m}Ag	1.40E-03	2.10E-04	1.50E-03	1.80E-04	1.40E-03	2.30E-04	1.50E-03	1.02E-04	1.60E-03	6.32E-05	1.60E-03	2.01E-09	1.60E-03	4.78E-05
^{124}Sb	9.60E-04	3.10E-04	9.80E-04	2.90E-04	9.40E-04	3.30E-04	1.00E-03	2.30E-04	1.10E-03	1.80E-04	1.30E-03	3.70E-09	1.10E-03	1.30E-04
^{122}Sb	2.37E-04	3.44E-04	2.74E-04	3.33E-04	2.31E-04	3.49E-04	2.73E-04	3.07E-04	3.39E-04	2.42E-04	5.65E-04	1.57E-05	4.05E-04	1.76E-04
^{129}Te	3.71E-05	3.15E-04	4.14E-05	3.11E-04	3.55E-05	3.16E-04	5.46E-05	2.97E-04	1.07E-04	2.45E-04	3.19E-04	3.30E-05	1.59E-04	1.92E-04
^{129m}Te	4.50E-05	3.57E-04	5.10E-05	3.57E-04	4.30E-05	3.67E-04	6.60E-05	3.37E-04	1.20E-04	2.86E-04	4.00E-04	6.89E-09	1.80E-04	2.24E-04
^{131m}Te	7.94E-04	2.96E-04	8.11E-04	2.78E-04	7.78E-04	3.11E-04	8.62E-04	2.27E-04	9.08E-04	5.35E-04	1.04E-03	5.31E-05	9.46E-04	1.43E-04
^{131}Te	2.32E-04	4.27E-04	2.46E-04	4.12E-04	2.25E-04	4.34E-04	2.77E-04	3.82E-04	3.61E-04	2.98E-04	6.36E-04	2.29E-05	4.59E-04	2.00E-04
^{132}Te	1.30E-03	5.10E-04	1.40E-03	4.80E-04	1.30E-03	5.41E-04	1.50E-03	3.88E-04	1.50E-03	3.06E-04	1.80E-03	7.90E-09	1.60E-03	2.35E-04
^{134}Te	4.57E-04	2.29E-04	4.65E-04	2.20E-04	4.47E-04	2.38E-04	4.97E-04	1.88E-04	5.26E-04	4.69E-04	6.38E-04	4.81E-05	5.38E-04	1.47E-04
^{131}I	2.00E-04	1.30E-04	2.00E-04	1.30E-04	1.90E-04	1.40E-04	2.10E-04	1.20E-04	2.30E-04	1.00E-04	3.30E-04	4.10E-09	2.30E-04	9.80E-05
^{132}I	1.20E-03	4.10E-04	1.20E-03	3.80E-04	1.20E-03	4.30E-04	1.30E-03	3.10E-04	1.40E-03	2.30E-04	1.60E-03	4.00E-09	1.40E-03	1.70E-04
^{133}I	3.20E-04	2.70E-04	3.30E-04	2.60E-04	3.10E-04	2.80E-04	3.50E-04	2.40E-04	4.00E-04	1.90E-04	5.90E-04	4.00E-09	4.30E-04	1.60E-04
^{134}I	1.38E-03	4.96E-04	1.41E-03	4.64E-04	1.35E-03	5.22E-04	1.50E-03	3.76E-04	1.60E-03	2.76E-04	1.86E-03	1.59E-05	1.68E-03	1.89E-04
^{135}I	8.67E-04	3.03E-04	8.83E-04	2.88E-04	8.52E-04	3.18E-04	9.33E-04	2.37E-04	9.85E-04	1.86E-04	1.15E-03	2.53E-05	1.02E-03	1.52E-04
^{134}Cs	8.10E-04	1.90E-04	8.20E-04	1.70E-04	7.90E-04	2.00E-04	8.70E-04	1.20E-04	9.00E-04	9.50E-05	9.90E-04	3.37E-09	9.10E-04	8.40E-05
^{136}Cs	1.10E-03	2.00E-04	1.10E-03	1.84E-04	1.10E-03	2.30E-04	1.20E-03	1.22E-04	1.20E-03	9.28E-05	1.30E-03	4.26E-09	1.30E-03	8.06E-05
^{137}Cs	2.90E-04	1.80E-04	3.00E-04	1.70E-04	2.90E-04	1.80E-04	3.20E-04	1.50E-04	3.40E-04	1.30E-04	4.70E-04	4.39E-09	3.50E-04	1.20E-04
^{138}Cs	1.29E-03	7.70E-04	1.34E-03	7.16E-04	1.26E-03	7.97E-04	1.45E-03	6.11E-04	1.64E-04	1.26E-03	2.05E-03	6.57E-06	1.86E-03	2.00E-04
^{137m}Ba	3.09E-04	7.36E-05	3.15E-04	6.77E-05	3.02E-04	7.98E-05	3.34E-04	4.81E-05	3.49E-04	3.33E-05	3.81E-04	1.31E-06	3.56E-04	2.57E-05
^{140}Ba	1.50E-03	6.89E-04	1.53E-03	6.60E-04	1.48E-03	7.16E-04	1.63E-03	5.66E-04	1.74E-03	4.53E-04	2.11E-03	8.08E-05	1.83E-03	3.66E-04
^{140}La	1.22E-03	4.22E-04	1.22E-03	3.99E-04	1.20E-03	4.43E-04	1.32E-03	3.25E-04	1.40E-03	2.46E-04	1.63E-03	1.79E-05	1.46E-03	1.83E-04
^{141}Ce	3.90E-05	1.02E-04	3.90E-05	1.02E-04	3.80E-05	1.02E-04	4.40E-05	1.01E-04	4.90E-05	9.59E-05	1.40E-04	4.59E-09	5.20E-05	9.28E-05
^{143}Ce	1.47E-04	2.70E-04	1.51E-04	2.66E-04	1.43E-04	2.74E-04	1.69E-04	2.48E-04	2.09E-04	2.08E-04	3.77E-04	4.06E-05	2.40E-04	1.77E-04
^{144}Ce	7.20E-05	7.10E-04	1.10E-04	6.70E-04	6.50E-05	7.20E-04	1.50E-04	6.30E-04	3.20E-04	4.60E-04	7.80E-04	6.43E-09	5.30E-04	2.50E-04
^{143}Pr	2.38E-06	1.79E-04	2.79E-06	1.79E-04	2.16E-06	1.79E-04	7.23E-06	1.74E-04	3.03E-05	1.51E-04	1.55E-04	2.66E-05	4.34E-05	1.38E-04
^{144}Pr	6.16E-05	6.53E-04	9.89E-05	6.17E-04	5.47E-05	6.60E-04	1.42E-04	5.74E-04	3.08E-04	1.22E-03	7.09E-04	5.71E-06	5.20E-04	1.95E-04
^{187}W	2.48E-04	2.30E-04	2.53E-04	2.25E-04	2.43E-04	2.35E-04	2.72E-04	2.06E-04	2.97E-04	1.81E-04	4.04E-04	7.42E-05	3.13E-04	1.65E-04

表 5.2-7　排水口附近海域海洋生物的辐射剂量率

单位：μGy/h

运行工况	生物类别	内照射剂量率	外照射剂量率	附加辐射总剂量率
宁德核电厂三、四号两台机组	浮游鱼类	1.85E-04	8.90E-07	1.86E-04
	底栖鱼类	1.63E-04	1.32E-04	2.95E-04
	软体类	4.88E-04	1.39E-04	6.25E-04
	甲壳类	3.21E-03	1.29E-04	3.34E-03
	海藻类	2.33E-03	1.03E-06	2.33E-03
	浮游植物	3.91E-06	3.10E-07	4.22E-06
	浮游动物	7.00E-04	1.15E-06	7.05E-04
宁德核电厂四台机组	浮游鱼类	3.69E-04	1.78E-06	3.71E-04
	底栖鱼类	3.26E-04	2.63E-04	5.89E-04
	软体类	9.75E-04	2.78E-04	1.25E-03
	甲壳类	6.42E-03	2.57E-04	6.68E-03
	海藻类	4.65E-03	2.06E-06	4.65E-03
	浮游植物	7.82E-06	6.20E-07	8.44E-06
	浮游动物	1.40E-03	2.30E-06	1.41E-03

表 5.2-8　环境介质参数

物理意义	单位	数值
奶牛每天消费的饲料量	kg/d	50
产肉动物每天消费的饲料量	kg/d	5
作物在生长季节中的曝污时间	h	2880
叶类蔬菜在生长季节中的曝污时间	h	1080
作物从收获到被消费的时间间隔	h	1800
从挤奶到牛奶被消费的时间间隔	h	24
从产肉动物被屠宰到被消费的时间间隔	h	24
叶类蔬菜从收获到被消费的时间间隔	h	24
海产品从捕捞到被消费的时间间隔	h	24
空气中的平均湿度	g 水/m^3 空气	13.88
作物中的平均含水率	无量纲	0.160
牛奶中的平均含水率	无量纲	0.881
肉类中的平均含水率	无量纲	0.750
叶类蔬菜中的平均含水率	无量纲	0.928
空气中碳元素的平均浓度	g/m^3	0.18
植物产品和叶类蔬菜碳元素的质量份额（干重）	无量纲	0.18

表 5.2-9　放射性核素特征参数

元素	f_v	f_L	f_M (Bq/kg 牛奶)/(Bq/d)	f_F (Bq/kg 肉)/(Bq/d)	B_v (Bq/kg 作物)/(Bq/kg 干土)	B_L (Bq/kg 蔬菜)/(Bq/kg 干土)	λ_G (1/h)	λ_v (1/h)	λ_L (1/h)
$_{27}Co$	0.2	0.2	1.00×10^{-2}	7.00×10^{-2}	2.00	8.00×10^{-2}	0	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{53}I$	0.2	0.2	1.00×10^{-2}	5.00×10^{-2}	1.00×10^{-1}	2.00×10^{-2}	5.83×10^{-5}	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}
$_{55}Cs$	0.5	0.2	1.00×10^{-2}	5.00×10^{-2}	1.00	4.00×10^{-2}	5.83×10^{-6}	2.06×10^{-3}	2.06×10^{-3}

表 5.2-10　气态途径辐射剂量计算相关参数

物理意义	单　位	数值
气载放射性流出物在地面上的积累时间	h	350400
土壤中放射性积累时间	h	350400
15cm 深度内土壤的有效面密度	kg 干土/m^2	200
人的呼吸率 • 成人 • 青年 • 儿童	m^3 空气/h	 0.96 0.96 0.61
考虑公众在室外滞留时间及建筑物屏蔽作用等因素确定的空气浸没和地面沉积外照射修正因子	无量纲	0.75
清洗因子	无量纲	0.5

表 5.2-11　液态照射途径辐射剂量计算参数

物理意义	单位	数值
悬浮物有效沉积密度	kg/m^2	60
海水中悬浮物的浓度	kg/m^3	0.01
岸边沉积物中放射性积累时间	h	8760

表 5.2-12　海产品可食部份生物浓集因子 B_p 和悬浮物吸附分配因子 K_d

元素	K_d（L/kg）	海产品生物浓集因子 B_p（Bq/kg 海产品）/（Bq/L 海水）			
		海鱼类	甲壳类	软体类	海藻类
$_{24}$Cr	5×10^4	2×10^2	8×10^2	5×10^2	3×10^4
$_{25}$Mn	2×10^5	4×10^2	5×10^3	1×10^4	1×10^4
$_{26}$Fe	5×10^4	3×10^3	3×10^4	1×10^3	1×10^4
$_{27}$Co	2×10^5	1×10^3	5×10^3	1×10^3	1×10^3
$_{38}$Sr	1×10^3	2	2	10	10
$_{39}$Y	1×10^7	20	1×10^3	1×10^3	1×10^3
$_{40}$Zr	1×10^6	20	5×10^3	1×10^3	5×10^2
$_{41}$Nb	5×10^5	30	1×10^3	1×10^3	5×10^2
$_{42}$Mo	1×10^2	10	1×10^2	1×10^2	1×10^2
$_{43}$Tc	1×10^2	30	1×10^3	1×10^2	1×10^4
$_{44}$Ru	3×10^2	2	2×10^3	2×10^3	2×10^3
$_{47}$Ag	1×10^3	5×10^2	1×10^4	1×10^5	1×10^3
$_{51}$Sb	1×10^3	4×10^2	4×10^2	1×10^2	1×10^2
$_{52}$Te	1×10^3	1×10^3	1×10^3	1×10^4	1×10^4
$_{53}$I	2×10^1	10	10	1×10^2	1×10^3
$_{55}$Cs	3×10^3	1×10^2	30	10	10
$_{56}$Ba	5×10^3	10	1	1×10^2	5×10^2
$_{57}$La	3×10^6	30^*	$1\times10^{3*}$	1×10^3	5×10^3
$_{58}$Ce	2×10^6	50	5×10^3	10	10
$_{59}$Pr	5×10^6	25	1×10^3	—	—

表 5.2-13（1/3）　惰性气体空气浸没外照射有效剂量转换因子

核素	物理半衰期	空气浸没转换因子（Sv/h）/（Bq/m^3）
^{85}Kr	10.7 y	9.17E-13
^{85m}Kr	4.48 h	2.46E-11
^{87}Kr	1.27 h	1.42E-10
^{88}Kr	2.84 h	3.50E-10
^{133}Xe	5.24 d	5.00E-12
^{133m}Xe	2.19 d	4.58E-12
^{135}Xe	9.10 h	4.00E-11
^{138}Xe	14.2 min	1.96E-10

表 5.2-13（2/3）　空气浸没外照射和空气吸入内照射剂量转换因子

核素	物理半衰期	空气浸没（Sv/h）/（Bq/m^3）	吸入（Sv/Bq）		
			儿童	青少年	成人
^{58}Co	70.8d	1.71E-10	3.50E-09	2.40E-09	1.60E-09
^{60}Co	5.27y	4.57E-10	2.10E-08	1.50E-08	1.00E-08
^{131}I	8.04d	6.62E-11	8.20E-09	4.70E-09	2.40E-09
^{132}I	2.30h	4.11E-10	3.60E-10	2.20E-10	1.10E-10
^{133}I	20.8h	1.08E-10	2.10E-09	1.20E-09	5.50E-10
^{134}I	52.6min	4.78E-10	1.70E-10	1.00E-10	5.40E-11
^{135}I	6.61h	2.97E-10	7.80E-10	4.70E-10	2.40E-10
^{134}Cs	2.062y	2.74E-10	1.60E-08	1.20E-08	9.10E-09
^{137}Cs	30.0y	9.93E-11	1.80E-08	1.30E-08	9.70E-09

表 5.2-13（3/3） 地面沉积和水体浸没外照射以及食入内照射剂量转换因子

核素	半衰期	地面沉积（Sv/h）/(Bq/m^2)	水体浸没（Sv/h）/(Bq/m^3)	食入内照射（Sv/Bq）			核素	半衰期	地面沉积（Sv/h）/(Bq/m^2)	水体浸没（Sv/h）/(Bq/m^3)	食入内照射（Sv/Bq）		
				儿童	青少年	成人					儿童	青少年	成人
^{3}H	12.35 y	—	—	3.10E-11	2.30E-11	1.80E-11	^{131}Te	0.417h	1.48E-12	1.60E-13	3.50E-10	1.90E-10	8.70E-11
^{14}C	5730 y	—	—	9.90E-10	8.00E-10	5.80E-10	^{131m}Te	30h	5.59E-12	5.47E-13	7.80E-09	4.30E-09	1.90E-09
^{51}Cr	27.7 d	1.12E-13	1.19E-14	1.20E-10	7.80E-11	3.80E-11	^{132}Te	78.2h	9.02E-12	8.21E-14	1.60E-08	8.30E-09	3.80E-09
^{54}Mn	312 d	2.97E-12	3.20E-13	1.90E-09	1.30E-09	7.10E-10	^{134}Te	0.696h	3.12E-12	3.33E-13	3.90E-10	2.20E-10	1.10E-10
^{59}Fe	44.5 d	4.11E-12	4.17E-13	7.50E-09	4.70E-09	1.80E-09	^{131}I	8.04 d	1.37E-12	1.43E-13	1.00E-07	5.20E-08	2.20E-08
^{58}Co	70.8 d	3.42E-12	3.41E-13	2.60E-09	1.70E-09	7.40E-10	^{132}I	2.30 h	8.22E-12	8.75E-13	1.30E-09	6.20E-10	2.90E-10
^{60}Co	5.27 y	8.56E-12	8.79E-13	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	^{133}I	20.8 h	2.28E-12	2.30E-13	2.30E-08	1.00E-08	4.30E-09
^{89}Sr	50.5 d	2.51E-13	5.36E-16	8.90E-09	5.80E-09	2.60E-09	^{134}I	52.6min	9.47E-12	1.02E-12	3.90E-10	2.10E-10	1.10E-10
^{90}Sr	29.12 y	4.00E-13	5.26E-17	4.70E-08	6.00E-08	2.80E-08	^{135}I	6.61 h	5.48E-12	6.23E-13	4.70E-09	2.20E-09	9.30E-10
^{91}Sr	9.5h	2.44E-12	2.69E-13	2.11E-09	1.20E-09	6.50E-10	^{134}Cs	2.062 y	5.59E-12	5.90E-13	1.30E-08	1.90E-08	1.90E-08
^{92}Sr	2.71h	4.50E-12	5.29E-13	1.40E-09	8.20E-10	4.30E-10	^{136}Cs	13.1 d	7.65E-12	8.32E-13	6.10E-09	4.40E-09	3.00E-09
^{90}Y	64.0h	4.00E-13	1.31E-15	1.00E-08	5.90E-09	2.70E-09	^{137}Cs	30.0 y	2.05E-12	5.36E-17	9.60E-09	1.30E-08	1.30E-08
^{91}Y	58.5d	2.74E-13	1.96E-15	8.80E-09	5.20E-09	2.40E-09	^{138}Cs	0.536h	7.88E-12	9.43E-13	2.90E-10	1.70E-10	9.20E-11
^{95}Zr	63.98 d	5.37E-12	2.82E-13	3.00E-09	1.90E-09	9.50E-10	^{140}Ba	12.74 d	6.25E-13	6.73E-14	9.20E-09	5.80E-09	2.60E-09
^{95}Nb	35.15 d	2.74E-12	2.92E-13	1.80E-09	1.10E-09	5.80E-10	^{140}La	40.27 h	6.67E-12	9.14E-13	6.80E-09	4.20E-09	2.00E-09
^{99}Mo	66.0 h	1.05E-12	5.69E-14	1.80E-09	1.10E-09	6.00E-10	^{141}Ce	32.5d	2.74E-13	2.74E-14	2.60E-09	1.50E-09	7.10E-10
^{99m}Tc	6.02 h	4.45E-13	4.72E-14	7.20E-11	4.30E-11	2.20E-11	^{143}Ce	1.38d	1.00E-12	1.02E-13	4.10E-09	2.40E-09	1.10E-09
^{103}Ru	39.28 d	1.71E-12	1.76E-13	2.40E-09	1.50E-09	7.30E-10	^{144}Ce	284.3 d	6.51E-13	6.88E-15	1.90E-08	1.10E-08	5.20E-09
^{106}Ru	368.2d	1.26E-12	1.40E-13	2.50E-08	1.50E-08	7.00E-09	^{143}Pr	13.56d	2.79E-20	1.45E-16	4.30E-09	2.60E-09	1.20E-09
^{110m}Ag	250 d	9.70E-12	3.33E-13	7.80E-09	5.20E-09	2.80E-09	^{144}Pr	17.28min	9.17E-14	1.49E-14	1.70E-10	9.50E-11	5.00E-11
^{124}Sb	60.2d	6.39E-12	7.13E-13	8.40E-09	5.20E-09	2.50E-09							

表 5.2-14（1/2）　气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（三、四号机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	3.76E-07	1.77E-07	8.80E-08	5.52E-08	3.85E-08	2.63E-08	2.16E-08	1.80E-08	1.53E-08
NNE	—	—	—	—	1.64E-07	8.20E-08	4.98E-08	2.97E-08	2.30E-08	2.00E-08	1.69E-08	1.47E-08
NE	—	—	—	—	1.54E-07	9.90E-08	4.51E-08	3.11E-08	5.12E-08	1.92E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	1.40E-07	1.05E-07	9.83E-08	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	8.20E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	3.51E-07	1.96E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	7.13E-07	3.69E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	4.71E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	4.55E-07	2.29E-07	—	1.22E-07	9.72E-08	9.12E-08	1.02E-07	—
SW	—	—	—	1.04E-06	5.18E-07	2.46E-07	1.56E-07	9.64E-08	8.44E-08	6.79E-08	6.46E-08	6.75E-08
WSW	—	—	—	7.80E-07	3.70E-07	1.73E-07	1.04E-07	6.91E-08	6.11E-08	5.67E-08	3.62E-08	3.94E-08
W	—	—	—	6.01E-07	2.83E-07	1.44E-07	8.56E-08	6.14E-08	4.76E-08	3.54E-08	4.42E-08	2.65E-08
WNW	—	—	—	—	2.76E-07	1.36E-07	8.26E-08	6.06E-08	4.48E-08	3.85E-08	3.34E-08	2.76E-08
NW	—	—	5.40E-07	3.05E-07	1.64E-07	7.71E-08	4.58E-08	3.35E-08	2.13E-08	1.77E-08	1.53E-08	1.30E-08
NNW	—	—	9.40E-07	5.52E-07	2.21E-07	1.37E-07	8.01E-08	6.81E-08	4.16E-08	3.39E-08	2.76E-08	2.35E-08

表 5.2-14（2/2）　气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	8.39E-07	3.88E-07	1.90E-07	1.17E-07	8.11E-08	5.53E-08	4.50E-08	3.74E-08	3.17E-08
NNE	—	—	—	—	3.53E-07	1.74E-07	1.04E-07	6.21E-08	4.77E-08	4.12E-08	3.47E-08	3.00E-08
NE	—	—	—	—	3.29E-07	2.06E-07	9.42E-08	6.45E-08	1.04E-07	3.94E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	3.01E-07	2.19E-07	2.00E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.69E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	7.53E-07	4.11E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.53E-06	7.76E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	9.93E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	9.79E-07	4.84E-07	—	2.50E-07	1.98E-07	1.85E-07	2.06E-07	—
SW	—	—	—	2.27E-06	1.10E-06	5.16E-07	3.23E-07	1.99E-07	1.73E-07	1.39E-07	1.31E-07	1.37E-07
WSW	—	—	—	1.75E-06	8.05E-07	3.68E-07	2.19E-07	1.44E-07	1.26E-07	1.16E-07	7.44E-08	8.04E-08
W	—	—	—	1.35E-06	6.15E-07	3.04E-07	1.79E-07	1.27E-07	9.81E-08	7.29E-08	8.99E-08	5.42E-08
WNW	—	—	—	—	5.80E-07	2.82E-07	1.70E-07	1.24E-07	9.11E-08	7.80E-08	6.75E-08	5.57E-08
NW	—	—	1.21E-06	6.86E-07	3.59E-07	1.65E-07	9.59E-08	6.92E-08	4.38E-08	3.62E-08	3.11E-08	2.64E-08
NNW	—	—	2.01E-06	1.17E-06	4.66E-07	2.83E-07	1.65E-07	1.39E-07	8.47E-08	6.88E-08	5.60E-08	4.75E-08

表 5.2-15（1/2）　液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（三、四号机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	2.76E-08	2.76E-08	1.52E-08	1.50E-08	—	—	—	—	—
NNE	—	—	—	—	2.76E-08	1.52E-08	1.59E-08	—	—	—	—	—
NE	—	—	—	—	2.76E-08	1.49E-08	1.79E-08	—	—	—	—	—
ENE	—	—	—	—	2.76E-08	1.52E-08	1.52E-08	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.35E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	2.74E-08	1.50E-08	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	2.74E-08	1.51E-08	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	1.05E-08	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	1.21E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	9.39E-09	8.62E-09	1.08E-08	1.05E-08	—	—	—	—	—
WSW	—	—	—	9.39E-09	4.48E-09	1.05E-08	1.05E-08	—	—	—	—	—
W	—	—	—	9.39E-09	5.11E-09	1.18E-08	1.14E-08	—	—	—	—	—
WNW	—	—	—	—	1.52E-08	1.47E-08	1.50E-08	—	—	—	—	—
NW	—	—	5.56E-08	1.95E-08	1.52E-08	1.49E-08	1.50E-08	—	—	—	—	—
NNW	—	—	5.56E-08	2.76E-08	2.64E-08	1.52E-08	1.48E-08	—	—	—	—	—

表 5.2-15（2/2）　液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	5.52E-08	5.52E-08	3.04E-08	3.00E-08	—	—	—	—	—
NNE	—	—	—	—	5.52E-08	3.04E-08	3.18E-08	—	—	—	—	—
NE	—	—	—	—	5.52E-08	2.98E-08	3.58E-08	—	—	—	—	—
ENE	—	—	—	—	5.52E-08	3.04E-08	3.04E-08	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	2.70E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	5.48E-08	3.00E-08	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	5.48E-08	3.02E-08	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	2.10E-08	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	2.42E-08	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	1.88E-08	1.72E-08	2.16E-08	2.10E-08	—	—	—	—	—
WSW	—	—	—	1.88E-08	8.96E-09	2.10E-08	2.10E-08	—	—	—	—	—
W	—	—	—	1.88E-08	1.02E-08	2.36E-08	2.28E-08	—	—	—	—	—
WNW	—	—	—	—	3.04E-08	2.94E-08	3.00E-08	—	—	—	—	—
NW	—	—	1.11E-07	3.90E-08	3.04E-08	2.98E-08	3.00E-08	—	—	—	—	—
NNW	—	—	1.11E-07	5.52E-08	5.28E-08	3.04E-08	2.96E-08	—	—	—	—	—

表 5.2-16（1/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（三、四号机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	4.03E-07	2.05E-07	1.03E-07	7.02E-08	3.85E-08	2.63E-08	2.16E-08	1.80E-08	1.53E-08
NNE	—	—	—	—	1.91E-07	9.72E-08	6.56E-08	2.97E-08	2.30E-08	2.00E-08	1.69E-08	1.47E-08
NE	—	—	—	—	1.82E-07	1.14E-07	6.30E-08	3.11E-08	5.12E-08	1.92E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	1.68E-07	1.20E-07	1.13E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	9.55E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	3.79E-07	2.11E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	7.41E-07	3.84E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	4.81E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	4.55E-07	2.41E-07	—	1.22E-07	9.72E-08	9.12E-08	1.02E-07	—
SW	—	—	—	1.05E-06	5.27E-07	2.57E-07	1.66E-07	9.64E-08	8.44E-08	6.79E-08	6.46E-08	6.75E-08
WSW	—	—	—	7.90E-07	3.75E-07	1.83E-07	1.15E-07	6.91E-08	6.11E-08	5.67E-08	3.62E-08	3.94E-08
W	—	—	—	6.10E-07	2.88E-07	1.56E-07	9.69E-08	6.14E-08	4.76E-08	3.54E-08	4.42E-08	2.65E-08
WNW	—	—	—	—	2.91E-07	1.51E-07	9.76E-08	6.06E-08	4.48E-08	3.85E-08	3.34E-08	2.76E-08
NW	—	—	5.96E-07	3.24E-07	1.79E-07	9.20E-08	6.08E-08	3.35E-08	2.13E-08	1.77E-08	1.53E-08	1.30E-08
NNW	—	—	9.96E-07	5.80E-07	2.48E-07	1.52E-07	9.49E-08	6.81E-08	4.16E-08	3.39E-08	2.76E-08	2.35E-08

表 5.2-16（2/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	8.94E-07	4.43E-07	2.20E-07	1.47E-07	8.11E-08	5.53E-08	4.50E-08	3.74E-08	3.17E-08
NNE	—	—	—	—	4.08E-07	2.04E-07	1.36E-07	6.21E-08	4.77E-08	4.12E-08	3.47E-08	3.00E-08
NE	—	—	—	—	3.84E-07	2.36E-07	1.30E-07	6.45E-08	1.04E-07	3.94E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	3.57E-07	2.49E-07	2.31E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.96E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	8.09E-07	4.41E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.59E-06	8.06E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	1.01E-06	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	9.79E-07	5.08E-07	—	2.50E-07	1.98E-07	1.85E-07	2.06E-07	—
SW	—	—	—	2.29E-06	1.12E-06	5.38E-07	3.44E-07	1.99E-07	1.73E-07	1.39E-07	1.31E-07	1.37E-07
WSW	—	—	—	1.77E-06	8.15E-07	3.88E-07	2.40E-07	1.44E-07	1.26E-07	1.16E-07	7.44E-08	8.04E-08
W	—	—	—	1.37E-06	6.25E-07	3.28E-07	2.02E-07	1.27E-07	9.81E-08	7.29E-08	8.99E-08	5.42E-08
WNW	—	—	—	—	6.10E-07	3.11E-07	2.00E-07	1.24E-07	9.11E-08	7.80E-08	6.75E-08	5.57E-08
NW	—	—	1.32E-06	7.25E-07	3.90E-07	1.95E-07	1.26E-07	6.92E-08	4.38E-08	3.62E-08	3.11E-08	2.64E-08
NNW	—	—	2.12E-06	1.23E-06	5.20E-07	3.13E-07	1.94E-07	1.39E-07	8.47E-08	6.88E-08	5.60E-08	4.75E-08

表 5.2-17（1/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（三、四号机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	3.44E-07	1.76E-07	9.29E-08	6.51E-08	3.27E-08	2.27E-08	1.87E-08	1.56E-08	1.32E-08
NNE	—	—	—	—	1.64E-07	8.72E-08	6.07E-08	2.56E-08	1.98E-08	1.73E-08	1.47E-08	1.28E-08
NE	—	—	—	—	1.55E-07	9.66E-08	6.05E-08	2.59E-08	3.65E-08	1.65E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	1.40E-07	9.75E-08	8.80E-08	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	8.12E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	3.29E-07	1.81E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	6.54E-07	3.35E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	4.10E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	3.92E-07	2.11E-07	—	9.69E-08	7.68E-08	6.99E-08	7.42E-08	—
SW	—	—	—	8.69E-07	4.30E-07	2.14E-07	1.38E-07	8.10E-08	6.77E-08	5.47E-08	5.01E-08	5.05E-08
WSW	—	—	—	6.68E-07	3.11E-07	1.56E-07	9.82E-08	5.82E-08	4.83E-08	4.33E-08	2.99E-08	3.02E-08
W	—	—	—	5.26E-07	2.43E-07	1.32E-07	8.36E-08	4.99E-08	3.84E-08	2.91E-08	3.35E-08	2.15E-08
WNW	—	—	—	—	2.42E-07	1.28E-07	8.51E-08	4.77E-08	3.58E-08	3.01E-08	2.65E-08	2.22E-08
NW	—	—	5.16E-07	2.86E-07	1.57E-07	8.39E-08	5.69E-08	2.75E-08	1.83E-08	1.51E-08	1.29E-08	1.11E-08
NNW	—	—	8.23E-07	4.73E-07	2.18E-07	1.29E-07	8.42E-08	5.44E-08	3.44E-08	2.84E-08	2.31E-08	1.94E-08

表 5.2-17（2/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) / 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	7.75E-07	3.85E-07	1.99E-07	1.37E-07	6.95E-08	4.81E-08	3.93E-08	3.25E-08	2.74E-08
NNE	—	—	—	—	3.53E-07	1.84E-07	1.26E-07	5.40E-08	4.13E-08	3.58E-08	3.02E-08	2.62E-08
NE	—	—	—	—	3.30E-07	2.02E-07	1.25E-07	5.41E-08	7.45E-08	3.40E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	3.01E-07	2.04E-07	1.80E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.67E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	7.09E-07	3.81E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.41E-06	7.08E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	8.71E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	8.53E-07	4.47E-07	—	2.01E-07	1.58E-07	1.43E-07	1.50E-07	—
SW	—	—	—	1.93E-06	9.27E-07	4.52E-07	2.87E-07	1.69E-07	1.40E-07	1.12E-07	1.02E-07	1.03E-07
WSW	—	—	—	1.53E-06	6.87E-07	3.34E-07	2.07E-07	1.23E-07	1.01E-07	8.94E-08	6.19E-08	6.20E-08
W	—	—	—	1.20E-06	5.35E-07	2.81E-07	1.75E-07	1.04E-07	7.98E-08	6.03E-08	6.86E-08	4.41E-08
WNW	—	—	—	—	5.12E-07	2.65E-07	1.75E-07	9.78E-08	7.31E-08	6.12E-08	5.37E-08	4.49E-08
NW	—	—	1.16E-06	6.48E-07	3.45E-07	1.79E-07	1.18E-07	5.72E-08	3.78E-08	3.10E-08	2.64E-08	2.26E-08
NNW	—	—	1.77E-06	1.01E-06	4.61E-07	2.68E-07	1.73E-07	1.11E-07	7.04E-08	5.78E-08	4.69E-08	3.94E-08

表 5.2-18（1/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（三、四号机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	3.28E-07	1.70E-07	9.59E-08	6.99E-08	3.11E-08	2.16E-08	1.79E-08	1.49E-08	1.26E-08
NNE	—	—	—	—	1.58E-07	9.05E-08	6.56E-08	2.43E-08	1.87E-08	1.65E-08	1.41E-08	1.24E-08
NE	—	—	—	—	1.49E-07	9.74E-08	6.72E-08	2.41E-08	3.16E-08	1.57E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	1.35E-07	9.65E-08	8.60E-08	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	8.34E-08	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	3.16E-07	1.77E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	6.28E-07	3.25E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	3.92E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	3.74E-07	2.07E-07	—	8.89E-08	7.02E-08	6.31E-08	6.50E-08	—
SW	—	—	—	8.11E-07	3.99E-07	2.05E-07	1.33E-07	7.65E-08	6.23E-08	5.05E-08	4.55E-08	4.49E-08
WSW	—	—	—	6.30E-07	2.92E-07	1.51E-07	9.72E-08	5.51E-08	4.40E-08	3.88E-08	2.80E-08	2.71E-08
W	—	—	—	5.00E-07	2.31E-07	1.30E-07	8.41E-08	4.63E-08	3.56E-08	2.71E-08	3.02E-08	1.98E-08
WNW	—	—	—	—	2.32E-07	1.26E-07	8.74E-08	4.35E-08	3.29E-08	2.73E-08	2.44E-08	2.07E-08
NW	—	—	5.01E-07	2.79E-07	1.56E-07	8.74E-08	6.17E-08	2.56E-08	1.72E-08	1.42E-08	1.22E-08	1.06E-08
NNW	—	—	7.78E-07	4.41E-07	2.13E-07	1.28E-07	8.71E-08	5.04E-08	3.21E-08	2.67E-08	2.16E-08	1.81E-08

表 5.2-18（2/2）　气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	7.43E-07	3.74E-07	2.05E-07	1.47E-07	6.62E-08	4.59E-08	3.77E-08	3.11E-08	2.62E-08
NNE	—	—	—	—	3.42E-07	1.91E-07	1.36E-07	5.13E-08	3.91E-08	3.42E-08	2.91E-08	2.54E-08
NE	—	—	—	—	3.19E-07	2.03E-07	1.38E-07	5.05E-08	6.47E-08	3.24E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	2.90E-07	2.02E-07	1.76E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.72E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	6.83E-07	3.73E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.36E-06	6.88E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	8.36E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	8.16E-07	4.39E-07	—	1.84E-07	1.45E-07	1.29E-07	1.32E-07	—
SW	—	—	—	1.81E-06	8.66E-07	4.34E-07	2.77E-07	1.60E-07	1.29E-07	1.04E-07	9.31E-08	9.14E-08
WSW	—	—	—	1.45E-06	6.49E-07	3.25E-07	2.05E-07	1.16E-07	9.20E-08	8.04E-08	5.80E-08	5.58E-08
W	—	—	—	1.15E-06	5.10E-07	2.76E-07	1.76E-07	9.71E-08	7.41E-08	5.62E-08	6.19E-08	4.08E-08
WNW	—	—	—	—	4.93E-07	2.62E-07	1.79E-07	8.94E-08	6.73E-08	5.56E-08	4.95E-08	4.19E-08
NW	—	—	1.13E-06	6.35E-07	3.43E-07	1.86E-07	1.28E-07	5.34E-08	3.57E-08	2.93E-08	2.50E-08	2.17E-08
NNW	—	—	1.68E-06	9.47E-07	4.50E-07	2.65E-07	1.79E-07	1.03E-07	6.58E-08	5.45E-08	4.40E-08	3.67E-08

表 5.2-19　牛栏岗养殖渔民个人食物消费和最大生活习惯因子

生活习惯因子参数	海水养殖渔民
蔬菜年消费量（kg）	57
粮食作物年消费量（kg）	187
肉类食品年消费量（kg）	23
奶制品年消费量（kg）	0
消费的蔬菜来自本子区的份额	1.0
消费的蔬菜来自外子区的份额	0
消费的粮食作物来自本子区的份额	1.0
消费的粮食作物来自外子区的份额	0
消费的肉类食品来自本子区的份额	1.0
消费的肉类食品来自外子区的份额	0
消费的奶制品来自本子区的份额	0
消费的奶制品来自外子区的份额	0
每年在可能受污染岸边的活动时间（h）	600
每年在可能受污染水中游泳时间（h）	150
每年在可能受污染水面上活动时间（h）	1500
每年消费可能受污染的海鱼量（kg）	112
每年消费可能受污染的甲壳动物量（kg）	20
每年消费可能受污染的软体动物量（kg）	18
每年消费可能受污染的海藻类食品量（kg）	1.81

表 5.2-20（1/2）　各放射性核素通过各种照射途径对关键组居民造成的有效剂量（Sv/a）（四台机组排放）

（NNW 方位，2~3 km，牛栏岗村海水养殖渔民）

序号	核素	空气浸没外照射		地面沉积物外照射		吸入内照射		食入陆生食品内照射		岸边沉积物外照射		水上活动外照射		食入海产品内照射		气态和液态途径	
		剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数
1	^{3}H	—	—	—	—	7.60E-09	0.77	1.30E-09	0.13	—	—	—	—	1.46E-08	1.48	2.35E-08	2.38
2	^{14}C	—	—	—	—	—	—	2.40E-08	2.43	—	—	—	—	—	—	2.40E-08	2.43
3	^{85}Kr	7.98E-12	0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.98E-12	0.00
4	^{85m}Kr	2.12E-10	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.12E-10	0.02
5	^{87}Kr	1.14E-09	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.14E-09	0.12
6	^{88}Kr	6.27E-09	0.63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.27E-09	0.63
7	^{133}Xe	1.39E-09	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.39E-09	0.14
8	^{133m}Xe	3.38E-11	0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.38E-11	0.00
9	^{135}Xe	3.10E-09	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.10E-09	0.31
10	^{138}Xe	1.05E-09	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.05E-09	0.11
11	^{51}Cr	—	—	—	—	—	—	—	—	6.78E-12	0.00	4.92E-14	0.00	1.73E-11	0.00	2.42E-11	0.00
12	^{54}Mn	—	—	—	—	—	—	—	—	6.24E-10	0.06	2.04E-13	0.00	3.10E-10	0.03	9.34E-10	0.09
13	^{59}Fe	—	—	—	—	—	—	—	—	8.80E-12	0.00	4.24E-14	0.00	1.75E-10	0.02	1.84E-10	0.02
14	^{58}Co	1.66E-13	0.00	5.18E-10	0.05	1.99E-12	0.00	1.48E-10	0.02	3.46E-09	0.35	5.02E-12	0.00	2.62E-09	0.27	6.75E-09	0.68
15	^{60}Co	2.96E-13	0.00	2.34E-08	2.37	8.30E-12	0.00	3.62E-09	0.37	7.90E-08	8.00	4.48E-12	0.00	3.24E-08	3.28	1.38E-07	14.01
16	^{89}Sr	—	—	—	—	—	—	—	—	8.18E-14	0.00	2.22E-16	0.00	5.46E-13	0.00	6.28E-13	0.00
17	^{90}Sr	—	—	—	—	—	—	—	—	1.12E-14	0.00	8.86E-21	0.00	1.03E-13	0.00	1.14E-13	0.00
18	^{91}Sr	—	—	—	—	—	—	—	—	2.30E-19	0.00	4.08E-18	0.00	8.80E-19	0.00	5.19E-18	0.00
19	^{92}Sr	—	—	—	—	—	—	—	—	4.16E-29	0.00	2.76E-27	0.00	2.48E-30	0.00	2.80E-27	0.00
20	^{90}Y	—	—	—	—	—	—	—	—	5.22E-17	0.00	4.08E-20	0.00	3.02E-15	0.00	3.07E-15	0.00
21	^{91}Y	—	—	—	—	—	—	—	—	3.48E-11	0.00	2.72E-15	0.00	1.56E-10	0.02	1.91E-10	0.02
22	^{95}Zr	—	—	—	—	—	—	—	—	1.81E-11	0.00	1.03E-14	0.00	4.72E-12	0.00	2.28E-11	0.00
23	^{95}Nb	—	—	—	—	—	—	—	—	2.46E-12	0.00	5.68E-15	0.00	5.20E-13	0.00	2.99E-12	0.00
24	^{99}Mo	—	—	—	—	—	—	—	—	2.20E-12	0.00	8.24E-14	0.00	3.82E-12	0.00	6.10E-12	0.00
25	^{99m}Tc	—	—	—	—	—	—	—	—	2.18E-17	0.00	5.86E-15	0.00	8.30E-15	0.00	1.42E-14	0.00

表 5.2-20（2/2）　各放射性核素通过各种照射途径对关键居民组造成的有效剂量（Sv/a）（四台机组排放）

（NNW 方位，2~3 km，牛栏岗村海水养殖渔民）

序号	核素	空气浸没外照射		地面沉积物外照射		吸入内照射		食入陆生食品内照射		岸边沉积物外照射		水上活动外照射		食入海产品内照射		气态和液态途径	
		剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数	剂　量	百分数
26	^{103}Ru	—	—	—	—	—	—	—	—	1.78E-14	0.00	9.84E-15	0.00	3.56E-12	0.00	3.59E-12	0.00
27	^{106}Ru	—	—	—	—	—	—	—	—	1.08E-14	0.00	6.86E-16	0.00	6.12E-12	0.00	6.13E-12	0.00
28	^{110m}Ag	—	—	—	—	—	—	—	—	2.56E-09	0.26	7.16E-11	0.01	6.76E-07	68.42	6.79E-07	68.69
29	^{122}Sb	—	—	—	—	—	—	—	—	5.50E-15	0.00	1.39E-14	0.00	6.64E-12	0.00	6.66E-12	0.00
30	^{124}Sb	—	—	—	—	—	—	—	—	4.68E-11	0.00	5.54E-12	0.00	1.19E-09	0.12	1.24E-09	0.13
31	^{131}Te	—	—	—	—	—	—	—	—	8.32E-22	0.00	3.30E-19	0.00	3.28E-34	0.00	3.31E-19	0.00
32	^{131m}Te	—	—	—	—	—	—	—	—	1.14E-16	0.00	5.72E-16	0.00	4.18E-13	0.00	4.19E-13	0.00
33	^{132}Te	—	—	—	—	—	—	—	—	4.68E-14	0.00	8.36E-15	0.00	1.15E-10	0.01	1.15E-10	0.01
34	^{131}I	2.10E-13	0.00	1.79E-10	0.02	9.70E-12	0.00	1.80E-09	0.18	4.54E-13	0.00	1.86E-11	0.00	1.44E-08	1.46	1.64E-08	1.66
35	^{132}I	2.06E-13	0.00	2.14E-12	0.00	7.02E-14	0.00	5.70E-17	0.00	2.66E-31	0.00	9.34E-28	0.00	1.24E-30	0.00	2.42E-12	0.00
36	^{133}I	1.41E-13	0.00	1.34E-11	0.00	9.18E-13	0.00	1.12E-11	0.00	3.46E-16	0.00	1.27E-13	0.00	5.86E-12	0.00	3.16E-11	0.00
37	^{134}I	1.12E-13	0.00	4.74E-13	0.00	1.62E-14	0.00	3.26E-23	0.00	—	—	—	—	—	—	6.03E-13	0.00
38	^{135}I	1.69E-13	0.00	4.56E-12	0.00	1.75E-13	0.00	6.34E-14	0.00	1.93E-20	0.00	2.52E-17	0.00	1.66E-17	0.00	4.97E-12	0.00
39	^{134}Cs	2.66E-13	0.00	7.82E-09	0.79	1.13E-11	0.00	2.14E-08	2.17	1.90E-09	0.19	5.78E-12	0.00	8.70E-09	0.88	3.98E-08	4.03
40	^{136}Cs	—	—	—	—	—	—	—	—	2.52E-11	0.00	4.54E-12	0.00	2.08E-10	0.02	2.38E-10	0.02
41	^{137}Cs	6.46E-14	0.00	9.48E-09	0.96	8.06E-12	0.00	2.66E-08	2.69	8.28E-10	0.08	4.30E-17	0.00	6.08E-09	0.62	4.30E-08	4.35
42	^{140}Ba	—	—	—	—	—	—	—	—	5.48E-13	0.00	5.96E-14	0.00	9.30E-12	0.00	9.91E-12	0.00
43	^{140}La	—	—	—	—	—	—	—	—	2.20E-12	0.00	1.02E-13	0.00	8.30E-12	0.00	1.06E-11	0.00
44	^{141}Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	7.36E-13	0.00	1.50E-15	0.00	4.48E-12	0.00	5.22E-12	0.00
45	^{143}Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	1.45E-14	0.00	7.10E-16	0.00	5.46E-13	0.00	5.61E-13	0.00
46	^{144}Ce	—	—	—	—	—	—	—	—	2.98E-12	0.00	7.38E-17	0.00	1.11E-11	0.00	1.41E-11	0.00
47	^{143}Pr	—	—	—	—	—	—	—	—	3.48E-14	0.00	9.74E-17	0.00	3.62E-11	0.00	3.62E-11	0.00
合计		1.32E-08	1.34	4.14E-08	4.19	7.64E-09	0.77	7.90E-08	8.00	8.86E-08	8.97	1.16E-10	0.01	7.58E-07	76.72	9.88E-07	100.00
		气态途径：1.41E-07(Sv)，占总剂量的百分比：14.30								液态途径：8.47E-07(Sv)，占总剂量的百分比：85.70							

百分数指占总剂量的百分比。

表 5.2-21　正常运行工况下“三关键”计算分析结果（三、四号两台机组排放）

a）　关键组居民及其受照剂量

方位	距离（km）	职业	有效剂量—H_E（Sv/a）
NNW	2~3	牛栏岗养殖渔民	9.88×10^{-7}

b）关键照射途径和重要照射途径

名　　称		有效剂量（Sv/a）	占 H_E 的份额（%）
关键照射途径	食入海产品内照射	7.58×10^{-7}	76.72
重要照射途径	岸边沉积外照射	8.86×10^{-8}	8.97
	食入陆生食品内照射	7.90×10^{-8}	8.00

c）　关键核素和重要核素

名　称		剂量贡献（Sv/a）	占 H_E 的份额（%）	主要照射途径及占 H_E 的份额（%）
关键核素	^{110m}Ag	6.79×10^{-7}	68.69	食入海产品内照射：68.42
重要核素	^{60}Co	1.38×10^{-7}	14.01	岸边沉积外照射：8.00

表 5.2-22　排放量申请值分析比较

核　素		四台机组排放量（Bq/a）			比值	
		设计值 A	申请值 B	控制值 D	B/A	B/D
气载放射性流出物	氚	1.94×10^{13}	1.94×10^{13}	6.0×10^{13}	1.00	0.32
	C-14	1.48×10^{12}	1.48×10^{12}	2.8×10^{12}	1.00	0.53
	惰性气体	1.42×10^{15}	1.10×10^{15}	2.4×10^{15}	0.77	0.46
	碘	1.32×10^{10}	1.18×10^{10}	8.0×10^{10}	0.90	0.15
	粒子($T_{1/2}\geq8d$)	6.80×10^{9}	6.12×10^{9}	2.0×10^{11}	0.90	0.03
液态放射性流出物	氚	1.75×10^{14}	1.75×10^{14}	3.0×10^{14}	1.00	0.58
	C-14	2.00×10^{11}	2.00×10^{11}	6.0×10^{11}	1.00	0.33
	其余核素	1.31×10^{11}	1.18×10^{11}	2.0×10^{11}	0.90	0.59

表 5.2-23　放射性申请值排放对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	7.68E-07	3.85E-07	1.93E-07	1.30E-07	7.13E-08	4.87E-08	3.97E-08	3.30E-08	2.81E-08
NNE	—	—	—	—	3.57E-07	1.80E-07	1.21E-07	5.46E-08	4.22E-08	3.65E-08	3.08E-08	2.68E-08
NE	—	—	—	—	3.37E-07	2.09E-07	1.16E-07	5.71E-08	9.32E-08	3.51E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	3.13E-07	2.21E-07	2.07E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.75E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	7.06E-07	3.89E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.38E-06	7.10E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	8.91E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	8.52E-07	4.47E-07	—	2.22E-07	1.77E-07	1.66E-07	1.86E-07	—
SW	—	—	—	1.98E-06	9.81E-07	4.74E-07	3.06E-07	1.77E-07	1.54E-07	1.24E-07	1.17E-07	1.23E-07
WSW	—	—	—	1.51E-06	7.06E-07	3.41E-07	2.12E-07	1.27E-07	1.12E-07	1.04E-07	6.61E-08	7.19E-08
W	—	—	—	1.17E-06	5.42E-07	2.89E-07	1.78E-07	1.13E-07	8.72E-08	6.48E-08	8.05E-08	4.84E-08
WNW	—	—	—	—	5.38E-07	2.76E-07	1.78E-07	1.10E-07	8.14E-08	6.98E-08	6.06E-08	4.99E-08
NW	—	—	1.14E-06	6.21E-07	3.38E-07	1.71E-07	1.12E-07	6.14E-08	3.89E-08	3.23E-08	2.78E-08	2.36E-08
NNW	—	—	1.86E-06	1.08E-06	4.57E-07	2.78E-07	1.73E-07	1.24E-07	7.56E-08	6.15E-08	5.02E-08	4.25E-08

表 5.2-24　放射性申请值排放对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（四台机组排放）

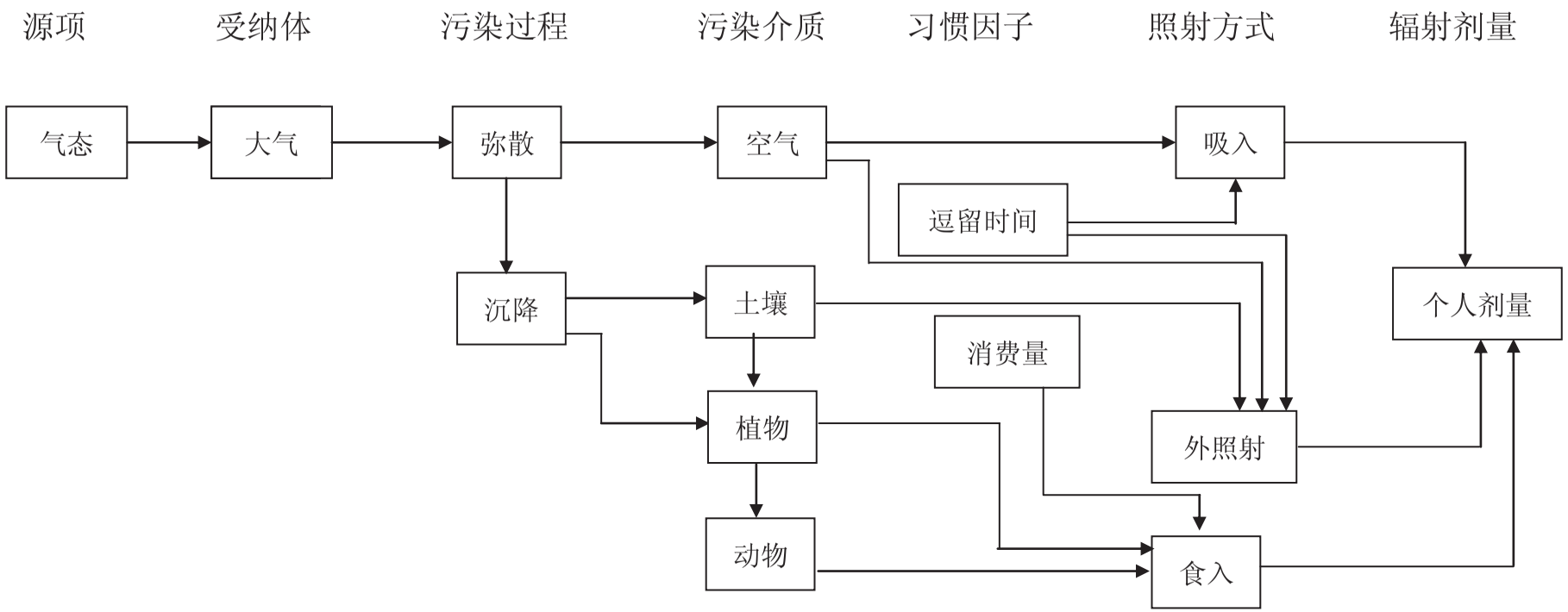
单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	6.61E-07	3.33E-07	1.74E-07	1.21E-07	6.09E-08	4.22E-08	3.46E-08	2.87E-08	2.43E-08
NNE	—	—	—	—	3.07E-07	1.62E-07	1.12E-07	4.75E-08	3.65E-08	3.16E-08	2.68E-08	2.34E-08
NE	—	—	—	—	2.89E-07	1.78E-07	1.11E-07	4.78E-08	6.68E-08	3.02E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	2.63E-07	1.80E-07	1.61E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.49E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	6.18E-07	3.36E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.23E-06	6.22E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	7.63E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	7.38E-07	3.92E-07	—	1.78E-07	1.41E-07	1.28E-07	1.35E-07	—
SW	—	—	—	1.66E-06	8.07E-07	3.98E-07	2.54E-07	1.49E-07	1.24E-07	9.99E-08	9.14E-08	9.19E-08
WSW	—	—	—	1.29E-06	5.92E-07	2.92E-07	1.82E-07	1.08E-07	8.90E-08	7.96E-08	5.49E-08	5.53E-08
W	—	—	—	1.02E-06	4.61E-07	2.47E-07	1.55E-07	9.21E-08	7.07E-08	5.35E-08	6.13E-08	3.92E-08
WNW	—	—	—	—	4.50E-07	2.35E-07	1.56E-07	8.72E-08	6.52E-08	5.47E-08	4.81E-08	4.03E-08
NW	—	—	9.92E-07	5.51E-07	2.98E-07	1.57E-07	1.05E-07	5.06E-08	3.35E-08	2.76E-08	2.35E-08	2.03E-08
NNW	—	—	1.54E-06	8.83E-07	4.05E-07	2.38E-07	1.54E-07	9.94E-08	6.27E-08	5.16E-08	4.20E-08	3.53E-08

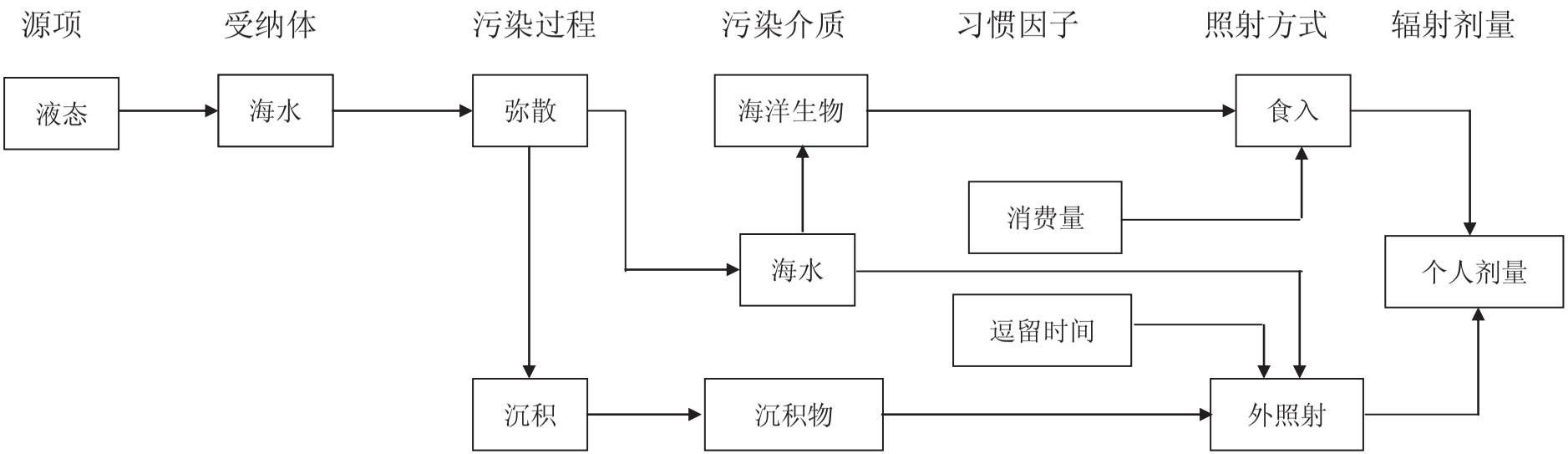
表 5.2-25　放射性申请值排放对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（四台机组排放）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	—	—	—	6.32E-07	3.23E-07	1.80E-07	1.29E-07	5.79E-08	4.01E-08	3.32E-08	2.74E-08	2.31E-08
NNE	—	—	—	—	2.97E-07	1.68E-07	1.21E-07	4.50E-08	3.45E-08	3.04E-08	2.59E-08	2.26E-08
NE	—	—	—	—	2.79E-07	1.80E-07	1.23E-07	4.45E-08	5.78E-08	2.88E-08	—	—
ENE	—	—	—	—	2.53E-07	1.79E-07	1.58E-07	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESE	—	—	—	—	—	—	1.53E-07	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	5.94E-07	3.28E-07	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	1.18E-06	6.03E-07	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	7.31E-07	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	7.06E-07	3.85E-07	—	1.63E-07	1.29E-07	1.15E-07	1.19E-07	—
SW	—	—	—	1.55E-06	7.51E-07	3.82E-07	2.45E-07	1.41E-07	1.14E-07	9.25E-08	8.31E-08	8.19E-08
WSW	—	—	—	1.23E-06	5.58E-07	2.84E-07	1.80E-07	1.02E-07	8.13E-08	7.14E-08	5.14E-08	4.97E-08
W	—	—	—	9.69E-07	4.39E-07	2.41E-07	1.55E-07	8.55E-08	6.55E-08	4.97E-08	5.53E-08	3.63E-08
WNW	—	—	—	—	4.32E-07	2.32E-07	1.60E-07	7.96E-08	6.00E-08	4.97E-08	4.44E-08	3.75E-08
NW	—	—	9.66E-07	5.40E-07	2.96E-07	1.63E-07	1.14E-07	4.70E-08	3.17E-08	2.61E-08	2.23E-08	1.94E-08
NNW	—	—	1.46E-06	8.25E-07	3.95E-07	2.36E-07	1.59E-07	9.21E-08	5.86E-08	4.87E-08	3.94E-08	3.28E-08



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
气态照射途径		
图 5.2-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
液态照射途径		
图 5.2-2	版次：	A

5.3 正常运行的非放射性影响

5.3.1 余氯排放的影响

5.3.2 浓盐水排放的影响

5.3.3 非放射性化学物质排放的影响

5.3.4 含油废水和生活污水排放的影响

5.3.5 非放射性固废对环境的影响

5.3.6 噪声的影响

5.3.7 参考资料

表

表 5.3-1 循环冷却水系统主要非放射性化学物质最大使用量及排放浓度

图

图 5.3-1 余氯排放的相对浓度包络线

5.3 正常运行的非放射性影响

宁德核电厂三、四号机组正常运行时，可能造成的环境影响除前述温排水影响和辐射影响之外，还包括一定的非放射性影响。厂区非放射性污染物主要包括海水淡化系统排污、循环冷却水中的化学物质、生活污水与含油废水、固体废物、噪声等。本节将对上述非放射性污染物对环境的可能影响进行分析和评价。

5.3.1 余氯排放的影响

为保护核电厂冷却系统不被水中附着生物堵塞，避免因其繁殖而导致的管道断面变小和流量降低，通常在循环冷却系统取水中加入一定浓度的次氯化物。加氯处理虽然抑制了浮游生物在管道内的繁殖，但也造成电厂排放冷却水中含有一定量的余氯。

按照设计资料，宁德核电厂正常运行条件下使用的活性氯通过电解海水产生。电解过程以海水为原料，在全封闭槽内进行，没有滴漏和气体的泄出。副产物为氢气，通过大排量风机稀释后释放进入大气中。电厂运行时在线监测冷却海水的活性氯浓度，根据结果控制活性氯加入量。活性氯初始浓度控制在1.0mg/L左右，既可保证杀藻的有效性，也使排放水中余氯浓度不致过高。

余氯对水生生物构成的影响，不仅来自于氯直接作用于水生生物，还包括氯可在水中与有机物形成一系列有机氯化物，对水生生物带来更大的损伤，甚至可能通过食物链对人体健康造成危害，因此需要关注余氯对受纳水体的环境影响。

余氯进入水体后可水解生成游离有效氯（HClO 和 ClO^-），进而与水中的氨反应产生化合态有效氯（NH_2Cl 和 $NHCl_2$）。游离态余氯毒性强于化合态余氯，但自然条件下游离态较化合态更容易衰减，实际情况中它们对水生生物的影响差别不大。水体化学性质、pH、温度以及外界光照，对余氯生物效应都有影响。较低的 pH 值和 NH_3 含量及较高的温度，都有利于余氯毒性增强；光照会引起余氯衰减，降低其生物毒性。

浮游植物受余氯损害较大。国内研究人员发现，0.2mg/L的氯可以直接杀死水中60~80%的藻类；0.1mg/L的氯会使浮游植物光合作用下降50%；当余氯被稀释到0.03mg/L以下时，水中初级生产力可完全恢复；25℃时余氯对咸水中浮游动物的96h半致死浓度（LC_{50}）为0.062~0.267mg/L；鱼类受余氯影响也较大，余氯对平鲷等几种海水鱼类48h的LC_{50}为0.18~0.19mg/L；白鲢、银蛙等10种鱼类对氯的回避相应浓度范围为0.04~0.41mg/L。有研究提出由48h的半致死浓度乘以安全因子0.5可确定余氯的安

全浓度。目前国内尚没有对水体中余氯浓度的标准限值。国外研究人员通过对包括水生植物、水生无脊椎动物和鱼类在内的120多种水生生物的余氯毒性研究，证明当余氯浓度低于20μg/L时，不论作用多长时间，也不会对海洋生物有毒性作用。

根据国内其他核电厂正常运行的经验，估计宁德核电厂排水口处水中余氯浓度不高于0.15mg/L。根据南京水利水电科学研究院的低放数模计算结果，宁德核电厂一期四台机组正常运行时排放的余氯在附近海域全潮下的相对浓度最大包络线见图5.3-1。其中15μg/L的浓度等值线最大包络面积为0.06km^2，7.5μg/L的浓度等值线全潮最大包络面积为0.12km^2。因此可以认为宁德核电厂一期工程四台机组正常运行时排放的余氯对海洋生物的影响局限于很小的范围内。考虑到光照引起的余氯衰减以及核电厂附近海域较高的pH值（平均pH>8.0）均会降低余氯毒性，实际情况下宁德核电厂排放到水中的余氯对附近海洋生物影响将会更小。

5.3.2 浓盐水排放的影响

海水淡化系统采用两级反渗透工艺，其中一级反渗透出水供给工业用水和二级反渗透工艺进水，二级反渗透工艺出水供给生活用水以及除盐水系统。海水淡化系统的工艺流程详见本报告书3.3节。图3.3-1给出了该系统工艺水平衡图。

根据系统设计文件，海水淡化产生的废物主要包括浓盐水、各种化学清洗废水和沉淀池的污泥。海水淡化系统的运行维护过程中需使用一系列药剂，包括次氯酸钠（NaClO）、絮凝剂（$FeCl_3$和PAM）、盐酸（HCl）、氢氧化钠（NaOH）、阻垢剂、还原剂（$NaHSO_3$）、杀菌剂（DBNPA）和pH调节剂（Na_3PO_4）等。以上各化学药品的使用量及排放浓度见表3.3-3。由表可知，海水淡化系统中使用并排放的化学物质量较少。部分物质在水中发生氧化还原和酸碱中和反应后主要生成钠盐和磷酸盐类，pH值基本为中性。其中钠盐为海水主要成分，磷酸盐（以P计）的排放浓度约为0.11μg/L，为一类海水水质标准15μg/L的0.8%，对水质影响很小。

根据海水淡化系统的设计处理规模，原海水盐度按30.64‰计算，反渗透系统设计进水1345m^3/h，浓盐水产生量为740m^3/h，排放盐度是55.69‰。海水淡化产生的浓盐水随循环冷却海水混合排放，则混合后的循环冷却水盐度为30.68‰，盐度增加相对量是0.13%，基本在海水盐度的自然波动范围内。总体而言，宁德核电厂三、四号机组海水淡化系统排放的浓盐水和化学物质量较少，经过大量循环冷却水混合后排入海中，对

海洋生态和海水水质造成影响有限。

5.3.3 非放射性化学物质排放的影响

为了满足核电厂运行的要求，电厂有关回路系统和循环冷却水系统用水需进行化学处理，即在系统中加入一定数量的腐蚀抑制剂和化学添加剂（如硼酸、氢氧化锂、次氯酸钠、盐酸、氢氧化钠、联氨和液氨等），以保证水质要求。这些化学物质的使用量见表3.7-1，其中硼酸和氢氧化锂作用于主回路系统用水，联氨和氨作用于二回路系统用水，其他物质作用于循环冷却水系统用水。主回路设有硼回收系统，对排出的硼酸大部分回收复用，其余部分则随浓缩液进入固体废物，仅少量部分随废液进入循环冷却水系统排放。在保守假设所使用硼酸全部直接进入循环冷却水系统，则排水渠内硼元素增量约0.04mg/L，不足电厂附近海水中硼含量本底（约4mg/L）的1%，对海水水质影响很小。在正常运行工况下，联胺完全分解为氮气及氢气排出，氨循环使用，排放量极小，对环境影响甚微。因此，本报告主要预测循环冷却水系统所用化学物质排放对海水环境的影响。化学物质随温排水排放到海洋，受到温排水的稀释。循环冷却水的化学处理过程是连续的，因此排放也是连续均匀的。

部分化学物质在水中混合后可以发生氧化还原和中和反应生成无毒无害的无机盐类，化学物质导致的氯化钠增量为285.8μg/L，叠加海水淡化系统排放盐类增量53.6μg/L后，总的浓度增量为339.4μg/L，与海水本身氯化钠含量（约1.7%）相比增量较小，对海水水质影响不大。磷酸盐（以P计）的排放浓度增量约为0.55μg/L，与海水淡化系统排放磷酸盐增量0.11μg/L叠加后，总的浓度增量约为0.66μg/L，与海水中活性磷酸盐本底值（0.032~0.055mg/L）相比增量很小，对水质影响很小。

总体而言，非放射性化学物质由于使用量较小，循环冷却水排放量大，经混合反应稀释后不会对海水产生明显的影响。

5.3.4 含油废水和生活污水排放的影响

5.3.4.1 含油废水排放对海洋环境的影响

核电厂正常运行期间会产生少量的含油废水，主要来自于机油零星泄漏和对机械设备的清洗。含油废水送入油水分离系统，该系统的主要部分是一个地下构筑物，包

括下部的含油废水贮存池和上部的油水分离设备，废水处理工艺利用滤芯的过滤、吸附等物理方法使油水分离。宁德核电厂4台机组共用一个油水分离厂房，4台机组容量为20m^3/h。处理后的油脂收集起来用油泵泵出或装入油桶运送到厂外回收利用，分离出水经厂区污水处理系统进一步处理达标后排入海域，基本不会对排放口附近海域环境造成影响。

5.3.4.2 生活污水排放对海洋环境的影响

宁德核电厂厂区实行雨污分流制。污水处理站（ED）主要处理全厂包括核岛、常规岛以及其它厂房、办公楼、食堂等场所的生活污水。一期工程编制 1200 人，按照人均日用水量 150L/人·d，排水系数 0.8 计算，核电厂工作人员每天产生的生活污水量为 144m^3/d，满足厂区污水处理站设计进水水量规模要求（300m^3/d）。污水经处理后出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准限值后排放至附近海域。排放的生活污水处理后出水中 COD 浓度小于 50mg/L，与温排水混合后 COD 得到进一步稀释，同时，生活污水与温排水混合后，可与水中的余氯发生氧化还原反应，进一步降低废水中余氯和 COD 的总量。污水处理厂运行产生的废气排放将按照 GB18918-2002 的二级标准执行，运行产生的污泥将进行脱水处理，满足 GB18918-2002 的污泥含水率要求后，委托有资质单位外运处置。

因此，宁德核电厂生活污水排放不会对附近海洋环境造成明显影响。

5.3.5 非放射性固废对环境的影响

核电厂在正常运行过程中因设备的维修、零部件的损坏等会产生一定量工业固废，其中一般工业固废有废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压器和废空调等，危险固废包括废油漆、废化学品、废润滑油、废日光灯管和废油布等。类比大亚湾核电站运行期间的固废产生量，预计宁德核电厂一期四台机组正常运行期间的工业固废年产生总量约为160t，其中一般工业固废约为100t，危险固废约为30t。目前，业主将委托专业废弃物处理公司将上述废物外运处理。

宁德核电厂一期四台号机组的编制人数1200人，生活垃圾产生量按1kg/人·d计算，工作时间按330天考虑，预计生活垃圾年产生量约为400t。生活垃圾将委托当地清洁公司负责定期清运填埋。因此，非放射性固废对环境的影响较小。

5.3.6 噪声的影响

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的高速运转；

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、6600V/390V 开式变压器、逆变器等。

汽轮发电机厂房的噪声主要来自以下四个方面：

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) 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。

根据设计资料，每台泵、风机、设备的噪声源强为 85~110dB（A）。考虑到设备均密闭于厂房内，高噪声设备均经过减震、隔噪等工程措施处理，因此保守假设厂房外的源强为 80~90dB（A）。由于各厂房离厂界距离相对较远，且部分厂房相连，因此对厂区声源进行了适当简化。依《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），仅考虑几何衰减情况下，对核电厂正常运行期间的噪声环境影响进行了预测，等声级曲线图见图 5.3-2。

按照 HJ2.4-2009 的噪声评价要求，厂界处评价工业企业噪声排放的贡献值，敏感点评价工业企业噪声排放贡献值与本底值的叠加结果。根据厂区总平面等声级曲线图，最近东侧厂界处的噪声贡献值约为 40dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类排放限值要求（昼间 65 dB（A），夜间 55 dB（A）），

其余厂界也均可满足 GB12348-2008 的标准要求。一期工程四台机组运行期间对生活区处的噪声贡献值约为 28dB（A），对生活区声环境质量影响较小。

根据最新开展的厂址区域及周边敏感点声环境质量现状监测结果，厂区内声环境敏感点及厂外声环境敏感点的声环境质量现状良好，厂界处的噪声影响可满足相关标准要求。

5.3.7 参考资料

[1] USEPA，National Recommended Water Quality Criteria 2006；

[2] Brooks A J，Baker A L，Chlorination at power plant: Impact on phytoplankton productivity，Science，1972：1414-1415；

[3] 黄洪辉等，电厂温排水中的余氯对邻近水域生态环境的影响，南海研究与开发，1998（2）：46-58；

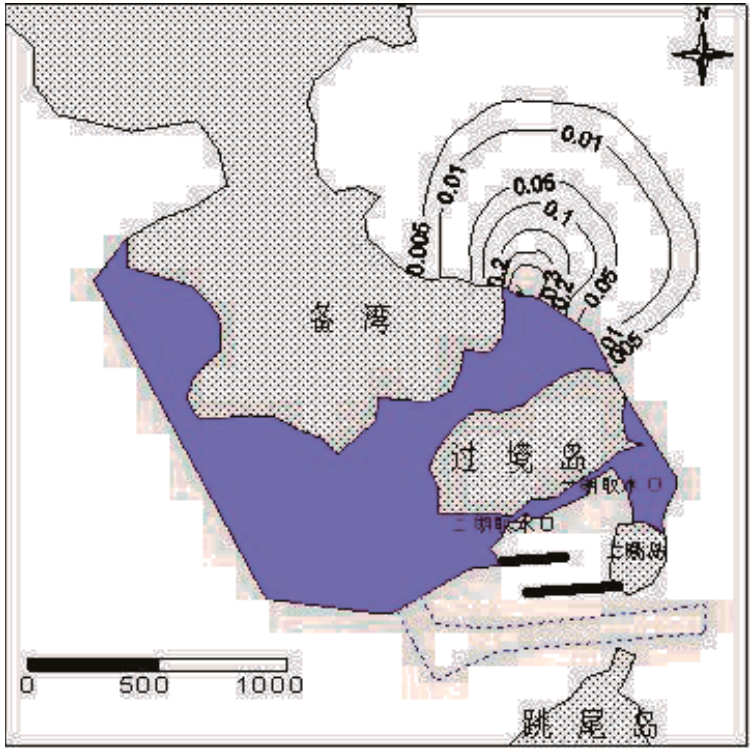
[4] 刘兰芬等，电厂温排水中余氯衰减规律及其影响因素的实验研究，水利学报，2004（5）：1-6；

[5] 张穗等，大亚湾核电站余氯排放对邻近海域环境的影响，海洋环境科学，2000（2）：14-18；

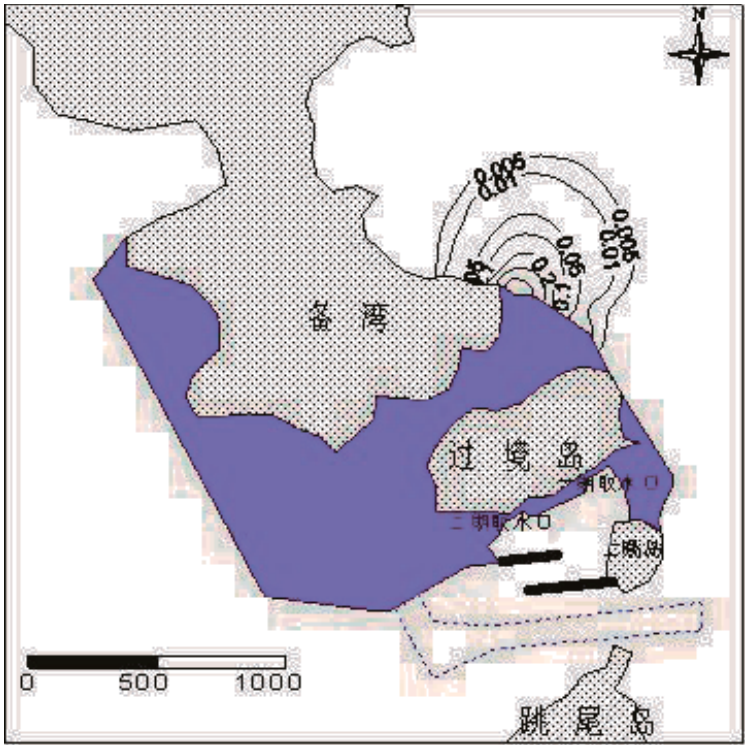
[6] 曾红宁等，余氯对水生生物的影响，生态学报，2005（10）：2717-2724；

[7] 南京水利科学研究院，宁德核电一期工程液态放射性流出物扩散数模计算报告，2007 年 6 月；

[8] Mattice JS，Zittel HE，Site-specific Evaluation of Power Plant Chlorination，Journal - Water Pollution Control Federation，1976：2284-2308。



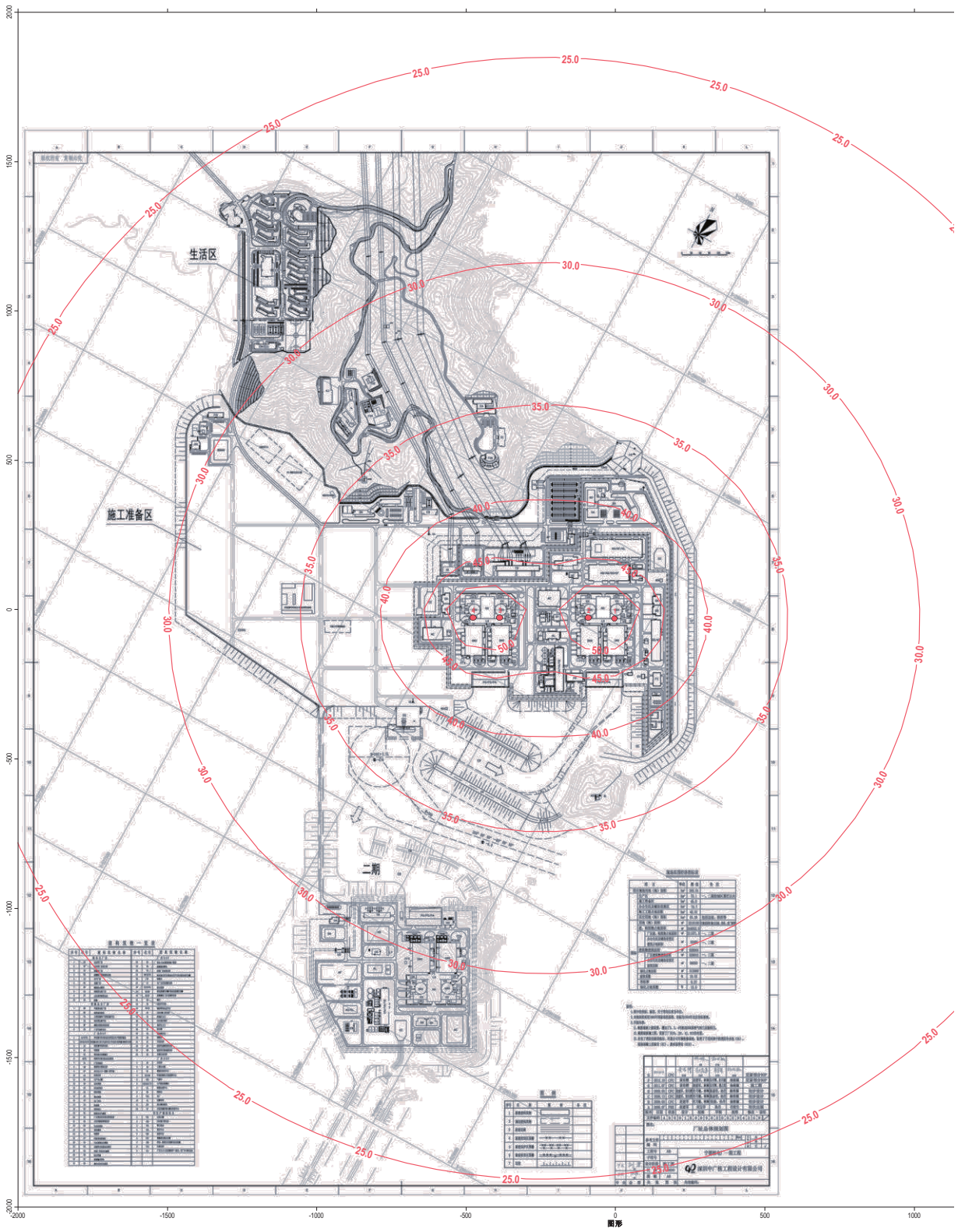
余氯最大扩散包络线



余氯平均扩散包络线

相对浓度	>0.005	>0.01	>0.05	>0.1	>0.2	>0.3	>0.4
余氯浓度(μg/L)	>0.75	>1.5	>7.5	>15	>30	>45	>60
最大包络面积 km^2	0.55	0.39	0.12	0.06	0.04	0.02	<0.01
平均包络面积 km^2	0.30	0.20	0.06	0.03	0.01	<0.01	<0.01

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
余氯排放的相对浓度包络线		
图 5.3-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
噪声等声级曲线图		
图 5.3-2	版次：	A

5.4 退役

5.4.1 退役的一般原则

5.4.2 退役方案设想

5.4.3 电厂设计及运行阶段便于退役的考虑

5.4.4 退役资金

5.4 退役

随着核电厂运行时间的增加，反应堆系统中机械和电器等设备将出现老化现象，尤其是其中的一些不可更换设备的性能因老化而不断劣化，最终将中止反应堆的使用。宁德核电厂三、四号机组的设计寿期为40年，届时将实施退役。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求，核设施营运单位在进行核设施退役活动前应当编制环境影响报告书报国务院环境保护行政主管部门审查。因此，宁德核电厂三、四号机组的详细退役方案制订及环境影响评价将在反应堆退役前开展。

核电厂退役的重点是反应堆退役，随着科学技术的不断进步，在今后的几十年时间内核电厂退役技术必将会发展到一个新的水平。宁德核电厂具体的退役技术方案将取决于临近退役时国家的法律法规、核电厂的实际状况和最终放射性总量、场址区域开发和利用、环境影响和公众态度、退役技术以及费用等诸多因素，其中废物出路和退役经费是两大关键因素。本节简要给出设想的退役方案、及退役资金的筹措方案。

5.4.1 退役的一般原则

世界各国的反应堆退役方案各不相同，退役中各阶段的定义和技术也存在差异，但基本都是采用三级退役的方式，即反应堆退役分为Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级逐级开展。

Ⅰ级退役是在核电厂最终停闭不久后有计划进行的活动，此阶段的主要工作是厂房的安全维护，运行废物（包括固体废物、污泥和树脂等）的清理，以及主回路、辅助设施和工艺厂房的去污等活动。然后，对反应堆实施安全封存，即反应堆进入安全检测阶段。

Ⅱ级退役是在Ⅰ级退役的基础上进行的，其任务就是将生物屏蔽层以外的全部放射性和非放射性系统及建筑物拆除、或去污至允许水平，按规定处理、贮存或处理放射性废物，对遗留的堆本体结构进行屏蔽隔离，使厂址达到限制性开放的标准。

Ⅲ级退役的主要任务是拆除堆本体、生物屏蔽层、预应力混凝土，并最后清理现场，恢复绿地或新建新厂。由于反应堆本体具有较强放射性且结构坚固，因此拆除这些设施需要采用专门的遥控操作设备。

核电厂反应堆的退役是一项较为复杂的技术工作，其全部退役活动将在充分保护从事退役工作的人员和周围公众的健康，以及保护环境和保证安全的情况下进行，使之免受或减少来自所关闭核电厂的辐射危害和其它危害，同时又不致对后代造成不可

接受的潜在危害。其最终目标是核电场址获得无限制的开放和使用。

退役活动应该准备充分、措施落实、管理严格、监督到位。为了便于核电厂的退役和拆除，营运单位在选址、设计、建造、运行期间均应考虑退役要求，注意收集、保存和修订退役所需的主要资料。

根据“废物最小化”和“安全退役”的原则，核电厂在技术设计、设备材料的选取等方面需针对退役特点进行如下考虑：

— 整个电厂设计成能在最终停堆后有一段时间维持反应堆处于安全状态（监护封存），并具备可靠的监视措施；

— 反应堆设计成能在最终停堆后的某些规定的时间内完成有关的拆除工作，并使在这期间所需要的监督工作量最小；

— 反应堆材料的选择，需考虑减少活化、并便于去污。核电厂的设计、布置应具备必要的可达性，容易拆除和移走大部件；

— 在退役期间对放射性物质从反应堆中实际和可能的泄漏具有控制和监督的能力；

— 具备对估算反应堆寿期内放射性积存量和退役过程中辐照剂量所需要的主要参数进行监督的能力；

— 设计上对核电厂的放射性物质和非放射性物质进行严格区分。

5.4.2 退役方案设想

在 20 世纪 80 年代初始，IAEA 针对陆基核反应堆退役提出将退役分为：监督贮存、有限制开放和无限制开放三个阶段，表示核设施退役的不同深度。近年来，IAEA 已明确澄清：这三个阶段不是普遍要求，不同的核设施依据设施特点、已有的技术和资金，可以一次完成整个设施的退役，也可以分成几个阶段分期进行。

随着退役技术的发展和人们对退役认识的提高，关于退役的阶段性问题已经淡化，三级退役概念已逐渐弃置不用。现在 IAEA 提出了退役三种方案，即立即拆除、延缓拆除和就地埋葬。

— 立即拆除：一般用于核燃料循环前段和后段的设施以及放射性污染水平比较低，而场址利用价值很高的核设施。如：核燃料循环前段和后段的工厂、核研究中心的小型核设施、放射性同位素生产热室和大中型加速器等。

— 延缓拆除：一般应用于大型反应堆，具体操作时先卸出乏燃料和冷却剂，运走乏燃料和可能存留的新燃料组件，处理乏燃料水池，卸出冷却剂，运走放射源，对压力容器外的设备进行去污、切割和拆除，封堵压力容器的进出管口。最后在监控之下，封存几十年。

— 就地埋葬：指整个核设施，一般经常指核设施的主要部分，如反应堆压力容器、蒸汽发生器等埋葬于原场址，或埋葬于设施区域内，不再回收。就地埋葬可以大大减少拆卸工作量、减轻废物的运输、贮存和处置负担，但是，就地埋葬必须评价该位置可以作最终处置，是一种有条件的退役。

核电厂反应堆堆本体放射性水平很高，含有很多活化产物，其退役方案因国家不同，采取的退役方案也不同，但总的倾向为缩短封存时间。

根据目前的技术经济条件，结合 IAEA 提出的三种退役方案，宁德核电厂三、四号机组初步考虑以下退役方案：

— 方案 I：立即拆除方案

此方案考虑计划在电厂最终停闭后4~5年内完成立即拆除，届时将参考其他电站的实际经验。

此方案的前提是想尽快利用旧厂址，例如在旧址上新建电厂。其优点是能尽快利用场地和部分利用现场原有设备和辅助设施。但是，由于停堆时间较短，还存在高放射性核素，需要广泛采用远距离遥控操作和屏蔽来拆除构件和处理放射性废物，因此，操作困难且费用昂贵。

— 方案 II：延缓拆除方案

此方案考虑在电厂停闭20年以后完成退役。大部分放射性核素保留在生物屏蔽和压力壳内让其衰变。此方案较易于拆卸、运走带放射性的构件，但是需对遗留结构进行长期监测和维护，并应研究最终拆卸的方法和手段。

宁德核电厂三、四号机组运行寿期满后，具体采用何种退役方案，将根据国家政策、现实的经济和技术条件开展电厂退役可行性论证而定。此外，根据《中华人民共和国放射污染防治法》、《反应堆退役环境管理技术规定》（GB14588-2009）和《反应堆退役辐射防护规定》（GB11850-89）的要求，宁德核电厂三、四号机组在决定退役时，业主应向国家主管部门提交《反应堆退役环境影响报告书》，经审查批准并获得“核电厂退役批准书”后方可开始退役工作。

5.4.3 电厂设计及运行阶段便于退役的考虑

退役不仅仅是反应堆最终停堆之后的事，在反应堆设计建造阶段和运行寿期内就应当对其最终退役处置问题给予充分的重视，并在合理可行的范围内努力创造条件为其最终停堆退役工作作出积极安排。通过合理的设计，最大限度地减少放射性废物的产生量，并力图做到简化退役工作。

为便于退役，在反应堆设计和建造阶段作如下原则考虑：

（1）为了评价电厂建成后对厂址的未来影响，将在核设施建造前就对厂址和它的周围进行合适的放射性检测，建立基准的辐射水平。对于建造所用的建筑物材料，将进行天然放射性的定量测定。

（2）在设计阶段，从简化退役的观点全面地审查设计特性。一般说来，有利于反应堆运行期间进行维修和检查的设计特性也是有利于退役工作的。尽量使反应堆设备布置合理，易于拆除。反应堆设计应便于在最终停堆后的某一规定时间内完成必要的拆除工作。能够比较方便地从核设施移走辐照过的和未辐照过的燃料元件以及所有被放射性污染的介质，如过滤器、浓缩物和废水，做到放射性物质贮量的大部分从设施中移走，或者经过特殊的处理变成可操作和可贮存的状态。

（3）在设计中精心选择材料，以便达到：

— 减少活化，对于受到较强中子辐照的设备和材料作到钴和镍的含量很少；

— 尽可能地减少活化腐蚀产物的传播；

— 对于受到放射性污染的设备和材料作到去污性好，确保表面容易去污；

— 尽可能少地使用可能会成为有害的物质（如油、可燃的和化学有害材料、含纤维的绝热材料）。

（4）在设计时考虑了设备空间的合理布置，对进出通道进行优化，以便：

— 便于大设备的移出；

— 容易分离和远距离移出明显活化的部件；

— 便于进一步安装用于退役和废物装卸的设备；

— 便于嵌入式部件（如管子）的去污和移出；

— 便于管理设施内放射性材料。

（5）在设计中提供包括去污设备，废水处理，固体废物贮存在内的操作和贮存放射性废物的设备。

此外，在反应堆运行阶段为便于退役应作以下原则考虑：

（1）在反应堆运行寿期内对某些参数进行监督，便于退役工作实施前正确估算放射性总贮量、分析退役过程中工作人员可能受到的辐射剂量，以及退役过程中和退役的最终状态对环境的影响。

（2）保存与厂址、最终设计和建造有关的资料和信息，作为退役所需要的重要资料。明确反应堆运行寿期终了时为退役目的所需要准备的基本信息，并在整个反应堆运行寿期内对这些信息进行收集、维护和修订。此外，对于运行期间所有放射性可能释放的事故或事件进行记录，为放射性总量估算提供可靠的数据。

（3）制定严格的文档保管制度，保存好退役工作所需要的各种重要资料，包括：竣工图纸、模型和照片、施工顺序、设备和管道的重量、尺寸和配置、施工详图、结构材料的成分、贯穿件、部件和构筑物可接受的偏离、钢筋的位置等。

5.4.4 退役资金

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第 27 条规定，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，列入投资概算或者生产成本。根据《核电中长期发展规划（2005~2020 年）》，为保证核电厂“顺利”退役，在电厂投入商业运行开始，即在核电发电成本中强制提取、积累核电厂退役处理费用。根据《核电厂建设项目经济评价方法》（NB/T20048-2011）的相关要求，宁德核电厂三、四号机组的退役基金总额将按核电厂建设工程固定资产原值的 10%提取，在电厂投入商业运行后第一年开始提取，存入电厂退役资金专有帐户。

第六章　电厂事故的环境影响和环境风险评价

6.1　电厂放射性事故

6.2　放射性物质运输事故

6.3　其它事故

6.4　环境风险评价及风险管理

6.1. 电厂放射性事故

6.1.1 设计基准事故放射性后果分析

6.1.1.1 事故描述

6.1.1.2 事故源项

6.1.1.3 事故大气弥散因子

6.1.1.4 照射途径

6.1.1.5 其它计算参数

6.1.1.6 事故后果计算及分析评价

表（略）

表 6.1-1 失水事故源项计算的主要假设

表 6.1-2 失水事故源项

表 6.1-3 弹棒事故源项计算的主要假设

表 6.1-4 弹棒事故源项

表 6.1-5 燃料操作事故所考虑的组件裂变产物活度

表 6.1-6 乏燃料水池内燃料操作事故源项计算的主要假设

表 6.1-7 燃料操作事故源项

表 6.1-8 用于估算蒸汽发生器传热管破裂事故源项的参数

表 6.1-9 蒸汽发生器传热管破裂事故源项

表 6.1-10 计算 SGTR+SVSO 事故源项所用的主要参数和假设

表 6.1-11 SGTR+SVSO 事故源项

表 6.1-12 计算 MSLB 事故源项所用的主要参数和假设

表 6.1-13 MSLB 事故源项

表 6.1-14 RCVA 源项计算中所用的假设和参数

表 6.1-15 RCV 容控箱内液体和气体的放射性活度

表 6.1-16 容控箱破损事故释入环境的放射性活度

表 6.1-17 TEGA 源项计算中所用的假设和参数

表 6.1-18 废气储存罐破损事故源项

表 6.1-19　卡轴事故源项计算中所用的假设和参数
表 6.1-20　卡轴事故源项
表 6.1-21　非居住区边界和规划限制区外边界上的大气弥散因子
表 6.1-22　剂量转换因子
表 6.1-23　事故后果与国家标准的比较

图

图 6.1-1　非居住区边界示意图

6.1 电厂放射性事故

6.1.1 设计基准事故放射性后果分析

宁德核电厂三、四号机组采用 CPR1000 核电技术方案，根据机组运行期间事件/事故的预计发生频率和对公众的潜在放射性影响程度，参考法国 900MWe 压水堆核电站设计和建造准则（RCC-P，1995 版）中有关电站工况的分类方法，将宁德核电厂三、四号机组的运行工况分为如下四类：

— 工况Ⅰ：正常运行和正常运行瞬态，指在核电站正常运行、换料和维修过程中预期会经常或有规律地发生的事件。

— 工况Ⅱ：中等频率事件，这些事件中的任一个在电站的运行日历年中都可能发生。

— 工况Ⅲ：稀有事故，这些事故中的任一个在电站的寿期内都可能发生。

— 工况Ⅳ：极限事故，被认为是非常不可能的事故，但因为它们的后果包含向环境释放大量放射性物质的潜在危险，这些事故代表极限的设计情况。

对照 GB6249-2011 中关于事故分类的定义，工况Ⅲ相当于稀有事故，工况Ⅳ相当于极限事故。稀有事故和极限事故均属于设计基准事故范畴，在核电厂设计时，针对每一类设计基准事故，均考虑了针对性的预防和缓解措施，其考虑的基本设计原则是：最可能发生的事故，对公众产生的放射性风险应最小，而那些对公众有最大潜在风险的极端事故，发生的可能性应最小。在满足上述原则时，设计基准事故（DBA）条件下紧急停堆系统和专设安全设施的保护功能应符合单一故障准则的要求。

根据 GB6249-2011 的相关要求，稀有事故和极限事故用于核电厂事故工况下的环境影响评价。本报告针对工况Ⅲ和工况Ⅳ中可能有较大放射性物质释放的下列设计基准事故进行事故评价。本节有关设计基准事故的描述以本工程 FSAR 的相关内容为基础。

— 大破口失水事故（LOCA）

— 控制棒弹出事故（CREA）

— 燃料操作事故（FHA）

— 蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）

— 蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故（SGTR +SVSO）

— 安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）

— 容积控制箱破损事故（RCVA）

— 废气衰变罐破损事故（TEGA）

— 卡轴事故（LRA）

特别需要指出的是，宁德核电厂三、四号机组卡轴事故采用确定论方法计算得到的发生 DNB 的燃料棒份额为 18.8%，超过了其“发生 DNB 的燃料棒数量少于总数的 10%”的验收准则，故本报告还分析评估了该事故的放射性后果。

6.1.1.1 事故描述

（1） 失水事故（LOCA）

失水事故是在一回路压力边界有较大破口时，反应堆冷却剂从破口流失，当一回路水的补充能力不足以弥补破口流量时，使堆芯逐渐丧失冷却能力，最终导致燃料棒烧毁的事故。这种破口可能是由于一回路主管道、或者与它相连的辅助系统管道在隔离阀前一段上发生破裂，也可能是由于安装在高压系统上的设备（如阀门）故障而引起的。

事故开始后发生的序列取决于破口的大小，LOCA 的破口根据物理特征可分为以下五类：

— 大破口：等效直径大于 34.5cm（工况Ⅳ）；

— 等效直径在 25~34.5cm 之间的破口（工况Ⅳ）；

— 中破口：等效直径在 2.5~25cm 之间（工况Ⅳ）；

— 小破口：等效直径在 9.5~25mm 之间（工况Ⅲ）；

— 极小破口：等效直径小于 9.5mm（工况Ⅱ）。

在上述各类破口事故中，以大破口 LOCA 可能造成的放射性后果最严重，属于 RCC-P 工况Ⅳ。

下面以大破口 LOCA 为例对失水事故进行描述，事故瞬态结果如下：

— 喷放阶段：一回路冷却剂压力快速降到饱和压力水平，导致液体闪蒸和冷却剂汽化，堆芯中的高功率区域经历偏离泡核沸腾，这引起燃料包壳温度的急剧上升，除了在下腔室仍保留部分液体外，RCS 中的冷却剂都逐渐蒸发为蒸汽，随着 RCS 压力的快速下降，最终达到触发安注箱动作的初始压力，安注水自

动向冷管道注射；

— 喷放结束/再灌水阶段：安注箱开始注射，大流量的欠冷水使蒸汽冷凝并在注射口附近形成了水塞，水塞的振荡引起进入下降腔的安注水波动。堆芯和下降腔中的反向流动蒸汽阻止了安注水进入下降腔，直到喷放阶段结束前反向流动蒸汽足够低时，才允许安注水从安注箱进入下降腔。

— 早期再淹没阶段：来自安注箱的高 ECC 流量使得下腔室水位快速上升，由于水在冷段破口处溢出，使得水位稳定在冷管道高度位置，随着大量欠冷液体注入堆芯，再淹没阶段开始，在此阶段，堆芯得到有效冷却，骤冷前沿快速推进；

— 中后期再淹没阶段：安注箱中的水完全注射完后，安注箱中的氮气通过安注管线进入 RCS，进入下降段的氮气推动欠冷水进入堆芯，可加强对堆芯的冷却。堆芯和下降段之间的压力分布由下降段驱动压头和蒸汽束决定，这是确定骤冷前沿推进速度的主要现象，堆芯的热能和储能持续释放。该阶段到堆芯安全骤冷和长期冷却建立为止。

事故进程如下：

— 事故发生后 4.4s，稳压器的压力达到低压紧急停堆的整定值（120.3bar），反应堆紧急停堆；

— 事故发生后 9.4s，堆芯给水停止；

— 事故发生后 14.2s，安全注射箱开始排水；

— 冷却剂的持续流失导致稳压器的水位和压力继续下降，在事故发生后 32.4s，稳压器压力下降到低-低压力整定值（117.6bar），触发安全注射系统动作；

— 事故发生后 36.0s，堆芯底部开始淹没，随后在 38.7s 时，安全注射箱排水结束；

— 事故发生后 64.4s，RCP 系统压力下降到安注箱卸压整定值以下，安全注射系统开始将换料水箱中的水向 RCP 系统注射，随后可使堆芯建立长期的冷却。

（2） 弹棒事故（CREA）

该事故假定为控制棒驱动机构压力罩发生机械故障而导致控制棒组件弹出，引起堆芯反应性增长，局部功率增加，部分燃料棒因超功率而破损和融化。因此控制棒组件弹出事故可能同时具有两个特征：它是一个反应性事故，因为在瞬间内向堆芯引入正反应性，也是一起失水事故，因为在控制棒组件弹出是在控制棒传动机构压力罩破裂时发生，一回路压力边界的完整性必遭到破坏。事故属于 RCC-P 工况Ⅳ。

事故引起的功率上升为多普勒效应所制约，并由于中子高通量密度紧急停堆信号（高低整定值）和中子高通量率强制停堆信号而终止。同时，超温 ΔT 和稳压器高压力信号为缓解事故提供了第二级保护。

电厂设计中采用保守准则，以确保事故过程中只有很少或没有燃料破损并使放射性物质释放入冷却剂，同时保证没有栅格的总体变形或严重的冲击波，对反应堆冷却剂系统无进一步重大损坏的危险。这些准则主要包括：

— 热点处燃料芯块平均焓，对于新燃料应低于 942J/g，对于辐照过的燃料应低于 837J/g；

— 即使热点处燃料芯块平均焓低于上述限值，热点处燃料芯块熔化的份额也应限制在燃料体积的 10%以内；

— 热点处包壳的平均温度应低于包壳可能发生脆化的温度（对无氧化或极少氧化情况该温度为 1482℃）；

— 冷却剂压力峰值应低于使应力超过故障工况应力限值的压力值。

事故分析计算结果表明，热点处的最大燃料平均焓远低于验收准则值，事故过程中稳压器压力未达到安全阀开启压力整定值。即使在最保守的情况下，有关燃料和包壳的安全准则都能得到满足。

（3） 燃料操作事故（FHA）

燃料装卸期间可能发生的燃料操作事故有如下几种类型：

— 燃料组件掉落在反应堆换料水池内：由于安全壳换气通风系统的自动关闭和装卸料停堆期间为确保反应堆厂房的密封所采取的预防措施，使得事故对反应堆厂房外造成的受照剂量可以忽略不计。在运行人员向反应堆厂房外撤离期间，人员闸门打开，期间没有空气从反应堆厂房通过气闸向核辅助厂房的转移，而气闸在撤离完毕后关上。

— 燃料组件掉落在乏燃料水池内：燃料组件在移动到乏燃料水池过程中可能会因为各种原因造成跌落，该事故可能会引起包壳破损，从而导致燃料厂房内出现高放射性水平。

— 乏燃料罐掉落在燃料厂房内或外：在用燃料罐装卸吊车运输或装卸燃料期间，可能会发生掉罐事故，但由于乏燃料罐装卸吊车是按照核安全设备要求设计并且达到安全级要求，因此可以将事故发生概率降到很低的程度。另外，由于乏

燃料组件在装卸时已在乏燃料水池里储存了 6 个月以上，其主要放射性同位素（I 和 Xe）的活度已衰变至很低，其放射性后果基本可以忽略。

本报告书评价的燃料操作事故主要指燃料组件掉落在乏燃料水池中，该事故的放射性物质释放量较大，属于 RCC-P 工况Ⅳ。

（4） 蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）

该事故假定为一台蒸汽发生器管子完全破裂。

假定事故发生在功率运行时，反应堆冷却剂被裂变产物污染的程度相当于具有有限数量破损燃料棒连续运行的情况。由于该事故使放射性冷却剂从一回路向二回路泄漏，导致二回路系统放射性增加。如果在发生该事故的同时又失去厂外电源或蒸汽向凝气器的排放系统失效，则放射性活度将通过蒸汽发生器的安全阀和电动卸压阀向大气排放。本事故属于 RCC-P 工况Ⅲ。

假设事故发生时，堆芯处于 5%额定功率，事故后的瞬态结果如下：

— 触发反应堆保护信号以前：破损的蒸汽发生器水位由于管子破裂流量而快速上升。由于电加热器和上充流量的作用，减缓了稳压器压力的下降速率。

— 触发反应堆保护信号后：由于蒸汽发生器水位调节系统不可用，破损蒸汽发生器产生蒸汽发生器高-高水位报警，于是主给水泵停运，辅助给水电动泵启动。为了使瞬变结果更加不利，辅助给水汽动泵也同时启动。因此，注入破损蒸汽发生器的水量最大。之后，稳压器压力低-低信号产生，安注启动，随后反应堆紧急停堆，上充流量停止。

— 环境释放开始：安注投入后，一回路系统压力回升，于是蒸汽发生气器破口流量也随之增加，导致破损蒸汽发生器满水。水进入破损蒸汽发生器蒸汽管线，大量水和蒸汽从破损蒸汽发生器释放阀排出。这将导致所有的蒸汽发生器卸压（没有蒸汽管线被隔离）。

— 环境释放：从此时起，水通过破损的蒸汽发生器释放阀连续向外排放，蒸汽流量随堆芯衰变热的下降而减少。操作员动作开始，假设操作员停运破损的蒸汽发生器辅助给水失败。由于辅助给水注射流量和蒸汽发生器破口流量，蒸汽发生器水位上升，水释放到环境。15 分钟后，辅助给水就地停运。此时只有破口流量注入破损蒸汽发生气，因此，水一直释放到破口流量终止。

— 蒸汽发生器破口流量终止：当破损蒸汽发生器一、二次侧压力相等时，破口流

量终止。因此，操作员干预的目的是对一回路系统降压，这需要冷却一回路以维持一回路足够的饱和安全裕量。

初始功率为 5%额定功率下 SGTR 的事件序列如下：

— 事故后 0s：蒸汽发生器传热管开始破裂；

— 事故后 118s：下泄隔离；

— 事故后 159s：稳压器加热器关闭；

— 事故后 426s：蒸汽发生器高高水位；

— 事故后 561s：安注；

— 事故后 563s：反应堆停堆；

— 事故后 1161s：开始操作程序——受影响的蒸汽发生器隔离；

— 事故后 1179s：RCP 开始泄压和冷却（56℃/h）；

— 事故后 2061s：受影响蒸汽发生器辅助给水隔离；

— 事故后 2186s：隔离硼注射箱；

— 事故后 2993s：泄漏终止（泄露率<1kg/s）。

（5） 蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故（SGTR +SVSO）

发生器传热管破裂事故的定义在第（4）部分进行了描述。

蒸汽发生气传热管破裂并安全阀卡开事故属于 RCC-P 工况Ⅳ，其瞬态分析基于下列假设：

— 在一次侧向二次侧泄漏量减小到零之前，破损蒸汽发生器满水，该蒸汽发生器的大气释放阀或安全阀存在过水而失效的可能；

— 假设破损的蒸汽发生器释放阀打开失效，这台蒸汽发生器的安全阀就存在过水而失效的可能性；

— 假设该安全阀过水而失效，并处于完全卡开状态。

假设事故发生时，堆芯处于 5%额定功率，事故后的瞬态结果如下：

— 反应堆保护动作前：对破损蒸汽发生器而言，冷却剂通过破口泄漏到二次侧，导致破损蒸汽发生器水位升高。由于电加热器和上充流量的作用，减缓了稳压器压力的下降速率。

— 反应堆保护动作：由于蒸汽发生器水位调节系统不可用，破损蒸汽发生器产生蒸汽发生器高-高水位报警，于是主给水泵停运，辅助给水电动泵启动。稳压

器压力低-低信号产生，安注启动，随后反应堆紧急停堆，上充停止。假设同时主泵停运，主泵低-低速报警，触发辅助给水汽动泵启动。

— 安全阀卡开：安注投入后，一回路系统压力回升，于是破口流量也随之增加，导致破损蒸汽发生器满水。随后水进入蒸汽发生器蒸汽管线，此时假设安全阀进水并维持卡开状态。这导致所有蒸汽发生器卸压（未隔离蒸汽发生器管线），大量水和蒸汽从卡开安全阀排放出去。

— 向环境释放：从安全阀卡开时起，蒸汽通过卡开安全阀连续向外排放，蒸汽流量随堆芯衰变热的下降而减小。而另一方面，操纵员动作，停运辅助给水泵，给水中断，破损蒸汽发生器水位下降。但不断有冷却剂通过破口进入破损蒸汽发生器，一段时间后，破损蒸汽发生器水位又开始回升，破损蒸汽发生器将再次满水，再次排水，直到破口流量中断为止。

— 破口流量终止：当破损蒸汽发生器一、二次侧压力相等时，破口流量终止，压力等于蒸汽发生器饱和压力 0.1MPa（蒸汽发生器顶部）。操纵员干预的目的是对一回路系统降压，这需要冷却一回路以维持一回路足够的饱和安全裕量。

以下给出了初始功率为 5%额定功率，非延伸运行工况下的 SVSO 事故进程：

— 事故后 0s：SG 传热管断裂，事故发生；

— 事故后 425s：SG 水位达到“高高”；

— 事故后 570s：安注启动；

— 事故后 572s：反应堆停堆；

— 事故后 1243s：安全阀卡开；

— 事故后 1772s：操纵员开始动作：隔离受损的 SG，停止一台高压安注泵，RCP 开始泄压和冷却（56℃/h）；

— 事故后 1834s：关闭第二台高压安注泵；

— 事故后 2777s：重启高压安注泵；

— 事故后 3191s：关闭一台高压安注泵；

— 事故后 4396s：第二台高压安注转到 BIT 模式；

— 事故后 8459s：RRA 运行准备开始；

— 事故后 12059s：RRA 运行准备结束，RRA 投入运行；

— 事故后 12080s：关闭一台低压安注泵；

— 事故后 12852s：隔离 BIT 旁通，关闭第二台低压安注泵；

事故后 14335s：泄露终止。

（6） 安全壳外主蒸汽管道破裂事故（MSLB）

本事故分析的是蒸汽管道双端剪切破裂的情况，当量的破口面积对应于蒸汽发生器流量限制器总的流通截面面积，因为所有蒸汽发生器都装有喉部面积为 0.13m^2 的一体化限流器，因此任何破口面积大于 0.13m^2 的管道破口对核蒸汽供应系统的影响都与所分析的工况相同。

事故过程大体可以分为下面两个阶段描述：

第一阶段即蒸汽管道刚破裂、二回路蒸汽从破口大量流失，蒸汽流量迅猛增加，造成反应堆功率快速上升，以补偿二回路负荷的这种虚假增长。同时，由于一回路冷却剂平均温度的降低，稳压器内压力和水位也相应下降。其结果将导致反应堆因超功率保护或稳压器低压保护而紧急停堆，汽轮机组脱扣停机。

第二阶段即停堆、停机后，在主蒸汽管道隔离之前，蒸汽继续从破口流失，一回路冷却剂平均温度不断下降。由于压水堆具有负温度效应的内在特性，冷却剂温度的下降意味着堆内正反应性的引入，停堆深度逐渐减少，如果此时又遇上反应性价值最大的一根控制棒组件卡死在堆顶，那么就有可能使停闭后的反应堆重返临界，并且达到一定的功率。因而需要通过安全注射系统注射硼酸使反应堆最终停堆。该事故属于 RCC-P 工况Ⅳ。

研究结果表明，任何蒸汽系统管道破裂都不会发生偏离泡核沸腾（DNB）。

当蒸汽发生器传热管出现泄漏使相应的二次侧蒸汽受到反应堆冷却剂污染时，安全壳外主蒸汽管道破损会造成受污染的二回路蒸汽释放入环境；如果二回路冷却系统没有受到一回路的放射性污染，则即使蒸汽管道破裂也不会有放射性后果。

（7） 化学和容积控制箱破损事故（RCVA）

化学和容积控制箱的完全破损导致箱内所有的液相和气相放射性物质释入其所在的房间。同时，在运行人员采取措施隔离化学和容积控制系统下泄管路以前，该管路中一定数量的放射性物质也会释放出来。

该事故属于 RCC-P 工况Ⅲ。

（8） 废气衰变罐破损事故（TEGA）

操作员差错或阀门失效等起因都可能导致废气衰变罐的破裂，事故发生时罐内所

含的全部气体和碘将和持续从进气管线进入衰变罐的气载流出物一起通过破口向外释放，直至运行人员将进气管线隔离为止。事故发生后，DVN 的活性炭过滤器投入运行。

该事故属于 RCC-P 工况Ⅲ。

（9） 卡轴事故（LRA）

卡轴事故定义为反应堆正常运行工况下冷却剂泵转子瞬间卡住。事故发生后，受影响的反应堆冷却剂环路的流量快速降低，导致反应堆在流量低信号下触发紧急停堆。

如果事故发生时反应堆正在功率运行状态，堆芯流量降低会导致冷却剂温度快速升高。这种温度升高可能使燃料棒发生 DNB，此时如果反应堆没有紧急停堆，就可能导致燃料损伤。环路冷却剂低流量停堆保护信号为卡轴事故提供了自动保护，同一条环路上的三个流量信号中有两个低于停堆整定值时触发反应堆停堆。稳压器高压保护提供了第二道保护措施，在三个压力测量信号中有两个超过停堆整定值时触发反应堆停堆。

该事件的验收准则是：发生 DNB 的燃料棒数量少于总数的 10%；热点的包壳平均温度必须低于防止任何包壳脆化的安全限值（在包壳未被氧化或被轻微氧化时为 1482℃）。在十八个月燃料循环管理策略下，宁德核电厂三、四号机组卡轴事故采用确定论方法计算得到的发生 DNB 的燃料棒份额为 18.8%。

该事故属于 RCC-P 工况Ⅳ。

6.1.1.2 事故源项

（1）失水事故

事故发生的同时假设失去厂外电源。

大破口失水事故（LOCA）发生后，由于安全注射系统的动作可将燃料包壳的温度限制在远低于熔点以下，保证反应堆堆芯保持完好，具有可冷却的几何构形。

LOCA 事故源项计算分三个阶段：

— 第一阶段为放射性物质从一回路向安全壳的释放，该阶段考虑堆芯内放射性物质一次释放进入安全壳大气，不涉及时间过程；

— 第二阶段为放射性物质在安全壳大气中的迁移，该过程的放射性物质通过放射性衰变、安全壳喷淋、结构部件的表面附着等机理而衰减；

— 第三阶段是放射性物质从安全壳大气通过安全壳泄漏进入环境。

表 6.1-1 给出了 LOCA 源项计算的主要假设。

表 6.1-2 给出了 LOCA 源项。

（2）弹棒事故

事故发生的同时假设失去厂外电源。

放射性物质向环境的释放考虑两条途径：

— 随着控制棒弹出，破损燃料元件释出的放射性物质进入反应堆冷却剂。假设这些放射性物质立即与反应堆冷却剂均匀混合。然后，放射性物质通过控制棒驱动机构压力外罩排出的反应堆冷却剂而释入安全壳中并向环境泄漏。

— 经蒸汽发生器传热管从反应堆冷却剂泄漏出来的放射性物质导致二回路系统的污染，然后通过主蒸汽安全阀和卸压阀释入环境。

表 6.1-3 给出了弹棒事故源项计算的主要假设。

表 6.1-4 给出了弹棒事故通过安全壳途径和二回路途径释放的源项。

（3）燃料操作事故

燃料操作事故中以燃料组件跌落在乏燃料水池内造成的放射性后果最严重，本报告分析该事故的放射性后果。

假设发生在反应堆停堆后 100h（是核电厂停堆后允许操作燃料组件的最短时间），估算此时破损的燃料组件中气态裂变产物放射性活度的积存量时考虑了核素的衰变。

释放到燃料贮存池水中的惰性气体不会留在水中，而进入至燃料厂房的大气中；碘则由于可溶性和水解作用，大部分留在池水中；在燃料厂房内释放的放射性活度立即与乏燃料贮存大厅的大气均匀混合。燃料操作事故发生后 5s，DVK 低流量通风和碘过滤系统启动，DVK 正常通风系统停止运行。破损燃料组件中释放的放射性气体从乏燃料水池表面扩散到隔离阀时间可保守取 10s，大于 DVK 低流量通风和碘过滤器启动所需的时间（5s），因此在燃料操作事故发生后的 0 至 5s 时间内，并未有放射性物质通过厂房向环境释放。假定燃料厂房内的放射性活度在事故后 12h 内通过通风系统逐渐释入环境。

表 6.1-5 给出了停堆时和停堆后 100h 事故燃料的放射性活度。

表 6.1-6 给出了乏燃料水池内燃料操作事故源项计算的主要假设。

表 6.1-7 则给出了燃料操作事故源项。

（4）蒸汽发生器传热管破裂事故

发生蒸汽发生器一根传热管破裂时，假设同时失去厂外电源。

事故发生后，蒸汽发生器压力将迅速升高，使蒸汽以及放射性活度通过释放阀和主蒸汽安全阀向大气排放。从破损蒸汽发生器连续向大气的排放一直到二回路侧蒸汽压力低于主蒸汽安全阀整定值为止。此时破损蒸汽发生器才有效隔离，假定以后破损蒸汽发生器不再向大气排放蒸汽。堆芯衰变热通过未受损蒸汽发生器主蒸汽安全阀以排放蒸汽的方式排出，这个过程一直延续到受控降温终止才结束。

SGTR 放射性释放源项计算考虑事故期间各种参数的快速变化，对各控制体（未破损的 SG 二次侧和破损的 SG 二次侧）内的放射性核素比活度（或活度）建立微分方程，进而求解出事故期间向环境的放射性释放量。源项计算时一回路冷却剂裂变产物活度谱按照 4.44GBq/t I-131 当量活度谱考虑，并假定一回路功率瞬态发生于事故前 1.5hr，并持续到事故结束。

表 6.1-8 给出用于估算 SGTR 事故放射性后果的参数，表 6.1-9 给出其事故源项。

（5）蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故

假设事故发生后，在反应堆停堆或安注系统投入运行后失去厂外电源。

大部分主回路冷却剂通过破损的蒸汽发生器传热管破口流入蒸汽发生器的二次侧，然后通过开启的安全阀释放到大气中。

发生一回路向二回路泄漏事故时，假设主回路冷却剂会从卡开的安全阀立刻释放到大气环境中。与 SGTR 源项计算相类似，SVSO 放射性释放源项计算应该考虑事故期间各种参数的快速变化，对各控制体（未破损的 SG 二次侧和破损的 SG 二次侧）内的放射性核素比活度（或活度）建立微分方程，进而求解出事故期间向环境的放射性释放量。在源项计算中假定一回路功率瞬态发生于事故前 1.5hr，并持续到事故结束。

计算 SVSO 事故源项的主要假设见表 6.1-10。

SVSO 事故源项见表 6.1-11。

（6）安全壳外主蒸汽系统管道破裂事故

为了评价主蒸汽管道破裂（安全壳外）造成的放射性后果，假设一根安全壳外主蒸汽管道完全破裂，同时假设厂外电源完全丧失，即凝汽器不可用，机组的冷却通过蒸汽发生器中水的蒸发和蒸汽释放入大气来保证。受影响的蒸汽发生器（与破裂蒸汽管道相连接的蒸汽发生器）的放射性活度从主蒸汽管路破裂处直接释入环境。未受影响的蒸汽发生器经卸压阀继续排出蒸汽和带走放射性物质，直至停堆余热冷却系统

（RRA）投入为止。事故发生后 8 小时，停堆余热排除系统启动，释放的蒸汽和放射性物质接近于零。

主蒸汽管道破裂后，与破裂的蒸汽管道相连的蒸汽发生器（受影响的蒸汽发生器）将会在一定时间后蒸干，因此计算该事故的放射性碘释放量应包括四部分的内容：

— 受影响的蒸汽发生器蒸干过程中，随二次侧水蒸发释入环境的放射性；

— 受影响的蒸汽发生器在蒸干过程中，由一回路泄入蒸汽发生器二次侧，直接随蒸汽排入大气的放射性；

— 受影响的蒸汽发生器，在蒸干后的时间内，释放到环境的放射性；

— 不受影响的蒸汽发生器释放到环境的放射性。

表 6.1-12 给出了 MSLB 源项计算的主要假设和参数。

MSLB 事故源项见表 6.1-13。

（7）容控箱破损事故

当 RCV 箱完全破裂时，释放到 RCV 箱房间的裂变产物如下：

— RCV 箱气相中含有的全部惰性气体；

— RCV 箱液相和下泄管线隔断前，排出的水容积中含有的全部惰性气体；

— RCV 箱液相蒸发的碘（具有一定的 FPg 分离因子）；

— 从下泄管线排出的水容积中蒸发的碘（具有一定的 FPg 分离因子）。

这里，FPg 分离因子指气相中同位素数量/该同位素总量。

事实上，RCV 箱完全破裂后，上述各途径释放进入 RCV 箱房间的裂变产物将在 RCV 箱房间内滞存，并通过房间泄漏、厂房通风系统带出等途径进入环境。出于保守和简化的目的，源项计算时假设放射性核素只要释放进入 RCV 箱房间内气相空间，就立刻进入环境。

RCV 释放源项计算时所用到的参数和假设见表 6.1-14。

RCV 内气相和液相的活度值以及 RCVA 事故期间向环境释放的放射性源项分别见表 6.1-15 和表 6.1-16。

（8）废气衰变罐破损事故

假设 TEG 衰变箱的破损发生在停堆瞬间：

— 停堆瞬态前，含氢一回路冷却剂处理量为每天 $15m^3$，一回路冷却剂中的氢含量为 $35Ncm^3/kg$，其放射性活度在 TEG 衰变罐中累积；

— 一回路冷却剂的放射性活度对应于基本负荷运行的活度；

— 停堆瞬变期间，TEG 系统由 TEP 脱气塔除气，并对 TEG 罐进行扫气（以防止液相再汽化），考虑气相中累积的活度相当于停堆瞬变前机组基本负荷运行工况下的活度。

该事故的放射性释放考虑经容控箱气相泄漏、TEP 除气器除气、TEG 系统隔离阀关闭前 TEG 系统运行排放、TEG 缓冲箱液相释放和 TEG 衰变罐破裂释放等五个释放途径。

事故源项计算假设见表 6.1-17，表 6.1-18 则给出 TEG 衰变罐破损事故的源项。

（9）卡轴事故

卡轴事故将导致一定比例的燃料棒破损或熔化，这些破损燃料棒中的放射性将进入一回路冷却剂中，将一回路冷却剂比活度提升至很高的水平。由于存在一回路向二回路的正常泄漏，这将随后影响蒸汽发生器内二次侧水相和汽相的比活度。放射性物质由二回路带入环境。考虑事故期间各种参数的快速变化，对蒸汽发生器二次侧内的放射性核素比活度建立微分方程，进而求解出事故期间向环境的放射性释放量。

卡轴事故源项主要计算假设见表 6.1-19。

卡轴事故源项见表 6.1-20。

6.1.1.3 事故大气弥散因子

根据宁德核电厂厂址 2011 年 10 月~2013 年 9 月连续两个整年的逐时气象观测数据，采用苏州热工研究院有限公司研发的 CEIRA 程序系统计算事故短期大气弥散因子。计算模式详见附录 D。

非居住区边界和规划限制区外边界上的事故大气弥散因子

a) 分方位大气弥散因子：计算得到厂址周围16个方位、99.5%概率水平的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为0~2h的事故大气弥散因子；各个方位年平均大气弥散因子为该方位按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的年平均值；对于持续时间长于2h的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

b) 全厂址大气弥散因子：计算得到厂址周围各距离全厂址95%概率水平的高斯烟

羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为0~2h的事故大气弥散因子；年平均大气弥散因子为全年按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的年平均值；对于持续时间长于2h的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

非居住区边界和规划限制区边界上的事故剂量后果计算将采用分方位大气弥散因子和全厂址大气弥散因子之间的最大值进行计算。

表 6.1-21 给出了厂址各方位非居住区边界和规划限制区外边界处的大气弥散因子。

6.1.1.4 照射途径

设计基准事故放射性后果评估时主要考虑事故期间起主要作用的三个照射途径：

— 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。

上述三种照射途径的个人剂量计算公式详见附录 D。

6.1.1.5 其它计算参数

（1） 剂量转换因子（DCF）

计算中采用的剂量转换因子见表 6.1-22，它们主要取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物和国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）。

（2） 呼吸率（Br）

呼吸率取自美国核管理委员会管理导则 RG1.195：

— 0 ~ 8h：Br=3.5×10-4 m3/s；

— 8 ~ 24h：Br=1.8×10-4 m3/s；

— 24 ~ 720h：Br=2.3×10-4 m3/s。

（3） 干沉积速率（Vd）

干沉积速率取自联邦德国辐射防护委员会第十七卷出版物（SSK No.17）：

— 气溶胶：$V_d=1.5\times10^{-3}$ m/s；

— 分子碘：$V_d=1\times10^{-2}$ m/s；

— 有机碘：$V_d=1\times10^{-4}$ m/s。

6.1.1.6 事故后果计算及分析评价

GB6249-2011 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。

各类设计基准事故中，RCC-P Ⅳ类工况事故对应于 GB6429-2011 中的极限事故，RCC-P Ⅲ类工况事故对应于 GB6429-2011 中的稀有事故。

表 6.1-23 给出了事故后果与国家标准的比较，从表中可以看出，在本节所考虑的八类设计基准事故工况下：

— 对于Ⅳ类事故，蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故（SGTR+SVSO）对非居住区边界上公众造成的有效剂量和甲状腺剂量均最大，分别为 8.37×10^{-3}Sv 和 1.29×10^{-1}Sv，分别占 GB6249-2011 标准相应限值的 8.37%和 12.9%；

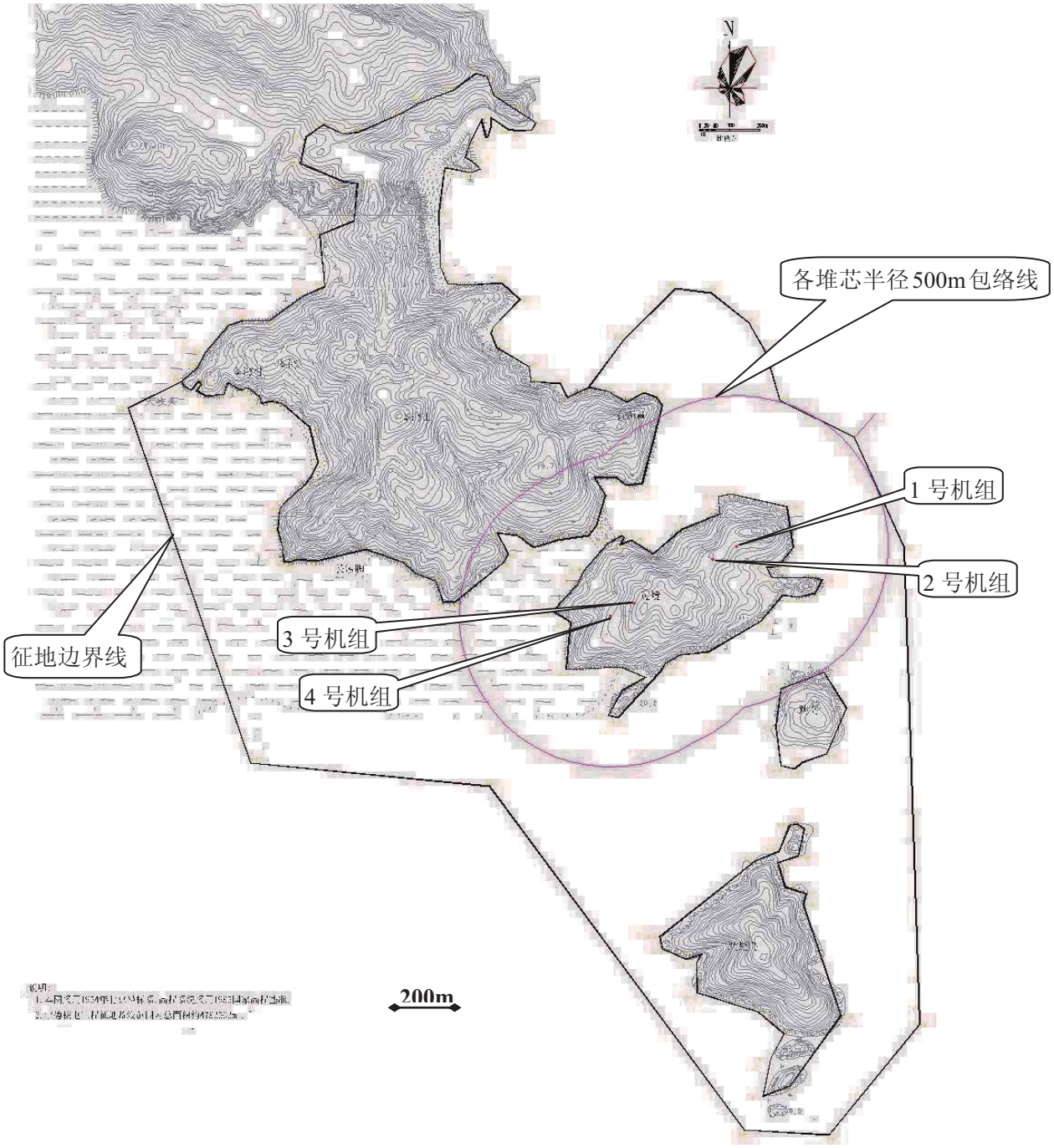
— 对于Ⅳ类事故，弹棒事故（CREA）对规划限制区外边界上公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大，分别为 2.04×10^{-3}Sv 和 3.67×10^{-2}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 2.04%和 3.67%。

— 对于Ⅲ类事故，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对非居住区边界上公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大，分别为 8.39×10^{-4}Sv 和 1.45×10^{-2}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 16.8%和 29.0%；

— 对于Ⅲ类事故，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对规划限制区外边界上公众造成的有效剂量和甲状腺当量剂量均最大，为 9.93×10^{-5}Sv 和 1.71×10^{-3}Sv，占 GB6249-2011 标准相应限值分别为 1.99%和 3.42%。

从各类设计基准事故的放射性后果分析可以看出，宁德核电厂三、四号机组的专设安全设施的设计性能可靠，厂址周围各类边界的设置是合理的，电厂设计基准事故

导致的环境放射性后果满足 GB6249-2011 的相应要求。



宁德核电厂一期工程 三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
非居住区边界示意图		
图 6.1-1	版次：	A

6.2 放射性物质运输事故

6.2.1 新燃料运输事故

6.2.2 乏燃料运输事故

6.2.3 固体废物运输事故

6.2 放射性物质运输事故

6.2.1 新燃料运输事故

宁德核电厂三、四号机组采用 AFA 3G 燃料组件，拟使用国内核燃料厂依照法国 FRAGEMA 公司 RCC-3 容器全套技术资料及图纸等同转化原则制造生产的新燃料运输容器。燃料组件运输容器的设计和制造满足我国《放射性物品运输安全管理条例》和《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

根据国内其它核电厂燃料运输的经验表明，在严格遵循国家标准的技术规范下运输燃料组件时，组件的抗震和密封性能可确保不对环境产生任何有害的影响。

由于 RCC-3 型运输容器设计时充分考虑了可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件也不会产生临界反应，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料散落。加上新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。

总体而言，新燃料运输事故不会污染周围环境和危害人群健康。

6.2.2 乏燃料运输事故

乏燃料运输容器的安全可靠是实现安全运输的前提。乏燃料运输容器严格满足《放射性物品运输安全管理条例》和《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求，应证实容器在承受正常运输条件下和运输中事故条件下的种种试验后，仍能保持符合密封性能与屏蔽性能的要求。

除了运输容器本身具有高的安全性外，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。

— 燃料装卸事故的放射性后果的计算分析表明其对公众的影响是可以接受的；

— 乏燃料容器坠落事故主要发生在由容器吊车进行的燃料装卸过程中，由于乏燃料在乏燃料水池里储存了 6 个月之后，主要放射性同位素（I 和 Xe）的绝大部分活度已经降到几乎为零，而乏燃料组件在装入乏燃料容器之前要在乏燃料水池中至少贮存 5 年，事故发生后放射性的释放极少，事故后果可以被燃料装卸事故的后果包络，其后果也是可以接受的。

6.2.3 固体废物运输事故

宁德核电厂三、四号机组运行产生的中、低放固体废物，将根据其放射性水平的高低装入不同型号的金属桶内。在金属桶封盖后将进行剂量监测，若表面剂量率不超过 2 mSv/h，则用专门的小车直接运往固体放射性废物贮存厂房；若表面剂量率大于 2 mSv/h，则需装入专门的屏蔽容器，然后运至固体放射性废物贮存厂房暂存。在废物贮存厂房贮存一定年限后，将送往国家指定的区域中、低放废物处置场。

公路运输的经验表明，事故发生率（次/km • 车）以及预计事故次数都是很低的。另外，废物桶的设计和制造符合《低、中放水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-91）和《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求，即使废物桶从运输车辆上掉下来，最大限度只会造成废物桶的局部损坏，废物散落的可能性很小，即便散落少量废物，也可以采取措施收集，不会对环境造成污染。

6.3 其它事故

6.3.1 化学物质容器破裂、泄漏或爆炸

6.3.2 火灾

6.3.2.1 火灾预防

6.3.2.2 火灾探测

6.3.2.3 灭火设施

6.3 其它事故

6.3.1 化学物质容器破裂、泄漏或爆炸

宁德核电厂运行期间使用的硼酸、氢氧化锂、盐酸、氢氧化钠、氨、联氨、三氯化铁、次氯酸钠、柴油、抗燃油、润滑油、氮、氢等物料中，包括了易燃易爆、有毒有害及较强的腐蚀性物料，在使用这些物料时存在发生爆炸、火灾、化学灼伤等潜在非放射性事故的风险。

由于核电厂在系统设计中考虑了运行期间所使用物料的安全性，并制定了严格的使用规范，可以最大限度地降低发生爆炸、泄漏等事故地发生，同时，电厂在设计和运行管理上采取的措施也可使火灾的发生概率及发生火灾后对安全和环境的影响降到最低。

（1） 氢气爆炸及柴油火灾

电厂部分系统中使用氢气作为覆盖气体，在存在氢气的各系统中均配备有氢氧监测器，可监测氢气和氧气的浓度，并有相应的除氢（氧）设施，使氢氧的可能积聚不会达到可爆炸的浓度比。

此外，电厂还设置有 7 个 50m^3 的氢气贮存罐，贮存压力为 2.5MPa，这些罐在高温、严重腐蚀、剧烈振动等恶劣工况下存在发生爆炸的风险。根据职业安全预评价的结果，经初步估算，火灾爆炸半径为 30.5m，氢气储罐发生爆炸的危害范围有限。

电厂还配备有 5 个 321m^3 的 0$^{\#}$轻柴油贮罐，以常压贮存，在进行柴油的装卸、存储生产过程中，存在液体泄漏的风险。当大量的可燃性液体自储罐或附属管路泄漏到地面后，将向四周流淌、扩展，由于受到防火堤、隔堤的阻挡，液体将在限定区域（相当于围堰）内得到聚积，形成一定厚度的液池。这时，若遇到火源，液池将被点燃，发生地面火灾。根据职业安全预评价的结果，经初步估算，火灾爆炸暴露半径为 18.5m，柴油贮罐发生爆炸的危害范围有限。

（2） 有毒有害气体泄漏

核电厂正常运行期间使用的化学物质以固体和液体为主，如次氯酸钠、盐酸、硫酸、联氨等，也有气体，如氯气，在电厂的某些厂房、车间还会积聚一些有毒有害气体，如一氧化碳、甲烷等，这些化学物质使用量并不大，但如果忽视对其的防护，还是会对职业人员造成一定的伤害，但影响范围有限，不会对厂外公众和环境造成可察

觉的影响。

6.3.2 火灾

电厂容易引起火灾的设备有很多，如电气绝缘或其他功能要求使用润滑油的所有设备；电气设备和电缆；使用燃料油的设备；碘吸附器；特殊的防护材料等等。

6.3.2.1 火灾预防

火灾的预防可以分为电厂设计上采取的措施和电厂运行管理上采取的措施。

（1） 设计上采取的措施

电厂在防火设计上主要采取下列措施：

— 厂房结构和内装修建筑用材尽可能采用阻燃或难燃材料，以预防火灾发生或减缓蔓延；

— 采用防火屏障划分防火区，将火势控制并封锁在限定区域内；

— 与安全相关的设备采用多重设置的安全准则，并各自布置在不同的防火区内；

— 采用无卤素低烟阻燃电缆，合理分隔布置，消除电缆火灾隐患；

— 在管线布置、各种管廊、风道、电缆夹层及其他贯穿件的设计中，注意采取合理有效的阻火封隔措施。

整个电厂的防火设计符合《核电厂防火》（HAD102/11）等相关法规标准的要求。

（2） 电厂运行管理上采取的措施

对有明火或隐含火源的工作，严格实施有关火灾危险作业的管理措施，并配备专门的防火监督人员或消防检查员；编制消防规程，对专职消防队员和全体工作人员进行消防专业技术培训和消防知识教育，提高全厂人员对火灾的防范和应变能力；进行定期的防火安全检查，以确保防火设施和应急设备始终处于正常状态，确保厂房的管理始终处于最佳状态，通过这些防范措施以把火灾发生的可能性减至最小。

6.3.2.2 火灾探测

火灾探测系统包括火灾探测器、互连探测区内各探测器的电气回路、中央火灾探测盘等。火灾探测器主要有四种：火焰探测器、离子感烟探测器、差温探测器、缆式感温探测器。这些探测器被固定安装在各厂房和建筑物中存在火灾危险的厂房内或区

域内，连续进行监测。一旦发生火灾，立即自动发出火灾报警信号，确定起火地点，实现火灾早期预报，以便及早采取相应措施及进行自动或手动启动消防系统。

6.3.2.3 灭火设施

核电厂内设置各种灭火设施及系统，为消防人员提供了有效、可靠的灭火手段。

全厂消防给水系统由 2 个系统构成，即消防水生产系统（JPP）和消防水分配系统（JPU，JPD）。消防水生产系统向消防水分配系统提供 1.2MPa 运行压力的消防用水，用以扑救核岛、常规岛和配套设施所发生的火灾。消防水分配系统由 2 个子系统构成，即厂区消防水分配系统（JPU）和各建筑物内部消防水分配系统（JPD）。厂区消防水供应系统能满足持续 2 小时的消防供水要求。

厂房内还备有各种便携式灭火器、消火栓、水喷淋系统，供厂房内就地灭水使用。

另外，核电厂还采用较为完整且有效的消防管理机制，如专业消防队、厂外消防支援等。

综上所述，预期不会有来自火灾造成的重大安全威胁和明显的环境影响。

6.4. 环境风险评价及风险管理

6.4.1 环境风险评价

6.4.1.1 建设期间环境风险

6.4.1.2 运行期间环境风险

6.4.2 风险管理

6.4.2.1 核事故风险防范

6.4.2.2 放射性物质运输事故防范

6.4.2.3 非放事故风险防范

6.4.2.4 危险化学品管控

表（略）

表 6.4-1 选址假想事故源项计算参数假设

表 6.4-2 选址假想事故源项

表 6.4-3 选址假想事故剂量结果与国家标准的比较

6.4 环境风险评价及风险管理

6.4.1 环境风险评价

6.4.1.1 建设期间环境风险

核电厂施工建设期间的环境风险主要包括厂平阶段炸药的储存和运输风险、山坡开采和道路施工引起的滑坡以及施工过程中危险化学品储存的泄漏风险。

在核电厂施工场平期间，需采用炸药对厂址处山体进行爆破削平处理，如炸药储存和运输不当，则可能对施工人员安全及环境安全造成较大风险。爆破所用炸药集中存放于厂区外的临时炸药库，对炸药入库、出库、运输等过程设专人管理，每次使用前均需向公安部门申报，严格控制炸药使用量。施工过程中，在场地各主要出入口设置警示牌，告知爆破时间，每次爆破前须提前疏散周围施工人员，确保爆炸区无人员车辆后方实施爆炸作业，将炸药对人员及环境可能产生的风险降至最低。

在前期选址阶段，已对厂址处的地质条件进行了详细勘察，基本排除了因地质本身问题导致的生态风险。核电厂选择了经验丰富的施工团队，在施工前对施工工艺进行论证，选择具有针对性的施工工艺，降低施工过程带来的生态风险。

为避免设备及管道的盐雾锈蚀和表面氧化，需要采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理。这些化学物质和缓蚀剂主要包括磷酸三钠、硼酸钠、非卤素的有机溶剂和硫酸、磷酸、有机酸等，如保存管理不当，可能造成泄漏风险，对地表土壤及植被生态造成破坏。由于核电厂设备和管道等均在厂内定点存放，并考虑了防水防雨等不利影响，因此需后续处理过程较少，化学物质使用量不大。该部分危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）可以得到安全妥善贮存，产生的废物由生产厂商回收处理。在施工阶段，由于化学品泄漏造成的环境风险较小。

6.4.1.2 运行期间环境风险

6.4.1.2.1 风险识别

（1）放射性环境风险源

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中明确，核动力厂事故工况指比预计运行事件更严重的工况，包括设计基准事故和严重事故：

- 设计基准事故：核动力厂按确定的设计准则进行设计，并在设计中采取了针对

性措施的那些事故工况，且确保燃料的损坏和放射性物质的释放不超过事故控制值，包括稀有事故和极限事故两类。

- 严重事故：严重性超过设计基准事故并造成堆芯明显恶化的事故工况。

此外，在核动力厂选址阶段，定义了选址假想事故，作为确定厂址非居住区、规划限制区边界的依据。GB6249 前版标准中曾明确，“最大可信事故”是用来进行厂址评价所假设的对环境产生最严重后果的核电厂事故，它发生的概率（$<10^{-4}$/堆·年）极小。不同类型反应堆的最大可信事故是不同的。对压水堆核电厂，是指堆芯大规模地熔化，放射性物质向环境释放达到最严重的事故。GB6249-2011 中的“选址假想事故”是对 GB6249-86 中“最大可信事故”的替代，因此可作为本次评价的放射性环境风险源。

（2）扩散途径

根据 GB6249-2011，评价中考虑选址假想事故所释放源项通过气态扩散，以烟云浸没外照射和吸入内照射途径对公众产生影响。

（3）保护目标

宁德核电厂厂址半径 5km 范围内涉及太姥山镇（即秦屿镇）所辖的牛栏岗、东埕和蒙湾，以及碗门乡所辖的斗门头、渔井、秦石和青湾共 7 个行政村的 26 个自然村。截止 2012 年底，共有人口 6298 人，平均人口密度为 42 人/km^2。厂址半径 5km 范围内没有万人以上的居民点。

厂址半径 5km 范围内离厂址最近的居民点为牛栏岗行政村的南礁澳自然村（即南招岙），位于厂址 NW 方位约 2.2km 处，截止 2012 年底共有人口 153 人。

厂址半径 5km 范围内人口最多的居民点是位于厂址 SW 方位约 2.8km 处的碗门乡渔井村的渔井自然村，2012 年底的人口数为 1162 人；其次是位于厂址 NNW 方位约 4.1km 处的蒙湾村下辖的蒙湾自然村，有人口 599 人。

6.4.1.2.2 源项分析

选址假想事故下放射性惰性气体和碘排放量的计算，以 FSAR 给出的宁德核电厂三、四号机组的堆芯放射性积存量为基础（详见表 3.6-1），参考美国核管理委员会管理导则《轻水堆设计基准事故放射性后果估算的方法和假设》（NRC RG1.195），主要包括：

— 堆芯放射性积存量中的 100%惰性气体和 50%的碘释放进入安全壳大气；

— 考虑时间无关模型，释放入安全壳大气的碘有 50%瞬间沉积在安全壳内壁面；

— 安全壳喷淋系统对元素碘去除常数为 10/h，最大去除因子为 100，对有机碘和粒子碘没有去污作用；

— 释放的碘中元素碘占 91%，有机碘和粒子碘分别占 4%和 5%；

— 事故发生后 24h 内的安全壳泄漏率为事故峰值压力下技术规格书要求的值，24h 后降低一半。

安全壳的泄漏率则采用 CPR1000 机组的设计值，即 0.3%/d。

表 6.4-1 给出选址假想事故源项计算的参数假设。表 6.4-2 给出了计算得到的选址假想事故源项。

6.4.1.2.3 大气弥散因子

假想事故放射性后果分析中所采用的事故大气弥散因子计算模型和 6.1.1.3 节相同。大气弥散因子具体见表 6.1-21。

6.4.1.2.4 照射途径

根据 GB6249-2011，评价选址假想事故释放后果时，考虑的公众辐射照射途径有：

— 烟云浸没外照射；

— 空气吸入内照射。

上述两种照射途径的个人剂量计算公式详见附录 D。

6.4.1.2.5 其他计算参数

（1）剂量转换因子（DCF）

计算中采用的剂量转换因子见表 6.1-22，它们主要取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物和国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）。

（2）呼吸率（Br）

呼吸率取自美国核管理委员会管理导则 RG1.195：

— 0～8h：$B_r=3.5\times10^{-4}$ m^3/s；

— 8～24h：Br=1.8×10^{-4} m^3/s；

— 24～720h：Br=2.3×10^{-4} m^3/s。

6.4.1.2.6 事故剂量计算结果及评价

根据宁德核电厂周边环境特征和反应堆的位置，计算出选址假想事故条件下的非居住区边界和规划限制区边界上公众可能受到的最大有效剂量。

据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011），在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。

表 6.4-3 给出了宁德核电厂选址假想的事故剂量与国家标准的比较。由表 6.4-3 可知，选址假想事故发生后 2h 内，宁德核电厂非居住区边界上的公众个人（成人）受照最大有效剂量为 7.56×10^{-2}Sv，占国家标准限值的 30.24%；选址假想事故期间，规划限制区边界上的公众个人（成人）受照最大有效剂量为 2.37×10^{-2}Sv，占国家标准限值的 9.48%。

计算表明，选址假想事故条件下的放射性释放对于宁德核电厂厂址非居住区边界和规划限制区外边界上公众可能受到的最大有效剂量满足 GB6249-2011 的相关要求，核电厂运行期间的放射性风险可以接受。

6.4.2 风险管理

6.4.2.1 核事故风险防范

宁德核电厂三、四号机组的专设安全设施主要包括安全注入系统、安全壳隔离系统、安全壳喷淋系统和安全壳等。专设安全设施的基本功能是在发生设计基准事故时，控制反应性、排出堆芯衰变热、包容放射性物质和控制期间放射性物质向环境的释放。专设安全设施相关内容在本报告书 3.5 节中已有介绍。

针对严重事故的预防与缓解，设计中采用的严重事故缓解措施还包括：非能动的安全壳消氢系统（EUH）、安全壳过滤排放系统。

（1）非能动的安全壳消氢系统（EUH）

非能动的安全壳消氢系统为应对严重事故的专项工程技术措施，该系统设计为非能动系统，在严重事故期间和严重事故后，氢气控制系统能够防止相当于 100％锆－水反应产生的氢气量在安全壳内均匀分布的体积浓度超过 10％，从而避免由于氢气爆炸而导致的第三道屏障－安全壳的丧失。

每台机组布置 33 台非能动氢复合器，这些氢复合器主要布置在稳压器卸压箱间、稳压器间、主泵间、蒸汽发生器间等隔间以及反应堆厂房钢平台，可以有效的消除安全壳内的氢气，降低安全壳内氢气的平均浓度和局部的氢气浓度峰值。

（2）安全壳过滤排放系统

安全壳过滤排放系统的设计目标是防止严重事故后由于熔融堆芯与混凝土相互作用而产生的不凝结气体的累计效果造成安全壳大气压力逐渐升高从而引起的安全壳破坏。安全壳卸压过滤排放系统的功能是：当安全壳的压力超过设计压力时，以 4kg/s 的气体排放速率打开安全壳排放系统，使安全壳压力低于设计压力，保证安全壳的完整性。

6.4.2.2 放射性物质运输事故防范

宁德核电厂运输的放射性物质包括新燃料组件、乏燃料和中低放固体废物。

新燃料组件拟通过铁路、公路形式运至宁德核电厂现场。乏燃料组件暂存在厂内至裂变产物活性降低到一定程度并经批准后方可外运时。以上运输均需使用专用容器，运输容器的设计和制造满足《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）和《放射性物品运输安全管理条例》的要求，且运输时容器表面需满足相应剂量率标准。容器从设计上充分考虑可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件不会产生临界反应，乏燃料也不会散落。

宁德核电厂厂外运输的放射性废物主要是钢桶包装的桶装废物，运输方式拟采用公路运输。废物桶的设计和制造符合《低、中放水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-91）、《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）和《放射性物品运输安全管理条例》的要求，可有效防范运输过程中的环境风险。

6.4.2.3 非放事故风险防范

（1）火灾防范

本工程从设计上从建筑结构防火、电厂结构布局、电缆设计、走线、隔离、可燃物控制等方面考虑火灾防范。火灾的预防可以分为电厂设计上采取的措施和电厂运行管理上采取的措施。整个电厂的防火设计符合《核电厂防火》（HAD102/11）等相关法规标准的要求，并且严格实施有关火灾危险作业的管理措施和管理规程，以使火灾发生的可能性减至最小。

（2）氢爆防范

安全壳消氢系统（EUH）和安全壳内大气监测系统（ETY）氢复合子系统的主要作用是控制安全壳内的可燃气体的浓度，以确保维持安全壳结构和密封的完整性。

在设计基准事故工况下可能释放到安全壳内的氢气浓度必须保持在低到足以防止出现氢氧混合物燃烧的危险的浓度。氢气的最低可燃极限是 4.1%（按体积），设计基准事故下主要通过 ETY 系统氢复合子系统进行消氢。

在超设计基准事故工况下将安全壳内的氢气均匀分布浓度保持在低于体积浓度 10%，从而有效降低直至避免发生由氢气爆燃引起安全壳失效的可能，在超设计基准事故情况下通过非能动的安全壳消氢系统（EUH）进行消氢，以控制事故情况下安全壳内氢气浓度低于限值。

（3）腐蚀性事故防范

为防止人员直接与氨、联氨接触，采用机械化设施输送这些物质，在加药泵出口均装有安全释放阀，一旦超压，排出溶液可返回溶液箱或者废水池处理。此外，还增加了通风装置，将有害的气体排到室外。

为防止浓酸、浓碱造成的人员伤害，设计中采取了下列措施：

- 选择的设备、部件均对酸碱具有耐腐蚀性。
- 浓酸、浓碱的输送采用机械化设备。
- 剂量泵出口装有安全释放阀。
- 所有的储罐，剂量箱均有液位报警连锁装置。
- 在酸碱储存区域装有安全淋浴装置和洗眼器。
- 酸碱储存中的浓酸与空气不直接接触。

6.4.2.4 危险化学品管控

宁德核电厂将参考国内在运核电厂的经验反馈，制定严格的危险化学品管控程序，

明确电厂各部门在危险化学品安全管理中的职责，以切实降低电厂危险化学品在运输、装卸、贮存以及使用中可能的环境风险，具体包括：

（1）危险化学品运输和装卸

- 进入厂区的新增危险化学品需由相关部门技术审定；
- 运送进出厂区危险化学品应由交通部门认可的专业运输公司提供服务，危险化学品的运输工具应符合《汽车运输危险货物规则》中运输车辆的常规要求，并配备相应的应急设施；
- 危险化学品运输和装卸的人员需进行相关安全知识专项技能培训并授权；
- 运输和装卸时，针对不同的危险化学品采取不同的安全措施和劳动保护措施。

（2）危险化学品储存

- 一般情况下，危险化学品需要储存在专用仓库内保管。如确因工作需要储存在现场时，须经过审批，办理储存手续，并落实好许可证上的要求；
- 储存仓库必须符合安全、消防要求；安全设施必须完好；必须制定健全的库房安全管理制度，定期检查安全状况，建立相关检查记录；
- 危险化学品必须根据《危险货物品名表》进行分类、分项存放；仓库管理单位必须建立安全操作、发放和回收制度，确保包装完好、标签清楚，配备相应的安全技术说明书供用户查阅；危险化学品仓库的管理人员、搬运人员必须经过专项安全培训和授权才能上岗工作；
- 厂房管理方需对所辖范围内储存的危险化学品进行定期检查，督促存放人落实相关管理措施，保证存放的危险化学品不威胁厂房的安全；

（3）危险化学品使用

- 使用危险化学品或在相关系统上操作、取样、检修的工作人员，必须经过培训授权，了解相关化学品的特性及应急防护措施；
- 领取危险化学品时，以满足当天工作需要为准，限量领取；
- 对于易燃品的使用必须采取防火措施，远离热源和火源，防止发生火灾；
- 使用时，应根据危险化学品的种类、特性及工作情况采取相应隔离、清扫、通风、检测、防火、防爆、防毒等安全措施，并使用相应的安全防护用具。

第七章　流出物监测与环境监测

7.1　运行前的环境监测

7.2　运行期间的环境监测

7.3　运行期间的流出物监测

7.4　质量保证

7.1 运行前的环境监测

7.1.1 调查方案

7.1.2 监测方法

7.1.3 调查结果及评价

7.1.4 质量保证

7.1.5 一号机组运行期间的环境监测

7.1.6 结论

7.1.7 参考资料

表（略）

表 7.1-1 环境辐射本底调查监测方案（2 张）

表 7.1-2 辐射本底调查主要测量参数（3 张）

表 7.1-3 辐射本底调查采用的测量方法与仪器

表 7.1-4 原野 γ 辐射剂量率监测结果（每季一次测量）

表 7.1-5 道路与室内 γ 辐射剂量率监测结果（每季一次测量）

表 7.1-6 原野、道路、室内 γ 辐射剂量率监测结果统计分析

表 7.1-7 环境 γ 辐射累积剂量监测结果

表 7.1-8 空气中放射性碘监测结果

表 7.1-9 空气中 ^{3}H、^{14}C 与雨水中 ^{3}H 监测结果（2 张）

表 7.1-10 气溶胶中放射性含量分析结果（4 张）

表 7.1-11 沉降灰中放射性含量监测结果（2 张）

表 7.1-12 饮用水放射性核素监测结果

表 7.1-13 地下水中放射性核素监测结果
表 7.1-14 地表水中放射性监测结果
表 7.1-15 土壤样品中放射性含量分析结果
表 7.1-16 地表水底泥和岸边沉积物中放射性核素比活度监测结果
表 7.1-17 陆生生物中放射性含量分析结果
表 7.1-18 陆生指示生物（松针和茶叶）中放射性含量分析结果
表 7.1-19 海水采样点位 GPS 数据
表 7.1-20 海水中放射性含量分析结果
表 7.1-21 海水中氚放射性活度浓度监测结果（电解浓集法）
表 7.1-22 海底泥放射性分析结果
表 7.1-23 潮间带土放射性分析结果
表 7.1-24 海洋生物中放射性含量分析结果
表 7.1-25 海洋指示生物中放射性含量分析结果
表 7.1-26 本底调查中的主要仪器及检定情况表
表 7.1-27 低水平放射性测量装置泊松分布检验结果
表 7.1-28 本底调查中使用的放射性标准物质表
表 7.1-29 热释光剂量计线性度检验结果
表 7.1-30 TLD 测量装置剂量检验结果
表 7.1-31 盲样分析测量结果
表 7.1-32 实验室内部比对样测量统计
表 7.1-33 平行样分析统计结果
表 7.1-34 加标样测量数据统计分析
表 7.1-35 γ 辐射剂量率监测比对结果
表 7.1-36 电厂 KRS 系统 γ 剂量率监测结果
表 7.1-37 电厂 TLD 累积 γ 剂量监测结果
表 7.1-38 厂内 γ 剂量率巡测结果
表 7.1-39 厂外 γ 剂量率巡测结果
表 7.1-40 气溶胶总 α/β 放射性浓度监测结果
表 7.1-41 雨水、饮用水和地表水放射性浓度监测结果

表 7.1-42 地下水放射性浓度监测结果
表 7.1-43 陆生生物中放射性浓度监测结果
表 7.1-44 海水中放射性浓度监测结果
表 7.1-45 海洋生物中放射性浓度监测结果

图（略）

图 7.1-1 环境 γ 辐射剂量率与 TLD 监测布点图（每季一次测量）
图 7.1-2 环境 γ 辐射剂量率监测布点图（每年一次测量）
图 7.1-3 γ 辐射剂量率连续监测点、空气、沉降灰、降水监测布点图
图 7.1-4 土壤监测
图 7.1-5 地表水、底泥与岸边沉积物、地下水、淡水生物监测布点图
图 7.1-6 饮用水监测布点图
图 7.1-7 陆生生物和海洋生物监测布点图
图 7.1-8 海水、海底泥及潮间带监测布点图
图 7.1-9 γ 辐射剂量率连续监测小时平均值数据分布图
图 7.1-10 气溶胶总 α、总 β 及 ^{7}Be 放射性浓度变化规律
图 7.1-11 本底调查组织结构示意图

7.1 运行前的环境监测

核电厂运行前的环境监测的目的主要是确定核电厂运行前的环境本底水平，为核电厂运行期间环境监测提供对照基准，并为制定运行期间的环境监测方案提供参考。运行前的环境监测主要指运行前的环境本底辐射水平调查。根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的规定：“在核动力厂厂址首台机组首次装料前，营运单位必须完成环境本底辐射水平的调查，至少应获得最近两年的调查数据”。根据NEPA-RG1 的要求，核电厂运行前环境本底辐射水平调查可在首次装料前两年进行，调查结果要反映在电厂运行阶段的环境影响报告书中。

宁德核电厂一期工程一号机组已经正式投入商业运行，电厂在一号机组运行前已经委托专题单位开展了装料前的本底调查。电厂运行前的辐射本底调查由浙江省辐射环境监测站承担，调查时段为 2009 年 6 月至 2011 年 6 月，为期两年。本节主要介绍该次调查的主要内容，并结合宁德核电厂一号机组投运以来的环境监测成果进行分析评价。

运行前的本底调查遵循的法规标准主要包括：

- 《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)
- 《环境核辐射监测规定》(GB l2379-1990)
- 《海洋监测规定》(GB l7378-2007)
- 《核电厂环境辐射监测规定》(EJ/T 1131-2001)
- 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)

7.1.1 调查方案

7.1.1.1 调查目的

运行前的环境本底辐射水平调查主要目的是：

- 掌握核电厂厂址周围环境 γ 辐射本底水平和主要环境介质中重要放射性核素的本底浓度水平；
- 为核电厂运行期间环境辐射监测提供对照基准，为评价厂址周围环境辐射质量变化趋势累积基础数据；

— 为制定核电厂运行期间的环境监测方案提供参考依据。

7.1.1.2 调查范围

GB6249-2011 规定，运行前环境调查时“环境 γ 辐射水平的调查范围的半径一般取 50km，其余项目调查范围的半径一般取 20~30km”。本次调查范围满足该标准要求，具体为：

— 环境 γ 辐射剂量率调查范围第一年为厂址半径 80km 内陆域范围，第二年为厂址半径 50km 内陆域范围；

— 环境介质中放射性浓度调查范围为半径 30km 范围内，重点在 10km 范围内；

— 对海域的调查，重点关注厂址附近晴川湾、文渡湾内的养殖场以及核电厂液态排放口附近海域；

— 在核电厂厂址西南约 140km 外设置对照参考点（福州）。

7.1.1.3 调查内容

电厂运行前环境本底辐射水平调查包括陆地环境 γ 辐射剂量、陆地和海洋介质放射性水平调查，具体内容详见表 7.1-1。

（1）陆地环境 γ 辐射剂量

主要包括原野、道路和室内环境 γ 辐射剂量率和 γ 辐射累积剂量；该次调查还同时在碳门乡渔井里设置了 γ 辐射剂量率连续监测点位。

（2）陆地介质放射性水平

陆地介质包括气溶胶、沉降灰、降水、饮用水、地下水、地表水、土壤、生物等相关介质。测量项目包括总 α、总 β、^{90}Sr、^{3}H、^{14}C 和 γ 核素分析。γ 核素分析主要包括 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs 和 ^{131}I 核素。

（3）海洋介质放射性水平

海洋介质包括海水、海洋生物、海洋沉积物。测量项目包括 ^{90}Sr、^{3}H 和 γ 核素分析。γ 核素分析包括 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs 核素，海水、海带和牡蛎另测 ^{110m}Ag。

7.1.1.4 调查布点、监测项目及频次

该次调查布点时考虑的主要原则有：

- 在关键居民组居住地区加强布点：福建宁德核电厂可能的关键居民组为厂址NNW方位2~3km范围内牛栏岗的渔民；
- 关注对关键居民组造成照射的关键途径；
- 在最大风频下风向厂区边界附近区域布点；
- 在很少受核电站排放影响的区域设对照点：选在距离厂址140km的福州市；
- 水产养殖区，包括厂址附近文渡湾、晴川湾内的海产品养殖场；
- 人口分布、土地利用和陆生资源、居民饮食结构；
- 海洋生态和水产资源；
- 陆生和海生生物生长周期、采样品种的代表性。

根据以上原则，调查主要布点方案详见表7.1-1。

（1）陆地γ辐射水平

γ辐射水平调查项目包括：原野、道路、和室内环境γ辐射剂量率瞬时监测，γ辐射累积剂量（TLD）监测和γ辐射连续监测。

1）原野、道路、和室内环境γ辐射剂量率

根据《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）技术要求，原野、道路和室内环境γ辐射剂量率监测布点原则上均匀布点，近密远疏，辐向分布（按核岛半径2、5、10、20、50km的8个方位角间隔交叉布点）。在核电厂主导风向下风向及人口稠密区等敏感区相对加密布点。

根据调查大纲，核岛半径80km区域内共布设约50个监测点（含原野、道路及室内，第二年度调查范围缩小为50km），监测频率为1次/季，同时还布设了约370个监测点（含原野、道路及室内，第二年调整为约320个点），监测频率为1次/年。

陆地环境γ辐射水平测点一般选在居民点附近，尽量兼顾山丘、原野和道路，原则上测点选择在距建筑物30m以外的开阔地带，一般为田地、公园草地、山坡空地；道路监测点选择在道路中心线上，并尽量远离建筑物。

对原野、道路、和室内环境γ辐射剂量率，选择在桑园水库测量宇宙射线响应，在监测结果中扣除相应值。

季度原野、道路、室内γ辐射剂量率布点见图7.1-1；年度原野、道路、室内γ辐射剂量率布点图见图7.1-2。

2）γ辐射累积剂量（TLD）

环境γ辐射累积剂量布点监测范围为厂址半径30km区域，按核岛半径5km、10km、20km、30km 的 8 个方位间隔交叉布点。布放时充分考虑到与陆地 γ 辐射剂量率监测点的可比性，要求点位尽量保持一致。环境 γ 累积剂量共布设监测点位 50 个，其中0~10km 范围内为重点监测区域，监测频率 1 次/季。TLD 监测布点见图 7.1-1。

3）γ 辐射连续监测

调查还在碳门乡渔井里小学（SW，3~5km 方位）设置 γ 辐射连续监测点，具体位置见图 7.1-3。

（2）气溶胶、气碘、沉降物、空气和降水

气溶胶、沉降物、空气和降水的调查范围为半径 10km 范围，共设 4 个监测点，分别为牛栏岗、渔井里、篔筜和对照点。监测点分布见图 7.1-3。以上四个点为固定式监测点，均采集气溶胶、沉降物、空气冷凝水（气氚）、大气降水、大气中 ^{14}C（$^{14}CO_2$）等样品，其中碳门乡渔井里监测点还设置了气碘采样。各固定点监测项目及频次如下：

- 气溶胶：γ 核素、总 α、总 β、^{90}Sr，频次 1 次/月
- 气碘：^{131}I，频次 1 次/季（第二年度取消）
- 沉降物：γ 核素、总 α、总 β、^{90}Sr，频次 1 次/季
- 空气中 ^{3}H、^{14}C：频次 1 次/月（第二年度改为 1 次/季）
- 降水：仅测 ^{3}H，降水期间的采样频次为 1 次/月。

（3）土壤

土壤监测范围为厂址半径 30km 区域，共布设 10 个监测点，包括牛栏岗、蒙湾、樟岐、太姥山镇、文渡工业园区、表湾、篔筜、渔井里、碳门和对照点，监测土壤中 γ 核素、总β（频次为 2 次/年）、^{90}Sr（1 次/年）。土壤点位分布见图 7.1-4。

（4）地表水、底泥及岸边沉积物

调查地表水取样范围为厂址半径 30km 区域，共布设采样点 6 个（含水库及河流），包括瑞云水库、平桥水库、桑园水库、赤溪、水北溪和对照点（选在福州塘坂水库）。监测项目为 γ 核素、总β、^{90}Sr 及氚，除 ^{90}Sr 的监测频次为 2 次/年外，其它项目的监测频次为 1 次/季（第二年度所有监测项目都改为 2 次/年）。地表水取样时同步实施相应底泥或岸边沉积物的采样，底泥及岸边沉积物点位与地表水相同，点位 6 个，监测项目为 γ 核素、^{90}Sr 及总β，监测频次 1 次/年。地表水、底泥与岸边沉积物点位分布示意图见图 7.1-5。需要说明，该次调查在实际监测过程中发现赤溪、水北溪无法采集到

底泥样品，取消了相应监测内容。

（5）饮用水

饮用水监测范围为厂址半径 10km 区域，共布设 4 个采样点，包括文渡工业园区、太姥山、硖门和对照点，监测项目为氚、总 α、总β，频次为 1 次/季。另测 ^{137}Cs 的点位，采样及分析频次为 2 次/年（第二年度所有监测项目都改为 2 次/年）。饮用水点位分布见图 7.1-6。需要说明，第二年度饮用水中氚的监测由项目承担单位委托给中国辐射防护研究院进行测量，采用了电解浓缩的方法。

（7）地下水

地下水调查范围为厂址半径 10km 区域，布设 3 个采样点，包括牛栏岗、渔井里和对照点。监测项目为氚、总 α、^{137}Cs、^{90}Sr 及总β，除 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的采样频次为频次为 2 次/年外，其它为 1 季/次（第二年度所有监测项目都改为 2 次/年）。需要说明，第二年度地下水中氚的监测由项目承担单位委托给中国辐射防护研究院进行测量，采用了电解浓缩的方法。地下水监测布点图见图 7.1-5。

（8）生物样

1）海洋生物介质

海洋生物介质调查范围为厂址半径 10km 海域，共设置 3 个采样点，分别为硖门、太姥山和对照点。调查的海洋生物样品主要包括爬虾、螃蟹、紫菜、蛏子、跳鱼、墨鱼（后改为章鱼）以及指示生物牡蛎和海带。监测项目为γ核素、组织自由水氚（TFWT）、^{90}Sr 及总 β。指示生物牡蛎和海带另做有机氚（OBT）分析。海洋生物样品采样频次第一年为 2 次/年，第二年为 1 次/年。

2）陆生植物

根据当地植物实际生长情况，陆生生物取样品种包括大米、萝卜、西红柿、柚子、叶菜、甘薯以及示生物松针和菜叶。其中，大米、萝卜、西红柿、轴子样品分析γ核素、总 β，叶菜、甘薯另分析 ^{90}Sr。陆生植物样品采集点位布设 3 个，具体为硖门、太姥山和对照点，采样频次为 1 次/年。需要说明，本次调查在第二年度未采集到西红柿样品。指示生物松针和菜叶样品分析项目主要包括γ核素、组织自由水氚（TFWT）、有机氚（OBT）、^{90}Sr 及总β，采集点位布设 3 个，与其它陆生生物布点相同，频次为 2 次/年，第二年为 1 次/年。

3）家畜

根据当地家禽、家畜及养殖情况，选择猪肉和淡水鱼作为监测对象，布设 3 个采样点位，即碳门、太姥山和对照点。猪肉样品分析 γ 核素、^{90}Sr 及总 β，淡水鱼仅分析 γ 核素及总 β，监测频次为 1 次/年（第二年太姥山淡水鱼样品取消）。

生物样品布点图见图 7.1-6。

（9）海水、海底泥和潮间带土

海水与海底泥为海洋环境重要介质，是调查的重点，调查范围为厂址半径 10km 海域。对海水监测，调查中共设点 17 个，分析水中氚含量，其中 10 个点测 γ 核素、^{90}Sr、^{40}K 和去钾总β。这些点位位于宁德核电厂取水口、排水口、文渡湾、晴川湾、大嵛山附近海域，采样频次为 1 次/季（第二年改为 2 次/年）。在采集海水同时，选择适宜的 8 个点位，采集海底泥，监测项目为 γ 核素、^{90}Sr 及总β，监测频次为 1 次/年。

潮间带土共布设 7 个采样点，与海水采样点相同，分别为牛栏岗、渔井里、文渡工业园区、青湾、蒙湾、筼筜和福州对照点。监测项目为 γ 核素、^{90}Sr 及总β，监测频次为 1 次/年。

潮间带土点位分布示意图见图 7.1-4;海水、海底泥监测点位分布示意图见图 7.1-8。

7.1.2 监测方法

调查样品的测量参数见表 7.1-2。主要测量方法及仪器设备见表 7.1-3。

对数据处理，单次测量结果所附的误差仅代表测量的统计误差，当有多个测量值进行平均时，小于探测限（实际为最小可探测活度浓度，本报告用 MDC 表示）的结果以其探测限的一半参与统计平均。

7.1.2.1 环境 γ 辐射水平

（1）陆地 γ 辐射剂量率

陆地 γ 辐射剂量率（瞬时）测量选用 RSS131 型高压电离室。仪器测量前预热 15 分钟以上，采用多次瞬时读数取平均值的方法，每个测点一般每次读 10 个数，每间隔 10s 读一个数。监测不在雨雪天气和雨后 6 小时内进行。

（2）累积剂量

环境 γ 辐射累积剂量采用热释光剂量计（TLD）测量。热释光剂量计采用 LiF（Mg、Cu、P）圆形片（Φ4.5×0.8mm）。每批次布放的 TLD 经严格筛选，分散性小于 5%。

TLD 在布放到监测点之前，对其进行多重包装，包装达到足够的厚度，以便达到电平衡及消除 β 辐射干扰，包装材料为塑料，以防止水或水汽的渗入，包装的外层不宜用黑色，以防止阳光照射后吸热使热释光信息衰退。为提高监测数据的准确度，在监测点布放热释光剂量计的同时，在低本底铅室和已知剂量率的环境中布放本底和对照组。

7.1.2.2 大气和沉降物

（1）气溶胶

气溶胶样品的采集采用 TSP 大流量采样器，滤膜尺寸为 180mm×230mm。每个样品采样时间为连续 8 天，采样体积约 10000m^3，采样流量 1m^3/min，每隔两天更换一次滤漠。采样结束后，气溶胶样品经烘干并密封于 Φ75mm×H50mm 圆柱形塑料样品盒中待测有关 γ 核素。

γ 核素测量完毕后将样品转入马福炉中 450^oC 进行灰化，灰样测量总 β。测量仪器为低本底 α、β 流气式正比计数器。样品测量盘直径为 20mm。

（2）气碘（^{131}I）

空气中 ^{131}I 采用活性炭吸附，采样体积约 100m^3。采样结束后应尽快置于高纯锗 γ 谱仪进行测量，测量时间不少于 24 小时。

（3）沉降物

沉降物采样容器为 Φ400mm×H400mm 圆柱型不锈钢桶。样品经蒸发浓缩后，置入马福炉中灰化。灰样首先测量其总 β 放射性活度浓度，置入低本底 α、β 流气式正比计数器中进行测量。总 β 测量完毕后，灰样留存用于 γ 核素测量。

γ 核素测量完毕后，灰样留存用于 ^{90}Sr 放化分析，采用低本底 α、β 流气式正比计数器进行测量。

（4）雨氚

采集雨水样品，测样品中氚活度浓度。

（5）空气

气氚：采用气氚采样器采集空气中冷凝水，取冷凝水 200mL，注入 500mL 蒸馏瓶中，加无水碳酸钠、高锰酸钾和铜粉蒸馏至馏出液电导率低于 5μs/cm，收集蒸馏冷凝液。加闪烁液后，置于测量室内暗适应，然后放入低本底液闪谱仪测量计数。

^{14}C：空气中二氧化碳经碱液吸收，生成碳酸钠，加氯化钙生成碳酸钙沉淀，碳酸

钙粉未悬浮于 Tmton-x100 甲苯闪烁液中，用低本底液闪谱仪测量。

7.1.2.3 水体

（1）^{90}Sr

^{90}Sr 分析，采用二-（2-乙基已基）磷酸酯萃取色层法。取水样体积为 40L，化学回收率约 40%。样品直接沉积在直径约 20mm 不锈钢表面上，经 45°C 恒温干燥 30min 后，放入低本底 α、β 流气式正比计数器中计数。

（2）^{137}Cs

^{137}Cs 分析，采用磷钼酸铵-碘铋酸铯沉淀法。水样体积约 40L，化学回收率约 70%。样品直接抽滤在直径约 40mm 的滤纸表面上，经 105°C 恒温干燥 30min 后，置入低本底 α、β 流气式正比计数器中计数。

（3）水中氚

水样加无水碳酸钠、高锰酸钾和铜粉蒸馏至电导率低于 5μs/cm，收集蒸馏冷凝液。加闪烁液后，置于测量室内暗适应。然后放入低本底液闪谱仪测量计数。

（4）^{40}K

根据《水中钾-40 的分析方法》（GB11338-89）的规定，采用乙炔-空气火焰原子吸收分光光度法测定水样中元素钾，根据钾元素同位素丰度计算 ^{40}K 含量。

（5）总 β

水样总 β 分析采用蒸干加灼烧制样测量法。样品铺在不锈钢测量盘中，使用低本底 α、β 流气式正比计数器进行测量。

（6）γ 核素

取 30L 海水，调 pH 值至酸性，加入载体，边搅拌边加入氨水并至 pH=11，生成沉淀并分离，经反复沉淀载带，得到的沉淀物置于 105℃恒温下持续干燥 48h，磨碎称重后封装于样品盒中，使用 HPGe γ 谱仪进行分析。

7.1.2.4 土壤、潮间带土、底泥及沉积物

（1）γ 核素

土壤、潮间带土、底泥和岸边沉积物，经烘干粉碎混匀后过筛至 60 目以上，压实并密封于 Φ75mm×H50mm 园柱形塑料样品盒中，称量待测。测量有关 ^{226}Ra 项目的样

品需密封放置 20 天以上，以保证 ^{226}Ra 与其子体间放射平衡。

（2）^{90}Sr

土壤经烘干、粉碎，混匀过筛至 60 目以上。^{90}Sr 分析采用二-（2-乙基己基）磷酸酯萃取色层法，采用低本底 α、β 流气式正比计数器进行测量。

（3）总 β

采用烘干加灼烧制样测量法。样品铺在不锈钢测量盘中，采用低本底 α、β 计数装置测量样品计数进行测量。

7.1.2.5 生物样品

（1）γ 核素

生物样品经洗净与整理（除去不可食部分）后，经 105℃烘干和灰化后，压实并密封于样品盒中待测。

（2）^{90}Sr

生物样品经洗净与整理（除去不可食部分）后，烘干、炭化、灰化，制成灰样。炭化时避免明火，灰化温度控制在 600℃。灰样 ^{90}Sr 分析采用二-（2-乙基己基）磷酸酯萃取色层法，在低本底 α、β 流气式正比计数器上进行测量。

（3）有机氚

本底调查中生物样品在进行预处理（洗净、整理和烘干）后，送上海复旦大学放射医学研究所进行 OBT 的分析。OBT 的分析包括：

1）催化燃烧：将干样装入石英燃烧器，用喷灯加热催化剂区，在氧气流中进行催化氧化。尾气带着燃烧生成的水蒸气进入冷凝器，收集冷凝水。

2）氧化回流：催化燃烧后得到的冷凝水中加少量过硫酸钾，回流约 4 小时，加高锰酸钾结晶观察显色情况。如果高锰酸钾的紫红色迅速褪去，仍需继续加过硫酸钾回流，直至加入高锰酸钾后溶液呈现的紫红色不褪。

3）水样蒸馏：将氧化回流得到的溶液进行蒸馏，用五氧化二磷或过氧化钠调节蒸馏液的 pH 值，蒸馏并收集馏出液，然后进行重蒸馏，直到电导值<20μS/cm。

4）测量：用液体闪烁法测量氚。取 8ml 水样至低钾玻璃闪烁杯中，加入 12ml 的闪烁液混匀，暗适应 60 分钟后进行测量。测量仪器是美国 Perkin Elmer 公司生产的 Tri-Carb 3100TR 低本底液体闪烁分析仪，测量时间是 1000 分钟。

7.1.3 调查结果及评价

7.1.3.1 陆地γ辐射剂量率和累积剂量

本底调查中采用瞬时监测 30km 范围内原野与道路 γ 辐射剂量率，两年监测结果范围分别为 32.2~115.0nGy/h、45.6~115.1nGy/h，平均值分别为 71.4nGy/h、73.9nGy/h，各监测点之间无显著差异。调查还选取了一个室内 γ 辐射剂量率监测点，监测结果范围为 109.5~144.3nGy/h，平均值为 125nGy/h，属正常水平。原野 γ 辐射剂量率监测结果见表 7.1-4。道路和室内 γ 辐射剂量率监测结果见表 7.1-5。

调查中还获得了约 370 个点位的 γ 辐射剂量率数据，原野、道路和室内 γ 辐射剂量率监测结果范围分别为 29.6~140nGy/h、56.2~99.7nGy/h、103~145nGy/h，平均值分别为 70.8nGy/h、76.8nGy/h、120nGy/h，各监测点之间无显著差异，属正常水平。

原野、道路和室内 γ 辐射剂量率监测结果统计分析见表 7.1-6，由表可知，每年一次的监测结果与每季一次的监测结果不存在明显差异。

采用热释光剂量计（TLD）同时测量了这些点位的累积剂量，所有监测点位（含对照点）小时平均值范围分别为 61.4~181nGy/h，平均值为 100nGy/h。监测结果详见表 7.1-7。从表中可知，室内 γ 辐射累积剂量测值较高，其中小篙笃（室内）γ 辐射累积剂量按小时平均测值范围在 77.7~181nGy/h 之间，两年平均值为 143nGy/h；三沙镇（室内）γ 辐射累积剂量按小时平均测值范围在 138~252nGy/h 之间，两年平均值为 166nGy/h。

需要说明，瞬时监测得到的原野、室内和道路 γ 辐射剂量率监测结果已扣除宇宙射线的贡献，而采用 TLD 监测得到的结果未扣除宇宙射线的响应，故整体上前者比后者要小些。宇宙射线响应是在宁德地区桑园水库测量的，结果为 41.5nGy/h，在瞬时 γ 辐射剂量率监测结果中进行扣减。

除此之外，本底调查中还在硖门乡渔井里设立了一个连续监测点，获得了连续一年的监测数据（2010 年 4 月 28 日~2011 年 4 月 30 日）。结果表明，监测到的环境 γ 辐射剂量率属正常水平。连续监测结果（小时平均值）见图 7.1-9。需要说明，图中很多峰位主要来源于降雨将空气中的放射性氡钍及其子体冲刷至地面所引起的，同时也可能与其它气象因素及土壤对氡钍子体的抑制等因素有关；在 2011 年 2 月 27 日至 2011

年 3 月 15 日期间，由于供电问题，探测器未能正常工作，未能获取到监测数据。

7.1.3.2 陆地介质放射性本底水平

陆地介质包括气碘、气溶胶、沉降物、降水、地表水、饮用水、地下水、土壤、植物、动物等相关介质，测量项目包括总 α、总 β、^{3}H、^{14}C、^{90}Sr、^{137}Cs 和 γ 谱分析等。

（1）气碘

气碘监测结果见表 7.1-8。由表可见，空气中 ^{131}I 浓度均小于 MDC。需要说明，由于本底调查在第二年度取消了气碘监测项目，导致未能监测到福岛核事故释放的放射性碘对本地区的影响。

（2）空气中 ^{3}H 和 ^{14}C

空气中的 ^{3}H 与 ^{14}C 共设四个监测点位，即牛栏岗、渔井里、篔筜和对照点。空气中 ^{3}H 与 ^{14}C 测量结果见表 7.1-9。

由表可见，所有监测点空气样品中的 ^{3}H 及雨水中的氚含量均小于 MDC。对空气中的 ^{14}C，所有监测样品监测结果均大于 MDC，牛栏岗、渔井里、篔筜和福州对照点四个点位监测结果范围分别为 0.19~0.28Bq/g·碳、0.19~0.25Bq/g·碳、0.19~0.23Bq/g·碳、0.18~0.28Bq/g·碳，折合成空气体积浓度结果范围分别为 0.031~0.047Bq/m^3、0.032~0.041Bq/m^3、0.031~0.038Bq/m^3、0.030~0.049Bq/m^3。整体而言，各点位监测结果无明显差异，属正常水平。

（3）气溶胶

气溶胶测量项目有总 α、总 β、^{90}Sr 和 γ 谱分析，共设牛栏岗、渔井里、篔筜和对照点四个监测点位。详细监测结果见表 7.1-10。

对 γ 核素分析，调查中在福岛核事故后的一至两个月内均探测到了 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs，其它监测结果均低于 MDC。监测到的 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs 浓度结果都在 0.01mBq/m^3 量级，随后由于大气弥散和沉积的影响，监测结果降低到低于 MDC 的水平。

四个点位获取的 ^{7}Be 监测结果范围分别为 0.77~7.18mBq/m^3、0.38~7.65mBq/m^3、0.38~7.97mBq/m^3、0.36~7.63mBq/m^3，平均值分别为 3.49mBq/m^3、2.77mBq/m^3、3.09mBq/m^3、2.60mBq/m^3，各监测点之间的数据不存在显著差异。

除此之外，调查还测量了气溶胶中的总 α 和总 β 放射性，四个监测点位总 α 浓度

范围分别为 0.04~0.44mBq/m^3、0.02~0.29mBq/m^3、0.02~0.37mBq/m^3、0.02~0.40mBq/m^3，平均值分别为 0.13mBq/m^3、0.10mBq/m^3、0.08mBq/m^3、0.18mBq/m^3，总 β 浓度范围分别为 0.17~1.39mBq/m^3、0.13~1.40mBq/m^3、0.08~1.41mBq/m^3、0.22~1.35mBq/m^3，平均值分别为 0.66mBq/m^3、0.56mBq/m^3、0.64mBq/m^3、0.66mBq/m^3，各点位之间监测结果无显著差异。

需要说明，调查中得到的气溶胶总 α 和总 β 放射性水平呈现夏秋高（4~9 月）低、冬春高（10~3 月）的特点，可能与气候因素有关。气溶胶中放射性总 α、总 β 及 ^{7}Be 呈现相同的变化规律，详见图 7.1-10。

该次调查还监测了气溶胶中 ^{90}Sr 的浓度水平，四个监测点的监测结果范围分别为 6.73~20.0μBq/m^3、1.08~29.4μBq/m^3、5.45~13.8μBq/m^3、8.06~23.7μBq/m^3，平均值分别为 10.2μBq/m^3、12.2μBq/m^3、10.4μBq/m^3、13.0μBq/m^3，各点监测数据不存在显著差异。气溶胶中的 ^{90}Sr 主要来源于早期大气层核试验与切尔诺贝利核事故造成大气污染后的落下灰沉降。

（4）沉降物

沉降物的测量项目有总 α、总 β、^{90}Sr 和 γ 谱分析，共设四个监测点位，分别为牛栏岗、渔井里、篔筜和对照点，每季采集一个样品。监测结果详见表 7.1-11。

对 γ 谱分析，除对照点外，调查中在福岛核事故后的季度内均探测到了 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs，其它监测结果均低于 MDC。监测到的 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs 浓度结果都在 1mBq/m^2·d 量级（在 MDC 附近），随后由于大气弥散和沉积的影响，监测结果仍小于 MDC。

通过 γ 谱分析，四个监测点 ^{7}Be 的浓度范围分别为 0.09~3.58Bq/m^2·d、<0.021~1.48Bq/m^2·d、0.26~2.26Bq/m^2·d、0.36~4.07Bq/m^2·d，总 α 浓度范围分别为 0.03~0.45Bq/m^2·d、0.005~0.34Bq/m^2·d、0.05~0.33Bq/m^2·d、0.13~0.38Bq/m^2·d，总 β 浓度范围分别为 0.11~1.00Bq/m^2·d、0.03~0.67Bq/m^2·d、0.15~0.74Bq/m^2·d、0.25~0.54Bq/m^2·d，各点位之间的监测结果不存在显著差异。整体上而言，其年内周期变化规律与气溶胶中的 ^{7}Be、总 α、总 β 的变化规律相同。

除此之外，调查中还测量了沉降灰中的 ^{90}Sr 浓度，四个监测点的浓度范围分别为 1.72~10.9mBq/m^2·d、9.15~29.8mBq/m^2·d、2.59~12.5mBq/m^2·d、7.16~9.41mBq/m^2·d，各点位之间的监测结果不存在显著差异。

（5）饮用水

饮用水测量项目有总 α、总 β、^{3}H 和 ^{137}Cs，共设太姥山（自来水厂）、文渡工业园、硖门（镇政府）、对照点四个监测点位，监测结果详见表 7.1-12。

由表可知，四个监测点位的总 α 监测结果除一个数值在 MDC 附近外，其它监测结果均小于 MDC；总 β 监测结果范围分别为 0.04~0.06Bq/L、0.04~0.07Bq/L、0.06~0.08Bq/L、0.06~0.10Bq/L；对饮用水中 ^{3}H，第一年度监测未采用电解浓缩，所有点监测结果均小于 MDC，第二年度采用电解浓缩进行样品处理，监测到四个点位饮用水中氚结果分别为 0.43~0.77Bq/L、0.47~0.65Bq/L、0.36~0.48Bq/L、0.56~0.58Bq/L；对 ^{137}Cs，范围分别为 0.3~0.7mBq/L、0.3~0.6mBq/L、0.3~0.8mBq/L、0.3~0.5mBq/L，四个监测点位的总 α、总 β、^{3}H 和 ^{137}Cs 监测结果不存在明显差异。

（6）地下水

地下水的测量项目有总 α、总 β、^{3}H、^{90}Sr 和 ^{137}Cs，共设牛栏岗、渔井里和福州对照点三个点位，监测结果详见表 7.1-13。

由表可知，三个监测点位地下水中总 α 除 2010 第一季度在牛栏岗测量值为 0.04±0.01Bq/L 外，其它监测结果均小于 MDC；对总 β，其监测结果范围分别为 0.05~0.15Bq/L、0.08~0.13Bq/L、0.22~0.39Bq/L，各监测结果不存在显著差异。

该次调查还测量了地下水中的 ^{3}H，第一年未采用电解浓缩方法进行测量，所有监测结果均小于 MDC；第二年度采用电解浓缩方法进行样品处理，三个点位的监测结果范围分别为 0.32~0.61Bq/L、0.49~0.54Bq/L、0.58Bq/L。

该次调查还给出了地下水中 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的浓度水平，其中牛栏岗地下水中 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的浓度范围分别为<0.3~0.6mBq/L、1.3~1.6mBq/L，渔井里地下水中 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 的浓度范围分别为<0.3~0.3mBq/L 和 2.0~2.2mBq/L，对照点相应监测结果范围分别为<0.3mBq/L 和 2.2~3.3mBq/L。总体而言，各监测点之间的总 α、总 β、^{3}H、^{90}Sr 和 ^{137}Cs 浓度水平不存在显著差异。

（7）地表水

地表水测量项目有总 β、^{3}H、^{90}Sr 和 γ 谱分析，共设 6 个监测点位，分别为桑园水库、瑞云水库、平桥水库、赤溪、水北溪和对照点。监测结果详见表 7.1-14。

由表可知，通过 γ 谱分析获得的人工放射性核素 ^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs、^{54}Mn、^{110m}Ag 均处于低于 MDC 的水平。对总 β，所有监测点的浓度均处于 0.02~0.11Bq/L 范围之内。

对地表水中的氚浓度，第一年度未采用电解浓缩方法，所有监测结果均小于 MDC，第二年度样品委托采用电解浓缩进行处理，监测结果范围为 0.32~0.66Bq/L。

调查中还给出了地表水中 ^{90}Sr 的监测结果，所有监测点位监测结果范围为 1.5~3.3mBq/L，各监测结果之间不存在显著差异。

（8）土壤

土壤的测量项目有总 β、^{90}Sr 和 γ 谱分析，共设 10 个监测点位，详细监测结果见表 7.1-15。

调查中通过 γ 谱分析给出了土壤中天然放射性核素 ^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K 的浓度水平和核电厂排放重要人工放射性核素 ^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs、^{54}Mn 的浓度水平，其中，各个天然放射性核素浓度范围分别为 8.6~61.4Bq/kg·干、12.4~65.8Bq/kg·干、22.0~118Bq/kg·干、507~1260Bq/kg·干，其中，^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th 三个放射性核素浓度之间呈现较好的正相关性；通过 γ 谱分析给出的人工放射性核素浓度水平除 ^{137}Cs 外，其它所有核素浓度水平均低于 MDC，在所有土壤样品中均检出了人工放射性核素 ^{137}Cs，其浓度范围为<0.32~6.28 Bq/kg·干。

通过放化分析，本次调查还给出了土壤中的 ^{90}Sr 浓度水平，监测结果显示所有监测点位土壤中 ^{90}Sr 浓度范围为 0.50~2.84 Bq/kg·干。

土壤中的 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 均来自早期大气层核试验与切尔诺贝利核事故造成的大气污染在土壤中累积。

调查中还给出了土壤中的总 β 放射性水平，所有监测点结果范围为 0.64~1.47×10^3 Bq/kg·干，各监测点数据不存在显著差异。

（9）地表水底泥与岸边沉积物

地表水底泥与岸边沉积物的测量项目有总 β、^{90}Sr 和 γ 谱分析，监测结果详见表 7.1-16。

通过 γ 谱分析，除 ^{137}Cs 外，其它人工放射性核素浓度水平均小于 MDC；在大部分地表水底泥和岸边沉积物样品中均检出了 ^{137}Cs，其浓度范围分别为 0.51~5.90Bq/kg·干、<0.30~4.89Bq/kg·干。

对总 β，本次调查地表水底泥和岸边沉积物样品各监测点的浓度范围分别为 0.84~1.18×10^3Bq/kg·干、0.63~1.17×10^3Bq/kg·干。

调查中还给出了地表水底泥和岸边沉积物中 ^{90}Sr 的分析结果，其浓度范围分别为

0.56~0.80Bq/kg·干、0.31~1.02Bq/kg·干，与土壤中 ^{90}Sr 的浓度水平相当，各监测点之间不存在显著差异。

（10）陆生生物

陆生生物的测量项目有总 β、^{90}Sr 和 γ 谱分析，共涉及 9 种生物样品（包括大米、萝卜、柚子、叶菜、甘薯、猪肉和淡水鱼，指示生物除外），采样点位为碳门、太姥山和对照点。监测结果见表 7.1-17。

通过 γ 谱分析，调查中除了在大部分生物样品中检出了 ^{137}Cs（大米：0.02~0.16Bq/kg·鲜；萝卜：<0.01~0.05 Bq/kg·鲜；叶菜：<0.01~0.08Bq/kg·鲜；柚子：<0.01~0.04Bq/kg·鲜；甘薯：<0.01~0.05Bq/kg·鲜）外，其它所有样品的所有核素监测结果均为小于 MDC。

对总 β 和 ^{90}Sr，各生物介质监测结果范围分别为：

- 大米：总 β 24.2~42.4Bq/kg·鲜；
- 萝卜：总 β 35.4~67.6Bq/kg·鲜；
- 叶菜：总 β 37.7~71.0Bq/kg·鲜；^{90}Sr 19.6~42.6mBq/kg·鲜；
- 柚子：总 β 35.5~51.4Bq/kg·鲜；
- 甘薯：总 β 56.1~101.5Bq/kg·鲜；^{90}Sr 21.1~42.5mBq/kg·鲜；
- 猪肉：总 β 68.2~97.6Bq/kg·鲜；^{90}Sr 18.2~30.4mBq/kg·鲜；
- 淡水鱼：总 β 66.2~108.6Bq/kg·鲜。

（11）陆生指示生物

本底调查选定的陆生指示生物为松针和茶叶，测量的项目有总 β、^{90}Sr、组织自由水氚（TFWT）、有机结合氚（OBT）和 γ 谱分析，共设三个监测点，分别为太姥山、碳门和对照点，监测结果见表 7.1-18。

通过 γ 谱分析，松针和茶叶中 ^{137}Cs 的浓度范围分别为<0.02~0.10Bq/kg·鲜、0.03~0.13 Bq/kg·鲜，其它人工放射性核素浓度水平均低于 MDC。整体而言，各监测点的监测结果之间不存在显著差异。

松针和茶叶总 β 监测结果范围分别为 49.1~148.7Bq/kg·鲜、89.1~130.2Bq/kg·鲜，^{90}Sr 的监测结果范围分别为 0.33~2.67Bq/kg·鲜、0.12~0.27Bq/kg·鲜，TFWT 监测结果范围分别为 0.60~1.0Bq/kg·鲜、<0.8~1.1Bq/kg·鲜；对 OBT，监测结果范围分别为 0.13~1.00Bq/kg·鲜、0.08~0.13Bq/kg·鲜。

7.1.3.3 海洋介质放射性本底水平

海洋介质包括海水、海底泥、潮间带土、海洋生物。测量项目包括总 β、^{3}H、^{90}Sr、^{40}K、γ 核素、TFWT 和 OBT 等。

（1）海水

海水中放射性本底调查共设 17 个海水监测点位，监测项目有去钾总 β、^{3}H、^{90}Sr、^{40}K 和 γ 核素分析，其中 γ 核素分析除前述主要人工核素 ^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs、^{54}Mn 外，还增加了 ^{110m}Ag 测量项目。各监测点位的 GPS 位置见表 7.1-19；监测结果（除氚外）详见表 7.1-20，海水氚监测结果见表 7.1-21。

通过 γ 谱分析，在部分海水样品中检出了 ^{137}Cs（范围为<1.4~2.0mBq/L），其它所有样品的所有核素（包括 ^{110m}Ag 在内）的监测结果均为小于 MDC。

该次调查还给出了海水中 ^{40}K 的监测结果，其范围为 10.2~13.0mBq/L。对去钾总 β，本次调查各监测点的浓度范围为 0.02~0.05Bq/L。

该次调查还给出了海水中 ^{90}Sr 和 ^{3}H 的分析结果，其浓度范围为 1.0~2.2mBq/L、0.24~0.91Bq/L，各监测点之间不存在显著差异。由于海水中 ^{3}H 的监测采用了电解浓缩方法进行处理，因此获得了较低的 MDC，大部分监测结果均处于<1Bq/L 的水平。

（2）海底泥

海底泥的测量项目包括总 β，^{90}Sr 和 γ 核素，共设 8 个监测点位。监测结果详见表 7.1-22。

通过 γ 谱分析，在部分海底泥样品中检出了 ^{137}Cs（范围为 1.16~4.10Bq/kg·干），其它所有样品的所有核素监测结果均为小于 MDC。

对总 β，各监测点的浓度范围为 0.60~1.00×10^{3}Bq/kg•干。调查还给出了海底泥中 ^{90}Sr 的分析结果，其浓度范围为 0.56~1.08Bq/kg•干。

（3）潮间带土

潮间带土的测量项目包括总 β，^{90}Sr 和 γ 核素分析，共设 7 个监测点位，测量结果见表 7.1-23。

通过 γ 谱分析，在部分潮间带样品中检出了 ^{137}Cs（范围为<0.28~3.30Bq/kg•干），其它所有样品的所有核素监测结果均为小于 MDC。

对总 β，各监测点的浓度范围为 0.60~1.16×10^{3}Bq/kg•干。调查还给出潮间带土中 ^{90}Sr 的分析结果，其浓度范围为 0.38~1.12Bq/kg•干，各监测结果不存在显著差异。

（4）海洋生物

海洋生物的测量项目包括总 β，^{90}Sr、组织自由水氚（TFWT）和 γ 核素等，共涉及爬虾、螃蟹、紫菜、蛏子、跳鱼、章鱼 6 种生物（指示生物除外），测量结果见表 7.1-24。

通过 γ 谱分析，该次调查所有海洋生物样品中的所有人工核素监测结果均为小于 MDC。对总 β 和 ^{90}Sr，各生物介质监测结果范围分别为：

- 爬虾：总 β 26.9~74.8Bq/kg•鲜；^{90}Sr 19.8~68.4mBq/kg•鲜；
- 螃蟹：总 β 39.4~66.9Bq/kg•鲜；^{90}Sr 106~231mBq/kg•鲜；
- 紫菜：总 β 93.3~207.3Bq/kg•鲜；^{90}Sr 25.2~101mBq/kg•鲜；
- 蛏子：总 β 7.5~31.6Bq/kg•鲜；^{90}Sr 5.9~24.8mBq/kg•鲜；
- 跳鱼：总 β 68.9~88.1Bq/kg•鲜；^{90}Sr 63.0~223mBq/kg•鲜；
- 章鱼：总 β13.4~62.6Bq/kg•鲜；^{90}Sr 22.6~54.9mBq/kg•鲜。

（5）海洋指示生物

海洋指示生物为牡蛎和海带，测量项目包括总 β，^{90}Sr、TFWT、OBT 和 γ 核素分析，共设三个监测点位，监测结果详见表 7.1-25。

通过 γ 谱分析，该次调查在部分牡蛎和海带样品中人工放射性核素浓度水平均低于 MDC。海洋指示生物牡蛎和海带中总 β 监测结果范围分别为 13.6~67.9Bq/kg•鲜、42.1~155.1Bq/kg• 鲜，^{90}Sr 的监测结果范围分别为 23.0~68.2mBq/kg• 鲜和 21.7~102mBq/kg•鲜；对 TFWT，大部监测结果均小于 MDC，仅测到的两个监测数据也在 MDC 附近；对 OBT，两种指示生物的监测结果范围分别为 0.04 Bq/kg•鲜和 0.05~0.9 Bq/kg•鲜。

7.1.4 质量保证

浙江省辐射环境监测站在承担本次辐射本底调查时制定了详细的质量保证大纲，以用于指导调查的质量保证工作。在调查过程中，通过严格的质量控制措施，保证了监测数据质量，完成了本次调查工作。

7.1.4.1 组织与人员资格

针对本次调查，调查单位成立了专门项目组，由项目负责人负责，下设现场监测、

现场采样、样品制备及实验室分析负责人。项目负责人接受监测单位技术管理层和质量负责人的管理以及质量监督员的监测。本次调查组织机构图见图 7.1-11。对项目组人员的资格要求如下：

- 监测人员：具初级以上职称，所拥有的专业技术知识和经历与从事的监测工作相对应，持上岗操作资格证和监测项目合格证，能独立地完成从事的监测工作。
- 报告审核人：具有中级以上技术职称，从事监测工作 5 年以上，具有丰富的专业知识和经验，拥有的专业技术知识和经历与报告审核范围相对应。
- 报告签发人：具有高级工程师以上技术职称，从事监测工作 5 年以上，掌握所授权范围的专业知识，熟悉监测方法，能正确评判报告的规范性和准确性，有一定的组织管理能力。
- 质量监督员：具有工程师以上专业技术职称，对本底调查单位质量管理体系及本部门监测工作比较熟悉，能全面了解本部门开展的监测方法，具备正确地检查本部门所有的监测结果的准确性和可靠性的能力。

7.1.4.2 监测设备的质量控制

（1）检定

参与本底调查的仪器设备，按照量值溯源关系，定期经计量部门检定，保证检定/校准结果能够溯源到国家计量基准，检定合格后可使用，并定期进行期间核查。必要时，参加适当的实验室间比对。一般辅助设备，由本底调查单位质量控制室会同分析测试中心制定校准方法，对仪器进行定期功能检查。调查期间主要仪器检定和核查情况见表 7-1.26。

（2）测量仪器的刻度

对 γ 谱仪，定期测量 μCi 级 ^{60}Co 点源 1.33MeV 射线的能量分辨率（FWHM），保证其分辨率在 1.95keV 以内（2009 年能量分辨率为 1.87keV、2010 年能量分辨率为 1.88keV）。在日常测量时，检查每个样品谱的 ^{40}K 峰能量分辨率，保证其分辨率在 2.30keV 以内，最大不超过 2.50keV。除此之外，每周用含 ^{226}Ra 和 ^{40}K 的土壤刻度体源检验仪器 ^{226}Ra（0.352MeV）和 ^{40}K（1.461MeV）峰中心道的道址，保证峰位漂移在最初调试峰道的 2‰以内。2009 年、2010 年 γ 谱仪 ^{226}Ra (0.352MeV)和 ^{40}K(1.461MeV)

峰的道漂均小于 1‰，表明仪器短期稳定性符合操作规程的要求。

（3）装置的性能检定

— 低水平测量装置的 χ^2 检验

每年进行一次测量装置的本底或长寿命样品源的计数率的泊松分布 χ^2 检验。低水平放射性装置泊松分布检验结果列于表 7.1-27。

— 仪器测量稳定性检验

为了检验测量装置的长期稳定性，要求每台在一起在正常工作条件下获得测量值 20 个以上，计算平均值和标准差，绘制质控图，检查以后在该测量条件下获得的本底或效率是否在控制范围内。当发现异常时，需对仪器进行调整，重新绘制质控图。该次调查使用的主要发射性测量仪器有高纯锗 γ 谱仪，低本底 α、β 测量装置和液闪谱仪，对每台仪器均进行了长期稳定性检验，绘制了本底和效率的质量控制图。

（4）仪器使用

参与本底调查监测人员严格按照仪器的操作规程使用仪器，并持有相应的监测上岗证，若是没有相应证件的人员操作时，在有证人员的指导下按现行有效版本的作业指导书中规定的程序实施。监测人员在操作仪器设备前后均检查其状态和环境条件并记录。

（5）设备管理

所有在用仪器设备（包括计算机软件）都采用统一编号并张贴在仪器设备的醒目处，作为唯一性标识。所有在用仪器设备采用“三色标识”表明其受控及校准状态，标识上注明仪器设备编号、校准日期、有效期、校准单位。

所有在用仪器设备均规定专人保管保养，负责安全处置、运输包装及维护等，认真填写设备使用记录，确保仪器设备功能正常。借用仪器设备时必须得到批准并双方签订协议，交接时进行其功能和校准状态检查，必要时须配带相关资料，在确认能满足监测要求时方可使用。所有监测仪器建立设备档案。

（6）标准物质

本底调查监测工作所用的标准物质必须是有证标准物质，且在有效期内。监测人员领用的标准物质必须妥善保管并标识，在有效期内使用，使用时做好相关记录。标准物质需定期进行期间核查，期间核查内容以检验标准源的活度为主，核查周期 1 次/年。本调查中使用的放射性标准物质见表 7.1-28。

7.1.4.3 测量过程的质量控制

（1）陆地γ辐射剂量测量

常规监测点位，均用 GPS 确定其经纬度并将点位的特征物拍照备案，保证点位的重现性。

测量仪器每年由上海市计量测试技术研究院检定一次，校准因子年变化范围<3%；带有检验源的仪表每次测量前后用仪器所带的检验仪器的工作效率，效率变化大于15%的仪器停止使用，重新检修、刻度；变化在 15%以内的，则对该天测量数据作效率修正。

每年作一次宇宙射线响应值的测定。监测人员用经过检定的高压电离室（RSS131）和塑料闪烁体剂量率仪（FH40G）在选定的水库面上测量宇宙射线响应。

仪器检修后，在稳定辐射场重新检定。

（2）环境γ 辐射累积剂量测量

每批次布放热释光剂量计前进行严格的选片，即控制剂量计的均匀性。具体方法为将全部剂量计以相同的剂量辐照并读出，计算每个剂量计的评定值（E），并取出其中的最大值（E_{max}）和最小值（E_{min}），须满足：

$$\frac{E_{\max}-E_{\min}}{E_{\min}} \le 30\%$$

每年对热释光剂量计进行线性度检验。具体方法为准备 80 个剂量计，分 4 组用不同的剂量进行辐照，每组辐照条件均相同，求出每个剂量计的评定值（E）。对于 4 组辐照中的每一次，计算 20 个剂量计的平均评定值（$\overline{Ei}$）、平均值的置信区间（Ii）和辐照剂量约定真值（Ci）须满足：

$$0.90 \le \frac{\overline{Ei} \pm Ii}{Ci} \le 1.10 \qquad (i=1\sim8)$$

热释光剂量计线性度检验结果见表 7.1-29。

每次测量前、测量过程中和测量结束后，分别测量仪器的参考光源与本底读数各十个，若参考光源的读数与仪器的本底值大于日常平均值±3 倍标准差，则仪器为不正常工作，需关机。待一段时间后再重复上述工作，直到仪器恢复正常为止。

定期从将布放到现场的 TLD 中选取一批剂量计片送中国计量科学研究院照射进行剂量传递，用以刻度本站的热释光读出器，确保 TLD 监测数据能够直接追溯到国家计量标准。热释光剂量测量装置剂量检验结果列于表 7.1-30。

7.1.4.4 实验室环境质量控制

对用于本底调查监测的设施和环境条件按照程序进行有效的控制，以保证监测结果有效和对所要求的测量质量没有不良影响。

实验室设施均满足监测的需要，其内、外环境不应影响监测质量。对非固定场所环境的影响及控制制定专门的规定。

凡标准有要求或环境对结果有影响的实验室，对环境条件进行监测、控制、记录和内部整理。特别对温度、湿度、灰尘、电磁干扰、辐射、供电、声级和振动等予以重视。当环境条件对监测结果可能造成影响时，停止监测。

将监测区域与非监测区域严格分离，并对监测区域进行有效控制，防止无关人员进入和使用监测区域。

7.1.4.5 样品的控制

（1）采样

项目负责人根据监测方案组织实施采样，采样人员负责现场采样、填写采样记录单并实施样品的编号、运输和交接。

采样工作必须同时有二人以上（含）共同完成，其中一人承担监督的职责，监督人员对采样的全过程进行有效的监督，确保采集的样品具有代表性、可靠性和有效性。

采样人员按采样方案进行现场采样，采样过程中认真填写现场采样记录单，绘制采样点位示意图或数码相机摄像，因客观情况（如天气、企业工况、时间安排等）须对采样方式作不影响监测结果的变动时需在采样记录及监测记录中加以说明。

（2）监测

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

（3）流转

样品按照分析顺序流转，交接签收时检查样品的状况。监测人员对监测完毕的样品，加贴状态标识以免发生混淆，使样品具有可追溯性。

样品在制备、测试、传递过程中加以防护，严格遵守有关样品的使用说明，避免受到非正常损坏。样品如遇意外损坏或丢失，详细记录其情况，并追查责任，及时与业主联系采取补救措施。

（4）贮存

监测人员监测结束后的样品应及时通知样品管理员取回样品库保存，包括经监测不合格或无法监测的样品。

为了避免监测的样品在存储、处置和监测过程中发生非正常损坏，监测部门及样品库应具备适当的设施和环境条件、安全措施进行分类定位存放，以保证监测结果的准确可靠。

7.1.4.6 实验室分析测量

项目负责人在监测前需对监测方法进行确认，当规定的监测方法是非标准方法时，应征得客户的同意，按作业指导书的规定执行。所有非标方法的来源、审批及方法文件应连同原始记录一并存档。

监测人员检查测量设备是否正常完好，其校准状态标识是否有效，并做好相关的记录；检查监测环境条件是否符合监测要求，如监测对环境有控制要求，应做好环境监控记录。

监测人员首先保证人员、仪器设备、样品的安全，并分析确定是否需停止监测工作。在确认设备、样品均正常后，应对保存下来的监测结果进行分析，若有效则可予采用，并继续进行监测；若无效，对于可恢复的监测，应重新安排监测；对无法恢复的监测，应启用备样进行监测。监测中发生的异常情况应及时在监测原始记录中记录，并报告项目负责人。当监测无效时，应报告技术管理层，由技术管理层决定处理方法。

7.1.4.7 数据处理的质量控制

（1）数据记录

每个样品从采集、预处理、分析测量到结果计算的全过程及现场监测数据，按照规定的格式和内容，作清楚、详细、准确的记录，不得随意涂改。如需修改，则在修改处加盖个人印章并注明原因。

（2）数据检查

在对原始数据进行必要的整理、分析之前，首先逐一检查原始记录是否按照规定的要求填写正确。如发现有误，反复核算后予以纠正。

（3）数据复审

在数据处理过程中，选择合适的统计技术，对计算方法和结果进行复审。复审由2人独立进行计算或由未参加计算的人员进行核算。审查无误后由审核人签名。

（4）数据保存

所有的监测记录和质量保证编制文件一般应保存到核设施停止运行后 10 年至几十年，环境监测结果长期保存。

7.1.4.8 质控样品

按照质量保证的要求，实验室分析样品需做好质保样分析测量工作，质控样为实验室分析样品数的10%，1~2%外检。样品数少于10个，至少有1个平行样和1个加标样。质控样品包括盲样、加标样、平行样、方法比对等。各类质控数据见表7.1-31~表7.1-35。从表可知本次调查质控样品数量和测量质量基本上满足调查质量保证要求。

7.1.5 一号机组运行期间的环境监测

宁德核电厂一号机组已经于2012年9月28日完成首次装料并于11月24日首次达到临界，电厂环境实验室已经具备了相关的分析能力，并开展了监测工作。结合电厂2012年11月以来的监测成果，对厂址周围的最新辐射本底状况进行分析。

7.1.5.1 大气环境辐射监测

大气环境辐射监测包括KRS（厂区辐射监测系统）γ剂量率实时监测、TLD累积γ剂量监测、环境γ剂量率定点瞬时监测、气溶胶、气碘等。

（1）KRS（厂区辐射监测系统）γ剂量率实时监测

KRS 系统是电厂正常运行和事故期间环境辐射监测的重要组成部分，由中央站和13个γ辐射监测子站（厂区AS1~AS7，厂外BS1~BS6）组成。表7.1-36给出了2012年11月至2013年10月的KRS各子站γ剂量监测结果。

从表中可以看出，厂区 AS1~AS7 站 γ 剂量率各月份监测范围平均值为0.077~0.147μGy/h，最大值0.101~0.208μGy/h，厂外BS1～BS6监测站环境γ剂量率监测范围平均值为0.071~0.179μGy/h，最大值0.087~0.297μGy/h。对比表7.1-4~表7.1-6中本底γ剂量率水平可以看出，电厂各监测站测得的γ剂量率较本底无大范围变化，仍属于运行前的本底涨落范围以内。

（2）TLD 累积γ剂量监测

根据电厂 2012 年第 12 月、2013 年 3 月、6 月、9 月共四个季度的 TLD 累积γ剂量率监测结果，厂区内 TLD 累积γ剂量率监测值范围为 0.094~0.115μGy/h，厂外γ剂量率测量范围为 0.071~0.173μGy/h。各点位测量结果详见表 7.1-37。由表可知，各监测点 TLD 累积γ剂量率仍处在较低水平，较之本底调查监测到的 TLD 累积γ辐射剂量率平均值变化不大，仍属正常水平。

（3）γ剂量率巡测

根据电厂 2012 年第 11 月、2013 年 2 月、5 月和 8 月共 4 个季度的 50 个监测点（厂内 21 个、厂外 29 个）γ剂量率巡测结果，厂内γ剂量率监测值范围为 0.066~0.128μGy/h，厂外γ剂量率测量范围为 0.062~0.137μGy/h。厂区内和厂区外的γ剂量率巡测结果见表 7.1-38 和表 7.1-39。由表可知，各监测点γ剂量率仍处在较低水平，与前期本底监测结果相比变化不大，仍属正常水平。

（4）气溶胶

电厂共对厂区内 4 个监测点进行气溶胶监测分析，对当天采集来的样品和衰变 7 天后的样品进行总 α、总 β 分析。表 7.1-40 给出了电厂气溶胶的总 α、总 β 浓度。从表中可以看出，厂区内监测点测得的总 α、总 β 放射性浓度平均值如下：电厂东护岸 α：0.045~0.165mBq/m^3，β：0.386~1.796mBq/m^3；气象塔，α：0.033~0.113mBq/m^3，β：0.353~1.432mBq/m^3；西护岸，α：0.075~0.161mBq/m^3，β：0.617~1.447mBq/m^3；北堤，α：0.042~0.13mBq/m^3，β：0.435~1.753mBq/m^3。

（4）气态碘

电厂每周对厂内 AS3 站进行放射性气态碘取样分析，碘盒样品未检测出 ^{131}I 和 ^{133}I。

7.1.5.2 陆地环境监测

（1）淡水

淡水主要监测饮用水、雨水、地表水和地下水。

饮用水主要监测文渡、秦屿、牛栏岗三个点，每半年监测一次。雨水监测则为厂区内 AS2 和 AS3，每两个月一次。地表水主要监测瑞云水库、平桥水库、桑园水库、赤溪四个监测点。监测结果见表 7.1-41。根据监测结果，氚放射性浓度中，除平桥水库浓度为 1.03Bq/L 外，其余各点浓度均小于探测下限；γ核素分析显示人工核素均未

检出，仍属正常水平。

地下水监测厂内布置 N1、N2 两个点，每个月监测一次，厂区外为渔井和牛栏岗两个点，每半年监测一次。厂区内两个地下水井的监测结果显示，总 β 放射性测量范围为 0.23~6.15Bq/L；地下水氚浓度最大为 1.47Bq/L。对电厂厂区内和厂区外渔井和牛栏岗 2 个监测点的 γ 谱测量中，均未发现人工放射性核素。地下水测量结果见表 7.1-42。

（2）陆生动植物

对陆生植物的监测包括白萝卜、叶菜、甘薯、草、大米和柚子，陆生动物的监测包括猪肉和杂鱼，以及指示生物茶叶和松针。监测的结果见表 7.1-43。在监测结果中，植物样品中的白萝卜、甘薯、大米、柚子，动物样品中猪肉，指示生物中的茶叶和松针均检测出高于探测限的 ^{137}Cs，其余放射性人工核素未被检出，与本底调查基本一致，生物样放射性核素浓度在本底范围内波动。

（3）土壤

对土壤选取渔井地区的土壤样品进行监测，监测结果显示，在土壤样品中检出 ^{137}Cs 核素，其浓度为 7.01Bq/kg·干。与前期本底监测结果相比变化不大，仍属正常涨落范围。

7.1.5.3 海洋环境监测

（1）海水

海水样品的放射性核素分析结果见表 7.1-44，辐射监测的内容主要包括 γ 核素、^{40}K、去 K 总 β 等。其中，总 β 范围为 0.06~0.25Bq/L。除部分样品中检测出高于探测限的 ^{137}Cs 外，其余人工放射性核素均未检出。对比本底调查数据，海水放射性核素浓度在本底范围内。

（2）海洋生物

对海洋生物的监测包括甲壳类的爬虾、螃蟹，藻类的紫菜，软体类的蛏子、章鱼，鱼类的跳鱼、杂鱼，以及指示生物的海带和牡蛎进行了放射性监测，共采集有样品 29 个。监测结果见表 7.1-45。所有样品中均未检测出人工核素，海带中有机氚含量小于探测限。

（3）海洋沉积物

2012 年 8 月期间对厂址附近海域进行了潮下带土和潮间带土的样品采集，其放射

性核素的浓度分析结果见表 7.1-46。根据检测结果，^{137}Cs 在部分潮间带样品中检出，与本底调查基本一致，放射性核素浓度在本底范围内波动。

7.1.6 结论

根据我国相关法规要求，建设单位在宁德核电厂一、二号机组首次装料前已委托浙江省辐射环境监测站完成了电厂运行前的辐射环境本底调查，承担单位通过严格的质量控制，获得了核电厂运行前本底调查所需的连续两年的合理可靠监测数据。

调查结果和数据对比分析表明：该次辐射环境监测结果能够较好地反映目前厂址附近区域的环境辐射现状水平，包括环境 γ 辐射水平、陆地和海洋环境介质放射性核素浓度水平，总体均处于正常水平，未见显著的差异。调查得到的环境介质中的人工放射性核素主要是来源于早期大气核试验污染大气后落下灰在环境中累积的 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr，除此之外还监测到了在自然环境中本来就存在的 ^{3}H 和 ^{14}C；在 2011 年 3 月 11 日日本福岛核事故后的一至两个月内还在空气气溶胶和沉降灰样品中检测到了可能来自该事故释放的 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs，随后这两个核素由于弥散和沉降等原因降低到 MDC 水平以下，而在其它各类环境介质中均未发现来自福岛核事故的影响。

宁德核电厂一期工程 1 号机组已经于 2012 年 11 月 26 日完成首次装料，环境实验室也逐渐具备了相应分析能力，通过对大气、陆地和海洋部分介质样品的分析，并与本底调查的部分数据进行比较，截止至 2013 年 10 月，宁德核电厂装料后未对厂址周围的环境产生明显影响，厂址附近环境辐射水平与本底调查基本一致。

7.1.7 参考资料

[1] 浙江省辐射环境监测站，福建宁德核电厂一期工程环境辐射水平调查总报告，2011 年 12 月。

[2] 宁德核电有限公司，宁德核电厂流出物监测、环境监测、气象监测月报，2012 年 11 月~2013 年 10 月。

7.2 运行期间的环境监测

7.2.1 运行期间环境监测计划

7.2.2 核电厂环境监测设施

7.2.3 应急监测

7.2.4 参考资料

表（略）

表 7.2-1 宁德核电厂环境监测方案（2 张）

表 7.2-2 宁德核电厂环境监督与监测方案调整前后差异性比较

表 7.2-3 辐射环境监测分析测量方法、使用仪器及探测下限

表 7.2-4 厂区内环境 γ 辐射监测站主要设备

表 7.2-5 厂区外环境 γ 辐射监测站主要设备

表 7.2-6 KRS 中央监测站主要设备

表 7.2-7 环境监测车主要仪器设备

表 7.2-8 环境实验室各房间分布

表 7.2-9 环境实验室主要仪器设备（2 张）

表 7.2-10 宁德核电厂应急环境监测初步方案

表 7.2-11 宁德核电厂环境应急测量分析方法

图（略）

图 7.2-1 厂区内 γ 辐射连续监测系统布点图

图 7.2-2 厂区外 γ 辐射连续监测系统布点图

图 7.2-3 海水监测布点图

图 7.2-4 γ 辐射剂量率巡测布点图

图 7.2-5 季度瞬时 γ 辐射剂量率及 TLD 监测布点图

图 7.2-6　陆地水、底泥、饮用水监测布点图

图 7.2-7　土壤、潮间带土、潮下带土监测布点图

图 7.2-8　KRS 系统结构示意图

图 7.2-9　自动气象站与环境实验室位置图

图 7.2-10　环境实验室平面布置图（2 张）

7.2 运行期间的环境监测

为确保电厂运行期间排放的放射性物质和有害化学物质对周围环境和居民的影响符合我国辐射防护和环境保护的要求，并遵循“可合理达到的尽可能低”（ALARA）的原则，宁德核电厂制定了运行期间的环境监督与监测大纲，开展核电厂址周围环境的常规监测，具体由福建宁德核电有限公司化学环保处统一负责。本节描述宁德核电厂环境监测计划及监测设施。

运行期间的环境监测应满足以下法规和标准的要求：

- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- 《环境核辐射监测规定》（GB 12379-90）
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）
- 《核电厂环境辐射监测规定》（EJ/T 1131-2001）
- 《核电厂辐射防护设计》（HAF 0209-90）
- 《海洋监测规范》（GB 17378.1~7-2007）
- 《海水水质标准》（GB 3097-1997）
- 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）

7.2.1 运行期间环境监测计划

7.2.1.1 监测目的

运行期间的环境监测目的是：

- 为评价环境辐射安全和估算公众剂量提供依据；
- 测定核电厂周围环境介质中的核素浓度和环境 γ 剂量率水平，结合流出物排放的情况评估核电厂运行对周围环境的影响和对公众产生的辐射剂量及潜在照射；
- 发现核电厂周围地区放射性及核电厂排放的非放射性物质变化异常现象，及时查找原因，鉴别污染来源，追踪污染趋势并修正监测方案；
- 评估与验证核电厂放射性流出物排放控制的有效性；
- 验证放射性流出物排放及其环境影响是否符合国家有关规定和标准。

7.2.1.2 监测范围及布点

根据宁德核电厂环境监督监测大纲，宁德核电厂的辐射环境监测范围为：

- 陆地：环境γ辐射水平调查范围为20km，重点监测核电厂周围半径10km范围，满足国家标准GB6249-2011对运行期间常规监测范围的要求；
- 海洋：重点监测核电厂周围10km范围，特别关注厂址周围的海产品养殖场和核电厂液体总排放口附近海域，包括循环冷却水进水口附近、文渡湾、晴川湾，监测重点是核电厂周围海域中的生物及海水中的氚。

环境监测布点考虑以下原则：

- 关键居民组居住地区；
- 放射性核素对关键居民组的关键照射途径；
- 关键核素；
- 最大风频下风向；
- 与本底调查的一致性；
- 取样点地理位置的特点；
- 水域潮汐规律；
- 核电厂流出物排放方式及特点；
- 监测区域的陆地生物和海洋生物生长周期、采样品种的代表性；
- 环境敏感点，包括对晴川湾、文渡湾的水产养殖以及海滨浴场；
- 对照点：选在厂址WSW方位约86km的宁德市。

图7.2-1和图7.2-2分别给出了厂区内外的γ辐射剂量率连续监测布点图，图7.2-3给出了海水采样布点图；图7.2-4给出了γ辐射剂量率巡测路线布点位图；图7.2-5给出了季度瞬时γ剂量率监测和TLD监测布点图；图7.2-6给出了陆地水及底泥和饮用水监测布点图；图7.2-7给出了土壤、潮间带土、潮下带土监测布点图。

7.2.1.3 监测项目

运行期间的辐射环境监测项目包括环境γ辐射剂量和剂量率、陆地介质与海洋环境介质放射性核素浓度，重点关注对关键居民组影响最大的环境介质和排放核素，监测介质主要为大气、水、土壤、沉积物、陆生生物与海生生物。宁德核电厂一号机组运行以来，已经开展了近一年多的环境监测工作。结合电厂实际监测工作开展情况，

宁德核电厂拟对三、四号机组运行后全厂的环境监督与监测大纲进行适当调整和优化，调整优化后的监测大纲具体见表 7.2-1。

1）环境 γ 辐射

- γ 辐射固定点连续监测，共包括 7 个厂内站和 6 个厂外站；
- γ 辐射剂量率瞬时监测，包括采用便携式 γ 剂量率仪测量和利用监测车进行测量，分别布设 40 个点和 50 个点；
- γ 辐射累积剂量测量，采用 TLD 进行测量，与采用便携式 γ 剂量率仪进行测量的点位相同。

2）气载放射性物质及其沉降物

- 气溶胶：取样监测总 α、总 β，共设 4 个点，累积样品进行 γ 核素分析，共设 5 个点；
- 沉降灰：测量总 α、总 β，设 AS3 和 BS1 共两个点；
- 空气碘：γ 能谱测量 ^{131}I、^{133}I，设 AS3 和 BS4 共两个点；
- 空气中氚碳：在 AS1、AS3、BS1 设点，在事故情况下加测 AS4 和 BS3；
- 降水：测量总 β，氚，设 AS2、AS3、BS1、BS4 共 4 个点。

3）水

- 地表水：测量总 β、氚、γ 核素分析，分别在瑞云水库、平桥水库、赤溪设点；
- 地下水：厂内 N1、N2 共 2 个地下水点测量总 β、氚、γ 核素，厂外渔井、牛栏岗 2 个点位测量 γ 核素和 ^{40}K；
- 饮用水：测量总 α、总 β、γ 核素分析和 ^{3}H，设 3 个点；
- 海水：测量氚、γ 谱、^{40}K 和去 K 总 β，在取水口附近、排水口附近、文渡湾、晴川湾、大嵛山附近海域共设 14 个点。

4）土壤与沉积物

- 陆地土壤：共设 9 个点位测量 γ 核素，设 2 个点位（渔井和牛栏岗）测量 ^{90}Sr；
- 水库沉积物：共设平桥水库 1 个点测量 γ 核素；
- 海洋沉积物：潮间带设 6 个点测量 γ 核素、潮下带设 7 个点测量 γ 核素；

考虑到 ^{90}Sr 的特点，选定潮间带和潮下带 2 个关键点位（晴川湾和文渡湾）测量 ^{90}Sr。

5）陆生生物

- 陆生植物：草、大米、白萝卜、柚子、叶菜、甘薯，进行 γ 核素分析，除草设 1 个点外其余设 2 个点；
- 陆生动物：猪肉、淡水鱼，进行 γ 核素分析，设 2 个点；
- 指示生物：选定松针和茶叶，测量 γ 核素和 ^{90}Sr 分析，设 2 个点。

6）海洋生物

- 软体类（蛏子、章鱼；2 个点）、甲壳类（爬虾、螃蟹；2 个点）、鱼（跳鱼，3 个点）、藻类（紫菜，3 个点），测量 γ 谱；
- 指示生物：选定牡蛎和海带作为指示生物，测量 γ 谱、有机氚和 ^{90}Sr，其中牡蛎设 2 个点，海带设 3 个点。

7.2.1.4 与上阶段环境监测项目的比较

- 电厂优化调整后的实际环境监测项目与调整前的差异性比较见表 7.2-2。
- a）气载放射性物质及其沉降物
- 调整气溶胶样品总 α 总 β 测量频度：气溶胶样品点位不调整，且连续实时开展监测工作。为有效降低气溶胶样品总放探测下限，由每日测量调整为每周一和周四累积样品测量，且未影响气溶胶样品的取样量和取样效率。
- 调整空气中氚碳测量点位数：电厂已在烟囱处对 DVN 系统中氚碳进行连续排放监测，并按相关标准要求对其进行排放量控制，且考虑到对 BS3（秦屿中学）的正常教学影响，监测点位数由 5 个调整为 3 个，即厂内为 AS1、AS3、厂外为 BS1，事故情况下加测 AS4、BS3，可满足核电厂对环境中氚和碳的监测需求。
- 去除雨水中测量 pH 项目：核电厂排放的放射性气体流出物中没有可导致 pH 变化的硫、氮等氧化物。因此，不考虑对雨水中的 pH 进行监测。
- b）水
- 调整地表水取样监测点位数：取消对桑园水库的地表水监测。由于桑园水库距宁德核电厂约 26km，且已对瑞云水库、平桥水库和赤溪地表水进行取样

监测，可有效监测分析电厂对周围地表水环境的放射性影响，能够满足GB6249-2011 相关要求，因此，取消桑园水库地表水样品的采集。

- 调整海水中测量 pH 项目的点位数：仅考虑对电厂取水口和排水口区域进行 pH 值监测。目前，宁德核电厂对液态流出物的 pH 都进行测量，液态流出物排放之前严格对 pH 进行控制，如测量值异常，则禁止将液态流出物排入大海。因此，电厂液态流出物对海水 pH 值不会产生大的影响，仅考虑对取排水口附近行进 pH 测量而取消其他点位的测量。
- c）土壤与沉积物
- 调整对淡水沉积物的取样点位：取消瑞云水库、桑园水库和赤溪底泥采集。根据近实际采样结果，由于瑞云水库、桑园水库和赤溪底部均为石头和砂石结构，无法采集底泥，因此取消了上述三个点位底泥的采集。
- 调整测量 ^{90}Sr 的土壤和沉积物样品数量：由于 ^{90}Sr 为直接裂变产物，机组正常运行情况下 ^{90}Sr 不会释放到大气环境中，因此，对土壤样品，选定关键敏感点位（渔井和牛栏岗），事故情况下再增加秦屿和碶门两个点位土壤样品 ^{90}Sr 测量；对沉积物样品，选定关键点位（晴川湾和文渡湾）。
- d）海洋生物
- 调整海洋生物的取样点位：由于蛏子样品属于季节性海产品，宁德核电周围地区每年只有下半年（7、8 月份）可捕捞到蛏子样品，其它时间无法捕捞蛏子样品，因此蛏子样品采样频度由目前半年采集一次（半年样）改为一年采集一次（年样）。由于文渡湾为内湾，只养殖海带和紫菜，并不养殖和生长爬虾、螃蟹、章鱼和牡蛎等深海类海洋生物，且目前已在碶门进行了样品的采样分析，因此取消了文渡湾爬虾、螃蟹、章鱼和牡蛎海产品的采集。根据 2012 年~2013 年宁德核电东护岸（排水口）杂鱼取样情况，东护岸基本无杂鱼可捕捞，且电厂已对爬虾、螃蟹、蛏子、跳鱼、牡蛎进行 γ 核素分析，因此取消东护岸杂鱼取样点。

7.2.1.5 测量方法和探测限

运行期间辐射环境监测分析测量方法、使用仪器及其探测下限见表 7.2-3。

1）测量方法

－ 环境γ辐射监测：环境γ剂量率采用固定点连续监测系统进行在线、连续、实时监测，采用便携式γ剂量率仪进行现场监测，采用热释光剂量率（TLD）进行累积γ剂量测量；

－ 环境介质样品放射性活度采用物理方法和化学方法进行测定。其中物理方法包括低本底γ谱测量、低本底液闪测量、低本底α/β测量，化学方法主要涉及样品制备（特别是放化）等。

2）探测下限和最小可探测活度浓度（MDC）

－ γ辐射测量的探测下限

由具体仪器决定，对于γ剂量率固定点连续监测系统，其检测限可达到1×10^{-8}Gy/h；累积剂量计（TLD）采用LiF（Mg，Cu，P）型TLD。

－ 环境介质最小可探测活度浓度（MDC）

由具体仪器探测下限（LLD）和制样、测量方法决定，可用下式计算：

$$MDC=\frac{4.65\sqrt{n_b/t_b}}{E\cdot W\cdot P}$$

式中：

t_b：测量时间；

n_b：仪器本底计数率；

E：仪器探测效率；

W：样品量；

P：放化分析的化学回收率或谱仪分析的γ发射率。

对于低于MDC的测量结果，在数据统计时按MDC的二分之一进行计算。

7.2.1.6 采样测量频度

运行期间的环境监测采样测量频度取决于如下因素：

－ 核电厂计划排放周期和非计划排放；

－ 流出物放射性核素的物理化学性质、环境介质的稳定性、核素在环境中的迁移规律；

－ 生物的收获期及渔汛期并考虑人为转移因素；

－ 气象状况的变化；

－ 核电厂周围环境条件的变化情况。

采样测量频度详见表 7.2-1。

7.2.1.7 非放环境监测

宁德核电厂还将在运行期间针对海水开展非放环境监测，在取排水口附近各设 1 个点，采样频次为 1 次/季度，测量海水 pH、COD、BOD_5、溶解氧、石油类等含量。

本次监测调整取消了余氯和硼的测量：由于核电厂通过电解海水制取次氯酸钠，用来消杀冷却水中的海洋生物以起到海水净化作用，在海水进入 CRF 系统前端对加药量进行了严格控制，在排水口之前对冷却水余氯每周都有专人进行监测控制，次氯酸根在海水中不稳定，短时间就会反应和分解完，取排水口海域海水余氯测量值小于方法探测限 0.01ppm，因此取消了海水余氯测量。此外，电厂已经设计了硼回收系统，一回路硼是回收后循环利用的，不外排，而在极端事故工况下，在排放渠增加的硼含量仅为 1%，排放海域的硼含量远小于该值，因此机组正常运行条件下，监测取排水口硼浓度只能得到本底值，顾不考虑了对硼的测量。

此外，宁德核电厂已于 2012 年 12 月与环境保护部卫星环境应用中心签订了温排水监测合同。监测工作自 2013 年开始，持续至一期工程 4 台机组满功率运行后。监测方案采用卫星遥感影像调查方法，同时结合海域温度场实测，开展星地同步试验。监测和分析报告每年提交一次。

7.2.2 核电厂环境监测设施

7.2.2.1 厂区辐射与气象监测系统

目前宁德核电厂已建成厂区辐射与气象监测系统（KRS），包括厂区环境 γ 辐射监测站、自动气象站、中央站。KRS 系统流程见图 7.2-8。

（1）厂区环境 γ 辐射监测站

宁德核电厂 3、4 号机组与 1、2 号机组位于同一厂址，厂区环境 γ 辐射监测站的相关设计与布点在 1、2 号机组首次装料前已告完成。厂区环境 γ 辐射监测站包括位置的不同分为厂内环境 γ 辐射监测站（7 个）和厂外环境 γ 辐射监测站（6 个）。其中，厂内的监测点位为：

－ AS1：位于厂内东护岸胸墙附近；

－ AS2：位于厂内气象站附近；

－ AS3：位于厂内西护岸胸墙附近草坪；

－ AS4：位于厂区北堤旁空地

－ AS5：位于二跳岛附近；

－ AS6：位于厂内辐射剂量室；

－ AS7：位于厂内医疗中心。

各站点位置见图 7.2-1。

厂区内监测站的主要设备见表 7.2-4。各监测站点设置了 γ 辐射剂量率在线监测装置，同时设置了雨量计实时测量雨量，其采样或监测项目包括：

－ 环境 γ 辐射剂量率连续监测；

－ 气溶胶取样站：测量项目为总 α、总 β，所有气溶胶样品均按月积累测量 γ 谱；

－ 空气中碘：通过 γ 核素分析进行测量；

－ 雨水：在 AS2、AS3、BS1、BS4 设置取样点，测量项目包括总 β、氚和 pH 值。

KRS 系统在厂外还有 6 个站点，分别为：

－ BS1：位于碳门乡渔井里村委；

－ BS2：位于碳门乡柏洋小学；

－ BS3：位于秦屿镇 17 中新教学楼；

－ BS4：位于电厂大门内侧；

－ BS5：位于小筼筜村；

－ BS6：位于碳门乡第 11 中学内。

厂区外各监测站点的主要设备见表 7.2-5。所有的监测站点的测量项目均为 γ 辐射剂量率在线监测系统，同时配置了雨量计、风速风向仪。

各个监测站点中，辐射监测探头采用环境级智能型能量补偿的双 GM 管，测量范围为 10^{-8}Gy/h~10Gy/h，通过与通讯系统、数据收集系统集成，具备报警功能，包括故障、警戒、超阈值报警。

（2）自动气象站

自动气象站观测站（EC2）的作用是测量、记录和发送现场风向、风速、温度和

湿度等气象数据用于计算、评价核电厂气态放射性物质排放对该地区环境的影响；事故情况下，提供实时气象参数以便制定和执行应急措施。

自动气象站位置见图 7.2-9。

（3）KRS 中央站

KRS 中央站的作用是连续采集、处理和记录气象和环境 γ 辐射剂量率数据，经 KRS 网络服务器和工作站统一归档、处理、输出报表，并将处理后的数据发送到主控室和应急指挥中心（EM）楼，接收并处理传感器故障报警、电源故障报警及阈值报警信号。

目前宁德核电厂 KRS 中央站位于环境实验室。中央站包括：

- 环境 γ 辐射数据采集工作站：对厂区环境 γ 辐射监测站（AS1~7，BS1~6）进行远程管理，并提供直接监视和操作的平台，收集环境 γ 辐射监测站采集的 γ 剂量率数据，形成数据文件最终存入 KRS 网络服务数据库中；
- 气象数据采集工作站：配置专用软件，完成气象数据的采集和处理功能，作为气象站的远程监测终端，并且可采集环境监测车所测数据；
- 图形工作站：进行实时气象数据和环境 γ 数据分析处理，生成各种数据报表、图形；
- KRS 网络服务器：作为 KRS 网络主控制器、文件服务器和数据库服务器，提供数据和文件共享；
- KRS 局域网和打印件等硬件设备和软件。

通过 KRS 中央站，应急指挥中心（EM）等部门的数据监测工作站能够直接显示、调用、打印 KRS 系统的监测数据。

表 7.2-6 给出了 KRS 中央站设备配置。

7.2.2.2 环境监测车

环境监测车主要用于核电厂正常运行、事故工况以及严重事故应急情况下的环境监测。目前，宁德核电厂已配备了环境监测车，承担宁德核电厂正常运行期间的采样和巡测工作。环境监测车具有小型、快速、灵活的特点，配备各类自动监测和部分便携式仪器设备，同时能够承担核事故时的应急监测工作。除环境监测车外，宁德核电厂还将配备采样车。监测车的设备清单见表 7.2-7。

7.2.2.3 环境实验室

宁德核电厂建有环境实验室，全厂共用，承担核电厂正常运行时的环境监测任务，同时在应急情况下承担部分应急监测任务。环境实验室建于 EC 楼，位于厂址西北 1.5km 处进厂公路附近，与应急指挥中心（EM）楼相连，占地面积约 624m^2，建筑面积约 1200m^2。其位置见图 7.2-9。

环境实验室位于 EC 楼，共设两层，其实验室平面布置见图 7.2-10，实验室用房分布见表 7.2-8。环境实验室执行运行期间大部分样品的制样、测量、分析工作，除此之外，KRS 中央站也设在环境实验室。

环境实验室的设备配置见表 7.2-9。除了这些测量设备外，环境实验室还配备了与环境监测相关的采样、制样设备和其它分析器材。

7.2.3 应急监测

为保证宁德核电厂在进入核事故应急状态下能够迅速有效地开展应急环境辐射监测，及时确定电站周围环境放射性污染的范围和水平，为采取防护行动决策提供依据，宁德核电厂统一制定了事故后环境应急监测程序。核电厂应急环境监测应该满足以下法规标准的要求：

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）；
- 《核电厂应急计划与准备准则－核电厂营运单位应急野外辐射监测、取样与分析准则》（GB T 17680.10-2003）；
- 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）。

7.2.3.1 环境应急监测计划

根据核电厂事故放射性释放对公众的照射途径，确定事故后不同阶段应急环境辐射监测的任务和内容，从而制定应急环境辐射监测方案，确定监测方法和手段。宁德核电厂应急环境辐射监测方案及监测与分析方法分别见表 7.2-10 和表 7.2-11。

（1）事故后早期监测

核事故早期是指从出现明显的放射性物质释放的先兆到开始释放后的几个小

时。该阶段主要环境辐射风险来源于放射性烟羽外照射和放射性吸入内照射。根据应急监测的任务，参照电站风向、辐射评价结果确定监测区域和监测内容，并根据空气环境γ剂量率监测结果，结合事故工况和操作干预水平给出辐射防护行动建议。

事故早期应急环境监测任务是：

— 确定烟羽特征：方向、放射性水平以及随时间和空间的变化；

— 核实辐射后果评价结果；

— 关键区域的污染评价。

1）环境γ剂量率监测

事故情况下，核电厂烟羽环境γ剂量率的监测通过两种方式进行：环境γ辐射连续监测系统（KRS）和环境监测车移动监测系统。

— 环境γ辐射连续监测系统

正常运行情况下和事故状态下，KRS 系统中央站数据采集计算机每分钟扫描一次 13 个监测站，γ剂量率的数据通过系统网络，传送到环境实验室（EC）和基地应急指挥中心(EM)。在事故状态下，数据采集计算机系统自动将报警信号传送至 EM、EC 及电站主控室。

— 应急环境监测车系统

事故早期电站周边环境γ剂量率的监测，通过环境监测车的巡测而进行，监测车的首要任务是迅速确定电站下风向γ剂量率的分布和放射性烟羽的污染区。监测车实时监测的γ剂量率和 GPS 定位信息通过车载无线传输设备和系统网络，自动传输到 EM 和 EC 楼网络图形监控站，根据环境实测结果和操作干预水平，及时给出辐射防护行动建议。

2）气溶胶和碘的监测

空气中气溶胶和放射性碘的采集通过两种途径进行：一是厂区 AS1~AS4 和 BS4 共 5 个固定辐射监测站的空气取样泵，另一途径通过监测车空气取样泵。对重点关注区域采集气溶胶和碘样品。确定污染区后，对该区域进行气溶胶和碘取样，取样流量为 60L/min（BS4 站点为 1.05m^3/min），取样时间一般为 10 分钟，或视放射性污染程度而定。将采集的样品放置样品盒或塑料袋中密封，并进行编号和记录，送回环境实验室进行γ谱核素分析和总β测量。

3）环境 TLD 的布放与监测

事故早期环境 TLD 的布放原则：主要是利用正常情况监测 TLD 的点位更换新片，注意车上备有伴随片和小铅室存放 TLD。

监测站平时已布放 TLD，当事故电站放射性释放停止后，将下风向原有 TLD 片取回，并更换为新的 TLD 片。

必要时在电站下风向居民密集区布放 TLD，放射性释放停止后取回测量。

将取回的 TLD 样品，送 EC 实验室进行测量.。

（2）事故后中期监测

事故中期是指从放射性物质开始释放后的几小时到几天或几周。在中期阶段，大部分的放射性物质已经沉积于地面，同时放射性释放可能仍在持续，该阶段辐射危害主要来自烟羽放射性外照射、地面沉积外照射、放射性物质的吸入以及污染食品和水的摄入造成的内照射。

该阶段环境监测任务的重点对下风向污染区空气、水、食物进行监测，主要监测项目：

- 空气环境 γ 剂量率巡测；
- 气溶胶和碘样品的监测；
- 环境 TLD 的布放与取样监测；
- 地面污染监测；
- 水库水和饮用水的取样监测；
- 食物样品采集。

事故中期的监测方法有：

- 空气环境 γ 剂量率监测、气溶胶和放射性碘的监测方法与事故早期相同；
- TLD 的布放原则与事故早期相同。在监测车巡测路线上沿途各点布放 TLD，注意 TLD 的存放、回收、运送过程应放置在小铅室内，避免受到污染和照射，并且备有伴随片，对于受到污染的 TLD 应进行隔离存放。TLD 回收后在环境实验室进行测量；
- 地面污染监测采用便携式 γ 谱仪，进行地面沉积 γ 核素和 γ 剂量率的监测，探测器的测量条件要求在距地面 1m 和 3cm 处分别进行。确定放射性烟羽的沉降和居住区受污染的程度，记录测量结果；
- 环境水样及食品样品采集与测量：根据事故中期任务要求，监测车出动采集

水库水，以及关键居民区饮用水和蔬菜等食品，将采集的样品作好标签记录，送回实验室进行γ谱测量分析，分析结果记录在相应的应急环境监测报告中。

若事故电站下风向是海上，需要开展海上监测时，则需向电厂安全保卫处保卫组求助海上交通工具和人力的支援，由应急环境监测人员等共同完成应急监测任务。监测范围以电站排水口为中心的 10km 海域，主要监测任务是：海面上空气环境 γ 剂量率。若事故电站在气体放射性释放同时有高放废液排放，则须取海水样品进行 γ 谱测量分析。

（3）事故后后期监测

事故后期指从事故中期以后可能延伸几周甚至几个月或若干年。在后期阶段事故电站放射性释放已经停止，但照射途径基本同于事故中期，主要是地面沉积外照射和食入、吸入放射性造成的内照射。事故后期应急环境监测任务在于确定整个事故释放所造成的污染水平及范围，重点监测内容：地面沉积γ核素、空气γ剂量率、水库水、饮用水和海水、食品或植物、土壤以及环境 TLD 样品的测量。

事故后期的监测方法有：

- 环境监测车及巡逻艇继续巡测环境γ剂量率，并在关注区域进行气溶胶和碘样品采集；
- 按程序收回和更换 TLD 片，布放与回收周期根据事故的具体情况确定；
- 采集水库水、饮用水和海水、植物、土壤等样品；
- 将采集的样品送回实验室进行测量。

根据环境样品测量结果，评价核电厂周围环境介质污染的程度，并重新修正操作干预水平，对后期的防护行动给出修正建议。

事故后期环境监测数据为决定去污范围、是否采取避迁或永久再定居等中长期防护措施、或是否解除防护措施、恢复到正常状态等提供依据。

事故中后期场外应急环境监测组织已经启动，应加强协调与沟通，必要时可请求场外环境监测的技术援助。

7.2.3.2 环境应急监测设施

开展应急监测的主要设施是厂区内和厂区外环境γ辐射监测站、自动气象站、环境监测车（作为应急监测车使用）和采样车以及环境实验室的部分仪器设备。

正常运行情况下，KRS 系统中央站数据采集计算机每分钟扫描一次所有监测站，γ 剂量率数据通过系统网络，传送到环境实验室（EC）和基地应急指挥中心（EM）。在事故状态下，数据采集计算机系统自动将报警信号传送至 EM、EC 及电站主控室。

事故早期电站周边环境 γ 剂量率的监测，通过环境监测车的巡测而进行，监测车的首要任务是迅速确定电站下风向 γ 剂量率的分布和放射性烟羽的污染区。监测车实时监测的 γ 剂量率和 GPS 定位信息通过车载无线传输设备和系统网络，自动传输到 EM 和 EC 楼网络图形监控站，供环境监测助理及时获取监测信息，根据环境实测结果和操作干预水平，及时给出辐射防护行动建议。

7.2.3.3 应急监测组织及响应

（1）应急监测组织

宁德核电厂应急环境监测组织由技术支持组一名应急环境监测助理、两个环境环境监测队和环境实验室测量人员组成，岗位职责如下：

— 环境监测助理：在事故状态下，协助技术支持组组长组织应急环境监测。按照应急计划和本程序的要求或组长的指令，指挥应急环境监测队，迅速开展环境辐射巡测任务，并及时向技术支持组组长报告监测情况，同时根据环境监测结果和操作干预水平，提出辐射防护行动建议。环境监测助理可根据事故状况对监测方案进行适度调整，以满足应急环境监测要求。

— 环境监测队：配有 3 名人员（包括一名司机）和一辆环境应急监测车，主要担负事故期间，尤其是事故早期场区周界及周围环境 γ 剂量率的巡测，同时担负 TLD 布放、气溶胶和碘取样以及地面沉积剂量率及核素的监测。

— 环境实验室测量由监测队人员负责，需要配备 1 名测量人员，及时测量分析和汇总所有监测记录，并能根据监测结果修正操作干预水平，给出操作干预水平修正报告。

（2）应急监测响应

1）环境监测人员应急响应

应急环境监测人员在事故状态下按照核电厂相关程序的要求进行启动和响应。

2）环境监测助理应急响应

— 当电站进入厂房应急状态时，立即到应急指挥部报到，同时指示 1 号监测

车巡测人员立即到岗就位，向 2 号监测车队员发出设备检查指令。

- 按照程序要求，启动 KRS 中央站数据采集计算机和应急指挥中心（EM 楼），应急环境辐射监测网络系统图形监控站，与监测车建立通讯连接。
- 落实监测车巡测前的准备工作和车载仪器工作状态。在监测车启动前，首先报告电站 KRS 系统场区辐射监测站 γ 剂量率监测数据。
- 密切关注电站事故发展状态以及 KRT016MA、KRT017MA、KRT020MA、KRT021MA 在线监测系统指示的变化，及时了解辐射评价预测结果，并根据电站风向确定巡测的路线和监测内容，向监测队下达监测任务。
- 实时跟踪 KRS 系统各个固定辐射监测站和环境监测车 γ 剂量率监测数据及变化趋势。与监测车巡测人员保持联系，及时将监测站和监测车巡测结果向技术支持组组长报告，一般每 30 分钟提交一次应急环境监测报告。
- 根据电站下风向环境空气γ剂量率以及地面沉积γ剂量率及核素测量结果进行分析，确定环境受污染的区域及受污染的程度，并根据实测的环境监测结果和事故工况类型、厂址气象参数，重新计算和修正操作干预水平，给出可行的辐射防护行动建议。
- 控制监测队在污染区域工作的时间。

3）环境监测队的应急响应

环境监测队在厂房应急阶段启动。当电站进入厂房应急状态时，环境监测队岗位人员立即奔赴监测车就位，穿戴好防护服，佩戴好个人剂量计，向应急环境监测助理报告到岗情况，按照指令做好监测车巡测前的准备工作：

- 监测队员和驾驶员分别按照检查清单，检查车载供电设备、车载 γ 剂量率仪、便携式 γ 剂量率仪及谱仪、便携式空气和碘取样装置，使之处于良好的备用工作状态， 做好检查记录；
- 进行逐项检查；
- 启动车载供电设备、检查车载设备及网络的工作状态；
- 备好滤膜和碘盒备用品；
- 准备好取水库水的样品瓶，土壤取样工具及塑料袋若干个；
- 准备环境 TLD 剂量计 30 组，放入车载小铅室内；
- 准备就绪后，向环境监测助理汇报，并请求下一步行动指示；

- 当接到环境监测助理的命令后，按指定的路线和监测点进行巡测；
- 将巡测结果及时向监测助理报告；
- 按照监测助理的指令，服用碘片；
- 监测人员污染控制：当进入的区域γ剂量率超过1mSv/h 时，监测队员尽可能在最短的时间内完成任务，工作时间限制在20小时以内；当进入剂量率超过10mSv/h的区域时，应控制在2个小时内完成任务；
- 遇到异常情况应及时向环境监测助理报告、请示；
- 认真做好现场巡测记录；
- 巡测任务结束后，巡测人员对人体和车体进行去污测量和处理。

4）环境实验室应急响应

在进入厂房应急状态时，环境实验室应急人员进行以下方面的准备工作：

- 按照实验室应急检查清单检查环境实验室γ谱仪、环境TLD剂量测量仪；气溶胶αβ测量仪处于良好的工作状态，做好检查记录；
- 作好仪器、桌面、地面防污染的预防措施，测量前探头用塑料薄膜包好，地面和桌面用塑料布铺垫；
- 准备相关测量程序及应急环境监测记录表和操作干预水平修正建议表；
- 放射性测量及仪器操作程序的准备；
- 备好滤膜、碘盒、水、土壤样品测量塑料袋或样品盒、样品标签；
- 样品测量后保存在备好的塑料袋中；
- 准备就绪后，向环境监测助理报告，并在环境实验室应急待命；
- 按照指令要求，开展应急环境样品的测量和分析任务。

7.2.4 参考资料

[1] 福建宁德核电有限公司，宁德核电厂一、二号机组环境影响报告书（设计阶段），2009 年 5 月；

[2] 深圳中广核工程设计有限公司，宁德核电厂一期工程厂区辐射和气象监测系统设备技术规格书（C 版），2010 年 2 月；

[3] 福建宁德核电有限公司，环境监督与监测大纲，2013 年 9 月；

[4] 深圳中广核工程设计有限公司，宁德核电厂一期工程环境实验室设计优化报告，2010 年 9 月；

[5] 深圳中广核工程设计有限公司，宁德核电厂一期工程 KRS 系统布点初步方案，2007 年 7 月。

7.3　运行期间的流出物监测

7.3.1　放射性流出物监测系统

7.3.2　流出物监测计划

7.3.3　流出物分析实验室

7.3.4　流出物排放控制

7.3.5　固体废物监测

7.3.6　电厂一号机组运行以来的流出物监测

7.3.7　参考资料

表（略）

表 7.3.1　放射性流出物监测通道的性能

表 7.3-2　气态放射性流出物监测大纲

表 7.3-3　液态放射性流出物监测大纲

表 7.3-4　流出物分析实验室配备的仪器设备

表 7.3-5　宁德核电厂一号机组流出物排放统计结果

表 7.3-6　宁德核电厂一号机组液态流出物排放统计结果

表 7.3-7　宁德核电厂一号机组气态流出物排放统计结果

图（略）

图 7.3-1　气载放射性流出物监测系统流程图

图 7.3-2　TEG 含氢废气流程示意图

图 7.3-3　ETY 系统流程示意图

图 7.3-4　TER 系统流程示意图

图 7.3-5　SEL 系统流程示意图

图 7.3-6　流出物分析实验室平面布置图

7.3 运行期间的流出物监测

为确保核电厂的流出物排放得到有效的监测、管理和控制，福建宁德核电有限公司对宁德核电厂流出物监测与排放控制实行统一管理，具体由其化学环保处环境监测组负责。运行期间的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，主要监测对象是核电厂向环境排放的气载和液体放射性流出物。

本节主要描述宁德核电厂一期工程三、四号机组流出物监测系统的相关设计及流出物监测方案的主要内容。

核电厂流出物监测应满足以下法规标准要求：

- 《核电厂辐射防护设计》（HAD 102/12-1990）
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB 11217-89）
- 《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 11216-89）
- 《气态排出流（放射性）活度连续监测设备》（GB 7165.1-2005，GB 7165.2-2008，GB 7165.3-2008，GB 7165.4-2008，GB 7165.5-2008）
- 《核电厂事故及事故后辐射监测设备》（GB 12726-91）
- 《液态排出流或地表水 β、γ 放射性活度连续监测设备》（GB/T 10253-2001）
- 《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》（GB 14587-2011）

7.3.1 放射性流出物监测系统

核电厂运行状态以及事故工况下，除了二回路蒸汽安全阀和卸压排放管路直接向外排放以外，所有的气载放射性流出物都通过核辅助厂房（NAB）烟囱排放到环境中。在废气排放时，测量和记录废气排放总量及其核素的浓度。所有放射性液态流出物都是槽式排放，即拟排放的核岛和常规岛废液先分别注入核岛废液排放系统（TER）和常规岛废液排放系统（SEL）的贮存罐中贮存。经放射性分析测量合格后再排入附近海域。在进行槽式排放时，同时记录废液排放总量和放射性浓度，以确保有效控制。

流出物监测系统是电厂辐射监测系统（KRT）的重要组成部分，其功能是对核电厂放射性流出物排放进行监测和控制，详见表 7.3-1。

7.3.1.1 气载放射性流出物监测系统

气载放射性流出物监测系统位于核辅助厂房（NAB）的烟囱内，每台机组各有一套，两套监测系统共同对烟囱排放的气载放射性流出物进行连续在线监测和采样。

气载放射性流出物监测系统包括 KRT016MA、KRT017MA、KRT020MA 与 KRT021MA 四个监测通道及 KRT050MA 氚碳采样通道。各通道系统流程图见图 7.3-1。

（1）KRT016MA 通道

KRT016MA 采用 1 个气溶胶过滤器对样品进行采集，在采样器吸附了气溶胶之后由设置在采样器前的 GM 计数器监测其 β 放射性。该监测只作报警用，监测数据不用于统计排放量。气溶胶过滤器可以定期在流出物分析实验室进行测量分析。该通道采用的探测器及滤纸性能如下：

— 探测器：

- 能量范围：150keV~3MeV；
- β 射线参考能量：310keV（^{60}Co）；
- 样品流量：50LPM±20%；
- 测量范围：1~3.7×10^{6}Bq/m^{3}。

— 气溶胶过滤器：

- 过滤效率：大于 95%（粒子平均粒径 0.3μm）。

（2）KRT020MA 通道

KRT020MA 采用 1 个活性碳碘吸附器对样品进行采集，之后由设置在采样器前的 γ 探测器测量 ^{131}I 放射性。该监测只作报警用，监测数据不用于统计排放量。碘吸附器可定期在流出物分析实验室进行测量分析。该通道采用的探测器及碘吸附器性能如下：

- 能量范围：200keV~700keV；
- γ 射线参考能量：364keV（^{131}I）；
- 采样流量：50LPM±20%；
- 过滤效率：大于 95%（粒子平均粒径 0.3μm）；
- 测量范围：3.7～3.7×10^{6}Bq/m^{3}。

（3）KRT017MA 通道

KRT017MA 是烟囱排气低量程惰性气体监测通道，用于测量正常排放时惰性气体的 β 放射性。本测量通道属于 PAMS（事故后监测系统）。整个系统的抽气、控制都由

KRT 集中控制柜供电。本监测通道采用的探测器性能如下：

- 能量范围：250keV~3MeV；
- 采样流量：50LPM±20%；
- β 射线参考能量：350keV（^{133}Xe）；
- 测量范围：3.7×10^{3}~$3.7\times10^{9}Bq/m^{3}$。

（4）KRT021MA 通道

KRT021MA 是烟囱排气高量程惰性气体监测通道，用于测量事故排放时惰性气体的 β 放射性。高放射性气体测量通道用于事故后放射性测量，属于 PAMS（事故后监测系统）。整个系统抽气、控制都由 KRT 集中控制柜供电。本通道采用探头性能如下：

- 能量范围：250keV~3MeV；
- β 射线参考能量：350keV（^{133}Xe）；
- 测量范围：3.7×10^{8}~$3.7\times10^{15}Bq/m^{3}$。

（5）KRT050MA 通道

气载放射性流出物监测系统中设计了 KRT050MA 采样通道，配置了空气 ^{3}H 与 ^{14}C 采样器，定期采集的 ^{3}H 与 ^{14}C 样品送流出物分析实验室进行分析测量。通过测量流出物排放的流量、时间和流出物中 ^{3}H 与 ^{14}C 的活度浓度，从而判定核电厂气载放射性流出物中 ^{3}H 与 ^{14}C 的排放量。

本监测通道中氚采样器采用法国 SEDC 公司的 MARC 7000 型氚采样器，其技术指标为：

- 取样气体瞬时流量：10~55L/h；
- 气体最大累积量：25599.99m^{3}；
- 流量计测量准确度：±1%；
- 捕集效率：>99%（对 HTO）；
- 催化炉转化率：~98%；
- 催化温度：200~500℃；
- 吸收瓶数量与体积：4×250mL。

C-14 采样器采用法国 SEDC 公司的 HAGUE 7000 型 C-14 采样器，其技术指标为：

- 取样气体瞬时流量：10~55L/h；
- 气体最大累积量：255993.99m^{3}；

- 流量计测量准确度：±1%；
- 捕集效率：对气态碳>85%，对气态 CH_4>90%；
- 采用氧化铝基体镀铂金敷层催化剂；
- 吸收瓶数量与体积：4×250mL。

7.3.1.2 液体放射性流出物监测系统

液体流出物监测系统由 2 个在线监测通道组成，即 KRT901MA 与 KRT902MA，分别在线监测 TER 与 SEL 排放管线上的放射性。这两个监测通道都是两台机组共用的。

KRT901MA 安装在 TER 系统的废液排放管线上，该监测通道的功能是确认 TER 系统废液排放前流出物样品的实验室测量结果，或者用来证实测量过的贮存罐已经排空。该监测通道能提供高放射性报警信号并能自动停止排放。

KRT902MA 安装在 SEL 系统废液排放管线上，提供对 SEL 槽式排放的在线监测。

液体流出物监测系统 2 个监测通道的探测器大小、型号、工作电压全部相同，两者辐射测量特性也完全相同，其性能如下：

- 测量辐射：γ 射线；
- 能量范围：80keV~3MeV；
- γ 射线参考能量：662keV（^{137}Cs）；
- 测量范围：3.7×10^{3}~$3.7\times10^{9}Bq/m^{3}$。

7.3.2 流出物监测计划

7.3.2.1 监测目的

核电厂开展流出物监测的目的是：

- 证明释放到环境中的气载和液体放射性物质的数量遵守国家批准的排放限值和核电厂规定的管理限值；
- 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；
- 为应用适当环境模式评价环境质量、估算公众所受剂量提供源项数据和资料；
- 使公众确信核电厂的放射性排放确实受到严格的控制；

— 迅速发现和鉴别计划外排放的性质、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，以控制不合理排放，提供有关应急响应信息。

7.3.2.2 气载放射性流出物监测

宁德核电厂放射性气体向环境排放的总排放口是 DVN 烟囱，在烟囱中装有气载流出物取样装置。禁止经其他途径排放。取样装置连续地、等流态地采集烟囱中的气体样品。气体样品被抽至气溶胶、碘及惰性气体监测仪进行在线监测。当放射性活度水平超过给出的阈值时，该系统发出报警信号。同时，为确定气载放射性流出物排放放射性物质的量，在样品经连续采集后，定期送流出物分析实验室进行分析。排放烟囱由两台机组共用，每一台机组有一套气载流出物监测系统，因而，宁德核电厂一期工程三、四号机组气载放射性流出物的监测由两套气载流出物监测系统同时进行。气载放射性流出物监测大纲详见表 7.3-2。

气载放射性流出物排放根据来源不同可分为连续排放和约定排放。连续排放是指核辅助厂房和核燃料厂房的正常通风，约定排放是指含氢废气贮存罐（TEG）的排空和反应堆厂房（ETY）排气。TEG 含氢废气和 ETY 系统排放流程分别图 7.3-2 和图 7.3-3。

（1） 连续排放的监测

— 厂房正常通风

连续排放的气体都是低水平放射性，并且在排放到环境大气以前由通风空气稀释。连续气体释放过程中有两类监测：

- 对惰性气体进行总 β 放射性的连续计数，其结果在主控制室记录。
  - 低量程，监测通道 KRT017MA；
  - 高量程，监测通道 KRT021MA。
- 连续取样、定期测量
  - 对气溶胶（微尘），监测通道 KRT016MA；
  - 对碘，监测通道 KRT020MA。

通过烟囱连续释放的气态流出物每月进行四次连续取样、定期分析，连续取样时间如下：

- 每月第一天至第七天；
- 第八天至第十四天；

- 第十五天至第二十一天；
- 第二十二天至最后一天。

定期分析是在每一次取样后在流出物监测实验室进行的，分别测量：

- KRT016MA 通道上气溶胶过滤器：γ 谱（分析核素：^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）；
- KRT020MA 通道上的碘吸附器：总 γ 和 γ 谱（分析核素 ^{131}I、^{133}I）；
- KRT017MA 与 KRT021MA 通道：γ 谱（分析核素 ^{85}Kr、^{88}Kr、^{133}Xe、^{135}Xe 等）；
- KRT050MA 通道采集的 ^{3}H 与 ^{14}C 样品，分析其中的 ^{3}H 与 ^{14}C。

— 其它情况的排放

如 TEG、TEP 等系统氮气吹扫后的排放、碘吸附器试验的排放等均作为厂房通风的一部分，不需单独在烟囱更换样品，其排放情况由 KRT016MA、KRT020MA、KRT017MA、KRT021MA 对连续排放样品进行监测、测量。

（2） 约定排放的监测

约定排放是非连续排放，或分批排放。约定排放主要是废气处理系统（TEG）贮存箱、反应堆厂房通过安全壳大气监测系统（ETY）等的排放。约定排放监测的目的是为了确定排放流量，以满足烟囱对气载排放放射性气体的稀释条件。

— 当 TEG 贮存衰变罐内废气贮存时间满足规程要求需要排放时，由取样人员通过核取样系统（REN）进行取样。

— 当安全壳内气压达到一定水平需进行排气泄压时，由取样人员通过安全壳空气监测系统（ETY）进行取样。

气体取样采用容积为 3L 的井型钢瓶，直接抽取 3L 排放气体，进行 γ 谱分析。该谱仪系统是利用同样几何形状的进口标准源刻度的。

完成约定排放后，立即取下所有样品，分别进行下列分析：

— 气体样品的 γ 能谱分析，以识别 ^{85}Kr、^{133}Xe 和 ^{135}Xe；测量高效颗粒过滤器样品的 γ 能谱，以识别不同核素（^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）；

— 测量碘过滤盒样品的碘总 γ 放射性，并进行 γ 能谱分析，以识别 ^{131}I 和其它重要核素。

7.3.2.3 液态放射性流出物监测

液态放射性流出物监测项目详见表 7.3-3。TER 系统和 SEL 系统的流程简图见图 7.3-4 和图 7.3-5。

（1） 槽式排放

宁德核电厂三、四号机组所有液体放射性流出物均为槽式排放。其中，TER 系统和 SEL 系统均有 3 个 500m^3 的贮存罐，分别用于核岛废液和常规岛废液的暂存和排放。两个系统之间用阀门连通，必要时可互为紧急备用。

废液在采样和排放前必须经过连续循环混合，对 TER 贮存罐，不得少于 6h，对 SEL 贮存罐不得小于 3h。在经过充分混合后进行采样分析，分析项目包括 pH 值、总 γ 和氚，达到相应的放射性控制要求后，才排入合排渠中，再由总排放口排入海体。TER 每罐流出物都必须进行 γ 核素分析，主要包括 ^{58}Co，^{60}Co，^{54}Mn，^{110m}Ag，^{124}Sb，^{131}I，^{134}Cs，^{137}Cs，^{106}Ru，^{59}Fe 以确定所排放主要核素的浓度和核素年排放量。

此外，为满足环审[2012]267 号的要求，宁德核电厂目前已具备了液态流出物中 Sr-90 和 C-14 的监测能力，后续将在完成人员培训与相关程序及操作规程编制基础上，开展样品测量分析。

（2） 排放监测

— SEL 系统的排放

- 若总 γ<第一报警阈值 $8\times10^4Bq/m^3$，定量收集样品储存以进行月度混合样品分析。
- 若总 γ≥第一阈值 $8\times10^4Bq/m^3$ 且<第二阈值 $4\times10^5Bq/m^3$ 之间，则必须进行以下附加 γ 能谱分析，包括 ^{58}Co，^{60}Co，^{54}Mn，^{59}Fe，^{110m}Ag，^{124}Sb，^{131}I，^{134}Cs，^{137}Cs，^{106}Ru，^{59}Fe。
- 若总 γ 比活度≥0.4MBq/m^3 或 ^3H 浓度≥2MBq/m^3，必须重复取样进行核实，查找原因，并采取相应措施，排放标准参考 TER 标准执行。
- 如监测到的 pH 值<6 或>10.5，其上游系统可能有酸碱泄漏，需要进行核实并查明原因。

— TER 废液排放系统的排放

在液体流出物计划排放之前，先对所要排放贮存箱取样，完成总 γ 放射性测量。

- 若总 γ<0.5MBq/m^3，只要取一个等分样品，供月分析用。

- 若总 γ 介于两个报警阈值之间（分别为≥0.5MBq/m^3 和<1MBq/m^3），应另取一个样品进行核实，核实后流出物需返回 TEU 罐再处理或贮存衰变。
- 若总 γ≥1MBq/m^3，则属异常事件，禁止排放，事件原因需要向国家核安全和环境保护行政主管部门报告。
- 如监测到的 pH 值<6 或>9，其上游系统可能有酸碱泄漏，需要进行核实并查明原因。

7.3.2.4 非放射性流出物监测

核电厂非放射性流出物是指非放射性液体流出物。其主要来源：

— 核电厂运行期间，用于水处理的化学添加剂和循环冷却水的加氯系统；

— 经污水站处理过的生活污水排放。

对循环冷却水中余氯的监测每周测量三次。

生活污水管道系统独立于工业废水和雨水管道系统，污水经管网收集到各个对应的污水站进行水质净化处理，达到国家标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）后直接排海。生活污水水质分析项目包括 COD，BOD_5，pH 值和 SS 等，化验频度随各污水站而异。异常情况时，随时取样，即时化验分析。

7.3.3 流出物分析实验室

核电厂放射性流出物的准确排放量主要来自于流出物分析实验室的测量与分析。宁德核电厂流出物实验室为全厂共用，是厂区实验室（AL 实验室）的一部分，其平面布置见图 7.3-6。流出物分析实验室配备了开展流出物监测的分析仪器，包括流出物测量间和样品制备间（冷热各一间）。

（1） 测量室

测量室用于对流出物样品进行测量。宁德核电厂厂区实验室（AL）测量室有下列主要仪器设备：

— 高纯锗 γ 谱仪，用于分析流出物样品中的 γ 放射性核素浓度；

— NaI（Tl）γ 探测器，用于分析流出物样品总 γ 放射性；

— 液闪分析仪，用于分析流出物样品中的氚和 ^{14}C 浓度。

（2） 样品制备间

厂区实验室将安排两间样品制备间，一间为热准备间，另一间为冷准备间，分别用于对核岛废液 TER 贮存罐和常规岛废液 SEL 贮存罐中的废液进行样品制备。样品制备间将配置有工作台、通风柜、电子天平、电热板以及制备样品所需设备。

流出物分析实验室配备仪器设备情况详见表 7.3-4。

7.3.4 流出物排放控制

7.3.4.1 气载放射性流出物排放控制

（1）连续性排放

1）厂房正常通风

连续性气体排入大气前，必须经高效过滤器，然后通过 DVN 烟囱进行排放。通过烟囱连续性释放的气载流出物每月进行四次取样分析。

2）其他情况

如 TEG、TEP 等系统为检修而进行氮气吹扫后的排放、碘过滤器试验的排放等均为厂房通风的一部分，其排放情况由 KRT016MA、KRT020MA、KRT017MA、KRT021MA 和连续排放样品进行监测。当 TEG、TEP 等系统在氮气吹扫后，需要通过烟囱向环境排放时，分以下情况进行监测控制：

- 检修前氮气吹扫，每次排放前由环境监测组对气体放射性进行监测与评价，当 TEG 放射性水平高于含氢废气排放前的水平时，吹扫气体应排入 TEG，其它罐进行贮存衰变并查找原因，其它情况可以排放。
- 检修前的空气吹扫和检修后的氮吹扫，排放前无需进行放射性监测；但在吹扫与检修罐憋压期间，运行人员需监视所有罐的压力变化。当发现其它罐压力降低且检修罐压力升高时，对放射性进行监测评价。
  - 当气体比活度<10^6Bq/m^3，需通过高效过滤器和碘过滤器过滤后排放。
  - 当气体比活度≥10^6Bq/m^3，需计算排放流速，并以小于此流速通过高效过滤器和碘过滤器进行排放。

（2）约定气体排放

1）排放申请

- TEG：根据生产日计划安排进行申请与排放；

— ETY：ETY 与大气压的相对压差在 43~52mbar 进行申请，当有台风等异常气象时，应协商是否提前进行反应堆厂房卸压排放申请，以确保反应堆厂房内相对压差不超过 100mbar。

2）取样

对 TEG，取样前（后），打开（关闭）通向 REN 系统的 TEG 下游阀门。取样必须包括：相应罐的放射性气体、气态氚、碘、气溶胶（检修吹扫时仅取放射性气体）。对 ETY，取样包括：放射性气体样品、碘盒样品、氚。

3）分析测量

— 对采集的样品进行测量分析。

— 核实分析结果，并根据测量结果和烟囱的气体流速，确定排放条件。

4）排放批准

满足正常排放条件（否则为特殊排放，需报厂长或获得 ONCALL 值班电站应急指挥授权的人员批准）及现场气象条件的情况下可以批准排放：

— 正常排放条件：

- TEG 含氢废气在机组跟踪负荷运行时，被隔离的衰变箱至少须贮存 45d；如果机组带基本负荷运行，被隔离的衰变箱至少须贮存 60d。如果废气产量不高，为了遵照 ALARA 原则，被隔离的衰变箱贮存时间可以超过 60d。
- ETY 取样时间不少于 20h。
- TEG 和 ETY 碘浓度不得高于 $3.7\times10^{3}Bq/m^{3}$。
- 宁德核电厂内不得出现两个及以上系统（ETY、TEG）同时进行排放。

— 烟囱的空气流量不低于$50m^{3}/s$（DVN001MD读数为7m/s）；

— 现场气象站80m风速不低于0.5m/s；

— KRT016MA、KRT20MA、KRT017MA、KRT021MA 可用。

5）实施排放

应尽快安排TEG、ETY排放，取样结束至排放开始时间不宜超过2d。特殊情况下，当预计的排放开始时间与取样结束时间超过2d短于15d时，按如下方法处理：

— 对于TEG 需由运行人员现场确认待排罐的压力与取样时有无变化，如不变，

原分析结果有效；如降低，分析结果有效，但需查找压力降低的原因；如升高，需通知环境监测组重新取样分析。

- 对于ETY，由环境监测组结合反应堆厂房内压力变化速率和KRT008MA、KRT009MA、KRT028MA在线监测情况等方法对分析结果和排放条件给予重新评价。
- 当超过15d时，运行处需通知环境监测组重新取样验证，并调查推迟的原因及填写24h事件单。
- 约定性排放的流出物在排入环境前，必须经过高效过滤器和碘过滤器。
- 对同一个电站的约定性排放（ETY与TEG）可以连续排放但不可以同时排放。

6) 排放过程中异常情况及处理

- 超过KRT017MA阈值：如果烟囱中气体放射性活度超过了KRT017MA二级报警阈值（$4\times10^{6}Bq/m^{3}$）时，必须立即停止排放。
- 部分通风丧失：如果烟囱中的通风流量低于7m/s时，必须立即停止排放。
- DVN（核辅助厂房通风系统）碘过滤器失效：TEG排放必须终止。必须尽快查找事故原因，在满足下列条件后方可继续进行排放：
  - 事故的根本原因已经查明，并且已恢复至正常工况；
  - 排放得到当班值长批准。

7.3.4.2 液态放射性流出物排放控制

（1）排放条件

液态放射性流出物排放根据可分为正常条件下的排放和特殊排放。

1）正常排放

TER、SEL废液同时满足下列条件的排放为正常排放：

- 废液连续循环混合时间：TER不得少于6小时，SEL不得少于3小时；
- 总γ比活度：TER小于$0.5MBq/m^{3}$，SEL小于$0.4MBq/m^{3}$；
- 只有一个罐TER进行排放。

2）特殊排放

对于TER、SEL废液不能满足上述3者中任一条件的排放为特殊排放，需厂长或获得ONCALL值班电站应急指挥授权的人员签字同意后方可进行排放，其中：

- 当SEL pH<6或>10.5、TER pH<6或>9时，各自的上游系统可能有酸、碱泄漏，在查明原因后，提出处理建议，由厂长或其授权人批准实施。
- 当TER总γ比活度≥0.5MBq/m^3且＜1MBq/m^3，须另取一个样品进行核实。核实以后，流出物需返回TEU罐进行再处理或贮存衰变，对于未进行处理的上述流出物，由厂长或其授权人决定是否进行排放。
- 当TER总γ比活度≥1MBq/m^3，则属异常事件，禁止排放，事件原因需向国家核安全和环境行政主管部门报告。
- 当SEL总γ≥0.4MBq/m^3，需查找事件原因，排放控制标准参考TER的规定执行，并由厂长或其授权人批准实施，排放完毕，统计放射性排放量。

（2）过程控制

1）排放申请

当TER或SEL罐充满并开始循环混和后，由当班机组长申请排放，由环境监测组取样和分析。

2）取样

环境监测组工作人员取样前必须确认罐内的流出物已经进行了充分混合。在申请的取样罐内进行取样。

3）分析

测量分析项目参见表7.3-2，有关描述见7.3.2.3节。

4) 排放工况的确定

- 对TER，环境监测组人员必须检查分析结果，并按照比活度水平和CRF、SEC泵的流量确定排放流速。废液排放流速的计算应遵循如下原则：
  - 至少有一台CRF泵运行；
  - 稀释因子≥500倍；
  - 在排放渠内稀释后的比活度：
    - 总γ（^{40}K和^{226}Ra除外）：<7.4Bq/L
    - 氚：<740Bq/L
  - 排放流速：≤150m^3/h。
- 对SEL，当流出物总γ比活度<0.4MBq/m^3时，在KRT通道的监测下进行排放时无特殊要求；当流出物总γ比活度≥0.4MBq/m^3时，参考TER规定确定排放流速。

5）排放批准

当班值长在检查排放条件后，如为正常排放则批准，如是特殊排放则需报请厂长或其授权人批准。

6）排放实施：

— 对TER，排放实施的条件包括：

- 结合晴川湾海水潮位，在由高潮位开始退潮时，实施优化排放；
- 必须确认其它机组无TER排放，如需同时排放，必须由厂长或其授权人签字同意，方可进行；
- 必须在当班值长签字同意后方可实施；
- 实际排放流速不能高于排放单上给出的最大流速；
- KRT901MA可用，无故障和超阈值报警。如在排放过程中出现报警信号，运行人员应立即按照有关报警单的指令采取行动。

— 对SEL，排放实施的条件包括：

- 当班值长签字同意后方可授权排放；
- KRT监测通道KRT902MA可用，无故障和超二级阈值报警；
- 对特殊排放需按给出的排放条件进行排放；
- 在排放过程中，运行人员需监视排放情况。如KRT监测通道报警，必须按照有关报警单的指令立即采取措施。

7.3.5 固体废物监测

核电厂正常运行时，除乏燃料元件等高放固体废物需另行专门处理外，一般中低放固体废物，例如废树脂、废过滤器芯子、废浓缩液等，要在固体废物厂房进行压缩、分装和固化，在处理的过程中需要进行监测，主要包括：

— 对废树脂、废浓缩液进行γ辐射监测，为分装方法和安全运输提供依据；

— 对固体废物桶表面γ剂量率进行监测，以判断是否符合放射性物质运输标准；

— 监测固体废物暂存站γ剂量率，为判断操作人员的辐射安全提供依据。

7.3.6 电厂一号机组运行以来的流出物监测

宁德核电厂 1 号机组已经于 2012 年 9 月 28 日完成首次装料并于 11 月 24 日首次

达到临界。电厂流出物监测实验室已经开展了相应的流出物监测工作，获取了从 2012 年 11 月至 2013 年 10 月期间的流出物监测资料。

表 7.3-5 给出了宁德核电厂 2012 年 11 月至 2013 年 10 月期间的放射性流出物排放统计结果。电厂 1 号机组液态和气态放射性流出物统计的详细结果见表 7.3-6 和 7.3-7。由表可知，电厂 1 号机组一整年来液态放射性流出物中，TER 共排放 39 罐，SEL 共排放 330 罐；气态放射性流出物中，ETY 排放 26 次，TEG 排放 10 次。放射性流出物排放总量统计如下：

— 除氚外核素：5.93E+07Bq；

— 液态氚：4.07E+12 Bq；

— 惰性气体：1.28E+12 Bq；

— 卤素；2.61E+06 Bq；

— 气溶胶：2.36E+06 Bq；

— 气态氚：5.37E+10 Bq；

— 气态 C-14：1.07E+10 Bq。

7.3.7 参考资料

[1] 深圳中广核工程设计有限公司，福建宁德核电厂一期工程电厂辐射监测系统手册，2009 年 12 月；

[2] 福建宁德核电有限公司，核电厂放射性液态和气态流出物排放管理，2013 年 9 月；

[3] 深圳中广核工程设计有限公司，福建宁德核电厂一期工程 LOT16D AL 实验室分析仪器技术规格书（C 版），2008 年 6 月。

7.4 质量保证

7.4.1 质量管理

7.4.2 质量控制

7.4.3 参考资料

图

图 7.4-1 环境监测与流出物监测质量保证体系

7.4 质量保证

在核电厂正常运行情况下，必须对流出物和环境进行监测，以保障核电厂周围环境辐射安全。流出物和环境监测质量保证是至关重要的，通过有计划的系统行动，对监测过程进行全面控制，使测量结果具有适当置信度，保证测量结果的可信性、有效性和可比性。根据核电厂流出物与环境监测质量保证的要求，宁德核电厂化学环保处（OPC）环境监测组（CE）严格遵守相关标准和法规，建立了统一的质量保证体系，通过有效的运作，确保质量保证的思想能够贯彻到核电厂运行时流出物监测与环境监测所有活动中。

流出物和环境监测的质量保证的法规标准依据有：

- 《核电厂质量保证安全规定》（HAF 003-91）
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）
- 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-88）
- 《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 11216-89）
- 《环境核辐射监测规定》（GB 12379-90）
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）
- 《核电厂环境辐射监测规定》（EJ/T 1131-2001）

7.4.1 质量管理

质量保证体系是流出物和环境监测工作管理水平的集中表现，它对从外部到内部，从组织机构设立到人员素质保证，从工作环境和测试方法到工作方法标准和管理制度等各种可能影响监测质量的活动进行严格和有效地控制。

目前环境监测组已针对环境监测与流出物监测建立了比较完善的质量保证管理体系，其结构图见图 7.4-1。

7.4.1.1 组织机构

环境监测组针对流出物监测和环境监测专门成立了以组长为首的质保小组，其任务是：通过流出物监测和排放的监督和管理，及时发现异常并采取措施，确保排放符合公司标准或国家法规要求；执行有效的管理措施，减少废液产生量、排放量，减少

对环境的影响。通过对电厂环境工作的监督与管理，确保电站各种废物处理、排放设施的可靠运行及环保机构的正常运作，达到保护环境的目的。其具体职责为：

（1） 流出物排放监督控制

— 编写、修订电站放射性流出物监测大纲，及相应执行程序；

— 依照放射性流出物监测大纲要求，负责实施、开展电站放射性流出物排入环境的监督与控制，并开展相应的取样、测量、分析工作；

— 非放射性流出物的监督和监测；

— 负责进行放射性流出物排放量的数据统计，负责编制流出物排放月报、年报。

（2） 环境监测

— 制定、修订电站统一的环境监测大纲（包括正常运行和事故状态），及相应的执行程序；

— 负责电站运行对环境状况影响的评价，负责编制评价月报、年报；

— 作为 KRS 系统运行经理，委派专业人员担任系统工程师，确保各子系统正常可靠运行。

根据宁德核电厂化学环保处组织机构，目前环境监测组（CE）设立了组长、环境监测主管工程师、质量工程师、分析工程师以及流出物监测主管工程师、监督质量工程师、监测工程师等岗位，具体职责为：

— 组长：通过监督气液态流出物排放、环境监测大纲的实施和应急时的环境放射性检测，以实施电站的气液态排放实施与质量控制符合国家标准和规范，保护工作人员，保护环境。

— 环境监测主管工程师：通过带领环境监测小组团队，对核电站周边环境进行辐射、放射性水平及相关的常规监测，以实现对核电站周边环境的监督监管。

— 流出物监测主管工程师：通过带领流出物监测小组团队，完成宁德核电基地放射性气态和液态流出物排放协调、监测和评价工作，以实现流出物监督、监管。

— 环境监督质量工程师：通过对核电站环境监测中进行的一切生产活动，进行规范管理，使其达到预定的质量要求，以实现保证监测数据的准确性。

— 流出物监督质量工程师：通过对核电站流出物监测中进行的一切生产活动，进行规范管理，以实现到预定的质量要求，保证监测数据的准确性。

— KRS 系统工程师：通过运行管理 KRS 系统，完成系统维护，进行国产化改造，

参与环境及流出物监测工作，为环境评价与应急工作积累原始数据与经验。

— 环境监测工程师：通过完成核电厂周边 20km 范围内的采样及监测分析工作，参与完成技术改进和异常情况处理，以实现对核电厂周边环境的监测。

— 流出物监测工程师：通过负责核电厂气、液体流出物的采样及监测分析工作，参与完成技术改进和异常情况处理，以实现流出物监测。

7.4.1.2 人员的资格与培训

监测结果的精密度和数据准确度与工作人员的经验、知识和技术水平有关，所有参加取样、监测分析、数据统计和审核的人员均应按规程要求，参加相应的理论和实践培训，合格经授权后上岗。从事放射性环境监测的人员，应掌握辐射防护基础知识和放射性环境监测技术，熟悉有关环境保护和环境监测的法规和标准。不定期地组织测量、分析人员就放射性测量仪器、测量原理及测量方法等方面进行探讨和研究，以提高对测量仪器的了解和样品测量、分析水平。

7.4.1.3 数据审查制度

环境监测组在加强工作人员素质、重视仪器的定期试验和维护的同时，还从以下两方面加强测量数据的自查和审核，以确保和提高数据的质量，降低了数据出错的隐患。数据审查制度主要包括以下两个方面：

— 设立专职质量控制工程师岗位，以检查仪器定期试验的执行情况，确保仪器工作正常，并对原始测量数据的准确性与数据格式等进行复核与检查，保证原始数据的准确性和记录的规范性，每月对检查结果进行总结与分析并通报全组；

— 流出物数据自查。目前，宁德核电厂参考大亚湾核电站流出物测量中多年积累的经验，对流出物排放中各测量项目设置预警控制点。一旦测量数据超过预警点，要求测量人员上报情况并从测量过程、仪器状况、数据处理、系统运行等方面分析原因，以便及时采取相应的处理或控制措施。这样可迅速发现异常情况，提高放射性流出物的排放控制水平。

7.4.1.4 核查和经验反馈

为了检查质量保证计划的执行情况，环境监测组每年都进行有计划、定期的检查。

包括内部检查和外部监查。内部检查由组长、工程师和一名技术主管负责，定期或不定期进行检查。外部监查由独立于生产部的质保部负责每一年监查一次。检查人员对检查结果写出书面报告，并经对检查工作负责的管理单位复核审查。对存在的问题将采取进一步的措施，包括再次检查。

在检查基础上，环境监测组及时总结经验，发现问题，采取纠正措施，并完成和修改质量控制和质量管理的有关程序。通过经验反馈使质量保证计划得到更好的实施。

7.4.2 质量控制

7.4.2.1 内部质量控制

（1）样品前处理中防止交叉污染措施

按照有关规程的具体要求采集有代表性样品，准确称重，采样的质量控制措施执行《环境样品采样程序》中的相关内容。

环境样品前处理中采取以下措施防止交叉污染：

- 新桶及使用 6 次的旧桶须用 10%HNO_3 浸泡 24h；
- 烘箱、马弗炉应尽量按海、陆样品分开进行预处理；
- 用过的瓷蒸发皿必须清洗，且在马弗炉中加热至 750℃（保温 2h）；
- 每季度清洗一次烘箱；
- 淡水样品与海水样品的处理分开制备间进行；
- 对需长期保存的各类常规样品，按照有关编码程序进行编码，贴好标签，归类入库，做好记录。

（2）样品保存期限

原始样品或经过预处理的样品应该保存备查，具体如下：

- 本底调查（现状调查）期间的各类可保存样品应贮存到核电站退役后 10 年；
- 核电厂正常运行期间采集的可保存的各类常规样品数的百分之一保存十年，气溶胶每年保存一个月的样品不少于 10 年，其余月份样品保存 2 年；
- 强粘污样品及有特殊情况的样品应保存到处理后做出结论；
- 对于采集的各类水样，保存时间不超过 2 个月。

（3）KRS-γ 辐射连续监测系统质量控制

- 系统校准用放射源具有可追溯性和证书；
- 按照“KRS-γ 辐射监测站定期校准和测试程序”，每年在保健物理处剂量刻度室对γ辐射探测器进行一次校准，校准结果相对基本误差<15%，校准因子的不确定度<15%；
- 每年用检验源检查各监测站探测仪工作的稳定性和报警信号的响应，若变异系数>10%，需复测 10 组数据（每组 30 个），进行成组统计检验，根据检验结果，评价探头的可用性；
- 每半年用高压电离室对监测站进行比对测量，若检测结果相对误差>8%，应及时对探测器进行本底补偿校正；
- 探头维修后，安装和恢复使用前应重新进行校准。

（4）环境监测车车载探测器质量控制

- 系统校准用放射源具有可追溯性和证书；
- 按照“KRS-γ 辐射监测站定期校准和测试程序”，每年在 OPH 剂量刻度室对γ辐射探测器进行一次校准，校准结果相对基本误差<15%，校准因子的不确定度<15%；
- 每半年用高压电离室对监测车车载探测器进行比对测量，若检测结果相对误差>8%，应及时对探测器进行本底补偿校正；
- 每年用检验源检查探测仪工作的稳定性，若变异系数>10%，需复测 10 组数据（每组 30 个），进行成组统计检验，根据检验结果，评价探头的可用性；
- 探头维修后，安装和恢复使用前应重新进行校准。

（5）TLD 累积剂量测量质控措施

- 每年在标准刻度室照射剂量片，作剂量传递，刻度 TLD 测量仪；
- 定期布放和回收剂量片，及时测量和处理数据；
- 每次测量前，测量参考光源和本底，参考光源的相对误差要求<5%，确保仪器处于正常的工作状态。

（6）实验室仪器质量控制

仪器负责人负责仪器的校准、性能检验与评价，以及质控图的编制，保证仪器可靠运行。

- 标准溯源

实验室仪器检定和校验所采用的放射性标准源、标准参考物如国内生产的应追溯到国家标准，即使用经过国家剂量监督部门和国家权威部门认定的标准物和参考物，并有证书，国外生产的放射性源需有相应的证明文件。

— 仪器仪表检定与校准

- 按照实验室有关规程的要求，进行年度强制性检定及校准，下次检定日期需在仪器校准的有效期内，如超过有效期校准，则需对在此期间测量数据的有效性进行评价。
- 当仪器部件维修后，需做好仪器维修与维护纪录。对于影响探测性能的部件维修（如探头等）和导致重要参数更改（如高压等）的维护需按环境仪器仪表检定程序的要求校准。

— 仪器性能检验

按照相应的仪器操作规程，对测量仪器的性能参数（如本底、探测效率、能量分辨率等）进行月度检验，并对检测结果和仪器状态给出评价。

— 仪器质控图

用正常工作状态下的上述性能检验数据，对 γ 谱仪、低本底 α/β 测量仪、低本底氚测量仪的本底、效率值（≥12 个数据）做仪器质控图，若仪器本底、效率超过质控图的质控范围（X±3σ），应查明原因，及时采取措施，确保测量仪器处于正常的工作状态。

（7）实验室分析测量的质量控制

— 分析测量方法

按照环境监测组相应的技术规程进行测量分析和数据处理，任何操作人员不得擅自修改常规采用的方法和程序，如有修改的必要，应先经调研确定，修改程序生效后，再按新方法执行。

— 样品复检率

环境样品 γ 核素分析复检率≥10%，淡水总 β、氚样测量复检率≥10%。其他样品，当发现异常时，应及时复检。

— 平行样分析

总 β 测量、环境水氚平行样分析≥10%，平行样测量的相对偏差小于标准分析方法的两倍。

— 空白本底

环境水氚样每批样品测量空白本底。

— 放化分析

- 每批试剂均测定空白试剂。
- 测定加标回收率，检验测量结果的准确性。
- 事故情况下的 ^{90}Sr 样品，100%做平行样分析。

— 防止样品交叉污染

在制样、分析和测量过程中淡水与海水样品应尽量分开进行，防止样品交叉污染。

（8）数据处理质量控制

— 按照实验室“环境监测放射性测量数据处理”技术规程要求，进行数据处理；

— 异常数据处理：对于偏离正常值的异常结果，应及时向主管报告，进行核查、复测、分析原因；

— 数据的记录：每个样品从采样、预处理、分析测量到数据处理过程要有清楚、详细、准确的记录，记录不得随意涂改；

— 数据的检查：原始测量数据和监测记录，严格执行“三级”检查制，即测量、校核、审核，其中任何两级不能为同一人。各级检查签字后，将测量记录和报告及时归档。

— 数据的保存及管理：监测过程中的质量控制记录，包括刻度记录、仪器定期测试记录、标准源（参考物质）的测量结果、仪器检修记录、质量控制检查报告、实验室内、外部比对测量记录，应长期保存、归档。

（9）内部比对

— 不定期地组织实验室内部比对工作；

— 不定期发放环境样品（盲样），对实验室工作人员考核。

7.4.2.2 外部质量控制

— 尽可能参加国内外机构组织的实验室之间比对；比较鉴别本实验室的测量误差是否在合格范围内，从中发现可能存在的系统误差，及时采取措施加以改进，确保测量的准确性；

— 加强信息交流，关注国际、国内有关监测标准、规范、方法和理论概念的变化，及时使用国家和行业新的监测标准和规定；

- 加强与地方环保部门间的技术交流；
- 不定期地抽取部分样品（TLD、3H、γ 谱）送权威机构外检；
- 不定期地与地方环保部门实验室进行样品比对；
- 每年 KRS 系统与地方环保部门监测站进行比对测量；
- 采购 IAEA 等权威机构研制的标准参考物质；
- 实验室计量器具定期由国家计量部门或其授权的剂量站检定，保证量值溯源的可靠性。

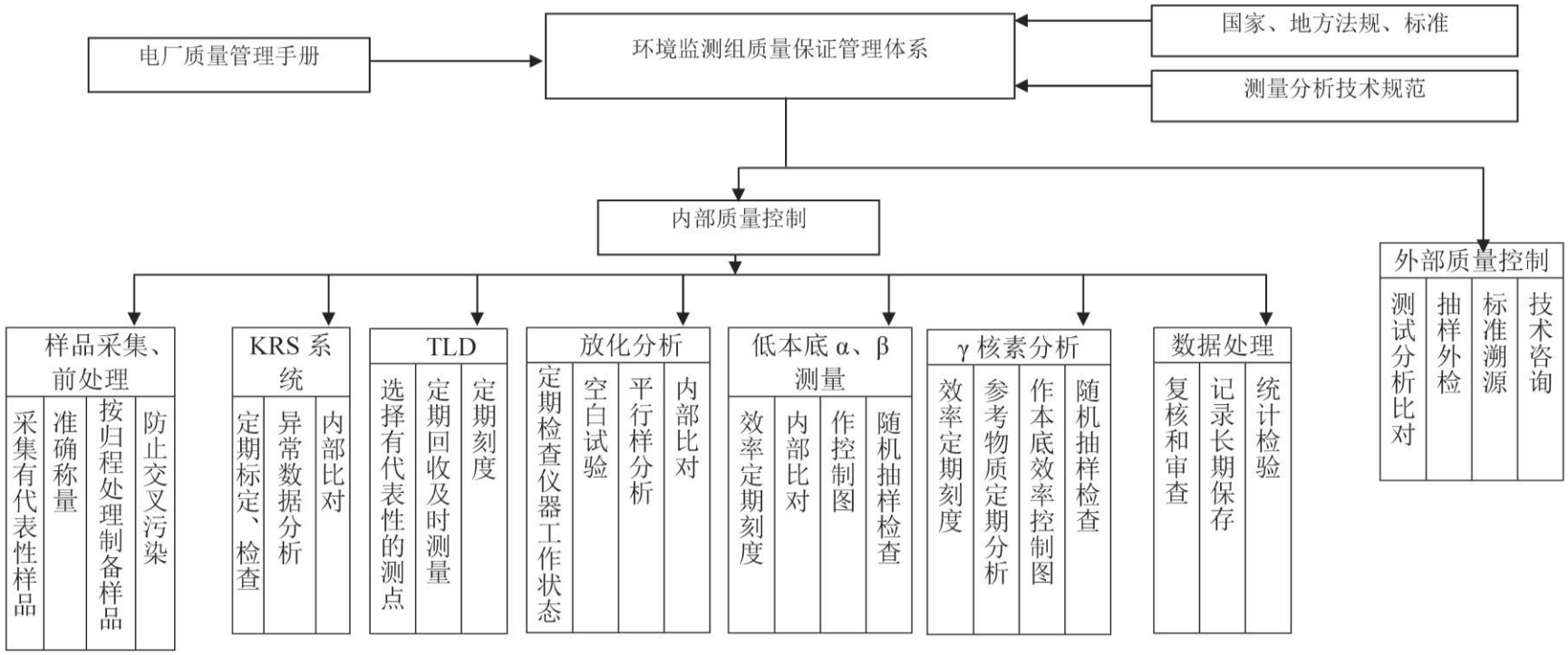
7.4.3 参考资料

[1] 福建宁德核电有限公司，化学环保处组织机构，2010 年 6 月；

[2] 福建宁德核电有限公司，环境监督与监测大纲，2013 年 9 月；

[3] 福建宁德核电有限公司，核电厂放射性液态和气态流出物排放管理，2013 年 9 月；

[4] 福建宁德核电有限公司，环境监测质量保证措施，2010 年 11 月。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
环境监测与流出物监测质量保证体系		
图 7.4-1	版次：	A

第八章　应急计划与准备

8.1　制定应急计划的主要依据

8.2　应急计划区

8.3　应急状态的描述

8.4　应急组织

8.5　应急设施

8.1 制定应急计划的主要依据

8.1 制定应急计划的主要依据

《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十五条规定：“核设施营运单位应当按照核设施的规模和性质制定核事故场内应急计划，做好应急准备。出现核事故应急状态时，核设施营运单位必须立即采取有效的应急措施控制事故，并向核设施主管部门和环境保护行政主管部门、卫生行政部门、公安部门以及其他有关部门报告。”第二十六条规定：“核设施主管部门、环境保护行政主管部门、卫生行政部门、公安部门以及其他有关部门，在本级人民政府的组织领导下，按照各自的职责依法做好核事故应急工作。中国人民解放军和中国人民武装警察部队按照国务院、中央军事委员会的有关规定在核事故应急中实施有效的支援。”

《中华人民共和国突发事件应对法》第二十三条规定：“矿山、建筑施工单位和易燃易爆物品、危险化学品、放射性物品等危险物品的生产、经营、储运、使用单位，应当制定具体应急预案，并对生产经营场所、有危险物品的建筑物、构筑物及周边环境开展隐患排查，及时采取措施消除隐患，防止发生突发事件。”

此外，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，迅速控制事故，防止或减少放射性物质向环境释放，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。

8.2 应急计划区

8.2.1 考虑的源项

8.2.2 应急计划区划分

图

图 8.2-1 宁德核电厂烟羽应急计划区示意图
图 8.2-2 宁德核电厂食入应急计划区示意图

8.2 应急计划区

为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，福建省应急协调委根据福建宁德核电有限公司提供的技术建议，将在核电厂周围设置应急计划区，并在该区域内做好应急准备，以保证应急计划区内能快速有效地实施应急响应。

宁德核电厂依据国家核事故应急管理条例、相关核安全法规以及国家标准《核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）提出应急计划区大小的技术建议。

根据核事故应急照射的基本途径——烟羽照射（包括空气浸没外照射和烟云吸入内照射）、地面沉积外照射、食入内照射（包括摄入受污染的食品和水等），计算应急事故源项在场外不同距离上造成的预期剂量和采取应急防护措施后可避免的剂量，并估算可能被污染的食品及饮用水的污染水平，将结果与核安全导则所推荐的干预水平值进行比较后确定应急计划区边界。

8.2.1 考虑的源项

在确定宁德核电厂应急计划区大小时，考虑了所有可能引起放射性物质向环境释放的设计基准事故和严重事故序列及其源项，事故范围既包括最终安全分析报告中分析过的设计基准事故，也包括堆芯损坏的严重事故（超设计基准事故）。

– 设计基准事故

选择选址假想事故（DBA-LOCA）作为设计基准事故和多数严重事故的包络事故，采用应急干预水平与其放射性后果进行比较。

– 严重事故

在分析宁德核电厂的应急计划区时，与确定性效应相比较的严重事故源项可考虑为S3源项，释放时间和释放持续时间假定为：在事故发生24小时后连续均匀释放12小时。

8.2.2 应急计划区划分

根据有关法规和标准，按照确定应急计划区的基本原则，同时考虑到宁德核电厂一期工程四台机组最远相距不超过500m，采用统一的烟羽应急计划区和食入应急计划区。

计算得到宁德核电厂统一的烟羽应急计划区以一号机组反应堆为中心，半径为10km的圆形区域，其中，烟羽应急计划区内区半径为5km，外区半径为5～10km；统一的食入应急计划区以一号反应堆为中心的半径为50km的圆形区域。

文渡工业园区距离宁德核电厂约 3~5km，位于烟羽应急计划区内区。

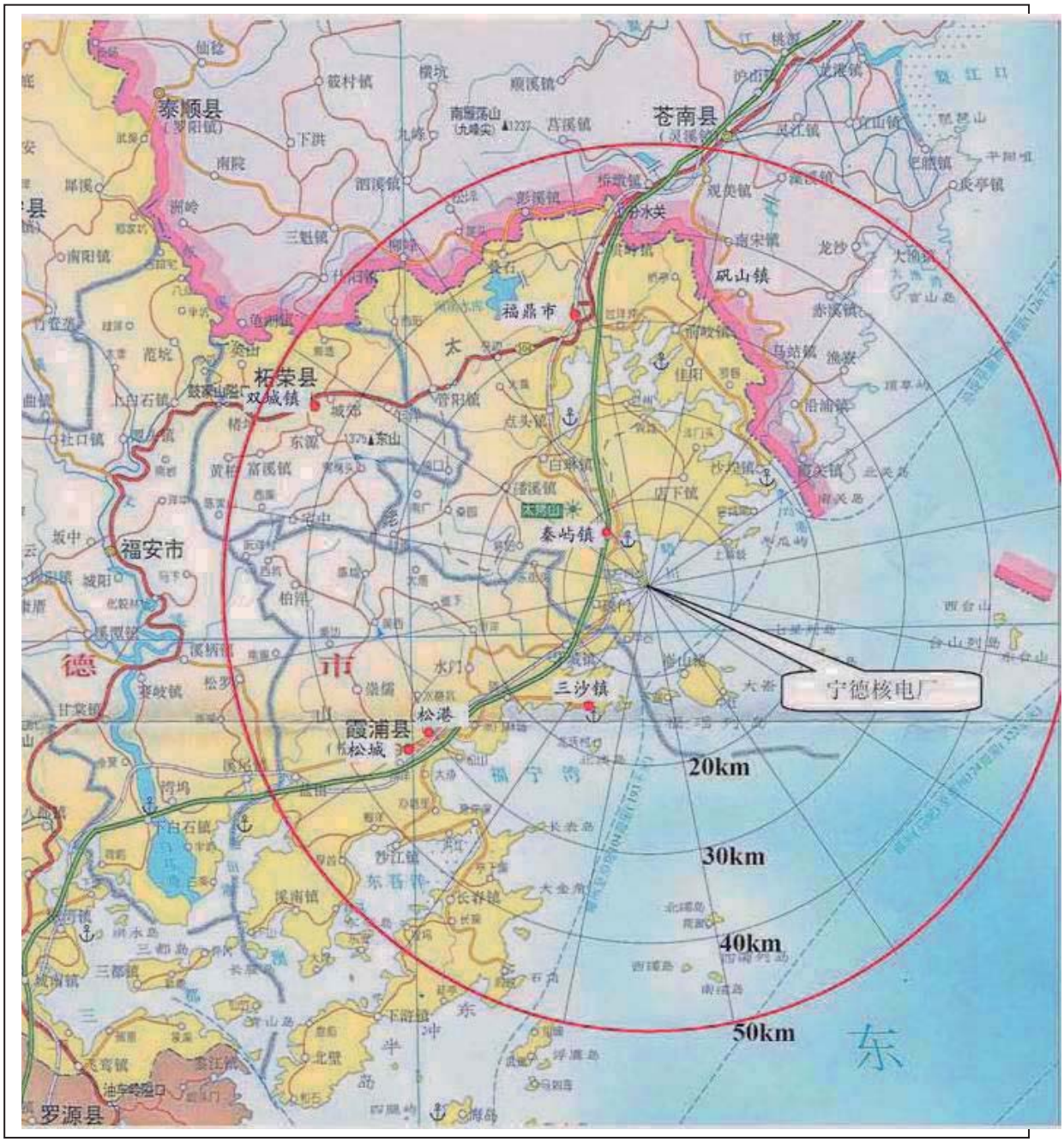
在事故应急条件下，烟羽应急计划区内公众的应急响应行动决策、人员通知、交通管制、治安保卫、应急医疗、运输服务等工作，将由福建省人民政府指定的机构部门负责。

为了在场外应急响应期间有效地履行上述应急响应职能，福建省人民政府编制了《福建省核电厂核事故场外应急预案》及相关实施程序，建立了场外应急准备和应急响应组织，设置和准备必要的应急设施、设备和物资器材，以保证包括文渡工业园区内的应急计划区内能够快速、有效地实施应急响应，从而保护公众安全。

图8.2-1和图8.2-2分别给出了宁德核电厂烟羽应急计划区和食入应急计划区边界。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂 烟羽应急计划区示意图		
图 8.2-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂 食入应急计划区示意图		
图 8.2-2	版次：	A

8.3 应急状态的描述

8.3 应急状态的描述

根据《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）的规定，宁德核电厂核事故应急状态分为四级：

（1） 应急待命：出现可能导致危及核电厂核安全的某些特定情况或者外部事件，核电厂有关人员进入戒备状态。

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。

（2） 厂房应急：事故后果仅限于核电厂的局部区域，核电厂人员按照场内核事故应急计划的要求采取核事故应急响应行动，通知厂外有关核事故应急响应组织。

厂房应急的特征是一些事件正在进展或已经发生，核电厂安全水平实际上或可能发生大的下降。然而，如果有放射性物质释放的话，预计场外照射水平只是相当于隐蔽通用干预水平的很小部分。厂房应急时，事故的辐射后果或可能的辐射后果仅限于某些厂房内部或核电厂局部区域。

此时关注的重点不应是判断安全水平的下降是否足够大，而是关注安全系统出现问题的后果是否需要为进一步加强对核电厂安全状态的监控而进入厂房应急状态，即确定当班运行人员是否需要支持，而不论此时是否已经确定了核电厂安全水平的下降。加强监控即可更好地确定核电厂的安全状态，确定是否需要将应急状态升级、降级或终止应急状态。

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作出响应；向场外应急组织提供有关事故的信息资料。

（3） 场区应急：事故后果蔓延至整个场区，场区内的人员采取核事故应急响应行动，通知省级人民政府指定的部门，某些厂外核事故应急响应组织可能采取核事故应急响应行动。

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。除在场区边界附近之外，预计场外其它区域的照射水平不会超过隐蔽通用干预水平。经后果评价确定场外区域的照射水平可能超过隐蔽通用干预水平时，应立即建议场外应急组织宣布进入场外应急状态并采取相应的防护行动。

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。

（4） 场外应急：事故后果超越场区边界，实施场内和场外核事故应急计划。

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，事故的辐射后果或可能的辐射后果可能使场区边界之外的照射水平超过隐蔽通用干预水平。

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，如果其中二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。

8.4 应急组织

8.4.1 场内应急组织与职责

8.4.2 与场外应急响应组织的接口关系

图

图 8.4-1 宁德核电厂应急组织结构框图
图 8.4-2 宁德核电厂场外应急组织接口关系图

8.4 应急组织

8.4.1 场内应急组织与职责

宁德核电厂统一的应急响应组织由应急指挥部（SEH）及其领导下的宁德核电厂1、2号机组运行控制组（NOP）、宁德核电厂3、4号机组运行控制组（DOP）以及统一的技术支持组（TSC）、辐射防护组（GRP）、维修支持组（MSC）、安全保卫组（SSS）、后勤支持组（SIA）组成，组织结构见图8.4-1。

1）应急指挥部的组成与职责

应急指挥部应全面领导宁德核电厂的应急响应，处置包括核事故在内的各类突发事件，并负责与国家、地方和集团以及各事故涉及的行业主管部门的场内外应急响应行动的协调，寻求国家、地方及主管部门应急组织和中国人民解放军的应急援助。

应急指挥部由应急总指挥（SED）、电站应急指挥（PED）、事故机组应急指挥助理（AED1）、非事故机组应急指挥助理（AED2）、技术助理、公众信息助理以及秘书和通讯员组成。应急指挥部各成员的主要职责为：

— 应急总指挥（SED）：

SED全面领导宁德核电厂的应急响应，在场区及以上应急状态下具体负责：

- 场内外应急响应行动的协调；
- 批准和宣布进入和终止场区应急；
- 批准非事故电站的运行策略；
- 向省应急指挥部建议场外应急和公众防护行动；
- 批准和签发向场外应急组织通报的应急信息；
- 审查和批准向场外应急组织发送的用于公众信息发布的有关资料；
- 向宁德核电厂董事会的董事长报告应急状态和应急响应情况；
- 请求国家、地方及主管部门应急组织和中国人民解放军提供援助。

— 电站应急指挥（PED）：

PED 在SED领导下并在电站应急指挥助理（AED）、技术助理（SEH5）的协助下指挥和协调NDNP整个应急响应组的应急响应行动。应急状态下的职责是：

- 识别应急级别，向应急总指挥SED 报告应急状态，提供事故机组状态的有关信息；在获得应急总指挥SED 同意后宣布进入或终止应急待命和厂房应

- 急状态，审核并在应急待命和厂房应急状态下批准和签发向场外组织通报的应急信息；
- 直接指挥事故机组内的应急响应行动，控制机组状态，以缓解和减少事故影响和后果；
- 制定非事故机组的运行策略，向应急总指挥报告并获得其同意；
- 向SED建议进入或终止场区应急；
- 审查和批准NDNP进入或终止SAMGs的建议；
- 当NDNP核电厂执行SAMGs后，审查和批准技术支持组建议的有关减少和缓解裂变产物向环境的释放、控制安全壳状态（压力、氢气浓度等）以及长期监测等严重事故处置行动，签署相应的《严重事故决策文件表》，并指示NOP/DOP执行这些行动；
- 通过无线通信系统、广播和声响警报向核电厂范围内的单位和人员发布应急状态的有关信息；
- 根据机组状态、环境监测和事故后果评价，决定场内应急防护行动方案以及公众防护行动建议；
- 通知核电厂范围内人员实施应急防护行动，保护人员和电站的安全，并统一指挥电站（征地范围内）所有单位和人员（包括非NDNP单位人员）的集合、清点、隐蔽、服用碘片和应急撤离行动；
- 组织电站的工程抢险、应急维修，指挥电站的抢险救灾和急救行动；
- 组织机组状态诊断和堆芯损伤评价，必要时获取广东核电集团应急中心的支持；
- 指挥电站的出入控制和电站保卫；
- 由于天气、交通等原因SED未按时到岗的特殊情况下代行SED职责。

— 事故机组应急指挥助理AED1：

- 事故机组应急指挥助理AED1支持和协助PED履行其职责，并具体负责：
- 在PED的要求下与事故机组运行控制组联系，掌握机组工况，向PED提出运行控制建议；
- 与事故机组运行控制组联络，审查事故机组运行控制组发送来的信息表，准确了解机组状态的信息和数据以及机组状态变化的趋势，向PED说明和解

释机组状态的关键数据和可能的发展，并提供运行控制的建议；

- 与技术支持组联络，组织事故电站的机组状态诊断和预测以及堆芯损伤评估，审查该组发送来的评估和技术讨论结果，由此向PED提供机组运行控制，缓解事故以及工程抢修的技术支持；
- 协助PED审查和决策技术支持组提交的有关进入或终止SAMGs的建议；
- 在电站执行SAMGs期间，协助PED审查和决策技术支持组提交的严重事故缓解行动的建议；
- 核查向场外应急组织通报的应急信息，送PED和SED审核和签发；
- 根据PED的要求获取广东核电集团应急中心的支持。

— 非事故机组应急指挥助理AED2：

非事故机组应急指挥助理AED2支持和协助PED履行其职责，并具体负责：

- 根据机组状态向PED建议非事故机组的运行策略；
- 根据PED的决定，领导非事故机组的运行控制和安全防护行动，维持非事故机组处于安全状态；
- 侧重与维修支持组和辐射防护组联系；
- 根据PED发布的应急防护行动要求，通知电站内人员实施应急防护行动，协助PED指挥电站内人员的集合、清点、隐蔽、服用碘片和撤离，保护人员和电站的安全；
- 协助PED指挥电站的抢险救灾和急救行动，组织搜寻厂内失踪人员；
- 协助PED指挥电站的出入控制和电站保卫；
- 必要时向PED提供决策支持。

— 技术助理：

技术助理在应急状态下具体负责：

- 启动应急指挥部，检查应急指挥部内的设备、器材和文件的可用状态，确保指挥部各成员到岗；
- 与技术支持组联络，了解事故源项估算、环境监测和事故后果评价的结果，协助PED决定场内防护行动的方案，提出场外公众防护行动的建议；
- 保持与场外应急组织和场内各应急响应组的联系，起草向场外应急组织通报的应急信息，向SED和PED提供有关电站和周围环境的资料；

- 技术助理是对外接口的执行者，负责向场外应急组织和相关主管部门通报。同时在PED的要求下，侧重与安全保卫组和后勤支持组联系；
- 收集并保存应急状态下各阶段的有关资料和记录；
- 操作应急指挥部内的计算机系统，根据需要解释所显示结果的背景资料。

— 公众信息助理：

公众信息助理在应急状态下具体负责：

- 收集公众的舆论，控制流言和误传；
- 协助SED为场外应急组织准备用于公众信息发布的有关资料；

— 秘书：

秘书在应急状态下具体负责：

- 将SED和PED所作出的指令和采取的应急响应行动按步骤记录在信息板上；
- 编号保存应急指挥部产生的信息表；
- 联络并处理应急指挥部的后勤供应工作。

— 通讯员：

通讯员在应急状态下具体负责：

- 传送和接收应急指挥部与各应急响应组及场外应急组织之间往来的信息表；
- 编号保存各应急响应组、场外应急组织传来的传真和信息表；
- 在后勤支持组的通信助理协助下进行手机信息和广播通知的发布；

— SED和PED有执行和管理本应急计划的权利和责任，根据其判断，他们可将一部分职责委托给其他人员或小组，但下列责任不得委托：

  - SED和PED发布和终止应急状态的责任；
  - PED关于决定采取场内重大应急防护行动的责任；
  - PED关于决定核电厂执行SAMGs 的责任；
  - SED向场外应急组织建议公众应急防护行动的责任；
  - SED关于决定向公众提供应急信息的责任。

在特别紧急的情况下，执行电站应急指挥职权的事故机组运行控制组组长可以暂时接受以上授权。

2）运行控制组的组成与职责

NDNP运行控制组在应急时将分为事故机组（双机组）的运行控制组和非事故机组的运行控制组，前者的主要责任是控制事故工况，减小事故的后果和影响，后者的主要责任是以正常运行程序维持机组的安全状态。

运行控制组主要由电站当班运行人员组成。

— 事故机组运行控制组的职责是：

- 执行应急运行程序，控制事故工况，恢复和维持机组的安全状态，减少事故的后果和影响；
- 初步评价应急状态，向PED报告机组情况，提供应急状态分级的建议；
- 根据NDNP事故处理程序的要求，初步确定是否离开事故处理程序进入SAMGs；
- 执行应急指挥部批准的和技术支持组提交的严重事故缓解行动，并将执行情况通报应急指挥部和技术支持组；
- 向应急指挥部和技术支持组提供有关事故性质、规模的资料和数据；
- 进行化学取样分析，并提供有关机组状态诊断、堆芯损伤评价及源项估算所需的化学数据；
- 发布应急通知和事故报警信号；
- 随时向应急指挥部报告事故的发展情况；
- 执行电站内消防和急救二级干预行动；
- 运行控制组组长在非常紧急情况下代行PED的职能。

— 非事故机组运行控制组的职责是：

- 向应急指挥部报告机组运行情况，提供机组重要运行参数，并提出维持机组安全运行的建议；
- 在非事故机组应急指挥助理的领导下，控制并维持机组的安全状态。

3）辐射防护组的组成与职责

辐射防护组由电站的辐射防护和职业医疗人员组成。应急状态下负责电站内的应急防护行动的实施和辐射监测、应急照射控制等。

辐射防护组成员的职责是：

- 进行电站内的辐射监测、取样分析和辐射安全水平的评价；

- 对工程抢险和应急维修活动等应急行动提出辐射防护的要求并提供现场支持，控制应急照射；
- 协助组织电站内人员集合、清点、隐蔽、服用碘片和撤离等防护行动；
- 组织实施电站内的人员急救和去污行动；
- 组织和指导现场去污。

4）技术支持组的组成与职责

技术支持组由技术相关部门的技术人员组成，应急响应的主要职责是：

- 获取和收集事故机组状态参数；
- 对机组和设备系统状态进行诊断和预测，评估行动优先级，提供运行控制和应急维修的建议；
- 分析评价堆芯损伤情况，估算事故源项；
- 提供设备系统的性能参数；
- 安全壳泄漏率的估算；
- 厂区外环境辐射监测；
- 气象参数的获取；
- 估算可能释放或已经释放的放射性物质量，并估算和评价其造成的辐射剂量后果；
- 向指挥部提供场外防护行动建议；
- 在进入SAMGs后，执行TSC部分的SAMGs，具有事故机组的事故处置权；
- 在执行SAMGs期间，根据事故机组状况的分析以及SAMGs的使用，制定严重事故处置对策，其中根据下述导则确定的严重事故缓解行动填入《严重事故决策文件表》中，并提交应急指挥部审批，其他的行动直接下达给NOP1/DOP1：

《SAG-5，减少裂变产物释放》

《SAG-6，控制安全壳工况》

《SAG-7，控制安全壳空气浓度》

《SCG-1，缓解裂变产物释放》

《SCG-2，安全壳泄压》

《SCG-3，控制安全壳氢气可燃性》

《SCG-4，控制安全壳真空度》

《SAEG-1，技术支持中心长期监督行动》

- 在决策SAMGs的过程中，评价严重事故缓解行动导致释放的放射性总量及其放射性后果，并报告应急指挥部；
- 确定针对严重事故缓解行动的公众防护行动建议，并提交应急指挥部；
- 在应急状态终止后的恢复阶段，确定辐射污染区的大小，提出污染区通道控制、食物和水源控制、区域去污的初步行动计划和防护措施；
- 获取上级或外部技术支援组织的技术支持。

5）维修支持组的组成与职责

维修支持组由维修相关处的有关人员组成，组内人员分为指挥协调层和现场执行层。该组主要负责：

- 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；
- 设备与系统损伤的探查、控制和检修；
- 参加工程抢险和抗灾行动，实施应急防护行动方案；
- 电站技术厂房内失踪人员的搜寻和救援；
- 实施现场去污。

6）安全保卫组的组成与职责

该组主要由驻厂武警部队、消防队和电站保卫、工业安全专业的人员组成。根据突发事件总体应急和核事故应急的需求，安全保卫组执行以下两部分功能：

- 在发生社会安全事件（如生活区的爆炸、挟持人质、刑事案件、群众示威等），但没有触发核事故应急状态的情况下，安全保卫组可以作为一个单独、完整的应急组织处置事件。恐怖袭击事件时，也可称之为反恐指挥部。
- 在进入核事故应急状态下（包括由上述社会事件发展导致进入核事故应急状态），安全保卫组成为应急指挥部下的行动组，在应急指挥部的领导下继续履行职责。

其主要职责是：

- 核电厂的保卫和出入口控制；
- 执行三级消防行动，参与抢险救灾活动；

- 协助技术支持组进行海上监测，通知核电海域内的船只远离电站；
- 通知生活区人员的集合、清点、隐蔽、服用碘片和应急撤离等应急防护行动；
- 为现场工作人员提供工业安全支持；
- 应急撤离的场内交通秩序控制；
- 厂区外失踪人员的搜寻；
- 联系获取场外治安保卫和消防的支持。

7）后勤支持组的组成与职责

后勤支持组主要由通信与电站的行政后勤人员组成，其主要职责是：

- 提供后勤支持，确保应急所需的物资供应；
- 组织人员撤离和安置，保证应急响应和应急撤离所需的交通运输车辆；
- 应急通信保障；
- 协助安全保卫组组织核电厂厂区以外NDNP人员的集合、清点、隐蔽、服用碘片和撤离等应急防护行动；
- 收集汇总（包括非NDNP单位）集合清点的信息和失踪人员的名单。

相关的应急执行程序和指令单规定了各应急响应组每个应急岗位的职责和分工及不同应急状态下应采取的应急响应行动。

8.4.2 与场外应急响应组织的接口关系

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、营运单位三级管理体系，在该管理体系中，NDNP应急组织与场外应急组织机构之间的相互关系见图8.4-2。

1）核事故应急期间，宁德核电厂应急指挥部有责任和义务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）、环境保护部（国家核安全局）、国家能源局、福建省核电厂事故应急委员会（省核电厂事故应急委员会办公室）以及中国广核集团有限公司等单位和部门的场外应急机构建立起报告联系，通报应急状态，并密切配合，协调一致地实施应急响应行动，必要时请求和获得场外支援。

2）国家核事故应急协调委员会（国家核事故应急办公室）

国家核事故应急协调委员会由国务院和中国人民解放军的各有关部门的领导组

成，统一协调全国的核事故应急准备和响应工作，日常管理工作由设在工业与信息化部的国家核事故应急办公室负责。根据国家核事故应急管理条例的规定：

– NDNP进入应急状态时，应急指挥部将及时向其报告核电厂事故情况，并按规定提供后续报告；

– 必要时NDNP应急组织将向其请求援助。

3）环境保护部（国家核安全局）

环境保护部是对全国环境保护工作实施统一监督管理的政府部门，其下属的国家核安全局，根据国家核安全监督管理条例对全国民用核设施的安全实施监督。在核事故应急情况下，NDNP 应急指挥部根据相关法规和要求与其核应急技术中心建立起报告联系，通报事故情况和应急信息，接受其监督和按法规要求采取的干预行动。

4）国家能源局

国家能源局是核电行业的主管单位，在核事故应急状态下，NDNP 应急指挥部应及时向国家能源局报告事故情况和应急信息。

5）福建省核电厂事故应急委员会（省核电厂事故应急委员会办公室）

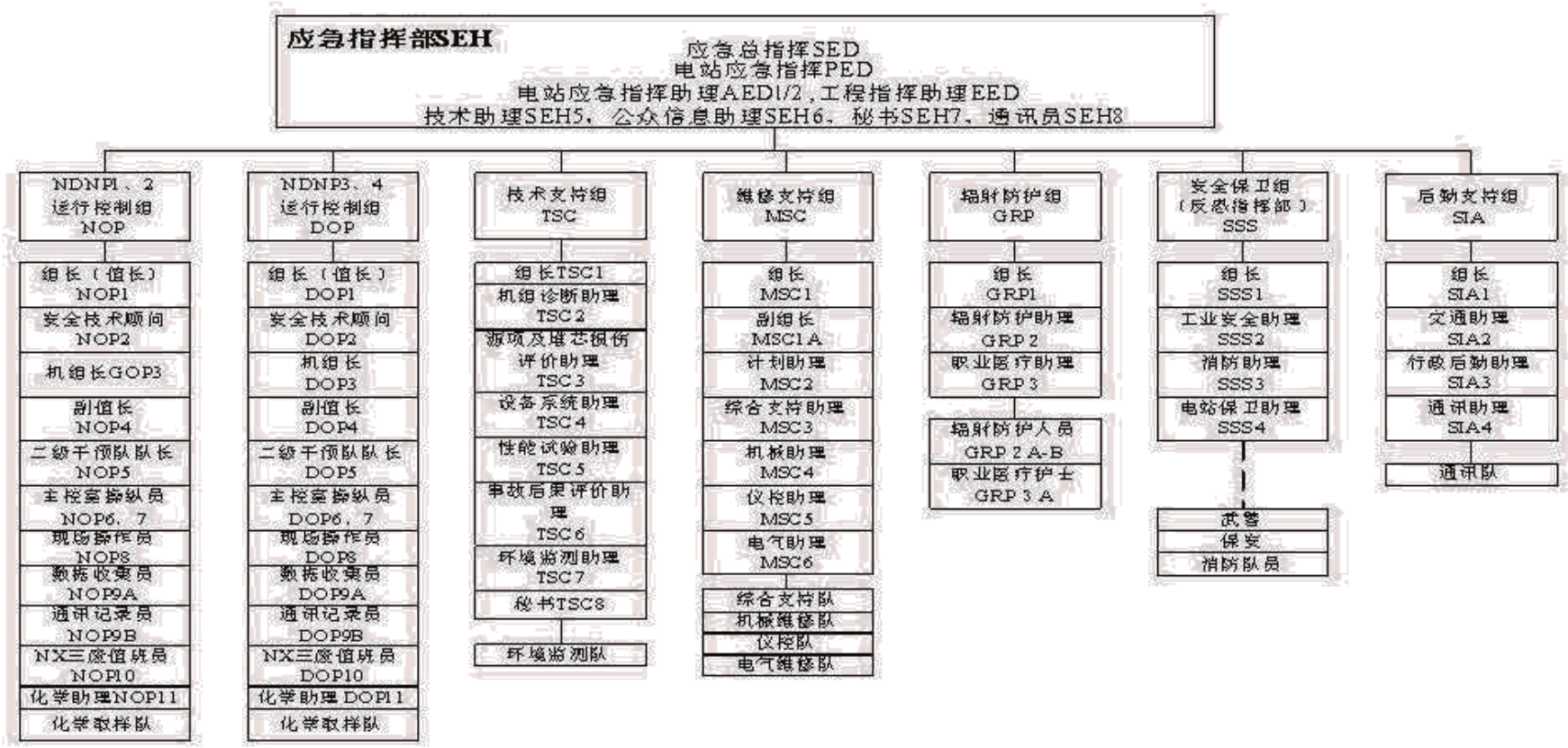
福建省核电厂事故应急委员会统一领导和协调福建省内的应急计划和准备。在核事故应急状态下，NDNP应急指挥部将向其办公室或应急指挥部通报事故情况和应急信息，在事故严重恶化，放射性物质可能或已经影响核电厂以外区域时，提出进入场外应急并采取场外应急防护措施的建议，必要时通过其请求地方和军队提供应急支援。

6）中国广核集团有限公司（CGNPC）

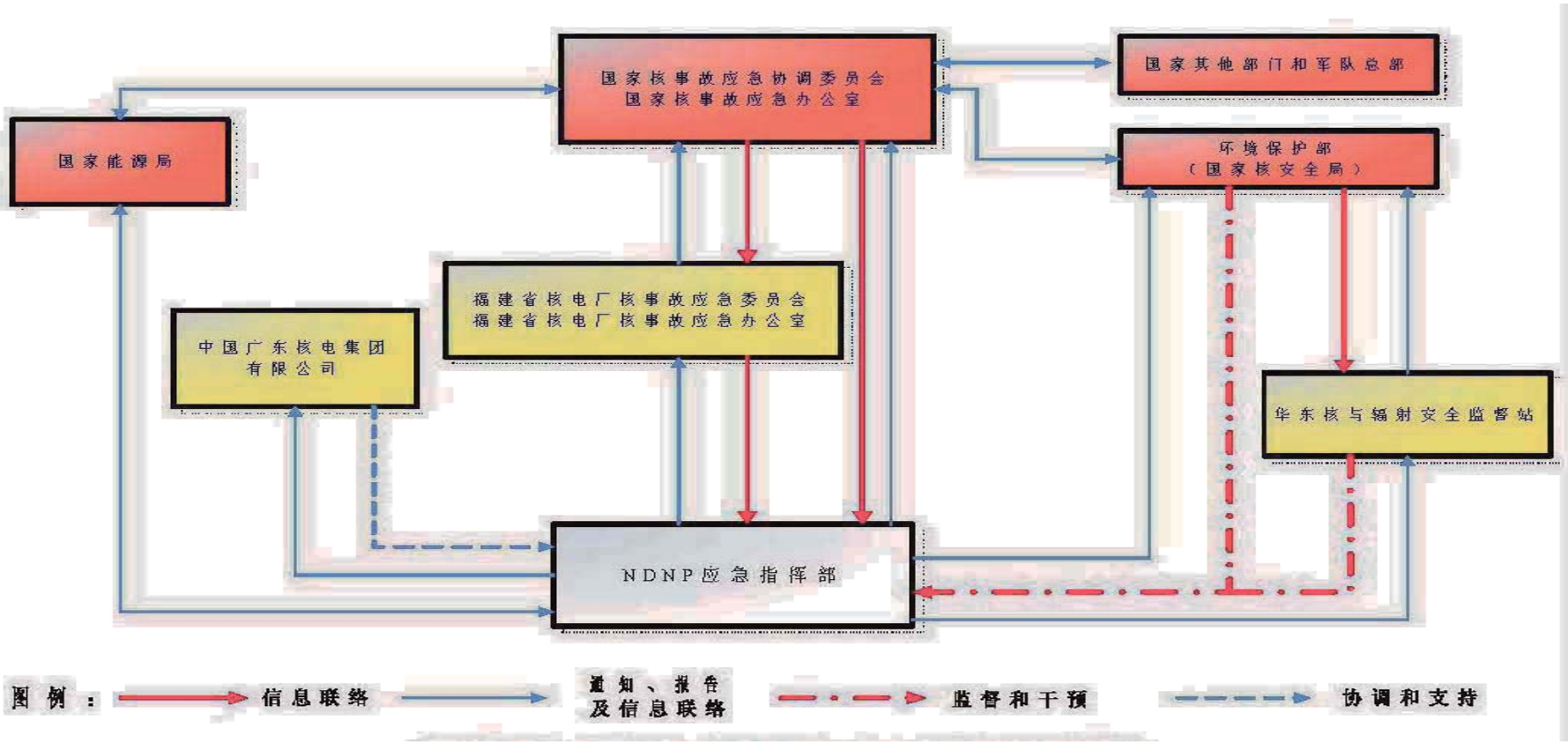
在核事故应急状态下，CGNPC作为宁德核电厂的上级主管单位，将及时得到NDNP的事故通知和报告。其将对NDNP提供外部应急专业力量协调，重大应急决策行动指导，和应急技术及信息发布方面的支持。

7）福建省军区

根据国家核事故应急管理条例，应急响应期间NDNP应急指挥部可通过国家核事故应急办公室、福建省核电厂事故应急委员会（省核电厂事故应急委员会办公室）请求福建省军区提供交通运输、治安保卫、医疗急救、洗消去污和通信保障等方面的支援。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂应急组织结构框图		
图 8.4-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂 场外应急组织接口关系图		
图 8.4-2	版次：	A

8.5 应急设施

图

图 8.5-1 宁德核电厂主控室平面布置图
图 8.5-2 EM 楼各层平面布置图
图 8.5-3 宁德核电厂厂外撤离示意图
图 8.5-4 主要应急设施、集合点分布位置示意图

8.5 应急设施

(一) 主控制室（MCR）

1）功能

主控制室是核电厂正常和事故工况下实施电站运行控制的中心，也是应急响应期间运行控制组的工作场所，其应急响应期间的主要功能为：

– 对反应堆运行状态进行集中控制和监测，显示并提供安全参数；

– 在应急初始阶段应急指挥部启动到位之前可作为应急指挥的中心，并发出早期应急警报；

– 在应急的各个阶段，对电站实施运行控制，分析和诊断事故状态，提出应急状态分级建议，保证安全状态的重新恢复或尽可能减少事故后果。

2）数字化主控制室概况

仪表及控制系统采用全数字化DCS技术，即过程控制级分散配置。采用体积小，可靠性高，且易于冗余配置的微型计算机控制级，从而分散风险，提高了可靠性。而状态监视及操作部分则高度集中。

同时，在主控制室还布置了后备盘（BUP），作为计算机控制失效时的后备控制手段。后备盘采用传统的声光报警、记录仪和操作控钮来保证对核安全相关设备的运行监视和操作，提高了主控制室总体的安全水平。

DCS系统分成两个部分，安全级DCS和非安全级DCS，安全级DCS主要实现反应堆保护和堆芯控制；非安全级主要实现常规岛除汽机本体外和核岛主要系统的控制。所有的控制都采用冗余控制，确保了系统的可靠性和安全性。

主控制室平面布置见图8.5-1所示。

3）可居留性

主控制室所处的LX厂房为整体钢筋混凝土结构，墙厚80-100cm，顶板厚100cm，有防飞射物和防外照射的屏蔽功能。在设计基准事故条件下，考虑多种途径对主控制室内工作人员造成的个人有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

主控制室系统的设计满足冗余性的要求和有关的安全标准，能承受安全停堆地震，同时具有良好的密封和通风性能，通风口安装有除碘过滤器，对放射性物质具有足够的过滤能力，可以确保从事干预的工作人员所受照射小于50mSv的剂量限值。

(二)　辅助控制室

1）功能

在主控制室因火灾等原因不能停堆时，可用辅助控制室代替执行。用辅助控制室可使反应堆达到并维持在冷、热停堆状态。辅助控制室装有控制装置和仪表，通过辅助控制室对相关的系统进行操作，以达到：

– 排出堆芯余热；
– 控制反应堆冷却剂的压力和体积；
– 往反应堆冷却剂加入硼酸，使反应堆保持在次临界状态；
– 使必要的辅助系统保持运行。

2）基本概况

辅助控制室（RSS）位于电气厂房（LX），标高+11.50m。每个机组的辅助控制室均由两个相同功能的操作台、硬开关台、通讯设备和打印设备组成。操作台的尺寸是2000mm×1200mm，使用分列的电源，并分别连接至数据采集网。

硬开关台位于两个工作站之间，上面有六个MCR/RSS（主控制室/辅助控制室）模式转换开关，三个一组分为两列，用于在MCR和RSS之间传输监测和控制信息。只有当一列的两个或三个切换开关置RSS模式时，才会使MCR转到RSS生效，并伴有报警提示。

通讯设备包括电话（一台用于内部联络、一台用于火警、一台用于应急、一台用于安全、一台用于医疗）、一台声响报警系统控制盘、一台内部通讯系统控制盘和一个广播系统操作台。

打印设备包括两台A4打印机和一台A3打印机。为防止人员非法进入RSS房间，设置了RSS房间门打开报警提示。辅助控制室所在的房间具有足够的屏蔽和密封功能，满足事故条件下可居留性的要求。

3）应急文件、器材与防护用品

辅助控制室配备了必要的事故程序和部分应急执行程序。

(三)　电站职业医疗中心

电站职业医疗中心位于生活区西面，电站正常运行时作为员工就地医疗的门诊所，应急状态下是伤员的救护场所。中心设有生物取样间、样品测量室、急诊处置室，人体去污室位于AD 档案馆一楼，是应急状态下体表污染洗消的场所，当人体去污室不

可用时，医护人员将转移到应急指挥中心EM楼一楼。

救护车由职业医疗中心管理，内设供氧仪、心电监护仪、人口呼吸机、急救通信设备等，保证紧急状态下救护车和内置设备的可用性。

(四)　厂区实验室（AL）

厂区实验室在应急响应期间的主要功能是对安全壳、反应堆冷却剂系统、二回路以及其他部位进行放射性取样分析，因此该实验室具备应急通信的功能，但在严重事故下不具备可居留性，此时化学取样分析人员可停留在与主控制室相邻的房间待命。

厂区实验室位于 2 号核岛厂房和 3 号核岛厂房中间的 AL 厂房内，为一栋二层建筑物。实验室配备有样品制备装置和测量设备，主要测量设备有：高纯锗 γ 多道谱仪、碘化钠 γ 谱仪、低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁谱仪。

(五)　应急指挥中心（EM楼）

1）功能

宁德核电厂应急指挥中心是应急响应期间指挥和协调核电工地内一切核应急响应行动的场所，具有应急指挥、技术支持、维修支持、安全保卫、后勤支持以及对外联络等应急功能。

2）基本概况

应急指挥中心位于距一号反应堆核岛厂房的西面 1.5km、四号反应堆核岛厂房西北面 1.1km 处，为一栋二层建筑物，每层高为 4.5m，与环境实验室合建为一栋综合楼建筑。应急指挥中心总建筑面积为 1300m^2。一层主要配备该中心的功能支持设备和系统，包括通风空调系统、柴油发电机组、电气配电盘等，另外，去污间和应急样品测量分析间等也位于该层。应急指挥部、技术支持组、后勤支持组、安全保卫组和维修支持组（备用地点）位于二层。

楼内平面布置见图 8.5-2。

EM 楼墙壁及屋顶采用 300mm 的现浇混凝土结构作为屏蔽层，对 γ 外射线有足够的屏蔽能力，对外采用密封气密屏蔽门，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。按参考电站设计计算，在严重事故 S3 源项下，整个应急响应期间楼内人员可能接受到的剂量远小于 50mSv。

中心入口配备有便携式表面污染监测仪，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。此外，在中心还配备有碘片、个人剂量监测仪表、TLD 以及防护面罩。

中心备有独立的应急柴油发电机和蓄电池组，可确保外电源丧失后应急指挥中心内重要应急设备和求生安全设备的电源供电。发电机房设置噪音隔离门，防止噪音对其它房间的影响。

中心内设有厨房、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，可供数十人生活数天。

3）通信系统

中心配置了可发布宁德核电厂场区范围内的无线通信、广播和警报的操作台，应急指挥网络以及各种功能的通信设施设备。

中心的应急指挥局域网与工业数据采集网、气象和环境γ监测系统中央处理站相连，可实时获取：

– 各机组重要实时运行参数；
– 厂内重要部位的辐射水平监测数据；
– 实时气象数据和环境γ辐射监测数据。

这些数据信息经过处理形成特定的数据组、表或图的形式，供应急指挥部、各应急响应小组和场外相关应急管理部门调用和查询。网络终端用户可根据授权访问该局域网以了解电站应急的实时状况。同时这些数据在应急期间均实时传送国家核安全局等场外应急组织。

(六)　公众信息中心

应急状态下将通过福建宁德核电有限公司公众信息中心发布相关的公众信息。该中心位于福鼎市核电大厦710房间（当现场应急指挥中心不可用时转为后备应急指挥中心），还包括位于二楼的新闻发布会场。主要功能是接待公众和新闻媒体的采访，发布有关核电厂应急状态的信息，收集公众对有关应急的舆论和反映。公众信息中心与应急指挥中心有电话、网络和传真联系。

(七)　技术支持中心

技术支持中心设在EM楼内，为技术支持组成员在应急响应期间进行机组状态评价、事故后果评价、环境监测并向指挥部提供运行维修和防护行动建议的工作场所，

同时也是厂内外技术支援专家在应急响应期间的活动场所。

(八)　实体保卫监控中心

宁德核电厂的实体保卫监控中心位于厂区的UG楼。本建筑物在实物保护分区上属于独立要害区，它是宁德实物保护系统的信息管理中心和控制中心，是全厂实物保护系统中枢。保卫值班人员可对厂区内各出入口实行人员、车辆出入控制，周界及重要区域防入侵探测报警监视，并对所辖区域实施24小时实时监控。

(九)　运行支持中心

宁德核电厂的运行支持中心设置在非反射性机电仪仓库及办公室AF楼，作为应急期间维修支持组的启动与响应地点。运行支持中心有两个房间，AF218和AF219，房间面积为40m^{2}和60m^2。可容纳数十人，满足现场应急维修人员需求。

(十)　环境实验室

环境实验室（EC楼）紧邻应急指挥中心，建筑结构上两者连为一体。实验室设有样品制备间，总α、β、γ测量和γ谱分析间，样品档案间等。可在应急状态下兼容使用的部分仪器设备（如γ谱仪和TLD测量仪）安置在应急指挥中心的一层内。

环境实验室在正常情况下用于分析和测量放射性很低的环境样品（大气飘尘、海水、雨水、土壤、食物链和TLD样品），在应急条件下环境监测车将对厂址周围20公里环境γ剂量率和大气飘尘进行监测和取样分析。

环境实验室主要设备见本报告书第七章表7.2-8。

(十一) 现场辐射防护值班室

电站现场辐射防护人员值班室设在电气厂房 L-215 房间，在相邻的热更衣间设有 C1 和 C2 门，专门对出辐射控制区的人员服装及体表进行监测，其中 C1 门测量工作服的 γ 剂量率，C2 门测量人体表面 β 污染。L-217 是人体去污间，对体表污染者进行初步的洗消去污。

辐射防护值班室具有足够的辐射屏蔽能力，在设计基准事故范围内仍然可以居留。在严重事故条件下，辐射防护人员可随 L543 的 GRP 人员转移到应急指挥中心 EM 楼。

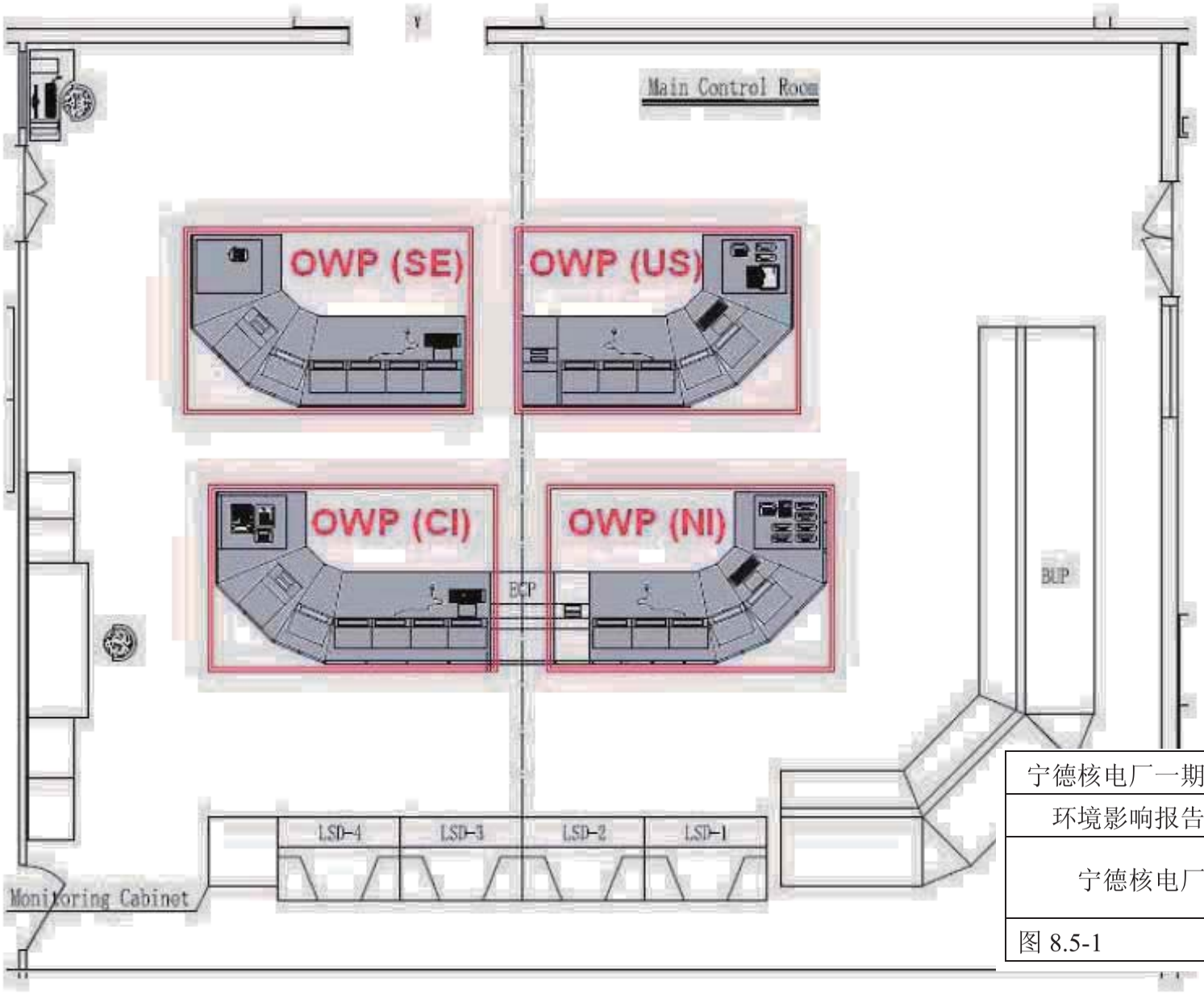
(十二) 撤离人员临时安置点

撤离人员临时安置点有两个，均为同三高速公路服务区。一个为宁德方向，距柏洋高速公路入口约 6km 的虎屿岛服务区；另一个为福鼎方向，距秦屿高速路口约 10km 的福鼎服务区。撤离洗消安置点作为场区应急及以上应急状态下场内撤离人员的临时

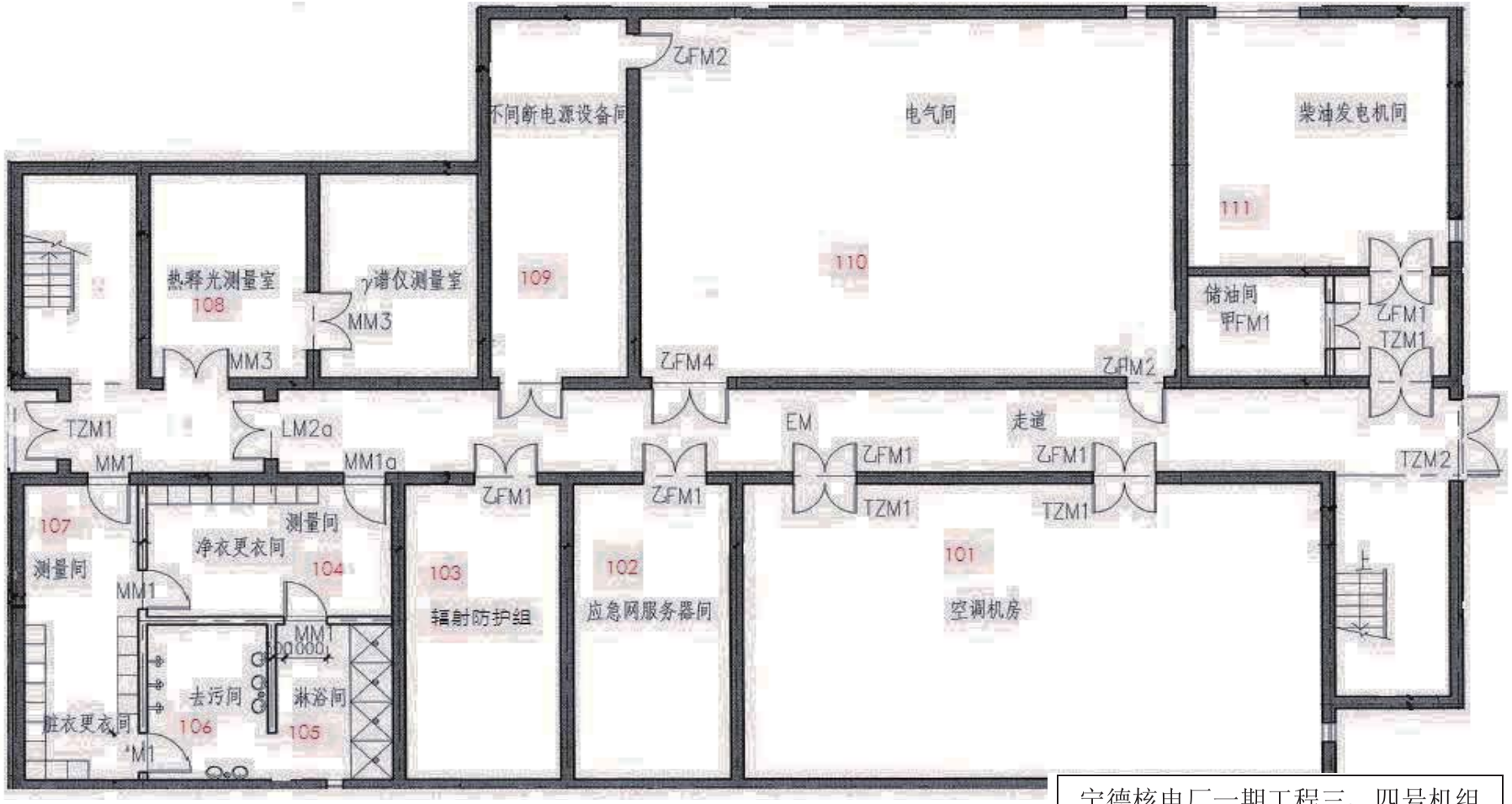
停留和中转地点，也是对进出电站的应急人员和应急车辆实施交通控制，进行污染监测和必要时洗消去污的场地。

图 8.5-3 给出了宁德核电厂厂外撤离示意图。

图 8.5-4 给出了宁德核电厂主要应急集合点布置图。



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂主控室布置图		
图 8.5-1	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
EM 楼一层平面布置图		
图 8.5-2（1/2）	版次：	A

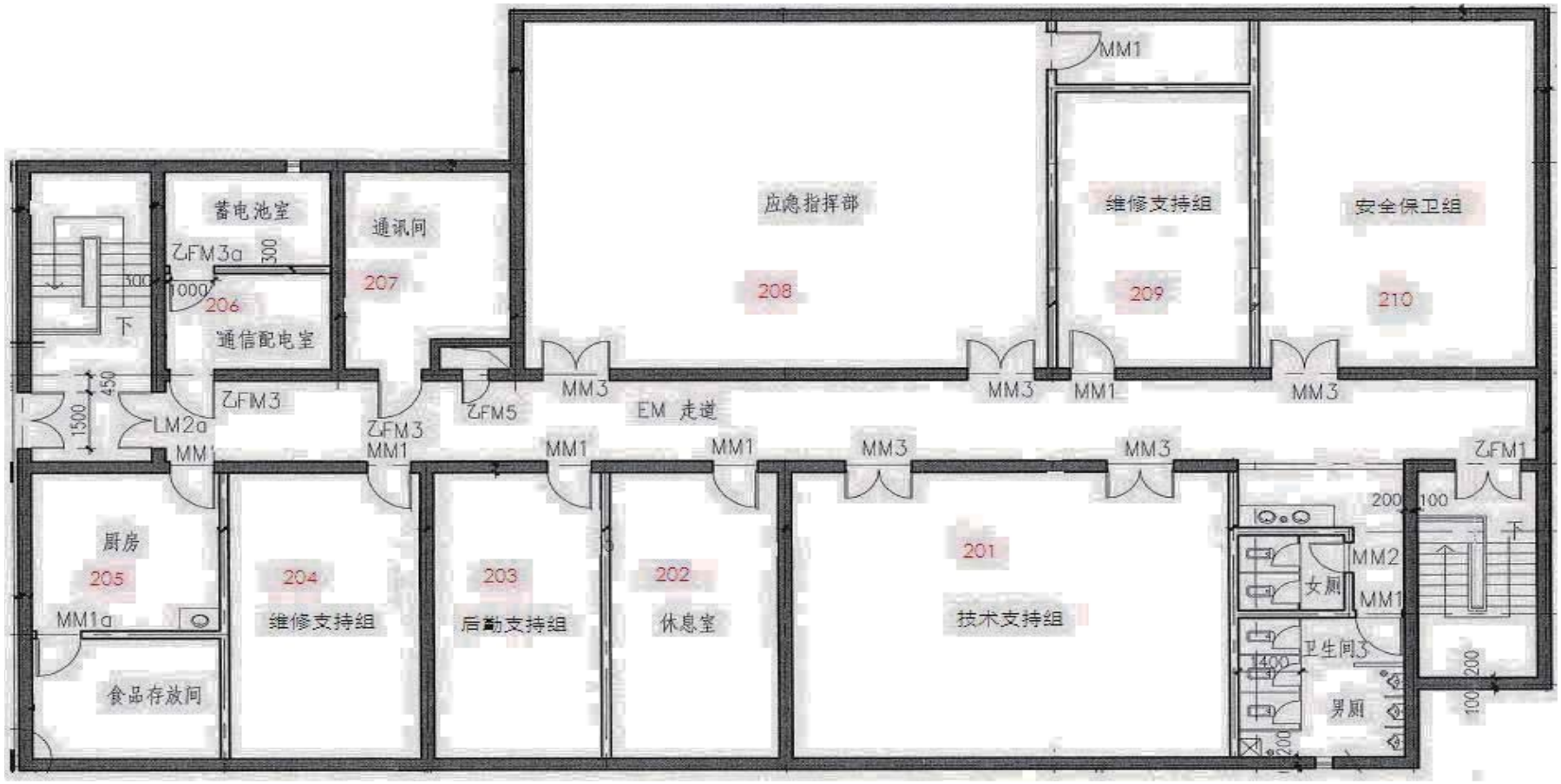
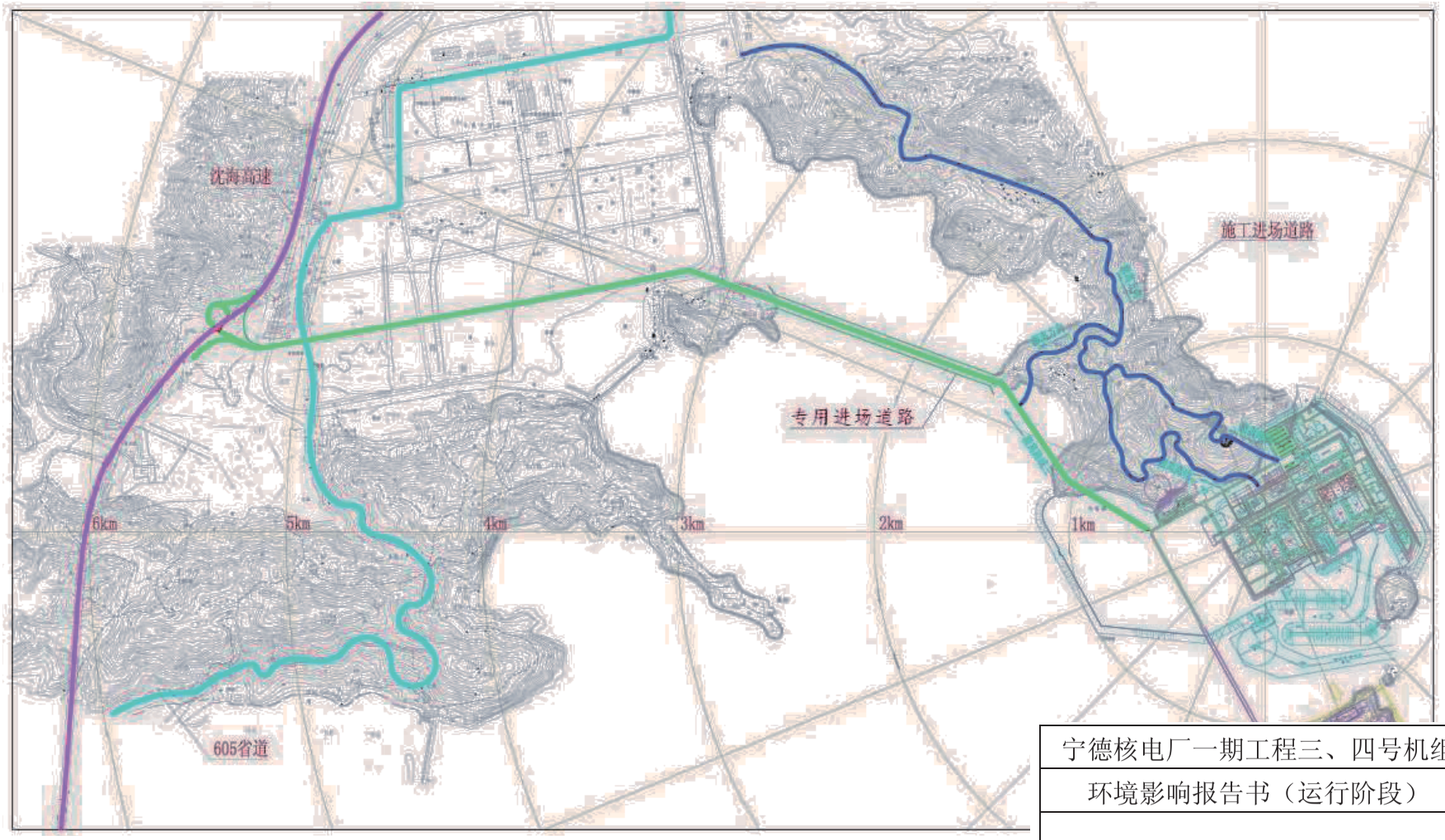


图 6.2 (2/2)　应急指挥中心 EM 楼二层平面图

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
EM 楼二层平面布置图		
图 8.5-2（2/2）	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂厂外撤离示意图		
图 8.5-3	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
主要应急集合点分布位置示意图		
图 8.5-4	版次：	A

第九章　公众参与

9.1　概述

9.2　公众参与工作回顾
9.2.1　核电宣传
9.2.2　问卷调查
9.2.3　座谈会
9.2.4　公众参与信息公告
9.2.5　核电厂与公众的更多交流

9.3　福岛核事故后公众参与工作
9.3.1　核电宣传
9.3.2　座谈会
9.3.3　福岛核事故后公众主要意见及反馈

9.4　本次环评公众参与工作
9.4.1　公众反馈意见及落实
9.4.2　小结

表
表 9.2-1　福建宁德核电厂一期工程选址阶段环境影响评价公众参与调查表（样表）
表 9.2-2　福建宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与调查表（样表）

图
图 9.2-1　宁德核电厂二期工程公众参与座谈会图片
图 9.2-2　宁德核电厂三、四号机组选址环评公众参与信息公告
图 9.2-3　宁德核电厂二期工程选址环评公众参与信息公告

图 9.3-1　福岛核事故后召开的座谈会场景
图 9.3-2　福建宁德核电厂一、二号机组首次装料阶段环评公众参与信息截图
图 9.3-3　福建宁德核电厂三、四号机组运行阶段环评公众参与信息截图

9.1 概述

国家鼓励公众参与环境影响评价活动，并将公众参与作为提高公众环境保护意识和参与决策主动性的重要手段之一。《中华人民共和国环境影响评价法》第二十一条明确规定，在建设项目批准立项前要举行论证会、听证会，或者采取其他形式，征求有关单位、专家和公众意见。为了全面落实法规要求，完善公众参与机制，原国家环保总局于 2006 年 2 月颁布了《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号），对公众参与的方式提出了具体的规定，以提高公众参与的公开性、平等性、广泛性和便利性。

核电厂建设项目作为历时较长的、涉核的大型建设项目，按工程进度分为选址、建造、装料、运行、退役等不同阶段，需开展不同程度的环评公众参与活动。福建宁德核电厂址一期工程坐落于过境岛，由东北向西南规划建设四台核电机组，根据厂址特点和社会环境状况，福建宁德核电有限公司在宁德核电厂一、二号机组选址、设计、运行阶段以及三、四号机组的选址、设计阶段环境影响评价中均已开展了全面的公众参与活动，包括：核电科普知识宣传，环境信息公开、公众意见问卷调查和召开座谈会以及跟踪已搬迁、征地、征海域公众的情况等，取得了一定的效果。

目前宁德核电厂三、四号机组处于即将首次装料阶段，需向国家有关部门申请运行许可证。考虑到环评公众参与活动的延续性和此次环评所处的阶段，三、四号机组运行阶段公众参与在以前所开展公众参与活动的基础上，主要通过发布信息公告的方式进行公众意见和建议的收集。

9.2 公众参与回顾

9.2.1 核电宣传

宁德核电厂选址之初，项目业主和环评单位针对目前我国核电知识尚未普及，公众对于核电安全性认识存在一定误区的现状，于 2004 年 4 月~2006 年 4 月期间，先后组织了七批次福建省各级政府代表、企业代表、新闻媒体代表以及利益相关的群众代表先后赴广东大亚湾核电站参观、考察和座谈，以广东大亚湾核电站建设促进当地社会经济和环境保护协调发展这一实例，消除各位代表对核电建设的疑虑，并通过各位代表向项目所在地的更多公众宣传核电知识，取得了良好的效果。此后，宁德核电有

限公司开展了一系列的核电知识宣传：

— 2006 年 9 月 15 日在福建省福鼎市体育馆开展了为期一周的以“发展核电、造福人类”为主题的大型科普展览活动，普及核电知识、展示核电发展前景。展览期间，主办方还举办了由中国工程院院士、国内著名核电专家等主讲的核电科普知识专题讲座，发放核电科普宣传品。并与当地媒体合作，组织开展核电科普知识问答竞赛等丰富多彩的活动。

— 2007 年 6 月 5 日，结合纪念“6.5”世界环境日，由宁德市环保局组织，蕉城环保局、东侨环保分局、福建宁德核电有限公司和移动宁德分公司等单位共同协办的世界环境日宣传活动在宁德市举行。福建宁德核电有限公司制作了介绍宁德核电项目概况的展板，向群众发出了上百本核电科普知识手册，解答了群众提出的有关问题。

— 2010 年 3 月 9 日至 3 月 14 日，宁德核电公众开放周暨福鼎文艺界核电书、画、影作品展在核电大厦举行。本次活动向广大社会公众开放，活动内容包括福鼎文艺界和宁德核电员工的文艺作品，公司四周年成长历程的图片展，公关展厅讲解等内容，旨在让更多的公众能多角度、多方位的体验和感受宁德核电，增进彼此的交流互动。

— 2010 年 11 月 5 日上午，福鼎市科技、文化、卫生“三下乡”活动在福鼎市贯岭镇举行，宁德核电受邀参加了此次“三下乡”活动，深入周边群众中开展核电科普宣传。公司准备了项目介绍和科普知识展板、手册等宣传品，公司讲解员也在现场为村民做了深入浅出的精彩讲解，引来许多村民驻足观看了解核电知识。现场共发放了 100 多份科普知识手册，300 多位村民观看了核电展区。

9.2.2 问卷调查

宁德核电有限公司先后开展了两次公众参与问卷调查，两次问卷调查时的问卷均以选择题为主，同时，让公众根据自身对于工程建设项目的认识，对建设项目的环境保护提出建议和要求。为了有助于受调查公众对于核电工程有直观的了解，并作出较为客观的判断，调查表中给出了福建宁德核电厂的简要情况，介绍了一些核电的科普知识或同时发放核电知识普及资料。两次公众参与问卷调查分别为：

— 2006 年 5 月 9 日~12 日开展了公众参与问卷调查，共发放问卷 232 份，调查范围包含宁德市、霞浦县、福安市、柘荣县、福鼎市、以及厂址附近的秦屿镇、硖门乡、三沙镇、店下镇和嵛山镇，表 9.2-1 给出了该次调查问卷的样稿。

— 2010 年 8 月福建宁德核电有限公司开展了公众参与问卷调查，共发放问卷 352 份。调查表发放范围具体包括福鼎市，厂址附近福鼎市所属的秦屿镇、硖门乡、店下镇、嵛山镇，霞浦县所属的牙城镇以及厂址半径 5km 左右的文渡工业区、秦屿镇的牛栏岗、东埕村、渔井村以及搬迁新建的备湾新村，表 9.2-2 给出了该次调查问卷的样稿。

9.2.3 座谈会

福建宁德核电有限公司截止 2013 年 12 月，在环评期间召开的公众参与座谈会有两次，分别为：

— 2006 年 5 月 20 日，召开了“宁德核电厂公众参与专题座谈会”。会议邀请了福建省各级环境保护主管部门、宁德市政府、福鼎市各行政主管部门、项目所在地附近的企事业单位、自身利益与项目建设相关的居民、村民、养殖户等专家和公众代表共计 43 人。

— 2010 年 11 月 2 日在福建省福鼎市召开了宁德核电厂二期工程公众参与专题座谈会，会议邀请了宁德市政府、环保局、核电办，福鼎市政府、环保局、核电指挥部、国土局、海洋渔业局、公安局等相关部门代表，硖门乡、秦屿镇、牛郎岗村、备湾村等村民代表以及苏州热工研究院专家 36 人，图 9.2-1 给出了此次座谈会时的照片。

9.2.4 公众参与信息公告

宁德核电厂已经公开了 8 次公众参与环境信息公告，分别为：

— 2006 年 4 月 29 日，在福建宁德市政府网站刊登了福建宁德核电厂一、二号机组选址阶段环评公众参与第一次信息公告。

— 2006 年 6 月 2 日，在福建宁德市政府网站刊登了宁德核电厂一、二号机组选

址阶段环评公众参与第二次信息公告和简本。

— 2007 年 9 月 10 日，福建宁德核电有限公司在福建省宁德市政府网站刊登了福建宁德核电厂三、四号机组选址阶段环境影响评价公众参与信息公告，图 9.2-2 给出了信息公告发布时的截图。

— 2007 年 9 月 22 日，福建宁德核电有限公司在福建省宁德市政府网站刊登了福建宁德核电厂三、四号机组选址阶段环境影响评价第二次公众参与信息公告和简本。

— 2010 年 7 月 14 日，福建宁德核电有限公司在宁德政府网站和 7 月 15 日的闽东日报上刊登了福建宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与一号信息公告，图 9.2-3 给出了信息公告发布时的截图。

— 2010 年 10 月 21 日的宁德市人民政府网站和福建宁德核电有限公司网站以及 10 月 25 日的闽东日报上刊登了宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与信息二号公告，在福建宁德核电有限公司网站刊登了福建宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响报告书简本。

— 2011 年 4 月 7 日，在福建宁德核电有限公司网站上刊登了宁德核电厂一、二号机组首次装料阶段环评公众参与一号信息公告，图 9.3-2 给出了此次信息公告的截图照片。

— 2011 年 10 月 19 日的福建省宁德市人民政府网站和 2011 年 10 月 21 日的福建宁德核电有限公司网站上刊登了宁德核电厂一、二号机组首次装料阶段环境影响评价公众参与二号信息公告和环评报告简本，图 9.3-2 给出了此次信息公告的截图照片。

9.2.5 核电厂与公众的更多交流

（1）建立公众信息中心

目前，福建宁德核电有限公司已设立了核电厂公众信息中心，方便公众查询与核电厂有关的环境信息。公众信息中心位于福鼎市核电大厦，主要功能是接待公众和新闻媒体的采访，发布有关核电站应急状态的信息，收集公众对有关应急的舆论和反映。

公众参与具有持续性，福建宁德核电有限公司网站（http://www.ndnp.com.cn/）也

作为公众参与专门网站，网站上通过工程简报的形式给出了工程的进度情况，同时，有专门的页面刊载了核电相关知识，并提供了公司的联系方式，这些措施一方面可以继续对公众进行核电知识宣传，另一方面也作为公众与福建宁德核电有限公司进行沟通联系的渠道，以便公众了解宁德核电厂的建设进程，从而提出合理的意见和建议。

（2）参观核电厂

宁德核电厂自建设以来，各界公众到访核电厂，近几年主要的参观有：

— 2010 年 5 月 8 日，致公党福建省委会来宾一行 10 多人莅临宁德核电参观。

— 2010 年 6 月 30 日，福鼎白琳中心小学全体党员 40 余人莅临宁德核电参观交流。

— 2010 年 7 月 29 日，公司邀请福鼎市一中优秀学生科普夏令营活动师生一行 40 多人参观宁德核电施工现场，并开展了核电科普教育。

— 2010 年 8 月 20 日下午，来自福建、浙江、江西、广东四省海西经济区域的城市门户网站总编、主任一行 30 多人到访宁德核电现场参观学习。

— 2010 年 11 月 12 日上午，温州市政协主席包哲东率温州籍省政协委员考察团一行 42 人到宁德核电站实地考察。

— 2010 年 11 月 30 日下午，中央党校广电班 12 名学员在宁德市委宣传部调研员曾力、福鼎市委宣传部副部长林增光的陪同下到访宁德核电参观。

— 2011 年 2 月 22 日上午，河南省滑县党政考察团一行参观宁德核电。

— 2011 年 6 月 28 日上午，宁德市经贸委离退休老干部一行 25 人来宁德核电站参观。

— 2011 年 9 月 9 日，宁德市政协林寿副主席携教育界委员一行 10 人参观了宁德核电现场。

— 2012 年 5 月 23 日，福建能源集团老领导一行 81 人莅临宁德核电参观。

— 2012 年 8 月 13 日，福鼎市白琳中心小学师生一行 50 人参观宁德核电现场。

— 2012 年 8 月 17 日，闽东电力公司及福建省地勘局退休老干部莅临宁德核电参观。

— 2012 年 8 月 18 日，霞浦县一中夏令营参观团 110 名准高一学生参观宁德核电现场。

— 2012 年 8 月 23 日，福鼎实验小学、桐北小学、福鼎一中、六中等 7 所学校的 40 多名中小学生参观宁德核电现场。

— 2012 年 9 月 22 日，来自宁德市区、福鼎、福安等地的 35 名网友，包括在校学生、老师，有机关单位公务员、企业老板和员工参观宁德核电现场。

— 2013 年 5 月 26 日，23 名微博网友和媒体记者，包括来自福建各地，从事新能源研究的研究生、电力专业的从业人员，公务员、个体户、电站周边居民，还有《东南快报》、东南网、新浪宁德频道、宁德网的的记者朋友，参观宁德核电现场。

— 2013 年 7 月 25 日，福鼎市一中、六中、十六中、桐南小学、桐北小学、山前小学、流美小学的 47 名中小学教师到宁德核电现场参观。

— 2013 年 8 月 21 日，福鼎市四中、十一中、十七中、秦屿小学和硖门中心小学的 45 名教师到宁德核电参观交流。

— 2013 年 9 月 11 日，中广核集团退休老干部一行莅临宁德核电参观。

（3）协调会

2009 年 2 月福建宁德核电有限公司就备湾村村民就业、村民安置点道路、备湾村庙堂搬迁事宜与备湾村村民小组成员进行了协调会。协调会上，原备湾村村委主任介绍了村民目前在搬迁入住和就业两方面的主要困难，核电公司人员介绍了现场承包单位劳务用工情况和未来趋势。与会人员分别就备湾村村民再就业培训、就业、村民安置点道路、备湾村庙堂搬迁事宜展开讨论，达成基本共识，并希望今后继续加大沟通，相互理解和支持。

（4）与当地的其它互动活动

福建宁德核电有限公司一直注重与周边村民的感情，建设和谐、稳定的周边关系。据不完全统计，从 2010 年 1 月至今，福建宁德核电有限公司与当地的互动活动有：

— 2010 年 2 月 3 日下午，前往工地和备湾新村慰问了项目承包商单位和备湾村村民。

— 2010 年 5 月 23 日，到福鼎市岩前敬老院，为近百名孤寡老人和智障儿童献上了一份爱心。

— 2010 年 5 月 11 日下午，宁德市孤、残儿童、青少年专项教育基金启动仪式在闽东宾馆举行，40 多家企事业单位参与了捐款活动，宁德核电公司向基金捐款 10 万元。

— 2010 年 5 月 31 日上午，到福鼎市实验幼儿园、福鼎市实验小学进行“六一”儿童节慰问活动，并向实验幼儿园赠送教学设备。

— 2010 年 6 月 10 日下午，赴秦屿镇硖门乡中心小学、东埕小学进行“六一”节系列慰问活动。

— 2010 年 8 月 26 日，赴秦屿镇渔井村、柏洋村、牛郎岗村，对村里 2010 年高考录取的 23 名新生进行捐赠助学慰问活动。

— 2010 年 9 月 25 日，在福鼎市人民剧场举办宁德核电基地核安全文化讲座，宁德核电公司、工程公司宁德项目部、核服宁德分公司员工及施工单位员工代表共约 800 人参加讲座。

— 2010 年 10 月 15 日，对牛郎岗行政村、备湾自然村 60 岁以上村民老人开展重阳节慰问活动。

— 2011 年 1 月 26 日，赴备湾自然村开展春节慰问活动。

— 2011 年 9 月 28 日，对牛郎岗行政村、备湾自然村 60 岁以上村民老人开展了重阳节慰问活动。

— 2012 年 1 月 12 日，赴备湾村慰问广大村民。

— 2012 年 6 月 18 日，公司一行 20 余人来到核电现场周边的鸣璐希望小学，给孩子们送去了精心准备的爱心书包，还有篮球、足球、排球等体育器材以及十余张中国地图，并对困难学生家庭进行了捐助。

— 2012 年 10 月 22 日，公司及市核电指挥部组成慰问组一同走访慰问了牛郎岗、备湾村的 60 岁及以上老人，向老人们送上了节日的祝福和亲切的问候。

— 2013 年 2 月 4 日，赴备湾自然村开展春节慰问活动。

— 2013 年 10 月 14 日，公司走访慰问了牛郎岗、备湾村的 60 岁及以上老人，向老人们送上了节日的祝福和亲切的问候。

9.2.6 公众反馈意见及落实

宁德核电选址之始，始终注重与当地群众的的沟通，通过开展了一系列的公众参与活动，促进周边关系和谐有序发展，针对宁德核电厂的建设及运行，公众反馈的意见主要有：

— 做好安全措施，减少对居民可能的风险。

— 建设单位仍要加强对核电知识的普及和正面的公众宣传，使公众对核电有正确的认识，消除对核电的恐惧感。

— 加强对于工程施工人员的管理，防止出现违法乱纪的行为，以及在工程施工过程尽量避免与当地群众发生纠纷，引发群体事件。

— 更合理地作好土地补偿工作，希望通过劳动用工等多种途径改善居民今后的生产生活。

— 公众担心由于土地被征用，海域环境受到影响，公众的未来生活存在很大的不确定性。要求建设单位充分意识到这个问题，并对被征用土地的公众进行合理补偿、考虑在核电厂建设和运行期间与附近村庄的共建，协助建设一些基础设施，为村民提供一些就业的机会。

— 对于核电厂与周边环境之间的景观协调，建设单位应通过辅助工程的建设，使之成为一个有机的整体。

— 公众提出核电厂对太姥山风景区的影响。

— 要求核电厂的名称确定应充分考虑到地方发展的利益，“为什么建在福鼎，受益是宁德，为什么要挂宁德核电”？既是建在福鼎，如有发生事故，首先影响的是福鼎的人民，为何名为宁德核电，税收分配宁德与福鼎的比例如何？

针对公众提出的问题，宁德核电有限公司当场进行了耐心细致的解释，并表示在核电厂工程建设中充分考虑各位代表提出的意见和建议，将核电厂工程的环境保护落到实处，用实际行动消除公众对于核电厂安全的担扰，并将继续加强对核电知识的普及和正面的公众宣传：

— 鉴于太姥山风景区为国家级风景名胜区，部分公众要求核电厂建设过程中注重与周边环境的景观协调，建设单位对此表示将在建设过程中通过景观规划，将核电厂

建设成为与周边环境协调的新旅游景点。

— 对于与核电厂直接利益相关者，主要是移民搬迁、被征地（征海）的村民和养殖户、茶场、当地政府以及厂址周围的养殖户和渔民：

— 拆迁安置：2007 年 12 月初，在当地政府和宁德核电有限公司的共同努力下，备湾村整体搬迁至巨口行政村的秋溪自然村。

— 补偿工作：宁德核电有限公司对于在核电厂址的前期工作中涉及到的直接利益相关公众，充分考虑其切身利益，根据用地、用海的实际情况，与福鼎市人民政府签定了 8 个理赔协议，以高于福建省平均水平（最高达 2~3 倍）的补偿标准对相应人员进行了经济补偿。

— 再就业方面：宁德核电有限公司积极配合政府对直接利益相关公众进行转产转业。一方面，在拆迁安置时，对被安置人员配备一定的土地，使之具备一定的种植条件，完成渔民向农民的转化；另一方面，宁德核电有限公司积极落实项目公众参与研讨会上的相关建议，与福鼎市政府推荐的福鼎第二建设公司签定了用工协议，通过对牛栏岗和备湾村民的培训之后，让其承担一些简单的工程，从而在一定程度上解决其工作与收入问题。随着工程的进一步扩大，通过上述用工协议，宁德核电有限公司能够提供给村民的工作机会会越来越多。通过这些工作，与宁德核电工程有直接利益相关的公众对于宁德核电有限公司在拆迁补偿及转产转业方面所作的工作均较为满意。

9.3 福岛核事故后公众参与工作

9.3.1 核电宣传

2011 年 3 月以来，日本福岛核电站泄漏事故引发全球广泛关注，为进一步做好宁德核电项目周边社会群体的核电科普知识宣传工作，帮助公众深入了解认识核电安全，消除公众对核电的恐惧心理，公司专门针对福岛核事故编印了 3 万多份核安全知识手册，利用多种渠道进行了分发，同时继续开展了核电知识的宣传工作：

— 2011 年 3 月 29 日，公司为宁德市党校组织的县处级以上干部培训班的学员做了题为《核能与核安全》的核电科普知识培训，宁德市县处级以上干部共计

130 余人参加了培训。

— 2011 年 4 月 8 日上午，核电科普知识专题讲座在核电大厦举办，福鼎市四套班子领导，市直机关单位、各乡镇主要负责人等 180 多人参加了讲座。

— 2011 年 4 月 12 日，举办两场核电科普知识讲座，福鼎市人大代表、政协委员、老干部、社区及村干部、学校校长、企业界人士等 300 多人参加。

— 2011 年 4 月 15 日，公司在秦屿镇、硖门乡举办两场核电科普讲座，共 150 多名当地干部群众参加了讲座。

— 2011 年 5 月 9 日，福鼎市政府办公室联合民政局、科技局和环保局于福鼎市政府门前开展“防灾减灾日”宣传周活动，公司作为参与单位，组织相关人员开展了科普宣传活动，准备了宣传核电科普知识的展架，上千册科普读物和一台核电机组模型。

— 2012 年 2 月 2 日，组织宁德晚报小记者团 40 多人现场参观宁德核电，了解核电知识。

— 2012 年 3 月 22 日，公司在位于太姥山镇的福鼎第四中学举办了一场核电科普知识讲座，安全质保部经理应邀主讲，福鼎四中高中部学生及部分教师代表 300 多人聆听了讲座。

— 2012 年 10 月 19 日，电厂党总支举行圆梦系列活动之“福鼎四中师生走进核电”，福鼎四中高三师生一行 40 余人走进核电厂，参观 88m 观景平台、参加安全知识宣讲及“圆梦活动”会议。

— 2013 年 4 月 27 日，电厂党总支举办“核力助学，圆梦校园”系列活动之“一帮一互助交流活动”，来自福鼎四中初、高中师生一行 30 余人走进核电厂，接受了电厂各党支部资助人“一对一”的帮扶、资助，并参观 88 米观景平台，学习了解核电知识。

— 2013 年 5 月 12 日，在福鼎市开展了“街头科普宣传”和“核安全知识讲座”两场活动。利用核电科普展板、机组模型、核电科普手册和商运宣传资料，向过路群众发放宣传资料，讲解核安全知识，并耐心解答他们提出的问题。

9.3.2 座谈会

除了在核电环评公众参与期间召开座谈会外，在福岛核事故发生后，为回应公众不必要的误解和担忧，搭建公司与公众代表直接沟通的平台，召开了座谈会，图 9.3-1 给出了这些座谈会的现场图。

— 2011 年 5 月 27 日，在核电大厦召开了福鼎市人大代表、政协委员核电安全咨询座谈会，有 40 多人参加了会议。会议介绍了宁德核电项目的基本概况、项目进展及安全基准等情况，来自秦屿镇、硖门乡等福鼎社会各界的人大代表、政协委员纷纷从各自角度，就其关心的核电站的安全设施及基准、安全监管、对周围环境影响、应急准备、对地方经济的贡献等问题提问，公司领导及相关部门负责人就各自领域的问题进行了认真细致的回答，会议历时 3 个半小时。此次座谈会搭建了公司高层与福鼎群众代表直接沟通的平台，对于收集群众关心和集中反映的问题，回应不必要的误解和担忧，做好下一步的周边关系和宣传引导工作具有积极的意义。

— 2011 年 6 月 17 日，福建宁德核电公司有关管理人员到秦屿镇召开核电安全座谈会，秦屿镇老干部、老党员、居民和村民代表（主要是对宁德核电建设有疑虑的群众代表）共 30 多人参加了座谈会。座谈会由福鼎市委常委、秦屿镇委书记主持，核电公司有关人员介绍了宁德核电项目的基本概况、项目进展及安全基准等情况。参会代表纷纷从各自角度，就其关心的核电站的安全设施及基准、安全监管、对周围环境影响、应急准备、对秦屿镇经济影响等问题提出疑问，公司领导及相关部门负责人就各自领域的问题进行了认真细致的回答。核电公司表示，宁德核电项目能够建在秦屿首先要感谢秦屿镇干部群众的关心和支持，希望能通过这样的沟通渠道解答他们的疑问，宁德核电完全有信心和能力保卫核安全，国家也一定会审慎的看待核电安全和发展，将人民群众的安全和利益放在首位。此次座谈会搭建了公司高层与秦屿镇民意代表直接沟通的平台，对于回应不必要的误解和担忧，稳定周边群众情绪，做好下一步的周边关系和宣传引导工作具有积极的意义。

— 2011 年 8 月 20 日，为了答复周边群众对宁德核电建设的意见和建议，营造项

目建设稳定的外部周边环境，福鼎市委、市政府和宁德核电公司在核电大厦联合举办了宁德核电建设座谈会。会议专门邀请了国内核能行业的权威专家及参与宁德核电项目前期可研、环评的专家与秦屿镇群众代表座谈。会议专门邀请了国内核能行业的权威专家及参与宁德核电项目前期可研、环评的专家与秦屿镇群众代表座谈。会议首先介绍了福岛核事故以来国际和我国核电业发展相关情况及我国核电行业的监管情况，接着就国内核电厂的选址、地震、海啸、环境评估、核应急管理等问题做了介绍，随后参会的群众代表就所关心的宁德核电相关问题与专家进行了深入地交流和探讨。

宁德核电公司总经理表示宁德核电全体参建者将认真工作，以更加严谨的态度对待核电站建设、运营中的核安全问题，确保公众的安全，谈了几点意见：一是今后宁德核电公司将建立与周边群众的沟通对话机制，加大宣传力度和细度，广泛听取广大群众对宁德核电的意见、建议；二是公司将努力为当地的经济发展多做贡献，促进与周边群众的和谐相处；三是宁德核电项目的几千员工与当地群众的目标和利益保持一致；四是国务院核安全检查组的检查结论报告形成后，将在一定范围内向群众公开，请广大群众相信国务院核安全检查组的专业结论。

9.3.3 福岛核事故后公众主要意见及反馈

福岛核事故后，在一系列公众参与活动中收集到了一些群众反映比较集中的问题和疑虑：宁德核电的安全性及对周边水产养殖的影响；核废料的处置；与当地经济规划的相符性；核电建设的必要性；核电的清洁和廉价；地震、海啸、台风、海潮等对厂址的影响；德国计划 2022 年关闭所有核电站，而中国仍然新建核电站；我国电力能源短缺是否只是暂时以及宁德核电站在正常运行状态下给周边群众的正常生产、生活造成的影响的问题等。

对于这些问题和疑虑，福建宁德核电有限公司组织人员给予了认真答复与落实，并将部分意见汇编成册（见附录 E）在召开的核安全咨询会和座谈会上予以分发和解释。针对宁德核电的干部员工因为害怕核辐射要搬往外地的传言，通过邀请媒体报道公司现场办公楼和生活区启用来澄清事实：2011 年 6 月 18 日上午，公司现场办公楼、

生活区建成投用仪式在宁德核电现场举行，来自福鼎市委、市政府领导，秦屿、硖门乡镇领导，相关媒体，周边村民代表及承包商、员工代表等 100 多人参加了仪式，向公众彰显了宁德核电的安全性。

此外，公司在长期的接待对外参观，对外交流中也及时介绍项目的进展和核电相关知识，对地方政府转办的信访件，群众在座谈会、咨询会提出的质疑都及时认真的给予了答复。

9.4 本次环评公众参与工作

2013 年 11 月 5 日，在宁德市政府网站、闽东日报和福建宁德核电有限公司网站上刊登了宁德核电厂三、四号机组运行阶段环评公众参与一号信息公告，图 9.3-3 给出了该信息公告的截图照片。一号信息公告的主要内容为：宁德核电厂概要介绍，建设单位及环评单位联系方式，环境影响评价的工作程序和主要工作内容，征求公众意见的主要事项，公众提出意见的主要方式。

在宁德核电厂三、四号机组运行阶段环境影响报告书形成初步结论后，根据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号）的要求，在报送国务院环境保护行政主管部门审批前，环评单位编制了《宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响报告书（运行阶段）》简本和“宁德核电厂一期工程三、四号机组运行阶段环境影响评价公众参与信息公告”，刊登在 2013 年 12 月 16 日的福建省宁德市人民政府网站（http://www.ningde.gov.cn/）、2013 年 12 月 17 日的福建宁德核电有限公司网站（http://www.ndnp.com.cn/）以及 2013 年 12 月 19 日的闽东日报上，见图 9.3-4。信息公告的主要内容为：宁德核电厂三、四号机组概况，核电厂建设期间对环境造成的影响，散热系统对运行的影响以及正常工况和事故工况下对环境的辐射影响，运行期间的污染防治措施，环境影响报告书提出的环境影响评价结论的要点，公众查阅环境影响报告书简本或索取补充信息的方式和期限等。

附录 E 给出了这两次公众参与信息公告的内容。

9.4.1 公众反馈意见及落实

本次环评两次公示期间，宁德市政府、福建宁德核电有限公司和环评单位均未收到群众投诉意见和建议。

为了加强与当地政府和群众的沟通交流，公司自上而下成立了周边关系协调小组，定期与当地政府召开政企协调会，协商解决政府、企业和周边群众在参与建设项目过程中所遇到的实际困难。通过举办“核电科普知识展”、“核电科普知识讲座”，在当地报刊上连载“核电科普知识”等方式普及核电知识，并在政府网站公开征求公众对项目的意见。公司建立了舆情监测和危机应对机制以及新闻发言人制度，编写了《新闻发言人及舆情危机事件应急管理制度》；还与地方政府发布了“建设宁德核电和谐周边关系的共同承诺”。近年来，公司支援地方抗台、抗洪救灾累计捐款 500 多万元，无偿帮助乡村修路改道，接电送水，吸纳劳务，慰问周边孤寡老人、贫困群众，慰问边防武警，按计划分批对周边村民进行农、水、工等各方面的技能培训等，向乡村小学的师生献爱心。宁德核电赢得了地方政府和社会公众的充分理解和大力支持，开创了与地方、与群众、与部队和谐、共融、多赢的良性格局，进一步巩固了宁德核电与周边的关系，为宁德核电的和谐发展营造了良好的外部环境。

9.4.2 小结

通过前期开展的公众参与工作，公众基本上对宁德核电厂的建设表示支持。福岛核事故后，通过宁德核电厂与社会公众着力开展的沟通交流，及时为公众释疑，树立了宁德核电正面积极的企业形象，也让更多人了解核电、支持核电，为宁德核电的和谐发展营造了良好的外部环境。

公众参与的结果表明，通过宁德核电厂所开展的一系列公众参与活动，对缓解福岛事故之后厂区周边对核电厂的恐慌情绪起到了良好的促进作用，已获得了公众对核电厂的建设的理解和支持。

表 9.2-1　福建宁德核电厂一期工程选址阶段环境影响评价公众参与调查表（样稿）

<table>
<tr><td>姓名</td><td></td><td>单位或住址</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">身份证
号 码</td><td rowspan="2"></td><td>民族：</td><td>职业：</td><td rowspan="2">文化
程度</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>年龄：</td><td>性别：</td></tr>
<tr><td colspan="6">宁德核电工程概况：
福建宁德核电厂一期工程由福建宁德核电有限公司投资建设，厂址地处福建省福鼎市秦屿镇的备湾村，距离 NNW 方位的福鼎市区约 32km，距离 SW 方位的霞浦县城约 34km，距离宁德市区约 86km，距离福州市约 140km，离太姥山国家风景旅游区约 13km。厂址西北方向距同三高速公路秦屿出入口约 7km。
厂址区东临东海，南侧和北侧分别为文渡湾和晴川湾，西北侧为低山丘陵地形。整个厂址区由高度为 143m 的备湾山东南段以及邻近的 3 个小岛（过境岛、二跳岛和跳尾岛）构成，总占地面积约 445 万平方米，其中海域约 285 万平方米。厂址范围内没有移民，离厂址最近的居民点是 WNW 方位约 1.6km 处的备湾村。
宁德核电厂一号机组预期于 2007 年年底浇灌第一罐混凝土，单机建设周期为 58 个月，预计于 2012 年 10 月投产发电。本期工程总投资约 240 亿人民币。
核电经过几十年的发展和逐步改进，已发展成为一种安全、清洁的能源。
宁德核电厂一期工程拟建设两台由中国广东核电集团开发的 CPR1000 百万千瓦级压水堆核电机组，额定功率 1080MWe/台。该机组是大亚湾核电厂和岭澳核电厂的改进机型，其参考机组已有多年的安全稳定运行经验。大亚湾核电基地（4 台机组运行、2 台机组在建）十多年的环境监测表明，厂址及附近地区没有发现明显的放射性增高现象，且没有 SO_2、NO_x 等常规污染物排放。
更详细的工程方案信息和环境影响评价主要结论请于 5 月 23 日后登陆网站 http://www.ningde.gov.cn 查询。</td></tr>
<tr><td colspan="6">您对本工程的了解程度：
了解 □　　知道 □　　听说 □　　不知道 □</td></tr>
<tr><td colspan="6">您对核电的了解程度：
了解 □　　知道 □　　听说 □　　不知道 □</td></tr>
<tr><td colspan="6">您认为当地环境状况：
优 □　　良好 □　　一般 □　　差 □</td></tr>
<tr><td colspan="6">您认为厂址附近海域环境状况：
优 □　　良好 □　　一般 □　　差 □</td></tr>
</table>

您认为当地环境的主要污染是： 大气 □　海水 □　噪声 □　电磁辐射 □　生态 □　其它_____
本工程对您的影响是： 征地 □　拆房 □　经济 □　心理 □　其他_____
您认为本工程对本地区经济社会发展： 有很大的推动 □　一般的促进 □　无明显效益 □
您认为本工程对环境影响主要是： 放射性污染 □　大气污染 □　海水污染 □　噪声污染 □　其它_____
您认为本工程对本地区的渔业生产影响： 严重 □　一般 □　不大 □　没有 □
您认为本工程对海洋生态环境的影响： 严重 □　一般 □　不大 □　没有 □
您认为本工程施工期间对您的影响最大的因素是： 施工噪声 □　空气粉尘 □　交通不便 □　海水水质 □　其他_____
如果您涉及工程的征地、征海，您对征地、征海补偿及其它相关政策： 了解 □　知道 □　不知道 □
对于本工程，您最想了解的是： 对我有没有影响 □　会不会发生事故 □　可能事故影响的范围和程度 □　其他_____
您认为本工程的总体效应是： 有很大的好处 □　利弊相当 □　弊大于利 □　没有好处 □
您对本工程的态度是： 积极支持 □　支持 □　不关心 □　反对 □
其他意见和建议（如果您对本工程有任何问题，请您提出并留下您的联系方式，我们会尽快给您回复）：

（本表格不够填写时，请附纸填写）

联系地址：福建宁德东侨邮政大厦 7 楼；传真：0593-2918666；

联系人：李强；Email:lqlt8888@126.com；电话：0593-2918643、13328283196。

表 9.2-2 福建宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与调查表（样表）

姓名		年龄	
性别		民族	
联系电话		文化程度	
单位或住址		职业	

福建宁德核电厂工程概况：

福建宁德核电厂位于福建省福鼎市秦屿镇备湾村，距福鼎市区南约 32km，东临东海，北临晴川湾，厂址距同三高速公路秦屿出入口约 7km。

福建宁德核电厂规划容量为 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，一期工程建设四台 1000MW 级的 CPR1000 核电机组。目前，宁德核电厂一期工程 4 台机组已经开工建设。二期工程规划建设 2 台 CPR1000 压水堆核电机组，5 号机组计划 2011 年 12 月 30 日开工建设，2016 年 8 月 80 日投入商业运行；6 号机组计划 2012 年 8 月 30 日开工建设，2017 年 4 月 30 日投入商业运行。

国内现有核电机组多年的环境监测表明，核电厂厂址及附近地区没有发现放射性增高现象，且没有 SO_2、NO_x 等常规污染物排放。

核电知识介绍：

核电厂是利用原子核内部蕴藏的能量大规模生产电力的发电厂，除利用核能产生蒸汽的核岛外，其它部分与常规火电厂一样。核电厂使用的是含有易裂变物质铀-235 的核燃料。

核电厂在生产电力的同时，始终坚持“质量第一、安全第一”，设计中采用了纵深防御的原则，从设施、运行等方面提供多层次的冗余保护，有效包容放射性物质，保护环境，保护电厂工作人员和公众的健康。

核电厂正常运行期间，会产生少量的放射性废物，经电厂的废物处理系统有效处理后向环境排放，对周围环境和公众的放射性影响很小，远远低于自然界本身存在的放射性的影响。一般情况下，核电厂运行对周围公众的辐射影响约为 0.01mSv/年，而成人胸肺透视一次的影响约为 0.02mSv/年，乘飞机往返北京-欧洲的影响约为 0.04mSv/年。由于采用带冷却塔的二次循环水冷却方式，核电厂正常运行的废水排放量很少，且不会产生火电厂所排放的 SO_2、NO_X、粉尘等污染物。核电厂产生的乏燃料和放射性固体废物暂时贮存在核电厂内，在达到一定时限后运往国家指定的地方处置，不向环境排放。

核电经过几十年的发展和逐步改进，已成为一种安全、清洁的能源。国内现有核电机组多年的环境监测结果表明，核电厂厂址及附近地区没有发现放射性增高现象。

您对本工程的了解程度： 了解 ☐ 知道 ☐ 听说 ☐ 不知道 ☐
您对核电的了解程度： 了解 ☐ 知道 ☐ 听说 ☐ 不知道 ☐
您认为当地环境状况： 优 ☐ 良好 ☐ 一般 ☐ 差 ☐ 不知道 ☐
您认为厂址附近海水水质状况： 优 ☐ 良好 ☐ 一般 ☐ 差 ☐ 不知道 ☐
您认为当地环境的主要污染是： 大气 ☐ 水体 ☐ 噪声 ☐ 电磁辐射 ☐ 生态 ☐ 不知道 ☐ 其它____
本工程对您的影响是： 征地 ☐ 拆房 ☐ 征水域 ☐ 经济 ☐ 心理 ☐ 无影响 ☐ 其它_____
您认为本工程对本地区经济社会发展： 有很大的推动 ☐ 一般的促进 ☐ 无明显效益 ☐ 不知道 ☐ 其它_____
您认为本工程对环境影响的主要是： 放射性污染 ☐ 大气污染 ☐ 水污染 ☐ 噪声污染 ☐ 其它_____
您认为本工程对本地区的工农业生产影响： 严重 ☐ 一般 ☐ 不大 ☐ 没有 ☐ 不知道 ☐
您认为本工程对当地渔业生产的影响： 严重 ☐ 一般 ☐ 不大 ☐ 没有 ☐ 不知道 ☐
您认为本工程对本地区海洋生态环境的影响： 严重 ☐ 一般 ☐ 不大 ☐ 没有 ☐ 不知道 ☐
您认为本工程施工期间对您的影响最大的因素是： 施工噪声 ☐ 空气粉尘 ☐ 交通不便 ☐ 水质 ☐ 不知道 ☐ 其它_____
如果您涉及工程的征地，您对征地补偿及其它相关政策： 不涉及 ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 ☐ 无所谓 ☐ 不知道 ☐
对于本工程，您最想了解的是： 对我有没有影响 ☐ 会不会发生事故 ☐ 可能事故影响的范围和程度 ☐ 不关心 ☐ 其他_____
您认为本工程的总体效应是： 有很大的好处 ☐ 利弊相当 ☐ 弊大于利 ☐ 没有好处 ☐ 不知道 ☐
您对本工程的态度是： 积极支持 ☐ 支持 ☐ 不关心 ☐ 反对 ☐
其他意见和建议（如果您对本工程有任何问题，请您提出并留下您的联系方式，我们会尽快给您回复）：

（本表格不够填写时，请附纸填写）

联系单位：福建宁德核电有限公司　　联系地址：福鼎市江滨北路 266 号核电大厦

联系人：张静静　　电话：0593-5652141　　Email：zhangjingjing@cgnpc.com.cn



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂二期工程公众参与座谈会图片		
图 9.2-1	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂三、四号机组选址环评公众参与信息公告截图		
图 9.2-2	版次：	A



福建宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与一号信息公告

2010年07月14日　福建宁德核电有限公司　【字体：大 中 小】

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第2号令）、《中华人民共和国环境影响评价法》和原国家环保总局2006年3月18日开始施行的《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发2006[28号]）的要求，福建宁德核电厂二期工程开展环境影响评价公众参与工作，以征求公众意见。

（1）建设项目的名称、规模及概要

建设项目名称为福建宁德核电厂二期工程，位于福建省福鼎市秦屿镇畚湾村，距福鼎市区南约32km，东临东海，北临晴川湾，厂址距同三高速公路秦屿出入口约7km。

福建宁德核电厂规划容量为6台百万千瓦级压水堆核电机组，一期工程建设四台1000MW



宁德核电厂二期工程选址阶段环境影响评价公众参与信息二号公告

2010年10月21日　福建宁德核电有限公司　【字体：大 中 小】

根据原国家环保总局2006年3月18日开始施行的《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发2006[28号]）的要求，在《宁德核电厂二期工程环境影响报告书（选址阶段）》报送环境保护部审批前向公众公告如下信息：

一、　建设项目情况简述

宁德核电厂位于福建省宁德市辖福鼎市秦屿镇牛栏岗的畚湾自然村，规划容量为六台百万千瓦



MINDONG DAILY

闽东日报

中共宁德市委主办

合力申报世界地质公园
携手打造宁德国际品牌

最高法院出台司法解释
“老赖”高消费行为被禁止

高温催热空调市场
市民偏爱补贴产品

严查成效显现
“酒驾”数量下降

全球10大港口
中国占8席

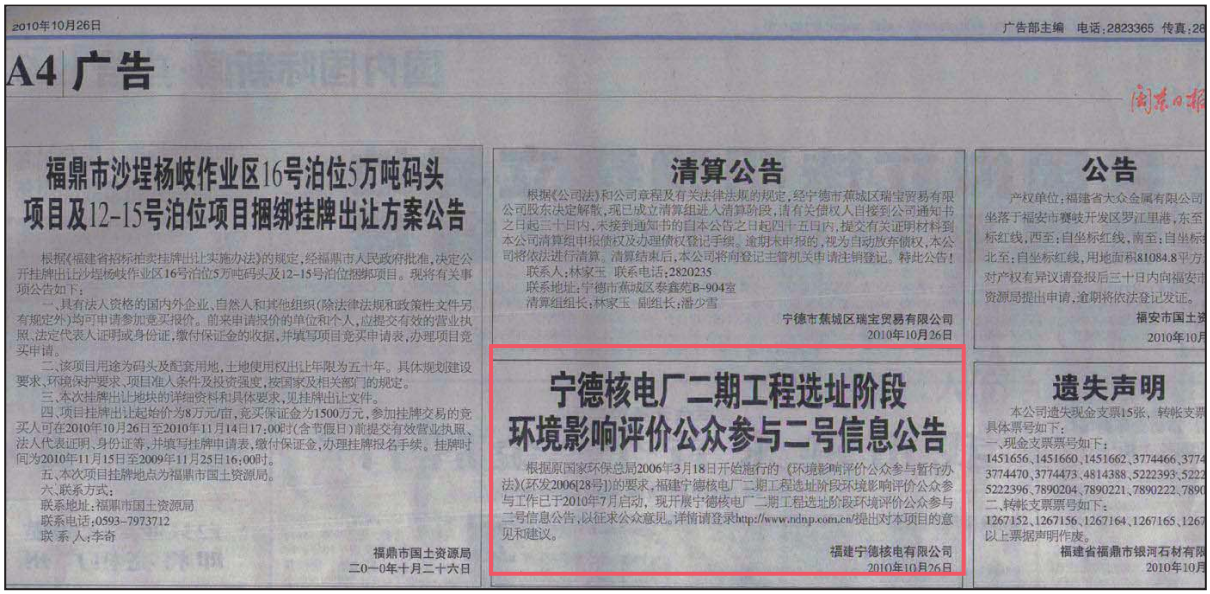
厦门东海学院2010年招生（统招代码14112）

五粮液冰珀43
宁德总代理

福建宁德核电厂二期工程选址阶段
环境影响评价公众参与一号信息公告

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂二期工程选址环评公众参与信息公告截图		
图 9.2-3（1/2）	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
宁德核电厂二期工程选址环评公众参与信息公告截图		
图 9.2-3（2/2）	版次：	A



5 月 27 日福鼎市人大代表、政协委员座谈会场景



6 月 17 日秦裕镇座谈会场景

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
福岛核事故后召开的座谈会场景		
图 9.3-1（1/2）	版次：	A

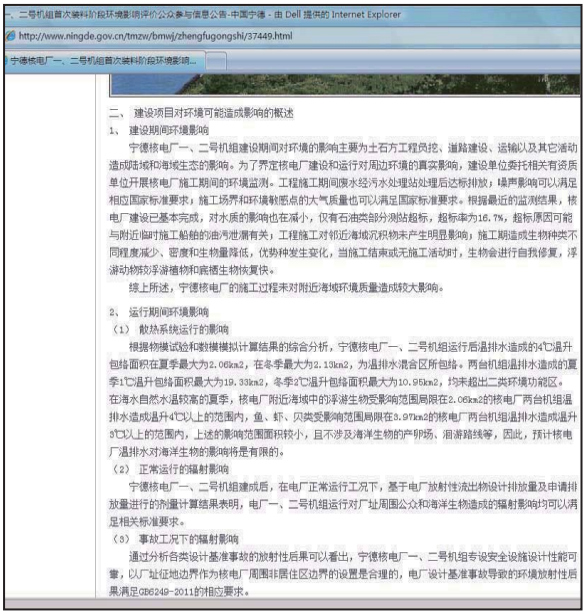


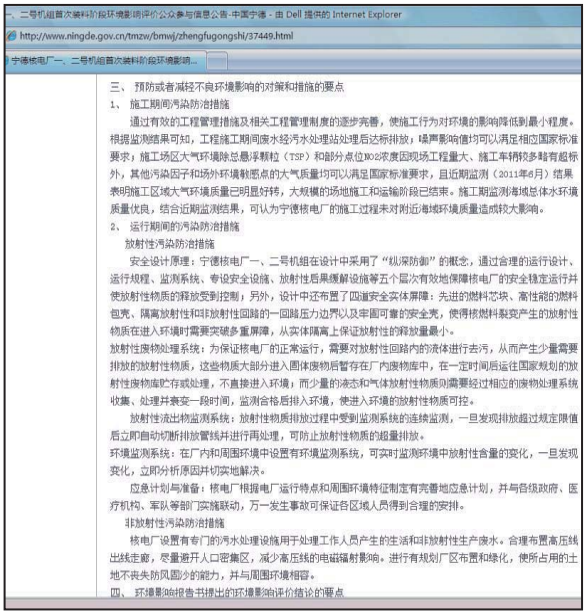
8 月 19 日核电座谈会场景

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
福岛核事故后召开的座谈会场景		
图 9.3-1（2/2）	版次：	A

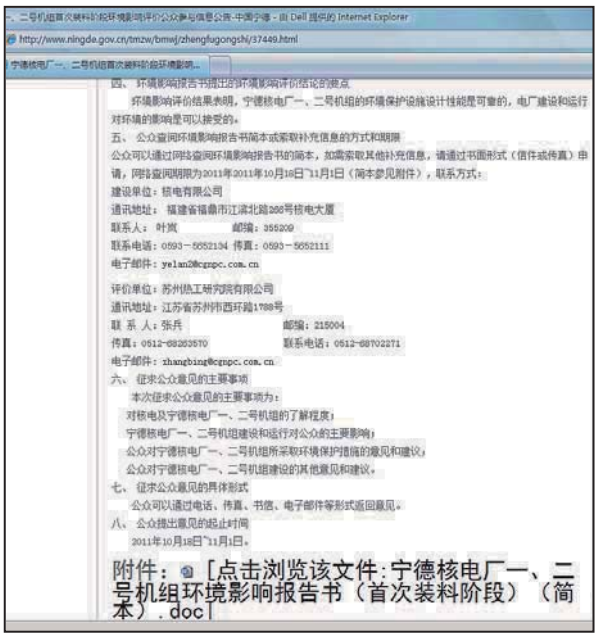




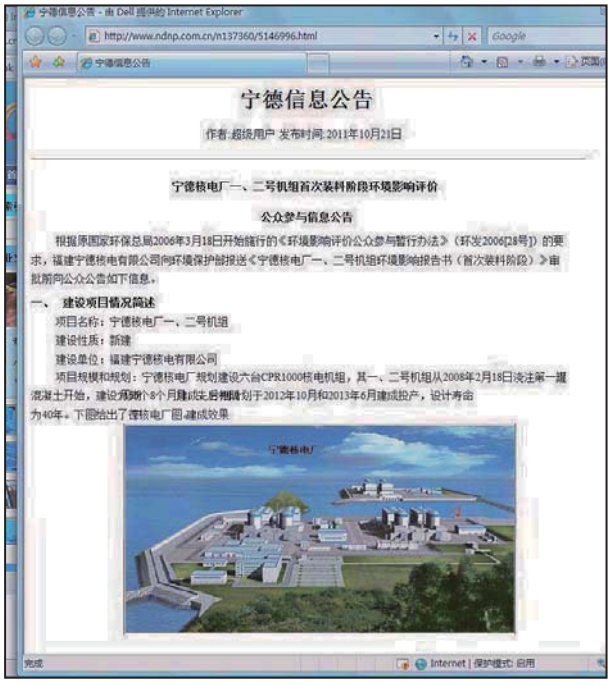




宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
一、二号机组首次装料阶段公众参与信息公告截图		
图 9.3-2（1/3）	版次：	A



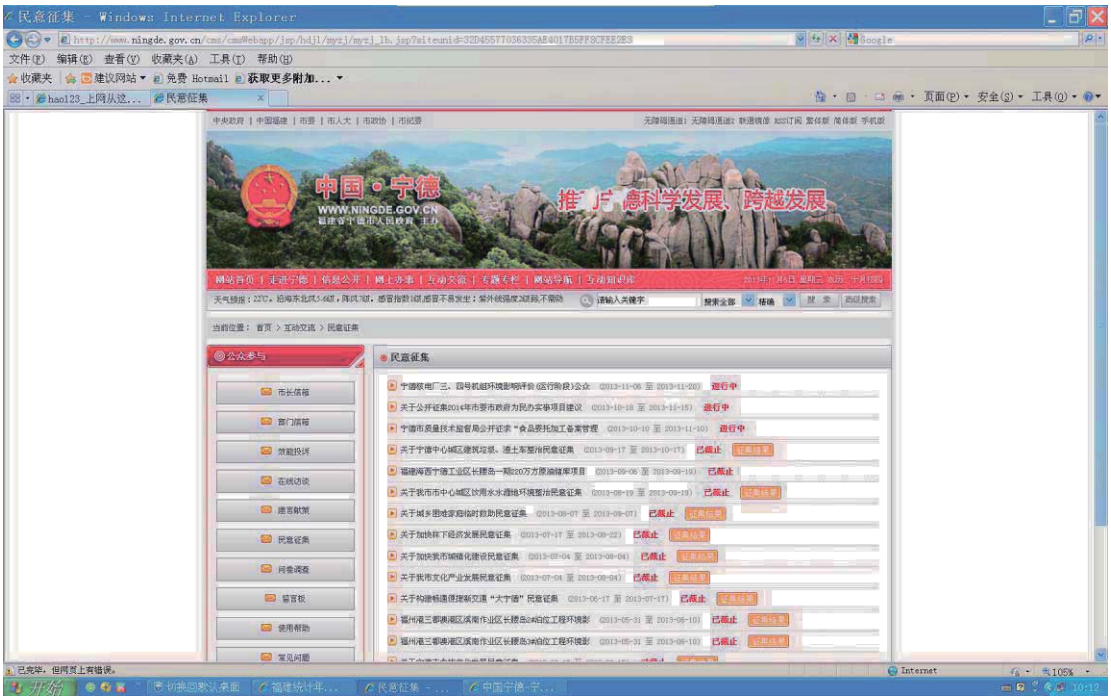




宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
一、二号机组首次装料阶段公众参与信息公告截图		
图 9.3-2（2/3）	版次：	A

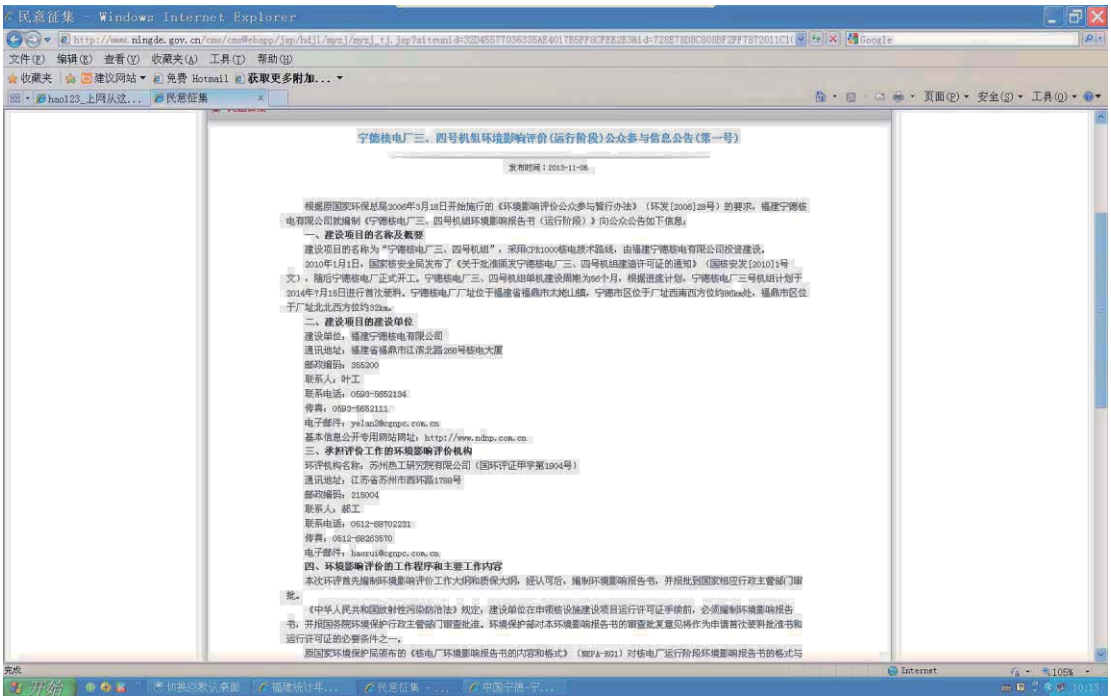


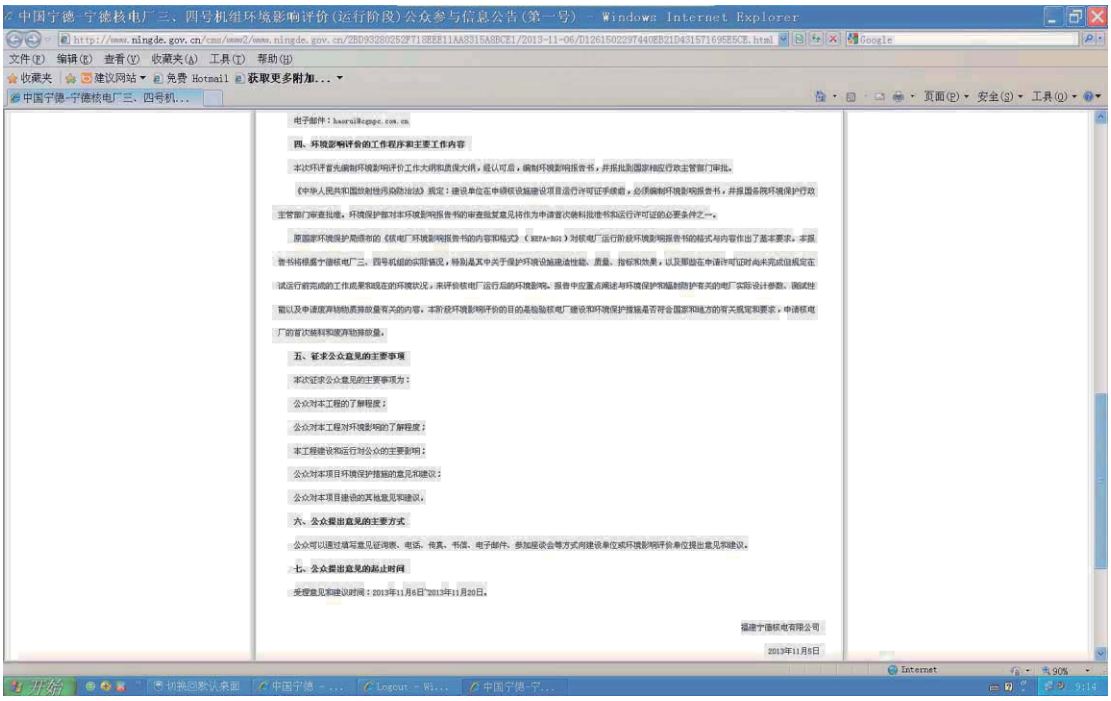
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
一、二号机组首次装料阶段公众参与信息公告截图		
图 9.3-2（3/3）	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-3（1/4）	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-3（2/4）	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-3（3/4）	版次：	A



（上接A1版）

发展与转型，实加拉动中国经济腾飞的“双翼”，只有找到二者间的“黄金平衡点”，实现国中壮大经济稳住就业，实转型中提升经济质量和效益，才能确保推进“当前”同的中国经济行稳致远。

党的十八大以来，我国出台一系列神键举措深化改革，加快转变经济发展方式，全面审计地为这些决心、出台化解产能过剩等改革“组合拳”、加快实施创新驱动发展等实际行动……

“对中国来说，结构性的改革难题更像一剂苦口良药，暂时会带来一些痛苦，但有助于保持经济健康，避免今后可能的更大危机。”国际货币基金组织前任驻华首席代表柯乐林·雷蒂克说。

目前，中国（上海）自由贸易试验区的启动，成为中国打破体制机制壁垒的新实验。各界期待，十八届三中全会能释放更多财税、金融、土地、价格等体制机制改革动力，为中国经济升级转型保驾护航。

“政府与市场”关

划清相互的边界

青岛市崂新区今年推出一项重要改革，原先需要会大型大规模的大项政策审批，如今“简评中间，只要两项”，即科技园区建设、融资、评估、运营四大环节交给市场，政府更多注重做好规划和服务。

“政府要转变功能和不缺”青岛市崂新区工委书记郭飞说记者，今年前三季度，崂新区新设各类企业同比增长超过30%，其中超百亿元企业3家。

如何厘清政府与市场的界限，用政府这力的“减法”换取市场活力的“加法”，这是处在深水区的中国改革必须跨过的难关。

当前，我国行政审批项目依然过多，少数地方和门设置审批、许可的随意性大，程序不规范，妨碍了企业、公民参与经济活动的积极性，容易引发权钱交易等腐败行为。

不仅如此，如果政府对市场经济的主体不能一视同仁，也会扭曲社会资本的活力。

国有企业和民营企业是支撑国民经济的两大支柱，但上中国企业总数九成以上、总量突破千万家的民营企业发展的活动还多限制。

“打破行业壁垒，未来必须进一步减少行政审批，放开市场准入，打开长期存在的‘玻璃门’‘天花板’。”国务院发展研究中心宏观经济研究部研究员张立群说。

“一张改革红”十年经济的背后，存在部门利益的驱动，“一放了之”“一放了之”“一放了之”已成为与民争利的根源。

应当政府与市场的“界限，从根本上转变“万能政府”形象，建设服务型政府，并非是等，“放权”就是“甩包袱”，“一放了之”“一放了之”。

“公平与正义”关

努力实现共享共富

近一段时间，养老金改革成为社会热点的焦点。除了养老金缺口巨大引发社会担忧，更多的是对权钱换新背景的社会不公、各界期待新一轮改革的迫切。

“公共产品领域正成为当前社会的突出矛盾，“中国（海南）改革发展研究院院长迟福林说，随着经济社会的进步，人们对教育、医疗、社会保障等问题更加关注，对公平有了更高更迫切的要求。

过去35年改革开放，中国解决了物质短缺，提高了国家和社会总体水平，但教育、医疗、社会保障等公共产品的短缺成为社会发展的新矛盾，城乡二元关系等问题一系列突出不公平问题。

当今，中国约2.6亿农民工已成为城市不可或缺的一部分，但户籍、就业、社保、子女就学等一道道“门槛”，却令他们不能与城里人享有同等教育、医疗、社保以及就业机会。

财富分配不公引发的贫富差距问题，也成为影响社会稳定的一大隐患。

过去十年，反映贫富差距的中国居民收入基尼系数一直都在0.4的警戒线以上，多地爆出的“房叔”“房哥”事件，社会上关于征收房产官、遗产税的呼吁争论，都已经成为社会对收入分配改革的高度关注。

中国改革基金会国民经济研究所副所长王小鲁说，要破解这一难题，只有通过体制机制改革，减少导致收入分配扭曲的一系列制度漏洞。

“中国社会过去的一些核定在向多样性转化，特别是个人主体意识的崛起，在经济社会进步的同时，也加大社会治理难度。”国家行政学院教授竹立家说。

实现公平正义，是发展的活力源泉与社会和谐稳定的基础，也是中国在社会转型期必须跨过的关口。

今年以来，国家出台了一系列保障起点公平的改革举措，提高重点高校招收农村学生比例；推进公平市场准入；营造公平的就业环境……传递出促进权利公平、机会公平、规则公平的改革方向。

就在十八届三中全会召开前几天，最高人民法院出台了一份旨在推进公正司法、提高司法公信力的改革意见，引发广泛关注。

“要营销案是司法公信的大敌，”最高人民法院研究室主任胡云腾说，下一步将深化司法改革，让“品质之门”向公众敞开，实现司法为民、公正司法。

实现公平正义，传递着中国全面深化改革的重要目标——让改革发展成果更多更公平惠及广大人民。

□ 新华社记者 韩洁 王敏 张静

（新华社北京11月10日电）

宁德技师学院举办免费创业培训班

宁德技师学院定在2013年还将举办创新创业（SYB）培训班，为具有初中以上学历、有创业意向或已经创业的劳动者提供培训。SIYB培训由政府扶持，所有参与人员均免费培训。凡参加培训取得合格证书的人员若认事自主创业，可获得政府小额担保贷款等创业扶持政策。

培训地点：宁德技师学院（蕉城南路55号）联系电话：（办）0593-2993179 薛老师 18950539919 谢老师 13950506667 详情请登录 www.ndjs.net

遗失声明

本公司遗失2013年3月7日由福鼎县工商行政管理局核发的营业执照正、副本，注册号：350921100013604；2013年3月8日由福鼎县质量技术监督局核发的组织机构代码证正、副本，代码：55950989-7；2013年5月11日由福鼎县国家税务总局核发的税务登记证正、副本，证号：闽税税登字350921559560097；2013年5月11日由福鼎县地方税务局核发的税务登记证正、副本，证号：闽地税字350921559560097号；2013年8月28日由中国人民银行福鼎县支行核发的开户许可证，核准号：J3010-01261049；2013年3月11日由中国人民银行征信中心核发的《开户银行许可证》，代码：G1035092100045759M。以上本公司公章、章文、财务专用章、法人代表私章、章文、出纳章、声明作废。

福鼎县东盛投资有限公司

2013年11月11日

拍卖公告

受委托，定于2013年12月11日15时30分在福鼎市公共资源交易中心交易大厅（国土资源局办公大楼二层）举行拍卖会。拍卖标的为福鼎市恒安服务公司企业国有资产（包括办公设备）；位福鼎市恒安服务公司现有的能管运维及办公场所的所有的车辆不属本次的拍卖范围。有意竞买者请与我司联系，前的展示，办理竞买登记手续，缴纳竞买保证金时间在竞买保证金存至福鼎市公共资源交易管理工作委员会指定的银行账户截至2013年12月10日17时止。联系地址：福鼎市南口路35号三层、宁德市天湖环卫福鼎分队楼二层，联系电话：0593-7963210、2366888、13950588222。联系人：陈小姐、林先生。

福建国格拍卖有限公司

二〇一三年十一月十一日

宁德核电厂三、四号机组环境影响评价（运行阶段）公众参与信息公告（第一号）

根据国家环保总局2006年3月16日开始施行的《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）的要求，福建宁德核电有限公司现编制了《宁德核电厂三、四号机组环境影响报告书（运行阶段）》的公众公告如下信息：

一、建设项目的名称及概要

建设项目名称为“宁德核电厂三、四号机组”，采用CPR1000核电技术路线，由福建宁德核电有限公司投资建设。

2010年1月1日，国家核安全局发布了《关于批准颁发宁德核电厂三、四号机组建造许可证的通知》（国核安发[2010]1号文），随后宁德核电厂正式开工。宁德核电厂三、四号机组单机建设周期为58个月，根据总体计划，宁德核电厂三号机组计划于2014年7月15日进行首次装料。宁德核电厂厂址位于福鼎市城阳市太姥山镇，宁德市区位于厂址西南方位约80km处，福鼎市区位于厂址北北西方位约32km。

二、建设项目的建设单位

建设单位：福建宁德核电有限公司

通讯地址：福建省福鼎市江滨北路268号核电大厦

邮政编码：355200

联系人：叶工

联系电话：0593-5652134

传真：0593-5652111

电子邮件：yelw2@cgnpc.com.cn

基本信息公开专用网站网址：http://www.hdnp.com.cn

三、承担评价工作的环境影响评价机构

环评机构名称：苏州热工研究院有限公司

环评机构资质：国环评证甲字第1904号）

通讯地址：江苏省苏州市四环路1788号

邮政编码：215004

联系人：郭工

联系电话：0512-68702234

传真：0512-68703170

电子邮件：guosl@cgnpc.com.cn

四、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

本次环评首先编制环境影响评价工作大纲和现场大纲，经认可后，编制环境影响报告书，并报环境保护部核准后组织专家审查。

《中华人民共和国放射性污染防治法》规定，建设单位在申领核设施建设项目运行许可证手续前，必须编制环境影响报告书，并报国务院环境保护行政主管部门审查批准。环境保护部对本环境影响报告书的审查批复意见将作为申请首次装料和运行许可证的必要条件之一。

根据国家环境保护总局发布的《核电厂环境影响报告书的内容和格式》（HEPA-RG1）对核电厂运行阶段环境影响报告书的格式与内容作出了基本要求。本报告书将根据宁德核电厂三、四号机组的实际情况，特别是其中关于保护环境设施建造质量、质量、指标的效果，以及那些在申请许可证时尚未完成但被定在试运行前完成的工作成果和潜在的环境问题，来评价核电厂运行后的环境影响。报告中应重点阐述与环境保护和缓解防护有关的核电厂实际设计参数、现状数据以及申请者为将有关排放量有关的内容。本阶段环境影响评价的目的是检验核电厂建造和环境保护措施是否符合国家和地方的有关规定和要求，申请核电厂首次装料和随后的批量。

五、征求公众意见的主要事项

本次征求公众意见的主要事项为：

公众对本工程的了解程度；

公众对本工程对环境影响的了解程度；

本工程建设和运行对公众的主要影响；

公众对本项目环境保护措施的意见和建议；

公众对本项目建设的其他意见和建议。

六、公众提出意见的主要方式

公众可以通过填写意见反馈表、电话、传真、书信、电子邮件、参加座谈会等方式向建设单位或环境影响评价单位提出意见和建议。

七、公众提出意见的起止时间

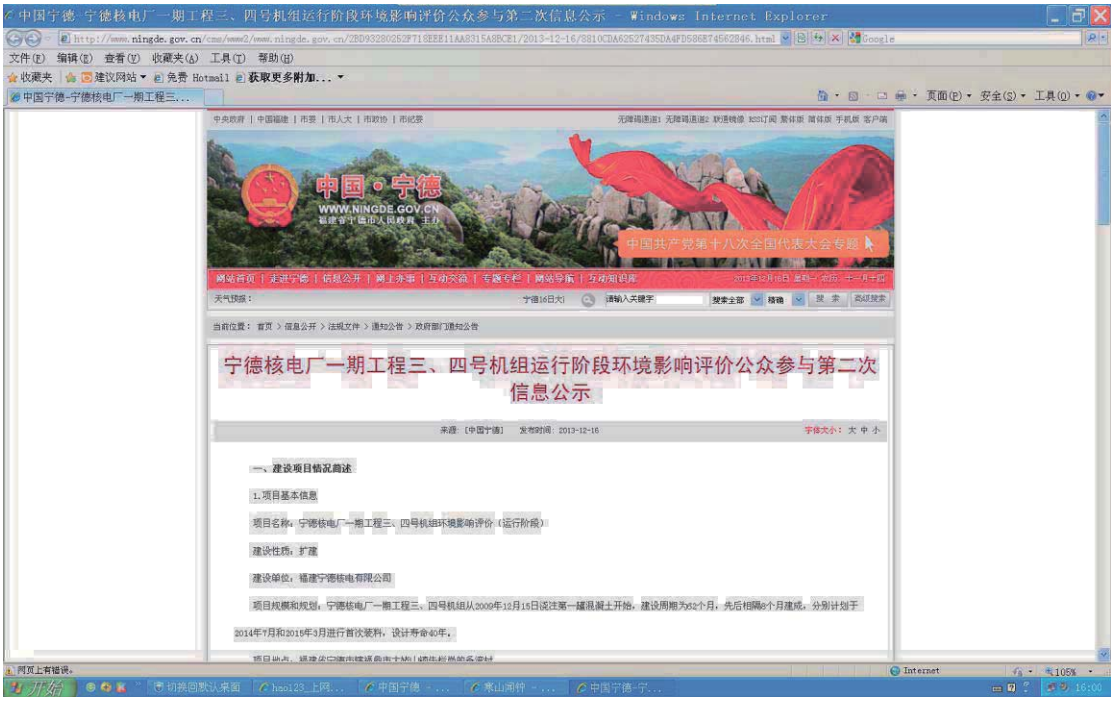
受理意见的截止时间：2013年11月6日-2013年11月20日。

福建宁德核电有限公司

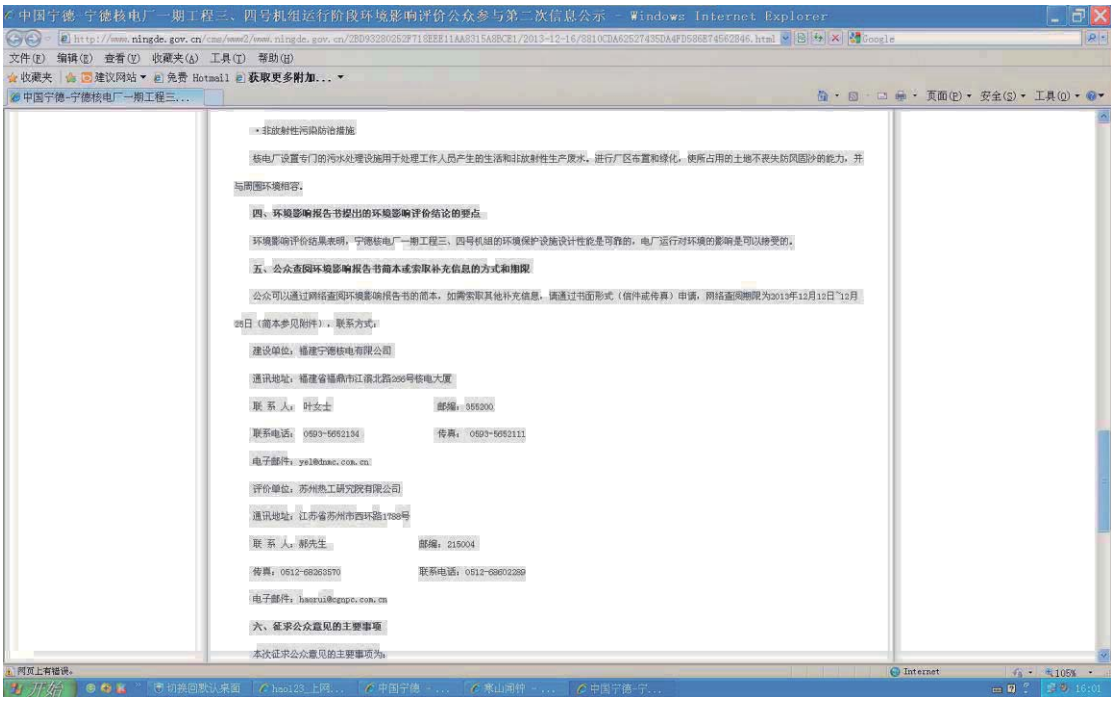
2013年11月11日

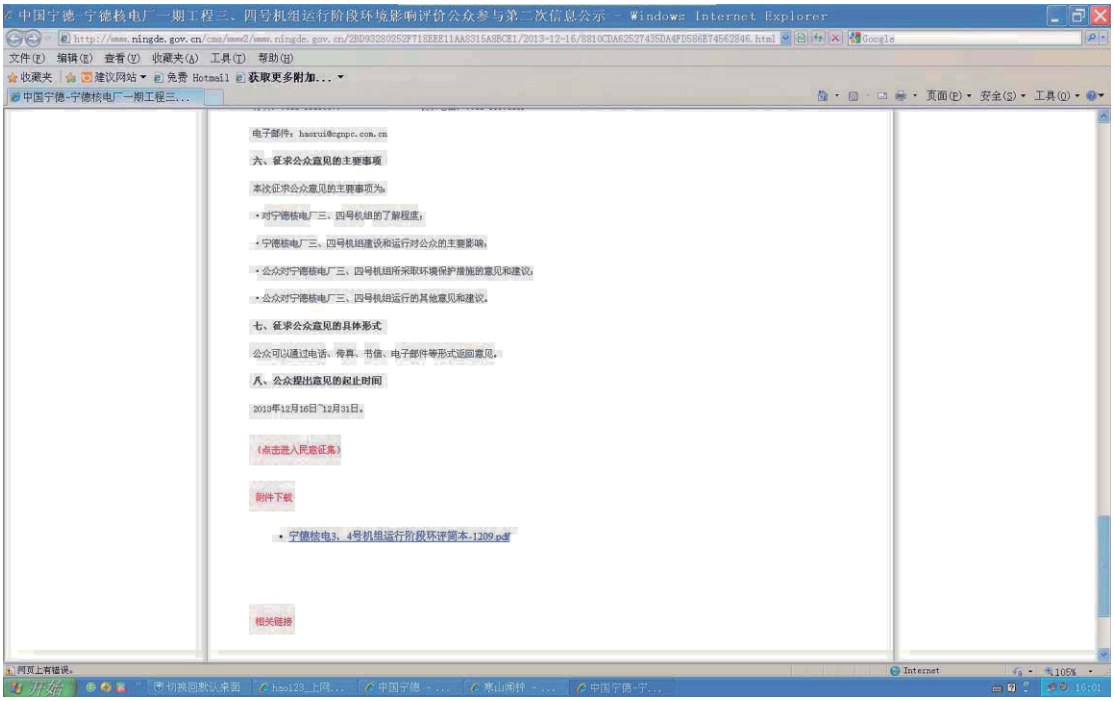
宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-3（4/4）	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-4（1/5）	版次：	A



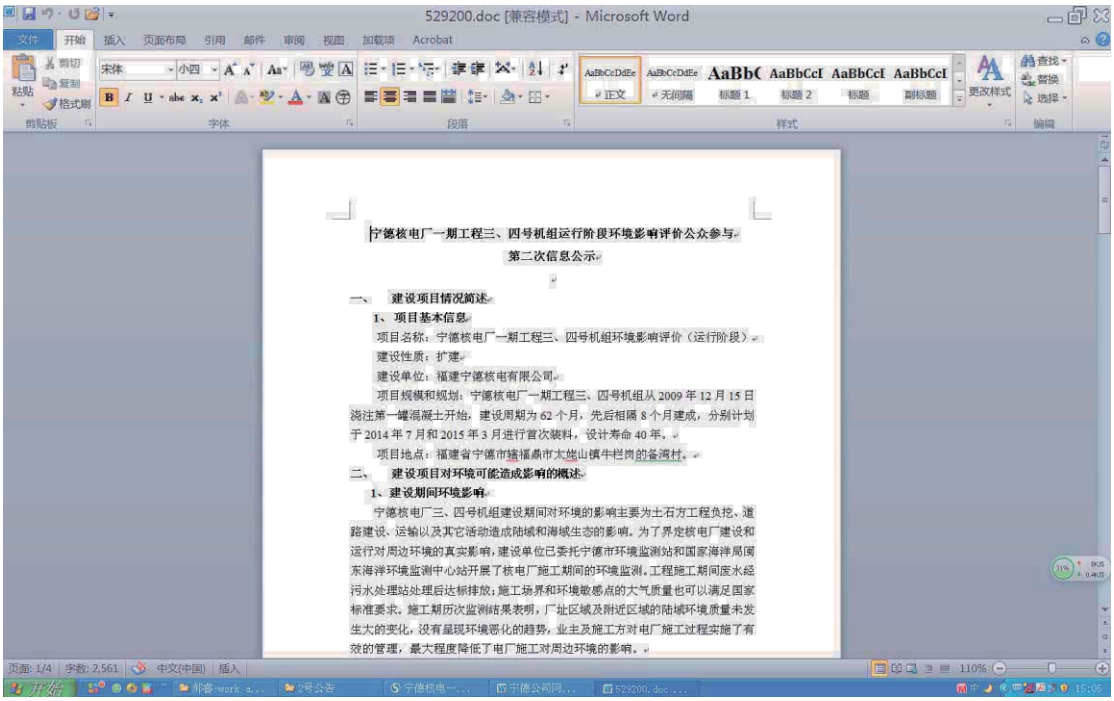


宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-4（2/5）	版次：	A





宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-4（3/5）	版次：	A



宁德核电厂一期工程三、四号机组运行阶段环境影响评价公众参与第二次信息公示

一、 建设项目情况简述

1、项目基本信息

项目名称：宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响评价（运行阶段）。

建设性质：扩建。

建设单位：福建宁德核电有限公司。

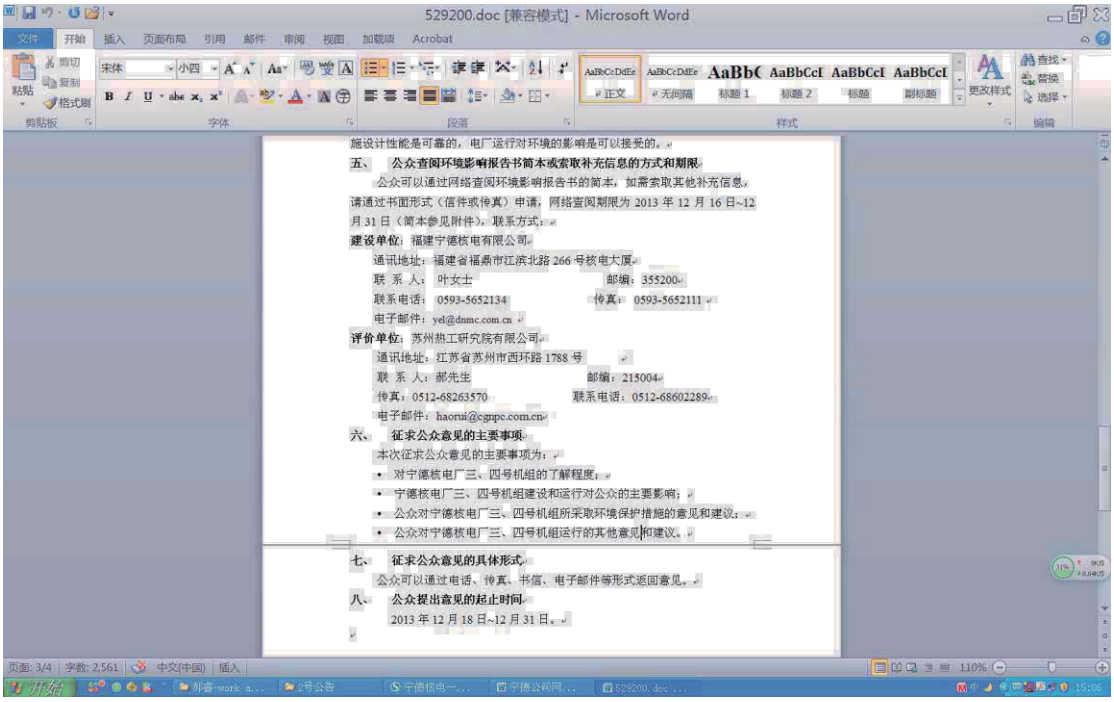
项目规模和规划：宁德核电厂一期工程三、四号机组从 2009 年 12 月 15 日浇注第一罐混凝土开始，建设周期为 62 个月，先后相隔 8 个月建成，分别计划于 2014 年 7 月和 2015 年 3 月进行首次装料，设计寿命 40 年。

项目地点：福建省宁德市辖福鼎市太姥山镇牛栏岗的沓湾村。

二、 建设项目对环境可能造成影响的概述

1、建设期间环境影响

宁德核电厂三、四号机组建设期间对环境的影响主要为土石方工程负挖、道路建设、运输以及其它活动造成陆域和海域生态的影响。为了界定核电厂建设和运行对周边环境的真实影响，建设单位已委托宁德市环境监测站和国家海洋局闽东海洋环境监测中心站开展了核电厂施工期间的环境监测，工程施工期间废水经污水处理站处理后达标排放；施工场界和环境敏感点的大气质量也可以满足国家标准要求。施工期历次监测结果表明，厂址区域及附近区域的陆域环境质量未发生大的变化，没有显现环境恶化的趋势，业主及施工方对电厂施工过程实施了有效的管理，最大程度降低了电厂施工对周边环境的影响。



施设计性能是可靠的，电厂运行对环境的影响是可以接受的。

五、 公众查阅环境影响报告书简本或索取补充信息的方式和期限

公众可以通过网络查阅环境影响报告书的简本，如需索取其他补充信息，请通过书面形式（信件或传真）申请，网络查阅期限为 2013 年 12 月 16 日~12 月 31 日（简本参见附件）。联系方式：

建设单位：福建宁德核电有限公司。

通讯地址：福建省福鼎市江滨北路 266 号核电大厦。

联 系 人：叶女士　　邮编：355200。

联系电话：0593-5652134　　传真：0593-5652111。

电子邮件：yel@dnmc.com.cn。

评价单位：苏州热工研究院有限公司。

通讯地址：江苏省苏州市西环路 1788 号。

联 系 人：郝先生　　邮编：215004。

传真：0512-68263570　　联系电话：0512-68602289。

电子邮件：haorui@cgnpc.com.cn。

六、 征求公众意见的主要事项

本次征求公众意见的主要事项为：

- 对宁德核电厂三、四号机组的了解程度；
- 宁德核电厂三、四号机组建设和运行对公众的主要影响；
- 公众对宁德核电厂三、四号机组所采取环境保护措施的意见和建议；
- 公众对宁德核电厂三、四号机组运行的其他意见和建议。

七、 征求公众意见的具体形式

公众可以通过电话、传真、书信、电子邮件等形式返回意见。

八、 公众提出意见的起止时间

2013 年 12 月 18 日~12 月 31 日。

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-4（4/5）	版次：	A



构和经济普查人员依法提供的经济普查资料不得自行修改，不得偏令或者授意篡改经济普查资料或者编造虚假数据。

经济普查知识问答

工资发放项及时。

岁末年初，是企业工资拖欠问题的高发期，如何确保企业工资零拖欠，长婆县人力资源和社会保障局一负责人介绍说，首先是加强日常巡查，依托直属单位和乡镇劳动保障事务所及工业园区管委会，继续推进劳动保障监察“两网”实开展“欠薪投诉举报、劳动秩序咨询”宣传活动，深化沈海高速公路复线拓宽段“无欠薪项目部”建设，大力营造企业诚信、职工诚实的劳动用工氛围，引导企业建行工资集体协商制度，保证员工工资合理增长、正常支付；规范劳务派遣运作，扩大企业工资保障金劳动纠纷。

据了解，截至今年11月底，该县预存企业工资保证金122万元，检查用人单位70家涉及职工612人，纠正违反劳动用工行为13件，补签劳动合同512份，为118名劳动者追回工资141.50万元。

12月16日晚，周宁县纪委干部余德美在英所挂职的礼门乡山头村接受党员评议，由村党员评定其近一年来挂职工作成绩。今年初，周宁县纪委、监察局选派6名年轻纪检干部到农村一线挂职锻炼，要求他们深下去、明民情、贴民意、解难题、办实事，并规定挂职干部的工作成绩由村党支部进行评定。近一年来，6名挂职干部共为村里解决问题93个，争取建设资金20多万元。

李清旺 陈洁 摄

拍卖公告

受法院委托，定于2014年1月8日9:30在宁德市蕉城南路90号花园酒店五楼公开拍卖：宁德市蕉城区鸿苑新村GJ18号503单元(建筑面积96.8㎡)，保证金5万元。

有意竞买者请于2014年1月6日16时前将竞买保证金（银行缴款凭证姓名须与竞买人姓名一致）存入法院指定账户，并持银行缴款凭证到宁德市蕉城区人民法院财务室开具保证金收款收据后，待该收据及竞买人有效证件到本公司办理竞买登记确认手续。

★标的展示时间：2014年1月3日－1月4日
★展示地点：标的现场
★联系电话：15159306313
★报名截止时间：2014年1月6日16时
★报名地址：宁德市蕉城南路90号花园酒店
★法院监督电话：0593-2969093
★本拍卖公告信息可登录 http//www.ydpm.com 及人民法院诉讼资产网拍卖信息公告专栏查询。

福建省一鼎拍卖有限公司
2013年12月19日

拍 卖 公 告

受法院委托，定于2014年1月14日上午10:30时，在宁德市八一五中路1号东方国际大饭店六楼会议室拍卖：1、宁德市东侨开发区天湖东路15号盛辉裕锦城7幢1506单元，建筑面积约149.82m2,2、宁德市蕉城区环城北路东门商城1078室房产，建筑面积约30.79m2。

有意竞买者应于公告之日起到本公司领取《预交保证金通知书》，并于2014年1月10日下午5时前持法院开具的保证金收款收据到本公司办理竞买资格确认手续。看样时间：2013年12月26,27日。

联系电话：0591-87871130 、18906937188
人民法院监督电话：0593-2969093
报名地址：福州五四路243号福建银河花园大饭店16层

本拍卖公告信息可登录人民法院资产诉讼网拍卖信息公告专栏查询。

福建省思进拍卖有限公司
2013年12月19日

福建省宝玉石协会黄金首饰明码标价公告

鉴于闽东地区一些金店为了引诱顾客购买黄金首饰，以低金价招徕消费者加收工费为手段，误导交易，诱骗欺诈消费者，损害了行业形象和消费者权益，福建省宝玉石协会提醒广大消费者，千足金首饰价包含金价、行业成本和工费，闽东地区千足金首饰行业销售成本为15.8元/克。如金店或商场的金价明示低于上海黄金交易所Au9995前一日收盘价，或成本低于行业成本，此类金店或商场黄金首饰价100%暗藏玄机。

黄金首饰盒价是一个金店或一家商场的诚信风向标。根据省宝协、省宝玉石质量监督经验站，省金银饰品质量监督检验站和戴福珠宝首饰检测机构等的联合调查，一些金店实金除低价招徕顾客高价结算外，还采用降低黄金成色的手段诈骗，或引诱消费者高价购买其它珠宝玉石，侵害消费者权益。

省宝玉石协会建议各金店销售黄金首饰，实施价费分离，并要求依法明码标价，诚信经营。金价部分，即当日金价明示依据上海黄金交易所前一日收盘价和行业成本（福建宝协测定闽东地区行业平均成本为5.8元/克），工费部分，其明示应依据款式、工艺、品牌、服务和市场，合理定费，有序竞争。

省宝协对举报黄金首饰价格欺诈省实行奖励，奖励金额原定为每次800元。举报者注意：向省宝协提供的举报材料必须真实有效，明涉嫌违法金店卖家的单据，应有品名、价格、证址、店名、电话等有效内容。举报的内容：未明码标价或加收未告知的工费、精品费等。福建宝协对举报材料进行核实，一但金店黄金首饰价格涉嫌违法证据确凿，立即在协会英站上予以曝光。情况严重的，将移交有关部门立案调查。

为引导消费，省宝玉石协会给承诺明码标价的金店颁发了由“福建省宝玉石协会监制”的黄金首饰报价牌。省宝协还授权福建省金银饰品质量监督检验站、福建省宝玉石质量监督检验站，福州戴福珠宝首饰检测机构联合对各金店实施行业监管。监督单位：福建省宝玉石协会质量自律监督专业委员会，投诉电话：0591-87812385。

宁德核电厂一期工程三、四号机组运行阶段环境影响评价公众参与第二次信息公示

一、建设项目情况简述

1、 项目基本信息

项目名称：宁德核电厂一期工程三、四号机组环境影响评价（运行阶段）

建设性质：扩建

建设单位：福建宁德核电有限公司

项目规模和规划：宁德核电厂一期工程三、四号机组从2009年12月15日浇注第一罐混凝土开始，建设周期为62个月，先后相隔8个月建成，分别计划于2014年7月和2015年3月进行首次装料，设计寿命40年。

项目地点：福建省宁德市辖福鼎市太姥山镇牛栏岗的各湾村。

二、建设项目对环境可能造成影响的概述

1、建设期间环境影响

宁德核电厂三、四号机组建设期间对环境的影响主要为土石方工程伪挖、道路建设、运输以及其它活动造成陆域和海域生态的影响。为了界定核电厂建设和运行对周边环境的真实影响，德设单位已委托宁德市环境监测站和国家海洋局闽东海洋环境监测中心站开展了核电厂施工期间的环境监测。工程施工期间废水经污水处理站处理后达标排放；施工场界和环境敏感点的大气质量也可以满足国家标准要求。施工期历次监测结果表明，厂址区域及附近区域的陆域环境质量未发生大的变化，没有呈现环境恶化的趋势，业主及施工方对电厂施工过程实施了有效的管理，最大程度降低了电厂施工对周边环境的影响。

海域监测结果表明，施工前后，工程海域悬浮物含量、pH值、溶解氧含量没有发生不利的改变。水质中石油类、无机氮和活性磷酸盐为主要的超标因子。不同年份石油类含量波动较大，而施工期间工程邻近海域石油类含量存在不同程度的超标现象。无机氮和活性磷酸盐在施工前后均存超标现象，这可能与近岸海域富营养化趋势和密集水产养殖和关。

综上所述，宁德核电厂的施工过程未对附近海域环境质量造成较大影响。

2、运行期间环境影响

（1）散热系统运行的影响

根据数模模拟计算结果的综合分析，宁德核电厂一期工程四台机组温排水造成海域4℃温升最大影响范围不超过10.82km2，结合《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》(2012~2020)和“福建省人民政府关于同意调整宁德核电项目附近近岸海域环境功能区划的批复”(闽政文[2008]25号)的规定，三、四号机组运行后，夏季和冬季的全潮最大4℃温升外包络范围均超出了混合区范围；夏季全潮最大1℃温升包络范围部分涉及晴川湾东部的二类区，不满足该区域的海水水质要求；冬季全潮最大2℃温升包络范围均位于三类区内，满足该区域内的海水水质要求。

（2）正常运行的辐射影响

宁德核电厂三、四号机组建成后，在电厂正常运行工况下，基于电厂放射性流出物设计排放量及申请排放量进行的剂量计算结果表明，电厂一期工程四台机组运行对厂址周围公众和海洋生物造成的辐射影响均可以满足相关标准要求。

（3）事故工况下的辐射影响

通过分析各类设计基准事故的放射性后果可以看出，宁德核电厂三、四号机组专设安全设施设计性能可靠，以厂址征地边界作为核电厂周围非居住区边界的设置是合理的，电厂设计基准事故导致的环境放射性后果满足GB6249-2011的相应要求。

三、预防或者减轻不良环境影响的对策和措施的要点

1、施工期间污染防治措施

通过有效的噪声、大气、废水和固体废弃物工程管理措施及制度，最大程度降低施工行为对环境的影响。历次环境监测结果表明宁德核电厂的施工过程未对附近陆域和海域环境质量造成较大影响。

2、运行期间的污染防治措施

·放射性污染防治措施

安全设计原理：宁德核电厂三、四号机组在设计中采用了“纵深防御”的概念，通过合理的运行设计、运行规程、监测系统、专设安全设施、放射性后果缓解设施等五个层次有效地保障核电厂的安全稳定运行并使放射性物质的释放受到控制；另外，设计中还布置了四道安全实体屏障：先进的燃料芯块、高性能的燃料包壳、隔离放射性和非放射性回路的一回路压力边界以及牢固可靠的安全壳，使得核燃料裂变产生的放射性物质在进入环境时需要突破多重屏障，从实体隔离上保证放射性的释放量最小。

放射性废物处理系统：为保证核电厂的正常运行，需要对放射性回路内的流体进行去污，从而产生少量需要排放的放射性物质，这些物质大部分进入回体废物后暂存在厂内废物罐中，在一定时间后运往国家规划的放射性废物库贮存或处置，不直接进入环境；而少量的液态和气体放射性物质则需要经过相应的废物处理系统收集、处理并衰变一段时间，监测合格后排入环境，使进入环境的放射性物质可控。

放射性流出物监测系统：放射性物质排放过程中受到监测系统的连续监测，一旦发现排放超过规定限值（低于国家排放标准）后立即自动切断排放管线并进行再处理，可防止放射性物质的超量排放。

环境监测系统：在厂内和周围环境中设置有环境监测系统，可实时监测环境中放射性含量的变化，一旦发现变化，立即分析原因并切实地解决。

应急计划与准备：核电厂根据电厂运行特点和周围环境特征制定有完善地应急计划，并与各级政府、医疗机构、军队等部门实施联动，万一发生事故可保证各区域人员得到合理的实施。

·非放射性污染防治措施

核电厂设置专门的污水处理设施用于处理工作人员产生的生活和非放射性生产废水。进行厂区布置和绿化，使所占用的土地不丧失防风固沙的能力，并与周围环境相容。

四、环境影响报告书提出的环境影响评价结论的要点

环境影响评价结果表明，宁德核电厂一期工程三、四号机组的环境保护设施设计性能是可靠的，电厂运行对环境的影响是可以接受的。

五、公众查阅环境影响报告书简本或索取补充信息的方式和期限

公众可以通过网络查阅环境影响报告书的简本，如需索取其他补充信息，请通过书面形式（信件或传真）申请，网络查阅期限为2013年12月18日~12月31日（简本参见宁德市政府网站及福建宁德核电有限公司网站），联系方式：

建设单位：福建宁德核电有限公司
通讯地址：福建省福鼎市江滨北路266号核电大厦
联 系 人：叶女士
邮编：355200
联 系 电 话：0593-5652134
传真：0593-5652111
电子邮件：yel@lnmc.com.cn

评价单位：苏州热工研究院有限公司
通讯地址：江苏省苏州市西环路1788号
联 系 人：郝先生
邮编：215004
联系电话：0512-68602289
电子邮件：haorui@cgnpc.com.cn

六、征求公众意见的主要事项

本次征求公众意见的主要事项为：

对宁德核电厂三、四号机组的了解程度；

宁德核电厂三、四号机组建设和运行对公众的主要影响；

公众对宁德核电厂三、四号机组所采取环境保护措施的意见和建议；

公众对宁德核电厂三、四号机组运行的其他意见和建议。

七、征求公众意见的具体形式

公众可以通过电话、传真、书信、电子邮件等形式返回意见。

八、公众提出意见的起止时间

2013年12月18日~12月31日。

宁德核电厂一期工程三、四号机组		
环境影响报告书（运行阶段）		
公众参与信息公告截图		
图 9.3-4（5/5）	版次：	A

第十章　结论和建议

10.1　概述

10.2　厂址环境特征

10.3　电厂废物处理设施的性能

10.4　电厂施工建设对环境的影响

10.5　电厂运行的辐射环境影响

10.6　电厂运行的非放射性环境影响

10.7　流出物监测与环境监测

10.8　应急计划与准备

10.9　公众参与

10.10　结论

10.11　建议

10.1 概述

宁德核电厂由福建宁德核电有限公司投资建设，同时负责电厂建成后的运营和管理。福建宁德核电有限公司于 2006 年 3 月 23 日在福建省宁德市注册成立，公司由中广核宁核投资有限公司、大唐国际发电股份有限公司和福建省能源集团有限公司按46%、44%和 10%的持股比例共同投资设立。

宁德核电厂一期工程四台机组是被国家发展与改革委员会列入“十一五”开工建设的核电项目，机组采用中国广核集团有限公司拥有自主知识产权的 CPR1000 百万千瓦级压水堆核电技术，以岭澳核电站一、二号机组为参考电站，并充分吸取参考电站的运行经验反馈，以及岭澳核电站三、四号机组设计中确定的改进项。

国家发展和改革委员会于 2008 年 2 月 16 日核准了宁德核电厂一期工程（1~4 号机组）的建设；2009 年 12 月 30 日，国家环境保护部以环审[2009]576 号文件对《福建宁德核电一期工程三、四号机组环境影响报告书（设计阶段）》进行了批复；2010 年 1 月 5 日，国家核安全局批准颁发了宁德核电厂三、四号机组的建造许可证（国核安发[2010]1 号）。

宁德核电厂三、四号机组自 2009 年主体工程开工以来，工程施工有序进行，施工质量优良，各项工程建设指标控制良好。截止 2013 年底，宁德核电厂三、四号机组工程实际完成 78.6%。调试完成的临时和正式可用系统共 48 个，其中核岛可用系统 1 个，常规岛及 BOP 可用系统 6 个，电气可用系统 39 个，仪控可用系统 2 个。按照工程进度计划，宁德核电厂三、四号机组的建设周期均为 56 个月，两台机组先后相隔 8 个月建成，分别计划于 2014 年 7 月 15 日和 2015 年 3 月 15 日建成投产。

本报告书为宁德核电厂三、四号机组环境影响报告书（运行阶段），作为福建宁德核电有限公司申请三、四号机组首次装料批准书和运行许可证的执照申请文件之一，报告书依据宁德核电厂三、四号机组最终安全分析报告、系统设计文件以及相关专题研究成果，对宁德核电厂三、四号机组的环境影响进行分析和评价。分析宁德核电厂三、四号两台机组正常运行以及事故工况下对厂址周围环境和公众造成的潜在影响，确定宁德核电厂废物处理系统设计性能的有效性以及工程安全设施设计性能的可靠性。通过对电厂各类放射性流出物申请值进行分析，确定排放量申请值的合理性以及对环境影响的可接受性，并对电厂的应急准备和响应措施，以及电厂流出物监测和环境监测进行分析，最终确定宁德核电厂三、四号机组具备了反应堆首次装料的条件。

10.2 厂址环境特征

（1） 地理位置

宁德核电厂位于福建省宁德市辖福鼎市太姥山镇牛栏岗的备湾自然村，厂址东临东海，南侧和北侧分别为文渡湾和晴川湾，西北侧为低山丘陵地形的备湾山，三、四号机组的反应堆坐落于过境岛西南端，反应堆厂房中心坐标为（1954 北京坐标值）：三号反应堆：（X＝2992713.464，Y＝528243.564）；四号反应堆：（X＝2992670.554，Y＝528165.820）。

宁德核电厂厂址 NE 方向距离闽浙省界最近距离约 20km，宁德市区位于厂址 WSW 方位约 86km 处，福州市区位于厂址 SSW 方位约 145km，温州市区位于厂址 NNE 方位约 115km 处。此外，福鼎市区位于厂址 NNW 方位约 32km，霞浦县城位于厂址 SW 方位约 34km，浙江省苍南县城位于厂址 N 方位离约 51km。

（2） 人口分布

宁德核电厂厂址半径 80km 评价区范围内，截至 2012 年底的总人口数为 4651794 人，按评价区面积进行计算，平均人口密度为 231 人/km^2，低于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km^2，也低于宁德市同期（2012 年）平均人口密度 255 人/km^2。

截止 2012 年底，宁德核电厂厂址半径 5km 范围内共有人口 6298 人，距离厂址最近的居民点为南招岙，位于厂址 NW 方位约 2.2km 处，有人口 153 人；距离厂址最近的人口中心是位于厂址 NNW 方位约 7.7km 处的太姥山镇镇区，有人口 21573 人，最大的人口中心是位于厂址 NNW 方位约 32km 处的福鼎市市区，共有城镇人口 145851 人。

（3） 工业企业

宁德核电厂厂址半径 15km 范围内的企业主要集中在福鼎市的太姥山镇、店下镇、硖门乡和霞浦县的三沙镇四个乡镇，所属的行业以传统加工工业为主。其中：太姥山镇拥有规模以上企业 28 家，主要以石材加工，茶叶加工以及海产品加工等传统的加工工业为主；硖门乡有规模以上企业 13 家，主要以机械制造为主；店下镇规模以上企业 11 家，主要以石材加工为主；霞浦县的三沙镇有 14 家规模以上企业，主要生产加工汽车、摩托车刹车片；其它乡镇的工矿企业规模较小，数量较少。

厂址 WNW 方位约 3~5km 处建设有文渡工业项目区，园区规划产业类型以传统优势产业为主，大力发展高新技术产业，目前入园企业类型主要以机电、食品、印刷器

材、金属加工、塑料与工艺品、布匹、皮革及小型化工企业为主，截至 2013 年 10 月，区内已投产企业 35 家，职工数约 5400 多人。

（4） 交通

厂址所在的福鼎市公路网络四通八达，现有公路通车里程 1536km，境内干线公路有 G15 福温高速公路（沈海高速福建段）、G104 国道、X973 县道，其中 G15 福温高速公路和 X973 县道离厂址的最近距离分别为 6km 和 4.5km。

厂址对外交通设置了两条道路，施工进场公路和应急公路，其中施工进场公路为建设前期通往厂址的唯一公路，部分利用已有公路并裁弯取直拓宽改造修建而成，全长 2.8km，施工进场道路将作为电厂运行后的永久公路，成为电厂对外的主要联系通道；应急公路是电厂运行后进出核电厂的重要通道，路线起点为沈海高速公路福宁段 K50+380 处，设柏洋互通，经文渡项目区纬七路，布设桥梁跨过文渡滞洪区至马屿岛，尔后布设跨海段引桥至备湾山包，经核电生活区，长短脚后进入厂区大门，路线总长 5.4km。两条公路均已建成通车。

（5） 陆域资源和海域环境

所在地属于南方红壤丘陵区，地带性土壤为红壤，土壤较为瘠薄，有机质含量较低。厂址所在的备湾山地表植被以茶树为主，厂址区域及附近无珍稀野生动植物资源。

宁德核电厂厂址位于台湾海峡西岸，三面环海，厂址北有晴川湾，南有文渡湾，拥有优良的自然环境，水文、盐度适宜，海域营养物质丰富，为海洋生物的生存和生长繁殖提供了优越的外部环境，周围海域滩涂养殖比较发达，养殖品种主要有弹涂鱼、虾、蟹和紫菜等海产品。

（6） 水弥散条件

宁德核电厂厂址海区属正规半日潮区，为大潮差区，最大潮差在 7m 以上，浅海分潮流较明显，一般落潮流最大流速大于涨潮流最大流速，落潮流向偏东，涨潮流向偏西，但受地形影响，潮流运动形式复杂，带有旋转流的特点。

（7） 大气弥散条件

根据宁德核电厂的厂址气象观测系统的气象观测数据，厂址区域的年平均温度为 20.1℃，全年平均气压为 1007.62hPa，全年平均相对湿度为 72.85%，全年总降水量为 1508.7mm。

厂址 10m 气象桅杆年平均风速为 2.5m/s，静风频率为 5.2%；气象铁塔 30m、80m

和 100m 各层高度的年平均风速分别为 2.4m/s、2.9m/s 和 3.0m/s，风速随高度变化总的趋势是低层平均风速小于高层平均风速，各层高度的静风频率分别为 5.4%、4.4%和 4.4%，主要分布于 NNW~NNE 方位。

厂址地区各稳定度所占比例分别为：A 类 1.3%、B 类 11.3%、C 类 17.3%、D 类 56.3%、E 类 5.6%、F 类 8.2%，厂址地区具有较好的大气扩散条件。

10.3 电厂废物处理设施的性能

宁德核电厂三、四号机组的废物处理系统参照岭澳核电二期工程的相应系统进行设计。其中硼回收系统（TEP）、废液处理系统（TEU）、废液排放系统（TER）、放射性废水回收系统（SRE）、核岛排气和疏水系统（RPE）、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系统（PTR）、蒸汽发生器排污系统（APG）、常规岛废液排放系统（SEL）涉及电厂控制、收集、处理、输送、贮存及排放放射性废液的功能；废气处理系统（TEG）、各个厂房空调、加热、冷却及通风系统、核岛排气和疏水系统（RPE）等涉及电站控制、收集、处理、输送、贮存及排放放射性废气的功能。根据岭澳核电站一、二号机组废物处理系统的实际运行经验反馈，上述系统的设计容量和预期处理效果能够满足对核电机组产生的放射性废液和废气的处理和排放要求。

宁德核电厂三、四号机组的固体废物采用水泥固化技术进行处理，根据参考电站的运行经验，宁德核电厂三、四号机组采用的水泥固化技术能够满足处理电厂产生固体废物的能力要求。

从环境保护的统一管理角度，宁德核电厂 QS/QT 厂房贮存量按照规划容量六台机组 5 年产生的放射性固体废物中期贮存要求进行设计，目前已建成。

总体而言，宁德核电厂三、四号机组的三废处理系统设置和性能可以满足环境保护的要求。

10.4 电厂施工建设对环境的影响

（1） 陆域工程

宁德核电厂三、四号机组工程施工建设对陆域环境的影响主要是场地平整、道路建设、运输以及其它活动造成的社会、生态、噪声、大气环境等方面的影响，这些影响是短暂和有限的，通过有效的工程管理措施，没有出现扰民现象。

（2） 海域工程

宁德核电厂海域施工建设会造成厂址附近海域底栖生物的直接损失和其它海洋生物的间接损失，根据厂址海域海洋生态调查结果，工程建设造成损失的底栖生物和鱼类在当地大多数海域中均有大量分布，同时厂址附近海域也没有珍稀海洋生物，工程建设不会降低海洋生物物种多样性，损失的生物群落在施工活动结束后短期内可以恢复。

（3） 施工废水和生活污水

厂区设置了生产废水沉淀池，废水经沉淀后回用于场地洒水抑尘、绿化等。施工现场建设有污水处理站，可以满足现场施工和管理人员的生活污水处理需求。

（4） 水土保持

宁德核电厂所在地土壤以红壤为主，厂址所在地未被划入省级水土流失重点防治区范围。本项目水土流失防治责任范围根据各水土流失区侵蚀特点、施工布置及征地（占地）用途进行分区防治。2013 年第三季度报告监测成果表明，宁德现场项目部高度重视水土保持工作，在抓好主体工程的同时，合理安排水土保持工程措施项目，及时进行绿化施工，并采取必要的临时施工防护措施，水保方案中的水土保持措施得到较好的落实，水土保持设施的施工质量符合设计规范要求，有效的减少了工程的水土流失。

10.5 电厂运行的辐射环境影响

（1） 正常运行期间的辐射环境影响

根据宁德核电厂三、四号机组正常运行工况下的放射性物质设计排放量（Case B），结合厂址周围公众生活习性、饮食习惯等特征因子的调查结果和厂址大气弥散、水弥散条件，计算并评价了电厂放射性物质释放对环境的潜在影响，同时，为了给电厂运行前后的环境辐射监测提供参考，采用宁德核电厂三、四号机组正常运行工况下的放射性物质预期排放量（Case A）进行了“三关键”分析。

— 放射性流出物的排放总量控制

按照国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对于核电厂放射性流出物的排放总量控制要求，对宁德核电厂三、四号机组各类放射性流出物的运行预期排放量进行比较，其预期排放量相对较低，均能满足国家标准 GB6249-2011 规定的

总量控制要求。

— 液态放射性流出物排放的浓度控制

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对核动力厂放射性流出物排放除规定了总量控制要求外，对于滨海厂址，还要求槽式排放口处的放射性流出物中除氚和 C-14 外其它放射性核素的浓度不超过 1000Bq/L。

根据宁德核电厂三、四号机组废液系统的排放设计，排放前首先需要对 TER 系统中的废液进行人工取样和实验室分析，分析结果满足排放要求后，取样的废液才允许向环境排放，排放过程中，TER 系统排放口有在线监测装置进行排放监测，设置了二级报警阈值，一旦排放的核素浓度达到第二级报警阈值，TER 系统的排放将被关闭，废液返回 TEU 系统进行重新处理。

因此，实际运行过程中，通过排放前的取样分析，以及排放过程中的报警控制，对于电厂除氚和 C-14 外其它液态放射性核素的排放，能够从排放管理控制和设计控制方面实现国家标准 GB6249-2011 规定的低于 1000Bq/L 的浓度控制要求。

— 海洋生物的辐射影响分析

宁德核电厂三、四号两台机组运行期间，液态放射性流出物排放对排放口附近海域水体中的海鱼类、软体类、甲壳类和海藻类等四类参考海洋生物造成的辐射剂量率均低于 IAEA、NCRP 及 UNSCEAR 等机构组织公认的可能造成生物损伤辐射剂量率 400μGy/h，可以认为本次宁德核电厂三、四号与一、二号四台机组共同运行期间，液态放射性流出物排放不会对受纳海域内的海洋生物在种群上造成明显的损伤。

— 公众辐射剂量分析

对于一般公众而言，宁德核电厂四台机组运行状态下，厂址 NNW 方位 2~3km 子区内的成人组公众个人受核电厂放射性流出物排放造成的年有效剂量最大，为该子区的最大受照年龄组，年受照有效剂量为 2.12×10^{-6}Sv，占宁德核电厂四台机组 0.16mSv/a 公众剂量约束值的 1.33%；其中三、四号机组对该子区成人组公众个人造成的年有效剂量贡献为 9.96×10^{-7}Sv，占宁德核电厂三、四号机组 0.08mSv/a 公众剂量约束值的 1.25%。

— “三关键”分析

通过对电厂运行公众辐射剂量的“三关键”分析，宁德核电厂三、四号机组运行后，在制定环境辐射监测方案时，需关注位于厂址 NNW 方位 2~3km 子区牛栏岗村海

水养殖渔民的剂量受照情况，并且需要重视对海产品食入内照射途径和岸边沉积外照射途径，以及 ^{110m}Ag 和 ^{60}Co 等放射性核素的监测。

（2） 放射性流出物年排放申请值的合理性和环境可接受性

针对厂址的环境特征以及电厂放射性废物处理工艺的技术水平，按照“可合理达到尽量低”的原则，并考虑国家对核电厂各类放射性流出物的总量控制要求，宁德核电厂三、四号两台机组运行后，全厂对各类放射性流出物提出的年排放量申请值不高于电厂的设计值，同时也不高于国家标准规定的控制值，各类放射性流出物的申请值分别确定为：气态氚 19.4TBq、气态 ^{14}C 1.48TBq、惰性气体 1100TBq、气态碘 11.8GBq、气溶胶 6.12GBq、液态氚 175TBq、液态 ^{14}C 200GBq、除氚和 ^{14}C 外的液态核素 118GBq。

按排放量申请值进行公众辐射剂量估算，宁德核电厂申请的放射性排放值造成的公众最大辐射剂量为 1.86×10^{-6}SvSv/a，低于宁德核电厂四台机组对公众的管理目标值 0.16mSv/a，其环境辐射影响可接受。

（3） 事故工况下的辐射环境影响

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的相关要求，稀有事故和极限事故用于核电厂事故工况下的环境影响评价。

本报告书的事故辐射环境影响评价涉及可能有较大放射性物质释放的九类设计基准事故，其中极限事故有失水事故、控制棒弹出事故、燃料操作事故、主蒸汽管道破裂、蒸汽发生器传热管破裂并安全阀卡开事故和卡轴事故；稀有事故有蒸汽发生器传热管破裂事故、容积控制箱破损事故、废气衰变罐破损事故。

各类设计基准事故的放射性后果计算分析评价结果表明：在Ⅳ类事故中，蒸汽发生器传热管断裂并安全阀卡开事故（SGTR+SVSO）在事故后 2h 内对非居住区边界上公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量最大；弹棒事故（CREA）事故期间对规划限制区外边界上公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量最大；在Ⅲ类事故中，蒸汽发生器传热管破裂事故（SGTR）对规划限制区边界和非居住区边界上公众所造成的有效剂量和甲状腺当量剂量最大，但都满足国家标准 GB6249-2011 的相关要求，表明宁德核电厂专设安全设施的设计性能可靠，厂址周围各类边界的设置合理。

10.6 电厂运行的非放射性环境影响

（1） 取排水系统的影响

由本项目数模和物模试验结果，结合福建省近岸海域环境功能区划和闽政文[2008]25 号的规定，宁德核电厂一期工程四台机组冬季和夏季的 4℃温升区均位于混合区范围内，夏季 1℃温升区和冬季 2℃温升区均位于三类海域环境功能区范围内，满足相应区域的海水水质要求。宁德核电一期工程 4 台机组温排水造成的海水升温与近岸海域环境功能区划相符。

根据厂址附近海域渔业资源调查结果以及相关海洋生物适温性研究结果表明，秋、冬、春三季核电厂温排水引起的温升仍保持在当地海洋生物的适温范围内，估计不会对这些海洋生物构成明显的不利影响。在夏季高温季节，由于当地海水的基础温度较高，如果温排水引起环境水温上升 4℃以上，可能对排水口附近海域的一些鱼类、虾类和贝类的生长会产生一定的抑制作用，由于夏季核电厂温排水引起环境水体 3℃以上温升包络面积不超过 7.77km^2，并且成体虾类多数会回避高温区，因而预计温排水对虾类影响是非常有限的。

此外，为了减少电厂取水的卷吸效应，在取水构筑物设计中采用斜坡式明渠取水方案，取水口、取水明渠和泵房前池的输水均采用自流方式，取水口几何尺寸按口门流速小于 0.2m/s 控制。除在取水系统中加装网孔径为 3mm 的旋转滤网外，在取水明渠头部的设计中考虑使取水流速尽可能接近潮流流速，以尽可能减少卷吸对仔鱼等海洋生物的影响。

（2） 化学流出物的影响

宁德核电厂三、四号机组建成运行后，电厂排放的有害化学物质主要是余氯。余氯具有生物毒性，但现有研究成果表明，当余氯浓度低于 20μg/L 时，不论作用多长时间，也不会对海洋生物有毒性作用。针对宁德核电厂三、四号机组运行后全厂余氯排放的二维数值模型的计算结果表明，宁德核电四台机组运行余氯排放造成 15μg/L 的浓度等值线最大包络面积为 0.06km^2，考虑到电厂排放的余氯由于光照和电厂附近海域较高的 pH 值（平均 pH＞8.0）中和的作用，其中毒性较大的游离态余氯消散较快，海水中的余氯以毒性较小的化合态为主，因此，预计宁德核电厂四台机组排放的余氯不会对厂址附近海域的海洋生物产生明显的影响。

除余氯外，核电厂排放的其它化学物质的量很小，且浓度较低，经电厂循环冷却水和海水稀释后，不会影响厂址附近海域的海水水质和海洋生物。

核电厂产生的生活污水经过污水处理站处理后按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准进行排放控制，预计对海域环境造成的影响是十分有限的。

（3） 海水淡化系统排放浓盐水的影响

海水淡化采用反渗透膜工艺，产生的浓盐水随电厂循环冷却水混合后向环境排放，循环冷却水中的盐度增加相对量为 0.13%，基本在海水盐度的自然波动范围内，预计不会对周围海洋生物产生明显影响。

10.7 流出物监测与环境监测

（1）流出物监测

宁德核电厂将对所有气载和液体放射性流出物进行监测。监测内容包括排放总量、排放浓度及主要核素分析。

气载放射性流出物的监测项目包括：放射性惰性气体、气溶胶、碘、气态氚和气态 ^{14}C。气载放射性流出物通过核电厂烟囱向环境释放，烟囱内装有气载放射性流出物取样与监测系统，具备在线监测和取样的功能。监测系统设置对惰性气体、气溶胶、碘的在线监测通道，提供报警和终止排放的信号，当超过设定排放阈值时产生报警或终止排放。

核电厂产生的所有放射性废液按照《轻水堆核电厂放射性废液处理系统技术规定》（GB9135-88）要求实施“槽式排放”，即无论核岛废液或常规岛废液在排入环境之前，先分别贮存在各自的贮存罐中，贮存罐中的废液经人工取样、实验室分析测量合格后方能实施排放。贮存罐中废液在经过充分混合后进行采样分析，分析项目包括 pH 值、总 γ 和氚，达到相应的放射性控制要求后，才排入合排渠中，再由总排放口排入海体。每罐流出物都必须进行 γ 核素分析，主要包括 ^{58}Co，^{60}Co，^{54}Mn，^{110m}Ag，^{124}Sb，^{131}I，^{134}Cs，^{137}Cs，以确定所排放主要核素的浓度和核素年排放量。

（2）环境监测

宁德核电厂运行前开展的辐射环境本底调查表明：辐射环境监测结果能够较好地反映目前厂址附近区域的环境辐射现状水平，包括环境 γ 辐射水平、陆地和海洋环境介质放射性核素浓度水平，总体均处于正常水平，未见显著的差异。本次调查得到的环境介质中的人工放射性核素主要是来源于早期大气核试验污染大气后落下灰在环境

中累积的 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr，除此之外还监测到了在自然环境中本来就存在的 ^{3}H 和 ^{14}C；在2011年3月11日日本福岛核事故后的一至两个月内空气气溶胶和沉降灰样品中人工放射性核素 ^{134}Cs 和 ^{137}Cs 显著增加，但随后这两个核素由于弥散和沉降等原因降低到探测限水平以下。宁德核电厂一号机组运行后的环境监测结果表明，厂址及周边区域辐射环境质量未发生较大变化，仍处于本底水平波动范围内。

宁德核电厂运行期间的环境监测包括正常运行时的常规监测和事故时的应急监测以及非放环境监测。宁德核电厂运行期间环境放射性监测范围和布点原则类似于运行前环境监测的范围和布点原则。运行期间的辐射环境监测项目包括环境 γ 辐射剂量和剂量率、陆地介质与海洋环境介质放射性核素浓度，重点关注对关键居民组影响较大的环境介质和排放核素，监测介质主要为大气、水、土壤、沉积物、陆生生物与水生生物、气象观测。

10.8 应急计划与准备

宁德核电厂依据国家核事故应急管理条例、相关核安全法规以及国家标准《核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）等确定应急计划区大小。

宁德核电厂一期四台机组采用统一的烟羽应急计划区和食入应急计划区。其范围如下：

— 烟羽应急计划区：以宁德核电厂一号机组反应堆为中心，半径为 10km 的圆形区域，其中，烟羽应急计划区内区半径为 5km，外区半径为 5～10km；

— 食入应急计划区：以宁德核电厂一号机组反应堆为中心，半径为 50km 的圆形区域。

宁德核电厂将建立完善的应急响应组织，明确组织各单位的职责分工，配备必要的应急设施，制定科学可行的应急响应措施，保持电厂应急管理的有效性。

10.9 公众参与

福建宁德核电厂有限公司在前阶段的工程建设过程开展的多种形式的公众参与工作，包括开展核电知识宣传、公众意见问卷调查、召开座谈会和专家咨询等活动，公众参与活动过程中对公众的反馈意见通过召开座谈会及专家咨询会及时与公众进行了

沟通和解答，获得了公众对宁德核电厂建设的理解和支持。

本阶段环境影响评价公众参与作为上阶段公众参与工作的延续，通过公开环境信息公示的方式征询社会公众对核电厂三、四号机组工程的意见和建议，并对公众的反馈意见及时进行解答，与公众进行充分沟通。

10.10 结论

上述分析和评价结果表明，宁德核电厂三、四号核电机组环境保护设施的设计性能是可靠的，电厂建设和运行对环境的影响也是可接受的。设计基准事故工况下对公众造成的放射性后果是能够满足国家相关标准要求的，应急准备和响应的措施是充分和有效的，流出物监测和环境监测也均是有保障的。因此，从环境保护角度来讲，宁德核电厂三、四号机组具备首次装料和运行的条件。

10.11 建议

（1） 鉴于宁德核电厂三、四号机组废物处理设施和环境及流出物监测系统的相关调试和试验工作尚在进行，建议宁德核电厂严格按照相关规程做好环境保护设施的调试和试验工作，保存相关调试和试验资料，并结合一、二号机组试运行期间环境保护设施的运行经验反馈，为环境保护设施的最终竣工验收积累必要的基础数据。

（2） 宁德核电厂运行后，应加强积累放射性流出物排放数据和经验反馈，按照相关法规要求“可合理达到的尽量低”的原则，对流出物排放量申请值进行优化。

（3） 建议福建宁德核电有限公司加强与福鼎市政府和文渡项目区主管部门的协调沟通，敦促落实福鼎市人民政府“鼎政函[2006]32 号”文的相关内容，合理控制纬七路以南区域的工业发展，严格执行该区域的土地利用规划。

（4） 建议加强对厂区污水处理设施的管理和监测，保证污水处理站的稳定运行。

（5） 公众对核电建设和运行的支持是核电可持续发展的必要条件，建议宁德核电厂进一步开展广泛的核电宣传，展示核电清洁能源的形象，并积极反馈公众的意见和建议，建设核电厂专用的信息公开网站，强化与公众的信息交流渠道，向公众展示核电环境友好型企业的优良形象。