福建漳州核电厂3、4号机组

环境影响报告书

（建造阶段）

中核国电漳州能源有限公司

二〇二二年五月

图册（文件）编号	
1916YEIRHYC01	
共1册	第1册
版次：A	状态：CFC

密级：

福建漳州核电厂3、4号机组

工　　程　　号　1916

子项号或系统号

子项或系统名称

设　计　阶　段　初步设计

工　　种　综合

图册(文件)名称　环境影响评价报告书

（建造阶段）

图册(文件)序号　-

批　　准

F	Y	Y	0	0	5	0	0	0	0	1	B	2	2	K	0	2	G	N

本文件产权属中国核电工程有限公司（CNPE）所有，未经书面许可，不得以任何方式复制、传播、发表和外传。

中国核电工程有限公司

工程设计综合甲级资质证书：A111003049

二〇二二年五月

打印编号：1652342779000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	h096nr
建设项目名称	福建漳州核电厂3、4号机组
建设项目类别	55--167核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理设施；放射性污染治理项目
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	中核国电漳州能源有限公司
统一社会信用代码	91350622585342048F
法定代表人（签章）	陈国才
主要负责人（签字）	池闯正
直接负责的主管人员（签字）	郝禄禄
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中国核电工程有限公司
统一社会信用代码	911100001000027329
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
高桂玲	06351143505110583	BH026937	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
魏刚	第九章	BH026932	
高桂玲	第一章、第十章	BH026937	
王欣	第三章、第八章	BH026929	
张敬辉	第四章	BH026938	

薛娜	第六章、第七章	BH026661	
李京	第二章	BH026930	
韩蕊	第五章	BH026658	

文件修改记录

版本	日期	章节	页码	修改范围及依据
A	2022.5	-	-	首次出版

总 目 录

第一章 概述

1.1 建设项目名称和建设性质

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

1.3 建设项目经费和环保设施投资

1.4 建设目的

1.5 建设项目的进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.7 评价标准

1.8 工程组成

1.9 环境保护措施

1.10 评价范围

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.2 人口分布与饮食习惯

2.3 土地利用及资源概况

2.4 气象

2.5 水文

2.6 地形地貌

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.2 非辐射环境质量现状

第四章 核电厂

4.1 厂区规划及平面布置

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.3 核电厂用水和散热系统

4.4 输电系统

4.5 专设安全设施

4.6 放射性废物系统和源项

4.7 非放射性废物处理系统

4.8 放射性物质厂内运输

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

5.2 水的利用

5.3 施工影响的控制

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.2 正常运行的辐射影响

6.3 其它环境影响

6.4 初步退役计划

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.2 严重事故

7.3 厂内运输事故

7.4 其它事故

7.5 事故应急

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.2 其它监测

8.3 监测设施

8.4 质量保证

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.2 代价分析

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.6 公众意见采纳情况总结

10.7 承诺

附件

附件一：中华人民共和国建设项目用地预审与选址意见书

附件二：福建省自然资源厅关于漳州核电项目 3-6 号机组建设用地预审意见的函

附件三：漳州市人民政府关于福建漳州核电厂 3、4 号机组社会稳定风险评估意见的函

附件四：福建漳州核电厂 3、4 号机组水土保持方案审批准予行政许可决定书

附件五：中华人民共和国水利部太湖流域管理局准予行政许可决定书

附件六：福建省人民政府关于漳州核电厂近厂区范围限制发展的批复

附件七：漳州核电厂一期工程厂址选择审查意见书

附件八：关于认可<漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址安全分析复核报告的函>

附件九：对国电漳州核电厂可行性研究阶段地震安全评价报告的批复

附件十：关于漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）的批复

附件十一：关于认可<漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）>的函

附件十二：国家核事故应急办公室关于福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域核应急方案审查意见的通知

附件十三：关于重新确认漳州核电厂一期工程环境影响评价环境质量和非放射性污染物排放执行标准的意见函

附件十四：云霄县人民政府关于同意在漳州核电厂址周围设置非居住区的函

附件十五：福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（漳州核电项目近岸海域）的批复

前 言

漳州核电厂规划容量按6台100万千瓦级压水堆核电机组考虑，一次规划，分期建设。其中1、2号机组已于2019年10月16日实现FCD，3、4号机组为扩建工程。3号机组计划2023年6月30日浇筑第一罐混凝土，单台机组建设工期为58个月，两台机组间隔10个月，3号机组计划于2028年4月投入商业运行，4号机组计划于2029年2月投入商业运行。

漳州核电厂一期工程拟建设规模为 4 台 AP1000 第三代压水堆核电机组，一次规划连续建设。2016 年 10 月 8 日，《漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）》获得环保部批复（批文号：环审[2016]131 号） “漳州核电厂一期工程位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾，拟建四台 AP1000 型压水堆核电机组及配套设施……我部同意你按照《报告书》所列建设项目的性质、规模、地点以及采取的环境保护措施开展下一阶段工作”。

根据机型技术路线调整需要，中国核电工程有限公司于 2017 年 6 月在《漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）》基础上开展了漳州核电厂 4 台华龙一号机组环境影响差异性分析工作，编制了《漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）》。2018 年 11 月 21 日，《漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）》获生态环境部认可（函件号：环核电函[2018]169 号），“认为采用“华龙一号”融合技术的漳州核电厂一期工程的环境影响是可以接受的，同意你公司按照复核报告所列的建设项目的性质、规模、地点、技术路线以及采取的环境保护措施开展下一阶段工作”。

漳州核电厂 3、4 号机组建造阶段环境影响报告书，是中核国电漳州能源有限公司向生态环境部申请建造许可证的重要申请文件之一。受中核国电漳州能源有限公司的委托，中国核电工程有限公司编制《福建漳州核电厂 3、4 号机组环境影响报告书（建造阶段）》。

本报告书是中核国电漳州能源有限公司和中国核电工程有限公司共同所有，任何单位或个人未经允许不得复制或引用。

第一章 概 述

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

1.1.2 建设性质

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

1.3 建设项目经费和环保设施投资

1.4 建设目的

1.5 建设项目的进度

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 编制依据文件

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

1.7.2 非辐射环境影响的评价标准

1.8 工程组成

1.9 环境保护措施

1.9.1 辐射影响防控措施

1.9.2 非放射性影响防治措施

1.10 评价范围

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

1.11.1 选址阶段环境影响报告书的批复意见

1.11.2 选址阶段环境影响报告书批复意见的落实情况

表

表 1.3-1 核电厂环保设施费用汇总表

表 1.6-1 采用的主要专题研究成果一览表

表 1.7-1 漳州核电厂 3、4 号和 1-4 号机组的排放量设计值和排放量控制值

图

图 1.10-1 福建漳州核电厂厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

1.1 建设项目名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称

核电厂的名称：福建漳州核电厂。

工程名称：福建漳州核电厂 3、4 号机组。

营运单位：中核国电漳州能源有限公司。

1.1.2 建设性质

福建漳州核电厂 3、4 号机组，由中国核能电力股份有限公司和中国国电集团公司按照 51%：49%的股比共同出资组建，中国核能电力股份有限公司控股。

福建漳州核电厂 3、4 号机组采用“华龙一号”三代核电技术，满足国家核安全局已颁发的现行有效的核安全法规和核安全导则的要求，同时参照国际原子能机构颁布的最新安全标准的要求；兼顾机组的安全性和经济性，满足三代核电技术的指标要求，吸收福岛核电站事故的经验反馈，考虑应对福岛核电站事故的相关改进和措施；具备能动与非能动相结合的安全特征，全面的严重事故预防与缓解措施、强化的外部事件的防护能力和改进的应急响应能力，具有技术成熟性和完整自主的知识产权。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

福建漳州核电厂的规划容量按 6 台百万千瓦级压水堆核电机组考虑，一次规划，分期建设。6 台机组沿厂址东部和北部的山体呈反 L 型布置，核岛朝东、常规岛朝西，总体建设方向为由东向西，其中 1、2 号机组位于厂址东部，受场地和地基条件限制，采用并列布置，3、4 号机组位于厂址中部，为尽量减少土石方开挖工程量，采用顺列布置。本工程建设漳州核电厂 3、4 号机组。3、4 号机组紧邻 1、2 号机组布置，与 1、2 号机组属同一厂址，3、4 号机组工程将充分利用 1、2 号机组已建设施，尽量减少工程投资。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

福建漳州核电厂 3、4 号机组堆型采用自主化三代百万千瓦级压水堆核电机组（华龙一号），其基础价总投资折合人民币共计 3192795 万元（其中人民币部分 3158990 万元，外币部分 5144 万美元）；工程固定价总投资折合人民币共计 3272400 万元（其中人民币部分 3236567 万元，外币部分 5453 万美元）；工程建成价总投资折合人民币共计 3677113 万元（其中人民币部分 3641279 万元，外币部分 5453 万美元）。

项目总投资折合人民币共计 4012105 万元（不包括配套送出工程），其中含建设期可抵扣增值税 302247 万元，铺底流动资金 23945 万元，先期移交系统运维费 8800 万元。直接和间接用于环境保护的费用约占总投资的 2.9%。乏燃料后处理费从投产后第六年开始提取，每年提取 42486 万元；经济寿期内预计提取的乏燃料后处理费累计本金金额约为

106.22 亿元。退役基金提取总额为固定资产原值的 10%，从发电的第一年起到项目计算期末的时间内按年平均提取，作为本工程项目退役时的处理费用。经济寿期内预计提取的退役费累计本金金额约为 34.62 亿元。

按照工程固定价总投资资金需求，资金拟通过以下途径筹措：

项目资本金 813945 万元，由项目出资人（各股东方）按出资协议中确定的股份比例自行筹措；

人民币资金需求（包含换汇所需资金）总额扣除注册资本金后的余额，共计 2793447 万元，拟利用国内政策性银行和（或）商业银行贷款解决。

本工程的环保设施费用见表 1.3-1。

1.4 建设目的

（1）推进福建省能源结构优化的进程

福建电力建设以水电起家，从“优先开发水电”，到“水主火从”、“水火并举”，再到“加快火电建设”、“适当控制发展煤电”，电源结构不断朝着清洁化、可再生方向发展。近年来，福建省着眼于打造全国生态文明先行示范区，积极推进能源供给侧结构性改革，特别在当前“双碳”政策的要求和全球煤炭资源短缺的形式下，电力发展清洁优先、低碳优先、高效优先，清洁能源和可再生能源快速发展。“十三五”期间，福建省清洁能源装机增加1173万千瓦，占全部新增电力装机的75%，其中核电由545万千瓦增加到987万千瓦，增长81%。截至2020年底，福建省清洁能源装机达到3625万千瓦，占全省电力装机比重达55.87%。2020年福建省清洁能源发电1256亿千瓦时，“每两千瓦时中约有一千瓦时为清洁能源”。随着“华龙一号”全球首堆——装机容量116.1万千瓦的福清核电5号机组成功并网，福建省建成投产的核电机组已达9台，核电在运容量全国第二，核电占比全国第一。作为清洁、低碳和高效的能源，漳州3、4号核电机组的建设将在漳州1、2号机组的基础上继续推进福建省能源结构的优化。

（2）适应福建省电力发展需求

根据电力平衡分析，电源规划立足省内平衡时，考虑现有、在建及已核准的电源项目时，2025～2030年期间福建电网一直存在电力缺额，其中2028年、2030年电力缺额分别约9000MW、14800MW。因此，从电力市场空间上看，结合福建省规划电源建设进度，为满足负荷快速发展的需要、保障省内能源供应安全，适时开工建设新的电源项目是必要的，福建漳州核电厂3、4号机组可作为“十五五”期间的备选电源。

福建南部包括泉州、厦门、漳州、龙岩四地区，根据负荷预测水平，南部四地市负荷约占全省负荷的55%；其中泉州、厦门、漳州等三市均是福建电网主要负荷中心，用电增

长速度快，发展潜力大。而省内已核准和已列入国家规划大型电源大部分位于福建中北部，潮流总体呈现北电南送的情况。

根据前述电源规划和分区电力平衡情况，福建漳州核电厂3、4号机组所在的福建南部地区属缺电地区，即使考虑现有、已核准和其他规划电源（含本工程）后，2028年、2030年电力缺额分别约11500MW、12000MW。福建漳州核电厂3、4号机组可就近供电福建南部地区，满足区域电网负荷发展需要，有助于减轻福建主网的北电南送压力，提高福建主网的安全稳定运行裕度。

闽粤联网工程“十三五”期间开工建设，预计“十四五”初期投产，输电能力为2000MW，工程定位为加强国家电网与南方电网之间的电气联系，实现国家电网和南方电网互补余缺，互为备用和紧急事故支援。根据前期工程成果，“十四五”至“十五五”期间广东电力缺口持续扩大。闽粤联网工程建设可发挥阶段季节性互补余缺的送电效益。福建电网可将汛期盈余电力送往广东，福建漳州核电厂3、4号机组工程作为福建南部稳定电源，有利于保障闽粤联网工程发挥作用。

（3）带动地方经济发展

核电工程项目是一个劳动力、技术和人才密集的行业，核电产业是区域经济可持续发展非常重要的影响因素。核电机组投资大，经济效益好，建设周期长，涉及产业链和技术门类众多，需要大量吸纳有一定专长的劳动力，将为福建省厂址周边地区增加劳动就业岗位，增加国民收入，有利于社会安定团结。核电站的建设可以积极促进周边地区设备制造、电子信息、材料加工、建筑建材、教育培训、交通运输、社会服务等多个行业的发展，促进科技创新，带动经济发展。同时，核电厂职工的购房和生活消费等，有利于当地的房地产业、零售业、通讯、教育、医疗卫生及其他市政设施和社会福利事业的发展，繁荣当地经济。

1.5 建设项目的进度

福建漳州核电厂3号机组计划2023年6月30日浇筑第一罐混凝土，单台机组建设工期为58个月，两台机组间隔10个月，3号机组将在2028年4月投入商业运行，4号机组将在2029年2月投入商业运行。

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 编制依据文件

（1）云霄县自然资源局，《中华人民共和国建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 350000202100001 号）；

（2）福建省自然资源厅，《福建省自然资源厅关于漳州核电项目 3-6 号机组建设用地

预审意见的函》（闽自然资函〔2021〕272 号）；

（3）福建省漳州市人民政府，《漳州市人民政府关于福建漳州核电厂 3、4 号机组社会稳定风险评估意见的函》；

（4）中华人民共和国水利部，《福建漳州核电厂 3、4 号机组水土保持方案审批准予行政许可决定书》（水许可决[2021]24 号）；

（5）水利部太湖流域管理局，《中华人民共和国水利部太湖流域管理局准予行政许可决定书》（太许可决[2021]3 号）；

（6）福建省人民政府，《福建省人民政府关于漳州核电厂近厂区范围限制发展的批复》（闽政文[2014]48 号）；

（7）国家核安全局，《漳州核电厂一期工程厂址选择审查意见书》（国核安发〔2016〕247 号）；

（8）国家核安全局，《关于认可<漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址安全分析复核报告的函>》（国核安函〔2018〕94 号）；

（9）中国地震局，《对国电漳州核电厂可行性研究阶段地震安全评价报告的批复》（中震安评[2009]89 号）；

（10）中华人民共和国环境保护部，《关于漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审〔2016〕131 号）；

（11）中华人民共和国生态环境部，《关于认可<漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）>的函》（环核电函〔2018〕169 号）；

（12）《国家核事故应急办公室关于福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域核应急方案审查意见的通知》（国核应办[2021]17 号）；

（13）漳州市环境保护局，《关于重新确认漳州核电厂一期工程环境影响评价环境质量和非放射性污染物排放执行标准的意见函》（漳环审函[2016]8 号）；

（14）云霄县人民政府，《云霄县人民政府关于同意在漳州核电厂址周围设置非居住区的函》（云政函[2014]65 号）；

（15）福建省人民政府，《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（漳州核电项目近岸海域）的批复》（闽政文[2018]205 号）。

本工程专题报告充分利用了漳州核电厂一期工程已有的成果，同时为满足外委成果的时效性等要求，本工程已新委托开展专题，本报告书编制依据的主要专题研究成果详见表 1.6-1。

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

1.6.2.1 主要法规

（1） 《中华人民共和国核安全法》（2017 年 9 月 1 日）；

（2） 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

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

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

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

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

（7） 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；

（8） 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日）；

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

（10）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；

（11）《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；

（12）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年修订）；

（13）《建设项目环境保护管理条例》（2017）中华人民共和国国务院令 682 号；

（14）《放射性物品运输安全管理条例》（2010 年 1 月 1 日）中华人民共和国国务院令 562 号；

（15）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害与海洋环境管理条例》（2018 年）中华人民共和国国务院令 698 号；

（16）《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日）中华人民共和国国务院令第 612 号；

（17）《近岸海域环境功能区管理办法》（1999 年 12 月 10 日）（国家环境保护总局令第 8 号）；

（18）《电磁辐射环境保护管理办法》（1997 年 3 月 25 日）（国家环保局［1997］第 18 号令）；

（19）《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）；

（20）《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）；

（21）《放射性废物安全监督规定》（HAF401）。

1.6.2.2 技术导则、标准

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

（2） 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（3） 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（4） 《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ2.3-2018）；

（5） 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（6） 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（7） 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）；

（8） 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；

（9） 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；

（10） 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

（11） 《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05）；

（12） 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06）；

（13） 《核电厂厂址选择的极端气象现象》（HAD101/10）；

（14） 《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11）；

（15） 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）；

（16） 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；

（17） 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）；

（18） 《海洋监测规范》（GB17378.1～7-2007）；

（19） 《海洋调查规范》（GB12763.1～7-2007）；

（20） 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002）；

（21） 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

（22） 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；

（23） 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；

（24） 《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）

（25） 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）

（26） 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；

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

（28） 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB8999-2021）；

（29） 《海水水质标准》（GB3097-1997）；

（30） 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

（31） 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；

（32） 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）；

（33） 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（34） 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

（35） 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（36） 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（37） 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（38） 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

（39） 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；

（40） 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18957-2001）

（41） 《放射性废物体和废物包的特性鉴定》（EJ1186-2005）；

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

（43） 《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ681-2013）

（44） 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）

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

（46） 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T10.3-1996）。

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

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

（1）运行状态下的剂量约束值和排放量、排放浓度控制值

运行状态下的剂量约束值，遵循 GB6249-2011 的规定：“任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质，对公众中任何个人造成的有效剂量每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值”。

福建漳州核电厂厂址规划建设 6 台“华龙一号”机型核电机组，厂址剂量约束值为 0.25mSv/a，3、4 号机组的剂量约束值拟定为 0.06mSv/a。

根据 GB 6249-2011 的第 6.2、6.3 和 6.4 条款的规定，福建漳州核电厂厂址 6 台机组运行状态下的年放射性排放量应控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内，具体如下：

气载流出物：

——惰性气体，2.4×10^{15} Bq/a；

——碘，8.0×10^{10} Bq/a；

——长寿命粒子（$T_{1/2}\geq8$d），2.0×10^{11} Bq/a；

——氚，6.0×10^{13}Bq/a；

——C-14，2.8×10^{12}Bq/a。

液态流出物：

——氚，3.0×10^{14} Bq/a；

——C-14，6.0×10^{11}Bq/a；

——其余核素（除氚、C-14 外），2.0×10^{11} Bq/a。

福建漳州核电厂规划建设六台“华龙一号”机组，漳州核电厂 1-4 号机组（华龙一号）运行状态下，四台机组的排放量控制值为厂址控制值的 2/3。3、4 号和 1-4 号机组的排放量设计值和排放量控制值见表 1.7-1。

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

（2）事故工况下的剂量控制值

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）中规定，对于设计基准事故的潜在照射后果应符合下列要求：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。

（3）海水中的放射性核素浓度标准

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，运行期间受纳水体中的放射性核素浓度控制值为：

－Co-60：0.03Bq/L；

－Sr-90：4.0Bq/L；

－Ru-106：0.2Bq/L；

－Cs-134：0.6Bq/L；

－Cs-137：0.7Bq/L。

1.7.2 非辐射环境影响的评价标准

根据《漳州市环境保护局关于重新确认漳州核电厂一期工程环境影响评价环境质量和非放射性污染物排放执行标准的意见函》（漳环审函[2016]8 号），本工程非放射性评价标准如下：

（1）大气

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

大气污染物排放：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织排

放监控浓度限值标准。

（2）海洋功能区划、近岸海域环境功能区划和执行的海水水质标准

漳州核电厂附近海域海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第三类标准，其中，温排水混合区不得影响邻近功能区的水质和鱼类洄游通道，除水温指标外，其余水质指标仍按海水水质三类标准执行。

根据《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（漳州核电项目近岸海域）的批复》（闽政文〔2018〕205号）及《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（漳州核电近岸海域）的批复》（闽政文〔2015〕282号），厂址附近海域为“东山湾漳州核电三类区”，主导功能为一般工业用水，辅助功能为纳污。规划期内除水温执行三类海水水质标准外，其余水质指标执行二类海水水质标准。

根据《国家海洋局关于同意福建省海洋功能区划修改方案的函》（国海管字〔2016〕219号），“东山湾漳州核电三类区”海域范围相对应的海洋功能区划类别主要为“列屿特殊利用区”和“尾涡屿特殊利用区”。其中“列屿特殊利用区”的海洋环境保护要求为：主导功能实施过程采取有效途径减少泥沙入海等对周围海域的负面影响，严格遵守海域论证和海洋环评提出的海洋环境保护措施。严格执行温排水排放要求。

（3）污水排放标准

主厂区、厂前区和部分施工临建区的生活污水回用执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920－2020）中车辆冲洗水质标准，排放水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准。

其它非放射性废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

（4）噪声

声环境质量标准：居民区环境噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中2类标准；厂界环境噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中3类标准；交通噪声执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中4a类标准。

排放标准：运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 3 类标准；施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）。

（5）电磁辐射

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），50Hz 频率下，环境中工频电场强度的公众暴露控制限值为 4kV/m，工频磁感应强度的公众暴露控制限值为 0.1mT。

厂址区域电磁辐射采用《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的要求，对于

30MHz-3000MHz 的频率范围，该标准的公众曝露控制限值为：环境射频综合场强等效平面波功率密度在任意连续 6 分钟内的方均根值应小于 0.4W/m^2（电场强度限值 12V/m）。

1.8 工程组成

1.8.1 工程组成

本项目主体工程为核岛、常规岛和 BOP 工程，具体工程组成详见第四章。

1.9 环境保护措施

1.9.1 辐射影响防控措施

（1）放射性废液管理系统

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

— 硼回收系统（ZBR），

— 废液处理系统（ZLT），

— 核岛液态流出物排放系统（ZLD），

— 放射性废水回收系统（WSR），

— 核岛疏水排气系统（RVD）。

其它已被污染或可能被污染的废液由下列系统收集、处理或排放：

— 化学和容积控制系统（RCV），

— 反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统（RFT），

— 蒸汽发生器排污系统（TTB），

— 常规岛液态流出物排放系统（WQB）。

（2）放射性废气处理系统

放射性废气处理系统为单机组设置，用于收集、贮存并处理反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准及核电厂管理规范要求后排入大气。放射性废气处理系统主要包括：

— 废气处理系统（ZGT），

— 厂房通风系统（HVAC），

— 主冷凝器真空系统（TTV）。

（3）放射性固体废物管理系统

放射性固体废物管理主要包括固体废物处理系统（ZST）、废物最小化以及废物最终处置三部分内容。固体废物处理系统的主要功能是收集、贮存、处理和整备核电厂在运行及检修时产生的放射性固体废物，使其达到适宜运输、贮存和处置的要求。

1.9.2 非放射性影响防治措施

（1）污水处理设施

本工程拟建设生活污水处理站、非放射性含油废水处理站等污水处理设施。

本工程主厂区各子项的生活污水通过相应污水管网汇集至主厂区的生活污水处理站，厂前区各子项的生活污水通过相应污水管网汇集至厂前区的生活污水处理站。主厂区和厂前区生活污水处理站收集的生活污水经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中车辆冲洗水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。部分与厂区距离较远的施工临建区的生活污水由施工承包商处理后排放，排放水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。

非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准，排入室外雨水管网，最终排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。

（2）固体废物污染防治措施

运行期产生的固体废物对环境的影响主要来源于除盐水处理过程中废弃的离子交换树脂、生活污水处理过程中产生的污泥及危险废物。本工程运行期产生的各类危险物集中分类暂存后，委托有资质的单位对危险废物进行外运处理。

1.10 评价范围

根据《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89），辐射环境影响评价范围是以 4 号机组反应堆为中心，半径 80km 的地域范围。为进行剂量估算，将此区域分别以 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km 为半径画 12 个同心圆，与圆心角为 22.5°的 16 个方位相交划分扇形区，共 192 个评价子区。厂址半径 80km 评价子区划分示意图见图 1.10-1。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）以及《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016），本项目大气环境评价范围为厂址半径 5km。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）以及《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016），本项目声环境评价范围为厂界外 1m 和厂址半径 5km 范围内敏感目标。

水环境影响的评价范围将参照《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ2.3-2018）、

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

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

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

1.11.1 选址阶段环境影响报告书的批复意见

2016 年 10 月 8 日，原环保部以“环审[2016]131 号”文批复了基于 AP1000 技术路线的《漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）》。该批复要求在工程设计及今后一个时期应重点做好的工作如下：

（一）加强漳州核电厂一期工程施工期间管理，落实施工期间环境监测方案。

（二）进一步推动落实中低放废物处置场的选址建设工作。

（三）加强公众沟通，有序推进项目的科普宣传、公众参与及信息公开等工作。

2018 年 6 月，漳州核电厂一期工程技术路线由 AP1000 技术调整为“华龙一号”融合技术。2018 年 11 月 21 日，生态环境部以“环核电函[2018]169 号”文认可了《漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）》。

1.11.2 选址阶段环境影响报告书批复意见的落实情况

以上批复意见的落实情况如下：

（一）关于“加强漳州核电厂一期工程施工期间管理，落实施工期间环境监测方案。”

工程施工前会制定施工期间管理制度并在施工过程中严格执行，本报告第五章说明了施工期间将采取的环境监测方案，并在施工期间会严格落实。

（二）关于“进一步推动落实中低放废物处置场的选址建设工作。”

2015 年底，中核集团与福建省就福建核电环保配套工程项目重新选址事宜进行沟通并达成了共识。根据福建省的意见，中核集团在福建省霞浦县选址建设低中放固体废物处置场。作为福建核电的环保配套工程项目，处置场总规划处置低中放废物容量 30 万 m^3，一期规划处置废物 10 万 m^3，用于处置福建规划的 25 台核电机组（包括漳州核电）产生的全部运行废物。中核国电漳州能源有限公司将继续跟踪项目工作进展，及时明确后续推进计划。

（三）关于“加强公众沟通，有序推进项目的科普宣传、公众参与及信息公开等工作。”

1、公众沟通、科普宣传方面

为增进漳州市云霄县及周边地区公众对漳州核电项目的了解，提升周边公众对漳州核

电工程建设的可接受度，获得公众对漳州核电项目的支持，依据《福建省漳州核电项目公众沟通工作方案》，漳州核电项目从 2018 年至今，开展了一系列面向福建省内公众尤其是漳州市当地公众的科普宣传，活动形式多样，包括（1）组织媒体宣传、（2）走进校园宣传、（3）制作发放科普读物、（4）组织外出参观考察、（5）开放核电科普展厅、（6）开展公益活动、（7）联合当地民间艺术团，创作科普文化作品。

宣传科普活动的主体为漳州市人民政府、云霄县人民政府、中核国电漳州能源有限公司。宣传周期为从核电项目厂址选定开始，贯穿核电项目厂址选择、建造和运行等主要阶段。宣传内容包括（1）科普层面：核电安全、高效、经济、清洁的能源特征；核电技术基础科普常识；世界核电发展状况；我国核电发展政策和规划；核电安全性和核安全管理知识；核应急管理和公众防护知识；核安全文化和安全生产知识；环境保护等。（2）项目层面：漳州核电项目建设对国家和地方促进经济建设、产业结构优化、能源结构调整和环境质量改善的重要意义；漳州核电项目厂址、技术安全特点；项目建成运行后对当地群众在就业、收入、教育、文化生活等方面的促进作用；项目单位的企业文化、队伍建设、社会责任等。重点宣传对象以漳州市城区、云霄县全县及核电项目厂址周围 30 公里半径区域，包括古雷开发区、常山开发区及漳浦县、东山县、诏安县的有关乡镇为重点区域，以政府公职人员、企业职工、学校师生、利益相关者及核电站周边居民为重点对象。

按照统一部署，充分利用漳州市及漳州能源各级新闻媒体、各类宣传阵地、各种宣传载体，以及基层各类宣传队伍，整合宣传、发改、科技、科协、教育等部门力量，扎实有序地开展核电科普宣传各项工作，让公众正确认识核电。

2、公众参与、信息公开方面

2020 年 10 月至 11 月，中核国电漳州能源有限公司按照漳州核电厂建设特点及受影响范围，在云霄县人民政府组织及漳州能源的协助下，按规定在调查范围内向有关公众发放了“福建漳州核电厂公众参与问卷调查表”。本次公众调查活动样本范围为福建省漳州核电厂址周边，调查对象为可能受项目建设直接影响或间接影响的公众，重点考虑厂址半径 15km 范围内的乡镇及 5km 规划限制区涉及征地、征海的利益相关公众，特别关注厂址近区利益相关公众，如涉及海域征用的公众、厂址附近的村民和养殖户代表等。对个别重要利益相关者，通过一对一入户的形式开展问卷调查，重点倾听他们的诉求，了解他们对项目建设的态度、意见建议；在发放调查问卷时，增加安排了科普宣传活动以及与公众的现场对话交流。本次问卷调查共发放调查表 570 份，回收有效份数为 554 份，97.6%（541 份）的公众表示支持漳州核电工程的建设。

表 1.3-1 核电厂环保设施费用汇总表

序 号	项 目 名 称	费 用(万元)	备 注
（一）	非放射性和放射性废物处理处置系统	96241	
1	核岛通风系统	42301	
2	核岛废物处理和排放系统	27266	
3	三废处理设施及环境保护工程	25062	
3.1	废物处理中心/放射性固体废物暂存库	17062	
3.2	核岛/常规岛液态流出物排放厂房	3548	
3.3	放射性废油暂存库	512	
3.4	污水系统油水分离器/污水处理构筑物	2053	
3.5	环境实验室	1722	
3.6	气象站/监测站/前沿站等	0	已在 1、2 号机组建设
3.7	厂区地下水监测井/特种车辆库等	165	
4	废液排放管沟	1612	
（二）	流出物监测和环境监测系统	14760	
1	厂房辐射监测系统	8485	
2	控制区出入监测系统	3976	
3	安全壳泄露监测系统	2150	
4	LOCA 事故监测等系统	149	
（三）	环境整治	4354	
1	厂区绿化	795	
2	水土保持	380	
3	边坡	2770	
4	截排洪沟	0	已在 1、2 号机组建设
5	广场和地坪	410	
（四）	施工期间环保费用	1519	
	合计	116874	

表 1.6-1 采用的主要专题研究成果一览表

序号	项目名称	承担单位	完成时间
1	漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查报告	中国辐射防护研究院	2013.12
2	漳州核电厂环境辐射本底初步调查报告	浙江省辐射环境监测站	2020.3
3	漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近海域生态环境现状调查及评价专题报告	中国水产科学研究院东海水产研究所	2019.6
4	《福建漳州核电厂厂址现场铁塔和地面气象站常规气象观测和统计分析成果报告(2020.5.1~2021.4.30)	中国辐射防护研究院	2022.2
5	厂址大气扩散试验研究	北京大学科技开发部	2009.6
6	漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址区域常规气象和极端气象补充调查统计分析报告	中国辐射防护研究院	2018.6
7	福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域环境大气、噪声本底调查及评价报告	中国核电工程有限公司	2020.8
8	福建漳州核电厂3、4号机组人口、食谱、环境及其外部人为事件调查专题报告	中国核电工程有限公司	2020.9
9	福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域大气环境、噪声本底调查及评价报告	中国核电工程有限公司	2020.8
10	福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域电磁辐射本底测量和现状评价报告	中国核电工程有限公司	2020.8
11	福建漳州核电厂3、4号机组施工期大气环境监测及分析评价方案研究报告	中国核电工程有限公司	2020.8
12	福建漳州核电厂3、4号机组施工期噪声监测及分析评价方案研究报告	中国核电工程有限公司	2020.8
13	漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近陆域生态环境调查及评价报告	中核第四研究设计工程有限公司	2017.8
14	福建漳州核电厂3、4号机组温排水和液态流出物数值模拟研究成果报告	中国水利水电科学研究院	2021.9
15	福建漳州核电厂3、4号机组温排水和液态流出物数值模拟研究成果报告	中国水利水电科学研究院	2021.9
16	漳州核电厂一期工程施工期海域环境监测及分析评价专题报告	中国水产科学研究院东海水产研究所	2018.1
17	福建漳州核电厂工程海域海洋水文测验项目春、夏两季分析报告	天津水运工程勘察设计院	2020.7

18	漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究报告	华东师范大学	2020.12
19	国电漳州核电厂可行性研究水文地质调查报告	中兵勘察设计研究院	2008.12
20	漳州核电厂3、4号机组厂址附近水生生物及海域重要代表种的调查及评价中间成果报告	自然资源部第三海洋研究所	2021.7
21	漳州核电厂3、4号机组岸滩稳定性和泥沙冲淤数模研究中间成果报告	南京水利科学研究院	2021.8
22	福建漳州核电厂3、4号机组工程海域水下地形测量	福建省港航管理局勘测中心	2020.7
23	福建漳州核电厂工程海域海洋水文测验	天津水运工程勘察设计院	2021.4
24	福建漳州核电厂3、4号机组 水土保持方案报告书	福建省水利水电勘测设计研究院	2021.3

表 1.7-1 漳州核电厂 3、4 号机组和 1-4 号机组的排放量设计值和排放量控制值

气液态	核素类别	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值	4 台机组总排放量设计值 Bq/a	4 台机组排放量控制值 Bq/a	比值
气态	惰性气体	1.15E+14	1.20E+15	9.58%	2.32E+14	1.60E+15	14.50%
	碘	1.41E+09	4.00E+10	3.53%	3.33E+09	5.33E+10	6.25%
	粒子（$T_{1/2}$≥8d）	1.87E+08	1.00E+11	0.19%	3.27E+08	1.33E+11	0.25%
	氚	9.20E+12	3.00E+13	30.67%	1.82E+13	4.00E+13	45.55%
	碳-14	7.32E+11	1.40E+12	52.29%	1.46E+12	1.87E+12	78.29%
液态	氚	9.20E+13	1.50E+14	61.33%	1.82E+14	2.00E+14	91.10%
	碳-14	5.38E+10	3.00E+11	17.93%	1.08E+11	4.00E+11	26.90%
	其余核素	1.42E+10	1.00E+11	14.20%	4.48E+10	1.33E+11	33.68%

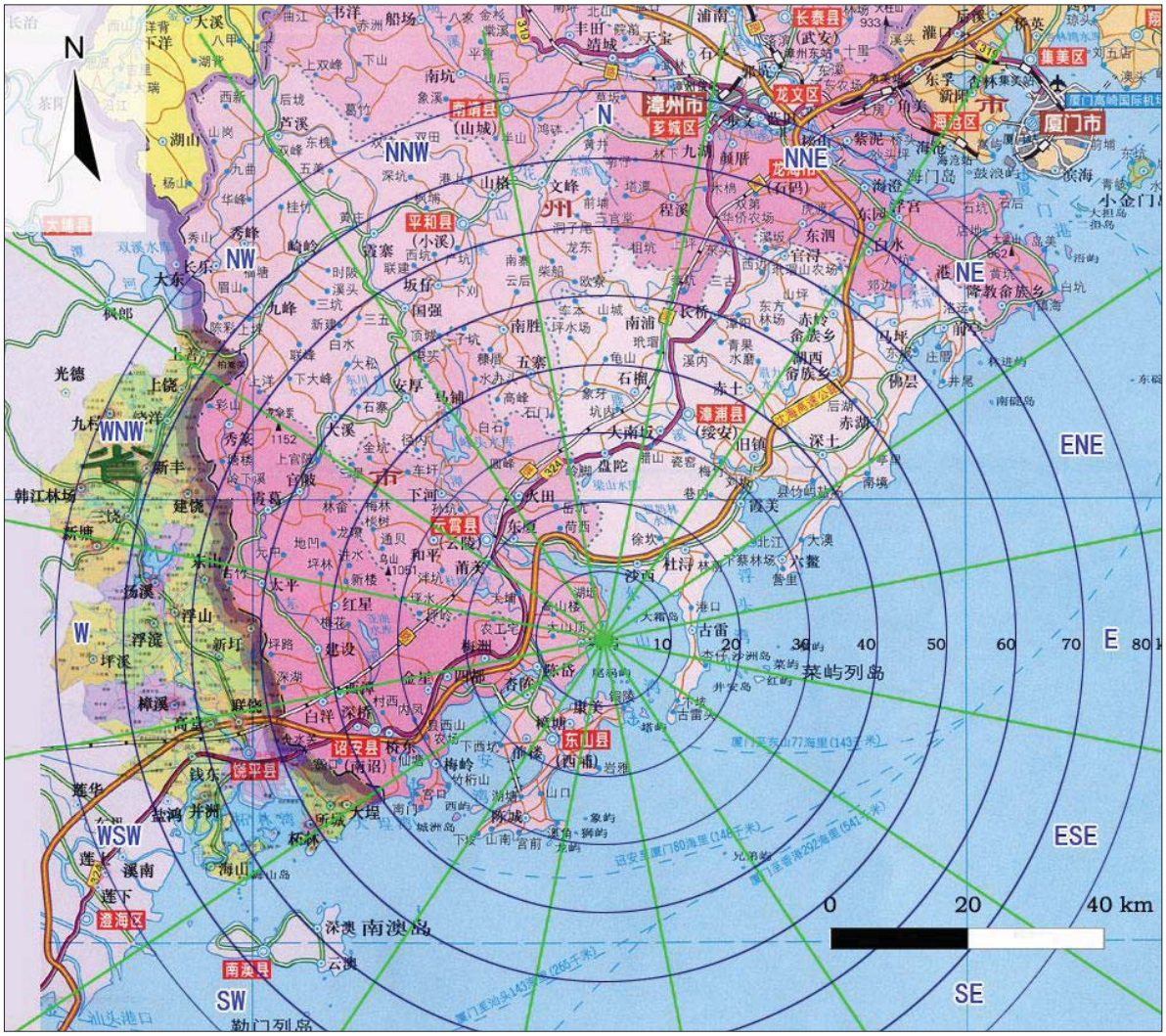


图 1.10-1　福建漳州核电厂厂址半径 80km 范围评价子区划分示意图

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

2.2 人口分布与饮食习惯

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.3 居民年龄构成及饮食习惯和生活习性

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.3 水产资源及水生态概况

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.4 气象

2.4.1 区域气候

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.3 当地气象条件

2.4.4 大气稳定度

2.4.5 联合频率

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

2.4.7 运行前的厂址气象观测

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.2 地下水

2.5.3 洪水

2.6 地形地貌

表

表 2.2-1 厂址半径 5km 范围内行政村及其下辖村民小组情况（2019 年）

表 2.2-2 厂址半径 15km 范围重要居民点情况（2019 年）

表 2.2-3 厂址半径 15km 范围人口流动情况（2019 年底）

表 2.2-4 厂址半径 5km 范围内流动人口情况（2019 年底）

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围各子区人口分布（2019 年）

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区≤1 岁的人口统计（2019 年）

表 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区 1～7 岁（含 7 岁）的人口统计（2019 年）

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区 7～17 岁（含 17 岁）的人口统计（2019 年）

表 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区>17 岁的人口统计（2019 年）

表 2.2-10 2000~2050 年福建省总人口数预测值与实际值的比较

表 2.2-11 2000~2010 年广东省总人口数预测值与实际值的比较

表 2.2-12 潮州市 2000-2010 年人口总数和自然增长率与广东省高方案对比

表 2.2-13 潮州市 2000-2018 年人口总数和自然增长率与福建省方案二对比

表 2.2-14 潮州市 2000-2010 年人口总数和自然增长率与福建省方案三对比

表 2.2-15 厂址半径 80km 范围内每隔 10 年人口预期年均人口增长率

表 2.2-16 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2028 年）

表 2.2-17 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2038 年）

表 2.2-18 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2048、2058、2068、2078、2088 年）

表 2.2-19 厂址半径 80km 范围内 10 万人以上的人口中心相对厂址方位、距离和人口数（2019 年）

表 2.2-20 厂址 80km 半径范围居民年消费量调查结果

表 2.2-21 厂址半径 5km 范围内农民和城镇居民食物消费量

表 2.2-22 厂址半径 5km 范围内不同年龄段居民年平均及年最大食物消费量

表 2.2-23 厂址半径 80km 范围不同职业居民分年龄段生活习性调查结果

表 2.2-24 厂址半径 5km 范围不同职业居民分年龄段生活习性调查结果

表 2.3-1 云霄县生活饮用水地表水源保护区划分及取水口方位

表 2.3-2 厂址半径 80km 范围内涉及漳州市农副业生产情况

表 2.3-3 厂址半径 80km 范围内其他涉及的市县农副业生产情况

表 2.3-4 厂址半径 80km 范围内各子区粮食作物播种面积

表 2.3-5 厂址半径 80km 范围内各子区油料作物播种面积

表 2.3-6 厂址半径 80km 范围内各子区蔬菜播种面积

表 2.3-7 厂址半径 80km 范围内各子区水果播种面积

表 2.3-8 厂址半径 80km 范围内各子区粮食作物亩产

表 2.3-9 厂址半径 80km 范围内各子区油料作物亩产

表 2.3-10 厂址半径 80km 范围内各子区蔬菜亩产

表 2.3-11 厂址半径 80km 范围内各子区水果亩产

表 2.3-12 厂址半径 15km 范围内涉及的市县农副业生产情况

表 2.3-13 评价区粮食和蔬菜作物的生长期、贮存期和去向

表 2.3-14 漳州市猪、牛、羊生产情况

表 2.3-15 漳州市鸡类生产情况

表 2.3-16 漳州市鸭类生产情况

表 2.3-17 漳州市鹅、兔生产情况

表 2.3-18 漳州市农副产品生产情况

表 2.3-19 潮州市畜牧业生产情况

表 2.3-20 汕头市畜牧业生产情况

表 2.3-21 梅州市畜牧业生产情况

表 2.3-22 厂址半径 80km 范围内主要家畜和家禽饲养方式

表 2.3-23 厂址半径 80km 范围内各子区猪出栏量

表 2.3-24 厂址半径 80km 范围内各子区肉牛出栏量

表 2.3-25 厂址半径 80km 范围内各子区羊出栏量

表 2.3-26 厂址半径 80km 范围内各子区家禽出栏量

表 2.3-27 厂址半径 80km 范围内各子区奶牛存栏量

表 2.3-28 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

表 2.3-29 4 号机组厂址半径 15km 范围肉牛养殖情况

表 2.3-30 4 号机组厂址半径 15km 范围肉鸭养殖情况

表 2.3-31 4 号机组厂址半径 15km 范围羊养殖情况

表 2.3-32 4 号机组厂址半径 15km 范围蛋鸡殖情况

表 2.3-33 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的种植区情况

表 2.3-34 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的珍稀植物情况

表 2.3-35 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的养殖场情况

表 2.3-36 4 号机组 15km 范围内省级以上文物保护单位名录

表 2.3-37 调查区样地布设信息

表 2.3-38 调查区样线布设信息

表 2.3-39 调查区主要植被群落类型的群落植物组成

表 2.3-40 调查站位分布与经纬度

表 2.3-41 2017 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

表 2.3-42 2016 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

表 2.3-43 2015 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

表 2.3-44 2017 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

表 2.3-45 2017 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-46 2017 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-47 2016 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

表 2.3-48 2016 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-49 2016 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-50 2015 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

表 2.3-51 2015 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-52 2015 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

表 2.3-53 厂址半径 15km 范围内养殖场情况

表 2.3-54 生态红线区与厂址的相对位置

表 2.3-55 厂址半径 15km 范围内规模以上工业企业情况

表 2.3-56 厂址半径 15km 范围内液化气储用企业情况

表 2.3-57 厂址半径 15km 范围内危险化学品生产、储用企业情况

表 2.3-58 厂址半径 15km 范围加油站、汽柴油批发企业情况

表 2.3-59 厂址附近公路运输危险品信息统计表

表 2.3-60 古雷航道与城垵航道海上危险品运输情况

表 2.3-61 厂址半径 15km 范围内各渔港的基本情况

表 2.4-1 气象站基本信息表

表 2.4-2 东山站各月及年平均风速（1954~2017）

表 2.4-3 东山站各季及年出现各风向频率（1954~2017）

表 2.4-4 东山站各月及年平均气温统计（1954~2017）

表 2.4-5 东山站各月及年降水量统计（1954~2017）

表 2.4-6 东山站各月及年平均气压统计（1954~2017）

表 2.4-7 东山站各月及年平均日照小时数和日照百分率（1954~2017）

表 2.4-8 东山站各月及年蒸发量（1954~2017）

表 2.4-9 东山站各月及年水汽压统计（1954~2017）

表 2.4-10 气象铁塔各高度风向频率（2020.5~2021.4）

表 2.4-11 地面站各季和年风向频率（2020.5~2021.4）

表 2.4-12 气象铁塔各高度及地面站月、季、年平均风速（2020.5~2021.4）

表 2.4-13 气象铁塔和地面站月、季、年的平均气温（2020.5~2021.4）

表 2.4-14 铁塔各时刻各高度不同类别逆温强度的出现时次、频率（2020.5~2021.4）

表 2.4-15 地面气象站季、年各风向雨量分布（2020.5~2021.4）

表 2.4-16 地面站各月及年平均气压（2020.5~2021.4）

表 2.4-17 地面气象站各月及年的辐射值（2020.5~2021.4）

表 2.4-18 大气稳定度分类（2020.5~2021.4）

表 2.4-19 10m 高度风向、风速、大气稳定度三维联合频率（2020.5~2021.4）

表 2.4-20 70m 高度风向、风速、稳定度-降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

表 2.4-21 夏季各探测观测站混合层高度统计

表 2.4-22 冬季观测站混合层高度统计

表 2.4-23 扩散参数$\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$式中的 a、b、c、d 值（偏东风）

表 2.4-24 扩散参数$\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$式中的 a、b、c、d 值（偏西风）

表 2.4-25 大气扩散参数公式系数 $\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$

表 2.4-26 铁塔气象观测要素技术指标一览表

表 2.4-27 地面观测主要气象要素技术指标一览表

表 2.5-1 厂址半径 15km 范围内各水库情况

表 2.5-2 PMSS 对应的 20m 等深线处波要素极值

表 2.5-3 不同历时的 PMP 及设计暴雨计算成果（mm）

图

图 2.1-1 厂址地理位置图

图 2.1-2 区域位置图

图 2.1-3 非居住区边界与征地边界范围

图 2.2-1 厂址半径 5km 范围内自然村分布示意图

图 2.2-2 厂址半径 15km 范围内重要居民点分布示意图

图 2.2-3 厂址半径 80km 范围内总人口分布图（2019 年）

图 2.2-4 厂址半径 80km 范围内 10 万人以上人口中心和城镇分布示意图

图 2.3-1 厂址半径 10km 范围内云霄县土地利用规划图

图 2.3-2 厂址 50km 范围内水系图

图 2.3-3 4 号机组 15km 范围内省级以上文物保护单位分布图

图 2.3-4 野外调查样地位置图

图 2.3-5 调查区植物样方分布图

图 2.3-6 调查区样线分布图

图 2.3-7 调查区保护植物分布图

图 2.3-8 调查站位示意图

图 2.3-9 厂址半径 15km 范围内养殖场情况

图 2.3-10 东海近海中上层鱼类分布洄游示意图

图 2.3-11 东海近海底层鱼类分布洄游示意图

图 2.3-12 东山湾大黄鱼平面分布示意图（2013 年）

图 2.3-13 2018 年 8 月调查海域大黄鱼资源密度（尾/km^2）

图 2.3-14 2018 年 11 月调查海域大黄鱼资源密度（尾/km^2）

图 2.3-15 东山湾金色小沙丁鱼平面分布示意图（2013）

图 2.3-16 2018 年 8 月调查海域金色小沙丁资源密度（尾/km^2）

图 2.3-17 2018 年 11 月调查海域金色小沙丁资源密度（尾/km^2）

图 2.3-18 2018 年 4 月调查海域二长棘鲷资源密度（尾/km^2）

图 2.3-19 东山湾二长棘鲷平面分布示意图（2013 年）

图 2.3-20 2018 年 8 月调查海域蓝圆鲹资源密度（尾/km^2）

图 2.3-21 东山湾短尾大眼鲷平面分布示意图

图 2.3-22 厂址附近海域海洋生态红线区分布图（东山湾内）

图 2.3-23 厂址附近海域海洋生态红线区分布图（东山湾外）

图 2.3-24 云霄临港工业集中区总体规划

图 2.3-25 漳州古雷石化基地总体布局图

图 2.3-26 云霄经济开发区规划图（2107-2030）

图 2.3-27 常山华侨经济开发区规划图

图 2.3-28 厂址 15km 范围内渔港分布图

图 2.4-1 厂址周边气象站相对厂址的位置图

图 2.4-2 东山站四季与全年风玫瑰图（1954~2017）

图 2.4-3 厂址热带气调查范围

图 2.4-4 厂址龙卷风调查范围

图 2.4-5 铁塔各高度年风玫瑰图（2020.5~2021.4）

图 2.4-6 地面站各季及年风玫瑰图（2020.5~2021.4）

图 2.4-7 地面气象站降水量玫瑰图（2020.5~2021.4）

图 2.4-8 示踪物实验的扩散参数

图 2.4-9 湍流观测的扩散参数

图 2.4-10 数值模拟的扩散参数

图 2.4-11 综合推荐的扩散参数

图 2.5-1 东山湾形势及漳州核电厂地理位置图

图 2.5-2 水文测验站位分布示意图

图 2.5-3 夏季大潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-4 夏季中潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-5 夏季小潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-6 冬季大潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-7 冬季中潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-8 冬季小潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-9 1992~2008 年东山湾等深线（理论基面）变化

图 2.5-10 2008~2014 年工程区冲淤变化（m，负为冲）

图 2.5-11 2014~2020 年工程区冲淤变化（m，负为冲）

图 2.5-12 厂址附近流域水系、主要水利工程分布图

图 2.5-13 厂址附近范围水文地质图

图 2.5-14 厂址区综合水文地质图

图 2.5-15 厂址区水文地质剖面 A-A’

图 2.5-16 厂址区水文地质剖面 B-B’

图 2.6-1 厂址原始自然地形地貌图

图 2.6-2 厂址现状地形地貌图

2 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

厂址位于福建省漳州市云霄县列屿镇东北侧的刺仔尾，地处东山湾西岸，地理位置为北纬 23°49′28″～23°50′35″，东经 117°28′45″～117°30′02″之间。

厂址北距漳州市约 82km（直线距离，下同），东北距厦门市约 100km，西北距云霄县城约 21km，西南距东山县城约 15km、距列屿镇约 2km。

厂址地理位置详见图 2.1-1。

3、4 号机组反应堆厂房建筑物中心经纬度为：

3 号机组反应堆厂房　　东经 117°29′30″，北纬 23°49′57″；

4 号机组反应堆厂房　　东经 117°29′22″，北纬 23°49′59″。

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

2.1.2.1 厂址边界

本期工程 3、4 号机组用地 25. 33 hm^2（3、4 号机组陆域用地 24. 43 hm^2，1、2 号机组填海造地 0. 29 hm^2，3、4 号机组填海造地 0. 61 hm^2）。其中厂区用地 23. 02 hm^2，停车场、边角余地等用地 2. 31 hm^2。

施工场地利用 5、6 机组北侧预留场地，面积 28. 45 hm^2。

3、4 号机组需新增联合泵房用海面积约 0. 61hm^2（填海造地）；由于 3、4 号机组海域使用论证工作正在开展，其余拟申请用海待后续补充。

2.1.2.2 非居住区及规划限制区

在漳州核电厂一期工程选址阶段，根据华龙一号机组的选址假想事故源项计算其非居住区边界及规划限制区边界处公众所受的剂量。经计算，厂址半径 600m 及 5000m 分别满足 GB6249-2011 中关于非居住区边界及规划限制区边界相应的剂量控制值要求，故推荐漳州核电厂非居住区半径为 600m，规划限制区半径为 5km。在现阶段，对 3、4 号机组设计基准事故的放射性后果进行分析和评价，非居住区边界 600m 和规划限制区边界 5km 处公众所受的剂量满足 GB6249-2011 中相应剂量控制值，其非居住区和规划限制区是适宜的。为了贯彻节约集约用地的国策，非居住区范围内只征用核电厂建设用地。与核电厂运行无关的活动不能任意在核电厂征地边界范围内进行。核电厂建设用地范围内由业主管理；核电厂建设征地范围外、非居住区范围内的土地，所有权属于地方政府。

福建省人民政府文件于 2014 年 2 月 16 日在《福建省人民政府关于漳州核电厂近厂区范围限制发展的批复》（闽政文[2014]48 号）中已同意设置非居住区及规划限制区。

3、4 号机组不存在移民搬迁。

厂址区域位置详见图 2.1-2，非居住区边界与征地边界范围详见图 2.1-3。

2.2 人口分布与饮食习惯

本节参考中核第四研究设计工程有限公司于 2020 年 9 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组人口、食谱、环境及其外部人为事件调查专题》进行编制。

厂址半径 80km 范围内涉及福建省漳州市的龙文区、芗城区（驻南昌路）、龙海市（驻公园西路）、南靖县、平和县、漳浦县、云霄县、东山县、诏安县，广东市汕头市的澄海区、南澳区，潮州市的湘桥区、饶平县及梅州市的大浦县。

厂址半径 20~80km 范围内人口分布调查和统计通过从漳州市统计局、潮州市统计局、汕头市统计局和梅州市局等部门收集统计年鉴获得人口统计资料，其中：漳州市统计局提供了 2019 年数据的人口资料，其余城市统计局由于 2019 年数据的统计资料尚未形成，所提供人口资料为 2018 年数据；厂址半径 5~20km 围内人口分布调查和统计通过走访漳州市公安局获得了 2019 年人口统计资料；厂址半径 5km 围内人口分布调查和统计通过走访云霄县公安局获取了 2019 年人口统计资料。

人口分布资料的调查中心为漳州核电厂 4 号机组核岛中心（23°50′1.34″N，117°29′28.13″E）。1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km 为半径画出 12 个同心圆，然后再在圆心处以 16 个罗盘方位作为中心线，将这些同心圆等分成 22.5°的圆周角，由相邻辐向线和圆弧组成的扇形即称之为子区（共计 192 个）进行统计。

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围内的人口分布

厂址半径 5km 范围内主要包括列屿镇除半山村的白衣村与高山楼村以外的全部村庄和陈岱镇部分村庄，共计 18 个自然村，2019 年户籍人口总数为 26992 人。厂址半径 5km 范围平均人口密度为 343 人/km^2，按陆域面积平均人口密度为 688 人/km^2。其中，距离厂址最近的自然村为人家村，位于厂址 NNW 方位 1.41km，2019 年人口数为 1514 人；厂址半径 5km 范围内最大的居民点为山前村，位于厂址 WSW 方位 3.77km，2019 年人口数为 4050 人。值得关注的是列屿镇所辖的城内村、城外村、顶城村和宅坂村各村之间虽有明显的道路和河流分隔，但相距较近，4 个村庄的人口总数已接近万人（9209 人），因此应

严格控制该部分村庄人口的机械增长，限制村庄的发展规模。厂址半径 5km 范围内没有万人以上的乡镇。厂址半径 5km 范围内人口分布情况见表 2.2-1 和图 2.2-1。

厂址半径 5km 范围内有幼儿园 5 所，学校 5 所。距离厂址最近的幼儿园为位于厂址 WSW 方位约 2.82km 的向日葵幼儿园，现共有学生 132 人，教职员工 12 人。距离厂址最近的学校为油车村的梅山小学，位于厂址 NW 方位约 2.12km，学校有学生 356 人，教职员工 28 人。

厂址半径 5km 范围内有一家卫生院（列屿卫生院），位于 WSW 方位 2.99km，现有病床 40 张，医护人员 40 人。厂址半径 5km 范围内有 1 家敬老院，为位于厂址 WSW 方位约 3.22km 处的列屿镇敬老院，目前入住的老人 0 人，服务人员 2 人。

厂址半径 5km 范围内无监狱、拘留所、看守所。

与前次调查结果相比，厂址 5km 范围内自然村数量无变化，人口数减少 969 人，距离厂址最近的人家村人口数减少 80 人，厂址半径 5km 范围内最大的居民点为山前村人口数减少 143 人。

2.2.1.2 厂址半径 15km 范围内的重要居民点

厂址半径 15km 范围主要涉及云霄县、漳浦县、东山县和诏安县所辖的 13 个镇、2 个工业开发区，共计涉及 114 个社区和行政村，2019 年总人口数为 313038 人。厂址半径 15km 范围内平均人口密度为 433 人/km^2，按陆域面积平均人口密度为 785 人/km^2。其中，距离厂址最近的行政村是人家村，位于厂址 NNW 方位 1.53km 处，2019 年总人口数为 1514 人；厂址半径 15km 范围内人口最多的行政村是竹塔村，位于厂址 NW 方位 12.92km 处，，2019 年末总人口数为 7523 人。厂址半径 10km 范围内没有十万人以上的城镇。厂址半径 15km 范围内人口分布情况见表 2.2-2 和图 2.2-2。

厂址半径 15km 范围内共有学校 128 所，在校学生总数为 16130 人，教职工总数为 1548 人。距离厂址最近的学校是云霄县列屿梅山小学，位于厂址 NW 方位约 2.12km，在校学生 356 人，教职工 28 人；厂址半径 15km 范围内最大的学校是东山县实验小学，位于厂址 SSE 方位 10.86km，在校生 1177 人，教职工 64 人。

厂址半径 15km 范围内有 10 所医院，共有床位 692 张，医护人员 577 人。厂址半径 15km 范围内共有 4 所养老院，共有床位 160 张，医护人员 8 人，目前入住人数 0 人。

厂址半径 15km 范围内没有监狱和看守所。

与前次调查结果相比，厂址半径 15km 范围内行政村或（社区）数量减少 5 个，总人口数减少 1992 人，距离厂址最近的列屿镇人口数减少 210 人，厂址半径 15km 范围内人口最多的是铜陵镇，其总人口减少 1330 人。

厂址半径 15km 范围内学校数量由 88 所增加至 147 所，在校学生总数由 36352 人减少至 16130 人，教职工总数由 2244 人减少至 1548 人。

厂址半径 15km 范围内医院由 9 所增加至 10 所，床位数由 375 张增加至 692 张，医护人员由 469 人增加至 577 人。养老院数量没有变化，床位数由 130 张增加至 160 张，医护人员由 13 人减少至 8 人，入住人员由 59 人减少至 0 人。

看守所与监狱情况没有变化，取消了拘留所。

根据《云霄县城市总体规划》（2014-2030），2020 年，县域城镇化水平 59.1%，城镇人口 36.5 万人（含常山 7.5 万人）；2030 年，县域城镇化水平 68.8%，城镇人口 55 万人（含常山 12 万人）。根据《云霄县列屿镇总体规划》（2013~2030），远期（2030 年）镇域总人口约为 8 万人。

2.2.1.3 流动人口

厂址半径 15km 范围内主要以农业、海水养殖业和工业为主，没有大中专院校，大部分乡镇人口的流动方式主要是务工、经商、随迁，以流入为主。厂址半径 15km 范围各乡镇流动人口情况见表 2.2-3。由表 2.2-3 可知，厂址半径 15km 范围内流动人口（流入）总数为 51880 人，其中半年以下 21829 人，半年至五年 28519 人，五年以上 1532 人。

厂址半径 5km 范围内主要以农业、海水养殖业和工业为主，大部分各行政村人口的流动方式主要是务工、经商、随迁等，以流入为主，且多以省外流入为主。具体调查结果见表 2.2-4。由表 2.2-4 可知，厂址半径 5km 范围内流入人口总数为 7649 人，主要集中在漳州核电厂址附近的人家村、南山村以及顶城村。经调查，人家村与南山村流入人口主要为漳州核电建设的各类施工单位施工人员，如中核二四漳州核电项目部等；顶城村流入人口主要为制衣企业务工人员；半山村流入人口主要为福建十八重工股份有限公司的务工人员。

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 范围内的人口分布

厂址半径 80km 范围内 2019 年底人口总数为 5577354 人，各子区人口分布见表 2.2-5 和图 2.2-3。

厂址半径 80km 范围内平均人口密度为 278 人/km^2，按陆域面积平均人口密度为 565 人/km^2，福建省同期陆域平均人口密度 318 人/km^2。厂址半径 80km 范围内 2019 年城镇居民人口数为 2746936 人，农民为 2839674 人，分别占总人口数的 49.17%和 50.83%。

厂址半径 80km 范围内 2018 年各子区按不同年龄组（≤1 岁、1～7 岁、7～17 岁、＞17 岁四个年龄段）的人口分布情况见表 2.2-6～表 2.2-9。

本项目计划投入营运年份为 2028 年。厂址半径 80km 范围内 2028 年及寿期内每隔 10 年（2038 年、2048 年、2058 年、2068 年、2078 年、2088 年）的预期人口数计算基于福建省、广东省及所涉及市、区、县统计部门提供的统计年鉴、第六次人口普查数据，公安部门提供的人口数据，《世纪之交的中国人口（福建卷）》，《世纪之交的中国人口（广东卷）》。福建省人口预测方案中 2000~2050 年总人口预测各方案与其实际人口数的比较情况详见表 2.2-10。广东省人口预测方案中 2000~2010 年总人口预测各方案与其实际人口数的比较情况详见表 2.2-11。如表 2.2-10 和表 2.2-11 所示，2000-2010 年福建省实际总人口数与《世纪之交的中国人口（福建卷）》提供的 6 种人口预测方案的预测值进行比较，可以看出方案三的预测人口数与实际人口数吻合性比较好，但书中推荐较为可行的方案为方案二。而 2000-2010 年广东省实际总人口数与《世纪之交的中国人口（广东卷）》提供的 3 种人口预测方案的预测值进行比较，可以看出广东省实际人口增长超过高方案的预测值。

广东省主要人口集中在珠江三角洲地区，广东省近年的人口增量也主要集中在珠江三角洲地区，而评价区域内涉及广东省的部分主要集中在潮州市，潮州市位于潮汕地区，潮州市 2000-2010 年人口总数和自然增长率与广东省高方案对比见表 2.2-12，潮州市 2000-2013 年人口总数和自然增长率与福建省方案二对比见表 2.2-13，潮州市 2000-2013 年人口总数和自然增长率与福建省方案三对比见表 2.2-14。

由表 2.2-12~表 2.2-14 可以看出，潮州市的人口增长更接近于福建省的预测方案，且由于评价区域内涉及各市县主要位于福建省境内，而《世纪之交的中国人口（广东卷）》的人口预测只预测到 2010 年，因此整个评价区域均采用福建省的预测增长率进行计算。考虑到广东省实际人口增长值远超预测值，虽然方案三预测人口数和实际人口数比较吻合，但仍用人口增长率比方案三稍高的方案二，即《世纪之交的中国人口（福建卷）》一书中推荐的预测方案作为本报告的最终预测方案。

基于偏保守的考虑，当人口增长率为负数时，预期人口增长率均按 0 取值。福建省方

案二预测 2039 年人口达到峰值，因此从 2039 年起预期人口增长率均按 0 取值。厂址半径 80km 范围内 2028~2088 年每隔十年的人口预期增长率见表 2.2-15。

人口预测以 2019 年底人口数据为基础，按下列人口增长模型计算预期人口数：

$$N(t) = N(0)e^{\lambda t}$$

式中：N(t)：预期人口数（人）；

N(0)：现有人口数（人）；

λ：预期年平均人口增长率（‰）；

t：N(t)与 N(0)之间的时间间隔（年）。

厂址半径 80km 范围内在核电厂投入运营年份 2028 年和核电厂 60 年寿期内每隔 10 年，即 2028 年、2038 年、2048 年、2058 年、2068 年、2078 年、2088 年的预期人口数见表 2.2-16~表 2.2-18。

2.2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口中心和城镇

厂址半径 80km 范围共涉及福建省漳州市和广东省潮州市、汕头市与梅州市共 4 个地级市的 14 个区县和 122 个镇（乡、街道）。厂址半径 80km 范围内无百万人口以上的大城市，有 3 个十万人以上的城镇，分别为：1）福建省漳州市所辖的芗城区，位于厂址 N、NNE 方位约 79.6km，总人口数为 325938 人；2）漳州市漳浦县绥安镇，位于厂址 NNE 方位约 34.4km，总人数为 118006 人；3）广东省汕头市饶平县黄冈镇，位于厂址 WSW 方位月 53.2km，总人数为 197119 人。厂址半径 80km 范围内 10 万人以上人口中心和城镇分布见表 2.2-19 和图 2.2-4。

2.2.3 居民年龄构成及饮食习惯和生活习性

2.2.3.1 居民年龄构成

厂址半径 80km 范围内≤1 岁、1~7 岁（包括 7 岁）、7~17 岁（包括 17 岁）和>17 岁四个年龄组 2019 年人口数分别为 128492 人、441342 人、687153 人和 4329623 人，相应占总人口数的比例数分别为 2.3%、7.9%、12.3%和 77.5%。

厂址半径 5km 范围内≤1 岁、1~7 岁（包括 7 岁）、7~17 岁（包括 17 岁）和>17 岁四个年龄组 2019 年人口数分别为 624 人、1840 人、3249 人和 21278 人，相应占总人口数的比例数分别为 2.3%、6.8%、12.0%和 78.8%。

2.2.3.2 居民的饮食习惯和年龄构成

厂址半径 80km 范围内居民食谱及生活习性调查主要通过走访漳州市、广东省（汕头

市和潮州市）等地统计局、调查队获取食谱及生活习性等相关统计资料，收集各地政府统计部门提供的 2019 年统计年鉴及调查队提供的 2019 年度居民食谱、年食物消费量统计数据，并结合前期调查结果进行复核。

厂址半径 80km 范围内不同职业构成、不同年龄段居民年消费量调查结果见表 2.2-20。

厂址半径 5km 范围内居民食谱、年食物消费量的数据来源于现场实地调查发放调查问卷，以及与村干部、村民座谈。调查时间正值暑假期间，学生未开学，因此对学生的食谱和食物消费量的调查也来源于入户调查。一共发放调查表 400 份，每个调查表调查 1 人。8 个行政（自然）村分别发放调查表：城外村 60 份、城内村 50 份、顶城村 50 份、山前村 50 份、宅后村 50 份、人家村 50 份、青径村 50 份、半山村 40 份，收回有效问卷 388 份。四个年龄组（婴儿≤1 岁、1＜儿童≤7 岁、7＜青少年≤17 岁和成人＞17 岁）的人数分别为 20 人、70 人、82 人、216 人。厂址半径 5km 范围内居民食谱调查统计结果见表 2.2-21、表 2.2-22。厂址半径 5km 范围内居民食物消费习惯以大米为主，当地种植的豆类、薯类为辅，面食作为小吃食用次数很少，因而面粉消费量很少。调查年份由于猪肉价格涨幅较大，居民猪肉消费量明显降低。农村居民的粮食消费量要高于城镇居民，奶类和水果类的消费量低于城镇居民，渔民的海产品消费量要高于城镇居民和农民。从本次调查结果看来，由于城镇化进展速度加快，农村生活水平的提高，城镇与农村居民的饮食结构差异逐渐缩小。

2.2.3.3 生活习性

厂址半径 5~80km 范围居民的生活习性调查数据主要来源于对沿岸县区及乡镇相关部门及居民的访问与调查，获得相关资料、信息和数据，按沿岸地区远近及居民活动频度分别加权推算出不同职业构成、不同年龄组居民，在核电厂排放水域内岸边活动、游泳和划船等活动的活动地点、活动人数、年人均小时数和总人年小时数。由于核电厂排放水域位于东山湾海域，沿岸河口较多，遍布海塘堤坝，海滩以滩涂居多，港区占地面积较大，可供游玩的海岸沙滩及自然景观较少，海岸游览及通往道路交通等基础设施不完善，海上自然景观开发不多，内陆和沿岸乡镇居民到此进行岸边活动、游泳和划船等活动的不多。

厂址半径 80km 范围内不同职业构成、不同年龄段的居民在核电厂排水与附近岸边活动、游泳和划船等活动的活动地点、活动人数、年人均小时数的调查结果见表 2.2-23。厂址半径 80 km 范围不同职业未成年组中，0~1 岁的婴幼儿极少有岸边活动；1~7 岁年龄段的儿童有少量岸边活动，但没有游泳和划船活动；7~17 岁年龄段的青少年中，有划船和

游泳活动。成年农村居民与城镇居民闲暇时有少量的岸边活动、游泳与划船活动。

厂址半径 5km 范围居民生活习性采取实地调查，厂址半径 5km 范围内不同职业、不同年龄段居民在核电站排放水域内岸边活动、游泳和划船等活动的年最大和年平均小时数的调查结果见表 2.2-24。厂址半径 5km 范围不同职业未成年组中，0~1 岁的婴幼儿极少有岸边活动；1~7 岁年龄段的儿童在大人陪伴时有少量岸边活动，但没有游泳和划船活动；7~17 岁年龄段的青少年中，都有划船和游泳活动；成年农村居民与城镇居民闲暇时有少量的岸边活动、游泳与划船活动；渔民有出海捕鱼、海水养殖等划船与岸边活动。

2.3 土地利用及资源概况

本节参考中核第四研究设计工程有限公司于 2020 年 9 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组人口、食谱、环境及其外部人为事件调查专题报告》进行编制。

2.3.1 土地和水体的利用

厂址半径 10km 范围内包括云霄县和东山县。云霄县辖区面积 1054.3km^2，其中耕地占 12.16%，园地占 20.5%，林地占 38.86%，草地占 8.46%，城镇村及工矿用地占 5.26%，交通占 2.3%，水域及水利设施用地占 6.8%，其他土地占 5.65%。东山县县域范围内建设用地总面积为 50.86km^2，占县域国土总面积的 19.86%，非建设用地主要是耕地、林地、水域、滩涂等，总面积 205.24km^2，占总面积的 80.14%，其中，水域 28.76km^2，农林用地 174.48km^2，其他非建设用用地 2.00km^2。森林覆盖率达到 28.39%。根据《云霄县城乡总体规划（2015-2030）年》，云霄县 2015-2030 年规划城乡建设用地面积 161.34km^2，占云霄总面积的 17.13%。其中，城乡居民点建设用地面积（含临港工业区）87.40km^2，占云霄总面积的 9.28%，主要布局在中部莆美、云陵及南部陈岱、临港工业区等城镇发展区；区域交通设施用地 26.21km^2，占云霄总面积的 2.78%，集中布局在云霄港区、厦深铁路及其支线以及各等级高速公路延线；区域公用设施用地 6.50km^2，占云霄总面积的 0.69%，主要布局在漳州核电厂厂区；采矿用地 4.04km^2，占云霄总面积的 0.43%。云霄县土地利用规划图见图 2.3-1。

与前次调查相比，在土地利用方面，厂址半径 10km 范围内主要包括云霄县列屿镇、陈岱镇以及东山县铜陵镇一小部分区域，厂址半径 10km 范围内的土地利用现状与前次调查一致。厂址半径 5km 范围内主要包括云霄县列屿镇，厂址半径 5km 范围内的土地利用现状与前次调查一致。

厂址半径 5km 范围内有一处矿区，为云霄县升达建筑用花岗岩矿区，位于厂址 WSW

方位 4.9km，为小型矿区，主要开采建筑用花岗岩，查明资源储量为 805.4（千立方米）。

与前次调查相比，厂址半径 5km 范围内的矿区数量不变。

厂址半径 15km 范围内省级及以上风景游览区有三家，距离最近的是金汤湾海水温泉度假区，是国家级风景游览区，位于厂址 WSW~SW 方位 10.2km。

厂址半径 15km 范围内省级及以上自然保护区有两个，分别为国家级的漳江口红树林自然保护区和省级的东山珊瑚礁海洋自然保护区。漳江口红树林自然保护区核心区最近距厂址约 8.9km，位于 NNW 方位；缓冲区最近距厂址约 8.7km，位于 NNW 方位；实验区最近距厂址约 7.4km，位于 N 方位。东山珊瑚礁海洋自然保护区（头屿片区）最近的缓冲区边界位于厂址 NNW 方位 11.2km 处，核心区边界最近位于厂址 NNW 方位 12.0km 处。

厂址半径 15km 范围内有一处国家级森林公园，为东山国家森林公园，位于厂址 SSE 方位 13.5km。

厂址半径 15km 范围内有两处国家级文物保护单位，分别为东山关帝庙和福建戍守台湾将士墓群（东山），分别位于厂址 N 方位 7.7km 和 SSE 方位 11.6km；有 8 处省级文物保护单位，距离厂址最近的是石矾塔，位于厂址 N 方位 7.7km，厂址半径 15km 范围内省级以上文物保护单位情况见表 2.3-1。

云霄县范围内以漳江和官洋溪为主要河流。漳浦县以佛昙溪、赤湖溪、浯江溪、鹿溪、杜浔溪、南溪为主要河流。平和县以芦溪流域、九龙江东溪流域为主要河流。诏安县以九龙江东溪为主要流域。厂址半径 50km 范围内水系图见图 2.3-2。厂址附近最近的大中型水库为祖妈林水库，位于厂址 NNE 方位 17.7km，功能为供水、发电、灌溉。

云霄县生活饮用水地表水源保护区有 4 个，取水口距离厂址最近 17km。保护区划分及取水口方位详见表 2.3-2。厂址所在漳州市供水量总量为 21.01 亿 m^3，引水工程供水量约占全部供水量的一半（11.22 亿 m^3），95%以上供水量来自地表水，地下水供水量（1.2 亿 m^3）占全部供水量不到 5%。漳州市县级以上集中式饮用水源地共 20 个，无地下水型水源地。

根据《云霄县城市总体规划（2014～2030）》（2016 年 4 月），云霄城区 2030 年用水量预测：生活用水量 13.5 万 m^3/d，工业用水量 4.5 万 m^3/d。中心城区规划水厂 2 座，分别为县城第一给水厂，县城第二给水厂，供水规模 15 万 m^3/d，水源地为峰头水库。云陵工业园区规划水厂 1 座，供水规模 5 万 m^3/d，水源地亦为峰头水库。峰头水库首先应满足云霄县城镇居民生活用水及工农业用水，还要承担古雷港经济开发区和东山县的部分

供水任务。

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.2.1 农业生产情况

厂址半径 80km 范围漳州市主要农作物分类有粮食作物（稻谷、大小麦、甘薯、马铃薯、杂粮、大豆、杂豆）、油料作物（花生、油菜籽、芝麻）、饲料作物（青饲料）、蔬菜（叶菜类、白菜类、瓜类、根类、茄果类、葱蒜类、菜用豆类、水生菜类）、水果（柑桔、龙眼、荔枝、香蕉、李、菠萝）。厂址半径 80km 范围内漳州市农副业生产情况见表 2.3-2，其他市县农副业生产情况见表 2.3-3。按照各个子区统计现有农作物的种植面积和单位面积产量见表 2.3-4~表 2.3-11。

厂址半径 15km 包括云霄县、漳浦县、诏安县以及东山县，涉及乡镇农副业生产情况见表 2.3-12。农副产品的生长期、贮存期和去向见表 2.3-13。

2.3.2.2 畜牧业情况

厂址半径 80km 范围内畜牧业情况详见表 2.3-14~表 2.3-21，家禽、家畜的主要饲养方式见表 2.3-22。厂址半径 80km 范围内各子区的猪、肉牛、羊、家禽的出栏量详见表 2.3-23~表 2.3-26；奶牛的存栏量详见表 2.3-27。

根据漳州市农业农村局提供的统计数据，厂址半径 50km 范围内仅有诏安县福建省鼎业生态农业有限公司一家奶牛养殖场，养殖地点位于梅州乡梅溪村农村，2019 年末存栏量为 1861 头，牛奶产量为 4350.34 吨。该奶牛养殖场位于 4 号机组 W 方位 18.7km 处。

4 号机组厂址半径 15km 范围生猪生产详细情况见表 2.3-28，肉牛养殖详细情况见表 2.3-29，肉鸭养殖详细情况见表 2.3-30，羊养殖详细情况见表 2.3-31，蛋鸡养殖详细情况见表 2.3-32。

2.3.2.3 距厂址最近的种植区、珍稀植物和养殖场

漳州核电 4 号机组半径 10km 范围内，各个方向最近的种植区见表 2.3-33。各个方向最近的珍稀植物详情见表 2.3-34。各个方向最近的养殖场详情见表 2.3-35。

2.3.2.4 林业资源与自然资源情况

2.3.2.4.1 林业资源

漳州市林业发展现状具体指标为：森林覆盖率为 63.58%，森林积蓄量为 3987 万 m^3，林地保有量为 1223.87 万亩，森林保有量为 1201 万亩，生态公益林面积为 448.7 万亩，湿地保有量为 171 万亩，林业产业总产值为 607 亿元。

2.3.2.4.2 古迹

4 号机组半径 15km 范围内文物古迹情况见表 2.3-36，分布图见图 2.3-3。

2.3.2.4.3 风景游览区

详见 2.3.1 节。

2.3.2.5 陆生生态系统状况

本节依据中核第四研究设计工程有限公司于 2017 年 8 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近陆域生态环境调查及评价报告》编制。

2.3.2.5.1 调查方法

本次调查采用资料收集和现场调查相结合的方法，调查范围为厂址周围半径 10km 的范围，共设置 8 个样地，样地布设情况见表 2.3-37 和图 2.3-4。2017 年 5 月开展野外现场调查，在样地内选择典型的群落进行样方调查，每个样地的样方数量约 2-3 个，样方分布见图 2.3-5。样线共设置 8 条，主要针对鸟类等动物的野外调查，样线布设见表 2.3-38，样线位置分布见图 2.3-6。

2.3.2.5.2 植物

（1）苔藓植物

经查阅资料，结合现场初步调查，调查区内有 26 科 36 属 44 种，其中，数量较多的是曲尾藓科和羽藓科，调查区内的苔藓植物均为常见种，绝大多数种类对环境具有较强的适应能力，科属分布较广，但集中度较低，与调查区内地形生境复杂多样有关。

（2）维管植物

调查区内资料查阅共统计出维管束植物 624 种（包括亚种），隶属 140 科，384 属，其中，蕨类植物 25 科 36 属 56 种，裸子植物 3 科 5 属 7 种，被子植物 112 科 343 属 561 种。现场调查实际记录到的物种有 116 科 439 种。被子植物科属种数上均占绝对优势。

调查区植被主要分自然植被和人工植被两大类，其中自然植被有 5 个植被型，分别为暖性针叶林、常绿阔叶林、热性竹林、常绿阔叶灌丛及灌草丛。人工植被包括 3 个大类，分别为人工经济林、人工防护林和作物植被。调查区内的主要植被群落类型的群落植物组成情况，见表 2.3-39。

根据查阅相关资料、现场实地调查、走访有关部门了解，调查区没有中国珍稀植物红皮书物种、区域狭域分布种、当地特有植物和特殊的植被类型。

调查区域内地形为沿海丘陵——平原地带，农林业是当地的主要经济来源，调查区内

分布的各种野生资源植物资源量均较小，呈零散分布，开发的经济价值不大，对植物资源的开发利用也尚处在初级阶段。该地区主要资源植物有木材与纤维资源、果蔬资源、粮食及淀粉植物资源、油料植物资源、药用植物资源、花卉及绿化植物资源等 6 大类。

根据国务院颁布的《国家重点保护野生植物名录》、《福建省重点保护野生植物名录》，调查区内有国家二级保护植物 1 种，为香樟，共 20 株，相对厂址最近的香樟位于厂址 NW 方位 4.8km 处。除此以外，还有福建省级保护植物 1 种，为白桂木，仅有 1 株，位于厂址 SW 方位 9.2km 处。另有当地政府登记在册的古木名木 10 科，15 种，共 155 株。调查区保护植物分布见图 2.3-7。

2.3.2.5.3 动物

（1）腹足纲软体动物

调查区共有 1 纲 2 目 6 科 8 种，主要分布在城镇和农田等生境，陆生软体动物主要以中腹足目、柄眼目为优势类型，优势类型包括蛞蝓、灰巴蜗牛和同型巴蜗牛。

（2）环节动物

调查区共有 2 目 3 科 6 种，主要分布在城镇和农田等生境，主要以巨蚓科的直隶环毛蚓和参环毛蚓为优势类型。

（3）食腐类节肢动物

调查区共有 5 纲 7 目 10 种，分别为唇足纲、甲壳纲、倍足纲、软甲纲和昆虫纲，其中唇足纲 3 种，倍足纲 2 种，甲壳纲和软甲纲均为 1 种，昆虫纲为 3 种。甲壳纲的优势种为光滑鼠妇；唇足纲和倍足纳的优势物种分别为少棘蜈蚣和条马陆；昆虫纲的优势种为黄翅大白蚁；软甲纲的优势种为弧边招潮蟹。

（4）昆虫纲动物

调查区共有 12 目 50 科 81 种，种类最多的是鳞翅目（50 种），其次为鞘翅目（30 种）双翅目（23 种）以及同翅目（22 种）和膜翅目（22 种）。占优势的种类是蛱蝶、粉蝶和凤蝶。

（5）两栖动物

调查区共有 1 目 5 科 8 种，黑眶蟾蜍、饰纹姬蛙、沼水蛙和泽陆蛙为优势种，中国树蟾、斑腿泛树蛙和虎纹蛙数量一般，为偶见种。调查区分布有国家二级重点保护虎纹蛙 1 种，为现场观察到的种类。

（6）爬行动物

调查区共有 1 目 6 科 14 种，没有国家级保护和福建省重点保护动物，但有《中国濒危动物红皮书》易危等级（VU）的黑眉锦蛇、银环蛇，为现场观察到种类。

爬行类中常见的有中国石龙子、草腹链蛇、渔游蛇、银环蛇、竹叶青蛇等。

（7）鸟类

调查区共有 12 目 20 科 78 种，留鸟种类最多，是该区的优势种类，其中较为常见的鸟类有家燕、黑脸噪鹛、山斑鸠、白胸翡翠、白喉红臀鹎、白头鹎、八哥、大山雀和麻雀等。

调查区内分布有国家二级保护鸟类 5 种，分别为鸢、黑翅鸢、红隼、游隼和褐翅鸦鹃，其中鸢、游隼和褐翅鸦鹃是现场调查观察到的种类，红隼和黑翅鸢是文献报道记载的种类。福建省重点保护 12 种，分别为小鿵鶵、普通鸬鹚、白鹭、大白鹭、苍鹭、家燕、金腰燕、喜鹊、大杓鹬、白腰杓鹬、黑嘴鸥和画眉，其中白鹭、家燕、苍鹭、喜鹊、画眉和是现场调查观察到的种类，普通鸬鹚、大白鹭、苍鹭、大杓鹬、白腰杓鹬和黑嘴鸥是文献报道记载的种类。

（8）哺乳动物

调查区共有 4 目 5 科 8 种，常见种有臭鼩、普通伏翼、赤腹松鼠等，但数量不多，村庄及附近的褐家鼠和农田的黄毛鼠数量较多。

调查区内无国家重点保护哺乳动物，有福建省重点保护动物 1 种—黄鼬，为现场观察到的种类。

2.3.2.6 生态红线

目前，漳州市生态保护红线划定目前尚未颁布。

2.3.3 水产资源及水生态概况

本节依据中国水产科学研究院东海水产研究所于 2019 年 6 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近海域生态环境现状调查及评价专题报告》编制。

2.3.3.1 调查断面和站位的布设

本次共进行了四季调查，调查时间分别为 2018 年 2 月、2018 年 4 月、2018 年 8 月和 2018 年 11 月，调查站位坐标及站位示意图分别见表 2.3-40 及图 2.3-8。

2.3.3.2 厂址附近海洋环境条件概况

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

调查海域沉积物主要有五种类型：粉砂（T）、粉砂质砂（TS）、砂-粉砂-粘土（STY）、砂质粉砂（ST）、粘土质粉砂（YS），其中，沉积物类型为粉砂质的站位占多数，达总样本数的 51.8%，其次为粉砂质砂类型，占总样本数的 18.5%；沉积物含水率在 17.4%~60.1%之间；沉积物 pH 介于 7.14~7.96 之间；氧化还原电位介于-46~-139mv 之间，平均-95 mv；调查海域沉积物中均未检出六六六、滴滴涕。

调查海域铜含量介于 1.26×10^{-6}~15.37×10^{-6} 之间，平均含量 7.07×10^{-6}，沉积物铜含量高值区主要分布在湾内。

调查海域锌含量介于 10.80×10^{-6}~94.02×10^{-6} 之间，平均含量 50.69×10^{-6}，沉积物锌高值区主要位于湾内。

调查海域铅含量介于 11.13×10^{-6}~34.81×10^{-6} 之间，平均含量 21.81×10^{-6}，沉积物铅高值区主要位于湾内。

调查海域镉含量介于未检出（$<1\times10^{-9}$）~0.477×10^{-6} 之间，平均含量 0.080×10^{-6}，沉积物锌高值区主要位于湾内中部水域，湾外多站镉未检出。

调查海域铬含量介于 3.94×10^{-6}~61.02×10^{-6} 之间，平均含量 27.82×10^{-6}，沉积物铅高值区主要位于湾内沿岸各站。

调查海域汞含量介于 0.027×10^{-6}~0.044×10^{-6} 之间，平均含量 0.035×10^{-6}，调查海域沉积物汞分布较为均匀，无明显高值区的存在。

调查海域砷含量介于 2.50×10^{-6}~9.95×10^{-6} 之间，平均含量 6.37×10^{-6}，调查海域沉积物砷分布较为均匀，相对高值区主要位于湾内湾顶水域。

调查海域总有机碳含量无明显变化，含量介于 0.12×10^{-2}~0.65×10^{-2} 之间，平均含量 0.30×10^{-2}，高值区主要位于湾内，特别是湾内中部水域。

调查海域硫化物含量介于未检出（$<0.2\times10^{-6}$）~93.3×10^{-6} 之间，平均含量 8.3×10^{-6}，高值区主要存在古雷半岛近湾口海域。

调查海域油类含量介于 23.3×10^{-6}~42.4×10^{-6} 之间，平均含量 28.0×10^{-6}，沉积物中油类分布较为均匀，无明显高值区存在。

沉积物中 TOC、硫化物、Cu、Zn、Pb、Cd、Cr、Hg、As、六六六、滴滴涕按照《海洋沉积物质量》进行评价，评价结果表明所有指标均符合《海洋沉积物质量》第一类标准，表明监测期间海域浅海沉积物环境总体质量较好，能满足海洋渔业水域及海水养殖区等对海洋沉积物质量标准的要求。

2.3.3.3 厂址邻近海域中的海洋生物

（1）微生物（粪大肠菌群）

依据《海水水质标准》GB3097-1997 中相关标准（≤ 2000 个/L），对本次调查结果进行现状评价，结果显示，2018 年 2 月、8 月小潮、11 月，所有站位微生物（粪大肠菌群）数量均符合《海水水质标准》中第一类标准值（≤2000 个/L），2018 年 4 月除表层 44 号站、底层 13 号站外，其余均符合《海水水质标准》中第一类标准值，超标率分别为 3.45%和 5.88%，2018 年 8 月大潮除表层 28 号站外，其余均符合《海水水质标准》中第一类标准值，超标率为 3.45%。本次调查与上阶段调查结果变化不大。

（2）叶绿素 a 与初级生产力

2018 年 2 月航次调查海区表层海水中叶绿素 a 含量均值为 1.04 mg/m^3，中层均值为 0.83mg/m^3，底层均值为 0.92mg/m^3。2018 年 4 月航次调查海区表层海水中叶绿素 a 含量均值为 2.15 mg/m^3，中层均值为 0.55mg/m^3，底层均值为 1.28mg/m^3。2018 年 8 月大潮航次调查海区表层海水中叶绿素 a 含量均值为 1.87 mg/m^3，中层均值为 1.19mg/m^3，底层均值为 1.09mg/m^3。2018 年 8 月小潮航次调查海区表层海水中叶绿素 a 含量均值为 5.44 mg/m^3，中层均值为 2.18mg/m^3，底层均值为 1.18mg/m^3。2018 年 11 月航次调查海区表层海水中叶绿素 a 含量均值为 1.39 mg/m^3；中层均值为 0.95mg/m^3；底层均值为 1.04mg/m^3。各层次间比较结果表明，各个航次表层叶绿素 a 含量均值明显高于中层和底层。

2018 年 2 月航次连续站（排水口）海水叶绿素 a 含量均值为 0.94mg/m^3；连续站（取水口）均值为 0.97mg/m^3。2018 年 4 月航次连续站（排水口）海水叶绿素 a 含量均值为 4.04mg/m^3；连续站（取水口）均值为 3.53mg/m^3。2018 年 8 月大潮航次连续站（排水口）海水叶绿素 a 含量均值为 2.51mg/m^3；连续站（取水口）均值为 2.09mg/m^3。2018 年 8 月小潮航次连续站（排水口）海水叶绿素 a 含量均值为 13.74mg/m^3；连续站（取水口）均值为 10.07mg/m^3。2018 年 11 月航次连续站（排水口）海水叶绿素 a 含量均值为 2.86mg/m^3；连续站（取水口）均值为 2.39mg/m^3。

2018 年 4 月、8 月大潮、8 月小潮、11 月航次排水口叶绿素 a 含量高于取水口，2018 年 2 月航次排水口和取水口均值相差不大。

2018 年 2 月航次调查海区初级生产力均值为 72.04mg·C/(m^2·d)，2018 年 4 月航次均值为 174.92mg·C/(m^2·d)，2018 年 8 月大潮航次均值为 151.00mg·C/(m^2·d)，2018 年 8 月小潮航次均值为 264.05mg·C/(m^2·d)，2018 年 11 月航次均值为 61.69mg·C/(m^2·d)。

初级生产力从大到小依次为 2018 年 8 月小潮航次>2018 年 4 月航次>2018 年 8 月大潮

航次>2018 年 2 月航次>2018 年 11 月航次。

2018 年 2 月航次连续站(排水口)海水初级生产力均值为 30.86 mg·C/(m^2·d)；连续站(取水口)均值为 29.77 mg·C/(m^2·d)。

2018 年 4 月航次连续站(排水口)海水初级生产力均值为 127.96 mg·C/(m^2·d)；连续站(取水口)均值为 112.86 mg·C/(m^2·d)。

2018 年 8 月大潮航次连续站(排水口)海水初级生产力均值为 77.77 mg·C/(m^2·d)；连续站(取水口)均值为 66.04 mg·C/(m^2·d)。

2018 年 8 月小潮航次连续站(排水口)海水初级生产力日均值为 665.76 mg·C/(m^2·d)；连续站(取水口)均值为 523.82 mg·C/(m^2·d)。

2018 年 11 月航次连续站(排水口)海水初级生产力均值为 98.56 mg·C/(m^2·d)；连续站(取水口)均值为 84.83 mg·C/(m^2·d)。

所有五个航次排水口初级生产力均高于取水口。

本次调查冬季航次与以往调查冬季测值无明显差别；春季测值高于以往调查，主要是由于本次调查春季的水温高于以往调查；本次调查和以往调查夏季航次叶绿素 a 测值整体上均显著高于其他季节。

（3）浮游植物

本次调查五个航次（2018 年 2 月、4 月、8 月大潮、8 月小潮、11 月）共鉴定浮游植物 3 门 53 属 159 种。其中，硅藻 42 属 131 种，甲藻 9 属 24 种，蓝藻 2 属 4 种。

2018 年 2 月各站浮游植物细胞丰度均值为 162.28×10^4 ind./m^3；2018 年 4 月各站浮游植物细胞丰度均值为 247.49×10^4 ind./m^3；2018 年 8 月大潮各站浮游植物细胞丰度均值为 243.62×10^4 ind./m^3；2018 年 8 月小潮各站浮游植物细胞丰度均值为 224.06×10^4 ind./m^3；2018 年 11 月各站浮游植物细胞丰度均值为 25.06×10^4 ind./m^3。

2018 年 2 月连续站（取水口）浮游植物细胞丰度均值为 18.80×10^4 ind./m^3，连续站（排水口）浮游植物细胞丰度均值为 21.72×10^4 ind./m^3。2018 年 4 月连续站（取水口）浮游植物细胞丰度均值为 185.69×10^4 ind./m^3，连续站（排水口）浮游植物细胞丰度均值为 305.34×10^4 ind./m^3。2018 年 8 月大潮连续站（取水口）浮游植物细胞丰度均值为 34.89×10^4 ind./m^3，连续站（排水口）浮游植物细胞丰度均值为 85.28×10^4 ind./m^3。2018 年 8 月小潮连续站（取水口）浮游植物细胞丰度均值为 436.91×10^4ind./m^3，连续站（排水口）浮游植物细胞丰度均值为 652.44×10^4 ind./m^3。2018 年 11 月连续站（取水口）浮游植物细胞丰度均值为 7.06×10^4 ind./m^3，连续站（排水口）浮游植物细胞丰度均值为 8.64×10^4 ind./m^3。

2018 年 2 月航次大面站共有优势种 3 种，按优势度大小排序为：细弱海链藻、加拉星杆藻和中肋骨条藻。2018 年 4 月航次大面站共有优势种 4 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻、笔尖型根管藻、翼根管藻和萎软几内亚藻。2018 年 8 月大潮大面站共有优势种 6 种，按优势度大小排序为：中肋骨条藻、奇异菱形藻、菱形海线藻、佛氏海线藻、尖刺伪菱形藻和洛氏角毛藻。2018 年 8 月小潮大面站共有优势种 8 种，按优势度大小排序为：为中肋骨条藻、奇异菱形藻、菱形海线藻、布氏双尾藻、威氏圆筛藻、旋链角毛藻、尖刺伪菱形藻和波状石丝藻。2018 年 11 月大面站共有优势种 7 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻、琼氏圆筛藻、中肋骨条藻、钟形中鼓藻、旋链角毛藻、掌状冠盖藻和洛氏角毛藻。

2018 年 2 月连续站（取水口）优势种 6 种，按优势度大小排序为：细弱海链藻、蛇目圆筛藻、琼氏圆筛藻、具槽直链藻、中华盒形藻和托氏盒形藻；连续站（排水口）优势种 4 种，按优势度大小排序为：细弱海链藻、具槽直链藻、蛇目圆筛藻和琼氏圆筛藻。2018 年 4 月连续站（取水口）优势种 2 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻和翼根管藻；连续站（排水口）优势种 2 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻和长菱形藻。2018 年 8 月大潮连续站（取水口）优势种 7 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻、威氏圆筛藻、佛氏海线藻、布氏双尾藻、中肋骨条藻、菱形海线藻和波状石丝藻；连续站（排水口）优势种 7 种，按优势度大小排序为：奇异菱形藻、威氏圆筛藻、佛氏海线藻、布氏双尾藻、中肋骨条藻、菱形海线藻和洛氏角毛藻。2018 年 8 月小潮连续站（取水口）优势种 9 种，按优势度大小排序为：中肋骨条藻、菱形海线藻、尖刺伪菱形藻、奇异菱形藻、威氏圆筛藻、太平洋海链藻、洛氏角毛藻、波状石丝藻和布氏双尾藻；连续站（排水口）优势种 5 种，按优势度大小排序为：中肋骨条藻、菱形海线藻、尖刺伪菱形藻、奇异菱形藻和威氏圆筛藻。2018 年 11 月连续站（取水口）优势种 4 种，按优势度大小排序为：中肋骨条藻、奇异菱形藻、琼氏圆筛藻和长菱形藻；连续站（排水口）优势种 4 种，按优势度大小排序为：中肋骨条藻、奇异菱形藻、琼氏圆筛藻和长菱形藻。

2018 年 2 月浮游植物香侬-威纳多样性指数（H'）均值 0.91，均匀度（J'）均值 0.22，丰富度（d）均值为 0.80，单纯度（C）均值为 0.73。2018 年 4 月浮游植物香侬-威纳多样性指数（H'）均值 2.22，均匀度（J'）均值 0.47，丰富度（d）均值为 1.18，单纯度（C）均值为 0.44。2018 年 8 月大潮浮游植物香侬-威纳多样性指数（H'）均值 3.05，均匀度（J'）均值 0.71，丰富度（d）均值为 1.10，单纯度（C）均值为 0.20。2018 年 8 月小潮浮游植物香侬-威纳多样性指数（H'）均值 2.54，均匀度（J'）均值 0.59，丰富度（d）均值为 0.97，

单纯度（C）均值为 0.27。2018 年 11 月浮游植物香侬-威纳多样性指数（H'）均值 2.38，均匀度（J'）均值 0.54，丰富度（d）均值为 1.21，单纯度（C）均值为 0.34。

2018 年 2 月连续站（取水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 1.63；均匀度（J'）均值 0.47；丰富度（d）均值为 0.62；单纯度（C）均值为 0.51。连续站（排水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 1.74，均匀度（J'）均值 0.51，丰富度（d）均值为 0.59，单纯度（C）均值为 0.46。

2018 年 4 月连续站（取水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 1.97；均匀度（J'）均值 0.47；丰富度（d）均值为 1.16；单纯度（C）均值为 0.48。连续站（排水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 1.71，均匀度（J'）均值 0.38，丰富度（d）均值为 1.09，单纯度（C）均值为 0.56。

2018 年 8 月大潮连续站（取水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 2.67；均匀度（J'）均值 0.64；丰富度（d）均值为 0.98；单纯度（C）均值为 0.26。连续站（排水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 2.55，均匀度（J'）均值 0.62，丰富度（d）均值为 0.86，单纯度（C）均值为 0.27。

2018 年 8 月小潮连续站（取水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 2.43；均匀度（J'）均值 0.60；丰富度（d）均值为 0.74；单纯度（C）均值为 0.32。连续站（排水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 2.08，均匀度（J'）均值 0.54，丰富度（d）均值为 0.61，单纯度（C）均值为 0.40。

2018 年 11 月连续站（取水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 2.32；均匀度（J'）均值 0.65；丰富度（d）均值为 0.74；单纯度（C）均值为 0.33。连续站（排水口）浮游植物多样性指数（H'）均值 1.75，均匀度（J'）均值 0.56，丰富度（d）均值为 0.50，单纯度（C）均值为 0.46。

2018 年 2 月、4 月、8 月大小潮和 11 月水采样品共鉴定出赤潮生物 3 门 25 属 51 种，其中硅藻门 15 属 35 种，甲藻 9 属 15 种，金藻 1 属 1 种，所有赤潮生物细胞数量均未达到赤潮暴发的基准密度。

本次调查春、夏季大潮、夏季小潮、秋季在东山湾内采集样品鉴定的浮游植物种类数均低于 2013 年同期，冬季与 2013 年持平。

本调查所有航次浮游植物细胞丰度均低于 2013 年同期；冬、春季生物多样性指数均在 2.0 以下，而 2013 年冬、春季均在 2.0 以上。

对比本次调查与 2013 年同期的浮游植物优势种，结果显示，冬、秋季航次优势种没

有显著变化，冬季加拉星杆藻、中肋骨条藻仍为主要优势种，秋季以奇异菱形藻、中肋骨条藻为主要优势种；春季、夏季大潮、夏季小潮优势种有明显变化，本次调查春季优势种主要为奇异菱形藻、笔尖型根管藻，2013 年春季主要为具槽直链藻、中肋骨条藻，本次调查夏季的优势种主要为中肋骨条藻、奇异菱形藻、菱形海线藻，而 2013 年同期为洛氏角毛藻、旋链角毛藻、尖刺伪菱形藻。

浮游植物与 2013 年同期监测数据对比分析结果表明，调查海区浮游植物的种类组成、细胞丰度及优势种均有较大变化，这与近年东山湾内各项环境条件的显著变化分不开。首先，湾内漳江口桥梁建设及围垦、古雷半岛一侧及湾口东山县海域的围填海活动，对东山湾纳潮量、海水交换能力影响明显，其次近年东山湾内养殖活动强度大大增强，氮磷负荷进一步增加了氮磷负荷，氮磷的输入主要来自于养殖活动，然而水动力条件的改变不能使氮磷等不能快速通过潮汐快速输送至东山湾外，过高的氮磷浓度对浮游植物的生长造成抑制，并导致浮游植物群落结构发生变化。

（4）浮游动物

本次调查五个航次共鉴定到浮游动物 19 大类 141 种（不包括 27 类浮游幼虫（体），含未定种）。所鉴定种类数以桡足类最多，为 64 种，占总种数的 45.39%，其次为水螅水母类，共鉴定 19 种，占总种数的 13.48%。

2018 年 2 月总生物量均值为 71.86 mg/m^3；总丰度均值为 17.84 ind./m^3。2018 年 4 月总生物量均值为 32.54 mg/m^3；总丰度均值为 77.12 ind./m^3。2018 年 8 月大潮总生物量均值为 278.27 mg/m^3；总丰度均值为 351.03 ind./m^3。2018 年 8 月小潮总生物量均值为 213.21 mg/m^3；总丰度均值为 361.19 ind./m^3。2018 年 11 月总生物量均值为 50.20mg/m^3；总丰度均值为 16.13 ind./m^3。

2018 年 2 月连续站（取水口）总生物量均值为 76.63 mg/m^3，总丰度均值为 38.67 ind./m^3。连续站（排水口）总生物量均值为 82.67mg/m^3，总丰度均值为 35.74 ind./m^3。

2018 年 4 月连续站（取水口）总生物量均值为 141.80mg/m^3，总丰度均值为 124.85 ind./m^3，连续站（排水口）总生物量均值为 92.76 mg/m^3，总丰度均值为 232.60 ind./m^3。

2018 年 8 月大潮连续站（取水口）总生物量均值为 94.11 mg/m^3，总丰度均值为 264.97 ind./m^3，连续站（排水口）总生物量均值为 212.46mg/m^3，总丰度均值为 158.54 ind./m^3。

2018 年 8 月小潮连续站（取水口）总生物量均值为 105.80 mg/m^3，总丰度均值为 231.69 ind./m^3。连续站（排水口）总生物量均值为 147.71 mg/m^3，总丰度均值为 320.50 ind./m^3。

2018 年 11 月连续站（取水口）总生物量均值为 18.82 mg/m^3，总丰度均值为 2.89 ind./m^3。

连续站（排水口）总生物量均值为 53.66 mg/m^3，总丰度均值为 4.93 ind./m^3。

2018 年 2 月航次大面站优势种有 3 种，分别为中华哲水蚤、小拟哲水蚤和球型侧腕水母。2018 年 4 月航次大面站优势种有 4 种，分别为太平洋纺锤水蚤、肥胖箭虫、海龙箭虫和瘦尾胸刺水蚤。2018 年 8 月航次大潮期间大面站优势种有 6 种，分别为锥形宽水蚤、刺尾纺锤水蚤、双尾纽鳃樽、双生水母（单营养体）、中华哲水蚤和正型莹虾。2018 年 8 月航次小潮期间大面站优势种有 4 种，分别为强额拟哲水蚤、锥形宽水蚤、刺尾纺锤水蚤、中华哲水蚤。2018 年 11 月航次大潮期间大面站优势种有 4 种，分别为肥胖箭虫、亚强次真哲水蚤、双生水母（单营养体）和钩虾。

2018 年 2 月航次连续站取水口浮游动物优势种 3 种，按优势度大小排序为：中华哲水蚤、异体住囊虫和真刺唇角水蚤。排水口优势种 4 种，按优势度大小排序为：异体住囊虫、瘦尾胸刺水蚤、中华哲水蚤、球型侧腕水母。取水口和排水口的共有优势种为中华哲水蚤和异体住囊虫。

2018 年 4 月取水口浮游动物优势种 4 种，按优势度大小排序为：太平洋纺锤水蚤、瘦尾胸刺水蚤、海洋伪镖水蚤和双齿许水蚤，全部为浮游桡足类。排水口浮游动物优势种 2 种，按优势度大小排序为：太平洋纺锤水蚤和海洋伪镖水蚤。太平洋纺锤水蚤是取水口和排水口的共有优势种，也是主要优势种。

2018 年 8 月大潮取水口浮游动物优势种为刺尾纺锤水蚤。排水口浮游动物优势种 3 种，按优势度大小排序为：刺尾纺锤水蚤、挪威小毛猛水蚤和强额拟哲水蚤。刺尾纺锤水蚤是取水口和排水口的共有优势种。

2018 年 8 月小潮取水口浮游动物优势种出现 3 种，按优势度大小排序为：强额拟哲水蚤、针刺拟哲水蚤和长尾住囊虫。排水口浮游动物优势种 4 种，按优势度大小排序为：强额拟哲水蚤、长腹剑水蚤属一种、刺尾纺锤水蚤和长尾住囊虫。强额拟哲水蚤是取水口和排水口的共有优势种。

2018 年 11 月取水口浮游动物优势种出现 3 种，按优势度大小排序为：钩虾 sp.、刺尾纺锤水蚤和双生水母（单营养体）。连续站（排水口）优势种 1 种，为钩虾 sp.。钩虾 sp. 是取水口和排水口共有优势种。

2018 年 2 月航次调查水域单纯度指数（C）均值为 0.22；多样性指数（H'）均值为 2.56，均匀度指数（J'）均值为 0.88，丰富度指数（d）均值为 1.95。2018 年 4 月航次调查水域单纯度指数（C）均值为 0.21；多样性指数（H'）均值为 2.98，均匀度指数（J'）均值为 0.74，丰富度指数（d）均值为 2.99。2018 年 8 月航次大潮期间调查水域单纯度指数（C）

均值为 0.33；多样性指数（H'）均值为 2.51，均匀度指数（J'）均值为 0.63，丰富度指数（d）均值为 2.75。2018 年 8 月航次小潮期间调查水域单纯度指数（C）均值为 0.30；多样性指数（H'）均值为 2.54，均匀度指数（J'）均值为 0.66，丰富度指数（d）均值为 2.46。2018 年 11 月航次大潮期间调查水域单纯度指数（C）均值为 0.32；多样性指数（H'）均值为 2.65，均匀度指数（J'）均值为 0.85，丰富度指数（d）均值为 2.86。

本次调查冬季、春季、夏季大潮、夏季小潮航次浮游动物种类数均高于 2013 年同期，秋季种类数与 2013 年持平。分类群看，冬季、春季、夏季大潮、夏季小潮航次，桡足类种类增加较多。

本次调查冬、春、夏季大潮、夏季小潮浮游动物丰度均明显高于 2013 年同期，不过冬、春季生物量低于 2013 年同期。

从生物多样性指标看，各航次浮游动物生物多样性均高于 2013 年同期，表明浮游动物群落结果目前处于较稳定状态。

2013 年冬季、春季、夏季小潮、秋季的优势种在本次调查同期航次依然为优势种，夏季大潮则无相同的优势种，本次调查主要优势种有大眼剑水蚤属、短小宽水蚤，而 2013 年为异体住囊虫、亚强次真哲水蚤。

（5）潮下带底栖生物

本次调查四个航次共鉴定到底栖生物 9 门 129 种，其中，环节动物最多（70 种），占总种数的 54.26%；其次为节肢动物（30 种），占总种数的 23.26%。

2018 年 2 月各站位生物量平均值为 8.083 g/m^2；生物量最高的站位为东山湾顶部 4 号站，主要由棘刺锚参所贡献。湾内各站底栖生物生物量均值明显高于湾外近海站位。各站栖息密度平均值为 123.4 个/m^2；栖息密度最高的站位为八尺门附近 33 号站，主要由异角华螺赢蜚所贡献。东山湾内底栖生物栖息密度高于湾外。

2018 年 4 月共各站位生物量平均值为 24.471 g/m^2；生物量最高的站位为 19 号站，主要由波纹巴非蛤所贡献。各站底栖生物生物量差异显著，高值区主要分布在东山湾内云霄县近岸海域，湾外大部分站位底栖生物生物量较低，仅 48 号站相对较高。各站栖息密度平均值为 109.0 个/m^2；栖息密度最高的站位为东山湾内 21 号站，主要由昆士兰稚齿虫所贡献。东山湾内底栖生物栖息密度显著高于湾外。

2018 年 8 月各站位生物量平均值为 19.726 g/m^2；生物量最高的站位为八尺门附近 33 号站，主要由波纹巴非蛤所贡献。东山湾内生物量高值区在八尺门附近站位，湾外高值区

在湾口西南侧海域。各站栖息密度平均值为 109.0 个/m^2；栖息密度最高的站位为东山湾内 32 号站，主要由昆士兰稚齿虫和丝异须虫所贡献。

2018 年 11 月各站位生物量平均值为 4.272g/m^2；生物量最高的站位为东山湾内 19 号站。东山湾内生物量高值区在云霄县前沿海域，湾外高值区在西南侧海域的 47 号站。各站栖息密度平均值为 63.8 个/m^2；栖息密度最高的站位为湾外西南侧的 48 号站。

2018 年 2 月航次潮下带底泥中底栖生物优势种为异角华螺蠃蜚；按照栖息密度计算，各站单纯度平均为 0.40；香侬-威纳多样性指数平均为 1.60；均匀性平均为 0.87；丰富度平均为 0.70。

2018 年 4 月航次潮下带底栖生物优势种为昆士兰稚齿虫，平均生物量和栖息密度分别为 0.199g/m^2 和 19.3 个/m^2，最高栖息密度出现在 21 号站。按照栖息密度计算，各站单纯度平均为 0.39；香侬-威纳多样性指数平均为 1.85；均匀性平均为 0.78；丰富度平均为 0.67。

2018 年 8 月航次潮下带底栖生物优势种为丝异须虫、昆士兰稚齿虫和齿腕拟盲蟹。按照栖息密度计算，各站单纯度平均为 0.26；香侬-威纳多样性指数平均为 1.51；均匀性平均为 0.89；丰富度平均为 0.82。

2018 年 11 月航次潮下带底栖生物优势种为索沙蚕属、丝异须虫和昆士兰稚齿虫。按照栖息密度计算，各站单纯度平均为 0.25；香侬-威纳多样性指数平均为 2.35；均匀性平均为 0.90；丰富度平均为 1.05。

本次调查在东山湾内采集的潮下带底栖生物物种数相比 2013 年下降明显，主要是由于软体动物、甲壳动物的物种数减少，其中冬季软体动物种类由 32 种降为 3 种，下降最多，冬季甲壳动物由 26 种降为 8 种。

本次调查所有航次潮下带底栖生物的生物量均低于 2013 年，主要是由于软体动物和节肢动物数量的减少，导致生物量下降明显；底栖生物栖息密度与 2013 年相比，则没有像生物量一样大幅下降，仅在冬、夏、秋季低于 2013 年，春季栖息密度高于 2013 年。

生物多样性与 2013 年相比，夏季的生物多样性在 1.0 以下，表明底栖生物群落结构处于“较差”的状态。

本次调查除冬季外，春、夏、秋的优势种与 2013 年同期变化明显，由 2013 年的波纹巴非蛤、塞切尔泥钩虾变成背蚓虫（春季）、丝异须虫（夏、秋季）、昆士兰稚齿虫（秋季）等环节动物。

综上，本次调查潮下带底栖生物生物量和栖息密度相比 2013 年均发生明显的降低，主要是由于采集的软体动物和节肢动物的种类偏少，主要是由于软体动物和节肢动物易受湾内人类活动比如围填海生态效应的影响，近年，湾内漳江口桥梁建设及围垦、古雷半岛一侧及湾口东山县海域的围填海活动较多，施工过程产生的悬浮物以及工程建成后对地形地貌冲淤环境的改变均对软体动物、节肢动物的栖息生境造成影响；此外，底栖生物群落结构的改变也可能受到了浮游植物丰度降低的影响，饵料基础下降导致以浮游植物为食的软体动物生物量的下降。

（6）潮间带生物

四次调查共鉴定到底栖生物 10 门 169 种（包括定性及定量样品）。分类群看，软体动物种类数最多；其次为环节动物。

2018 年 2 月潮间带生物平均栖息密度为 173.9 个/m^2，平均生物量为 86.758g/m^2。2018 年 4 月潮间带生物平均栖息密度为 243.9 个/m^2，平均生物量为 70.576g/m^2。2018 年 8 月潮间带生物平均栖息密度为 183.4 个/m^2，平均生物量为 43.270g/m^2。2018 年 11 月潮间带生物平均栖息密度为 264.0 个/m^2，平均生物量为 86.033g/m^2。

按照栖息密度计算，2018 年 2 月潮间带底栖生物优势种为珠带拟蟹守螺，香侬-威纳多样性指数平均为 2.12。2018 年 4 月潮间带底栖生物优势种为两栖螺属，香侬-威纳多样性指数平均为 2.07。2018 年 8 月潮间带底栖生物优势种为珠带拟蟹守螺和腺带刺沙蚕，香侬-威纳多样性指数平均为 1.98。2018 年 11 月潮间带底栖生物优势种为仅短拟沼螺，香侬-威纳多样性指数平均为 1.81。

本次调查潮间带底栖生物生物量和栖息密度相比 2013 年均发生明显的降低，主要是由于采集的软体动物和节肢动物的种类偏少，这与潮下带底栖生物的情形类似，主要是由于软体动物和节肢动物易受湾内人类活动比如围填海生态效应的影响，近年，湾内漳江口桥梁建设及围垦、古雷半岛一侧及湾口东山县海域的围填海活动较多，施工过程产生的悬浮物以及工程建成后对地形地貌冲淤环境的改变均对软体动物、节肢动物的栖息生境造成影响；此外，底栖生物群落结构的改变也可能受到了浮游植物丰度降低的影响，饵料基础下降导致以浮游植物为食的软体动物生物量的下降。

（7）鱼卵仔鱼

本次调查五个航次共计鉴定鱼卵和仔稚鱼 60 种（含 5 种未定种）。其中，以鲈形目种类数最多，有 25 种，鲽形目次之，有 8 种，接着依次为鲱形目（6 种）、灯笼鱼目（4

种）、鲉形目（4 种），鲻形目（3 种），鳗鲡目（2 种）、鲀形目（2 种），颌针鱼目（1 种），此外有 5 种未定种。

2018 年 2 月大面站调查垂直网共采集到鱼卵 76 枚，仔稚鱼 0 尾，其中，鱼卵以鲷科 sp.的数量最多，共采集 64 枚，占鱼卵总数量的 84.21%。大面站鱼卵密度平均为 1.61 ind./m^3，鱼卵数量分布不均匀，29 个调查站位中，有 14 个站采集到鱼卵样本，6 号站密度最高（12.50ind./m^3），全部为鲷科 sp.的卵。排水口采集到鱼卵 5 枚，仔稚鱼 0 尾；在取水口采集到鲷科 sp.卵 1 枚，仔稚鱼 0 尾。排水口鱼卵密度均值为 0.93 ind./m^3。取水口鱼卵密度均值为 0.19 ind./m^3。

2018 年 4 月调查垂直网共采集到鱼卵数量为 435 枚，仔稚鱼 50 尾。在 29 个调查站位中，有 28 个站采集到鱼卵标本，所采集鱼卵数量以舌鳎属 sp.2、鲆科 spp.和鳀科 spp.数量占比较高，分别有 133、117、96 尾，其数量均占总数量 20%以上。在 29 个调查站位中，在 19 个站位采集到仔稚鱼标本，所采集数量以二长棘犁齿鲷和虾虎鱼科 sp.1 相对较多，分别采集 12 和 7 尾。大面站鱼卵平均密度为 10.24 ind./m^3。鱼卵最高密度为东山湾顶部 4 号站，以舌鳎属 sp.2 的卵为主。仔稚鱼平均密度为 0.68 ind./m^3。仔稚鱼最高密度为东山湾顶部 1 号站，均为拉氏狼牙虾虎鱼。排水口共采集到鱼卵 87 枚；仔稚鱼 7 尾；鱼卵以鲱科 sp.1 的卵为主，共采集 51 枚，仔稚鱼以舌鳎属 sp.2 为主，采集到 3 枚。取水口共采集到鱼卵 69 枚；仔稚鱼 4 尾；鱼卵以鲱科 sp.1 的卵为主，共采集 34 枚，仔稚鱼 4 种，各 1 尾。排水口鱼卵密度均值为 23.19 ind./m^3。排水口仔稚鱼密度均值为 1.85ind./m^3。取水口鱼卵密度均值为 17.41 ind./m^3。取水口仔稚鱼密度均值为 1.01ind./m^3。

2018 年 8 月大潮调查垂直网共采集到鱼卵数量为 68 枚，仔稚鱼 20 尾。在 29 个调查站位种，有 16 站采集到鱼卵标本，所采集鱼卵数量以鳀科 spp.最多，有 33 枚。在 9 个站位采集到仔稚鱼标本，所采集数量以美肩鳃鳚数量最多，有 6 尾。大面站鱼卵平均密度为 1.40 ind./m^3。鱼卵最高密度为八尺门附近 27 号站，均为鳀科 spp.的卵。仔稚鱼平均密度为 0.51 ind./m^3。仔稚鱼最高密度为八尺门附近 33 号站，以鰶属 sp.仔稚鱼为主。在排水口共采集到鱼卵 9 枚；仔稚鱼 4 尾；鱼卵以鳀科 spp.的卵为主，共采集 8 枚，仔稚鱼以拉氏狼牙虾虎鱼为主，采集到 2 枚。取水口共采集到鱼卵 14 枚；仔稚鱼 10 尾；鱼卵以鳀科 spp.的卵为主，共采集 12 枚，仔稚鱼以六丝钝尾虾虎鱼为主，共采集 6 尾。排水口鱼卵密度均值为 1.62 ind./m^3。排水口仔稚鱼密度均值为 0.86ind./m^3。取水口鱼卵密度均值为 2.63 ind./m^3。取水口仔稚鱼密度均值为 2.19ind./m^3。

2018 年 8 月小潮调查垂直网共采集到鱼卵数量为 528 枚，仔稚鱼 22 尾。在 29 个调查站位中，有 21 站采集到鱼卵标本，所采集鱼卵数量以鳀科 spp.最多，有 229 枚。在 13 个站位采集到仔稚鱼标本，所采集数量以石首鱼科 sp.数量最多，有 10 尾。大面站鱼卵平均密度为 7.04 ind./m^3。鱼卵最高密度为湾外 47 号站，以鳀科 spp.的卵为主。仔稚鱼平均密度为 0.65 ind./m^3。仔稚鱼最高密度为东山湾内 19 号站，均为日本白姑鱼。排水口共采集到鱼卵 9 枚；仔稚鱼 5 尾；鱼卵以鳀科 spp.的卵为主，共采集 8 枚，仔稚鱼以鲬和美肩鳃鳚为主，均采集到 2 枚。取水口共采集到鱼卵 19 枚；仔稚鱼 2 尾；鱼卵以鳀科 spp.的卵为主，共采集 15 枚，仔稚鱼均为拉式狼牙虾虎鱼，共采集 2 尾。排水口鱼卵密度均值为 3.42 ind./m^3。排水口仔稚鱼密度均值为 2.43ind./m^3。取水口鱼卵密度均值为 4.41 ind./m^3。取水口仔稚鱼密度均值为 0.47ind./m^3。

2018 年 11 月调查垂直网共采集到鱼卵数量为 7 枚，仔稚鱼 14 尾。在 29 个调查站位中，仅 4 个站采集到鱼卵标本，均未鉴定到种。在 5 个站位采集到仔稚鱼标本，所采集数量以四带牙鲷数量最多，有 12 尾。大面站鱼卵平均密度为 0.07ind./m^3。鱼卵最高密度为湾内 12 号站。仔稚鱼平均密度为 0.55 ind./m^3。仔稚鱼最高密度为东山湾内 20 号站，均为四带牙鲷。连续站未采集到任何鱼卵仔鱼样品。

本次调查各航次与 2013 年同期调查相同，在东山湾内垂直网均采集到鱼卵样本；本次调查除冬季（2 月份）未采集到仔稚鱼样本外，其余三季节均采集到仔稚鱼样本，而 2013 年秋、冬季均未采集到。

从鱼卵优势种类看，本次调查春季以舌鳎属 sp.2、鲆科 spp.和鳀科 spp.的卵为主，2013 年春季以鲔科、鳀科和鳐科种类为主；夏季以鳀科 spp.居多，而 2013 年同期以鳎科 sp.、侧带小公鱼属 sp.、鲱科 sp.为主；本次调查秋季以鳀科 sp.居多，与 2013 年同期相同。

从仔稚鱼优势种类看，本次调查春季仔鱼以二长棘犁齿鲷和虾虎鱼科 sp.1 为主，2013 年春季仔稚鱼以斑鰶为主。

（8）游泳动物

本次调查四个航次共鉴定到游泳动物 298 种（隶属于 21 目 95 科）。分类群看，以鱼类最多，有 203 种，其次为蟹类，有 45 种，接下来依次为虾类（24）、口足类（13 种）、头足类（12 种）、肢口类（1 种）。分目看，以鲈形目种类最多，有 104 种，其次为十足目，有 69 种，种类在 10 种以上的还有鲱形目（21 种）、鳗鲡目（16 种）、口足目（13 种）、鲔形目（12 种）、鲽形目（12 种）、鲀形目（10 种）。

2018 年 2 月航次拖网调查期间，游泳动物每调查站小时渔获尾数平均每站为 370 尾/小时，最大值出现在 10 号站，最小值出现在 47 号站。其中，鱼类最高（345 尾/小时），其余类群渔获尾数均较低，均低于 10 尾/小时，肢口类渔获尾数最低（0.1 尾/小时）。游泳动物每调查站小时渔获重量平均每站为 8.07kg/小时，最大值出现在 10 号站，最小值出现在 44 号站。其中，鱼类最高（7.58kg/小时），其次为头足类，0.16 kg/小时，接下来依次为，蟹类 0.15 kg/小时，口足类 0.09kg/小时，肢口类 0.06kg/小时，虾类渔获重量最低（0.03kg/小时）。

2018 年 4 月游泳动物每调查站小时渔获尾数平均每站为 1389 尾/小时，最大值出现在 36 号站，最小值出现在 47 号站。其中，鱼类最高（1352 尾/小时），其次为头足类，有 20 尾/小时，其余类别渔获尾数均在 10 尾/小时以下，蟹类为 10 尾/小时，虾类为 5 尾/小时，口足类为 1 尾/小时，肢口类未采集到样本。游泳动物每调查站小时渔获重量平均每站为 43.46kg/小时，最大值出现在 41 号站，最小值出现在 25 号站。其中，鱼类最高（42.09kg/小时），其次为头足类，0.98 kg/小时，蟹类为 0.34kg/小时，虾类和口足类渔获重量最低，均为 0.02kg/小时。

2018 年 8 月游泳动物每调查站小时渔获尾数平均每站为 1205 尾/小时，最大值出现在 32 号站，最小值出现在 48 号站。其中，鱼类最高（913 尾/小时），其次为头足类，有 183 尾/小时，接下来依次为，蟹类 59 尾/小时，虾类 50 尾/小时，口足类 1 尾/小时，肢口类没有采集到样本。游泳动物每调查站小时渔获重量平均每站为 39.90kg/小时，最大值出现在 32 号站，最小值出现在 10 号站。其中，鱼类最高（28.76kg/小时），其次为蟹类，5.68 kg/小时，接下来依次为，头足类 5.23 kg/小时，虾类 0.22kg/小时，口足类不足 0.01 kg/小时，肢口类没有采集到样本。

2018 年 11 月游泳动物每调查站小时渔获尾数平均每站为 459 尾/小时，最大值出现在 48 号站，最小值出现在 15 号站。其中，鱼类最高（257 尾/小时），其次为蟹类，有 85 尾/小时，接下来依次为，虾类 84 尾/小时，口足类 18 尾/小时，头足类 17 尾/小时，肢口类没采集到样本。游泳动物每调查站小时渔获重量平均每站为 9.36kg/小时，最大值出现在 28 号站，最小值出现在 15 号站。其中，鱼类最高（7.15kg/小时），其次为蟹类，1.43kg/小时，接下来依次为，虾类 0.35 kg/小时，头足类 0.29kg/小时，口足类 0.15 kg/小时，肢口类没采集到样本。

2018 年 2 月航次拖网调查期间，游泳动物每调查站资源密度（尾数）平均每站为

17.97×10^3 尾/km^2，最大值出现在 13 号站位，最小值出现在 47 号站。其中，鱼类资源密度（尾数）最高（17.33×10^3 尾/km^2），其余类别资源密度（尾数）均较低，均低于 0.20×10^3 尾/km^2，肢口类资源密度（尾数）最低（小于 0.002×10^3 尾/km^2）。游泳动物每调查站资源密度（重量）平均每站为 336.74 kg/km^2，最大值出现在 10 号站位，最小值出现在 32 号站。其中，鱼类最高（323.81 kg/km^2），其次为头足类，5.56 kg/km^2，接下来依次为，蟹类 3.42 kg/km^2，口足类 2.10 kg/km^2，肢口类 1.23 kg/km^2，虾类资源密度（重量）最低（0.58 kg/km^2）。

2018 年 4 月航次拖网调查期间，游泳动物每调查站资源密度（尾数）平均每站为 68.34×10^3 尾/km^2，最大值出现在 36 号站位，最小值出现在 47 号站。其中，鱼类资源密度（尾数）最高（67.33×10^3 尾/km^2），头足类资源密度（尾数）次之，为 0.67×10^3 尾/km^2，接下来依次为，蟹类 0.21×10^3 尾/km^2，虾类 0.10×10^3 尾/km^2，口足类 0.03×10^3 尾/km^2，肢口类未采集到样本。游泳动物每调查站资源密度（重量）平均每站为 1631.99 kg/km^2，最大值出现在 41 号站位，最小值出现在 25 号站。其中，鱼类最高（1591.68 kg/km^2），其次为头足类，32.50 kg/km^2，接下来依次为，蟹类 7.03 kg/km^2，虾类 0.45 kg/km^2，口足类 0.33 kg/km^2，肢口类未采集到样本。

2018 年 8 月航次拖网调查期间，游泳动物每调查站资源密度（尾数）平均每站为 40.19×10^3 尾/km^2，最大值出现在 32 号站位，最小值出现在 48 号站。其中，鱼类资源密度（尾数）最高（33.22×10^3 尾/km^2），头足类资源密度（尾数）次之，为 5.01×10^3 尾/km^2，接下来依次为，蟹类 1.03×10^3 尾/km^2，虾类 0.92×10^3 尾/km^2，口足类 0.01×10^3 尾/km^2，肢口类未采集到样本。游泳动物每调查站资源密度（重量）平均每站为 1224.43 kg/km^2，最大值出现在 32 号站位，最小值出现在 10 号站。其中，鱼类最高（978.43 kg/km^2），其次为头足类，145.06 kg/km^2，接下来依次为，蟹类 96.90 kg/km^2，虾类 3.95 kg/km^2，口足类 0.09 kg/km^2，肢口类未采集到样本。

2018 年 11 月航次拖网调查期间，游泳动物每调查站资源密度（尾数）平均每站为 13.71×10^3 尾/km^2，最大值出现在 48 号站位，最小值出现在 15 号站。其中，鱼类资源密度（尾数）最高（9.61×10^3 尾/km^2），虾类资源密度（尾数）次之，为 1.67×10^3 尾/km^2，接下来依次为，蟹类 1.56×10^3 尾/km^2，头足类 0.51×10^3 尾/km^2，口足类 0.36×10^3 尾/km^2，肢口类未采集到样本。游泳动物每调查站资源密度（重量）平均每站为 299.73 kg/km^2，最大值出现在 41 号站位，最小值出现在 15 号站。其中，鱼类最高（253.32kg/km^2），其次为

蟹类，27.37kg/km^2，接下来依次为，头足类 8.97kg/km^2，虾类 6.86kg/km^2，口足类 3.20 kg/km^2，肢口类未采集到样本。

2018 年 2 月游泳动物优势种有 7 种，分别为赤鼻棱鳀、盾齿鰶、仰口鳐、林氏团扇鳐、杜氏棱鳀、小眼绿鳍鱼、中颌棱鳀，均为鱼类。本航次，鱼类 IRI 指数远高于其他类群。头足类中占优势的为中国枪乌贼、曼氏无针乌贼，口足类占优势的为口虾蛄，虾类占优势的为哈氏仿对虾，蟹类占优势的为日本蟳。

2018 年 4 月游泳动物优势种有 9 种，按 IRI 值从大到小排序为：竹荚鱼、中华海鲇、中颌棱鳀、二长棘鲷、仰口鳐、尖吻鲳、带鱼属未定种、刺鲳、日本枪乌贼。9 种优势种中有 8 种为鱼类，1 种为头足类。本航次，鱼类 IRI 指数远高于其他类群，其他类群中除了日本枪乌贼（头足类）IRI 值较高成为优势种外，其他物种 IRI 得分均较低，口足类占优势的为口虾蛄，IRI 值仅有 0.8，蟹类占优势的为日本蟳，IRI 值为 7.0，虾类中占优势为哈氏仿对虾，IRI 值为 2.3。

2018 年 8 月优势种有 18 种，按 IRI 值从大到小排序为：日本枪乌贼、二长棘鲷、蓝圆鲹、竹荚鱼、鳗鲡、金色小沙丁、油鲹、条尾绯鲤、逍遥馒头蟹、青鳞小沙丁鱼、康氏侧带小公鱼、截尾银姑鱼、芝芜棱鳀、长体蛇鳚、火枪乌贼、仰口鳐、黄鳍鲷、乌贼科未定种。18 种优势种中，鱼类有 14 种，头足类有 3 种，蟹类有 1 种。鱼类占绝对优势，其他类群中，头足类有 3 种，且日本枪乌贼 IRI 值排在所有物种首位，蟹类中逍遥馒头蟹 IRI 值为 186.2，排在第 9 位，虾类和口足类均未有物种 IRI 值高于 100，虾类中 IRI 值最高为须赤虾（59.4），口足类 IRI 值最高为葛氏似口虾蛄（0.04）。

2018 年 11 月优势种有 22 种，按 IRI 值从大到小排序为：赤鼻棱鳀、龙头鱼、中华海鲇、锥齿鲨、金色小沙丁、矛形梭子蟹、哈氏仿对虾、仰口鳐、细条纹天竺鲷、日本单鳍电鳐、枪乌贼、鳗鲡、拥剑梭子蟹、中华管鞭虾、带鱼属未定种、条纹斑竹鲨、石首鱼科未定种、远洋梭子蟹、鹰爪虾、长蛸、口虾蛄、青鳞小沙丁鱼。22 种优势种中，鱼类有 13 种，头足类 2 种，蟹类和虾类均有 3 种，口足类 1 种。

2018 年 2 月基于丰度计算的丰富度指数（d）平均值为 8.23，其中最高值出现在 29 号站（20.34），最小值出现在 20 号站位（0.76）；均匀度指数（J'）平均值为 0.61，最大值出现在 24 号站（0.93），最小值出现在 13 号站位（0.32）；香侬-威纳多样性指数（H'）平均值为 2.24，最大值出现在 37 号站（4.34），最小值出现在 43 号站（0.41）。按照 H’值的分布可知，调查海域物种种类丰富，个体分布均匀。

2018 年 4 月基于尾数密度计算的丰富度指数（d）平均值为 6.51，其中最高值出现在 8 号站（10.98），最小值出现在 36 号站位（2.18）；均匀度指数（J'）平均值为 0.52，最大值出现在 10 号站（0.79），最小值出现在 28 号站位（0.14）；香侬-威纳多样性指数（H'）平均值为 2.15，最大值出现在 41 号站（3.48），最小值出现在 36 号站（0.23）。按照 H’值的分布可知，调查海域物种种类丰富，个体分布均匀。

2018 年 8 月基于丰度计算的丰富度指数（d）平均值为 2.36，其中最高值出现在 8 号站（4.63），最小值出现在 18 号站位（0.58）；均匀度指数（J'）平均值为 0.62，最大值出现在 24 号站（0.79），最小值出现在 28 号站位（0.31）；香浓-韦弗多样性指数（H'）平均值为 2.85，最大值出现在 8 号站（4.25），最小值出现在 28 号站（1.42）。按照 H’值的分布可知，调查海域物种种类较丰富，个体分布均匀。

2018 年 11 月基于丰度计算的丰富度指数（d）平均值为 3.69，其中最高值出现在 41 号站（5.11），最小值出现在 27 号站位（1.35）；均匀度指数（J'）平均值为 0. 75，最大值出现在 8 号站（0.85），最小值出现在 19 号站位（0.64）；香浓-韦弗多样性指数（H'）平均值为 3.80，最大值出现在 37 号站（4.60），最小值出现在 19 号站（2.28）。按照 H’值得分布可知，调查海域物种种类丰富，个体分布均匀。基于生物量计算的丰富度指数（d）平均值为 6.22，其中最高值出现在 45 号站（9.18），最小值出现在 27 号站（2.81）；均匀度 Pielou 指数（J'）平均值为 0.69，最大值出现在 15 号站（0.86），最小值出现在 32 号站（0.53）；香浓-韦弗多样性指数（H'）平均值为 3.47，最大值出现在 38 号站（4.02），最小值出现在 19 号站（2.28）。按照 H’值的计算可知，调查海域物种种类丰富，个体分布均匀。

本次调查所有航次采集的游泳动物种类数均高于与 2013 年同季节航次，分类群看，各航次采集的鱼类、头足类种类数均增加，虾类种类数减少，蟹类除夏季外，种类数均增加。

本次调查所有航次采集的游泳动物资源密度（尾数），除秋季外均高于 2013 年同季节航次。分类群看，鱼类除秋季航次略低于 2013 年，其余三个航次均显著高于 2013 年同期；头足类和口足类除夏季航次外，其余三个航次均显著高于 2013 年同期；虾蟹类的资源密度（尾数）下降明显，均低于 2013 年同期。

本次调查所有航次采集的游泳动物资源密度（重量），春、夏季高于 2013 年同期，秋、冬季低于历史同期。分类群看，鱼类春、夏季高于 2013 年同期，秋、冬季低于历史

同期，口足类和头足类春、秋季高于 2013 年同期，夏、冬季低于 2013 年同期；虾蟹类的游泳动物资源密度（重量）均明显低于历史同期。

从采集的鱼类优势种类组成看，个体小、浮游动物食性的鱼类种类增加明显，如鲱形目的赤鼻棱鳀、杜氏棱鳀、汉氏棱鳀、长颌棱鳀、芝芜棱鳀、中颌棱鳀等，在不同季节均有大量出现，可能与 2018 年东山湾浮游动物生物量增加有关。

（9）污损生物

取水口附近海域污损生物共鉴定出 24 种，其中以甲壳动物和环节动物占优势，各 6 种，各占总种类数的 25.00%；苔藓动物 4 种，占 16.67%；软体动物 3 种，占 12.50%；藻类 2 种，占 8.33%；尾索动物、刺胞动物和棘皮动物各 1 种，各占 4.17%。根据出现频率、附着密度和附着湿重来看，优势种及主要种有：网纹藤壶、巴西地钩虾、凶猛片钩虾、长鳃麦秆虫、华美盘管虫、有孔左旋虫等。

（10）生物质量

i 浅海生物质量

①2018 年 4 月

贝类样品石油烃残留量符合《海洋生物质量》第一类的要求，鱼类、甲壳类和软体动物（头足类）石油烃残留量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

所有双壳类样品铜、铬、汞残留量均符合《海洋生物质量》第一类的要求，其他样品铜、锌、铅、镉、铬、汞残留量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

80%双壳类样品锌残留量超《海洋生物质量》第一、二类的要求（种类为扇贝、牡蛎和江瑶），除了牡蛎锌含量符合《海洋生物质量》第三类的要求外，扇贝和江瑶锌含量劣于《海洋生物质量》第三类的要求（超标率 50%）。

80%双壳类样品铅残留量超《海洋生物质量》第一类的要求，全部符合《海洋生物质量》第二类的要求。

80%双壳类样品镉残留量超《海洋生物质量》第一类的要求，40%双壳类样品镉残留量超《海洋生物质量》第二类的要求，全部符合《海洋生物质量》第三类的要求。

双壳类样品砷残留量均超《海洋生物质量》第一类的要求，全部符合《海洋生物质量》第二类的要求，瓜螺样品超《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997

年）中对软体动物的要求；21.2%鱼类样品砷含量超《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求（样品种类为林氏团扇鳐、中华海鲇、何氏鳐和日本单鳍电鳐 4 种）；其余样品砷残留量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

②2018 年 11 月

鱼类和甲壳类石油烃残留量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

鱼类和甲壳类铜、锌、铅、镉、铬、汞残留量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

分别有 35.3%鱼类和 41.0%甲壳类样品砷含量超《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

ii 潮间带生物质量

①2018 年 4 月

全部样品石油烃残留量均符合相关标准和要求。

全部样品铬、汞残留量符合《海洋生物质量》第一类要求。超标样品概况如下：牡蛎样品铜残留量超《海洋生物质量》第一类，符合第二类；66.7%双壳类样品超《海洋生物质量》第一类要求，牡蛎样品符合《海洋生物质量》第三类要求，扇贝样品锌残留量超《海洋生物质量》第三类要求。

双壳类样品铅含量均超《海洋生物质量》第一类要求，符合《海洋生物质量》第二类要求。

66.7%双壳类样品镉残留量超《海洋生物质量》第一类要求，全部符合《海洋生物质量》第二类要求。

双壳类样品砷残留量全部超《海洋生物质量》第一类要求，符合《海洋生物质量》第二类要求。

②2018 年 11 月

全部样品石油烃、铬、汞残留量均符合相关标准和要求。

超标样品概况如下：牡蛎样品铜残留量超《海洋生物质量》第一类；28.6%样品锌残留量超《海洋生物质量》第一、二类要求（样品为牡蛎），符合第三类；85.7%样品铅含量超《海洋生物质量》第一类；28.6%样品超《海洋生物质量》第一类（超标样品为牡蛎），

符合第二类；71.4%样品砷残留量超《海洋生物质量》第一类要求，全部符合《海洋生物质量》第二类。

iii 与 2013 年监测数据对比分析

2013 年生物质量样品采集自 11 月，波纹巴非蛤中石油烃残留量超《海洋生物质量》第一类，本次调查所有浅海生物样品石油烃均符合第一类。2013 年鱼类和甲壳类生物体中重金属均符合相关标准，本次调查 11 月鱼类和甲壳类铜、锌、铅、镉、铬、汞残留量均符合相关标准，分别有 35.3%鱼类和 41.0%甲壳类样品砷含量超《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第二版，1997 年）中的相关要求。

2.3.3.4 渔业资源和海洋捕捞

调查海区主要经济鱼类有带鱼、大黄鱼、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼、绒纹线鳞鲀、鲨鱼汛、海鳗、鳓鱼、乌鲳、真鲷、二长棘鲷、石斑鱼、黄鳍鲷、鲳、长体蛇鲻、鲻等；主要经济虾类有哈氏仿对虾、长毛对虾、日本对虾、中国毛虾、中国龙虾、须赤虾、鹰爪虾、刀额新对虾、周氏新对虾，脊尾白虾，刀额对虾；主要经济蟹类有梭子蟹、锯缘青蟹主要经济头足类有中国枪乌贼、日本无针乌贼、莱氏拟乌贼、杜氏枪乌贼、金乌贼、花斑乌贼、长枪乌贼主要经济贝类有泥蚶、牡蛎、巴非蛤、载蛤、缢蛏、寻氏肌蛤、杂色蛤仔、文蛤、杂色鲍、天狗螺、东风螺、中国田螺，脊角无齿蚌、三角帆蚌、江瑶、扇贝、贻贝、西施舌等，部分种类已成为海区主要养殖品种；主要经济藻类有紫菜、海带、石花菜、海萝、羊栖菜等。

2017 年漳州市海洋捕捞产量合计为 463048 吨，其中，鱼类 315621 吨，甲壳类 31517 吨，贝类 18328 吨，头足类 34512 吨，其他类 2871 吨。分品种中，鱼类捕捞产量占比 68.2%。分区县看，以东山县捕捞产量最高，有 178,013 吨，占全市捕捞总产量的 38.4%。2017 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总见表 2.3-41。

2016 年漳州市海洋捕捞产量合计为 474300 吨，其中，鱼类 314465 吨，甲壳类 100833 吨，贝类 20836 吨，头足类 34334 吨，其他类 2771 吨。分品种中，鱼类捕捞产量占比 66.3%。2016 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总见表 2.3-42。

2015 年漳州市海洋捕捞产量合计为 454658 吨，其中，鱼类 295914 吨，甲壳类 99549 吨，贝类 20212 吨，头足类 35181 吨，其他类 2757 吨。分品种中，鱼类捕捞产量占比 65.1%。2015 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总见表 2.3-43。

2.3.3.5 养殖业

2017 年漳州市海水养殖总产量为 1218285 吨，其中贝类产量最高，为 981664 吨，藻类 100186 吨，鱼类 79092 吨，甲壳类 53813 吨，其他 3530 吨。以贝类产量最高，占比 80.6%。2017 年漳州市海水养殖产量统计汇总见表 2.3-44。2017 年漳州市海水养殖按养殖水域划分产量统计见表 2.3-45。2017 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总见表 2.3-46。

2016 年漳州市海水养殖总产量为 1126914 吨，其中贝类为 912763 吨，藻类 90895 吨，鱼类 71118 吨，甲壳类 48891 吨，其他 3247 吨。以贝类产量最高，占比 81.0%。2016 年漳州市海水养殖产量统计汇总见表 2.3-47。2016 年漳州市海水养殖按养殖水域划分产量统计见表 2.3-48。2016 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总见表 2.3-49。

2015 年漳州市海水养殖总产量为 1057278 吨，其中贝类产量为 857791 吨，藻类 1057278 吨，鱼类 67254 吨，甲壳类 45768 吨，其他 3141 吨。以贝类产量最高，占比 81.1%。2015 年漳州市海水养殖产量统计汇总见表 2.3-50。2015 年漳州市海水养殖按养殖水域划分产量统计见表 2.3-51。2015 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总见表 2.3-52。

厂址半径 15km 范围内养殖场情况见表 2.3-53 和图 2.3-9。

2.3.3.6 保护区及保护性水生物

（1）福建云霄漳江口红树林国家级自然保护区

福建云霄漳江口红树林国家级自然保护区为调查区内唯一的国家级自然保护区，位于福建省漳州市云霄县漳江入海口，属湿地生态系统类型自然保护区。保护区总面积 2360hm^2。保护区于 1992 年元月成立，1997 年 7 月经省政府批准成为省级自然保护区，2003 年 6 月经国务院批准升格为国家级自然保护区。保护区的核心区面积 706.7hm^2，包括漳江口竹塔村北面海滩和船场村南面海滩的部分区域，区内现有红树林 117.9hm^2，其中有全国面积最大的骨壤林和较少分布的木榄林，是福建省红树林的分布中心。核心区离排水口的距离约 14km，缓冲区离排水口的距离约 12.7km，实验区离排水口的距离约 10.5km，目前核心区以外漳江口均未见红树林生长。

保护区有红树植物 5 科 6 属 6 种，其种类占福建省全省红树植物种类的 83.3%。通常来说，我国东南海岸红树植物的区系组成特点，可分为抗低温广布性、嗜热广布性和嗜热窄布性等 3 个生态类群。福建漳江口红树植物的区系组成特点，只有抗低温广布性(秋茄、白骨壤、桐花树)和嗜热广布性(木榄、海漆、老鼠簕)两大类，而嗜热窄布性的种类没有分

布。在这两个类群中，嗜热广布性的种类 3 种，占福建漳江口红树植物的 50%，主要分布于厦门至广西防城一带的我国大陆海岸，以及台湾高雄以北和海南岛的西北岸(包括海口、琼山和儋州)，它们能适应最低月平均气温大于 12~16℃，是属于亚热带区系性质。抗低温广布性的种类 3 种，占福建漳江口红树植物的 50%，该类群的秋茄可分布至红树植物的最北界一福建福鼎海岸，它能适应最低月均温小于 11℃；福建漳江口没有分布嗜热窄布性的种类．说明了漳江口是嗜热广布种和抗低温广布种的交替海岸。是属于亚热带区系性质。

保护区内有丰富的海涂资源，孕育着丰富的海产资源，主要经济种类有：缢蛏及其苗种、泥蚶、锯缘青蟹及其苗种、刀额新对虾、大弹涂鱼等。

缢蛏，双壳纲帘蛤目，广温性贝类。生活在北方的缢蛏，能忍受冬季 0～-3℃的低温;生活在南方的缢蛏，在 39℃温度条件下仍能生活一段时间。缢蛏生长的适宜水温为 15～30℃。最适盐度比重为 12.5～26.0。

泥蚶，双壳纲列齿目，广温行贝类。中国沿海各地均有分布，河北、山东、浙江、福建、广东均进行人工养殖。泥蚶喜栖息在淡水注入的内湾及河口附近的软泥滩涂上，在中潮区和低潮区的交界处数量最多，埋居其中。适盐范围 10～28.8，适温范围 0～35℃。

锯缘青蟹属甲壳纲梭子蟹科广温广盐海产蟹类。其生存水温 7～37°C，适宜生长水温 15～31°C，最适水温 18～25°C，15°C 以下时，生长明显减慢，水温降至 7～8.5°C 时，停止摄食与活动，进入休眠与穴居状态。水温稳定在 18°C 以上时，雌蟹开始产卵，幼蟹频频脱壳长大，水温升至 37°C 以上时，青蟹不摄食，水温升至 39°C 时，青蟹背甲出现灰红斑点，身体逐渐衰老死亡。青蟹的生存盐度 2.6～55，适应范围 6.5～33，最适盐度 12.8～26.2。但难以适应盐度的剧烈变动，盐度突变会引起“红芒”和“白芒”两种疾病，甚至死亡。

刀额新对虾，甲壳纲十足目对虾科，广温广盐海产虾类，栖息于沙底、沙泥底、泥底的海区，在沿海 50 米等深浅范围内均有分布，而以 10 米内数量较多。适温范围广，在海区 8～29°C 均有分布，最适水温在 18～25°C，盐度范围可在 0～34 间。

大弹涂鱼，暖水性广盐性小型鱼类，在我国沿海均有分布。最适盐度 12.8～26.2，水温 24℃~30℃时生长较快。鱼卵孵化温度 26.5～29.2℃，盐度 25～27；最适孵化水温为 26～28℃，孵化水温不宜超过 30℃。

（2）东山珊瑚省级自然保护区

东山珊瑚省级自然保护区位于东山岛东部，2015 年，东山珊瑚省级自然保护区管理

处对东山珊瑚省级自然保护区的范围和功能区提出调整申请，获福建省人民政府同意并批复，福建东山珊瑚省级自然保护区调整后总面积 3680 公顷，其中：核心区面积 1500 公顷、缓冲区面积 1075 公顷、实验区面积 1105 公顷。东山珊瑚省级自然保护区位于排水口的 S 方位，直线距离 9.6km。

东山湾珊瑚海洋保护区主要保护对象为造礁石珊瑚群落为主的珊瑚生态系统及其生物多样性、珊瑚及其栖息地。东山湾珊瑚海洋保护区所处位置是中国大陆沿岸造礁石珊瑚群落分布的最北缘，珊瑚种类较多，共发现 3 目 12 科 32 种，其中石珊瑚目 6 科 10 种其中 7 种造礁石珊瑚为国家Ⅱ级重点保护动物，并列入世界 CITES 公约（《濒危野生动植物种国际贸易公约》）附录Ⅰ和附录Ⅱ。近年来因遭受人为大量采捕，珊瑚资源破坏严重。

根据中国科学院南海海洋研究所于 2014 年编写的《漳州核电厂温排水、悬浮物和余氯对东山珊瑚自然保护区的影响及可行性研究报告》，在东山湾海域调查发现有 6 种活的造礁石珊瑚，分别为盾形陀螺珊瑚、锯齿刺星珊瑚、标准蜂巢珊瑚、多孔同星珊瑚、紫小星珊瑚、角孔珊瑚。这 6 种造礁石珊瑚基本上都属于印度—太平洋区系的广布种，在我国毗邻福建的广东、台湾海域及其他珊瑚礁海域如海南、西沙、南沙也广泛分布。这 6 种造礁石珊瑚都是环境耐受型的珊瑚。能够广泛适应相对严酷的海洋环境。

国内外不少学者对珊瑚礁生长发育的温度范围进行了研究。结果表明，珊瑚适宜生长在水温 18-30℃，盐度 27-40‰的海水中。最适水温为 25~29℃，水温超过 35℃会造成大多数珊瑚死亡，而盐度太低也不利于珊瑚的生长。珊瑚的生长需要良好的光照，大多生活在水深 45m 以浅。珊瑚一般在较硬的基底上生长发育好，由软泥组成的底质不利于其生长。在适宜生长的水温范围内，珊瑚骨骼生长率、钙化率随水温升高而升高，有很好的线性关系。

对于像东山的珊瑚处在相对高纬度海域、受季节性低温胁迫的珊瑚而言，冬季水温适当增高可以促进其生长发育。如果水温过低，就不利于珊瑚的生长。石珊瑚在水温 16～17℃时就停止摄食，13℃时则全部死亡。

通过资料检索，在东山湾及邻近海域呈出现的国家一级保护的有中华白海豚 1 种，国家二级保护的有宽吻海豚、伪虎鲸、江豚 3 种。国家一级保护的有蟒蛇 1 种，国家二级保护的有蠵龟、（绿）海龟、玳瑁、太平洋丽龟、棱皮龟 5 种。

（3）鱼类的“三场一通”

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），调查海区所涉及的保

护性生物的“三场一通道”主要为：

1）中上层鱼类的产卵场，以蓝圆鲹为主，本区蓝圆鲹属于闽南-粤东近海地方性种群，主要分布在闽南-台湾浅滩渔场和粤东近海渔场，见图 2.3-10。主要产卵场位于取水口和排水口的 SE 方位，距离在 25km 以上。

2）近底层鱼类的产卵场，如大黄鱼，本区大黄鱼属闽-粤东族群体，产卵场在 30 米以浅的近岸水域，见图 2.3-11。主要产卵场位于取水口和排水口的 SE 方位，最近距离在 25km 以上。

3）头足类的产卵场，如曼氏无针乌贼，其产卵场在近岸水深 20~30 米水域。位于取水口和排水口的 SE 方位，最近距离在 15km 以上。

（4）厂址半径 80km 范围内的重要保护性鱼类在调查海区的分布

大黄鱼属暖温性金底层集群洄游鱼类，适温范围 8~32℃，适盐范围 6.5~34.0。成鱼主要摄食小鱼、虾蟹等甲壳类，幼鱼主食桡足类、磷虾等浮游动物。产卵场多在河口附近或岛屿、内湾的近岸浅水水域，水深一般不超过 20m。闽南渔场的大黄鱼属闽-粤东族群体，每年春汛随着气候转暖，水温逐渐回升，鱼群从东南外海向近岸浅海洄游。在 2013 年的调查中，夏秋季节均出现了大黄鱼。夏季大黄鱼出现在距离排水口 12 公里，5km 范围内没有大黄鱼出现。秋季，大黄鱼游向湾内产卵，在湾内有 6 个站位出现，分布见图 2.3-12。本次调查在 2018 年 8 月和 11 月航次采集到大黄鱼，2018 年 8 月在湾外 48 号站采集到大黄鱼 1 尾，2018 年 11 月大黄鱼广泛分布于东山湾湾口至兄弟岛间各站，在湾内 18 和湾口 28 号站亦有分布，分布见图 2.3-13 和图 2.3-14。综上，大黄鱼在调查海区的分布高密度区主要在湾外，对东山湾的利用是季节性的，主要为秋季，主要群体为幼鱼，可随潮流进入东山湾。

白姑鱼是福建近海重要的经济鱼类，系石首鱼科暖水性近底层鱼类，一般栖息于水深 40~100m、泥沙底质的海域，摄食鹰爪虾、鼓虾、细螯虾、二长棘鲷等，生殖期 4~6 月，结群向近海洄游产卵。白姑鱼在 2013 年的四个季节调查中均有出现，不过在距离工程 5 公里范围内的站位，四季调查均没有出现白姑鱼。春季，白姑鱼春季由外海进入南澳、东山湾和厦门湾等沿海产卵，当年生由于在这些区域索饵成长，此时期在沿海出现大量的小个体白姑鱼，秋季，随着温度的逐渐降低，白姑鱼向温度更高的中南部近海洄游至越冬场。综上，白姑鱼对东山湾的利用季节为全年，白姑鱼为石首鱼科鱼类，不过据调查结果，在工程 5 公里范围内的站位，四季调查均没有采集到白姑鱼。

金色小沙丁鱼为暖水性中上层鱼类，栖息水深为 15~100m。金色小沙丁鱼分布范围很广，在闽南-台湾浅滩渔场，金色小沙丁鱼是最主要的中上层鱼类之一，其产卵场位于 22°40′阴暗水域，每年 2 月份就有少数鱼开始产卵，一直延续到 9 月，4 月份为产卵盛期。据资料，阉南一台湾浅滩渔场的金色小沙丁鱼 一般不作长距离洄游，除幼鱼阶段有部分鱼群到达闽东、阔中近海外，整个生命过程基本上在闽南-台湾浅滩渔场度过。2013 年调查中，仅在夏季调查中发现了金色小沙丁鱼，分布见图 2.3-15。2018 年 8 月在东山湾外采集到大量金色小沙丁鱼区域靠近金色小沙丁鱼在闽南-台湾浅滩的中心产卵场，2018 年 11 月金色小沙丁鱼广泛分布于东山湾外各站见图 2.3-16 和图 2.3-17。从上述数据可看出，金色小沙丁鱼在调查海域主要产卵和索饵场所为湾外近海，主要在兄弟岛周围海域。在 11 月，有少量幼鱼可至东山湾口，甚至可随潮流进入东山湾内水域进行索饵。综上，金色小沙丁鱼对东山湾的利用是季节性的，主要季节为夏季和秋季，在潮流左右下进入东山湾进行幼体肥育和索饵。

二长棘鲷属近海暖温性底层鱼类，栖息于水深 20-100m、底质为泥、泥沙间有石砾的海域。闽南、台湾浅滩的二长棘鲷，产卵期为 12 月至翌年 3 月。在产卵期间常集群游向近岸水域，相对集中在闽南、台湾浅滩渔场内侧近岸海域及台湾澎湖周围一带海域。4-8 月索饵群体广泛分布于中北部近岸，尤以东椗和兄弟岛周围海域分布最为密集。二长棘鲷为肉食性鱼类，幼鱼摄食桡足类，成鱼则摄食多毛类、蛇尾类、端足类、鱼类、长尾类、介形类、糠虾类、瓣鳃类、短尾类、头足类等类群。在 2018 年全年的调查中，4 月和 8 月航次采集到二长棘鲷，2018 年 4 月二长棘鲷广泛分布于东山湾湾外海区，在湾内 18、19、27 号站有分布，见图 2.3-18。2018 年 8 月二长棘鲷广泛分布于东山湾外海域，在东山湾内没有分布。在 2013 年的调查中，二长棘鲷主要出现在春季，夏季相对较少，秋冬季本次调查没有出现，见图 2.3-19。上述数据分析结果表明，4 月、8 月是二长棘鲷在调查海区的索饵期，在 4 月份，二长棘鲷利用东山湾八尺门至云霄沿岸水域作为幼鱼的索饵场。

蓝圆鲹属暖温性中上层鱼类，分布在闽南-台湾浅滩渔场的蓝圆鲹属于闽南-粤东近海地方性种群。该种群移动分布分范围较小，除了由于阶段受夏季西南季风的影响，部分群体可达到闽中和闽东沿岸、近海外，其他生命阶段的生命过程都是在闽南-台湾浅滩渔场和粤东近海渔场度过。产卵期为 1-9 月，有两个高峰期，分别出现于 1 月和 5-6 月。生殖期间，产卵适宜水温 19-29℃，盐度 31-35。产卵场分布相当广泛，遍及闽南-粤东近海，

通常在 50m 以深海域；蓝圆鲹属广食性鱼类，主要摄食桡足类、磷虾类、端足类、介形类、虾类和小型鱼类。本次调查在 2018 年 4 月和 8 月航次采集到蓝圆鲹，2018 年 4 月东山湾内没有采集到蓝圆鲹，2018 年 8 月蓝圆鲹广泛分布于东山湾外各站，在湾内亦有分布，分布见图 2.3-20。从上述数据可看出，蓝圆鲹在调查海域主要产卵和索饵场所为湾外近海，在 8 月蓝圆鲹资源密度高峰期，有少量幼鱼随潮流进入东山湾湾口水域。综上，蓝圆鲹对东山湾的利用主要为夏季，随大潮流可进入东山湾。

短尾大眼鲷属暖水性近底层鱼类，栖息于水深 20~100m，底质为沙质的水域，集群性差，常集小群与其他鱼类混栖，基本不作长距离洄游。产卵期 3~8 月，盛期 5~7 月，分批产卵，肉食性，以甲壳类及小鱼为食。短尾大眼鲷属生命周期短、繁殖力强、世代更新快，补充群体大于剩余群体的鱼类，其资源易受捕捞压力影响而产生波动。近年闽南-台湾浅滩渔场的短尾大眼鲷渔获量不断下降，且渔获个体趋向小型化。在 2013 年调查中，夏季出现的短尾大眼鲷主要在湾外几个水深较大的站位，在湾内仅有少量分布，见图 2.3-21。2018 年全年调查在 4 月和 8 月航次采集到短尾大眼鲷，2018 年 4 月在东山湾内采集到 1 尾短尾大眼鲷，2018 年 8 月在东山湾内没有采集到。从上述数据可看出，短尾大眼鲷在调查海域为零星分布，且全部为幼体，可随潮流进入东山湾进行索饵。

2.3.3.7 生态保护红线

厂址附近的生态红线区有：东山湾重要滨海湿地生态保护红线区、东山湾口南部重要渔业水域生态保护红线区、石矶塔屿特殊保护海岛生态保护红线区、漳江口红树林海洋保护区生态保护红线区、风动石至东门屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区、金銮湾重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区、头屿珊瑚礁海洋保护区生态保护红线区、鸡心屿珊瑚礁海洋保护区生态保护红线区、苏尖湾重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区、龙虎狮象东南侧重要渔业水域生态保护红线区、澳角珊瑚礁海洋保护区生态保护红线区（一）、澳角珊瑚礁海洋护区生态保护红线区（二）、龙虎狮象海洋保护区生态保护红线区。厂址附近生态红线如图 2.3-22~图 2.3-23 所示。

各生态红线区与厂址的相对位置如表 2.3-54 所示。5km 内的生态红线区为：东山湾重要滨海湿地生态保护红线区，管控措施：维持海域自然属性，保持自然岸线形态，保持海底地形、海洋水动力环境的稳定。禁止新增围填海、矿产资源开发及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能的开发活动，加强受损湿地的生态系统功能。确需在生态保护红线区内进行渔业及执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线、能

源等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，已建集中排污口适时退出，禁止倾废，改善海洋环境质量。

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.3.4.1 工业设施

厂址半径 15km 范围内规模以上工矿企业共有 217 家，详见表 2.3-55。距离厂址最近的是福建省燕宁顺通科技发展有限责任公司，位于厂址 SW 方位 3.5km，从业人员 18 名。

与前次调查相比，厂址半径 15km 范围内规模以上工矿企业数量由 115 家增加至 217 家，职工总人数由 31267 人增加至 38055 人。

厂址半径 15km 范围内包括四个工业开发区：云霄县临港工业集中区、古雷石化基地、云霄经济开发区、常山华侨经济开发区。

云霄县临港工业集中区位于厂址 NW 方位约 6.3km，根据《云霄县城乡总体规划（2015-2030）》，工业区内现有的企业为福建十八重工股份有限公司和华威科技，主要为钢结构配件和电源配件生产加工。另有从事环保橡胶沥青和化纤产品生产制造的企业。云霄临港工业集中区主要承接古雷石化基地的辐射，以古雷石化基地的产品为原料，重点发展节水、轻污染和高附加值的石化下游加工产业；规划利用十年时间初步建成轻工、纺织、装备制造、精细化工、战略性新兴产业五大产业板块。云霄县临港工业集中区规划图见图 2.3-24。

古雷石化基地位于厂址 E~ESE 方位约 11.8km，根据《古雷石化基地总体发展规划（2020-2030）年》，古雷石化基地采用国际先进的原油加工工艺和乙烯、芳烃等生产技术，生产清洁燃料及高端石化产品，瞄准战略型新兴产业，重点发展包括新型材料在内的三大合成材料（合成树脂、合成纤维、合成橡胶）及其深加工产品，形成承接台湾石化产业转移及国内外投资、面向国内及东南亚市场、上下游一体化的石化产业集群。其总体布局图见图 2.3-25。

云霄经济开发区位于厂址 NW 方位约 9.2km，根据《云霄经济开发区总体规划环境影响报告书》云霄县经济开发区规划的发展定位为：以发展轻工、机械电子、物流仓储等产业为主导，适当发展商贸物流和生活居住于一体的云霄县城生产服务中心。其空间规划图见图 2.3-26。

常山华侨经济开发区位于厂址 WNW~W 方位约 9.8km，已建成南片综合工业园、北片电子信息产业园，已入驻企业 165 家，其中台侨资企业 55 家，初步形成了电子信息、机械制造、健康食品、新型建材、精细化工等五大产业。园区规划："一城四园"，一城即规划建设具有浓郁东南亚特色的海西旅游华侨城。"四园"即在华侨城北片依托高铁出口站，规划建设物流商贸园、综合产业园。南片规划建设以精密机械、食品加工为主导产业的综合工业园；西北片利用良好的生态环境，规划发展观光、休闲、度假、运动综合旅游产业园，以此确立中心拉动，四园联动，整体起步的发展格局。规划图见图 2.3-27。

厂址半径 5km 范围内没有工业园区，不会对厂址安全构成影响，厂址附近的工业企业规划建设前均需要进行分析评价，以保证与核电厂的相容性。

厂址半径 15km 范围内现有液化气储用企业 3 家，拟建 1 家，其中规模最大的是位于东山县铜陵镇大沃田尾的福建省大东石油化工有限公司，距离厂址 SSE 方位大约 9.8km，该公司现有 4 个液化石油气储罐，均为 1000m^3 的球形储罐；距离厂址最近的液化气储用企业为云霄县华荣燃气有限公司，位于厂址 WSW 方位 8.9km，现有 50 m^3 的液化石油气贮罐 2 座， 20 m^3 残液罐 1 座。厂址半径 15km 范围内液化气储用企业情况见表 2.3-56。

厂址半径 15km 范围内涉爆企业有一家，为云霄云常工程服务有限公司民爆物品库区，位于厂址 W 方位 8.1km，炸药库存 9900kg，雷管库存 20000 发。运输方式为厢式车运，单次最大运输量为 9.9 t，运输路线距厂址最近 8.1km。

厂址半径 15km 范围内危险化学品储用企业 3 家，均位于厂址 14km 以外。详见表 2.3-57。

厂址半径 15km 范围内加油站 17 家。经营范围为汽油和柴油，其中：存储量最大的为中化（福建）石油销售有限公司东山疏港路加油站，位于厂址 SSW 方位 13.3km，最大存储汽油 150 m^3。距离厂址最近的加油站为中石化森美列屿加油站，位于厂址 WSW 方位 4.12km 处，储量 27m^3。详见表 2.3-58。

厂址半径 15km 范围内目前无危险品管道运输，涉及一条规划的海西天然气管网二期工程，该管线最近距离位于厂址 W 方位约 9.85km 处，输气管径 813mm，输气压力 7.5MPa。

2.3.4.2 交通

（1）公路铁路

厂址附近交通条件便利，厂址所在云霄县公路通车里程 1061.4km，其中沈海高速公路 24.8km，国道 324 线 39.2km（二级），省道漳东线 21.4km（二级），县道六条 165km（三级），乡道 215km（四级），通村及其他 596km。沈海高速（漳诏高速）相对厂址最

近距离约 10km，位于厂址西侧；国道 324 位于厂址西侧，相对厂址最近距离约 11km；省道 201 距厂址最近处位于 WSW 方位，最近距离约 8.5km；疏港公路最近距离位于厂址 WSW 方位 2.7km，在云霄县境内与 G324 国道相接。厂址附近公路运输危险品运输情况详见表 2.3-59。

厂址半径 15km 内有一段铁路，为厦深铁路，距离厂址最近处为 15km。漳州交通“十三五”规划规划有漳汕高铁客运专线漳州段与沿海铁路货运专线漳州段。

（2）海运

厂址半径 15km 范围内涉及东山湾海域内中的古雷港区和东山港区。

古雷港区共有 7 家码头。其中有 2 家危货码头，分别为一德码头和海腾码头。根据 2020 年 8 月厦门港口管理局漳州分局提供资料，一德码头仅保留经营冰醋酸一种化学品，其余种类因安全原因取消。海腾码头主要经营抽余油、石脑油、重芳烃、常压柴油、减压柴油、重整液、二甲苯、醋酸异丁酯、煤油、混合芳烃、烷基苯、乙烷、庚烷、液化石油气、异戊烷、液体硫磺、常压渣油、凝析油、轻石脑油、减压渣油、燃料油、对二甲苯、重石脑油、混合二甲苯、间二甲苯、苯、邻二甲苯。古雷港区目前正在大规模建设，将建设古雷港油品化工码头区和化工品公用罐区。现有石油化工码头及规划中的油品化工码头区和化工品公用罐区位于厂址 SE 方位约 13.5~15km 范围。

东山港区有 4 家码头。其中 2 家危货企业，分别为铜陵油库和大东石化。铜陵油库，是中石化下属企业，码头为 3000 t 级，经营柴油、汽油；大东石化，属地方民营企业，码头为 3000 t 级，主要经营甲苯、柴油、汽油、液化石油气。城垵-铜陵作业区涉及危险品的铜陵化工码头及大东液体化工码头位于厂址 SSE 方位约 9~10km 范围。

厂址半径 15km 范围内航道为东山湾内的古雷航道和城垵航道，城垵航道最近处位于厂址 S 方位约 9.5km，古雷航道最近处位于厂址 SE 方位约 13.9km，古雷航道和城垵航道主要运输的危险是汽柴油、燃料油等，详见表 2.3-60。未来随着古雷港区开发建设，古雷航线将继续沿古雷半岛北上，最近处位于厂址 E 方位约 9km。

（3）渔港

厂址半径 15km 范围内现有渔港 8 个，分别为白衣渔港、礁美渔港、山前渔港、下寨渔港、下崎渔港、人家渔港、大澳渔港和古港渔港。距离厂址最近的是山前渔港，位于厂址 WSW 方位 3.71km。规划建设云霄县列屿镇人家二级渔港，位于厂址 NNW 方位约 1.53km，该渔港规划码头 1165 m、150 马力渔船泊位 5 个，栈桥 13 m，福建省闽科工程顾问有限

公司已编制《福建省云霄县列屿人家二级渔港工程厂址安全分析报告》，该报告结论是该渔港的建设不会对核电厂安全构成影响。厂址半径 15km 范围内各渔港的基本情况见表 2.3-61，厂址半径 15km 范围内各渔港与厂址的位置关系示意图见图 2.3-28。

（3）空运

漳州市目前无民用机场，民用航空运输主要依靠距漳州市区约 56km 的厦门高崎机场。距厂址最近的民用航线为 W597，其中心线的地面投影位置距厂址最近距离约为 6.2km，位于厂址 NW 方位；民用航线 A470 其中心线的地面投影位置距厂址最近距离约为 23.7km，位于厂址 NW 方位。

厂址半径 16km 范围内没有机场，厂址半径 4km 范围内没有航线和起落通道。

2.4 气象

本节内容编制依据的成果报告如下：

1）《福建漳州核电厂厂址现场铁塔和地面气象站常规气象观测和统计分析成果报告(2020.5.1~2021.4.30)》，中国辐射防护研究院，2022 年 2 月；

2）《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址区域常规气象和极端气象补充调查统计分析报告》，中国辐射防护研究院，2018 年 6 月；

3）《厂址大气扩散试验研究》，北京大学科技开发部，2009 年 6 月。

2.4.1 区域气候

厂址区域地处东亚季风区，处于东、西风带交替影响的过渡区，也是温带、副热带和热带各类天气系统频繁交替影响的区域，属典型的亚热带海洋性季风气候，寒暖暑凉交替出现，干湿季分明；临海的地理位置使其冬无严寒，夏少酷暑，气候暖热，雨量尚足。大气环流的主要特征如下：

冬季影响厂址区域天气、气候的主要地面环流系统是蒙古冷高压，高空系统是中纬度西风槽。厂址区域处于东亚大槽底部，冬季厂址区域的盛行风为偏北或东北风，气候相对干冷。北方冷空气频繁南下。强冷气团入侵时，会给厂址区域带来强降温和低温冷害。

春季分为早春季和梅雨季，早春季，在变性冷空气与紧接而至的冷气团共同作用下，厂址区域多持续性阴雨天气。这一时期的降雨雨势一般不大，但也有出现暴雨和洪水的可能。这一时期天气冷热多变，有的年份还会出现倒春寒天气以及冰雹等强对流天气。梅雨季节北方冷空气与来自低纬的暖湿气流交汇于南岭—武夷山一带。两种气团湿、热性质差异显著而强度相当，从而产生强烈的极锋性降水。在此期间，厂址区域多持续性暴雨过程。

夏季厂址区域主要处于西太平洋副热带高压的控制下，多高温晴热天气，盛行偏南和

东南风，台风影响频繁。主要的天气类型有四种，即副热带高压控制下的晴热天气、副热带高压边缘的多雷阵雨天气、台风影响下的狂风暴雨天气以及北方冷空气南下时的短暂锋面过境天气。副热带高压的强度和位置直接影响着厂址区域台风活动的多寡。

秋季高空西风带明显南压，东亚大槽加深，南支急流建立，西太平洋副高进一步南落回撤，福建的台风季基本结束，而冷空气则开始活跃。地面气压场上，蒙古高压和阿留申低压已经形成，印度低压减弱，台湾海峡的东北大风增强、增多，降水减少，气温下降。

总之，厂址区域的气候和天气既受低纬度大气环流的影响，又受中、高纬度大气环流的影响，冬夏季环流的更迭鲜明。冬半年，高空为强大的西风带，亚洲大陆低空为势力强的冷性反气旋所控制，处于亚洲反气旋南沿的福建低空盛行东北季风。夏半年，高空主要为东风所控制，低空受西南季风和东南季风影响。从大气环流角度看，冬半年与夏半年的过渡月份大致是 4 月和 10 月。大气环流的这种格局决定了厂址区域的气候和季节性天气的基本类型及厂址的气象特征。

厂址周边主要的四个气象站分别为东山、漳浦、诏安和云霄气象站。各气象站的地理位置和基本状况与见图 2.4-1 和表 2.4-1。

根据厂址周边东山、漳浦、诏安和云霄四个气象站自建站~2017 年的气象资料统计结果，厂址区域年平均气温为 21.0~21.6℃，极端最高气温为 39.7℃（云霄，2002.7.4），极端最低气温为-2.4℃（漳浦，1963.1.27）；年平均相对湿度为 77~80%，最小相对湿度为 7%；年平均风速为 2.2~6.2m/s，极端最大风速为 48.0m/s（东山，1980.9.19）；年平均降水量为 1194.3~1778.1mm；年平均蒸发量为 1748.7~1912.9mm；年平均气压为 1007.7~1011.6hPa，极端最高气压为 1034.1hPa（云霄，2016.1.25），极端最低气压为 959.8hPa（漳浦，1983.7.25）；年平均日照时数为 1914.4~2274.8h。

2.4.2 设计基准气象参数

2.4.2.1 常规气象

对 2008 年 5 月～2013 年 12 月的厂址气象观测资料与东山、云霄、诏安、漳浦四个参证气象站同期日平均气象要素资料作对比分析，结果显示东山站与厂址气象要素的相关性非常好，其中气温、气压的相关最好，相关系数达 0.99 以上；风速、相对湿度与厂址的相关系数也达到 0.92 以上，尤其风要素的相关性明显优于其余 3 站，风速的相关性达到 0.93，全年风向一致率达 83.8%。可见，不论是受较大尺度气候因子影响的气温、气压和相对湿度还是局地性明显的风向、风速，东山站各气象要素均能有效表征厂址区域，因此选择东山站作为厂址的代表性气象站是合理的。

根据代表性气象站东山站 1954～2017 年观测的气象要素统计结果，分析厂址的当地气象条件。

1）风向和风速

表 2.4-2 为东山站累年各月和年的平均风速，可见，东山站年平均风速为 6.2m/s，月平均风速以 11 月份最大，为 7.9m/s，7、8 月份最低，为 3.9m/s。资料记录范围内出现的最大风速为 48.0m/s，出现在 1980 年 9 月 19 日。表 2.4-3 为东山站累年各季和年的风向频率，图 2.4-2 为东山站四季及年风玫瑰图。由图表可见，东山站年主导风向为 NE~ENE，频率为 47.0%；夏季主导风向为 S~SSW~SW，频率为 41.0%；其他季节主导风向与年主导风向相同，频率为 51.0~65.0%，年静风频率为 3.0%。

2）气温

东山站年平均气温为 21.0℃（见表 2.4-4），月平均最高气温出现在 7 月，为 27.6℃，月平均最低气温出现在 2 月，为 13.3℃。极端最高气温为 38.2℃，出现在 2004 年 7 月 2 日，极端最低气温为 2.5℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。

3）相对湿度

东山站年平均相对湿度为 80.0%，其中 10、11 月平均相对湿度最小，均为 72.0%，6 月最大，为 87.0%，最小相对湿度为 15.0%，出现在 1959 年 1 月 16 日。

4）降水

表2.4-5给出了东山站各月及年降水量统计值，可见，东山站年平均降水量为1194.3mm。受季风的影响，一年中月平均降水量 6 月份最多，为 214.7mm，12 月份最少，为 27.5mm。一日最大降水量为 350.4mm，出现在 2009 年 6 月 22 日，致因系统为在晋江登陆的 0903 号强热带风暴。

5）气压

表 2.4-6 为东山站各月及年平均气压，可见，东山站年平均气压为 1007.7hPa，其中 1 月平均气压最高，为 1015.0hPa，8 月最低，为 999.7hPa；极端最高气压为 1030.1hPa，出现在 2016 年 1 月 25 日，极端最低气压为 961.7hPa，出现在 1980 年 9 月 19 日，由登陆漳浦的 8015 号台风造成。

6）日照

由表 2.4-7 可见，东山站年平均日照时数为 2274.8h，最大值出现在 7 月（281.8h），最小值在 2 月（121.4h）；年平均日照百分率为 51%，日照百分率最大值出现在 7 月（68%），最小在 3 月（33%）。

7）蒸发量

由表 2.4-8 可见，东山站年平均蒸发量为 1750.6mm。10 月蒸发量最大，为 208.0mm，2 月最小，为 94.7mm。

8）水汽压

东山站年平均水汽压为 21.1hPa，月平均水汽压最高值出现在 7 月（31.1hPa），最低值在 1 月（11.9hPa）（见表 2.4-9）。

2.4.2.2 极端气象

1）热带气旋

根据核安全导则《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11，1991），调查 1949~2017 年间以厂址为中心、半径 400km 的范围（见图 2.4-3）的热带气旋，共得到热带气旋样本 375 个，年平均 5.4 个。按照核安全导则 HAD101/11（1991）推荐的耿贝尔函数和 P-Ⅲ分布函数分别对 1949~2017 年历年热带气旋最低中心气压 P_0 序列进行极值拟合，得到厂址区域百年一遇热带气旋最低中心气压为 901.5hPa，略大于前期采用的 900.2hPa。因此，维持原设计基准不变，即：厂址区域百年一遇热带气旋最低中心气压为 900.2hPa，最大风速为 52.2m/s；极大风速为 68.9m/s。

2）龙卷风

按照核安全导则《核电厂厂址选择的极端气象事件》（HAD101/10，1991）中的相关规定，收集以厂址为中心，经度 3°、纬度 3°（见图 2.4-4）的龙卷风资料，调查年代为 1958~2017 年，共得到龙卷风样本 140 例。以 10^{-7}/年的概率水平进行评价，得到龙卷风设计基准风速为 72.5m/s，小于前期采用的 76.0m/s。因此，维持原设计基准不变，即：厂址区域龙卷风设计基准风速为 76.0m/s，设计基准龙卷风为 F3 级。

依据核安全导则推荐的压降模型，其他设计基准龙卷风相关参数如下：

——最大旋转风速半径 Rm=50m；

——最大旋转风速 Vm=61.3m/s；

——平移速度 Vt =14.7m/s；

——压降速率 dp/dt=1.43kPa/s；

——总压力降 ΔP=4.86kPa。

3）极端风

根据漳浦、云霄、东山和诏安四个气象站自建站~2017 年的历年实测最大风速资料，

采用耿贝尔函数对各站历年最大风速序列进行极值拟合，得到百年一遇最大风速包络值为东山站的 48.9m/s，略小于前期采用的 49.1m/s。因此，维持原设计基准不变，即：厂址区域实测极端风百年一遇最大风速为 49.1m/s，百年一遇极大风速为 64.8m/s。

综合热带气旋和实测极端风的设计基准，本工程与核安全有关的抗震 I 类建构筑物设计基准风速为 68.9m/s（3s 阵风）。

4）极端气温

根据漳浦、云霄、东山和诏安四个气象站自建站~2017 年的历年极端气温资料，采用耿贝尔函数对各站极端气温序列进行极值拟合，得到百年一遇极端最低气温以漳浦的最低，为-3.2℃，与目前的设计基准一致；百年一遇极端最高气温以诏安的最高，为 40.8℃，比目前的设计基准略高 0.3℃。因此，确定厂址区域百年一遇极端最低气温为-3.2℃，百年一遇极端最高气温为 40.8℃。

2.4.3 当地气象条件

以下根据厂址气象站 2020 年 5 月～2021 年 4 月一整年的现场气象要素观测统计结果，分析厂址的当地气象条件。

1）风向和风速

表 2.4-10 给出了观测期间气象铁塔各高度风向频率，可见铁塔 100m、70m、50m、30m 和 10m 高度的最多风向分别为 NE、NNE、NE、NNE 和 N，风频依次为 25.6%、23.1%、29.1%、23.8%和 31.4%；次多风向集中在 NNE、NE 和 ENE 上，频率分别为 16.6%、21.0%、13.7%、18.3%和 20.0%，铁塔各高度最多与次多风向均集中在偏东北~北风向上，总频率均达 50.0%以上。从各季来看，夏季各高度主导风向均偏西南风向上，春、秋、冬三季主导风向均为偏东北~北风向，图 2.4-5 为观测期间气象铁塔各高度年风玫瑰图。

地面站年最多风向为 NE，频率为 22.2%，次多风向为 NNE，频率为 20.8%。各风向频率多集中于偏东北风向上，夏季偏西南风向频率较高，其它风向分布基本平均。表 2.4-11 给出了观测期间地面站各季和年风向频率，图 2.4-6 为地面站各季和年风玫瑰图。

铁塔 10m、30m、50m、70m 和 100m 高度年平均风速分别为 3.0m/s、5.1m/s、5.1m/s、5.3m/s 和 5.5m/s，月最大风速均出现在 10 月份，分别为 3.5m/s、7.2m/s、7.3m/s、7.4m/s 和 7.7m/s；月最小风速除 10m 高度出现在 9 月份外，其他高度均出现在 8 月份，分别为 2.0m/s、3.6m/s、3.7m/s、3.8m/s 和 4.0m/s。表 2.4-12 给出了观测期间气象铁塔各高度及地面站各月和年平均风速。

地面站年平均风速为 4.2m/s，月最大风速出现在 10 月份，为 6.3m/s，月最小风速出现在 8 月份，为 2.6m/s。观测期间厂址地面站出现的最大风速为 14.2m/s，极大风速为 27.7m/s。

2）气温

铁塔 10m、30m、50m、70m、100m 高度的年平均气温分别为 22.8℃、22.5℃、22.4℃、22.1℃和 22.1℃，月平均最高气温均出现在 7 月份，分别为 29.5℃、29.1℃、29.0℃、28.7℃和 28.6℃；月平均最低气温均出现在 1 月份，分别为 13.9℃、13.7℃、13.6℃、13.4℃和 13.3℃。

地面站年平均气温为 22.9℃，月平均最高气温出现在 7 月份，为 29.9℃，月平均最低气温出现在 1 月份，为 13.8℃。铁塔各高度和地面站月、季、年平均气温见表 2.4-13。观测期间地面站的最高气温为 37.7℃，出现在 2020 年 7 月 13 日；最低气温为 4.3℃，出现在 2021 年 1 月 13 日。

表 2.4-14 为将逆温按强度分类后给出的不同高度层年出现次数和频率。其中，逆温强度分为 4 个档次，分别为无 ($\Delta T/\Delta z \leq 0°C/100m$)、弱 ($0 < \Delta T/\Delta z \leq 1.7°C/100m$)、中 ($1.7 < \Delta T/\Delta z \leq 3.4°C/100m$) 和强 ($\Delta T/\Delta z > 3.4°C/100m$)。由图表可见，10~30m、10~50m、10~70m、10~100m 各层年逆温的出现频率分别为 13.1%、13.1%、8.9%、10.2%；强逆温的出现频率为 2.1%、1.1%、0.7%、0.2%。说明塔层各层全年逆温出现频率均很低。各塔层相比，低层出现逆温的情况略多。

3）相对湿度

地面气象站年平均相对湿度为 74.9%，月平均相对湿度在 65.6%~82.1%之间，最小相对湿度为 20.7%，出现在 2021 年 1 月 12 日，最大相对湿度为 97.0%，出现在 2020 年 8 月 5 日。铁塔 100m 高度处年平均相对湿度为 78.3%，月平均相对湿度在 67.0%~86.6%之间，最小相对湿度为 22.3%，出现在 2021 年 1 月 12 日，最大相对湿度为 100.0%。

4）降水

地面站年降水量为 768.5mm，月降水量以 6 月份最多，为 209.8mm，以 1 月份最少，仅 1.1mm。一日最大降水量为 67.6mm，出现在 2020 年 8 月 11 日。降水主要分布在春夏季，秋、冬季较少，雨量多分布在偏东北和偏西南风向上。表 2.4-15 和图 2.4-7 为观测期间厂址各季和年不同风向降水量。

5）气压

表 2.4-16 为观测期间地面站各月及年平均气压，可见，地面站年平均气压为 1011.6hPa，

其中 1 月平均气压最高，为 1019.1hPa，8 月最低，为 1005.0hPa；观测期间气压最高值为 1027.6hPa，出现在 2020 年 12 月 31 日；气压最低值为 994.9hPa，出现在 2020 年 8 月 11 日。

6）辐射

地面站年平均总辐射为 199.1W/m^2，月平均总辐射量以 7 月份最大，为 265.6 W/m^2，以 12 月份最小，为 136.0 W/m^2。年平均净辐射为 99.8W/m^2，月平均净辐射量以 6 月份最大，为 142.6 W/m^2，以 12 月份最小，为 51.7 W/m^2。表 2.4-17 为观测期间厂址地面站辐射的月、年平均值。

7）露点温度

地面站年平均露点温度为 18.0°C，最高月平均值出现在 7 月，为 25.2°C，最低月平均值出现在 1 月，为 7.2°C。观测期间出现的露点温度最高值为 27.3℃，出现在 2020 年 7 月 2 日，最低值为-10.5℃，出现在 2021 年 1 月 12 日。

8）蒸发量

地面站年蒸发量为 1340.6mm，8 月最高，为 172.6mm；12 月最少，为 69.6mm。

9）水汽压

地面站年平均水汽压为 22.1hPa，峰值出现在 7 月，为 32.1hPa，谷值出现在 1 月，为 10.8hPa。

2.4.4 大气稳定度

根据 2020 年 5 月~2021 年 4 月厂址气象铁塔 100m 高度和 10m 高度的温度差和地面站 10m 高度逐时风速资料，采用 ΔT~u 法进行大气稳定度分类。结果显示，当地以中性稳定度天气为主，D 类稳定度占约 51.0%，不稳定类（A、B、C）之和为 38.9%，稳定类（E、F）占 10.1%。详见表 2.4-18。

2.4.5 联合频率

根据厂址 2020 年 5 月~2021 年 4 月厂址气象站的实测气象资料，以及上述计算得到的大气稳定度统计结果，统计得到 10m 高度的风向、风速、大气稳定度三维联合频率见表 2.4-19，70m 高度风向、风速、大气稳定度、降水四维联合频率见表 2.4-20。

2.4.6 混合层高度及扩散参数值

1）混合层高度

2008 年 7 月 11 日~8 月 12 日和 2008 年 12 月 20 日~2009 年 1 月 10 日分别在厂址开

展夏、冬两季的大气边界层低空探测实验。3 个观测站的位置分别是：人家村（1#）位于刺仔尾角附近；半山村（2#）位于人家村西北西方向约 3.78km 处；大埔村（3#）位于人家村西北西方向约 12.15km 处。三个观测站基本在一条西北西-东南东走向的连线上，与海岸线垂直。根据探测试验得到的混合层高度统计值见表 2.4-21 和表 2.4-22。

由表可见，由于夜间近地面层多为逆温或中性层结，该地平均情况下不出现混合层。白天，从清晨到午后混合层厚度的抬升过程明显，其中以距海滨远的两处（2#和 3#观测站）更为典型，午前后的最大混合层高度达到千米上下。

同时次海滨的混合层高度低于内陆，尤其以中午和午后的差别更为显著。夏季 1#观测站平均最大混合层厚度约在 500m 上下，大约只有内陆的一半。1#观测站位于海滨，观测期间的白天向岸流比较常见，其温度廓线带有海洋边界层小温度梯度的特征或出现热内边界层，所以平均混合层厚度较低。向岸流的时段，2#和 3#观测站虽然可能还在热内边界层发展的路径历程内，但其边界层混合通常已可发展到较厚的气层，其混合层平均高度也较高。

冬季地面受太阳辐射加热相对弱，当地又盛行东北风，白天对流发展不够旺盛。滨海探测观测站的偏东北上风多属于陆地来流，混合层高度一般也不深厚。

根据以上探空观测结果，考虑到不稳定性强混合能力也强，达到高度就会较高的直观理解，确定运行状态下计算采用的混合层高度值如下：

A 类 900m

B 类 800m

C 类 700m

D 类 600m

2）大气扩散参数

厂址大气扩散参数综合采用示踪物实验、湍流观测和数值模拟结果综合确定。

中国辐射防护研究院于 2008 年 7 月 17~18 日和 25~27 日在厂址共进行了 17 次野外示踪物实验，释放高度均为 70m。17 次实验中，以中性稳定度（D 类）天气较多，共有 8 次，不稳定类天气 B、C 类 6 次，稳定类天气 E、F 类 3 次。示踪物实验得到的大气扩散参数见图 2.4-8。

北京大学于 2008 年 6~8 月和 2009 年 1~2 月间，分别在厂址气象铁塔 30m、100m 高度处进行了厂址湍流观测实验，分别观测 45 天和 34 天，获得 993 组和 760 组数据。覆盖了厂址地区各类稳定度情况。湍流观测获得的厂址扩散参数见表 2.4-23~表 2.4-24 和图

2.4-9。

在小尺度风场与输送轨迹分析的基础上，北京大学采用自主开发的随机游动粒子烟团模式对厂址下风距离 20km 范围的扩散规律进行了系统的模拟。对当地冬、夏（2008 年 1、7 月）特征日变化时段和野外示踪实验时段进行扩散模拟，春夏两季各选取了 12 组代表性条件进行扩散模拟，再加上示踪实验对应的 17 组个例，共 41 组。总体上，扩散模拟覆盖了从不稳定到稳定、从白天到夜间、以及日夜转化时期等各种条件，并包含了冬夏 2 个极端季节，揭示了当地大气扩散的丰富信息，有利于全面了解当地扩散规律。数值模拟获得的厂址扩散参数见图 2.4-10。

综合示踪实验、湍流观测和数值模拟实验，三种不同研究方法所获水平扩散参数有较大数值差异。参照 Pasquill-Gifford 的扩散参数曲线，示踪实验的结果显著偏大，数值模拟的结果略有偏大，湍流观测的结果总体持平或略小。这种差异既反映了当地湍流扩散过程的复杂性，也说明了不同研究方法之间的互补关系。首先，从示踪实验的结果来看，当地具有较高的水平扩散参数是合理的。这是因为当地扩散路径上地形起伏明显，而且扩散释放点附近陆地从海面拔起，地势陡峻，西北方向近处还有数十米高的山体。这些情况决定了当地扩散能力可比平坦均匀陆面的强。从模拟结果与示踪实验结果的比较分析来看，当地地形对扩散的扰动作用是明显的。

另一方面，从湍流观测的角度来看，其结果更多反映的是局地较小范围的影响。而观测点铁塔处于海边，十分易受海面条件的影响。获得的向岸流条件的水平扩散参数明显偏小即说明了这一点。对较能代表陆面大气条件的离岸流情况，扩散参数与 Pasquill-Gifford 曲线相比，除了最不稳定的 A-B 类偏低较多以外，其他稳定度条件的结果略偏低。基于湍流观测的扩散参数偏小与示踪实验结果的偏大形成的反差，与湍流观测的局地性和实际扩散路径上的山地扰动情况有关。由于局地湍流资料不能反映拉格朗日扩散过程和路径上地表不均匀性扰动的作用，同时湍流资料处理中还倾向于把较大尺度的扰动成分滤除，因此，由当地单点湍流观测资料趋向于导出偏小的水平扩散参数。

数值模拟的结果居于示踪实验结果与湍流观测结果之间，但更接近于示踪实验结果，这与模拟方法的特色有关。一方面，模拟方法使用了当地的实际风场，同时采用了实测的湍流数据，从而不仅可以较好地反映当地小尺度湍流扩散的作用，也可以部分反映输送过程中和扩散沿途中尺度扰动的作用。这后一部分的作用在山地地形情况下对污染物的扩散散布是重要的。因此数值模拟可以获得较接近实际的结果，与示踪实验的结果也更为接近。

综上所述，虽然三种不同研究方法所获水平扩散参数有较大数值差异，但各自的偏差与方法的特点以及当地实际情况有明显的关系，并可获得合理的解释。因此，可以据此综合推荐适合当地实际的扩散参数。对于水平扩散参数在不稳定一侧取值总体与 Pasquill-Gifford 曲线约高 1 个稳定度级别。对中性和稳定情况，扩散参数取值约比 Pasquill-Gifford 曲线高半个稳定度级别。

对于垂直扩散参数，与水平扩散参数的情况类似，示踪实验获得的垂直扩散参数值最大，湍流观测的结果较小。数值模拟的结果较离散，但不稳定条件下与示踪实验的结果相近，中性与稳定的则偏小。与 Pasquill-Gifford 的垂直扩散曲线相比，示踪实验的结果系统偏大，尤其是稳定的 E-F 类偏大明显。湍流观测的结果显示，不稳定条件在远处偏小，中性与稳定的与 Pasquill-Gifford 的结果接近。在综合三种方法的结果时，与处理水平扩散参数的情况相似，对不稳定条件仍主要参考示踪实验的结果，但对中性和稳定条件则更多综合参考数值模拟和湍流观测的结果。

综合三种方法，最终确定的厂址大气扩散参数见表 2.4-25 和图 2.4-11。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

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

厂址气象站于 2015 年 4 月建成，2015 年 5 月开始进行正式观测。气象观测系统由气象铁塔风温梯度测量系统、地面气象诸要素自动观测系统、监控系统平台三部分构成。

该气象观测系统以国外成熟的自动气象站 CR3000 为基础，结合气象塔风温梯度监测站和先进的数据采集软硬件平台，该气象观测系统主要由传感器、数据采集器、主控机、电源和专用电缆组成。

地面气象观测系统构成，其中地面气象观测的直接观测要素包括：风向、风速、气温、相对湿度、气压、总辐射、净辐射、降水量、蒸发等。气象铁塔观测高度为 10m、30m、50m、70m 和 100m 五层，观测要素为风向、风速、气温和湿度（100m）。气象铁塔和地面观测传感器主要性能见表 2.4-26 和表 2.4-27。

气象观测仪器在安装架设前均进行了标定，并定期在现场开展了气象塔气象要素梯度观测的风向和风速的水平比对。

用于计算三、四维联合频率所用到气象数据的联合获取率为 98.2%，满足 HAD101/02

（1987）规定的大于 90%的要求。

2.5 水文

本节如无特别说明，高程系统均采用 1985 国家高程。

2.5.1 地表水

2.5.1.1 海洋水文

（1）地理、地形条件

漳州核电厂厂址位于福建省漳州市云霄县岗屿镇刺仔尾，处于东山湾西岸。近岸海域内泥面标高一般在-5.00～-1.00m。水下地形由西向东略微倾斜。海滩地貌自岸边至远海由岩滩－砂滩－泥滩过渡，岩滩区主要分布在潮间带。南侧海湾潮间带为砂质浅滩，向外取水及排水构筑物区域均为淤泥质浅滩，取水构筑物区东端泥面标高低于-8.00m，为一宽度约 800m 走向近南北方向的水下暗沟。

东山湾是福建著名的港湾之一，海岸呈东北－西南走向，漳江由此汇入大海，南北向的古雷半岛和东西向的东山岛相互聚拢形成两道屏障，将东山湾与外海相隔，仅留有一个湾口与大海相连。东山湾南北长 20km，东西宽约 15km，湾内海域总面积达 247.89km^2。其中 0～5m 等深线海域面积为 117.2km^2，约占整个海湾面积的一半，10～20m 等深线海域面积仅 11km^2，水深 20m 以上的深水区靠近湾口由塔屿东西 2 个水道伸入湾内，东水道水深最大达 30m，宽约 2500m；西水道水深最大为 25m，宽约 700m。

东山海洋站位于福建省东山县城关，观测站址为东经 117 度 31 分、北纬 23 度 47 分，距厂址 SSW 向约 10km。主要的海滨观测项目有：潮位、表层海水温度、表层海水盐度、波浪、风等。其中波浪从 1992 年开始观测至今，水温 2004、2005 年中断观测，06 年后又重新恢复观测。据东山站观测资料分析，东山湾潮汐属不正规半日潮，潮汐不等比较明显，涨潮历时比落潮历时稍长，历史最高潮位为 2.77m（1971 年）。

（2）潮汐

2008 年 6 月 1 日至 2011 年 05 月 31 日在厂址进行了三年的潮位观测，由验潮资料计算的调和常数可得潮汐判别数 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$ 为 0.519，本海区的潮汐为不正规半日潮类型。

由三年观测资料得到厂址的特征值如下：

平均潮位	0.46m
平均高潮位	1.73m
平均低潮位	-0.77m

最大潮差	4.26 m
最小潮差	0.72 m
平均潮差	2.49m
平均涨潮历时	6 小时 35 分
平均落潮历时	5 小时 48 分

（3）潮位

根据 2008 年 6 月 1 日至 2010 年 5 月 31 日厂址站和东山海洋站的潮汐观测资料建立两站的潮位相关关系，两站相关关系式如下：

高潮相关公式：$Hczw=1.0132*H_{DS}-0.9969$ R=0.97

低潮相关公式：$Lczw=1.0215*L_{DS}-9.5695$ R=0.99

Hczw 和 H_{DS} 分别表示刺仔尾站和东山站高潮位

Lczw 和 L_{DS} 分别表示刺仔尾站和东山站低潮位

两站点高、低潮具有较好的相关性。依据东山站 1963~2013 年的观测资料及两站相关关系计算得到厂址站 1963~2013 年极值高、低潮位，用耿贝尔极值Ⅰ型分布律方法得到厂址处的特征潮位如下：

1000 年一遇高潮位	3.48m
200 年一遇高潮位	3.27m
100 年一遇高潮位	3.18m
50 年一遇高潮位	3.09m
33 年一遇高潮位	3.03m
1000 年一遇低潮位	-2.40m
200 年一遇低潮位	-2.28m
100 年一遇低潮位	-2.23m
50 年一遇低潮位	-2.17m
33 年一遇低潮位	-2.14m

（4）海流

2020 年 7 月和 2021 年 1 月在工程海域布设 13 个测站进行大、中、小潮同步海流观。

a）潮流特征

观测海域潮流属规则半日潮类型，本海域潮流运动形式基本上以往复流为主，1#测站运动方式表现为旋转流。

b）实测海流最大流速

夏季水文测验期间，实测最大涨潮流速为 1.09m/s，出现在 4#测站的表层；实测最大落潮流速为 1.24 m/s，出现在 11#测站的表层。

冬季水文测验期间，实测最大涨潮流速为 0.98 m/s，出现在 4#测站的表层和 0.2H；实测最大落潮流速为 1.12 m/s，出现在 10#测站的表层。

c）余流

余流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩留部分。

夏季测验期间，位于东山湾湾口的 1#～4#测站余流流速显著大于其他测站，且呈现出大潮流速最大、小潮流速最小的规律。位于东山湾深槽内的 5#、6#和 9#测站余流流速显著小于湾口各测站，亦呈现出大潮流速最大、小潮流速最小的规律。7#、8#、10#～13#测站各典型潮期间流速较小，规律性不显著。

冬季测验期间，位于东山湾湾口的 1#、3#和 4#测站流速显著大于其他测站，其中 1#和 4#测站呈现出大潮流速最大、小潮流速最小的规律，2#测站呈现出中潮流速最小、大潮流速最大的规律。其余各测站余流流速差异不大，各潮次之间的变化规律不明显。

（5）海水温度和盐度

根据厂址处水文站与东山站的相关分析，确定厂址多年平均水温 22.0℃，最高水温 31.5℃，最低水温 7.6℃。

根据2008年6月~2009年5月的盐度观测资料，月平均盐度最高为32.01，最低为26.64。观测期间最高盐度为 33.39，最低盐度为 24.36。

（6）泥沙

根据 2020 年 7 月夏季水文测验结果，实测涨、落潮垂线平均含沙量分别为 0.042 kg/m^3 和 0.043 kg/m^3。夏季大、中、小潮平均含沙量分别为 0.067 kg/m^3、0.038 kg/m^3、0.023 kg/m^3。夏季大潮实测最大含沙量为 0.707 kg/m^3，中潮实测最大含沙量为 0.300 kg/m^3，小潮实测最大含沙量为 0.174 kg/m^3。夏季大潮悬沙中值粒径在 0.0045～0.0108mm 之间变化，平均为 0.0084mm；中潮悬沙中值粒径在 0.0063～0.0123mm 之间变化，平均为 0.0083mm；小潮悬沙中值粒径在 0.0073～0.0137mm 之间变化，平均为 0.0088mm。

根据 2021 年 1 月冬季水文测验结果，实测涨、落潮垂线平均含沙量分别为 0.041 kg/m^3 和 0.039 kg/m^3。冬季大、中、小潮平均含沙量分别为 0.050 kg/m^3、0.036 kg/m^3、0.034 kg/m^3。冬季大潮实测最大含沙量为 0.155 kg/m^3，中潮实测最大含沙量为 0.157 kg/m^3，小潮实测

最大含沙量为 0.135kg/m^3。冬季大潮悬沙中值粒径在 0.0057～0.0095mm 之间变化，平均为 0.0075mm；中潮悬沙中值粒径在 0.0068～0.0087mm 之间变化，平均为 0.0077mm；小潮悬沙中值粒径在 0.0062～0.0090mm 之间变化，平均为 0.0075mm。

（7）波浪

观测期间厂址站的常浪向为 SSE 向，年累计频率为 16.1%；次浪向为 NE 向，年累计频率为 13.74%。厂址站的强浪向为 S 向，最大波高为 1.69m，出现于 2008 年 7 月。

（8）工程海域岸线演变和水下地形演变

根据 1992 年海图与 2008 年东山湾测图等深线比较分析可以看出，近年来东山湾内海床处于轻微冲刷状态，其中东侧 0m 等深线以上以及西侧 0～-2m 等深线之间冲刷幅度较为明显，深槽区变化较小，相对比较稳定。

2.5.1.2 陆地水文

漳江流域总流域面积 1038km^2，降雨量充沛，全流域多年平均降雨量 1768mm，降雨量主要集中在每年的 4～9 月，约占全年降雨量的 80%，降雨量年际变化较大。漳江流域来水主要来自天然降雨补给，径流量丰富，全流域多年平均径流深为 1080mm，径流系数为 0.61。漳江径流量受季节性降水制约，有明显丰枯变化，汛期（5～9 月）约占全年径流量的 77%，而枯水期（11～3 月）仅占全年的 14%左右。

漳江流域内主要河流有漳江及漳江的支流安厚溪、车圩溪、火田溪、西溪、山美溪等，漳江发源于平和县博平山脉大峰山麓，集水面积 1038km^2，主河道全长 67.8km。流域范围内行政区域涉及云霄、平和、漳浦、诏安四县，其中在云霄县境内流域面积 846km^2，占漳江流域面积的 81.5%；在平和县境内 176km^2，占 17.0%；其余 16km^2 面积于东西两侧分别分布于漳浦和诏安县境内，占 1.5%。漳江上游主河道为马铺溪，沿主流由上往下分别有安厚溪、车圩溪、火田溪、西溪、山美溪等汇入。火田镇下楼村以上支流较多，除山美溪在云霄县城区以下汇入外，其余上述各较大支流均在下楼以上汇入。

漳江流域内水利工程众多，上游有大型水库峰头水库，下游有大型水闸漳江南北水闸，向东渠引水工程总干渠自北向南跨穿云霄、东山两县。大型峰头水库总库容 1.77 亿 m^3，控制集水面积 333km^2；中型杜塘水库总库容 1621 万 m^3，位于漳江下游山美溪支流，坝址以上集水面积 25km^2，水库输水左、右干渠是向东渠的一部分，故当水库来水量不足时，可由峰头水库补给；另外还有小（一）型水库 12 座，小（二）型水库 80 座。大型水闸 2 座，中型水闸 4 座。大型引水工程一处（即向东渠引水工程），干渠总长 85km，设计灌

溉面积 25.29 万亩，（含东山县及诏安部份乡镇）。主要水利工程大型水库峰头水库、中型水库杜塘水库、向东渠引水工程和水尾引水工程。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 厂址附近范围水文地质特征

2.5.2.1.1 地下水类型及赋存条件

根据地形地貌、含水介质、地下水成因及赋存条件，厂址附近范围地下水主要划分为基岩裂隙水和第四系孔隙水两种类型。

（1）基岩裂隙水

中生代早白垩系形成的中细粒黑云母二长花岗岩、中细粒正长花岗岩和早侏罗系形成的中细粒花岗闪长岩，为厂址区主要的含水岩组。地下水储水空间以风化裂隙为主，主要储存在岩体浅部的强风化带中。该风化带具弱富水性，随地形、风化差异和补给条件的控制，具差异性，极不均一并呈不连续状分布。

（2）第四系孔隙水

第四系孔隙水根据含水介质可分为冲洪积、残坡积孔隙水和海积平原孔隙水。

a）冲洪积、残坡积孔隙水

主要分布在厂址区低山丘陵之间的沟谷地带及海域基岩的顶部，水面标高为 6.00~20.00m，含水层由冲洪积物、残坡积物组成，岩性主要为砂质黏性土、细~中砂、砾石，少量为黏性土及砾质黏性土。其中冲坡积物位于沟谷的中部，一般分布于残坡积物之上，平面呈带状分布；残坡积物仅出露于沟谷的两侧及海域基岩的顶部，平面上断续分布。冲洪积物分布范围小，补给量有限；残坡积物仅在山沟或低洼地带赋存有极少量的孔隙水。

b）海积平原孔隙水

主要分布在海积平原区，地形平坦，水面标高 1.10~3.50m，含水层主要由第四系全新统冲积物组成，岩性主要为粉砂、细砂，局部含少量碎石，局部夹淤泥、粉质黏土，为相对富水区。根据水文地质调查和区域资料，在岗屿镇东南山前溪入海口一带分布有风积砂层，含水层埋藏浅，孔隙发育，地层渗透性良好，单井出水量 1~10L/s，为中等富水区。

2.5.2.1.2 地下水的补给、径流、排泄

基岩裂隙水主要接受大气降水补给，补给区位于低山丘陵区分水岭两侧，补给区与径流区基本接近，总体径流方向大体从丘陵区地表分水岭向两侧沟谷径流。厂区基岩，尤其在厂坪标高+14.00m 以下多属微透水～极微透水岩石，地下水运动基本只限于浅层径流循环。大气降水一部分通过裂隙在局部地区侧向径流至山前残坡积、冲洪积物孔隙中，另一

部分以泉、溢出带的形式形成地表径流，排泄至沟谷地带入渗补给地下水或直接排泄入海。由于厂址附近范围内地下水资源贫乏，基岩区沟谷内的表流多被筑坝拦截形成水库，丰水期基岩裂隙地下水补给水库，枯水期水库中的地表水又补给基岩裂隙地下水。总体来说，整个基岩裂隙水，因含水层随地形地貌、风化程度、渗透性差异、补给条件等多种因素控制，使含水层富水性极不均一，总体水量很少，为弱富水区。由观测孔水位变化曲线反映与大气降水密切相关，水位变化一般与降水基本同步，证明裂隙发育深度浅，地下水渗流途径短。常年的枯、旱期水位变化幅度在 3.00m 左右。

沟谷区残坡积、冲洪积孔隙水主要接受大气降水补给和基岩风化裂隙水侧向补给，但由于冲洪积、残坡积物的岩性以黏性土为主，大部分孔隙不发育，入渗能力差，其接受侧向和垂直补给量很有限；沟谷局部地段分布的带状薄层细砂和砾石，由于埋藏深度及分布范围小，地下水位在一年中的大部分时间位于该层的底部或下部的残积层内。大气降水的主要部分通过地表径流流向低洼处，最终汇集于海中；其次为地表蒸发，垂直入渗极微。

海积平原松散孔隙水的补给来源有：①大气降水补给，②残坡积、冲洪积层和下伏强风化基岩的侧向补给，③河流的入渗补给，④海水潮汐的补给。由于残坡积、冲洪积层孔隙不发育，渗透能力较差，且下伏的强风化基岩与海积层接触的范围有限，故其补给量极少。在雨季河水水位上涨时，地表水补给地下水；枯旱季河水水位降低，地下水溢出补给地表水，随季节的不同，该区地下水径流方向在局部有所变化，但总体方向是从西北向东南径流，最终排向大海。东山湾内的潮差一般在 2.30m，涨潮时海水对近岸的海积孔隙水含水层进行补给，退潮时海积孔隙水含水层中的地下水又排泄入海。

综上所述：厂址附近范围地下水主要接受大气降水补给。大气降水补给的大部分成表流直接排泄入海，少部分入渗补给基岩裂隙水；基岩裂隙水沿裂隙走向运移，在沟谷处侧向补给到第四系孔隙水中或直接排出地表，地下水径流速度、途径受地形、构造条件控制。最终排泄入海。即地下水的补给、径流、排泄方向为基岩裂隙含水层→残坡积孔隙含水层→冲洪积孔隙含水层→海积、风积孔隙含水层→大海。

2.5.2.1.3 地下水取水调查

根据《国电漳州核电厂可行性研究水文地质调查报告》（2008 年 12 月），厂址附近范围没有大型厂矿和城市的供水水源，在调查过程中发现人工水库 9 座，民井 89 口。水库和大部分民井距离厂址较远，所有水库和民井与厂址不在同一水流路径上，与厂址区地下水无水力联系。

2.5.2.2 厂址地下水

2.5.2.2.1 地下水类型

厂区地下水类型按含水介质分为基岩裂隙水和第四系孔隙水两种类型。

1）基岩裂隙水

厂区地下水类型主要为基岩裂隙水。基岩裂隙水主要赋存于中粗粒黑云母二长花岗岩、中细粒正长花岗岩中。地下水储水空间以风化裂隙为主，主要储存在岩体浅部的强风化带中，水质较好。地下水主要接受大气降水补给，降水入渗后主要经风化带网状裂隙顺地势向山体两侧径流。地下水侧向补给第四系孔隙水或直接排出地表，最终汇入大海。

主厂区出露的基岩主要为中、微风化基岩。微风化岩体属微透水~极微透水岩体，中等风化岩体属弱透水~微透水岩体。厂址区无统一地下水水位，地下水径流缓慢。厂坪开挖后，不会改变地下水的总体流向。

2）第四系孔隙水

第四系孔隙水赋存于第四系（地层以素填土、砂质黏性土为主）孔隙中。主要接受大气降水补给，一般雨季赋存少量地下水，旱季干涸。该层填土渗透性较好，砂质黏土渗透性差，富水性差，水量贫乏，最终排泄入大海。

2.5.2.2.2 水力联系

厂址区三面环海，大部分地区为岩质海岸，区内地表水水体不发育。厂址开挖前，厂址区所处的水文地质单元与厂址区外的水文地质单元的水力联系主要受地形高差所控制（见图 2.5-14）。目前厂址已开挖回填至厂坪标高处，在 1#、2#机组西侧，3#～6#机组南侧，形成长约 1140m，最大坡高约 71m 的人工挖方岩质边坡，边坡整体呈北西-南东走向。此边坡形成厂址及周边新的地表分水岭，以此地表分水岭为界，形成相对独立的水文地质单元，在本单元内完成补给、径流、排泄入海的整个过程。厂址区没有大型节理裂隙带、断层破碎带等地下水通道，与区外的水文地质单元没有水力联系。厂址位于水文地质单元的地下水径流排泄区，地下水直接进入大海。

2.5.2.3 电厂对地下水的利用计划

核电厂没有利用地下水的计划。

2.5.2.4 电厂对地下水的可能影响

厂址整平后，厂坪标高以上的岩石和风化裂隙含水层将全部被清除掉，厂坪以下岩层为中等风化、微风化花岗岩，风化裂隙不发育，岩体透水性主要为微透水～极微透水，局部为弱透水~微透水；中等风化、微风化岩体中裂隙水非常贫乏。未发现贯通厂区内外的

断裂构造和其他含水通道。厂区紧邻大海，厂址地下水径流下游无村庄和取水点。因此，电厂建设对地下水没有影响。

2.5.3 洪水

2.5.3.1 海洋洪水

（1）天文潮

根据厂址站 2008 年 6 月 1 日～2011 年 5 月 31 日的 3 年观测资料进行调和常数计算，得到 21 年的逐时天文潮位，21 年中的最高、最低天文潮位分别为 263cm 和-194cm。摘取厂址站 21 年天文潮推算值的月天文高潮位和月天文低潮位，分别对其进行频率分析计算，从其频率曲线上摘取其相应的 10％超越概率天文高潮位和 90％超越概率天文低潮位分别为 249cm 和-183cm。

（2）增、减水

1）随机法：

2008 年 6 月至 2010 年 3 月观测期间，对厂址影响较大的有 10 场台风（0808“凤凰”，0813“森拉克”， 0814“黑格比”，0815“蔷薇”，0903“莲花”，0906“莫拉菲”，0908“莫拉克”，1010 “莫兰蒂”，1011“凡亚比”，1013“鲶鱼”），针对台风期将东山站和核电厂址站的增减水进行相关分析。计算得到相关公式如下，其中 y 代表厂址站，x 代表东山站，单位为 cm。

$$y = 0.9364x - 6.6874 \qquad R = 0.89$$

从相关关系可看出，两站增、减水具有较好的相关性，相关系数 R 为 0.89，表明两站受台风影响趋势相似。根据东山站 1963~2013 年极值增、减水资料及相关分析计算得到厂址站 1963～2013 年极值增、减水。

根据厂址站 1963 年～2013 年的增、减水年极值样本，用耿贝尔-Ⅰ型极值分布和 P-Ⅲ型频率分布进行重现期分析，可得不同重现期的增、减水值。为保守和合理起见，厂址不同重现期的增、减水值选用 P-Ⅲ型频率分布计算结果，如下：

千年一遇增水值为 2.02m

千年一遇减水值为-1.52m

百年一遇增水值为 1.56m

百年一遇减水值为-1.18m

2）确定论法：

建立合理的风暴潮数值模型，模拟 15 个有代表性的增水型台风和 3 个有代表性的减水型台风，根据风暴潮过程计算值与实测值的比较，就过程最大风暴潮值而言，其平均绝

对误差只有 6.06cm。因而，可采用该数值计算模式对核电厂址的可能最大风暴潮进行计算。

确定可能最大热带气旋 PMTC 参数为：

- P_{∞}取 1010hPa；
- 台风最大风速半径为 40km；
- 可能最大台风增水移动速度 T=33km/h、可能最大台风减水移动速度 T=37km/h；
- 移动方向 Φ=240°～360°～50°；
- 海上 PMTC 中心最低气压为 869hPa；登闽粤 PMTC 中心最低气压为 905hPa。

根据风暴潮模型输入可能最大热带气旋 PMTC 参数，得到厂址的可能最大台风增水为 3.59m，可能最大台风减水为-1.97m。

（3）海平面异常

根据国家海洋局最新公布成果，中国沿海海平面平均上升速率为 2.9mm/年。预计未来 30 年，东海沿海海平面将上升 70～145mm，即东海海平面平均上升速率约为 3.6mm/年。漳州核电厂址海域处于东海海区，由此推算，预计 80 年内核电厂址海平面将升高约 29cm。

（4）假潮

假潮是海湾地形对外力的一种响应。当外力周期与海湾的固有振动周期一致时，则激发假潮。HAD101/09 指出，假潮的振型仅取决于海湾的几何形状和水深。振幅则取决于外力的大小。保守估计厂址处的假潮不超过 13cm。而厂址可能最大台风增水为 359cm，因此假潮存在的话其振幅值远小于台风暴潮，可以忽略不计。

（5）海啸

由琉球海沟地震源引起的漳州核电厂址的最大海啸波幅均在 0.10m 以下，马尼拉组合地震源引起的漳州核电厂址的最大海啸波幅最大值也只 0.8m，远低于 PMSS（可能最大风暴潮）值。

另外，由太平洋传入的海啸波，即越洋海啸，观测事实表明，由于台湾岛和菲律宾群岛的阻隔，进入台湾海峡海啸振幅急剧衰减，由越洋海啸产生的漳州核电厂址的最大海啸波幅会更低。通过调查，当地历史上没有遭受过远程地震海啸的破坏。

综上，由于漳州核电厂址特殊的地理位置，局地、区域和越洋海啸对其造成灾害的风险极低。

（6）波浪影响

海浪数值计算采用 LAGFD-NWM 模式，该模式是一种第三代海浪数值模式，是建立在精确求解波数空间中谱能平衡方程的基础上的，其先进性已获得国际海洋界的肯定。在计算格式上模式采用特征线嵌入方法处理波能的传播，半隐格式处理波能的局地增长，与国际著名的 WAM 模式相比具有自己的特色。

本计算使用 LAGFD-NWM 第三代海浪模式对各选取台风发生、发展、衰亡全过程所引发的海浪场进行了数值模拟，计算域采用双重网格嵌套：大网格计算区域为：18°～26°N、116°～126°E，小网格计算区域为：23.4°～24.2°N、116.9°～118.2°E。计算古雷头南侧附近深海水域 20m 等深线处各台风过程期间的最大台风浪极值波高。

以+PMSS 及-PMSS 对应的可能最大热带气旋（PMTC）的风场条件对工程点邻近海域的波浪要素进行数值计算。

在-PMSS 水位情况下，工程点附近很多海域出现露滩现象，所以仅对+PMSS 条件下的逐时波浪要素进行计算。

根据波浪整体物模试验结果，在 DBF 水位下可能最大台风浪在护岸处的最大爬高为 13.4m。因此，厂坪标高为 14m，可以保证主厂区不受海域洪水的影响。

（7）洪水影响

根据 HAD101/09 的要求，确定厂址处的设计基准洪水位如下：

10%超越概率天文高潮位： 2.49m

可能最大台风增水： 3.59m

海平面上升： 0.29m

设计基准洪水位： 6.37m

厂坪标高定为 14.0m，高于设计基准洪水位，可确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对厂区安全相关构筑物产生影响。

2.5.3.2 陆域洪水

（1）暴雨洪水

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

厂区雨水排水按照千年一遇重现期设计，可能最大降雨（PMP）进行校核，并保证设计基准洪水位叠加千年一遇降雨工况条件下的厂区防洪安全。

（2）厂外山洪

根据厂区位置，厂址呈长条半岛状向东伸入东山湾海域，降落在厂区外围的雨水不排入厂区，分别由南、北二路排入海域，即厂址外围无汇水流域，无需考虑厂址外围防排洪设计的问题。

（3）溃坝洪水对厂区的影响

漳州核电厂厂址属滨海厂址，厂址不受地震引起的水坝可能破坏及水文因素引起的溃坝所造成的洪水影响。

（4）溪流与江河洪水的防护

厂址呈长条半岛状向东伸入东山湾海域，没有河流或溪流洪水影响核电厂安全。

2.6 地形地貌

厂址南、东、北三面环海，原始地形中间地势高，两侧地势低，主要由一系列侵蚀剥蚀残丘组成；区内残丘高程一般为 25.0～125.0m（1985 年国家高程基准，下同），山体最高高程约 163.0m；山谷间局部有冲沟，最大相对高差约 120m；北部为海积平原，地面高程一般为 3.5～5.0m。厂址区域以丘陵地貌、海岸地貌和海积地貌为主，厂址处残丘呈近东西向伸展，呈长条半岛状向东伸入东山湾海域；厂址拟用地范围内的土地类别主要为林地及部分耕地，并回填部分海域。厂址原始自然地形地貌见图 2.6-1。

厂址区域场地在 1、2 号机组工程建设时一次平整完成。目前 1、2 号机组区域场地已整平至 13.50m，正在进行土建施工；3、4 号机组区域正在进行土石方正挖施工；5、6 号机组区域场地已整平至 13.50m 和 15.50m，分别作为石料临时堆场及施工生产临建区等设施用地。厂址现状地形地貌见图 2.6-2。

表 2.2-1 厂址半径 5km 范围内行政村及其下辖村民小组情况（2019 年）

县（市、区）	镇、街道	社区、行政村	自然村	相对厂址位置		2019 年人口(人)
				方位	距离（km）	
云霄县	列屿镇	人家村	人家村	NNW	1.41	1514
		宅后村	宅兜村	NNW	1.67	747
			后安村	NNW	1.92	457
		南山村	南山村	WNW	1.61	1653
		油车村	油车村	NW	2.01	2917
			后岱村	NNW	2.03	146
		宅坂村	宅坂村	W	3.01	930
		城外村	城外村	WSW	3.24	2254
		城内村*	城内村	WSW	2.85	3005
		顶城村	顶城村	WSW	3.31	2839
			山内村	W	4.18	181
		青径村	径头村	N	3.20	550
			青崎村	N	3.89	1462
		山前村	山前村	WSW	3.77	4050
		林坪村	林坪村	WSW	4.10	1108
		半山村	大阪村	WNW	5.00	692
	陈岱镇	后江村	后江村	SW	4.76	1196
		中江村	柳畔村	SW	4.94	1291
合计	/	/	/	/	/	26992

注：该数据来源于漳州市公安局、云霄县公安局、列屿边防派出所、列屿派出所；*表示镇政府所在地。

表 2.2-2（1/3） 厂址半径 15km 范围重要居民点情况（2019 年）

县（市、区）	镇、街道	社区、行政村	位置		2019 年人口(人)
			方位	距离（km）	
云霄县（驻云陵镇）	列屿镇	人家村	NNW	1.53	1514
		宅后村	N	1.69	1204
		南山村	NW	1.56	1653
		油车村	NW	2.13	3063
		宅坂村	WSW	2.83	930
		城外村	WSW	2.84	2254
		城内村*	WSW	2.89	3005
		顶城村	WSW	3.20	3020
		青径村	N	4.00	2012
		山前村	WSW	3.71	4050
		林坪村	WSW	3.82	1108
		半山村	WNW	4.65	1627
	陈岱镇	双岭村	SW	5.87	1231
		前江村	SW	6.41	1154
		中江村	SW	4.82	1291
		后江村	SW	4.65	1196
		下曾村	SW	7.00	1767
		董塘村	WSW	7.78	1178
		坑内村	SW	8.03	1704
		礁美村	SW	9.44	4436
		石前村	SW	9.37	1822
		岱东村*	WSW	9.80	3345
		呈安村	W	9.77	752
		岱北村	WSW	9.86	2995
		岱南村	WSW	9.95	3063
		岱山村	WSW	10.21	3540
		峰外村	WSW	11.87	2711
		竹港村	WSW	12.75	4837
		白礁村	WSW	13.03	1072
		大山顶村	W	8.12	1098
	东厦镇	东崎村	NNW	8.55	3126
		湖丘村	N	7.70	2599
		竹塔村	NW	12.92	7523
		浯田村	NNW	13.82	5595
		长洋村	N	6.81	1571
		埭洋村	NW	14.87	4160
	常山华侨农场	大水堀管区	W	9.92	1414
		吉仔管区	WNW	10.83	998
		常山管区*	W	11.05	3717
		双山管区	WNW	11.96	1845
		海峰管区	WNW	12.38	1419
		新寮管区	WNW	13.35	1924
		下云管区	WNW	13.80	2622
		梧园管区	WSW	12.79	827
		溪墘管区	W	11.67	987

表 2.2-2（2/3） 厂址半径 15km 范围重要居民点情况（2019 年）

县（市、区）	镇、街道	社区、行政村	位置		2019 年人口(人)
			方位	距离（km）	
云霄县（驻云陵镇）	云陵开发区	益宝山村	WNW	14.11	1118
		树洞村	WNW	13.09	1194
		大埔村	WNW	13.45	1629
		下径村	WNW	8.90	1263
		三东村	WNW	10.26	798
		狮山村	WNW	14.91	1071
		马山村	WNW	15.00	3399
漳浦县（驻绥安镇）	杜浔镇	北坂村	ENE	14.45	3898
	沙西镇	下寨村	N	9.80	2948
		庵兜村	N	10.26	1348
		白衣村	N	10.32	3625
		涂楼村	NNE	10.79	6203
		沙西村*	NNE	10.90	4873
		河垅村	NNE	11.64	3917
		北旗村	NNW	11.20	3142
		屿头村	NE	11.65	5676
		院前村	NNE	12.29	1937
		枋林村	NNE	12.24	1614
		高林村	NE	13.92	4488
		庄前村	NE	14.51	3302
	古雷镇	西辽村	ESE	12.76	1567
		下堀村	E	12.85	2909
		西林村	ENE	12.55	4373
		古雷村*	E	13.29	4237
		港口村	ENE	13.19	6358
		龙口村	ESE	13.43	2506
		半湖村	ESE	13.48	2596
		油沃村	E	13.63	2632
		坡内村	ESE	13.67	2143
		岱仔村	ESE	13.79	7333
		古城村	ESE	14.95	4412
		下垵村	SE	15.00	2084

表 2.2-2（3/3） 厂址半径 15km 范围重要居民点情况（2019 年）

县（市、区）	镇、街道	社区、行政村	位置		2019 年人口(人)
			方位	距离（km）	
东山县（驻西埔镇）	铜陵镇	桂花社区	SSE	11.22	4678
		下田社区	SSE	10.35	2805
		大沃社区	SSE	10.63	3200
		桥雅社区	SSE	11.41	4051
		码头社区	SSE	11.20	4826
		铜亭社区	SSE	11.30	6912
		演武社区	SSE	11.30	4704
		顶街社区	SSE	11.30	4388
		苏峰社区	SSE	11.41	6366
		文峰社区	SSE	12.03	3908
		公园社区	SSE	11.51	3380
		铜兴村	SSE	11.72	1445
	康美镇	城垵村	S	10.43	2204
		龙潭社区	S	12.30	2929
		康美村*	S	11.22	4132
		马銮村	S	11.55	1383
		铜钵村	S	11.30	3817
		东沈村	S	12.82	3527
		钱岗村	S	11.02	1693
		西崎村	S	10.06	825
		美山村	S	11.38	948
	樟塘镇	古港村	SSW	11.55	1495
		港西村	SSW	12.94	2174
		樟塘村*	SSW	13.46	3698
		下湖村	SSW	13.92	2498
		南埔村	SSW	14.53	1553
		南山村	SSW	14.65	1230
		前马村	SSW	13.03	604
		后马村	SSW	12.42	553
	杏陈镇	后林村	SW	11.54	5943
		张家村	SW	12.09	2306
		前何村*	SW	13.31	4344
		高陈村	SW	13.08	1586
		埕英村	SW	13.70	3176
		磁窑村	WSW	12.49	720
	西埔镇	坑内村	SSW	14.85	1519
诏安县	四都镇	东葛头村	WSW	14.87	1966
合计					313038

表 2.2-3 厂址半径 15km 范围人口流动情况（2019 年底）

县	流动人口地点或地区名称	流出人口（人）	流入人口（人）	流入目的	半年以下（人）	半年至五年（人）	五年以上（人）
云霄县	列屿镇	/	7518	务工 3841；经商 37；其他 3640	3604	3584	330
	陈岱镇	/	1321	务工 636；经商 6；其他 679	291	980	50
	东厦镇	/	284	务工 153；经商 0；其他 131	153	129	2
	蒲美镇	/	7807	务工 2714；经商 23；其他 5070	2675	5072	60
	常山经济开发区	/	4734	务工 2972；经商 29；其他 1733	870	3829	35
东山县	铜陵镇	/	5787	务工 2224；经商 43；其他 3520	2518	2829	440
	康美镇	/	4669	务工 1654；经商 16；其他 2999	1711	2917	41
	樟塘镇	/	1385	务工 343；经商 2；其他 1040	638	709	38
	兴陈镇	/	1383	务工 766；经商 10；其他 607	456	629	298
	西埔镇	/	6013	务工 1754；经商 14；其他 4245	2216	3699	98
漳浦县	杜浔镇	/	6900	务工 1205；经商 70；其他 5625	4807	2074	19
	古雷镇	/	2519	务工 1015；经商 1；其他 1503	1567	949	3
	沙西镇	/	212	务工 118；经商 19；其他 75	77	131	4
诏安县	四都镇	/	1348	务工 993；经商 5；其他 350	246	988	114
	合计	/	51880	/	21829	28519	1532

注：数据来源于漳州市公安局，流出人口公安部门未统计。

短期流动人口主要为来此周边景点旅游的人群。

表 2.2-4 厂址半径 5km 范围内流动人口情况（2019 年底）

镇	行政村	流入人口	
		人数（人）	流动方式
列屿镇	人家村	3433	务工、经商、养殖
	宅后村	74	务工、经商、随迁
	油车村	177	务工、经商、随迁
	青径村	21	务工、经商、养殖
	南山村	1156	务工、经商、随迁
	宅坂村	46	务工、经商、随迁
	城内村	75	务工、经商、随迁
	城外村	137	务工、经商、随迁
	顶城村	1547	务工、经商、随迁
	林坪村	12	务工、经商、随迁
	山前村	167	务工、经商、随迁
	半山村	782	务工、经商、随迁
陈岱镇	中江村	17	务工、经商、随迁
	后江村	5	务工、经商、养殖
合计		7649	/

注：数据来源于云霄县公安局，流出人口公安部门未统计。

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围各子区人口分布（2019 年）

单位（距离：km；人口：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	方位小计
N	0	0	0	2012	7118	4973	30418	51961	14795	14245	44765	330395	500682
NNE	0	2718	146	0	0	51110	5998	125785	46748	15278	35502	560514	843799
NE	0	0	0	0	0	72802	66317	80862	58924	172279	105176	137044	693404
ENE	0	0	0	0	0	14629	14351	7175	7176	0	0	0	43331
E	0	0	0	0	0	9778	0	0	0	0	0	0	9778
ESE	0	0	0	0	0	20557	0	0	0	0	0	0	20557
SE	0	0	0	0	0	2084	0	0	0	0	0	0	2084
SSE	0	0	0	0	0	50663	0	0	0	0	0	0	50663
S	0	0	0	0	0	21458	0	0	0	0	0	0	21458
SSW	0	0	0	0	0	88439	33964	0	0	0	0	0	122403
SW	0	0	0	2487	12114	27339	1433	34910	17311	9815	66120	313	171842
WSW	0	0	3005	10174	10581	15673	105891	266358	113043	262305	294669	277776	1359475
W	0	0	0	1188	3264	46759	8557	14019	30439	61275	93824	23202	282527
WNW	0	1001	0	692	1263	18017	13644	6880	64581	45093	206754	134883	492808
NW	0	652	2917	0	0	103613	155003	45478	65588	63140	78302	33605	548298
NNW	0	646	0	0	3126	8737	55597	22019	28919	66456	196735	32010	414245
环段合计	0	5017	6068	16553	37466	556631	491173	655447	447524	709886	1121847	1529742	5577354

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区≤1 岁的人口统计（2019 年）

单位（距离：km；人口：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	方位小计
N	0	0	0	46	164	114	700	1195	340	328	1030	7599	11516
NNE	0	63	3	0	0	1176	138	2893	1075	351	817	12892	19407
NE	0	0	0	0	0	1674	1525	1860	1355	3962	2419	3152	15948
ENE	0	0	0	0	0	336	330	165	165	0	0	0	997
E	0	0	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	225
ESE	0	0	0	0	0	473	0	0	0	0	0	0	473
SE	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	48
SSE	0	0	0	0	0	1165	0	0	0	0	0	0	1165
S	0	0	0	0	0	494	0	0	0	0	0	0	494
SSW	0	0	0	0	0	2034	781	0	0	0	0	0	2815
SW	0	0	0	57	279	629	33	803	398	226	1521	7	3952
WSW	0	0	69	234	243	360	2435	6126	2600	6033	6777	6389	31268
W	0	0	0	27	75	1075	197	322	700	1409	2158	534	6498
WNW	0	23	0	16	29	414	314	158	1485	1037	4755	3102	11335
NW	0	15	67	0	0	2383	3565	1046	1509	1452	1801	773	12611
NNW	0	15	0	0	72	201	1279	506	665	1528	4525	736	9528
环段合计	0	115	140	381	862	12803	11297	15075	10293	16327	25802	35184	128279

表 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区 1～7 岁（含 7 岁）的人口统计（2019 年）

单位（距离：km；人口：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	方位小计
N	0	0	0	159	562	393	2403	4105	1169	1125	3536	26101	39554
NNE	0	215	12	0	0	4038	474	9937	3693	1207	2805	44281	66660
NE	0	0	0	0	0	5751	5239	6388	4655	13610	8309	10826	54779
ENE	0	0	0	0	0	1156	1134	567	567	0	0	0	3423
E	0	0	0	0	0	772	0	0	0	0	0	0	772
ESE	0	0	0	0	0	1624	0	0	0	0	0	0	1624
SE	0	0	0	0	0	165	0	0	0	0	0	0	165
SSE	0	0	0	0	0	4002	0	0	0	0	0	0	4002
S	0	0	0	0	0	1695	0	0	0	0	0	0	1695
SSW	0	0	0	0	0	6987	2683	0	0	0	0	0	9670
SW	0	0	0	196	957	2160	113	2758	1368	775	5223	25	13576
WSW	0	0	237	804	836	1238	8365	21042	8930	20722	23279	21944	107399
W	0	0	0	94	258	3694	676	1108	2405	4841	7412	1833	22320
WNW	0	79	0	55	100	1423	1078	544	5102	3562	16334	10656	38932
NW	0	52	230	0	0	8185	12245	3593	5181	4988	6186	2655	43316
NNW	0	51	0	0	247	690	4392	1740	2285	5250	15542	2529	32725
环段合计	0	396	479	1308	2960	43974	38803	51780	35354	56081	88626	120850	440611

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区 7～17 岁（含 17 岁）的人口统计（2019 年）

单位（距离：km；人口：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	方位小计
N	0	0	0	247	876	612	3741	6391	1820	1752	5506	40639	61584
NNE	0	334	18	0	0	6287	738	15472	5750	1879	4367	68943	103787
NE	0	0	0	0	0	8955	8157	9946	7248	21190	12937	16856	85289
ENE	0	0	0	0	0	1799	1765	883	883	0	0	0	5330
E	0	0	0	0	0	1203	0	0	0	0	0	0	1203
ESE	0	0	0	0	0	2529	0	0	0	0	0	0	2529
SE	0	0	0	0	0	256	0	0	0	0	0	0	256
SSE	0	0	0	0	0	6232	0	0	0	0	0	0	6232
S	0	0	0	0	0	2639	0	0	0	0	0	0	2639
SSW	0	0	0	0	0	10878	4178	0	0	0	0	0	15056
SW	0	0	0	306	1490	3363	176	4294	2129	1207	8133	38	21137
WSW	0	0	370	1251	1301	1928	13025	32762	13904	32264	36244	34166	167215
W	0	0	0	146	401	5751	1053	1724	3744	7537	11540	2854	34751
WNW	0	123	0	85	155	2216	1678	846	7943	5546	25431	16591	60615
NW	0	80	359	0	0	12744	19065	5594	8067	7766	9631	4133	67441
NNW	0	79	0	0	384	1075	6838	2708	3557	8174	24198	3937	50952
环段合计	0	617	746	2036	4608	68466	60414	80620	55045	87316	137987	188158	686015

表 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区>17 岁的人口统计（2019 年）

单位（距离：km；人口：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	方位小计
N	0	0	0	1559	5516	3854	23574	40270	11466	11040	34693	256056	388029
NNE	0	2106	113	0	0	39610	4648	97483	36230	11840	27514	434398	653944
NE	0	0	0	0	0	56422	51396	62668	45666	133516	81511	106209	537388
ENE	0	0	0	0	0	11337	11122	5561	5561	0	0	0	33582
E	0	0	0	0	0	7578	0	0	0	0	0	0	7578
ESE	0	0	0	0	0	15932	0	0	0	0	0	0	15932
SE	0	0	0	0	0	1615	0	0	0	0	0	0	1615
SSE	0	0	0	0	0	39264	0	0	0	0	0	0	39264
S	0	0	0	0	0	16630	0	0	0	0	0	0	16630
SSW	0	0	0	0	0	68540	26322	0	0	0	0	0	94862
SW	0	0	0	1927	9388	21188	1111	27055	13416	7607	51243	243	133178
WSW	0	0	2329	7885	8200	12147	82066	206427	87608	203286	228368	215276	1053593
W	0	0	0	921	2530	36238	6632	10865	23590	47488	72714	17982	218958
WNW	0	776	0	536	979	13963	10574	5332	50050	34947	160234	104534	381926
NW	0	505	2261	0	0	80300	120127	35245	50831	48934	60684	26044	424931
NNW	0	501	0	0	2423	6771	43088	17065	22412	51503	152470	24808	321040
环段合计	0	3888	4703	12829	29036	431389	380659	507971	346831	550162	869431	1185550	4322449

表 2.2-10 2000~2050 年福建省总人口数预测值与实际值的比较

年份	福建省人口（预测值）						福建省人口（实际值）	
	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六	总人口(万)	自然增长率（‰）
2000	3410	3410	3410	3410	3410	3410	3410	
2005	3541	3542	3538	3541	3540	3539	3557	8.44
2010	3720	3724	3694	3723	3710	3698	3693	7.50
2015	3906	3895	3849	3915	3886	3857	3839	7.75
2020	4002	3978	3921	4017	3976	3936		
2025	4021	3989	3923	4045	3995	3946		
2030	4039	4000	3918	4075	4014	3954		
2035	4089	4035	3927	4140	4059	3978		
2040	4129	4053	3919	4200	4093	3989		
2045	4096	4000	3846	4187	4059	3935		
2050	3997	3885	3715	4109	3965	3825		

表 2.2-11 2000~2010 年广东省总人口数预测值与实际值的比较

年份	广东省人口（预测值）						广东省人口（实际值）	
	高方案		中方案		低方案			
	总人口(万)	自然增长率（‰）	总人口(万)	自然增长率（‰）	总人口(万)	自然增长率（‰）	总人口(万)	自然增长率（‰）
2000	7498.54		7498.54		7498.54		7498.54	
2001	7576.69	10.42	7576.69	10.42	7576.69	10.42	7565.33	8.91
2002	7652.77	10.04	7650.53	9.75	7649.12	9.56	7649.29	11.10
2003	7727.75	9.80	7721.05	9.22	7716.90	8.86	7723.42	9.69
2004	7802.48	9.67	7789.10	8.81	7780.90	8.29	7804.75	10.53
2005	7877.80	9.65	7855.44	8.52	7841.90	7.84	7899.64	12.16
2006	7955.39	9.85	7921.63	8.43	7901.45	7.59	8048.71	18.87
2007	8034.93	10.00	7987.22	8.28	7959.04	7.29	8156.05	13.34
2008	8116.80	10.19	8052.44	8.17	8014.88	7.02	8267.09	13.61
2009	8201.37	10.42	8117.50	8.08	8069.15	6.77	8365.98	11.96
2010	8288.94	10.68	8182.54	8.01	8121.96	6.54	8521.55	18.60

表 2.2-12 潮州市 2000-2010 年人口总数和自然增长率与广东省高方案对比

年份	广东省高方案		潮州市人口（实际值）	
	总人口（万）	自然增长率（‰）	总人口（万）	自然增长率（‰）
2000	7498.54		246.59	
2001	7576.69	10.42	246.98	1.58
2002	7652.77	10.04	247.92	3.81
2003	7727.75	9.80	249.00	4.36
2004	7802.48	9.67	249.59	2.37
2005	7877.80	9.65	250.42	3.33
2006	7955.39	9.85	250.71	5.15
2007	8034.93	10.00	254.06	9.33
2008	8116.80	10.19	256.13	8.14
2009	8201.37	10.42	257.89	6.87
2010	8288.94	10.68	260.89	11.63

表 2.2-13 潮州市 2000-2018 年人口总数和自然增长率与福建省方案二对比

年份	福建省方案二		潮州市人口（实际值）	
	总人口（万）	自然增长率（‰）	总人口（万）	自然增长率（‰）
2000	3410		246.59	
2001	3440	8.80	246.98	1.58
2002	3466	7.56	247.92	3.81
2003	3488	6.35	249.00	4.36
2004	3514	7.45	249.59	2.37
2005	3542	7.97	250.42	3.33
2006	3574	9.03	250.71	5.15
2007	3609	9.79	254.06	9.33
2008	3647	10.53	256.13	8.14
2009	3685	10.42	257.89	6.87
2010	3724	10.58	260.89	11.63
2011	3761	9.94	262.78	7.24
2012	3797	9.57	264.80	7.66
2013	3833	9.48	267.16	8.87
2014	3865	8.26	268.79	7.4
2015	3895	7.32	272.80	5.8
2016	3920	6.26	273.98	9.0
2017	3941	5.12	275.50	9.9
2018	3958	3.98	275.79	6.8

表 2.2-14 潮州市 2000-2010 年人口总数和自然增长率与福建省方案三对比

年份	福建省方案三		潮州市人口（实际值）	
	总人口（万）	人口增长率（‰）*	总人口（万）	人口增长率（‰）
2000	3410		246.59	
2005	3538	7.37	250.42	3.09
2010	3694	8.63	260.89	8.19
2015	3849	8.22	272.80	8.93

注：该自然增长率为 5 年内的总自然增长率除以 5 得出的每年平均自然增长率。

表 2.2-15 厂址半径 80km 范围内每隔 10 年人口预期年均人口增长率

（单位：‰）

年 份	2028	2038	2048*	2058	2068	2078	2088
厂址评价区	1.28	1.24	0（2.22*）	0	0	0	0

*注：2037~2039 年均人口增长率 1.48‰，2039 年增长至峰值，自 2040 年后人口增长率为 0。

表 2.2-16 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2028 年）

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	方位小计
N	0	0	0	2035	7200	5031	30770	52563	14966	14410	45284	334223	506482
NNE	0	2749	148	0	0	51702	6067	127242	47290	15455	35913	567008	853574
NE	0	0	0	0	0	73646	67085	81799	59607	174275	106395	138632	701439
ENE	0	0	0	0	0	14799	14517	7258	7259	0	0	0	43833
E	0	0	0	0	0	9891	0	0	0	0	0	0	9891
ESE	0	0	0	0	0	20795	0	0	0	0	0	0	20795
SE	0	0	0	0	0	2108	0	0	0	0	0	0	2108
SSE	0	0	0	0	0	51250	0	0	0	0	0	0	51250
S	0	0	0	0	0	21707	0	0	0	0	0	0	21707
SSW	0	0	0	0	0	89464	34358	0	0	0	0	0	123822
SW	0	0	0	2516	12254	27656	1450	35314	17512	9929	66886	317	173834
WSW	0	0	3040	10292	10704	15855	107118	269444	114353	265344	298083	280994	1375227
W	0	0	0	1202	3302	47301	8656	14181	30792	61985	94911	23471	285801
WNW	0	1013	0	700	1278	18226	13802	6960	65329	45615	209150	136446	498519
NW	0	660	2951	0	0	104814	156799	46005	66348	63872	79209	33994	554652
NNW	0	653	0	0	3162	8838	56241	22274	29254	67226	199014	32381	419043
环段合计	0	5075	6139	16745	37900	563083	496863	663040	452710	718111	1134845	1547466	5641977

表 2.2-17 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2038 年）

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	方位小计
N	0	0	0	2061	7290	5093	31154	53219	15153	14590	45849	338393	512802
NNE	0	2784	150	0	0	52347	6143	128830	47880	15648	36361	574083	864226
NE	0	0	0	0	0	74564	67922	82820	60350	176450	107722	140362	710190
ENE	0	0	0	0	0	14983	14698	7349	7350	0	0	0	44380
E	0	0	0	0	0	10015	0	0	0	0	0	0	10015
ESE	0	0	0	0	0	21055	0	0	0	0	0	0	21055
SE	0	0	0	0	0	2134	0	0	0	0	0	0	2134
SSE	0	0	0	0	0	51889	0	0	0	0	0	0	51889
S	0	0	0	0	0	21977	0	0	0	0	0	0	21977
SSW	0	0	0	0	0	90580	34786	0	0	0	0	0	125366
SW	0	0	0	2547	12407	28001	1468	35755	17730	10053	67721	321	176003
WSW	0	0	3078	10420	10837	16052	108454	272806	115780	268655	301802	284501	1392385
W	0	0	0	1217	3343	47891	8764	14358	31176	62758	96095	23764	289366
WNW	0	1025	0	709	1294	18453	13974	7047	66144	46185	211759	138148	504738
NW	0	668	2988	0	0	106121	158755	46579	67176	64669	80198	34419	561573
NNW	0	662	0	0	3202	8949	56943	22552	29619	68065	201498	32785	424275
环段合计	0	5139	6216	16954	38373	570104	503061	671315	458358	727073	1149005	1566776	5712374

表 2.2-18 厂址半径 80km 范围各子区人口数预测（2048、2058、2068、2078、2088 年）

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	方位小计
N	0	0	0	2065	7307	5105	31224	53337	15187	14622	45951	339145	513943
NNE	0	2790	150	0	0	52464	6157	129116	47986	15683	36442	575359	866147
NE	0	0	0	0	0	74730	68073	83004	60485	176842	107962	140674	711770
ENE	0	0	0	0	0	15016	14731	7365	7366	0	0	0	44478
E	0	0	0	0	0	10037	0	0	0	0	0	0	10037
ESE	0	0	0	0	0	21101	0	0	0	0	0	0	21101
SE	0	0	0	0	0	2139	0	0	0	0	0	0	2139
SSE	0	0	0	0	0	52005	0	0	0	0	0	0	52005
S	0	0	0	0	0	22026	0	0	0	0	0	0	22026
SSW	0	0	0	0	0	90781	34864	0	0	0	0	0	125645
SW	0	0	0	2553	12435	28063	1471	35835	17769	10075	67871	321	176393
WSW	0	0	3085	10443	10861	16088	108695	273412	116037	269252	302473	285133	1395479
W	0	0	0	1219	3350	47997	8784	14390	31245	62898	96309	23816	290008
WNW	0	1028	0	710	1296	18494	14005	7062	66291	46287	212230	138455	505858
NW	0	669	2994	0	0	106357	159108	46682	67325	64812	80376	34495	562818
NNW	0	663	0	0	3209	8968	57069	22602	29685	68216	201945	32858	425215
环段合计	0	5150	6229	16990	38458	571371	504181	672805	459376	728687	1151559	1570256	5725062

表 2.2-19 厂址半径 80km 范围内 10 万人以上的人口中心相对厂址方位、距离和人口数（2019 年）

所属城市		区、县	人口中心位置		2019年人口数（人）	总人口数（人）
			方位	距离（km）		
漳州市	芗城区	东埔头街道	N	79.7	53606	325938
		南坑街道	N	79.9	65256	
		西桥街道	N	80	26264	
		新桥街道	NNE	79.6	51118	
		巷口街道	NNE	79.7	70967	
		通北街道	N	80	35468	
		芝山镇	N	80	23259	
	漳浦县	绥安镇	NNE	34.4	118006	118006
汕头市	饶平县	黄冈镇	WSW	53.2	197119	197119

表 2.2-20 厂址 80km 半径范围居民年消费量调查结果

单位：kg/人*a

食物类型		≥1 岁	1~7 岁（含 7 岁）	7~17 岁（含 17 岁）	城镇居民	农村居民	渔民	食物来源	
								评价区内%	评价区外%
粮食食物	大米	5.2	50.4	76.2	136.7	152.6	162.8	70	30
	面粉	0	2.6	3.8	4.8	3.6	3.2	0	100
	其它	0	5.4	13.6	15.8	12.6	10.2	60	40
蔬菜类	叶类	2.4	18.6	43.8	60.4	63.9	48.2	90	10
	根茎类	0.8	4.8	12.4	14.2	14.2	14.8	80	20
	果实类	0.6	5	14.8	22.4	22.6	19.4	80	20
	水生类	0	0.5	1.8	3.9	2.8	5.6	60	40
肉类	猪肉	0.8	8.4	15.5	22.6	20.2	18.6	80	20
	羊肉	0.1	0.5	1.7	4.5	2.8	2.1	20	80
	牛肉	0.1	0.5	1.4	4.8	3.2	2.2	20	80
	禽肉	0.2	2	9.2	10.7	12.8	9.6	40	10
海产品	鱼类	1.6	4.2	10.6	14.2	13.2	19.6	90	10
	甲壳类	0	0.6	1.6	4.8	4.7	7.5	100	0
	软体类	0	0.9	1.4	2.6	2.2	4.3	100	0
	藻类	0	0.6	1.2	1.4	1.4	2.3	90	10
奶类及其制品		28.8	21.4	15.7	14.4	7.5	6.8	0	100
蛋类及其制品		4.2	5.6	6.7	8.8	8.4	7.9	60	40
水果类		4.3	22.4	28.6	52.11	39.5	36.6	70	30

注：粮食类中其它包括：薯类、玉米、米粉、小米等。

表 2.2-21 厂址半径 5km 范围内农民和城镇居民食物消费量

食物种类		不同职业居民食物消费量（kg/人·a）						厂址半径 5km 范围所占内份额（%）	评价区内份额（%）	评价区外份额（%）
		农民		城镇居民		渔民				
		年平均	年最大	年平均	年最大	年平均	年最大			
粮食类	大米	156.4	185.0	142.0	180.0	158.2	190.0	30	70	30
	面粉	10.6	22.0	12.2	20.0	9.8	16.5	0	0	100
	其它	9.6	16.0	8.8	20.0	7.2	14.0	30	60	40
蔬菜类	叶类	71.5	110.0	63.3	110.0	52.2	80.0	80	90	10
	根茎类	27.5	45.0	23.4	50.0	16.4	35.0	20	80	20
	果实类	27.3	40.0	22.4	40.0	16.8	30.0	30	80	20
	水生类	12.5	18.0	9.6	15.0	8.0	12.0	10	60	40
肉类	猪肉	20.2	28.6	28.4	54.0	22.7	45.0	50	80	20
	羊肉	2.5	5.0	6.6	12.5	2.4	5.0	0	20	80
	牛肉	2.8	5.0	5.5	10.0	2.0	7.0	0	20	80
	禽肉	17.7	20.0	14.9	18.0	9.5	15.0	50	40	10
海产类	鱼类	65.8	90.0	56.6	85.0	76.2	92.0	80	90	10
	甲壳类	30.5	45.0	32.2	46.0	38.0	55.0	90	100	0
	软体类	26.2	34.0	22.4	30.0	28.6	38.0	90	100	0
	藻类	14.0	22.0	13.4	20.0	16.4	25.0	60	90	10
奶类及其制品		16.6	22.0	18.2	32.0	9.2	15.0	0	0	100
蛋类及其制品		8.9	15.0	10.5	15.0	8.0	14.0	30	60	40
水果		38.8	50.0	46.2	55.0	30.2	40.0	50	70	30

注：粮食类中其它包括：薯类、玉米、米粉、小米等。

表 2.2-22 厂址半径 5km 范围内不同年龄段居民年平均及年最大食物消费量

单位：小时/ 人·a

食物类型		四个年龄段食物消费量（kg/人·a）								5km 范围所占	评价区内份额	评价区外份额
		0~1 岁（含 1		1~7 岁（含 7		7~17 岁（含 17		＞17 岁				
		平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大			
粮食类	大米	5.2	10.0	52.6	75.0	114.0	130.0	156.	190.	30	70	30
	面粉	0.0	0.0	2.4	6.0	5.6	9.0	10.5	22.0	0	0	100
	其它	0.0	0.0	5.8	7.0	6.8	13.0	9.8	20.0	30	60	40
蔬菜类	叶类	7.2	12.0	22.6	26.0	52.2	80.0	65.6	110.	80	90	10
	根茎	0.6	1.0	16.2	25.0	22.7	40.0	26.9	50.0	20	80	20
	果实	0.3	0.5	16.5	26.0	26.4	35.0	23.8	40.0	30	80	20
	水生	0.0	0.0	1.2	2.5	4.4	8.6	11.2	18.0	10	60	40
肉类	猪肉	1.1	2.0	12.5	18.6	22.4	32.0	25.1	54.0	50	80	20
	羊肉	0.0	0.0	1.2	2.0	2.8	5.5	3.8	12.5	0	20	80
	牛肉	0.0	0.0	2.4	6.0	4.2	10.0	3.5	10.0	0	20	80
	禽肉	1.2	2.0	8.6	12.0	14.2	18.0	15.4	20.0	50	40	10
海产类	鱼类	2.5	8.0	36.2	50.0	56.1	85.0	68.4	92.0	80	90	10
	甲壳	0.0	0.0	8.5	12.0	24.2	40.0	37.5	55.0	90	100	0
	软体	0.0	0.0	7.6	13.0	18.2	28.0	26.9	34.0	90	100	0
	藻类	0.0	0.0	4.7	6.0	10.2	16.0	15.4	25.0	60	90	10
奶类及其制		36.5*	38.4*	22.4	30.0	16.8	28.0	18.6	32.0	0	0	100
蛋类及其制		5.6	12.0	8.6	12.0	9.2	14.0	10.6	15.0	30	60	40
水果		6.2	10.0	22.7	35.0	38.6	46.0	44.3	55.0	50	70	30

注：“*该统计值为未进行母乳喂养情况下的奶粉食入量，经调查，该区域 0~1 岁婴儿所食奶粉主要为国产奶粉；根据《中国居民膳食指南》（2016 年），我国乳母日平均泌乳量约为 750mL，满足 0~6 月龄婴儿生长需要， 7-12 月婴儿应保持每天 600mL 奶量，并增加适量辅食。粮食类中其它包括：薯类、玉米、米粉、小米等。

表 2.2-23 厂址半径 80km 范围不同职业居民分年龄段生活习性调查结果

单位：小时/ 人·a

职业构成	生活习性	0~1 岁 年平均	1~7 岁 年平均	7~17 岁 年平均	＞17 年平均
农民	岸边活动	2	8	14	115
	游泳	0	0	20	60
	划船	0	0	15	50
城镇居民	岸边活动	0	6	8	24
	游泳	0	0	4	12
	划船	0	0	5	15
渔民	岸边活动	/	/	/	1270
	游泳	/	/	/	120
	划船	/	/	/	1980

表 2.2-24 厂址半径 5km 范围不同职业居民分年龄段生活习性调查结果

单位：小时/ 人·a

职业构成	生活习性	0~1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁	
		年平均	年最大	年平均	年最大	年平均	年最大	年平均	年最大
农民	岸边活动	3	9	24	44	56	90	175	260
	游泳	0	0	0	0	16	32	68	110
	划船	0	0	0	0	15	39	120	205
城镇居民	岸边活动	0	0	9	22	20	38	140	210
	游泳	0	0	0	0	8	18	18	35
	划船	0	0	0	0	8	20	22	54
渔民	岸边活动	/	/	/	/	/	/	1390	2750
	游泳	/	/	/	/	/	/	120	180
	划船	/	/	/	/	/	/	2130	2650

表 2.3-1 云霄县生活饮用水地表水源保护区划分及取水口方位

序号	水源地名称	保护区名称	保护区水域范围	保护区陆域范围	取水口经纬度	取水口方位	取水口距离（km）	执行标准及类别
1	漳江支流车圩溪水源保护区	车圩溪饮用水地表水源一级保护区	漳江支流车圩溪从水尾滚水坝至上游1100m（水尾桥）水域	水尾滚水坝至上游1100m两岸外延各10m范围陆域（其中取水口一侧从水尾滚水坝至上游500m外延50m范围陆域）	车圩溪取水口 N24°03′31.3″ E117°14′51.2″	NW	33.4	GB3838-2002 Ⅱ类
2		车圩溪饮用水地表水源二级保护区	漳江支流车圩溪从水尾滚水坝至上游3500m水域	河流两岸外延各50m范围的陆域（一级保护区除外）				GB3838-2002 Ⅲ类
3	漳江支流西溪水源保护区	西溪饮用水地表水源一级保护区	漳江支流西溪从上窑滚水坝至上游1250m水域（从西溪取水口的下游50m至上游1200m）	河流两岸外延各10m范围的陆域	上窖取水口 N23°58′38.1″ E117°18′41.8″	NW	34.8	GB3838-2002 Ⅱ类
4		西溪饮用水地表水源二级保护区	漳江支流西溪从上窑滚水坝至上游3250m水域	河流两岸外延各50m范围的陆域（一级保护区除外）				GB3838-2002 Ⅲ类
5	峰头水库水源保护区	峰头水库饮用水地表水源一级保护区	峰头水库库区水域	峰头水库库区正常水位线以上50m范围陆域	峰头取水口 N24°03′18.5″ E117°16′32.3″	NW	23.8	GB3838-2002 Ⅱ类
6		峰头水库饮用水地表水源二级保护区		峰头水库库区一重山脊范围陆域				GB3838-2002 Ⅲ类
7	杜塘水库水源保护区	杜塘水库饮用水地表水源一级保护区	杜塘水库库区水域	杜塘水库库区正常水位线以上50m范围陆域	杜唐取水口 N23°53′10.2″ E117°19′58.5″	WNW	17.0	GB3838-2002 Ⅱ类
8		杜塘水库饮用水地表水源二级保护区		杜塘水库库区一重山脊范围陆域				GB3838-2002 Ⅲ类

表 2.3-2 厂址半径 80km 范围内涉及漳州市农副业生产情况

省、市	地级市	县、区、市	粮食作物		油料作物		蔬菜作物		水果	
			播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）
福建省	漳州市	芗城区	909337	408181	2361	547	31020	42047	44465	56064
		龙文区	9477	3383	/	/	16217	40209	4416	1674
		龙海市	8447	2932	/	/	157110	258776	125018	179091
		云霄县	1030	451	636	241	130015	175744	163274	275326
		漳浦县	107925	49824	2548	1069	379111	691659	174102	204194
		诏安县	106115	49291	1014	460	151316	278761	242040	241860
		东山县	237634	110514	480	178	39119	71250	16158	8457
		南靖县	153876	70285	769	362	181852	329807	100927	302747
		平和县	20433	8863	385	156	89272	192255	706721	1911061

注：数据来源于漳州市统计年鉴（2019 年）。

表 2.3-3 厂址半径 80km 范围内其他涉及的市县农副业生产情况

省、市	地级市	县、区、市	粮食作物		油料作物		蔬菜作物		水果	
			播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）
广东省	潮州市	湘桥区	59567	25572	2062	431	33193	69813	33707	38244
		饶平县	378581	137060	20819	3018	108740	240797	144447	90957
	汕头市	澄海区	207735	89980	1931	482	286950	736238	32540	85073
		南澳县	8420	4139	466	103	5580	16892	7621	4318
	梅州市	大埔县	632	78	797	164	7024	9739	9310	4480

注：数据来源于潮州市、汕头市、梅州市统计年鉴。

表 2.3-4 厂址半径 80km 范围内各子区粮食作物播种面积

单位：亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	175963	145872	0	0	187459	553919	1063213
NNE	0	0	0	0	0	32148	0	85391	12056	10478	0	8312	148385
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4196	5416	9612
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	2541	0	0	0	0	0	0	2541
SSW	0	0	0	0	0	237634	0	0	0	0	0	0	237634
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8420	8420
WSW	0	0	0	0	0	27156	17426	23511	42156	403562	34586	124700	673097
W	0	0	0	0	3875	0	25692	14756	0	0	52486	30549	127358
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	128	21456	0	0	21584
NW	0	0	0	0	0	0	431	235	0	0	0	362	1028
NNW	0	0	0	0	0	0	236	15893	14369	95426	51039	145863	322826
环段	0	0	0	0	3875	299479	219748	285658	68709	530922	329766	877541	2615698

表 2.3-5 厂址半径 80km 范围内各子区油料作物播种面积

单位：亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	256	345	0	0	145	2384	3130
NNE	0	0	0	0	0	0	0	2257	156	135	0	0	2548
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	480
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	466	466
WSW	0	0	0	0	0	456	105	157	0	21312	1569	1249	24848
W	0	0	0	0	0	0	489	368	0	0	159	523	1539
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	128	476	0	0	604
NW	0	0	0	0	0	0	165	220	0	0	0	797	1182
NNW	0	0	0	0	0	0	123	85	46	0	152	102	508
环段合计	0	0	0	0	0	936	1138	3432	330	21923	2025	5521	35305

表 2.3-6 厂址半径 80km 范围内各子区蔬菜播种面积

单位：亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	14586	10236	0	0	57896	130154	212872
NNE	0	0	0	0	0	21456	0	169459	124856	84796	0	91020	491587
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45793	36514	82307
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	39119	0	0	0	0	0	0	39119
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5580	5580
WSW	0	0	0	0	0	7388	14596	51469	35489	57370	84563	171591	422466
W	0	0	0	0	3583	0	31789	32569	0	0	60578	54781	183300
WNW	0	0	0	13478	24513	10496	20397	0	5869	21456	0	0	96209
NW	0	0	0	0	4876	1831	51520	235	0	0	0	7024	65486
NNW	0	0	0	0	0	0	16985	14085	17549	14786	29587	13265	106257
环段合计	0	0	0	13478	32972	80290	149873	278053	183763	178408	278417	509929	1705183

表 2.3-7 厂址半径 80km 范围内各子区水果播种面积

单位：亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	21036	48453	0	0	21456	54447	145392
NNE	0	0	0	0	0	0	0	85848	45896	42358	0	48864	222966
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32584	47986	80570
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	16158	0	0	0	0	0	0	16158
SW	0	0	0	0	210	0	0	0	0	0	0	7621	7831
WSW	0	0	0	0	0	41578	23548	73107	47851	154456	23698	11377	375615
W	0	0	0	0	0	0	58493	62589	0	0	12504	8659	142245
WNW	0	0	0	0	313	23589	58107	0	5869	22588	0	0	110466
NW	0	0	0	0	0	12369	40259	23089	0	0	0	9310	85027
NNW	0	0	0	0	0	0	12048	23984	235896	247850	124422	74569	718769
环段合计	0	0	0	0	523	93694	213491	317070	335512	467252	214664	262833	1905039

表 2.3-8 厂址半径 80km 范围内各子区粮食作物亩产

单位：公斤/亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	569.2	571.6	0	0	689.3	764.3	2594.4
NNE	0	0	0	0	0	489.2	0	465.4	478.2	512.3	0	899.5	2844.6
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451.8	671.3	1123.1
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	451.7	0	0	0	0	0	0	451.7
SSW	0	0	0	0	0	433.8	0	0	0	0	0	0	433.8
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491.6	491.6
WSW	0	0	0	0	0	418.6	423.8	456.8	471	791.3	654.3	433.1	3648.9
W	0	0	0	0	348.6	0	479.2	421.6	0	0	574.3	526.4	2350.1
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	358.6	402.3	0	0	760.9
NW	0	0	0	0	0	0	464.5	371.5	0	0	0	123.4	959.4
NNW	0	0	0	0	0	0	352.1	486.3	471.3	658.4	400.1	475.6	2843.8
环段合计	0	0	0	0	348.6	1793.3	2288.8	2773.2	1779.1	2364.3	2769.8	4385.2	18502.3

表 2.3-9 厂址半径 80km 范围内各子区油料作物亩产

单位：公斤/亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	259.6	327.5	0	0	150	702.4	1439.5
NNE	0	0	0	0	0	0	0	400.3	258.6	341.2	0	0	1000.1
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	371	0	0	0	0	0	0	371
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	221
WSW	0	0	0	0	0	351	328	454	0	354	318	249.6	2054.6
W	0	0	0	0	0	0	298.3	280.6	0	0	231.8	257.3	1068
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	214.8	259	0	0	473.8
NW	0	0	0	0	0	0	379	241.3	0	0	0	205.8	826.1
NNW	0	0	0	0	0	0	158.6	125.6	100.3	0	405	201.1	990.6
环段合计	0	0	0	0	0	722	1423.5	1829.3	573.7	954.2	1104.8	1837.2	8444.7

表 2.3-10 厂址半径 80km 范围内各子区蔬菜亩产

单位：公斤/亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	2145.6	1485.6	0	0	2547.1	3169.1	9347.4
NNE	0	0	0	0	0	1785.6	0	1824.4	1956.6	1785.9	0	4126.5	11479
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2574.6	3214.6	5789.2
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	1821.4	0	0	0	0	0	0	1821.4
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3027.2	3027.2
WSW	0	0	0	0	0	2314.6	2107.6	1842.2	3257.6	4317.7	3625.8	2565.7	20031.2
W	0	0	0	0	1895.6	0	3019.5	2756.4	0	0	3415.2	3657.2	14743.9
WNW	0	0	0	1862.6	2074.6	3408.7	2975.6	0	3174.5	2647.3	0	0	16143.3
NW	0	0	0	0	1045.2	1214.7	1351.7	1024.6	0	0	0	1386.5	6022.7
NNW	0	0	0	0	0	0	2345	2143.5	2489.4	2548	2153.6	2148.6	13828.1
环段合计	0	0	0	1862.6	5015.4	10545	13945	11076.7	10878.1	11298.9	14316.3	23295.4	102233.4

表 2.3-11 厂址半径 80km 范围内各子区水果亩产

单位：公斤/亩

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	846	746	0	0	625	400	2617
NNE	0	0	0	0	0	0	0	1427	1257	1347	0	1302.3	5333.3
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1122	1230	2352
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	1884	0	0	0	0	0	0	1884
SW	0	0	0	0	345	0	0	0	0	0	0	566.6	911.6
WSW	0	0	0	0	0	614.5	1089	1585	1745	1764.3	1689	2614.4	11101.2
W	0	0	0	0	0	0	2753	2056	0	0	1862	2415	9086
WNW	0	0	0	0	358	1052	1328	0	412	432	0	0	3582
NW	0	0	0	0	0	1705	1943	1524	0	0	0	481.2	5653.2
NNW	0	0	0	0	0	0	1473	879	2068	2417	1385	1856	10078
环段合计	0	0	0	0	703	5255.5	9432	8217	5482	5960.3	6683	10865.5	52598.3

表 2.3-12 厂址半径 15km 范围内涉及的市县农副业生产情况

县	乡镇	蔬菜作物		粮食作物		水果		饲料	
		播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）	播种面积（亩）	年产量（吨）
云霄县	陈岱镇	7388	9303	8511	3744	5615	5576	24	17
	东厦镇	24288	34782	21778	9867	3694	3694	8	5
	列屿镇	13478	16876	7971	3465	2158	2158	/	/
	常山农场	1831	2099	246	108	11120	10029	/	/
	云陵开发区	4316	5325	969	435	3099	3099	/	/
漳浦县	沙西镇	/	/	8033.0	3779	4185	7485	/	/
	杜浔镇	52074	/	16111.0	7931	6672	931	2	2
	古雷镇	/	/	/		/	/	/	/
东山县	铜陵镇	349	353	/	/	/	/	34	30
	康美镇	5694	9023	/	/	1231	1269	19	18
	樟塘镇	3762	6114	/	/	6094	1998	12	12
	西铺镇	7364	11944	66	27	1110	567	34	30
	杏陈镇	2294	3725	879	359	3436	2214	9	8
诏安县	四都镇	13033	6095	13033	20475	9321	23075	33	30
合计		135871	105639	77597	50190	57735	62095	175	152

注：数据来源于漳州市统计局。

表 2.3-13 评价区粮食和蔬菜作物的生长期、贮存期和去向

项 目		生长期，月	贮存期，月	销售情况	
				内份额%	外份额%
粮食	稻谷	3	12-24	95	5
	薯类	5-10	1	100	0
蔬菜	叶菜	3	7 天	100	0
	白菜	3	7 天	100	0
	瓜类	3	1	100	0
	根类	4	1	100	0
水果	柑桔	6	7（天）	80	20
	柚	6	7（天）	80	20
	香蕉	3	7（天）	80	0
	龙眼	4	7（天）	95	5

表 2.3-14 漳州市猪、牛、羊生产情况

项目	猪			牛			奶牛存栏量	羊		
	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量		存栏量	出栏量	肉类产量
设区市合计	985584	1750537	150493.77	95200	55619	7150.17	1861	39357	33814	498.19
芗城区	2936	5137	446.919	1994	1482	192.66	/	2263	1724	25.86
龙文区	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
龙海市	145000	191750	16874	7210	2130	276.9	/	7010	5952	89.28
漳浦县	215800	366000	31476	49670	19640	2553.2	/	9320	6258	93.87
云霄县	101200	170340	14819.58	2897	4250	552.5	/	2872	5063	75.945
诏安县	65792	136307	10904.56	13051	12294	1598.22	1861	3812	3439	51.59
东山县	44050	76487	7266.27	960	333	43.29	/	1900	2358	35.37
平和县	150305	322590	27743	10298	8030	964	/	9380	6410	90
南靖县	260501	481926	40963.71	9120	7460	969.8	/	2800	2610	36.54

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-15 漳州市鸡类生产情况

项目	鸡			专用型蛋鸡			专用型肉鸡			兼用型鸡		
	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量
设区市合计	10819894	16136624	19898.74	1865869	506958	658.91	6602313	12037414	15647.59	2351712	3592252	3592.25
芗城区	212940	309600	383.43	165200	118600	154.18	26400	127500	165.75	21340	63500	63.5
龙文区	45700	53210	54.899	21860	5630	7.319	/	/	/	23840	47580	47.58
龙海市	1084000	911250	948.375	716000	123750	160.875	/	/	/	368000	787500	787.5
漳浦县	449060	1111537	1406.3005	117950	75550	98.215	262555	906995	1179.0935	68555	128992	128.992
云霄县	356125	609175	699.523	123000	63000	81.9	102000	238160	309.608	131125	308015	308.015
诏安县	914004	1023245	1303.37	198624	10045	13.06	312628	923703	1200.81	402752	89497	89.50
东山县	79500	221963	232.6085	36000	35485	46.1305	/	/	/	43500	186478	186.478
平和县	660865	1102444	1108	99035	2798	3	14230	21056	26	547600	1078590	1079
南靖县	7017700	10794200	13761.83	388200	72100	93.73	5884500	9820000	12766	745000	902100	902.1

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-16 漳州市鸭类生产情况

项目	鸭			蛋鸭			肉鸭		
	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量
设区市合计	9078246	19906266	28028.32	2003232	799913	974.33	7075014	19106353	27053.99
芗城区	288900	862800	1204.26	38400	18300	21.96	250500	844500	1182.3
龙文区	48740	66720	92.23	18870	5890	7.068	29870	60830	85.162
龙海市	3340000	7080000	9783	1620000	645000	774	1720000	6435000	9009
漳浦县	1475720	4364838	6107.5216	22940	16258	19.5096	1452780	4348580	6088.01
云霄县	508031	2286023	3191.3702	50200	45310	54.372	457831	2240713	3136.9982
诏安县	280515	818299	1142.55	49842	15335	18.40	230673	802964	1124.15
东山县	113000	463566	648.9924	/	/	/	113000	463566	648.99
平和县	542340	864920	1210	31980	5720	7	510360	859200	1203
南靖县	2481000	3099100	4648.65	171000	48100	72.15	2310000	3051000	4576.5

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-17 漳州市鹅、兔生产情况

项目	鹅			兔		
	存栏量	出栏量	肉类产量	存栏量	出栏量	肉类产量
设区市合计	1567255	3999168	8798.17	192483	509427	938.14
芗城区	1415	1339	2.9458	960	1360	2.992
龙文区	/	/	/	/	/	/
龙海市	24000	37350	82.17	47100	85500	188.1
漳浦县	55850	141945	312.279	2870	5664	12.46
云霄县	132706	318606	700.9332	5600	38190	84.018
诏安县	1185479	3248073	7145.76	11013	22369	49.21
东山县	130200	203685	448.107	9100	30344	66.7568
平和县	33590	43960	97	58640	234800	352
南靖县	4015	4210	9.262	57200	91200	182.4

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-18 漳州市农副产品生产情况

项目	肉类产量	禽蛋产量	鸡蛋产量	鸭蛋产量	鹅蛋产量	奶类产量	牛奶产量	羊奶产量
芗城区	2259.0668	2332.5	1799	533.5	/	587.9	583	4.9
龙文区	147.129	730	377	353	/	/	/	/
龙海市	28241.825	29888	9456	20400	32	2250	2250	0
漳浦县	41961.63	2485.3	2170.5	314.8	/	506.4	349.2	157.2
云霄县	20123.8694	4051.8	2501	933.7	617.1	2.4	2.4	0
诏安县	22195.26	4867.56	3915.909	729.97	221.677	78	78	0.00
东山县	8741.39	467.2	467.2	/	/	/	/	/
平和县	31563	1052	760	279	13	533	532	1
南靖县	60572.192	9174	6652	2522	/	1.43	0.74	0.69

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-19 潮州市畜牧业生产情况

饶平县	方位	畜禽种类	肉牛	奶牛	羊	猪	鸡	鸭	鹅	兔
	WSW	单位	头	头	只	头	只	只	只	只
		数量	7030	2033	5223	237516	2684293	699515	245573	5569
		产肉量（吨）	608	/	156	28114	16064			26
		产奶量（吨）	/	56	/	/	/			/
		产蛋量（吨）	/	/	/	/	2151			/
湘桥区	方位	畜禽种类	肉牛	奶牛	羊	猪	鸡	鸭	鹅	兔
	WSW	单位	头	头	只	头	只	只	只	只
		数量	394	/	200	25718	89308	69404	90506	/
		产肉量（吨）	102	/	/	2732	2126			/
		产奶量（吨）	/	/	/	/	/			/
		产蛋量（吨）	/	/	/	/	226			/

注：数据来源于潮州市统计年鉴。

表 2.3-20 汕头市畜牧业生产情况

澄海区	方位	畜禽种类	肉牛	奶牛	羊	猪	鸡	鸭	鹅	兔
	WSW	单位	头	头	只	头	万只	万只	万只	只
		数量	458	68	411	278857	922.24	215.06	411.90	/
		产肉量（吨）	48	/	/	14790	24328			/
		产奶量（吨）	/	147	/	/	/			/
		产蛋量（吨）	/	/	/	/	2786			/
南澳县	方位	畜禽种类	肉牛	奶牛	羊	猪	鸡	鸭	鹅	兔
	SW	单位	头	头	只	头	万只	万只	万只	只
		数量	540	/	690	35654	27.53	3.57	0.39	/
		产肉量（吨）	61	/	24	1938	283			/
		产奶量（吨）	/	/	/	/	/			/
		产蛋量（吨）	/	/	/	/	89			/

注：数据来源于汕头市统计年鉴。

表 2.3-21 梅州市畜牧业生产情况

大埔县	方位	畜禽种类	肉牛	奶牛	羊	猪	鸡	鸭	鹅	兔
	NW	单位	头	头	只	万头	万只	万只	万只	只
		数量	1570	95	7686	11.14	160.50			/
		产肉量（吨）	194	/	127	14079	31373			/
		产奶量（吨）	/	147	/	/	/			/
		产蛋量（吨）	/	/	/	/	3020			/

注：数据来源于梅州市统计年鉴。

表 2.3-22 厂址半径 80km 范围内主要家畜和家禽饲养方式

畜禽种类	生长期	饲养方式	饮水水源	饲料品种和来源	饲料贮存期	饲料消耗	屠宰后贮存期	销售情况
猪	160-180 天	圈养	漳江及支流、水库	玉米、豆粕、鱼粉、麦皮、其他饲料	30 天	生产 1kg 肉需 3-5kg 饲料	2-5℃1-2 天；若经冷库冷冻保存则时间较长，有的可达 5 至 8 月	内销为主
牛	720 天	放养		玉米、麸皮、牧草、其他饲料		每天 10-20kg 饲料		
羊	8 个月	放养				每天 10kg		
鸡	40-60 天	圈养/放养		玉米、豆粕、鱼粉、麦皮、其他饲料		0.2-0.4kg		
鸭	45-75 天	放养为主				0.5kg		
鹅	90-120 天	放养为主				0.5-0.6kg		

注：数据来源于漳州市、梅州市、汕头市潮州市农业局。

表 2.3-23 厂址半径 80km 范围内各子区猪出栏量

单位：头

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	719	0	0	0	0	25876	34756	0	0	47685	378746	487782
NNE	0	0	0	0	0	1050	0	120954	142568	102478	0	138103	505153
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12075	41527	53602
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	2327	0	0	0	0	0	0	2327
SSW	0	0	0	0	0	76487	0	0	0	0	0	0	76487
SW	0	0	5006	1440	3906	1258	0	0	0	0	0	35654	47264
WSW	0	0	3452	1546	2019	3490	0	66841	31586	177808	85426	169821	541989
W	0	0	0	0	3583	0	25468	12412	0	0	63247	45789	150499
WNW	0	0	0	4116	2579	5471	54756	0	14172	0	10345	13520	104959
NW	0	34578	0	0	423	2647	56340	14723	0	16358	33856	39921	198846
NNW	0	15785	0	0	0	0	6514	13629	14025	78496	74372	142068	344889
环段合计	0	51082	8458	7102	12510	92730	168954	263315	202351	375140	327006	1005149	2513797

表 2.3-24 厂址半径 80km 范围内各子区肉牛出栏量

单位：头

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	123	245	0	0	579	7995	8942
NNE	0	0	0	0	0	210	4756	8745	1024	2415	0	1813	18963
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	132	317
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	333	0	0	0	0	0	0	333
SW	0	0	0	0	850	1002	0	0	0	0	0	540	2392
WSW	0	0	0	0	390	2359	0	11178	650	7322	102	380	22381
W	0	0	0	0	0	0	321	145	0	0	42	36	544
WNW	0	0	0	0	0	236	548	0	425	0	458	146	1813
NW	0	0	0	0	0	369	2556	268	0	129	326	511	4159
NNW	0	0	0	0	0	0	487	236	479	321	6519	475	8517
环段合计	0	0	0	0	1240	4509	8791	20817	2578	10187	8211	12028	68361

表 2.3-25 厂址半径 80km 范围内各子区羊出栏量

单位：只

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	102	204	0	0	21056	15062	36424
NNE	0	0	0	0	0	127	325	3896	1450	587	0	3287	9672
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1235	1430	2665
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	2358	0	0	0	0	0	0	2358
SW	0	0	0	0	0	1089	0	0	0	0	0	690	1779
WSW	0	0	0	0	0	2057	0	2446	600	5312	111	159	10685
W	0	0	0	0	0	0	248	145	0	0	99	153	645
WNW	0	0	0	0	0	471	458	0	541	0	239	185	1894
NW	0	0	0	0	0	321	3046	310	0	196	479	6587	10939
NNW	0	0	0	0	0	0	237	258	456	239	4983	474	6647
环段合计	0	0	0	0	0	6423	4416	7259	3047	6334	28202	28027	83708

表 2.3-26　厂址半径 80km 范围内各子区家禽出栏量

单位：只

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	369580	485692	0	0	8475860	5469998	14801130
NNE	0	0	0	0	0	1256800	0	2154133	2384529	1079658	0	3523228	10398348
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2358419	2486953	4845372
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	15486	0	0	0	0	0	0	15486
SSW	0	0	0	0	0	889214	0	0	0	0	0	0	889214
SW	0	0	0	0	0	45870	0	0	0	0	0	314900	360770
WSW	0	0	0	0	0	3490	0	66841	31586	177808	85426	169821	534972
W	0	0	0	0	0	0	25468	12412	0	0	63247	45789	146916
WNW	0	0	0	0	0	24862	36578	0	54896	0	41563	21358	179257
NW	0	28900	0	0	0	146630	1726759	1245813	0	247893	258463	1035723	4690181
NNW	0	0	0	0	0	0	124896	236584	215896	1045896	1215959	1045783	3885014
环段合计	0	28900	0	0	0	2382352	2283281	4201475	2686907	2551255	12498937	14113553	40746660

表 2.3-27 厂址半径 80km 范围内各子区奶牛存栏量

单位：头

距离(km) / 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	1861	0	0	0	0	0	0	1861
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
环段合计	0	0	0	0	0	1861	0	0	0	0	0	0	1861

表 2.3-28(1/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
1	云霄县	云霄县高碎华养猪场	WSW	12.8	陈岱镇白礁村	238
2		云霄县陈华娟养猪场	WSW	12.8	陈岱镇白礁村	243
3		云霄县海灵鸿家庭农场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	235
4		云霄县林明凤养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	242
5		云霄县林胡金养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	239
6		云霄县林明平养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	253
7		云霄县林巧成养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	241
8		云霄县林锦武养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	248
9		云霄县沈木水养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	233
10		云霄县林明添养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	234
11		云霄县牧祥养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	238
12		云霄县莲华养殖农场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	241
13		云霄县振港养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	243
14		云霄县兴财生态养殖农场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	245
15		云霄县陈财成养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	241
16		云霄县横湖养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	240
17		云霄县陈文辉养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	236
18		云霄县铺金湖家庭农场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	235
19		云霄县陈森文养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	241
20		云霄县陈坤武家庭农场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	240
21		云霄县叶俊仁养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	242
22		云霄县新颜家庭农场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	483
23		云霄县阳辉养殖场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	383
24		云霄县生金养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	233
25		云霄县小垄坑养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	283
26		云霄县乌石垄养猪场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	233
27		云霄县陈细裕家庭农场	W	7.83	陈岱镇大山顶村	293
28		云霄县曾青山家庭农场	SW	6.96	陈岱镇下曾村	243
29		云霄县坚亮养猪场	SW	6.96	陈岱镇下曾村	245

表 2.3-28(2/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
30	云霄县	云霄县陈坤泉养猪场	WSW	9.82	陈岱镇岱南村	248
31		云霄县林定辉家庭农场	WSW	11.59	陈岱镇峰外村	241
32		云霄县徐常芬养猪场	WSW	11.59	陈岱镇峰外村	238
33		云霄县徐立芳养猪场	WSW	11.59	陈岱镇峰外村	241
34		云霄县林木忠金顶养猪场	SW	9.37	陈岱镇峰外村	283
35		云霄县施文明养猪场	SW	9.37	陈岱镇礁美村	243
36		云霄县施建明养殖场	SW	9.37	陈岱镇礁美村	248
37		云霄县峰海家庭农场	SW	9.37	陈岱镇礁美村	283
38		云霄县陈全福养猪场	WSW	9.66	陈岱镇岱北村	241
39		云霄县王坤文养猪场	SW	5.76	陈岱镇双岭村	237
40		云霄县陈泉明养猪场	WSW	9.58	陈岱镇岱东村	241
41		云霄县金乐养猪场	WSW	9.58	陈岱镇岱东村	333
42		云霄县刘杰锋养猪场	SW	7.99	陈岱镇坑内村	240
43		云霄县刘春松养猪场	SW	7.99	陈岱镇坑内村	235
44		云霄县刘彩木养猪场	SW	7.99	陈岱镇坑内村	233
45		云霄县刘友明养猪场	SW	7.99	陈岱镇坑内村	233
46		云霄县永添养猪有限公司	WSW	9.82	陈岱镇岱南村	283
47		云霄县陈春龙养猪场	SW	4.6	陈岱镇后江村	243
48		云霄县王敬贤养猪场	SW	5.76	陈岱镇双岭村	333
49		云霄县源丰养猪有限公司	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	383
50		云霄县林明良养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	283
51		云霄县利发家庭农场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	333
52		云霄县顺发养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	283
53		云霄县林泗文生猪养殖场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	233
54		云霄县林荣平养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	243
55		云霄县春润家庭农场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	263
56		云霄县陈木松养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	283
57		云霄县林荣生养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	233
58		云霄县林贤民养猪场	WSW	12.52	陈岱镇竹港村	233

表 2.3-28(3/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
59	云霄县	云霄县喜顺养猪场	WSW	7.6	陈岱镇董塘村	283
60		云霄县汤阿金家庭农场	WNW	4.32	列屿镇半山村火烧湖	233
61		云霄县汤茂发家庭农场	WNW	4.32	列屿镇半山村以矿山	233
62		云霄县旺兴养殖有限公司	WNW	4.32	列屿镇半山村	283
63		云霄县永议养猪农民专业合作社	WNW	4.32	列屿镇半山村高山楼	303
64		云霄县蔡建春家庭农场	WNW	4.32	列屿镇半山村高山楼	239
65		云霄县吴周生家庭农场	WNW	4.32	列屿镇半山村以矿山	238
66		云霄县建木家庭农场	WNW	4.32	列屿镇半山村鸡母山	241
67		云霄县汤炎和家庭农场	WNW	4.32	半山村大人尾水库果园地	235
68		云霄县汤平顺家庭农场	WNW	4.32	半山村白衣虎空山果园地	234
69		云霄县丰牧养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村	333
70		云霄县汤阿坤养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村	304
71		云霄县施枝文养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村	283
72		云霄县施枝永养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村	243
73		云霄县汤小春养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村	233
74		云霄县吴水英养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村白衣	243
75		云霄县汤生贵养猪场	WNW	4.32	列屿镇半山村白衣	238
76		云霄县蔡文川养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村神木后	237
77		云霄县蔡元坤养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村	233
78		云霄县蔡永福家庭农场	NW	1.73	列屿镇油车村沙沟	238
79		云霄县蔡玉定家庭农场	NW	1.73	列屿镇油车村西坑	241
80		云霄县蔡江全家庭农场	NW	1.73	列屿镇油车村陈头巷	240
81		云霄县蔡福强养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村	233
82		云霄县蔡武发养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村	233
83		漳州市牧贸养殖有限公司	NW	1.73	列屿镇油车村西面王莉山	1083
84		云霄县定发生猪养殖场	NW	1.73	云霄县列屿镇油车村	283
85		云霄县保权生猪养殖场	NW	1.73	云霄县列屿镇油车村	260

表 2.3-28(4/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
86	云霄县	云霄县蔡福顺养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村草塔	240
87		云霄县蔡文生养猪场	NW	1.73	列屿镇油车村狗秀	241
88		云霄县郑耀原养猪场	N	1.43	列屿镇宅后村	238
89		云霄县盛牧家庭农场	N	1.43	列屿镇宅后村	233
90		云霄县汤智贤养猪场	SW	3.56	列屿镇山前村	233
91		云霄县汤永和养猪场	SW	3.56	列屿镇山前村	238
92		云霄县汤宛亮养猪场	SW	3.56	云霄县列屿镇山前村	243
93		云霄县汤才元养猪场	SW	3.56	列屿镇山前村	238
94		云霄县木清家庭农场	SW	3.56	列屿镇山前村	245
95		云霄县林美家庭农场有限公司	SW	2.99	列屿镇顶城村	1788
96		云霄县诚峰养猪专业合作社	SW	2.99	列屿镇顶城村	1543
97		云霄县大坑内铁家庭农场	SW	2.99	列屿镇顶城村	333
98		云霄县君丽家庭农场	SW	2.99	列屿镇顶城村	333
99		云霄县大粿家庭农场	WSW	2.99	列屿镇顶城村苦洋	236
100		云霄县展风家庭农场	SW	2.99	列屿镇顶城村	533
101		云霄县荣华家庭农场	SW	2.99	列屿镇顶城村	243
102		云霄县友玉家庭农场	SW	2.99	列屿镇顶城村	233
103		云霄县建香家庭农场	WSW	2.99	列屿镇顶城村	243
104		云霄县桂香家庭农场	WSW	2.99	列屿镇顶城村山内	253
105		云霄县铖有家庭农场	N	1.24	列屿镇人家村	248
106		云霄县艺生家庭农场有限公司	WSW	2.65	列屿镇城外村	1613
107		云霄县振星家庭农场	WSW	2.65	列屿镇城外村	283
108		云霄县华兴福家庭农场	WSW	2.67	列屿镇城内村	233
109		云霄县进坤家庭农场	WSW	2.67	列屿镇城内村	328
110		云霄县招锦家庭农场	WSW	2.67	列屿镇城内村	263
111		云霄县东森畜牧有限公司	WSW	3.61	列屿镇林坪村	1546
112		云霄县宝丽鑫家庭农场	NW	1.13	列屿镇南山村	333

表 2.3-28(5/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
113	云霄县	云霄县长兴旺农民养猪专业合作社	NW	1.13	列屿镇南山村	1583
114		云霄县仟江家庭农场	NW	8.22	东厦镇东崎村	423
115		云霄县龙华畜牧有限公司	NW	12.51	东厦镇竹塔村	1583
116		云霄县智和祥家庭农场	NW	12.51	东厦镇竹塔村	333
117		云霄县森河猪场	NW	12.51	东厦镇竹塔村	245
118		云霄县仙围家庭农场	NW	12.51	东厦镇竹塔村	248
119		云霄县勇镇猪场	NW	12.51	东厦镇竹塔村	238
120	东山县	刘全文养猪场	S	11.78	东山县康美镇马銮村	228
121		刘顺川养猪场	S	11.78	东山县康美镇马銮村	350
122		唐林泉养猪场	S	13	东山县康美镇东沈村	305
123		林文发养猪场	S	11.44	东山县康美镇康美村	230
124		林子佳养猪场	S	11.44	东山县康美镇康美村	243
125		吴志明养猪场	S	11.44	东山县康美镇康美村	254
126		林平生养猪场	S	11.44	东山县康美镇康美村	217
127		东山县和兴家庭农场	S	11.44	东山县康美镇康美村	500
128		林英金养殖场	SW	12.1	东山县杏陈镇张家村	208
129		林和顺养猪场	SW	11.49	东山县杏陈镇后林村	314
130		林兴光养猪场	SW	11.49	东山县杏陈镇后林村	250
131		林雪亮养猪场	SW	11.49	东山县杏陈镇后林村	218
132		曾秀锦养猪场	SW	12.36	东山县杏陈镇磁窑村	268
133		东山县盛丰和畜牧有限公司	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	780
134		东山县樟塘镇农科养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	411
135		绿旺养猪专业合作社	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	950
136		张阿跃养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	211
137		张志贵养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	311
138		林日发养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	219
139		张进加养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	230
140		张火元养猪场	SSW	13.62	东山县樟塘镇樟塘村	216

表 2.3-28(6/6) 4 号机组厂址半径 15km 范围生猪养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
141	东山县	叶元阳养猪场	SSW	11.7	东山县樟塘镇古港村	320
142		林国成养猪场	SSW	12.96	东山县樟塘镇港西村	305
143		林文忠养猪场	SSW	12.96	东山县樟塘镇港西村	254
144		东山县全春畜牧有限公司	SSW	12.96	东山县樟塘镇港西村	1000
145		林丽真养猪场	SSW	12.96	东山县樟塘镇港西村	214
146		亚丰种养家庭农场	SSW	13.98	东山县樟塘镇下湖村	230
147		亚丰种养家庭农场	SSW	13.98	东山县樟塘镇下湖村	230
148		林淡辉养猪场	SSW	14.87	东山县西埔镇坑内村	304
149	漳浦县	天天壮畜牧	NNE	10.81	沙西村	1050

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-29 4 号机组厂址半径 15km 范围肉牛养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
1	云霄县	陈龙川养牛场	WSW	9.67	陈岱镇岱东村	390
2		福建绿丰园畜牧养殖有限公司	SW	5.9	陈岱镇双岭村	850

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-30 4 号机组厂址半径 15km 范围肉鸭养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
1	云霄县	云霄县径仔水库养殖有限公司	NW	2.12	云霄县列屿镇油车村	28900
2		开国鸭场	NNW	13.79	云霄县东厦镇浯田村	39200
3		哈群鸭场	NNW	13.79	东厦镇浯田村	29900
4	东山县	林兴光养鸭场	SW	12.12	杏陈镇张家村	26580
5		沈龙辉养鸭场	S	12.86	康美镇东沈村	20500
6		林朝阳养鸭场	SW	11.55	杏陈镇后林村	30450

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-31 4 号机组厂址半径 15km 范围羊养殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
1	云霄县	云霄县佳泰黑山羊农民专业合作社	NNW	13.79	云霄县东厦镇浯田村冬过溪	892

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-32 4 号机组厂址半径 15km 范围蛋鸡殖情况

序号	县名	养殖场名称	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）
1	东山县	金华养鸡场	SW	12.12	东山县杏陈镇张家村前坑洞山边	36000

注：数据来源于漳州市农业农村局。

表 2.3-33 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的种植区情况

方位	距离（km）	县名	种植区名称	具体地址
N	1.6	云霄县	农田	列屿镇宅后村
NNE	3.6	云霄县	菜田	列屿镇青径村
NE	/	/	/	/
ENE	/	/	/	/
E	/	/	/	/
ESE	/	/	/	/
SE	/	/	/	/
SSE	/	/	/	/
S	/	/	/	/
SSW	4.5	云霄县	菜田	云霄县后江村
SW	3.7	云霄县	农田	云霄县山前村
WSW	2.7	云霄县	农田	云霄县城内村
W	4.5	云霄县	菜田	云霄县艺生家庭农场
WNW	2.0	云霄县	农田	列屿镇南山村
NW	1.6	云霄县	农田	列屿镇梅山村

注：数据来源于云霄县统计局。

表 2.3-34 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的珍稀植物情况

方位	距离（km）	地点	种名	保护级别	保护状况
N	1.53	列屿镇人家村	榕树	县级登记古树	挂牌保护
NNE	/	/	/	/	/
NE	/	/	/	/	/
ENE	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/
ESE	/	/	/	/	/
SE	/	/	/	/	/
SSE	/	/	/	/	/
S	/	/	/	/	/
SSW	/	/	/	/	/
SW	4.82	陈岱镇中江村	榕树	县级登记古树	挂牌保护
W	8.12	陈岱镇大山顶村	榕树	县级登记古树	挂牌保护
WSW	2.89	列屿镇城内村	榕树	县级登记古树	挂牌保护
WNW	/	/	/	/	/
NW	1.56	列屿镇南山村	榕树	县级登记古树	挂牌保护
NNW	2.13	列屿镇油车村	榕树	县级登记古树	挂牌保护

注：数据来源于云霄县林业局。

表 2.3-35 4 号机组半径 10km 范围内各方向最近的养殖场情况

县名	养殖场名称具体地址	方位	距离（km）	具体地址	存栏量（头）	养殖种类
云霄县	云霄县铖有家庭农场	N	1.52	列屿镇人家村	248	生猪
/	/	NNE	/	/	/	/
/	/	NE	/	/	/	/
/	/	ENE	/	/	/	/
/	/	E	/	/	/	/
/	/	ESE	/	/	/	/
/	/	SE	/	/	/	/
/	/	SSE	/	/	/	/
/	/	S	/	/	/	/
/	/	SSW	/	/	/	/
云霄县	云霄县林美家庭农场有限公司	SW	3.22	列屿镇顶城村	1788	生猪
云霄县	云霄县艺生家庭农场有限公司	WSW	2.86	列屿镇城外村	1613	生猪
云霄县	云霄县汤阿金家庭农场	WNW	4.66	列屿镇半山村火烧湖	233	生猪
云霄县	云霄县宝丽鑫家庭农场	NW	1.56	列屿镇南山村	333	生猪
/	/	NNW	/	/	/	/

注：数据来源于漳州市统计局。

表 2.3-36 4 号机组 15km 范围内省级以上文物保护单位名录

序号	文物保护单位名称	方位	距离（km）	批次	级别	详细地点	年代
1	东山关帝庙	SSE	11.8	四	国家级	东山县铜陵镇风动石景区	/
2	福建戍守台湾将士墓群（东山）	SSE	11.6	七	国家级	东山县桂花街	/
3	海月岩摩崖石刻及石像	NNE	10.6	六	省级	漳浦县沙西镇土楼村	/
4	水寨大山	SSE	13.2	二	省级	东山县铜陵镇码头社区	/
5	铜钵净山院	S	11.2	八	省级	东山县康美镇铜钵村	明
6	铜山城墙	SSE	11.5	九	省级	东山县铜陵镇公园社区	明
7	铜陵黄道周故居	SSE	11.6	九	省级	东山县铜陵镇公园社区菜园底 224 号	明至清
8	铜陵天后宫	SSE	11.5	九	省级	东山县铜陵镇码头社区打铁街	1941 年
9	东山抗战献机纪念碑	SSE	11.9	九	省级	东山县铜陵镇公园社区	/
10	石矾塔	N	7.7	七	省级	云霄县东厦镇坵村	/

注：数据来源于漳州市文旅局。

表 2.3-37 调查区样地布设信息

样地编号	样地生境	样方数量	经度（E）	纬度（N）	方位	距离
1	西南山地	3	117°29′1.56″	23°50′1.01″	SW	0.8km
2	西部山地	2	117°25′43.55″	23°49′42.12″	W	5.8km
3	北部水库	2	117°29′1.15″	23°52′15.97″	N	4.2km
4	西北公路	3	117°26′41.49″	23°51′11.79″	WNW	4.8km
5	西北山地	3	117°26′43.36″	23°53′21.60″	NW	7.5km
6	西南农场	2	117°25′39.78″	23°46′40.17″	SW	9.1km
7	北部山地	2	117°28′13.20″	23°54′25.64″	NNW	8.2km
8	南部滨海	2	117°29′13.74″	23°45′42.40″	S	8.5km

表 2.3-38 调查区样线布设信息

样线编号	样线生境	起点		终点		方位	距厂址距离
		纬度（N）	经度（W）	纬度（N）	经度（W）		
1	西南山地	117°29′3.09″	23°49′53.41″	117°28′56.44″	23°50′0.82″	SW	0.8km
2	西部山地	117°25′42.77″	23°49′45.87″	117°25′50.94″	23°49′43.13″	W	5.8km
3	北部水库	117°29′0.49″	23°52′23.07″	117°28′59.41″	23°52′13.69″	N	4.2km
4	西部山地	117°26′39.93″	23°51′12.66″	117°26′43.86″	23°51′9.97″	WNW	4.8km
5	西北山地	117°26′44.82″	23°53′23.05″	117°26′43.90″	23°53′19.86″	NW	7.5km
6	西南农场	117°25′37.95″	23°46′35.75″	117°25′40.56″	23°46′44.09″	SW	9.1km
7	北部山地	117°28′13.08″	23°54′19.73″	117°28′15.71″	23°54′23.90″	NNW	8.2km
8	南部滨海	117°29′14.72″	23°45′42.05″	117°29′13.42″	23°45′42.02″	S	8.5km

表 2.3-39 调查区主要植被群落类型的群落植物组成

群落类型	层次	优势种	建群种
巨尾桉林群落	乔	巨尾桉林	巨尾桉
	灌	马缨丹、野漆树、车桑子	
	草	五节芒、白茅	
耳叶相思林群落	乔	耳叶相思	耳叶相思
	灌	黄栀子、野漆树	
	草	五节芒、白茅	
台湾相思林群落	乔	台湾相思	台湾相思
	灌	马缨丹、银合欢	
	草	五节芒	
马尾松林群落	乔	马尾松	马尾松
	灌	桃金娘、马缨丹	
	草	芒萁	
湿地松林群落	乔	湿地松	湿地松
	灌	桃金娘	
	草	芒萁	
苦郎盘灌丛群落	灌	苦郎盘	苦郎盘
	草	厚藤	

表 2.3-40（1/2） 调查站位分布与经纬度

序号	东经	北纬	大面站					连续站	潮间带断面
			水质	沉积物	生态	渔业资源	生物质量		
1	117°33′10.98″	23°52′53.40″	√		√				
2	117°34′09.66″	23°51′56.88″	√						
3	117°35′32.46″	23°50′47.40″	√						
4	117°30′15.72″	23°53′57.24″	√		√				
5	117°32′27.54″	23°51′55.32″	√	√	√				
6	117°35′03.66″	23°50′05.52″	√	√	√				
7	117°36′11.52″	23°49′03.54″	√						
8	117°43′57.06″	23°42′20.34″	√		√	√	√		
9	117°30′40.68″	23°51′13.98″	√	√	√				
10	117°32′38.94″	23°49′36.48″	√	√	√	√	√		
11	117°34′01.14″	23°48′26.16″	√						
12	117°35′10.62″	23°47′30.12″	√	√	√				
13	117°46′17.46″	23°38′06.96″	√	√	√	√	√		
14	117°29′59.10″	23°49′38.82″	√						
15	117°30′41.16″	23°49′03.06″	√	√	√	√	√		
16	117°31′44.04″	23°48′10.26″	√		√				
17	117°33′05.82″	23°46′59.16″	√		√				
18	117°34′09.00″	23°46′03.72″	√			√	√		
19	117°29′54.84″	23°48′04.38″	√	√	√	√	√		
20	117°31′06.24″	23°46′59.28″	√	√	√	√	√		
21	117°32′33.00″	23°45′44.94″	√	√	√				
22	117°33′34.98″	23°44′57.84″	√						
23	117°36′16.62″	23°42′43.14″	√	√	√	√	√		
24	117°37′49.98″	23°41′32.52″	√	√	√	√	√		
25	117°41′29.40″	23°38′37.80″	√			√	√		
26	117°33′49.98″	23°43′33.66″	√	√	√				
27	117°28′02.82″	23°46′26.64″	√	√	√	√	√		
28	117°31′59.52″	23°43′01.74″	√	√	√	√	√		
29	117°34′50.34″	23°40′44.64″	√			√	√		
30	117°36′21.96″	23°39′22.02″	√						
31	117°40′1.02″	23°36′11.58″	√	√	√	√	√		
32	117°48′26.34″	23°28′53.76″	√	√	√	√	√		
33	117°27′00.00″	23°45′26.70″	√	√	√				
34	117°27′41.46″	23°44′49.74″	√						
35	117°30′19.32″	23°42′36.60″	√						
36	117°32′03.48″	23°41′07.98″	√			√	√		

表 2.3-40（2/2） 调查站位分布与经纬度

序号	东经	北纬	大面站					连续站	潮间带断面
			水质	沉积物	生态	渔业资源	生物质量		
37	117°33′59.46″	23°39′35.28″	√	√	√	√	√		
38	117°42′29.82″	23°32′08.04″	√	√	√	√	√		
39	117°29′21.48″	23°41′11.04″	√						
40	117°30′58.5″	23°39′43.92″	√						
41	117°32′54.3″	23°38′10.50″	√			√	√		
42	117°34′40.32″	23°36′36.00″	√	√	√	√	√		
43	117°38′13.62″	23°33′27.96″	√			√	√		
44	117°30′03.00″	23°38′33.90″	√	√	√	√	√		
45	117°31′55.86″	23°36′51.48″	√			√	√		
46	117°26′38.76″	23°36′59.34″	√						
47	117°27′45.78″	23°36′02.16″	√	√	√	√	√		
48	117°29′57.42″	23°34′06.30″	√	√	√	√	√		
排水口	117°29′02.22″	23°48′32.64″						√	
取水口	117°30′55.98″	23°49′36.00″						√	
C1	117°29′13″	23°54′10″					√		√
C2	117°29′44″	23°51′03″					√		√
C3	117°28′50″	23°49′32″					√		√
C4	117°25′48″	23°45′45″							√
C5	117°29′13.5″	23°45′45″					√		√
C6	117°29′59″	23°43′35″							√
C7	117°35′50″	23°52′10″							
总计			48	24	29	25	29	2	6

表 2.3-41 2017 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

单位：吨

地区或单位	海洋捕捞产量合计（吨）	分品种产量						
		鱼类	甲壳类			贝类	头足类	其他
			甲壳类小计	虾类	蟹类			
漳州市	**463,048**	**315,621**	90,817	**31,517**	**46,428**	**18,328**	**34,512**	**2,871**
龙海市	135,731	101,313	23,215	12,132	9,414	806	10,397	0
云霄县	6,601	5,817	784	521	188	0	0	0
漳浦县	61,964	43,336	12,003	6,198	3,445	1,279	3,186	1,825
诏安县	79,353	39,332	23,261	3,343	16,834	11,450	4,349	397
东山县	178,013	124,746	31,360	9,195	16,532	4,733	16,531	643
龙文区	1,386	1,077	194	128	15	60	49	6

表 2.3-42 2016 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

单位：吨

地区或单位	海洋捕捞产量合计（吨）	分品种产量						
		鱼类	甲壳类			贝类	头足类	其他
			甲壳类小计	虾类	蟹类			
漳州市	**474，300**	**314，465**	**100，833**	**33，679**	**67，154**	**20，836**	**34，334**	**2，771**
龙海市	136，444	99，446	25，716	12，083	13，633	1，002	10，280	0
云霄县	6，868	6，121	747	495	252	0	0	0
漳浦县	67，064	44，720	16，047	7，746	8，301	1，500	2，691	1，655
诏安县	85，880	41，717	25，173	3，617	21，556	13，243	4，707	430
东山县	176，546	121，257	32，976	9，622	23，354	5，022	16，611	680
龙文区	1，498	1，204	174	116	58	69	45	6

表 2.3-43 2015 年漳州分区县海洋捕捞产量统计汇总表

单位：吨

区或单位	海洋捕捞产量合计（吨）	分品种产量						
		鱼类	甲壳类			贝类	头足类	其他
			甲壳类小计	虾类	蟹类			
漳州市	**454，658**	**295，914**	**99，549**	**32，564**	**66，985**	**20，212**	**35，181**	**2，757**
龙海市	128，806	93，051	24，447	11，189	13，258	897	10，411	0
云霄县	6，636	5，926	710	472	238	0	0	0
漳浦县	65，277	43，439	15，678	7，593	8，085	1，488	2，585	1，642
诏安县	84，112	41，112	24，658	3，546	21，112	12，700	4，615	427
东山县	168，249	111，098	33，881	9，655	24，226	5，061	17，527	682
龙文区	1，578	1，288	175	109	66	66	43	6

表 2.3-44 2017 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

单位：吨

单位	海水养殖产量合计	鱼类	甲壳类	虾类	蟹类	贝类	藻类	其他
漳州市	**1,218,285**	**79,092**	**53,813**	**30,761**	**23,052**	**981,664**	**100,186**	**3,530**
龙海市	204,863	16,283	8,771	7,077	1,694	177,790	2,019	0
云霄县	208,092	1,706	2,688	457	2,231	203,638	60	0
漳浦县	318,317	28,550	25,718	16,236	9,482	202,684	57,965	3,400
诏安县	243,316	2,856	6,690	3,083	3,607	233,413	285	72
东山县	243,697	29,697	9,946	3,908	6,038	164,139	39,857	58

表 2.3-45 2017 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

单位：吨

单　　位	海水养殖产量合计	按养殖水域分		
		海上	滩涂	其它
漳州市	**1,218,285**	**827,353**	**291,295**	**99,637**
龙海市	204,863	179,854	9,405	15,604
云霄县	208,092	125,117	80,287	2,688
漳浦县	318,317	141,368	135,074	41,875
诏安县	243,316	200,227	38,469	4,620
东山县	243,697	180,787	28,060	34,850

表 2.3-46 2017 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

单位：公顷

单　　位	海水养殖面积合计	按养殖水域分		
		1.海上	2.滩涂	3.其它
漳州市	40,170	40,170	40,170	40,170
龙海市	5,103	5,103	5,103	5,103
云霄县	5,530	5,530	5,530	5,530
漳浦县	18,658	18,658	18,658	18,658
诏安县	3,522	3,522	3,522	3,522
东山县	7,357	7,357	7,357	7,357

表 2.3-47 2016 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

单位：吨

单位	海水养殖产量合计	鱼类	甲壳类	1）虾类	2）蟹类	贝类	藻类	其他
漳州市	**1，126，914**	**71，118**	**48，891**	**27，162**	**21，729**	**912，763**	**90，895**	**3，247**
龙海市	187，797	13，069	7，880	5，732	2，148	165，910	938	0
云霄县	200，289	1，653	2，592	441	2，151	195，986	58	0
漳浦县	298，335	26，920	24，007	15，028	8，979	190，450	53，831	3，127
诏安县	218，783	2，476	5，472	2，466	3，006	210，506	264	65
东山县	221，710	27，000	8，940	3，495	5，445	149，911	35，804	55

表 2.3-48 2016 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

单位：吨

单位	海水养殖产量合计	按养殖水域分		
		海上	滩涂	其它
漳州市	**1，126，914**	**781，163**	**263，378**	**82，373**
龙海市	187，797	165，280	8，564	13，953
云霄县	200，289	120，852	77，286	2，151
漳浦县	298，335	156，623	115，015	26，697
诏安县	218，783	180，206	34，424	4，153
东山县	221，710	158，202	28，089	35，419

表 2.3-49 2016 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

单位：公顷

单位	海水养殖面积合计	按养殖水域分		
		1.海上	2.滩涂	3.其它
漳州市	**38，746**	**18，880**	**11，814**	**8，052**
龙海市	4，939	2，344	865	1，730
云霄县	5，530	3，453	1，510	567
漳浦县	17，540	8，022	6，800	2，718
诏安县	3，383	1，294	1，048	1，041
东山县	7，354	3，767	1，591	1，996

表 2.3-50 2015 年漳州市海水养殖产量统计汇总表

单位：吨

单位	海水养殖产量合计	鱼类	甲壳类	虾类	蟹类	贝类	藻类	其他
漳州市	**1，057，278**	**67，254**	**45，768**	**25，562**	**20，206**	**857，791**	**83，324**	**3，141**
龙海市	177，414	12，318	7，426	5，317	2，109	156，939	731	0
云霄县	188，286	1，576	2，091	407	1，684	184，562	57	0
漳浦县	285，470	25，857	22，955	14，420	8，535	182，780	50，845	3，033
诏安县	201，960	2，209	4，828	2，072	2，756	194，619	244	60
东山县	204，148	25，294	8，468	3，346	5，122	138，891	31，447	48

表 2.3-51 2015 年漳州市海水养殖产量按养殖水域划分统计汇总表

单位：吨

单位	海水养殖产量合计	按养殖水域分		
		海上	滩涂	其它
漳州市	**1，057，278**	**727，866**	**249，209**	**80，203**
龙海市	177，414	157，376	7，055	12，983
云霄县	188，286	113，490	72，705	2，091
漳浦县	285，470	149，758	109，772	25，940
诏安县	201，960	166，525	31，620	3，815
东山县	204，148	140，717	28，057	35，374

表 2.3-52 2015 年漳州市海水养殖面积按养殖水域划分统计汇总表

单位：公顷

单位	海水养殖面积合计	按养殖水域分		
		1.海上	2.滩涂	3.其它
漳州市	**38，390**	**18，649**	**11，696**	**8，045**
龙海市	4，898	2，316	860	1，722
云霄县	5，530	3，453	1，510	567
漳浦县	17，273	7，858	6，699	2，716
诏安县	3，357	1，274	1，035	1，048
东山县	7，332	3，748	1，592	1，992

表 2.3-53（1/2） 厂址半径 15km 范围内养殖场情况

编号	乡镇	面积 (hm^2)	养殖品种	与排水口相对方位及最近直线距离 (km)
1	东厦镇	203	泥蚶、缢蛏	NW,15.2
2	东厦镇	487	泥蚶、缢蛏	NW,13.2
3	东厦、列屿	273	泥蚶、缢蛏	N,9.2
4	列屿镇	74	泥蚶、缢蛏	N,8.0
5	列屿、陈岱镇	307	泥蚶、缢蛏	W,<1.0
6	陈岱镇	166	泥蚶、缢蛏	SW,5.3
7	东厦镇	681	青蟹、凡纳滨对虾	NW,15.9
8		501	青蟹、凡纳滨对虾	NW,15.0
9		157	青蟹、凡纳滨对虾	NW,12.8
10	列屿镇	15	青蟹、凡纳滨对虾	N, 5.3
11		24	青蟹、凡纳滨对虾	N, 3.9
12	陈岱镇	145	青蟹、凡纳滨对虾	SW, 4.0
13		43	青蟹、凡纳滨对虾	SW, 5.5
14		25	青蟹、凡纳滨对虾	SW, 8.0
15	陈岱镇	38	青蟹、凡纳滨对虾	SW, 9.2
16		234	青蟹、凡纳滨对虾	SW, 10.6
17	陈岱镇	100	石斑鱼、包公鱼等	SW,7.9
18	东厦镇	81	牡蛎	NW,14.7
19	东厦镇	20	紫菜	NW,12.0
20	东厦镇	159	牡蛎、鲍鱼	N,7.4
21	列屿镇	123	牡蛎、鲍鱼	N,6.9
22	东厦、列屿、陈岱镇	1665	波纹巴菲蛤	E,<1.0
23	康美镇	233.33	紫菜、海带	S, 13.2
24	樟塘镇	35	牡蛎	SW, 8.6
25	康美镇	133.33	牡蛎	SE, 4.3
26	康美镇	33.33	鲍鱼	SE, 4.7
27	铜陵镇	53.33	扇贝、牡蛎	SE, 5.0
28	铜陵镇	310.67	鲍鱼	SE, 6.3
29	铜陵镇	30	鲍鱼	SE, 6.9
30	铜陵镇	8	鲍鱼	SE, 9.9
31	铜陵镇	10	鲍鱼	SE, 8.0
32	杏陈镇	1	牡蛎、贻贝	SW, 8.6
33	樟塘镇	89.33	菲律宾蛤仔	SW, 7.9
34	陈城镇	71.73	棚架蛎、泥蚶	SW, 12.1
35	杏陈镇	251.6	牡蛎、菲律宾蛤仔、青蛤、硬壳蛤	SW, 16.2
36	樟塘镇	15.33	混养，养殖品种为龙须菜、对虾、蟹等	SW, 8.8
37	铜陵镇	170.2	混养、养殖品种为菲律宾蛤仔、对虾、青蟹等	SW, 11.9
38	杏陈镇	218.8	混养，养殖品种为菲律宾蛤仔、对虾、青蟹	SW, 8.0
39	铜陵镇	0.67	石斑鱼、鲈鱼、美国红鱼、鲷科鱼类、蓝子鱼类	SE, 6.2
40	杏陈镇	5.32		SW, 8.4
41				SW, 9.2
42		7.1		SW, 15.0

表 2.3-53（2/2） 厂址半径 15km 范围内养殖场情况

编号	乡镇	面积(hm^2)	养殖品种	与排水口相对方位及最近直线距离(km)
43	沙西镇	832.4	牡蛎、鲍鱼	NE, 8.7
44	沙西镇	48.1	牡蛎、鲍鱼	N, 12.4
45	杜浔镇	854	凡纳滨对虾、锯缘青蟹	NE, 14.0
46	沙溪镇	1210.7	锯缘青蟹、凡纳滨对虾、菲律宾蛤仔、河鲀	NE, 12.7

表 2.3-54 生态红线区与厂址的相对位置

序号	所在行政区		代码	管控类别	类型	名称	相对排水口方位	相对排水口位置
1	漳州市	云霄、漳浦和东山	350600-WET-Ⅱ-3	限制类	重要滨海湿地	东山湾重要滨海湿地生态保护红线区	NE	5.2km
2	漳州市	东山县和漳浦县	350600-FSH-Ⅱ-4	限制类	重要渔业水域	东山湾口南部重要渔业水域生态保护红线区	SE	27.5km
3	漳州市	云霄县	350600-SPI-Ⅰ-2	禁止类	特殊保护海岛	石矾塔屿特殊保护海岛生态保护红线区	N	10.6km
4	漳州市	云霄县和漳浦县	350600-MPA-Ⅰ-6	禁止类	海洋保护区	漳江口红树林海洋保护区生态保护红线区	N	9.7km
5	漳州市	东山县	350600-LCR-Ⅱ-6	限制类	海洋自然景观与历史文化遗迹	风动石至东门屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区	SE	8.9km
6	漳州市	东山县	350600-NCS-Ⅱ-6	限制类	重要自然岸线及沙源保护海域	金銮湾重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区	SW	9.2km
7	漳州市	东山县	350600-MPA-Ⅰ-7	禁止类	海洋保护区	头屿珊瑚礁海洋保护区生态保护红线区	SE	9.6km
8	漳州市	东山县	350600-MPA-Ⅰ-8	禁止类	海洋保护区	鸡心屿珊瑚礁海洋保护区生态保护红线区	S	15.0km
9	漳州市	东山县	350600-NCS-Ⅱ-7	限制类	重要自然岸线及沙源保护海域	苏尖湾重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区	SW	18.3km
10	漳州市	东山县和漳浦县	350600-FSH-Ⅱ-5	限制类	重要渔业水域	龙虎狮象东南侧重要渔业水域生态保护红线区	S	23.1km
11	漳州	东山县	350600-MPA-Ⅰ	禁	海洋保	澳角珊瑚礁海洋保护区生	S	21.8km

	市		-9	止类	护区	态保护红线区（一）		
12	漳州市	东山县	350600-MPA-Ⅰ-10	禁止类	海洋保护区	澳角珊瑚礁海洋护区生态保护红线区（二）	S	22.9km
13	漳州市	东山县	350600-MPA-Ⅰ-11	禁止类	海洋保护区	龙虎狮象海洋保护区生态保护红线区	S	22.9km

表 2.3-55 厂址半径 15km 范围内规模以上工业企业情况

序号	名称	乡镇	主要业务	职工数	产值（千元）	方位	距离（km）
1	瑞联电路板有限公司	云陵工业开发区	印刷线路板生产	263	95836	WNW	13-15
2	福建奕全电子有限公司		印制电路板制造	557	219796		
3	盈辉光电有限公司		LED 套件制造	860	405151		
4	漳州市胜新文具制造有限公司		文具夹制造	160	95136		
5	漳州云翔雨具有限公司		雨伞加工	126	84906		
6	福建盈佑光电有限公司		LED 发光二极管	690	307242		
7	福建晶蓝德半导体照明有限公司		日光灯管	180	101036		
8	福建省丽西食品有限公司		蘑菇罐头	259	86558		
9	鑫创鑫自动化设备科技有限公司		模具及零配件制造	110	74855		
10	福建凌云电子有限公司		磁芯制造	151	97788		
11	漳州博胜机械有限公司		裁断机、铆钉机制造	65	25906		
12	福建三兴光电子有限公司		LED 光源	116	133461		
13	海峡彩亮光电有限公司		LED 显示屏	786	421969		
14	宝谱光电科技有限公司		背光源	312	262713		
15	福建美宝光电有限公司		LED 节能等制造	226	192699		
16	漳州市富意城人造花有限公司		花画工艺品制造	215	112386		
17	福建美贴士胶粘制品有限公司		光电绝缘胶带制造	126	166231		
18	福建简明光电科技有限公司		LED 路灯	45	48831		
19	漳州明豪光电科技有限公司		LED 灯	110	135188		
20	云霄阳弘生物科技有限公司		蜜饯制造	51	41651		
21	云霄县康胜五金配件有限公司		铸铁	67	51900		
22	福建省鑫光源投资发展有限公司		智能枪弹柜	106	75101		
23	福建省冠德生物科技有限公司		马鹿肉加工	85	101366		
24	云霄艾而丹无纺制品有限公司		湿巾制造	70	138556		
25	福建大晶光电有限公司		LED 灯饰	120	123189		
26	福建谊辉光电科技有限公司		电子记事本	928	1033527		
27	福建省云翔包装制品有限公司		集装袋、包装袋制造	136	181532		
28	漳州七星光电科技有限公司		LED 支架生产	68	91420		
29	艾而丹光电科技有限公司		LED 照明灯具制造	350	287459		
30	福建信实节能照明有限公司		节能灯	942	131508		
31	福建科嘉光电科技有限公司		LED 节能灯具	38	26987		
32	云霄互惠光电科技有限公司		手机摄像头制造	906	580325		
33	福建馨佳居工贸有限公司		壁纸制造	65	27715		
34	云霄名城人造花有限公司		人造花及饰品生产	113	57138		
35	漳州市盛吉食品有限公司		水产品加工	45	21468		
36	漳州市安心居装饰材料有限公司		家具板材	34	84533		
37	漳州拓奇实业有限公司		户外运动服装生产	138	45689		
38	漳州建田照明有限公司		照明产品研发制造	71	84652		
39	福建泉云工贸有限公司		木材加工	34	31589		
40	福建省佰嘉木业有限公司		木材加工	23	35925		

41	云霄县云峰粮油有限公司		粮食加工	12	36886		
42	漳州同耀电子科技有限公司		LED 产品生产研发	59	124875		
43	海峡彩亮（漳州）光电有限公司		LED 产品生产研发	67	94623		
44	福建乐华食品有限公司		食品加工	45	159638		
45	福建璟源智能装备股份有限公司		智能装备生产	7	147893		
46	漳州市康海水产品有限公司		水产品加工	40	63257		
47	漳州市镇发装饰材料有限公司		木材加工	48	51249		
48	福建宏鼎纺织有限公司		纺织品生产	5	36895		
49	福建鹏腾电子科技有限公司		变压器、电源适配器生产	7	25692		
50	福建雁兴电子科技有限公司		LED 产品生产研发	5	158639		
51	福建省智拓电子科技有限公司		LED 产品生产研发	39	57469		
52	漳州华锐锂能新能源科技有限公司		新能源技术研发	99	146932		
53	漳州宝福钟表有限公司		钟表生产销售	6	24109		
54	漳州宏芯丰源电子有限公司		照明灯具批发零售	25	35482		
55	富利达精密钟表（福建）有限公司		钟表加工生产	31	31295		
56	漳州宙士新材料科技有限公司		合成材料制造	137	102458		
57	漳州立晶电子有限公司		计算机配件生产	25	24589		
58	艾而丹（漳州）光电科技有限公司		LED 产品生产研发	6	13249		
59	振牌（福建）海洋生物科技有限公司		食品添加剂生产	5	10479		
60	福建和信电子工贸有限公司		电子产品研发	10	23580		
61	鲜之味冷冻食品（漳州）有限公司		冷冻食品加工	50	75436		
62	福建圆柱新能源有限公司		电子元器件生产	36	42684		
63	漳州中福新材料有限公司		新型功能材料研发生产	140	87690		
64	漳州齐力光电科技有限公司		LED 产品生产研发	42	56876		
65	云霄县诚记工贸有限公司		玻璃制品制造	5	14529		
66	漳浦县惠农工贸有限公司	古雷经济开发区	农产品加工	29	42156	ESE	13.2
67	漳州市古雷正达建材有限公司		混凝土生产与销售	8	54182	ESE	13.3
68	康普（漳州）化工有限公司		纯对苯二甲酸反应催化剂、碳酸钠溶液生产	7	年 5 万吨	ESE	13
69	福建春达化工有限公司		对苯二甲酸二辛酯等生产	84	年 30 万吨	ESE	13.6
70	海顺德（漳州）特种油品有限公司		石油化工技术开发	80	年 30 万吨	ESE	13.5
71	腾龙芳烃（漳州）有限公司		化工产品生产	661	年 400 万吨	ESE	13.4
72	漳州古雷水务发展有限公司		淡水供应、污水排放	200	年 50 万吨	E	13
73	海顺德（漳州）特种油品有限公司		溶剂油	300	年 45 万吨	ESE	13.6
74	腾龙芳烃(漳州)有限公司		常渣油、凝析油、苯等油品	600	年 80 万吨 PX	ESE	13.7
75	翔鹭石化（漳州）有限公司		苯二甲酸（P 吨 A）、甲醇等化工产品	300	年 300 多万吨 P 吨 A	ESE	14.2
76	东山县华信食品有限公司	樟塘镇	速冻食品加工	81	48792	SSW	13.7
77	东山恒兴箱包有限公司		箱包生产	87	68458	SSW	13.5
78	东山欧凯金属塑料制品有限公司		渔具渔需	457	96420	S	13.2

79	东山县正达混凝土有限公司		混凝土	524	97524	SSW	13.8
80	中港（福建）水产食品有限公司		水产品加工	429	69742	SSW	14.1
81	远南包装		纸制品	317	54500	S	13.1
82	福建中海烤鳗有限公司		水产品加工	296	47321	S	14.3
83	东山远隆食品有限公司	康美镇	水产品加工	26	54390	S	12.4
84	漳州伟安玻璃有限公司		玻璃制品加工	45	53029	S	12.6
85	东山县东利达食品有限公司		农副产品加工	27	40175	S	12.5
86	东山县恒源水产有限公司		水产品加工	62	60185	S	11.2
87	福建安东实业有限公司		树脂纤维生产	27	23810	S	11.7
88	福建光耀玻璃有限公司		玻璃制品加工	31	102458	S	12.1
89	东山泰旺食品有限公司		水产品加工	12	34180	S	11.5
90	东山县鑫泓泰食品有限公司		水产品加工	80	84692	S	12.3
91	漳州厚朴节能环保科技有限公司		节能环保工程设计施工	50	176582	S	12.5
92	漳州市达罐食品有限公司		水产品加工	356	51248	SSE	10
93	福建华海水产有限公司		水产品加工	401	68524	SSE	9.8
94	东山县旗滨混凝土有限公司		混凝土	187	31223	S	11.4
95	厚朴余热发电		余热发电	120	24545	S	11.2
96	漳州旗滨玻璃有限公司		玻璃	322	69424	S	12.6
97	东山县天元水产食品有限公司		水产品加工	185	34065	SSE	12.6
98	东山县东达利食品有限公司		水产品加工	411	65058	SSW	11.4
99	东山县利航船舶制造有限公司		船舶制造	501	97544	S	11.3
100	东山县海旺水产冷冻有限公司		水产品加工	98	24014	S	12.3
101	福建大源节能环保科技有限公司		余热发电	223	45225	S	12.5
102	漳州市和裕电子有限公司	杏陈镇	石英钟机芯制造	20	84513	SW	13.1
103	福建省远扬藻业股份有限公司		藻类养殖加工	29	41203	SW	13.2
104	东山县华昌食品有限公司		水产品加工	89	43930	SW	12.9
105	东山县合庆木业有限公司		木材加工	40	42680	SW	13.6
106	东山县豪鑫金属制品有限公司		金属制品	356	64231	SW	11.1
107	福建东山华康食品有限公司		芦笋	498	86523	SW	11.4
108	东山县恒祥建材有限公司		建材	456	89825	SSW	12.4
109	东山县三南水产有限公司		水产品加工	122	32014	SW	12.6
110	东山县鹭祥沥青混凝土有限公司		混凝土	156	23554	WSW	11.4
111	东山县苏绿食品罐头厂		果蔬罐头	98	34210	SW	13.4
112	隆盛包装		包装袋	245	67424	SW	13.6
113	东山县豪鑫金属制品有限公司		金属制品	412	96752	SW	13.1
114	东山县泰和食品有限公司	铜陵镇	水产品加工	10	78423	SSE	9.9
115	东山县盛大水产有限公司		水产品加工	10	102598	SSE	10.1
116	福建万祥船业有限公司		船舶制造	20	186520	SSE	9.2
117	东山县金海兴水产加工有限公司		水产品加工	28	41635	SSE	11.2
118	福建省东山县辉永泰体育用品实业有限公司		体育产业技术开发	54	25786	SSE	10.3
119	东山东兴水产加工有限公司		水产品加工	30	48932	SSE	9.3
120	东山县东茂食品有限公司		水产品加工	10	23840	SE	9.5
121	东山县蓝特水产加工有限公司		水产品加工	45	45793	SSE	9.7
122	东山县昌兴水产食品有限公司		水产品加工	182	25351	SSE	9.8

123	东山东兴水产品加工有限公司		水产品加工	254	56450	SSE	10
124	东山东毅食品有限公司		水产品加工	369	103287	SSE	12.2
125	东山县亨立水产食品有限公司		水产品加工	623	495664	SE	9
126	东山县永隆水产食品有限公司		水产品加工	452	82347	SSE	9.4
127	东山博广天兴食品有限公司		水产品加工	821	567823	SSE	9.5
128	东山县德鑫水产食品有限公司		水产品加工	576	49621	SE	10.2
129	东山县万祥造船有限公司		船舶制造	940	157464	SSE	9.8
130	东山裕祥冷冻食品有限公司		水产品加工	156	24575	SSE	9.8
131	东山县鑫源水产有限公司		水产品加工	562	95445	SSE	10.5
132	东山县振标造船厂		船舶修造	423	86424	SSE	10.8
133	东山县勋源海产食品有限公司		水产品加工	368	54123	SSE	12.3
134	东山县立成水产有限公司		水产品加工	120	25423	SSE	9.8
135	东山新合发食品有限公司		水产品加工	98	20145	SSE	9.7
136	东山县顺达水产食品有限公司		水产品加工	140	68984	SE	11.6
137	东山县东协成水产食品有限公司		水产品加工	530	98421	SSE	10.4
138	东山县福勇渔业制品有限公司		渔具渔需	198	42451	SSE	9.5
139	漳州东山聚华食品有限公司		水产品加工	203	56742	SSE	11.5
140	东山县顺来发水产食品有限公司		水产品加工	140	23541	SSE	10.8
141	东山县辉永泰体育用品实业有限公司		体育用品	201	67712	SSE	10
142	东山县茂源水产有限公司		水产品加工	187	56241	SSE	12.6
143	东山县乐兴水产有限公司		水产品加工	174	64525	SSE	12
144	东山县福康水产食品有限公司		水产品加工	87	25454	SSE	11
145	东山县昂诚水产食品有限公司		水产品加工	178	51054	SSE	11
146	东山县铜兴渔具有限公司		渔具渔需	214	56796	SSE	10.8
147	东山县恒隆水产有限公司		水产品加工	421	98547	SSE	10
148	东山县金海兴水产有限公司		水产品加工	396	64480	SSE	10
149	漳州市凯达服装辅料有限公司	常山华侨经济开发区	服装辅料生产	140	68412	W~WNW	7.8-10.3
150	漳州和诚木业有限公司		木材加工	120	54793		
151	福建省正德食品有限公司		速冻食品加工	11	23695		
152	漳州亿鹏节能科技有限公司		蒸汽锅炉生产	16	24856		
153	福建欣亿达实业有限公司		工艺品制造	2196	1458932		
154	福建省龙威食品有限公司		速冻食品加工	20	32158		
155	漳州红威食品有限公司		水产品加工	44	26480		
156	福建正霸新材料股份有限公司		新型建筑材料研发生产	23	34018		
157	福建东旺饰品有限公司		仿珍珠宝加工	284	546875		
158	漳州市东好水产食品有限公司		水产品加工	516	698630		
159	漳州墁天香食品有限责任公司		食品加工	32	35897		
160	漳州市闽正食品有限公司		速冻食品生产	47	41690		
161	漳州通汇玻璃有限公司		玻璃加工	65	74692		
162	福建德霸食品机械有限公司		食品机械生产批发	75	74312		
163	漳州常山品兴汽配有限公司		汽车配件生产	86	87102		
164	漳州常山大统联丰兴业饲料有限公司		饲料生产	32	54392		
165	漳州升源机械工业有限公司		汽车、摩托车磨具生产	191	268950		
166	福建优立化工有限公司		油漆生产	74	58761		

167	漳州市海资源水产有限公司		速冻食品加工	17	24158		
168	漳州市海泉冷冻仓储有限责任公司		速冻食品生产	10	13625		
169	漳州市美润饲料有限公司		饲料生产	13	24798		
170	漳州市常山峤丰机械铸造有限公司		五金机械制造	29	45789		
171	漳州市常山海之味冷冻食品有限责任公司		速冻食品加工	49	56479		
172	漳州市常山昌盛五金铸造有限公司		五金铸造	60	57413		
173	漳州义大包装工业有限公司		农膜新技术及新产品	12	21409		
174	漳州市三正建材有限公司		水泥制品及建筑材料制造	9	20354		
175	漳州市方长宏食品有限公司		食品生产	40	35781		
176	漳州市常山源源成食品有限公司		糖果制品	30	86523		
177	漳州市双豪工艺品有限公司		人造花生产	30	85479		
178	漳州市万佳华盛化工有限公司		危险化学品生产	40	45786		
179	漳州市常兴鸿工贸有限公司		化工原料生产	31	32564		
180	漳州市东和食品有限公司		水产品加工	8	23596		
181	漳州市永盛水产食品有限公司		水产品加工	7	21403		
182	漳州市常山鸿泰五金制品有限公司		五金配件生产	12	26895		
183	瀚蓝（常山华侨经济开发区）固废处理有限公司		城镇生活垃圾焚烧发电	946	895472		
184	漳州合力盛冷冻食品有限公司		水产品加工	29	40123		
185	漳州市顺德木业有限公司		卷板加工	23	65897		
186	漳州市常山基祥饲料有限公司		饲料生产	50	65130		
187	福建安盛海洋生物科技有限公司		食品添加剂生产	5	21014		
188	漳州市常山诚兴冷冻食品有限公司		速冻食品加工	26	32601		
189	漳州常山吉立行机械工业有限公司		精密轴承生产	61	47952		
190	福建蓝玉龙海产食品有限公司		水产品加工	51	47892		
191	漳州海之味生物科技有限公司		饲料生产	51	57421		
192	福建茂园工艺品有限公司		工艺品生产	13	21459		
193	福建省中景制罐有限公司		气雾罐、食品罐生产	24	74962		
194	漳州市常山欣欣五金铸造有限公司		五金铸造	42	54621		
195	云霄兴广建材有限公司	陈岱镇	空心砖	52	46751	SW	12.3
196	福建粤海饲料有限公司		水产饲料制造	221	415979	SW	12.3
197	云霄钰山工业有限公司		木片	20	23532	SW	9.2
198	漳州市鸿益饲料有限公司		饲料生产及销售	78	100136	WSW	9.2
199	云霄县大水堀石料厂		沙石开采	10	30000	SW	8.1
200	云霄县宗林石料场		沙石开采	10	36000	WSW	11.2
201	云霄县祥云碎石厂		沙石开采	12	30000	WSW	10.6
202	云霄县世杰建材厂		生产瓦转	20	30000	SW	10.2
203	云霄县福皇建筑材料有限公司		空心砖	51	52522	W	9.2
204	有利机械设备（福建）有限公司		制衣设备生产	72	175184	WSW	9.6

205	福建梦园金属制品有限公司		金属制品	20	52489	WSW	12.8
206	福建财兴工贸有限公司		不锈钢材料	32	34158	WSW	12.7
207	漳州市好喜欢不锈钢制品有限公司		不锈钢材料	10	20146	WSW	12.8
208	漳州鸿益食品冷冻有限公司		水产品加工	62	68742	WSW	12.7
209	云霄隆达金岸工业有限公司		家具制造	99	158624	WSW	12.9
210	云霄县斑鸠木业有限公司		木材加工	51	75361	WSW	12.7
211	云霄县鸠山木业有限公司		木材加工	43	41258	WSW	12.8
212	漳州铸嘉建材有限公司		建筑材料销售	25	35492	WSW	12.9
213	福建新顺兴装饰材料有限公司		家居装饰板生产	3	21031	WSW	12.9
214	福建省燕宁顺通科技发展有限责任公司	列屿镇	非金属矿物制品	18	43201	SW	3.5
215	福建元初科技有限公司		生物技术研发	14	23145	N	8
216	漳州市华威电源科技有限公司		电池制造	776	401268	WNW	6.9
217	福建十八重工股份有限公司		钢结构制作	603	514320	WNW	6

表 2.3-56 厂址半径 15km 范围内液化气储用企业情况

序号	名称	县域	地址	总储量	方位	距离/km	概况
1	云霄县华荣燃气有限公司	云霄县	陈岱镇赤皮山	120m^3	WSW	8.9	现有 50 m^3 的液化石油气贮罐 2 座，20 m^3 残液罐 1 座
2	常山常凯液化气有限公司		常山华侨经济开发区大水瑶管区青年山	200m^3	W	9.6	现有 50 m^3 的液化石油气贮罐 4 座
3	福建省大东石油化工有限公司	东山县	东山县铜陵镇大沃田尾	4000 m^3	SSE	9.8	现有 4 个 1000m^3 液化石油气储罐，球形储罐，直径 12.3m，设有 2.1m 高防火堤。属于中低压储罐，储罐压力 1.76 兆帕，温度 0~50℃。通过轮船将液化石油气运至该灌区，由汽车送往省内外液化气站。
4	石化仓库（拟建）	漳浦县	古雷石化工业区	160 万 m^3	ENE	13.3	单座储罐 $10\times10^4m^3$

表 2.3-57 厂址半径 15km 范围内危险化学品生产、储用企业情况

序号	名称	县域	地址	企业性质	总储量	方位	距离/km	危险品名称
1	海顺德（漳州）特种油品有限公司	漳浦县	福建省漳州市古雷港经济开发区海顺德路一号	危险化学品生产企业	23 万 t/a	ESE	14.1	环保型溶剂油（异己烷、正己烷、甲基环戊烷、石油醚）
2	漳州古雷海腾码头投资管理有限公司		漳州市漳浦县古雷镇旌旗路 83 号	危险化学品经营企业（带储存设施）	89.6 万 m^3	SE	14.7	凝析油/石脑油、轻石脑油/抽余油、混合二甲苯、对二甲苯、邻二甲苯、苯、醋酸、醋酸异丁酯*
3	腾龙芳烃（漳州）有限公司		福建省漳州市古雷港经济开发区腾龙路 84#	危险化学品生产企业	对二甲苯 160 万 t/a、邻二甲苯 24 万 t/a、硫磺 8 万 t/a、液化石油气 50 万 t/a、苯 22.8 万 t/a、氢气 4 万 t/a、氮气 6 万 t/a、碳五 8 万 t/a、石脑油 132 万 t/a、抽余油 21 万 t/a、常压瓦斯油 173 万 t/a 生产***	ESE	14.1	对二甲苯、邻二甲苯、硫磺、液化石油气、苯、氢气、氮气、碳五、石脑油、抽余油、常压瓦斯油

注：该数据来源于漳州市应急局

表 2.3-58 厂址半径 15km 范围加油站、汽柴油批发企业情况

编号	名称	方位	距离/km	经营范围	储存量
1	中石化森美（福建）石油有限公司漳州云霄东厦加油站	NNW	15.4	汽油	27m³
2	中石化森美（福建）石油有限公司漳州云霄陈岱加油站	WSW	9.17	汽油	40.5m³
3	中石化森美（福建）石油有限公司漳州云霄列屿加油站	WSW	4.12	汽油	27m³
4	中国石油天然气股份有限公司福建云霄大埔东加油站	WNW	13.2	汽油	60t
5	中国石油天然气股份有限公司福建云霄大埔西加油站	WNW	14.51	汽油	60t
6	中国石油天然气股份有限公司福建东山南埔加油站	S	14.3	汽油	60m³
7	东山县杏陈石林加油站	SW	12.8	汽油	20t
8	中化（福建）石油销售有限公司东山疏港路加油站	SSW	13.3	汽油	150m³
9	东山县金港加油站	S	13.48	汽油	122.5m³
10	中石化森美(福建)石油有限公司漳州东山城区加油站	SSE	11.1	汽油	120m³
11	中石化森美(福建)石油有限公司漳州东山铜陵加油站	S/SSE	10.66	汽油	90m³
12	东山县公共交通有限公司山前加油站	SSW	14.48	汽油	40m³
13	漳浦县沙西镇耀璋加油站	NE	13.44	汽油、柴油	柴油 40m³、汽油 70m³
14	沙西第一加油站	NNE	13.27	汽油，柴油	140m³
15	沙西第二加油站	NNE	12.47	汽油，柴油	140m³
16	中国石油天然气股份有限公司福建漳浦兴港加油站	E	13.76	汽油	30m³
17	漳浦县沙西兴辉加油站	N	10.18	汽油柴油	100m³

表 2.3-59 厂址附近公路运输危险品信息统计表

企业名称		云霄莆美能源石化有限公司	常山常凯液化气有限公司	漳州市印美油墨有限公司	常山万佳华盛化工有限公司	福建省大东石油化工有限公司	漳州海顺德运输有限公司
运输危险品种类		3 类（汽柴油）	2 类（液化气）	3 类（油墨）	3 类（涂料）	2 类（液化气）	3 类（溶剂油）
运输车辆单车最大容量		13.8t	1.5t	3.7t	6.5t	25t	20t
主要运输道路		G15，G324	G324	G15，G324	G324	疏港路	疏港公路
相对厂址位置	方位	W	W	W	W	S	E
	距离（km）	10.7	11.5	10.7	11.5	10.1	13.0

表 2.3-60 古雷航道与城垵航道海上危险品运输情况

航道名称	危险品名称	运输 航道及停靠码头	运输工具	一次最大运输量	相对厂址位置	
					方位	最近距离（km）
古雷航道	凝析油	古雷航道（海腾码头）	危险品船	8 万 t	SE	13.9
	二甲苯		危险品船	1 万 t		
	石脑油		危险品船	1 万 t		
	燃料油		危险品船	1 万 t		
	乙酸		危险品船	5000t		
	重芳烃		危险品船	3000t		
	冰醋酸	古雷航道（一德码头）	危险品船	2000t	SE	13.9
城垵航道	汽油	城垵航道（大东石化码头）	危险品船	3000m^3	SSE	9.5
	柴油	城垵航道（铜陵油库码头）	危险品船	3000m^3	SSE	9.6

注：该数据来源于漳州海事局

表 2.3-61 厂址半径 15km 范围内各渔港的基本情况

序号	渔港名称	渔港类型	地理位置	方位	距离（km）	渔港情况
1	白衣渔港	三级	漳浦县沙西镇白衣村	N	10.32	可停泊渔船 120 艘
2	礁美渔港	二级	云霄县陈岱镇礁美村	SW	9.44	建设防波堤 800 m、码头 100 m、泊位 2 个，码头后平台 1530 m^2
3	山前渔港	一级	云霄县列屿镇山前村	WSW	3.71	可停泊渔船 500 艘以上，泊位 9 个规划升级为中心渔港
4	下寨渔港	二级	漳浦县沙西镇下寨村	N	9.8	可停泊渔船 250 艘
5	下崎渔港	三级	漳浦县沙西镇	NNE	10.9	可停泊渔船 100 艘
6	人家渔港	二级	云霄县列屿镇人家村	NNW	1.53	规划建设码头 1165 m、150 马力渔船泊位 5 个，栈桥 13m
7	大澳渔港	中心	东山县铜陵镇大沃村	SSE	10.63	/
8	古港渔港	三级	东山县樟塘镇古港村	SSW	11.55	规划建设码头泊位 1 个，码头长度 200 m

注：该数据来源于漳州市海洋渔业局

表 2.4-1 气象站基本信息表

站名	经纬度		拔海高度(m)	气象站类型	区站号	站点变动信息		
	经度(°,′)	纬度(°,′)				建站时间	迁站次数	现址开始工作时间
东山	117°30	23°47'	53.3	基本站	59321	1954/1/1	--	1954/1/1
云霄	117°22'	23°59'	22.8	一般站	59322	1957/9/1	1	1977/1/1
诏安	117°08'	23°46'	18.1	一般站	59320	1957/9/1	--	1957/9/1
漳浦	117°37'	24°08'	53.0	一般站	59129	1960/1/1	1	1966/1/1

表 2.4-2 东山站各月及年平均风速（1954~2017）

单位：m/s

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
风速	7.7	7.6	6.8	5.7	5.2	4.6	3.9	3.9	5.5	7.8	7.9	7.7	6.2

表 2.4-3 东山站各季及年出现各风向频率（1954~2017）

单位：%

季年/风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春季	2	9	31	20	5	1	2	3	5	6	5	3	1	1	1	1	4
夏季	1	4	10	7	5	2	4	6	12	16	13	8	2	1	1	1	5
秋季	3	20	34	19	6	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
冬季	3	17	44	21	4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2
年	2	12	30	17	5	1	2	3	5	6	5	3	1	1	1	2	3

表 2.4-4 东山站各月及年平均气温统计（1954~2017）

单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
气温	13.4	13.3	15.2	19.4	23.4	26.2	27.6	27.5	26.8	23.8	20.0	15.8	21.0

表 2.4-5 东山站各月及年降水量统计（1954~2017）

单位：mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
降水量	29.1	56.7	77.6	117.7	153.2	214.7	141.7	184.8	114.5	45.8	35.0	27.5	1194.3
日最大降水量	51.3	116.5	144.7	116.3	163.8	350.4	199.9	216.0	205.9	229.5	137.1	111.3	350.4

表 2.4-6 东山站各月及年平均气压统计（1954~2017）

单位：hPa

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
气压	1015.0	1013.6	1011.3	1008.0	1004.1	1001.0	1000.2	999.7	1003.4	1008.7	1012.2	1014.7	1007.7

表 2.4-7 东山站各月及年平均日照小时数和日照百分率（1954~2017）

月份	1	2	3	4	5	6	7
日照时数（h）	159.8	121.4	124.3	141.2	163.1	194.2	281.8
日照百分率（%）	48	37	33	37	40	48	68
月份	8	9	10	11	12	年	
日照时数（h）	257.1	227.8	230.2	191.4	182.5	2274.8	
日照百分率（%）	64	62	65	58	55	51	

表 2.4-8 东山站各月及年蒸发量（1954~2017）

单位：mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
蒸发量	111.2	94.7	105.5	121.5	137.9	144.8	184.4	177.7	179.6	208.0	160.6	131.2	1750.6

表 2.4-9 东山站各月及年水汽压统计（1954~2017）

单位：hPa

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
水汽压	11.9	12.4	14.3	19.0	24.6	29.6	31.1	30.7	27.6	21.3	17.2	13.3	21.1

表 2.4-10 气象铁塔各高度风向频率（2020.5~2021.4）

单位：%

风向 / 高度	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
100m	2.0	16.6	25.6	13.2	4.8	1.7	1.9	2.4	3.0	5.8	9.9	6.0	2.3	1.8	1.6	1.0
70m	2.9	23.1	21.0	11.0	3.7	1.6	2.2	2.8	3.7	5.9	9.3	4.7	2.9	2.0	1.7	1.3
50m	2.1	9.2	29.1	13.7	6.3	2.1	1.7	3.4	2.7	5.3	8.4	6.4	2.3	3.5	2.5	1.1
30m	3.9	23.8	18.3	9.8	3.7	1.6	2.6	3.6	4.2	6.7	6.8	3.4	4.9	3.6	1.4	1.4
10m	31.4	20.0	4.1	1.4	1.0	0.8	4.0	2.7	3.8	6.8	6.1	5.1	6.2	2.7	1.5	1.9

表 2.4-11 地面站各季和年风向频率（2020.5~2021.4）

单位：%

风向 / 季、年	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
春季	1.0	12.6	29.5	15.2	3.3	2.1	2.4	4.3	2.1	7.8	4.0	2.5	5.0	5.8	1.1	1.3
夏季	0.6	2.2	3.9	3.9	2.7	1.9	3.9	6.5	3.0	29.7	16.6	6.3	8.4	7.9	1.5	1.0
秋季	1.6	41.0	24.7	11.6	2.8	1.3	1.2	1.9	0.4	0.9	0.6	0.3	4.1	4.5	1.9	1.3
冬季	3.7	28.6	31.4	12.7	2.7	1.6	1.2	2.8	0.4	0.2	0.1	0.2	3.3	6.4	2.1	2.6
全年	1.7	20.8	22.2	10.8	2.9	1.7	2.2	3.9	1.5	9.8	5.4	2.4	5.2	6.2	1.7	1.5

表 2.4-12 气象铁塔各高度及地面站月、季、年平均风速（2020.5~2021.4）

单位：m/s

月 高度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	春季	夏季	秋季	冬季	全年
100m	5.9	5.2	5.2	5.8	4.3	5.2	4.8	4.0	4.3	7.7	6.9	6.8	5.1	4.7	6.3	6.0	5.5
70m	5.6	4.9	5.0	5.6	4.2	4.9	4.6	3.8	4.1	7.4	6.6	6.5	4.9	4.5	6.0	5.7	5.3
50m	5.5	4.9	4.9	5.6	4.1	4.6	4.4	3.7	4.1	7.3	6.4	6.4	4.8	4.2	5.9	5.6	5.1
30m	5.4	4.9	5.0	5.6	4.0	4.4	4.3	3.6	4.1	7.2	6.3	6.3	4.9	4.1	5.9	5.5	5.1
10m	3.0	2.8	2.8	3.2	2.6	3.5	3.3	2.3	2.0	3.5	3.3	3.4	2.9	3.1	2.9	3.1	3.0
地面站	4.7	4.2	4.3	4.9	3.3	3.0	2.9	2.6	3.5	6.3	5.4	5.6	4.0	3.4	4.5	4.8	4.2

表 2.4-13 气象铁塔和地面站月、季、年的平均气温（2020.5~2021.4）

单位：℃

项目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	春季	夏季	秋季	冬季	全年
铁塔	100m	13.3	16.5	17.4	20.1	24.8	27.7	28.6	27.9	26.6	23.5	21.5	16.2	20.8	28.0	23.9	15.3	22.1
	70m	13.4	16.5	17.4	20.2	24.9	27.8	28.7	27.9	26.7	23.6	21.6	16.3	20.8	28.1	24.0	15.3	22.1
	50m	13.6	16.7	17.7	20.5	25.2	28.2	29.0	28.2	27.0	23.9	21.9	16.6	21.1	28.5	24.4	15.6	22.4
	30m	13.7	16.7	17.8	20.7	25.3	28.3	29.1	28.3	27.1	24.0	22.0	16.7	21.3	28.6	24.5	15.7	22.5
	10m	13.9	17.0	18.1	21.0	25.6	28.6	29.5	28.6	26.6	24.3	22.2	17.0	21.6	28.9	24.5	15.9	22.8
地面站		13.8	16.8	18.1	21.2	25.7	28.8	29.9	28.7	27.3	24.4	22.2	17.0	21.7	29.1	24.7	15.8	22.9

表 2.4-14 铁塔各时刻各高度不同类别逆温强度的出现时次、频率（2020.5~2021.4）

高度（m）		无 ΔT/Δz≤0	弱 0<ΔT/Δz ≤1.7	中 1.7<ΔT/Δz ≤3.4	强 ΔT/Δz >3.4
10~30	次数	7489	646	301	177
	频率	86.9%	7.5%	3.5%	2.1%
10~50	次数	7486	748	281	98
	频率	86.9%	8.7%	3.3%	1.1%
10~70	次数	7850	575	126	62
	频率	91.1%	6.7%	1.5%	0.7%
10~100	次数	7734	746	97	20
	频率	89.8%	8.7%	1.1%	0.2%

注：ΔT/Δz 的单位为℃/100m

表 2.4-15 地面气象站季、年各风向雨量分布（2020.5~2021.4）

单位：mm

风向 / 季节	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
春季	0.7	23.4	35.0	4.4	1.5	0.7	0.7	0.7	0.0	5.8	8.0	2.9	8.0	4.4	2.2	1.5
夏季	1.5	7.4	5.9	0.0	3.7	1.5	2.2	4.4	6.6	23.5	11.8	3.7	8.1	11.8	5.9	2.2
秋季	5.1	15.3	10.2	11.9	3.4	3.4	5.1	8.5	1.7	3.4	1.7	1.7	8.5	6.8	11.9	1.7
冬季	6.3	33.3	22.9	4.2	4.2	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	12.5	12.5
全年	2.4	17.6	19.2	4.0	2.9	1.3	1.8	3.4	2.6	11.1	7.4	2.6	7.4	6.8	6.3	3.2

表 2.4-16 地面站各月及年平均气压（2020.5~2021.4）

单位：hPa

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
气压	1019.1	1016.1	1014.7	1012.6	1007.1	1005.8	1005.4	1005.0	1008.0	1012.5	1016.2	1018.1	1011.61.7

表 2.4-17 地面气象站各月及年的辐射值（2020.5~2021.4）

单位：W/m^2

月、年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
总辐射	174.3	190.7	174.9	197.3	197.6	241.7	265.6	247.3	191.1	196.2	169.2	136.0	199.1
净辐射	60.0	79.1	88.5	101.9	110.3	141.0	142.6	142.4	108.3	93.4	71.0	51.7	99.8

表 2.4-18 大气稳定度分类（2020.5~2021.4）

单位：%

年、月 稳定度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
A	5.4	6.2	6.3	4.4	9.1	2.2	5.6	14.1	9.9	2	3.4	0.9	5.8
B	9.1	11.2	11.3	10.6	17.5	29	23.9	18.8	16.2	2.8	6.2	5.2	13.6
C	11	8.8	18.5	21.2	24.7	39	34.3	19.5	19.1	12.5	8.7	14.1	19.5
D	58.2	53.6	49.9	57.2	40.7	25.6	30.8	30.8	40.1	81.9	70	76.3	51
E	4	3.9	3	2.5	1.3	1.1	1.2	6.6	4.5	0.1	2.5	1.2	2.6
F	12.2	16.4	11	4	6.6	3.1	4.2	10.2	10.2	0.7	9.3	2.4	7.5

表 2.4-19 10m 高度风向、风速、大气稳定度三维联合频率（2020.5~2021.4）

单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.035	0.174	0.650	0.557	0.766	0.360	0.116	0.023	0.058	0.035	0.012	0.058	0.012	0.000	0.046	2.902	1.6
	2.0～2.9	0.000	0.058	0.232	0.488	0.685	0.209	0.557	0.325	0.000	0.151	0.104	0.035	0.046	0.035	0.012	0.012	2.949	2.4
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.5
	0.6～1.9	0.058	0.279	0.267	0.604	0.290	0.244	0.267	0.348	0.139	0.673	0.395	0.163	0.174	0.093	0.093	0.116	4.203	1.5
	2.0～2.9	0.035	0.093	0.081	0.093	0.081	0.046	0.093	0.209	0.046	0.232	0.313	0.046	0.000	0.000	0.000	0.012	1.380	2.5
	3.0～4.9	0.000	0.569	0.917	1.881	0.592	0.046	0.151	0.418	0.197	2.229	0.894	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	7.987	4.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.023	0.000	0.012	0.000	0.059	0.5
	0.6～1.9	0.070	0.267	0.174	0.163	0.151	0.104	0.058	0.267	0.104	0.418	0.325	0.302	0.244	0.163	0.035	0.058	2.903	1.5
	2.0～2.9	0.000	0.232	0.313	0.267	0.081	0.000	0.116	0.267	0.104	1.138	0.790	0.151	0.012	0.023	0.012	0.000	3.506	2.5
	3.0～4.9	0.058	0.952	1.184	0.755	0.046	0.000	0.012	0.244	0.116	1.567	0.581	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	5.596	3.9
	5.0～5.9	0.000	0.940	0.639	0.824	0.058	0.000	0.012	0.035	0.070	1.126	0.116	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	3.832	5.5
	≥6.0	0.000	1.103	0.998	0.882	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.546	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.576	6.5
D	0.0~0.5	0.058	0.012	0.012	0.012	0.012	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.012	0.035	0.035	0.023	0.023	0.023	0.281	0.5
	0.6～1.9	0.720	0.708	0.302	0.290	0.116	0.151	0.221	0.209	0.221	0.406	0.453	0.488	1.498	1.672	0.650	0.650	8.755	1.3
	2.0～2.9	0.383	1.370	0.406	0.255	0.081	0.035	0.116	0.383	0.081	0.604	0.952	0.604	0.267	0.046	0.116	0.151	5.850	2.4
	3.0～4.9	0.023	3.286	1.939	0.511	0.046	0.012	0.093	0.615	0.104	0.255	0.302	0.139	0.035	0.000	0.070	0.035	7.465	3.9
	5.0～5.9	0.000	2.682	2.310	0.430	0.023	0.000	0.000	0.128	0.070	0.116	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	5.783	5.5
	≥6.0	0.000	7.988	12.005	2.531	0.012	0.000	0.012	0.000	0.023	0.221	0.035	0.000	0.012	0.000	0.012	0.000	22.851	8.0
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.081	0.104	0.046	0.000	0.000	0.023	0.139	0.081	0.012	0.035	0.023	0.917	0.766	0.197	0.023	2.447	2.3
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.104	0.081	0.000	0.000	0.197	3.3
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
F	0.0~0.5	0.000	0.000	0.023	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.012	0.012	0.000	0.012	0.000	0.000	0.105	0.5
	0.6～1.9	0.290	0.151	0.174	0.104	0.023	0.093	0.093	0.209	0.104	0.093	0.058	0.197	1.556	2.961	0.383	0.383	6.872	1.5
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.197	0.279	0.012	0.000	0.488	2.6
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
合计		1.695	20.806	22.266	10.798	2.889	1.706	2.196	3.936	1.495	9.868	5.459	2.393	5.178	6.166	1.639	1.509	100	

表 2.4-20（1/5）　70m 高度风向、风速、稳定度-降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

无雨　　单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.035	0.221	0.221	0.163	0.116	0.116	0.035	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	0.035	0.023	0.000	1.011	1.6
	2.0～2.9	0.000	0.058	0.174	0.221	0.302	0.499	0.221	0.093	0.012	0.023	0.070	0.046	0.058	0.035	0.023	0.023	1.858	2.5
	3.0～4.9	0.000	0.046	0.093	0.313	0.906	0.279	0.569	0.116	0.012	0.023	0.186	0.058	0.012	0.000	0.070	0.000	2.683	3.8
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.209	0.023	0.000	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.256	5.3
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	6.3
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.024	0.5
	0.6～1.9	0.035	0.081	0.116	0.197	0.163	0.104	0.128	0.070	0.093	0.035	0.081	0.070	0.116	0.058	0.023	0.058	1.428	1.5
	2.0～2.9	0.046	0.116	0.163	0.163	0.104	0.093	0.093	0.151	0.116	0.197	0.372	0.093	0.035	0.000	0.035	0.012	1.789	2.5
	3.0～4.9	0.046	0.511	0.546	0.882	0.313	0.012	0.244	0.279	0.104	0.372	0.708	0.128	0.000	0.012	0.070	0.012	4.239	4.1
	5.0～5.9	0.023	0.209	0.255	0.848	0.383	0.035	0.128	0.151	0.232	0.163	0.522	0.116	0.000	0.000	0.000	0.012	3.077	5.5
	≥6.0	0.000	0.012	0.012	0.221	0.232	0.012	0.035	0.070	0.337	0.917	0.731	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	2.672	6.9
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.4
	0.6～1.9	0.046	0.035	0.081	0.070	0.058	0.035	0.058	0.104	0.070	0.093	0.035	0.046	0.046	0.035	0.023	0.023	0.858	1.5
	2.0～2.9	0.035	0.163	0.232	0.221	0.058	0.012	0.046	0.070	0.058	0.116	0.372	0.209	0.023	0.000	0.012	0.000	1.627	2.5
	3.0～4.9	0.081	0.546	0.836	0.604	0.104	0.046	0.104	0.209	0.163	0.464	1.300	0.337	0.012	0.000	0.012	0.000	4.818	4.0
	5.0～5.9	0.104	0.650	0.731	0.395	0.035	0.012	0.012	0.070	0.070	0.395	0.604	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	3.124	5.5
	≥6.0	0.058	1.904	0.987	1.788	0.104	0.000	0.023	0.128	0.894	1.416	0.964	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	8.312	7.3
D	0.0~0.5	0.012	0.035	0.012	0.023	0.012	0.000	0.000	0.012	0.023	0.023	0.000	0.023	0.012	0.000	0.000	0.012	0.199	0.4
	0.6～1.9	0.093	0.337	0.453	0.255	0.244	0.104	0.151	0.163	0.116	0.232	0.302	0.418	0.290	0.197	0.104	0.128	3.587	1.4
	2.0～2.9	0.267	0.627	0.395	0.151	0.035	0.012	0.023	0.046	0.128	0.197	0.441	0.557	0.244	0.058	0.012	0.070	3.263	2.5
	3.0～4.9	0.581	2.589	1.057	0.279	0.046	0.035	0.093	0.197	0.290	0.302	1.161	0.940	0.081	0.046	0.104	0.232	8.033	4.0
	5.0～5.9	0.128	2.171	1.637	0.197	0.035	0.023	0.035	0.104	0.104	0.093	0.302	0.093	0.000	0.012	0.046	0.012	4.992	5.5
	≥6.0	0.081	11.111	11.750	3.646	0.035	0.000	0.035	0.348	0.418	0.209	0.151	0.070	0.000	0.012	0.058	0.000	27.924	8.3
E	0.0~0.5	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.5
	0.6～1.9	0.035	0.012	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.035	0.081	0.116	0.046	0.046	0.395	1.6
	2.0～2.9	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.046	0.070	0.360	0.151	0.046	0.058	0.871	2.5
	3.0～4.9	0.035	0.081	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.104	0.035	0.035	0.151	0.163	0.139	0.163	0.058	1.114	3.8
	5.0～5.9	0.000	0.012	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.000	0.141	5.4
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	6.3
F	0.0~0.5	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.035	0.000	0.000	0.012	0.023	0.023	0.035	0.012	0.164	0.4
	0.6～1.9	0.441	0.406	0.302	0.116	0.070	0.070	0.046	0.070	0.093	0.163	0.221	0.302	0.581	0.430	0.302	0.232	3.845	1.4
	2.0～2.9	0.267	0.325	0.058	0.000	0.012	0.012	0.000	0.012	0.012	0.035	0.128	0.360	0.441	0.279	0.163	0.151	2.255	2.4
	3.0～4.9	0.209	0.313	0.035	0.035	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.058	0.070	0.070	0.139	0.104	0.000	1.057	3.5
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.012	5.2
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

合计	2.763	22.409	20.262	10.882	3.647	1.534	2.172	2.592	3.519	5.550	8.802	4.389	2.671	1.789	1.544	1.163	95.688	

表 2.4-20（2/5） 70m 高度风向、风速、稳定度和降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

小雨 单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	2.3
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	3.2
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.023	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.012	0.023	0.012	0.012	0.129	1.5
	2.0～2.9	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.023	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.083	2.5
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	4.2
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.012	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	5.5
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	7.1
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.023	0.012	0.000	0.012	0.012	0.000	0.012	0.000	0.000	0.023	0.023	0.000	0.000	0.012	0.000	0.129	1.6
	2.0～2.9	0.000	0.012	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.023	0.023	0.023	0.012	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.141	2.5
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.023	0.012	0.000	0.000	0.000	0.035	0.023	0.023	0.023	0.023	0.000	0.000	0.012	0.000	0.174	4.1
	5.0～5.9	0.000	0.046	0.035	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	5.6
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.012	0.000	0.000	0.023	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	6.9
D	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.024	0.3
	0.6～1.9	0.023	0.035	0.046	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.000	0.058	0.046	0.012	0.012	0.012	0.338	1.5
	2.0～2.9	0.023	0.035	0.058	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.023	0.035	0.046	0.035	0.012	0.012	0.000	0.303	2.4
	3.0～4.9	0.023	0.104	0.128	0.012	0.023	0.000	0.012	0.012	0.012	0.023	0.116	0.046	0.000	0.023	0.035	0.023	0.592	4.0
	5.0～5.9	0.012	0.070	0.081	0.012	0.000	0.012	0.000	0.012	0.000	0.012	0.023	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.246	5.4
	≥6.0	0.012	0.244	0.197	0.023	0.012	0.000	0.000	0.023	0.000	0.012	0.046	0.023	0.012	0.012	0.012	0.000	0.628	7.8
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.024	2.8
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	3.9
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
F	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.023	0.000	0.000	0.070	1.5
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.012	0.012	0.000	0.048	2.5
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.024	3.2
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

合计	0.105	0.616	0.627	0.131	0.094	0.048	0.048	0.153	0.106	0.221	0.372	0.267	0.152	0.141	0.155	0.059	3.295	

表 2.4-20（3/5） 70m 高度风向、风速、稳定度和降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

中雨 单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	2.8
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.3
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.036	1.4
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	4.0
	5.0～5.9	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	5.7
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
D	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.023	0.012	0.000	0.012	0.071	1.5
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.036	2.2
	3.0～4.9	0.000	0.035	0.023	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.012	0.023	0.000	0.000	0.023	0.000	0.012	0.163	4.1
	5.0～5.9	0.012	0.000	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.083	5.6
	≥6.0	0.000	0.012	0.070	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.141	9.1
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.012	0.000	0.000	0.035	2.6
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
F	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
合计		0.012	0.083	0.140	0.024	0.012	0.000	0.000	0.012	0.047	0.047	0.070	0.036	0.058	0.059	0.012	0.024	0.636	

表 2.4-20（4/5） 70m 高度风向、风速、稳定度和降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

大雨 单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	2.7
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
D	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.023	1.7
	2.0～2.9	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.059	2.7
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.012	0.048	3.8
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	5.8
	≥6.0	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	12.8
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
F	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
合计		0.000	0.023	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.012	0.012	0.024	0.012	0.012	0.035	0.000	0.012	0.178	

表 2.4-20（5/5） 70m 高度风向、风速、稳定度和降水四维联合频率（2020.5~2021.4）

暴雨 单位：%

稳定度	风向 / 风速（m/s）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合计	风速（m/s）
A	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
B	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	1.4
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
C	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.8
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
D	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	3.3
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	13.7
E	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	5.2
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
F	0.0~0.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	0.6～1.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	2.0～2.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	3.0～4.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	5.0～5.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	≥6.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
合计		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.024	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.095	

表 2.4-21 夏季各探测观测站混合层高度统计

单位：m

时次 / 探测观测站	08 时	11 时	13 时	15 时	17 时	20 时
1 号	190	510	530	490	370	195
2 号	109	599	970	1147	791	
3 号	225	804	1072	854	584	266
平均高度	175	638	957	830	581	

表 2.4-22 冬季观测站混合层高度统计

单位：m

时次 / 探测观测站	08 时	11 时	13 时	15 时	17 时	20 时
1 号		410	520	490	350	

表 2.4-23 扩散参数$\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$式中的 a、b、c、d 值（偏东风）

稳定 度类		A	B	C	D	E	F
系数	a	0.35	0.30	0.25	0.24	0.23	0.20
	b	0.83	0.79	0.75	0.75	0.75	0.70
	c	0.19	0.18	0.16	0.15	0.10	0.08
	d	0.80	0.78	0.76	0.75	0.70	0.66

表 2.4-24 扩散参数$\sigma_y = ax^b$，$\sigma_z = cx^d$式中的 a、b、c、d 值（偏西风）

稳定 度类		A	B	C	D	E	F
系数	a	0.30	0.28	0.27	0.26	0.26	0.23
	b	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82	0.75
	c	0.25	0.20	0.18	0.17	0.13	0.08
	d	0.86	0.82	0.80	0.78	0.73	0.69

表 2.4-25 大气扩散参数公式系数 $\sigma_y = ax^b$， $\sigma_z = cx^d$

系数\稳定度	A	B	C	D	E	F
a	0.565	0.402	0.306	0.228	0.168	0.120
b	0.908	0.905	0.897	0.894	0.887	0.889
c	0.332	0.32	0.278	0.241	0.197	0.187
d	0.929	0.869	0.825	0.786	0.753	0.691

表 2.4-26 铁塔气象观测要素技术指标一览表

名称	单位	测量范围	准确度	分辨率	灵敏度
风速	m/s	0.3～60m/s	±0.3m/s（≤10m/s） ±(0.03V)(>10m/s)	0.05m/s	启动风速为 0.3m/s
风向	°	0°～360°	±5°	3°	启动风速为 0.3m/s
温度	℃	-50℃～+50℃	±0.1℃	0.1℃	
100m 湿度	%	0～100%	±1.5%RH	1%	

表 2.4-27 地面观测主要气象要素技术指标一览表

名称	单位	测量范围	准确度	分辨率	灵敏度
风速	m/s	0.3m/s～60m/s	±0.3m/s（≤10m/s） ±(0.03V)(>10m/s)	0.05m/s	启动风速为 0.3m/s
风向	°	0°～360°	±5°	3°	启动风速为 0.3m/s
温度	℃	-40℃～+85℃	±0.1℃	0.1℃	
降雨量	mm	0～4mm/min	±1%(≤10mm/hr) ±3% (10~20mm/hr) ±5% (20~30mm/hr)	0.1mm	
总辐射	W/m^2	0～2000 W/m^2	<0.1%/℃(温度依赖性)WMO 二级	1 W/m^2	15μv/W/m^2
净辐射	W/m^2	-2000 W/m^2～2000 W/m^2	<-0.1%/℃(温度依赖性)WMO 二级	1 W/m^2	10μv/W/m^2
蒸发	mm	0~100mm	±0.3mm,累积蒸发 3000mm 条件下	0.1mm	
气压	hPa	600 hPa～1100 hPa	0.119hPa, 900hPa~1100hPa	0.1 hPa	
湿度	%	0～100%	±1.5%RH	1%	



图 2.1-1 厂址地理位置图

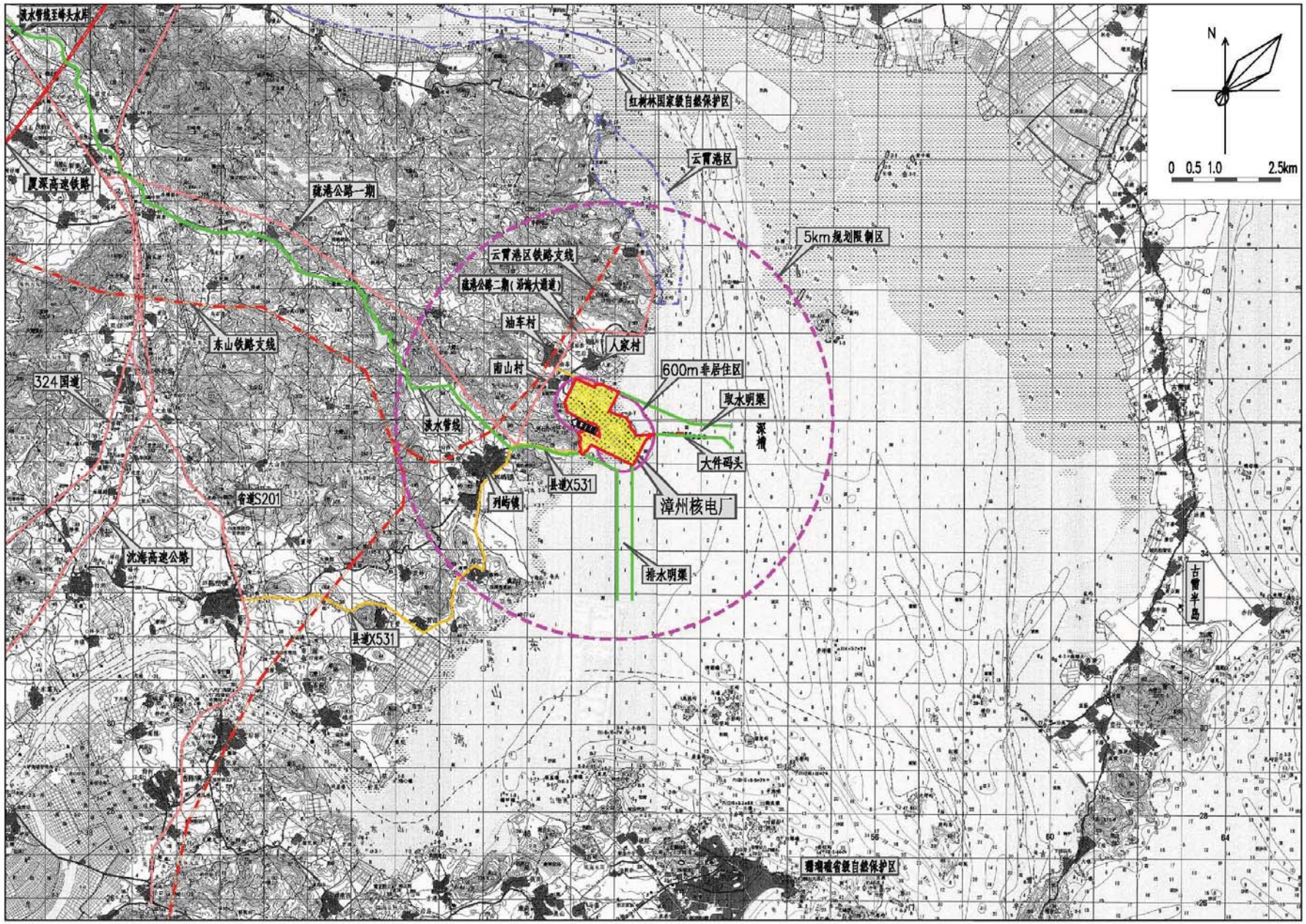

N
0 0.5 1.0 2.5km
红树林国家级自然保护区
云霄港区
厦深高速铁路
陇港公路一期
5km规划限制区
云霄港区铁路支线
陇港公路二期（沿海大通道）
油车村
人家村
东山铁路支线
南山村
600m非居住区
324国道
取水明渠
深槽
大件码头
县道X531
省道S201
列屿镇
漳州核电厂
沈海高速公路
排水明渠
古雷半岛
县道X531
漳江口省级自然保护区

图 2.1-2 区域位置图

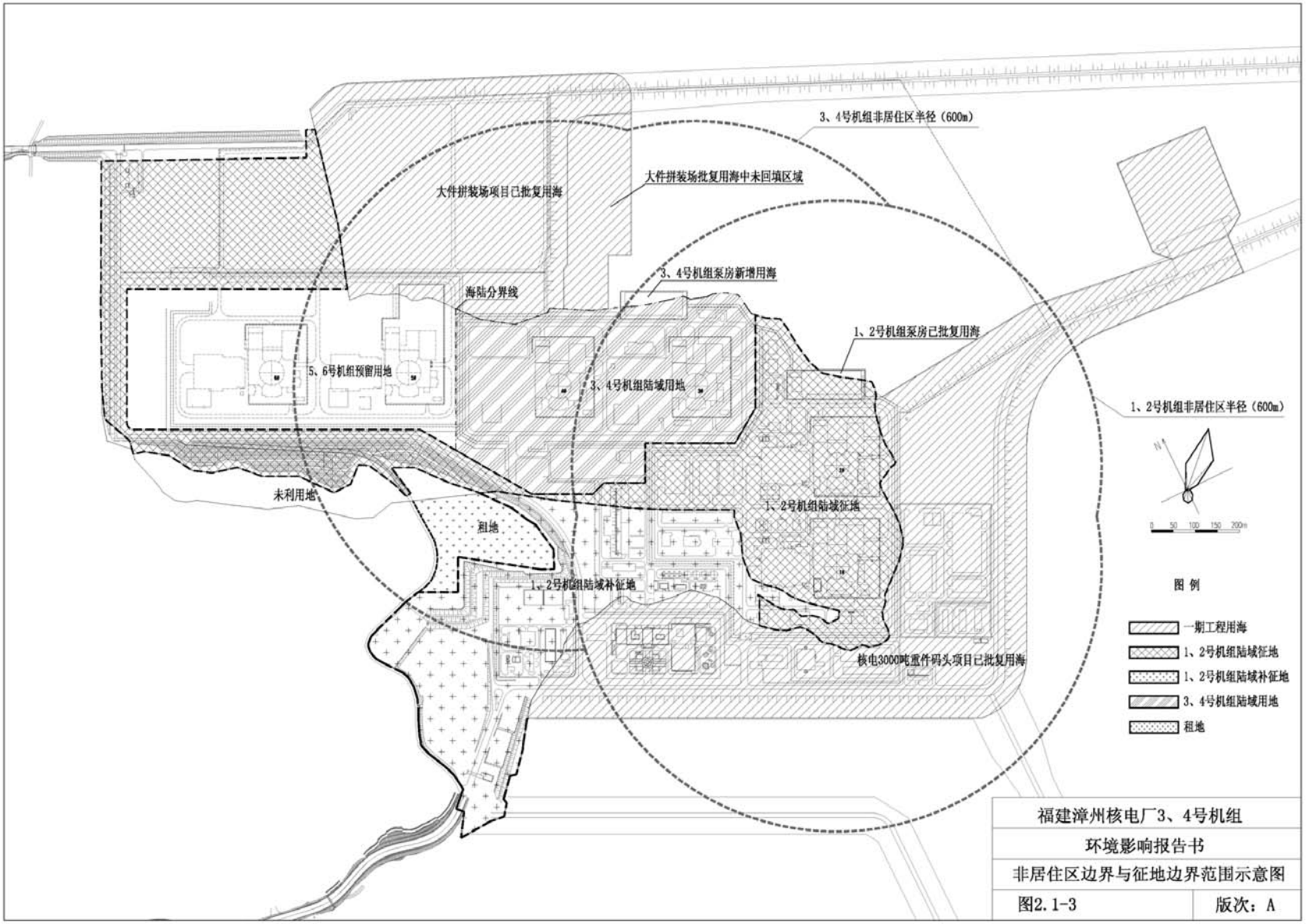


图 2.1-3 非居住区边界与征地边界范围

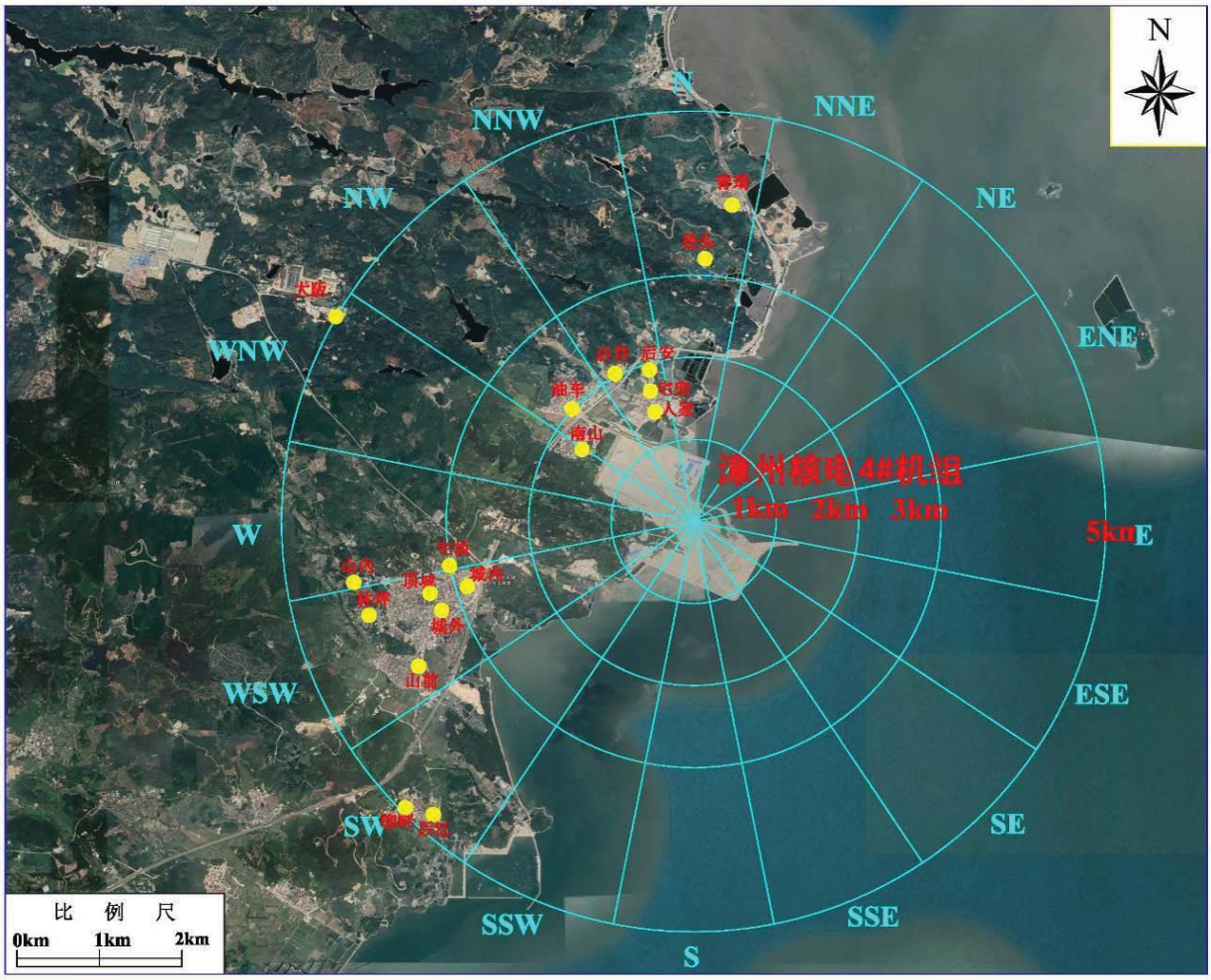


图 2.2-1 厂址半径 5km 范围内自然村分布示意图



图 2.2-2 厂址半径 15km 范围内重要居民点分布示意图

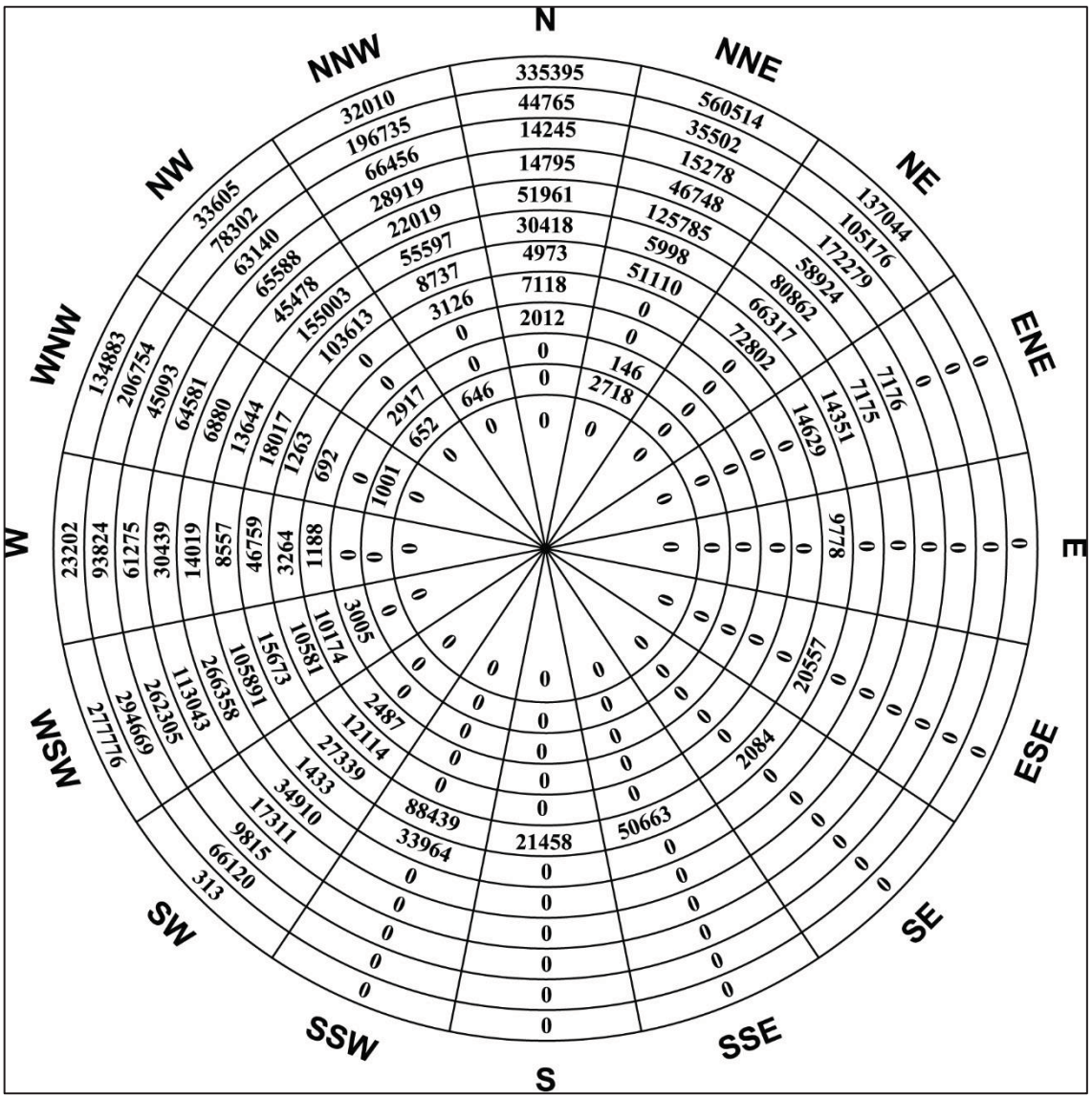


图 2.2-3　厂址半径 80km 范围内总人口分布图（2019 年）

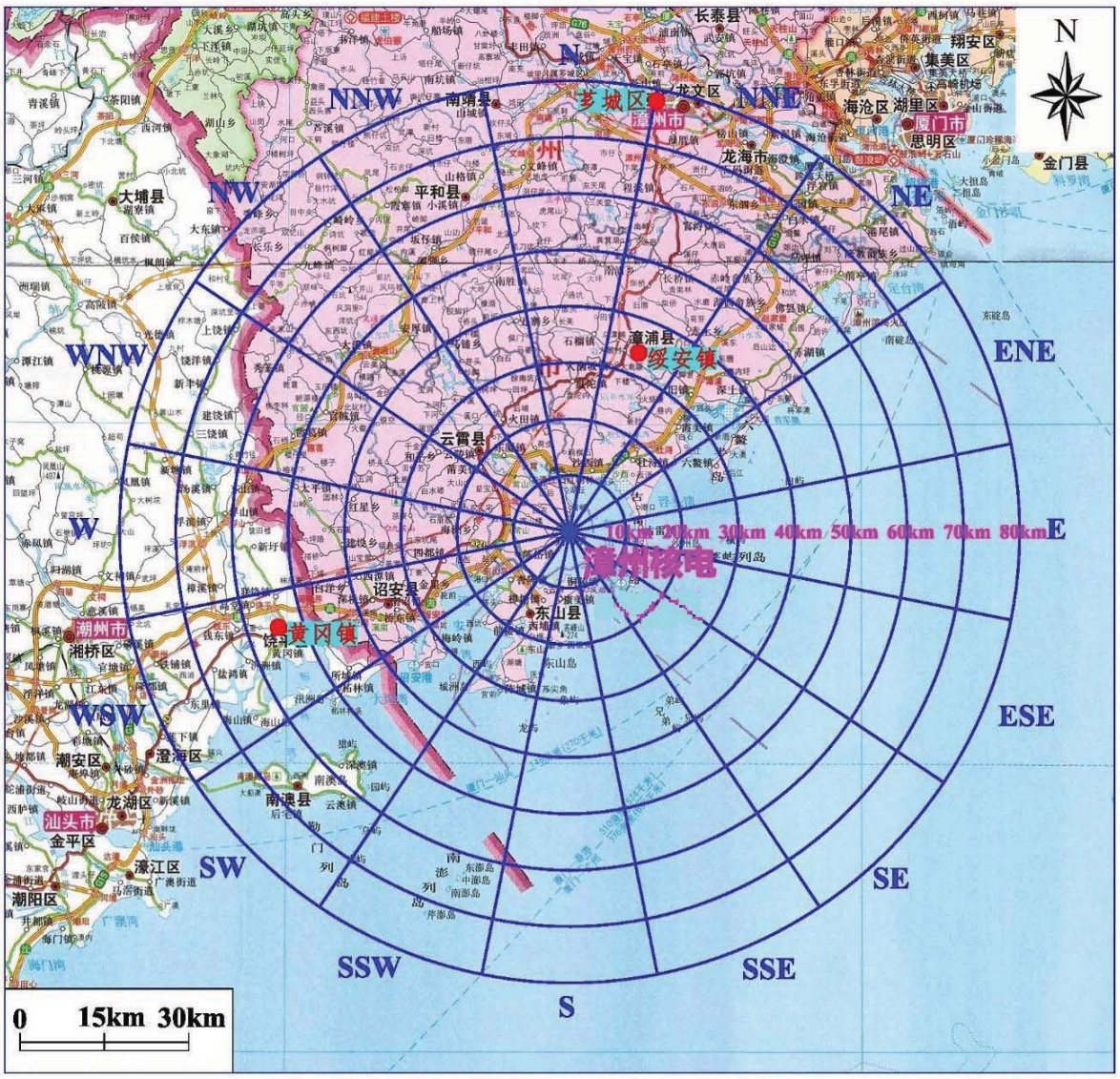


图 2.2-4　厂址半径 80km 范围内 10 万人以上人口中心和城镇分布示意图

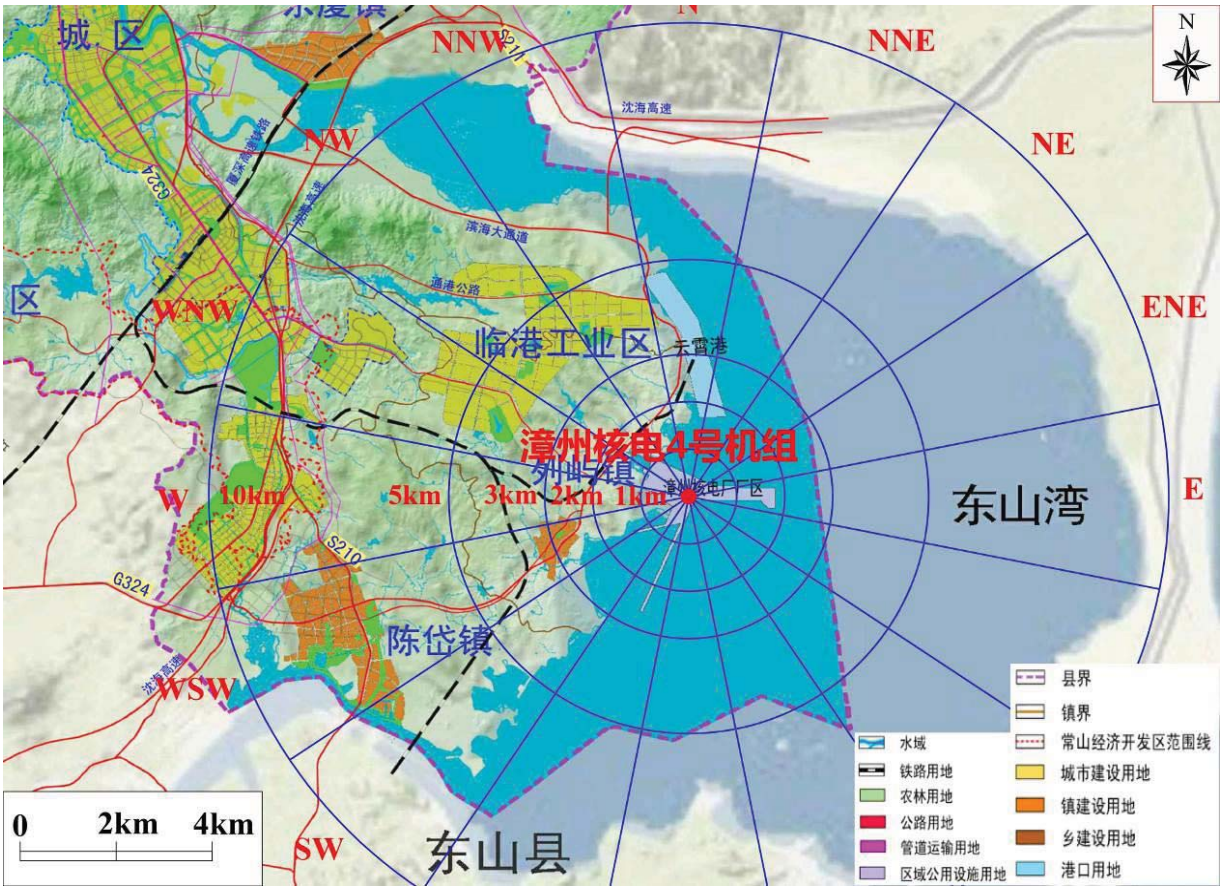


图 2.3-1 厂址半径 10km 范围内云霄县土地利用规划图



图 2.3-2 厂址 50km 范围内水系图



图 2.3-3 4 号机组 15km 范围内省级以上文物保护单位分布图

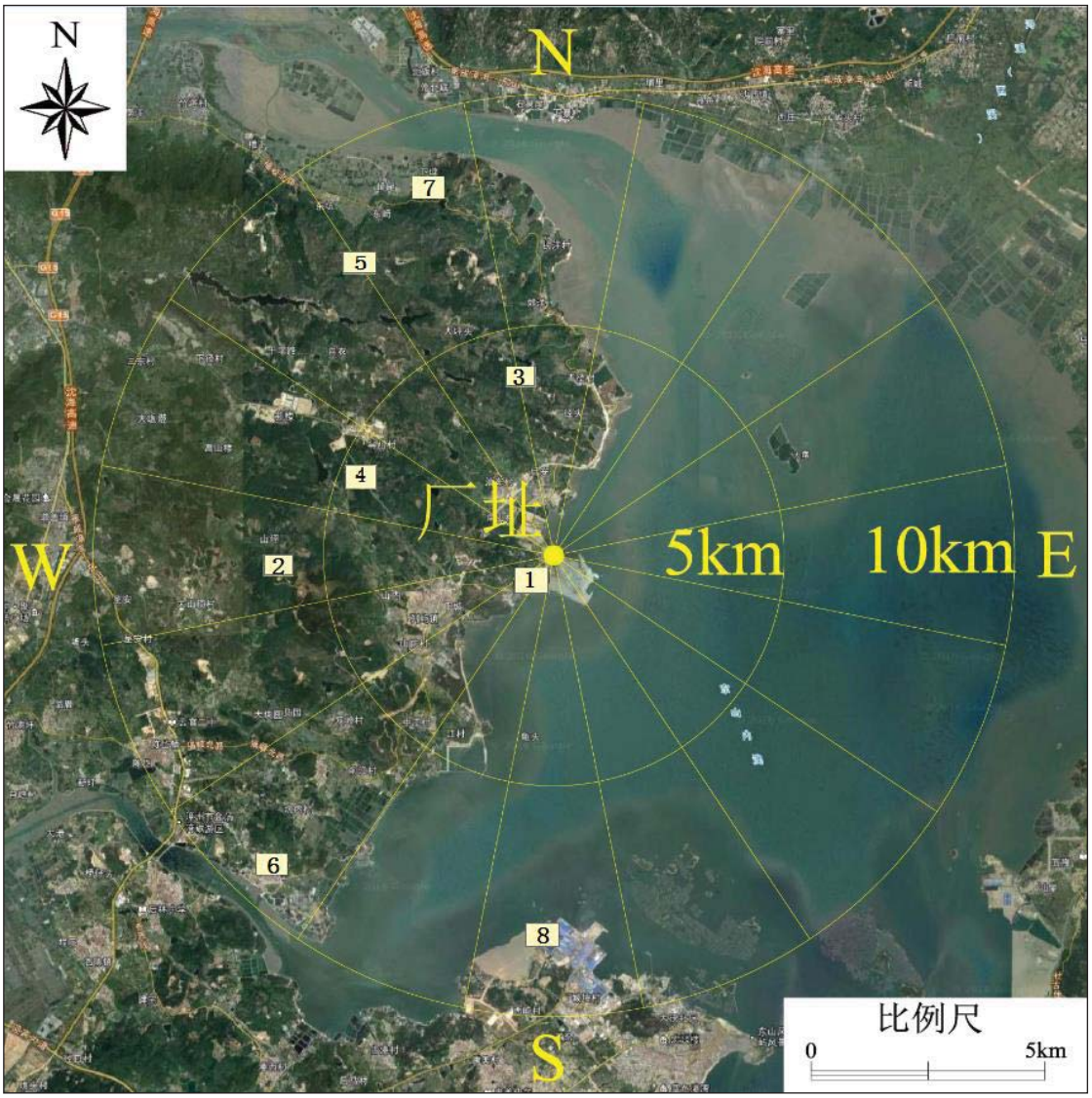


图 2.3-4 野外调查样地位置图

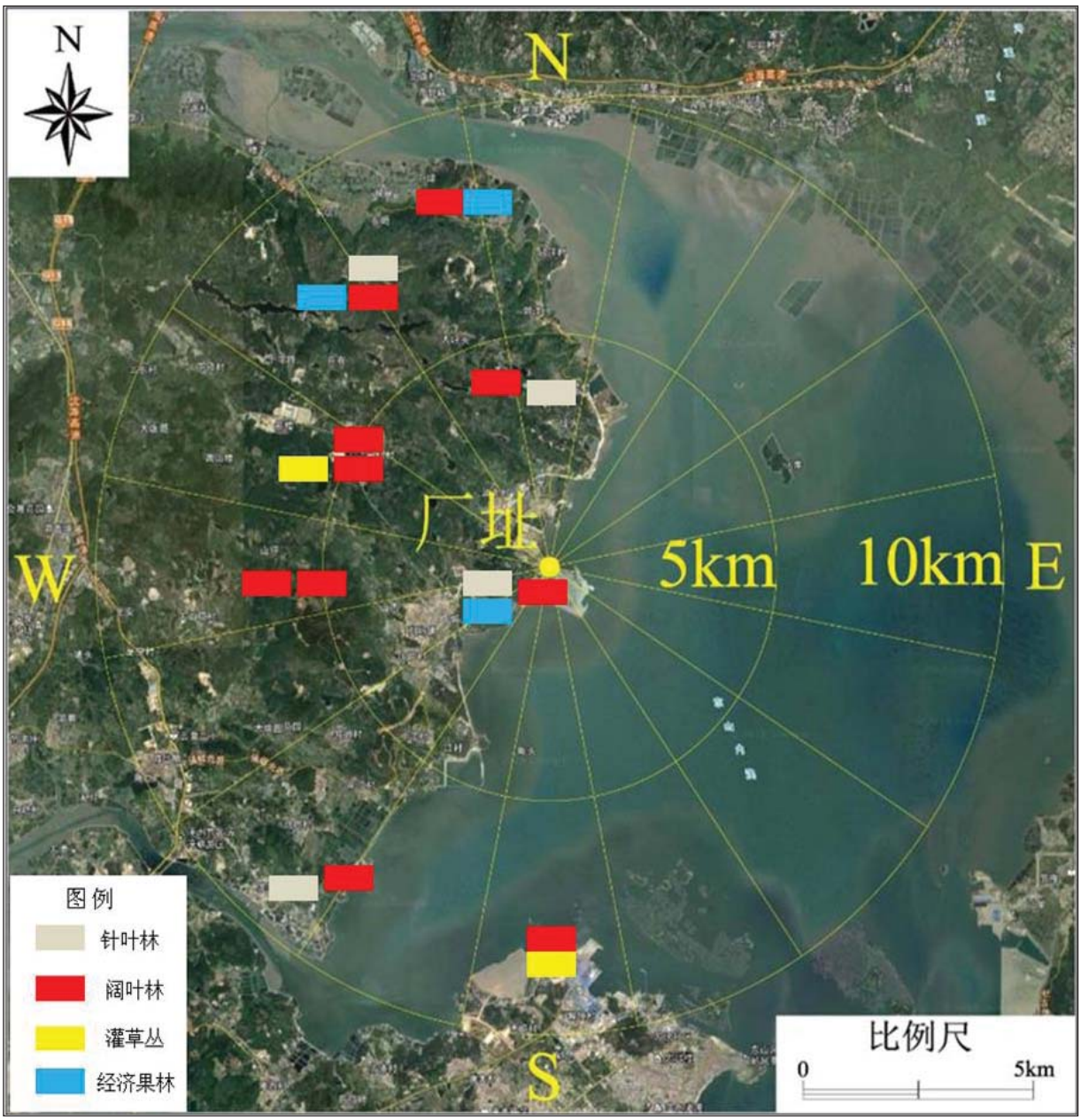


图 2.3-5 调查区植物样方分布图

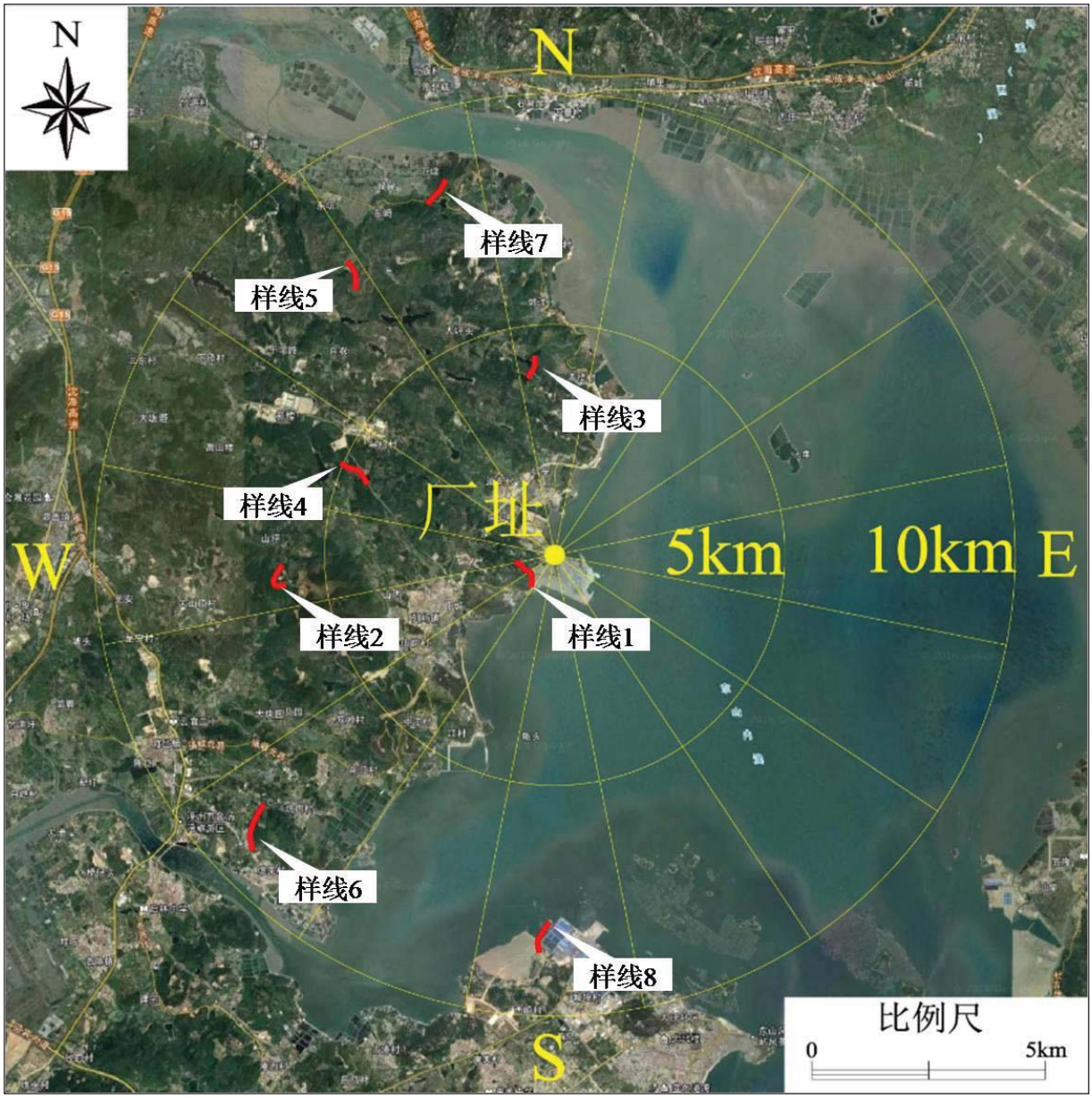


图 2.3-6　调查区样线分布图

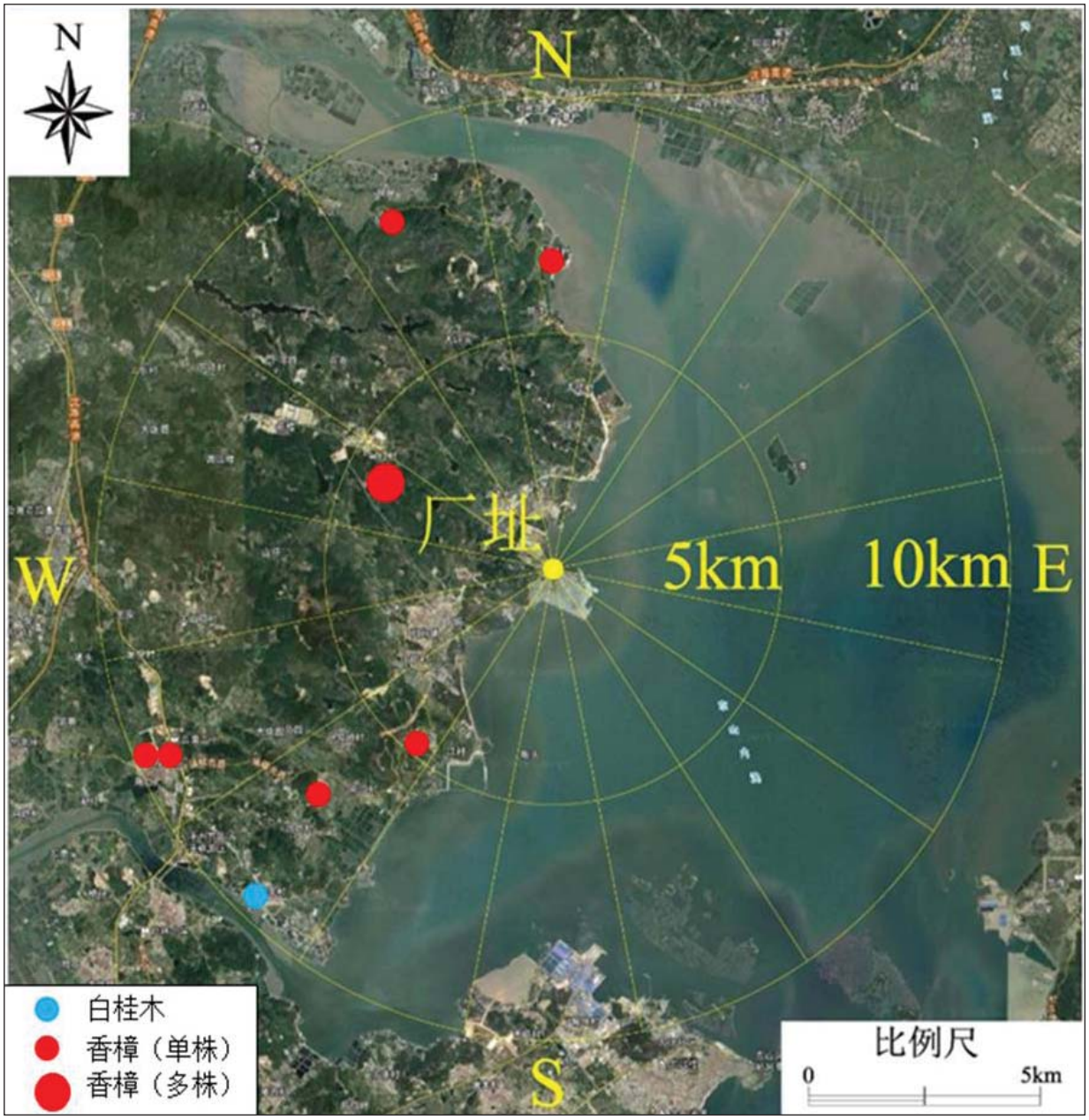


图 2.3-7 调查区保护植物分布图

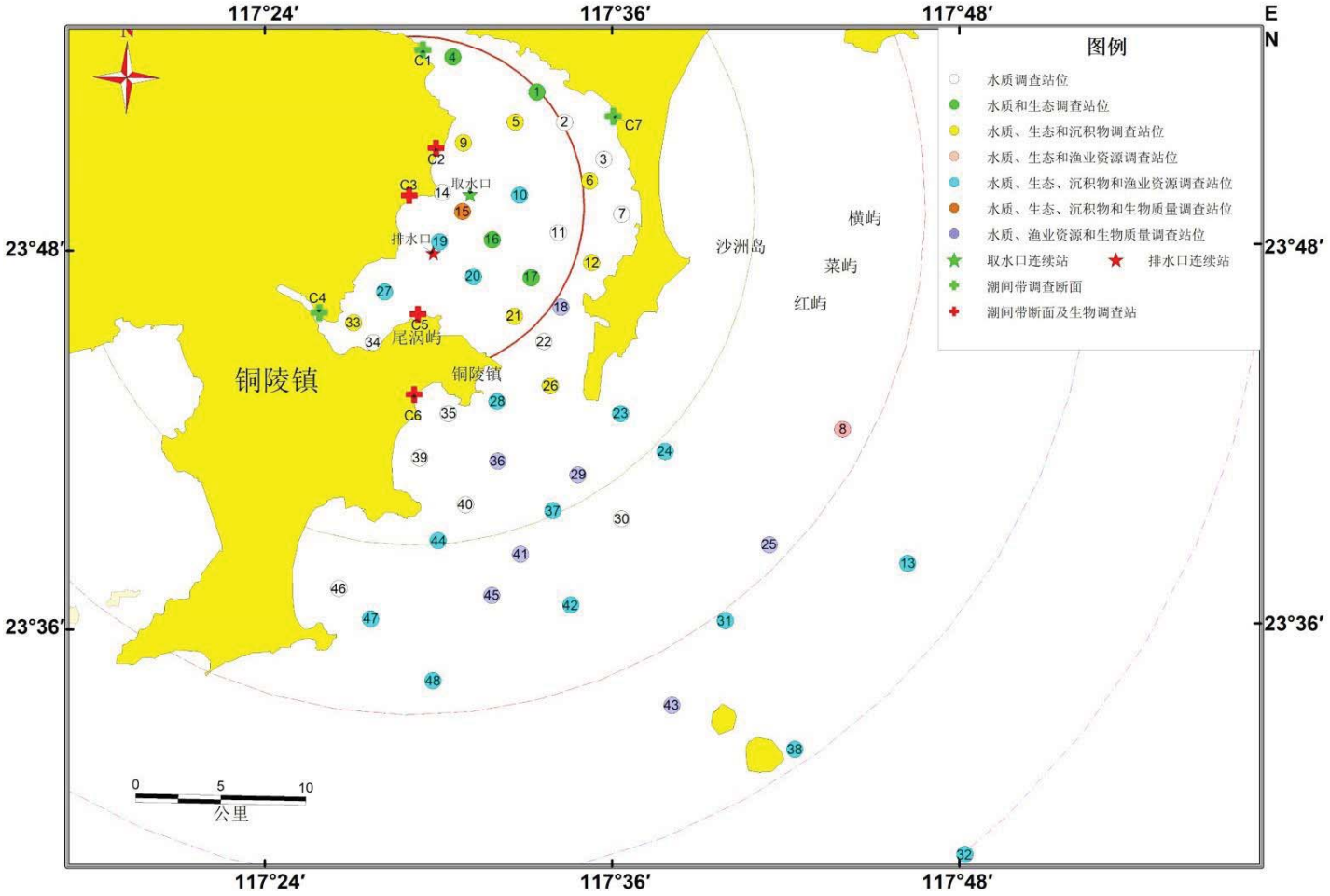


图 2.3-8 调查站位示意图

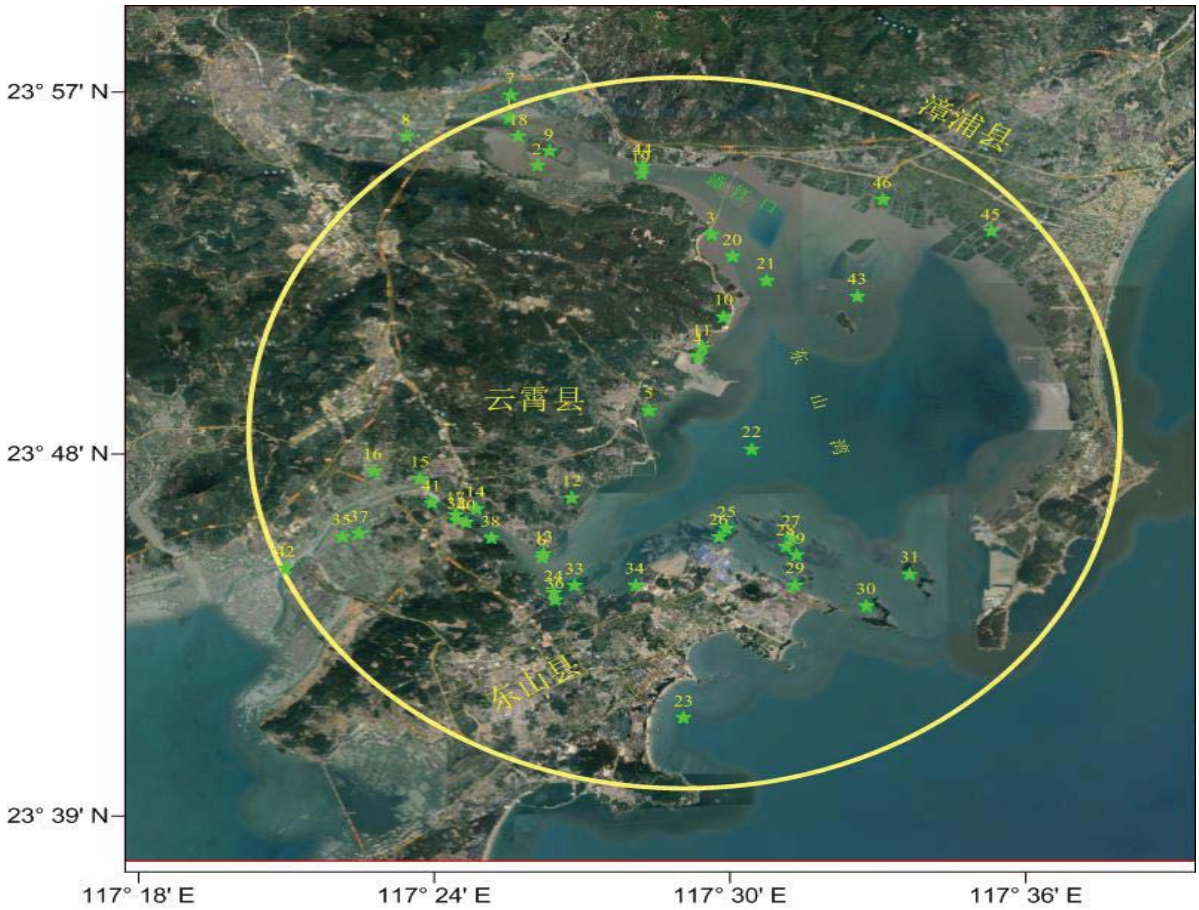


图 2.3-9　厂址半径 15km 范围内养殖场情况

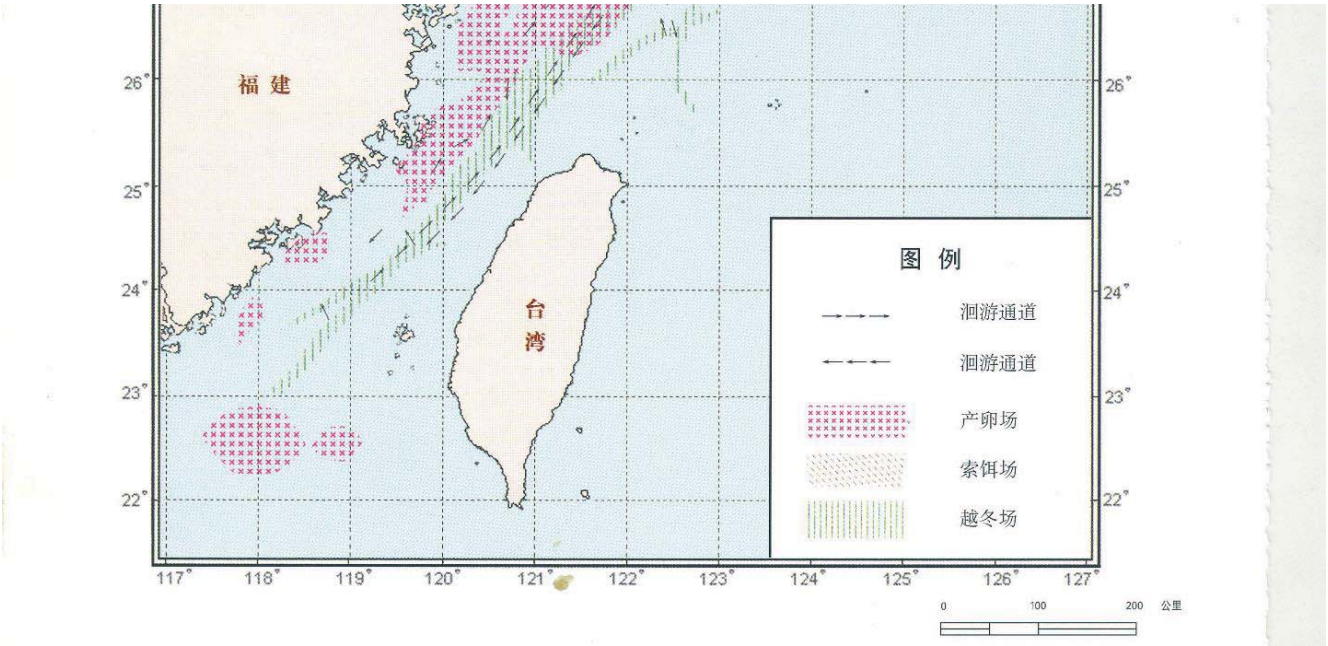


图 2.3-10　东海近海中上层鱼类分布洄游示意图

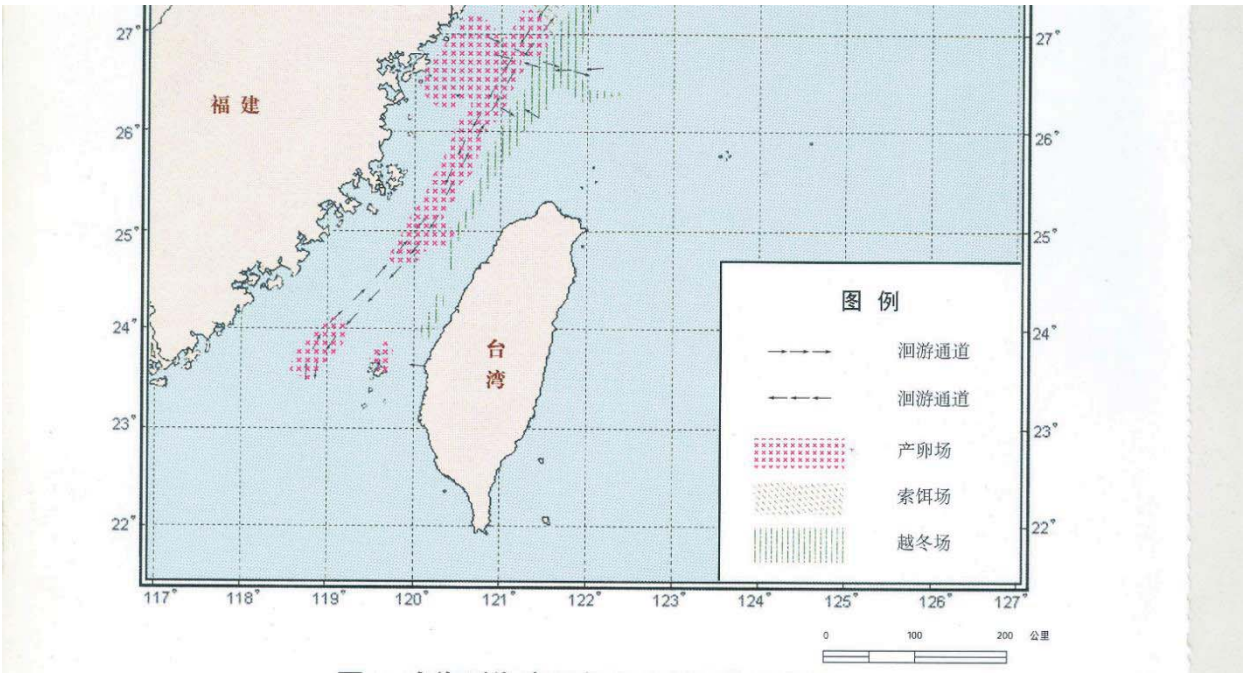


图 2.3-11　东海近海底层鱼类分布洄游示意图

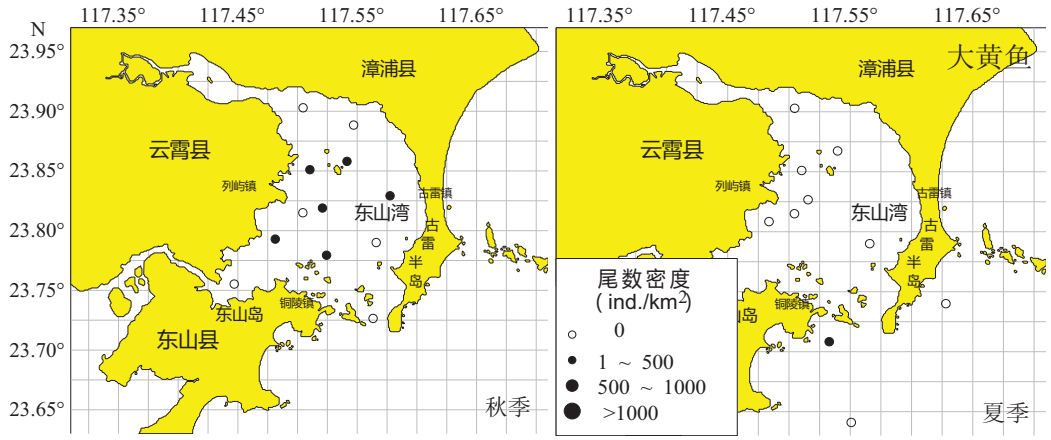


图 2.3-12　东山湾大黄鱼平面分布示意图（2013 年）

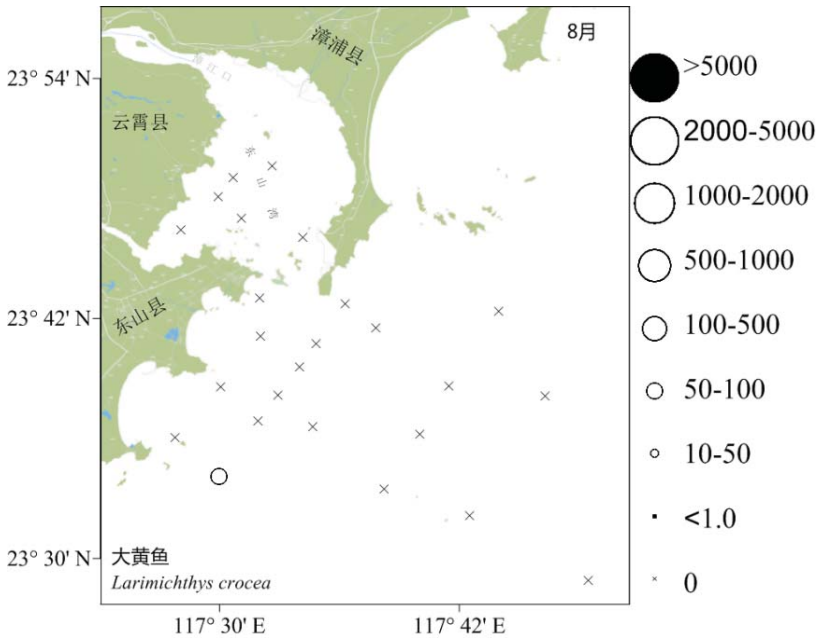


图 2.3-13　2018 年 8 月调查海域大黄鱼资源密度（尾/km²）

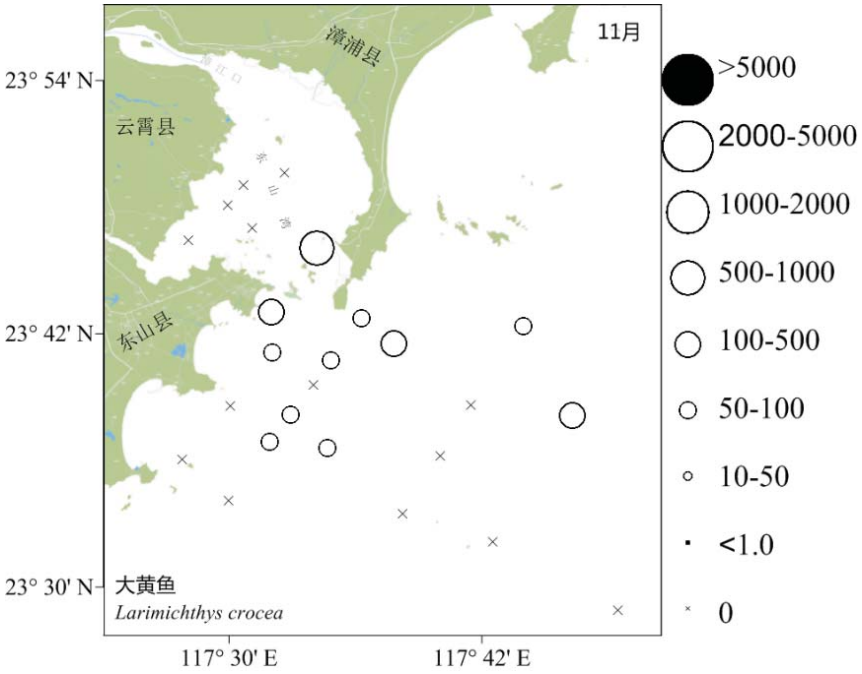


图 2.3-14　2018 年 11 月调查海域大黄鱼资源密度（尾/km²）

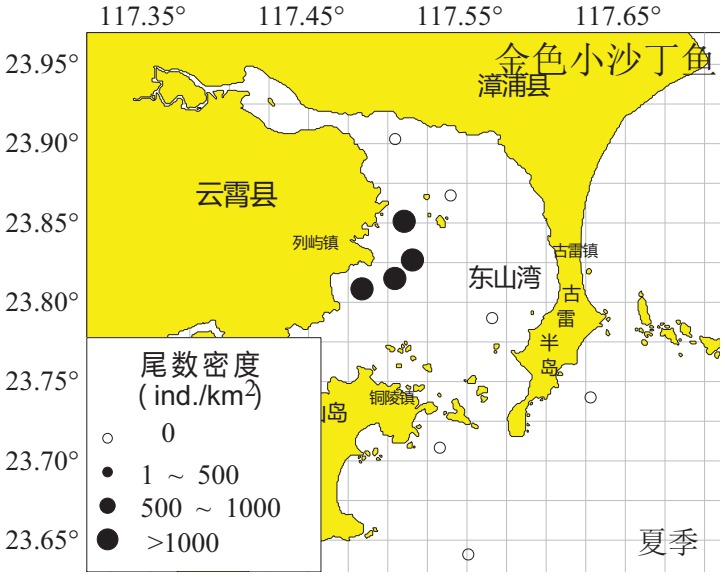


图 2.3-15　东山湾金色小沙丁鱼平面分布示意图（2013）

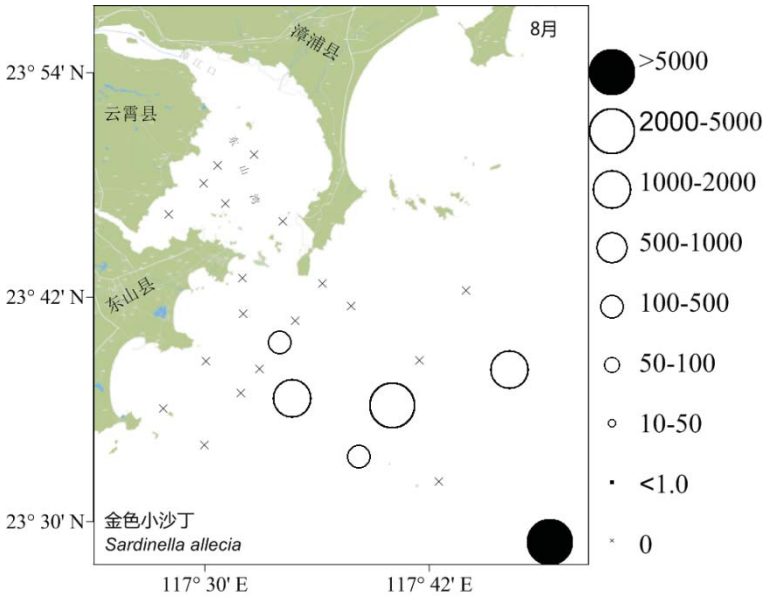


图 2.3-16　2018 年 8 月调查海域金色小沙丁资源密度（尾/km²）

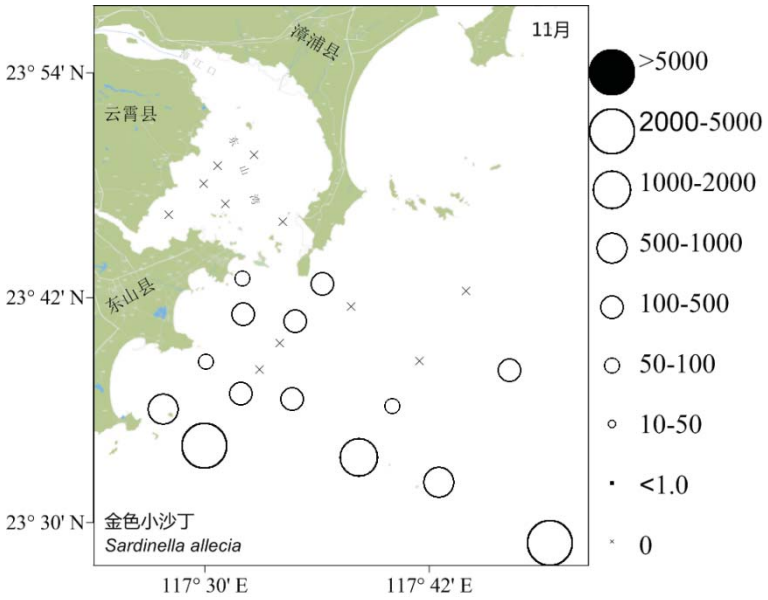


图 2.3-17　2018 年 11 月调查海域金色小沙丁资源密度（尾/km²）

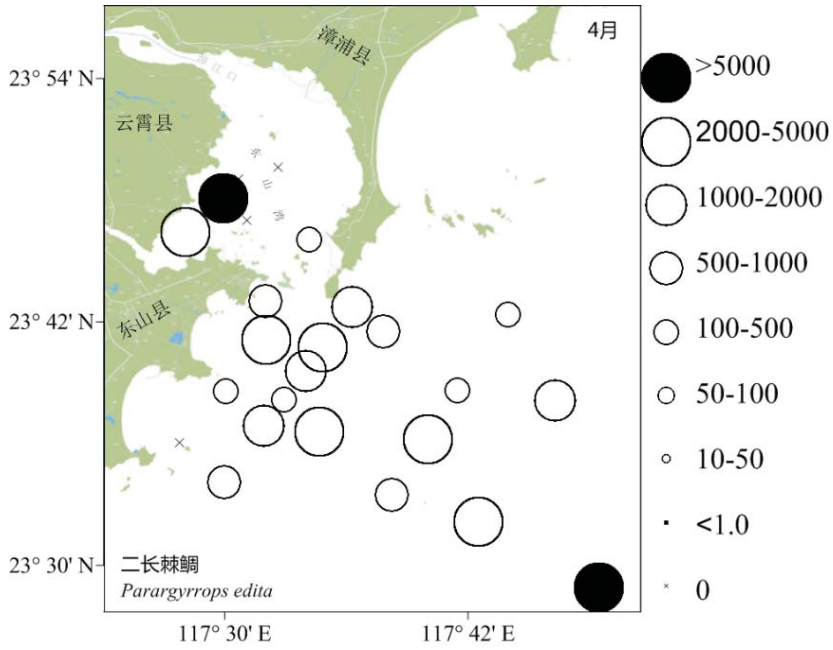


图 2.3-18　2018 年 4 月调查海域二长棘鲷资源密度（尾/km²）

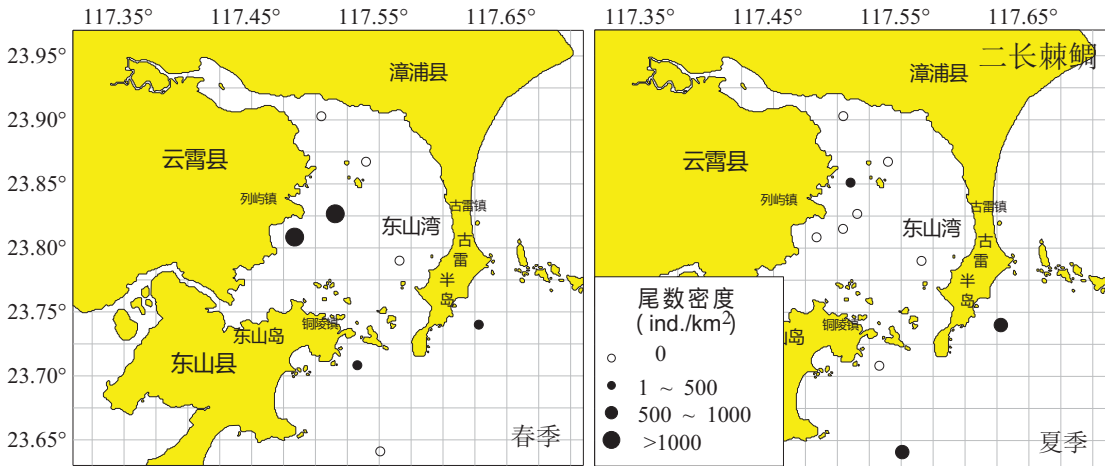


图 2.3-19　东山湾二长棘鲷平面分布示意图（2013 年）

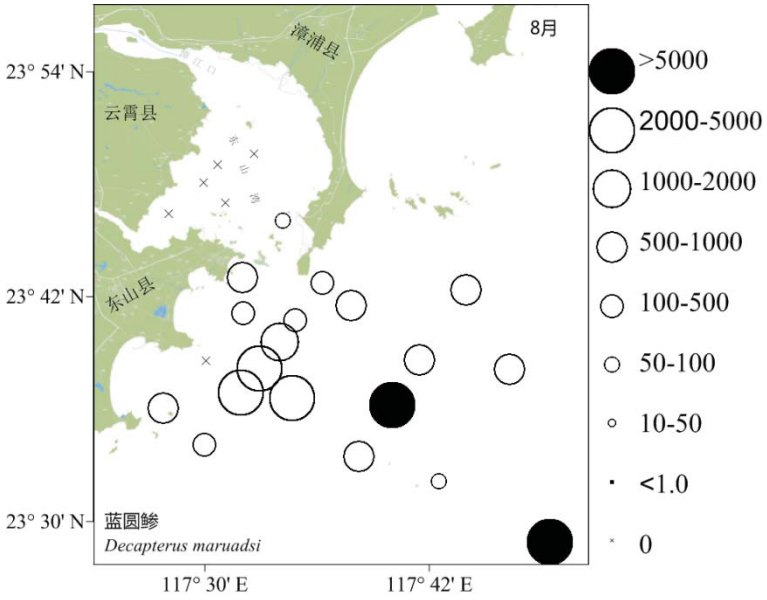


图 2.3-20　2018 年 8 月调查海域蓝圆鲹资源密度（尾/km²）

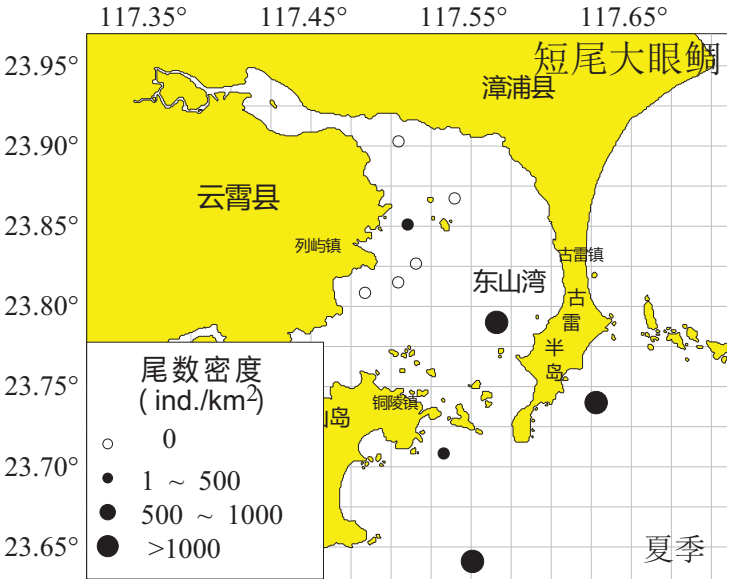


图 2.3-21　东山湾短尾大眼鲷平面分布示意图

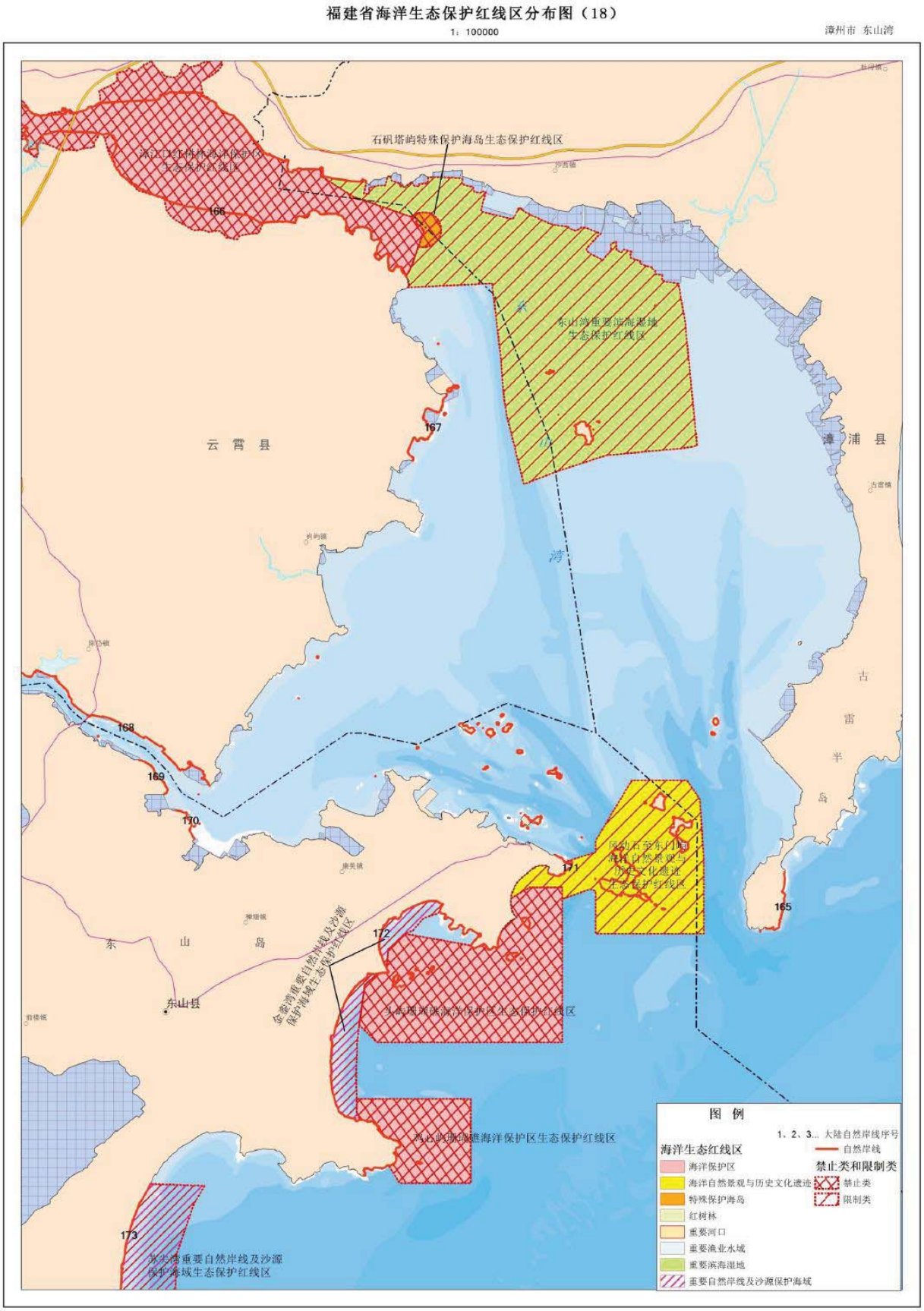


图 2.3-22 厂址附近海域海洋生态红线区分布图（东山湾内）

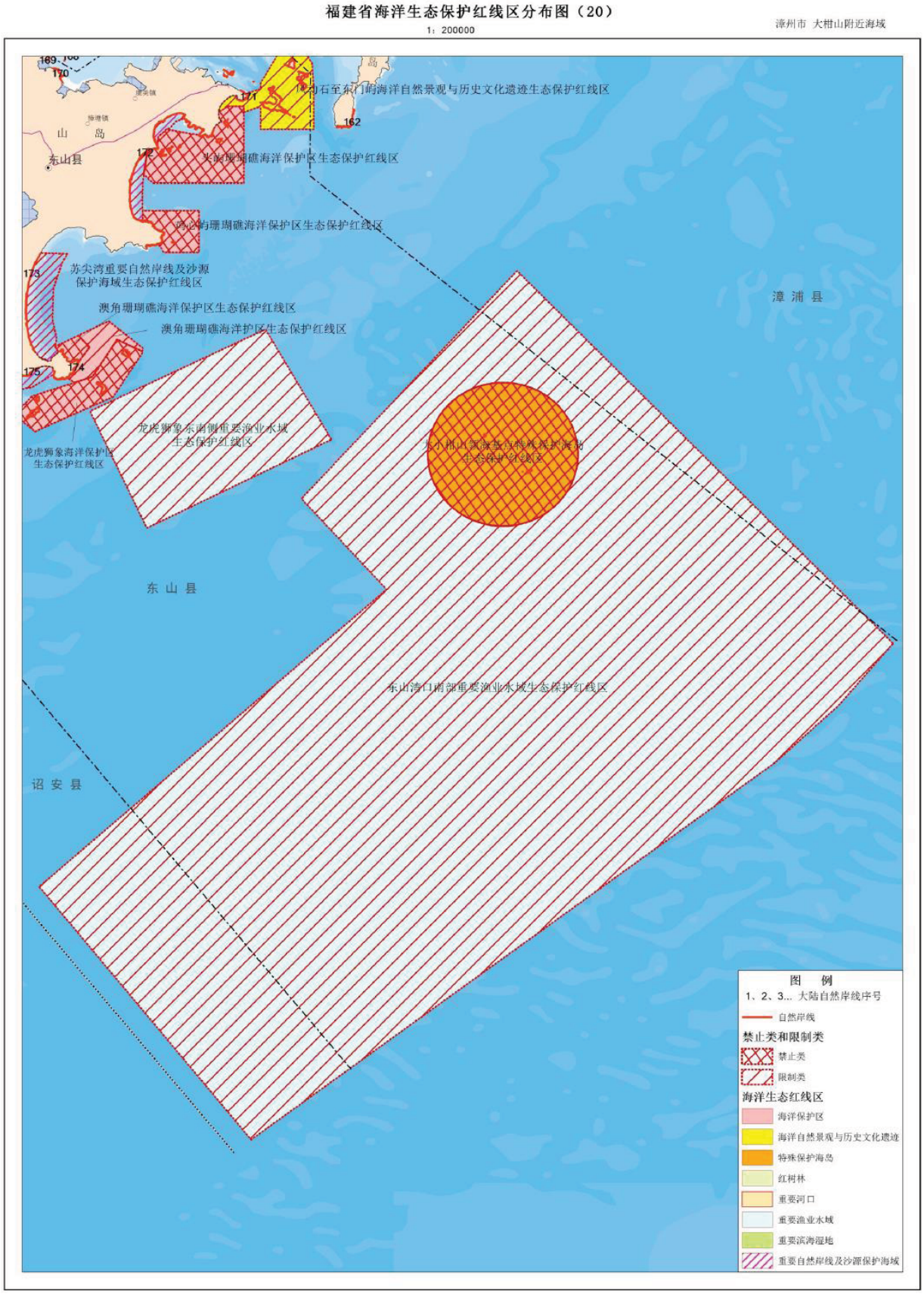


图 2.3-23　厂址附近海域海洋生态红线区分布图（东山湾外）



图 2.3-24 云霄临港工业集中区总体规划

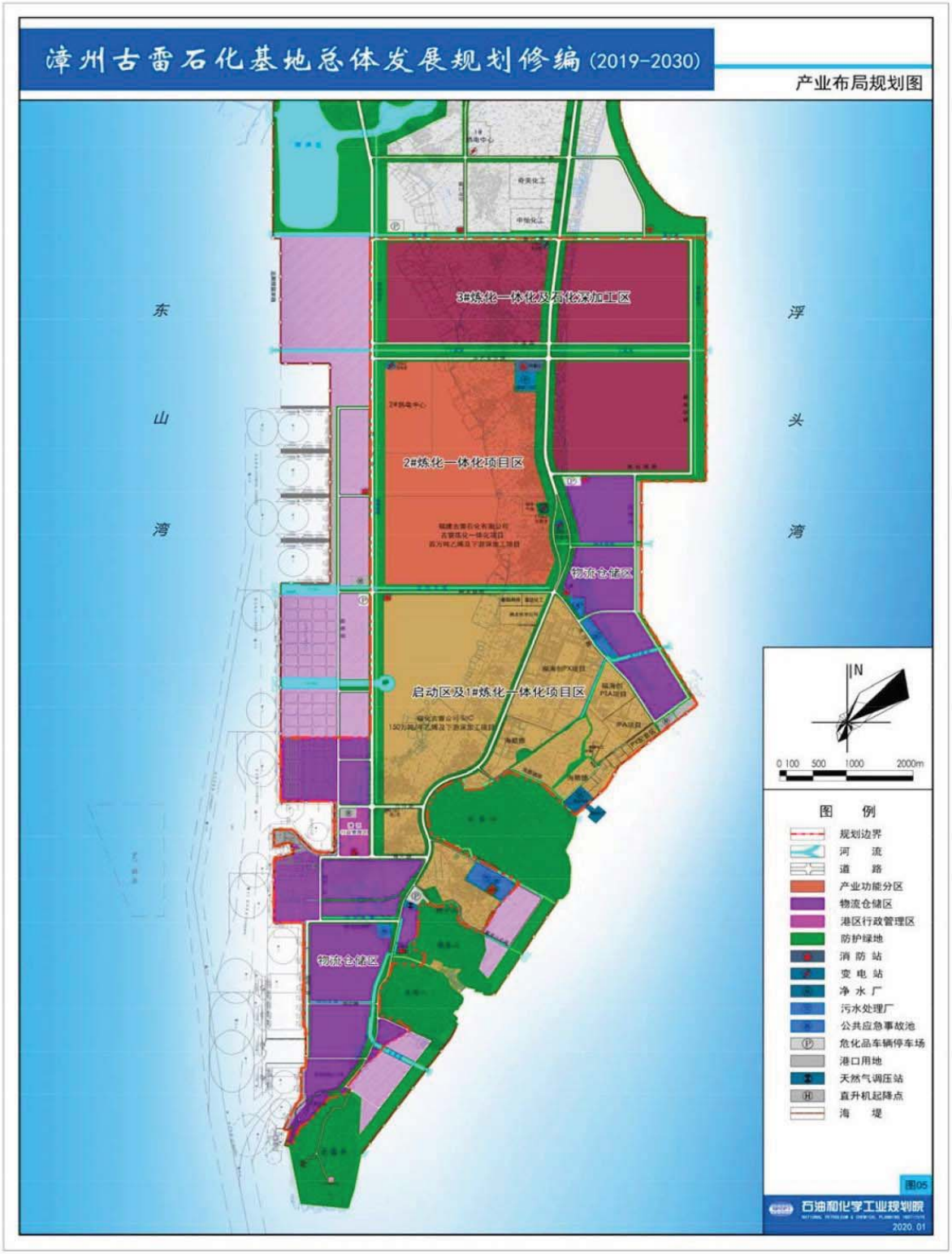


图 2.3-25 漳州古雷石化基地总体布局图

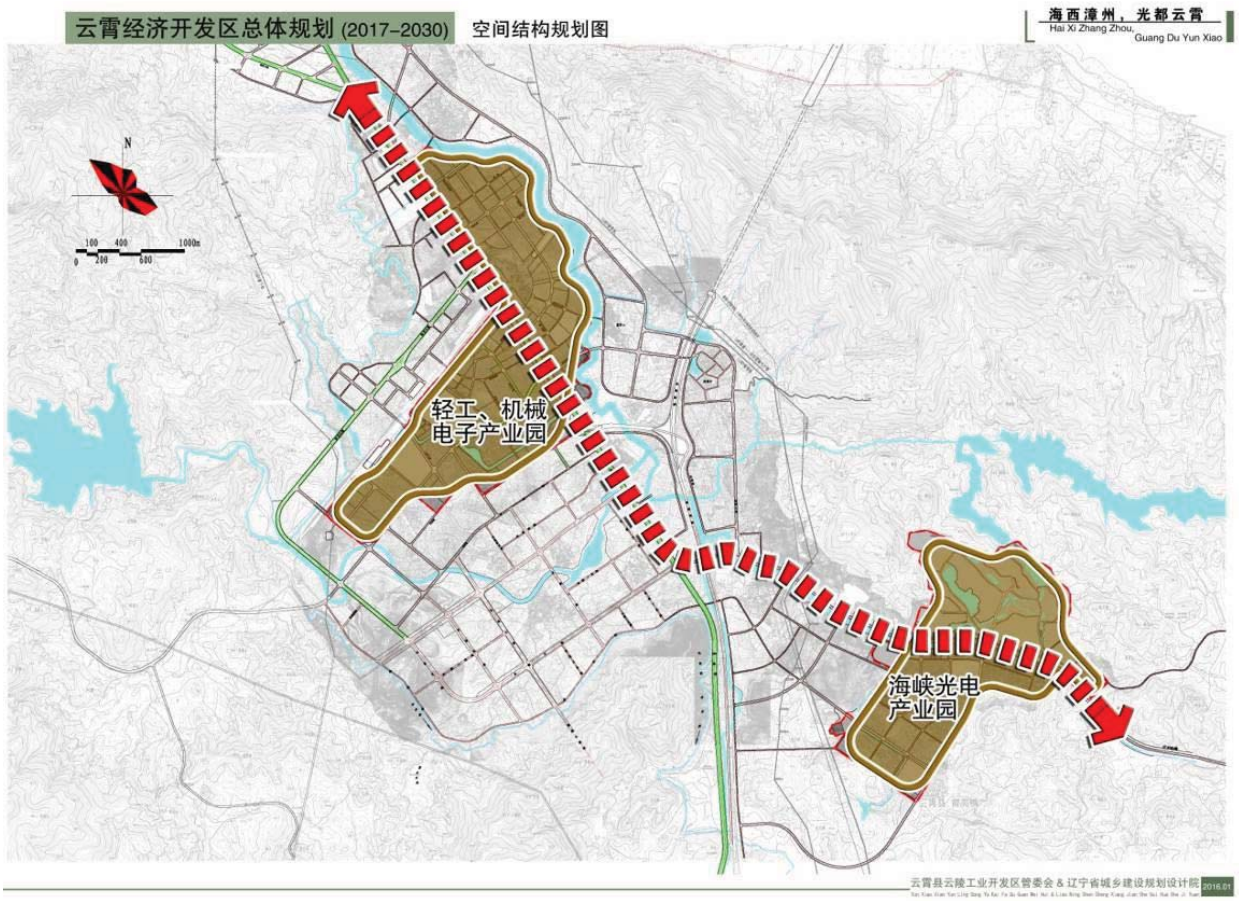


图 2.3-26　云霄经济开发区规划图（2107-2030）

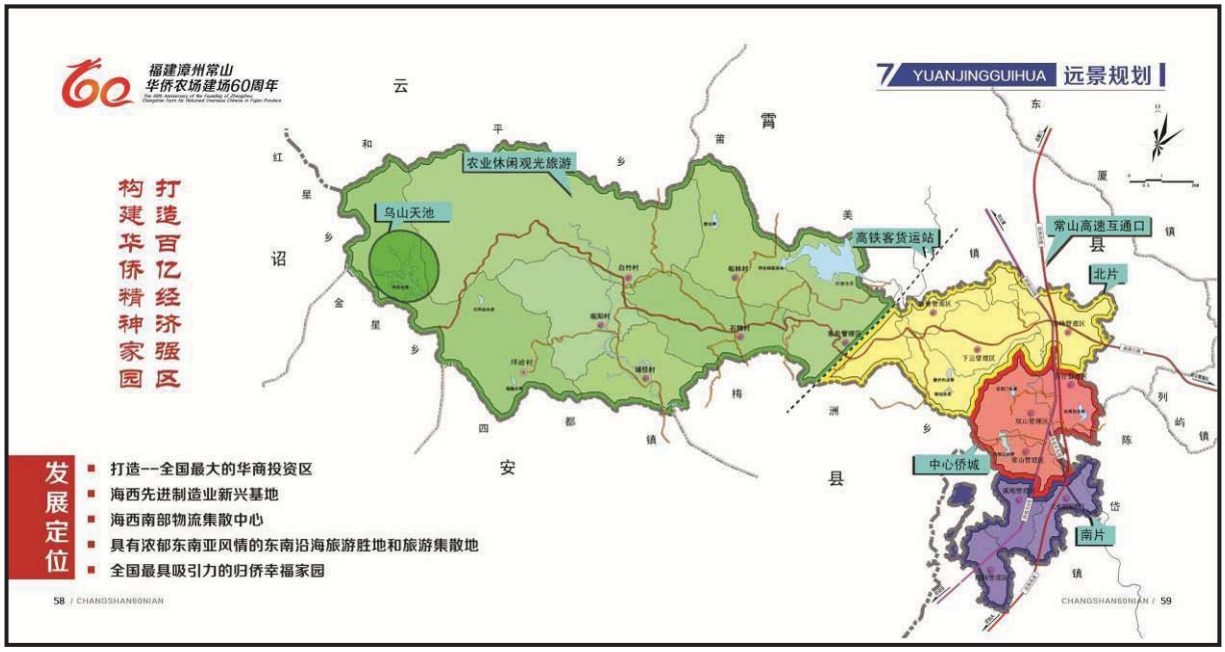


图 2.3-27　常山华侨经济开发区规划图

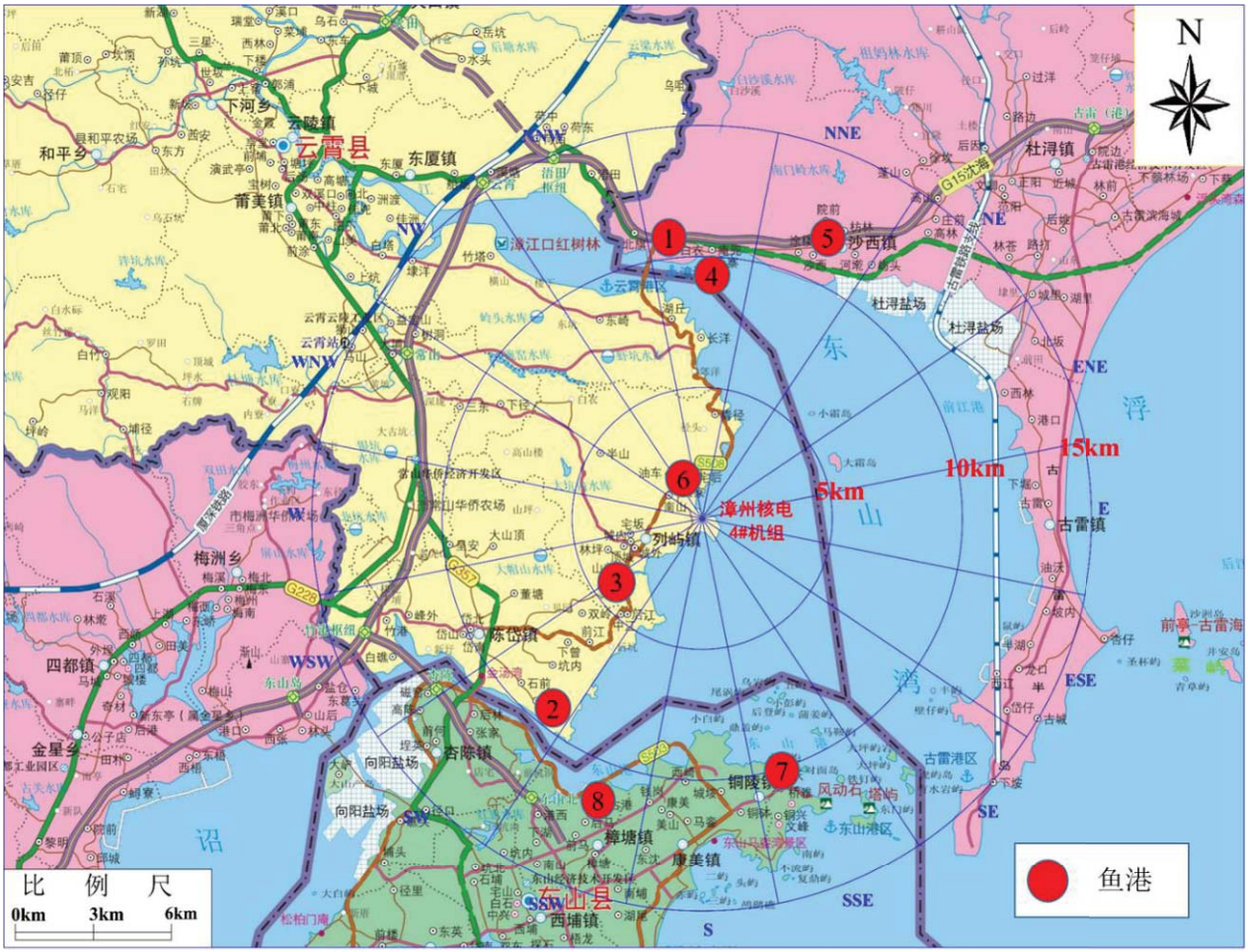


图 2.3-28　厂址 15km 范围内渔港分布图

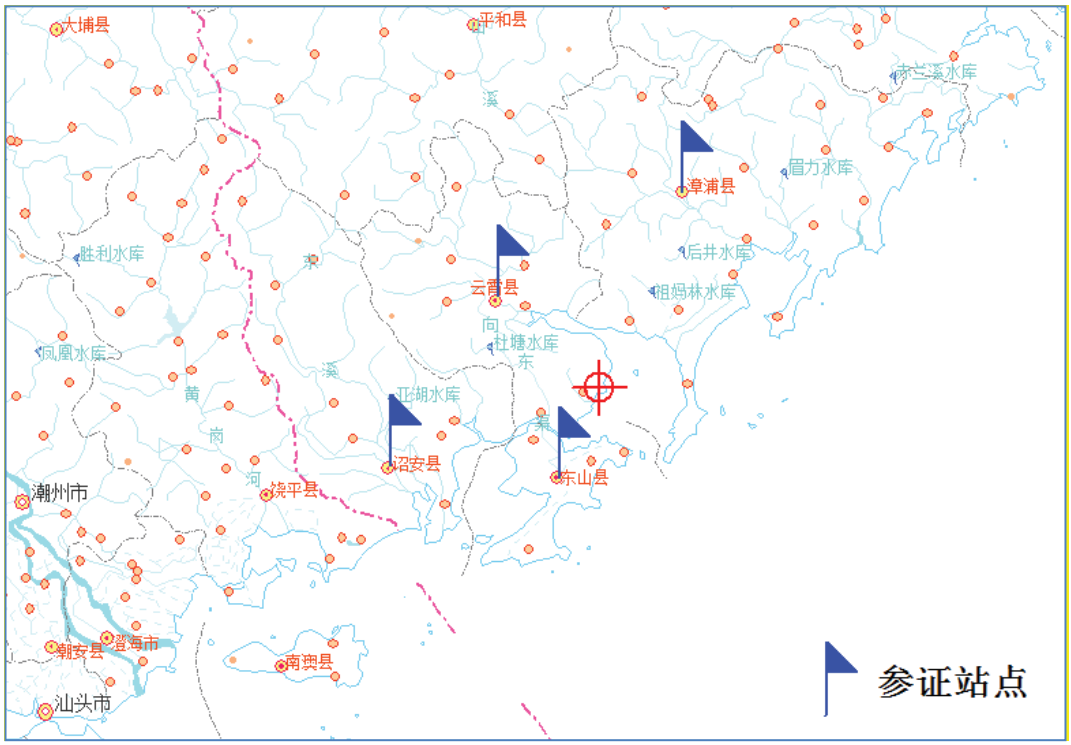


图 2.4-1　厂址周边气象站相对厂址的位置图

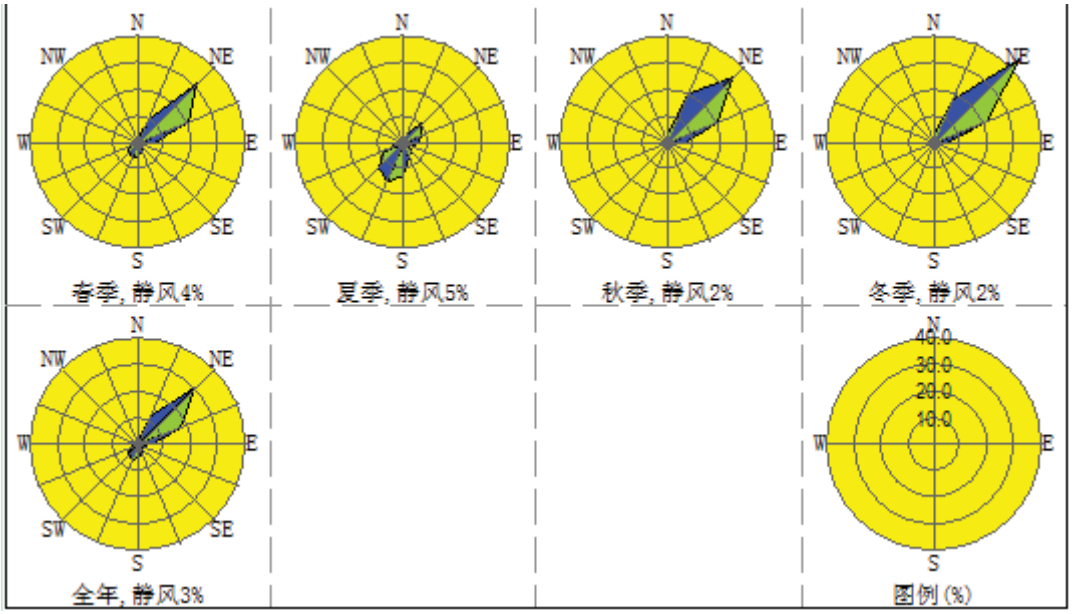


图 2.4-2 东山站四季与全年风玫瑰图（1954~2017）

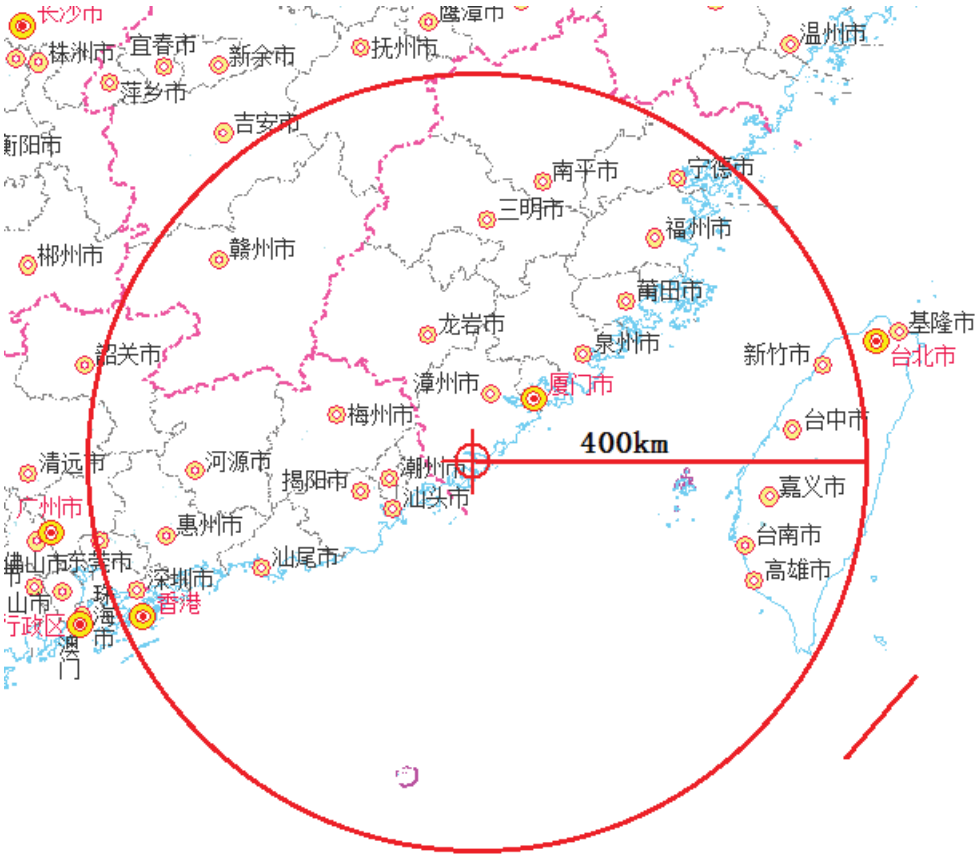


图 2.4-3 厂址热带气调查范围

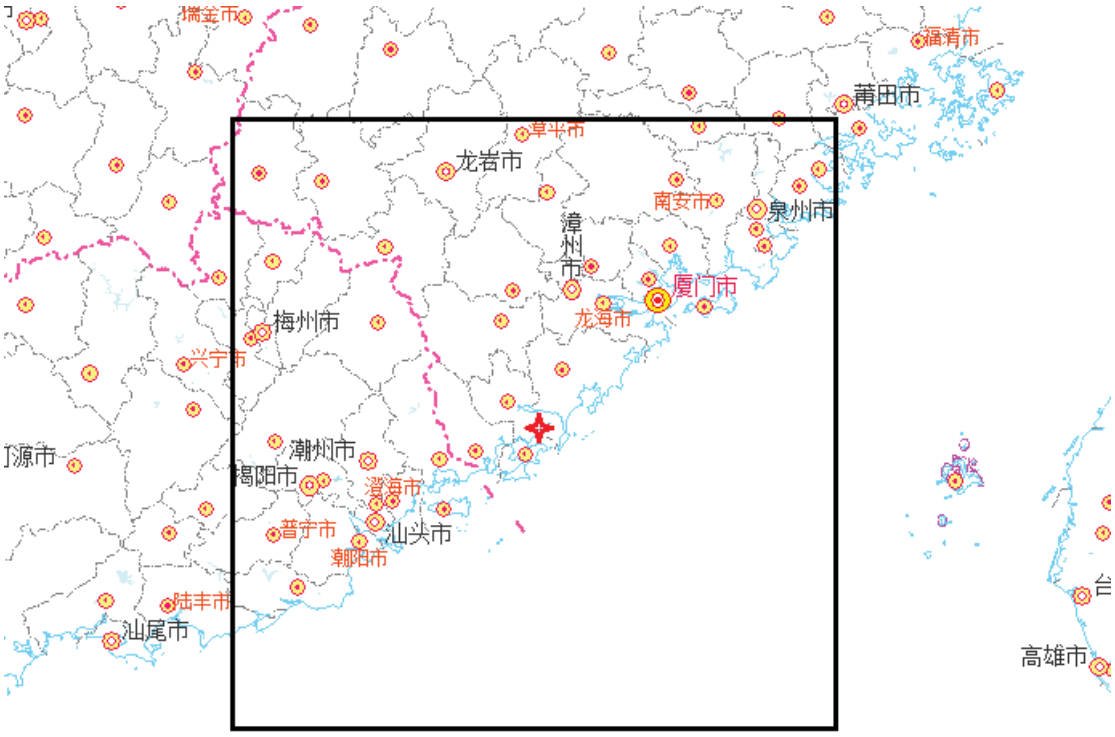
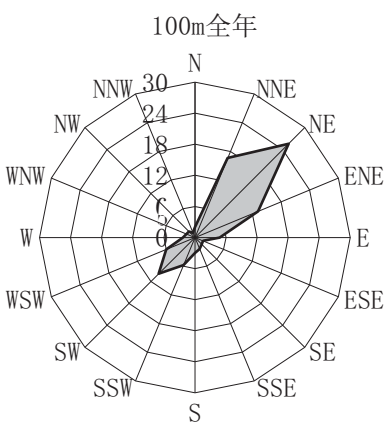
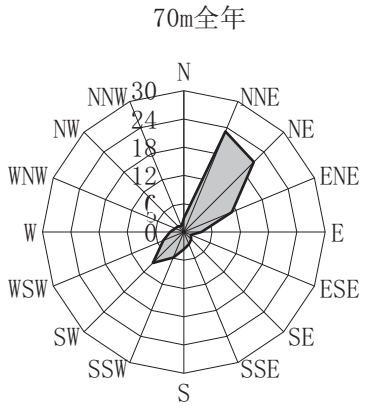


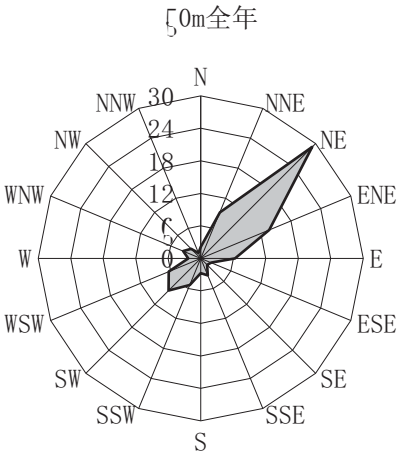
图 2.4-4 厂址龙卷风调查范围



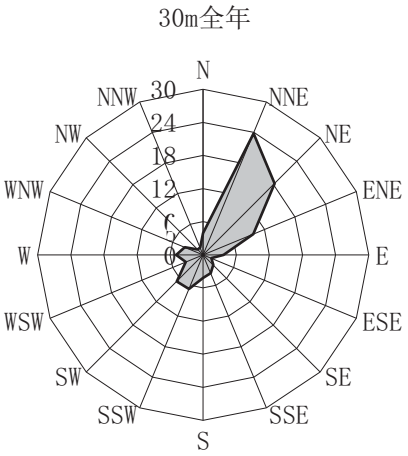
100m，静风频率 0.5%



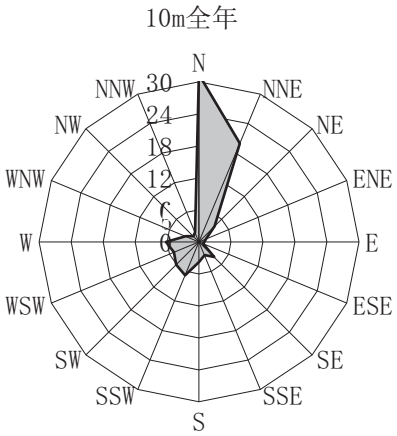
70m，静风频率 0.3%



50m，静风频率 0.3%



30m，静风频率 0.3%

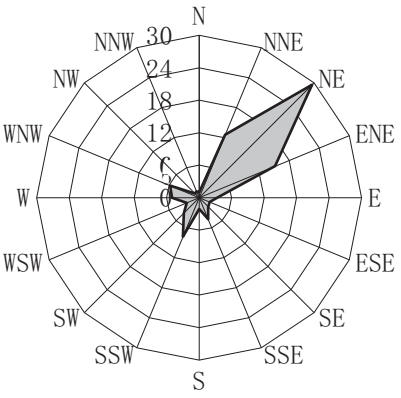


10m，静风频率 0.4%

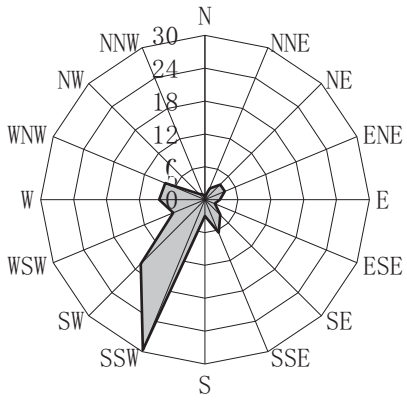
单位：%

图 2.4-5 铁塔各高度年风玫瑰图（2020.5~2021.4）

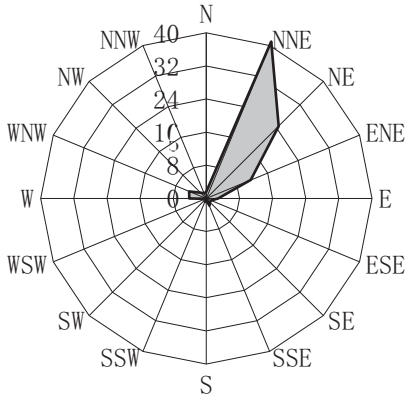
地面春



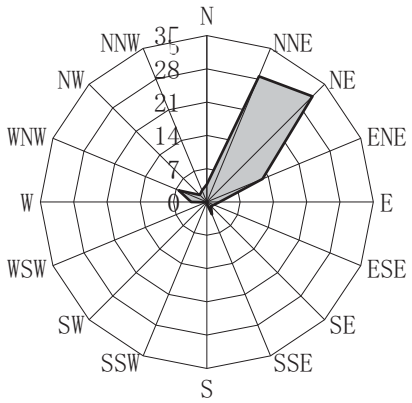
地面夏



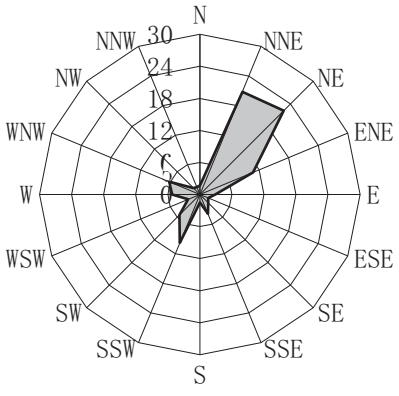
地面秋



地面冬



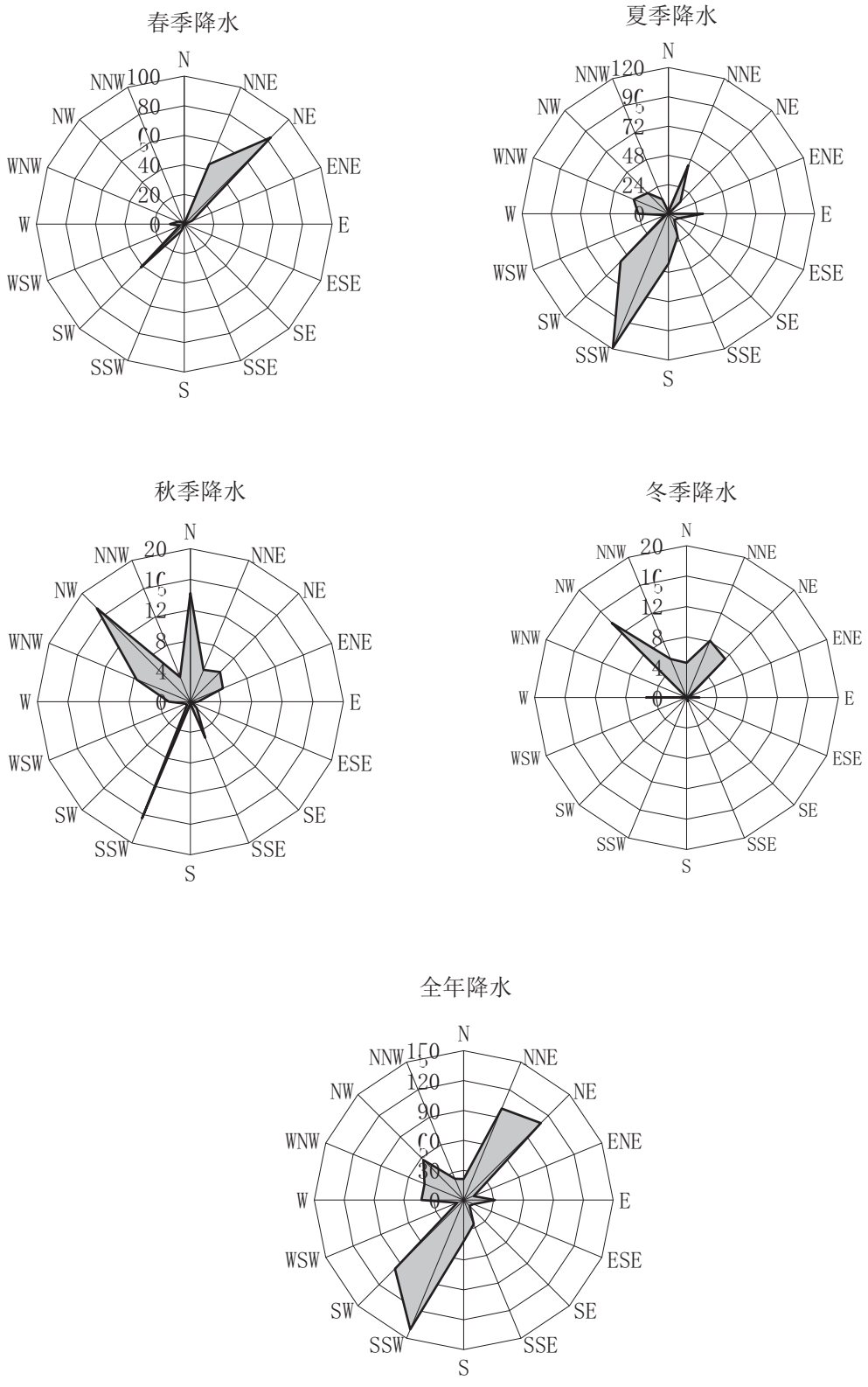
地面全年



静风频率 0.3%

单位：%

图 2.4-6 地面站各季及年风玫瑰图（2020.5~2021.4）



单位：mm

图 2.4-7 地面气象站降水量玫瑰图（2020.5~2021.4）

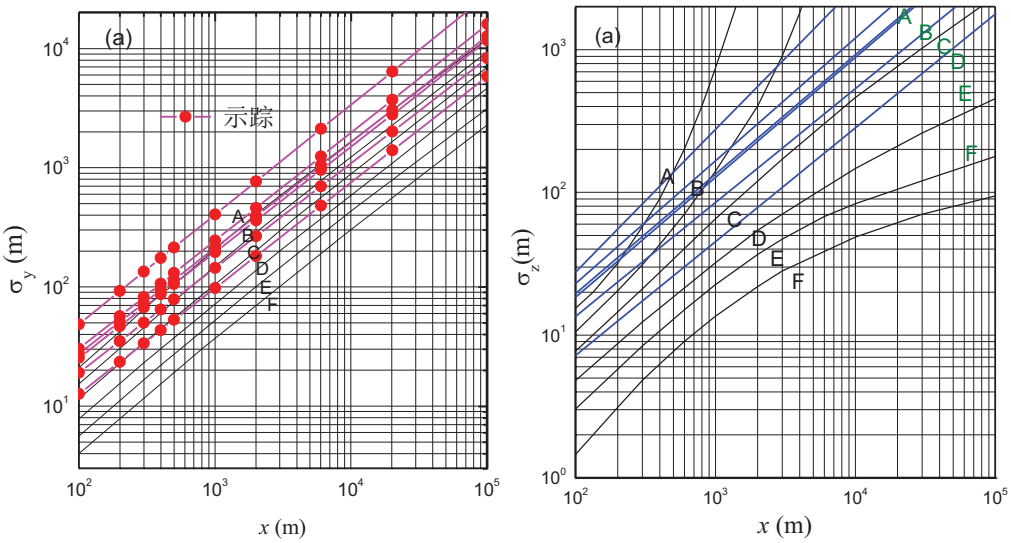
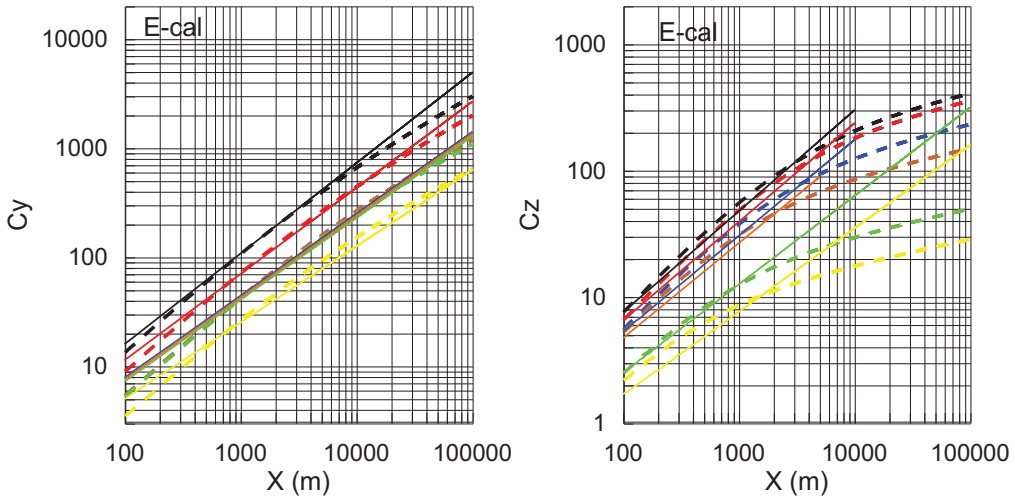
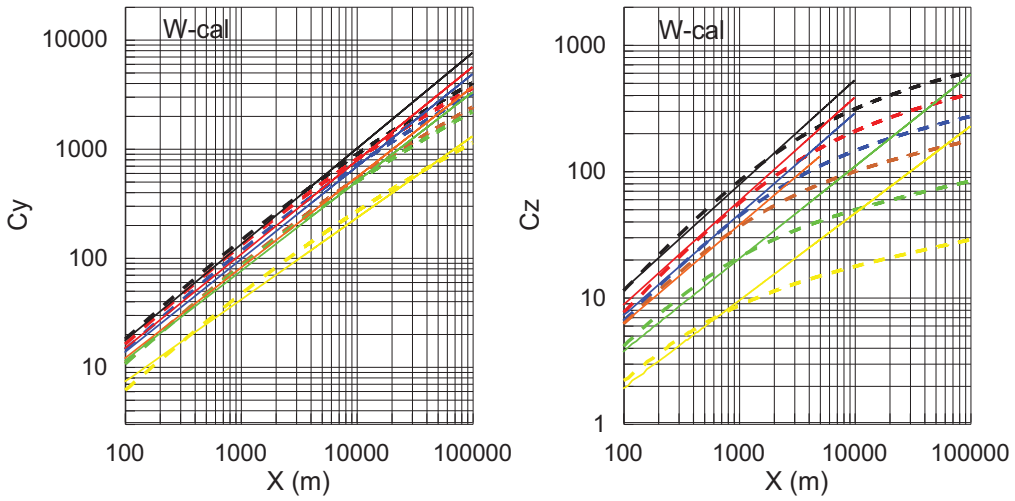


图 2.4-8 示踪物实验的扩散参数



a 偏东风不同稳定度类别条件下σ_y和σ_z曲线



b 偏西风不同稳定度类别条件下σ_y和σ_z曲线

图 2.4-9 湍流观测的扩散参数

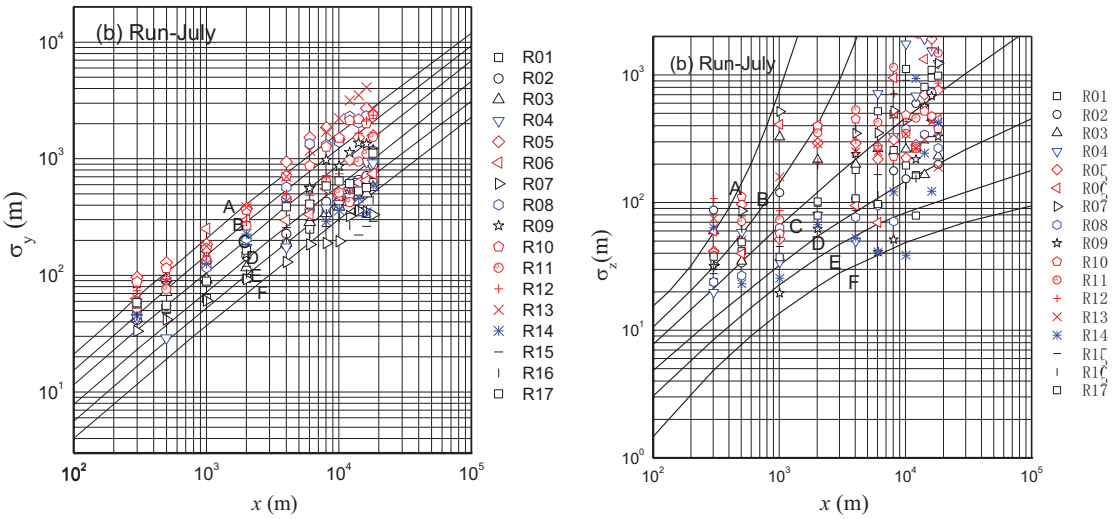


图 2.4-10　数值模拟的扩散参数

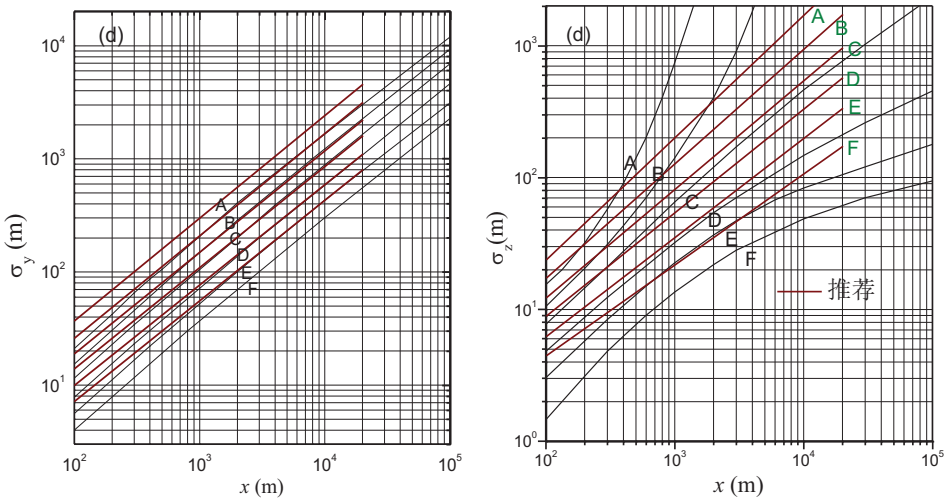


图 2.4-11　综合推荐的扩散参数



图 2.6-1 厂址原始自然地形地貌图



图 2.6-2 厂址现状地形地貌图

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底调查

3.1.2 辐射环境质量评价

3.2 非辐射环境质量现状

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

表

表 3.1-1 环境辐射本底初步调查第一阶段内容

表 3.1-2 环境辐射本底初步调查第二阶段内容

表 3.1-3 海洋放射性环境本底调查内容

表 3.1-4 两次调查中主要分析方法和测量仪器

表 3.1-5 环境辐射本底初步调查各测量分析方法的主要参数

表 3.1-6 海洋放射性环境本底调查分析方法探测限

表 3.1-7 第一阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

表 3.1-8 第二阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

表 3.1-9 厂址周围 15km 范围内道路 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

表 3.1-10 γ 辐射累积剂量监测结果

表 3.1-11 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果

表 3.1-12 γ 辐射空气吸收剂量率和 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果比较

表 3.1-13 空气中 3H 测量结果

表 3.1-14 油车村气溶胶样品放射性核素测量结果

表 3.1-15 宅后村气溶胶样品放射性核素测量结果

表 3.1-16 油车村沉降物样品放射性核素测量结果

表 3.1-17 宅后村沉降物样品放射性核素测量结果

表 3.1-18 油车村和宅后村降水样品中氚测量结果

表 3.1-19 城内村降水样品测量结果

表 3.1-20 湖塘水、井水和自来水样品中放射性核素测量结果

表 3.1-21 环境辐射本底初步调查第一阶段海水样品中放射性核素测量结果

表 3.1-22 环境辐射本底初步调查第二阶段海水样品中放射性核素测量结果

表 3.1-23 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（一）

表 3.1-24 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（二）

表 3.1-25 海洋放射性环境本底调查海水样品不同点位测量结果均值

表 3.1-26 海洋放射性环境本底调查海水样品不同季节测量结果均值

表 3.1-27 土壤样品中放射性核素测量结果

表 3.1-28 底泥和沉积物样品中放射性核素测量结果

表 3.1-29 海洋放射性环境本底调查海洋沉积物样品中放射性核素测量结果

表 3.1-30 环境辐射本底初步调查生物样品中放射性核素测量结果
表 3.1-31 海洋放射性环境本底调查海洋生物样品中放射性核素测量结果
表 3.1-32 海洋放射性环境本底调查海洋生物样品中放射性核素测量结果平均值
表 3.1-33 环境辐射本底初步调查中主要仪器检定情况
表 3.1-34 海洋放射性环境本底调查中主要仪器检定情况
表 3.1-35 环境辐射本底初步调查中土壤样品平行样和掺标样分析结果
表 3.1-36 环境辐射本底初步调查中底泥和沉积物样品平行样分析结果
表 3.1-37 环境辐射本底初步调查中生物样品平行样分析结果
表 3.1-38 环境辐射本底初步调查中井水、海水样品平行样和掺标样分析结果
表 3.1-39 海洋放射性环境本底调查中掺标样分析结果
表 3.1-40 海洋放射性环境本底调查中平行样分析结果
表 3.2-1 大气环境各监测项目评价标准
表 3.2-2 各监测因子分析方法一览表
表 3.2-3 大气环境监测点布设情况
表 3.2-4 各污染物环境质量现状（1 小时平均质量浓度）
表 3.2-5 各污染物环境质量现状（24 小时平均质量浓度）
表 3.2-6 声环境质量标准限值
表 3.2-7 厂址区域环境噪声监测点
表 3.2-8 陆域噪声监测点
表 3.2-9 厂址处噪声监测点位置
表 3.2-10 定点噪声监测点
表 3.2-11 厂界噪声监测结果
表 3.2-12 海域噪声监测结果
表 3.2-13 厂区外陆域噪声监测结果
表 3.2-14 D1 定点噪声监测结果
表 3.2-15 D2 定点噪声监测结果
表 3.2-16 D3 定点噪声监测结果
表 3.2-17 厂址附近海域表层海水水质调查结果
表 3.2-18 监测仪器一览表
表 3.2-19 监测期间气象条件

表 3.2-20 厂区电磁辐射监测点设置情况

表 3.2-21 厂区内开关站监测点设置

表 3.2-22 厂区内主变压器监测点编号一览表

表 3.2-23 厂区内输电线路监测点设置情况

表 3.2-24 厂区外监测点设置情况

表 3.2-25 核电厂厂区工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

表 3.2-26 核电厂厂区内开关站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

表 3.2-27 核电厂主变压器及辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果

表 3.2-28 核电厂输电线路监测断面工频电场/工频磁场监测结果

表 3.2-29 核电厂厂区外环境敏感区、施工变电站与通讯基站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

表 3.2-30 射频电场强度分布表

图

图 3.2-1 大气环境监测点位置示意图

图 3.2-2 厂址区域噪声监测布点示意图

图 3.2-3 厂区外陆域噪声监测点位置示意图

图 3.2-4 海域噪声监测布点意图

图 3.2-5 定点噪声监测布点示意图

图 3.2-6 海洋环境质量调查站位图（秋季）

图 3.2-7 海洋环境质量调查站位图（冬季）

图 3.2-8 海洋环境质量调查站位图（春季、夏季）

图 3.2-9 2018 年调查站位示意图

图 3.2-10 厂区内电磁辐射监测点分布情况

图 3.2-11 厂区内开关站监测点设置示意图

图 3.2-12 厂区内主变压器监测断面设置示意图

图 3.2-13 厂区内开关站与输电线路监测点设置示意图

图 3.2-14 厂区外敏感区监测点设置情况示意图

图 3.2-15 厂区外通讯基站和变电站监测点设置情况示意图

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底调查

福建漳州核电厂位于福建省漳州市云霄县岗屿镇刺仔尾，地处东山湾西岸。厂址东、南、北三面环海，西南距岗屿镇约 2km，西北距云霄县城约 21km，南距东山县城约 16km，到东北方位的厦门直线距离约 86km，距漳州市约 75km。

中核国电漳州能源有限公司委托浙江省辐射环境监测站于 2008 年 9 月至 2010 年 1 月期间完成了环境辐射本底初步调查工作，委托中国辐射防护研究院于 2013 年 5 月至 2013 年 11 月期间完成了海洋放射性环境本底调查工作。两项调查工作最终均通过专家评审形成相关调查报告。本节主要采用上述报告中的调查数据，对福建漳州核电厂厂址周围环境辐射本底情况进行说明。

3.1.1.1 标准规范

两项调查工作参照的主要标准有：

《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）

《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）

《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)

《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB8999-88）

《环境核辐射监测规定》（GB 12379-90）

《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）

《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）

《个人和环境用热释光剂量监测系统》(GB/T 10264-2014)

《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》(GB/T 11743-2013)

《水中放射性核素的γ能谱分析方法》(GB/T16140-1995)

《水中锶-90 放射化学分析方法二-（2-乙基己基）磷酸萃取色层法》（GB 6766-86）

《水中氚的分析方法》（GB 12375-90）

3.1.1.2 调查内容

（1）环境辐射本底初步调查

调查内容主要包括：陆地环境γ辐射空气吸收剂量率和累积剂量，主要环境介质中放射性核素活度浓度（监测的环境介质包括土壤、气溶胶、沉降物、陆地水体、海水、海洋沉积物、动植物等）。

调查工作分为两个阶段进行，时间分别为2008年9月~2008年12月以及2008年12月~2010

年 1 月。第一阶段初步了解厂址所在地区的 γ 辐射空气吸收剂量率的水平以及土壤、海水等介质中放射性核素活度浓度水平，并收集现有资料，以判断厂址区域是否属于辐射高本底地区或存在异常情况。第二阶段则以监测手段为主，较详细地了解厂址附近区域各类环境介质中放射性核素活度浓度水平。两个阶段完成的采样/测量项目、采样/测量点数量、采样/测量频次等分别见表 3.1-1 和表 3.1-2。

（2）海洋放射性环境本底调查

调查内容包括了海域和陆域部分环境介质，主要包括：空气中的 ^{3}H，降水中的 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs，海水、海洋沉积物和海洋生物中的放射性核素活度浓度。海洋放射性环境本底调查的监测项目和样品数量等见表 3.1-3。

3.1.1.3 测量仪器、测量方法及探测下限

两项调查工作中所采用的分析测量方法，均按照国家有关的规定、标准制定。具体测量仪器及测量方法依据、回收率和探测限等见表 3.1-4~表 3.1-6。

3.1.1.4 调查结果

（1）环境 γ 贯穿辐射剂量率

A. 宇宙射线测量

环境辐射本底初步调查对仪表宇宙射线响应值的测量位置为云霄县杜塘水库，测量点位的地理坐标为东经:117°19′40.5″，北纬:23°53′17.4″，海拔 51m。测量方法为乘船携带监测仪器到水深大于 3m，距岸边大于 1km 的水库水面上进行测量，测量值为 36.2nGy/h。

B. γ 辐射空气吸收剂量率

γ 辐射空气吸收剂量率的调查范围为 15km，以核电厂核岛为中心，根据近密远疏的原则，按半径 2km、5km、10km、15km 在 16 个方位角内（去除全部落在海面上的区域）布设监测点。在人口稀少的山区、林区适当减少监测点位，在厂址所在区域的岗屿镇和厂址主导风向下风向宅后、油车、半山等村适当增加监测点位。监测点位的选择原则为尽量选择在受人为因素影响较小的、距离居民点较远且坡度小于 25°的地势平坦、无积水的开阔原野或农田。

第一阶段的现场监测于 2008 年 9 月进行，共布设 47 个瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位；第二阶段的现场测量于 2008 年 12 月至 2009 年 10 月进行，测点在第一阶段监测点位中选择 15km 范围内的 20 个点位，频次为 1 次/季度，此外在核电厂址主要道路疏港公路布设了监测点位，进行了单次监测。两个阶段的监测期间无雨、雪、冰雹等不利于监测工作的气象条件。

测量点位见图 3.1-1，测量结果见表 3.1-7~表 3.1-9、图 3.1-2~3.1-3，测量结果已扣除仪器

对宇宙射线的响应值。由测量结果可知，第一阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（12.1~130）nGy/h 之间，平均值为 66.5nGy/h。第二阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（14.0~101）nGy/h 之间，平均值为 57.4nGy/h；道路 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（91.1~102）nGy/h 之间，平均值为 98.4nGy/h。

第一阶段工作中发现古雷半岛上的古雷和油沃点位监测结果偏低，因此在第二阶段中对古雷点位进行 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量监测，在古雷和油沃两个点位采集土壤样品进行 γ 核素分析，结果见“累积剂量”和“土壤”部分。测量结果表明，古雷和油沃两个点位土壤中天然放射性核素活度浓度很低，可能是造成 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量水平低的主要原因。

（2）累积剂量

累积剂量的调查范围为 15km，以核电厂核岛为中心，按照近密远疏的原则布点，共布设了 20 个测量点，与第二阶段瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率 20 个监测点位重合，布点详见图 3.1-1。累积剂量监测频次为 1 次/季度。调查中，热释光剂量计的总回收率超过 90%。

测量结果及相同点位累积剂量换算得到的剂量率值与 γ 辐射空气吸收剂量率测量值比较见表 3.1-10~表 3.1-12。由测量结果可知，各监测点 γ 辐射累积剂量测量值范围为（0.86×10^{-4}~3.00×10^{-4}）Gy，按小时平均测量结果的年测值范围为（41.7~120）nGy/h，年平均值为 86.4nGy/h。其中：2008 年 12 月～2009 年 3 月，测值范围为（47.6~122）nGy/h，平均值为 86.4nGy/h；2009 年 3 月～2009 年 7 月，测值范围为（43.4~120）nGy/h，平均值为 84.4nGy/h；2009 年 7 月～2009 年 10 月，各测值范围为（39.3~123）nGy/h，平均值为 88.1nGy/h；2009 年 10 月～2010 年 1 月，测值范围为（36.6~117）nGy/h，平均值为 87.4nGy/h。各监测点 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果与瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率变化趋势基本一致。

（3）空气

A. ^{14}C

空气中 ^{14}C 监测点设置在厂址 5km 范围内的宅后村，样品使用空气中 ^{14}C 智能恒温连续采样器进行采集。采样点位置见图 3.1-4，监测频次为单次。测量结果为 0.19±0.13Bq/g·碳。

B. ^{3}H

空气中 ^{3}H 的监测点设置在气象站，采样点位置见图 3.1-5。在 2013 年春秋季各采集 1 次，样品采用硅胶吸附的方法采集，每个样品的采样体积大于 $10m^3$。测量结果见表 3.1-13，两次采样测量结果中，^{3}H 的平均值为 18.8±1.6mBq/m^3（空气），HTO 的平均值为 0.99±0.06Bq/L（水）。

C. 气溶胶

气溶胶监测点设置在厂址 5km 范围内的油车村和宅后村，采样点位置见图 3.1-4。监测项目为总α、总β、^{90}Sr 和 ^{137}Cs，监测频次为 1 次/季。样品使用 CDⅢ型 TSP 大流量采样器和 LXCL-15-1 滤膜进行采集。每个样品的采样时间为 8 天，采样体积约 10000m^3，监测结果见表 3.1-14 和表 3.1-15。

气溶胶样品总 α 活度浓度测值范围为（0.02~0.18）mBq/m^3，平均值为 0.08mBq/m^3；总 β 活度浓度测值范围为（0.14~0.91）mBq/m^3，平均值为 0.33mBq/m^3；^{90}Sr 活度浓度测值范围为（1.06~2.67）3×10^{-2}mBq/m^3，平均值为 2.12×10^{-2}mBq/m^3；^{137}Cs 活度浓度均小于探测下限。

D. 沉降物

沉降物监测点设置在厂址 5km 范围内的油车村和宅后村，采样点位置见图 3.1-4。监测项目为总β、^{90}Sr 和 ^{137}Cs，监测频次为 1 次/季。样品试用 Φ400mm×H400mm 的圆柱形搪瓷桶进行采集。监测结果见表 3.1-16 和表 3.1-17。

沉降物样品总 β 活度浓度测值范围为（0.07~0.48）Bq/m^2·d，平均值为 0.19Bq/m^2·d；^{90}Sr 活度浓度测值范围为（5.63×10^{-3}~8.03×10^{-3}）Bq/m^2·d，平均值为 6.85×10^{-3}Bq/m^2·d；^{137}Cs 的活度浓度均低于探测限。

E. 降水

环境辐射本底初步调查中，降水监测点设置在厂址 5km 范围内的油车村和宅后村，采样点位置见图 3.1-4。监测项目为 ^{3}H，监测频次为 1 次/季，样品使用 SL1 型遥测雨量计进行采集。海洋放射性环境本底调查中，降水监测点设置在岚屿镇城内村，采样点位置见图 3.1-5。监测项目为 ^{90}Sr、^{137}Cs，样品使用不锈钢板制成的正方形采样槽进行采集，采样槽接收面积为 0.25m^2，共采集了 2 个样品。监测结果见表 3.1-18 和表 3.1-19。

油车村和宅后村降水样品中的 ^{3}H 均低于探测限。城内村降水样品中 ^{90}Sr 活度浓度的平均值为 32.8±5.0mBq/L，^{137}Cs 低于探测限。

（4）湖塘水、井水和自来水

湖塘水、井水和自来水调查范围为厂址周围 5km，在宅后村设置 1 个湖塘水监测点，在油车村、宅后村、城外村设置 3 个井水监测点，在山前村设置 1 个自来水监测点，采样点位置见图 3.1-4。测量项目包括 U、^{90}Sr、^{137}Cs 和 ^{3}H，监测频次为 1 次/半年。监测结果以及《中国环境天然放射性水平》中福建省井水和自来水中天然铀活度浓度水平见表 3.1-20。井水样品中 U 的浓度测值范围为（0.25~1.64）μg/L，各监测点位平均值为 0.79μg/L；^{90}Sr 的浓度测值范围为（1.7~1.9）mBq/L，各监测点位平均值为 1.8mBq/L；^{137}Cs 的浓度测值

范围为（0.5~0.6）mBq/L，各监测点位平均值为 0.5mBq/L；^{3}H 的浓度均小于探测限。

湖塘水样品中 U 的浓度测值范围为（0.48~0.67）μg/L，平均值为 0.58μg/L； ^{90}Sr 的浓度测值范围为（2.1~2.3）mBq/L，平均值为 2.2mBq/L；^{137}Cs 的浓度测值范围为（0.4~0.5）mBq/L，平均值为 0.5mBq/L；^{3}H 的浓度小于探测限。

自来水样品中 U 的浓度测值范围为（0.06~0.15）μg/L，平均值为 0.11μg/L； ^{90}Sr 的浓度测值范围为（1.7~1.7）mBq/L，平均值为 1.7mBq/L；^{137}Cs 的浓度测值范围为（<0.3~0.4）mBq/L，平均值为 0.3mBq/L；^{3}H 的浓度小于探测限。

（5）海水

环境辐射本底初步调查中，在厂址的取水口、排水口、取排水口混合处及排水口下游共设置 4 个海水监测点，采样点位置见图 3.1-4。其中，第一阶段监测项目包括 U、Th、^{226}Ra、^{40}K、^{90}Sr、^{137}Cs、^{3}H、总α、总β，监测频次为单次；第二阶段监测项目包括 U、^{90}Sr、^{137}Cs、^{3}H，监测频次为 1 次/半年。两阶段的监测结果以及《中国环境天然放射性水平》中福建省近海海域中天然放射性核素活度浓度水平见表 3.1-21 和表 3.1-22。

第一阶段测量结果中，总α和 ^{3}H 的浓度均小于探测限，U 的浓度测值范围为（1.93～2.11）μg/L，平均值为 2.01±0.08μg/L；Th 的浓度测值范围为（0.15～0.19）μg/L，平均值为 0.18±0.02μg/L；^{226}Ra 的浓度测值范围为（4.81～4.90）mBq/L，平均值为 4.85±0.04mBq/L；^{40}K 的浓度测值范围为（10.9～11.1）Bq/L，平均值为 11.0±0.1Bq/L；^{137}Cs 的浓度测值范围为（0.6~0.9）mBq/L，平均值为 0.8±0.1mBq/L；^{90}Sr 的浓度测值范围为（2.1～2.4）mBq/L，平均值为 2.3±0.1mBq/L；总β的浓度测值范围为（9.3～10）Bq/L，平均值为 9.7±0.4Bq/L。

第二阶段测量结果中，^{3}H 的浓度小于探测限，U 的浓度测值范围为（2.12~2.52）μg/L，平均值为 2.33±0.17μg/L；^{90}Sr 的浓度测值范围为（1.9~2.3）mBq/L，平均值为 2.0±0.2mBq/L；^{137}Cs 的浓度测值范围为（0.9~0.11）mBq/L，平均值为 1.0±0.1mBq/L。

海洋放射性环境本底调查中，海水的调查范围为以厂址为中心，半径 25km 范围内的海域。海水采样点共设置 25 个，具体位置见图 3.1-6。监测项目包括：总铀、总 β、^{90}Sr、^{3}H、γ 核素分析（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{54}Mn、^{134}Cs、^{106}Ru）。海水主要采集表层水，每个样品约 100L。样品在春秋季各采集 1 次，共采集了 54 个海水样品（每次在核电厂取水口和排水口各采集 1 个平行样品）。测量结果见表 3.1-23~表 3.1-26。

测量结果中：总铀活度浓度范围(2.66~3.29)μg/L，平均值为 2.91±0.15μg/L；总 β 活度浓度范围(6.86~14.1)Bq/L，平均值为 9.64±1.60Bq/L；^{90}Sr 活度浓度范围(0.57~2.58)mBq/L，平均值为 1.52±0.54mBq/L；^{3}H 活度浓度范围(0.10~0.78)Bq/L，平均值为 0.37±0.17Bq/L。γ 谱分析结果中，所有样品都给出了 ^{137}Cs 的测量结果，其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、

^{54}Mn、^{134}Cs、^{106}Ru）测量结果均低于探测限。^{137}Cs 活度浓度范围(1.14~2.53)mBq/L，平均值为 1.66±0.31mBq/L。

（6）土壤

环境辐射本底初步调查中，第一阶段的土壤监测点设置在厂址 15km 范围内的后江村、顶城村、半山村、油车村、人家村、青径村，在第二阶段中对古雷和油沃两个点位的土壤进行了监测。监测项目包括天然放射性核素（^{238}U、^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K）和 ^{90}Sr、^{137}Cs、总α和总β，监测频次均为单次。监测结果以及《中国环境天然放射性水平》中福建全省和漳州地区土壤中天然放射性核素浓度水平见表 3.1-27。各点位土壤中天然放射性核素的分布见图 3.1-7 和图 3.1-8。

第一阶段测量结果中，^{238}U 的浓度测值范围为(32.2~53.2)Bq/kg，平均值为 43.3±8.5Bq/kg；^{232}Th 的浓度测值范围为(46.1~81.8)Bq/kg，平均值为 65.9±13.8 Bq/kg；^{226}Ra 的浓度测值范围为(27.4~55.9)Bq/kg，平均值为 42.5±11.7Bq/kg；^{40}K 的浓度测值范围为(421~1200)Bq/kg，平均值为 928±272Bq/kg；^{137}Cs 的浓度测值范围为(0.84~1.42)Bq/kg，平均值为 1.14±0.24Bq/kg；^{90}Sr 的浓度测值范围为(0.68~1.45)Bq/kg，平均值为 1.01±0.32Bq/kg；总α的浓度测值范围为$(0.67\times10^3\sim2.7\times10^3)$Bq/kg，平均值为$(1.6\pm0.8)\times10^3$Bq/kg；总β的浓度测值范围为$(1.2\times10^3\sim1.7\times10^3)$Bq/kg，平均值为$(1.4\pm0.2)\times10^3$Bq/kg。

第二阶段测量结果显示，古雷和油沃两个点位天然放射性核素浓度水平低于《中国环境天然放射性水平》中福建全省和漳州地区土壤中天然放射性核素浓度水平，可能是造成这两个点位 γ 辐射空气吸收剂量率和累积剂量水平低的主要原因。

（7）底泥和沉积物

环境辐射本底初步调查中，在厂址的取水口、排水口、取排水口混合处及排水口下游共设置 4 个底泥监测点，与海水监测点一致；在取水口和排水口近岸边设置 2 个岸边沉积物监测点。采样点位置见图 3.1-4。测量项目包括 ^{238}U、^{90}Sr、^{137}Cs 的活度浓度，监测频次为 1 次/半年。测量结果见表 3.1-28。

底泥样品中的 ^{238}U 活度浓度的测值范围为（28.8~39.0）Bq/kg，平均值为 35.3 Bq/kg；^{90}Sr 活度浓度的测值范围为（0.99~1.2）Bq/kg，平均值为 1.1Bq/kg；^{137}Cs 活度浓度的测值范围为（0.3~1.0）Bq/kg，平均值为 0.5Bq/kg。沉积物样品中的 ^{238}U 活度浓度的测值范围为（38.8~41.8）Bq/kg，平均值为 40.3Bq/kg；^{90}Sr 活度浓度的测值范围为（0.90~1.1）Bq/kg，平均值为 1.0Bq/kg；^{137}Cs 活度浓度的测值范围为（0.5~1.5）Bq/kg，平均值为 1.0Bq/kg。

海洋放射性环境本底调查中，海洋沉积物的调查范围为以厂址为中心，半径 25km 范围内的海域。采样点共设置 15 个，具体位置见图 3.1-6。海洋沉积物的采集使用特制的船锚抓

取，每个样品采样量约 1kg，采集的样品置于双层塑料袋内，再放置于布袋中。采样频次为单次，共采集 17 个样品（包括核电厂取水口和排水口的 2 个平行样）。监测项目包括：总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{54}Mn、^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K）。测量结果见表 3.1-29。

测量结果中：总 U 浓度范围 1.42~5.16μg/g，平均值为 2.81±0.80μg/g；总 β 浓度范围 677~1.47×10^{3}Bq/kg，平均值为(1.04±0.19)×10^{3}Bq/kg；^{90}Sr 浓度范围 0.49~2.64Bq/kg，平均值为 1.80±0.60Bq/kg。γ 谱分析结果中，所有样品都给出了 ^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K 的测量结果，大部分样品给出了 ^{137}Cs 的测量结果，其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{54}Mn）测量结果均低于探测限。其中，^{137}Cs 浓度范围<LLD~2.25Bq/kg，平均值为 1.64±0.45Bq/kg；^{226}Ra 浓度范围 16.0~44.2Bq/kg，平均值为 34.7±6.3Bq/kg；^{232}Th 浓度范围 25.0~72.0Bq/kg，平均值为 56.6±9.7Bq/kg；^{40}K 浓度范围 540~1.51×10^{3}Bq/kg，平均值为 865±281Bq/kg。

（8）生物

环境辐射本底初步调查中，在厂址 15km 范围内采集黄鲷、海蛎、猪肉、松针、大米、白菜和花生等生物样品。其中黄鲷和海蛎由山前村渔民在当地海域采集，猪肉为顶城村村民家养，松针、花生、大米和白菜则分别在岚屿镇、宅后村和油车村进行现场采集。生物样品均经过洗净与整理（除去不可食部分），然后再烘干、炭化与灰化，制成灰样。生物样品的监测频次为 1 次/年，监测项目包括 ^{90}Sr、^{137}Cs 的活度浓度。测量结果见表 3.1-30。

测量结果中，^{90}Sr 活度浓度范围<LLD~0.86Bq/kg（鲜），松针样品浓度最高；^{137}Cs 活度浓度范围(5.4~1670)mBq/kg（鲜），松针样品浓度最高，大米样品浓度最低。

海洋放射性环境本底调查中，海洋生物样品主要包括藻类、贝类、甲壳类和鱼类等。采样点均在岚屿渔港码头（位于厂址 SSW 方位，约 4.1km 处）附近海域，具体位置见图 3.1-5。除藻类采样频次为单次外，贝类、甲壳类和鱼类的采样频次均为春秋季各采集一次。藻类样品采集海带和龙须菜，洗净沙子并去根，海带称鲜重作为可食部分鲜重，龙须菜充分烘干后称干重作为可食部分干重；贝类样品采集牡蛎、菲律宾帘蛤和紫贻贝，去壳，洗净沙子后称鲜重作为可食部分鲜重；甲壳类样品采集螃蟹和凡纳对虾，取蟹肉和虾仁称重作为可食部分鲜重；鱼类样品采集日本真鲈、银鲳和鲻鱼，去头、鳞、鱼鳍、内脏后烘干，取鱼肉作为可食鲜重。海洋生物总共采集 22 个样品（包括平行样），监测项目包括总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{131}I、^{54}Mn、^{226}Ra、^{40}K 等）。测量结果见表 3.1-31 和表 3.1-32。测量结果中：

总 U：日本真鲈最低，测量结果均值为 3.03±0.79μg/kg（鲜）。紫贻贝最高，测量结果均值为 71.5±20.2μg/kg（鲜）；

总 β：凡纳对虾最低，测量结果均值为 32.8±14.8Bq/kg（鲜）。海带最高，测量结果均值为 169±11Bq/kg（鲜）；

^{90}Sr：日本真鲈最低，测量结果均值为 0.058±0.030Bq/kg（鲜）。紫贻贝最高，测量结果为 1.14±0.40Bq/kg（鲜）。

γ 谱分析结果中，所有样品都给出了 ^{40}K 的测量结果，部分样品给出了 ^{226}Ra、^{137}Cs 的测量结果，其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{131}I、^{54}Mn、^{110m}Ag）测量结果均低于探测限。^{40}K：凡纳对虾最低，测量结果均值为25.3±9.2Bq/kg（鲜）。海带最高，测量结果均值为136±3Bq/kg（鲜）；^{226}Ra：紫贻贝最高，测量结果均值为 0.69±0.13Bq/kg（鲜）；^{137}Cs：海带最高，测量结果均值为 0.13±0.01Bq/kg（鲜）；

灰鲜比结果中，海带最低，测量结果均值为（1.59±0.04）%。螃蟹最高，测量结果均值为（4.06±0.42）%。

3.1.1.5 质量保证措施

为了对监测过程进行全面控制，以保证调查结果的代表性、准确性和可靠性，在环境辐射本底初步调查和海洋放射性环境本底调查中均采取了一系列质量保证措施。两家调查单位均通过国家计量认证和国家实验室认可，两次调查过程中质量保措施如下：

（1） 组织机构及人员配备

调查单位针对调查任务成立了项目组及质保组，指定了项目负责人和质保负责人，要求从事相关工作 5 年以上，具有相应学历职称。根据调查工作的工作进度与实际需要，从事对质量活动有影响的人员，要求具备从事该任务所必须的学历、经历和业务熟练程度，持有相应资格证或上岗证，并进行质保培训与考核。

（2） 样品的采集和保存

调查中的采样和预处理严格按照调查单位相关采样规程进行，环境辐射本底初步调查中涉及的规程主要包括：《放射性气溶胶采样技术规范》、《沉降灰采样技术规范》、《降水样品采集技术规范》、《空气中氚样品采集技术规范》、《饮用水、地下水、地表水采集技术规范》、《土壤、潮间带土采样技术规范》、《底泥品采样技术规范》、《植物采样技术规范》、《动物采样技术规范》等；海洋放射性环境本底调查及的规程主要包括：《降水的采集和预处理操作规范》、《海水的采集和预处理操作规范》、《海洋沉积物的采集和预处理操作规范》《海洋生物样品的采集和预处理操作规范》等。

调查过程中，工作人员按照相关操作规范采集完成并做好标识的样品按照样品的特性进行适当的包装，在运输前认真填写样品清单，清点样品，并且检查包装是否符合要求，然后运输样品到实验室，样品送达实验室后，接样人员和送样人员清点样品，并在样品清单上

签字，将样品有条理的放置在样品室的未检区，分析人员按规定领取样品，及时分析测量。

（3） 仪器设备的控制

现场采样设备的控制：现场使用的仪器经长途运输到达现场后，工作人员首先查看仪器外形是否有损伤、变形，异常部位着重检查，以消除隐患。经外观确认正常后，通电检查，按照说明书上的技术要求操作，查看仪器是否工作正常。确认其性能良好后才使用。

测量装置的检定：所有对分析测试结果的准确性和有效性有影响的计量器具或检测设备，均由计量部门或其授权单位进行校准或检定，以保证检测量值具有溯源性。表 3.1-33 和表 3.1-34 列出了两次调查中使用的主要仪器和设备的检定情况。

标准物质：用于刻度放射性测量仪器的标准源，标准溶液和标准物质，均有合格证书保证，保证可溯源性。

测量仪器刻度及性能检验：所有测量仪器都经过刻度或标定，并绘制质控图，以分析仪器的稳定性及可靠性。

（4） 化学试剂的控制

用标准溶液配置工作溶液时，根据国家标准的技术规范执行，并做详细记录。

实验室使用的试剂溶液和蒸馏水贴上标签，试剂溶液的标签写明名称、浓度、配置日期，有的试剂还写明有效期。

（5） 装卸、储存和运输的控制

样品、采样及测量仪器设备在装卸过程中轻拿轻放，防止样品破损和设备损坏。

样品、仪器设备在运输前按照规程和仪器设备说明书正确包装。

采集到的样品需在现场暂时存放的明确标识后安全放置，以防损伤、变质和丢失。

现场采样、测量仪器设备使用后及时放入包装箱或符合规定的地点。

仪器、采样器和样品容器经常维护，保持清洁，防止交叉污染。

（6） 测量分析实施过程控制

调查方法的选定：两次调查中中采样及分析测量的方法严格执行我国已颁布的有关标准和法规。调查过程严格按照相应规程进行。

采样点的定位：采用 GPS（卫星定位仪）测量外环境各采样点位的经纬度，并记录采样点相对于厂址位置的方位和距离等信息，在指定的地点采样或测量。

掺标样品和平行样品：为了对项目中样品的采集、预处理及分析测量的全部过程进行有效的质量控制以及为了确定分析测量的准确度，两次调查中均进行掺标样品和平行样品的分析。环境辐射本底初步调查中对土壤、底泥、沉积物、生物、井水和海水样品进行了相应的分析，平行样比例大于 10%；海洋放射性环境本底调查对海水、沉积物、生物等进行了

相应的分析，平行样比例大于 10%。掺标样品和平行样品的分析结果见表 3.1-35~表 3.1-40。

实验室比对：两次调查的承担单位均积极参加国内外相关单位组织的比对活动，如 IAEA、日本化学分析中心、韩国核安全研究院、中国疾病预防控制中心核安全与医学所、中国计量科学研究院等。比对的介质包括土壤、生物、降水等介质，分析项目包括 Sr-90、Cs-137、3H 等，比对结果绝大部分相差在 10%以内。

3.1.2 辐射环境质量评价

根据环境辐射本底初步调查和海洋放射性环境本底调查结果，厂址周围的辐射环境质量现状如下：

3.1.2.1 环境 γ 辐射水平

在环境辐射本底初步调查中，分两个阶段设置了 47 个和 20 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位。第一阶段监测值在（12.1~130）nGy/h 之间，平均值为 66.5nGy/h；第二阶段监测值在（14.0~101）nGy/h 之间，平均值为 57.4nGy/h。

除古雷半岛上的古雷和油沃点位可能由于土壤中天然放射性核素活度浓度很低导致监测结果偏低外，其余点位监测值范围为（20.6~130）nGy/h 之间，与《中国环境天然放射性水平》中福建省 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果范围（25.9~334.3）nGy/h 相比，前者处于后者范围内；

累积剂量共设置 20 个点位，测量值范围为（0.86×10-4~3.00×10-4）Gy，换算成剂量率范围为（41.7~120）nGy/h，年平均值为 86.4nGy/h，与剂量率瞬时测量范围及趋势较为一致；

综上，可认为除古雷及油沃可能属于低本底地区外，当前厂址周围环境 γ 辐射不属于高本底地区，其水平在天然本底范围内，在后续调查和监测中将对古雷半岛上相关点位给予持续关注。

3.1.2.2 空气介质中放射性核素活度浓度

空气中 ^{14}C 设置 1 个采样点位，测量结果为 0.19±0.13Bq/g·碳；空气中 ^{3}H 设置 1 个采样点位，测量结果平均值为 18.8±1.6mBq/m^3，与《2013 年全国辐射环境质量报告》和《2017 年全国辐射环境质量报告》中空气氚化水测量结果处于同一水平；气溶胶设置 2 个采样点位，总 α 测值范围为（0.02~0.18）mBq/m^3，总 β 测值范围为（0.14~0.91）mBq/m^3，^{90}Sr 活度浓度测值范围为（1.06~2.67）3×10^{-2}mBq/m^3，^{137}Cs 均小于探测下限；沉降物设置 2 个点位，总β测值范围为（0.07~0.48）Bq/m^2·d，^{90}Sr 活度浓度测值范围为（5.63×10^{-3}~8.03×10^{-3}）Bq/m2·d，^{137}Cs 均低于探测限；降水中，^{90}Sr 活度浓度的平均值为 32.8±5.0mBq/L，^{3}H 和 ^{137}Cs 均低于探测限。

监测结果无明显异常，可认为厂址周围空气中的放射性水平属于天然本底范围内，不属于

高本底地区。

3.1.2.3 陆地水体中放射性核素活度浓度

在环境辐射本底初步调查中，设置了 1 个湖塘水监测点，3 个井水监测点和 1 个自来水监测点。湖塘水中，U 的测值范围为（0.48~0.67）μg/L，^{90}Sr 的测值范围为（2.1~2.3）mBq/L，^{137}Cs 的测值范围为（0.4~0.5）mBq/L，^{3}H 小于探测限；井水中，U 的测值范围为（0.25~1.64）μg/L，^{90}Sr 的测值范围为（1.7~1.9）mBq/L，^{137}Cs 的浓度测值范围为（0.5~0.6）mBq/L，^{3}H 均小于探测限；自来水中，U 测值范围为（0.06~0.15）μg/L，^{90}Sr 的测值范围为（1.7~1.7）mBq/L，^{137}Cs 的浓度测值范围为（<0.3~0.4）mBq/L，^{3}H 的浓度小于探测限。

监测结果无明显异常，并且井水和自来水中 U 的监测结果与《中国环境天然放射性水平》中福建省农村井水和自来水中 U 测量结果基本处于同一水平。因此，可认为厂址周围湖塘水、井水和自来水的放射性水平属于天然本底范围内，不属于高本底地区。

3.1.2.4 海域放射性核素活度浓度

在环境辐射本底初步调查中，设置了 4 个海水监测点，分为两阶段取样监测。第一阶段测量结果中，总α和 ^{3}H 均小于探测限，U 的测值范围为（1.93～2.11）μg/L，Th 的测值范围为（0.15～0.19）μg/L，^{226}Ra 的测值范围为（4.81～4.90）mBq/L，^{40}K 的测值范围为（10.9～11.1）Bq/L，^{137}Cs 的测值范围为（0.6~0.9）mBq/L，^{90}Sr 的测值范围为（2.1～2.4）mBq/L，总β的测值范围为（9.3～10）Bq/L；第二阶段测量结果中，^{3}H 小于探测限，U 的测值范围为（2.12~2.52）μg/L，^{90}Sr 的测值范围为（1.9~2.3）mBq/L，^{137}Cs 的测值范围为（0.9~0.11）mBq/L；

在海洋放射性环境本底调查中，共设置了 25 个点位。总铀的测值范围为(2.66~3.29) μg/L，总 β 的测值范围为(6.86~14.1)Bq/L，^{90}Sr 的测值范围为(0.57~2.58)mBq/L，^{3}H 的测值范围为(0.10~0.78)Bq/L，γ 谱分析结果中，^{137}Cs 的测值范围为(1.14~2.53)mBq/L，其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{54}Mn、^{134}Cs、^{106}Ru）测量结果均低于探测限；

监测结果无明显异常，并且海水中 U、Th、^{226}Ra、^{40}K 放射性浓度与《中国环境天然放射性水平》中福建省近海海域中天然放射性核素浓度的调查结果基本处于同一水平；

综上，可认为厂址周围海水的放射性水平属于天然本底范围内，不属于高本底地区。

3.1.2.5 土壤中放射性核素活度浓度

在环境辐射本底初步调查中，第一阶段设置 6 个点位，第二阶段设置古雷和油沃两个点位。第一阶段测量结果中，^{238}U 的测值范围为(32.2~53.2)Bq/kg，^{232}Th 的测值范围为(46.1~81.8)Bq/kg，^{226}Ra 的测值范围为(27.4~55.9)Bq/kg，^{40}K 的测值范围为(421~1200)Bq/kg，^{137}Cs 的测值范围为(0.84~1.42)Bq/kg，^{90}Sr 的测值范围为(0.68~1.45)Bq/kg，总α的测值范围

为(0.67×10^3~2.7×10^3)Bq/kg，总β的测值范围为(1.2×10^3~1.7×10^3)Bq/kg；

除第二阶段两个点位监测结果偏低外，其余监测结果无明显异常，并且土壤中 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K 放射性浓度与《中国环境天然放射性水平》中福建省全省及漳州地区土壤的天然放射性核素浓度的调查结果基本处于同一水平；

综上，可认为除古雷及油沃两个点位可能属低本底地区外，当前厂址周围土壤的放射性水平属于天然本底范围内，不属于高本底地区，在后续调查和监测中将对古雷半岛上相关点位给予持续关注。

3.1.2.6 底泥和沉积物的放射性水平

在环境辐射本底初步调查中，设置了 4 个底泥监测点和 2 个沉积物监测点。底泥中，^{238}U 的测值范围为（28.8~39.0）Bq/kg， ^{90}Sr 的测值范围为（0.99~1.2）Bq/kg，^{137}Cs 的测值范围为（0.3~1.0）Bq/kg；沉积物中，^{238}U 的测值范围为（38.8~41.8）Bq/kg，^{90}Sr 的测值范围为（0.90~1.1）Bq/kg，^{137}Cs 的测值范围为（0.5~1.5）Bq/kg；

在海洋放射性环境本底调查中，设置了 15 个沉积物监测点。测量结果中，总 U 的测值范围为 1.42~5.16μg/g，总 β 的测值范围为 677~1.47×10^{3}Bq/kg，^{90}Sr 的测值范围为 0.49~2.64Bq/kg，γ 谱分析结果中，^{137}Cs 的测值范围为<LLD~2.25Bq/kg，^{226}Ra 的测值范围为 16.0~44.2Bq/kg，^{232}Th 的测值范围为 25.0~72.0Bq/kg，^{40}K 的测值范围为 540~1.51×10^{3}Bq/kg，其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{110m}Ag、^{54}Mn）测量结果均低于探测限；

监测结果无明显异常，可认为厂址周围底泥和沉积物的放射性水平属于天然本底范围内，不属于高本底地区。

3.1.2.7 生物的放射性水平

在环境辐射本底初步调查中，采集了黄鲷、海蛎、猪肉、松针、大米、白菜和花生等生物样品。测量结果中，^{90}Sr 活度浓度范围<LLD~0.86Bq/kg（鲜），松针样品浓度最高；^{137}Cs 活度浓度范围(5.4~1670)mBq/kg（鲜），松针样品浓度最高，大米样品浓度最低；

在海洋放射性环境本底调查中，采集了藻类、贝类、甲壳类和鱼类等海洋生物样品。总 U 测量结果均值范围为 3.03~71.5μg/kg（鲜），总 β 测量结果均值范围为 32.8~169Bq/kg（鲜），^{90}Sr 测量结果均值范围为 0.058~1.14Bq/kg（鲜），γ 谱分析结果中，^{40}K 测量结果均值范围为 25.3~136Bq/kg（鲜），^{226}Ra 测量结果均值最高为 0.69±0.13Bq/kg（鲜），^{137}Cs 测量结果均值最高为 0.13±0.01Bq/kg（鲜），其它核素（包括 ^{58}Co、^{60}Co、^{131}I、^{54}Mn、^{110m}Ag）测量结果均低于探测限；

监测结果无明显异常，可认为厂址周围生物的放射性水平属于天然本底范围内，不属于高本底地区。

3.2 非辐射环境质量现状

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

3.2.1.1 大气环境质量现状调查

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司于 2020 年 8 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域大气环境、噪声本底调查及评价报告》。

监测时间为 2020 年 8 月 4 日~8 月 10 日，共 7 天。监测期间风速范围为 0.5~2.5m/s，主要风向为 S~SE。

1) 执行标准和评价依据

- 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）；
- 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）。

根据《漳州市环境空气质量功能区划》及《关于重新确认漳州核电厂一期工程环境影响评价环境质量和非放射性污染物排放执行标准的意见函》：厂址及附近区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）规定的标准限值见表 3.2-1。

2) 厂址半径 5km 范围内的大气污染源

本项目 5km 范围内无设置排气筒的企业。固定源有 1 处石料场，该石料厂为漳州核电厂施工提供配套作业，位于 SW 方位 1.2km，主要大气污染物为颗粒物，通过无组织排放。移动大气污染源主要为交通道路（X531 云四线、疏港公路、沿海通道、核电进厂道路）行驶的社会车辆、渣土运输车辆，主要污染物为颗粒物和汽车排放尾气。

本次现状监测期间，漳州核电 1、2 号机组项目正处于施工阶段，陆域施工现场的负挖、土石方、渣土运输、道路修建等产生的扬尘，会对周围大气环境产生一定影响，主要体现在局部和暂时性的颗粒物浓度升高。漳州核电 1、2 号机组海工工程航道项目主要进行前导流堤挖泥施工，对本次监测的大气环境影响较小。

3) 大气环境质量监测数据的处理

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

4) 大气环境质量监测的技术条件

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的规定，TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、NO_x 日均值每天采样 1 次，每次连续采样 20h；SO_2、NO_2、CO、NO_x 小时均值每天采样 4 次（02:00 时、08:00 时、14:00 时、20:00 时），每次连续采样 1h。

监测项目的监测及分析方法按《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》

（GB/T15432-1995）、《环境空气 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的测定 重量法》（HJ618-2011）、《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》（HJ482-2009）、）《环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》（HJ479-2009）、《环境空气 一氧化碳的测定 非分散红外法》（GB9801-88），见表 3.2-2。

5) 大气环境质量监测点的布设和监测结果

依据厂址所在地气象条件、敏感点分布等情况，共设置大气环境监测点 6 个。其中，1 号点位设置在拟建工程公司办公楼；2 号点位设置在离县道 X531 较近且离厂址中心最近的居民点——人家村；3 号点位设置在城外村，该点位可作为年主导风向下风向的监测点，也可反映该点位周边居民点大气环境质量；4 号点位设置在山前村，也是年主导风向下风向的监测点；5 号点位设置在剑石岩风景区；6 号点位设置在厂址东北边界，该点为厂址年主导风向上风向监测点。

监测点具体情况见表 3.2-3 和图 3.2-1。

表 3.2-4、表 3.2-5 列出了 6 个监测点各污染物 1 小时平均质量浓度和 24 小时平均质量浓度监测数据。

3.2.1.2 大气环境质量评价

根据《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中规定的标准限值、污染物监测数据的统计结果，对厂址评价区域大气环境质量现状分析和评价如下：

SO_2 各测点的小时浓度范围在 13~28μg/m^3 之间；日均浓度范围在 10~17μg /m^3 之间，。SO_2 小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

NO_2 各测点的小时浓度范围在 41~57μg/m^3 之间，日均浓度范围在 16~55μg /m^3 之间。NO_2 小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

CO 各测点的小时浓度范围在未检出~0.65mg/m^3 之间，日均浓度范围在未检出~0.44mg/m^3 之间。CO 小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

NO_X 各测点的小时浓度范围在 55~72μg/m^3 之间，日均浓度范围在 54~67μg /m^3 之间。NO_X 小时浓度和日均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

TSP 各测点的日均浓度值在 78~108μg/m^3 之间，TSP 日均浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

PM_{10} 各测点的日均浓度值在 44~74μg/m^3 之间，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

$PM_{2.5}$ 各测点的日均浓度值在 23~39μg/m^3 之间，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

二级标准限值。

综上所述，各污染物 1 小时平均质量浓度和 24 小时平均质量浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.2.1 噪声现状调查

本节有关资料和数据取自中国核电工程有限公司于 2020 年 8 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域大气环境、噪声本底调查及评价报告》。

监测时间为2020年8月4日~8月7日，监测期间风速范围为0.5~2.5m/s，主要风向为S~SE。

1) 执行标准和评价依据

- 《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2021）；
- 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）。

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中噪声标准限值见表 3.2-6。

2) 厂址半径 5km 范围内的噪声源

本项目5km范围内主要固定噪声源为石料厂设备噪声，伴随施工作业期间，主要流动声源为渣土车辆、社会车辆、渔港船只等。

本次状监测期间，漳州核电1、2号机组项目正处于施工阶段，陆域施工现场的开挖爆破、施工设备和运输车辆会产生噪声，对周围声环境产生一定影响，但是爆破施工属于阶段性，影响时间短，施工设备和车辆等伴随施工期的时间较长，但影响范围有限。漳州核电1、2号机组海工工程航道项目主要进行前导流堤挖泥施工，挖泥船产生的噪声对声环境有一定影响，但由于距离本项目场界约1km，距离人家村约2km，影响程度有限。

3) 噪声测量数据的处理

环境噪声采用等效连续 A 声级（*Leq*）评价，等效连续声级的数学表示：

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

式中， L_{eq}—在 T 段时间内的等效连续 A 声级，dB(A)；

$L_{A(t)}$—t 时刻的瞬时 A 声级，dB(A)；

T—连续取样的总时间，min。

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

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

式中，L_i—第 i 次读取的 A 声级，dB(A)；

n —取样总数。

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

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

式中， L_d—昼间 T_d 个小时的等效声级，dB(A)；

L_n—夜间 T_n 个小时的等效声级，dB(A)。

4) 噪声测量的技术条件

监测点选在居住或工作建筑物外，离任一建筑物的距离不小于 1m。监测时噪声分析仪置于三脚架上，传声器距地面的垂直距离 1.5m，并加风罩，周围无反射体。时间计权置于“快”响应，采样时间间隔不大于 1s。

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）要求，测量仪器精度为 2 型及 2 型以上的积分平均声级计，其性能符合 GB3785 和 GB/T17181 的规定，并定期校验。声校准器满足 GB/T15173 对 1 级或 2 级声校准器的要求。

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

监测因子为等效连续 A 声级 L_{eq}，最大声级 L_{max}，累积百分声级 L_{10}、L_{50}、L_{90} 和标准偏差 SD。

对于厂址区域、陆域及海域噪声监测点，分别在昼间和夜间进行监测，连续监测两天。昼间监测时段为 6:00～22:00，夜间监测时段为 22:00～次日 6:00。厂区内监测点分别连续测量 20min，陆域噪声监测点分别监测 10min，海域监测点分别监测 20min；交通噪声测点设在交通干线边 20m 处，每个测点监测 30min，并记录每小时的机动车流量。

对于定点监测点，进行 24 小时连续监测，监测每小时的等效声级 L_{eq}、最大声级 L_{max}、累积百分声级 L_{10}、L_{50}、L_{90}、标准偏差 SD 及昼间的 L_d 和夜间的 L_n，连续监测一天。

5) 噪声测量点的布设和测量结果

厂址半径 5km 范围内环境噪声本底水平测量结合厂址周围人口分布、地形特征按照网格和近密远疏的原则布设监测点，测点布置情况如下：

厂址区域共设 6 个监测点，其中厂界监测点 4 个，分别布设在施工场地东、南、西、北四个边界处。厂区内噪声源监测点 2 个，即：混凝土搅拌站、大件码头。厂址区域监测点具体布点情况见表 3.2-7 和图 3.2-2。

陆域监测点位按照网格和近密远疏的原则，在厂址半径 5km 范围内布设监测点位，点位一般布设在网格的中心位置处，所涉及的噪声源（固定、移动），以及敏感区域（居民点、医院、学校、养老院、自然保护区等）等点位适当加密布设。其中，居民点布设 18 个监测点位、学校布设 6 个监测点位、渔港布设 2 个监测点位、旅游风景区布设 1 个监测点位、网格布设 8 个监测点位、碎石厂布设 1 个监测点位，卫生院、养老院布设 2 个监测点位，交通噪声在南、北两条核电进厂道路沿线布设 2 个监测点位，共计布设 40 个噪声监测点。具体布点情况见表 3.2-8、图 3.2-3。

对于海域监测点布设，在 5km 范围内按照网格和近密远疏的原则，兼顾海域环境及云霄航道沿线布设 9 个监测点。具体布点情况见表 3.2-9 和图 3.2-4。

定点噪声共布置了 3 个监测点，对噪声进行 24 小时连续监测。分别为厂址西边界、人家村，城内村。其中厂址西边界可反映厂址区域噪声水平，人家村是最近居民点，城内村是监测范围内人口密集区，且是居住商贸集市混合区，亦属于县道云四线（X531）和疏港公路交汇处。具体布点情况见表 3.2-10 和图 3.2-5。

厂址区域噪声监测数据见表 3.2-11。海域噪声监测数据见表 3.2-12。厂区外陆域噪声监测结果见表 3.2-13。定点噪声监测结果见表 3.2-14~表 3.2-16。

3.2.2.2 噪声环境质量评价

1) 厂界噪声现状

厂界昼间噪声监测值在 51.0~57.2dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准昼间限值 65dB（A）要求；夜间噪声监测值在 48.7~54.1dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准夜间限值 55dB（A）要求。

2) 陆域环境噪声现状

厂区外敏感目标昼间噪声监测值在 44.4~55.1dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间噪声限值 60 dB（A）要求；夜间噪声监测值在 39.6~51.6dB（A）之间，除灵鹫寺第二次夜间监测值，其余符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）要求。受蝉鸣的影响，灵鹫寺点位第二次监测值为 51.6dB（A），略高于《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）。

厂区外网格监测点昼间噪声监测值在 45.2~59.3dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间噪声限值 60dB（A）要求；夜间噪声监测值在 39.7~48.3dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）要求。

交通噪声监测点昼间监测噪声值在 51.8~54.8dB（A）之间，符合《声环境质量标准》

（GB3096-2008）4a 类标准昼间噪声限值 70dB（A）的要求；夜间监测噪声值在 48.6~53.3dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准夜间噪声限值 55dB（A）要求。

3) 定点噪声现状

D1 厂址西边界昼间噪声监测值在 42.2~59.3dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间噪声限值 60dB（A）要求；夜间噪声在 41.7~42.5dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）要求。

D2 人家村昼间噪声监测值在 36.2~56.4dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间噪声限值 60dB（A）要求；夜间噪声在 34.4~36.4dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）要求。

D3 城内村昼间噪声监测值在 37.0~58.1dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间噪声限值 60dB（A）要求；夜间噪声在 35.4~35.9dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准夜间噪声限值 50dB（A）要求。

5）海域噪声

海域环境监测点昼间噪声监测值在 50.0~58.9dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准昼间噪声限值 65dB（A）要求；夜间噪声监测值在 48.7~54.9dB（A）之间，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准夜间噪声限值 55dB（A）要求。

综上所述，厂界噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 3 类噪声标准限值；敏感目标噪声基本符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类噪声标准限值；陆域噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类噪声标准限值；海域噪声符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 3 类噪声标准限值；定点噪声均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类噪声标准限值；交通噪声符合《声环境质量标准》GB3096-2008 规定的 4a 类噪声标准限值。

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

3.2.3.1 海水水质现状调查

中国水产科学研究院东海水产研究所于 2013 年完成了《漳州核电项目可研阶段厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查专题报告》。后续东海水产研究所于 2018 年 2 月~2018 年 11 月开展厂址附近海域生态环境调查工作，已完成 2018 年共 8 个航次的现场调查工作。

（1）调查时间、范围及站位设置

1）2013 年海水水质现状调查

秋季航次调查时间为2012年11月22日至30日，在工程海域邻近15km范围海域内布设20个大面调查站位，测站位置见图3.2-6。冬、春和夏季调查时间为2013年2月23-29日、2013年4月20日-5月2日和2013年7月27日至8月15日，在工程海域邻近25km范围海域内布设23个大面站位取样，见图3.2-7、图3.2-8。

2）2018年海水水质现状调查

在工程海域邻近50km范围海域内布设48个大面调查站位，2个连续站（取排水口各1个）站位，测站位置见图3.2-9。

（2）监测项目

1）2013年海水水质现状调查

水文参数共5项：水温、盐度、水深、水色、透明度。

水质常规：pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD_{Mn}）、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮）、活性磷酸盐、总悬浮物（SS）、石油类（Oil）、硼、铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷、银、锰，硫化物、挥发酚、游离氯、总氯、氰化物、阴离子表面活性剂。

2）2018年海水水质现状调查

水文参数共7项：水温、水深、盐度、电导率、水色、透明度及浊度。

大面站：pH、总碱度、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、挥发酚、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮）、非离子态氨、磷酸盐、硅酸盐、硫化物、硫酸盐、氯化物、氰化物、总有机碳、动植物油、油类、阴离子表面活性剂、总磷、总氮、悬浮物、硼、金属（汞、铜、铅、锌、镉、总铬、锰、铁、砷、硒）、余氯、溶解性总固体物质，共36项。

定点连续站：水温、水深、盐度、电导率、浊度、悬浮物、pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、硅酸盐和余氯。

（3）实验和分析方法

样品采集、保存和分析方法分别按GB/T12763-2007《海洋调查规范》、GB17378.4-2007《海洋监测规范》海水分析分册中规定的有关方法进行。

3.2.3.2 海水质量评价

（1）2013年海水水质现状调查

海水水质调查结果见表3.2-17。

2012年11月至2013年8月进行的秋、冬、春、夏四个季节五个航次水质调查中pH、溶解氧、镉、铬、汞、砷、石油类含量均符合第一类海水水质标准；氰化物、硫化物和挥发酚，除了2012年11月未进行调查外，在其他季节亦符合第一类海水水质标准。化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铜、锌、铅和阴离子表面活性剂共7个指标均有不同程度的超

第一类海水水质标准现象。

阴离子表面活性剂仅 2013 年夏季小潮期有 1 个表层站位符合第二类海水水质标准，其他均超过第四类标准；无机氮在 2012 年秋季和 2013 年冬季分别符合第二、第三类标准，而在 2013 年春夏季则也超过了第四类标准;活性磷酸盐除了 2013 年大潮期符合第二类标准，其他四次调查中都达到了四类或者超四类标准。

化学需氧量在秋、冬季节均符合第二类标准，春、夏季节则符合第三类标准；铜在秋、冬季节及 2013 年夏季大潮期均符合第二类标准，在 2013 年春季及夏季小潮期符合第三类标准；锌的变化恰好相反，在秋、冬季节均符合第二类标准，春、夏季节则符合第一类标准；铅除了春季符合第三类以外，其他季节均符合第二类标准。

（2）2018 年海水水质现状调查

所有航次大面站各层次、连续站海水样品 pH、溶解氧、化学需氧量、非离子态氨、挥发酚、氰化物、油类、阴离子表面活性剂、镉、铬、砷、硒测值均符合第一类海水水质标准；五日生化需氧量、铜、铅、汞测值均符合第二类海水水质标准；硫化物测值大部分航次、站位符合第二类海水水质标准，仅 2018 年 8 月小潮调查期间大面站中层、底层样品中各有 1 个超第二类海水水质标准，但均符合第三类海水水质标准；锌测值大部分航次、站位符合第二类海水水质标准，仅 2018 年 4 月表层样品中有 1 个、8 月大潮调查期间表层样品有 2 个超第二类海水水质标准，但均符合第三类海水水质标准。

本项目厂址附近海域海水水质现状主要表现为无机氮、活性磷酸盐超标，其中以秋、冬季为甚，在该两个季节无机氮以三类水质为主，活性磷酸盐以四类水质为主，但到春、夏季时无机氮、活性磷酸盐含量下降明显。这与厂址附近海域历次调查结果是一致的。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 调查依据标准规范

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）
- 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订，2017 年 10 月 1 日施行）
- 《核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ 808-2016）
- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2011）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）
- 《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T 988-2005）

- 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2020）
- 《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ 681-2013）
- 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）
- 《福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域电磁辐射本底测量和现状评价报告》（2020 年 8 月）

3.2.4.2 调查内容及范围

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

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

3.2.4.3 监测方法

依据相应监测标准进行现场监测，具体监测方法及要求如下：

（1）工频电场/工频磁场强度

· 每个测点分别测量离地 1.5m 的电场强度和磁感应强度。

· 每个测点应记录当时的天气情况，环境温度和相对湿度。

· 在测量电场强度和磁感应强度时，每个点连续测量 5 次，每次测量时间不小于 15s，读取稳定状态最大值。

· 每个测量点均拍摄照片，用于反映各监测点原貌，同时用 GPS 进行卫星定位以确定其准确位置。

（2）射频综合场强

每个测点使用非选频式辐射测量仪，分别测量离地 1.7m 的综合场强。每个测点应记录当时的天气情况，环境温度和相对湿度。

· 在进行电磁辐射测量时，每个点基本测量时间区间，选择环境电磁辐射的高峰期为：5:00～9:00、11:00～14:00、18:00～23:00。每次测量间隔时间为 1h，昼夜测量时间点不少于 10 个。

· 每个测点连续测量 5 个数据，每个数据测量时间不低于 15 秒，当数字变化过大时，应适当延长测量时间。最终计算时每个时点采用其 5 个数据的平均值。

· 每个测量点均拍摄照片，用于反映各监测点原貌，同时用 GPS 进行卫星定位以确定其准确位置。

3.2.4.4 监测仪器

本次监测仪器见表 3.2-18。

3.2.4.5 监测时间及天气

2020 年 7 月 27 日~8 月 2 日对福建漳州核电厂 3、4 号机组工程厂址周围电磁环境进行了现场调查。由表 3.2-19 可知，监测期间气象条件符合监测规范及仪器使用要求。

3.2.4.6 电磁辐射源调查

根据现场踏勘资料，厂址半径 5km 范围内现有电磁辐射源主要为核电站 35kV 施工进线变电站、核电站西侧通讯基站、列屿镇卫生院通讯基站、列屿镇镇区通讯基站、山前村（山下）通讯基站、山前村（山上）通讯基站、后江村通讯基站、青泾村通讯基站、青泾风电通讯基站、列屿 110kV 变电站、半山村通讯基站。

3.2.4.7 监测点设置

a) 厂区监测点设置

本次监测根据厂区电磁辐射源和敏感区分布情况设置监测点如下：

本次调查工作共设置 12 个监测点，在厂区边界设 5 个（东南西北），厂区内 7 个。编号 1~12#，每个监测点分别监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强。监测点名称、编号见表 3.2-20 和图 3.2-10。

b）开关站监测点设置

厂区内拟建 2 个开关站，已建 1 个开关站，在每个开关站东、南、西、北边界外 5m 处监测工频电场、工频磁场强度和射频综合场强，编号 13~24#。开关站监测点设置情况见表 3.2-21 和图 3.2-11。

c）主/辅变压器监测点设置

对于主变压器，选择以主变围墙为起点，在远离进出线一侧设监测点，按 5m 间距，在 0~50m 范围设点，共设 11 个监测点，监测工频电场强度与工频磁场强度。

对漳州核电厂已建的 1 个 35kV 主变压器和拟建的 6 个主变压器及 3 个辅助变压器进行监测，其中漳州 1#2#220kV 辅助变压器设置一个监测点，3#4#220kV 辅助变压器设置一个监测点，5#6#220kV 辅助变压器设置一个监测点，监测点编号见表 3.2-22，监测断面位置见图 3.2-12。

d）输电线路监测点设置

在厂址半径 5km 范围内拟建 2 条输电线路分别为：500kV 出线输电线路（P1）、220kV 输

电线路（P2）和 1 条已建 35kV 施工进线输电线路（P3）。因此共设 3 处监测断面（编号 P1~P3），且分别在各输电线路垂直方向和平行方向设置监测断面，每个监测断面上监测点设置如下：

（1）垂直方向的监测断面点位设置

在输电线路边相外设双侧垂直监测断面，以边相地面投影点为起点，与输电线路方向垂直。按 5m 间距，在 0~50m 范围设点，两侧各设 11 个，共设 22 个监测点，监测工频电场强度、工频磁场强度。

（2）平行方向的监测断面点位设置

在输电线路边相外设双侧平行监测断面，监测路径选在边相地面投影点外 20m 处，与输电线路方向平行，在此路径上按 10m 间隔设 3 个监测点，共 6 个监测点，监测工频电场强度、工频磁场强度。

现场监测过程中根据实际情况（如地形限制等）对监测点数量进行调整，并逐一编号（P1-1~P1-x、P2-1~P2-x、P3-1~P3-x）。厂区内输电线路监测断面设置情况见表 3.2-23 和图 3.2-13。

e）厂区外环境敏感区、施工变电站与通讯基站监测点设置

在漳州核电厂厂区外设置 42 个监测点，编号 25~66#。其中包括 18 个自然村、1 个卫生院、1 个养老院、1 座寺院、11 个学校及幼儿园、9 个通讯基站和 1 个变电站。每个监测点分别监测工频电场强度、工频磁场强度和射频综合场强。厂区外环境敏感区监测点由检测中心监测人员在漳州核电厂现场踏勘所确定，由《漳州核电厂可行性研究阶段非放射性环境本底监测报告》的数据所确定通讯基站及变电站监测点。监测点设置情况见表 3.2-24 和图 3.2-14、图 3.2-15。

3.2.4.8 电磁辐射现状监测数据

核电厂厂区工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果见表 3.2-25。

核电厂厂区内开关站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果见表 3.2-26。

核电厂主变压器及辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果见表 3.2-27。

核电厂输电线路监测断面工频电场/工频磁场监测结果见表 3.2-28。

核电厂厂区外环境敏感区、施工变电站与通讯基站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果见表 3.2-29。

3.2.4.9 电磁辐射现状评价标准评价标准

（1）工频电场强度、工频磁场强度

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），50Hz 频率下，环境中工频电场强度的公众暴露控制限值为 4kV/m，工频磁感应强度的公众暴露控制限值为 0.1mT。

（2）射频综合场强

厂址区域电磁辐射采用《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的要求，对于 30MHz-3000MHz 的频率范围，该标准的公众曝露控制限值为：环境射频综合场强等效平面波功率密度在任意连续 6 分钟内的方均根值应小于 0.4W/m^2（电场强度限值 12V/m）。

3.2.4.10 电磁辐射现状监测质量保证措施

本次调查及评价工作严格按照《福建漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域电磁辐射本底测量及现状评价质量保证大纲》，采取的主要质量保证措施有：

（1）监测方法采用国家和行业标准，监测人员经考核并持有资格证上岗。

（2）质保人员进行现场数据采集同步跟踪和同步记录，确保监测数据的有效性。

（3）根据质量保证大纲及监测规范的要求，监测仪器经由相应资质的计量检定部门检定合格，并处于有效期内。每次监测前后，都检查仪器的工作状态，确保仪器处于良好的工作状态。

（4）监测人员按操作规程操作仪器，并做好相应的数据记录。

3.2.4.11 电磁辐射现状监测结果评价

a) 厂区内电磁辐射监测结果评价

1）工频电场/工频磁场强度

厂区内监测点值的统计包含厂区监测点、开关站监测点及主/辅变压器监测点的监测值，所有监测点工频电场强度监测值范围 0.06V/m~25.79V/m 之间，工频磁场强度监测值在 0.0048μT~0.8614μT 之间，分别小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100μT），符合要求。

2）射频综合场强

厂区内监测点值的统计包含厂区监测点、开关站监测点及主变压器监测点的监测值，所有监测点射频综合场强监测值在 0.0004W/m^2~0.0019W/m^2 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中规定的 0.4W/ m^2 标准限值。

b) 输电线路电磁辐射监测结果评价

输电线路所有监测点工频电场强度监测值范围 0.04V/m~27.17V/m 之间，工频磁场强度监测值在 0.0039μT~0.1048μT 之间，分别小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中标准限值 4kV/m 和 0.1mT（100μT），符合要求。

c) 厂区外监测点电磁辐射监测结果评价

1）工频电场/工频磁场强度监测结果

厂区外监测点工频电场强度监测值在 0.04V/m~6.8V/m 之间，所有监测值都小于标准限值 4kV/m，符合要求；工频磁场强度监测值在 0.004μT~0.0718μT 之间，小于标准限值 0.1mT（100μT），符合要求。

2）射频综合场强

所有监测点监测值在 0.0003W/m^2~0.0026W/m^2 之间。所有监测值都小于《电磁环境控制标准》（GB 8702-2014）中的 0.4W/m^2 标准限值，符合标准要求。

表 3.1-1 环境辐射本底初步调查第一阶段内容

序号	调查对象	监 测 项 目	监测频次	采样(监测)点 数	质 控 样数 2)	样品(监测)总 数
1	环境γ辐射水平	陆地γ辐射空气吸收剂量率	1 次	40	---	40
2	土 壤	γ 谱分析 1)、^{90}Sr、总α、总β	1 次	6	2	8
3	海 水	U、^{226}Ra、Th、^{40}K、^{137}Cs、^{90}Sr、总α、总β、^{3}H	1 次	4	2	6
4	空 气	^{14}C	1 次	1	---	1

注:1）γ 谱分析核素为 ^{238}U、^{232}Th、^{226}Ra、^{40}K、^{137}Cs。

2）质控样为 10%的平行样和 10%的加标样，样品数低于 10，至少有 1 个平行样和 1 个加标样。

表 3.1-2 环境辐射本底初步调查第二阶段内容

序号	调查对象		监 测 项 目	监测频次	采样(监测)点 数	质 控样数 1)	样品(监测)总 数
1	环境γ辐射水平		陆地γ辐射空气吸收剂量率	1 次/季	20	---	80
			γ辐射累积剂量	1 次/季	20	---	80
2	气溶胶		总 α、总 β	1 次/月	2	---	24
			^{90}Sr、^{137}Cs	1 次/季	2	---	8
3	沉降物		总 β	1 次/月	2	---	24
			^{90}Sr、^{137}Cs	1 次/季	2	---	8
4	降 水		^{3}H	1 次/季	2	2	10
5	海 水		^{90}Sr、^{137}Cs、U、^{3}H	1 次/半年	4	2	10
6	自来水、湖塘水、井水		^{90}Sr、^{137}Cs、 U、^{3}H	1 次/半年	5	2	12
7	海底淤泥、沉积物		^{90}Sr、^{137}Cs、^{238}U	1 次/半年	5	2	12
8	生物	大 米	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		白 菜	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		茶 叶	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		猪 肉	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		鲷科鱼类	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		蛏	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2
		松 针	^{90}Sr、^{137}Cs	1	1	2	2

注：1）质控样为 10%的平行样和 10%的加标样，样品数低于 10，至少有 1 个平行样和 1 个加标样。

表 3.1-3 海洋放射性环境本底调查内容

序号	调查对象			监测项目	监测频度	采样点数	样品个数	平行样品	样品总数	采样量
1	陆地介质	空气		HTO	春季、秋季各采 1 次	1	2	0	2	≥16m^3
		降水		^{90}Sr、^{137}Cs	春季、秋季各采 1 次	1	2	0	2	≥50L
2	海洋介质	海水		总铀、总 β、^{90}Sr、^{3}H、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{54}Mn）	春季、秋季各采 1 次	25	50	4	54	≥101L
		沉积物		总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{54}Mn 及天然放射性核素 ^{226}Ra、^{232}Th、^{40}K）	1 次	15	15	2	17	≥1kg
		生物样品	藻类(2 种)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{131}I、^{54}Mn、^{226}Ra、^{40}K）	1 次	1	2	1	3	≥15kg 鲜样
			贝类(3 种)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{131}I、^{54}Mn、^{226}Ra、^{40}K）	春季、秋季各采 1 次	1	6	1	7	
			甲壳类(2 种)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{131}I、^{54}Mn、^{226}Ra、^{40}K）	春季、秋季各采 1 次	1	4	1	5	
			鱼类(3 种)	总铀、总 β、^{90}Sr、γ 核素（^{58}Co、^{60}Co、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{131}I、^{54}Mn、^{226}Ra、^{40}K）	春季、秋季各采 1 次	1	6	1	7	
合计							87	10	97	

表 3.1-4 两次调查中主要分析方法和测量仪器（1/3）

项 目	监测对象	分 析 方 法	测量仪器	备注
陆地 γ 辐射剂量率		《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）	RSS-131 高气压电离室	环境辐射本底初步调查
总 β	气溶胶	《水中总 β 放射性测定 蒸发法》（EJ-T900-94）	MPC 9604 低本底 α、β 测量装置	
	沉降物			
	水			
总 α	气溶胶	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚样法》（EJ/T1075-1998）	MPC 9604 低本底 α、β 测量装置	
	沉降物			
	水			
^{137}Cs	水	《水中铯-137 放射化学分析方法》（GB6767-86）	MPC 9604 低本底 α、β 测量装置	
^{90}Sr	气溶胶 沉降物 土壤	《土壤中锶-90 的分析方法》（EJ/T 1035-1996）	MPC 9604 低本底 α、β 测量装置	
	水	《水中锶-90 放射化学分析方法二一（2-乙基已基）磷酸酯萃取色层法》（GB6766-86）		
	生物	《生物样品中锶-90 的放射化学分析方法 二-（2-乙基已基）磷酸酯萃取色层法》（GB11222.1-89）		
^{14}C	空气	《空气中 ^{14}C 的取样与测定方法》(EJ/T 1008—96)	LKB-1220 Quantulus 低本底液闪谱仪	
^{3}H	水	《水中氚的分析方法》（GB12375-90）	LKB-1220 Quantulus 低本底液闪谱仪	

表 3.1-4 两次调查中主要分析方法和测量仪器（2/3）

U	水	《水中微量铀分析方法》（液体激光荧光法）（GB6768-86）	WGJ-Ⅱ激光铀分析仪	
Th	水	《水中钍的分析测定》（GB 1224-89）	TU-1901 分光光度计	
^{226}Ra	水	参照《水中镭-226 的分析测定》（GB11214-89）和《水中镭的 α 放射性核素的测定》（GB11218-89）	MPC 9604 低本底 α、β 测量装置	
^{40}K	水	《水中钾-40 的分析方法》(火焰光度法)（GB11338-89）	TAS-990 原子吸收分光光度计	
γ 核素	土壤	《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB11743-89）	ADCAM-100 谱仪	
	底泥			
	气溶胶	《空气放射性核素的 γ 能谱分析方法》（WS/T 184-1999）		
	沉降物	《用半导体 γ 谱仪分析低比活度 γ 放射性样品的标准方法》（GB11713-89）		
γ 核素	沉积物	《用半导体 γ 谱仪分析低活度浓度 γ 放射性样品的标准方法》（GB11713-1989） 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140-1995） 《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB11743-1989）	GC3519/GR3019 HPGeγ 谱仪 GMX-50S 反康 γ 谱仪	海洋放射性环境本底调查
	生物			
	水			

表 3.1-4 两次调查中主要分析方法和测量仪器（3/3）

总铀	水 沉积物	《水中微量铀的分析方法》（GB6768-1986），	MUA 微量铀分析仪	
	生物	《土壤、岩石等样品中铀的测定 激光荧光法》（EJ/T550-2000） 《生物样品灰中铀的测定》（GB11223.2-1989）		
总 β	水 沉积物 生物	《水中总β放射性测定－蒸发法》（EJ/T900-1994）	FJ-2600 α/β 低本底测量仪 LB770 α/β 测量仪	
^{90}Sr	水 沉积物 生物	《水中锶-90 放射化学分析方法二-（2-乙基己基）磷酸萃取色层法》（GB6766-1986） 《生物样品灰中锶-90 放射化学分析方法 二-（2-乙基己基）磷酸萃取色层法》（GB11222.1-1989） 《土壤中锶-90 的测定》（EJ/T1035-2011）	FJ-2600 α/β 低本底测量仪 LB770 α/β 测量仪	
HTO	水	《水中氚的分析方法》（GB/T12375-1990）	Tri-Carb3170TR/SL 液体闪烁计数器	
^{3}H	空气			

表 3.1-5 环境辐射本底初步调查各测量分析方法的主要参数

测量项目	监测对象	样品量	计数时间（min）	本 底（cpm）	计数效率（%）	化学回收率（%）	最低探测限
陆地γ辐射剂量率		—	—	—	—	稳定性：≤±5%	测量范围：10^{-8}Gy/h～10^{-2}Gy/h
总 α	气溶胶	10000m^3	1000	0.1	3	—	2.8×10^{-5}Bq/m^3
	沉降灰	累积样/季	1000	0.1	3		5×10^{-3}Bq/m^2·d
	降 水	2L	1000	0.1	3	100	4×10^{-2}Bq/L
总 β	气溶胶	10000m^3	1000	0.8	50	—	5.1×10^{-6}Bq/m^3
	沉降灰	累积样/季	1000	0.8	50	—	2×10^{-3}Bq/m^2·d
	降 水	2L	1000	0.8	50	100	1×10^{-2}Bq/L
^{90}Sr	气溶胶	10000m^3	1000	0.8	54	70	6.0×10^{-7}Bq/m^3
	沉降物	累积样/季	1000	0.6	54	70	0.1×10^{-3}Bq/m^2·d
	水	40L	1000	0.8	54	70	2.2×10^{-4}Bq/L
	土 壤	50g	1000	0.8	54	60	1.5×10^{-4}Bq/kg
	大 米	7.2kg	1000	0.8	54	80	1.2×10^{-3}Bq/kg·鲜
	叶 菜	0.9kg	1000	0.8	54	80	2.0×10^{-2}Bq/kg·鲜
	鲜牛奶	4L	1000	0.8	54	80	1.1×10^{-3}Bq/L
	海 鱼	1.6kg	1000	0.8	54	60	0.016 Bq/kg·鲜
^{137}Cs	气溶胶	10000m^3	1440	0.6	2.382		5.6×10^{-3}mBq/m^3
	沉降物	累积样/季	1440	0.6	2.382		1.1×10^{-3} Bq/m^2·d
	水	40L	1000	0.9	32	70	3.0×10^{-4}Bq/L
	土 壤	300g	240	0.57	2.083		0.3Bq/kg
^{3}H	水	500ml	1000	0.79	23.0		1.2Bq/L
^{14}C	空 气		1000	1.73	28.2	—	0.09Bq/g·碳
U	水	500ml				100	0.05μg/L
^{238}U	土 壤	300g	240	2.08	2.632		1.9Bq/kg
Th	水	500ml				68	0.05μg/L
^{232}Th	土 壤	300g	240	0.59	1.578		2.4 Bq/kg
^{226}Ra	水	500ml				70	1.4×10^{-3}Bq/L
	土 壤	300g	240	0.86	2.040		1.1 Bq/kg
^{40}K	水	500ml				95	1.6mBq/L
	土 壤	300g	240	2.23	1.187		89 Bq/kg

表 3.1-6 海洋放射性环境本底调查分析方法探测限

序号	调查对象	样品用量	分析核素	测量时间	探测限
1	空气	$10m^3$	HTO	1000min	$8.0\times10^{-3}Bq/m^3$
2	海洋沉积物	50g	^{90}Sr	900min	0.3Bq/kg
		5g	总 β	500min	254Bq/kg
		250g	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：0.40Bq/kg ^{58}Co：0.35Bq/kg ^{60}Co：0.40Bq/kg ^{110m}Ag：0.40Bq/kg ^{54}Mn：0.40Bq/kg ^{232}Th：2.0Bq/kg ^{226}Ra：1.5Bq/kg ^{40}K：6.5Bq/kg
3	海水、降水	3L	总 β	60min	$8.0\times10^{-3}Bq/L$
		250mL	^{3}H	1000min	0.35Bq/L
		50L	^{90}Sr	500min	$1.5\times10^{-4}Bq/L$
		50L	^{137}Cs	500min	$2.9\times10^{-4}Bq/L$
		50L	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：3.5mBq/L ^{58}Co：1.3mBq/L ^{60}Co：1.7mBq/L ^{110m}Ag：1.4mBq/L ^{54}Mn：1.5mBq/L
4	生物灰	5g	总 β	500min	254Bq/kg(灰)
		10g	^{90}Sr	500min	$2.0\times10^{-3}Bq/g$ 灰
		50g	γ 谱分析	1000min	^{137}Cs：$2.0\times10^{-3}Bq/g$ 灰 ^{58}Co：$2.0\times10^{-3}Bq/g$ 灰 ^{60}Co：$3.0\times10^{-3}Bq/g$ 灰 ^{110m}Ag：$2.2\times10^{-3}Bq/g$ 灰 ^{54}Mn：$2.3\times10^{-3}Bq/g$ 灰 ^{40}K：0.20Bq/g 灰

表 3.1-7 第一阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（1/2）

点位编号	点位描述	测量值（nGy/h）	
		均值	标准差
1	人家（农田）	78.2	4.1
2-1	宅后（农田）	70.1	2.9
2-2	后安（农田）	69.3	2.1
3	油车（农田）	108	4.0
4	南山（农田）	80.0	2.7
5	顶城（农田）	73.9	2.1
6	礁美（农田）	46.6	2.1
7	竹港（农田）	63.9	2.5
8	下径（农田）	108	2.0
9	东崎（原野）	68.3	3.0
10	美山（康美）（农田）	23.0	2.6
11	漳塘（农田）	34.2	4.1
12	杏陈（农田）	38.5	2.7
13	常山（原野）	66.8	1.7
14	下云（原野）	65.5	3.5
15	竹塔（农田）	65.9	2.8
16	下寨（农田）	47.1	3.0
17	沙西（农田）	76.7	3.0
18	港口（原野）	24.7	2.1
19	古雷（农田）	12.1	2.4
20	岱仔（农田）	58.1	2.8
21	铜陵（原野）	25.2	2.4
22	下湖（原野）	69.9	1.7
23	张家（农田）	30.8	2.3
24	宅坂（农田）	88.6	1.5
25	城内（农田）	94.9	3.2

表 3.1-7 第一阶段γ辐射空气吸收剂量率监测结果（2/2）

26	林坪（农田）	86.3	2.3
27	山前（农田）	84.7	1.3
28	后江（农田）	93.0	3.6
29	陈岱（农田）	50.2	3.4
30	大山顶（原野）	50.1	2.8
31	吉仔（农田）	87.7	2.7
32	树洞（农田）	58.1	3.2
33	半山（农田）	95.7	2.7
34	白衣（农田）	91.7	3.8
35	青径（农田）	88.3	3.4
36	径头（农田）	130	2.0
37	长洋（农田）	78.1	2.7
38	北旗（农田）	63.4	2.8
39	涂楼（农田）	63.1	3.0
40	高林（农田）	35.9	2.4
41	油沃（原野）	14.5	2.1
42	下垵（原野）	65.5	3.8
43	气象站（原野）	103	4.0
44	杜浔（农田）	59.7	2.3
45	西浦（东山）（原野）	84.5	2.5
46	莆美镇（农田）	55.9	2.9
---	测值范围	12.1~130	
---	平均值	66.5	
---	标准差	22.6	

表 3.1-8 第二阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（1/2）

单位：nGy/h

点位编号	点位描述	测量值								测值范围	年均值	标准差
		2008.12		2009.3		2009.7		2009.10				
		均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差			
1	人家（农田）	81.7	2.7	70.0	2.7	73.4	2.4	72.2	1.8	70.0~81.7	74.3	5.1
2	宅后（农田）	77.6	2.8	70.6	1.5	70.8	1.6	75.4	2.0	70.6~77.6	73.6	3.5
3	油车（农田）	102	4	90.3	2.5	95.3	2.6	100	3	90.3~102	97.0	5.3
4	南山（农田）	72.1	2.1	65.4	1.1	67.7	1.5	66.5	3.5	67.7~72.1	67.9	2.9
5	顶城（农田）	80.2	2.1	73.6	2.1	82.1	2.1	70.3	2.8	70.3~82.1	76.6	5.5
6	礁美（农田）	45.0	1.4	44.7	2.1	40.6	1.8	51.8	2.4	40.6~51.8	45.5	4.6
7	竹港（农田）	68.6	1.6	53.7	1.2	56.4	1.8	54.2	1.5	53.7~68.6	58.2	7.0
8	下径（农田）	103	2	99.3	4.4	99.3	1.9	103	2	99.3~103	101	2
9	东崎（原野）	62.4	3.2	59.3	2.2	59.4	1.2	71.2	1.8	59.3~71.2	63.1	5.6
10	美山(康美)（农田）	24.2	1.7	23.2	1.9	20.6	2.2	25.8	1.2	20.6~25.8	23.5	2.2
11	漳塘(农田)	35.9	2.0	32.8	3.0	33.4	1.7	30.7	1.7	30.7~35.9	33.2	2.1

表 3.1-8 第二阶段 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（2/2）

12	杏陈（农田）	40.6	1.9	43.5	1.3	35.7	4.0	43.3	2.2	35.7~43.5	40.8	3.6
13	常山（原野）	65.6	2.6	60.8	2.7	60.7	2.0	69.7	2.2	60.7~69.7	64.2	4.3
14	下云（原野）	66.9	2.9	58.1	1.9	61.2	1.1	61.1	1.4	58.1~66.9	61.8	3.7
15	竹塔（农田）	57.2	2.8	54.1	2.2	54.4	2.2	57.2	1.8	54.1~57.2	55.7	1.7
16	下寨（农田）	54.2	2.0	48.1	3.8	49.2	3.0	50.4	1.6	48.1~54.2	50.5	2.7
17	沙西（农田）	75.1	2.1	67.1	2.0	65.8	2.7	68.3	1.7	65.8~75.1	69.1	4.1
18	港口（原野）	23.2	1.7	21.7	2.2	22.1	2.0	24.8	1.2	21.7~24.8	23.0	1.4
19	古雷（农田）	17.0	1.3	13.7	2.3	13.6	3.1	11.8	1.4	11.8~17.0	14.0	2.2
20	岱仔（农田）	57.6	2.3	56.1	3.7	50.4	2.7	51.9	1.5	50.4~57.6	54.0	3.4
测值范围		17.0~103		13.7~99.3		13.6~99.3		11.8~103		---	14.0~101	---
平均值		60.5		55.3		54.5		58.0		---	57.4	---
标准差		24.2		21.7		21.8		23.3		---	23.0	---

表 3.1-9 厂址周围 15km 范围内道路 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

单位：nGy/h

点位编号	点位描述	测量值	
		均值	标准差
1	疏港公路 1	102	2
2	疏港公路 2	102	4
3	疏港公路 3	91.1	2.4
测值范围		91.1~102	
平均值		98.4	
标准差		6.3	

表 3.1-10 γ辐射累积剂量监测结果（1/2）

点位编号	点位描述	测量值（10^{-4}Gy）											
		2008.12~2009.3			2009.3~2009.7			2009.7~2009.10			2009.10~2010.1		
		布放天数	平均值	标准差	布放天数	平均值	标准差	布放天数	平均值	标准差	布放天数	平均值	标准差
1	人家	100	2.43	0.10	103	2.14	0.05	98	2.41	0.04	104	2.51	0.11
			2.49	0.05		2.29	0.16		2.43	0.20		2.54	0.18
2	宅后	---	---	---	103	2.23	0.05	98	2.40	0.16	104	2.61	0.11
			---	---		2.17	0.04		2.30	0.13		2.70	0.07
3	油车	95	2.49	0.06	104	2.87	0.14	97	2.85	0.16	104	2.91	0.07
			2.65	0.06		2.79	0.03		2.78	0.07		---	---
4	南山	100	2.27	0.07	104	2.22	0.05	97	2.24	0.18	104	2.47	0.13
			2.26	0.10		2.24	0.06		2.14	0.11		2.34	0.09
5	顶城	100	2.50	0.05	106	2.62	0.02	95	---	---	104	2.53	0.11
			2.58	0.06		2.67	0.03		2.56	0.03		2.52	0.18
6	礁美	99	1.86	0.15	103	---	---	98	1.91	0.11	103	2.04	0.03
			1.86	0.20		2.00	0.18		2.02	0.20		1.90	0.06
7	竹港	99	2.10	0.12	103	2.27	0.06	98	1.79	0.13	103	1.99	0.14
			2.21	0.12		2.36	0.09		1.91	0.08		2.11	0.13
8	下径	100	2.92	0.05	104	3.00	0.11	97	2.70	0.02	104	---	---
			2.92	0.08		---	---		2.99	0.03		2.86	0.08
9	东崎	97	2.10	0.08	108	2.27	0.08	93	2.31	0.16	107	2.38	0.12
			1.96	0.10		2.24	0.23		2.51	0.15		2.41	0.14
10	美山（康美）	---	---	---	104	1.43	0.13	97	1.56	0.07	103	1.86	0.14
			---	---		1.46	0.06		1.41	0.02		1.93	0.11
11	漳塘	99	1.56	0.07	104	1.56	0.21	97	1.33	0.04	103	1.51	0.10
			1.50	0.09		1.55	0.12		1.61	0.12		1.60	0.03

表 3.1-10 γ 辐射累积剂量监测结果（2/2）

12	杏陈	99	1.87	0.08	104	1.58	0.08	97	1.85	0.21	103	2.12	0.08
			1.95	0.04		1.75	0.10		1.70	0.04		---	---
13	常山	101	2.18	0.06	103	2.06	0.03	97	2.15	0.21	104	2.28	0.06
			2.11	0.16		2.10	0.11		1.99	0.05		2.16	0.07
14	下云	100	1.81	0.07	106	2.40	0.17	95	---	---	104	2.21	0.04
			2.00	0.14		2.35	0.23		2.30	0.09		2.09	0.06
15	竹塔	97	2.02	0.09	108	2.14	0.01	96	2.00	0.11	104	2.13	0.06
			---	---		2.23	0.09		1.99	0.20		2.28	0.06
16	下寨	96	---	---	102	2.25	0.07	97	2.13	0.11	106	---	---
			1.85	0.13		2.07	0.04		---	---		2.32	0.03
17	沙西	96	2.07	0.05	102	2.33	0.08	97	2.18	0.14	106	2.41	0.04
			2.09	0.09		2.28	0.08		2.08	0.11		2.47	0.12
18	港口	96	1.45	0.13	102	1.56	0.14	97	1.37	0.06	106	1.55	0.09
			1.49	0.05		1.53	0.06		1.50	0.06		1.82	0.04
19	古雷	96	1.09	0.09	102	1.10	0.10	97	0.93	0.03	106	0.86	0.10
			1.10	0.03		1.03	0.10		0.90	0.03		1.00	0.07
20	岱仔	96	1.84	0.12	102	2.09	0.13	97	2.33	0.04	106	2.21	0.15
			---	---		2.05	0.17		2.14	0.24		2.30	0.01

注：表中累积剂量未扣除宇宙射线响应。

表 3.1-11 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果（1/2）

单位：nGy/h

点位编号	点位描述	测量值												季度均值范围	年均值	标准差
		2008.12~2009.3			2009.3~2009.7			2009.7~2009.10			2009.10~2010.1					
		测值	平均值	标准差	测值	平均值	标准差	测值	平均值	标准差	测值	平均值	标准差			
1	人家	101 104	102	2	86.6 92.4	89.5	4.1	103 104	103	0	101 102	101	1	89.5~103	99.1	6.4
2	宅后	--- ---	---	---	90.0 87.6	88.8	1.7	102 98.2	100	3	105 108	106	3	88.8~106	98.4	8.9
3	油车	109 116	112	5	115 112	113	2	123 120	121	2	117 ---	117	---	112~121	116	4
4	南山	94.4 94.2	94.3	0.2	89 90	89.3	0.6	96.6 92.4	94.5	3.0	99.0 93.9	96.5	3.6	89.3~96.5	93.6	3.0
5	顶城	104 107	106	2	103 105	104	1	--- 104	104	---	102 101	101	0	101~106	104	2
6	礁美	78.5 78.4	78.5	0.0	--- 80.6	80.6	---	81.5 86 .1	83.8	3.3	82.5 76.8	79.6	4.0	78.5~84	80.6	2.3
7	竹港	88.5 93.1	90.8	3.3	92 95	93.4	2.5	76.4 81.5	79.0	3.7	80.4 85.3	82.8	3.5	79.0~93.4	86.5	6.7
8	下径	122 122	122	0	120 ---	120	---	117 129	123	9	--- 115	115	---	115~123	120	4
9	东崎	90.2 84.3	87.2	4.1	87.6 86.3	87.0	0.9	93.7 99.3	96.5	4.0	92.6 93.8	93.2	0.8	87.0~96.5	91.0	4.7
10	美山（康美）	--- ---	---	---	57.4 58.5	58.0	0.8	67.1 60.6	63.8	4.6	64.2 66.4	65.3	1.5	58.0~65.3	62.4	3.9
11	漳塘	65.7 63.0	64.4	1.9	62.3 61.9	62.1	0.3	57.1 69.0	63.1	8.4	61.2 64.6	62.9	2.4	62.1~64.4	63.1	0.9

表 3.1-11 γ辐射累积剂量按小时平均测量结果（2/2）

12	杏陈	78.9 82.0	80.5	2.2	63.5 70.4	66.9	4.9	79.2 72.8	76.0	4.6	85.7 ---	85.7	---	66.9~85.7	77.3	8.0
13	常山	90.1 87.2	88.7	2.1	83.3 84.5	83.9	0.9	92.5 85.4	89.0	5.0	91.4 86.5	89.0	3.4	83.9~89.0	87.6	2.5
14	下云	75.5 83.4	79.5	5.6	94.8 92.6	93.7	1.5	--- 97.5	97.5	---	88.9 84.0	86.4	3.5	79.5~97.5	89.3	8.0
15	竹塔	86.7 ---	86.7	---	82.5 85.9	84.2	2.4	86.7 86.7	86.7	0.0	85.5 91.3	88.4	4.1	84.2~88.4	86.5	1.7
16	下寨	--- 80.5	80.5	---	91.8 84.4	88.1	5.2	91.8 ---	91.8		--- 91.1	91.1	---	80.5~91.8	87.9	5.2
17	沙西	90.0 90.6	90.3	0.4	94.8 92.7	93.7	1.4	93.9 89.5	91.7	3.1	94.9 97.2	96.0	1.6	90.3~96.0	92.9	2.5
18	港口	62.8 64.7	63.8	1.3	63.6 62.4	63.0	0.9	59.0 64.6	61.8	3.9	60.9 71.5	66.2	7.5	61.8~66.2	63.7	1.9
19	古雷	47.6 47.7	47.6	0.1	44.8 42.1	43.4	1.9	39.9 38.6	39.3	0.9	33.9 39.3	36.6	3.8	36.6~47.6	41.7	4.9
20	岱仔	79.7 ---	79.7	---	85.3 83.5	84.4	1.3	99.9 91.8	95.9	5.7	87.1 90.6	88.8	2.5	79.7~95.9	87.2	6.9
季度均值范围		---	47.6~122		---	43.4~120		---	39.3~123		---	36.6~117		---	41.7~120	---
平均值		---	86.4		---	84.4		---	88.1		---	87.4		---	86.4	---
标准差		---	17.8		---	18.5		---	20.2		---	18.9		---	18.5	---

注：表中累积剂量未扣除宇宙射线响应。

表 3.1-12 γ 辐射空气吸收剂量率和 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果比较

单位：nGy/h

点位号	点位描述	瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率		γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果	
		测值范围	平均值	测值范围	平均值
1	人家	70.0~81.7	74.3	89.5~103	99.1
2	宅后	70.6~77.6	73.6	88.8~106	98.4
3	油车	90.3~102	97.0	112~121	116
4	南山	67.7~72.1	67.9	89.3~96.5	93.6
5	顶城	70.3~82.1	76.6	101~106	104
6	礁美	40.6~51.8	45.5	78.5~84	80.6
7	竹港	53.7~68.6	58.2	79.0~93.4	86.5
8	下径	99.3~103	101	115~123	120
9	东崎	59.3~71.2	63.1	87.0~96.5	91.0
10	美山（康美）	20.6~25.8	23.5	58.0~65.3	62.4
11	漳塘	30.7~35.9	33.2	62.1~64.4	63.1
12	杏陈	35.7~43.5	40.8	66.9~85.7	77.3
13	常山	60.7~69.7	64.2	83.9~89.0	87.6
14	下云	58.1~66.9	61.8	79.5~97.5	89.3
15	竹塔	54.1~57.2	55.7	84.2~88.4	86.5
16	下寨	48.1~54.2	50.5	80.5~91.8	87.9
17	沙西	65.8~75.1	69.1	90.3~96.0	92.9
18	港口	21.7~24.8	23.0	61.8~66.2	63.7
19	古雷	11.8~17.0	14.0	36.6~47.6	41.7
20	岱仔	50.4~57.6	54.0	79.7~95.9	87.2
测值范围		14.0~101		41.7~120	
平均值		57.4		86.4	
标准差		23.0		18.5	

注：表中累积剂量未扣除宇宙射线响应。

表 3.1-13 空气中 ^{3}H 测量结果

采样时间	采样体积（m^3）	HTO(Bq/L)	^{3}H（mBq/m^3）
2013 年 5 月	13.8	1.03±0.09	17.6±1.4
2013 年 8 月	14.5	0.95±0.09	19.9±1.8
平均值	14.2	0.99±0.06	18.8±1.6

表 3.1-14 油车村气溶胶样品放射性核素测量结果

单位：mBq/m^3

采样时间	采样体积（m^3）	总 α	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs
2008.12	10434	0.11±0.01	0.25±0.01	$(2.00\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.1\times10^{-3}$
2009.1	9907	0.13±0.01	0.28±0.01	$(2.41\pm0.05)\times10^{-2}$	$<4.3\times10^{-3}$
2009.2	9778	0.06±0.01	0.17±0.01	$(2.24\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.4\times10^{-3}$
2009.3	9667	0.08±0.01	0.36±0.01	$(1.99\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.5\times10^{-3}$
2009.4	10704	0.08±0.01	0.23±0.01	$(1.13\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.0\times10^{-3}$
2009.5	10268	0.05±0.01	0.40±0.02	$(2.25\pm0.07)\times10^{-2}$	$<4.2\times10^{-3}$
2009.6	10391	0.04±0.01	0.14±0.01	$(2.18\pm0.03)\times10^{-2}$	$<4.1\times10^{-3}$
2009.7	10711	0.04±0.01	0.20±0.01	$(1.81\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.0\times10^{-3}$
2009.8	10701	0.07±0.01	0.25±0.01	$(2.22\pm0.04)\times10^{-2}$	$<4.0\times10^{-3}$
2009.9	10748	0.09±0.01	0.42±0.01	$(2.47\pm0.03)\times10^{-2}$	$<4.0\times10^{-3}$
2009.10	10945	0.13±0.01	0.87±0.01	$(2.27\pm0.03)\times10^{-2}$	$<3.9\times10^{-3}$
2009.11	11161	0.08±0.01	0.45±0.01	$(2.45\pm0.03)\times10^{-2}$	$<3.9\times10^{-3}$
测值范围		0.04~0.13	0.14~0.87	（1.13~2.47）$\times10^{-2}$	---
平均值		0.08	0.34	2.12×10^{-2}	---
标准差		0.03	0.20	0.37×10^{-2}	---

表 3.1-15 宅后村气溶胶样品放射性核素测量结果

单位：**mBq/m^3**

采样时间	采样体积（m^3）	总 α	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs
2008.12	10110	0.13±0.01	0.24±0.01	(2.15±0.04)×10^{-2}	<4.3×10^{-3}
2009.1	9814	0.07±0.01	0.18±0.01	(2.11±0.04)×10^{-2}	<4.4×10^{-3}
2009.2	9785	0.05±0.01	0.14±0.01	(2.17±0.04)×10^{-2}	<4.4×10^{-3}
2009.3	9474	0.09±0.01	0.32±0.01	(2.12±0.04)×10^{-2}	<4.5×10^{-3}
2009.4	10857	0.07±0.01	0.16±0.01	(1.79±0.03)×10^{-2}	<4.0×10^{-3}
2009.5	9578	0.08±0.01	0.60±0.01	(1.06±0.03)×10^{-2}	<4.5×10^{-3}
2009.6	10355	0.03±0.01	0.14±0.01	(2.23±0.03)×10^{-2}	<4.2×10^{-3}
2009.7	10761	0.02±0.01	0.15±0.01	(2.04±0.03)×10^{-2}	<4.0×10^{-3}
2009.8	10730	0.10±0.01	0.46±0.01	(1.95±0.04)×10^{-2}	<4.0×10^{-3}
2009.9	10538	0.06±0.01	0.28±0.01	(2.67±0.03)×10^{-2}	<4.1×10^{-3}
2009.10	11001	0.18±0.01	0.91±0.01	(2.48±0.03)×10^{-2}	<3.9×10^{-3}
2009.11	11268	0.04±0.01	0.40±0.01	(2.66±0.03)×10^{-2}	<3.8×10^{-3}
测值范围		0.02~0.18	0.14~0.91	（1.06~2.67）×10^{-2}	
平均值		0.08	0.33	2.12×10^{-2}	
标准差		0.04	0.23	0.43×10^{-2}	

表 3.1-16 油车村沉降物样品放射性核素测量结果

单位：**Bq/m²·d**

采样时间	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs
2009.1.15	0.14±0.01	(7.10±0.52) ×10^{-3}	<2.1×10^{-3}
2009.2.19	0.13±0.01		
2009.3.27	0.29±0.01		
2009.4.25	0.34±0.01	(7.37±0.80) ×10^{-3}	<2.1×10^{-3}
2009.5.24	0.35±0.01		
2009.6.28	0.17±0.01		
2009.7.29	0.07±0.01	(8.03±0.31) ×10^{-3}	<2.2×10^{-3}
2009.8.26	0.29±0.01		
2009.9.28	0.25±0.01		
2009.10.29	0.20±0.01	(7.95±0.37) ×10^{-3}	<1.9×10^{-3}
2009.11.28	0.24±0.01		
2010.1.13	0.08±0.01		
测值范围	0.07~0.35	7.10×10^{-3}~8.03×10^{-3}	---
平均值	0.21	7.61×10^{-3}	---
标准差	0.10	0.45×10^{-3}	---

表 3.1-17 宅后村沉降物样品放射性核素测量结果

单位：**Bq/m²·d**

采样时间	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs
2009.1.15	0.19±0.01	(6.78±1.24) ×10^{-3}	<2.1×10^{-3}
2009.2.19	0.10±0.01		
2009.3.27	0.25±0.01		
2009.4.25	0.08±0.01	(6.31±0.14) ×10^{-3}	<2.1×10^{-3}
2009.5.24	0.16±0.01		
2009.6.28	0.11±0.01		
2009.7.29	0.11±0.01	(5.63±0.46) ×10^{-3}	<2.2×10^{-3}
2009.8.26	0.48±0.01		
2009.9.28	0.09±0.01		
2009.10.29	0.13±0.01	(5.65±0.30) ×10^{-3}	<1.9×10^{-3}
2009.11.28	0.22±0.01		
2010.1.13	0.19±0.01		
测值范围	0.08~0.48	5.63×10^{-3}~6.78×10^{-3}	---
平均值	0.18	6.09×10^{-3}	---
标准差	0.11	0.56×10^{-3}	---

表 3.1-18 油车村和宅后村降水样品中氚测量结果

单位：**Bq/L**

采样时间 / 采样地点	2008.12~2009.3	2009.3~2009.6	2009.6~20009.9	2009.9~2009.12	测值范围	平均值
油车村	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	---
宅后村	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	---

表 3.1-19 城内村降水样品测量结果

采样时间	^{90}Sr（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）
2013 年 05 月~08 月	29.2±0.3	<1.9
2013 年 08 月~11 月	36.3±0.3	<1.8
平均值	32.8±5.0	<LLD

表 3.1-20 湖塘水、井水和自来水样品中放射性核素测量结果

监测项目	监测点位	采样时间	U（μg/L）	^{90}Sr（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）
井水	油车村	2009.3.27	0.29	2.1±0.2	0.6±0.1	<1.2
		2009.10.13	0.20	1.7±0.2	0.4±0.1	<1.2
		测值范围	0.20~0.29	1.7~2.1	0.4~0.6	<1.2
		平均值	0.25	1.9	0.5	---
		标准差	0.06	0.3	0.1	---
	宅后村	2009.3.27	1.73	1.7±0.2	0.6±0.1	<1.2
		2009.10.13	1.54	1.6±0.2	0.5±0.1	<1.2
		测值范围	1.54~1.73	1.6~1.7	0.5~0.6	<1.2
		平均值	1.64	1.7	0.6	---
		标准差	0.13	0.1	0.1	---
	城外村	2009.3.27	0.46	1.8±0.2	0.5±0.1	<1.2
		2009.10.13	0.50	1.9±0.5	0.6±0.1	<1.2
		测值范围	0.46~0.50	1.8~1.9	0.5~0.6	<1.2
		平均值	0.48	1.9	0.6	---
		标准差	0.03	0.1	0.1	---
	所有监测点位	测值范围	0.25~1.64	1.7~1.9	0.5~0.6	<1.2
		平均值	0.79	1.8	0.5	---
		标准差	0.74	0.1	0.0	---
	福建省农村井水本底值	测值范围	<0.05~10.0	---	---	---
		平均值	0.80	---	---	---
湖塘水	宅后村	2009.3.27	0.67	2.1±0.2	0.5±0.1	<1.2
		2009.10.13	0.48	2.3±0.3	0.4±0.1	<1.2
		测值范围	0.48~0.67	2.1~2.3	0.4~0.5	<1.2
		平均值	0.58	2.2	0.5	---
		标准差	0.13	0.1	0.1	---
自来水	山前村	2009.3.27	0.15	1.7±0.2	0.4±0.1	<1.2
		2009.10.13	0.06	1.7±0.3	<0.3	<1.2
		测值范围	0.06~0.15	1.7~1.7	<0.3~0.4	<1.2
		平均值	0.11	1.7	0.3	---
		标准差	0.06	0.0	0.2	---
	福建省自来水本底值	测值范围	<0.05~0.58	---	---	
		平均值	0.15	---	---	

表 3.1-21 环境辐射本底初步调查第一阶段海水样品中放射性核素测量结果

采样点	监测项目								
	U (μg/L)	Th (μg/L)	^{226}Ra (mBq/L)	^{40}K (Bq/L)	^{137}Cs (mBq/L)	^{90}Sr (mBq/L)	总α (Bq/L)	总β (Bq/L)	^{3}H (Bq/L)
取水口	2.11	0.19	4.84±0.46	11.0	0.8±0.1	2.4±0.2	<2	10±1	<1.2
取排水口之间	2.03	0.19	4.90±0.42	11.1	0.7±0.1	2.1±0.2	<2	9.4±0.2	<1.2
排水口	1.93	0.15	4.81±0.48	11.1	0.6±0.1	2.3±0.2	<2	9.3±0.1	<1.2
排水口下游	1.96	0.18	4.84±0.52	10.9	0.9±0.1	2.2±0.2	<2	10±1	<1.2
（本次海水）范围 按点均值±标准差	1.93～2.11 2.01±0.08	0.15～0.19 0.18±0.02	4.81～4.90 4.85±0.04	10.9～11.1 11.0±0.1	0.6~0.9 0.8±0.1	2.1～2.4 2.3±0.1	<2	9.3～10 9.7±0.4	<1.2
（福建省）范围 按点均值±标准差	1.87~2.50 2.20±0.21	0.04~0.41 0.23±0.14	1.6~10.8 3.8±4.0	10.6~14.0 12.2±1.3	---	---	---	---	---

表 3.1-22 环境辐射本底初步调查第二阶段海水样品中放射性核素测量结果

监测点位	采样时间	U（μg/L）	^{90}Sr（mBq/L）	^{137}Cs（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）
取水口	2009.3.26	2.15	2.1±0.2	0.9±0.1	<1.2
	2009.10.14	2.67	1.7±0.2	1.0±0.1	<1.2
	测值范围	2.15~2.67	1.7~2.1	0.9~1.0	<1.2
	平均值	2.33	1.9	1.0	---
	标准差	0.17	0.3	0.1	---
取排水口之间	2009.3.26	2.09	1.9±0.2	1.1±0.1	<1.2
	2009.10.14	2.15	1.9±0.2	0.8±0.1	<1.2
	测值范围	2.09~2.15	1.9~1.9	0.8~1.1	<1.2
	平均值	2.12	1.9	1.0	---
	标准差	0.04	0.0	0.2	---
排水口	2009.3.26	2.07	2.1±0.2	1.0±0.0	<1.2
	2009.10.14	2.45	1.8±0.2	0.8±0.1	<1.2
	测值范围	2.07~2.45	1.8~2.1	0.8~1.0	<1.2
	平均值	2.26	2.0	0.9	---
	标准差	0.27	0.2	0.1	---
排水口下游	2009.3.26	2.08	2.2±0.2	1.1±0.1	<1.2
	2009.10.14	2.96	2.4±0.2	1.0±0.1	<1.2
	测值范围	2.08~2.96	2.2~2.4	1.0~1.1	<1.2
	平均值	2.52	2.3	1.1	---
	标准差	0.62	0.1	0.1	---
所有监测点位	测值范围	2.12~2.52	1.9~2.3	0.9~1.1	<1.2
	平均值	2.33	2.0	1.0	---
	标准差	0.17	0.2	0.1	---
福建省近海海域海水	测值范围	1.87~2.50	---		---
	平均值	2.20	---		---

表 3.1-23 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（一）（1/2）

采样日期	点位编号	总 U (μg/L)	总 β（Bq/L）	^{90}Sr（mBq/L）	^{3}H（Bq/L）	^{137}Cs*（mBq/L）
2013.05	1	3.02±0.06	8.96±0.53	1.36±0.08	0.40±0.07	2.22±0.28
2013.08	1	2.79±0.10	8.36±0.43	1.30±0.06	0.24±0.07	1.54±0.33
2013.05	2	2.79±0.05	8.25±0.45	0.99±0.06	0.43±0.07	1.55±0.27
2013.08	2	3.02±0.03	10.5±0.6	1.53±0.06	0.27±0.07	2.00±0.30
2013.05	3	3.13±0.05	9.17±0.42	0.92±0.06	0.28±0.07	1.25±0.30
2013.08	3	2.79±0.07	9.45±0.46	2.45±0.07	0.24±0.07	2.53±0.97
2013.05	4	3.09±0.02	10.5±0.5	2.37±0.08	0.41±0.07	1.40±0.24
2013.05	4	3.03±0.02	13.0±0.6	0.81±0.08	0.35±0.07	1.40±0.27
2013.08	4	3.13±0.03	11.4±0.7	1.13±0.06	0.24±0.07	1.84±0.20
2013.08	4	2.93±0.03	9.46±0.60	0.57±0.07	0.22±0.07	1.59±0.31
2013.05	5	2.96±0.03	9.43±0.49	1.88±0.10	0.42±0.07	1.47±0.28
2013.08	5	3.08±0.02	10.0±0.7	1.88±0.07	0.11±0.07	1.68±0.34
2013.05	6	3.06±0.09	8.88±0.47	1.73±0.08	0.36±0.07	1.47±0.26
2013.05	6	3.00±0.08	8.29±0.53	1.24±0.06	0.44±0.07	1.42±0.25
2013.08	6	2.67±0.03	8.97±0.46	1.25±0.06	0.32±0.07	1.58±0.29
2013.08	6	2.74±0.07	8.27±0.46	0.90±0.06	0.34±0.07	1.48±0.30
2013.05	7	2.97±0.06	11.2±0.6	2.47±0.09	0.75±0.08	1.21±0.22
2013.08	7	2.74±0.04	9.79±0.58	1.13±0.06	0.32±0.07	1.77±0.31
2013.05	8	2.71±0.04	8.25±0.47	1.46±0.08	0.25±0.07	1.14±0.27
2013.08	8	2.72±0.04	7.32±0.33	0.70±0.06	0.22±0.07	1.57±0.32
2013.05	9	2.93±0.02	8.29±0.53	2.33±0.07	0.34±0.07	1.59±0.29
2013.08	9	2.75±0.02	7.77±0.31	2.34±0.10	0.10±0.07	1.63±0.29
2013.05	10	2.84±0.13	9.78±0.58	1.04±0.06	0.40±0.07	1.15±0.23
2013.08	10	2.76±0.04	9.30±0.31	1.93±0.11	0.10±0.07	1.70±0.31
2013.05	11	2.87±0.05	8.25±0.54	1.32±0.08	0.37±0.07	1.28±0.32
2013.08	11	2.77±0.05	11.2±0.4	1.63±0.07	0.22±0.07	2.01±0.34
2013.05	12	2.80±0.03	8.85±0.48	1.19±0.07	0.36±0.07	1.24±0.25
2013.08	12	3.29±0.03	8.43±0.38	1.05±0.10	0.10±0.07	2.31±0.33

表 3.1-23 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（一）（2/2）

2013.05	13	2.88±0.08	9.11±0.38	1.33±0.08	0.41±0.07	1.21±0.28
2013.08	13	2.76±0.04	7.14±0.28	1.22±0.10	0.15±0.07	1.72±0.32
2013.05	14	2.91±0.03	10.2±0.6	0.86±0.06	0.37±0.07	1.27±0.23
2013.08	14	2.78±0.05	7.56±0.29	2.34±0.07	0.14±0.07	1.78±0.33
2013.05	15	2.81±0.03	8.33±0.62	1.04±0.06	0.40±0.07	2.12±0.27
2013.08	15	2.87±0.08	9.00±0.35	1.02±0.06	0.20±0.07	1.70±0.31
2013.05	16	2.71±0.05	12.6±0.7	0.58±0.06	0.28±0.07	1.54±0.27
2013.08	16	2.96±0.04	10.3±0.4	1.66±0.06	0.20±0.07	1.77±0.32
2013.05	17	2.99±0.07	9.88±0.58	1.00±0.06	0.71±0.08	1.56±0.25
2013.08	17	2.66±0.04	7.19±0.47	1.91±0.07	0.20±0.07	1.78±0.27
2013.05	18	2.88±0.03	10.6±0.7	2.12±0.08	0.68±0.08	1.70±0.28
2013.08	18	2.74±0.04	6.86±0.38	1.81±0.07	0.48±0.08	1.50±0.27
2013.05	19	2.85±0.05	9.47±0.66	1.22±0.08	0.70±0.08	1.59±0.25
2013.08	19	2.89±0.07	10.4±0.6	2.58±0.07	0.49±0.08	1.99±0.29
2013.05	20	2.87±0.10	10.4±0.7	1.66±0.09	0.56±0.08	1.74±0.27
2013.08	20	3.07±0.06	14.1±0.6	1.35±0.07	0.39±0.08	2.33±0.29
2013.05	21	3.05±0.02	11.4±0.7	1.01±0.08	0.78±0.08	1.67±0.27
2013.08	21	3.03±0.06	11.4±0.6	2.19±0.08	0.43±0.08	1.57±0.29
2013.05	22	3.16±0.04	9.81±0.63	1.68±0.08	0.56±0.07	1.77±0.25
2013.08	22	3.15±0.04	10.7±0.7	1.49±0.07	0.44±0.08	2.02±0.38
2013.05	23	2.94±0.04	9.51±0.62	1.25±0.07	0.56±0.07	1.56±0.24
2013.08	23	3.02±0.04	11.1±0.6	2.05±0.08	0.70±0.08	1.96±0.28
2013.05	C1	2.97±0.09	9.64±0.48	1.51±0.08	0.44±0.07	1.40±0.28
2013.08	C1	2.74±0.01	9.05±0.37	1.87±0.07	0.47±0.08	1.30±0.24
2013.05	C4	3.07±0.02	14.1±0.6	2.32±0.10	0.41±0.07	2.02±0.27
2013.08	C4	2.75±0.01	9.19±0.48	2.23±0.08	0.49±0.08	1.85±0.33
范围		2.66~3.29	6.86~14.1	0.57~2.58	0.10~0.78	1.14~2.53
均值		2.91±0.15	9.64±1.60	1.52±0.54	0.37±0.17	1.66±0.31

*注：^{137}Cs 的测量结果是 γ 谱分析给出。

表 3.1-24 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（二）（1/2）

采样日期	点位编号	^{58}Co (mBq/L)	^{60}Co (mBq/L)	^{110m}Ag (mBq/L)	^{54}Mn (mBq/L)	^{134}Cs (mBq/L)	^{106}Ru (mBq/L)
2013.05	1	<0.74	<0.87	<1.2	<0.81	<0.86	<7.2
2013.08	1	<0.94	<1.2	<1.4	<0.98	<0.93	<8.4
2013.05	2	<0.81	<0.99	<1.3	<0.82	<0.83	<7.7
2013.08	2	<0.93	<1.1	<1.3	<0.96	<0.93	<8.4
2013.05	3	<0.72	<0.86	<1.1	<0.78	<0.86	<7.1
2013.08	3	<0.87	<1.1	<1.3	<0.99	<1.1	<8.5
2013.05	4	<0.79	<0.81	<1.2	<0.82	<0.87	<7.4
2013.05	4	<0.71	<0.82	<1.3	<0.80	<0.82	<7.0
2013.08	4	<0.91	<1.1	<1.5	<0.90	<0.95	<8.3
2013.08	4	<0.83	<1.0	<1.3	<0.93	<0.90	<8.0
2013.05	5	<0.75	<0.90	<1.2	<0.82	<0.86	<7.4
2013.08	5	<0.85	<1.1	<1.4	<0.91	<0.94	<8.7
2013.05	6	<0.80	<0.92	<1.2	<0.83	<0.87	<7.6
2013.05	6	<0.89	<1.1	<1.3	<0.88	<0.93	<8.1
2013.08	6	<0.86	<1.1	<1.4	<0.91	<0.94	<8.6
2013.08	6	<0.88	<1.2	<1.4	<1.0	<0.95	<9.0
2013.05	7	<0.83	<1.0	<1.2	<0.84	<0.84	<7.7
2013.08	7	<0.82	<1.1	<1.3	<0.88	<0.85	<7.8
2013.05	8	<0.83	<1.1	<1.3	<0.88	<0.95	<7.8
2013.08	8	<0.85	<1.1	<1.3	<0.98	<0.97	<8.4
2013.05	9	<0.85	<1.1	<1.3	<0.87	<0.93	<7.9
2013.08	9	<0.87	<1.1	<1.4	<0.92	<0.89	<8.3
2013.05	10	<0.82	<1.0	<1.2	<0.82	<0.87	<7.8
2013.08	10	<0.90	<1.1	<1.4	<0.96	<0.95	<8.5
2013.05	11	<0.84	<1.1	<1.3	<0.91	<0.94	<8.0
2013.08	11	<0.90	<1.0	<1.4	<0.94	<0.92	<8.3
2013.05	12	<0.80	<1.0	<1.2	<0.88	<0.85	<7.6
2013.08	12	<0.87	<1.1	<1.5	<0.98	<0.93	<8.4
2013.05	13	<0.81	<0.99	<1.3	<0.90	<0.90	<7.7
2013.08	13	<0.85	<1.1	<1.4	<0.97	<0.95	<8.4

表 3.1-24 海洋放射性环境本底调查海水样品中放射性核素测量结果（二）（2/2）

2013.05	14	<0.80	<1.1	<1.3	<0.91	<0.89	<7.9
2013.08	14	<0.87	<1.1	<1.4	<0.92	<0.87	<8.4
2013.05	15	<0.83	<1.1	<1.3	<0.88	<0.86	<7.4
2013.08	15	<0.89	<1.1	<1.4	<0.92	<0.92	<8.3
2013.05	16	<0.79	<1.0	<1.2	<0.80	<0.88	<7.1
2013.08	16	<0.89	<1.1	<1.3	<0.96	<0.92	<8.0
2013.05	17	<0.81	<1.1	<1.3	<0.80	<0.87	<7.5
2013.08	17	<0.83	<1.1	<1.4	<0.98	<0.91	<8.0
2013.05	18	<0.82	<1.1	<1.2	<0.86	<0.92	<7.8
2013.08	18	<0.93	<1.1	<1.4	<1.0	<0.96	<8.6
2013.05	19	<0.78	<1.0	<1.3	<0.84	<0.85	<7.3
2013.08	19	<0.89	<1.1	<1.3	<0.95	<0.94	<8.2
2013.05	20	<0.73	<1.0	<1.2	<0.76	<0.82	<7.1
2013.08	20	<0.90	<1.1	<1.4	<0.93	<0.89	<8.4
2013.05	21	<0.77	<1.1	<1.3	<0.85	<0.88	<7.0
2013.08	21	<0.82	<1.1	<1.4	<0.94	<0.90	<8.1
2013.05	22	<0.74	<1.1	<1.2	<0.85	<0.83	<7.0
2013.08	22	<0.93	<1.1	<1.5	<1.0	<0.89	<8.7
2013.05	23	<0.82	<1.1	<1.3	<0.85	<0.84	<7.5
2013.08	23	<0.86	<1.1	<1.4	<0.94	<0.87	<7.9
2013.05	C1	<0.83	<1.1	<1.3	<0.94	<0.93	<7.8
2013.08	C1	<0.90	<1.1	<1.3	<0.93	<0.91	<8.3
2013.05	C4	<0.77	<0.96	<1.2	<0.80	<0.86	<7.4
2013.08	C4	<0.86	<1.1	<1.4	<1.0	<0.93	<8.8

表 3.1-25 海洋放射性环境本底调查海水样品不同点位测量结果均值

点位编号	总 U (μg/L)	总 β （Bq/L）	^{90}Sr （mBq/L）	^{3}H （Bq/L）	^{137}Cs* （mBq/L）
1	2.91±0.16	8.66±0.42	1.33±0.04	0.32±0.11	1.88±0.48
2	2.91±0.16	9.38±1.59	1.26±0.38	0.35±0.11	1.78±0.32
3	2.96±0.24	9.31±0.20	1.69±1.08	0.26±0.03	1.89±0.91
4	3.05±0.09	11.1±1.5	1.22±0.80	0.31±0.09	1.56±0.21
5	3.02±0.08	9.72±0.40	1.88±0.12	0.27±0.22	1.58±0.15
6	2.87±0.19	8.60±0.37	1.28±0.34	0.37±0.05	1.49±0.07
7	2.86±0.16	10.5±1.0	1.80±0.95	0.54±0.30	1.49±0.40
8	2.72±0.01	7.79±0.66	1.08±0.54	0.24±0.02	1.36±0.30
9	2.84±0.13	8.03±0.37	2.34±0.01	0.22±0.17	1.61±0.03
10	2.80±0.06	9.54±0.34	1.49±0.63	0.25±0.21	1.43±0.39
11	2.82±0.07	9.73±2.09	1.48±0.22	0.30±0.11	1.65±0.52
12	3.05±0.35	8.64±0.30	1.12±0.10	0.23±0.18	1.78±0.76
13	2.82±0.08	8.13±1.39	1.28±0.08	0.28±0.18	1.47±0.36
14	2.85±0.09	8.88±1.87	1.60±1.05	0.26±0.16	1.53±0.36
15	2.84±0.04	8.67±0.47	1.03±0.01	0.30±0.14	1.91±0.30
16	2.84±0.18	11.5±1.6	1.12±0.76	0.24±0.06	1.66±0.16
17	2.83±0.23	8.54±1.90	1.46±0.64	0.46±0.36	1.67±0.16
18	2.81±0.10	8.73±2.64	1.97±0.22	0.58±0.14	1.60±0.14
19	2.87±0.03	9.94±0.66	1.90±0.96	0.60±0.15	1.79±0.28
20	2.97±0.14	12.3±2.6	1.51±0.22	0.48±0.12	2.04±0.42
21	3.04±0.01	11.4±1.9	1.60±0.83	0.61±0.25	1.62±0.07
22	3.16±0.01	10.3±0.6	1.59±0.13	0.50±0.08	1.90±0.18
23	2.98±0.06	10.3±1.1	1.65±0.57	0.63±0.10	1.76±0.28
C1	2.86±0.16	9.35±0.42	1.69±0.25	0.46±0.02	1.35±0.07
C4	2.91±0.23	11.6±3.5	2.28±0.06	0.45±0.06	1.94±0.12

*注：^{137}Cs 的测量结果是 γ 谱分析给出。

表 3.1-26 海洋放射性环境本底调查海水样品不同季节测量结果均值

采样时间	总 U (μg/L)	总 β （Bq/L）	^{90}Sr （mBq/L）	^{3}H （Bq/L）	^{137}Cs* （mBq/L）
2013 年 5 月	2.94±0.12	9.86±1.52	1.43±0.53	0.46±0.15	1.52±0.28
2013 年 8 月	2.87±0.17	9.42±1.66	1.61±0.55	0.29±0.15	1.80±0.28
平均值	2.91±0.15	9.64±1.60	1.52±0.54	0.37±0.17	1.66±0.31

*注：^{137}Cs 的测量结果是 γ 谱分析给出。

表 3.1-27 土壤样品中放射性核素测量结果

采样点	核素活度浓度(Bq/kg)							
	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{90}Sr	总α	总β
顶 城	38.0±5.3	63.4±6.0	35.2±3.5	421±45	1.12±0.23	1.00±0.06	$(1.4±0.1)×10^3$	$(1.1±0.1)×10^3$
油 车	53.2±6.8	75.9±7.1	51.4±5.1	1020±90	<0.26	1.32±0.06	$(2.4±0.1)×10^3$	$(1.7±0.1)×10^3$
青 径	49.6±6.4	81.8±7.7	51.1±4.9	1100±100	<0.25	0.69±0.05	$(1.5±0.1)×10^3$	$(1.4±0.1)×10^3$
人 家	37.1±5.0	54.2±5.1	33.9±3.5	1200±110	1.42±0.28	0.68±0.05	$(9.2±0.9)×10^2$	$(1.2±0.1)×10^3$
后 江	32.2±4.3	46.1±4.2	27.4±3.2	901±82	0.84±0.19	0.93±0.05	$(6.7±0.8)×10^2$	$(1.3±0.1)×10^3$
半 山	49.4±6.4	74.0±6.9	55.9±5.4	927±85	1.19±0.24	1.45±0.08	$(2.7±0.1)×10^3$	$(1.6±0.1)×10^3$
（本次土壤）范围 按点均值±标准差	32.2~53.2 43.3±8.5	46.1~81.8 65.9±13.8	27.4~55.9 42.5±11.7	421~1200 928±272	0.84~1.42 1.14±0.24	0.68~1.45 1.01±0.32	$0.67×10^3$~$2.7×10^3$ $(1.6±0.8)×10^3$	$1.2×10^3$~$1.7×10^3$ $(1.4±0.2)×10^3$
古 雷	<2.3	7.2±0.6	5.9±0.5	68±6	0.45±0.09	---	---	---
油 沃	<2.5	7.4±0.7	6.1±0.5	109±9	1.34±0.27	---	---	---
（福建漳州）范围 按点均值±标准差*	20.0~108 66.2±27.2	17.8~190 110±42	18~134 73±31	99~835 451±243	---	---	---	---
（福建省全省）范围 按点均值±标准差*	13.9~136 55.5±23.8	19.5~260 97.1±40.6	18~201 62±29	21~1627 627±318	---	---	---	---

表 3.1-28 底泥和沉积物样品中放射性核素测量结果

单位：**Bq/kg**

监测项目	监测点位	采样时间	^{238}U	^{137}Cs	^{90}Sr
底泥	取水口	2009.3.26	26.4	0.5	---
		2009.10.14	31.1	<0.3	1.0±0.1
		测值范围	26.4~31.1	<0.3~0.5	---
		平均值	28.8	0.3	---
		标准差	3.3	0.2	---
	取排水口之间	2009.3.26	41.6	0.6	---
		2009.10.14	36.3	<0.2	0.99±0.05
		测值范围	36.3~41.6	<0.2~0.6	---
		平均值	39.0	0.4	---
		标准差	3.7	0.4	---
	排水口	2009.3.26	37.0	0.6	---
		2009.10.14	39.6	1.3	1.2±0.1
		测值范围	37.0~39.6	0.6~1.3	---
		平均值	38.3	1.0	---
		标准差	1.8	0.5	---
	所有监测点位	测值范围	28.8~39.0	0.3~1.0	0.99~1.2
		平均值	35.3	0.5	1.1
		标准差	5.7	0.4	0.1
岸边沉积物	取水口	2009.3.26	40.0	0.8	---
		2009.10.14	37.5	<0.2	0.90±0.05
		测值范围	37.5~40.0	<0.2~0.8	---
		平均值	38.8	0.5	---
		标准差	1.8	0.5	---
	排水口	2009.3.26	41.5	1.9	---
		2009.10.14	42.0	1.1	1.1±0.1
		测值范围	41.5~42.0	1.1~1.9	---
		平均值	41.8	1.5	---
		标准差	0.4	0.6	---
	所有监测点位	测值范围	38.8~41.8	0.5~1.5	0.90~1.1
		平均值	40.3	1.0	1.0
		标准差	2.1	0.7	0.1

表 3.1-29 海洋放射性环境本底调查海洋沉积物样品中放射性核素测量结果（1/2）

采样日期	点位	总 U μg/g	总 β Bq/kg	^{90}Sr Bq/kg	^{58}Co Bq/kg	^{60}Co Bq/kg	^{137}Cs Bq/kg	^{110m}Ag Bq/kg	^{226}Ra Bq/kg	^{232}Th Bq/kg	^{40}K Bq/kg	^{54}Mn Bq/kg
2013.5	3	3.12±0.08	987±17	1.73±0.09	<0.77	<1.0	1.80±0.25	<1.1	37.7±0.7	64.3±1.4	760±9	<0.85
2013.5	4	2.79±0.02	951±16	1.84±0.16	<0.74	<1.0	1.65±0.23	<1.0	35.0±0.7	53.9±1.4	739±9	<0.86
2013.5	4	2.62±0.07	(1.03±0.02)×10^3	2.33±0.12	<0.91	<1.1	1.91±0.28	<1.2	37.7±0.8	58.9±1.5	783±10	<0.98
2013.5	6	2.69±0.08	(1.04±0.02)×10^3	1.02±0.11	<0.86	<1.1	1.25±0.32	<1.1	32.5±0.8	58.4±1.7	766±10	<0.89
2013.5	6	2.61±0.05	931±17	2.09±0.12	<0.75	<1.0	1.52±0.29	<1.0	34.3±0.7	54.3±1.3	768±8	<0.84
2013.5	8	2.91±0.13	999±17	1.70±0.08	<0.76	<1.0	1.34±0.28	<1.1	35.8±0.7	59.6±1.4	761±9	<0.85
2013.5	9	2.43±0.04	896±17	1.53±0.10	<1.0	<1.3	1.87±0.24	<1.4	30.7±0.8	51.8±1.5	699±10	<1.1
2013.5	11	2.57±0.02	(1.00±0.02)×10^3	2.59±0.15	<0.80	<1.0	<0.84	<1.1	35.9±0.3	53.4±1.4	713±9	<0.85
2013.5	12	2.41±0.04	967±17	1.94±0.21	<0.71	<0.94	2.07±0.22	<1.0	31.8±0.6	52.8±1.3	754±8	<0.83
2013.5	13	2.48±0.04	960±16	2.33±0.13	<0.86	<1.1	<1.1	<1.2	30.2±0.9	54.4±1.7	762±9	<0.93
2013.5	16	1.42±0.04	677±14	2.64±0.10	<0.58	<0.76	0.75±0.14	<0.82	16.0±0.5	25.0±0.9	540±7	<0.63
2013.5	18	2.39±0.04	(1.05±0.02)×10^3	1.26±0.09	<0.82	<1.1	1.16±0.30	<1.1	34.3±0.8	59.4±1.6	816±10	<0.92
2013.8	21	4.01±0.04	(1.47±0.02)×10^3	1.60±0.12	<1.1	<1.5	<1.0	<1.5	43.8±0.9	72.0±1.4	(1.51±0.01)×10^3	<1.1
2013.8	22	5.16±0.19	(1.24±0.02)×10^3	0.49±0.12	<0.96	<1.3	<0.95	<1.3	39.4±0.8	59.7±1.3	(1.33±0.01)×10^3	<1.0
2013.8	23	2.68±0.03	(1.45±0.02)×10^3	1.06±0.12	<0.99	<1.4	<1.0	<1.4	44.2±0.8	65.6±1.4	(1.47±0.01)×10^3	<1.1

表 3.1-29 海洋放射性环境本底调查海洋沉积物样品中放射性核素测量结果（2/2）

2013.5	C1	3.12±0.08	(1.04±0.02)×10^3	1.98±0.10	<0.76	<1.0	2.07±0.23	<1.0	37.8±0.7	61.8±1.5	767±8	<0.85
2013.5	C4	2.44±0.04	958±17	2.43±0.11	<0.76	<1.0	2.25±0.27	<1.0	32.9±0.7	57.0±1.4	766±9	<0.88
范围		1.42~5.16	677~1.47×10^3	0.49~2.64	——	——	<LLD~2.25	——	16.0~44.2	25.0~72.0	540~1.51×10^3	——
均值		2.81±0.80	(1.04±0.19)×10^3	1.80±0.60	——	——	1.64±0.45	——	34.7±6.3	56.6±9.7	865±281	——

表 3.1-30 环境辐射本底初步调查生物样品中放射性核素测量结果

样品名称	监测点位	^{137}Cs（Bg/kg.鲜）	^{90}Sr（mBq/kg·鲜）
黄鲷	山前村	0.02	88.4±10.0
海蛎	山前村	<0.01	11.4±2.0
猪肉	顶城村	0.08	17.5±3.0
松针	岚屿镇	0.86	1670±20
大米	油车村	<0.05	5.4±1.9
白菜	宅后村	0.05	512±75
花生	油车村	0.13	90.2±6.7

表 3.1-31 海洋放射性环境本底调查海洋生物样品中放射性核素测量结果（1/2）

样品类别	采样日期	总 U μg/kg 鲜	总 β Bq/kg 鲜	^{90}Sr Bq/kg 鲜	^{226}Ra Bq/kg 鲜	^{40}K Bq/kg 鲜	^{58}Co Bq/kg 鲜	^{60}Co Bq/kg 鲜	^{137}Cs Bq/kg 鲜	^{131}I Bq/kg 鲜	^{54}Mn Bq/kg 鲜	^{110m}Ag Bq/kg 鲜	灰鲜比 %
海带	2013.5	25.5±0.2	177±1	0.17±0.01	0.27±0.02	138±1	<0.019	<0.032	0.14±0.01	<0.017	<0.020	<0.028	1.62
海带	2013.5	24.4±0.4	161±1	0.47±0.01	0.27±0.01	134±1	<0.026	<0.048	0.12±0.01	<0.022	<0.027	<0.038	1.56
龙须菜*	2013.5	230±7	(5.62±0.01) ×10^3	5.56±0.10	1.21±0.14	(4.31±0.01) ×10^3	<0.52	<1.1	1.90±0.17	<0.44	<0.53	<0.79	44.6
牡蛎	2013.5	14.7±0.3	46.6±0.2	0.31±0.01	<0.037	32.4±0.2	<0.012	<0.021	<0.012	<0.011	<0.013	<0.018	1.33
牡蛎	2013.5	13.9±0.1	37.6±0.2	0.14±0.01	<0.036	30.7±0.2	<0.012	<0.020	<0.011	<0.011	<0.012	<0.017	1.27
牡蛎	2013.8	33.2±0.6	69.8±0.3	0.16±0.01	<0.075	62.5±0.4	<0.025	<0.040	<0.024	<0.024	<0.024	<0.037	2.49
菲律宾帘蛤	2013.5	33.2±0.5	93.2±0.4	0.37±0.01	0.14±0.01	61.1±0.4	<0.028	<0.045	<0.027	<0.027	<0.029	<0.040	2.46
菲律宾帘蛤	2013.8	42.1±0.4	55.9±0.3	0.11±0.01	0.12±0.01	50.1±0.4	<0.025	<0.040	<0.026	<0.025	<0.027	<0.037	2.35
紫贻贝	2013.5	85.8±0.7	96.8±0.5	1.42±0.02	0.78±0.03	64.8±0.5	<0.037	<0.063	0.032±0.010	<0.034	<0.039	<0.055	4.74
紫贻贝	2013.8	57.2±0.7	63.8±0.3	0.86±0.01	0.60±0.02	49.0±0.4	<0.032	<0.044	0.030±0.009	<0.031	<0.034	<0.043	3.36
螃蟹	2013.5	6.03±0.26	91.4±0.4	0.16±0.01	0.20±0.02	67.9±0.6	<0.041	<0.066	<0.041	<0.039	<0.043	<0.058	4.43
螃蟹	2013.5	5.68±0.21	83.3±0.3	0.13±0.01	0.19±0.01	61.4±0.5	<0.040	<0.061	<0.040	<0.040	<0.043	<0.057	4.15
螃蟹	2013.8	8.50±0.66	60.6±0.4	0.092±0.005	0.072±0.006	55.5±0.5	<0.031	<0.045	<0.032	<0.031	<0.032	<0.045	3.61
凡纳对虾	2013.5	3.96±0.3	43.3±0.2	0.17±0.01	0.042±0.003	31.8±0.2	<0.014	<0.024	<0.016	<0.015	<0.015	<0.022	1.76
凡纳对虾	2013.8	4.75±0.33	22.3±0.2	0.085±0.003	0.069±0.004	18.8±0.2	<0.012	<0.018	0.013±0.005	<0.012	<0.012	<0.018	1.44
日本真鲈	2013.5	3.83±0.09	115±1	0.056±0.004	<0.068	103±1	<0.027	<0.049	0.051±0.010	<0.024	<0.027	<0.039	2.80
日本真鲈	2013.5	3.02±0.04	114±1	0.089±0.004	<0.065	90.2±0.5	<0.026	<0.047	0.047±0.001	<0.023	<0.026	<0.037	2.68

表 3.1-31 海洋放射性环境本底调查海洋生物样品中放射性核素测量结果（2/2）

日本真鲈	2013.8	2.25±0.05	75.9±0.3	0.030±0.003	0.062±0.004	25.8±0.2	<0.013	<0.020	<0.013	<0.013	<0.014	<0.019	1.59
银鲳	2013.5	2.91±0.04	83.9±0.3	0.059±0.003	<0.052	66.3±0.3	<0.019	<0.033	0.032±0.006	<0.017	<0.019	<0.027	1.70
银鲳	2013.8	10.2±0.6	49.1±0.2	0.17±0.01	0.094±0.006	48.0±0.4	<0.019	<0.033	<0.020	<0.019	<0.021	<0.031	2.14
鲻鱼	2013.5	13.0±0.1	105±1	0.088±0.004	0.12±0.01	85.4±0.4	<0.024	<0.042	0.029±0.007	<0.022	<0.025	<0.036	1.53
鲻鱼	2013.8	6.84±0.10	51.5±0.3	0.28±0.01	0.14±0.01	46.3±0.3	<0.021	<0.033	<0.021	<0.020	<0.023	<0.030	2.23

*注：龙须菜给出的各结果为干样的结果，结果的单位为总 U 为 μg/kg 干，其他核素为 Bq/kg 干，最后一列给出的是灰干比。

表 3.1-32 海洋放射性环境本底调查海洋生物样品中放射性核素测量结果平均值

生物样品	总 U μg/kg 鲜	总 β Bq/kg 鲜	^{90}Sr Bq/kg 鲜	^{226}Ra Bq/kg 鲜	^{40}K Bq/kg 鲜	^{137}Cs Bq/kg 鲜	灰鲜比 %
海带	25.0±0.8	169±11	0.32±0.21	0.27±0.02	136±3	0.13±0.01	1.59±0.04
龙须菜*	230±7	$(5.62\pm0.01)\times10^3$	5.56±0.10	1.21±0.14	$(4.31\pm0.01)\times10^3$	1.90±0.17	44.6
牡蛎	20.6±10.9	51.3±16.6	0.20±0.09	——	41.9±17.9	——	1.70±0.69
菲律宾帘蛤	37.7±6.3	74.6±26.4	0.24±0.18	0.13±0.01	55.6±7.8	——	2.40±0.08
紫贻贝	71.5±20.2	80.3±23.3	1.14±0.40	0.69±0.13	56.9±11.2	0.031±0.001	4.05±0.98
螃蟹	6.74±1.54	78.4±16.0	0.13±0.03	0.15±0.07	61.6±6.2	——	4.06±0.42
凡纳对虾	4.36±0.56	32.8±14.8	0.13±0.06	0.056±0.019	25.3±9.2	0.011±0.004	1.60±0.23
日本真鲈	3.03±0.79	102±22	0.058±0.030	0.043±0.017	73.0±41.4	0.035±0.025	2.36±0.67
银鲳	6.56±5.15	66.5±24.6	0.12±0.08	0.060±0.048	57.2±12.9	0.021±0.016	1.92±0.31
鳙鱼	9.92±4.36	78.3±37.8	0.18±0.14	0.13±0.01	65.9±27.6	0.020±0.013	1.88±0.49

*注：龙须菜给出的各结果为干样的结果，结果的单位为总 U 为 μg/kg 干，其他核素为 Bq/kg 干，最后一列给出的是灰干比。

表 3.1-33 环境辐射本底初步调查中主要仪器检定情况

仪 器	刻度周期	检定单位名称	最近检定时间	检定结果
电子天平	1 年	浙江省质量技术监督检测研究院	2009.3	合 格
DDS-11A 电导率仪	1 年	浙江省质量技术监督检测研究院	2009.3	合 格
TU-1901 分光光度计	1 年	浙江省质量技术监督检测研究院	2009.3	合 格
ADCAM-100 HPGe γ 谱仪	3 年	中国计量科学研究院	2007.12	合 格
WGJ-Ⅱ激光测铀仪	2 年	中国计量科学研究院	2008.11	合 格
Quantulus 1220 低本底液闪谱仪	2 年	中国计量科学研究院	2008.11	合 格
RSS131 高压电离室	2 年	上海计量测试技术研究院	2008.11	合 格
MPC9604 低本底 α、β 测量装置	2 年	中国计量科学研究院	2008.11	合 格
HARSHAW TLD4000 热释光剂量测量装置	1 年	中国计量科学研究院	2009.12	合 格
TAS-990 原子吸收分光光度计	2 年	浙江省质量技术监督检测研究院	2009.5	合 格
大流量 TSP 采样器	1 年	浙江省质量技术监督检测研究院	2009.5	合 格
PMM8053A 电磁辐射测量系统	1 年	上海市计量测试技术研究院	2008.10	合 格
PMM9010 干扰场强仪	1 年	上海市计量测试技术研究院	2008.10	合 格

表 3.1-34 海洋放射性环境本底调查中主要仪器检定情况

序号	仪器设备名称	型号规格	最近检定日期	检定证书号	检定周期
1	HPGeγ 谱仪	GC3519	2012.8.17	JD-A04-12081724	二年
2	HPGeγ 谱仪	GR3019	2012.8.17	JD-A04-12081723	二年
3	反康 γ 谱仪	GMX-50S	2012.8.17	JD-A04-12081725	二年
4	α/β 低本底测量仪	FJ-2600	2013.6.12	校字第[2013]-D003	二年
5	α/β 测量仪	LB770	2013.6.12	校字第[2013]-D002	二年
6	低水平液闪谱仪	Tri-carb3170TR/SL	2012.8.18	JD-A04-12081404	二年
7	微量铀分析仪	MUA	2013.8.19	放字 2013-02 号	二年
8	分析天平	PB303-E	2013.7.16	(2013)天字第 21 号	一年

表 3.1-35 环境辐射本底初步调查中土壤样品平行样和掺标样分析结果

点位名称	样品类型	核素活度浓度（Bq/kg）							
		^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{90}Sr	^{137}Cs	总 α	总 β
油车	平行样-1	54.8	74.5	49.7	1010	1.34	<0.24	2.4×10^3	1.7×10^3
	平行样-2	51.5	77.2	53.1	1030	1.29	<0.27	2.3×10^3	1.7×10^3
	平行样相对偏差	3%	2%	3%	1%	2%	---	2%	1%
	加标样加标回收率	---	---	---	---	98.7%	---	87%	92%
半山	平行样-1	50.3	74.6	53.7	865	1.49	1.04	3.0×10^3	1.6×10^3
	平行样-2	48.4	73.4	58.1	988	1.40	1.33	2.4×10^3	1.5×10^3
	平行样相对偏差	2%	1%	4%	7%	3%	12%	11%	3%
	加标样加标回收率	---	---	---	---	97.1%	---	83%	87%

表 3.1-36 环境辐射本底初步调查中底泥和沉积物样品平行样分析结果

样品名称	样品类型	活度浓度(Bq/kg)		
		^{238}U	^{137}Cs	^{90}Sr
排水口底泥	平行样 1-1	37.0	0.6	---
	平行样 1-2	38.3	0.8	---
	平行样相对偏差	1.7%	14.3%	---
	平行样 2-1	39.6	1.3	1.2
	平行样 2-2	40.9	1.4	1.3
	平行样相对偏差	1.6%	3.7%	4.0%
排水口岸边沉积物	平行样 1-1	41.5	1.9	1.1
	平行样 1-2	45.4	1.3	1.2
	平行样相对偏差	4.5%	18.8%	4.3%
	平行样 2-1	42.0	1.1	---
	平行样 2-2	40.1	1.5	---
	平行样相对偏差	2.3%	15.4%	---

表 3.1-37 环境辐射本底初步调查中生物样品平行样分析结果

样品名称	采样点	活度浓度
		^{137}Cs (Bq/kg)
山前村黄鲷	平行样 1	0.03
	平行样 2	0.04
	平行样相对偏差	14.3%
山前村海蛎	平行样 1	<0.01
	平行样 2	<0.01
	平行样相对偏差	---
顶城村猪肉	平行样 1	0.08
	平行样 2	0.09
	平行样相对偏差	5.9%

表 3.1-38 环境辐射本底初步调查中井水、海水样品平行样和掺标样分析结果（1/2）

点位代号	点位描述	浓度			
		U (μg/L)	^{90}Sr (mBq/L)	^{137}Cs (mBq/L)	^{3}H (Bq/L)
取水口海水	平行样-1	---	1.7	1.0	<1.2
	平行样-2	---	1.6	0.9	<1.2
	平行样相对偏差	2%	3.0%	5.3%	---
	加标样加标回收率	---	---	---	---
排水口海水	平行样 1-1	2.14	2.1	1.0	<1.2
	平行样 1-2	2.00	2.0	0.8	<1.2
	平行样相对偏差	3.4%	2.4%	11.1%	---
	加标样加标回收率	101%	96%	107%	---
	平行样 2-1	---	1.8	0.8	<1.2
	平行样 2-2	---	1.4	0.6	<1.2
	平行样相对偏差	0%	12.5%	14.3%	---

表 3.1-38 环境辐射本底初步调查中井水、海水样品平行样和掺标样分析结果（2/2）

	加标样 加标回收率	---	96%	---	---
油车村井水	平行样 1-1	0.299	2.1	0.6	<1.2
	平行样 1-2	0.288	1.8	0.5	<1.2
	平行样 相对偏差	1.9%	7.7%	9.1%	---
	加标样 加标回收率	99.8%	---	94.2%	---
	平行样 2-1	---	1.7	---	<1.2
	平行样 2-2	---	1.9	---	<1.2
	平行样 相对偏差	8%	5.6%	---	---
	加标样 加标回收率	---	---	---	---
山前村自来水	平行样-1	---	1.7	---	<1.2
	平行样-2	---	1.4	---	<1.2
	平行样 相对偏差	9%	9.7%	---	---
	加标样 加标回收率	---		---	---

表 3.1-39 海洋放射性环境本底调查中掺标样分析结果

样品编号	介质	分析项目	参考值（Bq/kg 或 Bq/L）	分析值（Bq/kg 或 Bq/L）	相对偏差（%）
ZZHSZ130503	奶粉	^{90}Sr	24.6	25.1	2.03
ZZHSZ130504	奶粉	^{90}Sr	24.6	23.7	-3.66
ZZLJS130502	水	^{90}Sr	2.82	2.88	2.13
ZZLJS130503	水	^{90}Sr	2.82	2.95	4.61
ZZHHS130526-^{3}H	水	^{3}H	2.5	2.5	0.00
ZZHHS130527-^{3}H	水	^{3}H	2.5	2.6	4.00
ZZHDN130526	模拟土壤	^{137}Cs	15.4	15.5	0.65
		^{60}Co	12.8	13.4	4.69
ZZHDN130527	模拟土壤	^{137}Cs	15.4	14.7	-4.55
		^{60}Co	12.8	13.3	3.91

表 3.1-40 海洋放射性环境本底调查中平行样分析结果

序号	样品名称		平行样品个数	测量结果个数	相对偏差大于 30%的个数	相对偏差大于 30%的比例(%)
1	海水		4	20	4	20.0
2	海洋沉积物		2	14	1	7.1
3	海洋生物	海带	1	7	1	14.3
		牡蛎	1	5	1	20.0
		日本蟳	1	6	0	0
		日本真鲈	1	6	1	16.7
	海洋生物合计		4	24	3	12.5
合计			10	58	8	13.8

表 3.2-1 大气环境各监测项目评价标准

单位：mg/m^3（标准状态）

污染物名称	平均时间	标准值	
		一级	二级
NO_2	日平均	0.080	0.080
	小时平均	0.200	0.200
NOx	日平均	0.100	0.100
	小时平均	0.250	0.250
SO_2	日平均	0.050	0.150
	小时平均	0.150	0.500
CO	日平均	4	4
	小时平均	10	10
$PM_{2.5}$	日平均	0.035	0.075
PM_{10}	日平均	0.050	0.150
TSP	日平均	0.120	0.300

表 3.2-2 各监测因子分析方法一览表

监测因子	方法依据	分析方法	最低检出限值（mg/m^3）
TSP	GB/T15432-1995	重量法	0.001
PM_{10}、$PM_{2.5}$	HJ618-2011	重量法	0.01
SO_2	HJ482-2009	甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	0.007（时） 0.004（日）
NO_2 、NOx	HJ 479-2009	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.005（时） 0.003（日）
CO	GB9801-88	非分散红外法	0.3

表 3.2-3 大气环境监测点布设情况

序号	监测点	相对位置		地理坐标		环境空气质量功能区
		方向	距离	N	E	
A1	拟建工程公司办公楼	NW	0.8	23°50′16.56″	117°28′59.02″	二类
A2	人家村	NNW	1.3	23°50′43.33″	117°29′8.31″	
A3	城外村	WSW	3.1	23°49′12.32″	117°27′44.44″	
A4	山前村	WSW	3.7	23°49′0.73″	117°27′42.39″	
A5	剑石岩风景区	W	2.0	23°49′56.55″	117°28′16.19″	
A6	厂址东北边界	NNE	0.5	23°49′49″	117°29′51.52″	

表 3.2-4 各污染物环境质量现状（1 小时平均质量浓度）

点位	污染物	评价标准	监测浓度范围 /μg/m³	最大浓度占标率/%	超标率 /%	达标情况
A1#拟建工程公司办公楼	SO_2	500μg/m³	13~25	5.0	0	达标
A2#人家村			16~25	5.0	0	达标
A3#城外村			16~28	5.6	0	达标
A4#山前村			16~26	5.2	0	达标
A5#剑石岩风景区			17~26	5.2	0	达标
A6#厂址东北边界			15~25	5.0	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	NO_2	200μg/m³	43~55	27.5	0	达标
A2#人家村			42~53	26.5	0	达标
A3#城外村			42~55	27.5	0	达标
A4#山前村			41~51	25.5	0	达标
A5#剑石岩风景区			41~57	28.5	0	达标
A6#厂址东北边界			41~53	26.5	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	NO_X	250μg/m³	57~72	28.8	0	达标
A2#人家村			56~70	28.0	0	达标
A3#城外村			58~68	27.2	0	达标
A4#山前村			55~68	27.2	0	达标
A5#剑石岩风景区			56~72	28.8	0	达标
A6#厂址东北边界			57~69	27.6	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	CO	10 mg/m³	＜0.3~0.53	5.3	0	达标
A2#人家村			＜0.3~0.50	5.0	0	达标
A3#城外村			＜0.3~0.57	5.7	0	达标
A4#山前村			＜0.3~0.50	5.0	0	达标
A5#剑石岩风景区			＜0.3~0.46	4.6	0	达标
A6#厂址东北边界			＜0.3~0.65	6.5	0	达标

表 3.2-5 各污染物环境质量现状（24 小时平均质量浓度）（1/3）

点位	污染物	评价标准	监测浓度范围 /μg/m³	最大浓度占标率/%	超标率/%	达标情况
A1#拟建工程公司办公楼	SO_2	150μg/m³	10~15	10.00	0	达标
A2#人家村			11~16	10.67	0	达标
A3#城外村			10~16	10.67	0	达标
A4#山前村			10~16	10.67	0	达标
A5#剑石岩风景区			10~17	11.33	0	达标
A6#厂址东北边界			10~15	10.00	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	NO_2	80μg/m³	16~50	62.50	0	达标
A2#人家村			45~50	62.50	0	达标
A3#城外村			47~51	63.75	0	达标
A4#山前村			47~55	68.75	0	达标
A5#剑石岩风景区			46~55	68.75	0	达标
A6#厂址东北边界			46~52	65.00	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	NO_X	100μg/m³	54~63	63.00	0	达标
A2#人家村			54~59	59.00	0	达标

表 3.2-5 各污染物环境质量现状（24 小时平均质量浓度）（2/3）

A3#城外村			54~56	56.00	0	达标
A4#山前村			54~62	62.00	0	达标
A5#剑石岩风景区			54~67	67.00	0	达标
A6#厂址东北边界			54~66	66.00	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	CO	4mg/m³	＜0.3	3.75	0	达标
A2#人家村			0.31~0.38	9.50	0	达标
A3#城外村			0.4~0.44	11.00	0	达标
A4#山前村			0.33~0.40	10.00	0	达标
A5#剑石岩风景区			＜0.3	3.75	0	达标
A6#厂址东北边界			＜0.3	3.75	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	TSP	300μg/m³	85~108	36.00	0	达标
A2#人家村			78~95	31.67	0	达标
A3#城外村			93~108	36.00	0	达标
A4#山前村			84~92	30.67	0	达标
A5#剑石岩风景区			90~100	33.33	0	达标

表 3.2-5 各污染物环境质量现状（24 小时平均质量浓度）（3/3）

A6#厂址东北边界			90~100	33.33	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	PM_{10}	150μg/m^3	46~68	45.33	0	达标
A2#人家村			44~61	40.67	0	达标
A3#城外村			63~74	49.33	0	达标
A4#山前村			59~69	46.00	0	达标
A5#剑石岩风景区			41~44	29.33	0	达标
A6#厂址东北边界			67~71	47.33	0	达标
A1#拟建工程公司办公楼	$PM_{2.5}$	75μg/m^3	31~39	52.00	0	达标
A2#人家村			23~33	44.00	0	达标
A3#城外村			25~33	44.00	0	达标
A4#山前村			29~34	45.33	0	达标
A5#剑石岩风景区			25~33	44.00	0	达标
A6#厂址东北边界			26~33	44.00	0	达标

表 3.2-6 声环境质量标准限值

单位：dB(A)

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

0 类声环境功能区：指康复疗养区等特别需要安静的区域。

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

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

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

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

表 3.2-7 厂址区域环境噪声监测点

序号	监测点名称	监测点描述
C1	厂界北	厂界噪声评价点
C2	厂界西	厂界噪声评价点
C3	厂界南	厂界噪声评价点
C4	厂界东	厂界噪声评价点
C5	混凝土搅拌站	固定噪声源
C6	大件码头	固定噪声源

表 3.2-8 陆域噪声监测点（1/2）

序号	监测点名称	监测点描述	序号	监测点名称	监测点描述
1	青崎村	敏感区域（对照点）	21	网格点 8	网格布点
2	网格点 1	网格布点	22	山内村	敏感区域（对照点）
3	网格点 2	网格布点	23	林坪村	敏感区域（对照点）
4	径头村	敏感区域（对照点）	24	列屿中学	敏感区域（对照点）
5	大坂村	敏感区域（对照点）	25	紫阳小学	敏感区域（对照点）
6	网格点 3	网格布点	26	顶城村	敏感区域（对照点）
7	网格点 4	网格布点	27	城外村	敏感区域（对照点）
8	梅山幼儿园	敏感区域（对照点）	28	列屿卫生院	敏感区域
9	梅山小学	敏感区域（对照点）	29	城内村列屿养老院	敏感区域
10	油车村	敏感区域（对照点）	30	宅坂村	敏感区域
11	后安村	敏感区域（对照点）	31	城内村	敏感区域（对照点）
12	后岱村	敏感区域	32	碎石厂	固定噪声源（对照点）
13	宅兜村	敏感区域	33	山前村	敏感区域（对照点）
14	人家村	敏感区域（对照点）	34	山前幼儿园	敏感区域（对照点）

表 3.2-8 陆域噪声监测点（2/2）

15	人家渔港	固定噪声源（对照点）	35	柳畔村	敏感区域
16	网格点 5	网格布点	36	中江村中江小学	敏感区域
17	网格点 6	网格布点	37	后江村	敏感区域
18	南山村	敏感区域（对照点）	38	山前渔港	固定噪声源（对照点）
19	网格点 7	网格布点	J1	交通噪声监测点 1	进厂道路（北）
20	灵鹫寺	敏感区域（对照点）	J2	交通噪声监测点 2	进厂道路（南）

表 3.2-9 厂址处噪声监测点位置

编号	测点名称	编号	测点名称	编号	测点名称
H1	海域测点 1	H4	海域测点 4	H7	海域测点 7
H2	海域测点 2	H5	海域测点 5	H8	海域测点 8
H3	海域测点 3	H6	海域测点 6	H9	海域测点 9

表 3.2-10 定点噪声监测点

编号	测点位置	监测点描述
D1	厂址西边界 D1	厂址边界
D2	人家村（最近居民点）D2	最近居民点（对照点）
D3	城内村 D3	人口密集区、居住商贸集市混合区、县道云四线（X531）和疏港公路交汇处（对照点）

表 3.2-11 厂界噪声监测结果（1/2）

单位：dB（A）

编号	监测点位置	监测时间	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
C1	厂界北	8 月 4 日昼间	53.1	73.5	56.0	49.4	46.0	4.0
		8 月 4 日夜间	49.3	67.0	50.6	48.0	45.8	2.5
		8 月 5 日昼间	51.0	70.5	54.0	45.0	40.0	6.2
		8 月 5 日夜间	52.2	65.0	56.0	49.4	42.8	4.8
C2	厂界西	8 月 4 日昼间	55.7	72.8	57.4	54.0	53.0	2.2
		8 月 4 日夜间	49.0	65.9	53.2	44.8	38.0	5.9
		8 月 5 日昼间	57.2	73.6	61.8	51.2	47.0	5.7
		8 月 5 日夜间	52.5	68.5	56.2	47.8	42.2	5.3
C3	厂界南	8 月 4 日昼间	54.6	73.2	55.0	53.8	53.0	1.4
		8 月 4 日夜间	48.7	62.6	52.4	45.2	37.8	5.9
		8 月 5 日昼间	53.1	73.4	56.0	48.4	45.4	4.3
		8 月 5 日夜间	52.7	66.3	56.4	50.2	43.2	4.9

表 3.2-11 厂界噪声监测结果（2/2）

C4	厂界东	8 月 4 日昼间	55.1	73.6	55.8	53.8	53.0	1.8
		8 月 4 日夜间	50.7	59.3	53.6	47.2	44.2	4.0
		8 月 5 日昼间	52.4	74.3	54.2	48.6	45.6	3.8
		8 月 5 日夜间	54.1	69.2	58.2	49.6	41.4	6.3
C5	混凝土搅拌站	8 月 4 日昼间	54.1	71.3	54.6	53.0	52.2	1.7
		8 月 4 日夜间	49.9	66.1	56.4	45.0	41.8	4.7
		8 月 5 日昼间	57.4	77.6	60.8	53.8	49.8	4.3
		8 月 5 日夜间	48.4	60.8	52.0	45.6	43.0	3.5
C6	大件码头	8 月 4 日昼间	54.5	74.6	55.4	54.0	53.0	1.1
		8 月 4 日夜间	49.4	68.0	56.0	44.8	41.2	4.7
		8 月 5 日昼间	52.0	72.1	54.4	50.0	46.8	3.0
		8 月 5 日夜间	48.5	64.1	51.6	46.6	42.8	3.5

表 3.2-12 海域噪声监测结果（1/3）

单位：dB（A）

编号	监测点位置	监测时间	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
H1	海域测点 1 117°29′58.51″E 23°50′22.56″N	8 月 4 日昼间	58.9	73.9	62.4	55.8	51.8	4.1
		8 月 4 日夜间	51.8	66.2	55.8	45.6	39.8	6.8
		8 月 5 日昼间	55.9	75.0	59.4	51.4	46.2	5.1
		8 月 5 日夜间	52.3	67.3	55.8	49.4	43.8	4.5
H2	海域测点 2 117°30′10.29″E 23°49′56.66″N	8 月 4 日昼间	58.4	76.8	60.6	57.6	53.4	2.8
		8 月 4 日夜间	51.9	68.9	56.2	41.6	36.8	7.9
		8 月 5 日昼间	55.6	76.5	58.2	52.4	49.6	3.5
		8 月 5 日夜间	52.1	59.4	55.0	51.0	49.8	1.9
H3	海域测点 3 117°30′7.15″E 23°49′28.94″N	8 月 4 日昼间	55.7	69.8	57.8	55.2	51.6	2.4
		8 月 4 日夜间	51.8	69.7	55.0	42.4	34.6	8.8
		8 月 5 日昼间	53.9	77.4	56.2	52.0	49.0	2.9
		8 月 5 日夜间	51.7	68.5	55.6	47.4	42.6	5.0

表 3.2-12 海域噪声监测结果（2/3）

H4	海域测点 4 117°30′39.02″E 23°51′9.06″N	8 月 4 日昼间	50.4	66.7	53.2	47.0	43.8	3.9
		8 月 4 日夜间	52.4	61.2	54.8	54.0	34.0	9.1
		8 月 5 日昼间	56.6	72.6	60.2	54.6	45.6	5.4
		8 月 5 日夜间	54.9	68.4	58.6	52.0	44.8	5.2
H5	海域测点 5 117°30′51.66″E 23°50′11.23″N	8 月 4 日昼间	50.0	65.7	51.8	49.2	47.6	1.7
		8 月 4 日夜间	49.3	67.0	50.6	48.0	45.8	2.5
		8 月 5 日昼间	56.4	71.5	60.4	53.6	44.0	6.0
		8 月 5 日夜间	50.4	63.5	45.2	47.4	44.6	3.8
H6	海域测点 6 117°31′3.07″E 23°49′12.42″N	8 月 4 日昼间	56.8	72.5	59.2	55.8	51.8	2.8
		8 月 4 日夜间	49.0	65.9	53.2	44.8	38.0	5.9
		8 月 5 日昼间	53.7	68.3	57.2	51.4	43.2	5.1
		8 月 5 日夜间	49.8	64.6	52.6	48.6	44.0	3.2
H7	海域测点 7 117°31′6.84″E 23°51′27.01″N	8 月 4 日昼间	50.0	66.7	51.8	47.6	45.0	3.1
		8 月 4 日夜间	48.7	62.6	52.4	45.2	37.8	5.9
		8 月 5 日昼间	53.8	72.0	58.6	48.6	43.2	5.8
		8 月 5 日夜间	53.4	66.2	57.2	51.0	43.0	5.2

表 3.2-12 海域噪声监测结果（3/3）

H8	海域测点 8 117°32′15.05″E 23°50′10.53″N	8 月 4 日昼间	50.4	65.2	50.6	49.0	48.4	1.9
		8 月 4 日夜间	50.7	59.3	53.6	47.2	44.2	4.0
		8 月 5 日昼间	50.9	69.7	52.8	50.0	45.2	3.2
		8 月 5 日夜间	54.2	68.6	58.4	49.6	40.2	6.7
H9	海域测点 9 117°32′23.84″E 23°48′48.08″N	8 月 4 日昼间	51.8	62.5	54.0	50.4	49.6	1.9
		8 月 4 日夜间	50.1	59.7	53.2	47.8	46.6	2.7
		8 月 5 日昼间	52.0	76.8	53.4	49.0	44.4	3.7
		8 月 5 日夜间	48.7	63.3	52.2	46.0	42.4	3.9

表 3.2-13 厂区外陆域噪声监测结果

单位：dB（A）

编号	监测点位置	监测时间	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
1	青崎村 117°29′42.55″E 23°52′3.6″N	8 月 4 日昼间	50.8	63.0	54.0	47.8	41.2	5.1
		8 月 4 日夜间	41.4	58.2	43.0	40.4	33.2	3.8
		8 月 5 日昼间	55.0	64.2	58.4	54.2	42.0	5.8
		8 月 5 日夜间	47.8	61.7	51.0	46.4	40.2	4.0
2	网格点 1 117°29′43.84″E 23°52′9.13″N	8 月 4 日昼间	59.3	74.1	62.8	56.4	52.4	4.0
		8 月 4 日夜间	41.6	57.0	43.4	41.0	39.2	1.8
		8 月 5 日昼间	52.5	63.8	55.6	51.6	43.4	4.4
		8 月 5 日夜间	48.0	60.1	51.0	46.6	42.0	3.5
3	网格点 2 117°28′12.36"E 23°51′48.26"N	8 月 4 日昼间	59.0	72.7	61.4	58.4	53.8	2.8
		8 月 4 日夜间	40.4	56.3	42.4	39.2	37.4	2.4
		8 月 5 日昼间	52.1	66.6	56.0	48.6	42.8	5.0
		8 月 5 日夜间	48.1	59.8	51.8	45.8	39.6	4.4
4	径头村 117°29′31.76"E 23°51′39.96"N	8 月 4 日昼间	49.3	66.9	51.4	47.6	45.6	2.5
		8 月 4 日夜间	41.3	51.4	43.0	40.8	38.0	2.0
		8 月 5 日昼间	52.2	68.3	56.6	47.2	42.2	5.4
		8 月 5 日夜间	46.8	60.2	51.0	44.0	40.8	3.7
5	大坂村 117°45′10.39"E 24°44′5.51"N	8 月 4 日昼间	53.0	65.1	55.8	51.4	48.0	3.1
		8 月 4 日夜间	40.6	54.8	42.8	39.4	36.6	2.5
		8 月 5 日昼间	53.4	67.2	56.4	52.0	46.6	3.8
		8 月 5 日夜间	47.6	58.7	51.4	45.4	41.2	3.8
6	网格点 3 117°28′48.57"E 23°51′1.81"N	8 月 4 日昼间	50.6	66.9	54.4	47.0	42.2	4.5
		8 月 4 日夜间	41.2	54.9	42.6	40.8	39.4	1.3
		8 月 5 日昼间	53.3	65.8	57.0	50.8	43.8	4.9
		8 月 5 日夜间	48.3	62.2	52.6	44.6	40.8	4.7
7	网格点 4 117°29′18.47"E 23°51′29.88"N	8 月 4 日昼间	49.6	66.7	50.8	46.4	44.6	3.1
		8 月 4 日夜间	41.6	51.2	43.0	41.4	39.8	1.3
		8 月 5 日昼间	53.7	67.1	57.2	51.8	44.4	4.8
		8 月 5 日夜间	44.3	61.0	44.8	43.0	41.6	1.9
8	梅山幼儿园 117°28′49.98"E	8 月 4 日昼间	45.8	63.3	48.0	43.8	41.8	2.7
		8 月 4 日夜间	43.0	53.2	44.6	42.4	41.6	1.3

	23°50′51.5"N	8 月 5 日昼间	51.8	70.5	53.8	49.6	47.0	2.9
		8 月 5 日夜间	48.0	58.4	51.4	46.0	41.4	3.6
9	梅山小学 117°28′48.77″E 23°50′49.52″N	8 月 4 日昼间	55.1	69.6	57.0	53.6	51.2	2.5
		8 月 4 日夜间	43.2	54.5	44.8	42.4	41.2	1.5
		8 月 5 日昼间	50.7	67.1	53.0	48.4	46.0	3.0
		8 月 5 日夜间	47.6	56.2	50.6	46.2	44.4	2.3
10	油车村 117°28′53.73″E 23°51′9.6″N	8 月 4 日昼间	54.0	69.1	55.4	52.6	50.8	2.2
		8 月 4 日夜间	42.0	52.5	43.6	41.4	40.6	1.5
		8 月 5 日昼间	48.8	65.9	51.2	47.2	44.0	3.0
		8 月 5 日夜间	47.4	57.8	50.8	45.4	42.6	3.1
11	后安村 117°29′9.54"E 23°50′59.51"N	8 月 4 日昼间	49.7	64.8	52.2	48.6	46.0	2.4
		8 月 4 日夜间	41.8	54.2	43.8	40.6	39.0	2.1
		8 月 5 日昼间	50.6	61.9	53.4	49.2	45.8	3.0
		8 月 5 日夜间	47.8	62.2	50.6	46.2	44.0	2.6
12	后岱村 117°28′51.97"E 23°50′56.21"N	8 月 4 日昼间	46.9	56.5	49.0	46.4	43.6	2.1
		8 月 4 日夜间	41.7	52.7	43.0	41.2	40.4	1.2
		8 月 5 日昼间	51.6	65.9	54.6	50.2	45.8	3.3
		8 月 5 日夜间	43.8	62.0	46.6	42.4	35.0	4.9
13	宅兜村 117°29′14.9"E 23°50′50.32"N	8 月 4 日昼间	50.1	68.3	52.6	47.4	44.2	3.5
		8 月 4 日夜间	42.8	54.3	44.6	42.0	40.8	1.5
		8 月 5 日昼间	49.7	61.6	52.4	48.6	45.2	2.9
		8 月 5 日夜间	45.7	62.8	49.0	44.0	38.4	3.7
14	人家村 117°29′6.26"E 23°50′37.41"N	8 月 4 日昼间	51.7	67.2	54.4	48.2	44.8	4.0
		8 月 4 日夜间	41.6	51.6	43.0	41.2	39.0	1.7
		8 月 5 日昼间	53.5	64.9	57.4	50.4	44.8	4.6
		8 月 5 日夜间	48.1	59.4	50.8	46.8	43.4	2.9
15	人家口港口 117°29′26.36"E 23°50′31.85"N	8 月 4 日昼间	50.5	66.0	53.0	49.4	46.8	2.4
		8 月 4 日夜间	42.8	51.7	44.0	42.4	40.2	1.8
		8 月 5 日昼间	53.1	65.6	56.6	50.8	45.8	4.1
		8 月 5 日夜间	44.8	60.7	48.0	43.4	37.8	3.8
16	网格点 5 117°28′30.81"E 23°50′24.24"N	8 月 4 日昼间	48.8	64.7	52.4	42.8	35.6	6.4
		8 月 4 日夜间	45.2	54.4	47.4	44.4	41.8	2.0
		8 月 5 日昼间	48.2	64.7	51.6	46.0	41.8	3.7

		8 月 5 日夜间	46.5	62.0	50.4	41.6	37.4	5.0
17	网格点 6 117°28′34.92″E 23°50′29.52″N	8 月 4 日昼间	51.4	67.1	55.2	49.2	39.4	5.8
		8 月 4 日夜间	45.5	58.3	48.4	44.4	42.6	2.1
		8 月 5 日昼间	45.2	65.7	46.0	42.8	41.4	2.6
		8 月 5 日夜间	46.4	56.2	49.4	44.6	43.2	2.4
18	南山村 117°28′43.77″E 23°50′28.19″N	8 月 4 日昼间	50.6	69.4	54.2	45.0	37.0	6.7
		8 月 4 日夜间	44.8	63.4	46.4	44.0	39.0	2.8
		8 月 5 日昼间	47.2	63.7	50.2	45.4	42.2	3.1
		8 月 5 日夜间	46.3	56.0	49.4	44.6	41.2	3.0
19	网格点 7 117°28′14.19"E 23°50′56.35"N	8 月 4 日昼间	51.2	65.0	55.0	47.8	39.8	5.7
		8 月 4 日夜间	39.7	58.8	41.2	39.4	37.0	1.8
		8 月 5 日昼间	48.5	64.5	51.2	46.8	44.2	2.7
		8 月 5 日夜间	46.6	59.6	49.4	45.0	43.0	2.5
20	灵鹫寺 117°28′11.75"E 23°49′57.83"N	8 月 4 日昼间	52.5	65.1	30.6	50.8	43.4	5.2
		8 月 4 日夜间	41.6	51.6	43.0	41.2	39.0	1.7
		8 月 5 日昼间	51.4	69.3	54.8	48.4	44.0	4.1
		8 月 5 日夜间	51.6	67.6	55.4	47.4	42.6	4.9
21	网格点 8 117°28′34.97"E 23°51′0.43"N	8 月 4 日昼间	47.2	65.2	49.6	45.8	43.0	2.7
		8 月 4 日夜间	42.8	51.7	44.0	42.4	40.2	1.8
		8 月 5 日昼间	47.9	68.2	50.2	45.4	43.2	3.0
		8 月 5 日夜间	43.6	62.3	46.6	43.0	33.8	5.4
22	山内村 117°27′22.16"E 23°49′35.75"N	8 月 4 日昼间	47.4	64.8	49.8	45.8	43.8	2.4
		8 月 4 日夜间	45.2	54.4	47.4	44.4	41.8	2.0
		8 月 5 日昼间	49.5	66.4	53.0	47.4	43.6	3.6
		8 月 5 日夜间	48.5	61.5	52.0	46.6	41.0	4.0
23	林坪村 117°27′18.55"E 23°49′23.43"N	8 月 4 日昼间	50.9	65.7	53.6	48.0	44.6	3.7
		8 月 4 日夜间	45.5	58.3	48.4	44.4	42.6	2.1
		8 月 5 日昼间	49.0	62.3	52.6	46.6	43.2	3.5
		8 月 5 日夜间	50.0	62.5	52.8	48.6	45.6	2.7
24	列屿中学 117°27′27.41"E 23°49′35.87"N	8 月 4 日昼间	51.2	71.0	53.4	49.4	46.2	3.0
		8 月 4 日夜间	44.8	63.4	46.4	44.0	39.0	2.8
		8 月 5 日昼间	51.0	64.8	54.2	49.2	43.0	4.4
		8 月 5 日夜间	48.3	63.3	51.6	46.6	40.0	4.3

25	紫阳小学 117°27′29.57″E 23°49′33.43″N	8 月 4 日昼间	51.1	65.9	53.4	48.0	46.0	3.4
		8 月 4 日夜间	39.7	58.8	41.2	39.4	37.0	1.8
		8 月 5 日昼间	48.0	67.4	48.6	46.0	44.8	2.3
		8 月 5 日夜间	44.3	63.7	47.2	42.4	38.8	3.2
26	顶城村 117°27′30.56″E 23°49′28.66″N	8 月 4 日昼间	50.9	65.1	54.2	47.8	41.0	5.2
		8 月 4 日夜间	49.3	59.4	53.0	47.0	41.0	4.3
		8 月 5 日昼间	49.3	66.2	52.6	46.8	42.0	4.1
		8 月 5 日夜间	47.4	56.0	50.2	46.0	44.2	2.3
27	城外村 117°27′44.55″E 23°49′17.88″N	8 月 6 日昼间	47.0	65.1	49.2	45.4	43.4	2.5
		8 月 6 日夜间	41.2	59.6	42.6	39.6	38.6	2.1
		8 月 7 日昼间	53.0	70.3	57.6	49.2	47.4	3.9
		8 月 7 日夜间	47.5	56.0	48.6	47.2	46.4	0.8
28	列屿卫生院 117°27′42.16″E 23°49′30.1″N	8 月 6 日昼间	53.3	68.4	55.2	52.2	50.8	1.9
		8 月 6 日夜间	41.7	58.7	43.4	40.0	38.4	2.4
		8 月 7 日昼间	54.1	67.8	58.2	50.0	47.8	4.0
		8 月 7 日夜间	44.6	62.4	48.2	40.6	38.6	3.8
29	城内村列屿养老院 117°27′53.52″E 23°49′31.8″N	8 月 6 日昼间	52.9	68.7	54.2	51.4	50.6	1.9
		8 月 6 日夜间	44.2	59.1	45.4	40.0	38.0	3.7
		8 月 7 日昼间	50.7	64.3	53.2	49.2	46.4	2.8
		8 月 7 日夜间	44.1	58.0	46.8	41.2	30.0	3.4
30	宅坂村 117°27′48.81″E 23°49′39.86″N	8 月 6 日昼间	52.0	69.2	54.4	48.4	46.4	3.5
		8 月 6 日夜间	44.3	59.5	45.2	43.2	41.8	2.0
		8 月 7 日昼间	52.4	63.1	55.6	51.0	46.2	3.6
		8 月 7 日夜间	41.3	57.0	43.2	40.6	38.8	1.7
31	城内村 117°27′52.4″E 23°49′30.98″N	8 月 6 日昼间	50.6	65.7	53.0	47.4	46.2	3.1
		8 月 6 日夜间	41.7	53.0	43.6	41.4	38.8	1.7
		8 月 7 日昼间	52.3	63.2	56.0	49.8	45.8	3.8
		8 月 7 日夜间	40.5	53.4	41.8	40.2	38.8	1.2
32	碎石厂 117°28′41.15″E 23°49′39.4″N	8 月 6 日昼间	48.7	63.4	50.0	48.0	46.8	1.9
		8 月 6 日夜间	42.4	56.4	45.8	40.4	37.6	3.1
		8 月 7 日昼间	51.0	65.1	54.2	49.2	44.8	3.5
		8 月 7 日夜间	41.0	55.4	42.6	40.0	38.8	1.7
33	山前村	8 月 6 日昼间	44.4	63.0	46.2	43.2	40.6	2.3

	117°27′33.89″E 23°49′1.4″N	8 月 6 日夜间	42.7	56.9	45.6	40.6	38.2	3.0
		8 月 7 日昼间	52.3	66.9	56.2	49.4	47.4	3.3
		8 月 7 日夜间	46.4	59.3	47.2	46.0	45.4	0.8
34	山前幼儿园 117°27′41.22″E 23°49′6.69″N	8 月 6 日昼间	50.5	71.4	52.4	48.0	45.2	3.1
		8 月 6 日夜间	43.6	57.5	45.0	40.6	38.4	3.3
		8 月 7 日昼间	53.6	69.7	57.6	49.4	47.6	3.9
		8 月 7 日夜间	42.9	58.9	44.6	41.6	38.8	2.4
35	柳畔村 117°27′29.41″E 23°48′8.73″N	8 月 6 日昼间	48.4	63.0	51.2	46.8	44.2	2.7
		8 月 6 日夜间	41.2	57.0	42.4	39.2	37.8	2.5
		8 月 7 日昼间	50.9	65.9	53.8	49.2	46.0	3.0
		8 月 7 日夜间	43.9	61.1	46.4	41.2	38.4	3.3
36	中江村中江小学 117°27′32.64″E 23°48′5.7″N	8 月 6 日昼间	54.4	68.6	57.8	48.6	43.2	5.7
		8 月 6 日夜间	39.6	53.0	41.4	39.0	37.8	1.4
		8 月 7 日昼间	52.3	68.7	55.4	50.6	47.2	3.1
		8 月 7 日夜间	42.7	57.6	45.4	40.4	38.0	3.0
37	后江村 117°27′42.26″E 23°48′5.84″N	8 月 6 日昼间	50.5	68.7	53.4	47.8	43.8	3.8
		8 月 6 日夜间	43.8	54.4	45.2	42.6	41.8	1.8
		8 月 7 日昼间	49.8	62.5	52.8	48.2	45.2	2.9
		8 月 7 日夜间	41.2	57.8	43.2	39.8	37.6	2.4
38	山前国家一级鱼港 117°26′46.64″E 23°42′28.98″N	8 月 6 日昼间	52.3	65.8	55.2	50.4	46.4	3.4
		8 月 6 日夜间	44.2	60.3	45.8	43.6	39.8	2.5
		8 月 7 日昼间	50.0	61.0	53.2	48.4	44.8	3.2
		8 月 7 日夜间	42.2	56.0	44.0	41.8	39.8	1.6
J1	交通噪声测点 1 117°29′8.52"E 23°50′28.35"N	8 月 4 日昼间	54.8	73.8	55.6	53.2	51.2	2.3
		8 月 4 日夜间	50.1	66.6	53.6	47.0	41.8	4.6
		8 月 5 日昼间	54.5	67.4	55.2	54.4	53.8	0.7
		8 月 5 日夜间	48.6	64.2	51.0	47.6	44.6	2.4
J2	交通噪声测点 2 117°28′52.36"E 23°49′37.65"N	8 月 4 日昼间	51.8	70.5	53.2	47.8	45.8	3.7
		8 月 4 日夜间	49.6	59.1	51.0	48.8	48.4	1.3
		8 月 5 日昼间	53.7	70.2	54.8	53.0	49.6	2.3
		8 月 5 日夜间	53.3	59.7	53.8	53.2	52.8	0.4

表 3.2-14 D1 定点噪声监测结果

单位：dB（A）

监测点位置	监测时间（2020 年 8 月 9-10 日）	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
D1 厂址西边界 117°28′56.29"E 23°50′24.29"N	19:00～20:00	52.1	68.7	52.8	51.8	51.2	0.8
	20:00～21:00	52.3	78.6	53.0	52.0	50.0	2.7
	21:00～22:00	43.2	63.4	44.2	42.4	41.4	1.5
	22:00～23:00	42.5	65.3	43.0	41.8	41.0	1.4
	23:00～00:00	41.7	58.2	42.4	41.4	40.6	0.8
	00:00～01:00	42.0	54.8	43.2	41.6	40.8	1.0
	01:00～02:00	41.9	57.4	42.4	41.6	40.8	1.0
	02:00～03:00	41.8	55.7	42.2	41.6	40.8	0.9
	03:00～04:00	41.7	60.5	42.2	41.6	40.8	0.7
	04:00～05:00	42.1	53.3	42.4	41.6	40.8	1.3
	05:00～06:00	41.8	57.3	42.4	41.6	40.8	0.8
	06:00～07:00	42.2	70.1	42.6	41.8	41.0	0.9
	07:00～08:00	43.2	68.6	44.0	42.6	41.6	1.2
	08:00～09:00	44.6	68.7	44.6	43.2	42.2	1.7
	09:00～10:00	45.3	72.9	46.2	43.6	42.4	2.4
	10:00～11:00	46.0	66.8	47.	45.2	43.4	1.9
	11:00～12:00	46.1	64.5	47.4	44.6	42.8	2.2
	12:00～13:00	47.6	83.5	46.8	43.4	42.2	2.4
	13:00～14:00	42.5	66.5	43.4	42.0	41.2	1.1
	14:00～15:00	47.5	82.5	45.6	43.0	42.2	2.1
	15:00～16:00	51.1	75.4	55.8	47.4	42.8	4.8
	16:00～17:00	59.3	84.4	65.2	47.6	43.6	7.7
	17:00～18:00	46.8	73.7	49.0	44.4	42.6	2.7
	18:00～19:00	42.9	65.7	44.0	42.0	41.0	1.5
	L_d	47.0					
	L_n	41.9					
	L_{nd}	45.3					

表 3.2-15 D2 定点噪声监测结果

单位：dB（A）

监测点位置	监测时间(2020 年 8 月 9-10 日)	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
D2 人家村 117°28′59.91"E 23°50′38.86"N	16:43～17:43	43.0	69.1	43.6	40.2	38.4	2.5
	17:43～18:43	40.9	64.7	42.4	40.0	38.4	1.8
	18:43～19:43	40.4	54.6	42.2	40.2	37.6	1.7
	19:43～20:43	38.2	64.5	38.8	37.2	36.2	1.4
	20:43～21:43	36.2	48.2	37.4	35.8	34.6	1.2
	21:43～22:43	36.4	61.3	36.8	34.8	34.0	1.8
	22:43～23:43	34.8	47.6	35.8	34.4	33.4	1.2
	23:43～00:43	35.0	49.2	36.0	34.2	33.2	1.5
	00:43～01:43	35.2	52.3	36.2	34.4	33.6	1.4
	01:43～02:43	34.9	52.0	35.6	34.6	33.6	1.0
	02:43～03:43	35.6	50.5	36.2	34.2	33.4	1.9
	03:43～04:43	34.4	43.6	35.2	34.2	33.6	0.8
	05:43～06:43	35.5	61.8	36.0	34.4	33.4	1.6
	06:43～07:43	37.7	64.3	38.8	36.0	34.2	2.2
	07:43～08:43	40.3	71.4	41.4	38.8	36.2	2.3
	08:43～09:43	42.7	60.5	45.6	41.0	38.2	2.9
	09:43～10:43	43.8	56.9	46.2	42.8	39.0	2.8
	10:43～11:43	41.2	59.1	43.8	39.2	36.8	2.8
	11:43～12:43	39.9	69.2	43.8	36.2	34.8	3.2
	12:43～13:43	37.7	64.1	39.0	35.6	34.4	2.4
	13:43～14:43	43.3	74.9	43.6	38.4	36.2	3.1
	14:43～15:43	56.4	68.1	61.0	52.4	40.8	6.5
	15:43～16:43	45.7	77.0	47.4	42.4	39.0	3.3
	16:43～17:43	45.0	69.0	47.6	38.6	34.4	5.4
	L_d	42.0					
	L_n	35.2					
	L_{nd}	39.8					

表 3.2-16 D3 定点噪声监测结果

单位：dB（A）

监测点位置	监测时间(2020 年 8 月 9-10 日)	L_{eq}	L_{max}	L_{10}	L_{50}	L_{90}	SD
D3 城内村 117°27′53.28″E 23°49′28.46″N	16:48～17:48	44.4	71.1	44.8	41.2	39.6	2.7
	17:48～18:48	42.0	64.9	43.4	41.0	39.4	1.8
	18:48～19:48	41.1	58.9	43.2	40.8	38.0	1.9
	19:48～20:48	38.9	66.4	39.4	37.8	37.0	1.4
	20:48～21:48	37.0	49.2	38.2	36.6	35.6	1.2
	21:48～22:48	37.2	61.7	37.6	35.8	34.8	1.7
	22:48～23:48	35.9	47.6	36.8	35.4	34.6	1.2
	23:48～00:48	35.7	50.6	36.6	35.0	34.2	1.3
	00:48～01:48	36.0	52.9	36.6	35.4	34.6	1.3
	01:48～02:48	35.9	53.2	36.6	35.6	34.8	1.0
	02:48～03:48	36.2	49.8	36.6	35.2	34.4	1.7
	03:48～04:48	35.5	44.6	36.2	35.2	34.6	0.7
	04:48～05:48	35.4	50.2	36.0	35.0	34.4	1.0
	05:48～06:48	36.5	61.9	37.2	35.6	34.6	1.5
	06:48～07:48	39.9	72.7	40.2	37.6	35.8	2.2
	07:48～08:48	41.5	66.9	43.0	40.4	37.4	2.4
	08:48～09:48	44.5	58.3	47.6	42.8	39.8	3.0
	09:48～10:48	45.5	58.6	48.4	44.0	39.8	3.2
	10:48～11:48	42.1	59.6	44.8	40.0	37.6	2.9
	11:48～12:48	40.6	68.5	44.8	36.8	35.6	3.4
	12:48～13:48	42.3	76.6	40.0	36.8	35.4	2.6
	13:48～14:48	44.4	73.5	47.0	40.2	37.6	3.9
	14:48～15:48	58.1	69.0	62.4	54.6	40.8	7.1
	15:48～16:48	48.3	78.7	51.0	44.8	41.2	3.7
	L_d	42.9					
	L_n	35.9					
	L_{nd}	40.6					

表 3.2-17 厂址附近海域表层海水水质调查结果

序号	项目名称	2012 年 11 月	2013 年 2 月	2013 年 4 月	2013 年 8 月（小潮期）	2013 年 8 月（大潮期）
1	水温	20.3℃～22.2℃	15.0～21.4℃	20.0～27.3℃	27.6～29.6℃	27.6～29.9℃
2	盐度	24.7～28.2	23.3～29.0	21.0～32.7	15.3～33.0	14.9～23.7
3	pH	7.86～8.03	7.80～8.05	7.98～8.29	7.90～8.19	7.93～8.15
4	溶解氧	6.76mg/L～9.13mg/L	7.42mg/L～8.27mg/L	6.04mg/L～7.23mg/L	6.19mg/L～7.63mg/L	6.12mg/L～7.02mg/L
5	水色	15~17 号	7~16 号	5~9 号	6~10 号	6~10 号
6	透明度	1.0m～1.5m	0.3m～1.5m	0.4m～2.0m	0.3m～2.0m	0.5m～2.0m
7	总悬浮物	11.8mg/L～67.3mg/L	6.2mg/L～68.6mg/L	13.6mg/L～46.6mg/L	19.0mg/L～52.5mg/L	33.8mg/L～61.2mg/L
8	化学需氧量	0.18mg/L～2.98mg/L	0.58mg/L～2.37mg/L	0.08mg/L～3.94mg/L	0.46mg/L～3.34mg/L	0.31mg/L～3.18mg/L
9	石油类	2.3μg /L～15.0μg /L	1.6μg /L～20.1μg /L	5.6μg /L～20.3μg /L	9.7μg /L～36.5μg /L	4.6μg /L～39.3μg /L
10	活性磷酸盐	0.028mg/L～0.045mg/L	0.002mg/L～0.043mg/L	0.002mg/L～0.050mg/L	0.001mg/L～0.049mg/L	0.001mg/L～0.017mg/L
11	无机氮	0.123mg/L～0.280mg/L	0.033mg/L～0.337mg/L	0.137mg/L～0.923mg/L	0.059mg/L～0.887mg/L	0.036mg/L～0.635mg/L
12	汞	0.008μg/L～0.023μg/L	<0.007μg/L～0.017μg/L	<0.007μg/L～0.033μg/L	0.011μg/L～0.033μg/L	0.019μg/L～0.034μg/L
13	铜	0.84μg/L～6.14μg/L	0.86μg/L～8.25μg/L	0.50μg/L～10.86μg/L	0.77μg/L～15.85μg/L	0.21μg/L～7.47μg/L
14	锌	2.54μg/L～25.47μg/L	4.40μg/L～20.30μg/L	2.02μg/L～17.86μg/L	2.04μg/L～17.23μg/L	1.35μg/L～8.86μg/L
15	铅	0.04μg/L～3.42μg/L	0.03μg/L～3.85μg/L	0.06μg/L～5.72μg/L	0.03μg/L～2.36μg/L	0.05μg/L～2.24μg/L
16	镉	0.01μg/L～0.31μg/L	0.01μg/L～0.50μg/L	＜0.01μg/L～0.57μg/L	0.02μg/L～0.14μg/L	0.02μg/L～0.34μg/L
17	铬	未检出	未检出	未检出	<0.4μg/L～0.94μg/L	<0.4μg/L～0.58μg/L
18	砷	0.50μg/L～0.93μg/L	0.51μg/L～0.69μg/L	0.54μg/L～0.85μg/L	0.50μg/L～1.39μg/L	0.56μg/L～1.13μg/L
19	银	未检出	未检出	<0.02mg/L～0.079mg/L	未检出	未检出
20	锰	<0.010～0.028mg/L	<0.010mg/L～0.035mg/L	<0.010mg/L～0.028mg/L	0.010mg/L～0.043mg/L	0.010mg/L～0.043mg/L
21	硼	3.08mg/L～3.47mg/L	3.03mg/L～3.44mg/L	2.49mg/L～3.30mg/L	2.55mg/L～4.58mg/L	2.90mg/L～4.30mg/L
22	硫化物	—	未检出	0.164μg /L～3.110μg/L	未检出	未检出
23	挥发酚	—	<1.1μg/L～3.37μg/L	2 个测站为 2.03μg/L 和 2.18μg/L，其余未检出	2 个测站为 2.77μg/L 和 4.05μg/L，其余未检出	<1.1μg/L～3.30μg/L
24	游离氯和总氯	—	未检出	未检出	未检出	未检出
25	氰化物	—	未检出	未检出	未检出	未检出
26	阴离子表面活性剂	—	0.360mg/L～1.290mg/L	0.265mg/L～0.962mg/L	0.098mg/L～0.456mg/L	0.143mg/L～0.428mg/L

注：“—”表示未调查项。

表 3.2-18 监测仪器一览表

仪器名称	低频电磁场/电磁辐射分析仪	射频电磁场/电磁辐射分析仪
型号	LF-04&SEM-600	RF-06&SEM-600
频率响应	1Hz-400kHz	100kHz-6GHz
分辨率	1mV/m，0.1nT	0.01V/m
测量灵敏度/准确度	5mV/m，1nT	/
计量标定标号	XDdj2019-3733	XDdj2019-3849
有效期	2020 年 08 月 19 日	2020 年 08 月 29 日

表 3.2-19 监测期间气象条件

采样日期	风速(m/s)	风向	温度(℃)	湿度(%RH)	天气
7 月 27 日	1.6	西南风	31.1	64.5	阴
7 月 28 日	1.8	南风	32.5	65.2	阴
7 月 29 日	2.0	东风	31.5	66.0	多云
7 月 30 日	1.4	东南风	31.7	68.6	多云
7 月 31 日	1.8	西风	32.3	72.4	多云
8 月 01 日	1.6	西北风	31.9	65.5	多云
8 月 02 日	1.4	东南风	33.1	63.0	多云

表 3.2-20 厂区电磁辐射监测点设置情况

编号	监测点名称	编号	监测点名称	编号	监测点名称
1	厂界东	5	厂界北	9	办公楼
2	厂界南	6	1、2 号机组中心	10	搅拌站
3	厂界西 1	7	3、4 号机组中心	11	碎石厂
4	厂界西 2	8	5、6 号机组中心	12	大件码头

表 3.2-21 厂区内开关站监测点设置

开关站名称	监测点设置	编号
拟建 500kV 出线开关站	东、南、西、北围墙外 5m 处监测工频电场、工频磁场强度和射频电场强度。	13~16
拟建 220kV 开关站		17~20
35kV 施工进线开关站		21~24

表 3.2-22 厂区内主变压器监测点编号一览表

监测点名称	拟建漳州 1#主变压器	拟建漳州 2#主变压器	拟建漳州 3#主变压器	拟建漳州 4#主变压器	拟建漳州 5#主变压器	拟建漳州 6#主变压器	施工 35kV 主变压器	拟建漳州 1#2#220kV 辅助变压器	拟建漳州 3#4#220kV 辅助变压器	拟建漳州 5#6#220kV 辅助变压器
监测点编号	A1~A11	B1~B11	C1~C11	D1~D11	E1~E11	F1~F11	G1~G11	H1~H11	I1~I11	J1~J11

表 3.2-23 厂区内输电线路监测点设置情况

输电线路名称	编号
拟建 500kV 出线输电线路	P1-1~P1-28
拟建 220kV 输电线路	P2-1~P2-28
35kV 施工进线输电线路	P3-1~P3-28

表 3.2-24 厂区外监测点设置情况

编号	名称	编号	名称	编号	名称
25	人家村	39	林坪村	53	梅山小学附属幼儿园
26	宅兜村	40	大坂村	54	云霄县佳贝乐幼儿园
27	后安村	41	后江村	55	云霄县向日葵幼儿园
28	南山村	42	柳畔村	56	云霄县起航幼儿园
29	油车村	43	列屿卫生院	57	列屿镇卫生院（通讯基站）
30	后岱（埭）村	44	列屿养老院	58	列屿镇镇区（通讯基站）
31	宅坂村	45	灵鹫寺	59	山前村（山下）（通讯基站）
32	城外村	46	云霄列屿中学	60	山前村（山上）（通讯基站）
33	城内村	47	云霄县陈岱中江小学	61	后江村（通讯基站）
34	顶城村	48	云霄县列屿紫阳小学	62	青泾村（通讯基站）
35	山内村	49	云霄县列屿梅山小学	63	青泾风电（通讯基站）
36	径头村	50	云霄县列屿大坂小学	64	列屿 110kV 变电站
37	青崎村	51	云霄县列屿白衣小学	65	半山村（通讯基站）
38	山前村	52	云霄县列屿青崎小学	66	核电站西侧（通讯基站）

表 3.2-25 核电厂厂区工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

测点编号	测点名称	检测时间	经纬度	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）	射频综合场强（W/m^2）
1	厂界东	8 月 1 日上午	E：117.496136 N：23.825914	0.06	0.0083	0.0005
2	厂界南	8 月 1 日上午	E：117.490321 N：23.826566	0.08	0.0077	0.0004
3	厂界西 1	8 月 1 日上午	E：117.487892 N：23.829612	0.08	0.0107	0.0006
4	厂界西 2	8 月 1 日上午	E：117.481440 N：23.839403	0.08	0.0066	0.0010
5	厂界北	8 月 1 日上午	E：117.491106 N：23.834918	0.06	0.0068	0.0006
6	1、2 号机组中心	8 月 1 日上午	E：117.494432 N：23.828938	0.08	0.0079	0.0011
7	3、4 号机组中心	8 月 1 日上午	E：117.492115 N：23.833027	0.06	0.0092	0.0009
8	5、6 号机组中心	8 月 1 日上午	E：117.485953 N：23.837593	0.08	0.0074	0.0011
9	办公楼	8 月 1 日上午	E：117.488913 N：23.837024	0.08	0.0080	0.0005
10	搅拌站	8 月 1 日上午	E：117.484102 N：23.828260	0.06	0.0105	0.0004
11	碎石厂	8 月 1 日上午	E：117.478806 N：23.826970	0.08	0.0074	0.0006
12	大件码头	8 月 1 日上午	E：117.498607 N：23.829955	0.06	0.0054	0.0006

表 3.2-26 核电厂厂区内开关站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

测点编号	测点名称	检测时间	经纬度	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）	射频综合场强（W/m^2）
13	拟建 500KV 出线开关站东围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488627 N：23.831351	0.08	0.0107	0.0007
14	拟建 500KV 出线开关站南围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488562 N：23.831417	0.08	0.0095	0.0006
15	拟建 500KV 出线开关站西围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488780 N：23.831602	0.08	0.0060	0.0008
16	拟建 500KV 出线开关站北围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488833 N：23.831408	0.06	0.0074	0.0004
17	拟建 220KV 开关站东围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488134 N：23.831408	0.06	0.0084	0.0005
18	拟建 220KV 开关站南围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.488368 N：23.830804	0.08	0.0048	0.0007
19	拟建 220KV 开关站西围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.487907 N：23.830698	0.09	0.0076	0.0009
20	拟建 220KV 开关站北围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.487278 N：23.831332	0.06	0.0094	0.0008
21	35KV 施工进线开关站东围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.484096 N：23.830883	19.88	0.0389	0.0019
22	35KV 施工进线开关站南围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.484093 N：23.830865	23.38	0.0350	0.0019
23	35KV 施工进线开关站西围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.484069 N：23.830868	25.79	0.0479	0.0015
24	35KV 施工进线开关站北围墙外 5m	8 月 1 日下午	E：117.483945 N：23.831068	18.23	0.0627	0.0015

表 3.2-27 核电厂主变压器及辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果

测点编号	测点名称	检测时间	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）
	拟建 1#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.492718，N：23.827762）			
A1	拟建 1#主变压器-0m	7 月 27 日上午	0.06	0.0072
A2	拟建 1#主变压器-5m	7 月 27 日上午	0.07	0.0071
A3	拟建 1#主变压器-10m	7 月 27 日上午	0.06	0.0072
A4	拟建 1#主变压器-15m	7 月 27 日上午	0.07	0.0079
A5	拟建 1#主变压器-20m	7 月 27 日上午	0.08	0.0085
A6	拟建 1#主变压器-25m	7 月 27 日上午	0.08	0.0105
A7	拟建 1#主变压器-30m	7 月 27 日上午	0.07	0.0089
A8	拟建 1#主变压器-35m	7 月 27 日上午	0.08	0.0108
A9	拟建 1#主变压器-40m	7 月 27 日上午	0.06	0.0083
A10	拟建 1#主变压器-45m	7 月 27 日上午	0.09	0.0089
A11	拟建 1#主变压器-50m	7 月 27 日上午	0.08	0.0074
	拟建 2#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.492605，N：23.830746）			
B1	拟建 2#主变压器-0m	7 月 27 日上午	0.06	0.0069
B2	拟建 2#主变压器-5m	7 月 27 日上午	0.07	0.0091
B3	拟建 2#主变压器-10m	7 月 27 日上午	0.08	0.0104
B4	拟建 2#主变压器-15m	7 月 27 日上午	0.09	0.0075
B5	拟建 2#主变压器-20m	7 月 27 日上午	0.08	0.0082
B6	拟建 2#主变压器-25m	7 月 27 日上午	0.07	0.0063
B7	拟建 2#主变压器-30m	7 月 27 日上午	0.06	0.0078
B8	拟建 2#主变压器-35m	7 月 27 日上午	0.08	0.0095
B9	拟建 2#主变压器-40m	7 月 27 日上午	0.06	0.0084
B10	拟建 2#主变压器-45m	7 月 27 日上午	0.07	0.0083
B11	拟建 2#主变压器-50m	7 月 27 日上午	0.08	0.0074
	拟建 3#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.491138，N：23.832212）			
C1	拟建 3#主变压器-0m	7 月 27 日下午	0.07	0.0062
C2	拟建 3#主变压器-5m	7 月 27 日下午	0.06	0.0073
C3	拟建 3#主变压器-10m	7 月 27 日下午	0.08	0.0071
C4	拟建 3#主变压器-15m	7 月 27 日下午	0.09	0.0061
C5	拟建 3#主变压器-20m	7 月 27 日下午	0.08	0.0070
C6	拟建 3#主变压器-25m	7 月 27 日下午	0.06	0.0088
C7	拟建 3#主变压器-30m	7 月 27 日下午	0.08	0.0070
C8	拟建 3#主变压器-35m	7 月 27 日下午	0.06	0.0076
C9	拟建 3#主变压器-40m	7 月 27 日下午	0.08	0.0084
C10	拟建 3#主变压器-45m	7 月 27 日下午	0.07	0.0075
C11	拟建 3#主变压器-50m	7 月 27 日下午	0.08	0.0094
	拟建 4#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.487455，N：23.834982）			
D1	拟建 4#主变压器-0m	7 月 27 日下午	0.06	0.0062
D2	拟建 4#主变压器-5m	7 月 27 日下午	0.08	0.0065
D3	拟建 4#主变压器-10m	7 月 27 日下午	0.06	0.0065
D4	拟建 4#主变压器-15m	7 月 27 日下午	0.08	0.0085
D5	拟建 4#主变压器-20m	7 月 27 日下午	0.06	0.0074
D6	拟建 4#主变压器-25m	7 月 27 日下午	0.06	0.0088
D7	拟建 4#主变压器-30m	7 月 27 日下午	0.08	0.0090

测点编号	测点名称	检测时间	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）
D8	拟建 4#主变压器-35m	7 月 27 日下午	0.08	0.0079
D9	拟建 4#主变压器-40m	7 月 27 日下午	0.06	0.0072
D10	拟建 4#主变压器-45m	7 月 27 日下午	0.07	0.0061
D11	拟建 4#主变压器-50m	7 月 27 日下午	0.06	0.0074
拟建 5#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.484131，N：23.836099）				
E1	拟建 5#主变压器-0m	7 月 28 日上午	0.09	0.0084
E2	拟建 5#主变压器-5m	7 月 28 日上午	0.09	0.0111
E3	拟建 5#主变压器-10m	7 月 28 日上午	0.07	0.0082
E4	拟建 5#主变压器-15m	7 月 28 日上午	0.06	0.0074
E5	拟建 5#主变压器-20m	7 月 28 日上午	0.08	0.0075
E6	拟建 5#主变压器-25m	7 月 28 日上午	0.06	0.0071
E7	拟建 5#主变压器-30m	7 月 28 日上午	0.08	0.0059
E8	拟建 5#主变压器-35m	7 月 28 日上午	0.07	0.0081
E9	拟建 5#主变压器-40m	7 月 28 日上午	0.07	0.0093
E10	拟建 5#主变压器-45m	7 月 28 日上午	0.08	0.0068
E11	拟建 5#主变压器-50m	7 月 28 日上午	0.07	0.0075
拟建 6#主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.482929，N：23.836904）				
F1	拟建 6#主变压器-0m	7 月 28 日上午	0.06	0.0084
F2	拟建 6#主变压器-5m	7 月 28 日上午	0.09	0.0122
F3	拟建 6#主变压器-10m	7 月 28 日上午	0.08	0.0110
F4	拟建 6#主变压器-15m	7 月 28 日上午	0.06	0.0083
F5	拟建 6#主变压器-20m	7 月 28 日上午	0.08	0.0071
F6	拟建 6#主变压器-25m	7 月 28 日上午	0.09	0.0104
F7	拟建 6#主变压器-30m	7 月 28 日上午	0.07	0.0089
F8	拟建 6#主变压器-35m	7 月 28 日上午	0.06	0.0065
F9	拟建 6#主变压器-40m	7 月 28 日上午	0.09	0.0073
F10	拟建 6#主变压器-45m	7 月 28 日上午	0.06	0.0081
F11	拟建 6#主变压器-50m	7 月 28 日上午	0.09	0.0105
施工 35kV 主变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.483942，N：23.830971）				
G1	施工 35kV 主变压器-0m	7 月 28 日上午	8.51	0.8614
G2	施工 35kV 主变压器-5m	7 月 28 日上午	6.68	0.7574
G3	施工 35kV 主变压器-10m	7 月 28 日上午	4.58	0.7143
G4	施工 35kV 主变压器-15m	7 月 28 日上午	2.23	0.4778
G5	施工 35kV 主变压器-20m	7 月 28 日上午	1.80	0.2981
G6	施工 35kV 主变压器-25m	7 月 28 日上午	0.98	0.1828
G7	施工 35kV 主变压器-30m	7 月 28 日上午	0.54	0.1313
G8	施工 35kV 主变压器-35m	7 月 28 日上午	0.46	0.1198
G9	施工 35kV 主变压器-40m	7 月 28 日上午	0.36	0.1175
G10	施工 35kV 主变压器-45m	7 月 28 日上午	0.24	0.1208
G11	施工 35kV 主变压器-50m	7 月 28 日上午	0.16	0.0933
拟建 1#2#220KV 辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.492139，N：23.830412）				
H1	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-0m	7 月 28 日下午	0.08	0.0073
H2	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-5m	7 月 28 日下午	0.07	0.0084
H3	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-10m	7 月 28 日下午	0.06	0.0081
H4	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-15m	7 月 28 日下午	0.08	0.0071
H5	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-20m	7 月 28 日下午	0.09	0.0052

测点编号	测点名称	检测时间	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）
H6	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-25m	7 月 28 日下午	0.08	0.0070
H7	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-30m	7 月 28 日下午	0.06	0.0088
H8	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-35m	7 月 28 日下午	0.08	0.0074
H9	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-40m	7 月 28 日下午	0.07	0.0074
H10	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-45m	7 月 28 日下午	0.06	0.0053
H11	拟建 1#2#220KV 辅助变压器-50m	7 月 28 日下午	0.08	0.0060
拟建 3#4#220KV 辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.489081，N：23.831235）				
I1	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-0m	7 月 28 日下午	0.06	0.0068
I2	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-5m	7 月 28 日下午	0.08	0.0067
I3	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-10m	7 月 28 日下午	0.07	0.0088
I4	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-15m	7 月 28 日下午	0.06	0.0073
I5	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-20m	7 月 28 日下午	0.08	0.0070
I6	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-25m	7 月 28 日下午	0.08	0.0072
I7	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-30m	7 月 28 日下午	0.07	0.0084
I8	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-35m	7 月 28 日下午	0.06	0.0074
I9	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-40m	7 月 28 日下午	0.07	0.0071
I10	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-45m	7 月 28 日下午	0.07	0.0065
I11	拟建 3#4#220KV 辅助变压器-50m	7 月 28 日下午	0.07	0.0071
拟建 5#6#220KV 辅助变压器工频电场/工频磁场强度监测结果（E：117.484613，N：23.835909）				
J1	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-0m	7 月 29 日上午	0.08	0.0092
J2	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-5m	7 月 29 日上午	0.08	0.0082
J3	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-10m	7 月 29 日上午	0.06	0.0072
J4	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-15m	7 月 29 日上午	0.07	0.0082
J5	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-20m	7 月 29 日上午	0.07	0.0073
J6	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-25m	7 月 29 日上午	0.08	0.0063
J7	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-30m	7 月 29 日上午	0.09	0.0072
J8	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-35m	7 月 29 日上午	0.06	0.0077
J9	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-40m	7 月 29 日上午	0.06	0.0087
J10	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-45m	7 月 29 日上午	0.08	0.0073
J11	拟建 5#6#220KV 辅助变压器-50m	7 月 29 日上午	0.06	0.0074

表 3.2-28 核电厂输电线路监测断面工频电场/工频磁场监测结果

测点编号	测点名称	检测时间	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）
拟建 500kV 出线输电线路（P1 监测断面）垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据（E：117.487544，N：23.833392）				
P1-1	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 0m	7 月 29 日上午	0.07	0.0066
P1-2	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 5m	7 月 29 日上午	0.08	0.0056
P1-3	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 10m	7 月 29 日上午	0.08	0.0072
P1-4	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 15m	7 月 29 日上午	0.08	0.0057
P1-5	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 20m	7 月 29 日上午	0.10	0.0089
P1-6	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 25m	7 月 29 日上午	0.08	0.0082
P1-7	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 30m	7 月 29 日上午	0.07	0.0084
P1-8	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 35m	7 月 29 日上午	0.08	0.0054
P1-9	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 40m	7 月 29 日上午	0.06	0.0044
P1-10	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 45m	7 月 29 日上午	0.09	0.0047
P1-11	拟建 500kV 出线输电线路垂直南向 50m	7 月 29 日上午	0.09	0.0061
P1-12	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 0m	7 月 29 日下午	0.07	0.0073
P1-13	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 5m	7 月 29 日下午	0.06	0.0100
P1-14	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 10m	7 月 29 日下午	0.06	0.0060
P1-15	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 15m	7 月 29 日下午	0.04	0.0074
P1-16	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 20m	7 月 29 日下午	0.06	0.0054
P1-17	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 25m	7 月 29 日下午	0.08	0.0048
P1-18	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 30m	7 月 29 日下午	0.07	0.0072
P1-19	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 35m	7 月 29 日下午	0.09	0.0076
P1-20	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 40m	7 月 29 日下午	0.08	0.0090
P1-21	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 45m	7 月 29 日下午	0.07	0.0074
P1-22	拟建 500kV 出线输电线路垂直北向 50m	7 月 29 日下午	0.06	0.0063
P1-23	拟建 500kV 出线输电线路平行南向 0m	7 月 29 日下午	0.06	0.0081
P1-24	拟建 500kV 出线输电线路平行南向 10m	7 月 29 日下午	0.05	0.0070
P1-25	拟建 500kV 出线输电线路平行南向 20m	7 月 29 日下午	0.05	0.0053
P1-26	拟建 500kV 出线输电线路平行北向 0m	7 月 29 日下午	0.05	0.0053
P1-27	拟建 500kV 出线输电线路平行北向 10m	7 月 29 日下午	0.08	0.0050
P1-28	拟建 500kV 出线输电线路平行北向 20m	7 月 29 日下午	0.05	0.0074
拟建 220kV 输电线路（P2 监测断面）垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据（E：117.488029，N：23.831166）				
P2-1	拟建 220kV 输电线路垂直南向 0m	7 月 30 日上午	0.07	0.0061
P2-2	拟建 220kV 输电线路垂直南向 5m	7 月 30 日上午	0.08	0.0069
P2-3	拟建 220kV 输电线路垂直南向 10m	7 月 30 日上午	0.09	0.0065
P2-4	拟建 220kV 输电线路垂直南向 15m	7 月 30 日上午	0.08	0.0068
P2-5	拟建 220kV 输电线路垂直南向 20m	7 月 30 日上午	0.09	0.0059
P2-6	拟建 220kV 输电线路垂直南向 25m	7 月 30 日上午	0.06	0.0071
P2-7	拟建 220kV 输电线路垂直南向 30m	7 月 30 日上午	0.08	0.0077
P2-8	拟建 220kV 输电线路垂直南向 35m	7 月 30 日上午	0.06	0.0089
P2-9	拟建 220kV 输电线路垂直南向 40m	7 月 30 日上午	0.08	0.0070
P2-10	拟建 220kV 输电线路垂直南向 45m	7 月 30 日上午	0.06	0.0071
P2-11	拟建 220kV 输电线路垂直南向 50m	7 月 30 日上午	0.09	0.0061
P2-12	拟建 220kV 输电线路垂直北向 0m	7 月 30 日下午	0.06	0.0071
P2-13	拟建 220kV 输电线路垂直北向 5m	7 月 30 日下午	0.08	0.0058

测点编号	测点名称	检测时间	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）
P2-14	拟建 220kV 输电线路垂直北向 10m	7 月 30 日下午	0.07	0.0040
P2-15	拟建 220kV 输电线路垂直北向 15m	7 月 30 日下午	0.08	0.0065
P2-16	拟建 220kV 输电线路垂直北向 20m	7 月 30 日下午	0.09	0.0068
P2-17	拟建 220kV 输电线路垂直北向 25m	7 月 30 日下午	0.08	0.0076
P2-18	拟建 220kV 输电线路垂直北向 30m	7 月 30 日下午	0.09	0.0082
P2-19	拟建 220kV 输电线路垂直北向 35m	7 月 30 日下午	0.06	0.0075
P2-20	拟建 220kV 输电线路垂直北向 40m	7 月 30 日下午	0.08	0.0074
P2-21	拟建 220kV 输电线路垂直北向 45m	7 月 30 日下午	0.07	0.0073
P2-22	拟建 220kV 输电线路垂直北向 50m	7 月 30 日下午	0.06	0.0066
P2-23	拟建 220kV 输电线路平行南向 0m	7 月 30 日下午	0.08	0.0066
P2-24	拟建 220kV 输电线路平行南向 10m	7 月 30 日下午	0.09	0.0054
P2-25	拟建 220kV 输电线路平行南向 20m	7 月 30 日下午	0.06	0.0068
P2-26	拟建 220kV 输电线路平行北向 0m	7 月 30 日下午	0.06	0.0074
P2-27	拟建 220kV 输电线路平行北向 10m	7 月 30 日下午	0.08	0.0062
P2-28	拟建 220kV 输电线路平行北向 20m	7 月 30 日下午	0.08	0.0039
35kV 施工进线输电线路（P3 监测断面）垂直监测断面工频电场/工频磁场强度监测数据（E：117.483873，N：23.831286）				
P3-1	35kV 施工进线输电线路垂直东向 0m	7 月 31 日上午	27.17	0.0865
P3-2	35kV 施工进线输电线路垂直东向 5m	7 月 31 日上午	24.80	0.0783
P3-3	35kV 施工进线输电线路垂直东向 10m	7 月 31 日上午	24.10	0.0584
P3-4	35kV 施工进线输电线路垂直东向 15m	7 月 31 日上午	21.04	0.0445
P3-5	35kV 施工进线输电线路垂直东向 20m	7 月 31 日上午	18.23	0.0368
P3-6	35kV 施工进线输电线路垂直东向 25m	7 月 31 日上午	14.29	0.0276
P3-7	35kV 施工进线输电线路垂直东向 30m	7 月 31 日上午	13.38	0.0160
P3-8	35kV 施工进线输电线路垂直东向 35m	7 月 31 日上午	8.92	0.0138
P3-9	35kV 施工进线输电线路垂直东向 40m	7 月 31 日上午	7.00	0.0128
P3-10	35kV 施工进线输电线路垂直东向 45m	7 月 31 日上午	5.31	0.0113
P3-11	35kV 施工进线输电线路垂直东向 50m	7 月 31 日上午	2.45	0.0092
P3-12	35kV 施工进线输电线路垂直西向 0m	7 月 31 日下午	27.02	0.1048
P3-13	35kV 施工进线输电线路垂直西向 5m	7 月 31 日下午	22.91	0.0871
P3-14	35kV 施工进线输电线路垂直西向 10m	7 月 31 日下午	20.18	0.0669
P3-15	35kV 施工进线输电线路垂直西向 15m	7 月 31 日下午	17.94	0.0546
P3-16	35kV 施工进线输电线路垂直西向 20m	7 月 31 日下午	14.40	0.0440
P3-17	35kV 施工进线输电线路垂直西向 25m	7 月 31 日下午	12.59	0.0372
P3-18	35kV 施工进线输电线路垂直西向 30m	7 月 31 日下午	8.69	0.0227
P3-19	35kV 施工进线输电线路垂直西向 35m	7 月 31 日下午	5.64	0.0197
P3-20	35kV 施工进线输电线路垂直西向 40m	7 月 31 日下午	4.34	0.0131
P3-21	35kV 施工进线输电线路垂直西向 45m	7 月 31 日下午	3.14	0.0101
P3-22	35kV 施工进线输电线路垂直西向 50m	7 月 31 日下午	1.99	0.0091
P3-23	35kV 施工进线输电线路平行东向 0m	7 月 31 日下午	13.66	0.0589
P3-24	35kV 施工进线输电线路平行东向 10m	7 月 31 日下午	12.74	0.0553
P3-25	35kV 施工进线输电线路平行东向 20m	7 月 31 日下午	13.28	0.0600
P3-26	35kV 施工进线输电线路平行西向 0m	7 月 31 日下午	13.47	0.0538
P3-27	35kV 施工进线输电线路平行西向 10m	7 月 31 日下午	13.93	0.0550
P3-28	35kV 施工进线输电线路平行西向 20m	7 月 31 日下午	12.95	0.0593

表 3.2-29 核电厂厂区外环境敏感区、施工变电站与通讯基站工频电场/工频磁场强度和射频综合场强监测结果

测点编号	测点名称	检测时间	经纬度	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）	射频综合场强（W/m^2）
25	人家村	8 月 1 日下午	E：117.484888 N：23.845190	0.10	0.0119	0.0004
26	宅兜村	8 月 1 日下午	E：117.484386 N：23.846622	0.08	0.0091	0.0006
27	后安村	8 月 1 日下午	E：117.486414 N：23.850314	0.08	0.0073	0.0003
28	南山村	8 月 1 日下午	E：117.479910 N：23.841933	0.06	0.0056	0.0004
29	油车村	8 月 1 日下午	E：117.478539 N：23.845027	0.04	0.0045	0.0005
30	后岱（埭）村	8 月 2 日上午	E：117.480920 N：23.848253	0.04	0.0073	0.0006
31	宅坂村	8 月 2 日上午	E：117.464331 N：23.827266	0.06	0.0092	0.0008
32	城外村	8 月 2 日上午	E：117.462221 N：23.821892	0.08	0.0092	0.0008
33	城内村	8 月 2 日上午	E：117.465858 N：23.827067	0.06	0.0105	0.0008
34	顶城村	8 月 2 日上午	E：117.459982 N：23.823510	0.06	0.0070	0.0006
35	山内村	8 月 2 日上午	E：117.454596 N：23.826614	0.09	0.0050	0.0009
36	径头村	8 月 2 日上午	E：117.492081 N：23.861415	0.07	0.0064	0.0007
37	青崎村	8 月 2 日上午	E：117.493514 N：23.869028	0.05	0.0058	0.0005
38	山前村	8 月 2 日上午	E：117.461796 N：23.816761	0.07	0.0042	0.0009
39	林坪村	8 月 2 日上午	E：117.454916 N：23.823672	0.08	0.0056	0.0007
40	大坂村	8 月 2 日上午	E：117.451596 N：23.856170	0.07	0.0072	0.0008
41	后江村	8 月 2 日上午	E：117.462176 N：23.802475	0.07	0.0090	0.0005
42	柳畔村	8 月 2 日上午	E：117.459325 N：23.803300	0.08	0.0068	0.0004
43	列屿卫生院	8 月 2 日上午	E：117.462032 N：23.825150	0.05	0.0075	0.0006
44	列屿养老院	8 月 2 日上午	E：117.456846 N：23.826639	0.08	0.0047	0.0004
45	灵鹫寺	8 月 2 日上午	E：117.468415 N：23.833729	0.06	0.0096	0.0004
46	云霄列屿中学	8 月 2 日下午	E：117.457775 N：23.826612	0.06	0.0077	0.0004

测点编号	测点名称	检测时间	经纬度	工频电场（V/m）	工频磁场（μT）	射频综合场强（W/m²）
47	云霄县陈岱中江小学	8 月 2 日下午	E：117.457972 N：23.800928	0.06	0.0067	0.0005
48	云霄县列屿紫阳小学	8 月 2 日下午	E：117.457559 N：23.826249	0.08	0.0048	0.0006
49	云霄县列屿梅山小学	8 月 2 日下午	E：117.480185 N：23.847095	0.06	0.0072	0.0005
50	云霄县列屿大坂小学	8 月 2 日下午	E：117.451295 N：23.854610	0.05	0.0094	0.0004
51	云霄县列屿白衣小学	8 月 2 日下午	E：117.441617 N：23.875108	0.06	0.0084	0.0004
52	云霄县列屿青崎小学	8 月 2 日下午	E：117.496570 N：23.867746	0.09	0.0074	0.0005
53	梅山小学附属幼儿园	8 月 2 日下午	E：117.480422 N：23.847540	0.08	0.0064	0.0006
54	云霄县佳贝乐幼儿园	8 月 2 日下午	E：117.461340 N：23.821708	0.06	0.0093	0.0006
55	云霄县向日葵幼儿园	8 月 2 日下午	E：117.461111 N：23.820166	0.08	0.0060	0.0007
56	云霄县起航幼儿园	8 月 2 日下午	E：117.461560 N：23.821271	0.05	0.0075	0.0008
57	列屿镇卫生院（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.457795 N：23.824971	0.08	0.0085	0.0026
58	列屿镇镇区（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.461775 N：23.821162	0.08	0.0078	0.0022
59	山前村（山下）（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.459359 N：23.816889	0.08	0.0067	0.0017
60	山前村（山上）（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.456439 N：23.819986	0.08	0.0086	0.0015
61	后江村（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.457857 N：23.801414	0.08	0.0050	0.0016
62	青泾村（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.496159 N：23.869442	0.05	0.0040	0.0022
63	青泾风电（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.477731 N：23.872371	0.06	0.0061	0.0016
64	列屿 110kV 变电站	8 月 2 日下午	E：117.462482 N：23.833262	6.80	0.0718	0.0011
65	半山村（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.450921 N：23.854827	0.06	0.0108	0.0019
66	核电站西侧（通讯基站）	8 月 2 日下午	E：117.485618 N：23.831915	0.08	0.0079	0.0018

表 3.2-30 射频电场强度分布表

序号	I	II	III	IV	V	VI
场强值（mV/m）	＞300	200～300	130～200	80～130	50～80	＜50
测点数量（个）	42	0	0	0	0	0
所占比例（%）	100	0	0	0	0	0



图 3.2-1　大气环境监测点位置示意图

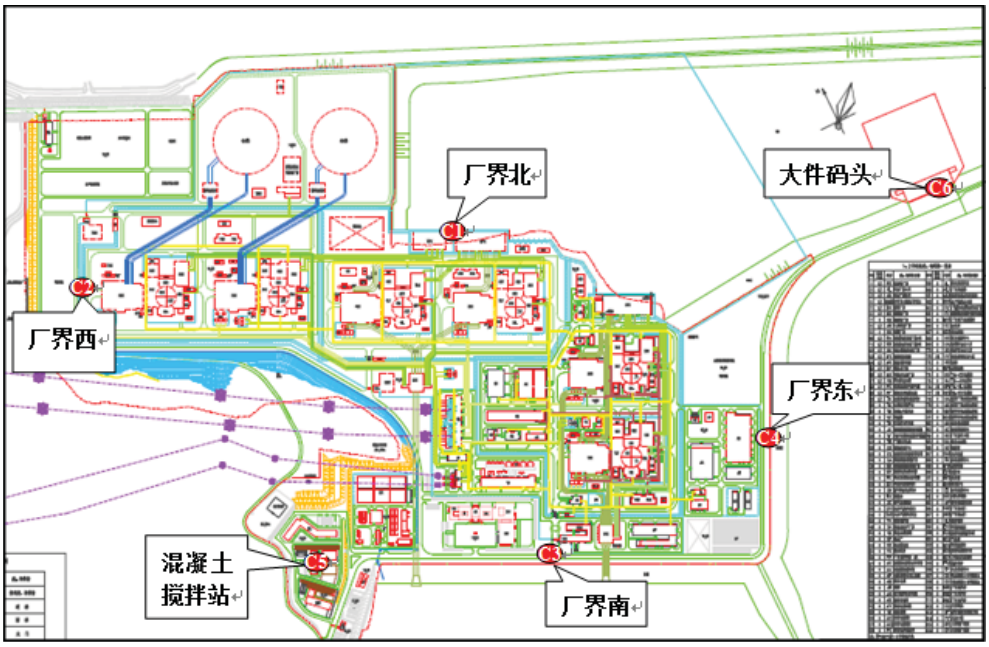


图 3.2-2 厂址区域噪声监测布点示意图

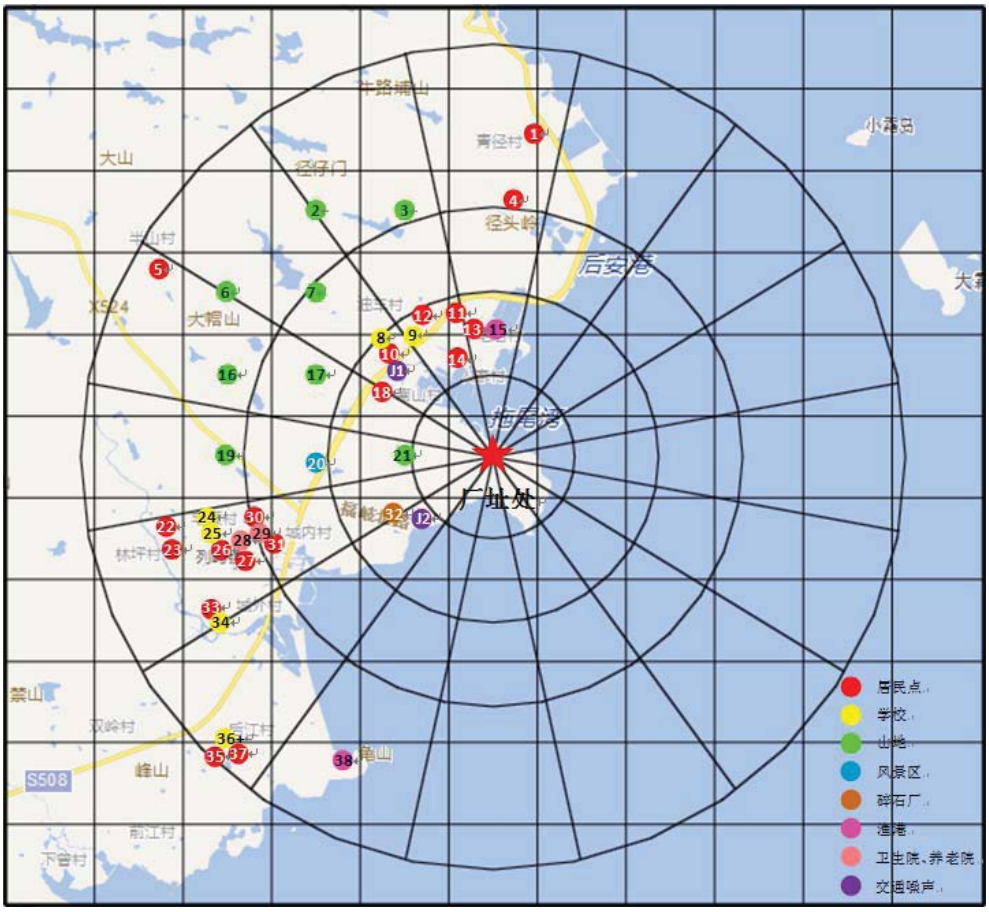


图 3.2-3 厂区外陆域噪声监测点位置示意图



图 3.2-4　海域噪声监测布点意图

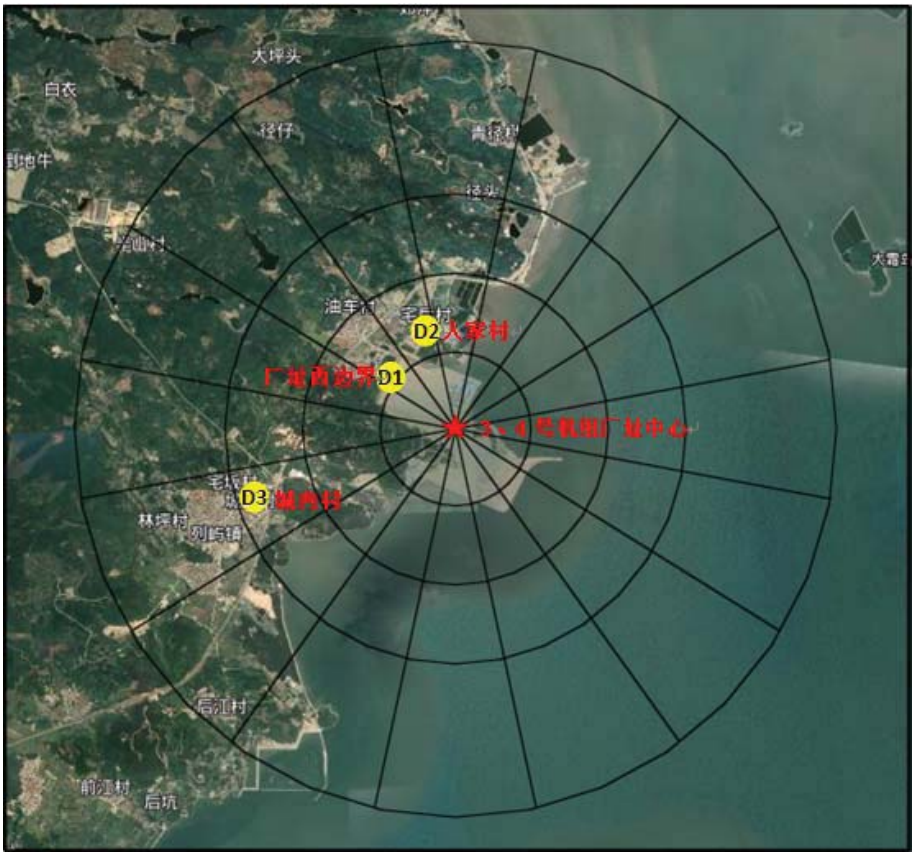


图 3.2-5　定点噪声监测布点示意图

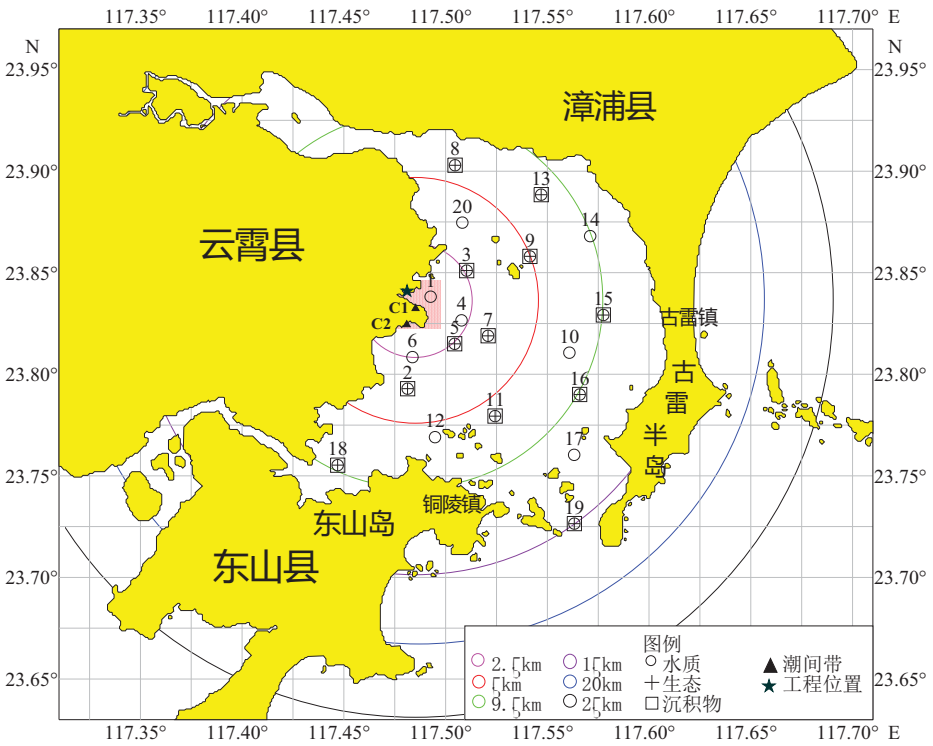


图 3.2-6 海洋环境质量调查站位图（秋季）

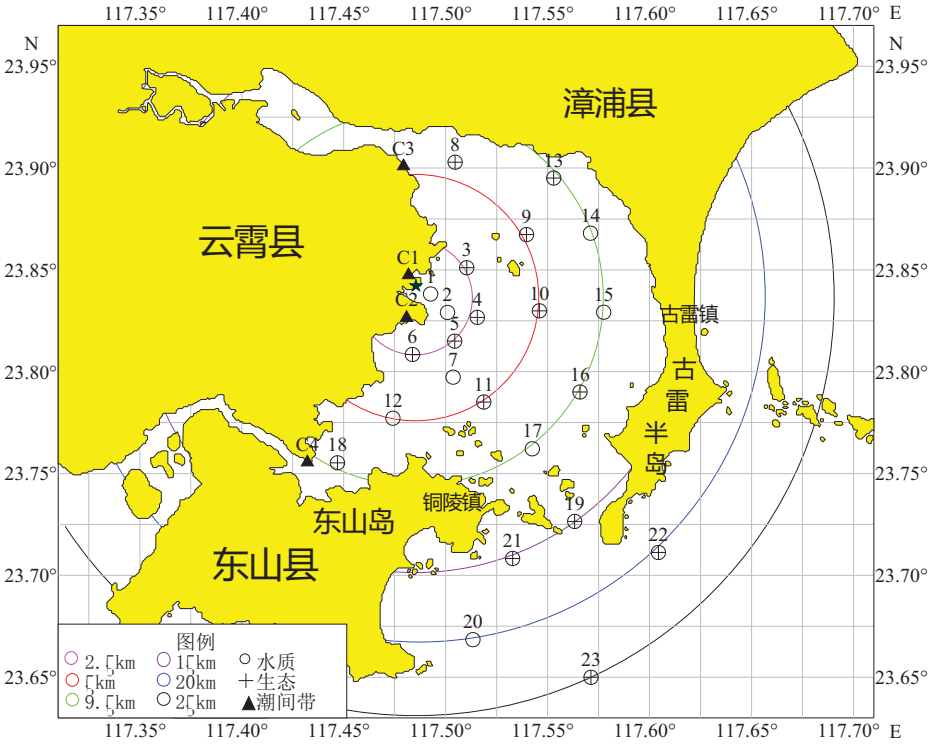


图 3.2-7 海洋环境质量调查站位图（冬季）

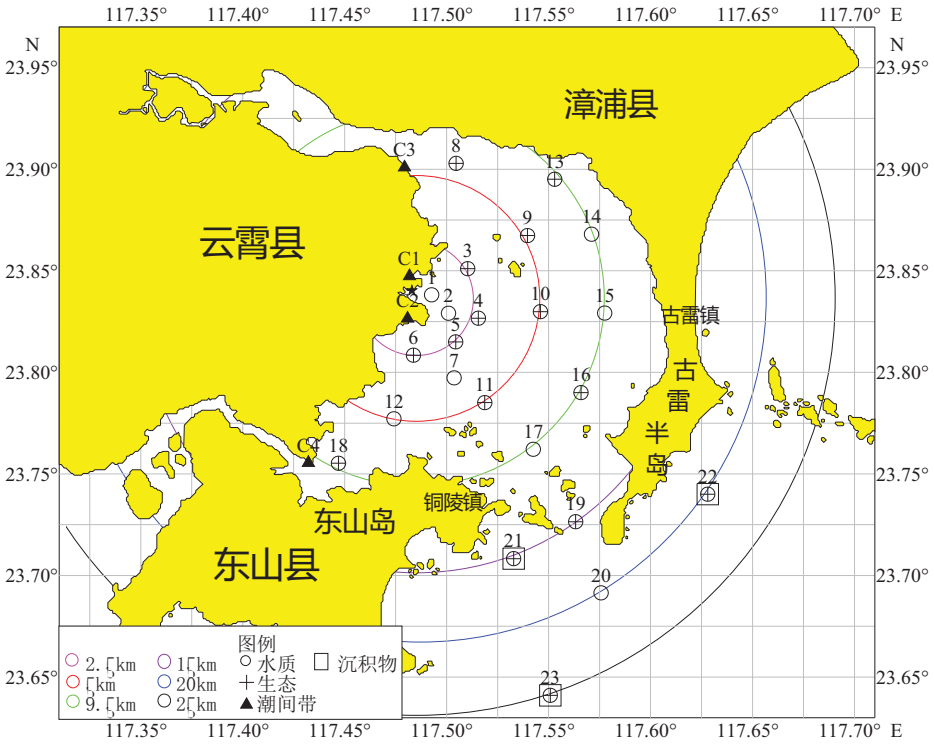


图 3.2-8　海洋环境质量调查站位图（春季、夏季）

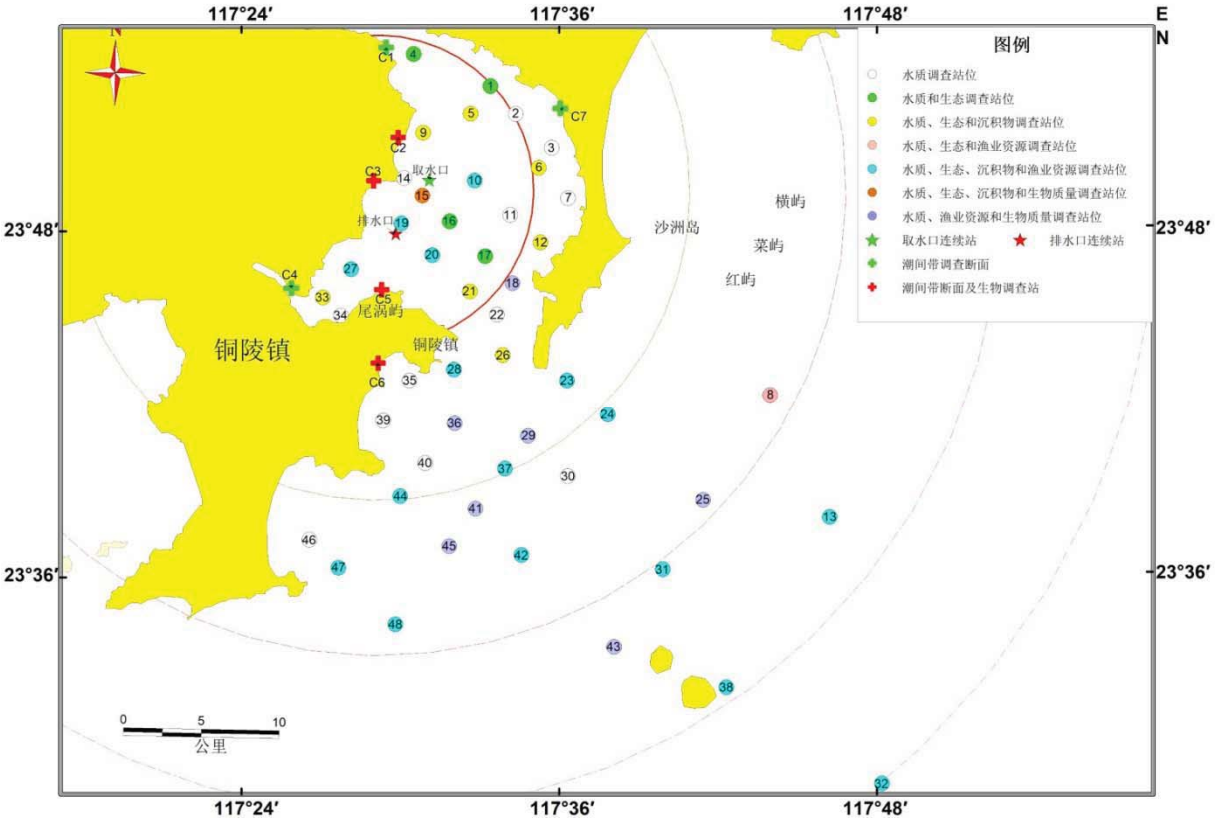


图 3.2-9　2018 年调查站位示意图

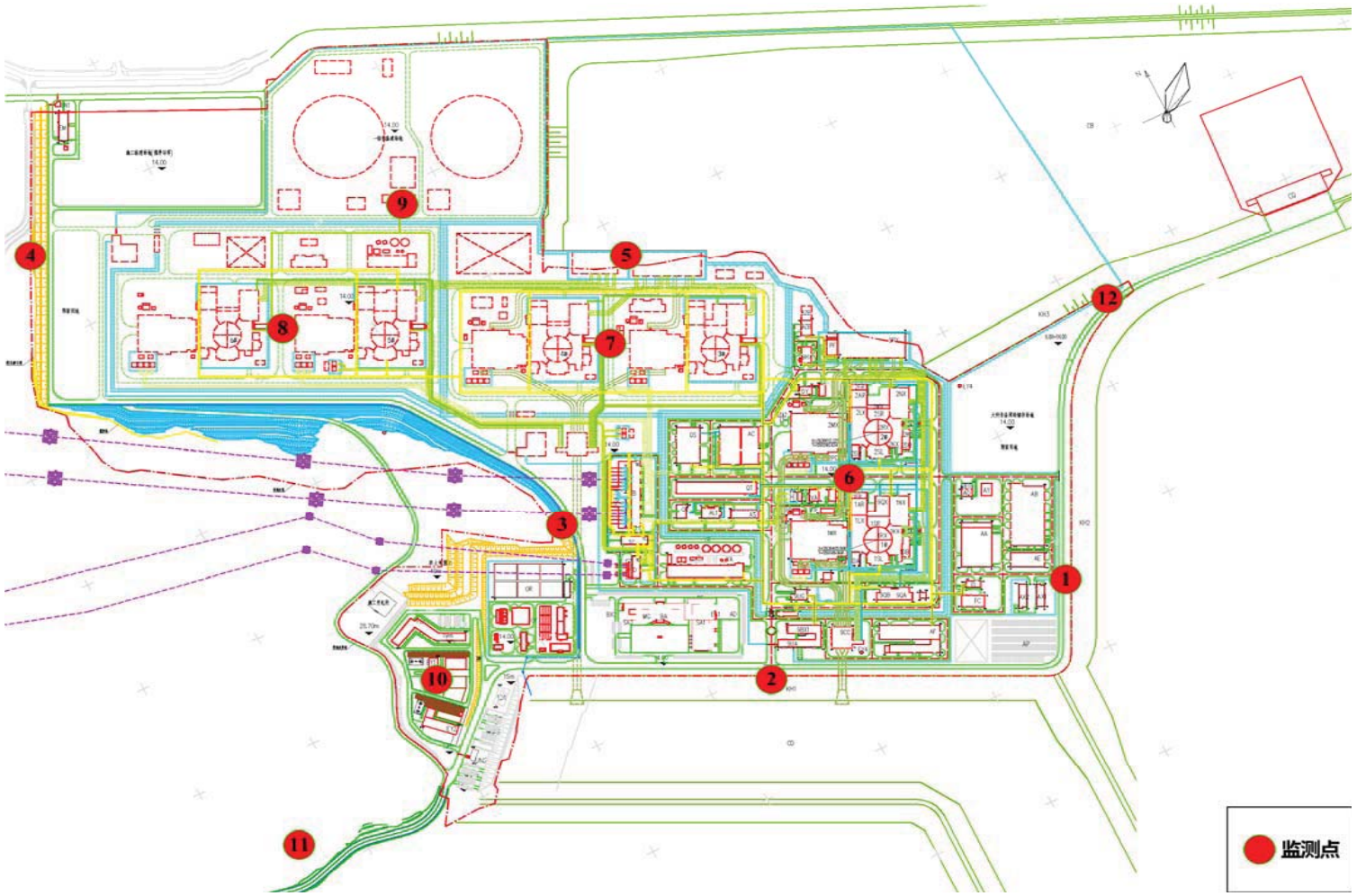


图 3.2-10　厂区内电磁辐射监测点分布情况

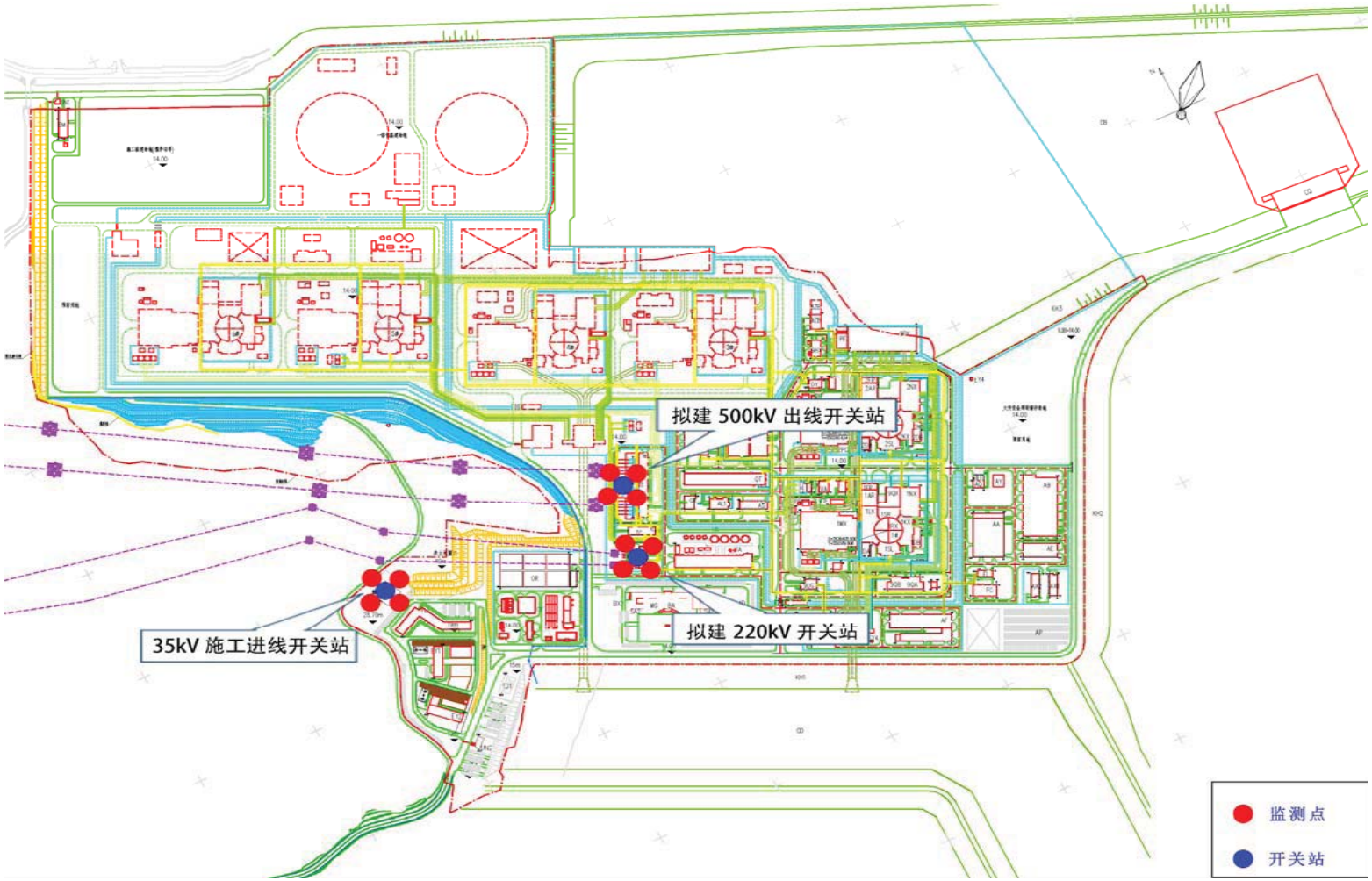


图 3.2-11　厂区内开关站监测点设置示意图

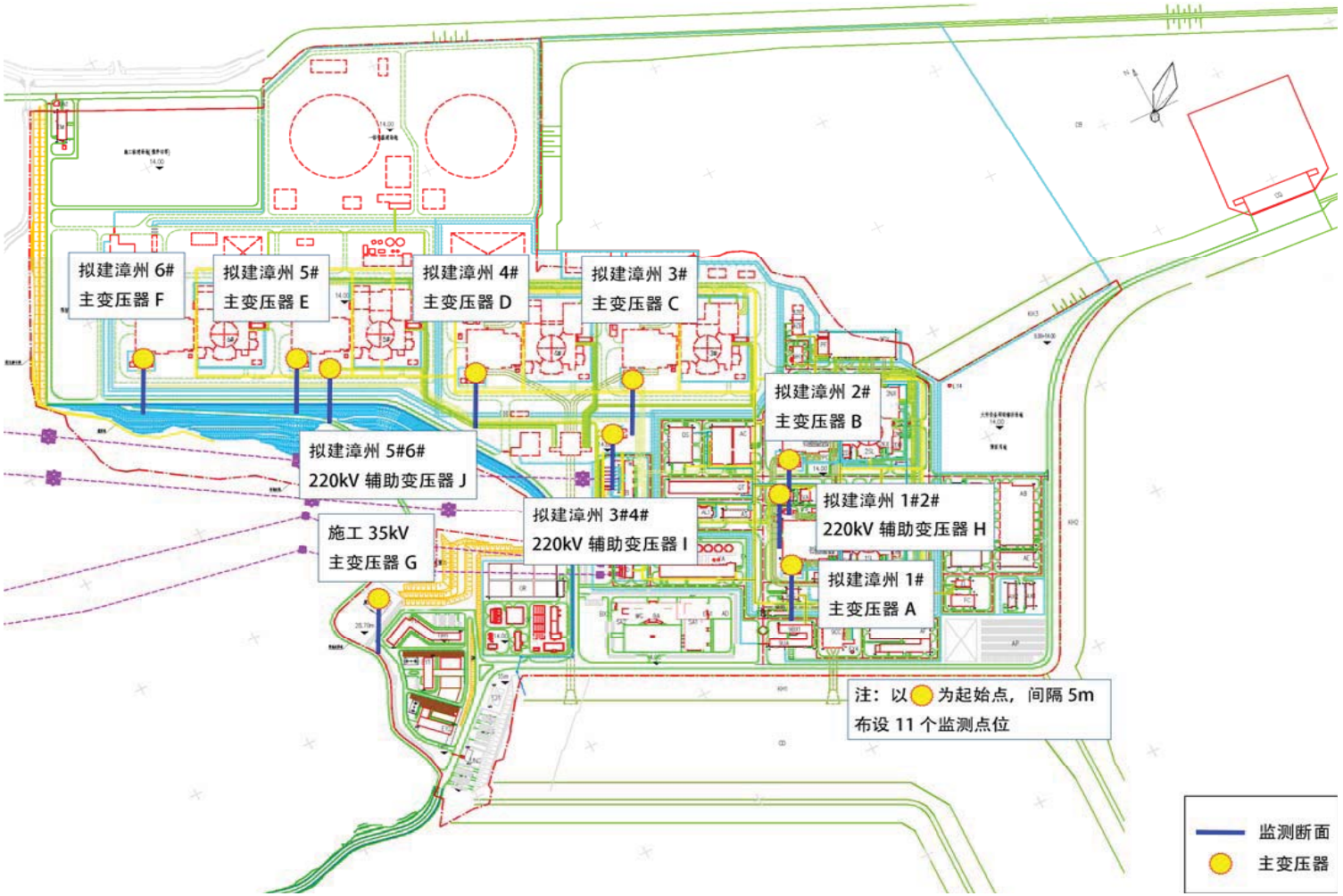


图 3.2-12　厂区内主变压器监测断面设置示意图

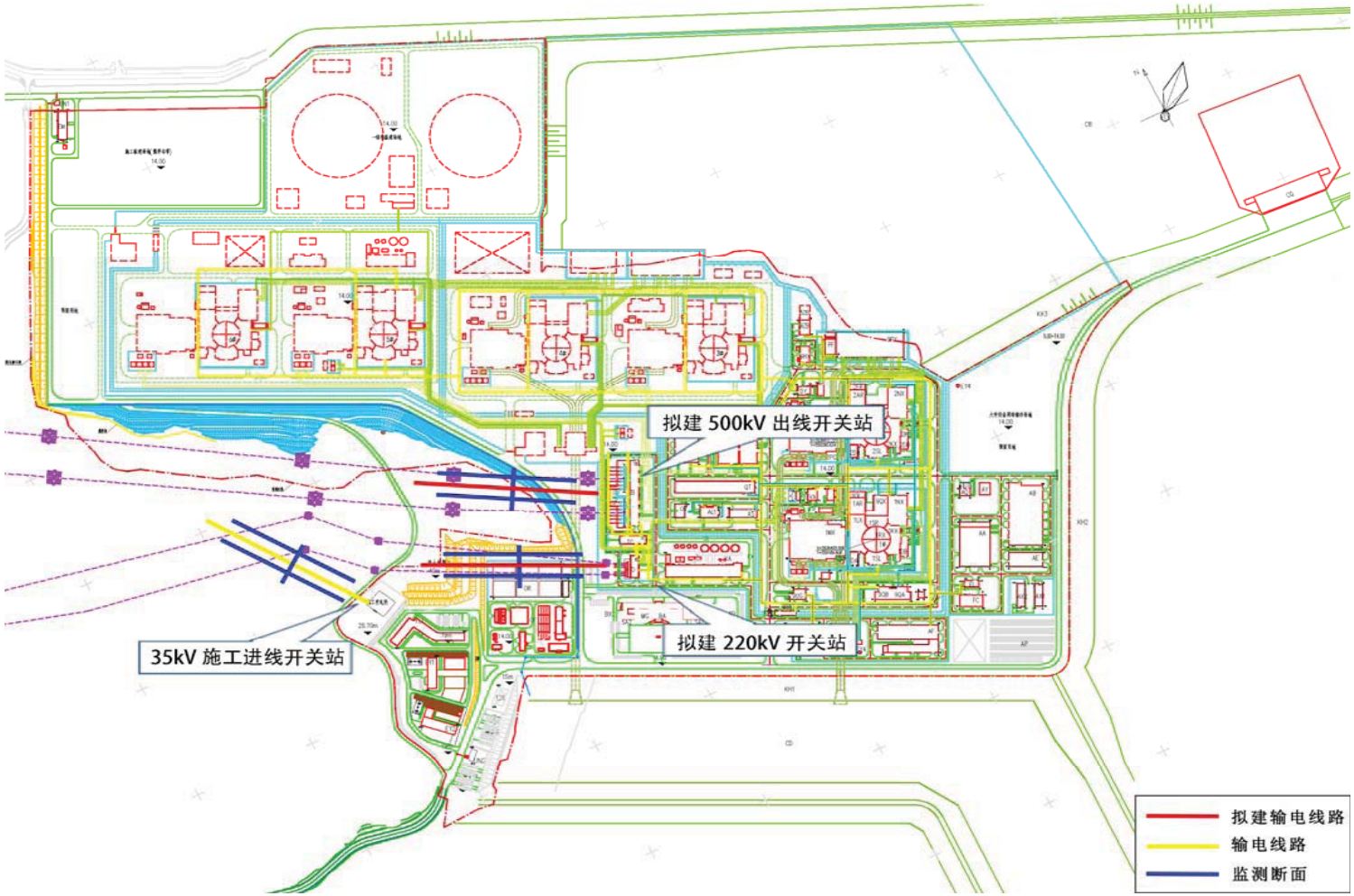


图 3.2-13　厂区内开关站与输电线路监测点设置示意图

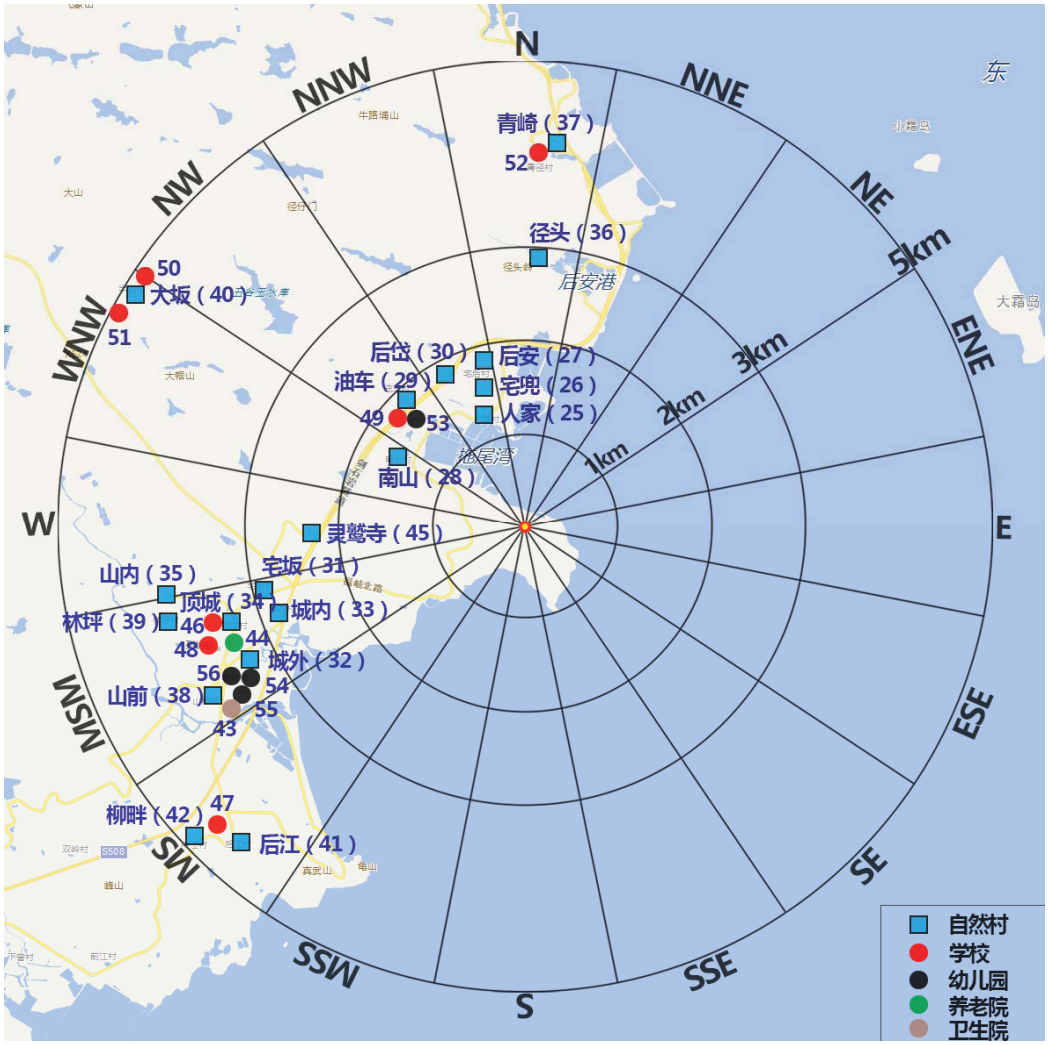


图 3.2-14 厂区外敏感区监测点设置情况示意图

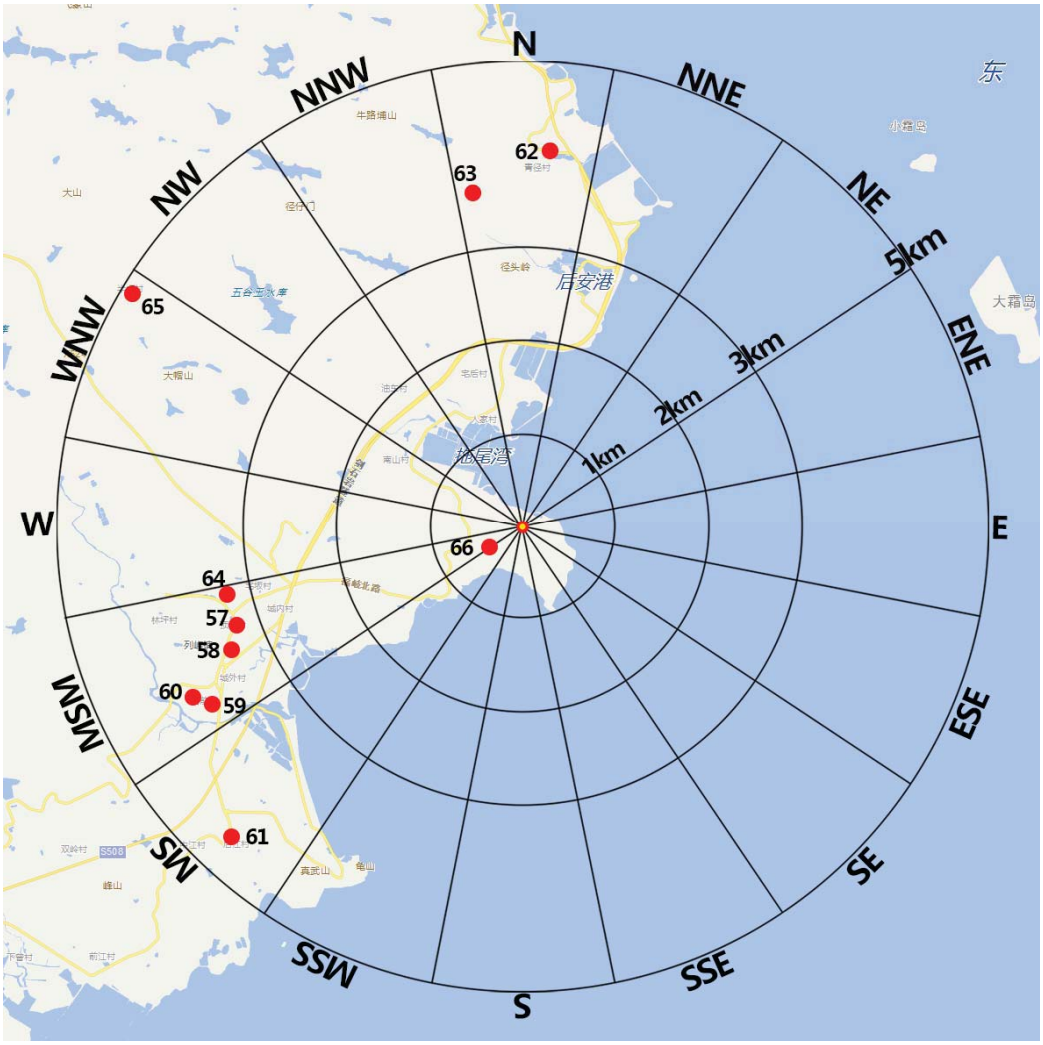


图 3.2-15　厂区外通讯基站和变电站监测点设置情况示意图

第四章 核电厂

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂址总体规划

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.3 排放口布置

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

4.2.2 核岛

4.2.3 常规岛

4.2.4 反应堆-蒸汽发生器系统

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.2 核电厂散热系统

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

4.4.2 开关站的选型和布置

4.4.3 与电力系统的连接

4.4.4 辅助电源

4.5 专设安全设施

4.5.1 概述

4.5.2 安全注入系统

4.5.3 安全壳喷淋系统

4.5.4 蒸汽发生器辅助给水系统

4.5.5 安全壳隔离系统

4.5.6 乏燃料贮存系统

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

4.6.2 放射性废液处理系统及源项

4.6.3 放射性废气处理系统及源项

4.6.4 放射性固体废物管理

4.6.5 乏燃料贮存系统

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

4.7.2 生活废物

4.7.3 其他废物

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

4.8.2 乏燃料运输

4.8.3 放射性固体废物的运输

表

表 4.1-1 厂址技术经济指标表

表 4.1-2 3、4 号机组新建建、构筑物一览表

表 4.1-3 与 1、2 号机组共用设施一览表

表 4.1-4 厂区主要技术经济指标表

表 4.2-1 燃料组件设计参数（冷态）

表 4.3-1 海水系统平均用水量

表 4.6-1 堆芯主要裂变产物积存量（10^8GBq）

表 4.6-2 计算源项的参数

表 4.6-3 反应堆冷却剂比活度——0.1GBq/t I-131 归一化当量运行期间

表 4.6-4 反应堆冷却剂比活度——4.44GBq/t I-131 归一化当量运行期间

表 4.6-5 ZBR 系统主要设备特性

表 4.6-6 ZLT 系统主要设备特性

表 4.6-7 ZLD 系统主要设备特性

表 4.6-8 WSR 系统主要设备特性

表 4.6-9 RVD 系统主要设备特性 9

表 4.6-10 化学和容积控制系统（RCV）定量设计基准

表 4.6-11 RCV 系统主要设备特性

表 4.6-12 RFT 系统主要设备特性）

表 4.6-13 TTB 系统主要设备特性

表 4.6-14 WQB 系统主要设备特性

表 4.6-15 单台机组液态放射性流出物年排放量

表 4.6-16 ZGT 含氢废气的来源

表 4.6-17 ZGT 含氢废气子系统主要工艺设备参数

表 4.6-18 核岛厂房通风系统送、排风量表

表 4.6-19 单台机组气载放射性流出物年排放量

表 4.6-20 每台机组每年产生的废树脂和废活性炭体积和活度的设计值

表 4.6-21 每台机组每年产生的废过滤器芯子的个数（设计值）

表 4.6-22 单台机组每年的待处理废物量及处理后废物包量

表 4.6-23 固体废物处理系统的主要工艺设备参数

表 4.6-24 各类放射性湿固体废物整备前后的活度水平

表 4.6-25 杂项干废物中各核素活度比

表 4.6-26 ZDT 系统主要设备特性

表 4.7-1 核电厂使用的主要非放射性化学物质的名称、浓度、用途、使用量、排放量等估算值

表 4.8-1 放射性固体废物包（设计值）的类型、数量、总重量、活度浓度、年总活度

图

图 4.1-1 厂址总体规划图

图 4.1-2 全厂总平面图

图 4.1-3 厂区平面布置图

图 4.2-1 反应堆本体图

图 4.2-2 燃料组件图

图 4.2-3 燃料棒图

图 4.2-4 化学和容积控制系统流程图(4 张)

图 4.2-5 反应堆硼和水补给系统（RBM）流程图

图 4.2-6 余热排除系统（RHR）

图 4.3-1 福建漳州核电厂 3、4 号机组正常运行工况下淡水水量平衡图

图 4.3-2 取排水工程方案布置图

图 4.6-1 硼回收系统（ZBR）流程图(9 张)

图 4.6-2 废物处理系统（ZLT）流程图(6 张)

图 4.6-3 核岛液态流出物排放系统（ZLD）流程图

图 4.6-4 常规岛液态流出物排放系统（WQB）流程图

图 4.6-5 液态放射性流出物平衡图

图 4.6-6 废气处理系统（ZGT）流程图（3 张）

图 4.6-7 气载放射性流出物平衡图

图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（6 张）

图 4.6-9 乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（5 张）

图 4.6-10 核燃料厂房通风系统流程图（7 张）

4.1 厂区规划及平面布置

4.1.1 厂址总体规划

厂址规划建设六台百万千瓦级核电机组，统一规划、分期建设。目前 1、2 号机组正在建设两台华龙一号机组及其配套辅助设施；本期工程 3、4 号机组再规划建设两台华龙一号机组及其配套辅助设施。厂址总体规划图见图 4.1-1。

4.1.1.1 总体规划原则

- 厂址规划建设六台百万千瓦级核电机组，统一规划、分期建设，其中本期工程规划建设两台华龙一号机组及其相应配套辅助设施。
- 主厂房及其它承载力要求较高的设施尽量布置在埋深适宜、均匀完整、承载力特征值满足要求的地基上。
- 在满足核安全要求的前提下，合理确定安全重要建构筑物场地设计标高（简称厂坪设计标高，下同）。
- 冷却水取、排水系统和电力出线满足工艺流程，力求线路短捷、顺畅。
- 结合非居住区范围，合理规划厂区、施工区等用地，既满足分期建设要求，减少后期施工对前期运行的影响，又节约用地和搬迁费用。
- 对外交通规划满足核电厂建造、运行和应急交通运输需要。
- 厂址总体规划与厂址附近城镇区域发展规划相协调。

尽可能利用 1、2 号机组共用设施，节省工程投资。

4.1.1.2 厂坪设计标高的确定

3、4 号机组厂坪设计标高的确定主要考虑厂址设计基准洪水位、主厂房地基条件及与 1、2 号机组厂坪设计标高衔接三方面因素。

1) 厂址设计基准洪水位：

根据国家核安全局颁布的安全导则 HAD101/09《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》要求和厂址参数数据，确定厂址的设计基准洪水位（DBF）组合如下：

10%超越概率天文高潮位： 2.49m

可能最大台风增水： 3.59m

海平面上升： 0.29m

设计基准洪水位（DBF）： 6.37m（1985 国家高程基准，下同）

厂坪设计标高应高于厂址设计基准洪水位，并考虑波浪的影响。

2) 主厂房地基条件：

反应堆厂房基础埋深约 14m，厂坪设计标高确保核岛坐落在地基条件良好的基岩上。

3) 与 1、2 号机组厂坪设计标高衔接：

在 1、2 机组工程总体规划时，综合考虑厂址设计基准洪水位、核岛地基条件、冷却水扬程、土石方工程量等各方面因素确定厂坪设计标高为 14.00m，并通过了初步安全分析报告审查。场地平整时按六台机组的规模一次完成，3、4 号机组所在场地在 1、2 号机组建设时将全部平整至地面标高 13.70m 左右。

综上，确定厂坪设计标高为 14.00m。

4.1.1.3 主厂房建筑群位置的确定

根据总体规划，3、4 号机组厂区用地位于厂址中部，厂区用地东西方向长度约 680m，南北方向长度约 400m。

根据厂区用地、取排水及力出线条件，3、4 号机组主厂房建筑群核岛朝东，常规岛朝西顺列式布置在厂址中部。

根据已有勘察资料，核岛基础位于中等风化～微风化基岩上，地基岩体完整性好，微风化岩体剪切波速为 2504m/s，中等风化岩体剪切波速为 1364m/s，微风化岩体地基承载力为 8.0MPa，中等风化岩体地基承载力为 3.0MPa，地基承载力满足荷载要求，地基岩体不存在临空面，未发现可供滑移的缓倾连续软弱结构面或软弱夹层，地基均匀稳定。

常规岛汽轮机厂房基础底面以下全部为微风化基岩，地基岩体完整性好，微风化岩体剪切波速为 2415m/s，微风化岩体地基承载力为 8.0MPa，地基承载力满足荷载要求，地基岩体不存在临空面，未发现可供滑移的缓倾连续软弱结构面或软弱夹层，地基均匀稳定。

联合泵房基础底面以下绝大部分为微风化基岩，仅西北角局部位于中等风化基岩上。地基岩体完整性好，微风化岩体剪切波速为 2641m/s，中等风化岩体剪切波速为 1524m/s，微风化岩体地基承载力为 8.0MPa，中等风化岩体剪切波速为 1524m/s，中等风化岩体地基承载力为 3.0MPa 满足荷载要求，地基岩体不存在临空面，未发现可供滑移的缓倾连续软弱结构面或软弱夹层，地基均匀稳定。

4.1.1.4 电力出线规划

根据福建省电网规划，3、4 号机组以发电机—双卷变压器单元机组接线方式接入 1、2 号机组 500kV 开关站内扩建间隔，1、2 号机组以 500kV 电压等级接入系统，出线 4 回，其中 2 回接入东林变，单回线路长度约 36km，2 回接入五峰变，单回线路长度约 110km。

六台机组的辅助电源以两回 220kV 线路接入电网，各以一回 220kV 线路分别接入 220kV 水晶变和 220kV 天福变。

根据厂址条件及接入系统规划，电力出线由厂址西南侧向西，至沿海大通道附近再转向西北方向，并在 500kV 开关站和出线通道北侧预留 500kV 出线间隔及出线通道。

4.1.1.5 取排水及海工设施规划

3、4 号机组采用直流冷却方式。与 1、2 号机组共用取水明渠。取水口门位于厂区东侧深槽附近水深约-7m 的区域，明渠设计底标高-6.8m，明渠底宽约 120m～150m。

排水工程拟采用暗管排水方案。排水口位置选择在厂址东南侧-6.0m 等深线位置，位于漳州核电项目大件航道西侧约 1km 处。本工程排水隧洞布置方式正在论证中（暂定“一机一洞”，隧洞内径约为 6.5m），3 号机组排水隧洞约为 5215.71m，4 号机组排水隧洞约为 5244.48m。

3、4 号机组施工及运行期间生产、生活用水利用厂址西南侧 1、2 号机组工程建设的淡水厂。该淡水厂总设计规模为 24000m³/d，原水取水量为 25200 m³/d，淡水取自厂址西北方向约 40km 的峰头水库。

为确保厂址安全，1、2 号机组建设时已沿厂址北、东、南三面临海处设置护堤。

4.1.1.6 厂区工程规划

3、4 号机组厂区预留用地位于厂址中部，厂区用地东西方向长度约 680m，南北方向长度约 400m。厂区总平面布置详见 4.1.2 节。

4.1.1.7 其他设施规划

3、4 号机组工程在厂外新建华龙科技楼、技能培训中心、值班宿舍楼等设施。

3、4 号机组工程可利用 1、2 号机组已建的培训中心、检修宿舍、武警营房、消防站、保安楼、车队管理楼、应急指挥中心等厂址范围内的设施以及环境监测站、监督性监测子站、环境实验室、监督性监测前沿站、气象站等厂外设施。

4.1.1.8 场地平整、边坡及截排洪规划

本厂址场地平整按六台机组的规模一次完成，3、4 号机组所在场地在 1、2 号机组建设时已全部平整至地面标高 13.70m。目前在厂区南侧、西侧已形成人工边坡。其中，厂区西南侧为人工挖方边坡，挖方边坡长约 1140m，边坡最高达 71m，属于与核安全无关边坡。厂前区西侧及北侧为填方边坡，总长约 950m，最大高差 14m。

1、2 号机组工程时按照防、排洪要求，在厂区西南部边坡坡顶设置长度约 569m 的截

洪沟，坡底设置长度约 1188m 的排洪沟，汇水最终排入南侧海域。

3、4 号机组工程建设时产生的土石方主要来自厂区负挖，主要包括建构筑物及主要沟道等负挖，初步估算总负挖方量约为 133 万 m^3（实方），土石综合松散系数取 1.20，虚方量约为 160 万 m^3；厂区负挖的土石方量主要用于混凝土骨料，需求量约 165 万 m^3（虚方）。

厂坪设计标高为 14.00m。高于厂址设计基准洪水位，可使厂址免受海洋洪水威胁。

4.1.1.9 施工场地规划

1、2 号机组工程已规划并建成了一体化施工生产临建区，集中布置在 5 号机组北侧预留建设用地内，面积约 19.30 hm^2。3、4 号机组工程施工时仍利用该区域作为施工生产临建区。混凝土搅拌站及砂石料加工厂、临时堆场、仓库等规划在厂区西北角，面积约 9.15 hm^2。3、4 号机组施工场地用地总计 28.45 hm^2。

3、4 号机组工程施工时利用厂址西南部已有的施工变电站和施工输水管线，输水管线接入点位于厂址西南部武警营房西侧道路边缘。

4.1.1.10 对外交通规划

本期工程施工和运行期间对外交通运输利用 1、2 号机组工程时建设的主要进厂道路、次要进厂道路和大件码头等运输设施。

主要进厂道路由位于厂址西南部的厂区主要出入口向西南方向连接至沿海大通道，长度约 1.53km，采用三级公路标准，路基宽度 20.5m，路面宽度 14.5m，设计速度 40km/h。

次要进厂道路位于厂址西北部，由厂区次要出入口向西连接至沿海大通道，长度约 940m，采用二级公路标准，路基宽度 15m，路面宽度 12m，设计速度 60km/h。

1、2 号机组在取水明渠南侧驳岸上已建一座 3000t 级大件码头（满足 4200t 深舱驳的停靠要求）。码头采用重力连片式沉箱方案，泊位总长 138m，码头平台宽 40m，码头平台顶高程＋5.0m。装卸设备采用 1 台 900 吨固定底座旋转吊，基础位于码头平台内。码头平台通过引堤与厂址东侧海堤道路相接，引堤面高程 5.0m～13.7m，引堤坡度 3%。

4.1.1.11 厂址区域土地利用

核电厂非居住区范围为以反应堆厂房为中心、半径 600m。

核电厂规划限制区范围为以反应堆厂房为中心、半径 5km。

厂址总用地面积为 202.05 hm^2，其中陆域用地面积为 144.0 hm^2（含租地 4.06 hm^2），填海造地中形成的可利用面积为 58.00 hm^2。

本期工程 3、4 号机组用地 25.33 hm^2（3、4 号机组陆域用地 24.43 hm^2，1、2 号机组填海造地 0.29 hm^2，填海造地 0.61 hm^2）。其中厂区用地 23.02 hm^2，停车场、边角余地等用地 2.31 hm^2。

4.1.1.12 厂址与附近城镇发展规划的协调性

厂址距离云霄县、东山县等较远。位于厂址西南侧 2km 的列屿镇，与核电厂以山体相隔，而且根据城镇远期规划，城镇建设向南延伸，城镇建设规划对核电厂没有影响。

4.1.1.13 移民搬迁

厂址附近居民、村庄处于非居住区范围（600m）以外，因此本期工程不涉及拆迁。

4.1.1.14 厂址主要技术经济指标

厂址主要技术经济指标见表 4.1-1。

4.1.2 厂区总平面布置

4.1.2.1 总平面布置原则

- 厂区总平面布置应与厂址总体规划协调一致；
- 核岛、常规岛应尽量坐落在埋深适宜、承载力满足要求的均匀、稳定的地基上；
- 避免汽轮机飞射物危及与核安全有关的建、构筑物；
- 功能分区明确，合理划分放射区和非放射区；
- 冷却水进、排水管线力求顺捷，主变压器至开关站的电缆连接力求短捷顺畅；
- 各建、构筑物尽量紧凑布置，以节约、集约用地；
- 满足运输、防火、卫生、安全、管网布置及施工安装要求；
- 配套辅助设施尽量利用已有设施或在原基础上扩建，减少不必要工程投资；
- 满足分期建设的要求，减少后期施工对前期运行的影响。

4.1.2.2 建设规模及项目组成

3、4 号机组建设两台华龙一号机组及其配套辅助设施，项目组成及建设规模详见表 4.1-2，部分辅助生产设施与 1、2 号机组设施共用，与 1、2 号机组共用设施详见表 4.1-3。

4.1.2.3 平面布置

综合考虑总体规划、工程地质勘察条件、工艺布置特点、配套辅助设施的布置要求和经济比较等诸多因素，确定本工程厂区总平面布置。全厂总平面图详见图 4.1-2，厂区平面布置图详见图 4.1-3。

- 主厂房区

主厂房区主要由核岛和常规岛及其附属建筑组成。核岛及其附属建筑包括反应堆厂房（RX）、安全厂房（SL/ SR）、电气厂房(LX)、燃料厂房(KX)、核辅助厂房(NX)、人员通行厂房(AR)、应急柴油发电机厂房(DA/DB)、应急空压机房(KY)、核废物厂房(QX)等；常规岛及其附属建筑包括汽轮发电机厂房(MX)、再生除盐水箱(PB)、仪用压缩空气储气罐(PC)、常规岛事故排油坑(FF)等。

根据全厂总体规划，六台机组主厂房建筑群沿厂址东部和北部的山体呈反 L 型布置，3、4 号机组主厂房布置在厂址中部，采用核岛朝东、常规岛朝西的顺列式布置，由东向西建设。1、2 号机组并列布置在厂址东部，5、6 号机组规划顺列式布置在厂址西部。

3、4 号机组联合泵房(8PX)布置在主厂房北侧，由于联合泵房属于核安全物项，其基础需坐落在基岩上，受场地和地基条件的限制，3、4 号机组反应堆厂房中心较规划 5、6 号机组反应堆厂房中心向南平移 30m。

六台机组反应堆厂房中心距离：

1 号与 2 号----230m

2 号与 3 号----南北方向 180m、东西方西 320m

3 号与 4 号----310m

4 号与 5 号----南北方向 30m、东西方向 340m

5 号与 6 号----310m

3、4 号机组反应堆厂房中心坐标为（2000 国家大地坐标系统，下同）：

3 号机组反应堆厂房：X=2636854.710，Y=550152.579

4 号机组反应堆厂房：X=2636990.605，Y=549873.953

核岛基础绝大部分区域位于微风化基岩上，局部位于中等风化基岩上，地基岩体完整性好，微风化岩体剪切波速为 2504m/s，地基承载力为 8.0MPa，满足荷载要求，地基岩体不存在临空面，未发现可供滑移的缓倾连续软弱结构面或软弱夹层，地基均匀稳定。仅 4 号核岛 SBO 柴油发电机厂房（4DU）基底东南侧为强风化黑云母二长花岗岩，约占该子项面积的 45%，钻孔揭露最大厚度约 2m，适当的处理后，地基均匀稳定。

- 冷却水设施区

冷却水设施区包括联合泵房(8PX)、制氯站(8HX)和虹吸井(8CC)。

联合泵房布置在 3 号机组北侧地基条件较好的基岩上，制氯站紧邻其右侧布置；联合泵房与汽轮发电机厂房之间以循环冷却水进水管道(8GD1)连接，与核辅助厂房以重要厂用

水进水廊道(8GA)连接；冷却水经循环冷却水排水管道(8GD2)排至虹吸井，重要厂用水经重要厂用水排水管道(8GS)排至虹吸井，虹吸井布置在主厂房南侧。

- 辅助生产区

根据工艺要求，部分与主厂房生产联系密切的辅助生产设施布置在主厂房周围，包括：核岛/常规岛液态流出物排放厂房(8QA/8QB)布置在 3 号机组汽轮发电机厂房(3MX)北侧，靠近主厂房，地基条件良好；10kV 公用配电站(8TF)、空气压缩机房(8ZC)布置在 3 号机组主厂房南侧；辅助变压器区域及公用 10kV 配电间(8JX)布置在虹吸井(8CC)东侧。非放射性含油废水集水池(8FS)布置在 4 号机组汽轮发电机厂房(4MX)南侧；公共气体贮存区 1(8ZA1)、公共气体贮存区 2(8ZA2)布置在汽轮发电机厂房西侧。

氢气贮存及分配站(8ZB)位于 3 号机组东侧厂区边缘，位于 1、2 号机组保护区内；危险废物暂存库(0AW)布置在 1、2 号机组仓库区内化学试剂库(0AX1/0AX2)西侧。

污水处理构筑物 2(0ED2)布置在厂区西北部，远离厂区。

- 厂前建筑区及其它设施

厂前建筑区包括：生产检修办公楼(0BX1)布置在 4 号机组主厂房南侧。综合办公楼(0BA)、公共食堂(0SA1)、档案馆(0AD)，与 1、2 号机组共用。

- 其它利用 1、2 号机组建设的设施。

—配电装置区

500kV 开关站(0TB)、220kV 开关站(0TC)、网控楼(0TD)利用 1、2 号机组已建设施，布置在 3、4 号机组的南侧，并以电缆沟与主变连接。为避免盐雾影响，500kV 和 220kV 开关站采用屋内式。

—放射性辅助生产区

其中包括废物处理中心(0QS)、放射性机修及去污车间(0AC)、放射性固体废物暂存库(0QT)、放射性废油暂存库(0QR)、特种汽车库(0AS)、放射源库(0YK)、厂区实验楼(0AL1)、新燃料组件运输中转贮存场地(0FX)等。

—车间仓库、实验室及办公设施区

其中包括非放射性机修车间(0AA)、综合仓库(0AB)、棚库(0AE)、龙门吊及环吊小车仓库(0AQ)、润滑油和油脂库(0FC)、移动电源车库(0AY)、化学试剂库(0AX1/0AX2)、洗衣房及浴室(0EL)、电仪修及专用工具库(0AF)等。

- 实物保护围栏及出入口

厂区设置控制区、保护区和要害区三道实体保卫围栏，每道围栏出入口处设置监控系统和值勤哨位，进出人员、车辆必须持有专用证件和磁卡。

控制区围栏，为单层可视围栏，包围区域为生产管理、辅助生产设施和主生产区。

保护区围栏，为双层可视围栏，并装备相应的技术防范设施，包围区域为主要生产厂房及辅助生产区。

要害区围栏，为单层可视围栏（其外侧 1.5m 处设置轻质防护栏），并装备相应的技术防范设施，包围区域为核岛及联合泵房。

本期工程控制区出入口、保护区出入口布置在 4 号机组主厂房南侧，靠近厂前区。

考虑工程分期建设的要求，需设置施工临时围栏。3、4 号机组建成后，根据运行管理要求可考虑拆除 2 号与 3 号机组之间的围栏，1～4 号机组形成统一完整的保护区。

生产区的货流出入口设在 4 号机组西北侧，经施工临时道路连接次要进厂道路。

人流出入口设在厂区南侧，通过坡脚下道路与主要进厂道路相接。

4.1.2.4 竖向布置

厂区竖向采用平坡式布置，厂坪设计标高为 14.00m，核岛室内±0.00 标高为 14.30m，常规岛室内±0.00 标高为 14.30m。

厂区地表水采用有组织的排放方式，场地雨水通过道路雨水篦子进入雨水系统排出厂外，最终排入大海。

4.1.2.5 厂内交通运输

厂内运输主要是日常生产运行与维修、新燃料、乏燃料、固体废物、后勤供应等的运输，均采用汽车运输方式。

为适应厂外运输及厂内厂房（车间）与厂房（车间）之间的货流及人行需要，厂区设主干道、次干道、车间引道及人行道。厂内道路分为重型路和轻型路，重型路路面宽度 9m，轻型路路面宽度分别为 4m。

上述各级道路除满足生产运输要求外，部分还兼作消防通道。

4.1.2.6 绿化与美化布置

本设计仅划分绿化区及非绿化区，不进行具体绿化设计。

绿化区：在保护区外侧的场地可以栽种行道树、花木及加铺草坪等，以改善环境，充分运用和发挥绿化功能，为核电厂职工提供良好的工作环境。厂区可绿化面积约 4.16hm^2，绿地率约为 16.4%。

非绿化区：本工程保护区和要害区不进行绿化。保护区内侧、要害区外侧除道路、广场外，均采用碎石铺地，碎石粒径 40～60mm，厚 100mm 左右；要害区内侧除道路外，均采用 100mm 厚 C15 水泥混凝土进行硬化。

4.1.2.7 厂区主要技术经济指标

厂区主要技术经济指标见表 4.1-4。

4.1.3 排放口布置

4.1.3.1 环境保护相关设施的布置

3、4 号机组环境保护相关设施包括核岛厂房，放射性辅助生产设施、生活污水和生产废水处理设施、取水口、排水口、应急指挥中心、环境监测设施等。

（1）核岛厂房的布置

3、4 号机组核岛厂房布置在厂址中部。

（2）放射性辅助生产设施的布置

核岛液态流出物排放厂房、常规岛液态流出物排放厂房布置在 3 号机组常规岛北侧。其他带有放射性的厂房有废物处理中心、放射性机修及去污车间、放射性固体废物暂存库、放射性废油暂存库、特种车辆库、放射源库、厂区实验楼等与 1、2 号机组共用。

（3）生活污水和生产废水处理设施的布置

污水系统油水分离器紧邻 4 号常规岛南侧布置。

污水处理构筑物 2(0ED2)布置在厂区西北部，远离厂区。用于处理 3~6 号机组生产区的污水，满足污水处理需求。

（4）取水口及排水口

与 1、2 号机组共用取水明渠，取水口门位于厂区东侧；排水工程拟采用暗管排水方案，排水口位置选择在厂址东南侧-6.0m 等深线位置。

（5）应急指挥中心的布置

应急指挥中心(0EM)与 1、2 号机组共用。位于厂区西北侧。

（6）环境监测设施的布置

环境实验室（EC1）及监督性监测前沿站（EC2）与 1、2 号机组共用，设置在东山县城，环境监测站（EC4）及监督性监测子站（EC6）分散布置在厂址周围。

（7）监督性流出物实验室

监督性流出物实验室（AL2）与 1、2 号机组共用，设置在东山县陈城镇。

4.1.3.2 环境保护措施

厂址区域主要为丘陵地貌，植被覆盖密集，厂址西侧有居民点、农田和鱼塘。在本工程建设中，充分考虑环境保护要求，使其对原有地貌的改变不仅能够补偿，而且得到改善，以创造优美的小区域环境。具体实施措施主要有以下几方面：

- 厂区总平面布置中、尤其保护区（为非绿化区）内各设施的布置上，尽量紧凑布局，节约用地，并使非绿化区面积尽量小。
- 厂坪标高的确定，除重点考虑厂址设计基准洪水位、总平面布置要求、建筑物基础埋置深度等因素外，同时将土石方工程量作为最重要的因素之一，充分予以考虑，尽量减少土石方开挖、回填范围和数量，减少对现状地貌的改变。
- 厂区内充分进行绿化，并采取多种绿化方式，包括立体绿化、屋顶绿化等，凡可绿化的设施均进行绿化。
- 利用本工程建设的时机，改善厂址区域的原始地貌，增加绿化，减少河（海）岸冲刷及水土流失，增强防洪排涝能力，改善小区域气候。
- 尽量为工程施工提供便利，使施工活动对环境的影响降低至最小。

4.1.3.3 排放口布置

3、4 号机组流出物排放口包括气载流出物排放口、液态流出物排放口和非放射性物质排放口。

（1）气载流出物排放口

气载流出物排放点设置有 2 个，分别为 3、4 号机组反应堆排风烟囱。3、4 号机组反应堆厂房产生的废气经处理达标后，通过 3、4 号机组反应堆排风烟囱排入大气，排风烟囱相对高度为 76.53m。3、4 号机组反应堆排风烟囱坐标分别为：

3 号机组：X=2636874.083， Y=550181.127；

4 号机组：X=2637009.978， Y=549902.501。

（2）液态流出物排放口

液态流出物排放点：液态流出物排放点为本工程排水口。低放废液通过地下管沟排至虹吸井，稀释后经循环水排水暗渠排至厂址东南部海域。3、4 号机组液态流出物排放点（即排水口）位于厂址东南侧约-6.0m 等深线位置。西北距厂区拟征地边界线最小距离为 3557m。

排水口处坐标为：X=2633560.870，Y=553125.985。

（3）非放射性物质排放口

- 生活污水系统

3、4 号机组生产区污水由南向北经生活污水管道收集各子项内的生活污水及生产污水排至西北侧的污水处理构筑物 2(0ED2)，经处理达到回用标准后供中水系统使用。

- 雨水系统

3、4 号机组核岛、常规岛屋面雨水通过排水系统接入室外雨水井，汇至雨水系统；场地及路面雨水经雨水口收集接入雨水系统。雨水系统最终排至虹吸井（8CC），经虹吸井排至大海。

- 生产废水系统

厂区内各子项产生的除生活污水和雨水外的生产废水（包括空调冷凝水、冲洗地面水、消防排水、泵房排水等）接入室外生产废水系统后排至虹吸井（8CC），最终经虹吸井排放至大海。

- 非放射性含油废水

非放射性含油废水系统收集含有碳氢化合物的非放射性废水包括废油排放、室外含油区域雨水和清洗后的含油排水，排至污水系统油水分离器（8FS），经油水分离器处理后，达标的水排至 WSS1 雨水系统，最终排至大海。污油通过污油泵输送至油污车运走。

液、气态流出物排放口位置详见图 4.1-1。

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

漳州核电厂 3、4 号机组采用华龙一号压水堆核电机组。该核电机组由包括核反应堆及其核辅助设施的核岛和包括汽轮发电机及其辅助设施的常规岛组成。

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

由于核能的风险与电离辐射有关，因此总的核安全目标是在核电厂中建立并保持对放射性危害的有效防御，以保护人员、社会和环境免受危害。安全设计原理的最重要部分是纵深防御概念，它贯彻于安全有关的全部活动中，包括与组织、人员行为或设计有关的方面，以保证这些活动均置于重叠措施的防御之下，即使有一种故障发生，它将由适当的措

施探测、补偿或纠正。漳州核电厂的设计在贯彻纵深防御概念时采用了一系列多层次的防御，用以防止事故并在未能防止事故时保证提供适当的保护：

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

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

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

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

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

4.2.2 核岛

4.2.2.1 堆芯部件

福建漳州核电厂 3、4 号机组反应堆由反应堆压力容器、堆芯、堆内构件、堆内测量装置、控制棒驱动机构等部件组成，反应堆本体剖视图如图 4.2-1 所示。其中堆芯由 177 组 CF3 燃料组件及其相关组件组成。堆芯等效直径 3.23m，堆芯活性段高度 3.66m。

对于改进后的福建漳州核电厂 3、4 号机组，首循环按铀-235 富集度的不同分四区装

载；各循环均使用固体可燃毒物钆，从第二循环开始堆芯采用低泄漏装载方式。堆芯燃料各区平均富集度根据最终的堆芯燃料管理方案来确定。

4.2.2.1.1 燃料组件

CF3 燃料组件由 17×17 排列的燃料棒和燃料组件骨架组成，组件骨架由 24 根导向管部件、1 根仪表管、11 个格架（2 个端部格架、6 个结构搅混格架及 3 个中间搅混格架)、上管座部件、下管座部件和相应的连接件组成。仪表管位于组件中心栅元位置，它为从上端插入的测量仪表提供通道。导向管用于容纳控制棒和其它堆芯相关组件棒。燃料棒被定位格架夹持，使其保持相互间的横向间距以及与上、下管座间的轴向间距。燃料组件结构见图 4.2-2，相关设计参数见表 4.2-1。

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

以下对组件的各部分进行描述。

- 燃料棒

将 UO_2 芯块及螺旋弹簧装入 N36 合金包壳内，并在包壳两端加 N36 合金端塞封焊从而形成燃料棒。燃料棒上端留有气腔，其功能是贮存裂变气体。燃料棒在制造时用氦气预充压。芯块柱由螺旋弹簧压紧定位。

对载钆燃料棒，除所装芯块为 UO_2-Gd_2O_3 芯块外，其结构上与二氧化铀燃料棒相同。燃料棒结构见图 4.2-3。

- 上管座

上管座部件是燃料组件的上部结构件，既为控制棒组件和固定式相关组件提供保护空腔，还是冷却剂的出口。上管座部件由顶板、连接板以及方形围板焊接成一个整体，四组压紧板弹簧用压紧螺钉分别固定在顶板顶部四边上。连接板上开有导向管连接孔和较多流水孔，冷却剂流经这些孔后进入上管座空腔，经混合后流出上管座。所开流水孔与燃料棒位置错开，以防止燃料棒向上窜出上管座。围板是一个框架结构，它决定了连接板和顶板的间距。压紧弹簧成对固定在上管座顶板相对的两个角的凹槽内，由压紧螺钉固定，用于轴向压紧燃料组件。

- 下管座

下管座部件作为燃料组件的底部结构件，将燃料组件所受到的横向载荷及轴向载荷传递到下堆芯板上，并分配流入燃料组件的冷却剂流量。

下管座部件由下管座结构件、叶片、筋条和导向管座、仪表管座组成。连接板外围为整体加工的框板，中心区域为由叶片、筋条互相插配形成的空间曲面冷却剂通道。叶片表面冲压有连续的凹形结构，叶片插配在两层筋条之间，通过钎焊连接为一个整体。在两个相对的支腿上开有定位销孔，通过与下堆芯板定位销配合使燃料组件在堆内横向定位。下管座中心为上部直径较大下部直径较小的孔道，便于定位仪表管并限制仪表管内过大的旁流。

- 格架

CF3 燃料组件共设置 11 层定位格架。

格架对燃料棒的夹持力足够大，能避免燃料棒产生磨蚀，并避免由于水力作用或振动导致燃料棒滑移，夹持力不会在包壳上产生过大应力。燃料棒夹持系统允许热膨胀导致的燃料棒轴向伸长，不会引起包壳的屈曲或变形。

结构格架由 32 个带弹簧片的内条带和 4 个外条带组装而成。条带材料为再结晶 Zr-4 合金。结构格架有 289 个呈 17x17 排列的栅元，其中 25 个是导向管和仪表管栅元，264 个是燃料棒栅元。在两正交垂直的平面上，每个燃料棒被条带上冲出的刚凸和相对的弹簧片夹持。弹簧片形状类似于发卡，夹到内条带上以后，通过点焊固定在内条带上。

为提高热工水力性能，设计了 3 个中间搅混格架（IMG)，中间搅混格架具有搅混冷却剂的功能，三个中间搅混格架分别位于第 4、5、6 及第 7 跨结构搅混格架的中间。中间搅混格架由再结晶 Zr-4 合金带材冲制而成的条带构成。

- 导向管

导向管是燃料组件的结构部件，它也为控制棒、可燃毒物棒、中子源棒和阻流塞棒提供插入通道。导向管部件采用了管中管式设计。由外径及内径保持不变的导向管、端塞及内套管组成。导向管与内套管间通过三道胀接形成带有缓冲段的导向管后，在其下端焊接导向管端塞形成导向管部件。导向管材料选用再结晶 Zr-4 合金。

- 仪表管

仪表管为堆芯中子探测器提供通道，其内径和壁厚不变化。仪表管与格架的连接方式与导向管相同，但仪表管与上、下管座不连接，只是限制在管座对应孔中。仪表管材料选用再结晶 Zr-4 合金。

4.2.2.1.2 相关组件

CF3 燃料相关组件包括控制棒组件、一次中子源组件、二次中子源组件和阻流塞组件。

其中控制棒组件为可动式相关组件，其余为固定式相关组件。各相关组件简述如下：

- 控制棒组件：由星形架和 24 根控制棒组成，具有启停堆、变更堆功率和紧急停堆的功能。控制棒组件又可分为黑棒组件和灰棒组件两种，黑棒组件的 24 根控制棒吸收体均为 Ag-In-Cd，灰棒组件的 24 根控制棒中有 12 根棒吸收体为不锈钢，另外 12 根棒吸收体为 Ag-In-Cd。
- 一次中子源组件：一次中子源组件的功能是在反应堆首次启动时提高堆芯中子通量至一定水平，使核测仪器能以较好的统计特性测出启动时中子通量的迅速变化，保证反应堆的安全启动。一个一次中子源组件中含有 1 根一次中子源棒，中子源材料为 ^{252}Cf。由于一次中子源棒很少，因此它一般与二次中子源棒及阻流塞棒混装。一次中子源组件只在首炉堆芯使用。
- 二次中子源组件：二次中子源组件的功能是在反应堆再次启动时提高堆芯中子通量至一定水平，使核测仪器能以较好的统计特性测出启动时中子通量的迅速变化，以保证反应堆的安全启动。二次中子源组件含有 4 根二次中子源棒和 20 根阻流塞棒，中子源材料为 Sb-Be 芯块。

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

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

（1） 系统功能

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

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

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

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

（2） 系统描述

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

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

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

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

在稳压器上设置有三条超压保护管线。在稳压器接管和到稳压器卸压箱的排放总管之间的每条管线上串联安装有两台先导式安全阀。第一台安全阀起超压保护作用，正常时关闭。第二台安全阀起隔离作用，正常时开启。在第一台安全阀因故障不“回座”时，第二台安全阀保证隔离。

为了在严重事故下执行快速卸压功能，在稳压器上部还设置有快速卸压管线，分为两个冗余的系列，每个系列的排量为 525t/h(为超压保护管线三组安全阀排量之和)。每个系列由一台电动闸阀和一台电动截止阀组成。两个系列都排放到稳压器安全阀的排放环管上，最终通过稳压器排放总管排到稳压器卸压箱。

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

反应堆冷却剂系统的主要参数如下：

反应堆堆芯额定功率：	3180 MWt
NSSS 额定热功率：	3190 MWt
环路数：	3
运行压力：	15.5 MPa（绝对压力）
每条环路流量：	
最佳估计	24680 m^3/h
热工设计	23500 m^3/h
机械设计	25670 m^3/h

反应堆冷却剂温度（热工设计流量下）：

反应堆压力容器入口	291.2 °C
反应堆压力容器出口	328.8 °C
设计压力：	17.2 MPa（绝对压力）
设计温度：	343 °C

（稳压器设计温度 360 °C）

（3） 主要设备

1) 蒸汽发生器

蒸汽发生器用于生产饱和蒸汽。每台蒸汽发生器按满负荷运行时传递三分之一的反应堆热功率设计。蒸汽发生器的设计应能够在设计污垢系数及设计堵管量的条件下使电厂以额定的功率运行，蒸汽发生器出口处的压力达到 6.73MPa（绝对压力）。

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

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

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

2) 反应堆冷却剂泵

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

主要部件包括泵壳、叶轮、隔热屏、下部径向轴承、密封件及电动机。

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

3) 稳压器

稳压器是一个立式、带有半球形顶部和底部封头的圆筒形容器，它的下部封头放置在圆筒形的裙座上。稳压器的主要功能是建立并维持压力，避免反应堆冷却剂在反应堆内沸腾。在正常运行时将反应堆冷却剂系统保持在恒定的压力下；在负荷瞬变时限制压力的变化。借助于加热和喷淋来控制水-汽平衡温度，从而保持所要求的冷却剂压力，将反应堆冷却剂系统的压力变化限制在一个允许的范围内，并防止其超压。

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

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

4) 卸压箱

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

卸压箱是一个卧式、带有椭圆形封头的圆筒形容器。

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

5) 反应堆冷却剂管道

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

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

热　段：即反应堆压力容器与蒸汽发生器之间的管段；

过渡段：即蒸汽发生器与反应堆冷却剂泵之间的管段；

冷　段：即反应堆冷却剂泵与反应堆压力容器之间的管段。

稳压器波动管与反应堆冷却剂管道的一条热段相连接。

4.2.2.3 主要辅助系统

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

反应堆辅助系统确保下列功能：

– 反应堆冷却剂容积控制和化学控制；

– 反应堆停堆和启动时排除余热；

– 反应堆换料期间燃料组件的装卸。

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

充泵、除盐器和容积控制箱）布置在核辅助厂房内。系统流程图见图 4.2-4（1/4-4/4）

反应堆硼和水补给系统为化学和容积控制系统提供除盐除气水和硼酸溶液以及防止压力边界材料产生腐蚀的化学药剂。系统流程图见图 4.2-5。

余热排出系统，在停堆后，当反应堆冷却剂温度和压力已降至不能通过蒸汽发生器排出热量时，排出反应堆冷却剂系统中的衰变热。该系统布置在安全壳内，以避免经过核辅助厂房输送大量的反应堆冷却剂。系统流程图见图 4.2-6。

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

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

4.2.3 常规岛

常规岛主要包括汽轮机厂房及其厂房内的系统设备。

4.2.4 反应堆-蒸汽发生器系统

反应堆-蒸汽发生器系统接收来自核蒸汽供应系统的蒸汽，通过汽轮发电机组将热能转换成电能。

反应堆-蒸汽发生器系统主要包括主蒸汽系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、

主给水系统、汽轮机回热抽汽系统、汽轮机旁路系统、启动给水系统和辅助给水系统等。

其中主蒸汽系统、主给水系统和辅助给水系统与核安全相关。

主蒸汽系统用于将蒸汽由蒸汽发生器输送到下列设备和系统：

– 主汽轮机及其辅助设备包括汽轮机轴封系统、凝汽器和汽水分离再热器；

– 通向凝汽器和大气的蒸汽旁路系统；

– 除氧器给水系统；

– 汽动辅助给水泵汽轮机；

– 辅助蒸汽转换器。

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

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

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

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

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

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

核电厂用水主要分为海水用水和淡水用水。

4.3.1.1 海水用水

核电厂的海水用水系统主要包括：

—循环水系统

—重要厂用水系统等

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

福建漳州核电厂 3、4 号机组海水系统平均用水量详见表 4.3-1。

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

东山湾取水条件好、水量充足可靠，可满足循环水系统、重要厂用水系统及其他海水用水系统取水需求，不会出现冷却水供应不足而引起电厂运行中断或启动应急系统的情况。

4.3.1.2 淡水用水

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

（1）淡水用水量

1）施工期间用水量

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

福建漳州核电厂 3、4 号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 2215m^3/d，施工人员生活用水最大日用水量为 550m^3/d，施工现场降尘和洗车用水量为 232m^3/d。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为 3304m^3/d。

2）运行期间用水量

运行期间的淡水供水系统主要包括饮用水系统、生产水系统和中水系统。

饮用水系统主要供给运行期人员的生活用水、采用生活水水质的生产用水、消防补充水、绿化浇洒补水等。采用生活水水质的生产用水包括核岛、常规岛及其他 BOP 子项的生产用水。

生产水系统主要为除盐水生产系统提供原水，并作为水泵轴密封水、锅炉降温水及空调冷冻机组冷却水的补充水，以及作为消防补水的备用水源。

绿化、道路浇洒、洗车等用水主要采用再生水，由中水系统提供，不足水量由饮用水系统补足。

考虑管网漏损水量和未预见用水等，福建漳州核电厂 3、4 号机组运行期正常运行日用水量为 6274m^3/d，最大日用水量为 10249m^3/d。漳州核电厂六台机组正常运行日用水量约为 19100m^3/d，最大日用水量约为 23100m^3/d。本工程正常运行工况淡水水量平衡图详见图 4.3-1。

本工程正常运行设计耗水指标为 0.030m^3/s·GW，工业用水的重复利用率约为 99.76%。

（2）供水水源

漳州核电厂 3、4 号机组施工期淡水用水由淡水厂提供，淡水厂和淡水取水工程建成前由七星自来水公司提供；运行期间人员生活用水和生产用水等由淡水厂提供，浇洒、绿化、洗车等用水主要由中水系统提供。海水淡化产品水作为本工程的应急水源。

淡水厂的原水取自峰头水库。峰头水库为漳江流域的龙头水库，多年平均径流量 3.63 亿 m^3，97%可供水量达 2.13 亿 m^3，在满足灌溉用水、生活生产用水及补充东山县用水外，尚有较富余水量，可保证核电厂的淡水用水量。在峰头水库建取水泵房，由两根输水管线送至淡水厂。

漳州核电厂淡水厂的设计规模为 24000m^3/d，取水口、取水泵站及输水管线设计供水能力 28000 m^3/d，可满足六台机组淡水取水要求。

绿化、道路浇洒、洗车用水日用水量约为 110m^3/d。本工程正常运行期间生活污水产生量约为 202m^3/d，再生水产生量约为 182m^3/d，满足绿化、道路浇洒、洗车等用水需求。

4.3.2 核电厂散热系统

漳州核电厂 3、4 号机组工程规划两台百万千瓦级压水堆核电机组，拟采用直流冷却方式，利用东山湾海域作为热阱，每台机组的冷却水量约为 70m^3/s，与 1、2 号机组共用取水明渠，排水工程考虑单独新建暗涵排水工程方案，见图 4.3-2。

4.3.2.1 取水系统

取水工程采用明渠取水方案，由取水明渠北导流堤、取水明渠南导流堤、护岸及开挖渠道组成。取水明渠布置在厂址东侧，取水口门位于厂区东侧深槽附近水深约-7m 的区域，明渠底标高开挖至-6.8m；明渠设计底标高-6.8m，明渠底宽约 120m~150m。取水明渠北导流堤、取水明渠南导流堤、护岸均采用抛石斜坡堤结构型式。

4.3.2.2 排水系统

根据现阶段海域使用论证情况，3、4 号机组考虑单独新建暗涵排水工程方案。漳州 3、4 号机组排水工程为暗管排水方案，排水口位置选择在厂址东南侧-6.0m 等深线位置，位于漳州核电项目大件航道西侧约 1km 处。盾构隧洞由厂区出来后，需穿越排水明渠和排水导流堤，经一段弧线转弯后，敷设至排水点位置。

每台机组设置一条排水隧洞，隧洞内径约为6.5m。3号机组排水隧洞长5215.7m，其中陆域段长557.5m，海域段长4658.2m。4号机组排水隧洞长5244.5m，其中陆域段长557.5m，

海域段长4687.0m。

4.4 输电系统

4.4.1 电气主接线

本期工程为扩建工程，拟建设 2 台百万千瓦级华龙一号机组，每台汽轮发电机组的额定容量为 1220MVA、发电机额定电压为 27kV（暂定），2 台机组以发电机—变压器组单元接线方式升压至 500kV 接入系统，发电机与主变压器之间装设发电机出口断路器。

本期工程 500kV 配电装置选用 SF_6 气体绝缘的全封闭组合电器（GIS），采用一个半断路器接线，在 1、2 号机组工程基础上进行扩建。1、2 号机组工程主开关站土建部分一次建成，配电装置留有扩建场地。1、2 号机组工程一次建成 2 回进线，4 回出线，共 2 个完整串及 2 个不完整串。本期工程考虑扩建 2 回发电机-变压器组进线，接入 1、2 号机组工程 500kV 系统，构成 3 个完整串和 2 个不完整串。最终远景规模为 4 回出线，6 回进线。

1、2 号机组工程辅助开关站土建部分一次建成，配电装置留有扩建场地，电气部分一次建成 2 回辅助变出线、2 回 220kV 架空进线、1 个母联间隔和 2 个母线 PT 间隔，接线方式为双母线接线。本期工程辅助电源直接接入 1、2 号机组工程 220kV 升压站，扩建 2 回辅助变压器进线接入 1、2 号机组工程 220kV 系统，形成 4 回进线 2 回出线。最终远景形成 2 回进线、6 回出线。最终方案应以接入系统审查意见为准。

220kV 厂外辅助电源，在机组正常启动和停机过程中作为优先电源（220kV 主电源）的后备电源。当失去优先电源时，厂用负荷切换到厂外辅助电源（220kV 辅助电源）。在机组正常运行时，如中压母线失去厂用进线电源，则由厂外辅助电源（220kV 辅助电源）通过辅助变向厂用负荷供电。在机组检修时，220kV 辅助电源可作为检修电源。

4.4.2 开关站的选型和布置

500kV 主开关站利用 1、2 号机组工程开关站预留间隔扩建而成，布置在 3、4 号机组的东南侧，并以 500kV 气体绝缘金属封闭输电线路（GIL）与主变连接；220kV 辅助开关站为利用 1、2 号机组工程开关站预留间隔扩建而成，布置在 500kV 开关站南侧约 65m 处。为避免盐雾影响，主、辅开关站均选用室内型，配电装置采用 SF_6 气体绝缘组合电器（GIS）。

主变压器及其厂用备用变压器布置在汽轮机厂房附近。

4.4.3 与电力系统的连接

本工程以 1、2 号机组工程的 500kV 主开关站作为发电和配电的连接枢纽，扩建 2 回进线，通过 1、2 号机组工程的 4 回出线与外电网相连。

由于接入系统方案尚未确定，最终主接线方案应以接入系统审查意见为准。

4.4.4 辅助电源

1、2 号机组辅助开关站土建部分一次建成。电气部分一次建成 2 回辅助变出线、2 回 220kV 架空进线、1 个母联间隔和 2 个母线 PT 间隔，其中一回 220kV 线路接入 220kV 水晶变，一回线路接入 220kV 天福变，核电~水晶、核电~天福线路长度分别约 11km、48km。采用双母线接线。

本期工程辅助电源直接接入于 1、2 号机组工程建成的 220kV 辅助开关站，扩建 2 回辅助变压器进线，接入 1、2 号机组工程 220kV 系统。最终远景形成 2 回进线、6 回出线。最终方案应以接入系统审查意见为准。

4.5 专设安全设施

4.5.1 概述

专设安全设施主要包括安全注入系统、安全壳喷淋系统、蒸汽发生器辅助给水系统、安全壳隔离系统。

4.5.2 安全注入系统

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

（1） 冷却堆芯

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

— 燃料包壳的最高温度不超过1204℃；

— 燃料包壳的最大氧化厚度在各处都不超过包壳氧化前总厚度的17%；

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

— 堆芯几何形状的任何改变都应能保持对堆芯进行冷却的能力；

— 堆芯能长期维持在足够低的温度（排出余热）。

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

（2） 堆芯补水

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

（3） 反应性控制

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

安全注入系统的主要设备有：

— 2台中压安注泵；

— 3个安注箱；

— 2台低压安注泵；

— 1台水压试验泵。

系统投运后，中、低压安注泵从内置换料水箱(IRWST)取水，向一回路注水。

当反应堆冷却剂系统压力低于安注箱的压力时，安注箱注入。

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

4.5.3 安全壳喷淋系统

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

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

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

1) 系统设计的考虑

a) 排热能力考虑：

— 该系统设计得能长期工作，可达几个月，这取决安全壳完整性对它的要求。

— 喷嘴的设计能使液滴的直径符合最大限度地排热和尽可能高效除碘的要求。

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

— 按热阱温度等于历史记录的最高温度计算系统的热交换能力。

— 支撑喷嘴的喷淋环尽可能布置在穹顶下最高处，使水滴落差尽可能大。

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

b) 对化学考虑

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

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

c) 单一故障准则的应用

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

喷淋子系统由两个容量为 100%且相互独立的系列组成。

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

供电由两列独立电源保证，并由应急柴油发电机组作备用。

两列电源和两列冷却水各自之间都有实体分隔和布置上的分离。

2) 系统描述

安喷系统由两个子系统组成：喷淋子系统和化学添加剂子系统。

a) 喷淋子系统

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

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

b) 化学添加剂子系统

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

c) 系统运行方式

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

4.5.4 蒸汽发生器辅助给水系统

蒸汽发生器辅助给水系统属于专设安全设施。在任一正常给水系统发生事故时，辅助

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

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

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

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

辅助给水泵子系统主要设备包括：

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

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

每台电动泵和每台汽动泵并联布置组成一个系列，都各自配置下列管道：

——吸水管线(来自辅助贮水池)；

——通向三台蒸汽发生器的出口管线(包括调节阀和电动隔离阀)。

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

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

当电站用辅助给水系统启动时，除氧器装置向辅助贮水池补充除盐除氧水。

当失去厂外电源时，由应急柴油发电机向除氧装置的泵供电，且允许直接由 WCD 系统对贮水池进行补水。

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

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

4.5.5 安全壳隔离系统

安全壳是阻挡核电厂放射性裂变产物释放到环境中去的最后一道实体屏蔽，在正常运

行时以及在发生放射性物质释放到安全壳内的事故以后保证具有规定的密封性，为工作人员和公众提供辐射防护，并可保护核岛免受外部人为事件的危害。

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

本工程采用双层安全壳，内层安全壳是包容核蒸汽供应系统(NSSS)的主要物项，在所有可以想象的情况下提供对环境、工作人员和公众有效的辐射防护，这些情况包括导致安全壳内压力和温度急剧升高以及气态裂变产物释放的一回路冷却剂管道完全断裂的事故（LOCA 事故）。外层安全壳主要抵抗飞机撞击和龙卷风飞射物及外部爆炸等外部事件。

安全壳还应能承受由于安喷系统误投入运行造成的内部负压。

内层壳为带密封钢衬里的预应力钢筋混凝土结构，外层壳为钢筋混凝土结构。

为在事故工况下保持安全壳的密封性，防止放射性物质向环境释放超过可接受限值，贯穿内外壳的管线（专设安全设施运行所需要的管线除外），以及仅贯穿外层壳并与环形空间大气联通的管线在事故工况下必须能可靠地隔离，为此设置了安全壳隔离系统。

安全壳隔离系统的安全功能为：

（1）在反应堆失水事故时，隔离与专设安全设施无关的安全壳贯穿件，以减少放射性物质向大气的释放。

（2）在安全壳内出现各种高活度放射性物质情况下，隔离安全壳大气，防止和控制放射性物质向环境的释放。

（3）在主蒸汽管道破裂时，隔离蒸汽发生器，防止反应堆冷却剂系统过快降温或安全壳超压。

安全壳隔离系统的设计，每条管线上串联设置的安全壳电动隔离阀由不同的电源序列供电，所有气动隔离阀在失去非安全相关的仪表压缩空气系统后，处于关闭状态。因此任何单一故障都不会妨碍系统执行隔离功能。

内层安全壳设计，在失水事故时泄漏率不超过下面规定的最大泄漏率：在包络性失水事故下，规定总的最大泄漏率为 24 小时内不超过安全壳内气体质量的 0.3%。

外层安全壳的设计必须是密闭的，以便安全壳环形空间通风系统可以维持环形空间内的负压状态。

安全壳环形空间通风系统确保环形空间保持持续的负压状态，该负压状态能有效引导

内、外部的泄漏都向该环形空间汇集，从而可以避免来自内层安全壳的泄漏（比如在发生失水事故时）直接进入环境。

在排放之前，内层安全壳和外层安全壳的泄漏要经过过滤。

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

4.5.6 乏燃料贮存系统

乏燃料贮存系统是用于暂时贮存和转运乏燃料组件的系统，包括燃料转运舱、乏燃料贮存水池、乏燃料贮存格架、容器装载井、容器准备井以及乏燃料水池冷却和处理系统等设施。

乏燃料贮存在乏燃料贮存水池中的乏燃料贮存格架中。乏燃料水池冷却和处理系统为乏燃料的贮存和转运提供安全环境。

4.5.6.1 系统描述

乏燃料组件从堆芯内卸出，通过燃料转运通道由水下运至燃料转运舱，用人桥吊车吊运乏燃料组件，垂直存放在水下的乏燃料贮存格架中。破损的燃料组件装入破损燃料组件贮存小室内存放。需要定量检查辐照燃料组件的破损程度时，采用离线啜吸检测装置进行检测。当乏燃料组件贮存一定时间需要外运时，将组件装入乏燃料运输容器，经过清洗，检查乏燃料容器的表面辐射水平和污染水平满足运输标准规定后，可运往乏燃料后处理厂。

燃料转运舱底部设有连接安全壳内换料水池的燃料转运通道。反应堆正常运行时转运通道关闭并隔离换料水池与转运舱，只有换料时才打开。

乏燃料贮存水池侧壁是混凝土屏蔽墙，使水池周围相邻区域的辐射水平满足相应辐射区域的设计标准。

在乏燃料贮存水池内设有乏燃料贮存格架，分为两个区。I 区用于装载新燃料组件、破损燃料组件、未达到规定燃耗限值的乏燃料组件和换料时全堆芯的燃料组件。II 区用于贮存由堆芯卸出的达到规定燃耗限值的乏燃料组件。

乏燃料贮存水池的内壁衬有不锈钢覆面，并设有引漏管，用以监测覆面有否渗漏。

在正常情况下乏燃料贮存水池充满含硼水，以保证乏燃料贮存水池内燃料组件的冷却和水面以上的辐射水平满足设计要求。在池底不设任何排水管道，防止池水流失。

在乏燃料贮存水池的另一侧是容器装载井，在此进行乏燃料组件装入运输容器的操作。

以上三个水池彼此相通，水池之间的混凝土隔墙上有密闭的水闸门，平时是关闭的，使用时才打开。靠近容器装载井的另一侧还设有一个乏燃料运输容器准备井，用作乏燃料运输容器的准备工作。

4.5.6.2 设计准则

乏燃料贮存设计按 HAD102/15《核动力厂燃料装卸和贮存系统设计》相关章节的要求进行，保证乏燃料组件在贮存中各方面的安全，主要设计准则如下：

（1）乏燃料组件贮存的物理布置，必须满足燃料组件安全贮存的次临界要求。必须保证：无论电站处于正常运行、预计运行事件期间，和事故工况（设计基准事故和设计扩展工况）期间或以后，乏燃料组件的贮存均应满足规定的次临界状态；

（2）乏燃料贮存水池及格架的设计，应能承受乏燃料装卸工具掉落的冲击；

（3）防止不属于提升机构部件的重物在贮存的燃料上方移动；

（4）贮存区不得是通往其它操作区出入通道的一部分，贮存区应有足够的容量，未经批准不得进行任何操作；

（5）贮存区必须提供足够的操作空间和安放设备及工具的空间；

（6）必须提供贮存破损燃料组件的设施；

（7）贮存区必须具有适当的密封性，使池内含硼水泄漏的后果保持在可接受的限值内；

（8）应在足够深的水下操作辐照燃料组件，以确保足够的生物保护；

（9）乏燃料贮存格架的材料应与环境相容，应排除由于运行引起环境条件变化而造成几何尺寸变化，应考虑运行工况和事故工况引起的全部载荷；

（10）乏燃料贮存格架的设计，应具有足够的稳定性，不会倾倒，并具有防止意外移动的措施；

（11）乏燃料贮存格架的设计，应便于燃料组件的插入和取出，并具有保护燃料不受损伤的措施；

（12）乏燃料贮存格架的设计，应使得乏燃料贮存水池中的冷却水能够自由循环；

（13）乏燃料贮存区应具有承受内部、外部灾害的防护措施；

（14）乏燃料贮存水池的设计，能够保证在有乏燃料组件贮存时水池充满水，而且可以自然循环、净化，以冷却乏燃料组件；

（15）在乏燃料贮存区域及相关的乏燃料组件装卸区域设有辐射水平监测系统，以保

证工作人员的辐射安全；

（16）在乏燃料贮存水池中设有多道水位监测装置和温度测量设备，防止池水意外排空，其监测信号送到控制室。乏燃料贮存水池监测满足《核电厂改进通用技术要求》的规定。

4.5.6.3 乏燃料水池的冷却和处理

乏燃料水池的冷却和处理系统用于保证对核电厂贮存乏燃料组件的水进行冷却、过滤和处理，并且在燃料装卸期间为反应堆换料水池、堆内构件存放池、乏燃料贮存水池以及燃料转运舱充水和排水提供所需的手段。

1）系统的主要功能

排出在乏燃料水池中贮存的乏燃料组件发出的余热。

清除在换料水池和乏燃料贮存水池内的腐蚀产物、裂变产物和水中的悬浮颗粒。

当反应堆冷却剂系统打开，且余热排出系统完全失效时，反应堆换料水池及乏燃料贮存水池冷却和处理系统可作为余热排出系统的备用。这种备用同样允许对余热排出系统进行维修，而不降低装置的安全水平。

该系统可保持乏燃料贮存区域的恒定水位，确保对工作人员的生物屏蔽作用。

2）系统的设计基准

该系统设有两台冷却泵；由柴油发电机组作为它们的应急电源。泵之间的切换或电源之间的切换均采用手动方式。

乏燃料贮存水池冷却系统的设计，在安全停堆地震引起的载荷下仍保持其功能。与之相关的其他区域的排水管道、隔离阀等可在同样条件下保持其密封性。

该系统对飞机坠落在内的飞射物、火灾和爆炸进行防护并能经受住水淹和冰冻的影响。

系统设计能对过滤器、离子交换器、泵和热交换器进行在役维修。

4.6 放射性废物系统和源项

4.6.1 放射性源项

核电厂放射性物质最根本的来源是反应堆燃料芯块内的链式裂变反应，裂变产生的放射性核素基本上都包容在燃料元件芯块与包壳之内，只有极少量的裂变产物会由于燃料元件破损而泄漏到反应堆冷却剂中，或者由极少量的燃料元件加工制造过程中的表面铀沾污而直接进入主冷却剂。同时裂变产生的中子使反应堆冷却剂自身以及腐蚀产物、控制棒、

硼酸和其它材料受到激活而产生中子活化及活化腐蚀产物。这些裂变产物和活化及活化腐蚀产物是主冷却剂系统及相关系统的主要放射性来源，其中蒸汽发生器传热管束的泄漏还有可能造成二回路系统的污染。

4.6.1.1 堆芯积存量

华龙一号核电机组堆芯共有 177 组燃料组件，换料周期为 18 个月。表 4.6-1 给出了平衡循环寿期末堆芯主要裂变产物的积存量。

4.6.1.2 主冷却剂的放射性活度

本节中给出的辐射源是由以下几方面确定的，包括堆芯参数和反应堆冷却剂系统的参数（参见表 4.6-2）、预期的电站运行参数和运行经验反馈数据。

影响裂变产物的产生及其随后通过燃料包壳缺陷从燃料释放到反应堆冷却剂中的现象是复杂的，法国依据 PWR 燃料组件实验和电站功率运行经验反馈，开发了 PROFIP-5 程序，并在 CEA 研究中心进行了验证。程序将裂变产物在燃料元件内产生及其向一回路冷却剂迁移的模型分为四个连续的过程：

a）通过裂变、放射性衰变或中子俘获而实际产生的裂变产物；

b）由各种机理例如晶间扩散和俘获、反冲和击出等造成的裂变产物从燃料中的释放；

c）裂变产物扩散到燃料组件包壳，并通过包壳缺损释入反应堆冷却剂中；

d）考虑了反应堆冷却剂系统相关运行参数影响（例如：净化率、在 RCV 系统和稳压器中的分配、泄漏率等）后的反应堆冷却剂系统中裂变产物的行为。

反应堆冷却剂系统的放射性主要取决于包壳缺陷的特征和裂变产物穿过包壳缺陷进入反应堆冷却剂中的特性。

对于不同类型的包壳破损和反应堆运行工况，按法国在燃料组件上所作的运行与试验的经验反馈，PROFIP 程序将裂变产物释放到反应堆冷却剂中的过程模型化。

该程序也可以计算由 UO_2 造成包壳外表面污染而产生的反应堆冷却剂活度。

在本节中，对反应堆冷却剂系统的活度水平采用 I-131 当量活度来表示。I-131 当量活度的含义是指与反应堆冷却剂中所含碘同位素混合物浓度对甲状腺产生同等剂量的单独 I-131 的活度。

由于瞬态工况下发生的现象是很复杂的，瞬态和冷停堆工况下腐蚀产物的放射性核素活度采用法国电厂运行经验的反馈值。

本节中所有数据均是针对一台机组而言的，该机组运行时间为一个燃料循环时间加上

换料时间，共 18 个月。

初始堆芯燃料组件 ^{235}U 的富集度分别为 1.80%、2.40%、3.10%，平衡换料时新装入堆芯燃料组件的 ^{235}U 富集度为 4.45%。平均卸料燃耗深度为 45000 兆瓦•日/吨铀，堆芯装有 81.35 吨铀。

用于环境排放源项计算的主冷却剂源项采用如下两套假设：

现实工况：

对于燃料行为，废物处理系统运行以及放射性物质释放的假设，考虑法国早期运行电厂（约 200 个堆年）在每个循环末所记录的碘活度的平均值，并尽可能地基于国内在役压水堆电厂的运行经验反馈。对于腐蚀产物，也考虑了本电厂的设计特点（瞬态值除外）。

在此工况下的放射性源项计算结果称作为“现实排放源项”。该源项主要用于环境影响评价中的三关键分析。

稳态时的腐蚀产物活度是根据机组的特点用 PACTOLE 程序计算出的（其中，Ag-110m 和 Sb-124 的取值系采用法国 1300MW 电厂的经验反馈数据）。对应瞬态情况下的腐蚀产物活度，由于程序无法进行计算，因此采用了法国电站的测量值。

0.1GBq/t I-131 归一化当量运行期间的总比活度在表 4.6-3 中给出。

保守工况：

采用 4.44GBq/t I-131 当量作为保守源项。在 4.44GBq/t I-131 当量运行期间，计算时假定全堆 3g 包壳表面沾污铀，再考虑有 19 根燃料棒包壳破损，将包壳破损的计算结果进行归一化处理，使得叠加沾污铀贡献后 I-131 当量比活度为 4.44GBq/t I-131 当量比活度。

4.44GBq/t I-131 当量运行期间的总比活度在表 4.6-4 中给出。

4.6.1.3 二回路系统的放射性活度

二回路系统的污染是由于蒸汽发生器的传热管出现泄漏造成的。

在计算二回路系统放射性活度时作如下假设：

一回路向二回路系统的泄漏，假定 3 台蒸汽发生器各自都存在 1kg/h 的常年泄漏项，其泄漏时间为每个换料周期 11800 小时，然后 3 台蒸汽发生器中只有一台在每个换料周期内发生两个月的附加泄漏，且附加泄漏的时间段与常年泄漏的末期重合，附加泄漏率为 0-72kg/h 线性变化，其它时间附加泄漏为 0。

二回路系统的废物产生于不复用的蒸汽发生器排污和二回路系统的泄漏。

在正常运行工况下（除启动和停堆外），蒸汽发生器排污（TTB 系统）在经离子交换

树脂处理后，在二回路系统中被复用。这种排污不会产生任何废液。

为了设想较不利的情况，假设在反应堆冷却剂从一回路向二回路泄漏的时间内发生了两次蒸汽发生器排污（分别在泄漏后的 1 个月末和 2 个月末时），在这两次排污期间，蒸汽发生器内的所有活度未经处理即通过 TTB 系统向废液排放系统（ZLD）中排放。

尽管事实上这两种假设（泄漏率和两个月的 SG 全部排污）对代表正常运行的工况 A 是太保守了，但是在设计中针对两种工况还是均予以考虑。

据此，所考虑的假设如下：

— 认为蒸汽中的固体裂变产物夹带因子等于蒸汽中的含水量水平，即 0.25%；

— 碘的夹带因子：1%；

— 气体的夹带因子：100%；

— 一台蒸汽发生器中的水重量：50.7t；

— 二回路系统的泄漏率：22t/h；

— 单台蒸汽发生器排污量：18.33t/h。

对于最不利的情况（蒸汽发生器泄漏 72kg/h），在稳态运行和瞬变后 1.5h 时，二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大计算浓度列于表 4.6-5 中。

4.6.1.4 C-14 和氚

（1）C-14

压水堆里，C-14 主要产生于以下途径：

— 堆芯三元裂变；

— 中子活化反应，主要活化反应如下：

- $^{17}O(n,\alpha)^{14}C$，氧是燃料和冷却剂的固有元素，^{17}O 在天然氧元素中的丰度为 0.04%。
- $^{14}N(n,p)^{14}C$，氮以杂质元素的形态存在于燃料、结构材料和主冷却剂中。由于通常由氮气作为冷却剂补充水的覆盖气体，氮作为溶解气体而存在与主冷却剂中。堆芯三元裂变产生的 C-14，燃料、结构材料中的 ^{17}O 和 ^{14}N 活化产生的 C-14 几乎不会扩散到主冷却剂中。

活化反应产生的 C-14 的活度可以用下面的公式来计算：

$$A(^{14}C) = \lambda \cdot N(^{14}C) = \lambda \cdot V_{水} \sum \cdot \Phi_{水} \cdot f \cdot k$$

上式中：

$A(^{14}C)$：生成的 C-14 活度，Bq；

λ：碳-14 的衰变常数，s^{-1}；

$N(^{14}C)$：该反应每年产生的 ^{14}C 核子数；

$V_{水}$：受到活化的水体积；

Σ：产生碳-14 的活化反应对应的反应截面，cm^{-1}；

$\Phi_{水}$：堆芯区域主冷却剂中中子注量率，$n \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2}$；

f：负荷因子，取值 1；

k：运行时间，满功率运行时间考虑为 540 天。

计算中考虑 100%的功率负荷因子，基于保守的计算假设，本工程每台机组主冷却剂中 C-14 产生量的设计值为 320GBq/a，其中，大部分以气态形式释放，少量以液态形式释放。

（2）氚

反应堆冷却剂中产生氚的主要途径如下：

- 燃料裂变（三元裂变）产生的氚通过燃料包壳扩散或燃料包壳破损处泄漏进入反应堆冷却剂中；
- 反应堆冷却剂中的中子与可溶硼的反应；
- 反应堆冷却剂中的中子与可溶锂的反应；
- 反应堆冷却剂中的中子与氚的反应，可忽略不计。

其中，中子与氚反应产生的氚可以忽略不计。

基于设计输入参数以及合理保守的假设，本工程反应堆冷却剂中氚的年产生量如下：

—现实工况：假定该工况下氚通过包壳向主冷却剂的扩散率为 2%，反应堆主冷却剂中氚的年产生量为 32TBq；

—保守工况：假定该工况下氚通过包壳向主冷却剂的扩散率为 3%，反应堆主冷却剂中氚的年产生量为 36TBq。

计算中考虑的 Li-7 的富集度为 99.96%。反应堆主冷却剂中产生的氚大部分以液态形式排放。

4.6.2 放射性废液处理系统及源项

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

— 硼回收系统（ZBR），

— 废液处理系统（ZLT），

— 核岛液态流出物排放系统（ZLD），

— 放射性废水回收系统（WSR），

— 核岛疏水排气系统（RVD）。

其它已被污染或可能被污染的废液由下列系统收集、处理或排放：

— 化学和容积控制系统（RCV），

— 反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统（RFT），

— 蒸汽发生器排污系统（TTB），

— 常规岛液态流出物排放系统（WQB）。

4.6.2.1 硼回收系统（ZBR）

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

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

（1）设计基准

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

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

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

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

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

— 冷停堆 6 小时；

— 温度升至反应堆零功率时的温度并保持反应堆零功率 1 小时；

— 返回冷停堆并保持此工况 6 小时；

— 升到满功率。

本系统蒸发部分将除气后的反应堆冷却剂分离为冷凝液和浓缩液，处理能力为 3.5m^3/h。冷凝液含硼量低于 5ppm，经冷却后通常可作为反应堆补给水复用。当一回路氚的浓度高于控制值时，ZBR 冷凝液被送往 ZLD 系统监测、排放；浓缩液含硼量为 7000ppm，质量合格时可作为 4%硼酸溶液复用。

（2）系统描述

ZBR 系统由三部分组成：

— 净化部分：包括前贮槽、过滤器、除盐器和除气装置。

— 水和硼酸分离部分：包括中间贮槽、蒸发装置、冷凝液监测槽和浓缩液监测槽。

— 除硼部分：包括阴床除盐器、混床除盐器。

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

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

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

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

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

ZBR 系统的设备全部安装在核辅助厂房内。

ZBR 系统主要设备特性参见表 4.6-6。

ZBR 系统工艺流程图参见图 4.6-1。

（3）系统运行

1）正常运行

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

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

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

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

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

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

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

蒸发器手动启动，操作稳定后，改为自动运行。

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

在冷凝液监测槽中的冷凝液通过取样分析后有以下几种出路：

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

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

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

重新经蒸发处理；

— 为了维持反应堆冷却剂中合适的氚浓度，将含氚量高的冷凝液送到核岛液态流出物排放系统（ZLD）排放。

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

在浓缩液监测槽中的浓缩液经取样分析后有以下几种出路：

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

— 如果浓缩液不合格（硼含量远小于 7000ppm，但其他指标合格），则经浓缩液泵（014PO）返回到中间贮槽中去，重新用蒸发器处理；

— 如果浓缩液不合格，送到废液处理系统（ZLT）工艺排水缓冲槽待处理；

2）特殊运行

— 在打开反应堆压力容器前，利用除气塔对反应堆冷却剂进行除气。

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

这个工艺过程除了能减少反应堆开盖前的操作时间以外还可以增加净化效率。

— 用蒸发器对除盐水分配系统（WND）的除盐水除氧。

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

— 对氧含量高的 RBM 系统补给水除氧。

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

4.6.2.2 废液处理系统（ZLT）

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

（1）设计基准

废液处理系统的设计基准是确保核电厂放射性液态流出物的年排放量低于国家规定

的限值，使公众和运行人员所受的辐射照射满足“可合理达到尽量低”的 ALARA 原则。

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

（2）系统描述

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

— 地面排水、服务排水放射性浓度低，悬浮固体含量高，用过滤方法处理，处理能力为 27m^3/h。地面排水量约为 5000m^3/a，服务排水量约为 1250m^3/a。

— 工艺排水放射性浓度高，化学物质含量低，一般采用除盐工艺处理，处理能力为 8m^3/h，去污因子为 10000～100000。工艺排水量约为 2250m^3/a。

— 化学排水放射性浓度高，化学物质含量也高，用蒸发方法处理，处理能力为 3.5 t/h，去污因子为 1000，处理废液量约为 1500m^3/a。

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

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

1）除盐工艺包括：

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

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

— 一台预过滤器 ZLT004FI。用于去除悬浮物质，以保证除盐器效率。

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

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

— 四台串联的除盐器 ZLT002/003/004/005DE。

— 一台树脂滞留过滤器 ZLT005FI。

经过处理后的废液进入监测槽 ZLT009/010BA。

2）蒸发工艺包括：

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

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

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

— 一蒸发处理设备包括：蒸发器供料泵 ZLT005PO、蒸发器预过滤器 ZLT001FI、预热器 ZLT001EX，加热器 ZLT001RE、蒸发器 ZLT001EV、旋风式分离器 ZLT001ZE、泡罩塔 ZLT002ZE、蒸馏液冷凝器 ZLT001CS、蒸馏液冷却器 ZLT001RF、冷凝水冷却器 ZLT002RF 和冷凝水平衡槽 ZLT014BA。

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

蒸馏液由两个监测槽（ZLT009/010BA）接收。

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

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

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

3）过滤工艺包括：

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

— 地面排水泵 ZLT002PO，用于废液的混和搅拌、取样分析和输送。

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

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

与废液接触的设备的材料均为不锈钢，有较好的耐腐蚀性。

ZLT 系统主要设备特性参见表 4.6-7。

ZLT 系统工艺流程图参见图 4.6-2。

（3）系统运行

ZLT 系统总的运行原则如下：

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

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

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

— 蒸发净化单元由手动启动，运行稳定后，即进入自动控制状态。

— 除盐器是手动启动的，运行稳定后，即进入自动控制状态。

4.6.2.3 核岛液态流出物排放系统（ZLD）

（1）设计基准

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

①放射性液态流出物

— 硼回收系统（ZBR）：蒸发器产生的冷凝液。

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

— 放射性废水回收系统（WSR）。

— 核岛疏水排气系统（RVD）排水。

— 核岛液态流出物排放系统（ZLD）地坑疏排水。

— 固体废物处理系统（ZST）的疏水。

②常规废水

— 蒸汽发生器排污系统（TTB）蒸汽发生器排污液。

2）当因环境稀释能力不足而要求延迟排放、或当取样分析或辐射监测系统（IRM）监测到液态流出物放射性浓度超过规定排放限值时，可暂存液态流出物。

3）将超过排放限值的放射性液态流出物送往废液处理系统（ZLT）处理。

（2）系统描述

ZLD 系统设置三个 500m^3 的废液排放槽 ZLD001/002/003BA，排放槽置于滞留池内，

滞留池的容量大于三个排放槽同时破裂溢出的全部流出物量。三个排放槽中一个用于接收液态流出物，一个用于液态流出物的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。

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

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

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

贮槽的材料为碳钢内外涂涂料，其余设备的材料均为不锈钢。

排放管线厂房内的部分材料为不锈钢，TR 沟内的部分均为不锈钢。该管线上的其它设备的材料采用不锈钢。

ZLD 系统主要设备特性参见表 4.6-8。

ZLD 系统工艺流程图参见图 4.6-3。

（3）系统运行

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

排放管上的 IRM 监测系统对排放槽内液态流出物有辅助监测作用。

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

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

4.6.2.4 放射性废水回收系统（WSR）

（1）设计基准

本系统有选择地收集核岛厂房内卫生出入口所产生的放射性废液或可能带放射性的废液，收集的废液经贮存和取样分析后，废液被送往 ZLT 系统或 ZLD 系统。

（2）系统描述

WSR 系统收集下列系统及场所的废液：

UR 厂房热淋浴间和热更衣间的地面排水靠重力收集于废水贮槽 3/4WSR001/002BA 中。3/4WSR001/002BA 内的废液经混匀和取样分析后，如果需要处理，将其经核岛疏水排气系统（RVD）送到废液处理系统（ZLT）进行蒸发或过滤处理，如果放射性水平低于排放限值，则直接由泵 3/4WSR001/002PO 送往 ZLD 系统排放。

废水贮槽 3/4WSR001/002BA 房间内的地坑 3/4WSR003PS 收集的废液由地坑泵 3/4WSR008PO 送往 3/4WSR001/002BA。

WSR 系统主要设备特性参见表 4.6-9。

（3）系统运行

当废水贮槽 3/4WSR001/002BA 的液位达到高液位时，泵 3/4WSR001/002PO 自动启动。当槽中液位达到低液位时，泵 3/4WSR001/002PO 自动停运。每个贮槽均可就地取样，以测量废液的放射性浓度。

4.6.2.5 核岛疏水排气系统（RVD）

核岛疏水排气系统（RVD）为单堆布置。

本系统收集核岛内产生的所有放射性废液和废气，它们来自：

— 机组正常运行；

— 换料停堆、维修停堆各阶段及随后的启动；

— 设备维修及维修前设备排水；

— 正常泄漏和事故泄漏；

— 各种瞬态。

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

（1）设计基准

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

RVD 系统采用的设计基准如下：

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

— 贯穿安全壳的疏水管线设置隔离阀；

— 非放射性疏水管道的设计和布置应保证不会掺入放射性污染的物质；

— 地坑泵有足够的能力，以防止在正常预期疏水期间地坑溢流；

— 采取预防措施在反应堆发生事故后使高放废液再注入反应堆厂房。

（2）系统描述

1）反应堆冷却剂疏水子系统

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

2）工艺疏水子系统

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

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

— 由 ZLT 系统直接收集；

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

3）地面疏水子系统

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

— 由集水箱、排水沟和疏排管道收集；

— 用管道直接送至核辅助厂房地面疏水坑（RVD001PS）；

— 废水排至各自厂房的地面疏水坑中，用泵输送到 ZLT 系统；

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

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

4）化学疏水子系统

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

这些疏水通常是含有高化学成份的放射性废水。

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

5）含氢废气子系统

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

6）含氧废气子系统

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

RVD 系统主要设备特性参见表 4.6-10。

（3）系统运行

1）反应堆冷却剂疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

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

2）工艺疏水子系统

该系统设计成间歇运行方式。它可在正常运行期间和预期瞬态期间保持连续运行。

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

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

其它厂房的系统和设备疏水输送方式：

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

— 靠重力直接送到 ZLT 系统。

3）化学疏水子系统

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

4）地面疏水子系统

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

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

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

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

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

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

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

5）含氢废气子系统

维持本系统压力略高于大气压，以防止空气渗入。

6）含氧废气子系统

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

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

排入 RVD 工艺疏水子系统。

核辅助厂房的含氧废气排至废气处理系统（ZGT），由 ZGT 的排风机保持负压。

4.6.2.6 化学和容积控制系统（RCV）

（1）设计基准

化学和容积控制系统（RCV）为反应堆冷却剂系统（RCS）提供以下服务：

— 反应堆冷却剂容积控制；

— 反应堆冷却剂化学控制：

- 与硼和水补给系统（RBM）共同完成硼浓度的调节，从而控制反应性；
- 控制气体的浓度；
- 净化和过滤；
- 含氧量和 pH 值的控制（与 RBM 系统一起）。

— 反应堆冷却剂泵密封水注入。

RCV 系统还提供以下服务：

— 为稳压器提供辅助喷淋；

— 稳压器满水时控制 RCS 压力；

— 为余热排出系统（RHR）的投运作准备；

— 为 RCS 系统充水、排水和进行水压试验。

定量设计基准参见表 4.6-11。

（2）系统描述

RCV 系统由两个子系统组成：上充、下泄、密封水子系统和反应堆冷却剂净化和化学控制子系统。

1）上充、下泄、密封水子系统

化学和容积控制系统的上充和下泄功能用于保持反应堆冷却剂系统稳压器中的水位，从而在电厂所有的运行阶段内保持适当的反应堆冷却剂的容量。

反应堆冷却剂的下泄流从反应堆冷却剂回路的冷段排到化学和容积控制系统中，在流过再生热交换器的壳侧时将流经管侧的上充流加热。然后，下泄流流过下泄孔板进行降压，再流过下泄热交换器的管侧，其温度进一步降低。在下泄热交换器的下游，通过低压下泄阀使下泄流的压力进一步降低。低压下泄流量调节阀阀的功能是保持其上游的压力，以防在下泄孔板的下游发生闪蒸。

在经过过滤器过滤后，下泄流流过两台混床除盐装置中的一台进行净化，去除离子态腐蚀产物和多数裂变产物。在需要降低反应堆冷却剂中的铯和过量的锂时，可以再流过阳床除盐装置。

下泄流流过反应堆冷却剂的过滤器并从容积控制箱顶部的一条喷淋接管进入容积控制箱。氢气连续不断地供给容积控制箱，以扫除容控箱气相空间的裂变气体和控制在堆芯处由于水的辐射分解所产生的氧的浓度。

两台离心式上充泵中的两台从容积控制箱吸水并将被冷却、净化过的反应堆冷却剂返回到反应堆冷却剂系统。正常工况下上充流由一台上充泵输送，这股上充流被分成两路：一路经再生热交换器的管侧被注入到反应堆冷却剂系统。另一路通过轴封水流量调节阀进入轴封水。它在泵轴承和密封之间进入泵体。并在此分为两股，一股冷却剂流（称作泄漏流）润滑泵轴，然后通过高压密封引漏离开泵体。反应堆冷却剂泵高压密封泄漏返回的冷却剂流通过密封水热交换器到上充泵吸入端。泄漏流的一小部分通过反应堆冷却剂密封低压密封引漏离开泵体并引入 RVD 疏排水系统。另一股冷却剂流入冷却泵的下部轴承，进入 RCS 系统。

2）反应堆冷却剂净化和化学控制子系统。

化学和容积控制系统与反应堆硼和水补给系统共同完成对反应堆冷却剂中硼浓度的控制，以补偿因温度变化、燃耗和氙毒变化所引起的反应性的慢变化。

去除反应堆冷却剂中的腐蚀产物和裂变产物，以便将反应堆冷却剂中的杂质含量及放射性水平控制在允许的范围内。

控制反应堆冷却剂的 pH 值、氧含量和其它溶解气体的浓度。

主要设备特性参见表 4.6-12。

（3）系统运行

在反应堆启动时，化学和容积控制系统可为反应堆冷却剂系统充水、加压及排气。在充水和排气操作完成后，即可建立化容控制系统的上充和下泄流量。在反应堆启动和冷却剂系统升温时，利用余热排出系统和化容系统的低压下泄管线控制反应堆冷却剂的压力。

在正常运行期间，通过上充、下泄维持主回路化学容积条件。

在停堆过程中，在堆芯冷却期间，由于冷却剂的收缩要求增加上充流量进行补偿。同期，将硼浓度提高到冷停堆的数值。在达到冷停堆状态之前，如果必须打开反应堆压力容器，则通过用氮气置换容积控制箱中的氢气使反应堆冷却剂的氢含量降到 5mL/kg 以下，

定期将容积控制箱的气体排到废气处理系统，释放出溶解的氢气。在电厂停堆时，如果要进行换料或维修操作，可利用化容系统的除盐装置净化放射性离子并采用扫气去除裂变气体，从而降低反应堆冷却剂的放射性水平。

4.6.2.7 反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统（RFT）

（1）设计基准

反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统按下列准则进行设计。

反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统的冷却回路要满足单一故障准则的要求。冷却水泵由柴油发电机供给应急电源。

1）乏燃料水池冷却回路

冷却回路取决于乏燃料水池中乏燃料组件的剩余功率，乏燃料水池剩余功率将根据换料工况和乏燃料组件贮存情况确定。

换料操作采用“全卸全装”的方式，即每次卸料时将堆芯的燃料组件全部卸入乏燃料水池。

在正常工况下，反应堆换料水池及乏燃料水池冷却和处理系统用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）冷却乏燃料水池水；在正常换料工况下，用两个冷却系列（两台泵和两台热交换器）冷却乏燃料水池水，并确保水池的水温不超过 50℃（按设备冷却水系统水温为 35℃考虑）。

热交换器的换热面积将根据正常运行工况确定。

2）乏燃料水池过滤和除盐回路

最高温度：60℃；

处理能力：60m^3/h；

过滤孔径：除盐装置前置过滤器过滤粒度为 5μm，除盐装置后过滤器过滤粒度为 25μm。

3）反应堆换料水池过滤回路

处理能力为 100m^3/h，过滤器的过滤粒度为 5μm。

（2）系统描述

1）服务于乏燃料水池的设施

乏燃料水池分为 4 个部分：燃料转运舱、乏燃料水池、乏燃料容器装载井、乏燃料容器冲洗井。

— 冷却回路：水泵 001PO、002PO 抽送乏燃料水池的水流过热交换器 001RF、002RF

然后返回到乏燃料水池。

— 过滤和除盐回路

— 表面撇沫和过滤回路

— 充水回路

2）服务于反应堆换料水池的设施

反应堆换料水池分成两个隔离室：反应堆换料水池和堆内构件存放区。

— 过滤回路

— 反应堆换料水池充水和排水

当反应堆换料水池需急速充水时，使用低压安注泵；缓慢充水则可用该系统的 002PO 水泵。

反应堆换料水池排水采用重力排水，直接排入内置换料水箱的方式，排水过程可根据池壁喷淋清洗的要求随时终止，并在池壁喷淋清洗之后恢复。反应堆换料水池排空后，必须将水池排水管上的隔离阀切换至开启。

RFT 系统主要设备特性参见表 4.6-13。

（3）系统运行

乏燃料贮存水池通常是充满水的。在换料时，反应堆换料水池和燃料转运舱需充满水。当反应堆压力容器进行检查时，反应堆换料水池也需充满水。反应堆堆内构件存放区单独充水时，可用水闸门与反应堆换料水池隔离。

系统正常运行：

— 乏燃料水池冷却、过滤和除盐回路

从乏燃料组件贮存在乏燃料水池起，冷却回路开始连续运行，水池的水温不高于 50℃。用一个冷却系列（一台泵和一台热交换器）冷却乏燃料水池。

冷却回路的流量为 450m^3/h，由流量计监测。

水泵的工作流量为 510m^3/h，其中 60m^3/h 提供给过滤和除盐回路。

过滤和除盐回路连续运行，其处理流量 60m^3/h 由流量计监测，手动调节阀根据过滤器和除盐装置的压降调节流量。

回路最高工作温度根据树脂要求定为 60℃。当温度高于 60℃时，温度控制器发出报警信号，要求隔离过滤和除盐回路。

根据乏燃料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为 5m^3/h。

— 反应堆换料水池和附属回路

在整个反应堆压力容器开盖和换料水池充水过程中，应通过余热排出系统、化学和容积控制系统和硼回收系统对反应堆冷却剂进行去污处理，但要防止降低换料水池操作时的硼浓度。裂变气体和溶解的氢则通过化学和容积系统的容积控制箱和硼回收系统的除气塔去除。

当反应堆压力容器封头打开，反应堆换料水池充水后，过滤回路投入连续运行，过滤水量为 100m^3/h，由流量计监测。

余热排出系统保持反应堆换料水池的冷却剂最高温度为 60℃。

根据反应堆换料水池的水质情况，可以投运表面撇沫和过滤回路，其流量为 6m^3/h。

4.6.2.8 蒸汽发生器排污系统（TTB）

（1）设计基准

1）在正常运行时，TTB 系统水处理设计流量最高能达到 73.5t/h，三台蒸汽发生器的排污量是相同的，每台蒸汽发生器的最大排污量约为额定蒸汽流量的 1.2%（即 24.5t/h）。

2）经排污系统处理后的排污水质指标应与二回路系统补给水的指标一致。

（2）系统描述

蒸汽发生器排污系统分为排污水收集、冷却、减压、处理、回收或排放五部分，主要由热交换器、减压和流量控制阀、过滤器、离子交换器以及相应的管道和阀门等组成。

每台蒸汽发生器的排污水是靠两个径向对称的支管段在管板上收集的，并在其中的一根支管上设置一根取样接管，供取样分析用。两根支管在安全壳内合并后穿过安全壳。在安全壳外的排污管上设置了一根供蒸汽发生器保养用的氮气接管，并在每一根排污管上安装了一个无泄漏的隔离阀和一个手动流量控制阀，操作人员可以根据二次侧水质的好坏通过此阀控制排污量的大小。在功率运行时，排污量在 10~76.5 t/h 之间变化。

三根排污管在安全壳外合并为一根排污母管，根据运行工况，可将排污水输向再生热交换器，或非再生热交换器。一般来说，在电厂正常运行时，为了回收其热量，排污水应由再生热交换器来冷却；而在热备用、热试验及与再生热交换器连接的设备或部件失效时，排污水才由非再生热交换器进行冷却。再生热交换器的冷却水为凝结水抽取系统来的凝结水，而非再生热交换器的冷却水则为设备冷却水。

排污水由热交换器冷却至与离子交换树脂相适应的温度（即 45~56℃ 左右）之后，通过一个减压和流量控制阀，将热交换器下游的压力限制到 1.4MPa（表压）。

冷却和减压后，排污水被引至处理系列，即先通过一台过滤粒度为 5μm 的过滤器，

然后通过一条或两条并联的离子交换管路进行净化处理，每条管路均串联有一台阳离子交换器、一台混床离子交换器和一个手动流量调节阀。处理过的排污水再通过一台过滤粒度为 25μm 的树脂捕集过滤器，清除掉水中破碎树脂。

处理后的排污水通过凝汽器真空保护装置送到凝汽器。

在反应堆冷却剂系统向二回路泄漏之后的一台或多台蒸汽发生器的疏水情况下，处理后的排污水不能返回到凝汽器，而排往液态流出物排放系统。

在特殊情况下，也允许排污水不经处理直接排放。有以下两种特殊情况：

— 处理设施失效；

— 凝汽器失效且排污水只有轻微放射性。

在处理设施失效的情况下，排污水要进行连续的放射性监测，然后再送到液态流出物排放系统。

TTB 主要设备特性参见表 4.6-14。

（3）系统运行

1）正常运行

正常运行工况下，蒸汽发生器二次侧的排污是连续的，排污水经过再生热交换器冷却后，经过减压、除盐处理后进入冷凝器。排污流量控制在 10~76.5t/h 之间。不论系统排污流量有多大，系统两条除盐管线必须同时运行。

2）特殊稳态运行

①使用非再生热交换器

在再生热交换器不可用或是冷凝器和凝结水泵不可用的情况下，排污水经过非再生热交换器冷却，一般排污流量限制在 37t/h。

②向常规岛液态流出物排放系统的排放

当向凝汽器的排污循环不可用时，排污将引向常规岛液态流出物排放系统的排放槽，进行分析后向环境排放，或者输送到废液处理系统待处理。

③特殊瞬态运行

— 蒸汽发生器的疏水

当热交换器或减压阀失效时，可用临时接管旁通失效设备进行疏水，也可利用重力疏水，还可经过安全壳隔离阀下游的支路进行疏水。

— 蒸汽发生器传热管断裂

当蒸汽发生器传热管断裂时，该蒸汽发生器必须切断给水供应，保持最大排污流量以便完全排空。

4.6.2.9 常规岛液态流出物排放系统（WQB）

（1）设计基准

本系统收集以下来源的液态流出物，经混匀、取样分析、监测后有控制地向环境排放：

— 常规岛废液收集系统（WLC）的液态流出物：冷凝器热阱的疏水、汽轮机厂房汽水回路的疏水和排气冷凝液、疏水回收池中收集的排水、冷凝液集水坑中收集的疏水。

— TTB 系统排放的液态流出物。

— 其它：如 WQB 泵房间（QB201）地坑内的废液。

— 在异常情况下，WQB 系统的贮槽在三个 ZLD 系统的排放槽充满时收集核岛排放的液态流出物。

当要求延迟排放或当取样分析或辐射监测系统（IRM）监测到液态流出物的放射性浓度超过允许排放限值时，可暂存液态流出物；

将超过允许排放限值的液态流出物输送至废液处理系统（ZLT）处理。

（2）系统描述

本系统设置三个废液排放槽 WQB001/002/003BA，排放槽置于滞留池内，滞留池的容量大于三个排放槽同时溢出量。三个排放槽中一个用于接收液态流出物，一个用于废液的混匀、取样分析和监测排放，另一个用于备用。

每个排放槽配有一台排放泵 WQB001/002/003PO，用于在取样和分析之前搅拌槽内液态流出物，也用于废液排放或将废液送回废液处理系统（ZLT）重新处理。

地坑泵 WQB004PO 安装在泵房地坑 WQB001PS 内。地坑泵 WQB005PO 安装在滞留池地坑 WQB002PS 内。地坑泵将地坑内的水输送至贮槽。

各排放槽有一根共用的排放管及一根通往 ZLT 的旁路管，在排放管上装有一台辐射监测仪（IRM902MA）和受 IRM 控制的自动隔离阀、一个手动隔离阀、一个流量调节阀、一个止回阀及一个累计流量计。

WQB 系统主要设备特性参见表 4.6-15。

WQB 系统工艺流程图参见图 4.6-4。

（3）系统运行

正常运行时，三个 WQB 贮槽中的一个接收废液，一个混合、取样分析和监测排放废

液，另一个备用。废液在贮槽内经充分混合使其成分均匀，取样分析后根据废液放射性浓度及环境稀释能力确定废液的排放流量。

排放管上的 IRM 监测系统对贮槽废液有辅助监测作用，如果排放废液的放射性浓度超过预定值，监测系统会发出警报并自动关闭隔离阀。

贮槽废液放射性浓度超过排放限值，废液被送回 ZLT 系统化学排水槽作再处理。

当 WQB 系统的贮槽不能接收废水时，ZLD 的备用贮槽将用于接收常规岛的废液。

4.6.2.10 放射性废液排放源项

放射性废液的排放量取决于：

- 主回路冷却剂中的放射性浓度；
- 与液体放射性释放有关的电厂设备性能，特别是泄漏率和净化工序的去污因子等。
- 废液的输运、收集、滞留、处理期间的衰变。

液态放射性流出物排放源项分两种工况（现实和保守）考虑：现实工况假设整个循环中主冷却剂比活度都处于 0.1GBq/t I-131 当量下，其结果称为现实排放源项；保守工况假设整个循环主冷却剂比活度都处于 4.44GBq/t I-131 当量下，其结果称为保守排放源项。

液态放射性流出物的排放途径主要来自于硼回收系统、废液处理系统和二回路相关系统。

（1）硼回收系统

在整个燃料循环时间内（18 个月），硼回收系统的设计废水量处理量为：

- 直接来自于主回路的量（未经 RCV 净化）：2000t/a；
- 运行状态时经 RCV 净化的量：508.8t/a；
- 热停堆（8 小时左右启堆）过程中经 RCV 净化的量：360.5t/a；
- 热停堆（90 小时后启堆）过程中经 RCV 净化的量：565t/a。
- 冷停堆过程中经 RCV 净化的量：375.5t/a。

硼回收系统将主冷却剂除盐、蒸发后，蒸馏液进入硼水补给系统后等待复用，当需降低反应堆冷却剂中的氚浓度时，硼回收系统会将蒸馏液排往废液排放系统中，构成硼回收系统的排放。

主冷却剂在硼回收系统中处理的最短时间为 5 天。

化容系统的除盐器的去污因子为 10；化容系统前置过滤器对腐蚀产物的去污因子为 50；硼回收系统的前置除盐器的去污因子为 100，硼回收系统蒸发器的去污因子为 1000，

故硼回收系统总的去污因子为 10000。考虑到除盐器对 Ag-110m 的去污效率较低，其去污因子较其他核素低一个量级。

在排放源项的估算中，保守的假定硼回收系统处理后得到的蒸馏液全部排往废液排放系统中。

（2）废液处理系统

废液处理系统中废液的化学性质和放射性因废液来源的不同而存在差异。根据废液的化学性质和放射性的不同，将废液分类为工艺排水、化学排水、地面排水和服务排水，正常处理方式如下：

- 工艺排水经除盐装置（连续注入絮凝+离子交换）处理；
- 地面排水经过滤装置排放；
- 化学排水经蒸发装置处理。
- 服务排水一般不处理即排放。

单台机组经废液处理系统处理的总水量为 10000m^3，其中工艺排水为 2250m^3，其相对比活度（相当于主冷却剂比活度份额）为 100%；化学排水为 1500m^3，其相对比活度为 67%；地面排水为 5000m^3，相对比活度为 0.1%；服务排水为 1250m^3，其放射性可忽略。

排放源项的估算考虑了各处理装置前置贮槽的废液收集期间以及处理期间的滞留衰变效应。其中收集时间是根据 GB/T 13976-2008 给出的方法推算的。对各单元的处理时间，除盐装置约为 40h、蒸发装置约为 7h、过滤装置处理时间约为 2h。

除盐装置的去污因子为 10000，蒸发装置的去污因子为 1000，计算中不考虑过滤装置的去污因子。考虑到除盐器对 Ag-110m 的去污效率较低，其去污因子较其他核素低一个量级。

（3）二回路相关系统

二回路中的放射性来源于蒸汽发生器内一次侧向二次侧泄漏。运行期间的汽轮机厂房疏水排放、换料或维修冷停堆期间蒸汽发生器内死水的排空，可能导致放射性物质进入环境。

在二回路液态放射性流出物估算中，假定存在常年泄漏和附加泄漏。三台蒸汽发生器在整年中均存在 1kg/h 的常年泄漏；假定在停堆前的两个月内发生附加泄漏，附加泄漏率由 0~72kg/h 线性增大。

蒸汽发生器二次侧的水或随蒸汽发生器排污系统处理后进入凝汽器成为补给水，或随

蒸汽携带进入汽轮机厂房中。这里考虑排污系统处理总流量为 52.5t/h，其除盐器去污因子为 10；并考虑 70%的蒸汽在汽轮机厂房做功后进入凝汽器，经凝结后在凝结水精处理系统中处理（精处理系统对铯的去污因子为 2，对碘和其他核素的去污因子为 10），30%的蒸汽旁路入低压给水加热系统、给水除氧器系统、高压给水加热等系统中。

考虑到排污系统及精处理系统除盐器对 Ag-110m 的去污效率较低，其去污因子较其他核素低一个量级。

平衡循环氚的年排放量设计值中假定 90%经由液态途径排放，10%由气态途径排放。实际设计中出于保守的考虑，认为主冷却剂中产生的氚全部经液态途径排放，则现实工况下单台机组氚的年排放量为 39.3TBq/a，保守工况下单台机组氚的年排放量为 46.0TBq/a。

主冷却剂中产生的 C-14 大部分以气态形式排放，少量以液态形式排放。依据法国电厂实际运行排放源项中的气、液比（150:11），则以液态形式排放的 C-14 保守工况下排放量为 26.9GBq/a。

C-14 现实排放源项基于核电厂的运行经验。根据 UNSCEAR 发布的报告，核电厂气态流出物中的 C-14 含量为 220GBq/（GWe·年）；法国保健物理机构的数据表明，液态流出物中 C-14 的含量在 0~27GBq/（GWe·年）之间，平均值为 6GBq/（GWe·年）。

因此在现实工况下 C-14 的现实排放源项初步预估为：

气态：220GBq/（GWe·年）

液态：10GBq/（GWe·年）

表 4.6-16 给出了华龙一号机组的液态放射性流出物的年排放量。由表可知，现实工况下一台机组除氚、C-14 外其他核素的排放量为 1.02E+00GBq/a，液态氚为 39.3TBq/a，液态 C-14 为 10GBq/a；保守工况下一台机组除氚、C-14 外其他核素的排放量为 7.11E+00GBq/a，液态氚为 46.0TBq/a，液态 C-14 为 26.9GBq/a。

为使液态放射性流出物的产生、处理、排放流程更加直观，作了液态放射性流出物平衡图，见图 4.6-5。

4.6.3 放射性废气处理系统及源项

放射性废气处理系统为单机组设置，用于收集、贮存并处理反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准及核电厂管理规范要求后排入大气。放射性废气分为含氢放射性废气和含氧放射性废气两大类。

裂变过程产生的放射性气体主要是氪和氙的各种同位素。由于少量的燃料包壳破损，燃料包壳内存积的裂变气体进入反应堆冷却剂。在高压下裂变气体溶解于冷却剂中，但当系统内存在气相空间时，裂变气体就会释放出来，特别是在对堆冷却剂进行除气处理时，几乎所有的裂变气体都将随着溶解的氢气或氮气一起解吸出来，形成含氢放射性废气，被收集到缓冲罐中。

含氧放射性废气（含空气废气）主要来自核辅助系统，特别是三废处理系统中可能进入空气的各种贮槽的呼排气、吹扫气、鼓泡排气或抽气（保持负压）等，由核岛疏水排气系统集中收集在一根管路里，通过系统排气风机吸入废气处理系统（ZGT），经碘过滤器处理后排到核辅助厂房通风系统（VNA）。含氧废气所含的放射性核素主要以气溶胶的形式存在，含有分子碘和有机碘等。

放射性废气处理系统主要包括：

— 废气处理系统（ZGT），

— 厂房通风系统（HVAC），

— 主冷凝器真空系统（TTV）。

4.6.3.1 废气处理系统（ZGT）

（1）系统功能

废气处理系统（ZGT）的功能是对核电厂产生的放射性惰性气体、卤素和空气中的悬浮粒子进行收集和处理，以便将预期的放射性废气年释放量、核电站工作人员在控制区和非控制区内的受照剂量降低到“可合理达到尽量低”的水平。

ZGT 系统不直接履行安全功能。但由于 ZGT 系统处理的废气带有放射性，尤其是含氢放射性废气，除辐照危害外还存在爆炸和引起火灾的危险性，故在进行 ZGT 系统的设计时，考虑了防止该气体向环境泄漏、安全防火、防爆和通风排气等问题，并将放射性气体进行贮存衰变，使放射性的气态排放保持在可接受的限值内。

（2）设计基准

废气处理系统（ZGT）的设计基准如下：

— ZGT 系统提供足够的处理能力，使气态流出物中的放射性排放低于国家标准 GB6249—2011《核电厂环境辐射防护规定》中规定的限值；

— ZGT 系统是按照中华人民共和国核安全法规中的有关规定进行设计，并且满足了国家标准 GB/T22158-2008《核电站防火设计规范》的要求；

— ZGT 系统要能在主要设备停运检修期间和产生过多废气量期间提供足够的处理能力，所以主要能动设备都考虑冗余：含氢废气子系统的含氢废气压缩机的容量为 2×100%；含氧废气子系统的电加热器、碘过滤器和风机的容量为 2×100%。

— ZGT 系统不执行核安全相关功能，但含氢废气子系统设计成安全 3 级，因为该子系统的故障可能会导致正常贮存衰变的放射性气体的释放；

— ZGT 系统通过调整衰变箱排气速率、安装氢气和氧气检测仪表防范系统内潜在的氢氧混合爆炸危险。整个含氢废气子系统都保持正压，并且整个子系统和每个主要设备都有严格的密封措施，以防止空气渗入形成爆炸性的混合气体。

— ZGT 系统为单堆设置。主要设备位于 NX 厂房内。

（3）系统组成

ZGT 系统由含氢废气子系统和含氧废气子系统两个独立的子系统组成。

a）含氢废气子系统

含氢废气子系统的工艺流程图见图 4.6-6 (1/3)、4.6-6 (2/3)。

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

这类废气有如下两个来源，详见表 4.6-17 (1/2)：

① 来自装有反应堆冷却剂的容器，即反应堆冷却剂系统（RCS）的稳压器卸压箱、化学和容积控制系统（RCV）的容积控制箱和核岛疏水排气系统（RVD）的反应堆冷却剂疏水箱。这类气体流量大，但每月只有一、两次。

② 来自硼回收系统（ZBR）的除气单元。这类气体流量小，约 1.2m^3(STP)/h，但排气次数较多。

该类废气进入本系统后采用压缩、贮存衰变的方法降低废气的放射性浓度。贮存期满后进行取样分析，如符合要求即可将废气排至 NX 厂房的通风系统（VNA），经由 VNA 系统的主排风（空气）稀释后排向烟囱。

含氢废气子系统的主要工艺设备参数，详见表 4.6-18 (1/2)。

b）含氧废气子系统

含氧废气子系统的工艺流程图见图 4.6-6 (3/3)。

含氧废气主要由空气、少量放射性碘及其同位素组成。

这类废气来自与大气相通的容器（并可能含有放射性气体），详见表 4.6- 16(2/2)。

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

含氧废气子系统的主要工艺设备参数，详见表 4.6-18 (2/2)。

（4）系统运行

a）含氢废气子系统

含氢废气子系统运行前用氮气吹扫净化。

含氢废气由 RVD 系统收集至缓冲罐（ZGT001BA）。缓冲罐可对无规律的来气（不同压力和流量）进行稳定，从而向含氢废气压缩机提供平稳的气流，并分离废气中夹带的冷凝水。

正常运行时，含氢废气压缩机（ZGT001/002CO）可以根据缓冲罐上的压力测量装置的设定值，进行自动操作（启动或停运）：

① 当缓冲罐压力上升达到 0.025MPa（表压）时，并且如果压缩机进气阀在开启位置，第一台含氢废气压缩机启动。

② 如果缓冲罐压力继续上升到 0.03MPa（表压）时，第二台含氢废气压缩机自动启动。

③ 在含氢废气压缩机运行时，当缓冲罐内压力回落到 0.005MPa（表压）时，正在运行的压缩机停运。

压缩后的气体经由压缩气体冷却器（ZGT001/002RF）冷却后，送至衰变箱（ZGT002/003/004/005BA）。

衰变箱在进气、衰变贮存、排气时的阀门操作均由远传手动进行。

在向大气环境排放之前，衰变箱内的废气要进行取样分析，测其放射性浓度、氢气含量等与安全排放有关的参数。只有当两个串联的远传阀门已经被手动打开时，才能控制排放阀进行废气排放。

如果 VNA 系统碘吸附器出现故障，NX 厂房的烟囱放射性超过阈值，或者假如排放阀上游压力下降到 0.02MPa（表压）时，则气动控制排放阀（028VY 和 029VY）自动关闭停止排气。衰变箱内压力低于 0.02MPa（表压）时停止排放是为了防止外部空气进入衰变箱发生爆炸事故。

衰变箱与两套并联的排气管网相连，确保箱内废气在 5～84 个小时内以预定的流量排

放到 NX 厂房 VNA 系统的碘吸附器入口管线上。排放总管上安装了测量废气排放流量和累积流量的流量计。

在衰变箱排放总管上还设有在线辐射监测仪表，当废气放射性活度浓度超过排放阈值时，发出报警信号，并联锁关闭排放阀 028/029VY，废气停止排放。

在基本负荷运行工况下，含氢废气在衰变箱内有 60 天的贮存期；在废气量大而放射性浓度低的负荷跟踪运行工况下，贮存期为 45 天。

b）含氧废气子系统

正常运行时，一台电加热器，一台碘吸附器和一台排气风机串联投入运行。当信号显示第一台风机停运后，第二台风机即自动启动（包括与之相关的电加热器和碘吸附器）。

含氧废气干管内的负压由止回式调节风门维持；一旦风机停运，该阀就自动关闭。

含氧废气以及经由调节风门引入的空气，可经电加热器加热，用以降低气体的相对湿度，以保护碘吸附器中活性碳的活性。

经过碘吸附器处理后的含氧废气，经 VNA 系统的主排风稀释后，排向 NX 厂房的烟囱。

4.6.3.2 核岛厂房通风系统（HVAC）

（1）设计目的

通风系统对每个厂房进行采暖、通风与空调，以提供一个良好的室内环境，确保人员的安全健康以及设备的有效运行。

核岛厂房处理带放射性空气的主要通风系统如下：

— 反应堆厂房

·安全壳连续通风系统（CCV）

·安全壳空气净化系统（CUP）

·安全壳大气监测系统（CAM）

·安全壳换气通风系统（CSV）

·环形空间通风系统（CAV）

— 安全厂房

·安全厂房机械设备区通风系统（VMO）

— 核燃料厂房

·核燃料厂房通风系统（VFL）

— 核辅助厂房

·核辅助厂房通风系统（VNA）

— 核废物厂房

·核废物厂房通风系统（VRW）

通风设计中所用的最小换气次数是由以下受控区的类别确定的：

— 高污染的房间每小时换气次数为 4 次；

— 轻微污染的房间每小时换气次数为 2 次；

— 没有沾污的房间每小时换气次数为 0.5 次。

一些高度危险区的排风量计算依据如下：

— 蓄电池房间事故工况下每小时换气次数为 12 次；

（2）总的设计特性

在污染区内，气流组织是从潜在低污染区流向潜在高污染区。

每个厂房的通风系统，敷设排风管路时，应使排风口尽可能远离新风进风口。

从潜在放射性污染区域排放的空气不能进行再循环。

没有污染的空气可以从屋顶或墙上的通风口排至室外大气中。

所有可能来自污染区的空气，在排放之前要进行监测，并通过烟囱排放至室外环境中。

在厂外电源丧失时，所有与安全相关的能动部件（包括仪表）分别备有 1E 级的 AC 电源。

有抗震要求的设备部件采取特殊措施，如支吊架、基座等。设备安装符合空间的可达性、运行和维修计划的要求。

（3）通风系统使用的各种过滤设备说明如下：

·进风预过滤器

为送风气流中的大气除尘设置了预过滤器。这些过滤器的效率较抵，但至少为 85%。

·排风预过滤器

排风预过滤器设在高效过滤器（或 HEPA 过滤器）上游，用来收集气流中粗颗粒灰尘，以提高高效过滤器的使用寿命，这些过滤器效率至少为 85%。

·高效过滤器

高效过滤器用来捕集气流中的细小颗粒灰尘。其效率至少为 95%。

·高效空气粒子过滤器（HEPA）

高效空气粒子过滤器用来捕集气流中超细小的颗粒灰尘。这些过滤器净化系数至少为3000。

过滤器是一次性的，由标准尺寸的单元构成。除非另有说明，过滤器介质使用玻璃纤维材料。单元过滤器放在碳钢涂漆的框架上或放在密封过滤小室（或箱体）中。

·碘吸附器

碘吸附器用于不同的 HVAC 系统，用来吸附气流中气载放射性碘。这些过滤器吸附分子碘的净化系数至少为 5000。

碘吸附器采用的是 III 型碘吸附器，吸附介质是含 1%KI 的活性炭。厂房通风系统的送、排风量见附表 4.6-19。

（4）主要通风系统如下：

a）安全壳连续通风系统（CCV）

反应堆正常运行时，需要由 CCV 系统冷却安全壳内的设备。

除设有独立通风的堆坑和控制棒驱动机构的热负荷外（见 CPV 和 RRV 系统），CCV 系统所考虑热负荷主要来自反应堆厂房内的设备。在反应堆厂房内，CCV 系统作为一个再循环系统运行。

b）安全壳空气净化系统（CUP）

安全壳空气净化系统的设计，考虑了反应堆厂房内部发生放射性污染时，要减少空气中放射性污染浓度，以便工作人员在一定时间范围内有可能进入。

CUP 系统取用 CCV 系统的部分空气，经高效粒子空气过滤器（HEPA）和碘吸附器进行净化来确保其功能。为了防止 CUP 高效空气粒子过滤器（HEPA）过早阻塞，空气吸自 CCV 送风干管，使其能利用安全壳连续通风系统（CCV）的预过滤器。只有在污染情况下，工作人员进入安全壳之前或进入期间才启动 CUP 系统。为维修人员提供保证安全工作的条件。

CUP 系统从控制室手动操作。

CUP 系统由净化机组和两台循环风机组成。

净化机组由一个容量为 100％的净化回路组成，包括：

— 电动隔离阀；

— 电加热器；

— 高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 碘吸附器（净化系数（对分子碘）＞5000）；

— 手动平衡阀。

两台容量为 100％冗余配置的风机并联。每台风机后设止回阀，风机前设隔离阀。当 CUP 系统运行时，两台风机中一台及净化机组运行。

c）安全壳空气监测系统（CAM）

CAM 系统由以下四个子系统组成：

— 混合子系统，在 LOCA 后作为安全壳大气的循环系统运行。

— 小扫气子系统是直流系统，在反应堆正常运行期间，它确保安全壳大气的净化，使排风经过高效粒子空气过滤器（HEPA）和碘吸附器的过滤。其功能为：

·降低安全壳内空气放射性水平；

·在反应堆启动和正常运行期间，根据安全壳内空气压力的变化，维持安全壳内外压差。

·安全壳密封试验后，当相对压力低于 0.01MPa 时，进行安全壳排气。

— 泄漏试验子系统，使用压缩空气系统（WAS）的空气给安全壳加压。

— 安全壳大气监测子系统。本系统能够完成下述功能：

·监测安全壳大气的温度和压力。

·用 IRM（电厂辐射监测系统）辐射监测设备监测安全壳的空气放射性污染水平。

d）安全壳换气通风系统（CSV）

每个机组的反应堆厂房中，CSV 系统设计成：

— 在冷停堆期间，为在反应堆厂房内工作的维修人员提供合适的环境温度。

— 减少反应堆厂房中裂变气体产物的浓度，以便在冷停堆期间尽可能快地允许工作人员持续进入。

— 机组停运期间，维持疏水含氧废气罐（RVD 002BA）处在轻微负压状态下。

CSV 系统是直流式通风系统，从反应堆厂房排出的空气经过核辅助厂房通风系统（VNA）排至烟囱后向大气排放。

e）环形空间通风系统 CAV

CAV 系统是连续运行的，保证内外壳之间空间（环形空间）的负压，保证来自内层安全壳内部的空气在排放前经过过滤，避免被污染的空气直接流向环境。

在事故后为减少释放到周围环境中的放射性，设置了两个系列的事故排风子系统（一

用一备），满足单一故障准则，并接有应急电源。

CAV 系统组成如下：

— 带有隔离阀和防火阀的排风管；

— 一个正常排风子系统；

— 两个事故排风子系统。

CAV 包括以下两个子系统：

1）正常排风子系统由一台预过滤器（过滤效率：85%）、一台高效粒子过滤器（净化系数＞3000）和配有止回阀的排风机组成。

2）两个事故排风子系统的组成均包括：

— 一台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数（对分子碘）＞5000）；

— 一台 100％容量并联的排风机，并配有止回阀。

f）安全厂房机械设备区通风系统（VMO）

在正常运行期间，VMO 系统为直流式通风系统，对安全厂房机械设备区进行通风。在事故工况下，VMO 系统以低流量碘排风过滤系统运行。

VMO 系统最小换气次数大于 1 次/时。

VMO 系统的功能是为了保证安全厂房机械设备区的通风换气，在设备维修和定期试验时，保持电动机房的压力稍高于相应泵房的压力，以防电动机房被污染。即：

— 防止放射性产物释放到环境中去；

— 在安全壳喷淋系统（CSP）和安注系统（RSI）运行期间，容许维修人员进入。

VMO 系统由控制室远距离控制。

VMO 系统的正常通风子系统组成如下：

— 两台并联连接的 50%容量的空气处理机组（过滤器、冷却盘管、送风机），配有止回阀；

— 两台并联排风过滤器（预过滤器、高效粒子过滤器）；

— 三台循环冷却机组（冷却盘管、送风机）；

— 两台并联连接的 50%容量的排风机，配有止回阀；

— 送、排风管道；

— 防火阀。

VMO 系统的低流量排风子系统组成如下：

— 两台串联的 100%容量的加热器；

—排风过滤器（高效粒子过滤器、碘过滤器）；

— 两台并联连接的 100%容量的排风机，配有止回阀；

—排风管道；

— 防火阀。

g）核燃料厂房通风系统（VFL）

在正常运行期间，VFL 系统是直流式的全新风系统。

在事故工况下，VFL 系统以低流量碘排风过滤系统运行。在燃料装卸事故时，低流量排风与乏燃料水池大厅通风相连接。在 LOCA 情况时，低流量排风与-5.30m 以下房间的通风相连接。

系统设置满足单一故障准则，当任一系列出现故障时，系统的设计都能保持其功能。同时，事故工况下使用的低流量排风子系统设有应急电源。

VFL 系统由控制室远距离控制。

排风机组包括两台 100%容量并联的机组，每个机组包括：

— 两台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 两台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 两个阻塞补偿阀；

— 两台 100%容量并联的排风机，装有逆止阀；

— 一支通向烟囱的排气管，配有两个冗余设置的快速关闭阀门，在事故时把系统与室外隔离。

h）核辅助厂房通风系统（VNA）

VNA 系统为直流式通风系统，连续运行，系统功能如下：

— 反应堆正常运行期间，维持核辅助厂房的室内温度在规定的范围内，以满足设备运行或工作人员的健康要求；

— 按辐射防护分级，限制房间中的气溶胶放射性水平，以便人员进入；

— 控制空气从潜在低污染区流向潜在高污染区；

— 减少释放到大气环境中的放射性污染物的浓度；

— 当机组运行时，维持厂房内的压力略低于大气压力，以控制厂房中的放射性气溶胶泄漏最少，并保证通过烟囱排放；

— 当冷停堆时，确保安全壳换气通风系统（CSV）所需要的风量及过滤要求；

— 在厂房火灾的情况下，从核辅助厂房的电气房间排烟。

房间的空气流量是根据设备和照明的散热量或用最少的换气次数计算而得。

VNA 系统由送风机组、无碘污染房间的排风机组（称“正常排风”）、潜在碘污染房间的排风机组（称“碘排风”）、排烟机组、送风管道和排风管道及烟囱组成。

① 正常排风机组

正常排风机组由以下部件组成：

— 四台并联的预过滤器（过滤效率：85%）（三用一备）；

— 四台并联的高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）（三用一备）；

— 四台 50％冗余设置的风机，并联连接，并配置逆止阀（两用两备）；

— 配有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

② 碘排风机组

两个容量为 100％的冗余机组，并联连接，每个机组的组成如下：

— 两台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数＞5000）；

— 一台配有逆止阀的风机；

— 带有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管道。

当排除不含碘的气体时，可由旁通管跨越碘吸附器运行。

③ 排烟机组

排烟机组的组成：

— 一台过滤器机组，包括一台预过滤器（过滤效率：85%）和一台高效粒子空气过滤器（净化系数＞3000）；

— 两台 100％容量并联连接的风机，并配置逆止阀；

— 连接电气房间的排烟的管道，并配置排烟阀。

④ 排风烟囱

排风烟囱固定在反应堆厂房上，烟囱的顶标高为 76.53m，高出反应堆厂房 3m。

在烟囱中设有一个监测放射性气体和记录废气排放水平的系统。

⑤ 特殊措施

在输送硼酸的设备间安装了电散热器和电加热器，以防止发生任何结晶的可能。

在固体废物处理系统（ZST）排风管出口处的预过滤器，是用来截留固体废物装桶系统运行时所产生的水泥粉尘。

i）核废物厂房通风系统（VRW）

VRW 系统为直流式通风系统，连续运行，系统功能如下：

— 反应堆正常运行期间，维持核废物厂房的室内温度在规定的范围内，以满足设备运行和工作人员的健康要求；

— 控制空气从潜在低污染区流向潜在高污染区；

— 当机组运行时，维持厂房内的压力略低于大气压力，以控制厂房中的放射性气溶胶泄漏最少，并保证通过烟囱排放；

— 在厂房火灾的情况下，从核废物厂房的电气房间排烟；

房间的空气流量是根据设备和照明的散热量或用最少的换气次数计算而得。

VRW 系统由正常送风子系统、正常排风子系统、碘排风子系统和排烟子系统组成。

① 正常送风子系统

正常送风子系统由 2 台 100%容量空调机组（一用一备）以及配有平衡阀、隔离阀和防火阀的送风管路组成，每台空调机组包括：

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台配有止回阀的风机。

① 正常排风子系统

正常排风子系统由 2 台 100%容量空调机组（一用一备）以及配有平衡阀、隔离阀和防火阀的排风管路组成，每台空调机组包括：

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台配有止回阀的风机。

② 碘排风子系统

碘排风子系统由 2 台 100％容量的机组（一用一备）以及配有平衡阀、隔离阀和防火阀的碘排风管路组成，每台机组包括：

— 一台电加热器；

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 一台碘吸附器（净化系数＞5000）；

— 一台配有止回阀的风机。

当排除不含碘的气体时，可由旁通管跨越碘吸附器运行。

③ 排烟子系统

排烟子系统由 1 台 100％容量的机组以及配有排烟阀的排烟管路组成，机组包括：

— 一台预过滤器（过滤效率：85%）；

— 一台高效空气粒子过滤器（净化系数＞3000）；

— 两台 100％容量并联连接的风机，并配置止回阀。

4.6.3.3 放射性废气排放源项

气载放射性流出物主要来源于主冷却剂脱气（含氢废气）和各厂房的通风排放（含氧废气），具体为：

- 废气处理系统；
- 反应堆厂房通风；
- 辅助厂房通风；
- 核废物厂房通风；
- 燃料厂房通风；
- 二回路相关系统的排放

气载放射性流出物排放源项也分现实排放源项和保守排放源项两种方法考虑，计算中使用主冷却剂比活度的假设与液态同。

1）废气处理系统

废气处理系统的大部分活度来源于主冷却剂在硼回收系统脱气而产生的含氢废气。废气处理系统将含氢废气压缩、衰变后排放。

主冷却剂在硼回收系统的脱气考虑了对直接来自主回路（不经 RCV 处理）的主冷却

剂、功率运行期间经 RCV 处理的主冷却剂、热停堆（8 小时启堆和 90 小时启堆）过程中处理的主冷却剂、冷停堆过程中处理的主冷却剂的脱气，并考虑了冷停堆期间一回路全部主冷却剂经脱气塔的脱气。

对气载碘，考虑了脱气塔的汽水分配因子（10^{-3}），并考虑化容系统的去污因子（10）以及硼回收系统前置除盐器对碘的去污因子（100）。

考虑衰变箱的充满时间为 30d，贮存衰变时间为 60d。

对废气处理系统排放的气载粒子，是根据 GB/T 13976-2008 给出的模式和参数估算的。

2）反应堆厂房通风排放

安全壳内空气中的放射性来源于主冷却剂在安全壳厂房的泄漏。为维持安全壳内的压力，或降低安全壳大气中惰性气体、氚的放射性，需不定期启动安全壳大气监测系统进行小风量清洗（小扫气），将部分壳内空气排往环境中，空气在排放前经过高效粒子过滤器和碘吸附器的净化。反应堆厂房中反应堆冷却剂的泄漏估计为 66kg/h，泄漏的碘的分配因子取 10^{-3}。小扫气流量为 1800m^3/h，每年运行 280h。

“华龙一号”机组外层安全壳与内层安全壳一起形成安全壳环形空间，环形空间设置有安全壳环形空间通风系统，确保环形空间保持持续的负压状态，该负压状态能有效引导内、外部的泄漏都向该环形空间汇集，从而可以避免来自内层安全壳的泄漏（比如在发生失水事故时）直接进入环境。在发生安全壳内事故时，环形空间通风系统能够限制放射性的场外释放，该系统为安全相关系统。在停堆前，为保证工作人员安全进入安全壳内，需将进行壳内空气换气（大扫气），排出的空气进入辅助厂房通风系统中，经高效粒子过滤器过滤后排放。

对反应堆厂房排放的气载粒子，是根据 GB/T 13976-2008 给出的模式和参数估算的。

3）辅助厂房的通风排放

辅助厂房中直接处理主冷却剂的系统为化容系统。下泄流在化容系统中经降温降压（<60℃）后进入除盐器中（对碘的去污因子考虑为 10），处理后的主冷却剂又经升温升压作为上充流返回一回路中，在这些过程中都可能发生泄漏。

在核辅助厂房中反应堆冷却剂的泄漏率为：

- 冷泄漏，31kg/h；
- 热泄漏，2kg/h。

泄漏的主冷却剂全部惰性气体、部分碘进入辅助厂房空气中，对热泄漏（＞60℃）中

的碘，汽水分配因子取 10^{-3}；对于冷泄漏的碘，汽水分配因子取 10^{-4}。

对辅助厂房排放的气载粒子，是根据 GB/T 13976-2008 给出的模式和参数估算的。

4）燃料厂房的排放

目前并没有成熟模式估算燃料厂房的通风排放，对燃料厂房排放源项的计算是根据 GB/T 13976-2008 给出的数据估算的。这里考虑运行期间燃料厂房碘排放与主冷却剂比活度的归一值为 0.038 (GBq/a)/(GBq/t)，停堆期间为 0.093 (GBq/a)/(GBq/t)。

5）二回路相关系统的排放

二回路的气载放射性流出物排放主要包括随汽轮机厂房的蒸汽泄漏和凝汽器真空系统排放的不凝性气体。

蒸汽发生器一次侧向二次侧泄漏构成了二回路的放射性来源，放射性物质随蒸汽进入汽轮机厂房后，部分蒸汽泄漏入环境中。蒸汽在做功后进入凝汽器中冷凝成水，不凝性气体经凝汽器真空系统抽走并排放。

汽轮机厂房的蒸汽泄漏是根据 GB/T 13976-2008 给出的参数估算的。对凝汽器真空系统，考虑对碘的气水分配因子为 10^{-3}。

二回路相关系统气态流出物估算的其他假定与液态同。

考虑 10%的氚由气态途径排放，则现实工况下单台机组氚的年排放量为 3.93TBq/a，保守工况下单台机组气态氚的年排放量为 4.60TBq/a。

主冷却剂中产生的 C-14 大部分以气态形式排放，少量以液态形式排放。依据法国电厂实际运行排放源项中的气、液比（150:11），则以气态形式排放的 C-14 为 366GBq/a。

C-14 现实排放源项基于核电厂的运行经验。根据 4.6.2 节给出的数据，现实工况下气态 C-14 的排放量为 220 GBq/a。

表 4.6-20 给出了华龙一号机组惰性气体、气载碘、气载粒子的年排放量。由表可知，现实工况下一台机组的惰性气体排放量为 1.04E+03GBq/a，气载碘的排放量为 9.10E-03GBq/a，气载粒子的排放量为 4.68E-02GBq/a，气态氚的排放量为 3.93E+03GBq/a，气态 C-14 的排放量为 220GBq/a；保守工况下一台机组的惰性气体排放量为 5.74E+04GBq/a，气载碘的排放量为 7.06E-01GBq/a，气载粒子的排放量为 9.36E-02GBq/a，气态氚的排放量为 4.60E+03GBq/a，气态 C-14 的排放量为 366GBq/a。

为使气载流出物的产生、处理、排放流程更加直观，作了气载放射性流出物平衡图，见图 4.6-7。

4.6.4 放射性固体废物管理

放射性固体废物管理主要包括固体废物处理系统（ZST）、废物最小化以及废物最终处置三部分内容。

4.6.4.1 固体废物处理系统（ZST）

4.6.4.1.1 系统功能

固体废物处理系统（ZST）的主要功能是收集、贮存、处理和整备核电厂在运行及检修时产生的放射性固体废物，使其达到适宜运输、贮存和处置的要求。

本系统处理下列几种类型的废物：

——废树脂；

——废活性炭；

——浓缩液；

——废过滤器芯；

——杂项干废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等）。

废树脂由下列系统的除盐器产生：化学和容积控制系统（RCV）、硼回收系统（ZBR）、蒸汽发生器排污系统（TTB）、乏燃料水池净化系统（RFT）和废液处理系统（ZLT）。

废活性炭产生自 ZLT 系统工艺废液处理的活性炭床。

浓缩液来自 ZLT 系统的蒸发器。

废过滤器芯来自核辅助厂房（NX）和核废物厂房（QX）内 RCV、ZBR、RFT、ZLT 和 TTB 系统的水过滤器。

控制区产生的杂项干废物由可压实废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等）和不可压实的金属部件组成，收集在塑料袋内。

4.6.4.1.2 设计基准

经固体废物处理系统收集、贮存、处理和整备核电厂在运行及检修时产生的放射性固体废物达到适宜运输、贮存和处置的要求。

固体废物处理系统设有屏蔽，使运行人员和公众所受的辐照剂量率不超过允许限值，并对各种放射性物质进行隔离、密封或包装，防止其泄漏到环境中。

本系统设计所采用的主要标准规范：

— 《核动力厂环境辐射防护规定》 GB 6249-2011

— 《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》 GB 9132-2018

— 《放射性物质安品运输规程》 GB 11806-2019

— 《低、中水平放射性固体废物包安全标准》 GB 12711-2018

— 《低、中水平放射性固体废物容器-钢桶》 EJ 1042-2014

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

— 《低、中水平放射性固体废物高完整性容器——混凝土容器》GB 36900.2-2018

4.6.4.1.3 系统描述

（1）ZST 系统组成

本工程的 ZST 系统由核辅助厂房（NX）内部分、核废物厂房（QX）内部分、废物处理中心（QS）内废物处理部分及放射性固体废物暂存库（QT）组成。其中，NX 厂房内湿废物收集部分及 QX 厂房内湿废物收集、处理部分为本工程新建，废物处理中心内废物处理部分及放射性固体废物暂存库为已建的厂址机组共用设施。根据不同类型废物的性质分别对其进行处理。ZST 系统工艺流程见图 4.6-8。

（2）废物处理工艺描述

ZST 系统对各种固体废物根据各自的性质进行处理。

ZLT 系统产生的浓缩液收集在 QX 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，经封盖和剂量检测后通过屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入混凝土高完整性容器（HIC）暂存。

废树脂和废活性炭收集在 NX 厂房和 QX 厂房的废树脂贮槽中，用屏蔽运输车送到废物处理中心的废树脂接收槽。废树脂和废活性炭在废物处理中心厂房用锥形干燥器烘干后装入 200L 钢桶，经封盖和剂量检测后用屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入 HIC 暂存。

正常情况下 TTB 系统的废树脂仅受轻微放射性污染，在 NX 厂房直接装入 200L 钢桶。然后，送到固体废物暂存库贮存衰变，等待清洁解控。放射性水平异常的 TTB 废树脂收集在 NX 厂房的废树脂贮槽中，然后送到废物处理中心进行烘干后装入 200L 金属桶。

将 NX 厂房和 QX 厂房产生的废过滤器芯用屏蔽运输车转运至废物处理中心。在废物处理中心将装有废过滤器芯的 200L 钢桶开盖并进行水泥固定，经封盖和剂量检测后送至固体废物暂存库暂存。

通风系统的废过滤器芯一般仅受轻微放射性污染，装入塑料袋送到固体废物暂存库进行贮存衰变，等待清洁解控。

杂项干废物用专用运输车运送到废物处理中心，在分拣箱分拣成可压实干废物、需要

烘干的潮湿干废物和不可压实废物进行处理：杂项干废物→分拣→烘干（必要时）→剪切（必要时）→初级压实→超级压实→水泥固定→200L 钢桶封盖→表面剂量率和表面污染检测→送固体废物暂存库暂存。

（3）ZST 系统的废物产生量

单台机组每年产生的废树脂和废活性炭体积和活度的设计值见表 4.6-21；

单台机组每年产生的废过滤器芯的个数（设计值）见表 4.6-22；

单台机组每年待处理废物的体积及每年废物包产生量的设计值和预期值见表 4.6-23。

（4）固体废物暂存库

固体废物暂存库用于暂存六台机组五年产生并经处理整备后的放射性固体废物包，并作为轻微污染大尺寸低放废物、通风过滤器芯、TTB 废树脂桶的临时贮存场所。

固体废物暂存库分为灌浆区、贮存区、人员工作区和辅助设施区四部分。

废物暂存库贮存区域包括 HIC 废物包贮存室、HIC 废物包贮存区、200L 废物桶贮存室、200L 废物桶贮存区、TTB 废树脂桶贮存区、轻微污染设备贮存区。

表面剂量率＞2mSv/h 的 200L 钢桶和 HIC 废物包分别贮存在 200L 废物桶贮存室和 HIC 废物包贮存室；表面剂量率≤2mSv/h 的 200L 钢桶和 HIC 废物包分别贮存在 200L 废物桶贮存区和 HIC 废物包贮存区。贮存室由混凝土墙分隔的贮存单元组成。轻微污染废物贮存部分贮存 TTB 废树脂桶、轻微污染的大尺寸废物和通风废过滤器芯。

贮存的放射性废物贮存一定年限后（不超过 5 年），转运到放射性固体废物处置场进行处置。

ZST 系统主要设备特性参见表 4.6-24。

4.6.4.1.4 系统运行

(1) 浓缩液的处理

浓缩液收集于 QX 厂房的浓缩液贮槽内，随后用浓缩液泵装入 200L 钢桶进行桶内干燥，经封盖和剂量检测后用屏蔽运输车运送到固体废物暂存库装入混凝土 HIC 后暂存。

(2) 废树脂和废活性炭的处理

产生在 NX 厂房的废树脂用水力输送至 NX 厂房的废树脂贮槽，产生在 QX 厂房的废树脂和废活性炭用水力输送至 QX 厂房的废树脂贮槽。转运废树脂时，先将废树脂输送到废树脂中间罐，再使用废树脂屏蔽运输槽车上的真空泵对运输槽车上的屏蔽容器抽真空，打开管路阀门，利用屏蔽容器中的真空将废树脂中间罐中的树脂吸入槽车上。输送完成用

除盐水或压缩空气清洗相关管路。废树脂运输槽车从 NX 或 QX 厂房装载完毕后，运送到 QS 厂房。将废树脂槽车的软管与 QS 厂房的接口箱连接后，将 QS 厂房内的废树脂中间罐抽真空，利用真空将槽车上的树脂吸入废树脂中间罐，再泵送到废树脂接收罐。最后将废树脂和废活性炭用锥形干燥器干燥后装入 200L 钢桶，转运至固体废物暂存库装入混凝土 HIC 后暂存。

(3) 废过滤器芯的处理

废过滤器芯是用一个过滤器芯更换转运容器（衬铅容器）来拆卸的，拆卸后通过下降通道装入事先放置在辊道上的 200L 钢桶中，钢桶内设有定位架，用于装桶时使废过滤器芯定位，并保证均匀的生物防护，再通过屏蔽运输车和辊道送到水泥固定装置进行水泥固定。处理后产生的钢桶废物包送到固体废物暂存库暂存。

(4) 杂项干废物的处理

杂项干废物根据放射性水平的不同收集在不同颜色的塑料袋内，送到废物处理中心进行分拣、烘干（必要时）、剪切（必要时）、初级压实、超级压实和水泥固定处理，处理后产生的废物包送到固体废物暂存库暂存。

(5) 废物包暂存

固体废物暂存库设有检测装置用于检测入库废物包表面剂量率、核素组成、重量和表面污染。然后，根据废物包的表面剂量率及包装类型，通过数控起重机将废物包吊运到指定的区域码放贮存。

4.6.4.1.5 放射性固体废物整备前后的活度水平

1）浓缩液、废树脂、废活性炭和废过滤器芯的源项

浓缩液、废树脂和废活性炭源项计算依据的主冷却剂裂变产物源项分为现实工况和设计工况两类；对于活化腐蚀产物，也考虑现实工况和设计工况两类，现实工况基于运行经验反馈数据的平均值，设计工况基于经验反馈数据的最大值。

经分析，在分析固体废物源项的过程中，现实工况对应的主冷却剂源项能够在一定的保守范围内，反映机组正常运行过程中的现实状态，因此，在分析固体废物源项的过程中，可以考虑用于固体废物现实源项的分析。

设计工况对应的主冷却剂源项能够在一定的范围内，包络机组运行过程中可能出现的各种预期运行事件，因此，在分析固体废物设计源项的过程中，可以考虑用于固体废物设计源项的分析，该设计源项可用于固体废物总量估算以及废物管理的辅助决策，而不用于

辐射屏蔽设计。

结合现实源项和设计源项的考虑，对 ZBR、ZLT、RCV、RFT 和 TTB 系统产生的放射性废物采用现实源项和设计源项进行了分析和计算，确定了上述系统浓缩液、废树脂、废活性炭和废过滤器芯整备前后的活度水平。根据分析，各类废物的总活度水平如表 4.6-25 所示。

2）杂项干废物

核电厂内的其他被放射性污染的杂项干废物（受污染的工作服、纸、擦拭布、塑料和金属部件等），“华龙一号”核电厂单台机组年产生杂项干废物产量设计值为 140m^3，其中 119 m^3 为可压实废物，15.75m^3 为可直接压实废物，5.25m^3 为不可压实废物。它们在产生地分类收集在塑料袋内后送到废物处理中心厂房压实装桶或装桶水泥固定。

根据国内核电站的运行数据得出杂项干废物（包括可压实废物和不可压实废物）的放射性水平，取 1.5E+06Bq/kg 作为处理前杂项干废物的设计源项，取 7.50E+05Bq/kg 作为处理前杂项干废物的现实源项，各种核素的比例见表 4.6-26。

根据国内核电厂统计数据，假设可压实干废物处理前密度为约 150kg/m^3，采用超级压实工艺处理，则处理后可压实干废物的比活度设计值为 5.05E+05Bq/kg，现实值为 2.53E+05Bq/kg。

不可压实废物直接进行水泥固定处理，假设不可压实废物堆积密度为 500kg/m^3，则处理后不可压实废物的比活度设计值为 4.28E+05Bq/kg，现实值为 2.14E+05Bq/kg。

4.6.4.2 废物最小化

4.6.4.2.1 废物最小化原则

在核电厂设计、建造、运行和退役过程中，通过废物的源头控制、再循环与再利用、清洁解控、优化废物处理和强化管理等措施，经过代价利益分析，使最终放射性固体废物产生量（体积和活度）可合理达到尽量低。

核电厂废物最小化应以确保安全为前提，以废物处置为核心，通过技术和管理措施实现废物最小化，遵循源头控制优先、全过程管理、全员责任和持续优化的原则。

4.6.4.2.2 设计阶段的废物最小化

4.6.4.2.2.1 控制放射性废物产生的设计措施

本工程在废物最小化方面主要通过源头控制、合理分类收集处理和改进处理工艺来实现，拟采取以下主要措施：

(1) 源头控制

— 核岛内 16”以下管道法兰密封不采用含银垫片，从源头上减少 Ag-110m 对工艺系统和设备的污染及对排放废液剂量率的贡献。

— 使用较大离子交换容量的树脂以减少废树脂的产生量。

(2) 合理分类

— 废树脂按放射性水平分类收集，较高放射性水平的废树脂在废树脂贮槽中贮存衰变一段时间后再进行烘干处理。蒸汽发生器排污系统（TTB）产生的废树脂一般仅受轻微放射性污染，装入内衬有塑料薄膜的 200L 钢桶中，送到固体废物暂存库的专门区域进行贮存衰变。若废树脂经衰变达到清洁解控水平后，进行清洁解控。

— 将干废物根据不同的性质进行分类处理。浸湿的可压实杂项干废物先进行烘干，然后作为可压实杂项干废物处理;可压实杂项干废物经过初级压实和超级压实后装入200L 钢桶水泥固定；可直接超级压实废物经过超级压实后装入 200L 钢桶水泥固定；不可压实废物装入 200L 钢桶水泥固定。

— 表面剂量率很低的大尺寸废物暂时不作为放射性废物处理，将其放在固体废物暂存库库的专门区域进行贮存衰变，并在贮存一定年限后进行去污和清洁解控。

(3) 改进处理工艺

— 浓缩液采用减容效果更为明显的处理工艺。浓缩液用桶内干燥器干燥后形成浓缩液盐块。

— 废树脂和废活性炭采用减容效果更为明显的处理工艺。废树脂和废活性炭用锥形干燥器烘干后装入 200L 钢桶。

— RCV、ZBR、RFT、ZLT 和 TTB 系统使用尺寸较小的过滤器芯，ZST 系统使用 200L 钢桶作为废过滤器芯水泥固定的包装容器，减小废过滤器芯水泥固定后废物包的体积。

4.6.4.3 废物最终处置

计划每两年向规划中的放射性废物处置场运输一次（多批）废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。放射性固体废物的运输起点为福建漳州核电厂的固体废物暂存库，运输终点为规划中的放射性废物处置场。放射性废物运输必须遵守国标 GB 11806-2019 《放射性物品安全运输规程》和 GB 12711-2018 《低、中水平放射性固体废物包安全标准》。

由于目前阶段处置场尚未确定，待处置场确定后再明确运输方式和论证运输路线的可行性。

4.6.5 乏燃料贮存系统

乏燃料贮存系统是用于暂时贮存和转运乏燃料组件的系统，包括燃料转运舱、乏燃料贮存水池、乏燃料贮存格架、容器装载井、容器准备井以及乏燃料水池冷却和处理系统等设施。

乏燃料贮存在乏燃料贮存水池中的乏燃料贮存格架中。乏燃料水池冷却和处理系统为乏燃料的贮存和转运提供安全环境。

4.6.5.1 系统描述

乏燃料组件从堆芯内卸出，通过燃料转运通道由水下运至燃料转运舱，用人桥吊车吊运乏燃料组件，垂直存放在水下的乏燃料贮存格架中。破损的燃料组件装入破损燃料组件贮存小室内存放。需要定量检查辐照燃料组件的破损程度时，采用离线啜吸检测装置进行检测。当乏燃料组件贮存一定时间需要外运时，将组件装入乏燃料运输容器，经过清洗，检查乏燃料容器的表面辐射水平和污染水平满足运输标准规定后，可运往乏燃料后处理厂。

燃料转运舱底部设有连接安全壳内换料水池的燃料转运通道。反应堆正常运行时转运通道关闭并隔离换料水池与转运舱，只有换料时才打开。

乏燃料贮存水池侧壁是混凝土屏蔽墙，使水池周围相邻区域的辐射水平满足相应辐射区域的设计标准。

在乏燃料贮存水池内设有乏燃料贮存格架，分为两个区。I 区用于装载新燃料组件、破损燃料组件、未达到规定燃耗限值的乏燃料组件和换料时全堆芯的燃料组件。II 区用于贮存由堆芯卸出的达到规定燃耗限值的乏燃料组件。

乏燃料贮存水池的内壁衬有不锈钢覆面，并设有引漏管，用以监测覆面有否渗漏。

在正常情况下乏燃料贮存水池充满含硼水，以保证乏燃料贮存水池内燃料组件的冷却和水面以上的辐射水平满足设计要求。在池底不设任何排水管道，防止池水流失。

在乏燃料贮存水池的另一侧是容器装载井，在此进行乏燃料组件装入运输容器的操作。

以上三个水池彼此相通，水池之间的混凝土隔墙上有密闭的水闸门，平时是关闭的，使用时才打开。靠近容器装载井的另一侧还设有一个乏燃料运输容器准备井，用作乏燃料

运输容器的准备工作。

4.6.5.2 设计准则

乏燃料贮存设计按 HAD102/15《核动力厂燃料装卸和贮存系统设计》相关章节的要求进行，保证乏燃料组件在贮存中各方面的安全，主要设计准则如下：

（1）乏燃料组件贮存的物理布置，必须满足燃料组件安全贮存的次临界要求。必须保证：无论电站处于正常运行、预计运行事件期间，和事故工况（设计基准事故和设计扩展工况）期间或以后，乏燃料组件的贮存均应满足规定的次临界状态；

（2）乏燃料贮存水池及格架的设计，应能承受乏燃料装卸工具掉落的冲击；

（3）防止不属于提升机构部件的重物在贮存的燃料上方移动；

（4）贮存区不得是通往其它操作区出入通道的一部分，贮存区应有足够的容量，未经批准不得进行任何操作；

（5）贮存区必须提供足够的操作空间和安放设备及工具的空间；

（6）必须提供贮存破损燃料组件的设施；

（7）贮存区必须具有适当的密封性，使池内含硼水泄漏的后果保持在可接受的限值内；

（8）应在足够深的水下操作辐照燃料组件，以确保足够的生物保护；

（9）乏燃料贮存格架的材料应与环境相容，应排除由于运行引起环境条件变化而造成几何尺寸变化，应考虑运行工况和事故工况引起的全部载荷；

（10）乏燃料贮存格架的设计，应具有足够的稳定性，不会倾倒，并具有防止意外移动的措施；

（11）乏燃料贮存格架的设计，应便于燃料组件的插入和取出，并具有保护燃料不受损伤的措施；

（12）乏燃料贮存格架的设计，应使得乏燃料贮存水池中的冷却水能够自由循环；

（13）乏燃料贮存区应具有承受内部、外部灾害的防护措施；

（14）乏燃料贮存水池的设计，能够保证在有乏燃料组件贮存时水池充满水，而且可以自然循环、净化，以冷却乏燃料组件；

（15）在乏燃料贮存区域及相关的乏燃料组件装卸区域设有辐射水平监测系统，以保证工作人员的辐射安全；

（16）在乏燃料贮存水池中设有多道水位监测装置和温度测量设备，防止池水意外排

空，其监测信号送到控制室。乏燃料贮存水池监测满足《核电厂改进通用技术要求》的规定。

4.6.5.3 乏燃料水池的冷却和处理

乏燃料水池的冷却和处理系统用于保证对核电厂贮存乏燃料组件的水进行冷却、过滤和处理，并且在燃料装卸期间为反应堆换料水池、堆内构件存放池、乏燃料贮存水池以及燃料转运舱充水和排水提供所需的手段。

1）系统的主要功能

排出在乏燃料水池中贮存的乏燃料组件发出的余热。

清除在换料水池和乏燃料贮存水池内的腐蚀产物、裂变产物和水中的悬浮颗粒。

当反应堆冷却剂系统打开，且余热排出系统完全失效时，反应堆换料水池及乏燃料贮存水池冷却和处理系统可作为余热排出系统的备用。这种备用同样允许对余热排出系统进行维修，而不降低装置的安全水平。

该系统可保持乏燃料贮存区域的恒定水位，确保对工作人员的生物屏蔽作用。

2）系统的设计基准

该系统设有两台冷却泵；由柴油发电机组作为它们的应急电源。泵之间的切换或电源之间的切换均采用手动方式。

乏燃料贮存水池冷却系统的设计，在安全停堆地震引起的载荷下仍保持其功能。与之相关的其他区域的排水管道、隔离阀等可在同样条件下保持其密封性。

该系统对飞机坠落在内的飞射物、火灾和爆炸进行防护并能经受住水淹和冰冻的影响。

系统设计能对过滤器、离子交换器、泵和热交换器进行在役维修。

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

为满足漳州核电厂 3、4 号机组的运行要求，需对核电厂有关系统的用水作某些化学处理。

化学处理的主要方法是在系统中加入一定数量的腐蚀抑制剂或化学添加剂，以保证水质并实现以下目的：避免设备的腐蚀和结垢、去除水中的氧、调整水的 pH 值、调节反应堆的反应性、水处理用树脂的再生、达到水处理工艺效果、防止海生物的附着和繁殖、化学清洗等。这些化学物质的最终产物也将随着排水排入到环境中去。

4.7.1.1 化学处理系统设计

漳州核电厂 3、4 号机组使用化学药剂的主要环节有循环水处理系统、淡水处理系统、除盐水生产系统、凝结水精处理系统、二回路、闭式冷却水系统、硼酸的回收和排放等环节。

除盐水生产厂房为 6 台机组共用，1、2 号机组已完成厂房建设，3、4 号机组安装一系列除盐水生产系统设备。

除盐水生产系统从生产水系统获取原水，原水经过细砂过滤器、反渗透装置、阳离子交换器、阴离子交换器、混合离子交换器处理后进入除盐水箱。

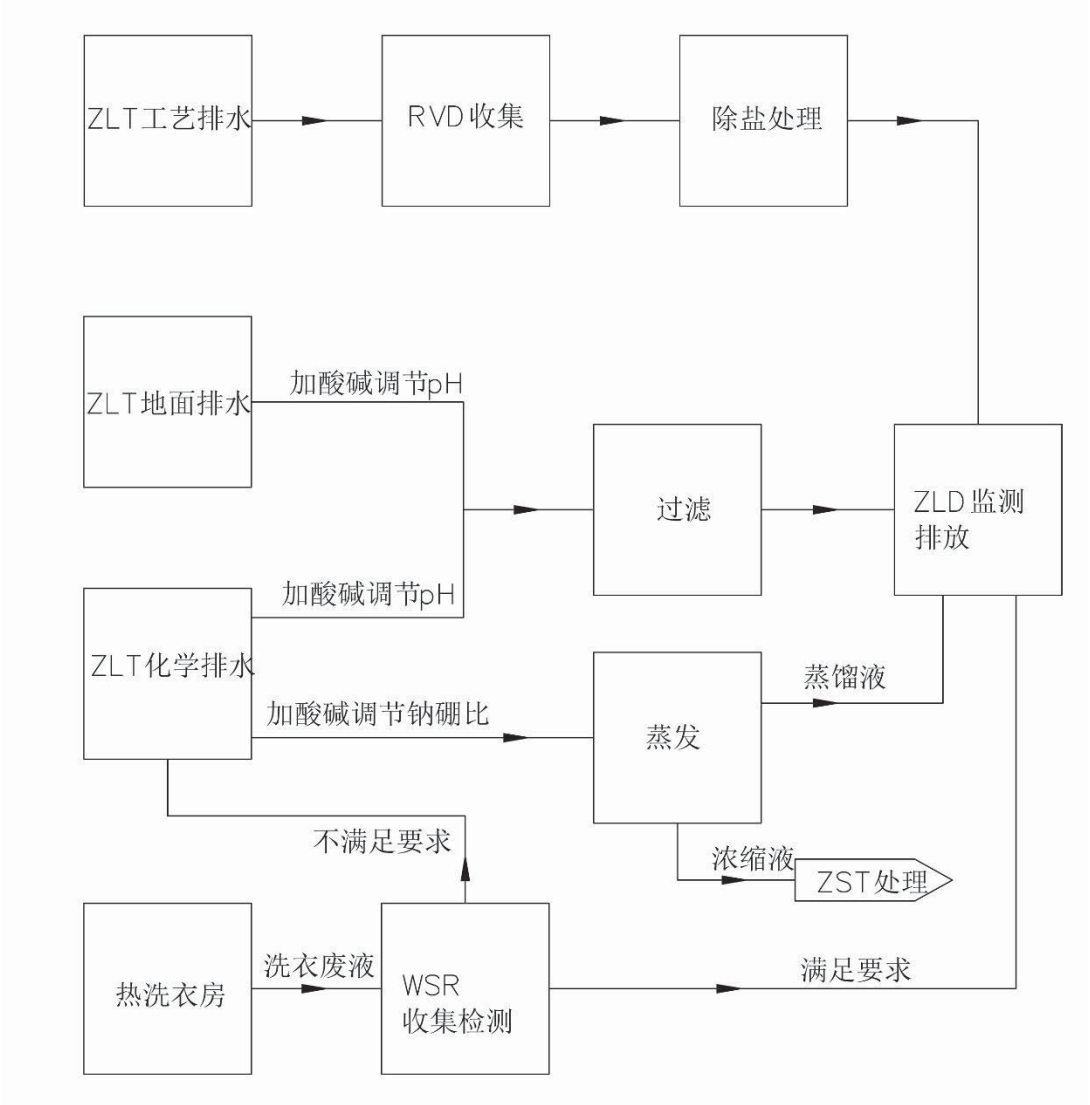
除盐水生产系统的树脂再生废液中和后会排放少量化学物质。再生废液中含有 NaCl、以及少量的 HCl 和 NaOH，酸碱废液经中和达标后排入雨水和生产废水系统。

此外在除盐水的制取过程中还需加入其它一些化学物质，如聚合氯化铝，用于去除原水中的悬浮物；还原剂 $NaHSO_3$，它用于除去进入反渗透系统水中的余氯；阻垢剂，用于防止反渗透膜浓水侧结垢；氨水，用于调节混合离子交换器产水 pH。

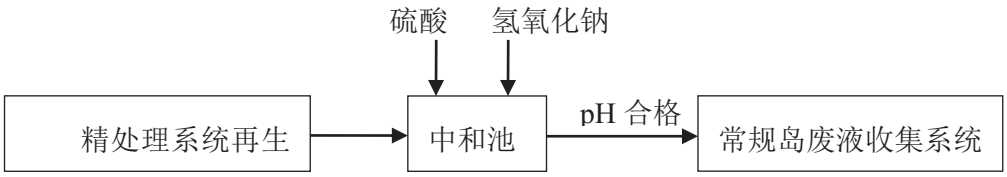
循环水处理系统的功能为通过电解海水制取次氯酸钠溶液，向循环水系统、重要厂用水系统中投加次氯酸钠药液，防止海生物在设备、管道内和排放口繁殖，从而避免因其繁殖而导致的管道断面缩小，阻力增加，流量降低。本工程的加药点设置在联合泵房，加药方式为连续投加，保证联合泵房入口水中次氯酸钠的浓度达到 1mg/L。

电解产生的次氯酸钠溶液储存于次氯酸钠储罐中，由次氯酸钠加药泵输送至-联合泵房。电解产生的氢气通过排氢风机排出至大气。

三废系统会排放少量化学物质。



凝结水精处理酸碱废水处理简易流程图如下：



4.7.1.2 废水来源及排放

漳州核电厂 3、4 号机组排出的化学物质主要来自下列工艺过程中产生的废水：

- 循环水处理系统；
- 除盐水生产系统；
- 厂址废物处理设施热洗衣房的排水；
- 核电站有关厂房液体流出物及系统排污水处理；

- 凝结水精处理系统；

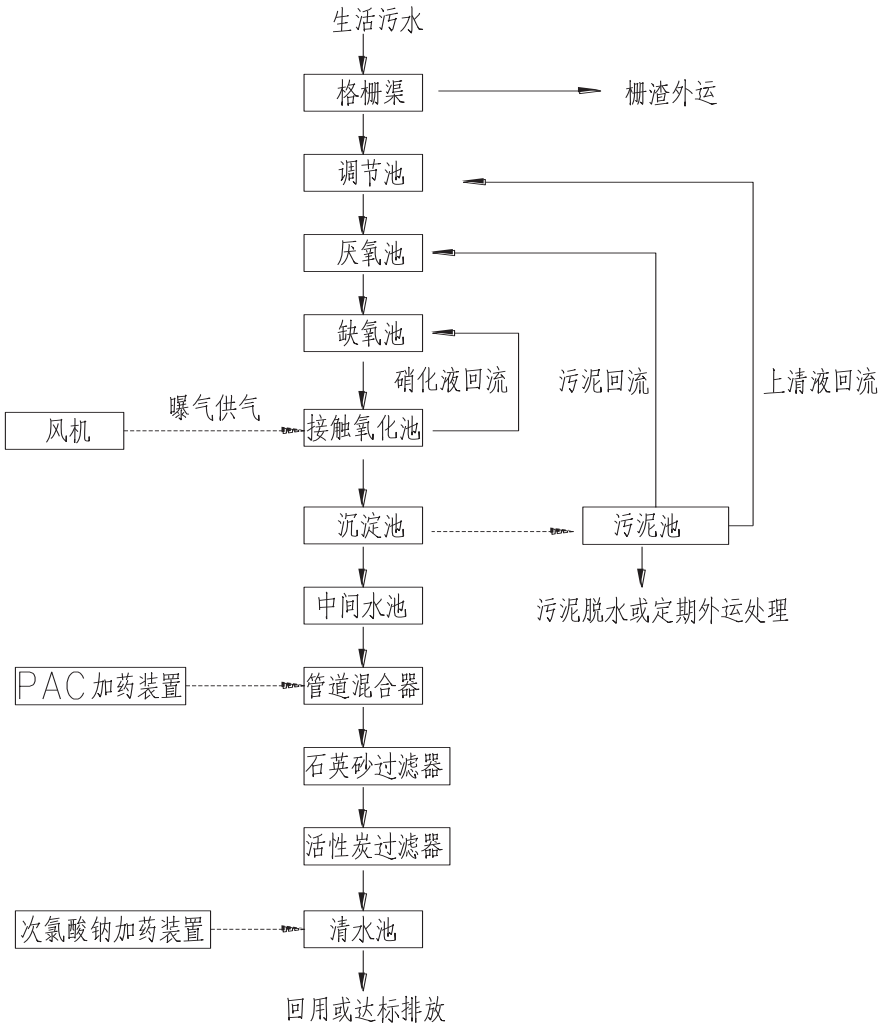
漳州核电厂 3、4 号机组使用的主要非放射性化学物质的名称、用途、使用量、排放方式、排放浓度、排放控制等详见表 4.7-1。

4.7.2 生活废物

福建漳州核电厂 3、4 号机组产生的生活废物包括非控制区产生的非放射性固体生活垃圾、生活污水。

非放射性固体生活垃圾按生活垃圾处理规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。本工程运行期间生活垃圾产生量约为 1.55 吨/天。

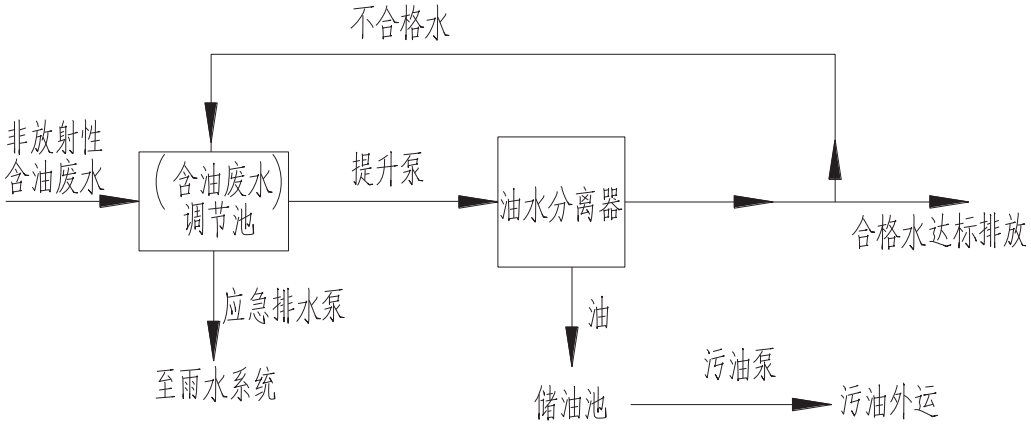
生活污水来自福建漳州核电厂 3、4 号机组厂前区、主厂区的各个厂房、车间、实验室、办公楼等处卫生设备以及洗衣房等处的非放射性生活污水的排水。3、4 号机组主厂区的生活污水通过相应污水管网汇集至污水处理构筑物 2。生活污水处理站收集的生活污水经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中车辆冲洗水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入大海。污水处理构筑物 2 的设计规模为 450m^3/d。福建漳州核电厂 3、4 号机组正常运行时生活污水产生量为 202m^3/d，大修和启动时增加 202m^3/d。生活污水处理站主要工艺流程图如下：



4.7.3 其他废物

4.7.3.1 非放射性含油废水、废油

本工程通过室外管网收集汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水，汇集至非放射性含油废水处理站。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级标准，最终排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。非放射性含油废水处理工艺设备总处理能力为 10m^3/h，每套设备设计处理能力为 5m^3/h。非放射性含油废水处理流程图如下：



4.7.3.2 固体废物

本工程运行期产生的固体废物为一般工业废物。

一般工业废物主要为水处理过程中产生的污泥、膜组件及废弃的离子交换树脂等。生活污水处理过程中产生的污泥，污泥产生量与原水水质和药剂添加量有关。

除盐水生产工艺设计采用反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，反渗透膜元件的使用年限为 5 年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定、定期更换。经除盐水生产工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

除盐水生产过程中废弃的离子交换树脂等，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。经除盐水生产工艺用过的离子交换树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

4.8 放射性物质厂内运输

运进核电站的放射性物质有中子源和未经辐照的新燃料组件。新燃料组件和中子源运输容器的设计、制造能满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

运出核电站的放射性物质有两类，即乏燃料组件和放射性固体废物。

4.8.1 新燃料运输

4.8.1.1 燃料供应

本项目选用 CF3 型燃料组件，组件由中国原子能工业有限公司（CNEIC）供应，首炉堆芯装料 177 组燃料组件。新燃料组件采用陆路运输方式由燃料组件制造厂运至本项目的燃料厂房。

4.8.1.2 新燃料运输容器

新燃料组件特性：

·物理状态 固体

·主要成份 UO_2

·^{235}U 富集度

首炉装料 1.8%，2.4%，3.1%，3.9%

平衡循环 4.45%，4.95%

·每个燃料组件中燃料重量 约 460kg

根据 18 个月换料制以及每组 CF3 燃料组件含铀量约为 0.46 t 计，首循环堆芯装铀量约 81.42t,每台机组每次换料需装入约 33.12t 核燃料（铀）。

新燃料运输容器特性：

·货包类型 A（F）

·燃料组件装载后货包剂量率

货包表面 $< 2\times10^{-2}$mSv/h

离货包表面 1 米处 $< 1\times10^{-2}$mSv/h

新燃料运输容器由上、下壳体组成的一个卧式圆柱形密封箱体。上、下壳体的连接用螺栓锁紧。上壳体设有吊装环、下壳体设有叉孔，以便于吊装容器。容器内设有一个减震框架，通过弹性垫块连接于下壳体座。减震框架上的支撑框架用于装载新燃料组件。支撑框架的顶梁上装有两个加速度测量装置，在壳体的端板上设有充气阀和安全阀各一个，每个容器可装运两组组件，两组组件间设有中子吸收板，容器内充以保护性气体，以避免污染。

新燃料运输容器的设计和制造能够满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的要求。

燃料组件供货数量，以及备用组件的数量，在业主和供货方的燃料供货合同中规定，新燃料平均年发运次数至少应满足平衡换料循环的要求。每台新燃料容器可装载 2 组新燃料组件，每台机组采用 36 台容器运输，每一年半运输一次，可满足要求。

4.8.2 乏燃料运输

从核电站卸下的乏燃料在乏燃料贮存水池暂存若干年后，将乏燃料运至后处理厂的中间贮存水池作后处理前的暂存。其它与燃料组件相关的控制棒组件、中子源组件等，由于需要更新的机率很小，一般不需要做经常性的运输，需要换下来的可以存放在乏燃料贮存水池内，在反应堆退役时作为废弃物运走。

本项目的乏燃料组件在乏燃料贮存水池尚未贮满之前运出，平衡循环每 18 个月平均换料 72 组燃料组件。按平衡换料数量考虑，使用装载 21 组组件的乏燃料运输容器，2 台机组用 3 台容器每年运 2 次方案可满足要求。乏燃料运输容器的设计和制造应满足 GB

11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求。

乏燃料运输的运输起点为本项目燃料厂房，运输终点为规划选址论证中的乏燃料后处理厂。如果后处理厂选在中核四〇四有限公司，运输方式拟采用陆路或公铁海联运的运输方式。如果选在沿海地区，待厂址确定后再确定运输方式及运输路线。

4.8.3 放射性固体废物的运输

福建漳州核电厂 3、4 号机组运行期间产生的废树脂来自 RCV、ZBR、TTB、RFT 和 ZLT 系统的除盐器；废活性炭产生自 ZLT 系统工艺废液处理的活性炭床；浓缩液来自 ZLT 系统的蒸发器；废过滤器芯来自 NX 和 QX 内 RCV、ZBR、RFT、ZLT 和 TTB 系统的水过滤器。

废树脂和废活性炭收集在 NX 厂房和 QX 厂房的废树脂贮槽中，然后用屏蔽运输车送到废物处理中心进行处理，产生的 200L 桶装废物用屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入 HIC 暂存。废树脂、废活性炭的槽车与厂房内管道通过双球阀结构的干式快速接头连接，确保软管和快速接头无泄漏。这些措施可以防止废树脂通过软管输送过程发生放射性物质泄漏。在装载时，废树脂运输车和接口箱在厂房控制区内，即使发生泄漏，放射性物质收集在控制区，不会污染非控制区和厂房外的空间。废树脂运输车的屏蔽运输容器由内箱体和外箱体构成，外箱体包括屏蔽加强的保护框架、接口箱和控制系统，内箱体由屏蔽箱和屏蔽箱内的奥氏体不锈钢的双层容器组成，双层容器配有搅拌装置、液位仪表和泄漏探测系统，防止运输过程中发生放射性物质泄漏。废树脂运输槽车将在厂内专门路线运输，并设置警告标识，其他人员未经允许不得靠近，从管理上确保废物运输安全。屏蔽转运容器设计标准为在装有额定容量废物时表面剂量率≤2mSv/h，司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 10μSv/h，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

浓缩液收集在 QX 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，装有烘干盐的 200L 钢桶通过烘干盐桶屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入 HIC 暂存。废过滤器芯用废过滤器芯屏蔽运输车转运至废物处理中心，在废物处理中心处理后产生的 200L 钢桶桶装废物用屏蔽运输车转运至固体废物暂存库暂存。废过滤器芯和烘干盐桶屏蔽运输车包括运输车本体和屏蔽容器两部分，屏蔽运输容器内能够容纳一个内置废滤芯定位装置的 200L 钢桶，屏蔽容器外表面剂量率不超过 2mSv/h，屏蔽容器的盖子能够锁死，以保证运输过程中的安全。司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不

超过 10μSv/h，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

杂项干废物用专用运输车运送到废物处理中心，经处理后产生的 200L 钢桶桶装废物通过屏蔽运输车转运至固体废物暂存库暂存。

福建漳州核电厂产生的放射性废物经处理后产生的废物包主要包括装有烘干后的废树脂和废活性炭、干燥后的浓缩液盐块的混凝土 HIC，装有水泥固定的废过滤器芯以及超级压实后水泥固定的杂项干废物的 200L 钢桶。厂外运输的是 HIC 废物包和 200L 钢桶废物包。其中，表面剂量率≤2mSv/h 的废物包可直接通过转运车辆运输；对于表面剂量率＞2mSv/h 的废物桶，则在外加屏蔽体后通过转运车辆运输。废物包的种类、总重量、数量、活度浓度、年总活度如表 4.8-1 所示。

计划每两年向规划中的放射性废物处置场运输一次（多批）废物包，首次向处置场运输废物包的时间取决于处置场投运时间和接收条件。放射性固体废物的运输起点为福建漳州核电厂的固体废物暂存库，运输终点为规划中的放射性废物处置场。放射性固体废物的运输拟采用公路运输，公路运输的经验表明，事故发生率以及预计事故次数都是很低的。由于目前阶段处置场尚未确定，待处置场确定后再明确运输方式和论证运输路线的可行性。放射性废物的处置将遵守国家的放射性废物处置政策。

在放射性固体废物运输过程中将严格遵守 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的有关要求。废物桶的设计和制造满足 EJ 1042-2014《低、中水平放射性固体废物包装容器 钢桶》的要求。HIC 的设计和制造满足 GB 36900.2-2018《低、中水平放射性固体废物高完整性容器——混凝土容器》的要求。水泥固定废物体性能满足 EJ 1186-2005《放射性废物体和废物包的特性鉴定》。废物包性能满足 GB 12711-2018《低、中水平放射性固体废物包安全标准》和 GB 9132-2018《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》的要求。

表 4.1-1 厂址主要技术经济指标

序号	项目		单位	数量	备注
1	厂址总用地		hm^2	202.05	1～6 号机组工程合计
	其中	陆域用地	hm^2	144.05	其中租地面积 4.06
		填海造地	hm^2	58.00	填海后形成的可利用陆域面积，不含护岸
2	3、4 号机组工程用地		hm^2	53.78	
	其中	3、4 号机组厂区用地	hm^2	23.02	生产区用地（控制区围栏、北侧保护区围栏及联合泵房要害区围栏围合区域内内用地）
		3、4 号机组其它用地	hm^2	2.31	停车场、边角余地等
		3、4 号机组施工场地	hm^2	28.45	利用 1、2 号机组已建施工场地
3	3、4 号机组排水隧洞长度		m	10460.19	3 号机组排水隧洞 5215.71m 4 号机组排水隧洞 5244.48m
4	3、4 号机组土石方负挖量		万 m^3	133	实方，虚方量约 160 万 m^3
	3、4 号机组石方需求量		万 m^3	165	混凝土骨料用量，虚方
5	搬迁		人	无	

表 4.1-2 3、4 号机组新建建、构筑物一览表

分区	序号	机组代码	代号	建、构筑物名称	基底面积（㎡）	建筑面积（㎡）	备注
核岛厂房及其附属建筑	1	3/4	RX	反应堆厂房	2463	17241	
	2	3/4	SL	安全厂房 A 列	2189	18022	
	3	3/4	SR	安全厂房 B 列	2189		
	4	3/4	LX	电气厂房	2445	22005	
	5	3/4	KX	燃料厂房	1741	12843	
	6	3/4	NX	核辅助厂房	2490	19912	
	7	8	QX	核废物厂房	1423	9257	
	8	3/4	AR	人员通行厂房	1182	5352	
	9	4	WX	连接厂房	306	1432	
	10	3/4	DA	应急柴油发电机厂房 A 列	399	5586	
	11	3/4	DB	应急柴油发电机厂房 B 列	399		
	12	3/4	DU	SBO 柴油发电机厂房	182	182	
	13	3/4	KY	应急空压机房	208	416	
	14	3/4	FR	核岛消防泵房	394	1970	
	15	3/4	KP	核岛龙门架	-	-	
常规岛厂房及其附属建筑	16	3/4	MX	汽轮发电机厂房	暂缺	暂缺	
	17	3/4	PB	再生除盐水箱	-	-	
	18	3/4	PC	仪用压缩空气储气罐	-	-	
	19	3/4	FF	常规岛事故排油坑	-	-	
	20	3/4	TA	主变压器和降压变压器平台	-	-	
	21	8	TX	主变备用相平台	-	-	
放射性辅助生产设施	22	8	QA	核岛液态流出物排放厂房	1714	1720	
	23	8	QB	常规岛液态流出物排放厂房			
气体生产、储存	24	8	ZB	氢气贮存及分配站	637	637	
	25	8	ZC	空气压缩机房	358	358	
	26	8	ZA1	公共气体贮存区 1	312	82	
	27	8	ZA2	公共气体贮存区 2	66	-	
冷却水设施	28	8	PX	联合泵房	6993	6993	
	29	8	HX	制氯站	798	812	
	30	8	CC	虹吸井	2323	-	
	31	8	GD3	排水隧洞	-	-	
其它辅助设施	32	8	BX1	生产检修办公楼	1730	8000	包含 UA
	33	8	FS	非放射性含油废水集水池			暂缺
	34	0	ED2	污水处理构筑物 2	294	436	3～6 号机

分区	序号	机组代码	代号	建、构筑物名称	基底面积（㎡）	建筑面积（㎡）	备注
							组共用
	35	8	JX	辅助变压器区域及公用 10kV 配电间	暂缺	暂缺	
	36	8	TF	10kV 公用配电站	442	442	
	37	0	EC5	厂区地下水监测井	-	-	
	38	0	AW	危险废物暂存库	暂缺	暂缺	
实物保护	39	8	UA	控制区出入口	-	-	
	40	8	UD	保护区出入口	1188	1165	
	41	3/4	UV	核岛要害区出入口	375	375	
	42	8	UB	围栏	-	-	
室外管沟	43	3/4	DG	500kV 廊道	-	-	
	44	8	GJ	220kV 电缆沟	-	-	
	45	3/4	GF1	常规岛电缆廊道	-	-	
	46	3/4	GF2	核岛电缆廊道	-	-	
	47	3/4	GA	重要厂用水进水廊道	-	-	
	48	3/4	GS	重要厂用水排水管道	-	-	
	49	3/4	GD1	循环冷却水进水管道	-	-	
	50	3/4	GD2	循环冷却水排水管道	-	-	
	51	8	GB	综合技术廊道	-	-	
	52	8	GC	废液排放管沟	-	-	
室外工程	53	8	00	室外工程	-	-	包括厂区和厂外室外工程
其它厂外设施	54	0	BH	华龙科技楼	-	-	厂外
	55	0	EB	技能培训中心	-	-	厂外
	56	0	WE	值班宿舍 2	-	-	厂外

表 4.1-3 与 1、2 号机组共用设施一览表

序号	代号	建、构筑物名称	备注
1	TB	500kV 开关站	3、4 号机组增加设备
2	TC	网控楼	3、4 号机组增加设备
3	TD	220kV 开关站	3、4 号机组增加设备
4	QS	废物处理中心	
5	QT	放射性固体废物暂存库	
6	QR	放射性废油暂存库	
7	VA	辅助锅炉房	
8	YA	除盐水生产厂房	3、4 号机组增加设备
9	YB	除盐水储存罐	3、4 号机组增加设备
10	OF	淡水厂	
11	OR	淡水蓄水池	
12	PF	厂区消防泵房	1～4 号机组共用
13	AC	放射性机修及去污车间	
14	AA	非放射性机修车间	
15	AF	电仪修及专用工具库	
16	AB	综合仓库	
17	AE	棚库	
18	AQ	龙门吊及环吊小车仓库	
19	AS	特种车辆库	
20	AY	移动电源车库	
21	AZ	岩芯库	
22	YK	放射源库	
23	AX1	化学试剂库 1	
24	AX2	化学试剂库 2	
25	FC	润滑油和油脂库	
26	EL	洗衣房及浴室	
27	AL1	厂区实验楼	
28	AL2	监督性流出物实验室	
29	DY	厂址附加电源柴油发电机厂房	
30	FX	新燃料组件运输中转贮存场地	
31	UG	保卫控制中心	1～4 号机组共用
32	EY4	武警岗楼	
33	BA	综合办公楼	
34	AD	档案馆	厂外
35	SA1	公共食堂	
36	FU	项目管理楼	
37	BX2	调试检修楼	
38	FL1	检修宿舍	厂外
39	SA2	检修食堂	厂外
40	FL2	值班宿舍	厂外
41	EP	公众信息中心	厂外
42	EM	应急指挥中心	

序号	代号	建、构筑物名称	备注
43	EY1	武警营房	
44	EY2	消防站	
45	EY3	保安楼	
46	EA1	培训中心	厂外
47	EI	宣传展览中心	厂外
48	MG	车队管理楼	
49	AP	停车场及候车廊	
50	UN1	厂区南大门	
51	UN2	厂区北大门	
52	EC1	环境实验室	
53	EC2	监督性监测前沿站	
54	EC3	气象站	
55	EC4	环境监测站	
56	EC5	厂区地下水监测井	
57	EC6	监督性监测子站	
58	EC7	工程水文监测站	
59	CB	取水明渠（含导流堤）	包含拦污网
60	CD	排水明渠（含导流堤）	
61	KH1	厂区南护岸	
62	KH2	厂区东护岸	
63	KH3	厂区北护岸	
64	CQ	大件码头	
65	YF	磨石溪防洪排涝工程	
66	PT	淡水工程	
67	MR	主要进厂道路	
68	ER	次要进厂道路	

表 4.1-4 厂区主要技术经济指标表

序号	项目			单位	数量	备注
1	厂区用地		规划容量	hm^2	116.73	
			本期工程	hm^2	23.02	生产区用地（控制区围栏、北侧保护区围栏及联合泵房要害区围栏围合区域内内用地）
2	单位容量用地		规划容量	m^2/kW	0.161	单台机组容量为1212MW
			本期工程	m^2/kW	0.095	
3	道路广场用地			万 m^2	2.88	
	其中	重型道路用地		万 m^2	2.11	
		轻型道路用地		万 m^2	0.77	
4	道路广场系数			%	12.29	
5	厂区绿化用地面积			万 m^2	4.16	
6	厂区绿化率			%	16.4	
7	主要管道长度	循环冷却水	进水管道	m	1193	
			排水管道	m	995	
		重要厂用水	进水廊道	m	822	
			排水管道	m	1623	
		废液排放管沟		m	722	
		综合技术管廊		m	1324	
		500kV 廊道		m	869	
		220kV 电缆沟		m	714	
		常规岛电缆廊道		m	282	
		核岛电缆廊道		m	474	
8	厂区围栏长度	控制区围栏		m	5251	
		保护区围栏		m	2240×2	
		要害区围栏		m	1582	不含围栏外侧轻质护栏

表 4.2-1 燃料组件设计参数（冷态）

名称	参数
栅元排列方式	17×17
棒中心距，mm	12.6
组件外形尺寸（不包括压紧弹簧），mm	214.0×214.0×4060
燃料棒数，根/组件	264
导向管数，根/组件	24
仪表管数，根/组件	1
活性段高度，mm	3657.6
燃料棒长度，mm	3862.2
芯块材料	UO_2
芯块高度，mm	13.46
芯块直径，mm	8.192
包壳外径，mm	9.5
包壳壁厚，mm	0.57
格架数，个/组件	8+3
导向管外径，mm	12.45
导向管壁厚，mm	0.60
仪表管外径，mm	12.45
仪表管壁厚，mm	0.60

表 4.3-1 海水系统平均用水量

机组编号	凝汽器冷却用水(m^3/h)	辅助冷却用水(m^3/h)	重要厂用水用水(m^3/h)	海水制氯用水 (m^3/h)	冲洗用水(m^3/h)	总水量(m^3/h)
1	240460	6500	3800	200	600	251560
2	240460	6500	3800	200	600	251560
合计	480920	13000	7600	400	1200	503120

表 4.6-1 堆芯主要裂变产物积存量（10^8GBq）

放射性核素	整堆芯（10^8GBq）
Kr-83m	4.87E+00
Kr-85	3.57E-01
Kr-85m	1.10E+01
Kr-87	2.24E+01
Kr-88	3.04E+01
Xe-131m	4.22E-01
Xe-133	6.64E+01
Xe-133m	2.02E+00
Xe-135	2.14E+01
Xe-135m	1.37E+01
Xe-138	6.03E+01
I-131	3.17E+01
I-132	4.67E+01
I-133	6.64E+01
I-134	7.67E+01
I-135	6.29E+01
Cs-134	5.22E+00
Cs-136	1.83E+00
Cs-137	3.71E+00
Cs-138	6.48E+01

表 4.6-2（1/2） 计算源项的参数

1.堆芯	
— 堆芯热功率	3180 MW
—平均线功率密度（燃料棒）	181.2W/cm
— 有效尺寸（冷态）：	
• 活性区高度	365.76cm
• 等效直径	322.8cm
— 燃料组件数	177
— 燃料棒包壳	Zr 合金
— 堆芯体积份额	
• UO_2	0.2961
• Zr 合金	0.1093
• 水	0.5916
• 因科镍 718	0.0005
• 不锈钢	0.0025
— 平衡循环长度	496EFPD
2. 反应堆冷却剂系统	
a) 在额定功率下，反应堆冷却剂系统中水的体积（包括稳压器中的水）：	304.7 m^3
b) 有效浸润面积	
— 燃料组件（每个组件）	
• Zr 合金	43.73m^2
• 因科镍 718	0.656m^2
• 不锈钢	1.2m^2

表 4.6-2（2/2） 计算源项的参数

— 堆芯外	
• 不锈钢	$1.850\times10^{3}m^{2}$
• 因科镍 690	$1.832\times10^{4}m^{2}$
• 308L	$240.4m^{2}$
c）稳压器	
— 额定功率下水容积	$30.3m^{3}$
— 额定功率下蒸汽容积	$23.4m^{3}$
— 连续喷雾流量	460 l/h
d）合金成份	
— 钴	
• 因科镍 690	0.1%
• 因科镍 718	0.04%
— 镍	
• 因科镍 690	58%
• 因科镍 718	52.5%

表 4.6-3（1/3） 反应堆冷却剂比活度——0.1GBq/t I-131 归一化当量运行期间惰性气体、碘和铯

同位素	比活度（GBq/t）	
	稳态运行	瞬变
Kr-85m	8.54E-02	2.03E-01
Kr-85	4.04E-03	4.04E-03
Kr-87	1.17E-01	2.73E-01
Kr-88	1.99E-01	4.54E-01
Xe-133m	4.27E-02	9.50E-02
Xe-133	1.30E+00	2.46E+00
Xe-135	6.84E-01	9.22E-01
Xe-138	2.23E-01	6.35E-01
总惰性气体	2.66E+00	5.05E+00
I-131	6.62E-02	1.72E+00
I-132	6.70E-02	8.59E-01
I-133	9.66E-02	7.72E-01
I-134	5.36E-02	1.20E+00
I-135	6.31E-02	5.28E-01
总碘	3.47E-01	5.08E+00
I-131 当量	0.10	2.02
Cs-134	5.14E-03	7.99E-01
Cs-136	2.00E-03	1.19E-01
Cs-137	4.85E-03	6.46E-01
Cs-138	2.24E-01	6.53E-01

表 4.6-3（2/3） 反应堆冷却剂比活度——0.1GBq/t I-131 归一化当量运行期间其它裂变产物

同位素	比活度（GBq/t）
Sr-89	1.10E-04
Sr-90	1.58E-06
Y-90	1.75E-07
Y-91	3.76E-06
Sr-91	1.86E-03
Sr-92	4.25E-03
Zr-95	1.12E-05
Nb-95	4.64E-06
Mo-99	6.48E-03
Tc-99m	2.33E-04
Ru-103	1.86E-05
Ru-106	2.71E-06
Te-131m	6.55E-05
Te-131	8.58E-03
Te-132	2.17E-04
Te-134	1.19E-02
Ba-140	4.09E-04
La-140	9.69E-06
Ce-141	1.90E-05
Ce-143	2.97E-04
Pr-143	4.64E-06
Ce-144	4.70E-06
Pr-144	4.05E-06

表 4.6-3（3/3） 反应堆冷却剂比活度——0.1GBq/t I-131 归一化当量运行期间腐蚀产物

同位素	比活度（GBq/t）		
	稳态运行	瞬变	冷停堆
Cr-51	2.80E-02	1.90E-01	3.70E+00
Mn-54	8.14E-04	5.10E-01	3.70E+00
Fe-59	5.77E-04	1.90E-02	1.90E+00
Co-58	3.57E-02	1.50E+00	2.30E+02
Co-60	4.49E-02	1.50E-01	1.10E+01
Ag-110m	6.00E-03	1.20E-01	2.00E-01
Sb-124	1.00E-02	2.00E-01	3.70E+01

表 4.6-4（1/3） 反应堆冷却剂比活度——4.44GBq/t I-131 归一化当量运行期间惰性气体、碘和铯

同位素	比活度（GBq/t）	
	稳态运行	瞬变
Kr-85m	4.31E+00	1.02E+01
Kr-85	1.55E-01	1.55E-01
Kr-87	5.06E+00	1.18E+01
Kr-88	9.73E+00	2.22E+01
Xe-133m	2.14E+00	4.75E+00
Xe-133	6.58E+01	1.25E+02
Xe-135	3.19E+01	4.29E+01
Xe-138	6.27E+00	1.78E+01
总惰性气体	1.25E+02	2.35E+02
I-131	3.21E+00	8.34E+01
I-132	1.73E+00	2.22E+01
I-133	4.02E+00	3.22E+01
I-134	3.16E-01	7.05E+00
I-135	1.57E+00	1.31E+01
总碘	1.09E+01	1.58E+02
I-131 当量	4.44	93.65
Cs-134	1.33E-01	2.07E+01
Cs-136	6.71E-02	3.98E+00
Cs-137	1.66E-01	2.22E+01
Cs-138	6.20E+00	1.80E+01

表 4.6-4（2/3） 反应堆冷却剂比活度——4.44GBq/t I-131 归一化当量运行期间其它裂变产物

同位素	比活度（GBq/t）
Sr-89	3.77E-03
Sr-90	5.61E-05
Y-90	4.98E-06
Y-91	1.05E-04
Sr-91	8.68E-03
Sr-92	1.44E-02
Zr-95	1.54E-04
Nb-95	1.33E-04
Mo-99	2.38E-02
Tc-99m	9.66E-04
Ru-103	1.60E-04
Ru-106	3.72E-05
Te-131m	5.51E-04
Te-131	2.62E-02
Te-132	4.55E-03
Te-134	3.68E-02
Ba-140	8.33E-03
La-140	2.58E-04
Ce-141	1.76E-04
Ce-143	1.00E-03
Pr-143	1.26E-04
Ce-144	9.22E-05
Pr-144	9.10E-05

表 4.6-4（3/3） 反应堆冷却剂比活度——4.44GBq/t I-131 归一化当量运行期间腐蚀产物

同位素	比活度（GBq/t）		
	稳态运行	瞬变	冷停堆
Cr-51	8.40E-02	1.90E-01	3.70E+00
Mn-54	2.44E-03	5.10E-01	3.70E+00
Fe-59	1.73E-03	1.90E-02	1.90E+00
Co-58	1.07E-01	1.50E+00	4.00E+02
Co-60	1.35E-01	1.50E-01	2.50E+01
Ag-110m	1.80E-02	1.20E-01	8.00E-01
Sb-124	3.00E-02	2.00E-01	5.50E+01

表 4.6-5(1/2) 在二回路水和蒸汽中惰性气体、碘和铯的最大活度

同位素	稳态		瞬态	
	在 SG 水中的比活度（GBq/t）	在蒸汽中的比活度（GBq/t）	在 SG 水中的比活度（GBq/t）	在蒸汽中的比活度（GBq/t）
Kr-85m	0.00E+00	4.40E-04	0.00E+00	4.80E-02
Kr-85	0.00E+00	1.70E-05	0.00E+00	1.30E-03
Kr-87	0.00E+00	5.30E-04	0.00E+00	7.10E-02
Kr-88	0.00E+00	1.00E-03	0.00E+00	1.10E-01
Xe-133m	0.00E+00	2.10E-04	0.00E+00	1.80E-02
Xe-133	0.00E+00	6.50E-03	0.00E+00	5.40E-01
Xe-135	0.00E+00	3.30E-03	0.00E+00	2.70E-01
Xe-138	0.00E+00	6.30E-04	0.00E+00	9.90E-02
I-131	4.00E-02	4.00E-04	7.40E-02	7.40E-04
I-132	1.10E-02	1.10E-04	4.20E-02	4.20E-04
I-133	4.60E-02	4.60E-04	6.20E-02	6.20E-04
I-134	7.40E-04	7.40E-06	9.80E-03	9.80E-05
I-135	1.40E-02	1.40E-04	2.50E-02	2.50E-04
Cs-134	1.60E-03	4.00E-06	9.30E-03	2.30E-05
Cs-136	8.80E-04	2.20E-06	2.50E-03	6.40E-06
Cs-137	2.20E-03	5.50E-06	1.10E-02	2.80E-05
Cs-138	1.60E-02	4.10E-05	4.10E-02	1.00E-04

表 4.6-5(2/2) 在二回路水和蒸汽中其他裂变产物放射性活度水平 GBq/t

核素	在 SG 液相中的 活度浓度	在蒸汽中的 活度浓度
Sr-89	5.10E-05	1.30E-07
Sr-90	7.80E-07	1.90E-09
Y-90	6.50E-08	1.60E-10
Y-91	1.50E-06	3.60E-09
Sr-91	4.90E-05	1.20E-07
Sr-92	3.10E-05	7.60E-08
Zr-95	1.90E-06	4.70E-09
Nb-95	1.80E-06	4.50E-09
Mo-99	1.00E-04	2.60E-07
Tc-99m	3.80E-06	9.60E-09
Ru-103	1.60E-06	3.90E-09
Rh-106	3.80E-07	9.50E-10
Te-131m	4.80E-06	1.20E-08
Te-131	1.00E-05	2.60E-08
Te-132	5.20E-05	1.30E-07
Te-134	2.30E-05	5.80E-08
Ba-140	1.00E-04	2.50E-07
La-140	2.70E-06	6.80E-09
Ce-141	1.90E-06	4.70E-09
Ce-143	3.40E-06	8.60E-09
Pr-143	1.70E-06	4.20E-09
Ce-144	1.20E-06	2.90E-09
Pr-144	1.40E-07	3.50E-10

表 4.6-6（1/5） ZBR 系统主要设备特性——槽类

贮槽名称 / 特性	前贮槽 001BA，008BA	中间贮槽 002BA，003BA，004BA	冷凝液监测槽 005BA，006BA	浓缩液监测槽 007BA，016BA
数量（个）	2	3	2	2
类型与特点	覆盖氮气	标准	薄膜，浮顶	薄膜，浮顶
有效容积（m^3）	75	350	70	5
介质	含氢反应堆冷却剂	除气后的反应堆冷却剂	冷凝液	硼酸溶液
工作压力（MPa）（绝压）	0.34+静压头	0.105+静压头	常压	常压
工作温度（℃）	≤70	≤60	≤50	≤50
结构材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢
功能等级	3	NC	NC	NC
屏障等级	B-SC3	NC	NC	NC
抗震类别	1I	NO	NO	NO

表 4.6-6（2/5） ZBR 系统主要设备特性——泵类

泵的名称 / 特性	前贮槽泵 001、002PO	除气塔疏水泵 003、004PO	蒸发器供料泵 005、006PO	输送和混合泵 007PO	冷凝液泵 012、013PO	浓缩液泵 014PO
数量（个）	2	2	2	1	2	1
额定流量（m^3/h）	33.2	33.2	5	100	31.4	10
类型	离心式屏蔽泵	离心式屏蔽泵	离心泵	离心泵	离心泵	离心泵
介质	含氢的反应堆冷却剂	除气后的反应堆冷却剂	除气后的反应堆冷却剂	除气后的反应堆冷却剂	冷凝液	硼酸溶液
额定流量下的扬程（m 水柱）	～105	～52	～56	～50	～60	～30
吸入口最高温度（℃）	60	155	50	50	50	50
结构材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢
功能等级	3	3	NC	NC	NC	NC
屏障等级	B-SC3	B-SC3	NC	NC	NC	NC
抗震类别	1I	1I	NO	NO	NO	NO

表 4.6-6（3/5） ZBR 系统主要设备特性——除气塔和蒸发器

除气塔（001DZ）蒸发器（001、002EV）

特性	设备
数量（个）	1
介质	含氢反应堆冷却剂
处理能力（m^3/h）	31.4
除气系数	10^6
设计压力（MPa）（绝压）	0.55/0.565
设计温度（℃）	160
材料	不锈钢
功能等级	NC
屏障等级	B-SC3
抗震类别	1I

特性	设备
数量（个）	2
生产能力（m^3/h）	3.5
流体名称	除气后的反应堆冷却剂
浓缩液硼浓度（ppm）	7000～7700
冷凝液硼浓度（ppm）	≤5ppm
设计压力（MPa）（绝压）	0.505
设计温度（℃）	160
除氧系数	100
净化系数	～10^3
材料	不锈钢
功能等级	NC
屏障等级	NC
抗震类别	NO

表 4.6-6（4/5） ZBR 系统主要设备特性——过滤器

过滤器名称 / 特性	除盐预过滤器 001FI	树脂滞留过滤器 003FI	浓缩液过滤器 005FI	树脂滞留过滤器 006FI
数量（个）	1	1	1	1
额定流量（m^3/h）	31.4	31.4	10	31.4
介质	含氢反应堆冷却剂	含氢反应堆冷却剂	硼酸溶液	含氢反应堆冷却剂
过滤粒度（微米）	5	25	5	25
过滤介质	纤维制品	纤维制品	纤维制品	纤维制品
过滤效率（%）	98	98	98	98
设计压力（MPa）（绝压）	1.69	1.69	1.58	1.58
设计温度（℃）	60	60	60	60
结构材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢
功能等级	NC	NC	NC	NC
屏障等级	B-SC3	B-SC3	NC	NC
抗震类别	1I	1I	NO	NO

表 4.6-6（5/5） ZBR 系统主要设备特性——除盐器

除盐器名称 / 特性	阳床除盐器 001DE	混床除盐器 003DE	阴床除盐器 005DE	混床除盐器 006DE
数量（个）	1	1	1	1
正常流量（m^3/h）	31.4	31.4	31.4	31.4
类型	阳床	混床	阴床	混床
介质	含氢反应堆冷却剂	含氢反应堆冷却剂	含氢反应堆冷却剂	含氢反应堆冷却剂
设计压力（MPa）（绝压）	1.69	1.69	1.6	1.6
设计温度（℃）	60	60	60	60
树脂容量（m^3）	1.8	1.8	1.8	1.8
材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢
功能等级	NC	NC	NC	NC
屏障等级	B-SC3	B-SC3	B-SC3	B-SC3
抗震类别	1I	1I	1I	1I

表 4.6-7（1/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——工艺排水接收槽（8ZLT001/002BA）	
数量	2
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	0.005
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT— 地面排水接收槽（8ZLT003/004/005BA）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学排水接收槽（8ZLT006/007/008BA）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢
— ZLT——监测槽（8ZLT009/010BA）	
数量	2
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学试剂槽（8ZLT011BA）	
数量	1
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	0.2
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	常温
主要材料	不锈钢
— ZLT—— 蒸馏液冷却器（8ZLT001RF）	
数量	1
管程：蒸馏液流量，t/h	3.5
进/出口温度，℃	98/20
壳程：设冷水流量，t/h	11.2
进/出口温度，℃	35/50
换热面积，m^2	9.4
主要材料	不锈钢

表 4.6-7（2/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——除盐器（8ZLT002/003/004/005DE）	
数量	4
型式	立式圆筒
树脂装量，m^3	1
流量，m^3/h	8
最大允许压降，MPa	0.15
最高工作压力，MPa（表压)	1
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢
— ZLT——蒸发器预过滤器（8ZLT001FI）	
数量	1
型式	滤芯式
流量，m^3/h	4
最大允许压降，MPa	0.25
最高工作压力，MPa（表压）	0.65
最高工作温度，℃	70
过滤粒度，μm	100
过滤效率，%	98
主要材料	不锈钢
— ZLT——直接排放过滤器（8ZLT002/012FI）	
数量	2
型式	滤芯式
流量，m^3/h	27
最大允许压降，MPa	0.25
最高工作压力，MPa（表压）	1.05
最高工作温度，℃	70
过滤粒度，μm	5
过滤效率，%	98
主要材料	不锈钢
— ZLT——除盐器预过滤器（8ZLT004FI）	
数量	1
型式	滤芯式
流量，m^3/h	8
最大允许压降，MPa	0.25
最高工作压力，MPa（表压）	1.05
最高工作温度，℃	70
过滤粒度，μm	5
过滤效率，%	98
主要材料	不锈钢

表 4.6-7（3/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——树脂滞留过滤器（8ZLT005FI）	
数量	1
型式	滤芯式
流量，m^3/h	8
最大允许压降，MPa	0.25
最高工作压力，MPa（表压）	1.05
最高工作温度，℃	70
过滤粒度，μm	25
过滤效率，%	98
主要材料	不锈钢
— ZLT——工艺排水泵（8ZLT001PO）	
数量	1
型式	离心泵
流量，m^3/h	27/10
扬程，m (水柱)	87/150
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——地面排水泵（8ZLT002PO）	
数量	1
型式	离心泵
流量，m^3/h	27/10
扬程，m(水柱)	87/150
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学排水泵（8ZLT003PO）	
数量	1
型式	离心式
流量，m^3/h	27/10
扬程，m（水柱）	87/150
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——活性炭过滤器（8ZLT001DE）	
数量	1
型式	立式圆筒
活性炭装量，m^3	1.5
流量，m^3/h	8
最大允许压降，MPa	0.25
最高工作压力，MPa（表压）	1.5
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢

表 4.6-7（4/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——蒸发器供料泵（8ZLT005PO）	
数量	1
型式	离心泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	56
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——废液排放泵（8ZLT008PO)	
数量	1
型式	离心泵
流量，m^3/h	15
扬程，m（水柱)	40
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学试剂泵（8ZLT011PO）	
数量	1
型式	计量泵
流量，L/h	0—160
最高工作温度，℃	95
主要材料	不锈钢
— ZLT——碱泵（8ZLT010PO）	
数量	1
型式	计量泵
流量，L/h	0—160
扬程，m（水柱）	≥10
最高工作温度，℃	40
主要材料	不锈钢
— ZLT——酸泵（8ZLT009PO）	
数量	1
型式	计量泵
设计流量，L/h	0—160
扬程，m（水柱）	≥10
最高工作温度，℃	40
主要材料	不锈钢
— ZLT——冷凝器（8ZLT001CS）	
数量	1
管程：设冷水流量，t/h	123
进/出口温度，℃	35/52
壳程：蒸馏液流量，t/h	3.85
进/出口温度，℃	102/98
换热面积，m2	41.3
主要材料	不锈钢

表 4.6-7（5/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——蒸发器（8ZLT001EV）	
数量	1
处理能力，t/h	3.85
最高工作压力，MPa（表压）	0.02
最高工作温度，℃	108
主要材料	不锈钢
— ZLT——旋风分离器（8ZLT001ZE）	
数量	1
流量，t/h	3.85
最高工作压力，MPa（表压）	0.02
最高工作温度，℃	108
主要材料	不锈钢
— ZLT——泡罩塔（8ZLT002ZE）	
数量	1
流量，t/h	3.85
最高工作压力，MPa（表压）	0.505
最高工作温度，℃	160
主要材料	不锈钢
— ZLT——预热器（8ZLT001EX）	
数量	1
管程：废液流量，t/h	3.5
进/出口温度，℃	20/70
壳程：蒸汽流量，t/h	0.4
蒸汽压力，MPa（表压）	0.25
换热面积，m^2	2.47
主要材料	不锈钢
— ZLT——加热器（8ZLT001RE）	
数量	1
管程：废液流量，t/h	3.85
进/出口温度，℃	70/108
壳程：蒸汽流量，t/h	4.6
蒸汽压力，MPa（表压）	0.25
换热面积，m^2	117
主要材料	不锈钢
— ZLT——浓缩液槽（8ZLT020BA）	
数量	1
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	3
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	110
主要材料	不锈钢

表 4.6-7（6/6） ZLT 系统主要设备特性

— ZLT——工艺排水缓冲槽泵（3/4ZLT501PO）	
数量	2
型式	离心泵
流量，m^3/h	10
扬程，m （水柱）	50
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学排水缓冲槽泵（3/4ZLT502PO）	
数量	2
型式	离心泵
流量，m^3/h	10
扬程，m （水柱）	50
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——工艺排水缓冲槽（3/4ZLT501BA）	
数量	2
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— ZLT——化学排水缓冲槽（3/4ZLT502BA）	
数量	2
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	50
工作压力，MPa（表压）（槽体顶部）	大气压
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢
— ZLT——冷凝水冷却器（8ZLT002RF）	
数量	1
管程：蒸馏液流量，t/h	4.6
进/出口温度，℃	138.8/80
壳程：设冷水流量，t/h	10.8
进/出口温度，℃	35/60
换热面积，m^2	5.4
主要材料	不锈钢

表 4.6-8 ZLD 系统主要设备特性

废液排放贮槽（8ZLD001/002/003BA）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	500
工作压力， MPa（表压）	大气压
最高工作温度，℃	60
主要材料	碳钢
排放泵（8ZLD001/002/003PO）	
数量	3
型式	离心泵
流量，m^3/h	170
扬程，m（水柱）	40
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
地坑泵（8ZLD004/005PO）	
数量	2
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	10
扬程，m（水柱）	32
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
地坑泵（8ZLD007PO）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	24
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢

表 4.6-9 WSR 系统主要设备特性

废水贮槽（3/4WSR001/002BA）	
数量	2
型式	立式立方体
有效容积，m^3	10
工作压力，MPa（表压）	大气压
最高工作温度，℃	50
主要材料	碳钢
排水泵（3/4WSR001/002PO）	
数量	2
型式	离心泵
流量，m^3/h	10
扬程，m（水柱）	67
最高工作温度，℃	50
主要材料	碳钢
地坑泵（3/4WSR008PO）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	30
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢

表 4.6-9（2/2） WSR 系统主要设备特性

厂区试验室疏水箱（8WSR203BA）	
数量	1
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	2.5
工作压力，MPa（表压）	大气压
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
排水泵（8WSR201/202/203PO）	
数量	3
型式	离心泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	60
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
地坑泵（8WSR301/302/303/306/307PO）	
数量	5
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	30
最高工作温度，℃	50
主要材料	不锈钢

表 4.6-10（1/9） RVD 系统主要设备特性（反应堆厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
反应堆冷却剂疏水箱	3RVD 001BA	全容积：5m^3 设计压力：0.2MPa		不锈钢
	4RVD 001BA	全容积：5m^3 设计压力：0.2MPa		不锈钢
含氧废气疏水罐	3RVD 002BA	全容积：0.24m^3 设计压力：0.02MPa		不锈钢
	4RVD 002BA	全容积：0.24m^3 设计压力：0.02MPa		不锈钢
工艺疏水箱	3RVD 003BA	全容积：2.1m^3 设计压力：0MPa		不锈钢
	4RVD 003BA	全容积：2.1m^3 设计压力：0MPa		不锈钢
冷却剂疏水泵	3RVD 001PO	流量：18m^3/h 扬程：50m	离心泵	不锈钢
	4RVD 001PO	流量：18m^3/h 扬程：50m	离心泵	不锈钢
冷却剂疏水泵	3RVD 002PO	流量：18m^3/h 扬程：50m	离心泵	不锈钢
	4RVD 002PO	流量：18m^3/h 扬程：50m	离心泵	不锈钢
工艺疏水泵	3RVD 014PO	流量：8m^3/h 扬程：10m	液下泵	不锈钢
	4RVD 014PO	流量：8m^3/h 扬程：10m	液下泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 003PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 003PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 004PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 004PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 013PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 013PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（2/9） RVD 系统主要设备特性（反应堆厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 012PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 012PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 503PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 503PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 504PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 504PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 803PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 803PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 804PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 804PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 903PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 903PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 904PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 904PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（3/9） RVD 系统主要设备特性（安全厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 010PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 010PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 510PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 510PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 032PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 032PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 033PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 033PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 034PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 034PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 035PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 035PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 532PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 532PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 533PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 533PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（4/9） RVD 系统主要设备特性（安全厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 534PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 534PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 535PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 535PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 005PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 005PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 006PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 006PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 505PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 505PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 506PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 506PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 007PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 007PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 008PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 008PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（5/9） RVD 系统主要设备特性（安全厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
工艺疏水地坑泵	3RVD 507PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 507PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 508PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 508PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 020PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 020PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 520PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 520PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（6/9） RVD 系统主要设备特性（核燃料厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 009PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 009PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 036PO	流量：5m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 036PO	流量：5m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 028PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 028PO	流量：7.2m^3/h 扬程：5m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 031PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 031PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 037PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 037PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（7/9） RVD 系统主要设备特性（核辅助厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 017PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 017PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 018PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 018PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 019PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 019PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 027PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 027PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 023PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 023PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 024PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 024PO	流量：5m^3/h 扬程：40m	潜水泵	不锈钢
化学疏水地坑泵	3RVD 021PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 021PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
化学疏水地坑泵	3RVD 022PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 022PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
化学疏水泵	3RVD 029PO	流量：6.5m^3/h 扬程：165m	单螺杆泵	不锈钢
	4RVD 029PO	流量：6.5m^3/h 扬程：165m	单螺杆泵	不锈钢

表 4.6-10（8/9） RVD 系统主要设备特性（核辅助厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 038PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 038PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 039PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 039PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 040PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 040PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 041PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 041PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
工艺疏水地坑泵	3RVD 048PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 048PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-10（9/9） RVD 系统主要设备特性（电气厂房）

设备名称	设备编号	主要参数	类型	主要材料
地面疏水地坑泵	3RVD 011PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 011PO	流量：5m^3/h 扬程：36m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 025PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 025PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 042PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 042PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 043PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 043PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
地面疏水地坑泵	3RVD 015PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢
	4RVD 015PO	流量：10m^3/h 扬程：33m	潜水泵	不锈钢

表 4.6-11 化学和容积控制系统（RCV）定量设计基准

设计参数	单位	参数值
三台反应堆冷却剂泵总的密封水注入流量		
—— 正常	m^3/h	5.76
—— 最大	m^3/h	9
三台反应堆冷却剂泵总的密封水返回流量		
—— 正常	m^3/h	2.4
—— 最大	m^3/h	17
下泄流量：		
—— 正常	m^3/h	15.7
—— 最大	m^3/h	31.4
上充流量（不包括密封水）：		
—— 正常	m^3/h	12.33
—— 最大	m^3/h	28
反应堆冷却剂下泄流进入 RCV 系统的温度	℃	292
上充流进入反应堆冷却剂系统（RCS）的温度：		
—— 正常流量时	℃	266
—— 最大流量时	℃	233
每台上充泵旁路流量	m^3/h	13.6
反应堆冷却剂系统水压试验所需的最大压力	MPa	22.9

表 4.6-12（1/3） RCV 系统主要设备特性

设备	参数
容积控制箱（RCV002BA）	
数量	1
容积，m^3	10.3
设计压力，MPa（表压）	0.62
设计温度，℃	110
材料	奥氏体不锈钢
混床除盐器 （RCV001DE， RCV002DE）	
数量	2
设计压力，MPa（表压）	1.5
设计温度，℃	110
流量，m^3/h：	
— 正常	15.7
— 最大	31.4
树脂体积（每台），m^3	0.93
材料	奥氏体不锈钢
阳床除盐器（RCV003DE）	
数量	1
设计压力，MPa（表压）	1.5
设计温度，℃	110
最大流量，m^3/h：	15.7
树脂体积，m^3	0.46
材料	奥氏体不锈钢

表 4.6-12（2/3） RCV 系统主要设备特性

设备	参数
反应堆冷却剂过滤器（RCV001FI， RCV002FI）	
数量	2
设计压力，MPa（表压）	1.5
设计温度，℃	110
流量，m^3/h：	
—— 正常	15.7
—— 最大	31.4
颗粒滞留率	RCV001FI：0.45μm 颗粒达 98％； RCV002FI：5μm 颗粒达 98％
材料（容器）	奥氏体不锈钢
密封水注入过滤器（RCV003FI, RCV004FI）	
数量	2
设计压力，MPa（表压）	19.7
设计温度，℃	110
流量，m^3/h：	—
—— 正常	5.76
—— 最大	9
颗粒滞留率	5μm 颗粒达 98％
材料（容器）	奥氏体不锈钢
密封水返回过滤器（RCV005FI）	
数量	1
设计压力，MPa（表压）	1.15
设计温度，℃	110
流量，m^3/h：	—
—— 正常	2.4
—— 最大	17
颗粒滞留率	5μm 颗粒达 98％
材料（容器）	奥氏体不锈钢

表 4.6-12（3/3） RCV 系统主要设备特性

设备	参数
上充泵（RCV001、002PO）	
数量	2
设计压力，MPa abs	21.2
设计温度，℃	120
入口温度，℃	7 到 120
最大入口压力，MPa abs	2.2
零流量下总压头，mLC	1830^{+30}_{-0}
额定流量，m^3/h	34
额定流量下总压头，mLC	1767

表 4.6-13（1/3） RFT 系统主要设备特性（泵类）

服务区域	乏燃料水池	反应堆换料水池
水泵名称	冷却回路用泵	过滤回路用泵
水泵编号	RFT001PO RFT002PO	RFT005PO
额定流量（m^3/h）	510	100
额定流量下扬程（m）	90	42
净正吸入压头（m）	27.5	20
额定流量下最小 NPSH	7.0	6
主要材料	不锈钢	不锈钢

表 4.6-13（2/3） RFT 系统主要设备特性

冷却水板式热交换器 RFT001RF RFT002RF	冷侧	热侧
连接系统	WCC	RFT
额定流量（m^3/h）	450	450.0
入口温度（℃）	35	50
换热量（MW）	5.6	5.6
材料	碳钢	不锈钢

除盐器 RFT001DE	
额定流量（m^3/h）	60
最高工作温度（℃）	60
最高工作压力（表压）（MPa）	0.8
树脂体积（m^3）	1.5
材料	不锈钢

表 4.6-13（3/3） RFT 系统主要设备特性（过滤器）

过滤器名称	乏燃料水池过滤器	乏燃料水池过滤器	反应堆换料水池过滤器
过滤器编号	RFT001FI	RFT002FI	RFT003/004FI
额定流量（m^3/h）	60	60	50
最大工作压力（MPa）	0.75	0.75	0.75
设计温度（℃）	80	80	80
过滤精度（μm）	5*	25	5
过滤效率（%）	98	98	98
截污容量（g）	3750	3400	3750
材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢

* 采用 25μm 过滤精度已经可以满足水质要求，但是，为了进一步改善水质，采用 5μm 过滤精度（除盐器内的碎树脂大于 25μm）

表 4.6-14 TTB 系统主要设备特性

非再生热交换器 TTB001RF	壳侧	管侧
连接的系统	WCC	TTB
最大流量（t/h）	193	37
最大进口压力（MPa）表压	1.1	8.5
最高进口温度（℃）	3.5	291
最高出口温度（℃）	83.3	56
再生热交换器 TTB002RF	壳侧	管侧
连接的系统	CEX	TTB
最大流量（t/h）	190	73.5
最大进口压力（MPa）表压	3.4	8.5
最高进口温度（℃）	45.2	291
最高出口温度（℃）	178.4	56

除盐器	TTB001DE/002DE	TTB003DE/004DE
树脂类型	阳床	混合床
最大流量（m^3/h）	36.75	36.75
运行压力（MPa）表压	1.4	1.4
最高温度（℃）	60	60
设计温度（℃）	80	80

过滤器	TTB001FI， TTB002FI	TTB003FI
最大流量（t/h）	73.5	73.5
运行压力（MPa）表压	1.4	1.4
最高温度（℃）	60	60
设计温度（℃）	80	80
过滤粒度（μm）	5	25
过滤效率（%）	98	90
滞留能力（kg）	3.75	3.40

表 4.6-15 WQB 系统主要设备特性

— WQB——废液排放贮槽（8WQB001/002/003BA）	
数量	3
型式	立式圆筒
有效容积，m^3	500
工作压力，MPa（表压）	大气压
最高工作温度，℃	60
主要材料	碳钢
— WQB——排水泵（8WQB001/002/003PO）	
数量	3
型式	卧式离心泵
流量，m^3/h	170
扬程，m（水柱）	40
最高工作温度，℃	60
主要材料	不锈钢
— WQB——地坑泵（8WQB004PO）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	10
扬程，m（水柱）	32
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢
— WQB——地坑泵（8WQB005PO）	
数量	1
型式	地坑潜水泵
流量，m^3/h	5
扬程，m（水柱）	24
最高工作温度，℃	70
主要材料	不锈钢

表 4.6-16（1/2） 单台机组的液态放射性流出物年排放量（现实工况）

单位：GBq/a

核素	硼回收系统	废液处理系统	二回路	总计
I-131	2.98E-04	2.41E-01	5.51E-04	2.41E-01
I-132	9.37E-36	1.16E-18	1.48E-04	1.48E-04
I-133	1.06E-07	3.24E-03	4.92E-04	3.73E-03
I-134	0.00E+00	1.40E-45	3.00E-05	3.00E-05
I-135	1.61E-15	7.63E-08	1.83E-04	1.83E-04
Cs-134	1.51E-04	1.65E-02	1.64E-05	1.67E-02
Cs-136	1.92E-05	6.32E-03	7.96E-06	6.35E-03
Cs-137	1.92E-04	2.46E-02	2.43E-05	2.48E-02
Cs-138	0.00E+00	0.00E+00	7.06E-05	7.06E-05
Sr-89	8.13E-08	6.03E-04	5.96E-07	6.04E-04
Sr-90	1.30E-09	9.28E-06	8.61E-09	9.29E-06
Y-90	8.53E-12	1.37E-07	4.23E-10	1.38E-07
Y-91	2.51E-09	1.85E-05	1.81E-08	1.86E-05
Sr-91	9.93E-15	6.30E-08	6.99E-07	7.62E-07
Sr-92	1.66E-33	7.04E-18	9.79E-07	9.79E-07
Zr-95	4.05E-09	2.98E-05	2.91E-08	2.99E-05
Nb-95	2.70E-09	2.04E-05	2.07E-08	2.04E-05
Mo-99	9.80E-08	1.54E-03	4.58E-06	1.54E-03
Tc-99m	4.45E-20	2.53E-11	6.81E-08	6.81E-08
Ru-103	4.22E-09	3.17E-05	3.19E-08	3.17E-05
Ru-106	6.93E-10	4.98E-06	4.66E-09	4.99E-06
Te-131m	6.73E-11	3.14E-06	4.30E-08	3.18E-06
Te-131	0.00E+00	0.00E+00	5.80E-07	5.80E-07
Te-132	1.23E-08	1.70E-04	4.19E-07	1.70E-04
Te-134	0.00E+00	0.00E+00	1.21E-06	1.21E-06
Ba-140	1.18E-07	9.83E-04	1.17E-06	9.85E-04
La-140	8.25E-11	2.28E-06	1.50E-08	2.30E-06
Ce-141	4.67E-09	3.54E-05	3.63E-08	3.55E-05
Ce-143	3.57E-10	1.38E-05	1.45E-07	1.40E-05
Pr-143	1.90E-09	1.57E-05	1.84E-08	1.57E-05
Ce-144	2.15E-09	1.55E-05	1.45E-08	1.55E-05
Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	5.86E-10	5.86E-10
Cr-51	1.30E-06	1.43E-01	1.49E-04	1.43E-01
Mn-54	3.63E-06	4.99E-03	4.68E-06	5.00E-03
Fe-59	1.26E-07	3.21E-03	3.20E-06	3.22E-03
Co-58	1.06E-05	2.06E-01	2.00E-04	2.06E-01
Co-60	1.56E-06	2.75E-01	2.56E-04	2.76E-01
Ag-110m	9.05E-07	3.66E-02	3.44E-05	3.67E-02
Sb-124	1.45E-06	5.73E-02	5.60E-05	5.74E-02
总计（除氚、C-14）	6.80E-04	1.02E+00	2.24E-03	1.02E+00
氚				3.93E+04
C-14				6.00E+00

表 4.6-16（2/2） 单台机组液态放射性流出物年排放量（保守工况）

单位：GBq/a

核素	硼回收系统	废液处理系统	二回路	总计
I-131	4.04E-02	4.43E+00	3.60E-01	4.83E+00
I-132	1.89E-33	1.69E-17	3.09E-02	3.09E-02
I-133	3.19E-05	5.27E-02	1.22E-01	1.75E-01
I-134	0.00E+00	1.52E-44	4.43E-03	4.43E-03
I-135	4.34E-13	1.11E-06	3.57E-02	3.57E-02
Cs-134	9.59E-03	3.31E-01	2.04E-02	3.61E-01
Cs-136	1.73E-03	1.24E-01	9.39E-03	1.35E-01
Cs-137	1.19E-02	4.59E-01	2.81E-02	4.99E-01
Cs-138	0.00E+00	0.00E+00	1.49E-02	1.49E-02
Sr-89	7.42E-05	9.74E-03	5.98E-04	1.04E-02
Sr-90	1.30E-06	1.64E-04	9.57E-06	1.75E-04
Y-90	8.59E-09	2.26E-06	3.44E-07	2.61E-06
Y-91	2.19E-06	2.86E-04	1.74E-05	3.05E-04
Sr-91	5.96E-12	5.74E-07	8.16E-05	8.22E-05
Sr-92	8.96E-31	5.63E-17	1.08E-04	1.08E-04
Zr-95	3.28E-06	4.27E-04	2.59E-05	4.56E-04
Nb-95	2.47E-06	3.28E-04	2.07E-05	3.51E-04
Mo-99	5.47E-05	1.41E-02	2.09E-03	1.62E-02
Tc-99m	2.60E-17	2.22E-10	7.73E-06	7.73E-06
Ru-103	3.17E-06	4.19E-04	2.62E-05	4.48E-04
Ru-106	7.33E-07	9.36E-05	5.48E-06	9.98E-05
Te-131m	5.11E-08	3.75E-05	1.59E-05	5.35E-05
Te-131	0.00E+00	0.00E+00	7.05E-05	7.05E-05
Te-132	1.18E-05	2.67E-03	3.46E-04	3.03E-03
Te-134	0.00E+00	0.00E+00	1.42E-04	1.42E-04
Ba-140	1.07E-04	1.55E-02	1.12E-03	1.67E-02
La-140	7.90E-08	3.49E-05	8.98E-06	4.40E-05
Ce-141	3.46E-06	4.61E-04	2.93E-05	4.94E-04
Ce-143	1.93E-07	1.18E-04	4.18E-05	1.60E-04
Pr-143	1.71E-06	2.46E-04	1.76E-05	2.65E-04
Ce-144	2.02E-06	2.57E-04	1.51E-05	2.74E-04
Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-07	1.33E-07
Cr-51	2.75E-05	1.80E-01	1.16E-02	1.92E-01
Mn-54	4.61E-06	6.34E-03	3.73E-04	6.72E-03
Fe-59	7.34E-07	4.07E-03	2.52E-04	4.32E-03
Co-58	5.17E-05	2.63E-01	1.59E-02	2.79E-01
Co-60	5.56E-05	3.51E-01	2.05E-02	3.72E-01
Ag-110m	8.03E-06	4.67E-02	2.75E-03	4.95E-02
Sb-124	1.25E-05	7.27E-02	4.43E-03	7.72E-02
总计（除氚、C-14）	6.41E-02	6.36E+00	6.87E-01	7.11E+00
氚				4.60E+04
C-14				2.69E+01

表 4.6-17（1/2） ZGT 含氢废气的来源

序号	来源	设备名称	设备编号
1	氮气覆盖的贮槽排气	稳压器卸压箱 前贮槽 容积控制箱 反应堆冷却剂疏水箱	RCS002BA ZBR001BA，008BA RCV002BA RVD001BA
2	硼回收系统除气装置	排气冷凝器	ZBR001CS

表 4.6-17（2/2） ZGT 含氧废气的来源

序号	来源	设备名称	设备编号
1	常压贮槽的排气	中间贮槽 工艺排水缓冲槽 废树脂贮槽 含氧废气疏水罐	ZBR002BA，003BA，004BA ZLT501BA ZST002BA，003BA RVD002BA
2	冷停堆时的 ZBR 系统蒸发排气	ZBR 二次蒸汽冷凝器	ZBR003CS、004CS
3	冷停堆时 ZBR 除气塔 生产状态（状态五）前的排气	排气冷凝器	ZBR001CS
4	氮气覆盖的贮槽的排气（不含氢气）	硼酸贮存槽	RBM003BA，004BA
5	更换芯子时的过滤器排气	ZBR 系统过滤器 RCV 系统过滤器	ZBR001FI，003FI，006FI RCV001FI，002FI，005FI
6	更换树脂时的除盐器的排气	ZBR 系统除盐器 RCV 系统除盐器	ZBR001DE，003DE，005DE，006DE RCV001DE，002DE，003DE
7	反应堆启动时，RCV 系统设备排气 （经 RVD 管道视镜 029IC，030IC）	下泄热交换器 密封水热交换器	RCV002RF RCV003RF

表 4.6-18（1/2） ZGT 含氢废气子系统主要工艺设备参数

—缓冲罐（001BA）	
数量	1 台
型式	卧式圆筒型
容积	$5m^3$
设计压力	0.7MPa（表压）
设计温度	50℃
主要材料	不锈钢
—含氢废气压缩机（001/002CO）	
数量	2 台
型式	隔膜型
设计流量	$38m^3$ (STP)/h·台
设计压力	0.7MPa（表压）
设计温度	200℃
主要材料	不锈钢和碳钢
—压缩气体冷却器（001/002RF）	
数量	2 台
型式	卧式套管
气体额定流量	$38m^3$(STP)/h·台
入口气体压力（内管）	0.7MPa(表压)
入口设冷水压力（外管）	1.2MPa（表压）
出口气体温度	50℃
主要材料	不锈钢
—衰变箱（002/003/004/005BA）	
数量	4 台
型式	立式圆筒型
容积	$60m^3$/台
设计压力	0.7MPa（表压）
设计温度	50℃
主要材料	碳钢

表 4.6-18（2/2） ZGT 含氧废气子系统主要工艺设备参数

—电加热器（001/002RS）	
数量	2 台
额定流量	2000m^3(STP)/h·台
气体出口最高温度	70℃
主要材料	不锈钢
—碘吸附器（001/002PI）	
数量	2 台
额定流量	2000m^3(STP)/h·台
去污因子（分子碘）	1000
主要材料	不锈钢
—排气风机（001/002ZV）	
数量	2 台
类型	离心式
额定流量	2000m^3(STP)/h·台
静压（20℃）	5800 Pa
主要材料	碳钢

表 4.6-19（1/2） 核岛厂房通风系统送、排风量表

序号	系统名称	正常 送风量 m^3/h	正常 排风量 m^3/h	碘排风量 低流量排风量 m^3/h	过滤设备
1	安全壳连续通风系统（CCV）	210000 （循环风）	0	0	进风预过滤器三台（两用一备）
2	安全壳空气净化系统（CUP）	23000 （从 CCV 引入）	0	0	进风高效空气粒子过滤器和碘吸附器各一台
3	安全壳空气监测系统（CAM）	2800 （从 VFL 引入）	2800 （VNA 烟囱）		排风时预过滤器、高效空气粒子过滤器和碘吸附器各一台
4	安全壳换气通风系统（CSV）	60000 （从 VNA 引入）	64000 （至 VNA 风机）	碘污染时 送 32000m^3/h 排 34000m^3/h	CSV 排风经过 VNA 碘吸附器
5	环形空间通风系统（CAV）	无送风，只有排风	300～3000 （VNA 烟囱）	300～3000 （VNA 烟囱）	正常排风时：一台预过滤器、一台高效粒子过滤器。 碘排风时：预过滤器、高效粒子过滤器和碘吸附器各两台（一用一备）

表 4.6-19（2/2） 核岛厂房通风系统送、排风量表

序号	系统名称	正常 送风量 m^3/h	正常 排风量 m^3/h	碘排风量 低流量排风量 m^3/h	过滤设备
6	安全厂房机械设备间通风系统（VMO）	16000 （新风）	16000 （VNA 烟囱）	0	预过滤器和高效粒子过滤器各两台（一用一备）
7	核燃料厂房通风系统（VFL）	40000 （新风）	46000 （VNA 烟囱）	4400 （VNA 烟囱）	正常排风时：预过滤器和高效粒子过滤器各两台（一用一备） 低流量排风时：一台高效粒子过滤器、一台碘吸附器
8	核辅助厂房通风系统（VNA）	120000 （新风）	94000 （VNA 烟囱）	碘排风 34000 （VNA 烟囱）	正常排风时：四台并联的预过滤器和四台并联的高效离子过滤器（两用两备） 碘排风时：预过滤器、高效粒子过滤器和碘吸附器各两台（一用一备）
9	核辅助厂房通风系统（VNA）	58500 （新风）	58500 （VNA 烟囱）	碘排风 10700 （VNA 烟囱）	正常排风时：预过滤器和高效空气粒子过滤器各两台（一用一备） 碘排风时：预过滤器、高效空气粒子过滤器和碘吸附器各两台（一用一备）

表 4.6-20（1/2） 单台机组气载放射性流出物年排放量（现实工况）

GBq/a

核素	废气处理系统	反应堆厂房	核辅助厂房	燃料厂房	二回路	总计
Kr-85m	0.00E+00	1.24E+00	3.12E+01	0.00E+00	9.38E-03	3.25E+01
Kr-85	1.78E+01	6.98E+00	1.17E+00	0.00E+00	3.53E-04	2.60E+01
Kr-87	0.00E+00	4.57E-01	3.90E+01	0.00E+00	1.16E-02	3.95E+01
Kr-88	0.00E+00	1.83E+00	7.26E+01	0.00E+00	2.18E-02	7.44E+01
Xe-133m	4.70E-07	6.32E+00	1.37E+01	0.00E+00	4.12E-03	2.00E+01
Xe-133	9.10E-01	4.19E+02	4.28E+02	0.00E+00	1.29E-01	8.48E+02
Xe-135	0.00E+00	1.84E+01	2.24E+02	0.00E+00	6.75E-02	2.43E+02
Xe-138	0.00E+00	1.27E-01	4.97E+01	0.00E+00	1.42E-02	4.99E+01
总惰性气体	1.87E+01	4.55E+02	8.59E+02	0.00E+00	2.58E-01	1.33E+03
I-131	2.45E-06	1.17E-02	1.75E-03	9.34E-06	4.71E-04	1.39E-02
I-132	0.00E+00	1.02E-04	1.06E-03	5.67E-06	1.94E-04	1.37E-03
I-133	2.99E-26	1.93E-03	2.27E-03	1.21E-05	5.81E-04	4.78E-03
I-134	0.00E+00	1.28E-05	3.49E-04	1.86E-06	4.15E-05	4.05E-04
I-135	0.00E+00	2.76E-04	9.88E-04	5.27E-06	2.29E-04	1.50E-03
总气载碘	2.45E-06	1.40E-02	6.42E-03	3.42E-05	1.52E-03	2.20E-02
Cr-51	5.18E-06	3.40E-03	1.18E-04	6.66E-05	0.00E+00	3.59E-03
Mn-54	7.77E-07	1.96E-03	2.89E-05	1.11E-04	0.00E+00	2.10E-03
Co-57	0.00E+00	3.30E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-04
Co-58	3.22E-06	9.25E-03	7.03E-04	7.77E-03	0.00E+00	1.77E-02
Co-60	5.18E-06	9.62E-04	1.88E-04	3.03E-03	0.00E+00	4.19E-03
Fe-59	6.66E-07	9.99E-04	1.85E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.02E-03
Sr-89	1.63E-05	4.81E-03	2.78E-04	7.77E-04	0.00E+00	5.88E-03
Sr-90	6.29E-06	1.92E-03	1.07E-04	2.96E-04	0.00E+00	2.33E-03
Zr-95	1.78E-06	0.00E+00	3.70E-04	1.33E-06	0.00E+00	3.73E-04
Nb-95	1.37E-06	6.66E-04	1.11E-04	8.88E-04	0.00E+00	1.67E-03
Ru-103	1.18E-06	5.92E-04	8.51E-06	1.41E-05	0.00E+00	6.16E-04
Ru-106	9.99E-07	0.00E+00	2.22E-06	2.55E-05	0.00E+00	2.87E-05
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-06	2.11E-05	0.00E+00	2.25E-05
Cs-134	1.22E-05	9.25E-04	2.00E-04	6.29E-04	0.00E+00	1.77E-03
Cs-136	1.96E-06	1.18E-03	1.78E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-03
Cs-137	2.85E-05	2.03E-03	2.66E-04	9.99E-04	0.00E+00	3.32E-03
Ba-140	8.51E-06	0.00E+00	1.48E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-04
Ce-141	8.14E-07	4.81E-04	9.62E-06	1.63E-07	0.00E+00	4.92E-04
总气载粒子	9.49E-05	2.95E-02	2.58E-03	1.46E-02	0.00E+00	4.68E-02
H-3						3.93E+03
C-14						2.20E+02

表 4.6-20（2/2） 单台机组气载放射性流出物年排放量（保守工况）

GBq/a

核素	废气处理系统	反应堆厂房	核辅助厂房	燃料厂房	二回路	总计
Kr-85m	0.00E+00	5.14E+01	1.30E+03	0.00E+00	3.90E-01	1.35E+03
Kr-85	7.52E+02	2.95E+02	4.94E+01	0.00E+00	1.49E-02	1.10E+03
Kr-87	0.00E+00	1.82E+01	1.56E+03	0.00E+00	4.64E-01	1.58E+03
Kr-88	0.00E+00	7.43E+01	2.95E+03	0.00E+00	8.84E-01	3.02E+03
Xe-133m	2.12E-05	2.84E+02	6.16E+02	0.00E+00	1.86E-01	9.00E+02
Xe-133	4.06E+01	1.87E+04	1.91E+04	0.00E+00	5.76E+00	3.79E+04
Xe-135	0.00E+00	8.05E+02	9.80E+03	0.00E+00	2.95E+00	1.06E+04
Xe-138	0.00E+00	4.91E+00	1.92E+03	0.00E+00	5.47E-01	1.92E+03
总惰性气体	7.93E+02	2.03E+04	3.73E+04	0.00E+00	1.12E+01	5.84E+04
I-131	1.10E-04	5.24E-01	7.86E-02	4.19E-04	2.11E-02	6.24E-01
I-132	0.00E+00	4.20E-03	4.37E-02	2.33E-04	7.96E-03	5.61E-02
I-133	1.31E-24	8.42E-02	9.90E-02	5.28E-04	2.54E-02	2.09E-01
I-134	0.00E+00	3.53E-04	9.61E-03	5.12E-05	1.14E-03	1.12E-02
I-135	0.00E+00	1.11E-02	3.98E-02	2.12E-04	9.23E-03	6.04E-02
总气载碘	1.10E-04	6.24E-01	2.71E-01	1.44E-03	6.49E-02	9.61E-01
Cr-51	5.18E-06	3.40E-03	1.18E-04	6.66E-05	0.00E+00	3.59E-03
Mn-54	7.77E-07	1.96E-03	2.89E-05	1.11E-04	0.00E+00	2.10E-03
Co-57	0.00E+00	3.30E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-04
Co-58	3.22E-06	9.25E-03	7.03E-04	7.77E-03	0.00E+00	1.77E-02
Co-60	5.18E-06	9.62E-04	1.88E-04	3.03E-03	0.00E+00	4.19E-03
Fe-59	6.66E-07	9.99E-04	1.85E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.02E-03
Sr-89	1.63E-05	4.81E-03	2.78E-04	7.77E-04	0.00E+00	5.88E-03
Sr-90	6.29E-06	1.92E-03	1.07E-04	2.96E-04	0.00E+00	2.33E-03
Zr-95	1.78E-06	0.00E+00	3.70E-04	1.33E-06	0.00E+00	3.73E-04
Nb-95	1.37E-06	6.66E-04	1.11E-04	8.88E-04	0.00E+00	1.67E-03
Ru-103	1.18E-06	5.92E-04	8.51E-06	1.41E-05	0.00E+00	6.16E-04
Ru-106	9.99E-07	0.00E+00	2.22E-06	2.55E-05	0.00E+00	2.87E-05
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-06	2.11E-05	0.00E+00	2.25E-05
Cs-134	1.22E-05	9.25E-04	2.00E-04	6.29E-04	0.00E+00	1.77E-03
Cs-136	1.96E-06	1.18E-03	1.78E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-03
Cs-137	2.85E-05	2.03E-03	2.66E-04	9.99E-04	0.00E+00	3.32E-03
Ba-140	8.51E-06	0.00E+00	1.48E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-04
Ce-141	8.14E-07	4.81E-04	9.62E-06	1.63E-07	0.00E+00	4.92E-04
总气载粒子	9.49E-05	2.95E-02	2.58E-03	1.46E-02	0.00E+00	4.68E-02
H-3						4.60E+03
C-14						3.66E+02

表 4.6-21（1/2） 每台机组每年产生的废树脂和废活性炭体积和活度的设计值

设备编号	树脂床类型	单位容积（m^3）	活度水平	平均年产量（m^3）	备注
TTB001DE	阳床	1.5	<370GBq/m^3	9	两列正常流量的 50％(50t/h)。如果用标准规格的给水，并且蒸汽发生器（SG）无泄漏，这些树脂可持续使用 0.67 年。
TTB002DE	阳床	1.5	<370GBq/m^3		
TTB003DE	混合床	1.5	<370GBq/m^3		
TTB004DE	混合床	1.5	<370GBq/m^3		
RFT001DE	混合床	1.5	>3.7TBq/m^3	1.5	当水池中无乏燃料时，最好进行持续排水。树脂持续使用约一年。
RCV001DE	混合床	1	>3.7TBq/m^3	1	每年约一个除盐器
RCV002DE	混合床	1	>3.7TBq/m^3		
RCV003DE	阳床	0.5	>3.7TBq/m^3	0.5	每年约一个除盐器

表 4.6-21（2/2） 每台机组每年产生的废树脂和废活性炭体积和活度的设计值

设备编号	树脂床类型	单位容积（m^3）	活度水平	平均年产量（m^3）	备注
ZBR001DE	阳床	1.8	>0.37TBq/m^3 且 <3.7TBq/m^3	4.8	按一个燃料循环周期计。
ZBR003DE	混合床	1.8	<370GBq/m^3		
ZBR005DE	阴床	1.8	<370GBq/m^3		
ZBR006DE	混合床	1.8	<370GBq/m^3		
ZLT002DE	阳床	1.5	>0.37TBq/m3 且<3.7TBq/m^3	3	处理工艺废水，约每年更换两床。
ZLT003DE	混合床	1.5	>0.37TBq/m^3 且 <3.7TBq/m^3		
ZLT004DE	混合床	1.5	>0.37TBq/m^3 且 <3.7TBq/m^3		
ZLT005DE	混合床	1.5	>0.37TBq/m^3 且 <3.7TBq/m^3		
废树脂总计		23.2		20	
ZLT001DE	活性炭	1.5	>0.37TBq/m^3 且 <3.7TBq/m^3	1.5	处理工艺废水，约每年更换一次。
废活性炭总计		1.5		1.5	

表 4.6-22 每台机组每年产生的废过滤器芯子的个数（设计值）

过滤器名称	外表面剂量率 ≤2mSv/h	外表面剂量率 ＞2mSv/h
TTB001FI	19	
TTB002FI		
TTB003FI		
RFT001FI		1
RFT002FI	0.5	
RFT005FI		1
RFT003FI		3
RFT004FI		
RCV001FI		4
RCV002FI		
RCV003FI		10
RCV004FI		
RCV005FI		1
ZBR001FI		1
ZBR003FI		1
ZBR005FI	1	
ZBR006FI	1	
ZLT001FI	19.5	22
ZLT002FI		
ZLT012FI		
ZLT004FI		
ZLT005FI		
总计	41	44
	送到废物处理中心水泥固定	送到废物处理中心水泥固定

表 4.6-23（1/2） 单台机组每年的待处理废物量及处理后废物包量（设计值）

废物类型	原生废物量	单位	处理方法	废物包规格	整备后废物桶数(桶)	整备后废物体积(m^3)
TTB 废树脂	9	m^3	贮存衰变、清洁解控			
浓缩液	8	m^3	桶内干燥、装 HIC	HIC	11.8	8.2
废树脂和废活性炭	12.5	m^3	干燥装桶、装 HIC	HIC	32.8	23.1
过滤器芯（＞2mSv/h）	44	个	水泥固定	200L 钢桶	44	8.8
过滤器芯(≤2mSv/h)	41	个	水泥固定	200L 钢桶	41	8.2
杂项废物（可压）	119	m^3	初压、超压、固定	200L 钢桶	132.2	26.4
直接超级压实干废物	15.75	m^3	超压、固定	200L 钢桶	39.4	7.9
杂项废物（不可压）	5.25	m^3	直接固定	200L 钢桶	52.5	10.5
总计					353.7	93.1

表 4.6-23（2/2） 单台机组每年的待处理废物量及处理后废物包量（预期值）

废物类型	原生废物量	单位	处理方法	废物包规格	整备后废物桶数(桶)	整备后废物体积(m^3)
浓缩液	3	m^3	桶内干燥、装 HIC	HIC	4.4	3.1
废树脂和废活性炭	4.5	m^3	干燥装桶、装 HIC	HIC	11.8	8.3
过滤器芯（＞2mSv/h）	23	个	水泥固定	200L 钢桶	23	4.6
过滤器芯(≤2mSv/h)	10	个	水泥固定	200L 钢桶	10	2.0
杂项废物（可压）	100	m^3	初压、超压、固定	200L 钢桶	111.1	22.2
直接超级压实干废物	2	m^3	超压、固定	200L 钢桶	5	1.0
杂项废物（不可压）	2	m^3	直接固定	200L 钢桶	20	4.0
总计					185.3	45.2

表 4.6-24（1/2） 固体废物处理系统的主要工艺设备参数

NX 厂房内的设备（每台机组一套）：

— 废树脂贮槽	
数量	2
形式	立式
有效容积，m^3	7.7
主要材料	不锈钢
— 废树脂喷射器	
数量	2
喷射液体，压力（表压），MPa	0.3（WND 水）
流量，m^3/h	7.5（WND 水）
吸入液体，m^3/h	2.5（树脂＋水）
主要材料	不锈钢
— TTB 废树脂贮槽（移动式）	
数量	1
形式	立式
有效容积, m^3	1.58
工作压力	常压
最高工作温度，℃	45
主要材料	不锈钢
— 废过滤器芯更换转运容器	
数量	1
铅厚度，mm	140
主要材料	不锈钢、铅
— 废过滤器芯接收装置	
数量	1
功能	接收废过滤器芯、封盖、装入屏蔽运输容器

表 4.6-24（2/2） 固体废物处理系统的主要工艺设备参数

QX 厂房内的设备（两台机组共用）：

— 浓缩液贮槽	
数量	1
形式	立式
有效容积，m^3	5
主要材料	不锈钢
— 废树脂贮槽	
数量	1
形式	立式
有效容积，m^3	3.8
主要材料	不锈钢
— 浓缩液桶内干燥器	
数量	2
蒸发速率，L/h	3.5
— 废过滤器芯更换转运容器	
数量	1
铅厚度，mm	140
主要材料	不锈钢、铅
— 废过滤器芯接收装置	
数量	1
功能	接收废过滤器芯、封盖、装入屏蔽运输容器
— 钢桶自动封盖机	
数量	1
功能	200L 钢桶取封盖
— 废物桶剂量检测设备	
数量	1
功能	对 200L 钢桶进行剂量率检测

表 4.6-25 各类放射性湿固体废物整备前后的活度水平

废物类型	处理工艺	单机组废物总活度		处理前平均活度浓度	处理后平均活度浓度(1)
浓缩液	桶内干燥后装 HIC	现实源项	1.67E+11 Bq	2.086E+10 Bq/m^3	1.19E+07 Bq/kg
		设计源项	1.33E+12 Bq	1.661E+11 Bq/m^3	9.49E+07 Bq/kg
废树脂和废活性炭(2)	干燥后装 HIC	现实源项	1.042E+14 Bq	8.471E+12 Bq/m^3	2.42E+09 Bq/kg
		设计源项	6.210E+14 Bq	5.049E+13 Bq/m^3	1.44E+10 Bq/kg
废过滤器芯(3)	水泥固定每桶 1 个	现实源项	3.246E+14 Bq	3.819E+12Bq/个	9.55E+09 Bq/kg
		设计源项	1.168E+15 Bq	1.374E+13Bq/个	3.43E+10 Bq/kg

注：（1）处理后的混凝土 HIC 和 200L 钢桶废物包的密度按 2000kg/m^3 计。

（2）不考虑 TTB 废树脂，因为 TTB 废树脂一般进行贮存衰变等待清洁解控。

（3）水泥固定后的 200L 钢桶密度按 2000kg/m^3 计。

表 4.6-26 杂项干废物中各核素活度比

核素	活度比例
Cr-51	15%
Mn-54	5%
Co-60	27%
Cs-134	5%
Cs-137	1%
Zr-95	35%
Nb-95	10%
Fe-59	2%

表 4.7-1 核电厂使用的主要非放射性化学物质的名称、浓度、用途、使用量、排放量等估算值

流出物类型	化学物质名称	浓度或纯度	年使用量		年最大排放量（最终化学形态—纯物质质量）	用途	最终化学形态	排放浓度	排放方式	排放去向	达标情况
			平均使用量	最大使用量							
非放射性	NaClO	1800mg/L	--	2240000t	3145t	连续[1]	杀菌后主要以 NaCl、余氯的形式排放	NaCl≤0.67 mg/L 余氯≤ 0.15mg/L	连续排放	大海	符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》
	NaOH	32%	92.41t	96.87 t	45.34 t	间断[2]	主要以 NaCl 的形式排放	< 2.5 g/L（从除盐水生产厂房排放的浓度）	间断排放	大海	GB8978-1996《污水综合排放标准》中对含盐量没有限制，且含盐量也不是《海水水质标准》（GB3097-1997）中用于海水分类的项目指标。
	HCl	31%	87.04t	91.26 t							
	聚合氯化铝	28%	50.27t	55.23t	11.91t	连续[2]	主要以 $Al(OH)_3$ 的形式排放	—	—	大海	符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》
	氨水	25%	2.6t	2.9t	不排放	连续[2]	NH_4^+、OH^-	—	—	—	—
	阻垢剂	100%	8.80t	9.67t	9.67t	连续[2]	高分子聚合物，无磷环保型	＜20 mg/L	连续排放	大海	符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》
	$NaHSO_3$	98%	9.0t	9.8t	13.38t	连续[2]	主要以 Na_2SO_4 的形式排放	＜20 mg/L	连续排放	大海	符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》
	硝酸	65%	80L	——	98.2kg	见注释 3	主要以 $NaNO_3$ 的形	可以忽略	间断排放	经核岛液态流出物排放	符合《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)

流出物类型	化学物质名称	浓度或纯度	年使用量		年最大排放量（最终化学形态—纯物质质量）	用途	最终化学形态	排放浓度	排放方式	排放去向	达标情况
			平均使用量	最大使用量							
							式排放			系统（ZLD）去虹吸井	
	氢氧化钠	42%	100L	——							
	硼酸	99.9%	——	3.67t[4]	见注释 5	见注释 6	$B(OH)_4^-$等	≤0.44mg/L[7]	间断排放	经 ZLD 去虹吸井	见注释 8
	洗衣粉	——	——	500kg	500kg	洗涤衣物		可以忽略	间断排放	经 ZLD 去虹吸井	符合《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)
	乙醇胺	99%	——	约 132t	约 132t（非最终排放形态纯物质的量）	用于二回路水汽系统 pH 调节	乙醇胺硫酸盐溶液	~3200 mg/L	间断排放	送至常规岛废液排放系统	凝结水精处理废水中和池出口化学需氧量 COD_{Cr}~400mg/L（参考秦一厂实测值），超过《污水综合排放标准》GB 8978 中排放限值 100mg/L
	氨水	25%	——	约 244t	约 244t（非最终排放形态纯物质的量）	用于二回路水汽系统 pH 调节	$(NH_4)_2SO_4$ 溶液	~2800mg/L	间断排放	送至常规岛废液排放系统	凝结水精处理废水中和池出口氨氮~1700mg/L（参考福清实测值），超过《污水综合排放标准》GB 8978 中排放限值 15mg/L
	磷酸三钠	98%	——	约 15t	——	用于闭式冷却水 pH 调节	——	——	——	——	不对外排放
	联氨	51.2%	——	约 17t	——	用于二	——	——	——	——	不对外排放

流出物类型	化学物质名称	浓度或纯度	年使用量		年最大排放量（最终化学形态—纯物质质量）	用途	最终化学形态	排放浓度	排放方式	排放去向	达标情况
			平均使用量	最大使用量							
						回路水汽系统除氧处理。					
	氢氧化钠	32%	——	约 266t	约 266t（非最终排放形态纯物质的量）	凝结水精处理系统再生	pH6~9 的 Na_2SO_4 溶液	9000mg/L	间断排放	送至常规岛废液排放系统	符合《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)
	硫酸	98%		约 696t	约 696t（非最终排放形态纯物质的量）						

注：1.循环水泵运行期间（电解海水制氯，产生于制氯站）；

2. HCl、NaOH用于除盐水生产系统树脂再生；聚合氯化铝用于除盐水生产系统原水预处理，$NaHSO_3$用于反渗透进水侧加药，降低进水的氧化性，阻垢剂用于反渗透进水侧加药，防止反渗透浓水侧结垢；氨水用于调节混合离子交换器产水pH。

3.调节 pH；调节钠硼比。

4.核电厂 60 年寿期中，反应堆硼和水补给系统使用硼酸总量是 220t。依此估算，平均每年使用硼酸 3.67t。

5.使用过的硼酸大部分被回收或进一步处理后暂存，排放总量视具体情况而定。

6.反应堆硼和水补给系统控制反应性。

7.核岛液态流出物排放系统（ZLD）向虹吸井排放液态流出物的最高硼酸浓度是 300mg/L，ZLD 系统排放流量不超过 150m^3/h，ZLD 系统向环境排放时要求至少有一台循环冷却水泵运行且循环冷却水稀释倍数≥500 时，才允许废液排放，排放渠的浓度至少被稀释至 0.44mg/L。

8.我国国家标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）以及福建省地方排放标准对污水中硼的排放限制均没有规定。

表 4.8-1 放射性固体废物包（设计值）的类型、数量、总重量、活度浓度、年总活度

废物包类型	单机组数量（桶）	体积（m^3）	重量（kg）(1)	单机组废物总活度/年		单机组废物包平均活度浓度/年	
混凝土 HIC（浓缩液）	11.8	8.2	16400	现实源项	1.67E+11 Bq	现实源项	1.39E+07 Bq/kg
				设计源项	1.33E+12 Bq	设计源项	1.11E+08 Bq/kg
混凝土 HIC（废树脂和废活性炭）	32.8	23.1	46200	现实源项	1.04E+14 Bq	现实源项	2.42E+09 Bq/kg
				设计源项	6.21E+14 Bq	设计源项	1.45E+10 Bq/kg
200L 钢桶（废过滤器芯）	85	17	34000	现实源项	3.25E+14 Bq	现实源项	9.55E+09 Bq/kg
				设计源项	1.17E+15 Bq	设计源项	3.43E+10 Bq/kg
200L 钢桶（杂项干废物）	224.1	44.82	89640	现实源项	1.68E+10 Bq	现实源项	2.33E+05 Bq/kg
				设计源项	3.36E+10 Bq	设计源项	4.66E+06 Bq/kg
总计	353.7	93.1	186240	现实源项	4.29E+14 Bq	现实源项	2.51E+09 Bq/kg
				设计源项	1.79E+15 Bq	设计源项	1.05E+10 Bq/kg

（1）处理后的混凝土 HIC 和 200L 钢桶废物包的密度按 2000kg/m^3 计。

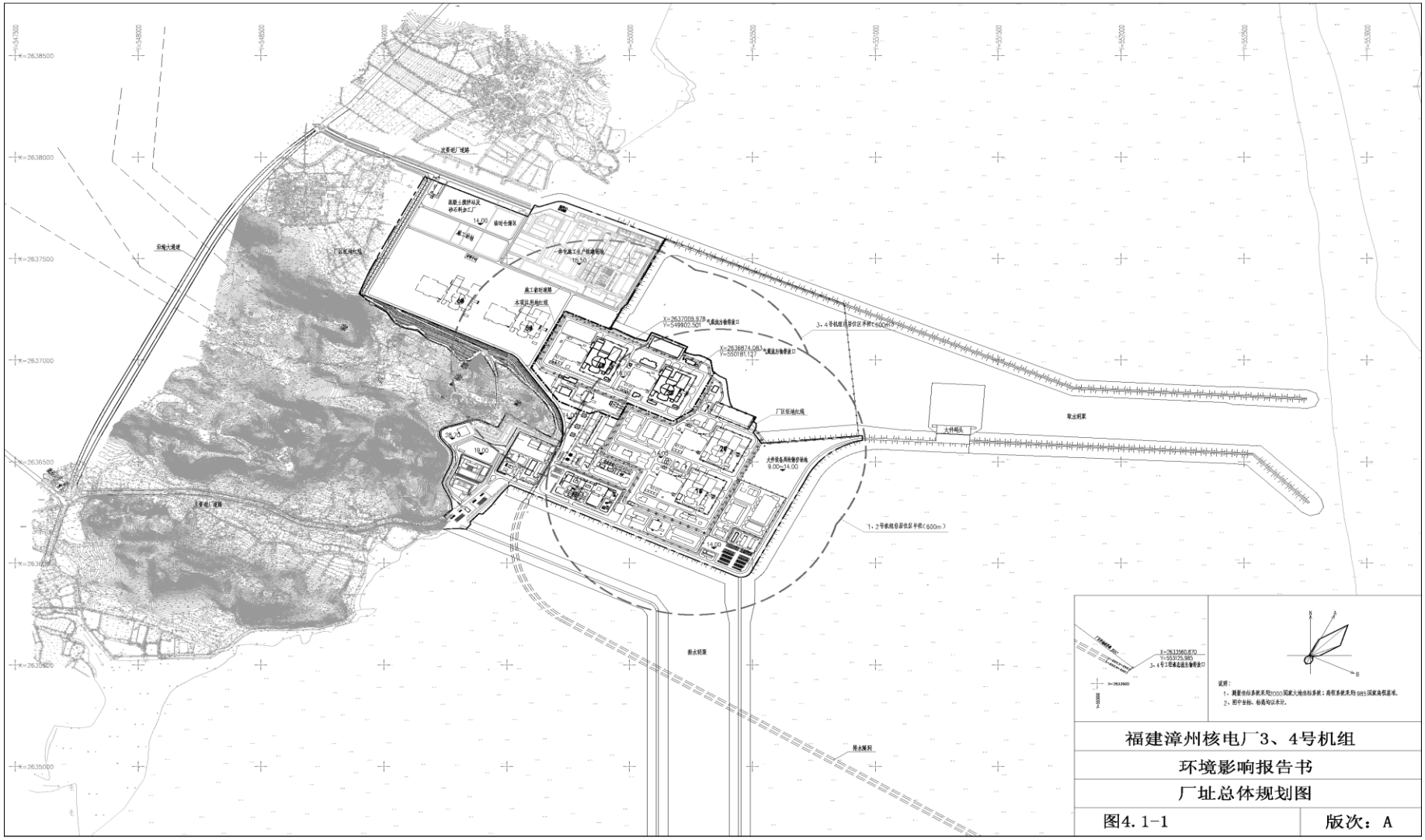


图 4.1-1　厂址总体规划图

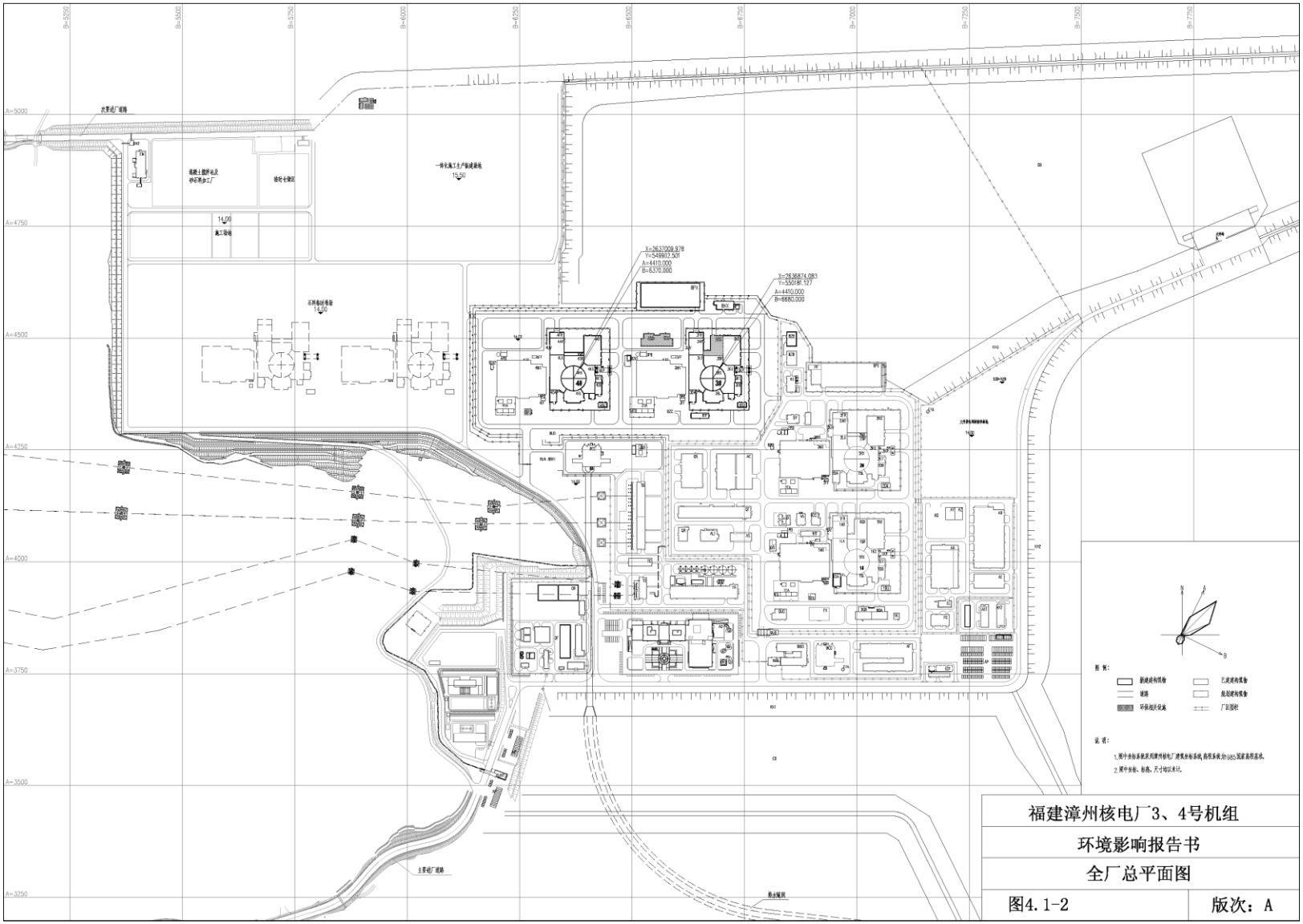


图 4.1-2　全厂总平面图

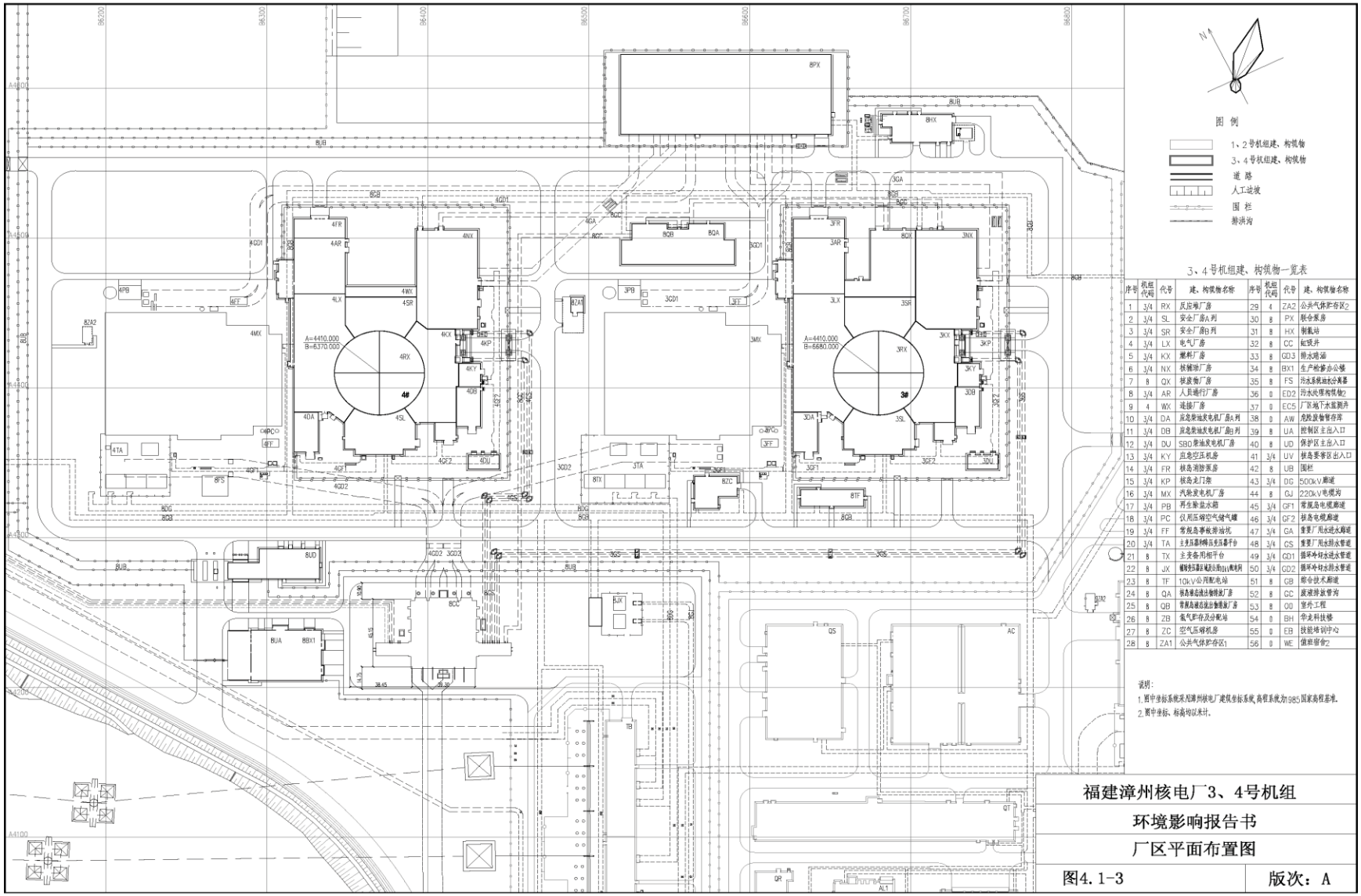


图 4.1-3　厂区平面布置图

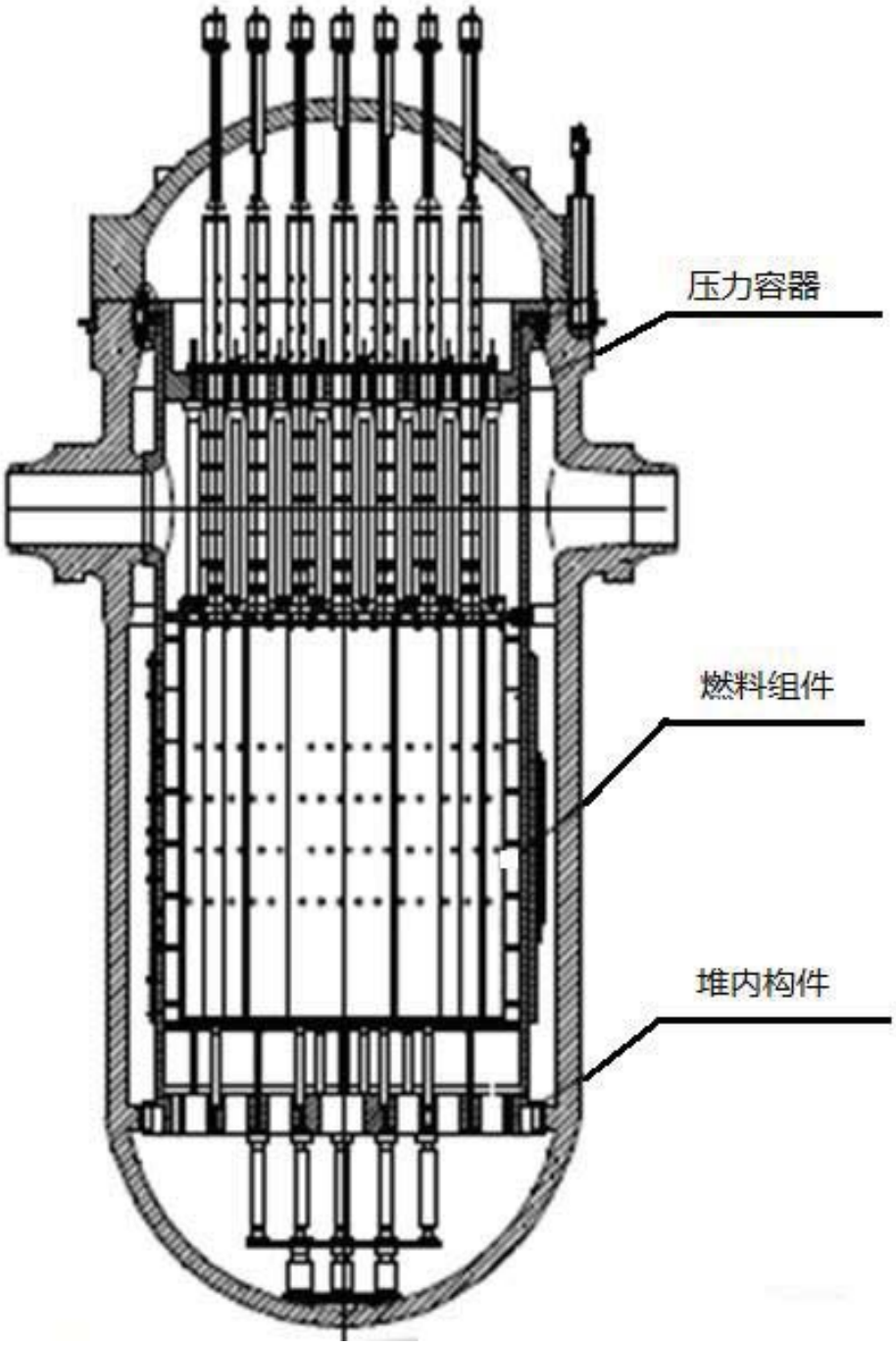


图 4.2-1 反应堆本体图

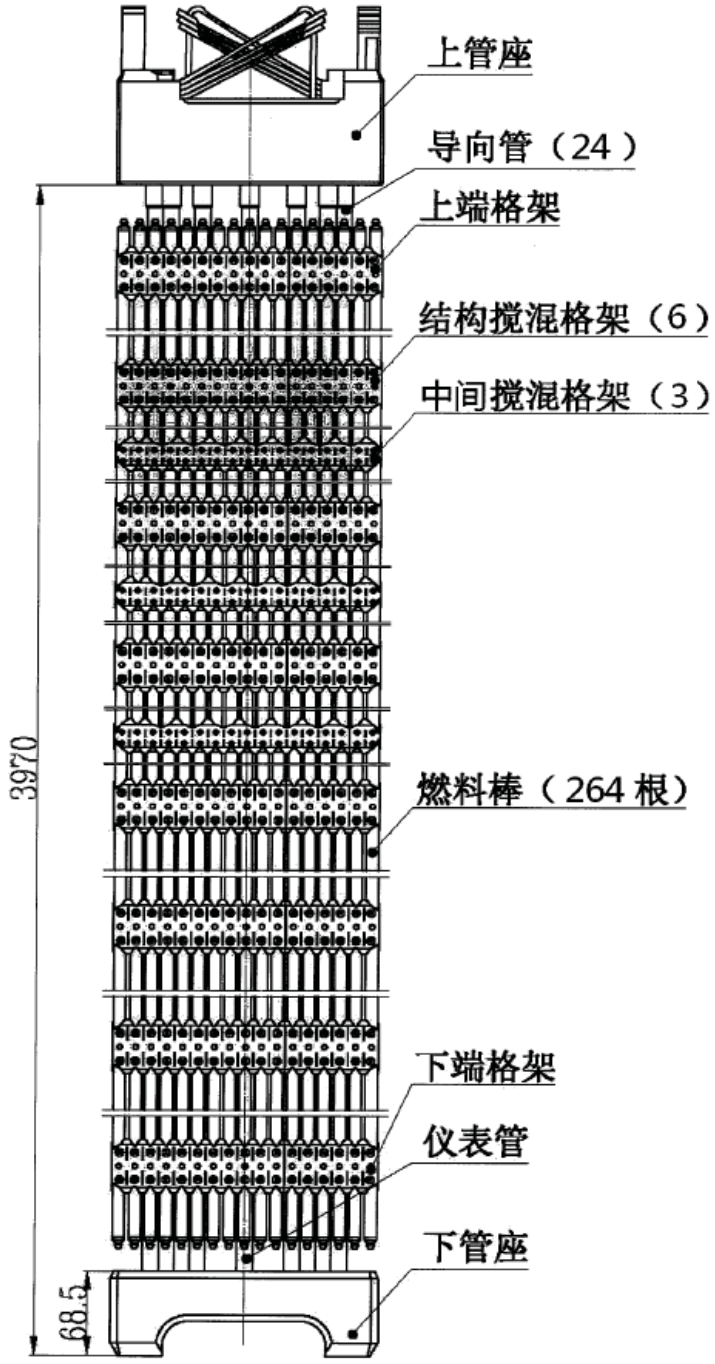

上管座
导向管（24）
上端格架
结构搅混格架（6）
中间搅混格架（3）
燃料棒（264 根）
下端格架
仪表管
下管座
3970
68.5

图 4.2-2 燃料组件图

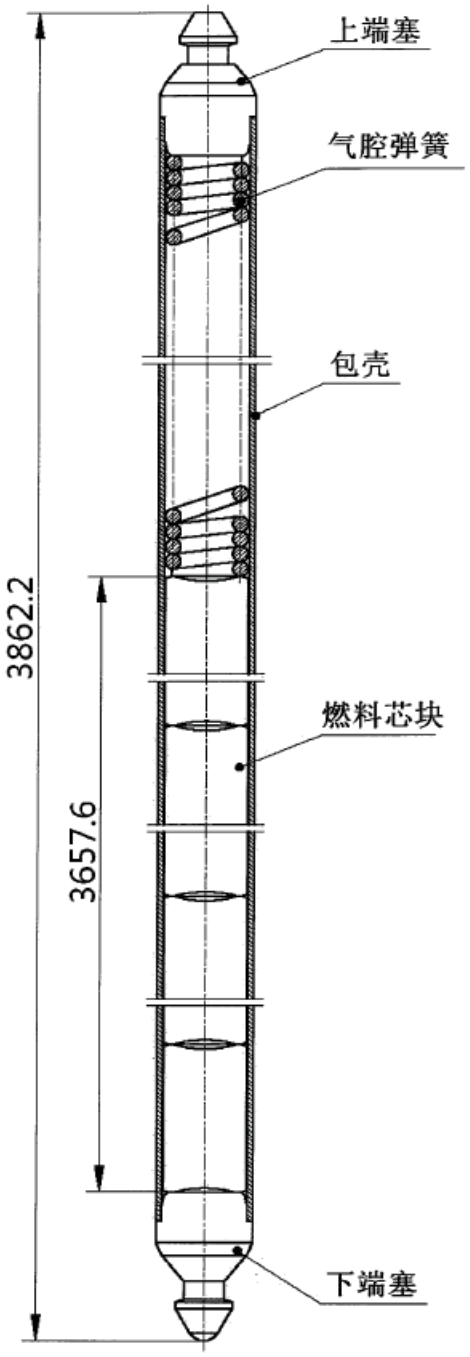


图 4.2-3 燃料棒图

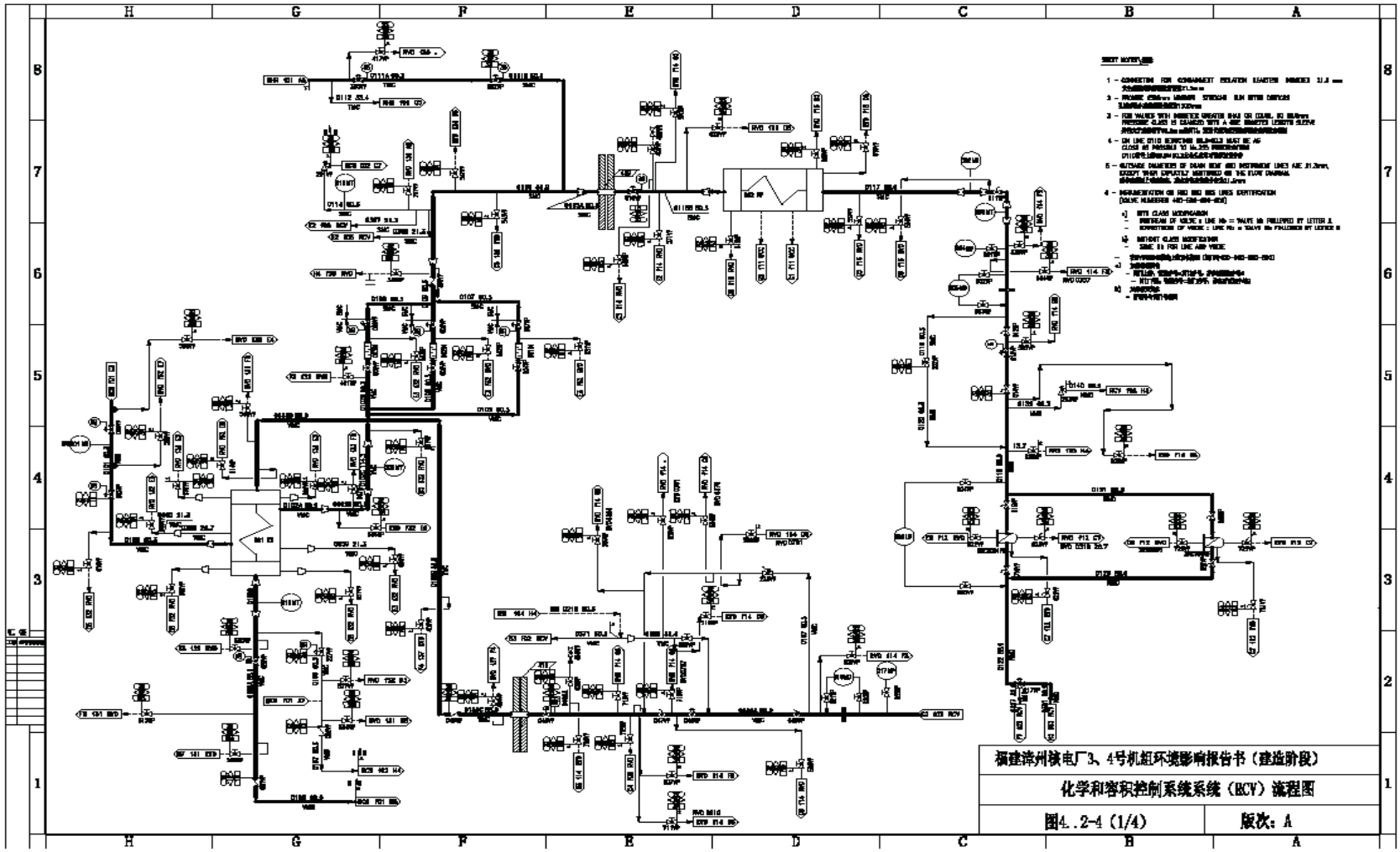


图 4.2-4　化学和容积控制系统流程图(1/4)

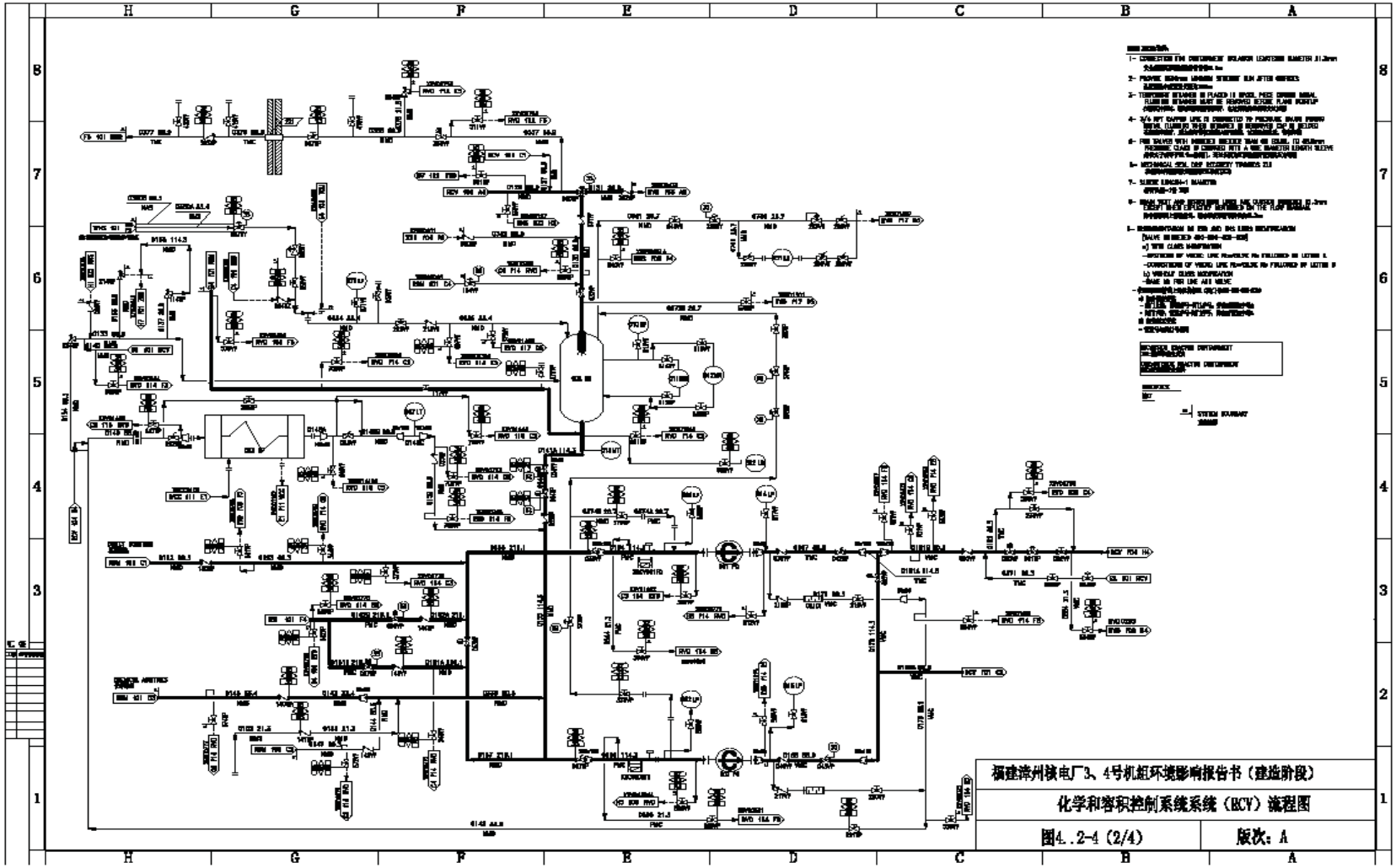


图 4.2-4　化学和容积控制系统流程图(2/4)

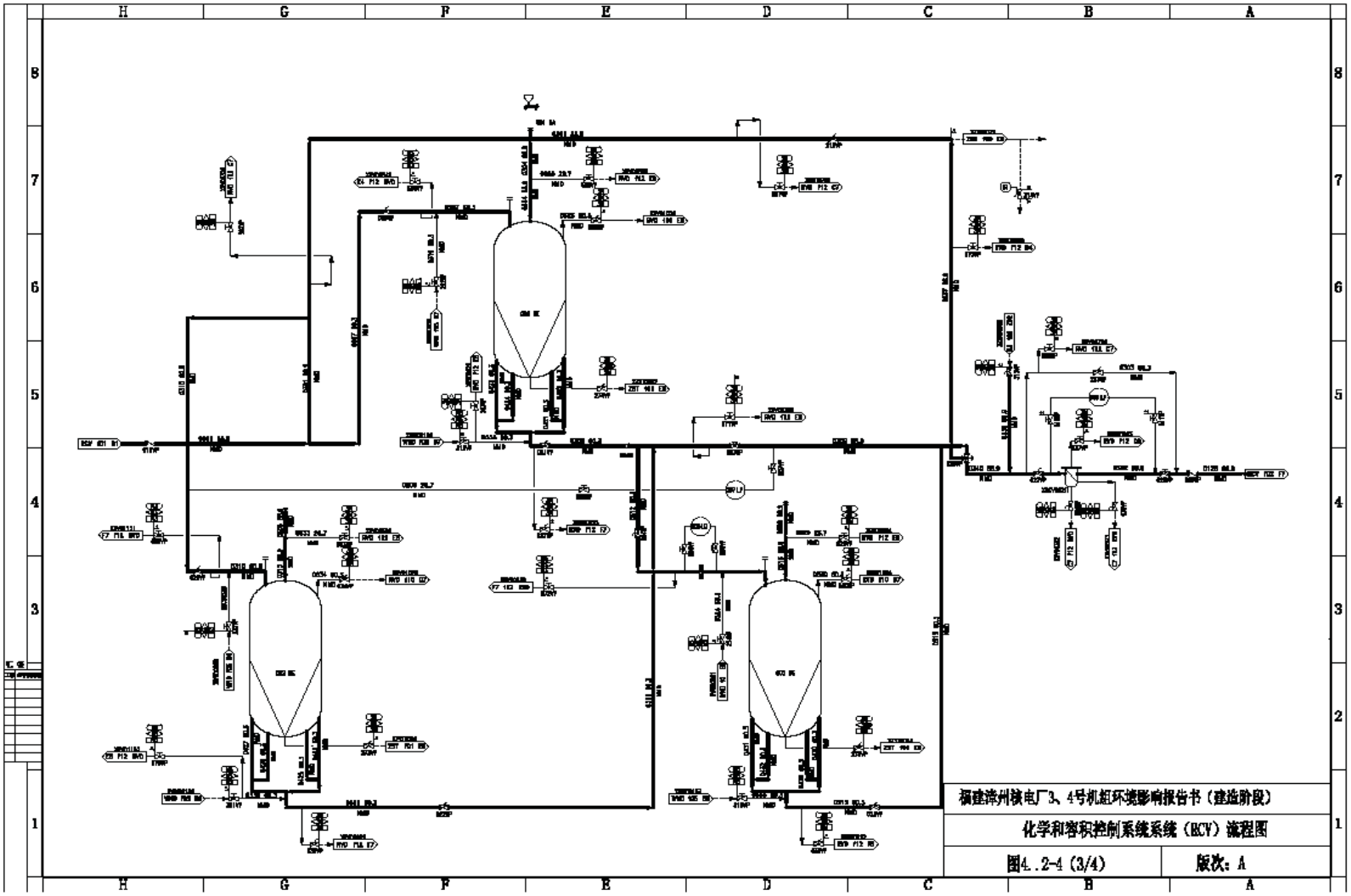


图 4.2-4　化学和容积控制系统流程图(3/4)

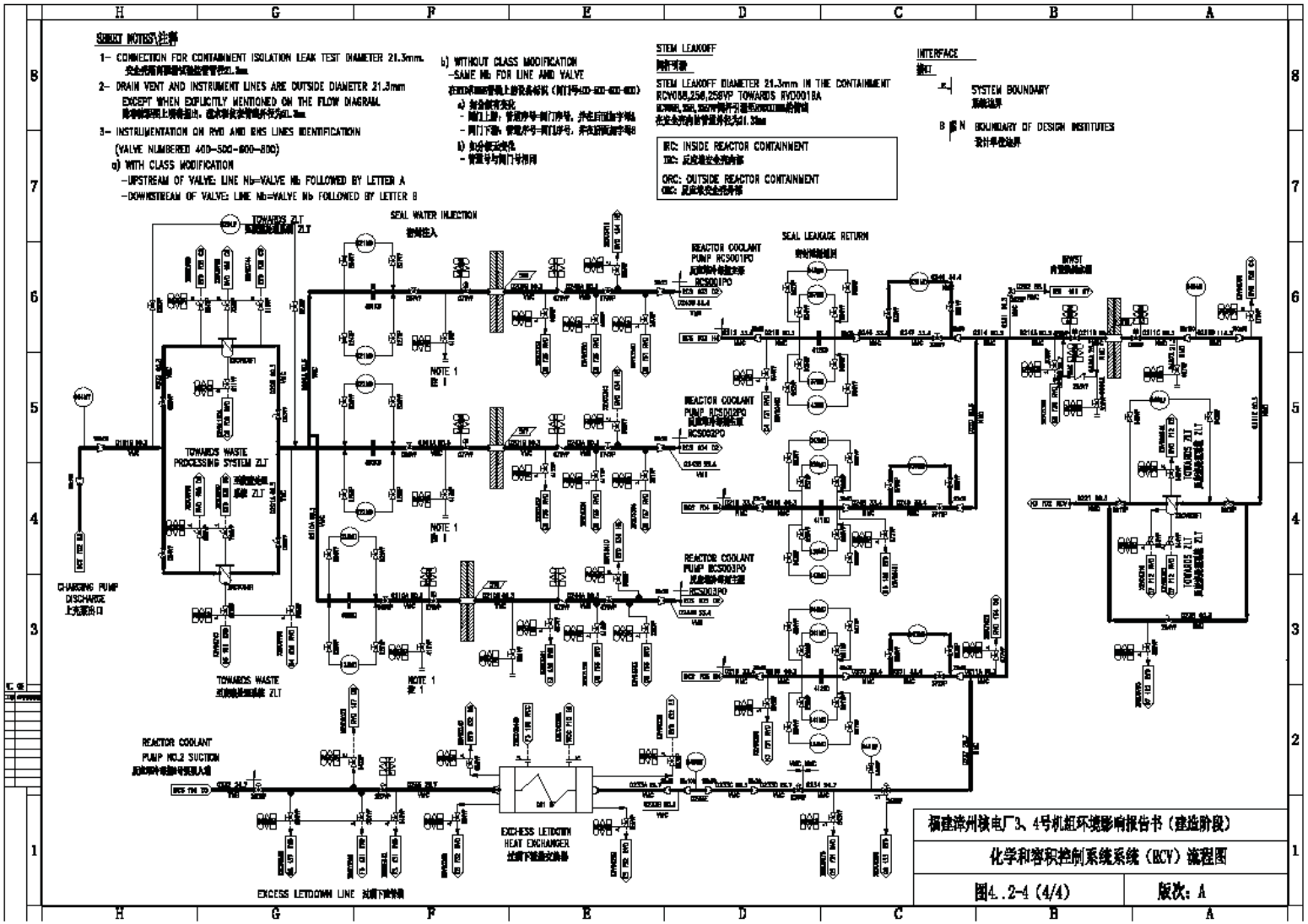


图 4.2-4　化学和容积控制系统流程图(4/4)

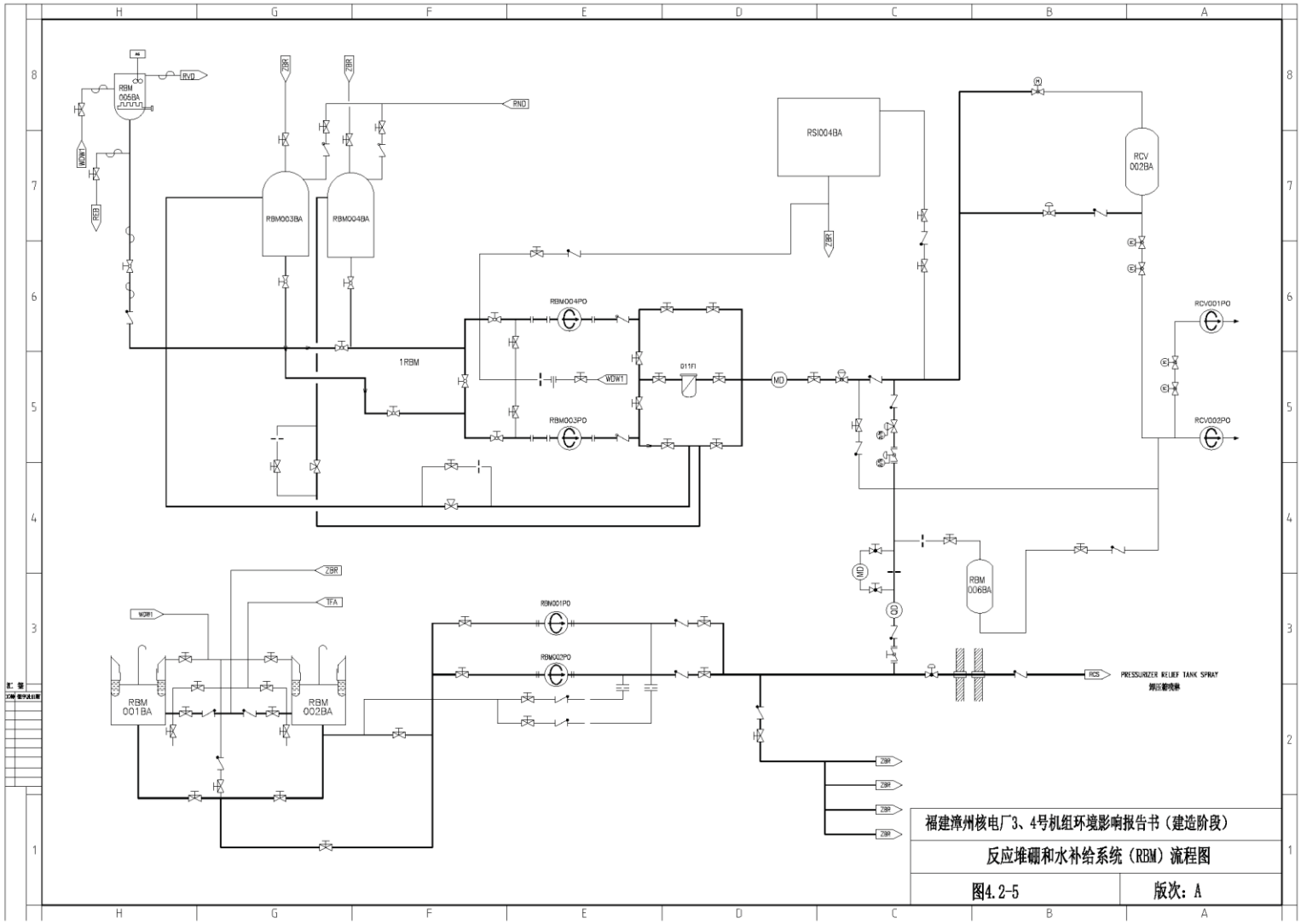


图 4.2-5　反应堆硼和水补给系统（RBM）流程图

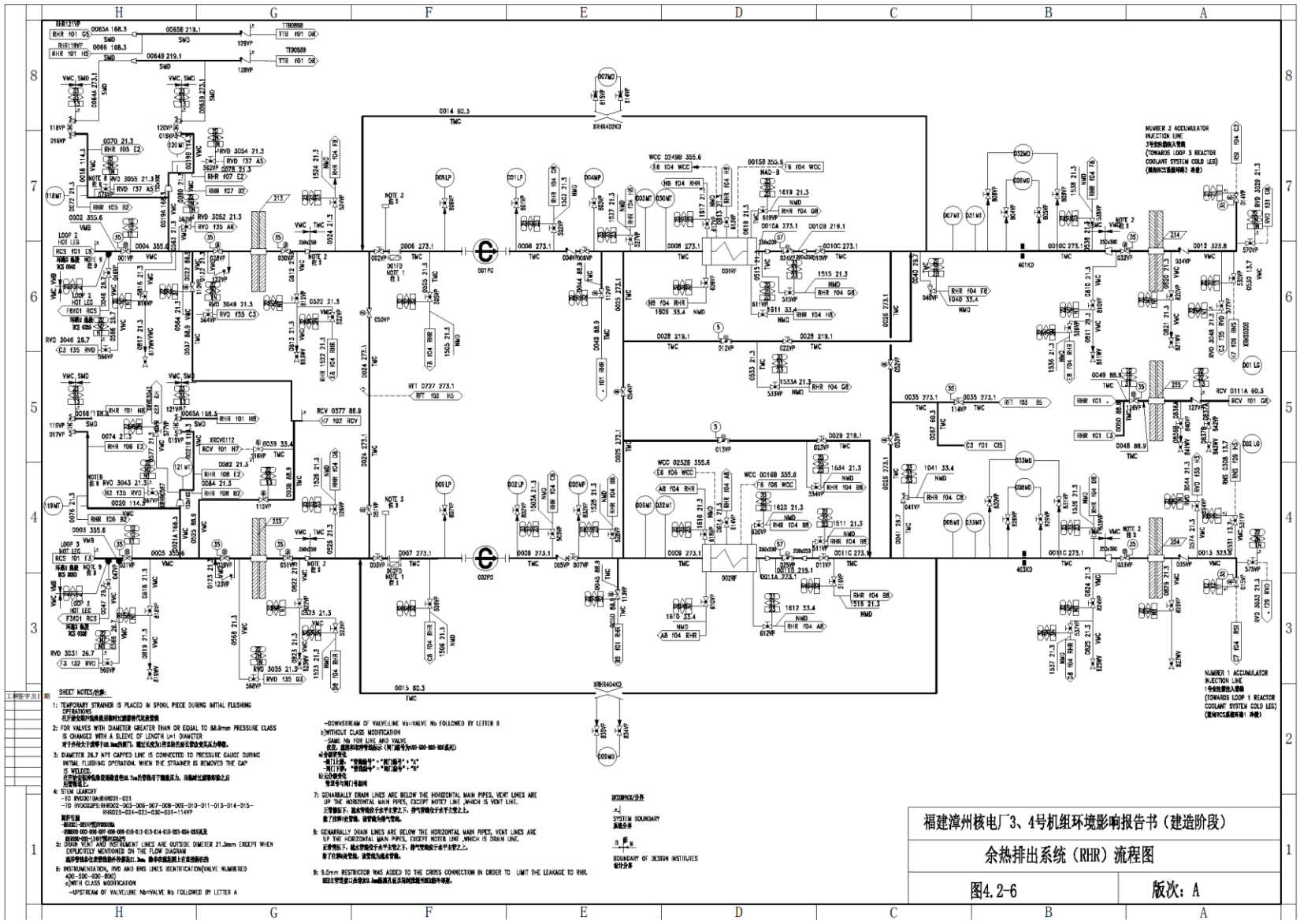
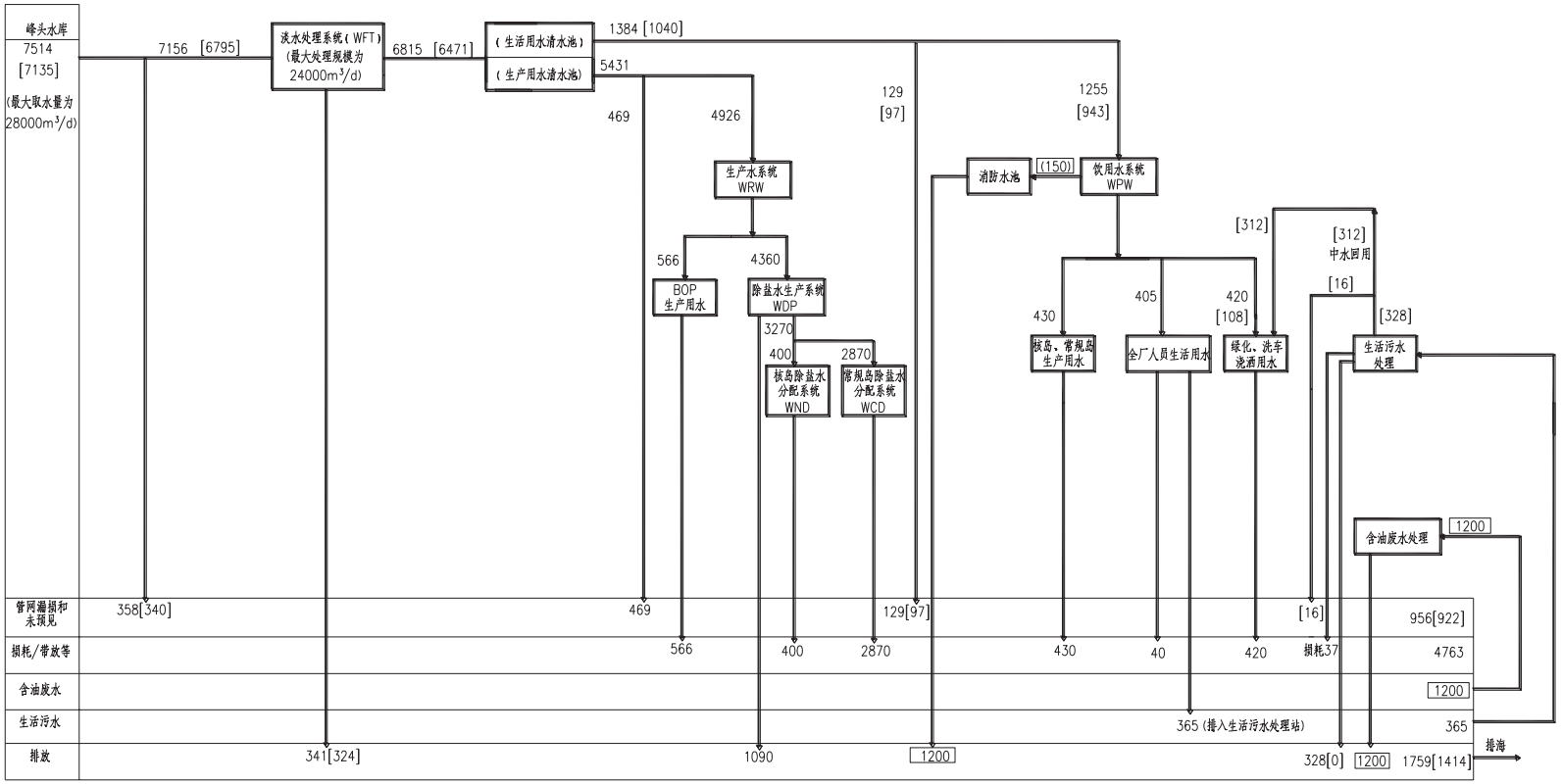


图 4.2-6　余热排除系统（RHR）



注：1.本图表中（ ）括号内为m^3/h，▭内为事故排水量m^3/次，其他水量单位为m^3/d，其中[]括号内为回用水利用时的数据。

2.本图属福建漳州核电厂1、2号机组运行期两台机组正常运行工况下淡水水量平衡图。

3.消防水池补水量未计入总水量。

4.该用水量已考虑未预见用水量及管网漏失水量。

图 4.3-1　福建漳州核电厂 1、2 号机组正常运行工况下淡水水量平衡图



图 4.3-2 取排水工程方案布置图

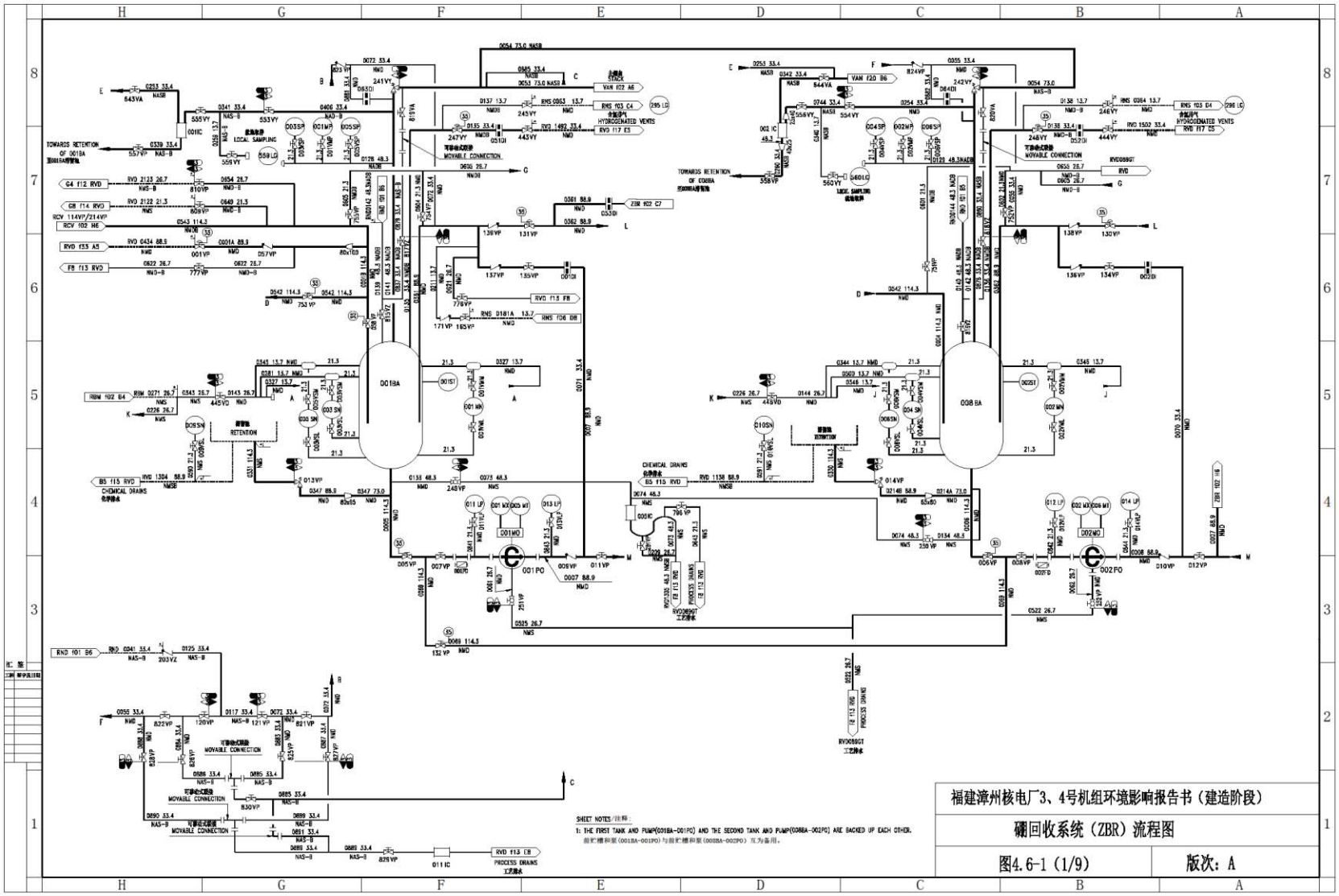


图 4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(1/9)

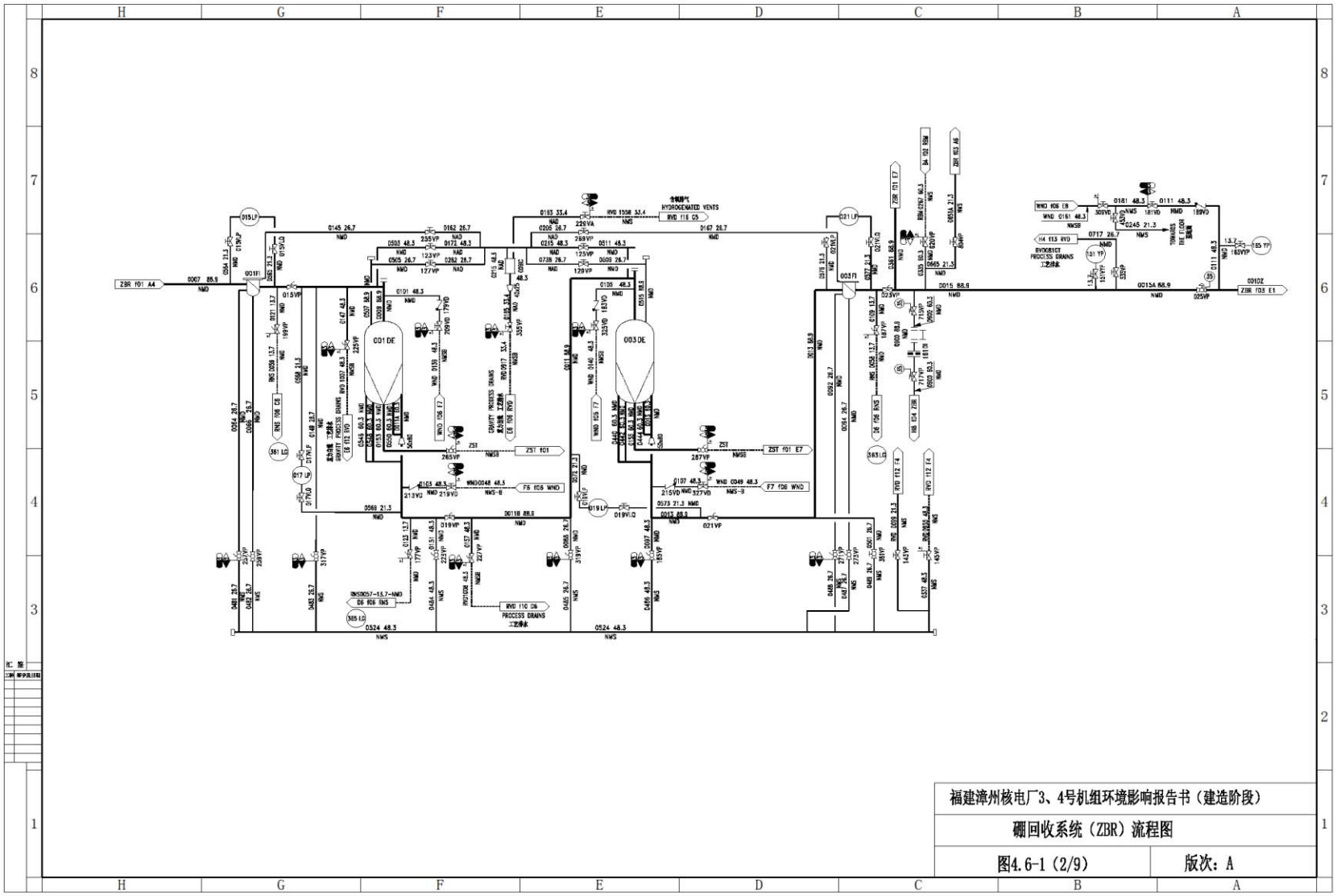


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(2/9)

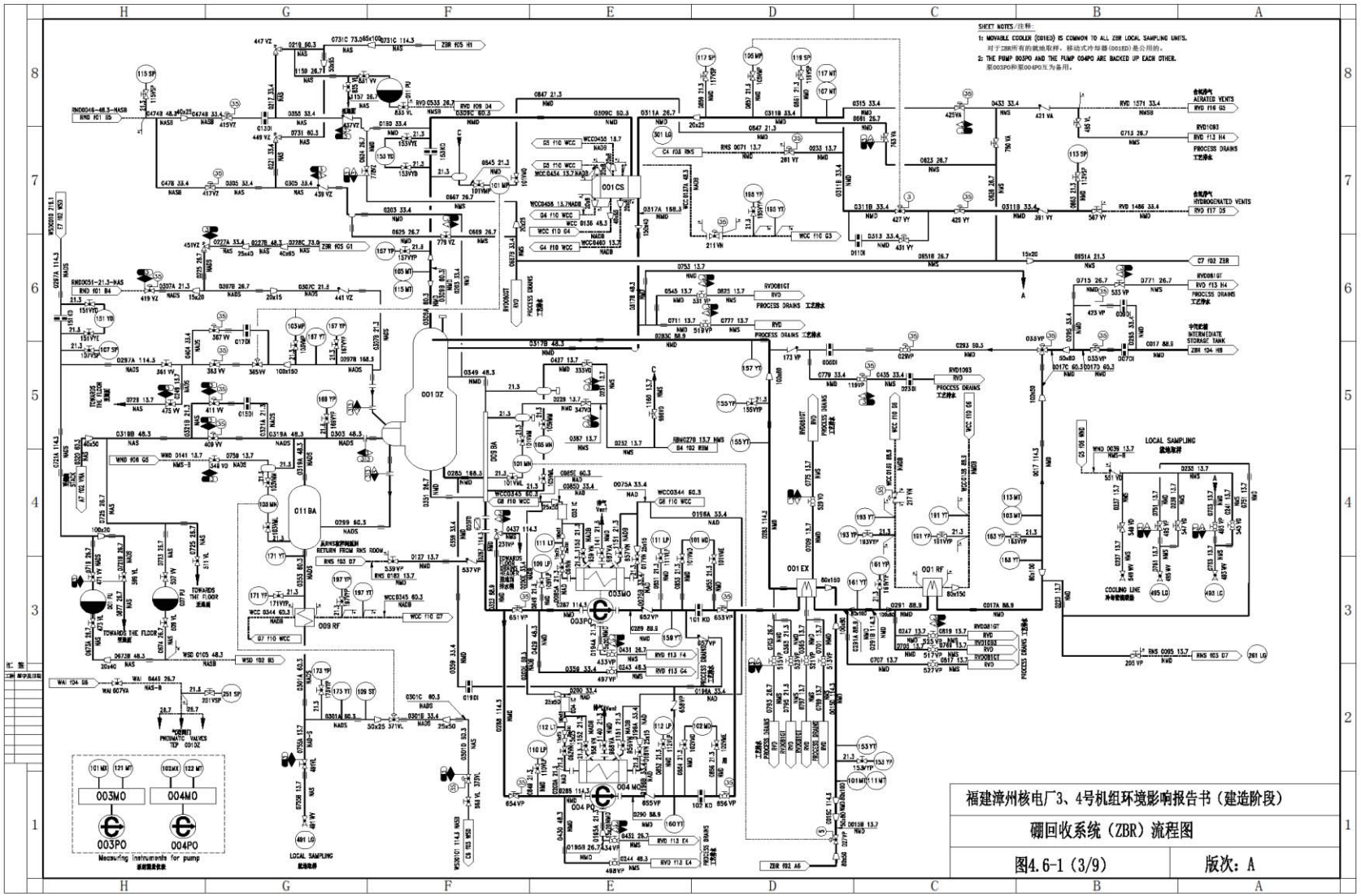


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(3/9)

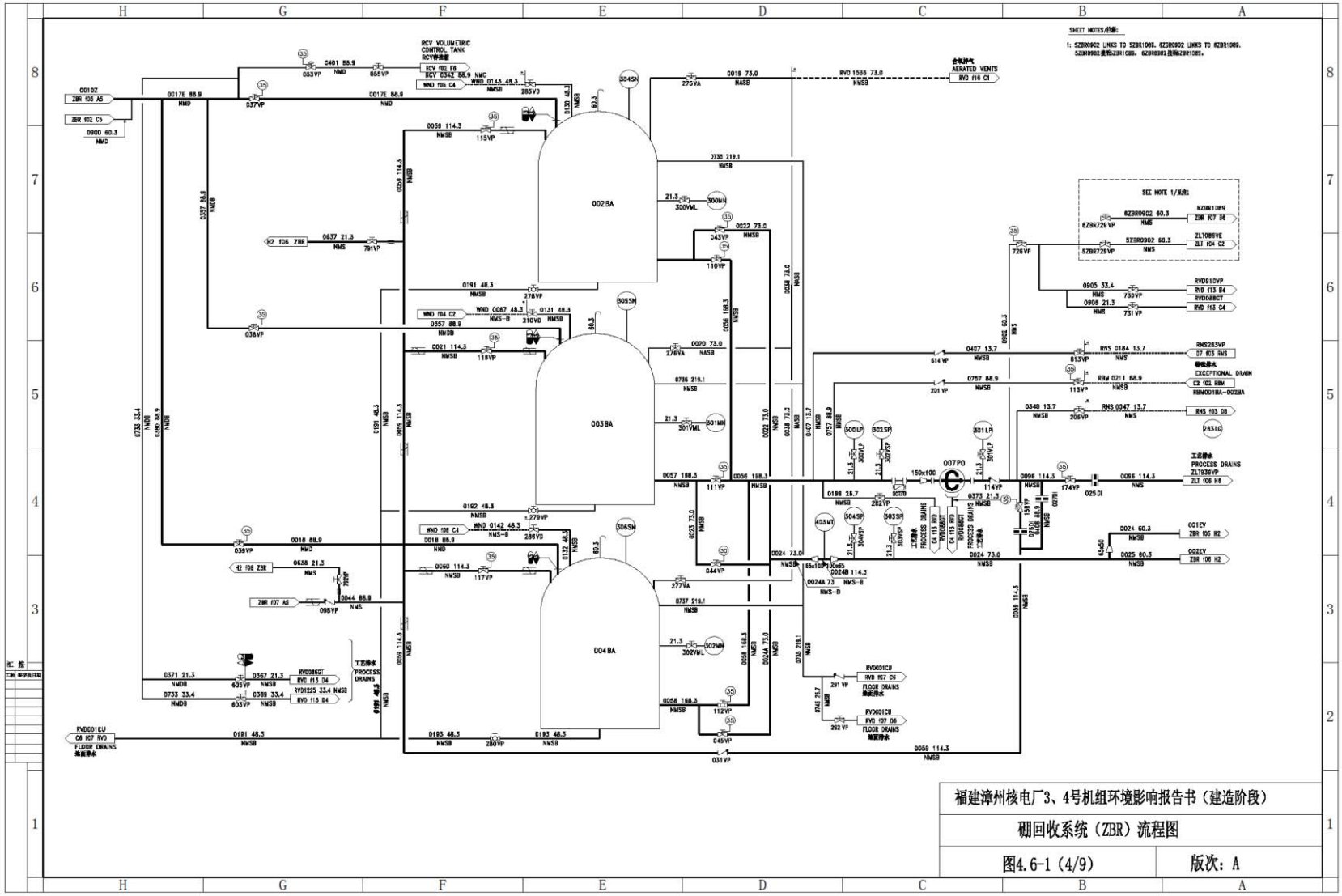


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(4/9)

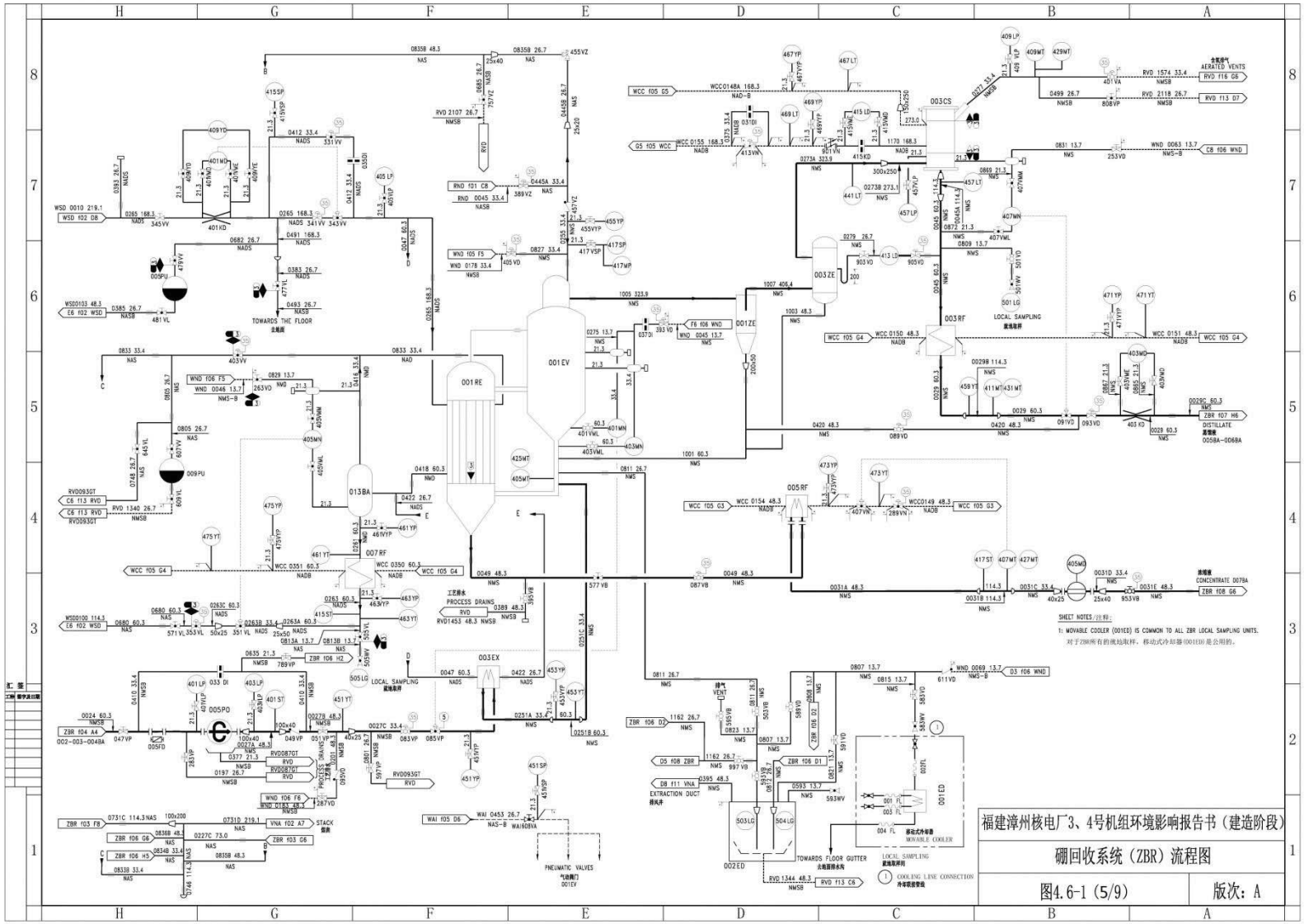


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(5/9)

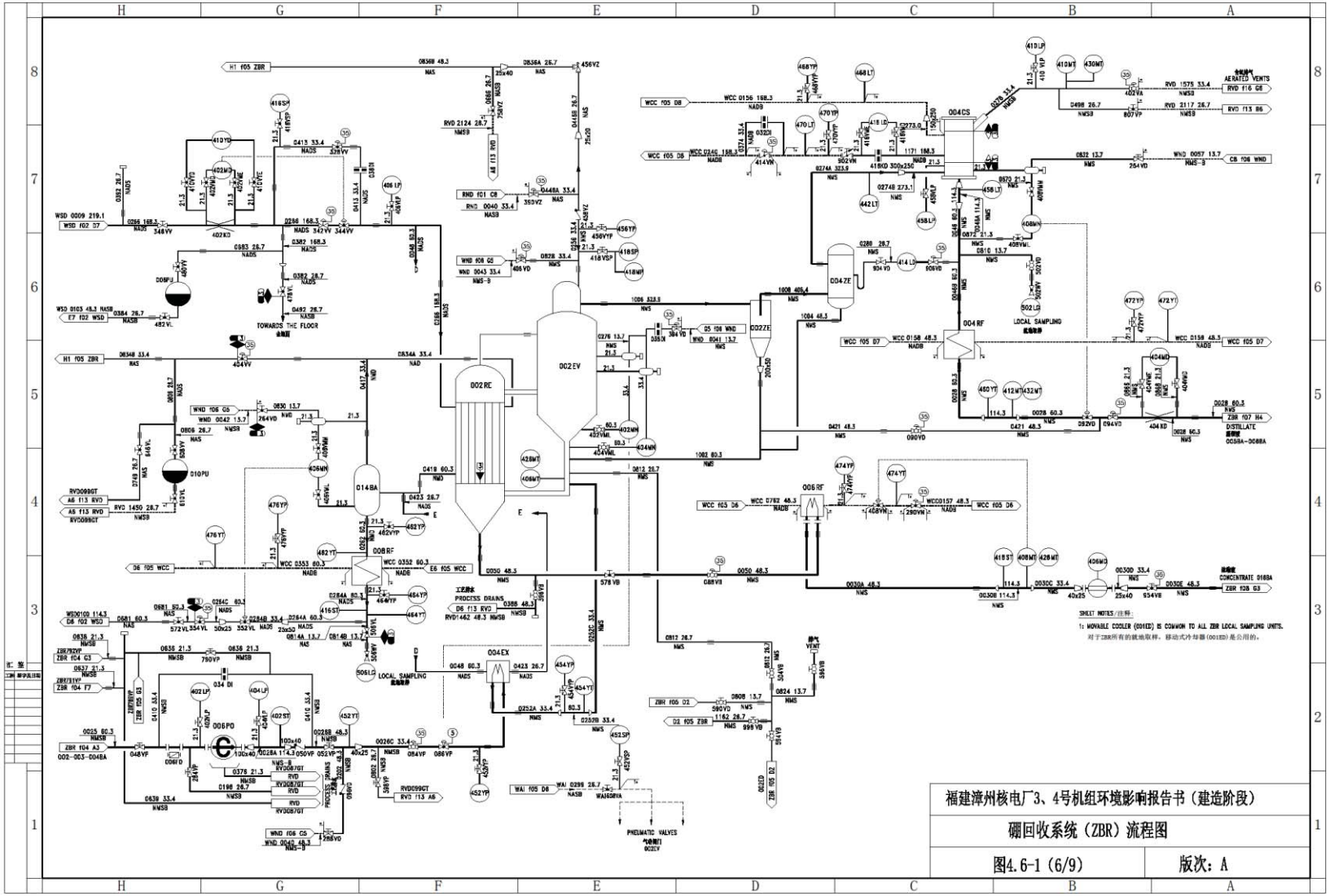


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(6/9)

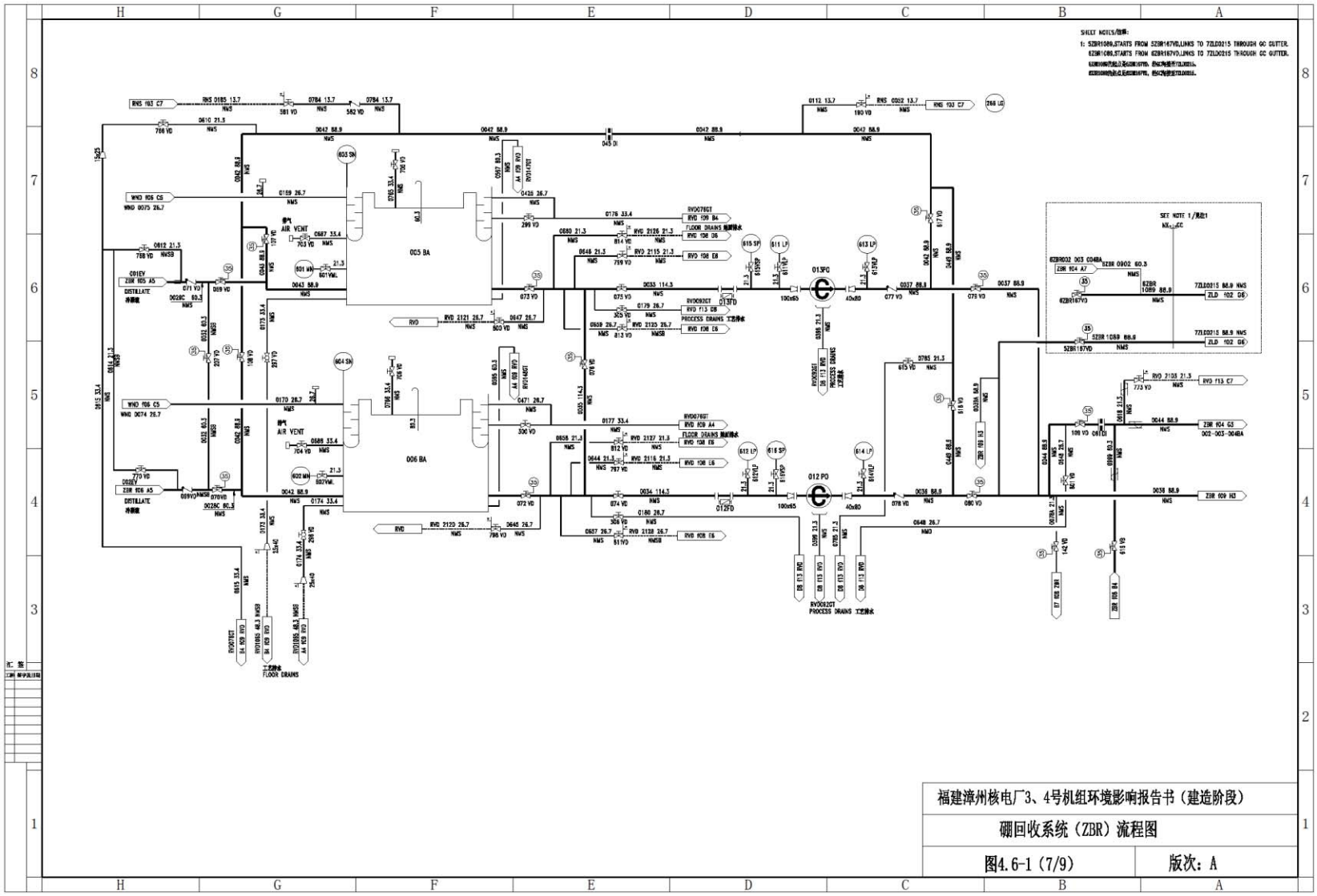


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(7/9)

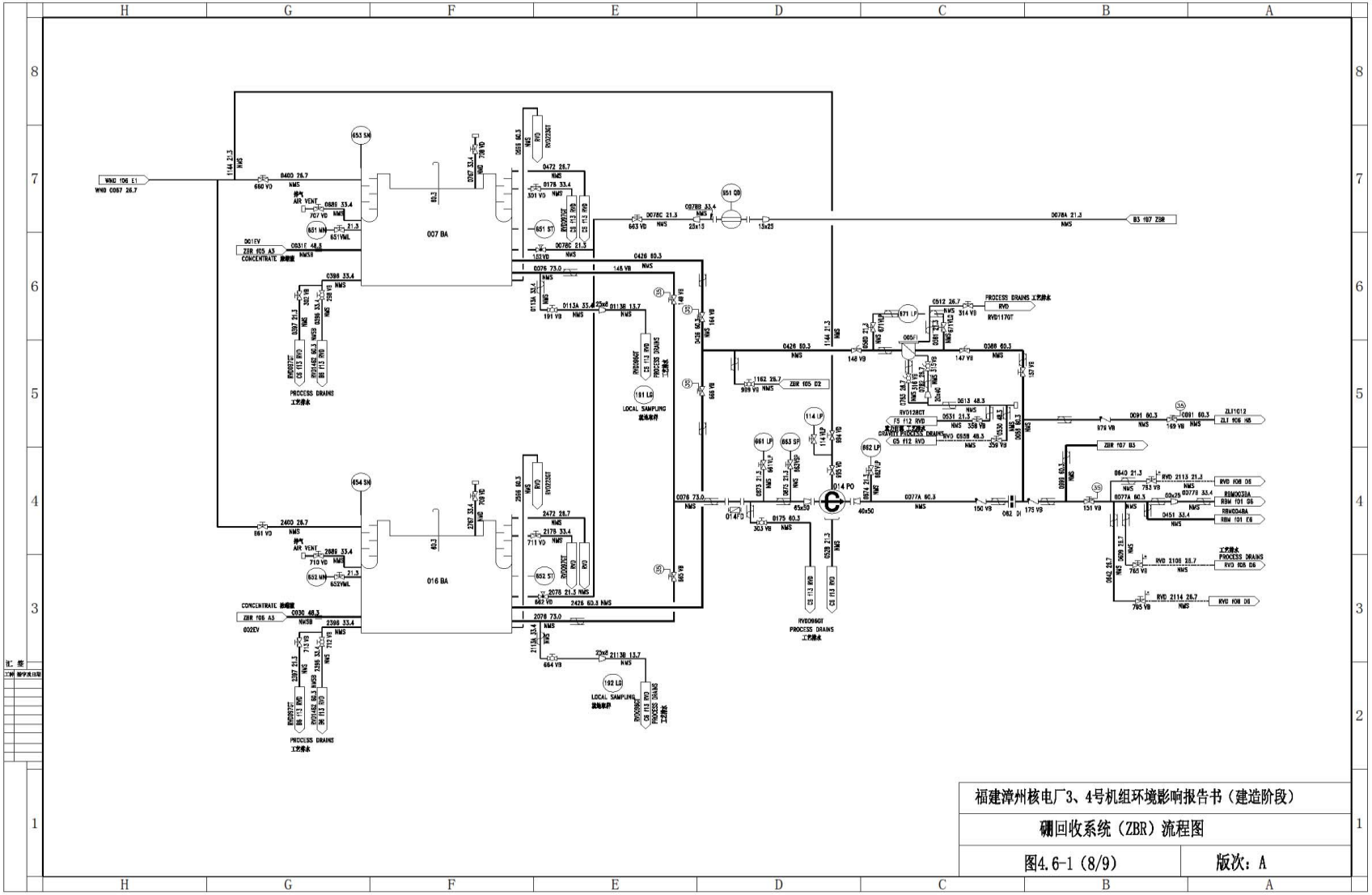


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(8/9)

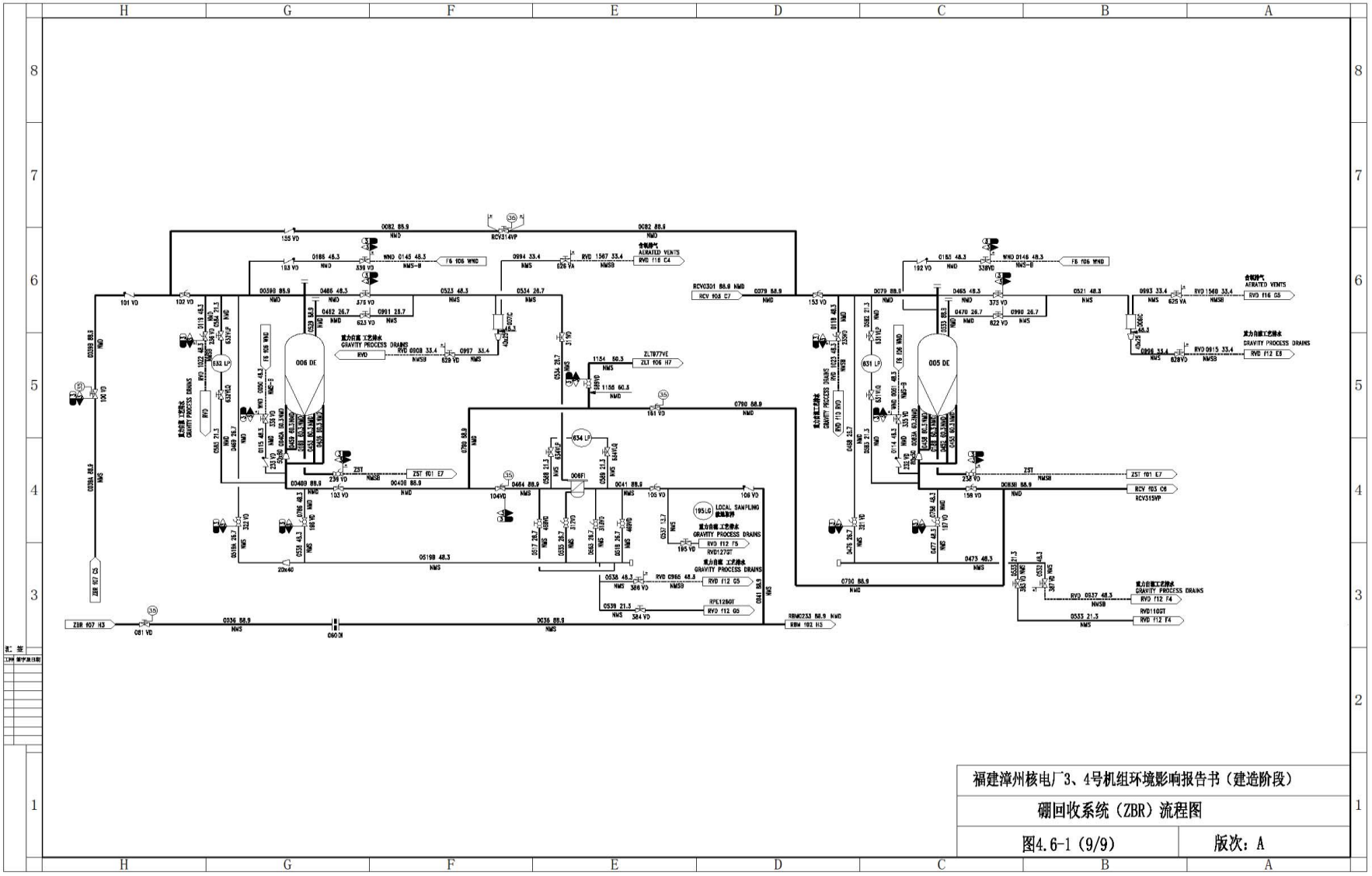


图4.6-1　硼回收系统（ZBR）流程图(9/9)

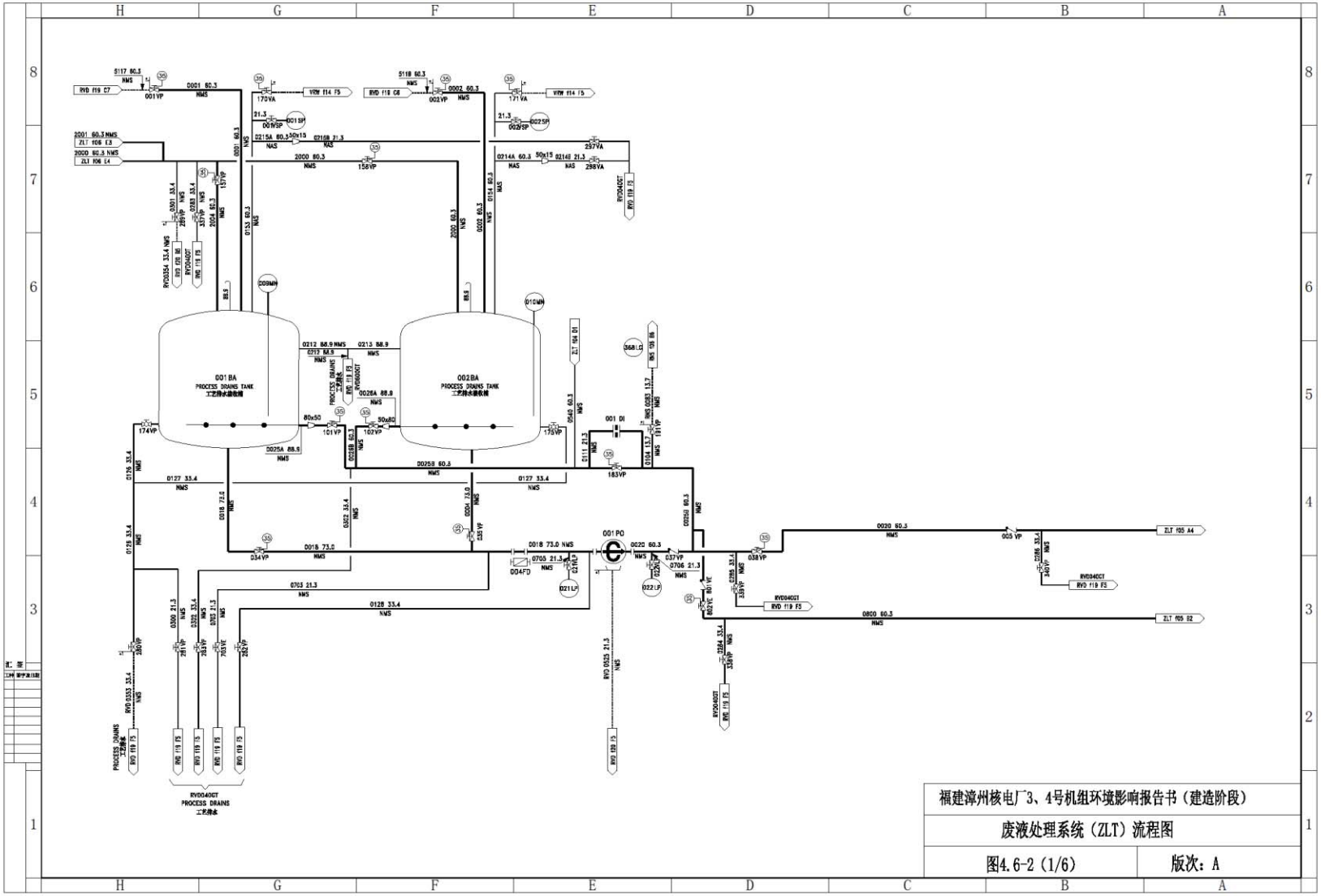


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(1/6)

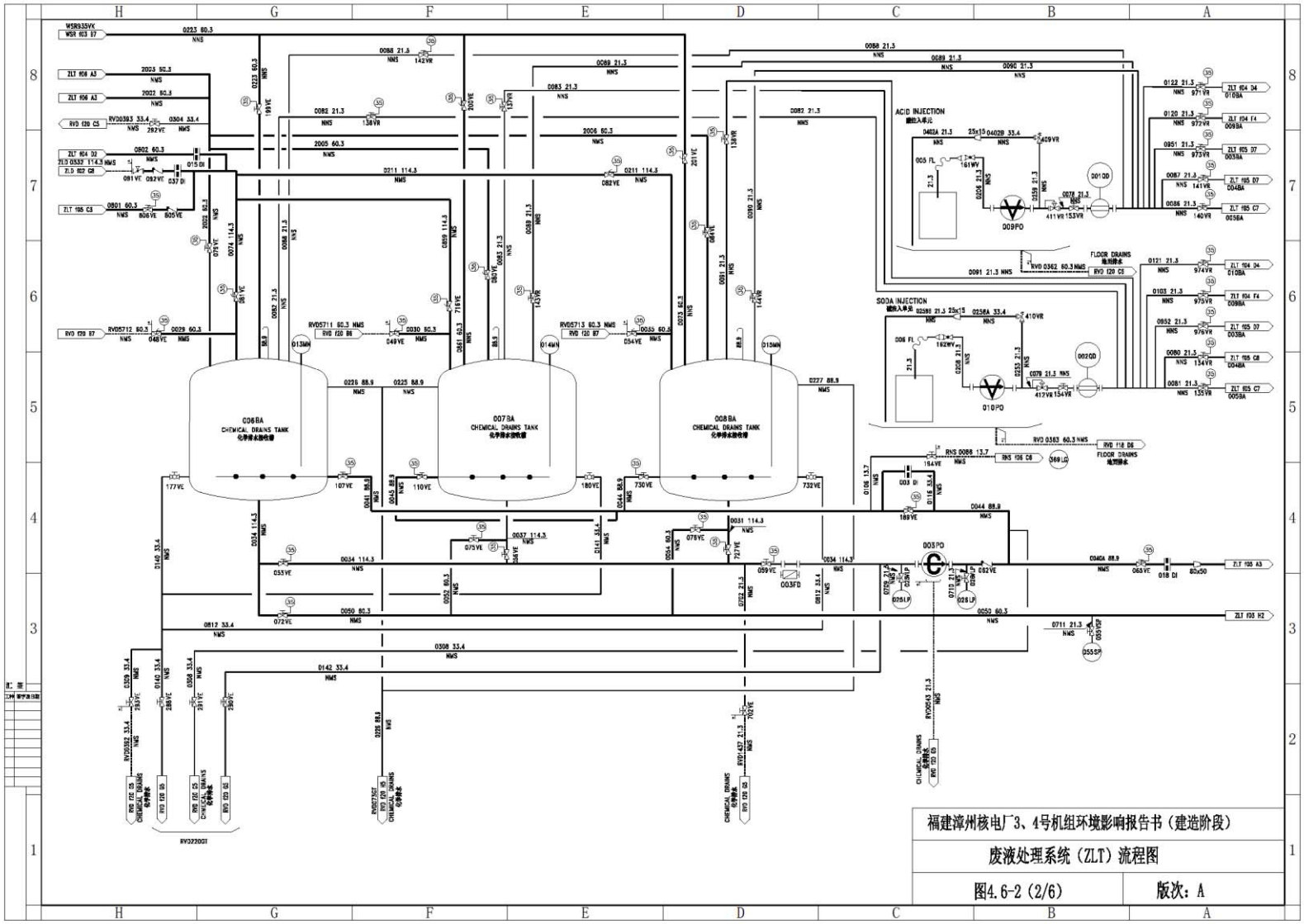


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(2/6)

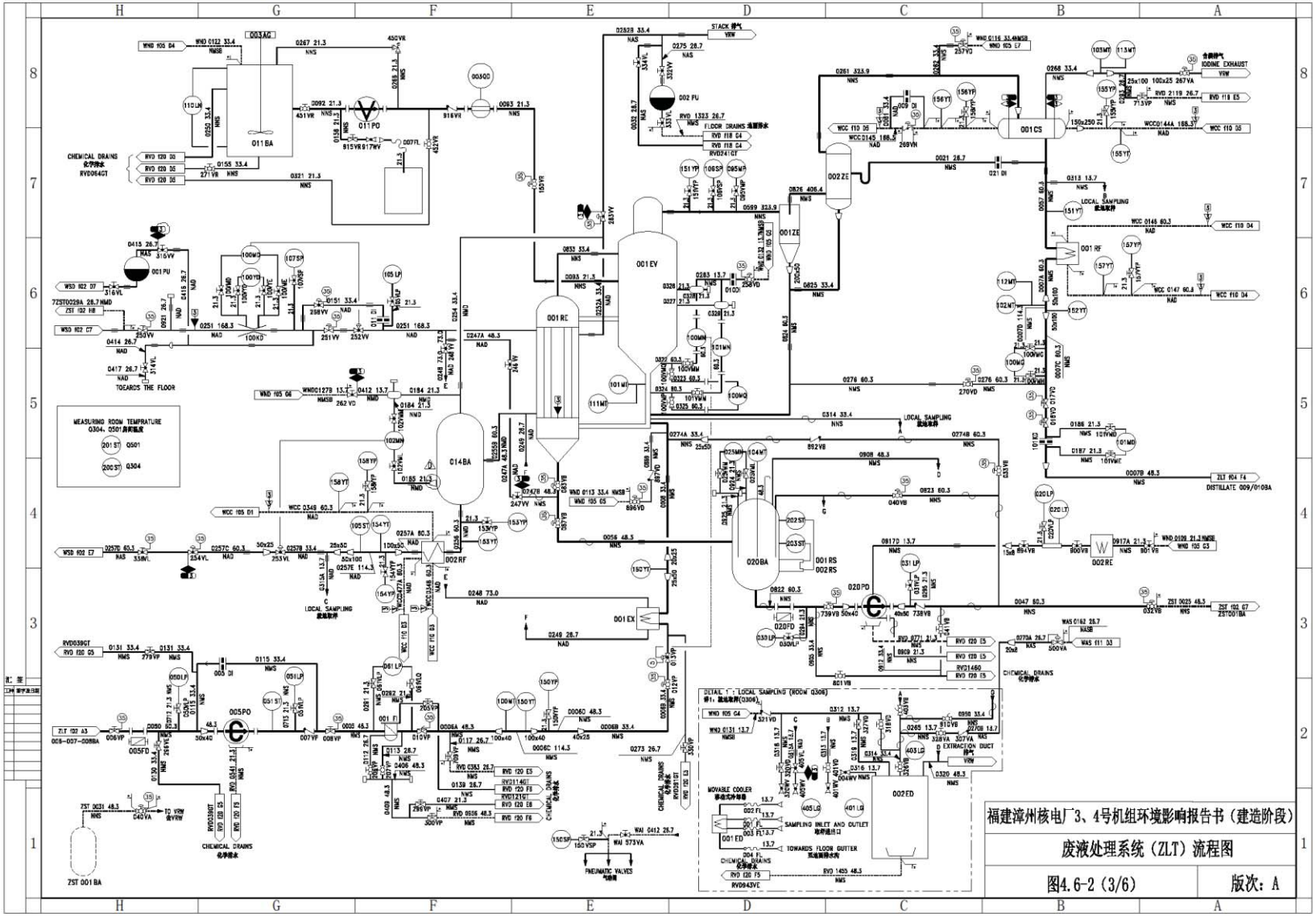


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(3/6)

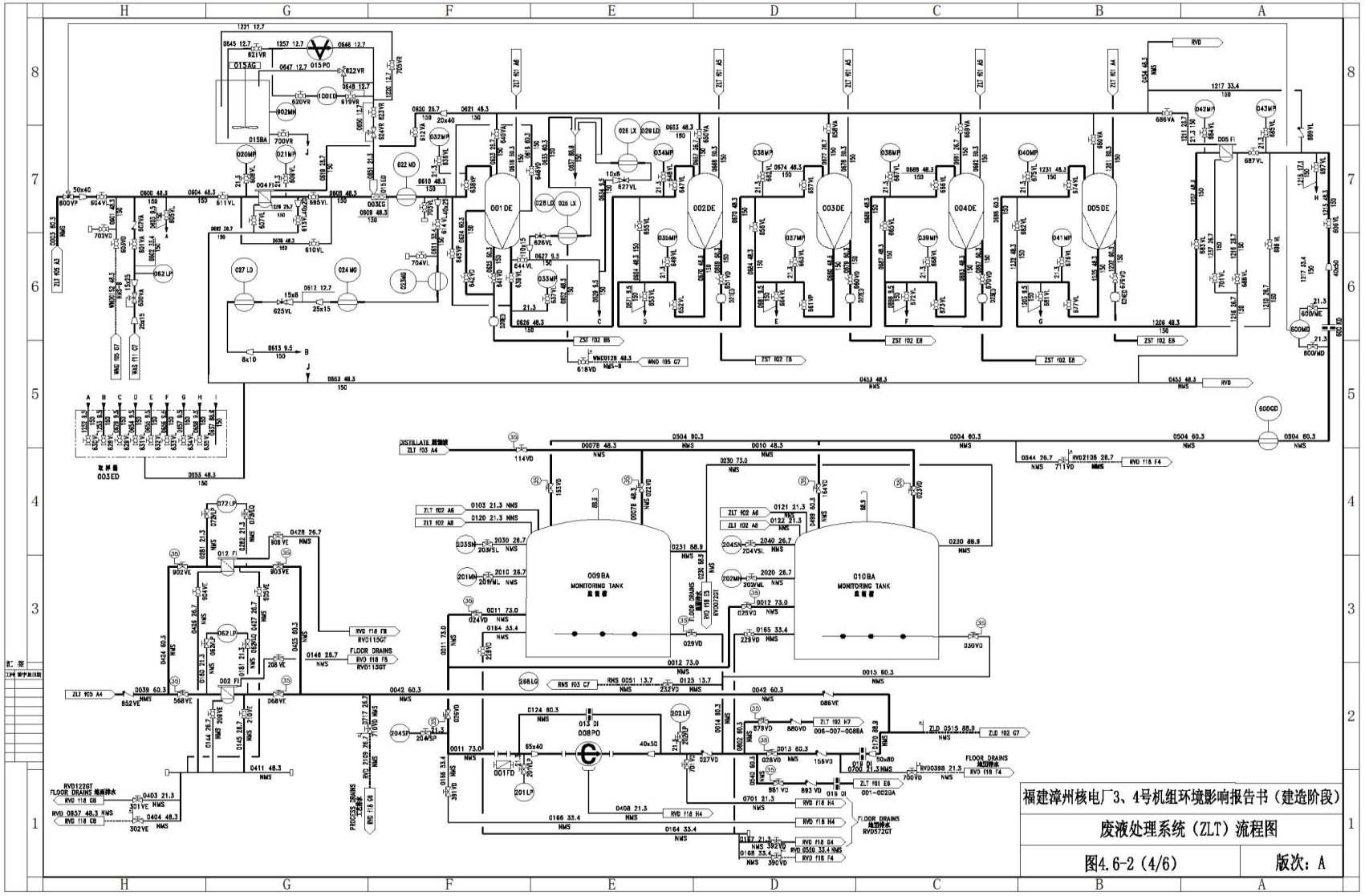


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(4/6)

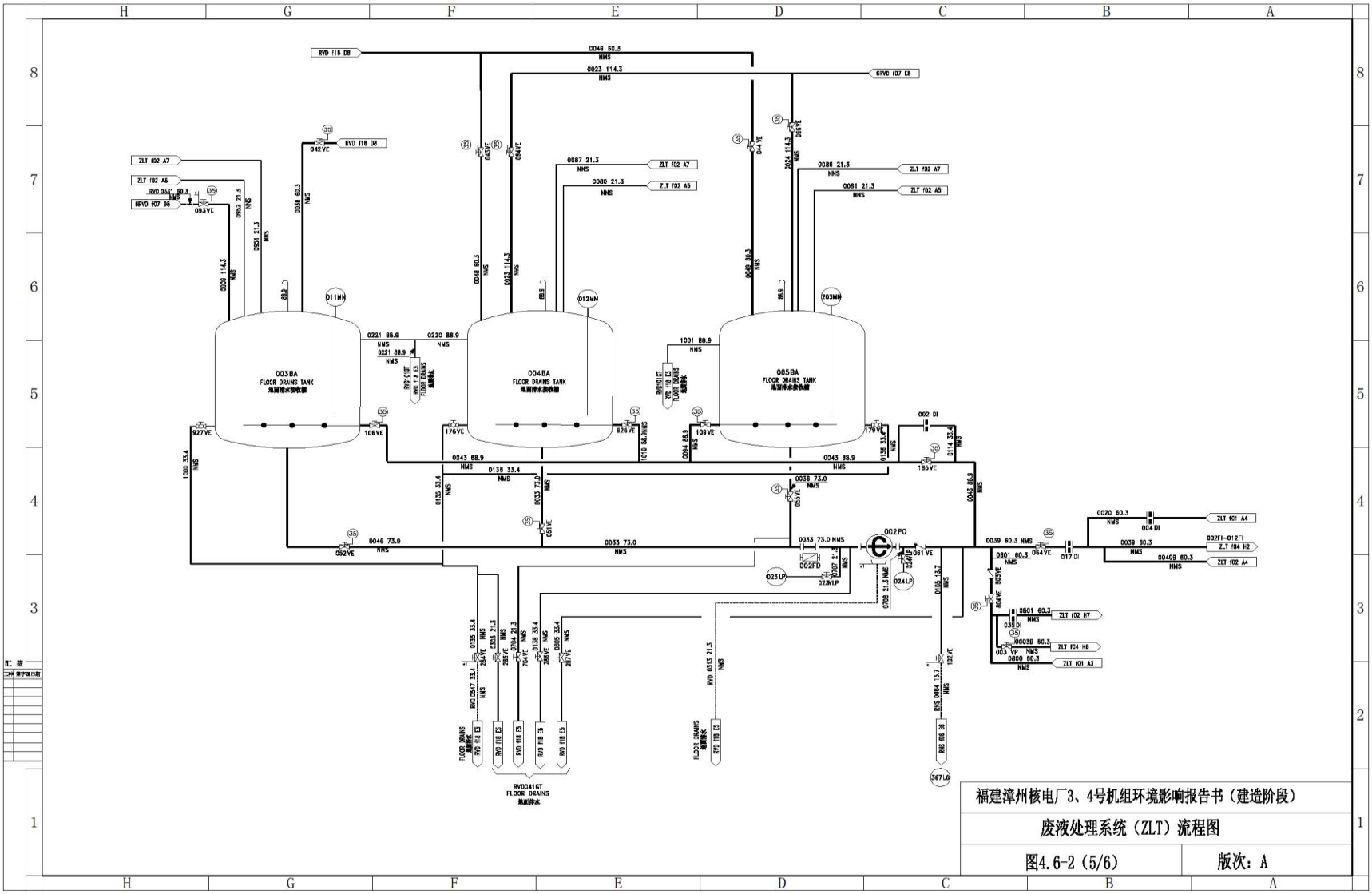


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(5/6)

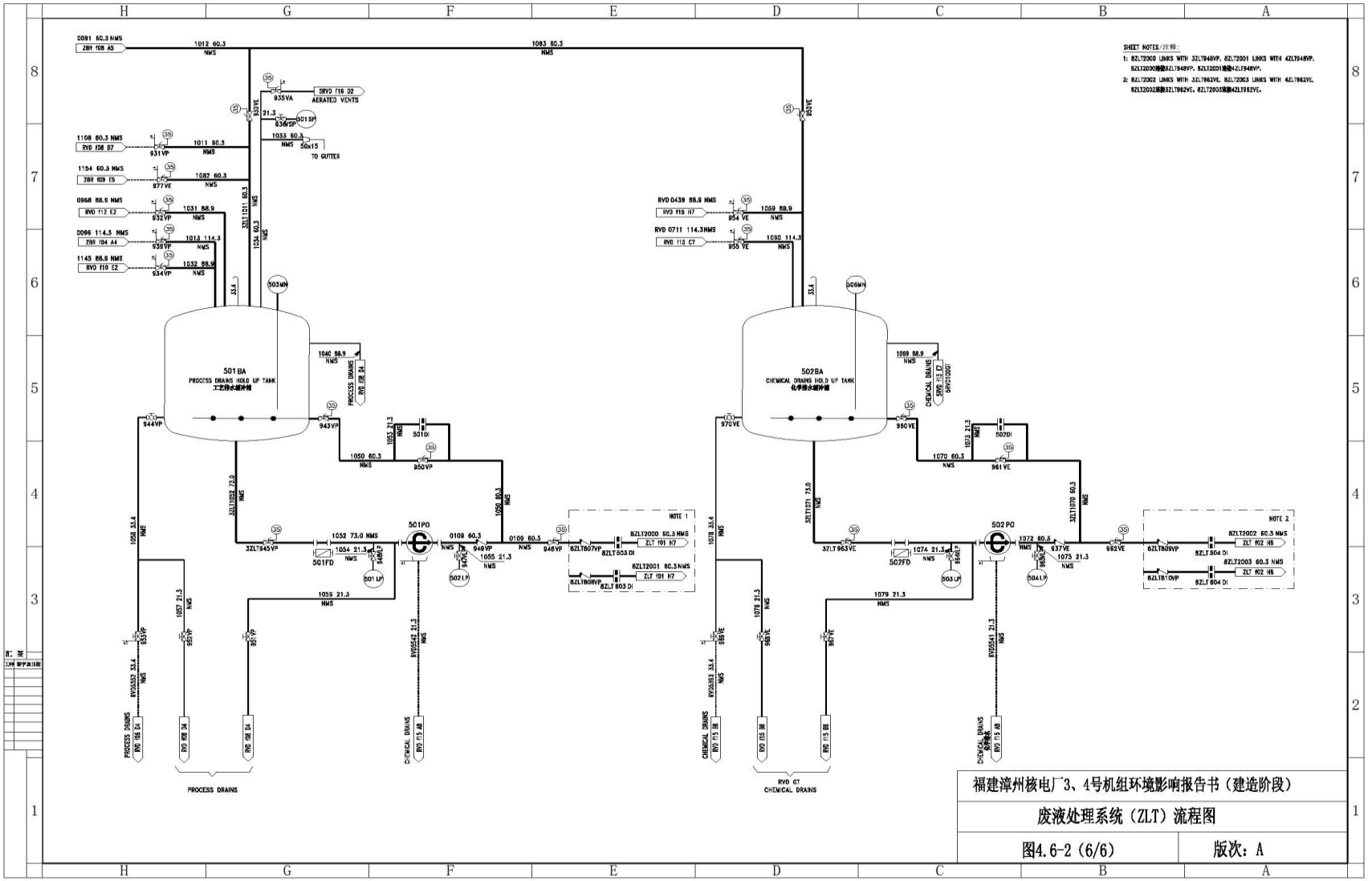


图4.6-2　废物处理系统（ZLT）流程图(6/6)

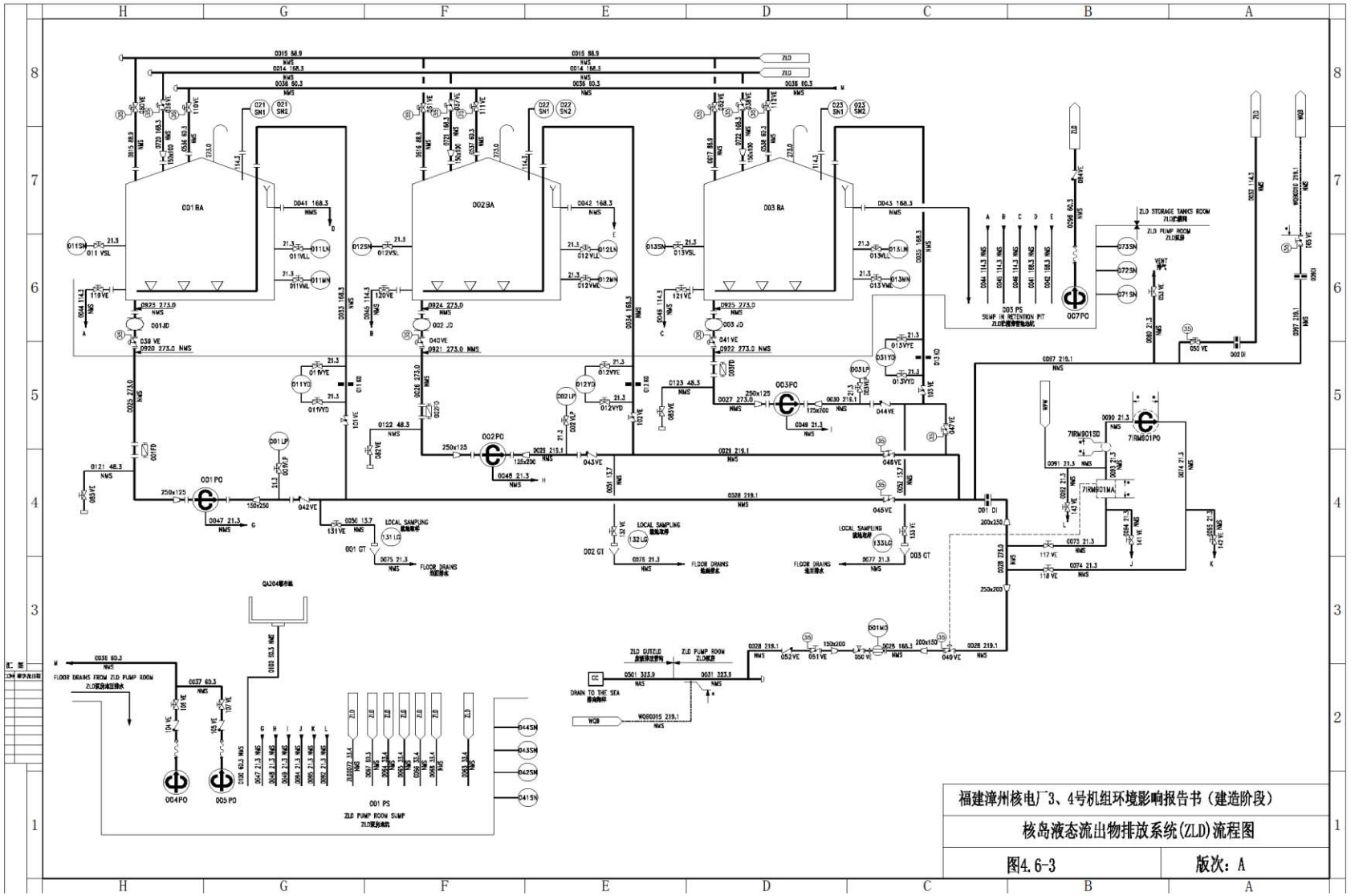


图4.6-3　核岛液态流出物排放系统（ZLD）流程图

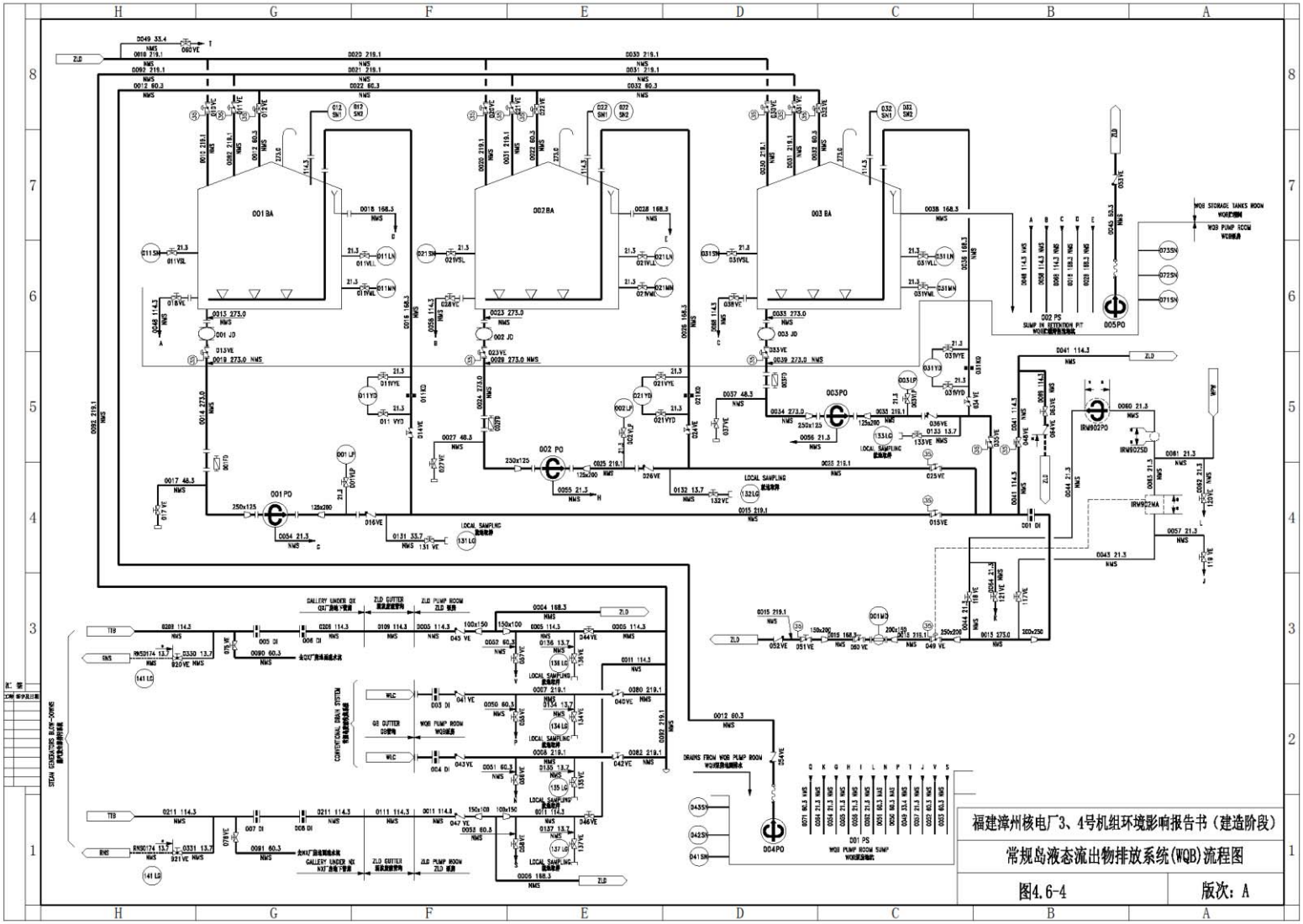


图4.6-4　常规岛液态流出物排放系统（WQB）流程图

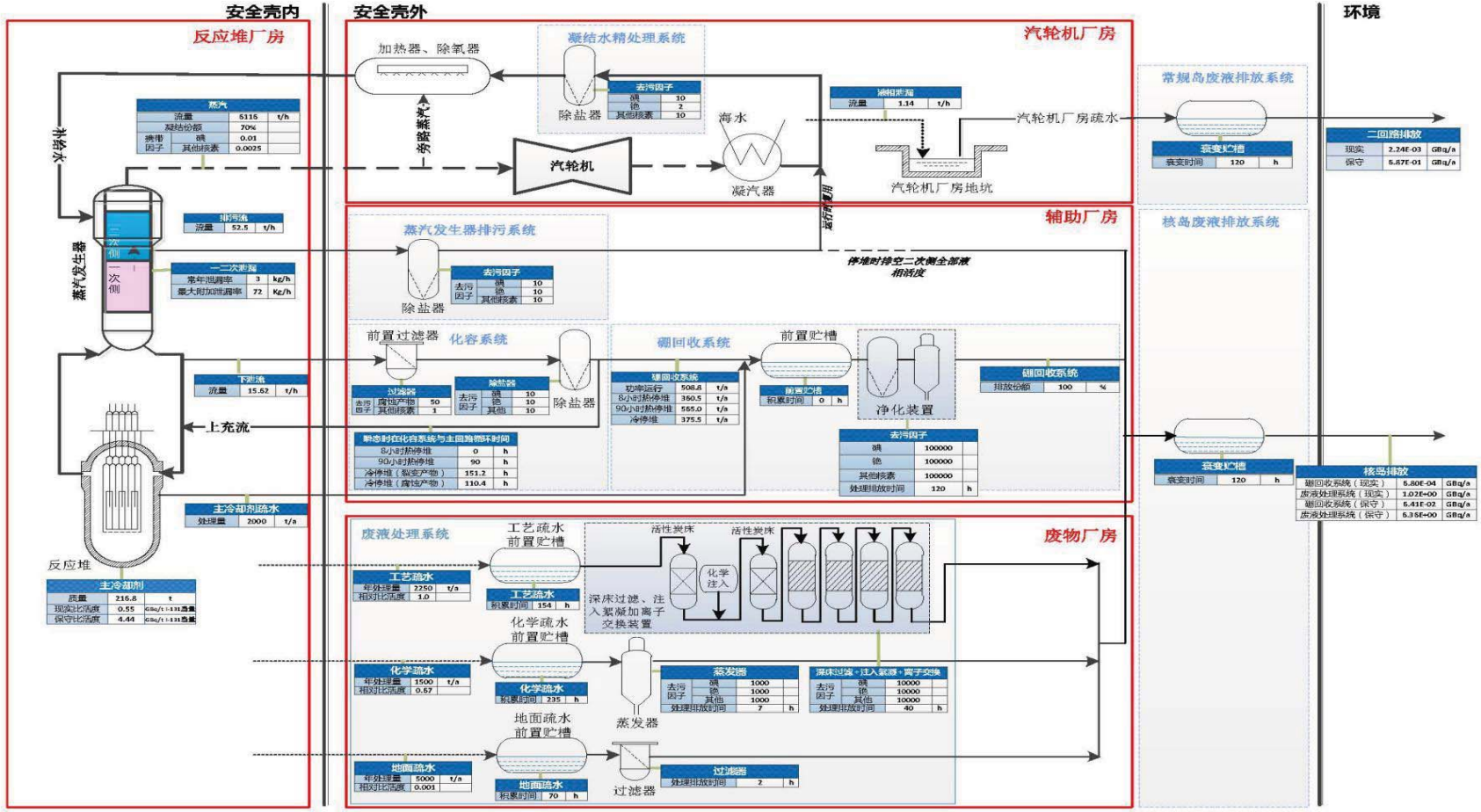


图 4.6-5　液态放射性流出物平衡图

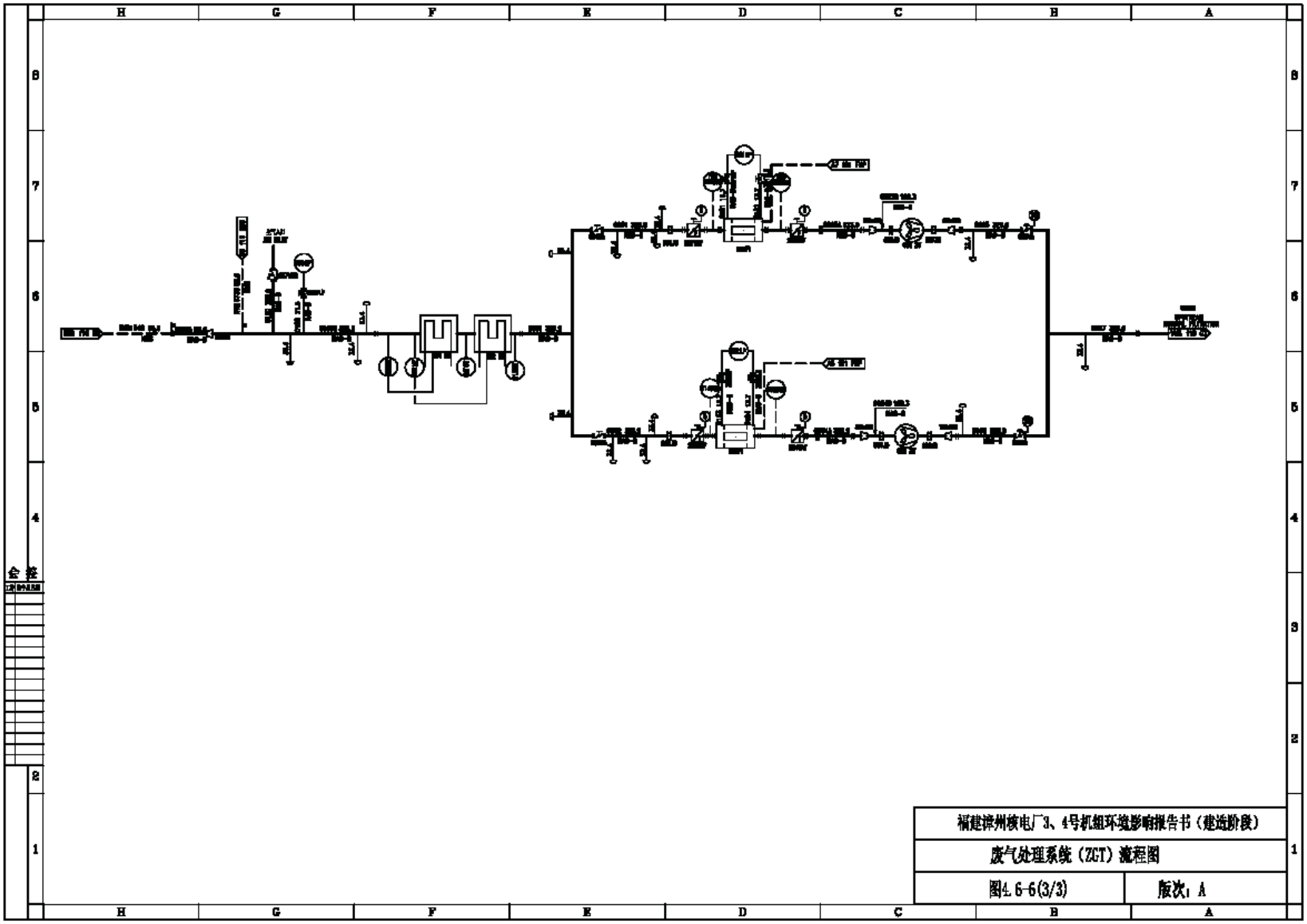


图 4.6-6　废气处理系统（ZGT）流程图（1/3）

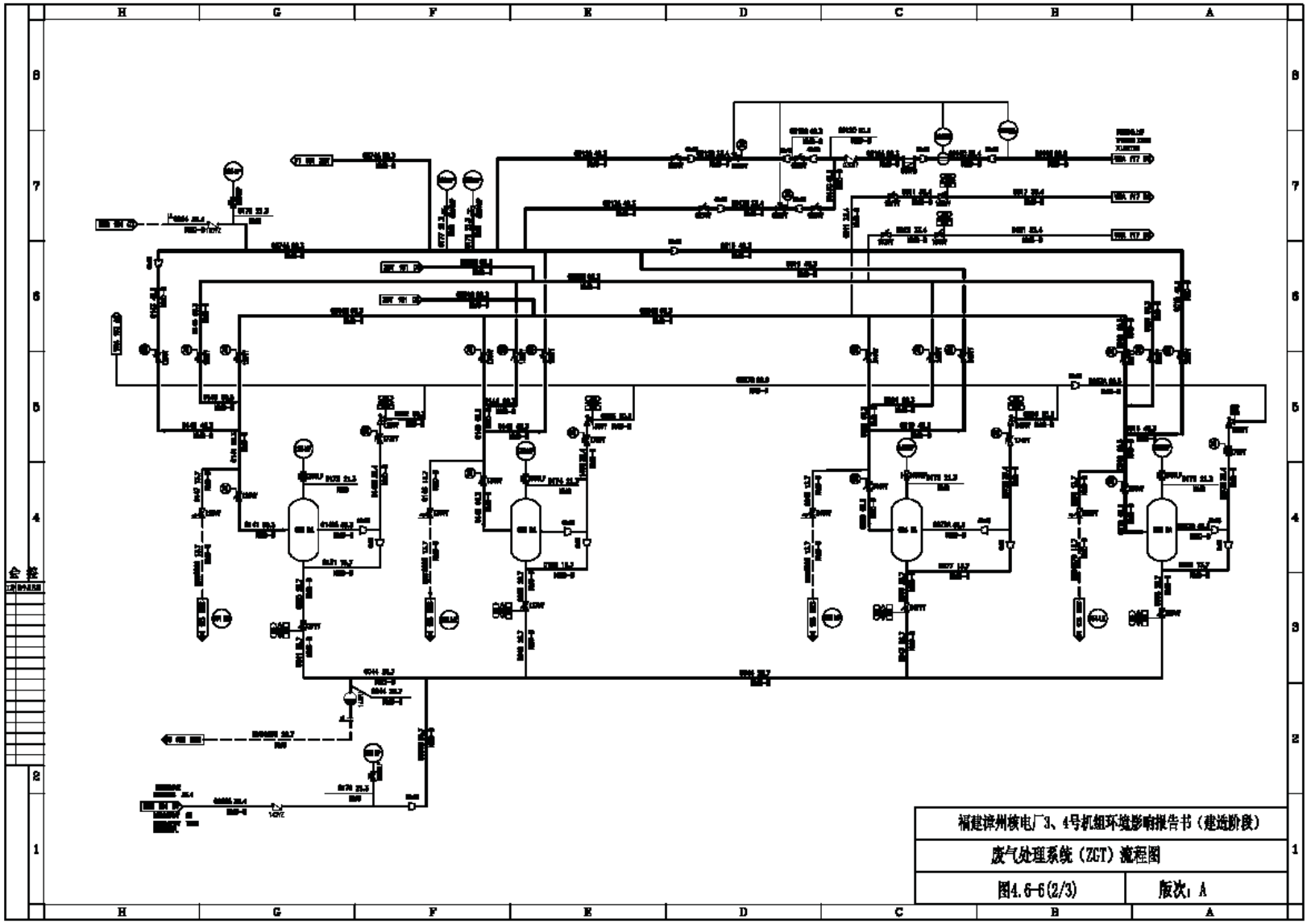


图 4.6-6　废气处理系统（ZGT）流程图（2/3）

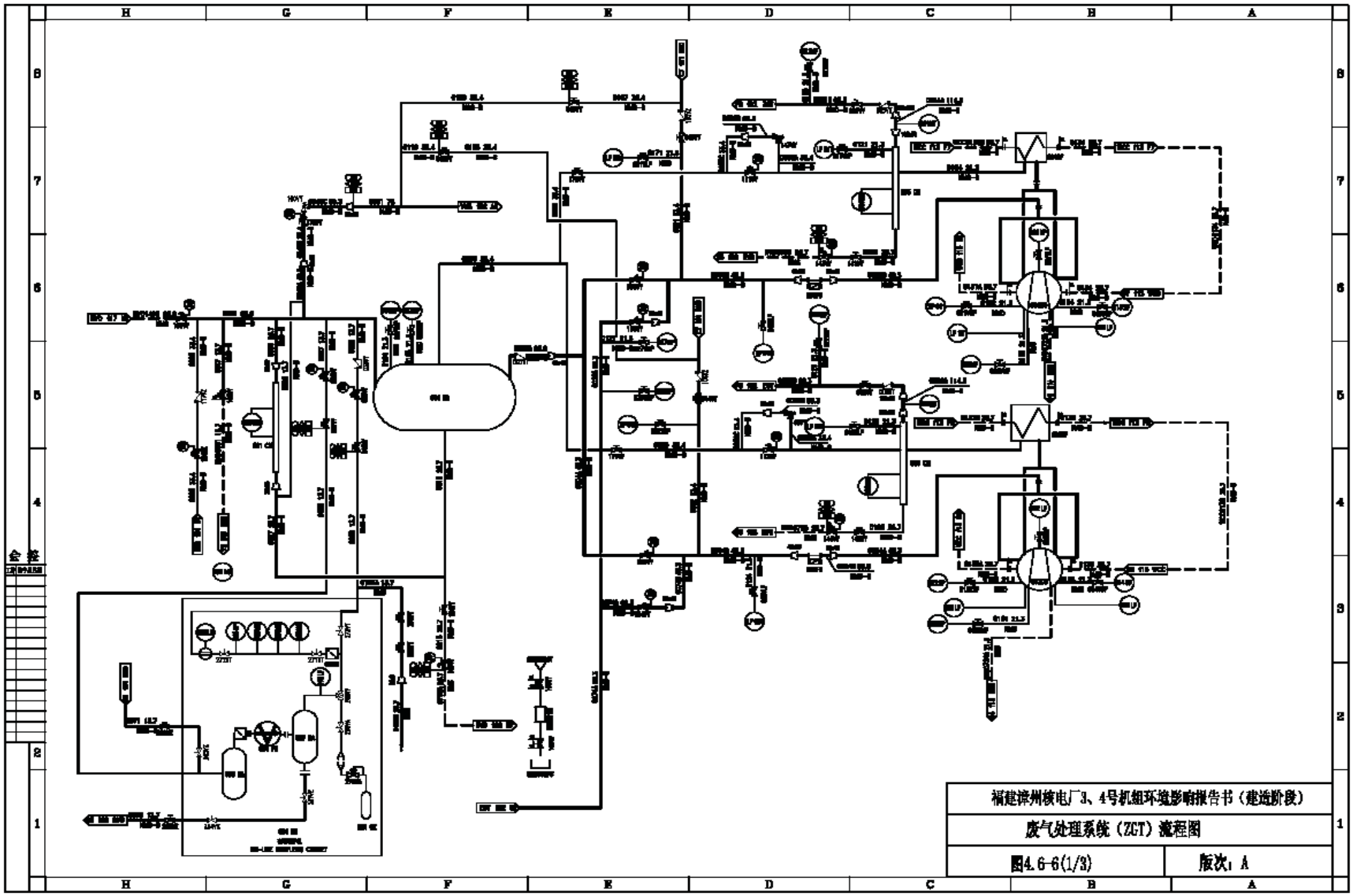


图 4.6-6　废气处理系统（ZGT）流程图（3/3）

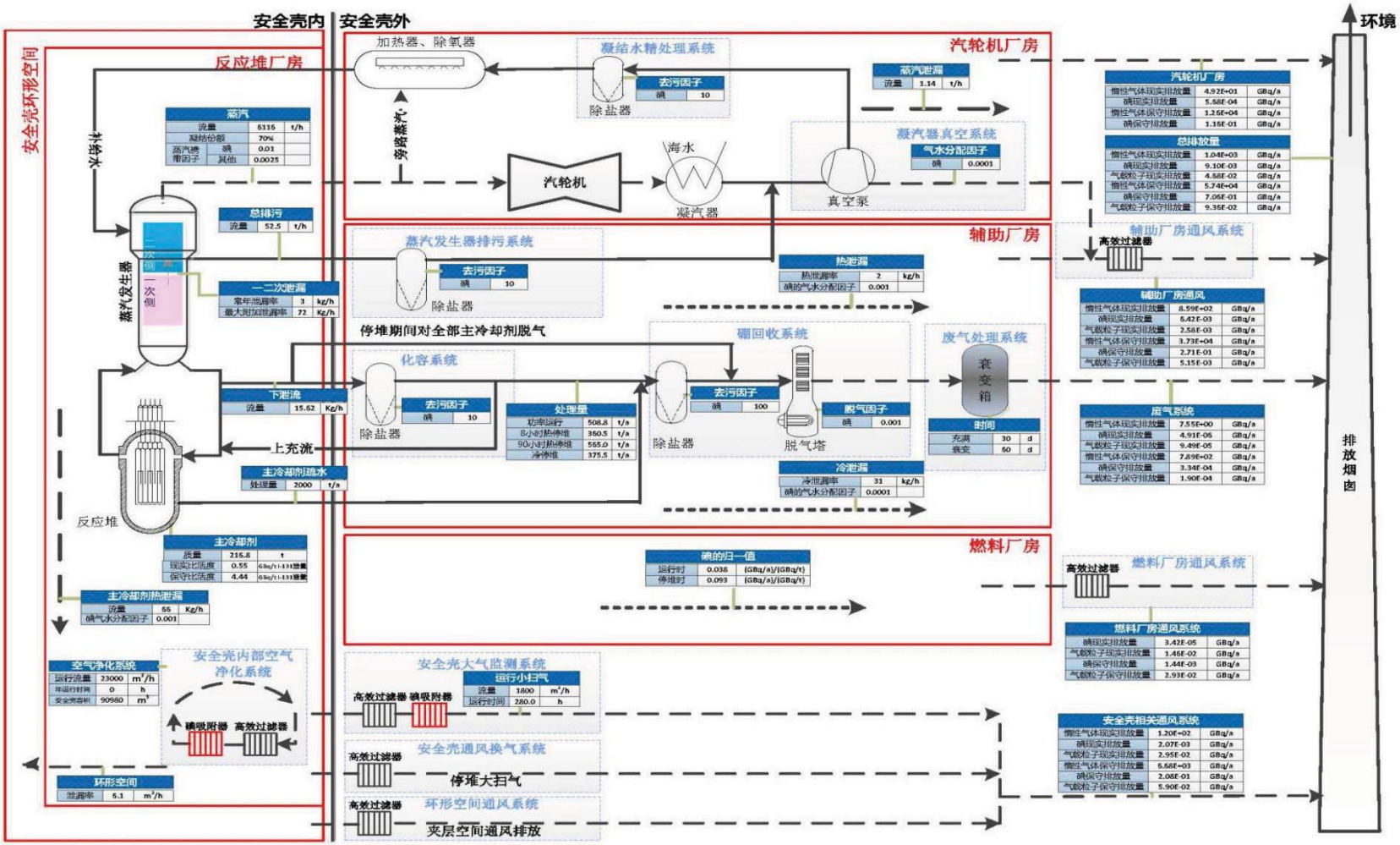


图 4.6-7　气载放射性流出物平衡图

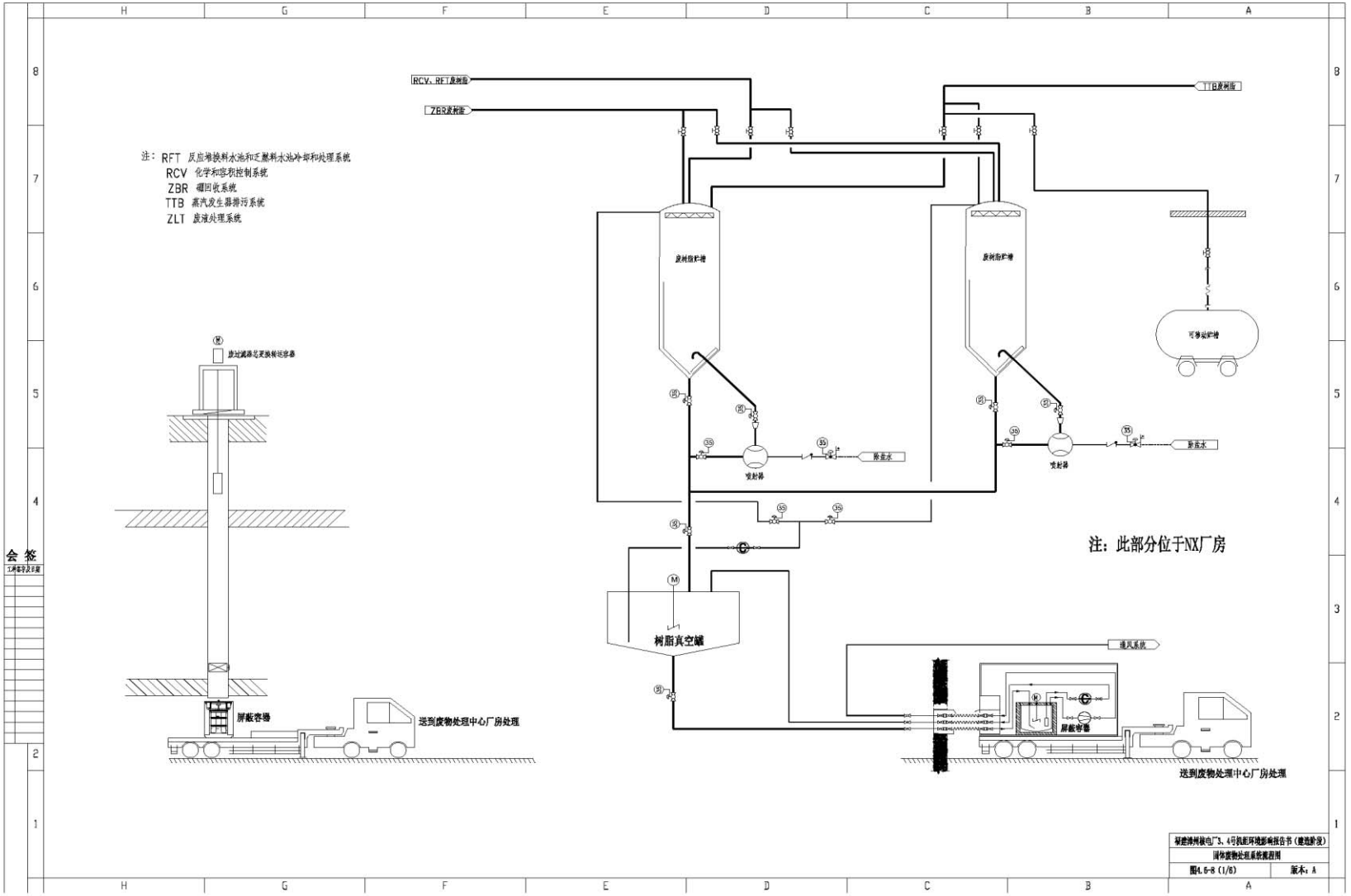


图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（1/6）

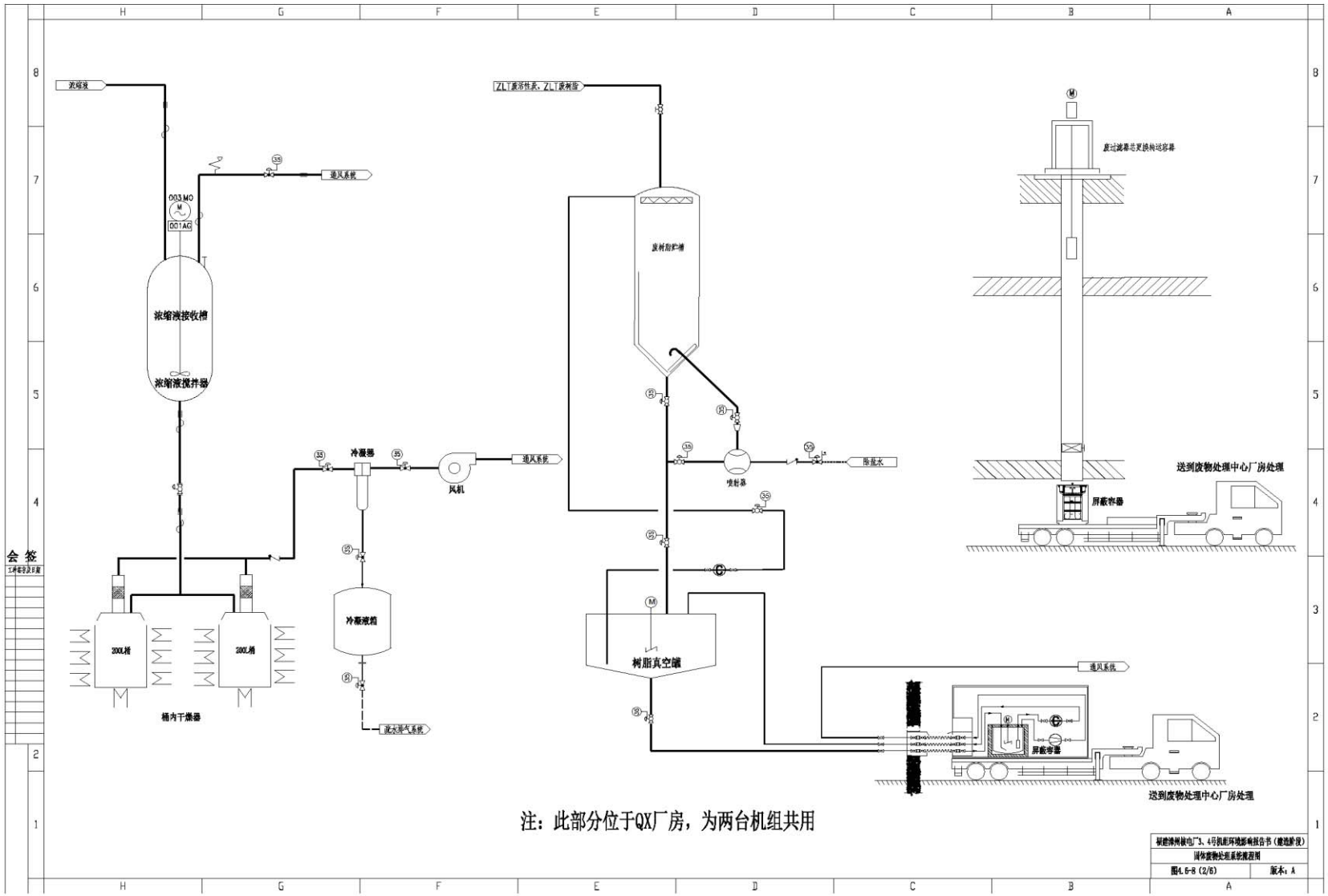


图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（2/6）

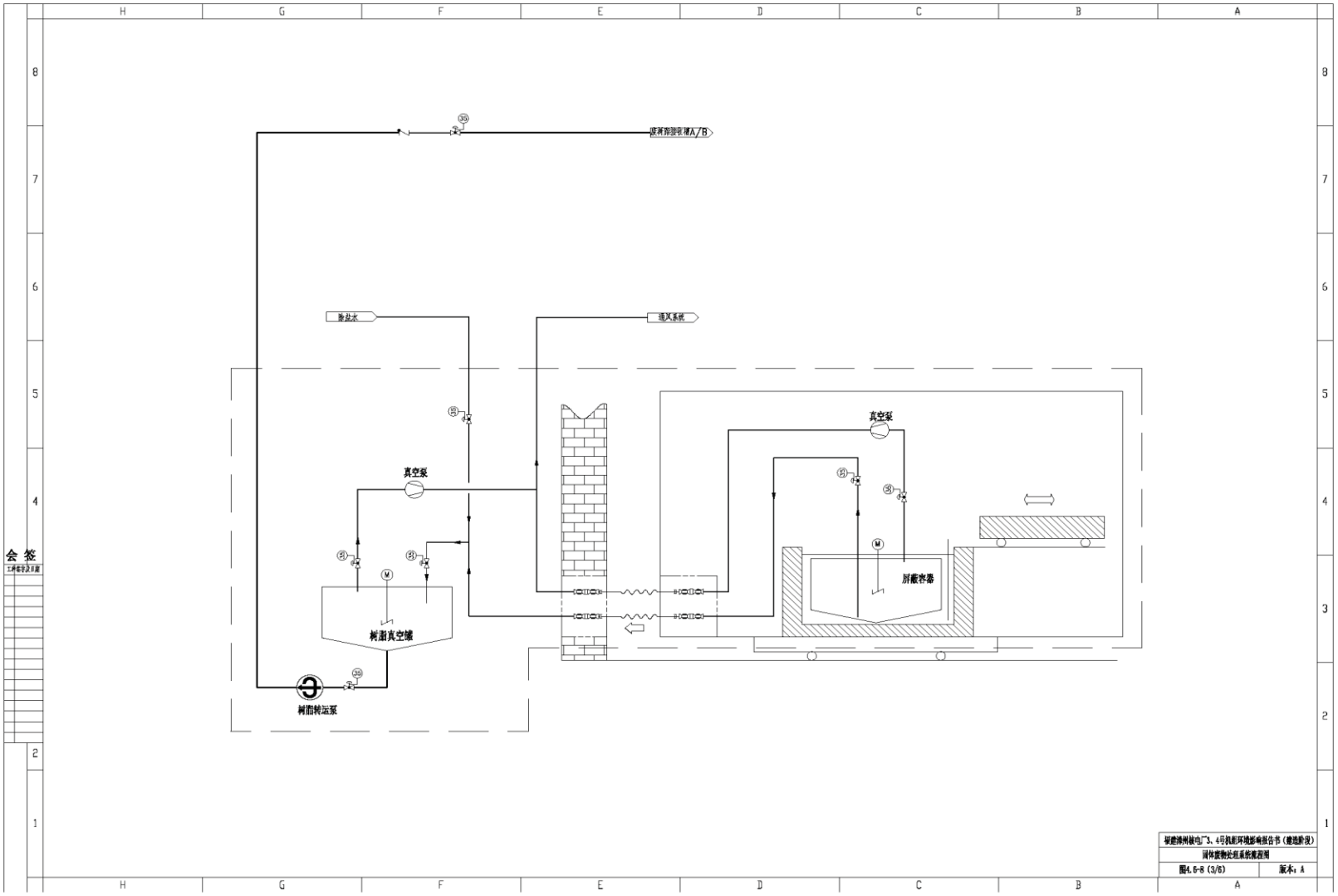


图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（3/6）

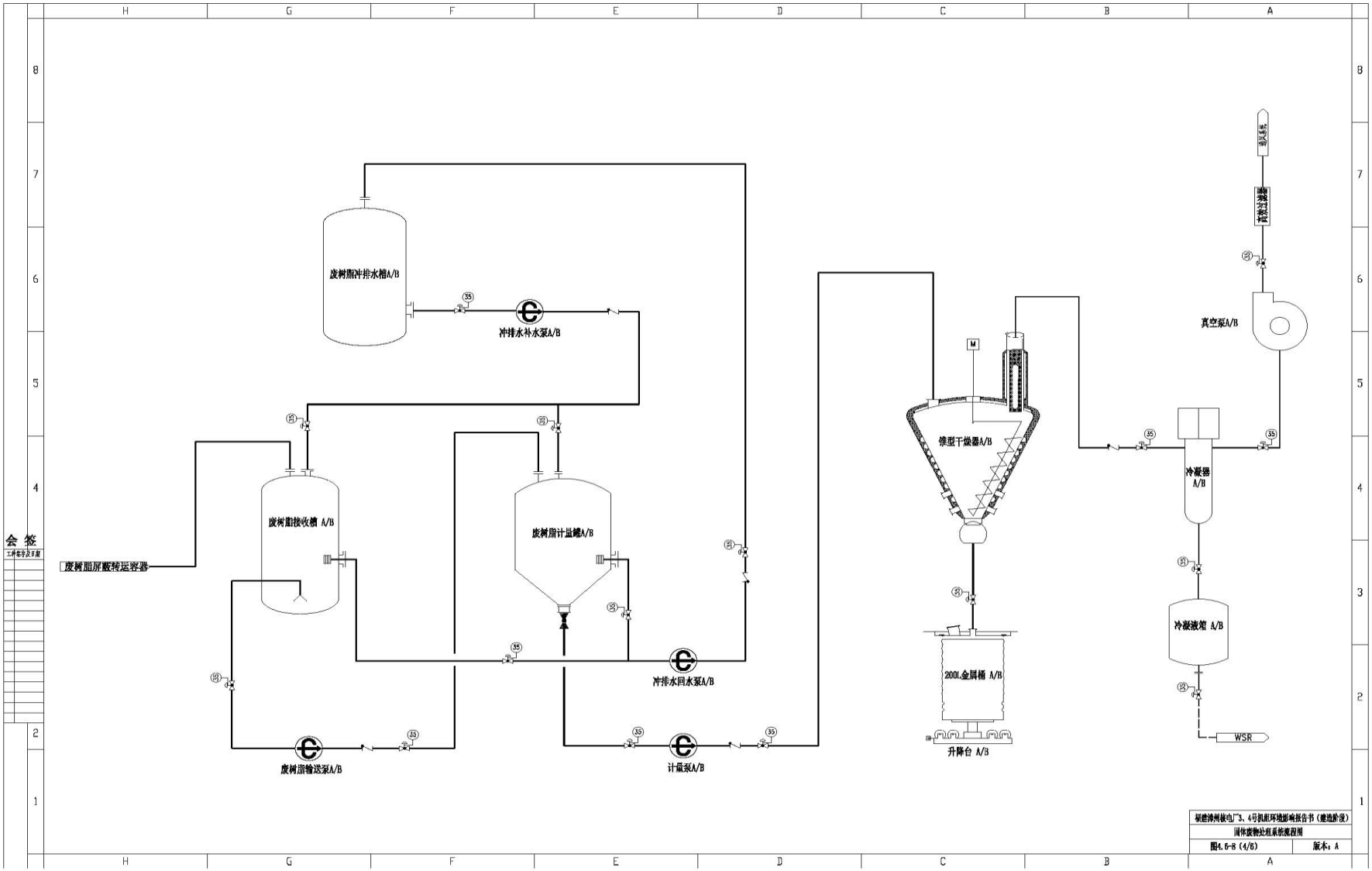


图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（4/6）

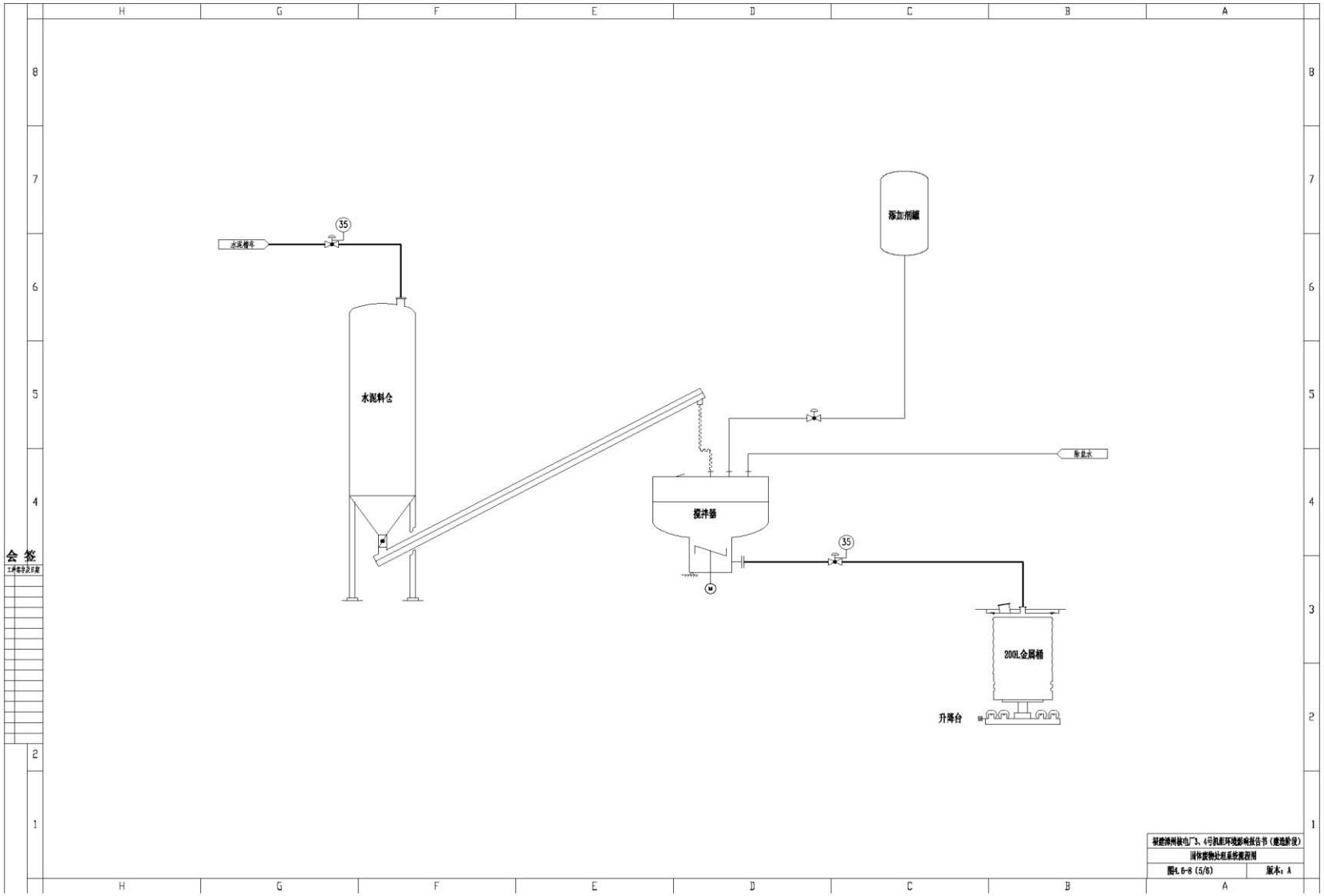


图 4.6-8 固体废物处理系统（ZST）流程图（5/6）

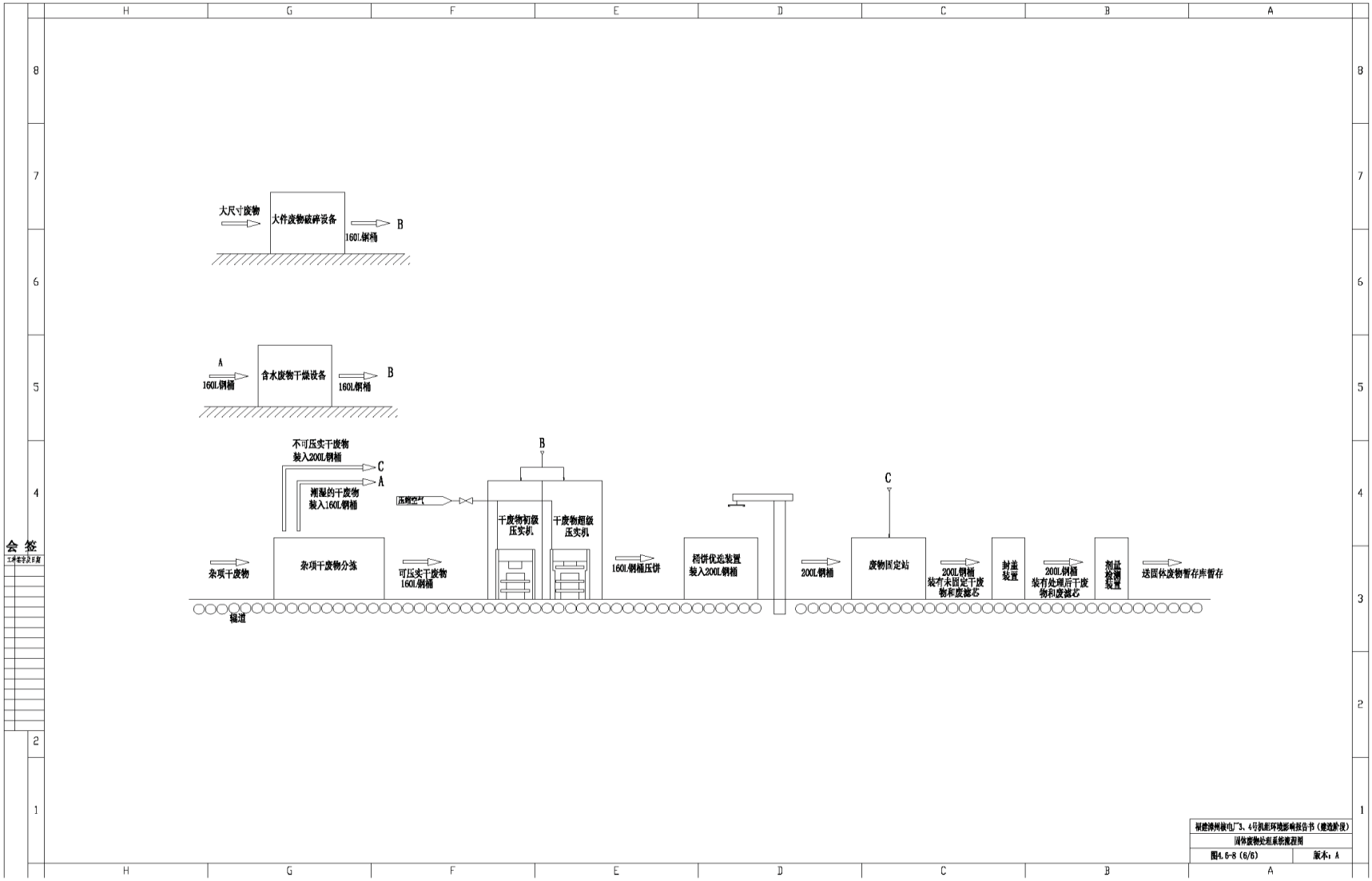


图 4.6-8　固体废物处理系统（ZST）流程图（6/6）

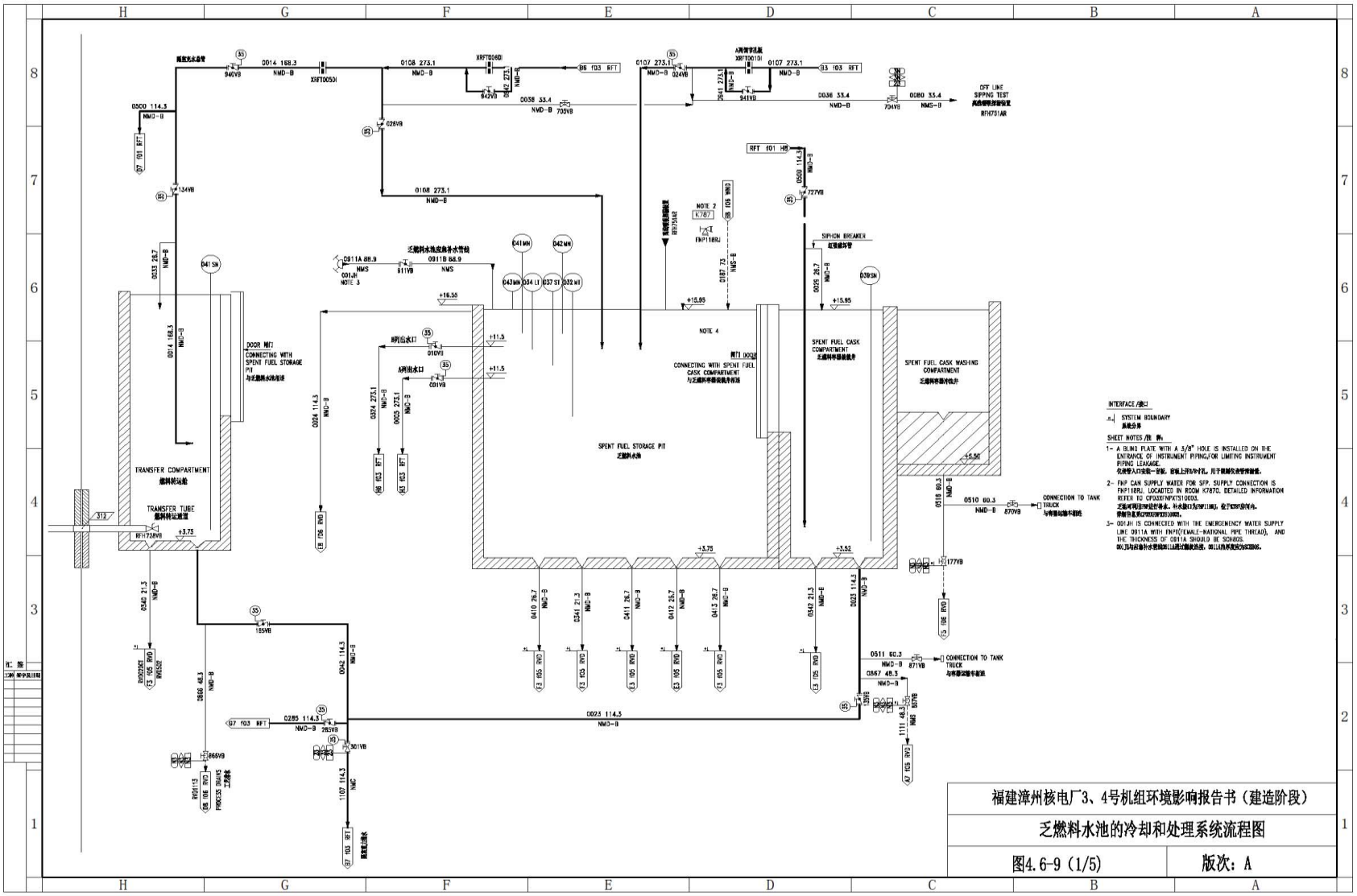


图 4.6-9　乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（1/5）

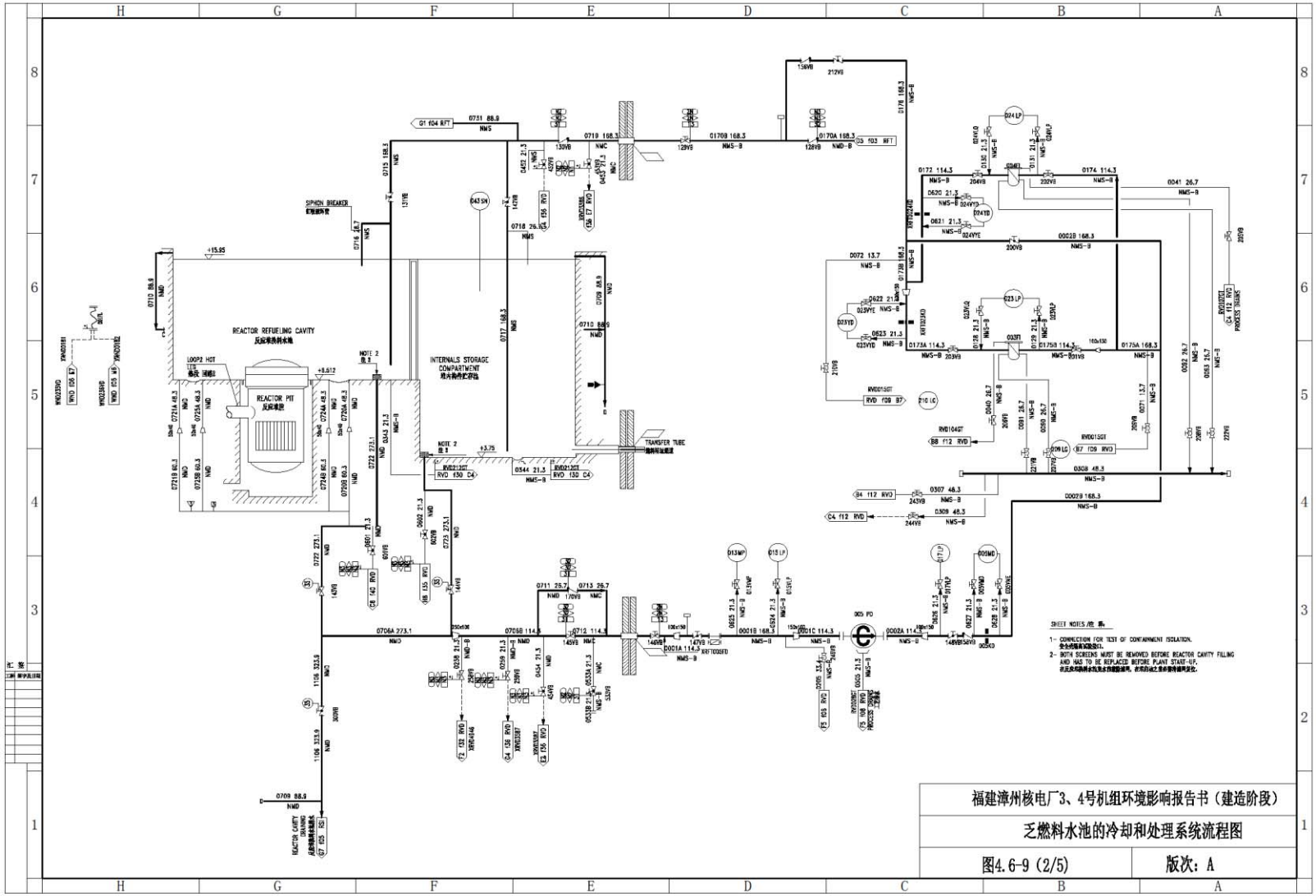


图 4.6-9　乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（2/5）

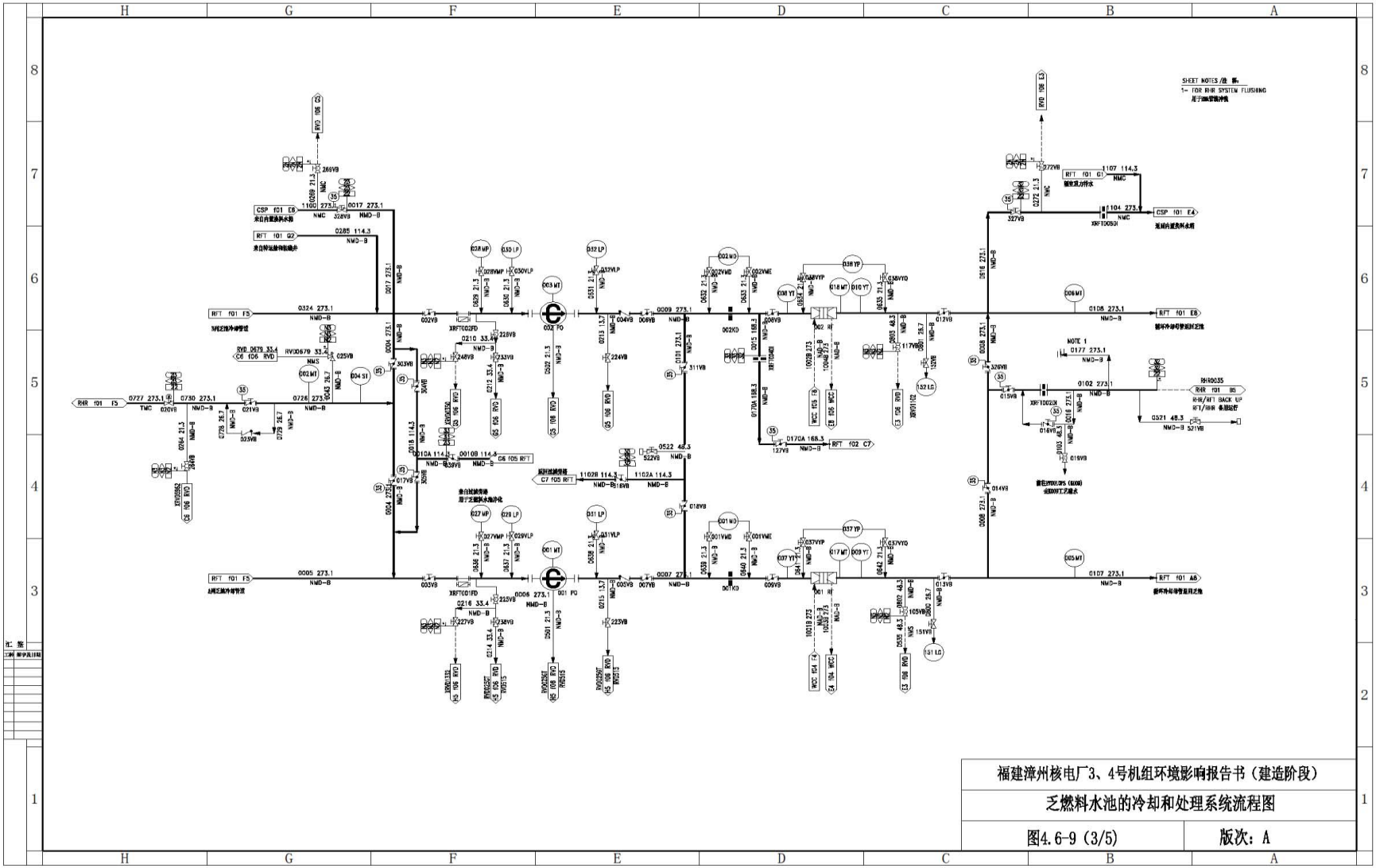


图 4.6-9　乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（3/5）

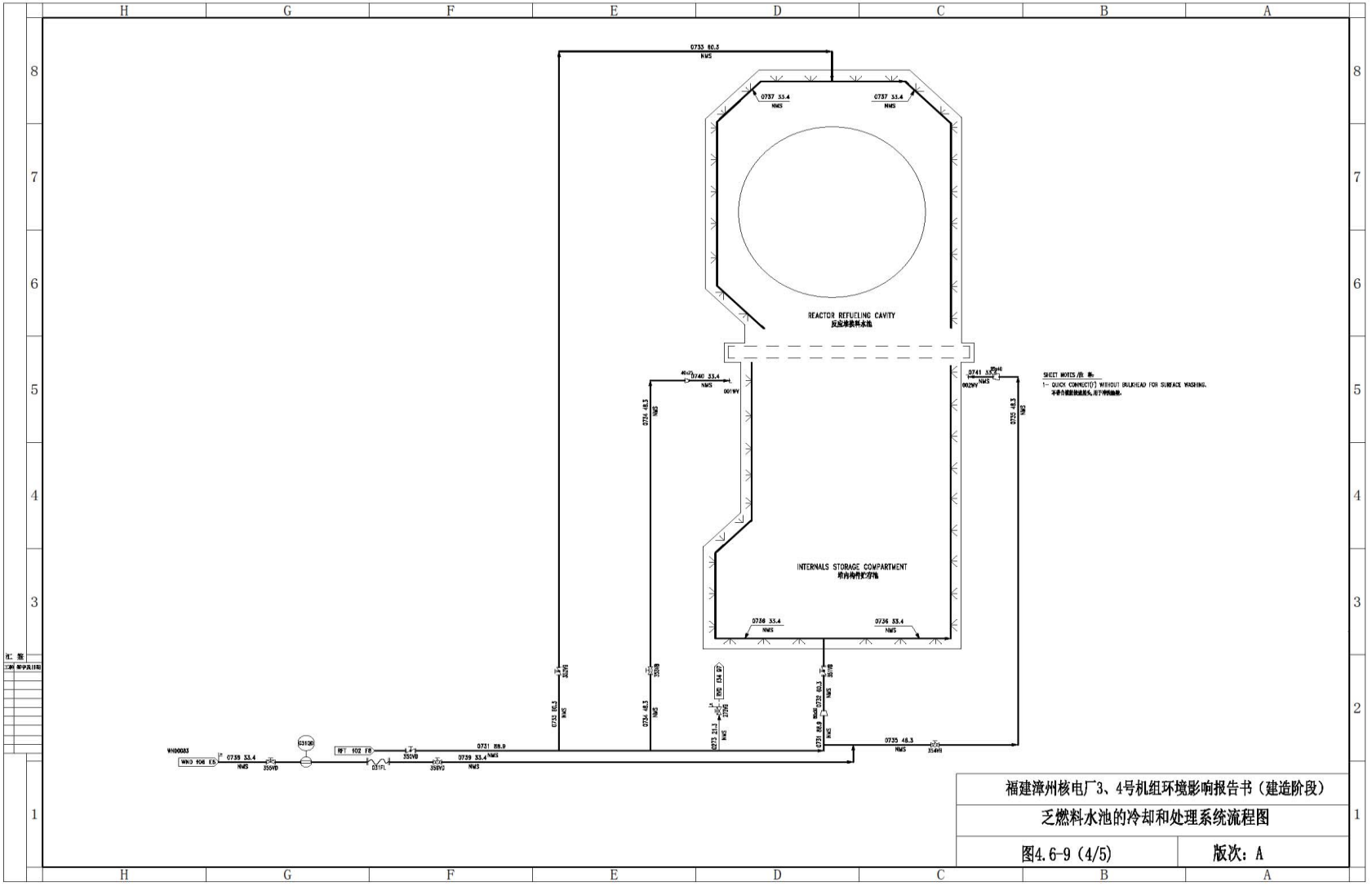


图 4.6-9　乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（4/5）

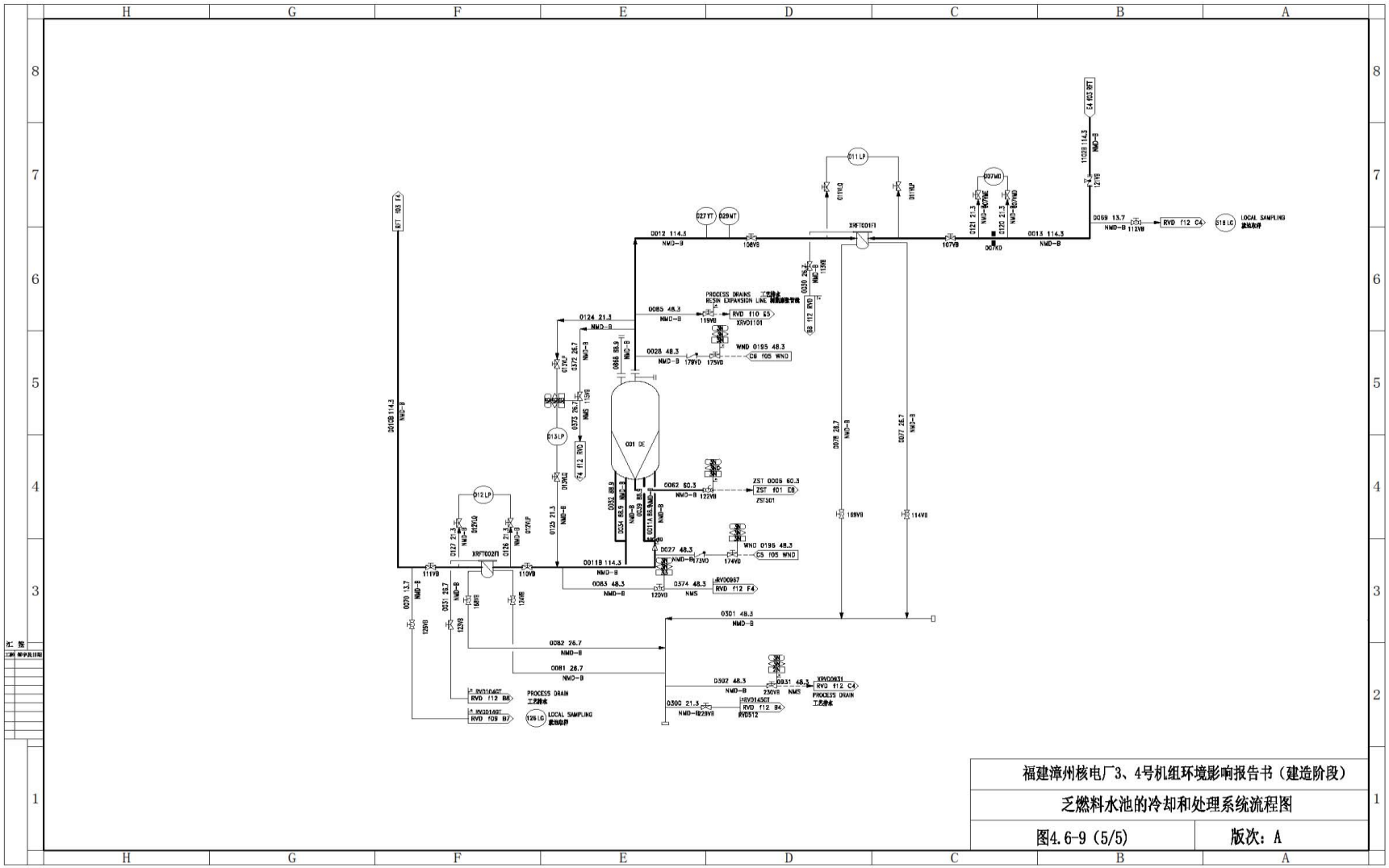


图 4.6-9　乏燃料水池的冷却和处理系统流程图（5/5）

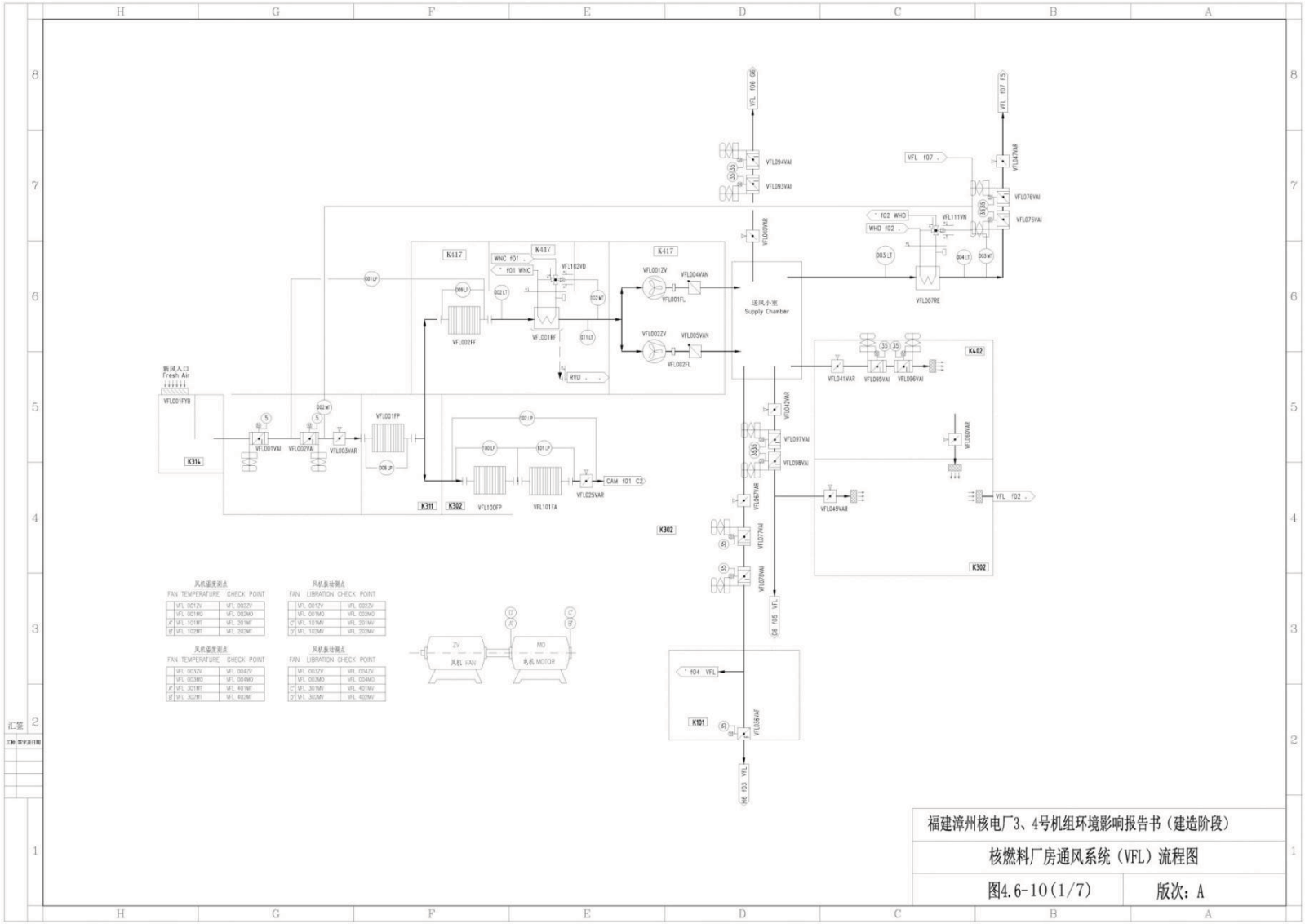


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（1/7）

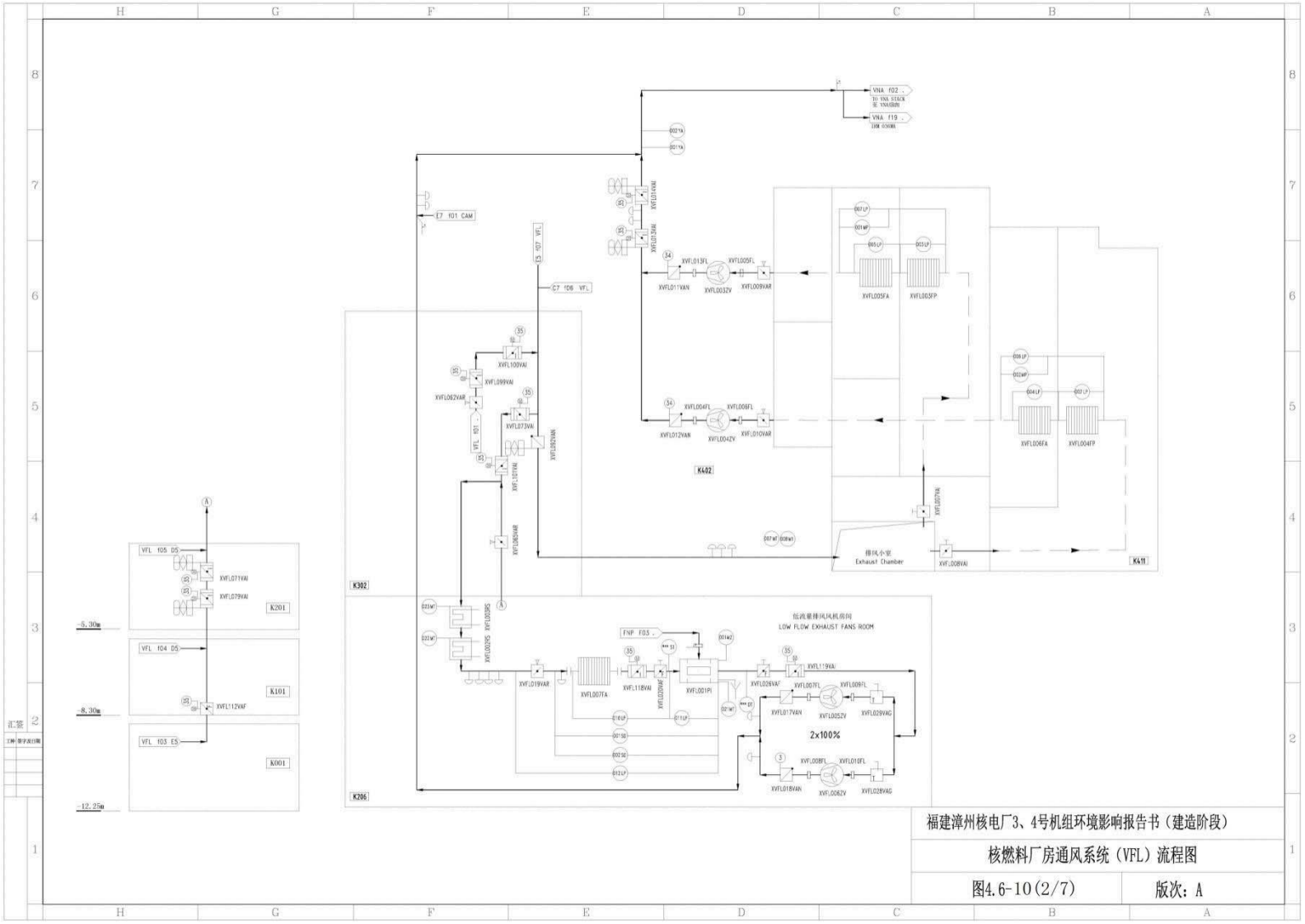


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（2/7）

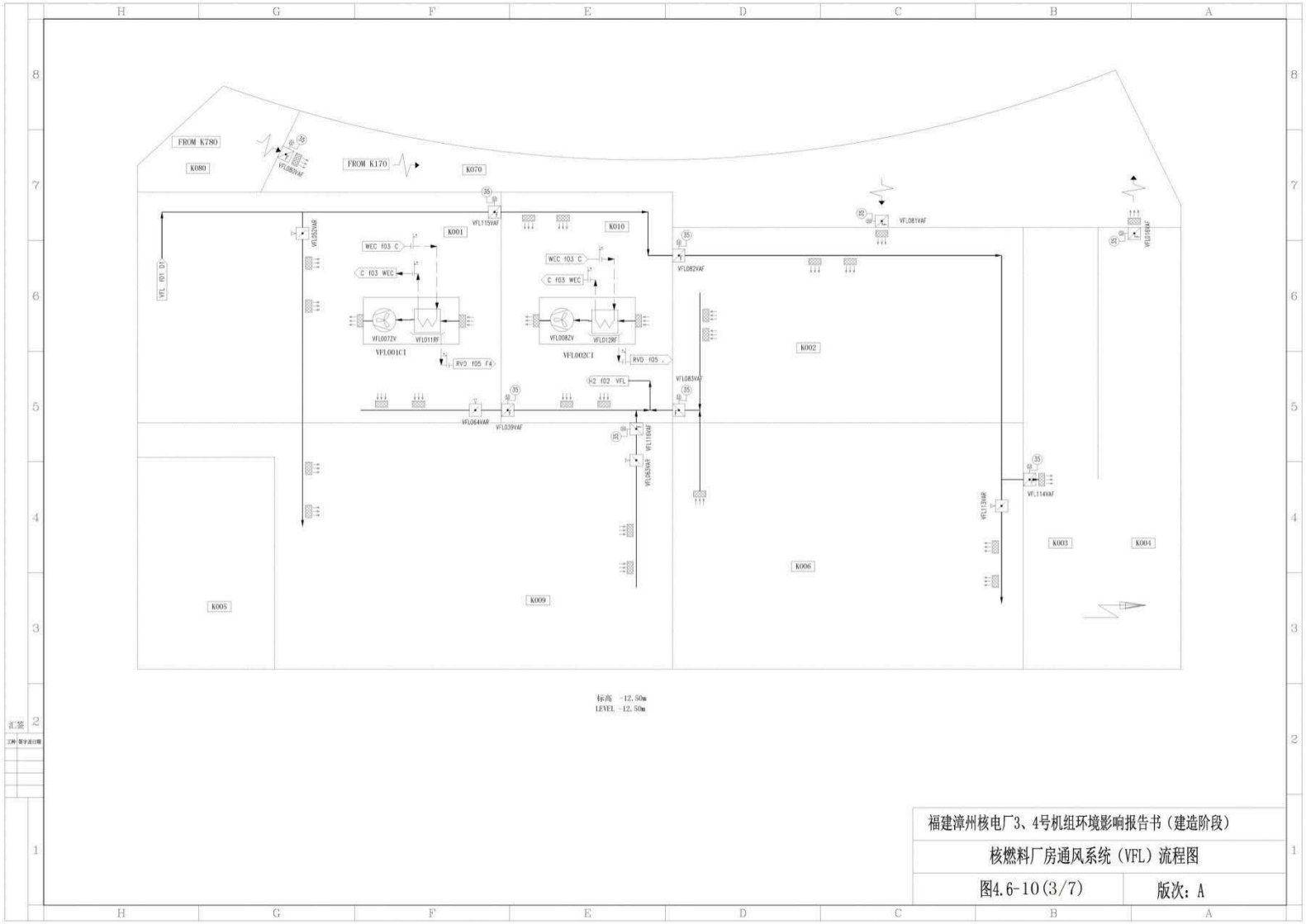


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（3/7）

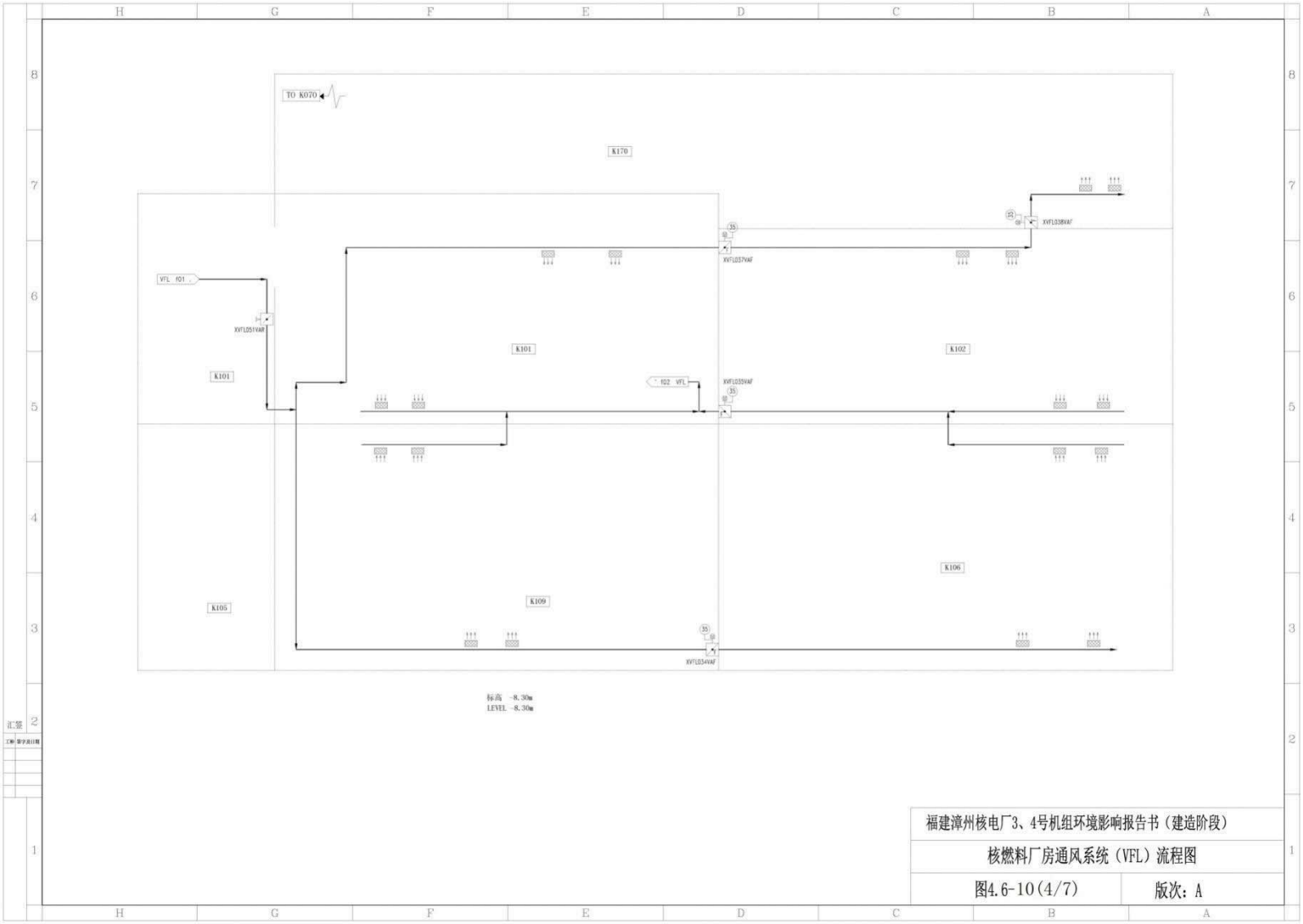


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（4/7）

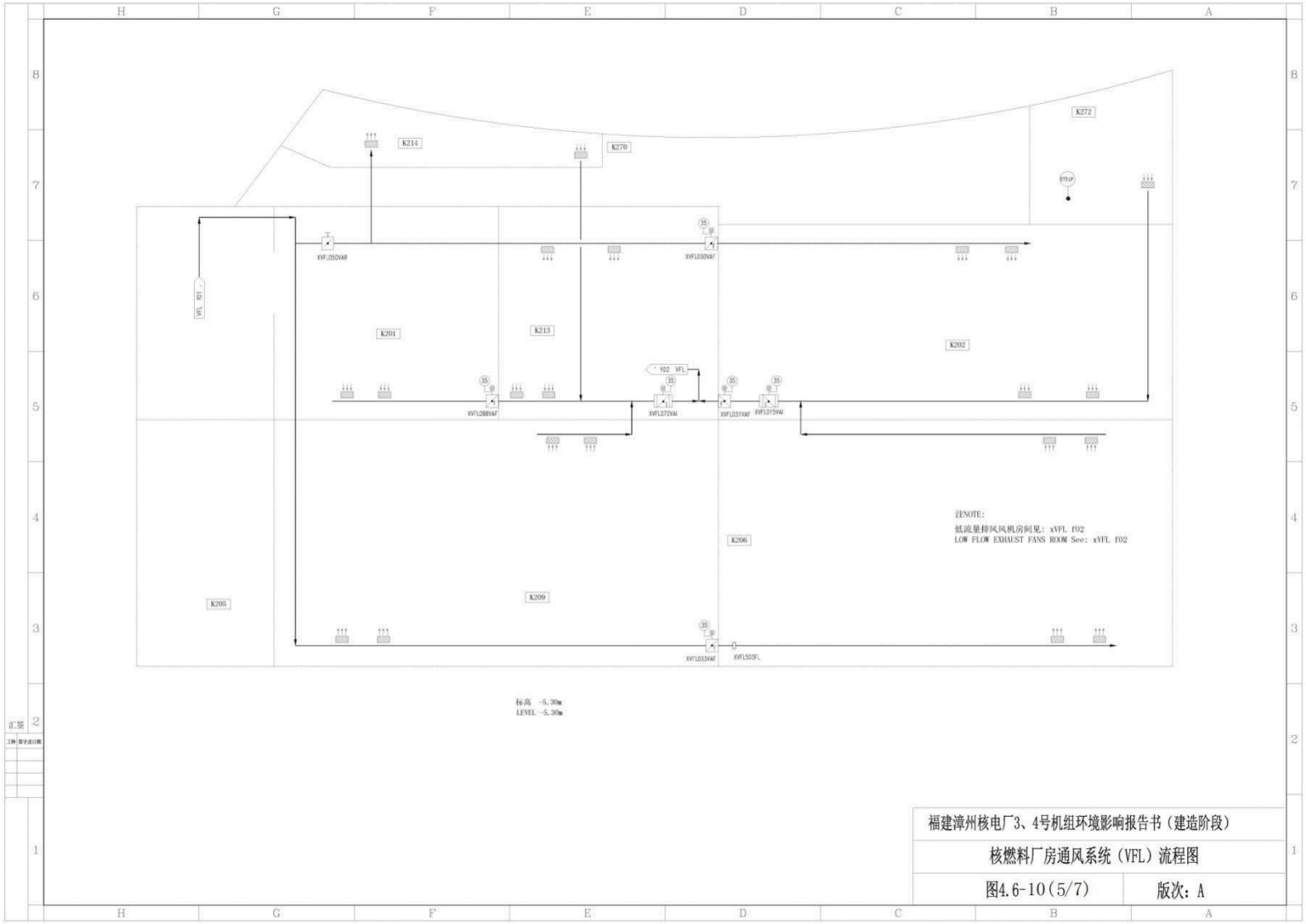


图 4.6-10 核燃料厂房通风系统流程图（5/7）

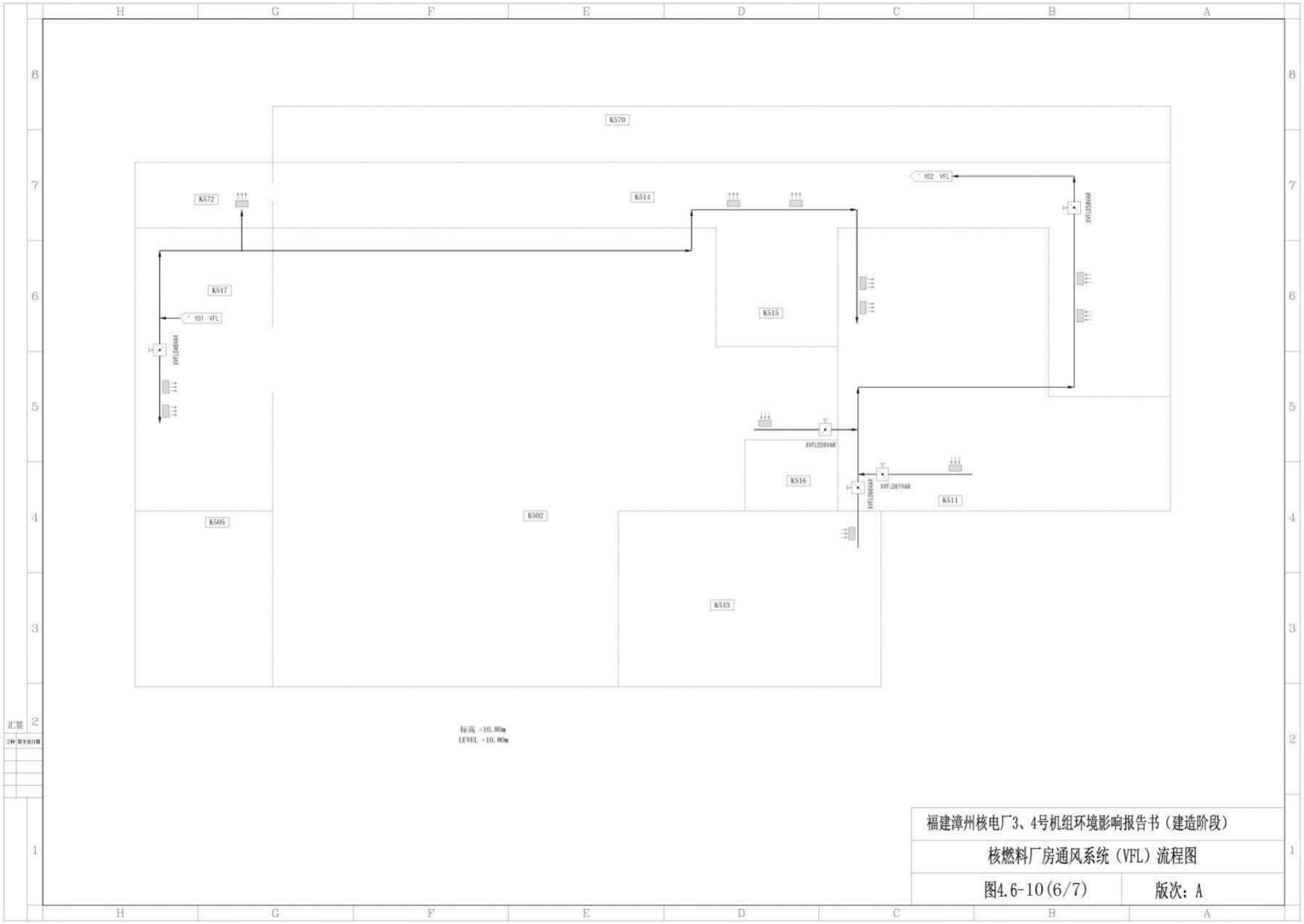


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（6/7）

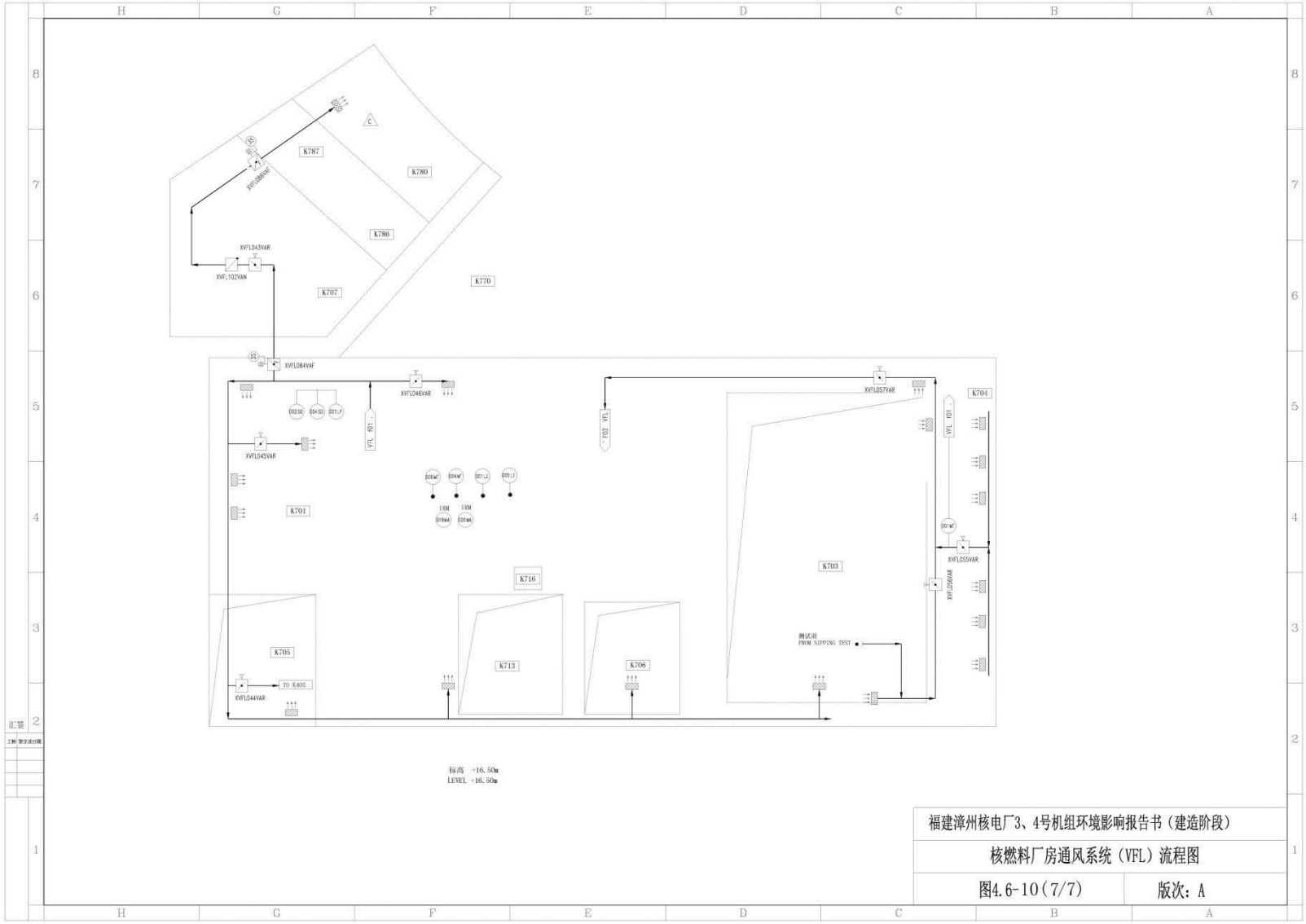


图 4.6-10　核燃料厂房通风系统流程图（7/7）

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

5.1.1 施工建设对土地利用的影响

5.1.2 施工建设占用土地情况

5.1.3 施工活动对自然环境的影响

5.1.4 施工活动对社会环境的影响

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对水资源利用的影响

5.2.2 海域施工对水环境的影响

5.2.3 减轻施工过程对海域环境影响的措施

5.2.4 施工期监测

5.3 施工影响的控制

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

5.3.2 施工扬尘的控制措施

5.3.3 施工噪声的控制措施

5.3.4 场地回填的控制措施

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

5.3.6 非放射性物质的控制措施

5.3.7 放射源的管理措施

5.3.8 设计地形地貌的改造措施

5.3.9 水土保持措施

5.3.10 施工期的节水措施

5.3.11 施工期监测

表

表 5.2-1 2020 年~2022 年调查站位分布表

表 5.3-1 施工期大气环境监测点设置情况

表 5.3-2 施工期厂区位置噪声监测点设置情况

表 5.3-3 厂区外噪声监测点设置情况

图

图 5.2-1 2015 年~2017 年施工期海域监测站位图

图 5.2-2 2018 年~2019 年施工期海域监测站位图

图 5.2-3 2020 年~2022 年施工期海域监测站位图

图 5.3-1 施工期大气环境监测点位置示意图

图 5.3-2 施工期厂区位置噪声监测点位置示意图

图 5.3-3 厂区外噪声监测点位置示意图

5.1 土地利用

5.1.1 施工建设对土地利用的影响

施工建设对土地利用的影响主要包括临时和永久道路的建造、厂区土石方的开挖与回填、建构筑物的建造等陆域施工活动所产生的影响。

5.1.2 施工建设占用土地情况

（1）占用土地情况

本期工程 3、4 号机组用地 25. 33 hm^2（3、4 号机组陆域用地 24. 43 hm^2，填海造地 0. 61 hm^2，1、2 号机组填海造地 0. 29 hm^2）。其中厂区用地 23. 02 hm^2，停车场、边角余地等用地 2. 31 hm^2。

施工场地利用 5、6 机组北侧预留场地，面积 28. 45 hm^2。

3、4 号机组需新增联合泵房用海面积约 0. 67hm^2；由于 3、4 号机组海域使用论证工作正在开展，其余拟申请用海待后续补充。

（2）土地利用合理性分析

- 厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇，厂区与周围城乡总体规划（城市发展规划、工业规划、土地利用规划）是相互适宜和可行的。
- 漳州核电站在厂址选择过程中，尽量选择荒山坡地，减少占用良田。
- 厂址附近无大中型工矿企业、交通要道、风景名胜和军事设施，人口较少，地下目前暂无可供开采的矿产资源。
- 工程建设按照统一规划、分期建设，辅助设施按规划一次建设完成，占地规模较小，减少用地。
- 合理确定核岛间距，建、构筑物的布置尽量紧凑，不仅密切工艺联系，还可节约用地。
- 厂区设置综合管廊，室外管线尽量敷设在管廊内，以减少直埋管线占地。
- 前期工程建设时充分利用后期工程厂区用地作为施工场地，并在厂区西南侧施工场地及其周围防护用地采用临时租地形式，施工结束后还绿并归还当地政府，通过以上办法有效减少施工用地面积。
- 厂区不设置专用绿地，按核电厂实物保护要求集中在厂前区。

综上所述，漳州核电站土地使用较为合理。

5.1.3 施工活动对自然环境的影响

5.1.3.1 对地形地貌的影响

本期工程使用的场地已在 1、2 号机组工程建设中进行过场地平整，厂区北侧需要回填部分海域。施工过程中进行必要的工程及植物措施的防护，优化施工工序，可以有效防止水土流失，同时结合厂区绿化美化，施工场地使用完毕后还绿等措施，对地形地貌改造的影响是局部的，对厂区周围生态是有利的。

5.1.3.2 水土流失

本期工程建设造成的水土流失主要发生在施工期，工程建设伴随着机组负挖、材料堆放和土石方中转等，将改变原地貌、占压土地和损坏水土保持设施，导致土地保水保土能力下降。厂区基础开挖后，自身抗侵蚀能力较弱，堆场、生产及辅助生产建筑物等施工会加剧扰动破坏，更容易产生水土流失。本工程施工中产生的松散土方容易在降雨因子作用下，随地表径流进入附近海域，如不进行围护，可能增加临近海域局部水体浊度，增大含沙量，将对临近海域水质产生负面影响。

但该项目位于南方多雨区，林草植被恢复较快，自然恢复期较短，结合有效的工程措施（防洪排导工程、土地整治工程等）、植被种植、临时防护等措施，可有效缓解施工建设期间的水土流失现象。

5.1.3.3 对生态环境的影响

工程施工期需要对厂址场地进行平整，需剥离原有地表植被，土石方挖掘工作也将破坏原有生境条件，改变当地特别是土壤生物的种群及群落结构，若处理不当将会造成水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在建设施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

5.1.3.4 对大气环境的影响

施工过程中，由于负挖的爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会使施工区域尘土飞扬、大气中粉尘含量增高。土石方施工完成后，当地的大气质量将很快得以恢复。因此，施工过程中粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。

5.1.3.5 对声环境的影响

土石方工程施工期间，开挖爆破以及各类施工和运输机具所产生的噪声对厂址周围的声环境将产生一定的影响。但爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，其影响时间短，爆破施工完毕，噪声也即消失。最近的居民点人家村距离 4 号反应堆 1.41km，距离较远，

预计不会出现扰民现象。因此核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。

5.1.3.6 对水环境的影响

施工期间生产临建区（5、6 号机组冷却塔所在区域）、办公临建区（搅拌站区域）施工单位自建临时化粪池，由合格第三方进行清理。其他施工临建区视情况设置旱厕或移动式环保厕所，定期清掏处理。

施工生产用水主要用于消耗和重复利用。施工期的生产废水部分经澄清后回用于混凝土养护等，部分经处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级标准后排放至东山湾海域或外运处理。施工生产废水排放量不大。

满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。因此，陆域施工活动对水环境的影响很小，是局部的、暂时的，是可以接受的。

5.1.3.7 产生的固体废弃物对环境的影响

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间由指定的承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

施工期间产生的危险废物主要包括：土建工程废物：废油漆桶；使用酸进行清洗产生的废酸液；显（定）影液；废弃机油、润滑油；失效油漆；废油漆桶。安装工程废物：丁醇、丙酮；废弃柴油、汽油；废弃机油、润滑油等；废显（定）影剂、胶片及废像纸；废腐蚀液、废洗涤液等；油漆桶；废弃的铅蓄电池；废电路板；废油漆；废酸。土建、安装施工产生的各类危险废物，分类临时存放，委托具有危废处理资质的单位统一外运处理。

因此，本工程施工期间固体废弃物对环境的影响是局部的、暂时的，是可以接受的。

5.1.4 施工活动对社会环境的影响

5.1.4.1 对厂区周围历史古迹的影响

厂址半径 5km 范围内无省级以上文物古迹，建设活动对当地历史古迹及风景区没有影响。

5.1.4.2 对风景名胜区的影响

厂址半径 5km 范围内没有风景名胜区及自然保护区。

5.1.4.3 对居民生产生活的影响

本工程的建设将永久占用土地，所用土地均在核电厂的拟征地范围内。厂址非居住区半径范围内没有居民点。对社会环境的影响十分有限。

本工程在建设期间需要大量的工程施工人员，这些外来施工人员进驻施工现场，并在该地区居住和生活，这将增加该地区的消费能力，增加当地居民的就业机会，一定程度上将促进该地区经济的发展，同时对当地居民的物价指数可能会带来一定影响。

5.2 水的利用

5.2.1 施工活动对水资源利用的影响

（1）施工期用水

核电厂施工期用水主要为淡水，主要包括施工生产用水和施工生活用水。施工生产用水供给混凝土骨料清洗、生产、浇注、养护、冲洗机具、石料加工场冲洗和降尘、砌砖等施工用水。施工生活用水供给施工人员生活用水，其水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）。

（2）施工期用水量

福建漳州核电厂 3、4 号机组施工期间施工生产用水最大日用水量为 2215m^3/d，施工人员生活用水最大日用水量为 550m^3/d，施工现场降尘和洗车用水量为 232m^3/d。考虑管网漏损水量和未预见用水等，施工期间最大日用水量约为 3304m^3/d。

（3）供水水源

福建漳州核电厂 3、4 号机组施工期间所需的淡水由福建漳州核电厂淡水厂供给。淡水厂的原水取自峰头水库。峰头水库为漳江流域的龙头水库，多年平均径流量 3.63 亿 m^3，97%可供水量达 2.13 亿 m^3，在满足灌溉用水、生活生产用水及补充东山县用水外，尚有较富余水量，可保证核电厂的淡水用水量。

（4）施工期用水对周围水用户的影响

根据《漳州核电厂 3、4 号机组水资源论证报告书》（报批稿），本工程取水不影响峰头水库现有用水户（农业灌溉和云霄县自来水厂等）的取水条件。本工程周围用水户淡水用水主要来自自来水厂和各自然村水井。因此，本工程施工期用水对周围用水户无影响。

综上所述，本工程施工期用水是合理的，对水资源利用无影响。

5.2.2 海域施工对水环境的影响

目前 1、2 号机组取排水工程等海工构筑物正在实施建设。3、4 号机组与 1、2 号机组共用取水工程，排水工程考虑单独新建暗涵排水工程方案。

海域施工建设过程中对水环境的影响主要来自排水隧洞、排水头部、临时施工围堰等

海工工程施工。海工构筑物的施工会造成厂址附近局部海域环境发生暂时性变化，从而对该海域的环境造成一定的影响。

海域工程施工对水环境的影响主要表现为悬浮泥沙对海洋水质环境和生态的影响。工程施工将引起海域悬浮泥砂颗粒物增加，水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，导致局部海域内浮游植物生物量下降，引起初级生产力水平降低。施工期影响仅是短期影响，施工结束后，水体中的泥沙将在重力作用下以下沉为主，在施工停止一段时间后，绝大部分泥沙将沉降于海底，海水会很快变清。

5.2.3 减轻施工过程对海域环境影响的措施

（1）减少围填泥沙入海污染海洋环境影响的措施

①避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工。

②将施工期环保要求列入招投标内容。

（2）减轻疏浚过程对海域环境影响的环保措施

①基槽和爆破挤淤淤泥清淤时，尽量采用抓斗式挖泥船并尽量采用封闭式抓斗挖泥船，以减少悬浮泥沙入海量。

②开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发现，应立即采取措施。

（3）施工船舶及重件码头靠港船舶机舱含油污水处理措施

①施工船舶含油污水不能随意排放，对于未安装油水分离器的小型船舶，可考虑施工期在岸上增设油水分离和处理设施。

②施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。

③严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

④根据 MARPOL73/78 公约，重件码头靠港船舶舱底油污水经自备油水分离器处理达 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准（发布稿）》要求后到港外排放，禁止在港内排放。

⑤重件码头到港船舶未配备油水分离处理设施，或因故障未能正常运行的，应直接交予有资质的含油污水接收处理船接收处理。

5.2.4 施工期监测

1、2 号机组工程施工期间已开展多次跟踪监测工作。中国水产科学研究院东海水产研究所于 2018 年 3 月完成了《漳州核电厂一期工程施工期海域环境监测及分析评价专题报告(最终稿)（2015-2017）》，具体站位布设见图 5.2-1。经与本底数据初步相比，工程建设对海洋环境的影响主要表现在海水水质、海洋生态方面，沉积物和海洋生物质量均符合第一类海水水质标准，变化不明显。

国家海洋局厦门海洋环境监测中心站于 2020 年 3 月完成了《福建漳州核电厂 1、2 号机组工程施工期海域环境监测及分析评价最终成果报告》，具体站位布设见图 5.2-2。大部分水质参数均符合第一或第二类海水水质标准且浓度变化不大，且工程施工海域的悬浮物含量并未比外侧海域的含量发生明显增加。

现阶段已委托中国核电工程有限公司和青岛国茂环境检测有限公司开展福建漳州核电厂 1、2 号机组施工期海域环境监测及分析评价专题工作，并于 2021 年 8 月完成了《福建漳州核电厂 1、2 号机组工程施工期海域环境监测及分析评价中间成果报告（2020.08-2021.04）》。监测范围、监测频率及监测内容如下。

1）监测范围

本次监测具体站位布设见表 5.2-1 及图 5.2-3。

2）监测时间及频率

海水水质在施工期间每季度大、小潮各监测一次。

沉积物质量在施工期的春、秋季各监测一次。

浅海生物质量、潮间带生物质量在施工期的秋季进行监测 1 个代表性潮期监测。

浅海生物监测在施工期的春、秋季进行。

潮间带沉积物监测在施工期的春、秋季进行。

连续站海水水质在施工期间每季度大、小潮各监测一次，每 3 小时采样一次。

3）监测内容

a）海水水质

海水水质（含水文）检测项目包括：水深、透明度、盐度、水温、水色、浊度、pH 值、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、挥发性酚、无机氮（包括亚硝酸盐氮、硝酸 盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、硫化物、悬浮物、石油类、汞、镉、铅、铜、锌、砷、总铬、阴离子表面活性剂等。

b）浅海沉积物

沉积物监测的项目包括：pH 值、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类、有机碳、硫化物、含水率、氧化还原电位等。

c）潮间带沉积物

潮间带沉积物监测的项目包括：氧化还原电位（Eh）、有机碳、含水率、硫化物、石油类、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷等。

d）生物质量

在调查区域采集贝类、鱼类、藻类和甲壳类等代表性生物种类各 2 种，监测生物体内的石油烃、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷等。

e）水生生态

水生生态调查种类包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵、仔鱼）、底栖生物、微生物（粪大肠菌群）、潮间带生物、游泳动物。

f）潮间带生物质量

在调查区域采集贝类、藻类和甲壳类等代表性生物种类各 2 种，监测生物体内的石油烃、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷等。

4）调查方法

样品采集与分析按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的规定执行。

水质采样层次要求：＜10m，采集表层；≥10m，＜25m，采集表、底层；≥25m，<50m，采集表、10m、底层。石油类只采集表层。

5.3 施工影响的控制

本工程建设主要是场地平整、建构筑物负挖、运输等产生的噪声、粉尘以及施工安装等活动对周围环境的影响，为此需要采取一定的控制措施，以减少对环境造成的不利影响。

5.3.1 土石方开挖工程的控制措施

—场地平整之前，先将具有肥力的地表土剥离并集中堆放，用于绿化；

—严格按照设计要求进行施工；

－土石方爆破应严格遵守《爆破安全规程（GB6722-2014）》的相关规定；

－石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；

－合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；

—控制土方爆破范围，不会影响循环冷却水取水地段的海域水文和海床条件；

—开挖出的土方应尽可能及时运至填方地段充填，避免水土流失；

—雨季施工做好防护措施；

—场地和边坡形成后，尽早进行绿化；

—施工结束后，在全部厂址范围内，凡可进行绿化的用地均充分绿化。

5.3.2 施工扬尘的控制措施

—施工区和相关道路上散落的灰土及时清扫，道路路面上经常洒水，保持路面湿润；

— 严格控制行车速度；

— 改善道路路面；

— 尽量减少土方的临时堆置时间；

— 渣土临时堆放场应加盖布条进行防护；

— 水泥等粉状建筑材料应妥善保管，不得露天随意存放；

— 加强施工管理，合理调度运输车辆等；

— 在施工过程中对易引起飞尘的操作如钻机打孔，采用干式或湿式除尘方法，以减少粉尘。

5.3.3 施工噪声的控制措施

为尽量减少对附近居民的影响，应总结前期施工降噪经验，用于本期工程施工建设中；应严格遵守土石方爆破《爆破安全规程（GB6722-2003）》的相关规定。施工期间将采取以下措施，确保将施工噪声控制在相关规定的限度内：

— 石方爆破需根据工程要求、地质条件、工程量大小和施工机械等合理选用爆破方法；

— 合理选择最大装药量，控制震动速度和安全距离；

— 控制土石方爆破范围；

— 尽可能使用低噪声的施工设备；

— 合理安排施工进度，加强在施工期间对高噪声设备的管理，避免高噪声设备的同步使用；

— 对于可能造成声环境敏感点影响的工程，在夜间尽量不施工，或夜间施工禁止使用重型机械；

— 复杂环境条件下，噪声控制由安全评估确定。

施工噪声的控制应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），并按照 GB12523-2011 进行建筑施工场地边界线处的等效声级测量。

5.3.4 场地回填的控制措施

3、4 号机组工程施工期间没有大面积的场地回填工作。

5.3.5 建筑垃圾及污水的控制措施

本工程施工建设期间施工生产用水主要用于消耗和重复利用。施工期的生产废水部分经澄清后回用于混凝土养护等，部分经处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级标准后排放至东山湾海域或外运处理。施工生产废水排放量不大。

施工期间生产临建区（5、6 号机组冷却塔所在区域）、办公临建区（搅拌站区域）施工单位自建临时化粪池，由合格第三方进行清理。其他施工临建区视情况设置旱厕或移动式环保厕所，定期清掏处理。施工人员生活区设置在核电厂外，生活污水委托第三方清运。

满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。

本工程施工建设期间指定承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

5.3.6 非放射性物质的控制措施

对于需进行表面处理的设备、管道、钢材等，要求设备承包商在出厂前进行处理，必须要在现场处理的，由施工单位严格执行化学物品使用管理规定，对其使用量严格控制。

5.3.7 放射源的管理措施

施工期间主要用 γ 射线进行无损探伤检验及焊缝检查，依据国家颁布的《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制订放射源管理制度。管理措施主要涉及到使用、贮存和处理几个方面，具体内容如下：

（1）放射源的使用

— 对于使用放射源的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗；

— 施工期间使用放射源的主要危害是外照射，因此在操作中必须充分利用时间、距离和屏蔽防护。装卸放射源时，尽量使用长柄钳等远距离操作器械，操作时间要准确、迅速，必要时可提前进行模拟练习。现场透照布置时，尽可能让射线辐射窗口远离工作人员。本项目施工期间从事放射工作的人员要穿戴必要的射线防护用品，如铅胶围裙、铅胶手套、铅玻璃眼镜等。用于处理放射性同位素与射线装置的工具均为专用，不得挪作他用；

— 调试或测试放射探伤装置在专门的射线探伤室或空旷的地方进行；射线工作区域用围栏圈出非安全区，并派专人监查；

— 根据射线的辐射范围，划出一定范围的警戒区域，并设置电离辐射标志和中文警

示说明，必要时须有专人负责警戒，以防无关人员进入辐射现场。放射源使用完毕后，及时清点回收；

— 探伤作业前发布探伤通知，将探伤信息（包括探伤作业地点、警戒范围、时间等）告知各参建单位，避免发生误照射。在探伤作业过程中，对作业前现场公告、拉警戒带隔离、请主控广播、携带剂量率仪表、利用实体隔离、挂射线探伤警示牌、作业前清场、佩戴个人剂量计等辐射安全要求进行检查；

— 佩带监测个人或环境射线辐射剂量仪器，对辐射场所进行监测，防止意外照射及监测个人所受辐射剂量。组织从事或拟从事放射工作人员进行一年一次的体检，并建立相关的健康档案；凡在放射事故中有受到超剂量辐射嫌疑的人员，要及时组织接受特别体检，确认伤害程度；

— 为防止因放射源使用不当、安全防护措施不到位而造成工作人员和周围公众的高剂量误照射，在发生该种辐射事故时，及时启动事故应急预案，控制事故可能造成的危害并按事故报告制度进行报告和处理。

（2）放射源的贮存

— 放射性同位素与射线装置出入源库时，要办理出入库手续并登记、检查，做到账物相符。放射性同位素与射线装置存放在专用库内，库内有防火、防盗、防泄漏的安全防护措施，专人负责看管。放射性同位素与射线装置专用库不得存放易燃、易爆和腐蚀性物品；

— 运输采用符合防护及安全需求的防护容器及车辆，对货包进行表面污染及辐射水平测量。并安排专人押运，防止放射源丢失及意外事故；

— 放射源存放在安全的防护容器中，并贮存在专门的库、室、柜内。对其表面污染及辐射水平进行测量与监控。进入库房的放射性同位素与射线装置本身先要闭锁，放射性同位素与射线装置不得在库房外存放过夜或较长时间库外存放；

— 放射源存放在安全的房间或源库内，专设屏蔽厂房进行贮存，并对其防护墙根据最大辐照量进行计算，使工作人员和公众不会受到超限值的照射；

— 放射性同位素与射线装置专用库的周围设置围栏标记和警告牌，必要时设置安全联锁、报警装置或者工作信号。对放射源贮存容器设置明显的放射性标识和中文警示说明。

（3）放射源的处理

— 本项目产生的废源按采购合同约定的方式处理，优先考虑由供货方回收。

5.3.8 设计地形地貌的改造措施

—严格按照设计要求进行施工；

—选择合理的施工时间，尽量避开雨季施工。若不能避开，雨季施工应做好防护措施；

—优化施工工序，对填方段新形成的不稳定边坡要及时护坡，避免长时间裸露，修建临时性排水沟以避免径流对场地的冲刷；

—基础开挖的土、石方要集中堆放，并及时回填于需要填方的地点或指定场地，避免水土流失；

—厂区施工中场地平整应与地下建筑施工相结合，统筹考虑，杜绝重复挖填，土石方运输避免乱流；

—厂区内地下设施繁多，施工时要合理安排施工顺序，遵循由深而浅、统筹安排的原则，确定临近地下设施尽量同槽一次开挖，同时应保持基坑土方边坡的稳定，基面不受扰动；

—所有建筑工地排水、设备清洗水要集中处理，尽量重复利用，对施工场所进行喷洒，减少地面起尘；

—施工结束后，在全部厂址范围内，凡裸露地面全部进行硬化或绿化，可进行绿化的用地均充分绿化。

5.3.9 水土保持措施

5.3.9.1 设计水平年

本期工程计划于2021年8月开始施工准备，至2028年4月完工，结合工程建设和运行的实际情况，本方案设计水平年确定为主体工程完工后的当年，即为2028年。

5.3.9.2 水土流失防治责任范围

本期工程水土流失防治责任范围面积83.77hm^2，其中永久占地面积27.75hm^2，临时占地面积56.02hm^2。

5.3.9.3 水土流失预测

本期工程扰动地表面积 83.77hm^2，损坏植被面积 7.07hm^2。

本期工程土石方挖填总量 330.45 万 m^3，其中挖方 160.00 万 m^3，回填及利用 170.45 万 m^3（回填表土 5.45 万 m^3，骨料利用 165.00 万 m^3），借方 10.45 万 m^3（表土 5.45 万 m^3，石方 5.00 万 m^3），无余（弃）方。借方中表土 5.45 万 m^3 来源于一期（1、2 号机组）工程已剥离的表土，现临时堆存在厂区西南侧；石方 5.00 万 m^3 来源于一期（1、2 号机组）工程开挖的石方，现临时堆存在厂区西侧。本期工程挖方全部作为骨料利用，工程不设弃渣场。

本期工程建设可能产生土壤流失总量约 40719t，新增土壤流失量约 38571t。项目建设可能造成水土流失的重点部位为厂区和施工生产区，发生的重点时段为施工期。

项目建设可能造成的水土流失危害包括：加剧项目区水土流失、影响工程施工、影响临近海域水质、影响周边景观等。

5.3.9.4 水土保持措施布设

根据水土流失防治责任范围内各部分地貌类型、主体工程布局、施工工艺以及水土流失特点等，本期工程水土流失防治区划分为厂区和施工生产区。

各防治分区的具体措施布设情况如下：

（1）厂区防治区

施工过程中，在本期工程主厂房区北侧和东侧沿道路一侧设置临时浆砌石排水沟，与厂区已有排水沟连接。施工后期，在本期工程厂区沿四周设置雨水管和雨水口；在厂区保护区围栏内铺设碎石。施工结束后，对可绿化区域进行表土回覆和全面整地，采取乔灌草结合的方式进行景观绿化。

（2）施工生产区防治区

施工过程中，在规划的 5、6 号机组北侧及沿施工道路一侧设置临时浆砌石排水沟；在临时堆土（石）料场周围设置临时干砌块石挡墙、土质排水沟、堆顶及堆面采取彩条布苫盖防护，出口设简易沉砂池。施工结束后，对施工生产区恢复植被区域进行表土回覆和全面整地，采取栽植灌木和撒播草籽的方式进行植被恢复。

各防治分区水土保持措施工程量如下：

（1）厂区防治区

工程措施：①雨水管线长 2745m，②雨水口 292 座；③碎石铺设面积 10.17hm^2，碎石量 10170m^3；④全面整地面积 3.15hm^2；⑤表土回覆量 0.95 万 m^3。

植物措施：景观绿化面积 3.15hm^2，其中：栽植乔木 3100 株，灌木 8925 株，铺马尼拉草皮 2.55hm^2，撒播草籽 0.60hm^2。

临时措施：临时浆砌石排水沟长 910m，浆砌片石量 601m^3，砂石垫层量 109m^3。

（2）施工生产区防治区

工程措施：①全面整地面积 15.01hm^2；②表土回覆量 4.50 万 m^3。

植物措施：植被恢复面积 22.08hm^2，其中：栽植灌木 83904 株，撒播草籽 22.08hm^2。

临时措施：①临时浆砌石排水沟长 1710m，浆砌片石量 1129m^3，砂石垫层量 205m^3；

②临时干砌石挡墙长 2100m，干砌块石量 2100m^3；③土质排水沟长 2350m，土方量 1175m^3；④彩条布苫盖 16. 50 万 m^2；⑤沉砂池 5 座。

5.3.9.5 水土保持监测

监测的主要内容包括：水土流失自然影响因素、扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

水土保持监测时段为 2021 年 8 月～2028 年 12 月，监测时段总计 89 个月。监测方法主要采用地面观测、实地调查测量、遥感监测、资料分析和巡查调查监测相结合的方法进行监测。

本工程共设置水土保持定位观测点位 9 个，其中厂区 3 个，施工生产区 6 个。

5.3.10 施工期的节水措施

施工期节水措施主要是淡水的节水措施，如下：

—采用用水量少、耗水量低的施工工艺，降低了用水量。

—采用新型管材，推广节水器具。

—提高水的重复利用率。

—加强节水管理，对用水量加以控制和计量。

5.3.11 施工期监测

5.3.11.1 大气环境

根据中国核电工程有限公司 2020 年 8 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组施工期大气环境监测分析及评价方案研究报告》，施工期间共布设监测点 7 个，兼顾主导风上、下风向、居民点、厂界和污染源。监测点具体情况见表 5.3-1 和图 5.3-1。

厂区内的监测点按照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）进行监测，监测因子包括 SO_2、NOx 和颗粒物共三项。根据《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的规定，SO_2、NOx 和颗粒物时均值每天采样 4 次，每次连续采样 1h。

厂区外的监测点按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）进行监测，监测因子包括 SO_2、NO_2、NOx、CO、TSP、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 共七项。根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的规定，TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、NOx、CO 日均值每天采样 1 次，每次连续采样 24h；SO_2、NO_2、NOx、CO 小时均值每天采样 4 次，每次连续采样 1h。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）要求，厂区内外的所有监测点均连续监测 7 天并且提供监测时的气象特征参数。

结合施工进度计划，按照一年四个季度代表月份分为 4 期，每期选择当季施工强度最

大、大气污染最为严重的时段进行一次施工期环境空气质量监测，特别是在土地平整、正挖负挖等土石方开挖、爆破施工比较频繁、大型施工车辆使用频率较高的施工阶段，可根据现场施工情况调整监测安排，适当增加监测频次，如改为每 2 个月进行一次监测。每次连续监测 7 天，实际监测时间应根据现场施工进度及其对环境影响的程度对每个季度的现场监测时间做灵活安排。

5.3.11.2 声环境

根据中国核电工程有限公司 2020 年 8 月完成的《福建漳州核电厂 3、4 号机组施工期噪声监测分析及评价方案研究报告》，施工期间在厂址位置共设 12 个监测点，厂区外共布设 10 个监测点。厂址位置布点情况见表 5.3-2 和图 5.3-2，厂区外布点情况见表 5.3-3 和图 5.3-3。

厂区内噪声监测分昼间和夜间两部分，监测参数为等效连续 A 声级 L_{eq}；施工场界内的 5 个点位监测分昼间和夜间两部分，施工期间，测量连续 20min 等效声级 Leq 和最大声级 Lmax，连续监测两天。其余点位昼间每个测点每次监测 10min 等效连续 A 声级，连续监测两天，夜间每个测点每次监测 10min 等效连续 A 声级，连续监测两天。

所有监测点在昼间和夜间分别进行测量，昼间监测时段为 6:00～22:00，夜间监测时段为 22:00～次日 6:00，连续监测两天。对于厂址位置噪声监测点，每次监测均连续测量 20min，监测参数为等效连续 A 声级 L_{eq}，最大声级 L_{max}，累积百分声级 L_{10}、L_{50}、L_{90}，和标准偏差 SD；对于厂区外声环境敏感目标噪声监测点，每次监测均连续测量 10min，监测参数为等效连续 A 声级 L_{eq}，最大声级 L_{max}，累积百分声级 L_{10}、L_{50}、L_{90}，和标准偏差 SD；对于厂区外交通噪声监测点，每次监测均连续测量 30min，监测参数为等效连续 A 声级 L_{eq}，最大声级 L_{max}，累积百分声级 L_{10}、L_{50}、L_{90}，和标准偏差 SD，同时记录车流量。

结合本项目施工进度计划，按照一年四个季度代表月份分为 4 期，每期选择当季施工强度最大、噪声污染最为严重的时段进行一次施工期噪声监测，特别是在负挖、爆破施工比较频繁、大型施工车辆使用频率较高的施工阶段，可根据现场施工情况调整监测安排，适当增加监测频次，实际监测时间会根据现场施工进度及其对环境影响的程度对每个季度的现场监测时间做灵活安排。

表 5.2-1 2020 年~2022 年调查站位分布表

站号	经度（°E）	纬度（°N）	水质监测	沉积物质量	生物质量	海洋生态	微生物	游泳动物
1	117°29′33″	23°50′17″	√	√		√	√	
2	117°30′03″	23°49′45″	√	√	√	√		√
3	117°30′37″	23°51′04″	√	√		√	√	
4	117°30′56″	23°49′36″	√	√	√	√	√	√
5	117°30′16″	23°48′54″	√	√		√		
6	117°29′01″	23°48′30″	√	√	√	√	√	√
7	117°30′17″	23°54′10″	√	√	√	√		√
8	117°32′46″	23°49′48″	√	√		√		
9	117°31′07″	23°47′06″	√			√		
10	117°28′27″	23°46′38″	√			√		
11	117°32′33″	23°45′44″	√	√	√	√		√
12	117°26′49″	23°45′19″	√	√	√	√		√
13	117°33′46″	23°49′44″	√					
C1	117°29′18″	23°50′32″		√	√			
C2	117°28′55″	23°49′32″			√			
C3	117°29′29″	23°53′14″		√	√			

注：4#站和 6#站为水质连续站（兼做大面站），海洋生态包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鱼卵仔稚鱼和大型底栖生物，C1、C2 和 C3 为潮间带断面。

表 5.3-1 施工期大气环境监测点设置情况

序号	监测点名称	相对厂址位置		监测点描述	是否为一期工程施工期点位	是否为本项目本底监测点位	执行标准	监测因子
		方向	距离（km）					
1	剑石岩风景区	W	2.0	环境空气保护目标	√	√	环境质量标准	日均值：NO_2、NO_X、SO_2、CO、$PM_{2.5}$、PM_{10}、TSP 小时均值：NO_2、NO_X、SO_2、CO
2	人家村	NNW	1.3	距厂址最近居民点	√	√		
3	城内村	WSW	2.7	厂址 5km 范围第二大居民点，沿海大道、疏港公路及云四线（X531）交汇点	×	×		
4	大件码头	NE	1.0	厂界无组织排放监测点	√	×	大气污染物综合排放标准	小时均值：NO_X、SO_2、颗粒物
5	搅拌站	SW	0.8	厂区内无组织排放源监测点	√	×		
6	碎石厂	SW	1.3	厂区内无组织排放源监测点	√	×		
7	厂址西边界	W	0.5	厂界无组织排放监测点	×	×		

表 5.3-2 施工期厂区位置噪声监测点设置情况

序号	监测点名称	与厂址中心方位		监测点描述
		方向	距离（km）	
C1	厂界北	N	0.5	厂界噪声评价点
C2	厂界西	W	0.8	厂界噪声评价点
C3	厂界南	S	0.9	厂界噪声评价点
C4	厂界东	E	0.6	厂界噪声评价点
C5	办公楼	NW	0.5	厂区内声环境敏感目标
C6	碎石厂	SW	1.3	厂区内主要噪声源
C7	搅拌站	SW	0.8	厂区内主要噪声源
C8	大件码头	NE	1.2	厂区内主要噪声源
C9	施工场界北	N	0.2	建筑施工场界噪声评价点
C10	施工场界西	W	0.4	建筑施工场界噪声评价点
C11	施工场界南	S	0.3	建筑施工场界噪声评价点
C12	施工场界东	E	0.3	建筑施工场界噪声评价点

表 5.3-3 厂区外噪声监测点设置情况

序号	监测点名称	方向	距离（km）	监测点描述
C13	人家村	NNW	1.3	村庄
C14	油车村梅山小学	NNW	1.7	学校
C15	顶城村紫阳小学	WSW	3.3	学校
C16	城内村列屿养老院	WSW	2.8	养老院
C17	列屿卫生院	WSW	2.9	卫生院
C18	宅兜村	N	1.5	村庄
C19	南山村	WNW	1.5	村庄
C20	灵鹫寺	NW	3.0	寺庙
C21	进场道路（北）	NNW	0.9	道路交通
C22	进场道路（南）	SW	1.2	道路交通

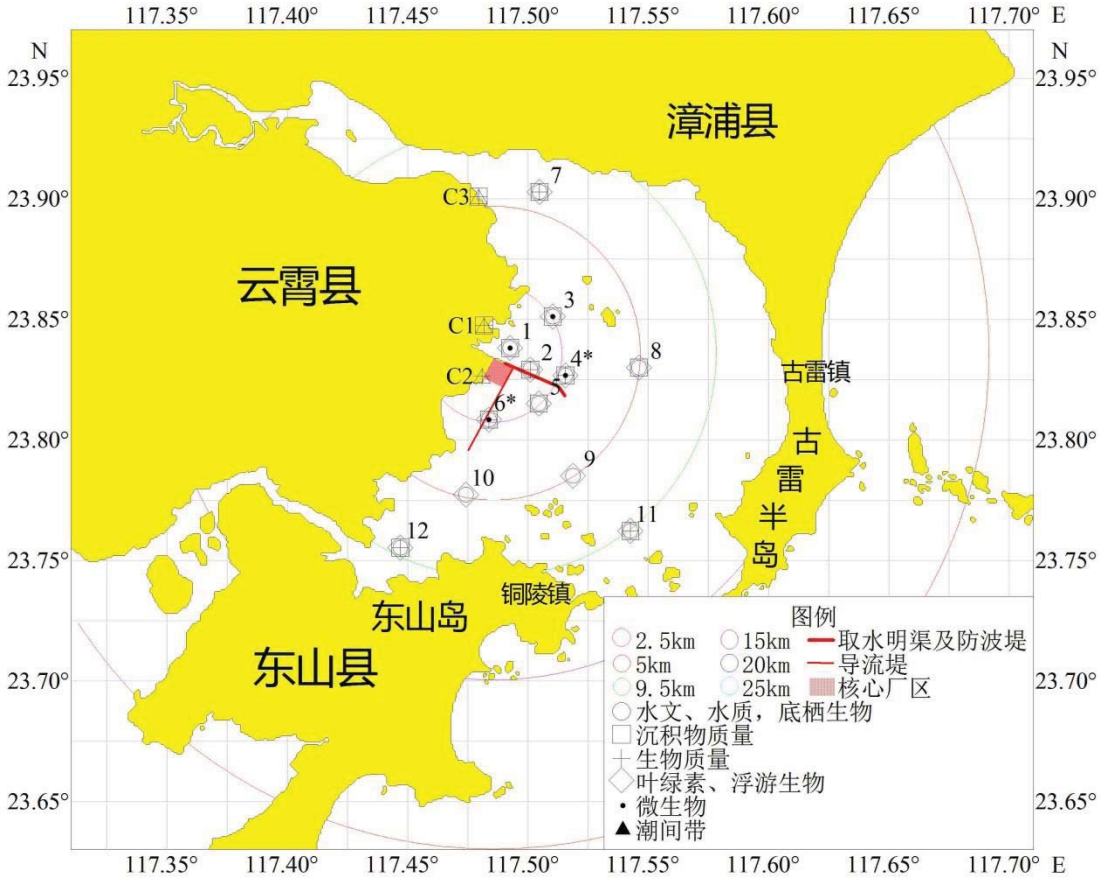


图 5.2-1 2015 年~2017 年施工期海域监测站位图



图 5.2-2 2018 年~2019 年施工期海域监测站位图

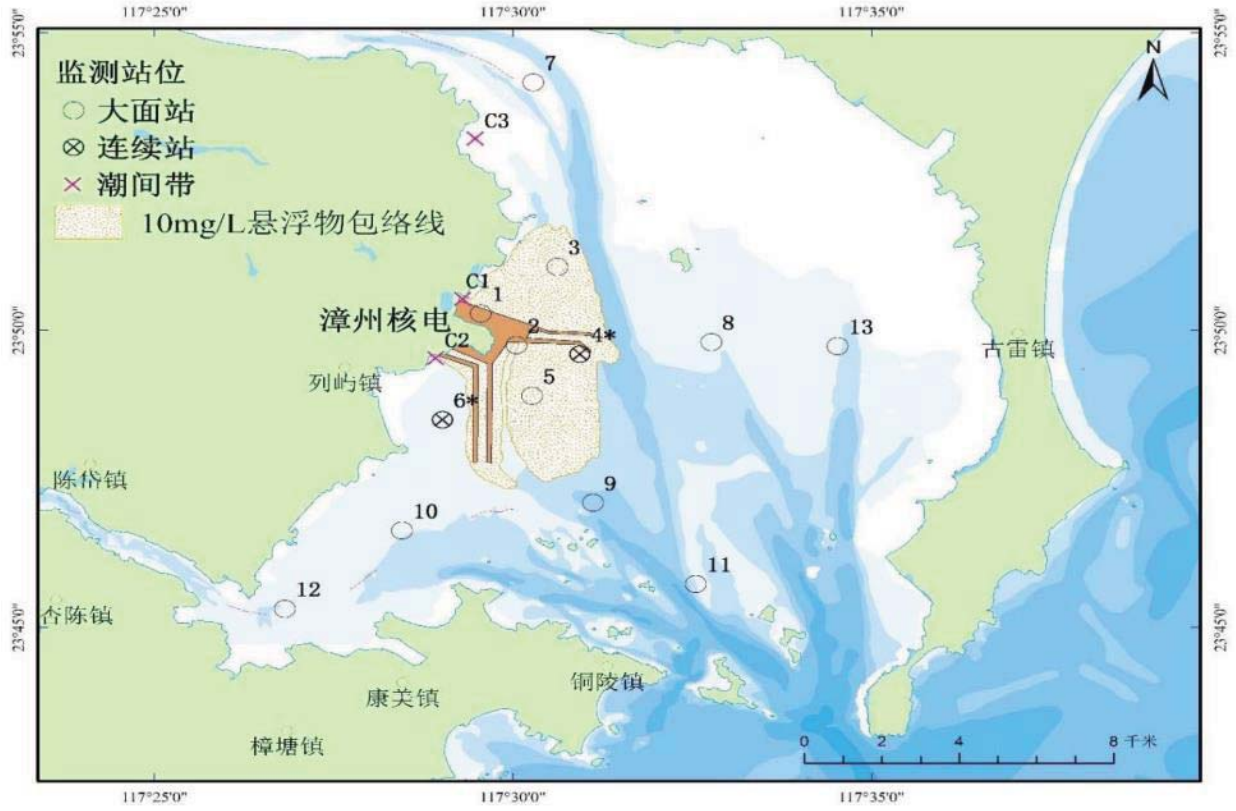


图 5.2-3　2020 年~2022 年施工期海域监测站位图



图 5.3-1　施工期大气环境监测点位置示意图

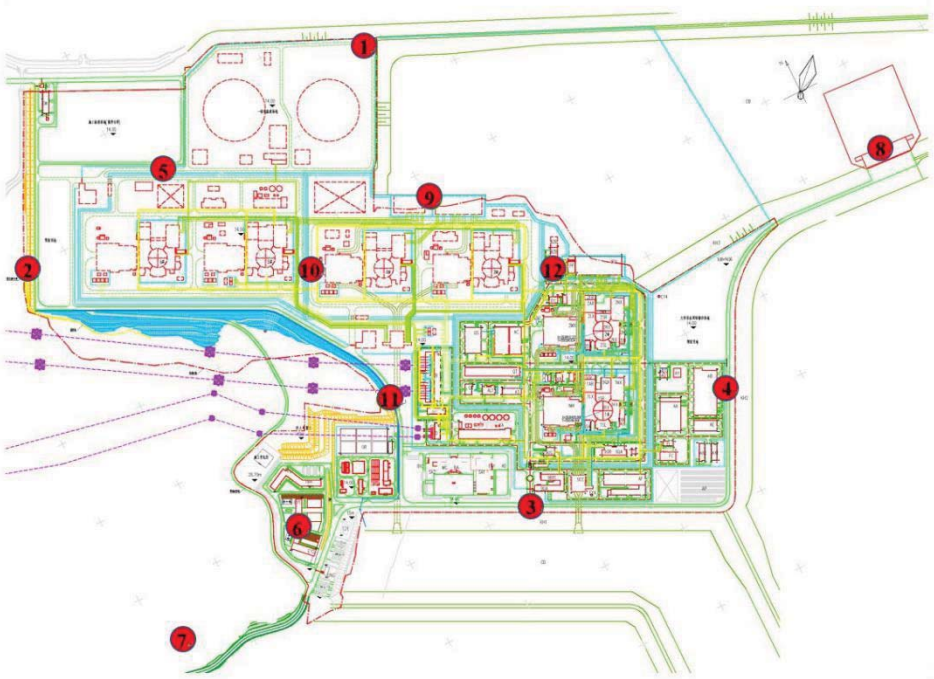


图 5.3-2 施工期厂区位置噪声监测点位置示意图



图 5.3-3 厂区外噪声监测点位置示意图

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.3 取排水系统对水体水生物的影响

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

6.2.2 照射途径

6.2.3 计算模式与参数

6.2.4 大气弥散和水体弥散

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

6.2.6 公众的最大个人剂量

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

6.2.9 辐射影响评价

6.3 其它环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

6.3.2 其它污染物的环境影响

6.4 初步退役计划

6.4.1 概述

6.4.2 退役策略

6.4.3 退役计划的制定

6.4.4 退役方案简述

6.4.5 便于退役的考虑

6.4.6 运行阶段的设计、运行资料的收集和管理

6.4.7 退役费用的考虑

6.4.8 退役管理设想

6.4.9 结论

附录

附录 1 大气弥散的计算模式及参数

附录 2 核电厂运行状态下气载流出物排放的辐射剂量计算模式及参数

附录 3 核电厂运行状态下液态流出物排放的辐射剂量计算模式及参数

附录 4 水生生物辐射剂量计算模式及参数

附录 5 陆生生物辐射剂量计算模式及参数

表

表 6.1-1 不同温升垂向投影包络面积

表 6.1-2 取水温升特征值

表 6.2-1 本工程两台华龙一号机组运行状态下气载流出物排放量设计值

表 6.2-2 本工程两台华龙一号机组运行状态下气载流出物现实排放源项

表 6.2-3 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下气载流出物排放量设计值

表 6.2-4 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下气载流出物现实排放源项

表 6.2-5 本工程两台华龙一号机组运行状态下液态流出物年排放量设计值

表 6.2-6 本工程两台华龙一号机组运行状态下液态流出物现实排放源项

表 6.2-7 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下液态流出物年排放量设计值

表 6.2-8 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下液态流出物现实排放源项

表 6.2-9 气态途径核素剂量转换因子

表 6.2-10 气态途径元素浓集因子和转移系数

表 6.2-11 液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

表 6.2-12 厂址半径 80km 评价区内各子区年均大气弥散因子

表 6.2-13 厂址半径 80km 评价区内各子区相对干沉积因子

表 6.2-14 厂址半径 80km 评价区内各子区相对湿沉积因子

表 6.2-15 距排水口不同环段范围的全潮平均相对浓度

表 6.2-16（1/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（Cs-137）

表 6.2-16（2/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（I-131）

表 6.2-16（3/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（Kr-85）

表 6.2-17 本工程排放口处放射性核素浓度与 GB 3097-1997 指标比较表

表 6.2-18 不同元素的分配系数 Kd

表 6.2-19 海洋生态系统不同元素不同生物对应的浓集比

表 6.2-20 陆生生态系统不同元素不同生物对应的浓集比
表 6.2-21 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子
表 6.2-22 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子
表 6.2-23 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的外照射剂量率转换因子
表 6.2-24 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子
表 6.2-25 陆生生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子
表 6.2-26 陆生生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子
表 6.2-27 陆生生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子（土中）
表 6.2-28 陆生生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子（空气中）
表 6.2-29 陆生生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子（土壤表面）
表 6.2-30 陆生生态系统惰性气体不同生物的内照射剂量率转换因子
表 6.2-31 陆生生态系统惰性气体不同生物的外照射剂量率转换因子
表 6.2-32 海洋生态系统不同生物的居留因子
表 6.2-33 陆生生态系统不同生物的居留因子
表 6.2-34 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同水生生物的影响率
表 6.2-35 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的内照射剂量率
表 6.2-36 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的外照射剂量率
表 6.2-37 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的总照射剂量率
表 6.2-38 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同水生生物的总剂量率
表 6.2-39 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同陆生生物的影响率
表 6.2-40 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的内照射剂量率
表 6.2-41 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的外照射剂量率
表 6.2-42 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的总照射剂量率
表 6.2-43 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同陆生生物的总剂量率
表 6.2-44（1/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量

表 6.2-44（2/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量
表 6.2-44（3/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量
表 6.2-44（4/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量
表 6.2-45（1/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量
表 6.2-45（2/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量
表 6.2-45（3/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量
表 6.2-45（4/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量
表 6.2-46（1/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量
表 6.2-46（2/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量
表 6.2-46（3/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量
表 6.2-46（4/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量
表 6.2-47 本工程气载流出物排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献
表 6.2-48 本工程液态流出物排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献
表 6.2-49 本工程气液态综合排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献
表 6.3-1 声源源强概况
表 6.3-2 噪声标准限值
表 6.3-3 计算参数
表 6.3-4 福建漳州核电厂 3、4 号机组与田湾核电 1-6 号机组电磁辐射环境情况对比

图

图 6.1-1 取排水工程方案平面布置图
图 6.1-2 工程海域海床平衡后冲淤变化分布图（m）
图 6.1-3 模拟范围示意图
图 6.1-4 网格剖分图（模拟范围）
图 6.1-5 网格剖分图（取排水口附近）
图 6.1-6 夏季半月潮全潮最大温升分布图（垂向投影）
图 6.1-7 冬季半月潮全潮最大温升分布图（垂向投影）

图 6.1-8 3、4 号机组温排水影响范围与近岸海域环境功能区划的叠图

图 6.2-1 气、液态放射性流出物对公众的照射途径

图 6.3-1 漳州核电厂 3、4 号机组运行噪声预测结果图

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

漳州核电厂 3、4 号机组工程规划两台百万千瓦级压水堆核电机组，拟采用直流冷却方式，利用东山湾海域作为热阱，每台机组的冷却水量约为 70m^3/s，与 1、2 号机组共用取水明渠，排水工程考虑单独新建暗涵排水工程方案。

取排水总体方案是根据目前厂址工程水文研究资料，并结合厂址的实际地形情况和环境条件，经温排水的水力、热力特性和对电厂取水温升以及取水安全、土石方平衡、施工等多方面进行综合比较确定。取排水总体布置方案详见图 6.1-1。

取水工程采用明渠取水方案，由取水明渠北导流堤、取水明渠南导流堤、护岸及开挖渠道组成。取水明渠布置在厂址东侧，取水口门位于厂区东侧深槽附近水深约-7m 的区域，明渠底标高开挖至-6.8m；明渠设计底标高-6.8m，明渠底宽约 120m~150m。取水明渠北导流堤、取水明渠南导流堤、护岸均采用抛石斜坡堤结构型式。

根据现阶段海域使用论证情况，3、4 号机组考虑单独新建暗涵排水工程方案。漳州 3、4 号机组排水工程为暗管排水方案，排水口位置选择在厂址东南侧-6.0m 等深线位置，位于漳州核电项目大件航道西侧约 1km 处。盾构隧洞由厂区出来后，需穿越排水明渠和排水导流堤，经一段弧线转弯后，敷设至排水点位置。

每台机组设置一条排水隧洞，隧洞内径约为 6.5m。3 号机组排水隧洞长 5215.7m，其中陆域段长 557.5m，海域段长 4658.2m。4 号机组排水隧洞长 5244.5m，其中陆域段长 557.5m，海域段长 4687.0m。

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.2.1 散热系统设施对水体的物理影响

为了掌握整个东山湾和漳州核电厂取排水口附近海域潮流、泥沙运动特点，本工程开展了泥沙冲淤数值模拟研究工作，研究一般气象条件和特殊气象条件下核电厂取排水工程方案的泥沙运动规律和冲淤情况。根据泥沙冲淤数值模拟计算结果：

（1）与 1、2 号机组取排水相比，3、4 号机组取排水工程方案实施后，取水明渠内及口门处平均流速增加 0.05~0.1m/s，最大流速增加 0.05~0.17m/s。3、4 号机组排水口不会对东山湾深槽和航道水动力有明显影响，主要影响排放口南北两侧 1.5km 左右范围，宽度与两端排放口距离相当。

（2）一般天气条件下，漳州核电厂区、取排水工程建成后，取水明渠外深槽区、取水明渠南、北堤头外、排水口有所冲刷，取水明渠南北两侧滩面、排水明渠西侧滩面有所淤积，平均年淤积 0.02~0.1m/a 左右。

（3）冲淤平衡状态下，取水明渠南北侧滩面及排水明渠西侧滩面均有所淤积，取水明渠北侧滩面淤积 0.2~1.5m，南侧滩面淤积 0.2~2.5m，排水明渠西侧滩面淤积 0.2~0.8m 左右，取水明渠外深槽冲刷 0.2~2m 左右，北堤头外冲刷 0.5~2.5m 左右，南堤头冲刷 0.5~1.0m。排水口南侧有小范围条形淤积，淤积 0.2~0.5m，其中淤积 0.5m 范围约 250m，见图 6.1-2。

6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

为了分析温排水在海域内输移和扩散规律，并评价核电厂在运行期间的温排放对取水口温升及厂址附近海域的影响，委托中国水利水电科学研究院开展了温排水三维数模研究。

（1）模型选择

本研究工作采用丹麦 DHI 水与环境（DHI Water & Environment) 开发的非结构化网格形式的三维环境水动力学数值模型 MIKE3 进行核电厂所处工程海域温排水的模拟研究。该模型适用于模拟河流、湖泊、水库、河口和外海的水利、水质和泥沙传输问题。MIKE3 在笛卡尔坐标系下计算模型控制方程如下：

水动力方程：

模型基于三维不可压雷诺平均 Navier-Stokes 方程，采用 Boussinesq 和静水压力假定，

连续方程：

$$\frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial \mathrm{v}}{\partial \mathrm{y}}+\frac{\partial \mathrm{w}}{\partial \mathrm{z}}=\mathrm{S}$$

动量方程：

x 方向：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wu}{\partial z}=fv-g\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial x}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x}dz+F_u+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial u}{\partial z}\right)+u_sS$$

y 方向：

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v^2}{\partial y}+\frac{\partial uv}{\partial x}+\frac{\partial wv}{\partial z}=-fu-g\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial y}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y}dz+F_v+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial v}{\partial z}\right)+v_sS$$

式中：t 为时间；x，y，z 为笛卡尔坐标；η 为水位，d 为静水深，$h=d+\eta$ 为总水深；u，v，w 为 x，y，z 方向速度分量；$f=2\Omega\sin\phi$为柯氏力参数，Ω 为旋转角速度，ϕ为地理纬度；g 为重力加速度；ρ_0 为参考水密度，ρ 为水的密度；P_a 为大气压力；v_t为垂向湍动涡粘系数；S 为源项，（us，vs）为源的排放水平速度分量；水平扩散项 F_u，F_v 表达式为，

$$F_u=\frac{\partial}{\partial x}\left(2A\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(A\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\right)$$

$$F_v=\frac{\partial}{\partial x}\left(A(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x})\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(2A\frac{\partial v}{\partial y}\right)$$

其中，A 为水平涡粘系数。

热输运方程：

$$\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial uT}{\partial x}+\frac{\partial vT}{\partial y}+\frac{\partial wT}{\partial z}=F_T+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_v\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\hat{H}+T_sS$$

式中：T 为水温；$\hat{H}$为与大气进行热交换的源项；T_s为源汇的温度；D_v为垂向紊动扩散系数；水平扩散项F_T为：

$$F_T=\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(D_h\frac{\partial}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_h(\frac{\partial}{\partial y}\right)\right]T$$

其中，D_h、 D_v为水平扩散系数、垂向扩散系数。扩散系数可与紊动涡粘系数相关。

$$D_h=\frac{A}{\sigma_{Th}}$$

$$D_v=\frac{\nu_t}{\sigma_{Tv}}$$

σ_{Th}和σ_{Tv}为 Prandtl 数。

热交换源项$\hat{H}$由下式确定

$$h\hat{H}=\frac{K_s\Delta T}{\rho_0 c_p}$$

其中 K_S 为水面综合散热系数，ΔT 为温升，C_p 为水的比热（4217J/(kg·℃)）。

流场定解条件：

边界条件：开边界给定水位，陆边界流速为零。

初始条件：采用静流条件起算。

温度场定解条件：

边界条件：a）排水口温度=取水温度+冷却水温升；b）取水口：相当于出流边界，温度由计算给出；c）水陆交界：绝热。d）开边界：水流流出，边界条件由计算给出，水流流入，边界温度给定。

初始条件：对于域内采用零温升条件。

（2）模拟范围

模拟范围为排水口周围半径 80km 范围，见图 6.1-3。模型采用非结构化网格，保证核心区域（取排水口附近）模拟计算的精细化（网格尺度与取排水口尺度相协调）与总体网格数相匹配，在保证成果质量基础上，选取合理的计算工作量。网格剖分见图 6.1-4 和图 6.1-5，排水口附近最小网格尺度约 10m，总单元数为 52186。垂向采用 σ 坐标系网格，划分为 6 层。

（3）模型验证

采用工程海域 2020 年夏季和 2021 年冬季全潮水文测验资料对定点潮位及流速、流向

过程进行率定和验证。根据验证结果，模拟计算的潮位过程与实测过程基本一致。总体而言，模型计算流场分布特征与原型一致，能够较好地反映工程海区涨、落潮流基本特征，定点潮位及流速、流向验证结果良好，即模型流场可反映工程实际，能够反映工程海域的潮流特点，可以用于本工程温排水的数值模拟计算。

（4）计算结果

根据温排水三维数模结果，1-4 号机组共同运行工况下，不同温升垂向投影包络面积见表 6.1-1，取水温升见表 6.1-2。根据温排水计算结果：

a）温排水影响区主体集中在“中水道”西侧，温度场形态总体呈现楔形分布。1、2 号机组和 3、4 号机组采用分散排水方案，1、2 号机组采用明渠排水方案，3、4 号机组采用暗涵排水方案。夏季半月潮条件下，1、2 号机组和 3、4 号机组排水口附近 1℃（含 1℃）以上温升影响区呈现分离状态。

b）1~4 号机组共同运行工况下，夏季半月潮条件下 3、4 号机组排水口附近 4℃温升垂向投影全潮最大包络面积为 0.35km^2，1℃温升垂向投影全潮最大包络面积为 16.51km^2；冬季半月潮条件下 3、4 号机组排水口附近 4℃温升垂向投影全潮最大包络面积为 0.48km^2，2℃温升垂向投影全潮最大包络面积为 2.74km^2，如图 6.1-6 和图 6.1-7 所示。

c）由于电厂取水明渠的阻挡作用，温排水向北上溯的影响范围较小，冬、夏季半月潮条件下，温排水 1℃温升线不会影响到漳江口红树林保护区、东山珊瑚礁自然保护区。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 取排水工程对水生生物的影响

（1）机械卷载效应的影响

3、4 号机组营运期对海洋生物的卷载效应（entrainment），其定义为电厂取、排水过程对于水体中能通过滤网系统而进入冷凝器的浮游生物、鱼卵仔鱼、大型生物及鱼类幼体造成的损害。

电厂取排水卷载效应对鱼卵、仔稚鱼和幼鱼的损害评估按下式计算：

$$W_i = D_i \times Q \times P_i$$

式中：

Wi—第 i 种类生物资源年损失量，单位为尾（尾）；

Di—评估区域第 i 种类生物资源平均分布密度，单位为尾每立方米（尾/m^3）；

Q—电厂年取水总量，单位立方米（m^3）；

Pi—第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率，单位为百分比（%）。

1）机械卷载对饵料生物的影响

依据金德祥在《海洋硅藻类》一书中的研究，硅藻有三种繁殖方式，a，细胞分裂，常见的是间接分裂，还杂有少数直接分裂；b，复大孢子；c，休眠细胞。细胞分裂是在营养细胞在生长兴旺的条件下进行的无性繁殖，是最常见的一种方法，每两天进行一次，或一天进行一次，时间一般在晚上，但也有每小时进行一次的。

本工程采用直流冷却方式，2 台机组取水量约为 140m^3/s，年运行 7000h，根据 2018 年现场调查结果，浮游植物细胞丰度为 1.805×10^6 个/m^3，浮游动物总生物量为 129.22mg/m^3。参照其他核电工程项目，以进入管道系统浮游生物全部被杀伤，初步估算造成的损失量分别为浮游植物细胞丰度 6.37×10^{15} 个细胞/年和浮游动物总生物量 455.87 吨/年。

2）机械卷载对鱼卵仔鱼的影响

依据徐兆礼《机械卷载和余氯对渔业资源损失量评估初探》结果，可以认为，由于余氯场的存在，具有游泳能力的成鱼可以回避来这一水域产卵，使的这一水域鱼卵仔鱼数量大大地减少，同时机械卷载造成局部海域的无机化，使得因卷载效应造成鱼卵仔鱼数量也大大地降低，直至趋向于没有鱼卵仔鱼。

本工程采用直流冷却方式，2 台机组取水量约为 140m^3/s，年运行 7000h，根据 2018 年现场调查结果，工程周边海域鱼卵、仔鱼平均密度分别为 4.072ind/m^3 和 0.478ind/m^3。参照其他核电工程项目，鱼卵仔鱼损失量按照产卵期 6 个月计算。按照进入冷却系统或淡化系统的海水中浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔鱼全部受卷吸效应影响而损失（死亡率 100%），初步估算致使鱼卵年损失量为 7.18×10^9 个，仔鱼年损失量为 8.43×10^8 个。

（2）减小机械卷载效应措施

针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，设计中考虑的主要措施包括控制取水流速和设置拦网设施。控制取水流速是指通过对取水明渠的宽度、深度的设置，控制过水断面，从而获得合理的取水流速，以保证取水口处的取水流速低于或接近海域的天然流速，维护水生生物的自然环境现状，达到减少对水生生物影响的目的。

通过调整明渠的宽度，保证取水流速与海域的天然潮流流速一致或低于海域的潮流流速，以减少由于电厂取水引起的变化，成鱼等较大生物不至于由于电厂取水被吸入渠道。另外，拟在取水明渠设置拦网，也可以起到一定的拦截水生生物的作用，减少对海域生物的影响。

后续也将充分借鉴其他电厂运行的良好经验反馈，进一步考虑优化取水工程海生物拦截措施的可能，尽量降低由于取水卷载对水生物造成的影响。

6.1.3.2 温排水对水生生物的影响

（1）对保护区的影响

厂址所处的东山湾有 2 个保护区。东山湾湾顶，漳江入海口处有福建漳江口红树林国家级自然保护区，东山湾湾口处有福建省东山珊瑚礁海洋自然保护区。根据温排水三维数模计算结果，在 1~4 号机组共同运行工况下，1℃温升均未影响到上述 2 个保护区。

（2）对海洋生态环境的影响

1）温排水对浮游植物的影响

环境水温较低时，水体温度升高能促进浮游植物生长，且增量随着温度的升高而增大；环境水温适中时，温升较弱和温升适中（温升≤3℃）时能促进浮游植物生长，温升较高（温升>3℃）则会一定程度上抑制浮游植物的生长；环境温度较高时，水体温度升高会抑制浮游植物生长，温升幅度越大，抑制效应越强。

2）温排水对浮游动物的影响

温排水同样也会影响浮游动物的数量、种类和多样性。在水体温升较大时（温升>3℃），水生生物群落中种类开始减少，特别是在夏季自然水温较高时，若温升较大（水温超过 35℃时），浮游动物的种类和数量都会减少，有些种类的个体数量明显减少，而个别耐热种类数量开始增多，而当水体适度增温时（温升≤3℃），浮游动物种类平均增加 76%。水体温升较小时对浮游动物的种类和数量增加有促进作用，浮游动物多样性指数增加；温升较大时，浮游动物的种类数和数量则减少，多样性指数下降。

3）温排水对鱼类的影响

根据 2018 年调查资料，东山湾海域鱼类主要为带鱼、大黄鱼、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼、绒纹线鳞鲀、鰤鱼、乌鲳、真鲷、二长棘鲷、石斑鱼、黄鳍鲷、长体蛇鲻等，以暖水性和暖温性种类为主，未出现冷温性和冷水性鱼类，鱼类区系具有亚热带的特征。除夏季外，其余月份海水环境水温相对较低时（环境水温<25℃），温升≤3℃影响范围内，仍在大部分鱼类适温范围内，对鱼类生长不会造成明显影响，一定范围内鱼类种群数量随水温升高而提高，并且鱼类的迁入增多、迁出减少，其个体数量也增加，但会引起鱼类产卵行为和鱼类群落结构的变化；温升>3℃影响范围内，超出大部分鱼类适温范围，会影响鱼类的繁殖、胚胎发育、鱼苗的成活，幼鱼和成鱼则产生回避反应。夏季，温升>4℃影响范围内，对鱼类的不利影响比较明显，幼鱼和成鱼产生回避反应，会改变温升区鱼类的正常分布，引起群落结构变化。

4）温排水对底栖生物的影响

由于底栖生物移动能力弱，排水口附近水体底栖生物群落结构会发生变化，在温升>3℃的影响范围内，底栖生物生物量及种群结构将发生明显变化，底栖生物种类和数量会减少；

在 1℃~3℃温升影响范围内底栖生物种群结构将会缓慢变化；在温升＜1℃影响范围内底栖生物群落结构变化不大。

（3）对水体赤潮发生的潜在影响

赤潮的发生机理复杂，在化学、生物和物理三个方面的条件同时具备时才会可能发生。有关研究表明，水体温度升高会促进有机物的分解，使水体中营养盐浓度增高，同时，会造成水体中浮游植物繁殖加快，尤其是喜温的蓝、绿藻等，进而可能导致赤潮的发生。但温排水导致温度升高对赤潮爆发的其他条件影响有限，赤潮的发生与温度升高没有必然的联系，从水体高温的东南亚海域，到水体温度较低的日本近海、法国近海、纽约湾都有赤潮发生。赤潮发生一般在春夏之交，可见，高温的夏季，低温的冬季都不是赤潮发生的季节。水温升高诱发赤潮爆发的可能性较小。

另外，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与赤潮的产生有直接的联系，没有证据表明核电厂的温排水对赤潮的发生有直接的诱发作用。

（4）对海水养殖业的影响

温排水在不同季节对养殖的影响不同，有有利的一面，也有不利的一面，有直接影响，也有间接的影响。目前海域使用论证工作已取得预审意见，核电厂将来会按照海域使用行政许可的要求对周边海域的养殖场进行补偿、征收等工作。

6.1.3.3 温排水与近岸海域环境功能区划相符性

根据《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（漳州核电项目近岸海域）的批复》（闽政文[2018]205 号），东山湾列屿四类区（FJ135-D-Ⅱ）水质保护目标近期为二类海水水质标准，远期为三类海水水质标准；东山湾漳州核电三类区（FJ-152-C-Ⅱ）除水温执行三类海水水质标准外，其余水质指标执行二类海水水质标准；东山湾二类区（FJ137-B-Ⅱ）执行二类海水水质标准。温排水夏季 4℃、冬季 4℃、冬季 2℃温升影响均未超出东山湾列屿四类区和东山湾漳州核电三类区，夏季 1℃温升影响范围进入东山湾二类区（范围很小），基本符合《福建省近岸海域环境功能区划》，见图 6.1-8。

福建省生态环境厅已于 2021 年 9 月 10 日出具《福建省生态环境厅关于漳州核电 3-4 号机组用海相关事项的意见》，“原则支持漳州核电 3-4 号机组用海有关事项，将积极配合自然资源部门办理相关手续，共同推进漳州核电 3-4 号机组工程建设”。

6.2 正常运行的辐射影响

6.2.1 流出物排放源项

（1）气载流出物排放源项

本工程运行状态下，气载流出物主要通过高 76.5m 的烟囱排入大气。漳州 1-4 号机组均为华龙一号机组，气载流出物年排放量由第四章给出，由于设计优化，3、4 号机组的源项和 1、2 号的源项有所差别。本工程气载流出物排放量设计值见表 6.2-1，现实排放源项见表 6.2-2。1、2 号机组气载流出物排放量设计值见表 6.2-3，现实排放源项见表 6.2-4。

本工程两台机组运行状态下，气载流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的气载流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	1.15E+14	1.20E+15	9.58%
碘	1.41E+09	4.00E+10	3.53%
粒子（$T_{1/2}$≥8d）	1.87E+08	1.00E+11	0.19%
氚	9.20E+12	3.00E+13	30.67%
碳-14	7.32E+11	1.40E+12	52.29%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

漳州核电厂 1-4 号机组（华龙一号）运行状态下，四台机组的排放量控制值为厂址控制值的 2/3，气载流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的气载流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	4 台机组总排放量设计值 Bq/a	4 台机组排放量控制值 Bq/a	比值
惰性气体	1.17E+14	1.15E+14	2.32E+14	1.60E+15	14.50%
碘	1.92E+09	1.41E+09	3.33E+09	5.33E+10	6.25%
粒子（$T_{1/2}$≥8d）	1.40E+08	1.87E+08	3.27E+08	1.33E+11	0.25%
氚	9.02E+12	9.20E+12	1.82E+13	4.00E+13	45.55%
碳-14	7.32E+11	7.32E+11	1.46E+12	1.87E+12	78.29%

各类核素的排放量均满足 GB 6249-2011 规定的年排放量控制值要求。

核电站运行状态下的气载流出物中，C-14 主要以碳氢化合物和 CO_2 两种形态排放。以碳氢化合物形态排放的 C-14，是造成 C-14 全球影响的主要因素。要计算它的全球效应是一个较为复杂的过程，现阶段没有适宜的计算模型和参数，无法得到真正有现实意义的结果。UNSCEAR（1982）中指出，C-14 气态途径排放的化学形态中，20%以 CO_2 形态排放，80%以 CH_4 和 C_2H_6 形态排放；IAEA421 号报告（2004 年）中提出，欧洲和美国的压水堆核电站以 CO_2 形态排放的 C-14 仅占 5~25%。因此，本报告中 C-14 对公众造成的辐射影响只考虑以 CO_2 形态排放造成的剂量影响，其排放量为整个 C-14 气态途径排放量的

25%。

（2）液态流出物排放源项

漳州 1-4 号机组均为华龙一号机组，液态流出物年排放量由第四章给出，由于设计优化，3、4 号机组的源项和 1、2 号的源项有所差别。本工程液态流出物排放量设计值见表 6.2-5，现实排放源项见表 6.2-6。1、2 号机组液态流出物排放量设计值见表 6.2-7，现实排放源项见表 6.2-8。

本工程两台华龙一号机组运行状态下，液态流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	两台排放量控制值 Bq/a	比值
氚	9.20E+13	1.50E+14	61.33%
碳-14	5.38E+10	3.00E+11	17.93%
其余核素	1.42E+10	1.00E+11	14.20%

各核素均满足 GB6249-2011 中对厂址液态流出物年排放量控制值的要求。

漳州核电厂 1-4 号机组（华龙一号）运行状态下，四台机组的排放量控制值为厂址控制值的 2/3，液态流出物排放量设计值与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定的液态流出物年排放量控制值的比较如下：

核素类别	1、2 号机组排放量设计值 Bq/a	本工程两台华龙一号机组排放量设计值 Bq/a	4 台机组总排放量设计值 Bq/a	4 台机组排放量控制值 Bq/a	比值
氚	9.02E+13	9.20E+13	1.82E+14	2.00E+14	91.10%
碳-14	5.38E+10	5.38E+10	1.08E+11	4.00E+11	26.90%
其余核素	3.06E+10	1.42E+10	4.48E+10	1.33E+11	33.68%

各核素均满足 GB6249-2011 中对厂址液态流出物年排放量控制值的要求。

本工程运行状态下，漳州 3、4 号机组核岛及 BOP 的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度在保守工况下为 399.01Bq/L，满足 GB6249-2011 规定的排放控制值的要求。

6.2.2 照射途径

（1）气态途径

本工程运行状态下，气载流出物排放到环境后对公众的照射途径见图 6.2-1，可归纳为：空气浸没外照射、地面沉积外照射、吸入空气内照射和食入农牧产品内照射。

（2）液态途径

本工程运行状态下，液态放射性流出物与循环冷却水混合后排入临近海域，在其稀释

和扩散的过程中，对公众的照射途径见图 6.2-1，可归纳为：食入海产品内照射，岸边沉积外照射，在海域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射。

本工程所在厂址为滨海厂址，海水不作为农业灌溉和人畜饮用水，因此对饮用水和灌溉的照射途径不予考虑。

6.2.3 计算模式与参数

（1）气态途径

本工程气载流出物在大气中迁移和扩散的计算采用的是 XOQDOQ-2.0 程序。XOQDOQ-2.0 由美国西北太平洋实验室（PNL）1982 年按照 RG1.111《估计轻水堆正常释放的气态物质的大气迁移和扩散方法》中的模型方法为美国核管会开发，该模式与我国核安全导则 HAD101/02 所建议采用的模式基本一致。美国核管会审查人员用该程序来评估轻水堆核电站常规的长期释放或预期的间歇排放情况下的大气弥散。该程序可以处理混合排放、受地形影响而造成的烟云滞留问题以及地形对气态弥散的影响。气载流出物对公众辐射剂量的估算采用 AIRDOS-EPA 程序计算。计算模式及其参数见附录 6-1 和附录 6-2。

在计算气载流出物在大气中迁移和弥散时，使用了中国辐射防护研究院编制完成的《福建漳州核电厂厂址现场铁塔和地面气象站常规气象观测和统计分析成果报告(2020.5~2021.4)》中给出的 70m 高度风向、风速、稳定度、雨况四维联合频率，扩散参数采用根据现场大气扩散试验研究的推荐值，详见本报告第 2 章 2.4 节。

剂量估算中所使用的惰性气体空气浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），其余核素的空气浸没外照射剂量转换因子和地表沉积外照射剂量转换因子（包括空气中和水中）取自美国联邦导则 12 号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》，食入和吸入内照射剂量转换因子分别取自 GB18871-2002 中的表 B6、表 B7 和表 B9，见表 6.2-9；各核素的转移系数和浓集因子取自 IAEA 安全丛书 19 号报告，见表 6.2-10。居民人口分布、食谱、生活习性数据详见本报告第二章 2.2 节和 2.3 节。人口分布数据取厂址 2028 年的预期人口数。

（2）液态途径

根据本章附录 6-3 中的计算模式和参数评价液态流出物对厂址半径 80km 范围内公众造成的辐射影响。剂量估算计算中食入有效剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），地表沉积和水中浸没剂量转换因子取自美国联邦导则 12 号报告（1993），沉积吸附分配系数 Kd 取自 IAEA 安全丛书 19 号报告和华东师范大学 2020 年 12 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究报告》，各数据见表 6.2-11。在剂量评价中，使用厂址半径 5km 范围内居

民最大食谱计算厂址半径 5km 范围内公众所受到的最大个人剂量，使用厂址半径 80km 范围内居民食谱计算厂址半径 5~80km 范围内公众所受到的最大个人剂量。人口分布数据取厂址 2028 年的预期人口数。

6.2.4 大气弥散和水体弥散

（1）大气弥散

根据中国辐射防护研究院编制完成的《福建漳州核电厂厂址现场铁塔和地面气象站常规气象观测和统计分析成果报告(2020.5~2021.4)》，厂址附近以中性（D 类）天气为主，频率为 51.0%，不稳定的 A、B、C 三类天气的频率总和为 39.0%，稳定的 E、F 类天气频率总和为 10.1%。

厂址处于东山湾西岸，场地相对比较开阔，对气载流出物在大气中迁移和扩散有利。

厂址半径 80km 范围内各子区年平均大气弥散因子的计算结果见表 6.2-12；相对干沉积和相对湿沉积的计算结果见表 6.2-13 和表 6.2-14。

由表 6.2-8 中可知，年均大气弥散因子范围为 2.36E-10 s/m^3~2.42E-06 s/m^3。

由表 6.2-9 中可知，相对干沉积因子范围为 1.05E-12 m^{-2}~5.06E-08 m^{-2}。

由表 6.2-10 中可知，相对湿沉积因子范围均为 2.94E-13m^{-2}~1.50E-09m^{-2}。

（2）水体弥散

中国水利水电科学研究院根据最新的取排水方案对不同工况下液态流出物在受纳海域稀释扩散情况进行了数模模拟。根据计算结果推荐了厂址附近海域各半径范围内全潮平均相对浓度。在液态剂量计算中各类核素的海水稀释因子选取最不利潮型—夏季典型小潮的相应结果，详见表 6.2-15。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

本工程运行状态下，气载流出物主要通过高 76.5m 的烟囱排入大气。气载流出物中的放射性核素经大气弥散作用后，在厂址半径 80km 范围内各子区空气中的年均放射性活度浓度分布情况见表6.2-16。由表6.2-16可知，年均放射性活度浓度的最大值出现在厂址SSW方位半径 0～1km 处，几种代表性核素的年均放射性活度浓度最大值分别为 1.02E-06Bq/m^3（Cs-137）、6.17E-05Bq/m^3（I-131）、1.40E-01Bq/m^3（Kr-85）。

本工程运行状态下，两台机组共用一套低放废液排放系统，两台机组每年液态流出物排放量为 32200 m^3，间歇排放时单台有效容积 500 m^3 的贮槽排空时间为 3.3 h，2 台机组的冷却水流量 140 m^3/s。计算得到核电厂排放口处的放射性核素浓度与《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应放射性指标的对比见表 6.2-17。由表 6.2-17 可知，即使考虑排放海域内放射性本底的叠加效应，各类放射性核素浓度也都符合 GB3097-1997 的要求。

6.2.6 公众的最大个人剂量

在计算公众的最大个人有效剂量中，源项采用表 6.2-1 和表 6.2-3 给出的设计排放源项。

（1）气态途径

本工程运行状态下，气态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 5.07E-07Sv/a、4.95E-07Sv/a、4.80E-07Sv/a、4.02E-07Sv/a。

（2）液态途径

本工程运行状态下，液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 3.66E-06 Sv/a、4.58E-06 Sv/a、2.94E-06 Sv/a、3.65E-07Sv/a。

（3）气液态综合途径

本工程运行状态下，气载和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分为 4.16E-06 Sv/a、5.08E-06 Sv/a、3.42E-06 Sv/a、7.67E-07 Sv/a。

4 台机组运行状态下，气载和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分为 8.07E-06 Sv/a、1.02E-05 Sv/a、7.16E-06 Sv/a、1.63E-06 Sv/a。受到的最大个人有效剂量为 1.02E-05 Sv/a，约占厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的 4.09%。其中气态途径剂量为 1.20E-06 Sv/a，液态途径剂量为 9.04E-06 Sv/a。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

本节主要估算漳州核电站 3、4 两台机组正常运行时，由于气、液态放射性流出物的排放，所致周围环境介质中生物的辐射剂量水平，同时还计算了漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时对生物的辐射影响。

6.2.7.1 生物的辐射效应

对水生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为水体照射和底泥照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

对陆生生物而言，辐射效应主要来自外照射和内照射。其中外照射主要分为空气照射和地面沉积外照射，内照射主要来自于生物体的食入照射。

6.2.7.2 评价模式

厂址周围环境介质中生物所受的辐射剂量采用 ERICA 程序计算，计算模式及其参数见本章附录 4 和附录 5。

ERICA 程序是欧洲委员会在 2004 年～2007 年完成的对电离辐射污染物的环境危险进

行评价和管理的 ERICA 框架项目的基础上开发的，可以用来计算生物所受到的辐射剂量。该程序采用了三级筛选的方法，一级筛选是将环境介质中的核素浓度值与由辐射剂量限值导出的环境介质浓度限值（EMCL）进行比较，判断生物是否存在潜在危险。如果生物存在潜在危险，就需要进行进一步的筛选。二级筛选结合特定场址中的具体生物的放射性生态学参数、毒性数据等，计算各生物受到的辐射剂量率。三级筛选是在二级筛选的基础上引入统计学方法得到各生物具有统计意义的辐射剂量率。程序计算时采用的放射生态学等数据主要来源于生物辐射效应数据库（FREDERICA）。

目前 ERICA 程序主要包括 71 个核素，用户还可以根据需要添加其它核素。

厂址周围环境介质中生物的辐射影响评估中，在一级筛选的基础上进行了二级筛选。

6.2.7.3 参考生物的分类

参考生物的定义和选用是建立“非人类物种”辐射剂量评估模型的基础。ERICA 程序根据生物所在的栖息环境选择了不同的代表性生物作为参考生物，其中海洋生态系统的参考生物包括深水鱼、鸟类、甲壳类动物、大型藻类、哺乳动物、双壳软体动物、浅水鱼、浮游植物、多毛纲动物蠕虫、爬行动物、珊瑚虫（或海葵）、导管植物、浮游动物等 13 类。陆生生态系统的参考生物包括两栖动物、鸟类、食腐类节肢动物、飞行类昆虫、腹足纲软体动物、草本植物、苔藓类植物、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物、爬行动物、灌木、环节动物、乔木等 13 类。

根据中国水产科学研究院东海水产研究所于 2019 年 6 月编制的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近海域生态环境调查与评价报告》，选取深水鱼、鸟类、甲壳类动物、哺乳动物、大型藻类、双壳软体动物、浅水鱼、浮游植物、多毛纲动物蠕虫、珊瑚虫、导管植物、爬行动物浮游动物 13 类海洋生态系统参考生物进行了计算。陆生生态系统参考生物根据中核第四研究设计工程有限公司于 2017 年 8 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近陆域生态环境调查及评价报告》，选取两栖动物、鸟类、食腐类节肢动物、飞行类昆虫、腹足纲软体动物、草本植物、苔藓类植物、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物、爬行动物、灌木、环节动物、乔木 13 类进行了计算。

6.2.7.4 参数选取

（1）分配系数（Kd）

海洋生态系统计算中 Sr、Ru、Ag、Cs、Mn 和 Co 元素的分配系数取自华东师范大学于 2020 年 12 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究》报告，La 元素的分配系数取自 ERICA 程序的缺省值，Mo、Pr、Tc 暂时均取 0，其余各元素对应的分配系数采用 IAEA19 号报告中的值，见表 6.2-18。

（2）浓集比（CR）

1）海洋生态系统

对于程序未提供浓集比缺省值的元素Y、Fe采用IAEA Technical Reports Series No.422报告中的数据，Mo、Pr暂时取0。其余元素对应的不同水生生物的浓集比均由程序提供。

不同元素对应的不同生物的浓集比见表6.2-19。

2）陆生生态系统

对于程序未提供浓集比缺省值的元素Fe采用IAEA 479号报告中的数据。Kr采用EA R&D128出版物中的数据，Xe由于没有数据，暂取0。其余元素对应的不同陆生生物的浓集比均由程序提供，不同元素对应的不同生物的浓集比见表6.2-20。

（3）剂量率转换因子（DCC）

1）海洋生态系统

程序提供了海洋生态系统中不同核素不同水生生物在不同辐射类型下的内照射剂量率转换因子和外照射剂量率转换因子。见表6.2-21～表6.2-24。

2）陆生生态系统

ERICA 程序提供了陆生生态系统中不同核素不同陆生生物在不同辐射类型下的内照射剂量率转换因子和外照射剂量率转换因子，见表6.2-25～表6.2-29。对于程序未提供剂量率转换因子缺省值的惰性气体核素Kr-85等采用EA R&D128出版物中的数据，惰性气体不同核素不同生物的剂量率转换因子见表6.2-30和表6.2-31。Xe由于没有数据，暂取0。

（4）居留因子

1）海洋生态系统

程序提供了海洋生态系统中各水生生物的居留因子，见表6.2-32。

2）陆生生态系统

程序提供了陆生生态系统中各陆生生物的居留因子，见表6.2-33。

（5）环境介质浓度限值（EMCL）

由生物的剂量率限值（ERICA推荐所有生物的筛选值为10μGy/h）反推出各核素在环境介质中对不同生物的浓度限值即为环境介质浓度限值，该参数与核素、媒介、生物种类有关，是一般筛选方法的技术基础。

6.2.7.5 水生生物辐射影响的估算

漳州核电站3、4号两台机组正常运行时，水生生物辐射影响采用表6.2-5中的源项进行估算，漳州核电站1、2号机组、3、4号机组正常运行时，水生生物辐射影响采用表6.2-5和表6.2-7中的源项进行估算。

（1）漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

①各水生生物影响率的计算

漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，近区（0～5km 范围）海域中 13 类生物的影响率见表 6.2-34。由表可见，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时近区海域中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下，其中对哺乳动物的影响率最大，为 3.70×10^{-4}。由于厂址附近远区（5～80km 范围）海域海水的稀释因子小于近区（0～5km 范围）海域海水的稀释因子，因此，漳州核电站 3、4 号两台机组附近 5～80km 海域内放射性核素对不同水生生物的影响率小于近区海域内放射性核素对不同水生生物的影响率。可以初步认为，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，液态放射性流出物对周围水体中水生生物的辐射影响不大，水生生物是安全的。

②剂量率估算

表 6.2-35、表 6.2-36 分别为漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时近区海域不同核素对不同水生生物造成的内照射剂量率和外照射剂量率，表 6.2-37 为近区海域不同核素对不同水生生物造成的总剂量率，表 6.2-38 为近区海域各种水生生物所受总剂量率的汇总。

由表 6.2-35 可见，在 0～5km 海域范围内不同核素对不同生物造成的内照射剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中 Fe-59 对哺乳动物的内照射剂量率最大，为 3.47×10^{-3}μGy/h。由表 6.2-36 可见，在 0～5km 海域范围内不同核素对不同生物造成的外照射剂量率都在 10^{-4}μGy/h 以下，其中 La-140 对多毛纲动物蠕虫造成的外照射剂量率最大，为 3.06×10^{-5}μGy/h。由表 6.2-37 和表 6.2-38 可见，在 0～5km 海域范围内 13 类生物受到的总剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中多哺乳动物受到的总剂量率最大，为 3.70×10^{-3}μGy/h，对哺乳动物贡献最大的核素为 Fe-59，该核素对哺乳动物造成的总剂量率为 3.47×10^{-3}μGy/h。上述各类水生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

综上所述，从影响率的结果来看，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，0～80km 海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km 海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，厂址附近 0～80km 海域范围内水生生物是安全的。

（2）漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时水生生物辐射影响的估算

①各水生生物影响率的计算

漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时近区海域中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-2} 数量级以下，其中对哺乳动物的影响率最大，为 2.47×10^{-3}。由于厂址附近远区

（5～80km 范围）海域海水的稀释因子小于近区（0～5km 范围）海域海水的稀释因子，因此，漳州核电站 1-4 号四台机组附近 5～80km 海域内放射性核素对不同水生生物的影响率小于近区海域内放射性核素对不同水生生物的影响率。可以初步认为，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，液态放射性流出物对周围水体中水生生物的辐射影响不大，水生生物是安全的。

②剂量率估算

在 0～5km 海域范围内不同核素对不同生物造成的内照射剂量率都在 10^{-1}μGy/h 以下，其中 Fe-59 对哺乳动物的内照射剂量率最大，为 2.35×10^{-2}μGy/h。在 0～5km 海域范围内不同核素对不同生物造成的外照射剂量率都在 10^{-3}μGy/h 以下，其中 La-140 对多毛纲动物蠕虫造成的外照射剂量率最大，为 1.97×10^{-4}μGy/h。在 0～5km 海域范围内 13 类生物受到的总剂量率都在 10^{-1}μGy/h 以下，其中哺乳动物受到的总剂量率最大，为 2.47×10^{-2}μGy/h，对哺乳动物贡献最大的核素为 Fe-59，该核素对多毛纲动物蠕虫造成的总剂量率为 2.35×10^{-2}μGy/h。上述各类水生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

综上所述，从影响率的结果来看，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，0～80km 海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率均在 10^{-2} 数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km 海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近 0～80km 海域范围内水生生物是安全的。

6.2.7.6 陆生生物辐射影响的估算

漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，陆生生物辐射影响采用表 6.2-1 中的源项进行估算，漳州核电站 1、2 号机组和 3、4 号机组，陆生生物辐射影响采用表 6.2-1 和表 6.2-3 中的源项进行估算。

（1）漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时陆生生物辐射影响的估算

①各陆生生物影响率的计算

漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，厂址附近陆域 13 类陆生生物的影响率见表 6.2-39。由表可见，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时气载放射性核素对厂址周围不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下，其中对鸟类、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物和爬行动物的影响率最大，为 3.11×10^{-4}。因此，可以初步认为，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，气载放射性流出物对周围陆生生物的辐射影响不大，陆生生物是安全的。

②剂量率估算

表 6.2-40、表 6.2-41 分别为漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时气载放射性核素

对厂址附近不同陆生生物造成的内照射剂量率和外照射剂量率，表 6.2-42 为气载放射性核素对厂址附近不同陆生生物的总剂量率，表 6.2-43 为厂址附近各种陆生生物所受总剂量率的汇总。

由表 6.2-40 可见，在厂址附近陆域范围内不同核素对不同陆生生物造成的内照射剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中 C-14 对鸟类、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物、爬行动物内照射剂量率最大，均为 2.23×10^{-3}μGy/h。由表 6.2-41 可见，在厂址附近陆域范围内不同核素对不同陆生生物造成的外照射剂量率都在 10^{-5}μGy/h 以下，其中 Kr-85 对草本植物、灌木和乔木造成的外照射剂量率最大，6.50×10^{-6}μGy/h。由表 6.2-42 和表 6.2-43 可见，在厂址附近陆域范围内 13 类生物受到的总剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中鸟类、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物和爬行动物总剂量率最大，为 3.11×10^{-3}μGy/h，贡献最大的核素均为 C-14，该核素对鸟类、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物和爬行动物造成的总剂量率为 2.23×10^{-3}μGy/h。上述各类陆生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

综上所述，从影响率的结果来看，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

（2）漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时陆生生物辐射影响的估算

①各陆生生物影响率的计算

漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时气载放射性核素对厂址周围不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下，其中对小型掘穴类哺乳动物的影响率最大，为 6.21×10^{-4}。因此，可以初步认为，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，气载放射性流出物对周围陆生生物的辐射影响不大，陆生生物是安全的。

②剂量率估算

在厂址附近陆域范围内不同核素对不同陆生生物造成的内照射剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中 C-14 对鸟类、大型哺乳动物、小型掘穴类哺乳动物、爬行动物内照射剂量率最大，均为 4.45×10^{-3}μGy/h。在厂址附近陆域范围内不同核素对不同陆生生物造成的外照射剂量率都在 10^{-4}μGy/h 以下，其中 Kr-85 对草本植物、灌木和乔木造成的外照射剂量率最大，均为 1.43×10^{-5}μGy/h。在厂址附近陆域范围内 13 类生物受到的总剂量率都在 10^{-2}μGy/h 以下，其中小型掘穴类哺乳动物的总剂量率最大，为 6.21×10^{-3}μGy/h，对小型掘穴类哺乳动物贡献最大的核素为 C-14，该核素对小型掘穴类哺乳动物造成的总剂量率为

4.45×10^{-3}μGy/h。上述各类陆生生物所受的总剂量率均小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

综上所述，从影响率的结果来看，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

6.2.7.7 参考文献

（1）IAEA 安全丛书 19 号报告；

（2）IAEA Technical Resports Series No.422 报告；

（3）EA R&D128 出版物；

（4）IAEA Technical Resports Series No.479 报告；

（5）《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近海域生态环境调查与评价报告》，中国水产科学研究院东海水产研究所，2019 年 6 月；

（6）《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址附近陆域生态环境调查及评价报告》，中核第四研究设计工程有限公司，2017 年 8 月；

（7）《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究》，华东师范大学，2020 年 12 月。

6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

本工程运行状态下采用现实排放源项计算周围的关键人群组、关键核素和关键照射途径。厂址半径 80km 范围内气载流出物排放对公众个人所致有效剂量见表 6.2-44，厂址半径 80km 范围内液态流出物排放对公众个人所致有效剂量见表 6.2-45，厂址半径 80km 范围内气液态流出物排放对公众个人所致有效剂量见表 6.2-46，本工程运行状态下，厂址半径 80km 范围内居民所受的集体剂量为 8.10E-02 人•Sv/a。

由表 6.2-46 可知，根据现实源项的评价结果，厂址半径 80km 范围内成人组、青少年组、儿童组、婴儿组最大个人有效剂量分别为 9.47E-07 Sv/a、1.19E-06 Sv/a、8.17E-07 Sv/a、2.21E-07 Sv/a。最大个人有效剂量出现在厂址 NNW 方位 1～2km 处，此处居住的是人家村和宅后村的村民，关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 1.19E-06Sv/a，其中气载途径所致的剂量为 1.51E-07 Sv/a，液态途径所致的剂量为 1.04E-06 Sv/a。

气、液态各途径、各核素的剂量贡献分别见表 6.2-47 和表 6.2-48，气、液态综合各途径、各核素对关键居民组的剂量贡献见表 6.2-49。

从表 6.2-47 可以看出，气态途径的主要途径为食入农牧产品造成的内照射途径，约占气态途径总剂量的 65.49%；其次为地面沉积外照射途径，约占气态途径总剂量的 25.90%；

吸入空气内照射和空气浸没外照射途径分别占气态途径的 5.48%和 3.15%。气态途径的主要核素为 C-14，它所致的剂量约占气态剂量的 51.20%；其它贡献较大的核素为 H-3、Co-60 和 Cs-137，分别占气态途径总剂量的 19.30%、11.20%和 8.80%。

从表 6.2-48 可以看出，液态途径的主要途径为食入海产品造成的内照射途径，占液态途径总剂量的 99.95%，其次为岸边沉积外照射途径，约占液态途径总剂量的 0.05%。液态途径的主要核素为 C-14，它所致的剂量约占液态途径总剂量的 67.40%；其它贡献较大的核素为 Co-60 和 I-131，占液态途径总剂量的 16.82%和 5.02%。

从表 6.2-49 可以看出，气液态综合的关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 1.04E-06Sv/a，约占气液态总剂量的 87.28%；其次为气载途径的食入农牧产品内照射途径，占气液态总剂量的 8.30%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 7.77E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 65.36%；另外，Co-60 和 I-131 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 16.11%和 4.39%。

4 台机组运行状态下，气液态途径综合释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众造成的最大个人有效剂量分别为 1.57E-06 Sv/a、1.93E-06 Sv/a、1.37E-06 Sv/a、4.35E-07 Sv/a。最大个人有效剂量出现在厂址 WSW 方位 2～3km 处，此处居住的是云霄县列屿镇城内村的村民，关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 1.93E-06 Sv/a。关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 1.55E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 80.00%；其次为食入农牧产品造成的内照射途径，占气液态总剂量的 12.87%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 1.24E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 64.32%；另外，Co-60 和 H-3 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 16.34%和 4.79%。

6.2.9 辐射影响评价

综合上述计算分析，本工程运行状态下，气态和液态排放源项、液态途径排放的放射性核素的浓度以及公众最大个人有效剂量均满足相应国标要求。

本工程运行状态下，厂址附近水生生物和陆生生物所受辐射剂量率均远小于 ERICA 推荐的筛选值（10μGy/h）。

6.3 其他环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

漳州核电厂 3、4 号机组工艺系统中化学污染物对环境的其它影响主要是化学物质向海域的排放，以及由此造成的海水水质变化对海洋生物的影响。

本工程排放的化学物质主要来自下列工艺过程产生的废水：

— 除盐水生产系统；

— 循环水处理系统；

— 凝结水精处理系统；

6.3.1.1 除盐水生产系统

除盐水生产系统树脂再生废水的 NaCl 排放浓度很低，两小时内最大释放浓度小于 2.5g/L，与海水中天然 NaCl 浓度相比是很低的。《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中对含盐量没有限制，且含盐量也不是《海水水质标准》（GB3097-1997）中用于海水分类的项目指标。因此，不会影响附近海域的海水质量。

6.3.1.2 循环水处理系统

循环水处理系统的功能为通过电解海水制取次氯酸钠溶液，向循环水系统、重要厂用水系统中投加次氯酸钠药液，防止海生物在设备、管道内和排放口繁殖，从而避免因其繁殖而导致的管道断面缩小，阻力增加，流量降低。加药点设置在联合泵房，加药方式为连续投加，保证联合泵房入口水中次氯酸钠的浓度达到 1mg/L。

加入循环冷却水中的游离态氯衰减得很快，主要是与水中的氨、有机物和微生物等还原性物质作用而消耗。化合态余氯为氯氨（氨氮、有机胺、氯化合而成），如一氯胺（NH2Cl）、二氯胺（$NHCl_2$）等。化合态余氯氧化能力低，在海水中比较持久稳定，但它的生物毒性远小于游离态氯。另一主要的因素是残余氯在海区中的稀释与扩散，冷却水排入海域后，随着潮汐和海流的运动，冷却水不断与海区中大量的海水进行混合，在这个过程中，残余氯亦得到稀释，不断扩散到海区中去，并进一步得到消耗。循环水系统中加入的次氯酸钠在冷却水中迅速地消耗，至排放口时，余氯浓度约为 0.15mg/L 左右。

根据南海水产研究所的研究结果，当余氯浓度为 0.1mg/L 时，鱼的种类多样性指数下降 50%。根据法国格拉芙林核电站的研究结果，余氯浓度为 0.05mg/L 时，藻类的初生组织开始受到影响，浓度高于 0.3mg/L 时初生组织将完全受到抑制。浮游动物对氯化作用敏感性则较差，余氯浓度为 0.3mg/L 左右时，幼鲽的不孵化率为 36%，浓度为 0.05mg/L 时仅为 1%。可见，余氯浓度大于 0.05mg/L 时，才可能对海洋初级生产力造成影响。

余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所

致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。由于相关报告尚未完成，余氯的影响具体范围尚未确定。海水水量丰富，扩散稀释能力较好，根据经验初步判断余氯不会对受纳水体产生明显影响。

6.3.1.3 凝结水精处理系统

此类废水中的化学物质是精处理再生处理过程产生的$(NH_4)_2SO_4$（当碱化剂采用氨时）、乙醇胺硫酸盐（当碱化剂采用乙醇胺时）和 Na_2SO_4。

为了满足福建漳州核电厂 3、4 号机组的运行需要，本工程精处理再生处理过程中投加 H_2SO_4 和 NaOH，用于阳树脂和阴树脂的再生。再生过程产生的废水排入废水中和池内，通过注入酸、碱及空气搅拌中和使废水 pH 值达到 6~9，然后通过排水泵送到常规岛废液收集系统。经处理，排入环境中的$(NH_4)_2SO_4$、乙醇胺硫酸盐、Na_2SO_4 盐溶液与海域内天然含盐量相比不高，且《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中对含盐量没有限制。

6.3.2 其他污染物的环境影响

6.3.2.1 生产废水和生活污水的影响

本工程其它生产废水主要为汽机厂房、主变压器和降压变压器平台等子项的非放射性含油废水。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准，排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。

福建漳州核电厂 3、4 号机组主厂区各子项的生活污水通过相应污水管网汇集至新建的污水处理构筑物 2，经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中车辆冲洗水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入大海。部分与厂区距离较远的施工临建区的生活污水由施工承包商处理后排放，排放水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。

满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准的生活污水和满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水均允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。同时，生活污水处理站处理后的再生水尽可能回用，仅回用剩余部分溢流排放，因此，生产废水和生活污水排放不会对附近海域的海水质量造成明显影响，是可以接受的。

6.3.2.2 噪声的影响

（1）声源概况

漳州核电厂 3、4 号机组正常运行时，对环境有影响的声源（≥80dB(A)）主要来自于部分工艺设备，设备声源源强概况见表 6.3-1。

（2）评价标准

厂界环境噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准，居民区环境噪声执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，见表 6.3-2。

（3）评价等级与评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）规定，本项目所处声环境功能区为 3 类地区，建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），且受影响人口数量变化不大，确定本项目声环境影响评价工作等级为三级，评价范围为拟征地边界外 1m。同时评价本项目对厂址附近最近居民点即 NNW 方位约 1.41km 的人家村（自然村）。

（4）噪声预测

漳州核电厂 3、4 号机组正常运行时，噪声源对厂址周围声环境的影响采用 Cadna/A 程序进行预测。进行环境噪声预测时，所使用的工业噪声源一般按点声源处理。对构建筑内的噪声源，需根据实际布置的门窗等透声面设置垂直面声源等效室内的点声源进行预测。

1）计算原理

采用 Cadna/A 程序进行预测，一般采用声源的倍频带声功率级、A 声功率级或靠近声源某一参考位置的倍频带声压级、A 声级来预测计算距声源不同距离的声级。

如已知声源的 A 声功率级，则预测点位置的 A 声级 LA(r)可采用如下公式计算：

$$L_A(r) = L_{Aw} + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

式中：LAw——声源的 A 声功率级，dB(A)；

D_c——指向性指数，dB；

A_{div}——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm}——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr}——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar}——声屏障引起的衰减，dB；

A_{misc}——其他多方面效应引起的衰减，dB。

如第 i 个声源在预测点产生的 A 声级为 L_{Ai}，在 T 时间内该声源工作时间为 t_i，则拟建工程声源对预测点产生的贡献值 L_{eqg} 可采用如下公式计算：

$$L_{eqg} = 10\lg(\frac{1}{T}\sum_{1}^{N} t_i 10^{0.1L_{Ai}})$$

式中：t_i——在 T 时间内 i 声源工作时间，s；

T——用于计算等效声级的时间，s；

N——声源个数。

2）计算参数和预测结果

根据表 6.3-1 的声源源强资料，采用 Cadna/A 程序进行噪声的预测计算，计算参数见表 6.3-3，风频参数见 2.4.3 节。厂界噪声预测结果见图 6.3-1。

由图 6.3-1 可见，漳州核电厂 3、4 号机组运行后，声源对人家村的噪声贡献值为 19.4dB(A)。根据噪声本底调查结果，人家村昼间噪声本底在 51.7~53.5dB（A）之间，夜间噪声本底在 41.6~48.1dB(A)之间。工程运行的噪声贡献值远小于噪声本底值。因此，漳州核电厂 3、4 号机组运行后，人家村的噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准，即昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)。

漳州核电厂 3、4 号机组运行后，南厂界所受影响较大，声源对南厂界的贡献值为 40.8dB(A)，其次是北厂界，声源对北厂界的贡献值为 34.7dB(A)。此外，声源对东厂界的噪声贡献值为 24.1dB(A)，对西厂界的噪声贡献值为 22.0dB(A)。因此，漳州核电厂 3、4 号机组运行后，声源对各厂界的噪声贡献值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中规定 3 类标准限值，即昼间 65 dB(A)和夜间 55 dB(A)。

综上所述，漳州核电厂 3、4 号机组运行后，对厂址周围声环境质量影响满足标准要求。

6.3.2.3 电磁辐射影响

福建漳州核电厂3、4号机组将与1、2号机组共用已建的500kV开关站，根据HJ 24-2020标准要求，采用类比法和已运行的田湾1-4号机组共用的500kV开关站、5-8号机组共用的500kV开关站的电磁辐射强度和分布的实际测量，对本工程建成后电磁环境影响进行预测。

本工程500kV开关站与田湾核电站现有开关站比较内容见表6.3-4。

田湾核电厂厂址区域5km范围内电磁环境的主要评价结论如下：

工频电场/工频磁场：田湾核电厂厂区工频电场强度监测值在0.164V/m~ 1428.52V/m之间，工频磁场强度监测值在0.036μT ~9.793μT之间；输电线路工频电场强度监测值范围在1.326V/m~2044.64V/m之间，工频磁场强度监测值在0. 035μT ~6.817μT之间；田湾核电厂厂区外环境敏感区工频电场强度监测值在0.118V/m~106.80V/m之间，工频磁场强度监测值在0.038μT ~0.087μT之间。根据以往工程经验，机组正常运行时，开关站电场强度最大值一般出现在靠近输电线路边相外0-5m处，最大磁场强度一般在中相导线的正下方附近，然后随距离增加而降低。距离田湾核电站厂址最近的居民区为位于厂址NNW方位约1.4km处的

东崖屋村，此处工频电场监测值为0.371V/m，工频磁场监测值为0.043μT。所有工频电场/工频磁场强度监测值都分别小于标准限值4kV/m和 0.1mT（100μT），符合标准要求。

福建漳州核电厂厂址周围的居民点距离厂址最近的自然村为位于厂址NNW方位1.3km处的人家村，此处工频电场强度监测值为0.1V/m，工频磁场监测值为0.0119μT。工频电场及工频磁场监测值均小于田湾核电厂所有工频电场/工频磁场强度监测值都分别小于标准限值4kV/m和 0.1mT（100μT），符合标准要求。

由表 6.3-4 及以上分析可见，福建漳州核电厂厂址区域附近电磁辐射污染源要少于田湾核电站厂址区域。可以预见，福建漳州核电厂 3、4 号机组建成投运后 500kV 开关站对周围环境的电磁辐射影响也能够满足国家相关标准的要求。

6.3.2.4 固体废物的影响

运行期产生的固体废物对环境的影响主要来源于除盐水处理过程中废弃的离子交换树脂、生活污水处理过程中产生的污泥及危险废物。

除盐水生产工艺设计采用反渗透膜组件。根据膜元件厂商的建议及调研国内膜元件的使用情况，反渗透膜元件的使用年限为 5 年。膜元件的更换时间应根据现场实际运行情况，监测反渗透膜的运行情况，合理确定、定期更换。经除盐水生产工艺用过的废弃膜元件不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

除盐水生产过程中废弃的离子交换树脂等，树脂使用寿命与进水水质、运行方式等有关。经除盐水生产工艺用过的离子交换树脂不含有游离液体或有害物质，一般按照工业垃圾固体废物进行处理。

生活污水处理过程中产生的污泥经脱水后将泥饼外运处理。

本工程运行期产生的各类危险物集中分类暂存后，委托有资质的单位对危险废物进行外运处理。

因此，运行期间产生的固体废物不会对附近区域的环境质量造成明显影响，是可以接受的。

6.4 初步退役计划

6.4.1 概述

对核电厂来说，退役是继选址、设计、建造、试运行和运行之后的最后一个阶段。它是一个包括源项调查、去污、厂内设备和系统的拆除、建筑物和结构的拆毁及对产生的废物进行处理、整备、处置等操作的过程。所有这些活动均要考虑操作人员和普通公众的健康和安全要求，也要考虑对环境产生的任何影响。目前越来越多的核电厂退役研究和经验

表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核电厂的退役进行充分考虑。选择合适的退役策略，尽可能在厂址选择、材料选择、系统和设备设计、厂房布局、设备布置等方面考虑退役因素，可以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，将退役对环境的影响和废物产生量降至可合理达到的尽量低，尽可能降低将来退役施工的难度和费用。本节主要对福建漳州核电厂 3、4 号机组将来退役时的策略选择和阶段划分、退役计划的制定提出了初步设想，阐述了在设计阶段应考虑的便于退役的有关因素和要求，并在退役费用和管理方面提出了考虑和设想。

6.4.2 退役策略选择

目前国际原子能机构推荐的退役策略分为两种：立即拆除和延迟拆除。

1) 立即拆除是将被放射性污染的设备、结构和设施的污染部分移除或者去污至允许设施开放用于无限制使用或者由监管机构进行有限制使用水平的策略。在这种情况下，退役执行活动在运行停止后的短时间内就开始进行。这个策略隐含指出退役项目应该立即完成，包括将设施中的所有放射性材料移除至另一个新的或者已经存在的有资质的设施中进行长期贮存或者处置。
2) 延迟拆除是将设施被放射性污染的部分处理或者放置在一定条件下一段足够的时间，直到可以进行后续的去污和/或拆除等操作，从而最终达到允许设施开放用于无限制使用或者由监管机构进行有限制使用的策略。

立即拆除策略要求在核电站停止运行后的短时间内就开始进行退役，在这种情况下，核电站内部分区域的放射性水平较高，要求采用更为先进的技术并对工作人员提供更为严格的保护以降低工作人员所将受到的辐射照射；延迟拆除也许会减少退役所产生的放射性废物的量，并减少对现场人员的辐射照射，但有可能因延迟拆除导致出现系统包容性恶化、档案资料散失、人员流失及长期监督维护需要高额费用支撑等缺陷。

上述两种策略各有利弊，具体选择何种策略需要充分考虑核电站所在国家有关退役的法规政策、放射性废物管理能力、从事退役的工作人员、退役费用估算和筹资方式、其他机组的影响、退役技术发展及其对安全及环境的影响等方面的因素，满足核电站所在国家的放射性废物管理和核能发展战略要求。

福建漳州核电厂 3、4 号机组在设计中充分考虑了各退役策略的退役方案的需求，使得对拆除技术和辐射防护水平要求相对较高的立即拆除策略的实现成为可能。如果采取延迟拆除的策略，需要注意在封存期间保证足够的监护措施，确保设施安全。而封存之后的拆除由于放射性在一定程度上的衰变，可能会带来拆除技术上的简化。

综合比较各策略并考虑到国际上退役领域的发展趋势以及退役拆除技术的水平，针对

福建漳州核电厂 3、4 号机组退役推荐选择立即拆除的退役策略。理由如下：

- 福建漳州核电厂 3、4 号机组的部分废物处理系统经过整治可在退役中继续使用。同时沿用漳州 1、2 号机组退役时建设废物处理设施，使退役工作具备处理整备放射性废物的能力，可保证退役过程中产生的气态、液态及固态放射性废物都可得到良好安全的管理。
- 在本核电厂设计中，选择了便于去污的材料，在设备布置中采取了限制系统污染及污染扩散的措施，便于设备拆除及拆除阶段人员进出的措施等，可方便退役工作的开展。
- 核电厂在设计阶段考虑了很多先进的设计理念，采用了各种辐射源项控制技术，可保证退役时工作人员和公众的受照剂量保持在可合理达到的尽量低水平，实现辐射防护最优化的目标。且实行立即拆除策略可最大程度实现工作人员的平稳过渡并避免人才及资料流失等情况的发生。
- 我国已有乏燃料基金支持乏燃料外运及后处理等相关工作；根据国家政策，核电厂退役经费在各核电厂商业运行期内提取，从而保证退役所需资金充足。
- 通过已完成的核设施退役工程，我国积累了大量的核设施退役经验，可保证待福建漳州核电厂 3、4 号机组退役时有可利用的技术及设备满足立即拆除的要求。

综合上述分析，在具备废物管理能力，存在便于退役开展的设计考虑，保护工作人员，国家政策支持及充足的资金保证，退役技术的不断发展等方面可以证明，福建漳州核电厂 3、4 号机组退役选择立即拆除的退役策略是合适的。

6.4.3 退役计划的制定

退役最终目标的实现取决于周密和有组织的计划。国家核安全监管部门要求新建核设施要制定退役计划。计划的内容、范围和详细程度应根据设施的复杂性和潜在危害的不同进行调整。核电厂退役计划分三个阶段制定和提交，即：初始计划、中期计划和最终计划。三个阶段计划的内容应逐步深入、完善、细化和优化。其中安全分析和环境影响评价是退役计划安全实施的关键。

6.4.3.1 初始退役计划

初始计划的制定要考虑以下几方面的问题：退役可行性的一般分析；退役涉及到的安全问题的基本考虑；退役实施对环境影响方面的考虑；退役费用及筹资方式；明确退役期间需使用的现有设施、系统和设备。

6.4.3.2 中期退役计划

核电厂运行期间需要对初始退役计划进行定期审核、更新和细化，以制定中期退役计

划（若发生重大事故时应立即制定）。需要更新和细化的内容包括：国家有关退役政策和法规的变化；退役技术的发展；退役实施时可能发生的异常事件；对影响退役计划的系统和结构的重大修改；退役费用的估算及落实情况。

6.4.3.3 最终退役计划

核电厂安全关闭前要提交详细的最终退役计划，作为关闭申请和退役申请的支持性文件，其内容深度应符合国家核安全监管部门的相关规定。

6.4.4 退役方案简述

6.4.4.1 退役范围、目标及顺序

福建漳州核电厂 3、4 号机组工程规划建设两台自主化三代百万千瓦级压水堆核电机组（华龙一号），两台机组一次性规划，依次建设，电站设计寿命 60 年。福建漳州核电厂 3、4 号机组的退役范围包括反应堆厂房（3/4RX）、燃料厂房（3/4KX）、核辅助厂房（3/4NX）、核废物厂房（8QX）、人员通行厂房（3/4AR）、连接厂房（4WX）、核岛液态流出物排放厂房（8QA）、常规岛液态流出物排放厂房（8QB）、3/4NX /8QX 厂房至 8QA/8QB 厂房的废液排放管沟（8GC）。

特种车辆库（0AS）、废物处理中心（0QS）、放射性固体废物暂存库（0QT）、放射性废油暂存库（0QR）、放射性机修及去污车间（0AC）、放射源库（0YK）、厂区实验楼（0AL1）、新建废物处理设施等与 5、6 号机组共用的放射性厂房，将继续服务于后续机组的运行，其退役纳入后续机组的退役一并考虑。上述厂房都在去污达到目标值后拆毁，建筑垃圾运走，场地平整。

由于核电站选址需考虑多项因素，为了尽可能利用适宜的场址，建议在本场址退役后尽可能仍作为核设施基地继续使用。随着核电中长期发展规划的后续制定及升版，若明确了本场址在退役后的用途，则应将本核电站的退役计划进行升版，届时退役目标、退役范围等也应根据场址利用计划有针对性地进行调整，海工、电力、取排水等基础设施可根据其状况及后续工程建设方案等方面综合考虑进行保留或拆除。现阶段福建漳州核电厂 3、4 号机组的退役目标暂时确定为：将福建漳州核电厂 3、4 号机组所在场址建构筑物全部拆除，场址清理至有限制开放水平。

上述各放射性设施的拆除顺序简要描述如下：

——对反应堆厂房（3RX、4RX）内设备进行拆除；

——将燃料厂房（3KX、4KX）内设备进行拆除；

——对核辅助厂房（3NX、4NX）内除通风系统外其余设备进行拆除；

——对连接厂房（4WX）进行拆除；

——对核废物厂房（8QX）内设备进行拆除；

——对核辅助厂房（3NX、4NX）内通风系统进行拆除；

——对人员通行厂房（3AR、4AR）进行拆除；

——对核岛/常规岛液态流出物排放厂房（8QA/8QB）进行拆除；

——对废液排放管沟进行拆除清理；

——场址清理，在场址清理前应完成去污后厂房构筑物拆除工作；

上述放射性厂房退役时，可先对其中非放射性房间内的设备进行拆除，而后开展放射性房间的退役工作；对于非放射性厂房的拆除顺序需考虑其功能及作用：若其需为放射性厂房退役服务，则必须保证其在放射性厂房全部拆除完毕后再进行拆除；无需为放射性厂房退役服务的非放射性厂房可根据安排尽快开展拆除工作。非放射性厂房的拆除按照普通工业厂房拆除方法拆除即可。

6.4.4.2 退役方案

福建漳州核电厂 3、4 号机组的退役，考虑需要经历安全关闭——厂房内放射性物项拆除——建（构）筑物去污、拆毁——场址清理等几个主要步骤，下面对退役方案简要介绍如下：

在安全关闭阶段进行必要的系统倒空、系统串洗等工作，有效降低待拆除物项的放射性水平。

退役拆除阶段，按照退役方案中确定的退役顺序，对存在放射性的厂房内物项进行拆除。拆除时对于放射性水平较高的部件（如反应堆压力容器、堆内构件等）采取远距离遥控或水下解体的拆除方式；对于大型设备（如蒸汽发生器、稳压器、主泵等），可将其移至新建废物处理设施进行解体，尽量选择冷切割工具，当冷切割不能满足切割要求时，辅以热切割方式，并在热切割工位旁设置移动式通风装置，为了减少人员辐照剂量或降低工作人员劳动强度，可选择使用机器人或自动切割设备进行切割拆除等操作；对于轻微污染的设备，经必要的擦拭去污后进行拆除，经检测达到解控标准后暂存，经审管部门认可后解控；对于电缆及其架桥等物项，经表面擦拭去污后，送至新建废物处理设施进行剥离等处理，达到解控标准的可解控。

当厂房内物项全部拆除完毕后，对建（构）筑物墙、地面的放射性进行调查，根据调查结果制定相应的去污方案。最后对整个厂房建（构）筑物进行表面去污，直至解控。

最后，当厂房全部去污完毕后，进行场址清理工作，对场址内污染地面的土壤进行分类收集。根据退役目标对建（构）筑物进行拆毁，并对污染土壤进行清理直至达到退役目标值。

6.4.4.3 环境本底辐射水平调查

本厂址的环境本底辐射水平调查需要在首堆建造前完成，根据国家相关标准的要求，福建漳州核电厂 1、2 号机组首次装料前，必须完成环境本底辐射水平调查，至少应获得最近两年的调查数据。本底调查包括环境 γ 辐射、陆地环境介质监测和海洋介质监测。环境 γ 辐射的监测范围为以反应堆厂房为中心，半径 50km 范围内，其余陆地环境介质的监测项目一般取 20~30km，海洋介质的监测范围为排放口为中心，半径 10km 范围内。主要监测内容为：

（1）厂址周围存在的辐射或放射源应用情况；

（2）两年本底调查的环境放射性监测项目，主要包括以下几类：

- 环境 γ 辐射：γ 辐射剂量率瞬时定点测量；γ 辐射累积剂量测量。
- 陆地介质：大气及沉降物、土壤和底泥以及陆生生物
- 海洋介质：海水、海洋沉积物、海洋生物

（3）^{14}C 本底调查的项目，主要包括以下几类：

- 陆域介质：水、生物
- 海洋介质：海水、生物

6.4.4.4 退役废物管理

在福建漳州核电厂 3、4 号机组退役过程中，应根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）、《放射性废物分类》（公告 2017 年第 65 号）等废物管理相关标准的规定对各类废物进行分类，并进行相关的处理处置工作。

（1）放射性固体废物

对退役过程中产生的高放废物进行包装和暂存，最终进行深地质处置；中放废物根据其材质及放射性水平分别装入标准容器内，送新建废物处理设施进行检测、处理、整备，最终送中等深度处置场处置；低放废物进行收集及必要包装后，送至新建废物处理设施进行处理整备，最终可以在具有工程屏障的近地表处置设施中处置；极低放废物根据其材质及放射性水平分别进行收集和包装，经检测送至极低放填埋场填埋。

（2）放射性液体废物

系统倒空、系统串洗过程中产生的放射性废液，用原废液处理系统进行处理。

设备离线去污产生的废液，通过去污设施内配建的废液处理系统进行处理。

退役过程中工作人员产生的洗澡水等放射性水平较低的废液，利用原有系统进行收集、处理及最终排放；当原有系统拆除后，利用新建的废物处理设施的相关系统进行收集、处理和排放。

（3）放射性气载废物

退役过程中，放射性气载废物产生于使用热切割工具的拆除过程和对厂房建（构）筑物进行表面剥离去污的过程以及厂房的维护排风过程。

在进行热切割时，在切割工位旁设置移动式通风装置，对产生的放射性粉尘及气溶胶进行过滤，过滤后的气体进入厂房排风系统；表面剥离机与高效工业吸尘器配套使用，过滤后的气体也将进入厂房排风系统。气流进入厂房排风系统后通过厂房的排风装置过滤后排放。

退役过程中厂房的通排风利用厂房原有的通风系统。

6.4.5 便于退役的考虑

目前越来越多的核电厂退役研究和经验表明，必须在设计、建造和运行阶段就对将来核电厂的退役进行充分考虑。尽可能在场址选择、总图布置、材料选择、系统设备布置等方面考虑利于退役的因素，以有效减少退役期间工作人员和公众的受照剂量，从退役废物产生源头进行控制，贯彻废物最小化原则，有效减少退役施工难度和费用。

福建漳州核电厂 3、4 号机组在最初设计时考虑了将来退役的便利性，并遵循以下原则：

1) 任何为方便退役所采取的设计措施，都应符合现有国家法规和标准的要求。
2) 方便退役的措施应遵循放射性废物最小化的原则。
3) 对材料选择、系统和设备、厂房布局和设备布置的设计，应方便去污、拆除，方便退役操作、设备的转移。
4) 为核电厂退役而考虑的措施，应避免与设施安全可靠运行及维护等主要目的相互抵触。
5) 必要时进行利益代价分析，确保方便退役措施的合理性。

6.4.5.1 材料选择

在核电厂设计建造期间，为便于今后核电厂的退役和拆除，在材料选用上采取了必要的措施，如：

- 反应堆运行中，易活化材料造成的辐射剂量直接影响反应堆退役时工作人员的受辐照水平，设计上对与反应堆冷却剂接触的材料的种类及杂质含量进行了严格控制，特别是易活化元素如钴、锑等都严格控制其使用范围，同时对容易进入食物链的银元素杂质含量也提出了控制要求。
- 考虑在可能受到污染的区域内避免使用多孔渗水材料（非惰性材料）。
- 尽量减少使用可能有害的物质，如腐蚀性物质、有毒物质、易燃金属等。

- 设计中考虑可循环利用材料的可回收性，不仅对受到污染或活化的区域以外使用的材料进行回收，在一定条件下也对区域内的材料进行回收。

6.4.5.2 主要系统和设备设计

1) 易清洁性

为了减少污染积累和方便去污，系统设备、管道及部件选用耐腐蚀、易清洁去污的材料。例如与放射性废液接触的设备一般采用不锈钢材料。贮槽及其他设备设计尽量采用了简单设计，避免设备有较复杂的内部构件以减少可能的放射性物质的沉积。

接触和处理放射性液体的系统管道在设计上尽量减少弯管存在和避免液封存在，减少了放射性物质的沉积。并且管道尽量采用焊接，尽量减少法兰、接头及弯头等可能造成放射性物质沉积部件的使用。管道设有足够的坡度，并且管道设有疏排管线以保证管道内液体的排空。

2) 可拆除性

核岛内工艺设备在核岛厂房内的安装位置、安装方式以及安装路径均由核岛设备运输安装路径文件规定。该文件对箱罐类、泵及电机及其他附件、热交换器、除盐器、过滤器、冷冻机组、冷却器、消音器以及大型阀门的安装状况进行描述，并对这些设备安装、吊运过程中所使用的吊装设施进行描述。退役期间可以参考核岛设备运输安装路径文件对涉及的核岛工艺设备进行整体拆除、吊运出核岛厂房，或根据设备实际状况进行合理的拆除方案。

6.4.5.3 系统设备布置

- 大部分的放射性阀门和设备被集中布置在单独的隔间内实现实体隔离，将放射性尽量集中到某一处，方便快速集中处理。
- 为便于操作位于放射性控制区的阀门，设置必要的阀门远传装置。
- 设计时考虑了设备运输通道、吊装设备以及检修空间，这些都有利于退役时设备的拆除。
- 主回路设备如压力容器、蒸汽发生器、反应堆冷却剂泵可以采用整体拆除方式，主设备运输通道及厂房外部的龙门架将一直保留，反应堆厂房设置有大型设备安装洞，方便拆除这些大设备时使用。
- 输送反应堆冷却剂或其它放射性液体管道尽量减少产生死区，以防止系统中杂质的沉积。尽可能缩短放射性管道长度。
- 管道保温材料采用易于拆除的结构型式。

6.4.5.4 限制系统污染主要采取了以下措施：

- 在设计阶段划分辐射分区，识别在正常和事故情况下可能受到污染的区域，放射性系统和非放射性系统分开布置。
- 放射性废液储罐所在房间设置滞留池，防止废液漫延。
- 所有带有放射性的房间地面在设计时均设计有一定的坡度，在地面的最低点设置有集水疏水地漏，通过专门的系统管线将废水收集到一起集中处理。
- 系统管道设置合理的坡度及疏水阀，保证实现系统的完全疏水。

6.4.5.5 便于房间和设备去污的布置

- 反应堆厂房内层安全壳内侧衬以碳钢衬里，大大方便了该厂房的清洁作业和后续拆除。
- 所有带有放射性的房间墙面、地面以及天花板均采用耐辐照的涂层，这种表面涂料可以方便去污和清除，而且可以防止污染下层的混凝土表面。
- 所有的水下壁面均提供涂层或不锈钢覆面设计，保证废水不会对混凝土造成污染，这些混凝土可以重复使用。换料水池和乏燃料水池均设置了不锈钢覆面。
- 采取措施防止设备表面污染物沉积；设备周围设置足够空间，方便去污操作。

6.4.5.6 便于拆除阶段人员进出的措施

- 主要设备周围均设置通行区域，可以快速的将设备拆除运走，放射性装备均有专门的运输路径，在拆除时可以按照设计好的路径快速移除。所有这些措施都可以大大减少人工操作时的辐照水平和操作时间。
- 为运行和检修设计的人员通道，可在退役阶段使用。

6.4.6 运行阶段的设计、运行资料的收集和管理

需要提供的基本文件包括：核电厂设计、竣工文件，所要求的运行文件以及一些其他的相关文件。完整的文件资料可以确保退役工作效率并减少退役期间出现的意外情况。

在核电厂运行的几十年期间，因核电厂的变更和改进，这些文件与核电厂的真实状况的吻合性有所降低。为避免在退役和拆卸作业中出现麻烦，应该避免这种情况。相对应的措施包括：

- 从设计和竣工文件中转化的机组基准文件应该随时更新；
- 应确保在核电厂寿期内这些文件的可用性。必须采取措施防止数据丢失(例如，保存副本)；
- 应记录可能对未来有影响的非常规事件（如，有关污染物溢出或泄漏的信息）。

需要采取措施来确保可以储存和查阅的退役所需的文件，主要包括：

- 与运行相关的图纸和图表，包括：机械和电气图、电缆敷设图、管道等轴图、

布置图、贯穿件图、部件详细资料、钢筋图、组装专用工具图和所有设备以及反应堆装置的图纸；

- 对于选择性操作，允许使用和修改设备和建（构）筑物的其他文件（例如吊装机械的设计，专用工具，地板，承载结构，制造和设备规格书，土工技术试验结果）；
- 照片和录像（有字幕、日期和注释），有利于说明设备的组装和安装，土方工程和埋入地下的部分结构的施工，部件吊装方法，道路规划，同时关注那些将承受高放射性和污染的部件；
- 数量清单：混凝土量、钢筋吨数、电缆长度等验收文件，施工中使用的材料样本，这些样本可用来检查杂质，受辐照材料的强度数据、耐腐蚀能力等，同时也能够用来区分初始放射性和由于反应堆运行导致增加的放射性，特别是对于施工中采用的有初始人工放射性的材料；
- 保留反应堆施工材料（钢材，混凝土等）的样本和标本；
- 所有运行事件的记录及其评价，以及对原设备所做的所有改造的记录；
- 所有能够追踪放射性清洁和放射性数量的文件（方位图、涂片检测、各种取样等等）。
- 厂址放射性生态参考调查（陆地和海洋环境）也有益于形成最终退役报告。

6.4.7 退役费用的考虑

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第 27 条的规定，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，并列入投资概算或生产成本。

根据 NT/B20048-2011《核电厂建设项目经济评价方法》，退役基金指核电站运行寿命结束后，对电站采取拆除或封闭等措施准备的资金。

在国家出台明确的年退役基金标准规范之前，建议年退役基金从投产后第一年开始平均提取，直至计算期末。计算公式如下：

年退役基金=核电站建设工程固定资产原值×年退役基金提取率。

退役基金运营期内累计提取率为 10%。

6.4.8 退役管理设想

运行阶段应及时完善更新退役计划，特别是有重大变化时应有相关部门负责完成此项工作。

安全关闭期是从设施运行到退役主要拆除活动实施之间的一个重要阶段，该阶段从运行阶段末期启动。

这一阶段的任务主要是尽量完成需要类似运行期操作的系统作业，如全系统在线去污（如果需要），还应将运行期间堆放的废物收集做妥善处理整备，另外应对设施系统的放射性盘存量进行调查。

退役期主要活动是将设施内所有放射性物项进行拆卸、解体、包装、处理以使所有设施内不再存有不符合退役终态要求的放射性物项，并且最终进行建（构）筑物拆毁和厂址清理，使厂址最终无限制开放。

6.4.9 结论

通过上述分析，得出如下结论：

1) 核电厂退役策略选择受多种因素影响，在本核电厂建造可行的前提下，从目前的国家政策、费用来源、废物出路以及退役技术方面来看，建议将来采用立即拆除策略。

2) 福建漳州核电厂 3、4 号机组在设计阶段已考虑方便退役工作的多项措施，将来建造阶段也应继续对退役工作进行充分考虑。

3) 在核电厂安全关闭期，建议指定有关责任部门负责考虑、实施退役的前期工作。

核电厂退役将涉及国家政策、法规、经济和科学技术条件等问题。在核电厂运行寿期末采用的退役策略和退役方案，将根据技术经济的发展情况，在专门的退役阶段的可行性研究和环境影响评价工作中再行确定并分阶段实施。

附录 6-1 大气弥散的计算模式及参数

1. 烟云抬升

计算中考虑了动力抬升，对于高架排放，根据下式确定有效烟囱高度：

$$h_e=h_s+\Delta h \tag{1}$$

式中：

h_e=有效烟羽高度，m；

h_s=烟囱高度，m；

Δh=烟羽抬升高度，m；

使用 Briggs(1969)给出的公式计算由于动量引起的烟羽抬升。

对于中性或者不稳定情况，按如下关系式计算烟羽抬升：

$$\Delta h = 1.44\left(\frac{W_0}{u}\right)^{2/3}\cdot\left(\frac{x}{D}\right)^{1/3}\cdot D \tag{2}$$

式中：

Δh=烟羽抬升高度，m；

W_0=烟囱出口处速度，m/s；

x=下风向距离，m；

u=排放高度的风速，m/s；

D=烟囱出口内径，m。

当出口速度小于风速的 1.5 倍时，公式（2）中导入一个减去下洗气流的修正(Gifford, 1972)：

$$C = 3\left(1.5-\frac{W_0}{u}\right)D \tag{3}$$

式中 C 是被减去的值，而其他项如公式（2）定义。公式（2）根据需要与否按公式（3）修正后的结果与公式（4）比较，并取较小的 Δh：

$$\Delta h = 3\left(\frac{W_0}{u}\right)D \tag{4}$$

对于稳定情况，公式（2）和公式（4）的结果与如下两个公式的结果比较：

$$\Delta h = 4\left(\frac{F_m}{S}\right)^{1/4} \tag{5}$$

和

$$\Delta h = 1.5\left(\frac{F_m}{u}\right)^{1/3} \cdot S^{-1/6} \tag{6}$$

式中：

$$Fm=(WoD/2)^2 \tag{7}$$

F_m=动量通量参数，m^4/s^2；

S=大气中绝热运动每单位垂直位移的恢复性加速度，s^{-2}；

程序中，S 对 E 稳定度设置为 8.7×10^{-4}，对 F 稳定度设置为 1.75×10^{-3}，计算后使用公式（2）、（5）和（6）计算的最小的 Δh 值。

2. 风速修正

高架排放使用排放高度处测得的风速，地面排放使用 10 米处风速。如果为混合排放，使用下列公式来修正风速。

$$\mathrm{COR}=\left(\frac{\mathrm{SL}}{\mathrm{PL}}\right)^{\mathrm{EX}} \tag{8}$$

COR=用于测得风速的修正因子；

PL=测量风速的高度，m；

SL=风速期望高度，m；

EX=对不稳定或者中性大气状况为 0.25，对稳定状况为 0.50。

3. 烟云的扩散

程序计算高架和地面连续排放导致的浓度，如果是混合排放，需要同时计算高架和地面排放，计算结果根据排放类型发生的时间分配比相加。

3.1 对于高架排放，浓度计算使用如下公式：

$$\frac{\bar{x}}{Q}(x,K)=\frac{2.032}{x}\cdot RF(x,K)\sum_{i,j}^{N,7}\frac{DEPL_{ij}(x,K)DEC_{\mathrm{i}}(x)f_{ij}(K)}{\bar{U}i(x)\sigma_{zj}(x)}\cdot\exp\left[-0.5\left(\frac{he^2}{\sigma_{zj}(x)^2}\right)\right] \tag{9}$$

式中：

$\frac{\bar{x}}{Q}(x,k)$=k 方位 x 距离处的大气扩散因子，s/m^3；

x=下风向距离，m；

i=第 i 风速级；

j=第 j 大气稳定度；

k=第 k 方位；

U_i=第 i 风速级的中值；

$\sigma_{zj}(x)$=距离 x 处稳定度 j 的垂直烟羽扩散系数，m；

$f_{ij}(k)$=第 i 风速级，第 j 稳定度和第 k 方位的联合频率；

h_e=有效烟羽高度，m；

$DEC_i(x)$= x 距离第 i 风速级由于放射性衰变的损耗因子；

$DEPL_{ij}(x,k)$= x 距离 i 风速级、第 j 稳定度和第 k 方位由于烟羽损耗的因子；

RF(x,k)= x 距离和第 k 方位的环流和滞流的修正因子。

3.2 地面排放的浓度则由 Slade 给出的如下两个公式计算：

$$\frac{\overline{\chi}}{Q}(x,k)=\frac{2.032}{x}\sum_{i,j}\frac{DEPL_{ij}(x,k)DEC_i(x)f_{ij}(k)}{\overline{U}_i\sqrt{\sigma_{zj}{}^2(x)+0.5D_z^2/\pi}} \qquad (10)$$

和

$$\frac{\bar{x}}{Q}(x,K)=\frac{2.032}{x}\sum_{i,j}^{N,7}DEPL_{ij}(x,K)DEC_i(x)f_{ij}(K)[\sqrt{3}\overline{U}_i\sigma_{zj}(x)]^{-1} \qquad (11)$$

式中$\frac{\bar{x}}{Q}(x,k)$、i、j、U_i、$\sigma_{zj}(x)$、$f_{ij}(k)$、$DEC_i(x,k)$、$DEPL_{ij}(x,k)$和 RF(x,k)定义如前，此外 D_z=建筑物高度，m。

公式（11）表示了由于建筑物尾流的最大附加扩散。比较公式（10）和公式（11）的结果，并取保守的较大的 X/Q 值。

公式（9）、（10）和（11）中要用到由于放射性衰变的损耗因子 $DEC_i(x)$，按 Slade(1968)给出的如下关系式计算：

$$DEC_i(x)=EXP(-0.693t_i/T) \qquad (12)$$

式中：

t_i=传输时间，d；

T=放射性元素的半衰期，d；

$t_i=x/(86400\times u_i)$；

x=下风向距离，m；

u_i=第 i 风速级的中值，m/s。

烟羽沉积损耗的因子 $DEPL_{ij}(x,k)$采用 USNRC RG1.111 图 2~图 5 中给出的值。

4. 相对沉积

4.1 干沉积

对每一方位扇形的相对干沉积按如下公式计算：

$$\frac{\overline{D}}{Q}(x,k)=\frac{RF(x,k)\sum_{i,j}^{N,7}D_{ij}f_{ij}(k)}{(2\pi/16)x} \tag{13}$$

式中：

$\frac{\overline{D}}{Q}(x,k)$ = x 距离和 k 方位处单位面积的相对干沉积因子，m^{-2}；

D_{ij}=按 RG1.111(USNRC,1977)图 6~9 第 i 风速级和第 j 稳定度的相对沉积速度，m；

f_{ij}=第 i 风速级、第 j 稳定度和第 k 方位的联合频率；

x=下风向距离，m；

RF(x,k)=距离 x 处、k 方位扇形的回流和滞流的修正因子。

4.2 湿沉积

湿沉积因子采用下列公式计算：

$$W(x,k)=\frac{N}{2\pi x}\left[\sum_{jkL}f_{ijkL}\frac{\lambda_L}{u_{ijkL}}\right] \tag{14}$$

其中：

W（x,k）= x 距离和 k 方位处单位面积的相对湿沉积因子，m^{-2}；

f_{ijkL}=第 i 风速级、第 j 稳定度、第 k 风向和第 L 降雨强度的联合频率；

u=第 i 风速级的中值；

x=下风向距离，m；

λ_L=冲洗系数，1/s；

$\lambda_L=\lambda_0 L^{0.8}$

$\lambda_0=7\times10^{-5}$ 对元素碘和气溶胶；

$\lambda_0=7\times10^{-7}$ 对有机碘；

L＝降雨强度，mm/h。

计算湿沉积因子过程中，不同降雨强度（按每 1h 降雨量划分）的划分的依据为《实用气象手册》，分为无雨、小雨、中雨、大雨和暴雨 5 档，各档降雨强度取值如下（各档降雨强度取值为各降雨级别的下限与上限的平均值）：

降雨级别	小雨	中雨	大雨	暴雨
降雨强度 l（mm/h）	1.25	5.25	12	33

5. 高、低架排放的时间分配

当烟囱高度高于邻近建筑物，且低于其 2.5 倍时，视为混合排放，即部分时间为高架排放，部分时间为地面源排放，两者的分配由计算值 Et 决定。

按如下关系式确定烟羽高架排放和地面排放的份额：

$$
\begin{aligned}
&E_t = 1.0 && \text{当 } W_0/\bar{u} \le 1.0 \text{ 时}\\
&E_t = 2.58 - 1.58(W_0/\bar{u}) && \text{当 } 1.0 < W_0/\bar{u} \le 1.5 \text{ 时}\\
&E_t = 0.3 - 0.06(W_0/\bar{u}) && \text{当 } 1.5 < W_0/\bar{u} \le 5.0 \text{ 时}\\
&E_t = 0.0 && \text{当 } W_0/\bar{u} > 5.0 \text{ 时}
\end{aligned}
\qquad (15)
$$

式中：

E_t=排放为地面的时间份额；

W_0=烟羽排出速度，m/s；

$\bar{u}$=出口处平均风速，m/s。

6. 计算中所采用的参数

参数	1~4 号机组
烟囱高度	76.5m
烟囱内径	3m
烟囱出口排气速度	14.2m/s
所在建筑物高度	73m

附录 6-2 核电厂运行状态下气载流出物排放的辐射剂量计算模式及参数

一．放射性浓度计算模式

1. 空气中核素的浓度

$$\chi_i = 3.17\times10^{-8}\cdot Q_i\cdot(X/Q)_i \qquad (1)$$

式中，

χ_i＝地面空气中核素 i 的放射性浓度，Bq/m^3；

Q_i＝核素 i 的气态年均排放率，Bq/a；

$(X/Q)_i$＝放射性核素 i 年均大气弥散因子(s/m^3)；

3.17×10^{-8}＝a/s 的换算系数。

2. 作物和叶类蔬菜中核素的放射性浓度

$$C_{vi} = d_i\cdot\left\{\frac{R_{vi}\cdot\left[1-\exp\left(-\lambda_{Ei}\cdot t_e\right)\right]}{Y_v\cdot\lambda_{Ei}}+\frac{B_{vi}\cdot\left[1-\exp\left(-\lambda_i\cdot t_b\right)\right]}{p\cdot\lambda_i}\right\}\cdot e^{-\lambda_i t_h} \qquad (2)$$

式中：

C_{Vi}＝作物和叶类蔬菜中放射性核素 i 的含量，Bq/kg；

d_i＝核素 i 的地面沉积率，$Bq/(m^2\cdot d)$；

R_{vi}＝沉积在作物和叶类蔬菜茎叶上的放射性核素 i 转移到可食用部分的份额，无量纲；

λ_i＝核素 i 的衰变常数，1/d；

λ_{Ei}＝核素 i 从作物和叶类蔬菜中的有效去除常数，1/d，

$$\lambda_{Ei}=\lambda_i+\lambda_v$$

其中：

λ_v=放射性核素在作物和叶类蔬菜中的物理去除常数，1/d；

t_e＝作物和叶类蔬菜在生长季节内的曝污时间，d；

B_{vi}＝作物和叶类蔬菜可食用部分从土壤中吸取放射性核素 i 的浓集因子，(Bq/kg)/[Bq/kg(干土)]；

t_b＝在土壤中放射性积累时间，d；

Y_v＝作物和叶类蔬菜可食用部分单位面积产量，kg/m^2；

p＝在 15cm 深度土壤的有效面密度，$kg(干土)/m^2$；

t_h＝作物从收获到消费的时间，h。

3. 肉类中核素的放射性浓度

$$C_{fi} = f_{fi} \cdot \left[f_{fp} \cdot f_{ff} \cdot C_{pi} + \left(1 - f_{fp} \cdot f_{ff}\right) \cdot C_{si} \right] \cdot U_f \cdot e^{-\lambda_i \cdot t_s} \quad (3)$$

式中：

C_{fi}＝肉类中核素 i 的含量，Bq/kg；

f_{fi}＝放射性核素 i 转移到肉中的份额，(Bq/kg)/(Bq/d)；

f_{fp}＝一年中产肉动物在牧场上放牧的时间份额，无量纲；

f_{ff}＝产肉动物在牧场上放牧时，每天食入新鲜牧草的份额，无量纲；

C_{pi}＝牧草中放射性核素 i 的含量，Bq/kg；

C_{si}＝贮存的饲料中放射性核素 i 的含量，Bq/kg；

U_f＝产肉动物每天消费的饲料量，kg/d；

t_s＝动物从被屠宰到人消费的时间，h。

4. 牛奶中核素的放射性浓度

$$C_{mi} = f_{mi} \cdot \left[f_{mp} \cdot f_{mf} \cdot C_{pi} + \left(1 - f_{mp} \cdot f_{mf}\right) \cdot C_{si} \right] \cdot U_c \cdot e^{-\lambda_i \cdot t_m} \quad (4)$$

式中：

C_{mi}＝牛奶中核素 i 的含量，Bq/L；

f_{mi}＝核素 i 转移到牛奶中的份额，(Bq/L)/(Bq/d)；

f_{mp}＝一年中奶牛在牧场上放牧的时间份额，无量纲；

f_{mf}＝奶牛在牧场上放牧时，每天食入新鲜牧草的份额，无量纲；

C_{pi}＝牧草中放射性核素 i 的含量，Bq/kg；

C_{si}＝贮存的饲料中放射性核素 i 的含量，Bq/kg；

U_c＝奶牛每天消费的饲料量，kg/d；

t_m＝牛奶从被采集到人消费的时间，h。

二．剂量计算模式

1. 空气浸没外照射剂量

$$D_{ea} = \sum_i \chi_i \cdot DF_{ai} \cdot S_F \quad (5)$$

式中：

D_{ea}＝计算点处公众个人浸没于污染的半无限烟云中所致的有效剂量，Sv/a；

χ_i＝地面空气中核素 i 的浓度，Bq/m^3；

DF_{ai}＝公众个人浸没于污染的半无限烟云中放射性核素 i 的有效剂量转换因子，$(Sv/a)/(Bq/m^3)$；

S_F＝建筑物屏蔽产生的剂量衰减因子，无量纲。

2. 地面沉积外照射剂量

$$D_{eg}=8760\cdot\sum_i W_i\cdot\left[1-e^{\lambda_{gi}\cdot t_g}\right]\cdot\lambda_{gi}^{-1}\cdot DF_{si}\cdot S_F \quad (6)$$

式中：

D_{eg}＝污染的地面对公众个人所致的有效剂量,Sv/a；

W_i＝核素 i 的地面沉积率，Bq/(m^2.d)；

λ_{gi}＝放射性核素 i 在陆地环境的有效去除常数，1/d，

$\lambda_{gi}=\lambda_i+\lambda_g$

其中：

λ_i＝放射性核素 i 的衰变常数，1/d；

λ_g＝放射性核素在陆地环境中的物理去除常数，1/d；

t_g＝放射性核素在地面上沉积的累积时间，d；

DF_{si}＝沉积物中放射性核素 i 的有效剂量转换因子，(Sv/h)/(Bq/m^2)；

S_F＝建筑物屏蔽产生的剂量衰减因子，无量纲；

8760＝h/a 的换算系数。

3. 吸入内照射剂量

$$D_{eh}=8760\cdot\sum_i \chi_i\cdot Br\cdot F_{hi} \quad (7)$$

式中：

D_{eh}＝公众个人吸入污染的空气所致的待积有效剂量（以下所有内照射的待积有效剂量均简称为有效剂量），Sv/a；

χ_i＝地面空气中核素 i 的浓度，Bq/m^3；

Br＝公众个人的呼吸率，m^3/h；

DF_{hi}＝公众个人吸入核素 i 的有效剂量转换因子，Sv/Bq；

8760＝h/a 的换算系数。

4. 食入陆地动植物内照射剂量

$$D_{ee}=D_{ee1}+D_{ee2}+D_{ee3} \quad (8)$$

式中：

D_{ee}＝公众个人摄入陆地动植物所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ee1}＝公众个人摄入除 ^3H 和 ^{14}C 外的放射性核素所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ee2}＝公众个人摄入 ^3H 所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ee3}＝公众个人摄入 ^{14}C 所致的有效剂量，Sv/a。

4.1 食入陆地动植物所致的有效剂量

$$D_{ee1}=\sum_i\Big[U_V\cdot\left(F_{v1}\cdot C_{v1i}+F_{v2}\cdot C_{v2i}\right)\cdot e^{-\lambda_i\cdot T_v}+U_l\cdot\left(F_{l1}\cdot C_{l1i}+F_{l2}\cdot C_{l2i}\right)\cdot e^{-\lambda_i\cdot T_l}$$
$$+U_f\cdot\left(F_{f1}\cdot C_{f1i}+F_{f2}\cdot C_{f2i}\right)\cdot e^{-\lambda_i\cdot T_f}+U_m\cdot\left(F_{m1}\cdot C_{m1i}+F_{m2}\cdot C_{m2i}\right)\cdot e^{-\lambda_i\cdot T_m}\Big]\cdot DF_{hi} \quad (9)$$

式中：

U_v、U_l、U_f和 U_m＝分别表示公众个人作物、蔬菜、肉类和牛奶消费量，kg/a 或 L/a；

F_{V1}、F_{l1}、F_{f1} 和 F_{m1}＝分别表示公众个人食用本子区内生产作物、蔬菜、肉类和牛奶的份额，无量纲；

F_{V2}、F_{l2}、F_{f2} 和 F_{m2}＝分别表示公众个人食用评价区（不包括本子区）内生产作物、蔬菜、肉类和牛奶的份额，无量纲；

C_{v1i}、C_{l1i}、C_{f1i} 和 C_{m1i}＝分别表示本子区生产的作物、蔬菜、肉类和牛奶内放射性核素 i 的含量，Bq/kg 或 Bg/L；

C_{v2i}、C_{l2i}、C_{f2i}和 C_{m2i}＝分别表示评价区（不包括本子区）内生产作物、蔬菜、肉类和牛奶的加权平均放射性核素 i 的含量，Bq/kg 或 Bg/L，其通用计算公式为，

$$C_{2i}=\sum_k C_{ki}\cdot P_k/\sum_k P_k \quad (10)$$

其中：

C_{ki}＝分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区生产的作物、蔬菜、肉类和牛奶内放射性核素 i 的含量，Bq/kg 或 Bg/L；

P_k＝分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区作物、蔬菜的种植面积（m^2）、产肉和产奶动物头数（头）；

T_V＝作物从收获到被消费的时间间隔，d；

T_l＝蔬菜从收获到被消费的时间间隔，d；

T_f＝产肉动物从屠宰到被消费的时间间隔，d；

T_m＝从挤牛奶到牛奶被消费的时间间隔，d；

λ_i＝放射性核素 i 的衰变常数，1/d；

DF_{hi}＝公众个人摄入放射性核素 i 的有效剂量转换因子，Sv/Bq。

4.2 食入 ^3H 和 ^{14}C 所致的有效剂量

与其它核素相比，^3H 和 ^{14}C 与环境的相互作用很特殊，因此 ^3H 和 ^{14}C 在 AIRDOS-EPA 中被特殊处理。^3H 和 ^{14}C 的稳态形式在人类身体、人们的食物和饮水中构成了它们元素的非常大的份额。用于计算其它放射性核素在土壤、植物、动物和人体内含量的迁移模式

并不能应用于这两种核素，因为它们的稳定形态以饱和形式存在，它们的饱和效应是相当显著的。

4.2.1 氚的剂量

氚以 HT 或 T_2 的形态被排放到大气中，氚原子会与空气中水分子中的氢原子进行交换，因此，烟云中就含有 HTO，然后氚随水一起在环境中迁移。考虑食入食物途径 ^3H 的剂量贡献时，采用和其它核素完全不同的处理方法，因为它们的稳定形态以饱和形式存在，认为食物中的 ^3H 和空气中的 ^3H 达到平衡，食入 ^3H 导致的剂量正比于环境中 ^3H 的浓度。

$$D_t=D_v+D_b+D_c \tag{11}$$

$D_v=r_v\cdot C_f(f_{v1}\chi+f_{v2}\chi_v)$

$D_b=r_b\cdot C_f(f_{b1}\chi+f_{b2}\chi_b)$

$D_c=r_c\cdot C_f(f_{c1}\chi+f_{c2}\chi_c)$

其中：

D_t＝^3H 的食入剂量，Sv/a；

D_v＝食入蔬菜中的 ^3H 导致的剂量，Sv/a；

D_b＝食入肉中的 ^3H 导致的剂量，Sv/a；

D_c＝食入牛奶中的 ^3H 导致的剂量，Sv/a；

C_f＝^3H 的食入剂量转换因子， Sv-m^3/Bq-a；

χ＝本子区地面空气中的 ^3H 浓度，Bq/m^3；

χ_v，χ_b，χ_c --评价区（不包括本子区）内地面附近空气中加权平均 ^3H 的含量，Bq/m^3，其计算公式为：

$$X_v=\sum_k X_{vk}\cdot P_k/\sum_k P_k \tag{12}$$

其中：

χ_{vk}--分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区地面附近空气中加权平均 ^3H 的含量，Bq/m^3；

P_k--分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区蔬菜的种植面积（m^2）、产肉和产奶动物头数（头）；

f_{v1}, f_{b1}, f_{c1}＝食入本子区内蔬菜，肉和牛奶的份额；

f_{v2}, f_{b2}, f_{c2}＝食入不包括本子区的评价区内蔬菜，肉和牛奶的平均的份额。

r_v=来自于蔬菜的 ^3H 的份额；

r_b=来自于肉的 ^3H 的份额；

r_c=来自于牛奶的 ^3H 的份额；

$$r_v = \frac{0.824 \times T_v}{0.824 \times T_v + 0.623 \times T_b + 0.875 \times T_c}$$

$$r_b = \frac{0.623 \times T_b}{0.824 \times T_v + 0.623 \times T_b + 0.875 \times T_c}$$

$$r_c = \frac{0.875 \times T_c}{0.824 \times T_v + 0.623 \times T_b + 0.875 \times T_c}$$

假设，蔬菜的含水量：82.4%，Tv=每天蔬菜的消费量，kg；

肉的含水量：62.3%，Tb＝每天肉的消费量，kg；

牛奶的含水量：87.5%，Tc＝每天牛奶的消费量，kg。

4.2.2 ^{14}C 的剂量

如果 ^{14}C 以 CO_2 的形态排放，它将和空气中的 CO_2 混合，参与植物的光合作用。牛、羊吃草，将摄入草中的 ^{14}C，人吃这些动物的肉和奶或食入蔬菜，将食入 ^{14}C。在计算 ^{14}C 的剂量时，认为食物内的 ^{14}C 和空气中的 ^{14}C 达到平衡。

$$D_t=D_v+D_b+D_c \tag{13}$$

$$D_v = \frac{79.96T_v}{79.96T_v + 238.16T_b + 68.9T_c} \cdot C\,(f_{v1} \cdot \chi + f_{v2} \cdot \chi_v)$$

$$D_b = \frac{238.16T_b}{79.96T_v + 238.16T_b + 68.9T_c} \cdot C\,(f_{b1} \cdot \chi + f_{b2} \cdot \chi_b)$$

$$D_c = \frac{68.9T_c}{79.96T_v + 238.16T_b + 68.9T_c} \cdot C\,(f_{c1} \cdot \chi + f_{c2} \cdot \chi_c)$$

其中，

D_t＝^{14}C 的食入剂量，Sv/a；

D_v＝食入蔬菜中的 ^{14}C 导致的剂量，Sv/a；

D_b＝食入肉中的 ^{14}C 导致的剂量，Sv/a；

D_c＝食入牛奶中的 ^{14}C 导致的剂量，Sv/a；

T_v=每天的蔬菜消费量，kg；

T_b=每天的肉消费量，kg；

T_c=每天的牛奶消费量，kg；

C＝^{14}C 的食入剂量转换因子， $Sv.m^3/Bq.a$；

χ＝本子区地面空气中的 ^{14}C 浓度，Bq/m^3；

χ_v，χ_b，χ_c--评价区（不包括本子区）内地面附近空气中加权平均 ^{14}C 的含量，Bq/m^3，

其计算公式为：

$$X_v = \sum_k X_{vk} \cdot P_k / \sum_k P_k \quad (14)$$

其中：

X_{vk}--分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区地面附近空气中加权平均 ^{14}C 的含量，Bq/m^3；

P_k--分别表示不包括本子区的评价区内 k 子区蔬菜的种植面积（m^2）、产肉和产奶动物头数（头）；

f_{v1}, f_{b1}, f_{c1}＝食入本子区内蔬菜、肉和牛奶的份额；

f_{v2}, f_{b2}, f_{c2}＝食入不包括本子区的评价区内蔬菜、肉和牛奶的平均的份额。

5. 气载流出物对公众个人总的照射剂量

$$D_e=D_{ea}+D_{eg}+D_{eh}+D_{ee} \quad (15)$$

式中：

D_e＝气载流出物排放对公众个人所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ea}＝公众个人浸没于污染的半无限烟云中所致的有效剂量，Sv/a；

D_{eg}＝污染的地面对公众个人所致的有效剂量，Sv/a；

D_{eh}＝公众个人吸入污染的空气所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ee}＝公众个人摄入陆地动植物所致的有效剂量，Sv/a。

6. 气载流出物排放对公众群体的集体剂量

$$D = \sum_{k\cdot} D_{ek} \cdot P_k \quad (16)$$

式中，

D--评价区域内公众群体受到的集体有效剂量，人·Sv/a；

D_{ek}--第 k 子区中公众个人受到的有效剂量，Sv/a；

P_k--评价区域内第 k 子区中公众人口数。

附录 6-3 核电厂运行状态下液态流出物排放的辐射剂量计算模式及参数

一、放射性核素浓度计算模式

1. 海水中放射性核素浓度

$$C_{wki}=3.17\times10^{-8}Q_i\cdot q^{-1}\cdot C_{ki} \quad (1)$$

式中：

C_{wki}--在 k 海域海水中放射性核素 i 的浓度，Bq/m^3；

Q_i—液态流出物中放射性核素 i 的年均排放率，Bq/a；

q--循环冷却水排放流量，m^3/s；

C_{ki}--在 k 海域海水中放射性核素 i 的稀释因子，无量纲；

3.17×10^{-8}=a/s 的换算系数。

2. 海产品中放射性核素浓度

$$C_{pki}=C_{wki}\cdot B_{pi} \quad (2)$$

式中：

C_{pki}--在 k 海域内的海产品中放射性核素 i 浓度，Bq/kg；

C_{wki}--在 k 海域海水中放射性核素 i 的浓度，Bq/m^3；

B_{pi}--在海产品 p 中放射性核素 i 浓集因子，m^3/kg。

二、液态流出物排放的公众个人照射剂量计算模式

1. 食入海产品所致的个人内照射剂量

$$D_{ep}=\sum_i C_{pki}\cdot U_p\cdot\exp\left(-\lambda_i\cdot t_p\right)DF_{ei} \quad (3)$$

式中：

D_{ep}--公众个人食入 k 海域内海产品 p 所致的有效剂量，Sv/a；

C_{pki}--在 k 海域内的海产品中放射性核素 I 浓度，Bq/kg；

U_p--公众个人的海产品 p 消费量，kg/a；

λ_i--放射性核素 i 的衰变常数，h^{-1}；

t_p--海产品 p 从捕捞到被消费的时间间隔，h；

DF_{ei}--因食入海产品 p，放射性核素 i 对公众个人的有效剂量转换因子，Sv/Bq。

2. 岸边沉积物所致的个人外照射剂量

$$D_{es}=\sum_i C_{wsi}\cdot Kd_i\cdot W\cdot DS\cdot OF\cdot DF_{si}\cdot\frac{1-e^{-\lambda_i T_e}}{\lambda_i T_e} \quad (4)$$

式中：

D_{es}--岸边沉积物对公众个人所致的有效剂量，Sv/a；

C_{wsi}--靠近岸边的海水中放射性核素 i 浓度，Bq/m^3；

K_{di}--核素 i 的吸附分配系数，m^3/kg；

W--岸宽因子，无量纲；

DS--有效沉积密度，kg/m^2；

OF--岸边居留因子，或个人一年内在受污染岸边度过的时间份额，无量纲；

T_e—有效累积时间，取一年；

DF_{si}--岸边沉积物中放射性核素 i 对公众个人的有效剂量转换因子，$(Sv\cdot m^2)/(Bq\cdot a)$。

3. 游泳和水上活动所致的个人外照射剂量

$$D_{ew}=\sum_i C_{wki}\left(U_{p1}+U_{P2}/2\right)\cdot DF_{wi} \quad (5)$$

式中：

D_{ew}--在 k 海域内公众个人游泳和水上活动时，受到的有效剂量，Sv/a；

C_{wki}--在 k 海域海水中放射性核素 i 的浓度，Bq/m^3；

U_{p1}、U_{p2}--分别为公众个人在 k 海域内一年中游泳和水上活动时间份额，无量纲；

DF_{wi}--在海中游泳和水上活动时，放射性核素 i 对公众个人的有效剂量转换因子，$(Sv\cdot m^3)/(Bq\cdot a)$。

4. 液态流出物物对公众个人总的照射剂量

$$D_e=D_{ep}+D_{es}+D_{ew} \quad (6)$$

式中：

D_e--液态流出物排放对公众个人所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ep}--公众个人食入 k 海域内海产品 p 所致的有效剂量，Sv/a；

D_{es}--岸边沉积物对公众个人所致的有效剂量，Sv/a；

D_{ew}--在 k 海域内公众个人游泳和水上活动时，受到的有效剂量，Sv/a。

5. 液态流出物排放对公众群体的集体剂量

$$D=\sum_k D_{ek}\cdot P_k \quad (7)$$

式中，

D--评价区域内公众群体受到的集体有效剂量，人·Sv/a；

D_{ek}--第 k 子区中公众个人受到的有效剂量，Sv/a；

P_k--评价区域内第 k 子区中公众人口数，人。

附录 6-4 水生生物辐射剂量计算模式及参数

一、 核素在悬浮沉积物中的浓度计算

核素在水中的浓度可以根据液态途径放射性核素浓度的计算得到，核素在悬浮沉积物中的浓度，可以根据核素的分配系数 K_d 利用如下公式从核素在水中的浓度推导出，根据 IAEA19 号报告，这样计算得到的核素在沉积物中的浓度是保守的。

$$C_s = \frac{K_d \times C_w}{1000} \tag{1}$$

式中：C_s 表示核素在悬浮沉积物中的浓度，Bq/kg；

C_w 表示核素在水中的浓度，Bq/m^3；

K_d 表示分配系数，L/kg。

二、核素在生物体内的浓度计算

核素在生物体内浓度可以利用如下公式从核素在水中的浓度推导出：

$$C_o = \frac{C_w \times CR}{1000} \tag{2}$$

式中：C_o 表示核素在生物体内的浓度，Bq/kg；

C_w 表示核素在水中的浓度，Bq/m^3；

CR 浓集比，(Bq/kg)/(Bq/L)。

三、水生生物辐射剂量计算

1．内照射剂量

$$D_{\text{int}}^{j} = \sum_{i} C_{o,i}^{j} \times (DCC_{\text{int},low\beta}^{j} \times w_{low\beta} + DCC_{\text{int},\beta/\gamma}^{j} \times w_{\beta/\gamma} + DCC_{\text{int},\alpha}^{j} \times w_{\alpha}) \tag{3}$$

式中： D_{int}^{j} 表示生物体 j 受到的内照射剂量率，μGy/h；

$C_{o,i}^{j}$ 表示核素 i 在生物体 j 内的浓度，Bq/kg；

$DCC_{\text{int},low\beta}^{j}$ 、$DCC_{\text{int},\beta/\gamma}^{j}$ 、$DCC_{\text{int},\alpha}^{j}$ 分别表示核素 i 在生物体 j 内的低能 β、β/γ、α 对应的内照射剂量转换因子，μGy·h^{-1}/Bq·kg^{-1}。

$w_{low\beta}$ 、 $w_{\beta\gamma}$ 、 w_{α} 分别表示低能 β、β/γ、α 的辐射权重因子。

2．外照射剂量

$$D_{ext}^{j} = \sum_{i} DCC_{ext,i}^{j} \times [(v_w + 0.5v_{ws} + 0.5v_{ss}) \times C_{w,\,i} + (0.5v_{ss} + v_s) \times C_{s,\,i}] \tag{4}$$

式中： D_{ext}^{j} 表示生物体 j 受到的外照射剂量率，μGy/h；

C_{w,i_w^j} 表示核素 i 在水中的浓度，Bq/L；

C_{s,i_s^j} 表示核素 i 在底泥中的浓度，Bq/kg；

$DCC_{ext,i}^{j}$ 表示核素 *i* 在生物体 *j* 内的外照射剂量转换因子，μGy·h^{-1}/Bq·kg^{-1}；

v_w 、 v_{ws} 、 v_{ss} 、 v_s 分别表示核素 *i* 在水中、水面、水底、底泥中的居留因子。

3. 生物体 *j* 受到的总照射剂量率

$$D^j = D_{\text{int}}^j + D_{ext}^j \quad (5)$$

附录 6-5 陆生生物辐射剂量计算模式及参数

一、核素在空气中的浓度计算

空气中 H-3、C-14 及惰性气体浓度的计算公式为：

$$\chi_i = 3.17\times10^{-8}\cdot Q_i\cdot(X/Q)_i \qquad (1)$$

式中，

χ_i 为地面空气中核素 i 的放射性浓度，Bq/m^3；

Q_i 为核素 i 的气载年均释放率，Bq/a；

$(X/Q)_i$ 为放射性核素 i 年均大气弥散因子(s/m^3)；

3.17×10^{-8} 为 a/s 的换算系数。

二、核素在土壤中的浓度计算

土壤中除 H-3、C-14 和惰性气体外其余核素的地面沉积量为：

$$Qt=\sum\frac{(V_d+V_w)Q_i}{\lambda_i+\lambda_g}[1-e^{-(\lambda_i+\lambda_g)\times t_g}]\times\frac{1}{365} \qquad (2)$$

式中，

Qt 为土壤中除 H-3 和 C-14 外其余核素的地面沉积总量，Bq/m^2；

Q_i 为核素 i 的气载年均释放率，Bq/a；

V_d 为干沉积因子，m^{-2}；

V_w 为湿沉积因子，m^{-2}；

λi 为放射性核素 i 的衰变常数，1/d；

λg 为放射性核素在陆地环境中的物理去除常数，1/d；

tg 为放射性核素在地面上沉积的累积时间，d；

1/365 为 a/d 的换算系数。

陆生生态系统土壤中除 H-3、C-14 和惰性气体外其余核素浓度的计算公式为：

$$C_{s,i}=\frac{Q_t\times\varphi_i}{\rho m} \qquad (3)$$

式中，$C_{s,i}$ 为核素 i 在土壤表层（地表 10cm，下同）的浓度，Bq/kg；

Qt 为土壤中除 H-3、C-14 和惰性气体外其余核素的地面沉积总量，Bq/m^2；

Φi 为土壤表层核素的量占核素总量的份额，无量纲；

ρ 为土壤表层的密度，kg/m^3；

m 为土壤厚度，m。

三、陆生生物辐射剂量计算

1）对于元素 H、S、P、C 和惰性气体，核素 *i* 对生物 *j* 造成的总剂量率为：

$$D_i^j = C_{air,i} \times CR_i^j \times DCC_{\text{int},j}^j + \sum_z \nu_z^j \times DCC_{ext,z,i}^j \times C_{z,i} \qquad (4)$$

2）对于除H、S、P、C和惰性气体外的元素对应的核素*i*对生物*j*造成的总剂量率为：

$$D_i^j = C_{soil,i} \times CR_i^j \times DCC_{\text{int},j}^j + \sum_z \nu_z^j \times DCC_{ext,z,i}^j \times C_{z,i} \qquad (5)$$

式（3）、（4）中右边第一项、第二项分别为核素 *i* 对生物 *j* 造成的内、外照射剂量率。其中，$C_{air,i}$ 为核素 *i* 在空气中的浓度，Bq/m^3；CR_i^j 为核素 *i* 在 *j* 生物体内的浓集因子，空气中：Bq·kg^{-1}/Bq·m^{-3}，土壤中或土壤表面：Bq·kg^{-1}/ Bq·kg^{-1}；$DCC_{\text{int},i}^j$ 为核素 *i* 对生物 *j* 的内照射吸收剂量率转换因子，μGy·h^{-1}/Bq·kg^{-1}；z 为栖息地，指在土壤中、土壤表面或空气中；ν_z^j 为生物 *j* 在栖息地 *z* 的居留因子，无量纲；$DCC_{ext,i}^j$ 为栖息地 *z* 中核素 *i* 对生物 *j* 的外照射吸收剂量率转换因子，土壤中或土壤表面：μGy·h^{-1}/Bq·kg^{-1}，空气中：μGy·h^{-1}/Bq·m^{-3}；$C_{z,i}$ 为核素 *i* 在栖息地 *z* 中的浓度，土壤中或土壤表面：Bq/kg，空气中：Bq/m^3；$C_{\text{soil},i}$ 为核素 *i* 在土壤中的浓度，Bq/kg。

表 6.1-1 不同温升垂向投影包络面积

装机容量	潮型	全潮最大温升等值线包络面积（km^2）											
		4℃			3℃			2℃			1℃		
		①	②	①+②	①	②	①+②	①	②	①+②	①	②	①+②
4 台直流冷却机组（$Q=280m^3/s$，△T=7.4℃）	夏季大潮	3.49	0.22	3.71	6.39	0.61	7.00	9.71	1.65	11.36	17.52	12.91	30.43
	夏季中潮	3.09	0.17	3.26	5.62	0.54	6.16	8.46	1.25	9.71	15.62	9.71	25.33
	夏季小潮	2.82	0.23	3.05	5.39	0.61	6.00	7.75	1.67	9.42	13.07	11.10	24.17
	夏季半月潮	4.05	0.35	4.40	7.13	0.99	8.12	10.70	2.24	12.94	18.70	16.51	35.21
	冬季大潮	4.08	0.14	4.22	6.88	0.30	7.18	10.67	0.83	11.50	18.56	9.56	28.12
	冬季中潮	3.93	0.27	4.20	6.56	0.76	7.32	10.05	2.06	12.11	16.53	15.42	31.95
	冬季小潮	3.91	0.36	4.27	6.59	0.85	7.44	10.29	2.23	12.52	34.97	/	34.97
	冬季半月潮	6.45	0.48	6.93	9.68	1.27	10.95	13.99	2.74	16.73	/	/	45.2*

注 1：表中温升等值线包络面积为排水明渠口门外影响面积（扣除排水明渠内面积约 $1km^2$）；①：1～2 号机组排水明渠出口附近温升等值线包络面积；②：3~4 号机组暗涵排口附近温升等值线包络面积；①+②: 1～4 号机组排水明渠和暗涵排口附近温升包络面积之和。

注 2：“*”表示一期（1～2 号机组）和二期（3～4 号机组）对应的温升等值线分布连为一体。

表 6.1-2 取水温升特征值

装机型式及容量	潮型	全潮最大（℃）	全潮平均（℃）
4 台机组直流冷却（Q=280m^3/s，△T=7.4℃）	夏季大潮	0.91	0.56
	夏季中潮	0.80	0.41
	夏季小潮	0.71	0.39
	夏季半月潮	0.93	0.54
	冬季大潮	0.70	0.48
	冬季中潮	0.96	0.55
	冬季小潮	1.02	0.67
	冬季半月潮	1.09	0.62

表 6.2-1 本工程两台华龙一号机组运行状态下气载流出物排放量设计值

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量
Kr-85m	3.52E+12
Kr-85	1.83E+12
Kr-87	4.18E+12
Kr-88	7.94E+12
Xe-133m	1.83E+12
Xe-133	6.36E+13
Xe-135	2.68E+13
Xe-138	5.04E+12
总惰性气体	1.15E+14
I-131	8.04E+08
I-132	1.19E+08
I-133	3.46E+08
I-134	2.36E+07
I-135	1.20E+08
总气载碘	1.41E+09
Cr-51	1.44E+07
Mn-54	8.40E+06
Co-57	1.32E+06
Co-58	7.10E+07
Co-60	1.67E+07
Fe-59	4.08E+06
Sr-89	2.36E+07
Sr-90	9.32E+06
Zr-95	1.49E+06
Nb-95	6.66E+06
Ru-103	2.46E+06
Ru-106	1.15E+05
Sb-125	9.02E+04
Cs-134	7.06E+06
Cs-136	4.80E+06
Cs-137	1.33E+07
Ba-140	6.26E+05
Ce-141	1.97E+06
总气载粒子	1.87E+08
H-3	9.20E+12
C-14	7.32E+11

*：C-14 中以 CO_2 形态释放的比例保守考虑为 25%。

表 6.2-2 本工程两台华龙一号机组运行状态下气载流出物现实排放源项

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量
Kr-85m	6.66E+10
Kr-85	2.14E+10
Kr-87	8.28E+10
Kr-88	1.54E+11
Xe-133m	3.22E+10
Xe-133	1.13E+12
Xe-135	4.84E+11
Xe-138	1.05E+11
总惰性气体	2.08E+12
I-131	8.98E+06
I-132	2.30E+06
I-133	5.56E+06
I-134	7.32E+05
I-135	2.24E+06
总气载碘	1.82E+07
Cr-51	7.18E+06
Mn-54	4.20E+06
Co-57	6.60E+05
Co-58	3.54E+07
Co-60	8.38E+06
Fe-59	2.04E+06
Sr-89	1.18E+07
Sr-90	4.66E+06
Zr-95	7.46E+05
Nb-95	3.34E+06
Ru-103	1.23E+06
Ru-106	5.74E+04
Sb-125	4.50E+04
Cs-134	3.54E+06
Cs-136	2.40E+06
Cs-137	6.64E+06
Ba-140	3.14E+05
Ce-141	9.84E+05
总气载粒子	9.36E+07
H-3	7.86E+12
C-14*	4.40E+11

*：C-14 中以 CO_2 形态释放的比例保守考虑为 25%。

表 6.2-3 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下气载流出物排放量设计值

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量
Kr-85m	2.70E+12
Kr-85	2.20E+12
Kr-87	3.16E+12
Kr-88	6.04E+12
Xe-133m	1.80E+12
Xe-133	7.58E+13
Xe-135	2.12E+13
Xe-138	3.84E+12
总惰性气体	1.17E+14
I-131	1.25E+09
I-132	1.12E+08
I-133	4.18E+08
I-134	2.24E+07
I-135	1.21E+08
总气载碘	1.92E+09
Cr-51	1.08E+07
Mn-54	6.30E+06
Co-57	9.10E+05
Co-58	5.32E+07
Co-60	1.26E+07
Fe-59	3.06E+06
Sr-89	1.76E+07
Sr-90	7.00E+06
Zr-95	1.12E+06
Nb-95	4.70E+06
Ru-103	1.85E+06
Ru-106	8.62E+04
Sb-125	6.76E+04
Cs-134	5.30E+06
Cs-136	3.62E+06
Cs-137	9.98E+06
Ba-140	4.70E+05
Ce-141	1.47E+06
总气载粒子	1.40E+08
H-3	9.02E+12
C-14	7.32E+11

*：C-14 中以 CO_2 形态释放的比例保守考虑为 25%。

表 6.2-4 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下气载流出物现实排放源项

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量
Kr-85m	6.50E+10
Kr-85	5.20E+10
Kr-87	7.86E+10
Kr-88	1.49E+11
Xe-133m	4.00E+10
Xe-133	1.70E+12
Xe-135	4.84E+11
Xe-138	1.00E+11
总惰性气体	2.66E+12
I-131	2.78E+07
I-132	2.72E+06
I-133	9.56E+06
I-134	8.10E+05
I-135	3.00E+06
总气载碘	4.40E+07
Cr-51	1.08E+07
Mn-54	6.30E+06
Co-57	9.10E+05
Co-58	5.32E+07
Co-60	1.26E+07
Fe-59	3.06E+06
Sr-89	3.20E+06
Sr-90	1.27E+06
Zr-95	2.04E+05
Nb-95	8.54E+05
Ru-103	3.36E+05
Ru-106	1.57E+04
Sb-125	1.23E+04
Cs-134	9.64E+05
Cs-136	6.58E+05
Cs-137	1.81E+06
Ba-140	8.54E+04
Ce-141	2.68E+05
总气载粒子	9.66E+07
H-3	7.68E+12
C-14*	4.40E+11

*：C-14 中以 CO_2 形态释放的比例保守考虑为 25%。

表 6.2-5 本工程两台华龙一号机组运行状态下液态流出物年排放量设计值

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量	核素	两台机组年排放量
I-131	9.66E+09	Te-131m	1.07E+05
I-132	6.18E+07	Te-131	1.41E+05
I-133	3.50E+08	Te-132	6.06E+06
I-134	8.86E+06	Te-134	2.84E+05
I-135	7.14E+07	Ba-140	3.34E+07
Cs-134	7.22E+08	La-140	8.80E+04
Cs-136	2.70E+08	Ce-141	9.88E+05
Cs-137	9.98E+08	Ce-143	3.20E+05
Cs-138	2.98E+07	Pr-143	5.30E+05
Sr-89	2.08E+07	Ce-144	5.48E+05
Sr-90	3.50E+05	Pr-144	2.66E+02
Y-90	5.22E+03	Cr-51	3.84E+08
Y-91	6.10E+05	Mn-54	1.34E+07
Sr-91	1.64E+05	Fe-59	8.64E+06
Sr-92	2.16E+05	Co-58	5.58E+08
Zr-95	9.12E+05	Co-60	7.44E+08
Nb-95	7.02E+05	Ag-110m	9.90E+07
Mo-99	3.24E+07	Sb-124	1.54E+08
Tc-99M	1.55E+04	**其余核素（除氚、C-14）**	**1.42E+10**
Ru-103	8.96E+05	H-3	9.20E+13
Ru-106	2.00E+05	C-14	5.38E+10

表 6.2-6 本工程两台华龙一号机组运行状态下液态流出物现实排放源项

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量	核素	两台机组年排放量
I-131	4.82E+08	Te-131m	6.36E+03
I-132	2.96E+05	Te-131	1.16E+03
I-133	7.46E+06	Te-132	3.40E+05
I-134	6.00E+04	Te-134	2.42E+03
I-135	3.66E+05	Ba-140	1.97E+06
Cs-134	3.34E+07	La-140	4.60E+03
Cs-136	1.27E+07	Ce-141	7.10E+04
Cs-137	4.96E+07	Ce-143	2.80E+04
Cs-138	1.41E+05	Pr-143	3.14E+04
Sr-89	1.21E+06	Ce-144	3.10E+04
Sr-90	1.86E+04	Pr-144	1.17E+00
Y-90	2.76E+02	Cr-51	2.86E+08
Y-91	3.72E+04	Mn-54	1.00E+07
Sr-91	1.52E+03	Fe-59	6.44E+06
Sr-92	1.96E+03	Co-58	4.12E+08
Zr-95	5.98E+04	Co-60	5.52E+08
Nb-95	4.08E+04	Ag-110m	7.34E+07
Mo-99	3.08E+06	Sb-124	1.15E+08
Tc-99M	1.36E+02	**其余核素（除氚、C-14）**	2.04E+09
Ru-103	6.34E+04	H-3	7.86E+13
Ru-106	9.98E+03	C-14	1.20E+10

表 6.2-7 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下液态流出物年排放量设计值

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量	核素	两台机组年排放量
I-131	2.18E+10	Te-131m	1.76E+05
I-132	2.36E+07	Te-131	5.60E+04
I-133	3.60E+08	Te-132	1.35E+07
I-134	3.38E+06	Te-134	1.17E+05
I-135	2.74E+07	Ba-140	7.48E+07
Cs-134	1.36E+09	La-140	1.85E+05
Cs-136	5.24E+08	Ce-141	2.20E+06
Cs-137	1.87E+09	Ce-143	6.16E+05
Cs-138	1.20E+07	Pr-143	1.68E+06
Sr-89	4.62E+07	Ce-144	1.22E+06
Sr-90	7.76E+05	Pr-144	1.19E+06
Y-90	6.88E+04	Cr-51	8.60E+08
Y-91	1.36E+06	Mn-54	2.98E+07
Sr-91	7.44E+04	Fe-59	1.93E+07
Sr-92	9.30E+04	Co-58	1.24E+09
Zr-95	2.02E+06	Co-60	1.65E+09
Nb-95	1.56E+06	Ag-110m	2.20E+08
Mo-99	7.34E+07	Sb-124	3.44E+08
Tc-99M	2.72E+06	**其余核素（除氚、C-14）**	3.06E+10
Ru-103	2.00E+06	H-3	9.02E+13
Ru-106	4.42E+05	C-14	5.38E+10

表 6.2-8 1、2 号两台华龙一号机组运行状态下液态流出物现实排放源项

单位：Bq/a

核素	两台机组年排放量	核素	两台机组年排放量
I-131	4.84E+08	Te-131m	5.56E+03
I-132	5.70E+05	Te-131	2.56E+03
I-133	8.26E+06	Te-132	3.40E+05
I-134	1.23E+05	Te-134	5.38E+03
I-135	6.76E+05	Ba-140	1.97E+06
Cs-134	2.88E+07	La-140	4.62E+03
Cs-136	1.11E+07	Ce-141	7.12E+04
Cs-137	4.26E+07	Ce-143	2.74E+04
Cs-138	3.14E+05	Pr-143	4.48E+04
Sr-89	1.21E+06	Ce-144	3.10E+04
Sr-90	1.86E+04	Pr-144	2.98E+04
Y-90	1.64E+03	Cr-51	2.86E+08
Y-91	3.70E+04	Mn-54	9.98E+06
Sr-91	2.98E+03	Fe-59	6.44E+06
Sr-92	4.10E+03	Co-58	4.12E+08
Zr-95	6.00E+04	Co-60	5.50E+08
Nb-95	4.10E+04	Ag-110m	7.34E+07
Mo-99	3.16E+06	Sb-124	1.15E+08
Tc-99M	1.12E+05	其余核素（除氚、C-14）	2.04E+09
Ru-103	6.36E+04	H-3	7.68E+13
Ru-106	1.00E+04	C-14	1.20E+10

表 6.2-9（1/2） 气态途径核素剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	$Sv.m^3/Bq.s$	$Sv.m^2/Bq.s$	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
H-3	3.31E-19	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	7.30E-11	1.20E-10	2.70E-11	3.45E-11	4.65E-11	9.60E-11
C-14	2.65E-18	1.68E-20	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	6.20E-12	8.90E-12	1.10E-11	1.90E-11
Kr-85m	6.83E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	2.55E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.94E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	9.72E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.27E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.11E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	5.44E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.85E-14	3.82E-16	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	7.40E-09	1.90E-08	3.70E-08	7.20E-08
I-132	1.14E-13	2.29E-15	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	9.40E-11	2.20E-10	4.50E-10	1.10E-09
I-133	3.00E-14	6.43E-16	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	1.50E-09	3.80E-09	8.30E-09	1.90E-08
I-134	1.32E-13	2.63E-15	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	4.50E-11	1.10E-10	1.80E-10	4.80E-10
I-135	8.09E-14	1.52E-15	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	3.20E-10	7.90E-10	1.70E-09	4.10E-09
Cr-51	1.53E-15	3.12E-17	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	3.70E-11	6.59E-11	1.00E-10	2.60E-10
Mn-54	4.14E-14	8.22E-16	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	1.50E-09	2.40E-09	3.81E-09	7.51E-09
Co-57	5.68E-15	1.16E-16	2.10E-10	5.80E-10	8.90E-10	2.90E-09	1.00E-09	1.50E-09	2.30E-09	4.40E-09
Co-58	4.82E-14	9.61E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.10E-09	3.10E-09	4.50E-09	9.00E-09
Co-60	1.27E-13	2.38E-15	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	3.10E-08	4.00E-08	5.90E-08	9.20E-08
Fe-59	6.04E-14	1.13E-15	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	3.70E-09	5.50E-09	7.90E-09	1.80E-08
Sr-89	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08

表 6.2-9（2/2） 气态途径核素剂量转换因子

核素\途径	空气浸没	地表沉积	食入				吸入			
			成人	青少年	儿童	婴儿	成人	青少年	儿童	婴儿
	$Sv.m^3/Bq.s$	$Sv.m^2/Bq.s$	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq	Sv/Bq
Sr-90	4.46E-16	6.89E-17	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	7.90E-09	1.20E-08	1.70E-08	3.90E-08
Zr-95	3.65E-14	7.32E-16	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	4.80E-09	6.80E-09	9.70E-09	2.00E-08
Nb-95	3.78E-14	7.57E-16	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	1.50E-09	2.20E-09	3.10E-09	6.80E-09
Ru-103	2.28E-14	4.69E-16	7.30E-10	1.50E-09	2.40E-09	7.10E-09	2.40E-09	3.50E-09	5.00E-09	1.10E-08
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-09	1.50E-08	2.50E-08	8.40E-08	2.80E-08	4.10E-08	6.40E-08	1.40E-07
Sb-125	2.05E-14	4.31E-16	1.10E-09	2.10E-09	3.40E-09	1.10E-08	4.80E-09	6.80E-09	1.00E-08	2.00E-08
Cs-134	7.66E-14	1.54E-15	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	2.00E-08	2.80E-08	4.10E-08	7.00E-08
Cs-136	1.07E-13	2.12E-15	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	2.80E-09	4.10E-09	5.70E-09	1.50E-08
Cs-137	2.92E-14	6.03E-16	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	3.90E-08	4.80E-08	7.00E-08	1.10E-07
Ba-140	8.83E-15	2.00E-16	2.60E-09	5.80E-09	9.20E-09	3.20E-08	5.10E-09	7.60E-09	1.10E-08	2.70E-08
Ce-141	3.53E-15	7.51E-17	7.10E-10	1.50E-09	2.60E-09	8.10E-09	3.20E-09	4.60E-09	6.30E-09	1.40E-08

表 6.2-10 气态途径元素浓集因子和转移系数

核素\途径	浓集因子		转移系数	
	牧草	农作物可食部分	奶 d/L	肉 d/kg
Ba	1.00E-01	5.00E-02	5.00E-03	2.00E-03
Ce	1.00E-01	5.00E-02	3.00E-04	2.00E-04
Co	2.00E+00	8.00E-02	1.00E-02	7.00E-02
Cr	1.00E-01	1.00E-03	2.00E-04	9.00E-02
Cs	1.00E+00	4.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Fe	1.00E-01	1.00E-03	3.00E-04	5.00E-02
I	1.00E-01	2.00E-02	1.00E-02	5.00E-02
Mn	1.00E+01	3.00E-01	3.00E-04	7.00E-04
Nb	2.00E-01	1.00E-02	4.00E-06	3.00E-06
Ru	2.00E-01	5.00E-02	3.00E-05	5.00E-02
Sb	1.00E-01	1.00E-03	2.50E-04	5.00E-03
Sr	1.00E+01	3.00E-01	3.00E-03	1.00E-02
Zr	1.00E-01	1.00E-03	6.00E-06	1.00E-05

表 6.2-11（1/2）液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

核素	地面沉积	水中浸没	食入有效 Sv/Bq				沉积吸附分配系数
	$Sv.m^2/Bq.s$	$Sv.m^3/Bq.s$	成人	青少年	儿童	婴儿	m^3/kg
H-3	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-11	2.30E-11	3.10E-11	6.40E-11	1.00E-04
C-14	1.68E-20	2.99E-21	5.80E-10	8.00E-10	9.90E-10	1.40E-09	2.00E-01
Cr-51	3.12E-17	3.34E-18	3.80E-11	7.80E-11	1.20E-10	3.50E-10	5.00E+00
Mn-54	8.22E-16	8.98E-17	7.10E-10	1.30E-09	1.90E-09	5.40E-09	1.53E-02*
Fe-59	1.13E-15	1.31E-16	1.80E-09	4.70E-09	7.50E-09	3.90E-08	5.00E+00
Co-58	9.61E-16	1.04E-16	7.40E-10	1.70E-09	2.60E-09	7.30E-09	2.54E-01*
Co-60	2.38E-15	2.77E-16	3.40E-09	1.10E-08	1.70E-08	5.40E-08	2.54E-01*
Sr-89	6.89E-17	5.43E-19	2.60E-09	5.80E-09	8.90E-09	3.60E-08	4.22E-03*
Sr-90	1.68E-18	1.12E-19	2.80E-10	6.00E-08	4.70E-08	2.30E-07	4.22E-03*
Sr-91	7.52E-16	7.61E-17	6.50E-10	1.20E-09	2.10E-09	5.20E-09	4.22E-03*
Sr-92	1.27E-15	1.49E-16	4.30E-10	8.20E-10	1.40E-09	3.40E-09	4.22E-03*
Y-90	1.10E-16	1.03E-18	2.70E-09	5.90E-09	1.00E-08	3.10E-08	1.00E+03
Y-91	7.49E-17	9.56E-19	2.40E-09	5.20E-09	8.80E-09	2.80E-08	1.00E+03
Zr-95	7.32E-16	7.91E-17	9.50E-10	1.90E-09	3.00E-09	8.50E-09	1.00E+02
Nb-95	7.57E-16	8.20E-17	5.80E-10	1.10E-09	1.80E-09	4.60E-09	5.00E+01
Mo-99	1.85E-16	1.62E-17	6.00E-10	1.10E-09	1.80E-09	5.50E-09	0.00E+00
Tc-99m	1.22E-16	1.33E-17	6.40E-10	1.30E-09	2.30E-09	1.00E-08	1.00E-02
Ru-103	4.69E-16	4.95E-17	7.30E-10	1.50E-09	2.40E-09	7.10E-09	4.35E-01*
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-09	1.50E-08	2.50E-08	8.40E-08	4.35E-01*
Ag-110m	2.68E-15	2.97E-16	2.80E-09	5.20E-09	7.80E-09	2.40E-08	1.80E+00*
Sb-124	1.76E-15	2.00E-16	2.50E-09	5.20E-09	8.40E-09	2.50E-08	1.00E-01
Te-131m	1.39E-15	1.54E-16	1.90E-09	4.30E-09	7.80E-09	2.00E-08	1.00E-01
Te-131	4.94E-16	4.54E-17	8.70E-11	1.90E-10	3.50E-10	9.00E-10	1.00E-01
Te-132	2.31E-16	2.31E-17	3.80E-09	8.30E-09	1.60E-08	4.80E-08	1.00E-01
Te-134	8.89E-16	9.36E-17	1.10E-10	2.20E-10	3.90E-10	1.10E-09	1.00E-01

*：数据取自华东师范大学 2020 年 12 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究报告》。

表 6.2-11（2/2）液态剂量计算剂量转换因子和沉积吸附分配系数

核素	地面沉积	水中浸没	食入有效 Sv/Bq				沉积吸附分配系数
	$Sv.m^2/Bq.s$	$Sv.m^3/Bq.s$	成人	青少年	儿童	婴儿	m^3/kg
I-131	3.82E-16	4.04E-17	2.20E-08	5.20E-08	1.00E-07	1.80E-07	2.00E-03
I-132	2.29E-15	2.46E-16	2.90E-10	6.20E-10	1.30E-09	3.00E-09	2.00E-03
I-133	6.43E-16	6.49E-17	4.30E-09	1.00E-08	2.30E-08	4.90E-08	2.00E-03
I-134	2.63E-15	2.86E-16	1.10E-10	2.10E-10	3.90E-10	1.10E-09	2.00E-03
I-135	1.52E-15	1.75E-16	9.30E-10	2.20E-09	4.70E-09	1.00E-08	2.00E-03
Cs-134	1.54E-15	1.66E-16	1.90E-08	1.40E-08	1.30E-08	2.60E-08	4.45E-01*
Cs-136	2.12E-15	2.34E-16	3.00E-09	4.40E-09	6.10E-09	1.50E-08	4.45E-01*
Cs-137	3.04E-18	6.70E-17	1.30E-08	1.00E-08	9.60E-09	2.10E-08	4.45E-01*
Cs-138	2.34E-15	2.66E-16	9.20E-11	1.70E-10	2.90E-10	1.10E-09	4.45E-01*
Ba-140	2.00E-16	1.91E-17	2.60E-09	5.80E-09	9.20E-09	3.20E-08	5.00E-01
La-140	2.24E-15	2.57E-16	2.00E-09	4.20E-09	6.80E-09	2.00E-08	0.00E+00
Ce-141	7.51E-17	7.78E-18	7.10E-10	1.50E-09	2.60E-09	8.10E-09	2.00E+02
Ce-143	3.19E-16	2.89E-17	1.10E-09	2.40E-09	4.10E-09	1.20E-08	2.00E+02
Ce-144	2.06E-17	1.95E-18	5.20E-09	1.10E-08	1.90E-08	6.60E-08	2.00E+02
Pr-143	2.07E-17	2.27E-19	1.20E-09	2.60E-09	4.30E-09	1.40E-08	0.00E+00
Pr-144	1.65E-16	5.07E-18	5.00E-11	9.50E-11	1.70E-10	6.40E-10	0.00E+00

*：数据取自华东师范大学 2020 年 12 月完成的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址临近海域泥沙对放射性核素吸附特性研究报告》。

表 6.2-12 厂址半径 80km 评价区内各子区年均大气弥散因子

单位：s/m^3

方位\距离 km	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	3.96E-07	1.81E-07	7.08E-08	2.89E-08	9.05E-09	2.69E-09	1.21E-09	7.51E-10	5.41E-10	4.28E-10	3.52E-10	2.99E-10
NNE	6.21E-07	2.76E-07	1.07E-07	4.44E-08	1.43E-08	4.38E-09	2.00E-09	1.25E-09	9.05E-10	7.15E-10	5.90E-10	5.00E-10
NE	1.05E-06	4.95E-07	1.94E-07	7.95E-08	2.50E-08	7.48E-09	3.38E-09	2.11E-09	1.52E-09	1.20E-09	9.92E-10	8.42E-10
ENE	3.69E-07	2.28E-07	1.20E-07	6.07E-08	2.29E-08	7.58E-09	3.38E-09	2.00E-09	1.39E-09	1.06E-09	8.55E-10	7.10E-10
E	1.14E-07	9.73E-08	7.41E-08	4.93E-08	2.32E-08	8.68E-09	4.01E-09	2.37E-09	1.60E-09	1.19E-09	9.22E-10	7.44E-10
ESE	1.08E-07	7.28E-08	5.30E-08	3.58E-08	1.71E-08	6.46E-09	2.99E-09	1.77E-09	1.19E-09	8.78E-10	6.81E-10	5.48E-10
SE	1.45E-07	7.38E-08	4.13E-08	2.50E-08	1.14E-08	4.25E-09	1.97E-09	1.17E-09	7.94E-10	5.87E-10	4.56E-10	3.68E-10
SSE	6.40E-08	4.81E-08	3.21E-08	1.99E-08	9.00E-09	3.31E-09	1.52E-09	8.99E-10	6.11E-10	4.55E-10	3.56E-10	2.89E-10
S	2.14E-07	1.26E-07	6.99E-08	4.02E-08	1.77E-08	6.46E-09	2.96E-09	1.75E-09	1.19E-09	8.81E-10	6.88E-10	5.58E-10
SSW	2.42E-06	1.13E-06	4.48E-07	1.82E-07	5.67E-08	1.64E-08	6.93E-09	4.03E-09	2.82E-09	2.22E-09	1.82E-09	1.54E-09
SW	2.27E-06	1.04E-06	4.01E-07	1.58E-07	4.72E-08	1.33E-08	5.62E-09	3.32E-09	2.35E-09	1.88E-09	1.56E-09	1.33E-09
WSW	1.31E-06	5.56E-07	1.97E-07	7.48E-08	2.18E-08	6.27E-09	2.86E-09	1.81E-09	1.33E-09	1.07E-09	8.93E-10	7.66E-10
W	4.98E-07	1.90E-07	6.61E-08	2.63E-08	8.45E-09	2.84E-09	1.43E-09	9.41E-10	7.01E-10	5.63E-10	4.70E-10	4.03E-10
WNW	2.39E-07	9.58E-08	3.37E-08	1.37E-08	4.72E-09	1.70E-09	8.67E-10	5.69E-10	4.21E-10	3.35E-10	2.77E-10	2.36E-10
NW	3.08E-07	1.25E-07	4.48E-08	1.78E-08	5.66E-09	1.88E-09	9.45E-10	6.20E-10	4.62E-10	3.71E-10	3.10E-10	2.66E-10
NNW	3.21E-07	1.52E-07	6.06E-08	2.51E-08	7.96E-09	2.43E-09	1.12E-09	7.07E-10	5.14E-10	4.09E-10	3.38E-10	2.88E-10

表 6.2-13 厂址半径 80km 评价区内各子区相对干沉积因子

单位：m^{-2}

方位\距离 km	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	1.23E-08	4.57E-09	1.42E-09	5.16E-10	1.46E-10	4.07E-11	1.78E-11	1.08E-11	7.83E-12	6.28E-12	5.25E-12	4.52E-12
NNE	2.19E-08	8.10E-09	2.43E-09	8.61E-10	2.41E-10	6.72E-11	2.96E-11	1.81E-11	1.33E-11	1.07E-11	8.93E-12	7.67E-12
NE	3.09E-08	1.18E-08	3.65E-09	1.32E-09	3.76E-10	1.05E-10	4.62E-11	2.81E-11	2.07E-11	1.67E-11	1.41E-11	1.22E-11
ENE	7.81E-09	3.37E-09	1.25E-09	5.03E-10	1.52E-10	4.25E-11	1.82E-11	1.08E-11	8.06E-12	6.96E-12	6.24E-12	5.75E-12
E	1.88E-09	8.99E-10	3.55E-10	1.49E-10	4.58E-11	1.29E-11	5.51E-12	3.26E-12	2.61E-12	2.54E-12	2.50E-12	2.47E-12
ESE	1.39E-09	6.14E-10	2.32E-10	9.49E-11	2.89E-11	8.07E-12	3.46E-12	2.05E-12	1.61E-12	1.52E-12	1.47E-12	1.44E-12
SE	2.14E-09	8.57E-10	2.95E-10	1.14E-10	3.38E-11	9.40E-12	4.05E-12	2.41E-12	1.80E-12	1.55E-12	1.40E-12	1.29E-12
SSE	9.55E-10	4.67E-10	1.97E-10	8.53E-11	2.66E-11	7.42E-12	3.14E-12	1.84E-12	1.37E-12	1.21E-12	1.11E-12	1.05E-12
S	3.44E-09	1.49E-09	5.73E-10	2.37E-10	7.23E-11	2.01E-11	8.52E-12	4.99E-12	3.61E-12	3.00E-12	2.61E-12	2.35E-12
SSW	5.06E-08	1.98E-08	7.44E-09	3.05E-09	9.19E-10	2.52E-10	1.06E-10	6.12E-11	4.15E-11	3.10E-11	2.44E-11	2.00E-11
SW	4.91E-08	1.91E-08	7.05E-09	2.87E-09	8.60E-10	2.36E-10	9.92E-11	5.76E-11	3.94E-11	2.98E-11	2.38E-11	1.97E-11
WSW	3.70E-08	1.38E-08	4.38E-09	1.62E-09	4.63E-10	1.28E-10	5.57E-11	3.35E-11	2.40E-11	1.89E-11	1.56E-11	1.32E-11
W	1.46E-08	5.53E-09	1.63E-09	5.65E-10	1.57E-10	4.43E-11	1.98E-11	1.23E-11	9.34E-12	7.87E-12	6.86E-12	6.14E-12
WNW	5.78E-09	2.26E-09	6.67E-10	2.32E-10	6.49E-11	1.85E-11	8.31E-12	5.20E-12	4.18E-12	3.89E-12	3.68E-12	3.53E-12
NW	8.20E-09	3.16E-09	9.40E-10	3.29E-10	9.22E-11	2.61E-11	1.17E-11	7.23E-12	5.56E-12	4.80E-12	4.27E-12	3.90E-12
NNW	8.55E-09	3.30E-09	1.04E-09	3.83E-10	1.10E-10	3.07E-11	1.35E-11	8.18E-12	6.09E-12	5.09E-12	4.43E-12	3.96E-12

表 6.2-14 厂址半径 80km 评价区内各子区相对湿沉积因子

单位：m^{-2}

方位\距离 km	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	2.57E-10	8.57E-11	5.14E-11	3.21E-11	1.71E-11	8.57E-12	5.14E-12	3.67E-12	2.86E-12	2.34E-12	1.98E-12	1.71E-12
NNE	1.42E-09	4.73E-10	2.84E-10	1.77E-10	9.46E-11	4.73E-11	2.84E-11	2.03E-11	1.58E-11	1.29E-11	1.09E-11	9.46E-12
NE	1.35E-09	4.50E-10	2.70E-10	1.69E-10	8.99E-11	4.50E-11	2.70E-11	1.93E-11	1.50E-11	1.23E-11	1.04E-11	8.99E-12
ENE	2.65E-10	8.82E-11	5.29E-11	3.31E-11	1.76E-11	8.82E-12	5.29E-12	3.78E-12	2.94E-12	2.41E-12	2.04E-12	1.76E-12
E	1.67E-10	5.57E-11	3.34E-11	2.09E-11	1.11E-11	5.57E-12	3.34E-12	2.39E-12	1.86E-12	1.52E-12	1.28E-12	1.11E-12
ESE	7.84E-10	2.61E-10	1.57E-10	9.80E-11	5.23E-11	2.61E-11	1.57E-11	1.12E-11	8.71E-12	7.13E-12	6.03E-12	5.23E-12
SE	4.40E-11	1.47E-11	8.81E-12	5.50E-12	2.94E-12	1.47E-12	8.81E-13	6.29E-13	4.89E-13	4.00E-13	3.39E-13	2.94E-13
SSE	3.18E-10	1.06E-10	6.36E-11	3.98E-11	2.12E-11	1.06E-11	6.36E-12	4.55E-12	3.54E-12	2.89E-12	2.45E-12	2.12E-12
S	3.42E-10	1.14E-10	6.84E-11	4.28E-11	2.28E-11	1.14E-11	6.84E-12	4.89E-12	3.80E-12	3.11E-12	2.63E-12	2.28E-12
SSW	9.75E-10	3.25E-10	1.95E-10	1.22E-10	6.50E-11	3.25E-11	1.95E-11	1.39E-11	1.08E-11	8.86E-12	7.50E-12	6.50E-12
SW	1.45E-09	4.84E-10	2.91E-10	1.82E-10	9.69E-11	4.84E-11	2.91E-11	2.08E-11	1.61E-11	1.32E-11	1.12E-11	9.69E-12
WSW	8.96E-10	2.99E-10	1.79E-10	1.12E-10	5.97E-11	2.99E-11	1.79E-11	1.28E-11	9.96E-12	8.15E-12	6.89E-12	5.97E-12
W	1.01E-09	3.36E-10	2.02E-10	1.26E-10	6.73E-11	3.36E-11	2.02E-11	1.44E-11	1.12E-11	9.17E-12	7.76E-12	6.73E-12
WNW	1.50E-09	5.00E-10	3.00E-10	1.88E-10	1.00E-10	5.00E-11	3.00E-11	2.14E-11	1.67E-11	1.36E-11	1.15E-11	1.00E-11
NW	3.57E-10	1.19E-10	7.14E-11	4.46E-11	2.38E-11	1.19E-11	7.14E-12	5.10E-12	3.97E-12	3.25E-12	2.75E-12	2.38E-12
NNW	4.06E-10	1.35E-10	8.13E-11	5.08E-11	2.71E-11	1.35E-11	8.13E-12	5.81E-12	4.52E-12	3.69E-12	3.13E-12	2.71E-12

表 6.2-15 距排水口不同环段范围的全潮平均相对浓度

装机容量（取排水流量）	潮型	半衰期	全潮平均相对浓度						
			0～1km	1～2km	2～3km	3～5km	5～10km	10～20km	20～50km
3、4 台机组直流冷却（140m^3/s）	冬季典型小潮	5a	0.1313	0.1102	0.0844	0.0594	0.0566	0.0164	0.0015

表 6.2-16（1/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（Cs-137）

单位：Bq /m³

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	1.67E-07	7.63E-08	2.99E-08	1.22E-08	3.82E-09	1.13E-09	5.10E-10	3.17E-10	2.28E-10	1.81E-10	1.48E-10	1.26E-10
NNE	2.62E-07	1.16E-07	4.51E-08	1.87E-08	6.03E-09	1.85E-09	8.43E-10	5.27E-10	3.82E-10	3.02E-10	2.49E-10	2.11E-10
NE	4.43E-07	2.09E-07	8.18E-08	3.35E-08	1.05E-08	3.15E-09	1.43E-09	8.90E-10	6.41E-10	5.06E-10	4.18E-10	3.55E-10
ENE	1.56E-07	9.62E-08	5.06E-08	2.56E-08	9.66E-09	3.20E-09	1.43E-09	8.43E-10	5.86E-10	4.47E-10	3.61E-10	2.99E-10
E	4.81E-08	4.10E-08	3.13E-08	2.08E-08	9.78E-09	3.66E-09	1.69E-09	1.00E-09	6.75E-10	5.02E-10	3.89E-10	3.14E-10
ESE	4.55E-08	3.07E-08	2.24E-08	1.51E-08	7.21E-09	2.72E-09	1.26E-09	7.46E-10	5.02E-10	3.70E-10	2.87E-10	2.31E-10
SE	6.12E-08	3.11E-08	1.74E-08	1.05E-08	4.81E-09	1.79E-09	8.31E-10	4.93E-10	3.35E-10	2.48E-10	1.92E-10	1.55E-10
SSE	2.70E-08	2.03E-08	1.35E-08	8.39E-09	3.80E-09	1.40E-09	6.41E-10	3.79E-10	2.58E-10	1.92E-10	1.50E-10	1.22E-10
S	9.03E-08	5.31E-08	2.95E-08	1.70E-08	7.46E-09	2.72E-09	1.25E-09	7.38E-10	5.02E-10	3.72E-10	2.90E-10	2.35E-10
SSW	1.02E-06	4.77E-07	1.89E-07	7.68E-08	2.39E-08	6.92E-09	2.92E-09	1.70E-09	1.19E-09	9.36E-10	7.68E-10	6.49E-10
SW	9.57E-07	4.39E-07	1.69E-07	6.66E-08	1.99E-08	5.61E-09	2.37E-09	1.40E-09	9.91E-10	7.93E-10	6.58E-10	5.61E-10
WSW	5.52E-07	2.34E-07	8.31E-08	3.15E-08	9.19E-09	2.64E-09	1.21E-09	7.63E-10	5.61E-10	4.51E-10	3.77E-10	3.23E-10
W	2.10E-07	8.01E-08	2.79E-08	1.11E-08	3.56E-09	1.20E-09	6.03E-10	3.97E-10	2.96E-10	2.37E-10	1.98E-10	1.70E-10
WNW	1.01E-07	4.04E-08	1.42E-08	5.78E-09	1.99E-09	7.17E-10	3.66E-10	2.40E-10	1.78E-10	1.41E-10	1.17E-10	9.95E-11
NW	1.30E-07	5.27E-08	1.89E-08	7.51E-09	2.39E-09	7.93E-10	3.99E-10	2.61E-10	1.95E-10	1.56E-10	1.31E-10	1.12E-10
NNW	1.35E-07	6.41E-08	2.56E-08	1.06E-08	3.36E-09	1.02E-09	4.72E-10	2.98E-10	2.17E-10	1.72E-10	1.43E-10	1.21E-10

表 6.2-16（2/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（I-131）

单位：Bq /m³

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	1.01E-05	4.61E-06	1.81E-06	7.37E-07	2.31E-07	6.86E-08	3.08E-08	1.91E-08	1.38E-08	1.09E-08	8.97E-09	7.62E-09
NNE	1.58E-05	7.04E-06	2.73E-06	1.13E-06	3.65E-07	1.12E-07	5.10E-08	3.19E-08	2.31E-08	1.82E-08	1.50E-08	1.27E-08
NE	2.68E-05	1.26E-05	4.95E-06	2.03E-06	6.37E-07	1.91E-07	8.62E-08	5.38E-08	3.88E-08	3.06E-08	2.53E-08	2.15E-08
ENE	9.41E-06	5.81E-06	3.06E-06	1.55E-06	5.84E-07	1.93E-07	8.62E-08	5.10E-08	3.54E-08	2.70E-08	2.18E-08	1.81E-08
E	2.91E-06	2.48E-06	1.89E-06	1.26E-06	5.91E-07	2.21E-07	1.02E-07	6.04E-08	4.08E-08	3.03E-08	2.35E-08	1.90E-08
ESE	2.75E-06	1.86E-06	1.35E-06	9.13E-07	4.36E-07	1.65E-07	7.62E-08	4.51E-08	3.03E-08	2.24E-08	1.74E-08	1.40E-08
SE	3.70E-06	1.88E-06	1.05E-06	6.37E-07	2.91E-07	1.08E-07	5.02E-08	2.98E-08	2.02E-08	1.50E-08	1.16E-08	9.38E-09
SSE	1.63E-06	1.23E-06	8.18E-07	5.07E-07	2.29E-07	8.44E-08	3.88E-08	2.29E-08	1.56E-08	1.16E-08	9.08E-09	7.37E-09
S	5.46E-06	3.21E-06	1.78E-06	1.02E-06	4.51E-07	1.65E-07	7.55E-08	4.46E-08	3.03E-08	2.25E-08	1.75E-08	1.42E-08
SSW	6.17E-05	2.88E-05	1.14E-05	4.64E-06	1.45E-06	4.18E-07	1.77E-07	1.03E-07	7.19E-08	5.66E-08	4.64E-08	3.93E-08
SW	5.79E-05	2.65E-05	1.02E-05	4.03E-06	1.20E-06	3.39E-07	1.43E-07	8.46E-08	5.99E-08	4.79E-08	3.98E-08	3.39E-08
WSW	3.34E-05	1.42E-05	5.02E-06	1.91E-06	5.56E-07	1.60E-07	7.29E-08	4.61E-08	3.39E-08	2.73E-08	2.28E-08	1.95E-08
W	1.27E-05	4.84E-06	1.69E-06	6.71E-07	2.15E-07	7.24E-08	3.65E-08	2.40E-08	1.79E-08	1.44E-08	1.20E-08	1.03E-08
WNW	6.09E-06	2.44E-06	8.59E-07	3.49E-07	1.20E-07	4.33E-08	2.21E-08	1.45E-08	1.07E-08	8.54E-09	7.06E-09	6.02E-09
NW	7.85E-06	3.19E-06	1.14E-06	4.54E-07	1.44E-07	4.79E-08	2.41E-08	1.58E-08	1.18E-08	9.46E-09	7.90E-09	6.78E-09
NNW	8.18E-06	3.88E-06	1.54E-06	6.40E-07	2.03E-07	6.20E-08	2.86E-08	1.80E-08	1.31E-08	1.04E-08	8.62E-09	7.34E-09

表 6.2-16（3/3） 本工程半径 80km 评价区内各子区年均放射性活度浓度（Kr-85）

单位：Bq /m³

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	2.30E-02	1.05E-02	4.11E-03	1.68E-03	5.25E-04	1.56E-04	7.02E-05	4.36E-05	3.14E-05	2.48E-05	2.04E-05	1.74E-05
NNE	3.60E-02	1.60E-02	6.21E-03	2.58E-03	8.30E-04	2.54E-04	1.16E-04	7.25E-05	5.25E-05	4.15E-05	3.42E-05	2.90E-05
NE	6.09E-02	2.87E-02	1.13E-02	4.61E-03	1.45E-03	4.34E-04	1.96E-04	1.22E-04	8.82E-05	6.96E-05	5.76E-05	4.89E-05
ENE	2.14E-02	1.32E-02	6.96E-03	3.52E-03	1.33E-03	4.40E-04	1.96E-04	1.16E-04	8.07E-05	6.15E-05	4.96E-05	4.12E-05
E	6.62E-03	5.65E-03	4.30E-03	2.86E-03	1.35E-03	5.04E-04	2.33E-04	1.38E-04	9.28E-05	6.91E-05	5.35E-05	4.32E-05
ESE	6.27E-03	4.22E-03	3.08E-03	2.08E-03	9.92E-04	3.75E-04	1.74E-04	1.03E-04	6.91E-05	5.09E-05	3.95E-05	3.18E-05
SE	8.41E-03	4.28E-03	2.40E-03	1.45E-03	6.62E-04	2.47E-04	1.14E-04	6.79E-05	4.61E-05	3.41E-05	2.65E-05	2.14E-05
SSE	3.71E-03	2.79E-03	1.86E-03	1.15E-03	5.22E-04	1.92E-04	8.82E-05	5.22E-05	3.55E-05	2.64E-05	2.07E-05	1.68E-05
S	1.24E-02	7.31E-03	4.06E-03	2.33E-03	1.03E-03	3.75E-04	1.72E-04	1.02E-04	6.91E-05	5.11E-05	3.99E-05	3.24E-05
SSW	1.40E-01	6.56E-02	2.60E-02	1.06E-02	3.29E-03	9.52E-04	4.02E-04	2.34E-04	1.64E-04	1.29E-04	1.06E-04	8.94E-05
SW	1.32E-01	6.04E-02	2.33E-02	9.17E-03	2.74E-03	7.72E-04	3.26E-04	1.93E-04	1.36E-04	1.09E-04	9.05E-05	7.72E-05
WSW	7.60E-02	3.23E-02	1.14E-02	4.34E-03	1.27E-03	3.64E-04	1.66E-04	1.05E-04	7.72E-05	6.21E-05	5.18E-05	4.45E-05
W	2.89E-02	1.10E-02	3.84E-03	1.53E-03	4.90E-04	1.65E-04	8.30E-05	5.46E-05	4.07E-05	3.27E-05	2.73E-05	2.34E-05
WNW	1.39E-02	5.56E-03	1.96E-03	7.95E-04	2.74E-04	9.86E-05	5.03E-05	3.30E-05	2.44E-05	1.94E-05	1.61E-05	1.37E-05
NW	1.79E-02	7.25E-03	2.60E-03	1.03E-03	3.28E-04	1.09E-04	5.48E-05	3.60E-05	2.68E-05	2.15E-05	1.80E-05	1.54E-05
NNW	1.86E-02	8.82E-03	3.52E-03	1.46E-03	4.62E-04	1.41E-04	6.50E-05	4.10E-05	2.98E-05	2.37E-05	1.96E-05	1.67E-05

表 6.2-17 本工程排放口处放射性核素浓度与 GB 3097-1997 指标比较表

单位：Bq/L

放射性核素	国标中放射性指标要求	总排放口处放射性核素浓度		与排放海域本底叠加后结果		
		核素浓度	所占国标份额	本底浓度	叠加后浓度	叠加后浓度所占国标份额
Co-60	0.03	6.57E-03	21.90%	-	6.57E-03	21.90%
Sr-90	4	3.10E-06	0.00%	（2.0±0.2）E-03	2.00E-03	0.05%
Ru-106	0.2	1.77E-06	0.00%	-	1.77E-06	0.00%
Cs-134	0.6	4.83E-03	0.80%	-	4.83E-03	0.80%
Cs-137	0.7	6.64E-03	0.95%	（0.9±0.1）E-03	7.54E-03	1.08%

表 6.2-18 不同元素的分配系数 Kd

元素	分配系数(L/kg)
Ag	**2.14E+03**
Ba	5.00E+03
C	2.00E+03
Ce	2.00E+06
Co	**2.64E+02**
Cr	5.00E+04
Cs	**4.45E+02**
Fe	5.00E+04
H	1.00E+00
I	2.00E+01
La	7.99E+06
Mn	**1.95E+01**
Mo	0.00E+00
Nb	5.00E+05
Pr	0.00E+00
Ru	**4.35E+02**
Sb	1.00E+03
Sr	**4.22E+00**
Tc	0.00E+00
Te	1.00E+03
Y	1.00E+07
Zr	1.00E+06

表 6.2-19（1/2） 海洋生态系统不同元素不同生物对应的浓集比

单位：(Bq/kg)/(Bq/L)

生物/元素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag	1.10E+04	2.20E+04	3.60E+04	2.20E+04	3.60E+04	1.10E+04	6.90E+04	2.20E+04	3.90E+03	6.00E+03	3.90E+03	2.70E+04	1.30E+02
Ba	2.50E+01	1.64E+02	4.95E+01	1.64E+02	1.50E+02	2.50E+01	1.88E+02	1.64E+02	3.00E+00	6.80E+01	2.93E+01	4.60E-01	9.53E+01
C	1.70E+03	1.70E+03	1.40E+03	1.70E+03	6.50E+02	1.70E+03	2.50E+02	1.70E+03	1.30E+03	1.00E+04	1.30E+03	1.00E+04	1.70E+03
Ce	3.90E+02	2.20E+03	1.00E+02	2.20E+03	2.20E+03	3.90E+02	1.10E+04	2.20E+03	1.60E+02	6.00E+03	2.10E+03	2.20E+03	1.30E+02
Co	5.30E+03	5.00E+02	3.50E+03	5.00E+02	5.30E+03	5.30E+03	3.10E+03	5.00E+02	3.28E+02	4.80E+03	1.70E+03	8.03E+03	6.08E+02
Cr	2.00E+02	2.00E+03	1.00E+02	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+02	5.00E+03	2.00E+03	6.00E+03	1.00E+03	6.00E+03	2.00E+03	2.00E+03
Cs	8.40E+01	4.80E+02	5.30E+01	2.20E+02	5.00E+01	8.40E+01	8.50E+00	4.80E+02	1.00E+01	1.30E+02	9.60E+01	1.80E+02	2.30E+02
Fe	3.00E+04	5.00E+05	5.00E+05	3.00E+07	5.00E+05	3.00E+04	4.00E+05	5.00E+05	4.00E+05	7.00E+05	2.00E+04	5.00E+05	5.00E+05
H	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I	9.00E+00	6.80E-01	3.92E+01	6.80E-01	8.80E+03	9.00E+00	9.50E+02	6.80E-01	2.40E+01	3.10E+03	4.20E+03	8.80E+03	8.80E+03
La	1.13E+04	1.13E+04	5.70E+03	1.13E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.10E+04	1.13E+04	1.10E+04	1.13E+04	1.10E+04	1.13E+04	1.13E+04
Mn	2.60E+03	4.50E+03	4.50E+04	4.50E+03	1.20E+04	2.60E+03	3.50E+03	4.50E+03	3.00E+04	2.50E+03	8.60E+03	3.20E+03	1.00E+01
Mo	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Nb	3.00E+01	8.80E+02	1.00E+02	8.80E+02	8.80E+02	3.00E+01	1.00E+03	8.80E+02	4.90E+02	2.00E+04	4.90E+02	8.80E+02	8.80E+02
Pr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru	2.94E+01	1.62E+03	1.00E+02	1.62E+03	1.62E+03	2.94E+01	6.68E+03	1.62E+03	1.20E+03	3.00E+04	1.20E+03	1.62E+03	2.85E+01
Sb	6.00E+02	8.30E+03	3.00E+02	8.30E+03	4.70E+02	6.00E+02	1.00E+03	8.30E+03	2.25E+02	1.31E+03	2.25E+02	4.50E+03	9.00E+01
Sr	2.50E+01	1.64E+02	4.95E+01	1.64E+02	1.50E+02	2.50E+01	1.88E+02	1.64E+02	3.00E+00	6.80E+01	2.93E+01	4.60E-01	9.53E+01
Tc	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-19（2/2） 海洋生态系统不同元素不同生物对应的浓集比

单位：(Bq/kg)/(Bq/L)

生物 / 元素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Te	6.90E+02	8.30E+03	1.00E+03	8.30E+03	1.50E+03	6.90E+02	1.31E+04	8.30E+03	4.25E+02	1.00E+03	4.25E+02	4.50E+03	1.00E+01
Y	2.00E+01	1.00E+03	1.00E+03	0.00E+00	1.00E+03	2.00E+01	1.00E+02	1.00E+03	1.00E+02	1.00E+02	1.00E+02	1.00E+03	1.00E+03
Zr	8.52E+01	8.52E+01	4.90E+01	8.52E+01	3.30E+03	8.52E+01	3.30E+04	8.52E+01	1.10E+03	2.17E+04	1.66E+03	3.30E+03	1.30E+02

表 6.2-20 陆生生态系统不同元素不同生物对应的浓集比

单位：H-3、C-14 和惰性气体：(Bq/kg)/(Bq/m^3)，其它核素：(Bq/kg)/(Bq/kg)

生物 / 元素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba	2.77E-02	1.38E-02	1.64E-02	1.22E+01	1.64E-02	3.04E-02	9.30E-02	2.77E-02	2.77E-02	4.77E-02	2.77E-02	5.20E-01	1.02E-01
C	1.34E+03	4.29E+02	4.30E+02	1.34E+03	4.30E+02	8.90E+02	8.90E+02	1.34E+03	1.34E+03	4.30E+02	1.34E+03	8.90E+02	1.30E+03
Ce	4.88E-03	4.85E-03	2.16E-03	6.92E-02	2.16E-03	1.36E-02	1.64E-02	4.88E-03	4.88E-03	6.92E-02	4.88E-03	9.15E-03	1.71E-03
Co	1.91E-01	1.88E-02	7.07E-03	1.30E-02	7.07E-03	1.93E-02	8.40E-02	1.91E-01	1.91E-01	1.88E-02	1.91E-01	1.30E-02	5.43E-03
Cr	5.95E-03	2.77E-02	3.14E-03	9.20E-02	3.14E-03	2.06E-02	5.60E-02	5.95E-03	5.95E-03	2.77E-02	5.95E-03	1.00E-02	5.68E-03
Cs	4.57E-01	8.10E-02	1.06E-01	5.63E-01	1.06E-01	1.12E+00	3.78E+00	3.41E+00	3.41E+00	4.05E-02	5.74E-01	1.96E+00	1.36E-01
Fe	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-03	2.40E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.10E-02	1.50E-03
H	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02
I	4.00E-01	1.56E-01	3.01E-01	4.00E-01	3.01E-01	1.40E-01	1.40E-01	4.00E-01	4.00E-01	1.80E-01	4.00E-01	7.03E-04	1.40E-01
Kr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mn	1.04E-02	1.72E-02	9.79E-02	1.04E-02	9.79E-02	9.17E-02	6.20E-01	2.49E-03	2.49E-03	4.65E-02	1.04E-02	4.40E+00	6.33E-02
Nb	4.19E-02	1.53E-01	9.54E-04	1.72E-01	9.54E-04	1.27E-03	2.76E-02	4.19E-02	4.19E-02	1.53E-01	4.19E-02	1.21E-03	1.20E-02
Ru	1.20E-01	6.37E-03	6.37E-03	1.20E-01	6.37E-03	2.00E-02	6.46E+00	1.20E-01	1.20E-01	6.37E-03	1.20E-01	4.07E-01	4.07E-01
Sb	3.50E-03	4.59E-02	1.12E-02	3.50E-03	1.12E-02	3.74E-02	3.00E-01	3.50E-03	3.50E-03	4.59E-02	3.50E-03	3.74E-02	3.74E-02
Sr	1.32E+00	6.63E-02	3.43E-01	1.23E+00	3.43E-01	7.83E-01	4.64E+00	1.67E+00	1.67E+00	9.23E-02	4.06E-01	1.80E-01	4.77E-01
Xe	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr	1.31E-01	9.55E-03	7.65E-03	1.31E-01	7.65E-03	3.89E-02	1.81E-01	2.54E-04	2.54E-04	9.55E-03	1.31E-01	5.32E-03	1.12E-02

表 6.2-21（1/2） 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物/核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-06	0.00E+00	7.59E-07	0.00E+00	1.10E-06	9.20E-07	7.58E-07	8.40E-07	7.00E-07
Ba-140	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06
C-14	2.90E-07	2.90E-07	2.90E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.90E-07	3.73E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.80E-07	3.73E-07	2.80E-07	2.80E-07
Ce-141	1.00E-06	1.10E-06	1.00E-06	1.30E-06	9.90E-07	1.00E-06	7.82E-07	1.30E-06	9.90E-07	9.10E-07	7.82E-07	9.80E-07	9.70E-07
Ce-143	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06	2.36E-06
Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.15E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.15E-07	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	2.07E-06	1.98E-06	1.74E-06	3.30E-06	2.00E-06	2.34E-06	2.16E-06	3.20E-06	2.05E-06	2.10E-06	2.16E-06	2.04E-06	2.03E-06
Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-07	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E-07	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	1.80E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-06	0.00E+00	9.83E-07	0.00E+00	1.20E-06	7.90E-07	9.82E-07	1.10E-06	9.70E-07
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-07	0.00E+00	0.00E+00
Cs-138	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08	5.47E-08
Fe-59	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07
H-3	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06
I-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.82E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.82E-07	0.00E+00	0.00E+00
I-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.82E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.81E-08	0.00E+00	0.00E+00
I-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.88E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.88E-08	0.00E+00	0.00E+00
I-134	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08
I-135	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07
La-140	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07	1.15E-07

表 6.2-21（2/2） 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	2.20E-06	2.07E-06	2.40E-06	2.60E-06	2.28E-06	2.55E-06	2.32E-06	2.60E-06	2.31E-06	2.35E-06	2.32E-06	2.24E-06	2.42E-06
Mo-99	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06
Nb-95	6.30E-07	8.70E-07	7.80E-07	0.00E+00	4.10E-07	7.10E-07	5.33E-07	0.00E+00	4.20E-07	5.40E-07	5.33E-07	3.60E-07	6.60E-07
Pr-143	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08	5.63E-08
Pr-144	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09	7.30E-09
Ru-103	1.80E-06	2.20E-06	2.00E-06	2.20E-06	1.50E-06	1.90E-06	1.84E-06	2.20E-06	1.52E-06	1.92E-06	1.84E-06	2.16E-06	2.07E-06
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.76E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-06	1.76E-06	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.18E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.18E-07	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.51E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.51E-08	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	0.00E+00
Sr-91	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08	6.96E-08
Sr-92	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07	1.13E-07
Tc-99M	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06	1.51E-06
Te-131	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.28E-07	4.27E-07	4.28E-07	4.28E-07
Te-131m	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06	1.12E-06
Te-132	4.70E-06	0.00E+00	5.30E-06	0.00E+00	3.80E-06	5.00E-06	2.66E-06	0.00E+00	3.90E-06	2.30E-06	2.66E-06	3.50E-06	3.30E-06
Te-134	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.10E-06
Y-90	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08	1.20E-08
Y-91	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08	2.46E-08
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.01E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.01E-07	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-22（1/2） 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	1.80E-04	2.60E-04	2.30E-04	8.90E-04	9.90E-05	2.10E-04	2.84E-05	8.80E-04	1.09E-04	4.51E-05	8.39E-05	8.32E-05	6.93E-05
Ba-140	6.42E-04	7.30E-04	6.97E-04	1.35E-03	5.47E-04	6.71E-04	1.45E-04	1.34E-03	5.55E-04	3.47E-04	4.80E-04	5.13E-04	4.85E-04
C-14	2.87E-05	2.87E-05	2.87E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.87E-05	2.65E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.77E-05	2.79E-05	2.77E-05	2.77E-05
Ce-141	9.90E-05	1.09E-04	9.90E-05	1.29E-04	9.80E-05	9.90E-05	6.83E-05	1.29E-04	9.80E-05	9.01E-05	9.56E-05	9.70E-05	9.60E-05
Ce-143	2.59E-04	2.72E-04	2.67E-04	3.47E-04	2.41E-04	2.63E-04	7.46E-05	3.44E-04	2.43E-04	1.70E-04	2.16E-04	2.30E-04	2.23E-04
Ce-144	6.70E-04	7.20E-04	7.20E-04	7.60E-04	6.30E-04	7.10E-04	9.59E-05	7.60E-04	6.40E-04	2.50E-04	4.86E-04	5.80E-04	5.00E-04
Co-58	6.69E-05	9.70E-05	8.53E-05	3.27E-04	3.80E-05	7.57E-05	1.15E-05	3.17E-04	3.90E-05	1.89E-05	3.21E-05	3.20E-05	2.70E-05
Co-60	1.70E-04	2.40E-04	2.10E-04	7.80E-04	9.80E-05	1.90E-04	4.53E-05	7.70E-04	1.00E-04	5.60E-05	8.71E-05	8.50E-05	7.30E-05
Cr-51	2.39E-06	3.44E-06	3.01E-06	1.17E-05	1.32E-06	2.67E-06	4.19E-07	1.14E-05	1.38E-06	6.09E-07	1.17E-06	1.10E-06	9.29E-07
Cs-134	1.70E-04	2.20E-04	2.00E-04	5.90E-04	1.20E-04	1.90E-04	4.96E-05	5.80E-04	1.30E-04	8.40E-05	1.11E-04	1.10E-04	1.00E-04
Cs-136	1.78E-04	2.50E-04	2.30E-04	7.50E-04	1.19E-04	2.00E-04	6.16E-05	7.40E-04	1.19E-04	7.82E-05	1.08E-04	1.09E-04	9.60E-05
Cs-137	1.70E-04	1.90E-04	1.80E-04	3.30E-04	1.50E-04	1.80E-04	6.59E-05	3.20E-04	1.50E-04	1.20E-04	1.39E-04	1.40E-04	1.40E-04
Cs-138	7.16E-04	8.27E-04	7.97E-04	1.35E-03	6.11E-04	7.70E-04	5.23E-05	1.34E-03	6.28E-04	2.00E-04	4.64E-04	5.54E-04	4.66E-04
Fe-59	1.21E-04	1.55E-04	1.42E-04	4.14E-04	8.77E-05	1.31E-04	4.94E-05	4.10E-04	8.97E-05	6.44E-05	8.13E-05	8.11E-05	7.52E-05
H-3	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.08E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.09E-07	8.25E-07	8.25E-07
I-131	1.30E-04	1.40E-04	1.40E-04	2.40E-04	1.20E-04	1.30E-04	6.31E-05	2.40E-04	1.20E-04	9.80E-05	1.10E-04	1.10E-04	1.10E-04
I-132	3.80E-04	4.60E-04	4.30E-04	1.00E-03	3.10E-04	4.10E-04	6.12E-05	9.80E-04	3.10E-04	1.70E-04	2.59E-04	2.80E-04	2.60E-04
I-133	2.60E-04	2.80E-04	2.80E-04	4.30E-04	2.40E-04	2.70E-04	6.14E-05	4.30E-04	2.40E-04	1.60E-04	2.09E-04	2.20E-04	2.20E-04
I-134	4.64E-04	5.54E-04	5.22E-04	1.16E-03	3.75E-04	4.95E-04	6.00E-05	1.14E-03	3.83E-04	1.89E-04	3.10E-04	3.43E-04	3.14E-04
I-135	2.87E-04	3.36E-04	3.18E-04	6.93E-04	2.36E-04	3.03E-04	6.28E-05	6.87E-04	2.40E-04	1.51E-04	2.09E-04	2.20E-04	2.07E-04
La-140	3.98E-04	4.69E-04	4.43E-04	9.70E-04	3.25E-04	4.21E-04	6.14E-05	9.61E-04	3.31E-04	1.82E-04	2.77E-04	3.00E-04	2.79E-04

表 6.2-22（2/2） 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	4.18E-05	6.69E-05	5.76E-05	2.57E-04	1.67E-05	4.85E-05	6.37E-07	2.57E-04	1.87E-05	2.45E-06	1.30E-05	1.18E-05	8.58E-06
Mo-99	2.44E-04	2.55E-04	2.51E-04	3.28E-04	2.27E-04	2.47E-04	6.87E-05	3.26E-04	2.29E-04	1.60E-04	2.04E-04	2.17E-04	2.11E-04
Nb-95	6.24E-05	8.61E-05	7.72E-05	2.70E-04	4.06E-05	7.03E-05	2.34E-05	2.60E-04	4.16E-05	2.65E-05	3.62E-05	3.56E-05	3.23E-05
Pr-143	1.78E-04	1.79E-04	1.79E-04	1.81E-04	1.74E-04	1.79E-04	6.35E-05	1.81E-04	1.75E-04	1.38E-04	1.61E-04	1.69E-04	1.66E-04
Pr-144	6.17E-04	6.66E-04	6.60E-04	6.98E-04	5.74E-04	6.53E-04	5.07E-05	6.97E-04	5.87E-04	1.95E-04	4.33E-04	5.28E-04	4.50E-04
Ru-103	8.82E-05	1.08E-04	9.80E-05	2.18E-04	7.35E-05	9.31E-05	5.42E-05	2.18E-04	7.45E-05	6.21E-05	6.97E-05	6.98E-05	6.69E-05
Ru-106	7.30E-04	7.90E-04	7.80E-04	8.80E-04	6.60E-04	7.70E-04	5.39E-05	8.80E-04	6.80E-04	1.98E-04	4.95E-04	6.00E-04	4.90E-04
Sb-124	2.90E-04	3.50E-04	3.30E-04	7.50E-04	2.30E-04	3.10E-04	5.71E-05	7.40E-04	2.40E-04	1.30E-04	1.97E-04	2.20E-04	2.00E-04
Sr-89	3.20E-04	3.30E-04	3.30E-04	3.30E-04	3.10E-04	3.30E-04	5.76E-05	3.30E-04	3.10E-04	1.80E-04	2.61E-04	2.90E-04	2.80E-04
Sr-90	6.00E-04	6.30E-04	6.30E-04	6.50E-04	5.80E-04	6.20E-04	1.16E-04	6.50E-04	5.80E-04	2.90E-04	4.66E-04	5.40E-04	5.00E-04
Sr-91	4.11E-04	4.59E-04	4.45E-04	7.10E-04	3.64E-04	4.32E-04	6.03E-05	7.04E-04	3.70E-04	1.83E-04	2.98E-04	3.37E-04	3.07E-04
Sr-92	1.69E-04	2.07E-04	1.93E-04	4.93E-04	1.32E-04	1.81E-04	6.06E-05	4.88E-04	1.34E-04	9.50E-05	1.21E-04	1.23E-04	1.16E-04
Tc-99M	2.44E-04	2.55E-04	2.51E-04	3.28E-04	2.27E-04	2.47E-04	6.87E-05	3.26E-04	2.29E-04	1.60E-04	2.04E-04	2.17E-04	2.11E-04
Te-131	4.11E-04	4.39E-04	4.32E-04	5.52E-04	3.81E-04	4.26E-04	6.72E-05	5.49E-04	3.86E-04	1.98E-04	3.12E-04	3.57E-04	3.33E-04
Te-131m	2.75E-04	3.27E-04	3.08E-04	6.81E-04	2.24E-04	2.92E-04	8.19E-05	6.73E-04	2.28E-04	1.40E-04	1.95E-04	2.09E-04	1.94E-04
Te-132	4.65E-04	5.60E-04	5.25E-04	1.20E-03	3.76E-04	4.95E-04	1.14E-04	1.20E-03	3.86E-04	2.28E-04	3.28E-04	3.46E-04	3.27E-04
Te-134	2.17E-04	2.47E-04	2.35E-04	4.67E-04	1.85E-04	2.26E-04	8.16E-05	4.60E-04	1.88E-04	1.44E-04	1.72E-04	1.76E-04	1.70E-04
Y-90	4.90E-04	5.19E-04	5.16E-04	5.34E-04	4.65E-04	5.12E-04	5.30E-05	5.34E-04	4.72E-04	1.93E-04	3.60E-04	4.33E-04	3.90E-04
Y-91	3.31E-04	3.40E-04	3.38E-04	3.46E-04	3.17E-04	3.37E-04	5.72E-05	3.46E-04	3.20E-04	1.82E-04	2.67E-04	3.01E-04	2.87E-04
Zr-95	1.00E-04	1.30E-04	1.20E-04	3.00E-04	8.20E-05	1.10E-04	5.09E-05	3.00E-04	8.30E-05	6.50E-05	7.66E-05	7.70E-05	7.30E-05

表 6.2-23（1/2） 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.41E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.46E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
C-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.71E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.49E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-143	2.62E-15	9.47E-17	1.52E-29	1.45E-17	2.22E-15	1.56E-29	1.72E-12	9.90E-18	2.63E-15	2.87E-29	7.57E-10	2.35E-15	2.36E-29
Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.75E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.55E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.67E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.35E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.99E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-138	6.96E-17	2.78E-18	2.38E-30	4.14E-19	6.23E-17	2.44E-30	4.45E-14	2.89E-19	7.30E-17	4.49E-30	1.81E-11	6.58E-17	3.69E-30
Fe-59	6.83E-16	3.28E-17	6.62E-29	4.68E-18	6.82E-16	6.80E-29	4.09E-13	3.39E-18	7.85E-16	1.25E-28	1.34E-10	7.18E-16	1.03E-28
H-3	7.80E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.06E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-09	0.00E+00	0.00E+00
I-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.38E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	1.40E-16	5.97E-18	7.82E-30	8.75E-19	1.30E-16	8.03E-30	8.73E-14	6.19E-19	1.51E-16	1.48E-29	3.33E-11	1.37E-16	1.21E-29
I-135	2.99E-16	1.34E-17	2.13E-29	1.94E-18	2.86E-16	2.18E-29	1.84E-13	1.38E-18	3.31E-16	4.01E-29	6.67E-11	3.01E-16	3.30E-29
La-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-23（2/2） 海洋生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mo-99	8.92E-16	3.40E-17	1.81E-29	5.13E-18	7.78E-16	1.85E-29	5.78E-13	3.54E-18	9.17E-16	3.41E-29	2.45E-10	8.23E-16	2.80E-29
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pr-143	1.90E-16	9.18E-18	1.87E-29	1.31E-18	1.91E-16	1.91E-29	1.14E-13	9.48E-19	2.19E-16	3.52E-29	3.73E-11	2.00E-16	2.89E-29
Pr-144	2.42E-17	1.16E-18	2.35E-30	1.66E-19	2.42E-17	2.41E-30	1.45E-14	1.20E-19	2.78E-17	4.43E-30	4.76E-12	2.55E-17	3.64E-30
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.21E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.17E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.09E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-91	1.12E-16	5.13E-18	9.07E-30	7.40E-19	1.09E-16	9.30E-30	6.80E-14	5.31E-19	1.25E-16	1.71E-29	2.37E-11	1.14E-16	1.41E-29
Sr-92	3.77E-16	1.82E-17	3.68E-29	2.59E-18	3.77E-16	3.78E-29	2.26E-13	1.88E-18	4.34E-16	6.95E-29	7.39E-11	3.97E-16	5.71E-29
Tc-99M	8.92E-16	3.40E-17	1.81E-29	5.13E-18	7.78E-16	1.85E-29	5.78E-13	3.54E-18	9.17E-16	3.41E-29	2.45E-10	8.23E-16	2.80E-29
Te-131	4.16E-16	1.56E-17	6.81E-30	2.37E-18	3.60E-16	6.99E-30	2.70E-13	1.63E-18	4.25E-16	1.28E-29	1.16E-10	3.81E-16	1.06E-29
Te-131m	1.25E-15	4.93E-17	3.98E-29	7.37E-18	1.11E-15	4.09E-29	7.97E-13	5.13E-18	1.30E-15	7.51E-29	3.27E-10	1.17E-15	6.17E-29
Te-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.12E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-134	1.12E-15	4.28E-17	2.44E-29	6.46E-18	9.79E-16	2.50E-29	7.24E-13	4.46E-18	1.15E-15	4.59E-29	3.06E-10	1.04E-15	3.78E-29
Y-90	4.02E-17	1.94E-18	3.93E-30	2.76E-19	4.02E-17	4.04E-30	2.41E-14	2.00E-19	4.62E-17	7.42E-30	7.86E-12	4.23E-17	6.10E-30
Y-91	8.34E-17	4.02E-18	8.18E-30	5.73E-19	8.34E-17	8.39E-30	4.99E-14	4.15E-19	9.60E-17	1.54E-29	1.63E-11	8.78E-17	1.27E-29
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.89E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-24（1/2） 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物/核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	1.50E-03	1.40E-03	1.40E-03	7.40E-04	1.50E-03	1.40E-03	1.61E-03	7.60E-04	1.50E-03	1.60E-03	1.55E-03	1.60E-03	1.60E-03
Ba-140	1.53E-03	1.45E-03	1.48E-03	8.21E-04	1.63E-03	1.50E-03	2.03E-03	8.33E-04	1.62E-03	1.83E-03	1.70E-03	1.66E-03	1.69E-03
C-14	1.80E-08	1.80E-08	2.10E-08	3.60E-09	7.20E-08	2.30E-08	1.68E-06	3.90E-09	6.20E-08	4.30E-07	2.15E-07	7.20E-08	1.40E-07
Ce-141	3.90E-05	3.70E-05	3.80E-05	1.50E-05	4.40E-05	3.90E-05	7.34E-05	1.60E-05	4.30E-05	5.20E-05	4.61E-05	4.50E-05	4.60E-05
Ce-143	1.51E-04	1.38E-04	1.43E-04	6.36E-05	1.69E-04	1.47E-04	3.36E-04	6.61E-05	1.67E-04	2.40E-04	1.94E-04	1.80E-04	1.87E-04
Ce-144	1.10E-04	5.90E-05	6.50E-05	2.00E-05	1.50E-04	7.20E-05	6.84E-04	2.10E-05	1.40E-04	5.30E-04	2.95E-04	2.00E-04	2.70E-04
Co-58	5.10E-04	4.80E-04	5.00E-04	2.50E-04	5.40E-04	5.00E-04	5.69E-04	2.60E-04	5.40E-04	5.60E-04	5.48E-04	5.50E-04	5.50E-04
Co-60	1.30E-03	1.30E-03	1.30E-03	7.20E-04	1.40E-03	1.30E-03	1.45E-03	7.30E-04	1.40E-03	1.40E-03	1.41E-03	1.40E-03	1.40E-03
Cr-51	1.64E-05	1.54E-05	1.58E-05	7.10E-06	1.75E-05	1.62E-05	1.84E-05	7.42E-06	1.75E-05	1.82E-05	1.77E-05	1.77E-05	1.79E-05
Cs-134	8.20E-04	7.70E-04	7.90E-04	4.00E-04	8.70E-04	8.10E-04	9.41E-04	4.10E-04	8.70E-04	9.10E-04	8.80E-04	8.80E-04	8.90E-04
Cs-136	1.10E-03	1.10E-03	1.10E-03	5.80E-04	1.20E-03	1.10E-03	1.27E-03	5.90E-04	1.20E-03	1.30E-03	1.22E-03	1.20E-03	1.20E-03
Cs-137	3.00E-04	2.80E-04	2.90E-04	1.40E-04	3.20E-04	2.90E-04	4.03E-04	1.50E-04	3.20E-04	3.50E-04	3.30E-04	3.30E-04	3.30E-04
Cs-138	1.34E-03	1.23E-03	1.26E-03	7.08E-04	1.45E-03	1.29E-03	2.01E-03	7.17E-04	1.43E-03	1.86E-03	1.60E-03	1.51E-03	1.59E-03
Fe-59	6.33E-04	5.99E-04	6.12E-04	3.39E-04	6.66E-04	6.23E-04	7.04E-04	3.44E-04	6.64E-04	6.89E-04	6.72E-04	6.72E-04	6.78E-04
H-3	7.72E-13	3.60E-13	7.40E-15	3.30E-14	2.90E-12	8.30E-15	1.80E-10	3.60E-14	2.60E-12	1.60E-13	8.61E-10	2.90E-12	5.90E-14
I-131	2.00E-04	1.90E-04	1.90E-04	8.90E-05	2.10E-04	2.00E-04	2.67E-04	9.20E-05	2.10E-04	2.30E-04	2.20E-04	2.20E-04	2.20E-04
I-132	1.20E-03	1.10E-03	1.20E-03	6.00E-04	1.30E-03	1.20E-03	1.54E-03	6.20E-04	1.30E-03	1.40E-03	1.34E-03	1.30E-03	1.30E-03
I-133	3.30E-04	3.00E-04	3.10E-04	1.50E-04	3.50E-04	3.20E-04	5.27E-04	1.60E-04	3.50E-04	4.30E-04	3.78E-04	3.60E-04	3.70E-04
I-134	1.41E-03	1.32E-03	1.35E-03	7.16E-04	1.50E-03	1.38E-03	1.81E-03	7.29E-04	1.49E-03	1.68E-03	1.56E-03	1.53E-03	1.56E-03
I-135	8.83E-04	8.34E-04	8.52E-04	4.76E-04	9.33E-04	8.67E-04	1.11E-03	4.83E-04	9.29E-04	1.02E-03	9.61E-04	9.50E-04	9.62E-04
La-140	1.25E-03	1.18E-03	1.20E-03	6.75E-04	1.32E-03	1.22E-03	1.58E-03	6.84E-04	1.31E-03	1.46E-03	1.37E-03	1.35E-03	1.37E-03

表 6.2-24（2/2） 海洋生态系统不同核素不同生物 β/γ 辐射的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物/核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	4.40E-04	4.20E-04	4.30E-04	2.20E-04	4.70E-04	4.30E-04	4.82E-04	2.30E-04	4.60E-04	4.80E-04	4.69E-04	4.70E-04	4.70E-04
Mo-99	1.47E-04	1.36E-04	1.40E-04	6.26E-05	1.64E-04	1.44E-04	3.23E-04	6.52E-05	1.62E-04	2.30E-04	1.87E-04	1.74E-04	1.80E-04
Nb-95	4.00E-04	3.80E-04	3.90E-04	2.00E-04	4.30E-04	4.00E-04	4.43E-04	2.00E-04	4.30E-04	4.40E-04	4.31E-04	4.30E-04	4.30E-04
Pr-143	2.79E-06	1.84E-06	2.16E-06	3.87E-07	7.23E-06	2.38E-06	1.18E-04	4.21E-07	6.44E-06	4.34E-05	1.97E-05	1.25E-05	1.47E-05
Pr-144	9.89E-05	4.89E-05	5.47E-05	1.65E-05	1.42E-04	6.16E-05	6.64E-04	1.72E-05	1.29E-04	5.20E-04	2.82E-04	1.88E-04	2.61E-04
Ru-103	2.50E-04	2.30E-04	2.40E-04	1.10E-04	2.60E-04	2.40E-04	2.80E-04	1.20E-04	2.60E-04	2.70E-04	2.65E-04	2.60E-04	2.70E-04
Ru-106	2.20E-04	1.50E-04	1.60E-04	6.10E-05	2.80E-04	1.70E-04	8.85E-04	6.40E-05	2.70E-04	7.40E-04	4.45E-04	3.40E-04	4.50E-04
Sb-124	9.80E-04	9.20E-04	9.40E-04	5.20E-04	1.00E-03	9.60E-04	1.21E-03	5.30E-04	1.00E-03	1.10E-03	1.07E-03	1.10E-03	1.10E-03
Sr-89	1.50E-05	7.10E-06	8.40E-06	1.50E-06	2.80E-05	9.50E-06	2.79E-04	1.70E-06	2.50E-05	1.50E-04	7.51E-05	4.40E-05	5.60E-05
Sr-90	5.00E-05	2.00E-05	2.30E-05	4.20E-06	7.70E-05	2.70E-05	5.36E-04	4.60E-06	6.90E-05	3.60E-04	1.85E-04	1.10E-04	1.50E-04
Sr-91	5.73E-04	5.25E-04	5.39E-04	2.74E-04	6.21E-04	5.52E-04	9.24E-04	2.80E-04	6.14E-04	8.01E-04	6.86E-04	6.47E-04	6.76E-04
Sr-92	7.16E-04	6.78E-04	6.93E-04	3.93E-04	7.54E-04	7.05E-04	8.25E-04	3.98E-04	7.51E-04	7.91E-04	7.65E-04	7.62E-04	7.70E-04
Tc-99M	1.47E-04	1.36E-04	1.40E-04	6.26E-05	1.64E-04	1.44E-04	3.23E-04	6.52E-05	1.62E-04	2.30E-04	1.87E-04	1.74E-04	1.80E-04
Te-131	2.46E-04	2.18E-04	2.25E-04	1.05E-04	2.77E-04	2.32E-04	5.91E-04	1.09E-04	2.71E-04	4.59E-04	3.45E-04	3.00E-04	3.24E-04
Te-131m	8.11E-04	7.59E-04	7.78E-04	4.05E-04	8.62E-04	7.94E-04	1.00E-03	4.13E-04	8.58E-04	9.46E-04	8.91E-04	8.77E-04	8.92E-04
Te-132	1.40E-03	1.30E-03	1.30E-03	6.70E-04	1.50E-03	1.30E-03	1.73E-03	6.90E-04	1.50E-03	1.60E-03	1.51E-03	1.50E-03	1.50E-03
Te-134	4.65E-04	4.36E-04	4.47E-04	2.15E-04	4.97E-04	4.57E-04	6.01E-04	2.22E-04	4.95E-04	5.38E-04	5.10E-04	5.06E-04	5.12E-04
Y-90	4.88E-05	1.94E-05	2.27E-05	4.10E-06	7.45E-05	2.65E-05	4.86E-04	4.45E-06	6.69E-05	3.45E-04	1.79E-04	1.06E-04	1.47E-04
Y-91	1.82E-05	9.44E-06	1.08E-05	2.65E-06	3.17E-05	1.21E-05	2.93E-04	2.80E-06	2.87E-05	1.66E-04	8.23E-05	4.84E-05	6.23E-05
Zr-95	3.90E-04	3.70E-04	3.80E-04	1.90E-04	4.10E-04	3.80E-04	4.43E-04	2.00E-04	4.10E-04	4.30E-04	4.18E-04	4.20E-04	4.20E-04

表 6.2-25（1/2） 陆生生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06	6.24E-06
C-14	2.80E-07	2.80E-07	2.80E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.80E-07	3.73E-07	2.90E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.90E-07	2.80E-07	2.90E-07
Ce-141	1.00E-06	9.70E-07	9.20E-07	1.10E-06	9.40E-07	9.70E-07	7.82E-07	1.30E-06	1.00E-06	9.60E-07	1.00E-06	9.70E-07	1.30E-06
Co-57	7.68E-06	7.56E-06	7.80E-06	7.44E-06	7.54E-06	7.70E-06	7.63E-06	7.44E-06	7.80E-06	7.70E-06	7.60E-06	7.70E-06	7.56E-06
Co-58	2.20E-06	2.10E-06	2.20E-06	1.98E-06	2.25E-06	2.03E-06	2.16E-06	3.60E-06	2.10E-06	2.24E-06	1.89E-06	2.03E-06	3.20E-06
Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06	2.20E-06
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	1.30E-06	1.00E-06	8.20E-07	0.00E+00	8.90E-07	9.80E-07	9.83E-07	0.00E+00	1.90E-06	9.50E-07	1.70E-06	9.80E-07	0.00E+00
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fe-59	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07	2.04E-07
H-3	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.21E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06	2.47E-06
I-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.82E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.82E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.88E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08	9.14E-08
I-135	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07	1.57E-07
Mn-54	2.30E-06	2.40E-06	2.31E-06	2.07E-06	2.29E-06	2.42E-06	2.32E-06	2.90E-06	2.25E-06	2.28E-06	2.34E-06	2.42E-06	2.60E-06
Nb-95	4.40E-07	6.60E-07	5.60E-07	8.70E-07	3.00E-07	6.60E-07	5.33E-07	0.00E+00	6.40E-07	6.40E-07	5.90E-07	6.60E-07	0.00E+00
Ru-103	1.54E-06	2.10E-06	1.95E-06	2.20E-06	2.04E-06	2.07E-06	1.84E-06	2.30E-06	1.82E-06	2.07E-06	1.74E-06	2.07E-06	2.20E-06

表 6.2-25（2/2） 陆生生态系统不同核素不同生物低能 β 辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.76E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sb-125	2.80E-06	3.10E-06	2.80E-06	2.94E-06	2.95E-06	3.05E-06	2.93E-06	2.20E-06	3.32E-06	3.05E-06	3.20E-06	3.05E-06	2.10E-06
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.51E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.01E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-26（1/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	5.64E-04	4.96E-04	3.89E-04	7.30E-04	4.47E-04	4.89E-04	3.62E-04	1.44E-03	6.47E-04	4.77E-04	6.26E-04	4.89E-04	1.31E-03
C-14	2.77E-05	2.77E-05	2.77E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.77E-05	2.78E-05	2.87E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.87E-05	2.77E-05	2.87E-05
Ce-141	9.90E-05	9.60E-05	9.11E-05	1.09E-04	9.31E-05	9.60E-05	8.89E-05	1.29E-04	9.90E-05	9.50E-05	9.90E-05	9.60E-05	1.29E-04
Co-57	8.32E-06	6.44E-06	5.20E-06	1.66E-05	5.46E-06	6.30E-06	4.83E-06	5.46E-05	1.22E-05	6.30E-06	1.14E-05	6.30E-06	5.54E-05
Co-58	4.18E-05	2.79E-05	1.98E-05	9.70E-05	2.28E-05	2.70E-05	1.86E-05	3.56E-04	6.79E-05	2.58E-05	6.11E-05	2.70E-05	3.17E-04
Co-60	1.10E-04	7.70E-05	5.90E-05	2.40E-04	6.40E-05	7.40E-05	5.63E-05	8.50E-04	1.70E-04	7.10E-05	1.50E-04	7.40E-05	7.30E-04
Cr-51	1.46E-06	9.74E-07	6.51E-07	3.44E-06	7.88E-07	9.29E-07	5.94E-07	1.24E-05	2.38E-06	8.92E-07	2.18E-06	9.29E-07	1.22E-05
Cs-134	1.30E-04	1.10E-04	8.80E-05	2.20E-04	9.70E-05	1.00E-04	8.35E-05	6.30E-04	1.70E-04	1.00E-04	1.60E-04	1.00E-04	5.80E-04
Cs-136	1.29E-04	9.90E-05	8.12E-05	2.50E-04	8.81E-05	9.70E-05	7.81E-05	8.10E-04	1.88E-04	9.41E-05	1.68E-04	9.70E-05	7.30E-04
Cs-137	1.50E-04	1.40E-04	1.20E-04	1.90E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.17E-04	3.40E-04	1.70E-04	1.40E-04	1.70E-04	1.40E-04	3.20E-04
Fe-59	9.23E-05	7.70E-05	6.63E-05	1.55E-04	7.06E-05	7.54E-05	6.40E-05	4.50E-04	1.22E-04	7.40E-05	1.15E-04	7.54E-05	3.96E-04
H-3	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	1.09E-06	8.25E-07	8.09E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07	8.25E-07
I-131	1.20E-04	1.10E-04	1.00E-04	1.40E-04	1.00E-04	1.10E-04	9.67E-05	2.50E-04	1.30E-04	1.10E-04	1.30E-04	1.10E-04	2.50E-04
I-132	3.20E-04	2.70E-04	1.90E-04	4.60E-04	2.30E-04	2.60E-04	1.79E-04	1.10E-03	3.90E-04	2.50E-04	3.70E-04	2.60E-04	9.80E-04
I-133	2.40E-04	2.20E-04	1.80E-04	2.80E-04	2.00E-04	2.20E-04	1.65E-04	4.50E-04	2.60E-04	2.10E-04	2.60E-04	2.20E-04	4.30E-04
I-134	3.91E-04	3.26E-04	2.24E-04	5.54E-04	2.77E-04	3.18E-04	2.05E-04	1.23E-03	4.73E-04	3.06E-04	4.49E-04	3.18E-04	1.13E-03
I-135	2.45E-04	2.12E-04	1.68E-04	3.36E-04	1.92E-04	2.09E-04	1.57E-04	7.43E-04	2.90E-04	2.04E-04	2.78E-04	2.09E-04	6.68E-04
Mn-54	2.07E-05	9.60E-06	3.19E-06	6.69E-05	5.61E-06	8.58E-06	2.63E-06	2.87E-04	4.28E-05	7.62E-06	3.67E-05	8.58E-06	2.57E-04
Nb-95	4.36E-05	3.23E-05	2.74E-05	8.61E-05	2.97E-05	3.23E-05	2.65E-05	2.90E-04	6.34E-05	3.14E-05	5.84E-05	3.23E-05	2.60E-04
Ru-103	7.55E-05	6.79E-05	6.30E-05	1.08E-04	6.60E-05	6.69E-05	6.19E-05	2.28E-04	8.92E-05	6.69E-05	8.53E-05	6.69E-05	2.18E-04

表 6.2-26（2/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ru-106	6.90E-04	5.40E-04	2.57E-04	7.90E-04	3.60E-04	5.10E-04	2.30E-04	8.80E-04	7.60E-04	4.70E-04	7.20E-04	5.10E-04	8.80E-04
Sb-125	6.72E-05	5.89E-05	5.32E-05	9.51E-05	5.61E-05	5.80E-05	5.16E-05	2.18E-04	7.97E-05	5.80E-05	7.68E-05	5.80E-05	2.08E-04
Sr-89	3.10E-04	2.90E-04	2.10E-04	3.30E-04	2.50E-04	2.80E-04	1.96E-04	3.30E-04	3.30E-04	2.80E-04	3.20E-04	2.80E-04	3.40E-04
Sr-90	5.90E-04	5.20E-04	3.50E-04	6.30E-04	4.20E-04	5.10E-04	3.17E-04	6.50E-04	6.20E-04	4.90E-04	6.00E-04	5.10E-04	6.50E-04
Zr-95	8.50E-05	7.50E-05	6.70E-05	1.30E-04	7.00E-05	7.30E-05	6.42E-05	3.20E-04	1.10E-04	7.30E-05	1.00E-04	7.30E-05	3.00E-04

表 6.2-27（1/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（土中）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	1.45E-03	1.46E-03	1.47E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.38E-03	1.47E-03	1.33E-03	0.00E+00	0.00E+00
C-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	2.70E-05	2.70E-05	2.70E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-05	2.70E-05	2.50E-05	0.00E+00	0.00E+00
Co-57	4.00E-05	4.00E-05	4.10E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.80E-05	4.00E-05	3.70E-05	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	5.10E-04	5.20E-04	5.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.90E-04	5.20E-04	4.70E-04	0.00E+00	0.00E+00
Co-60	1.30E-03	1.30E-03	1.30E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-03	1.30E-03	1.20E-03	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	1.52E-05	1.54E-05	1.55E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-05	1.54E-05	1.38E-05	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	8.20E-04	8.30E-04	8.40E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.80E-04	8.30E-04	7.50E-04	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	1.10E-03	1.10E-03	1.10E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-03	1.10E-03	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	3.00E-04	3.00E-04	3.10E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-04	3.00E-04	2.70E-04	0.00E+00	0.00E+00
Fe-59	6.08E-04	6.15E-04	6.19E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.82E-04	6.17E-04	5.62E-04	0.00E+00	0.00E+00
H-3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.90E-04	1.90E-04	1.90E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-04	1.90E-04	1.70E-04	0.00E+00	0.00E+00
I-132	1.20E-03	1.20E-03	1.20E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-03	1.20E-03	1.10E-03	0.00E+00	0.00E+00
I-133	3.20E-04	3.20E-04	3.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-04	3.20E-04	2.90E-04	0.00E+00	0.00E+00
I-134	1.36E-03	1.38E-03	1.39E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-03	1.39E-03	1.25E-03	0.00E+00	0.00E+00
I-135	8.38E-04	8.48E-04	8.53E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.03E-04	8.51E-04	7.75E-04	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	4.40E-04	4.40E-04	4.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-04	4.50E-04	4.00E-04	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95	4.10E-04	4.10E-04	4.10E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.90E-04	4.10E-04	3.70E-04	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	2.40E-04	2.50E-04	2.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.30E-04	2.50E-04	2.20E-04	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-27（2/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（土中）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物/核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ru-106	1.10E-04	1.10E-04	1.10E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-04	1.10E-04	9.80E-05	0.00E+00	0.00E+00
Sb-125	2.20E-04	2.20E-04	2.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.10E-04	2.20E-04	2.00E-04	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	4.40E-08	4.50E-08	4.50E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-08	4.50E-08	4.10E-08	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	1.50E-10	1.50E-10	1.60E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-10	1.50E-10	1.10E-10	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	3.90E-04	4.00E-04	4.00E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-04	4.00E-04	3.60E-04	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-28（1/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（空气中）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.19E-04	5.57E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
C-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-05	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Co-57	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E-05	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E-04	2.00E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.30E-04	5.00E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.81E-06	6.39E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-04	3.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.80E-04	4.40E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-04	1.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.19E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
H-3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.60E-05	7.80E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-04	4.60E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-04	1.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.89E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.01E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-04	1.70E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.40E-04	1.60E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.30E-05	9.70E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-28（2/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（空气中）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.60E-05	4.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-05	8.60E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-08	1.70E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.40E-12	1.60E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-04	1.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-29（1/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（土壤表面）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	5.54E-04	0.00E+00	5.57E-04	5.19E-04	5.57E-04	5.39E-04	5.57E-04	2.93E-04	5.44E-04	5.57E-04	5.32E-04	5.11E-04	4.39E-04
C-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	1.20E-05	0.00E+00	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.30E-05	1.24E-05	5.30E-06	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.00E-05
Co-57	1.90E-05	0.00E+00	2.00E-05	1.90E-05	2.00E-05	2.10E-05	1.96E-05	8.20E-06	1.90E-05	2.00E-05	1.80E-05	1.90E-05	1.60E-05
Co-58	2.00E-04	0.00E+00	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	1.90E-04	1.99E-04	9.80E-05	1.90E-04	2.00E-04	1.90E-04	1.80E-04	1.60E-04
Co-60	4.90E-04	0.00E+00	5.00E-04	4.90E-04	5.00E-04	4.80E-04	4.96E-04	2.60E-04	4.80E-04	5.00E-04	4.70E-04	4.50E-04	3.90E-04
Cr-51	6.34E-06	0.00E+00	6.39E-06	5.79E-06	6.39E-06	6.36E-06	6.39E-06	3.01E-06	6.17E-06	6.39E-06	5.99E-06	5.96E-06	5.06E-06
Cs-134	3.20E-04	0.00E+00	3.20E-04	3.10E-04	3.20E-04	3.10E-04	3.19E-04	1.60E-04	3.10E-04	3.20E-04	3.00E-04	2.90E-04	2.50E-04
Cs-136	4.30E-04	0.00E+00	4.40E-04	4.30E-04	4.40E-04	4.20E-04	4.36E-04	2.20E-04	4.20E-04	4.40E-04	4.10E-04	4.00E-04	3.40E-04
Cs-137	1.10E-04	0.00E+00	1.20E-04	1.10E-04	1.20E-04	1.10E-04	1.16E-04	5.60E-05	1.10E-04	1.20E-04	1.10E-04	1.10E-04	9.00E-05
Fe-59	2.35E-04	0.00E+00	2.37E-04	2.20E-04	2.37E-04	2.27E-04	2.37E-04	1.22E-04	2.30E-04	2.37E-04	2.24E-04	2.15E-04	1.85E-04
H-3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	7.70E-05	0.00E+00	7.80E-05	7.70E-05	7.80E-05	7.70E-05	7.78E-05	3.70E-05	7.50E-05	7.80E-05	7.30E-05	7.20E-05	6.10E-05
I-132	4.60E-04	0.00E+00	4.60E-04	4.60E-04	4.60E-04	4.50E-04	4.64E-04	2.30E-04	4.50E-04	4.60E-04	4.40E-04	4.30E-04	3.60E-04
I-133	1.20E-04	0.00E+00	1.20E-04	1.20E-04	1.20E-04	1.20E-04	1.25E-04	6.10E-05	1.20E-04	1.20E-04	1.20E-04	1.20E-04	9.80E-05
I-134	5.26E-04	0.00E+00	5.30E-04	4.90E-04	5.30E-04	5.13E-04	5.30E-04	2.66E-04	5.14E-04	5.30E-04	5.02E-04	4.84E-04	4.14E-04
I-135	3.22E-04	0.00E+00	3.24E-04	3.01E-04	3.24E-04	3.12E-04	3.24E-04	1.70E-04	3.15E-04	3.24E-04	3.08E-04	2.95E-04	2.54E-04
Mn-54	1.70E-04	0.00E+00	1.70E-04	1.70E-04	1.70E-04	1.60E-04	1.71E-04	8.40E-05	1.70E-04	1.70E-04	1.60E-04	1.60E-04	1.30E-04
Nb-95	1.60E-04	0.00E+00	1.60E-04	1.50E-04	1.60E-04	1.50E-04	1.57E-04	7.70E-05	1.50E-04	1.60E-04	1.50E-04	1.40E-04	1.20E-04
Ru-103	9.60E-05	0.00E+00	9.70E-05	9.60E-05	9.70E-05	9.50E-05	9.68E-05	4.70E-05	9.40E-05	9.70E-05	9.10E-05	9.00E-05	7.60E-05

表 6.2-29（2/2） 陆生生态系统不同核素不同生物β/γ辐射的外照射剂量率转换因子（土壤表面）

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ru-106	4.20E-05	0.00E+00	4.20E-05	4.10E-05	4.20E-05	4.10E-05	4.20E-05	2.10E-05	4.10E-05	4.20E-05	4.00E-05	3.90E-05	3.30E-05
Sb-125	8.50E-05	0.00E+00	8.60E-05	8.50E-05	8.60E-05	8.50E-05	8.61E-05	4.10E-05	8.30E-05	8.60E-05	8.10E-05	8.00E-05	6.70E-05
Sr-89	1.70E-08	0.00E+00	1.70E-08	1.70E-08	1.70E-08	1.70E-08	1.72E-08	8.50E-09	1.70E-08	1.70E-08	1.60E-08	1.60E-08	1.30E-08
Sr-90	1.60E-11	0.00E+00	1.60E-11	1.60E-11	1.60E-11	1.30E-10	1.63E-11	4.60E-12	1.60E-11	1.60E-11	1.50E-11	5.10E-11	5.90E-12
Zr-95	1.50E-04	0.00E+00	1.50E-04	1.50E-04	1.50E-04	1.50E-04	1.52E-04	7.40E-05	1.50E-04	1.50E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.20E-04

表 6.2-30 陆生生态系统惰性气体不同生物的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Kr-85	1.32E-04	1.32E-04	1.32E-04	1.44E-04	1.37E-04	9.96E-05	1.25E-04	1.44E-04	1.44E-04	1.40E-04	1.43E-04	9.96E-05	9.96E-05
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-31 陆生生态系统惰性气体不同生物的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/Kg)

生物 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Kr-85	1.38E-05	1.38E-05	1.42E-05	1.78E-06	8.44E-06	4.62E-05	2.07E-05	1.65E-06	1.78E-06	5.36E-06	2.58E-06	4.62E-05	4.62E-05
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-32 海洋生态系统不同生物的居留因子

栖息环境 / 生物	水面	水中	水底	沉积物
深水鱼	0	0	1	0
鸟类	0	1	0	0
甲壳类动物	0	0	1	0
哺乳动物	0	1	0	0
双壳软体动物	0	0	1	0
浅水鱼	0	1	0	0
浮游植物	0	1	0	0
爬行动物	0	1	0	0
导管植物	0	0	1	0
浮游动物	0	1	0	0
大型藻类	0	0	1	0
多毛纲动物蠕虫	0	0	0	1
珊瑚虫	0	0	1	0

表 6.2-33 陆生生态系统不同生物的居留因子

栖息环境 / 生物	土壤表面	土中	空气中
两栖动物	0	1	0
环节动物	0	1	0
食腐类节肢动物	0	1	0
鸟类	1	0	0
飞行类昆虫	1	0	0
草本植物	1	0	0
苔藓植物	1	0	0
大型哺乳动物	1	0	0
小型掘穴类哺乳动物	0	1	0
腹足纲软体动物	1	0	0
爬行动物	0	1	0
灌木	1	0	0
乔木	1	0	0

表 6.2-34 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同水生生物的影响率

生物	影响率
深水鱼	2.15E-05
鸟类	1.79E-05
甲壳类动物	2.32E-05
哺乳动物	**3.70E-04**
双壳软体动物	5.35E-05
浅水鱼	1.55E-05
浮游植物	7.46E-06
导管植物	2.93E-05
爬行动物	1.74E-05
浮游动物	6.48E-05
大型藻类	3.39E-05
多毛纲动物蠕虫	1.05E-04
珊瑚虫	5.35E-05

表 6.2-35（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的内照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	6.33E-06	1.83E-05	2.65E-05	6.26E-05	1.17E-05	7.39E-06	6.76E-06	6.19E-05	1.40E-06	9.18E-07	1.07E-06	7.40E-06	2.97E-08
Ba-140	1.78E-08	1.32E-07	3.82E-08	2.43E-07	9.16E-08	1.86E-08	3.32E-08	2.41E-07	1.86E-09	2.68E-08	1.58E-08	2.64E-10	5.18E-08
C-14	8.74E-05	8.74E-05	7.20E-05	8.74E-05	3.23E-05	8.74E-05	1.20E-05	8.74E-05	6.45E-05	4.96E-04	6.56E-05	4.96E-04	8.44E-05
Ce-141	1.27E-09	7.88E-09	3.25E-10	9.31E-09	7.09E-09	1.27E-09	2.48E-08	9.31E-09	5.16E-10	1.78E-08	6.57E-09	7.02E-09	4.10E-10
Ce-143	1.07E-09	6.34E-09	2.83E-10	8.04E-09	5.64E-09	1.09E-09	9.29E-09	7.99E-09	4.14E-10	1.10E-08	4.85E-09	5.40E-09	3.10E-10
Ce-144	4.62E-09	2.80E-08	1.27E-09	2.96E-08	2.45E-08	4.90E-09	1.91E-08	2.96E-08	1.81E-09	2.65E-08	1.81E-08	2.26E-08	1.15E-09
Co-58	6.99E-06	9.28E-07	5.71E-06	3.03E-06	4.20E-06	7.90E-06	1.01E-06	2.94E-06	2.67E-07	2.18E-06	1.18E-06	5.51E-06	3.62E-07
Co-60	2.17E-05	2.88E-06	1.77E-05	9.37E-06	1.25E-05	2.42E-05	3.43E-06	9.25E-06	7.87E-07	6.46E-06	3.59E-06	1.64E-05	1.07E-06
Cr-51	2.23E-08	2.49E-07	1.19E-08	4.54E-07	1.96E-07	2.30E-08	4.34E-07	4.47E-07	5.93E-07	8.93E-08	5.77E-07	1.91E-07	1.86E-07
Cs-134	3.33E-07	2.46E-06	2.47E-07	3.03E-06	1.40E-07	3.72E-07	1.00E-08	6.49E-06	3.03E-08	2.55E-07	2.51E-07	4.62E-07	5.36E-07
Cs-136	1.34E-07	1.05E-06	1.06E-07	1.44E-06	5.34E-08	1.47E-07	4.78E-09	3.10E-06	1.07E-08	9.14E-08	9.31E-08	1.76E-07	1.98E-07
Cs-137	4.60E-07	2.94E-06	3.08E-07	2.34E-06	2.42E-07	4.87E-07	1.84E-08	4.95E-06	4.84E-08	5.03E-07	4.34E-07	8.12E-07	1.04E-06
Cs-138	5.79E-08	3.82E-07	4.07E-08	2.86E-07	2.94E-08	6.23E-08	4.29E-10	6.20E-07	6.04E-09	2.51E-08	4.29E-08	9.60E-08	1.03E-07
Fe-59	1.01E-06	2.17E-05	1.99E-05	**3.47E-03**	1.23E-05	1.10E-06	5.58E-06	5.72E-05	1.01E-05	1.27E-05	4.57E-07	1.14E-05	1.06E-05
H-3	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.44E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.44E-05	2.45E-05	2.45E-05
I-131	3.65E-07	2.97E-08	1.71E-06	5.09E-08	3.29E-04	3.65E-07	1.90E-05	5.09E-08	8.99E-07	9.48E-05	1.46E-04	3.02E-04	3.02E-04
I-132	6.83E-09	6.24E-10	3.36E-08	1.36E-09	5.45E-06	7.37E-09	1.17E-07	1.33E-09	1.49E-08	1.05E-06	2.18E-06	4.92E-06	4.57E-06
I-133	2.65E-08	2.15E-09	1.24E-07	3.31E-09	2.39E-05	2.75E-08	6.62E-07	3.31E-09	6.51E-08	5.61E-06	9.94E-06	2.19E-05	2.19E-05
I-134	1.20E-09	1.08E-10	5.86E-09	2.25E-10	9.46E-07	1.28E-09	1.64E-08	2.23E-10	2.63E-09	1.68E-07	3.73E-07	8.64E-07	7.92E-07
I-135	5.97E-09	5.28E-10	2.88E-08	1.09E-09	4.80E-06	6.29E-09	1.39E-07	1.08E-09	1.33E-08	1.08E-06	2.02E-06	4.47E-06	4.22E-06
La-140	1.28E-08	1.50E-08	7.19E-09	3.11E-08	1.04E-08	1.35E-08	1.93E-09	3.08E-08	1.04E-08	5.85E-09	8.68E-09	9.61E-09	8.93E-09

表 6.2-35（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的内照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	5.46E-08	1.43E-07	1.27E-06	5.18E-07	1.23E-07	6.33E-08	1.15E-08	5.18E-07	3.34E-07	1.03E-08	7.46E-08	2.57E-08	6.88E-11
Mo-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95	4.37E-11	1.77E-09	1.80E-10	5.39E-09	8.34E-10	4.93E-11	5.66E-10	5.19E-09	4.76E-10	1.27E-08	4.19E-10	7.33E-10	6.85E-10
Pr-143	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	7.96E-11	5.37E-09	3.01E-10	1.05E-08	3.66E-09	8.40E-11	1.15E-08	1.05E-08	2.75E-09	5.89E-08	2.62E-09	3.58E-09	6.03E-11
Ru-106	1.38E-10	8.26E-09	5.03E-10	9.20E-09	6.90E-09	1.46E-10	2.55E-09	9.20E-09	5.27E-09	3.95E-08	3.87E-09	6.27E-09	9.00E-11
Sb-124	8.68E-07	1.45E-05	4.94E-07	3.10E-05	5.39E-07	9.28E-07	2.86E-07	3.06E-05	2.69E-07	8.51E-07	2.21E-07	4.94E-06	8.98E-08
Sr-89	5.37E-09	3.64E-08	1.10E-08	3.64E-08	3.12E-08	5.54E-09	7.28E-09	3.64E-08	6.25E-10	8.22E-09	5.14E-09	8.96E-11	1.79E-08
Sr-90	1.70E-10	1.17E-09	3.52E-10	1.21E-09	9.83E-10	1.75E-10	2.47E-10	1.21E-09	1.97E-11	2.23E-10	1.55E-10	2.81E-12	5.39E-10
Sr-91	5.47E-11	4.00E-10	1.17E-10	6.19E-10	2.90E-10	5.74E-11	6.03E-11	6.13E-10	5.90E-12	6.60E-11	4.64E-11	8.25E-13	1.56E-10
Sr-92	2.96E-11	2.37E-10	6.67E-11	5.64E-10	1.38E-10	3.16E-11	7.98E-11	5.59E-10	2.82E-12	4.52E-11	2.48E-11	3.97E-13	7.71E-11
Tc-99M	2.12E-12	1.70E-11	4.77E-12	4.04E-11	9.91E-12	2.26E-12	5.71E-12	4.00E-11	2.02E-13	3.24E-12	1.78E-12	2.84E-14	5.52E-12
Te-131	1.30E-09	1.67E-08	1.97E-09	2.09E-08	2.61E-09	1.34E-09	4.08E-09	2.08E-08	7.49E-10	9.09E-10	6.06E-10	7.35E-09	1.52E-11
Te-131m	6.64E-10	9.46E-09	1.08E-09	1.96E-08	1.18E-09	7.05E-10	3.85E-09	1.94E-08	3.41E-10	4.96E-10	2.92E-10	3.30E-09	6.82E-12
Te-132	6.47E-08	9.10E-07	1.06E-07	1.95E-06	1.14E-07	6.89E-08	3.11E-07	1.95E-06	3.31E-08	4.59E-08	2.80E-08	3.14E-07	6.59E-10
Te-134	1.40E-09	1.90E-08	2.19E-09	3.58E-08	2.60E-09	1.45E-09	1.02E-08	3.53E-08	7.44E-10	1.35E-09	6.85E-10	7.42E-09	1.59E-11
Y-90	1.65E-12	8.75E-11	8.70E-11	0.00E+00	7.83E-11	1.73E-12	8.93E-13	9.00E-11	7.96E-12	3.26E-12	6.07E-12	7.30E-11	6.58E-11
Y-91	1.30E-10	6.69E-09	6.66E-09	0.00E+00	6.25E-09	1.33E-10	1.13E-10	6.82E-09	6.31E-10	3.60E-10	5.25E-10	5.93E-09	5.65E-09
Zr-95	2.51E-10	3.26E-10	1.73E-10	7.53E-10	7.97E-09	2.76E-10	5.01E-08	7.53E-10	2.69E-09	4.15E-08	3.77E-09	7.48E-09	2.80E-10

表 6.2-36（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的外照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	5.13E-06	4.48E-09	4.79E-06	2.37E-09	5.13E-06	4.48E-09	5.14E-09	2.43E-09	5.13E-06	5.12E-09	5.32E-06	1.09E-05	5.48E-06
Ba-140	4.14E-06	1.56E-09	3.99E-06	8.85E-10	4.39E-06	1.62E-09	2.19E-09	8.98E-10	4.37E-06	1.97E-09	4.57E-06	8.97E-06	4.56E-06
C-14	3.13E-08	3.13E-11	3.65E-08	6.26E-12	1.25E-07	4.00E-11	2.92E-09	6.78E-12	1.08E-07	7.47E-10	3.73E-07	2.50E-07	2.43E-07
Ce-141	1.24E-06	1.18E-12	1.21E-06	4.79E-13	1.40E-06	1.24E-12	2.34E-12	5.11E-13	1.37E-06	1.66E-12	1.47E-06	2.87E-06	1.47E-06
Ce-143	1.57E-06	1.43E-12	1.48E-06	6.58E-13	1.75E-06	1.52E-12	3.48E-12	6.83E-13	1.73E-06	2.48E-12	2.00E-06	3.73E-06	1.93E-06
Ce-144	1.95E-06	1.04E-12	1.15E-06	3.54E-13	2.65E-06	1.27E-12	1.21E-11	3.72E-13	2.48E-06	9.38E-12	5.22E-06	7.08E-06	4.78E-06
Co-58	1.22E-06	8.65E-09	1.19E-06	4.51E-09	1.29E-06	9.01E-09	1.03E-08	4.69E-09	1.29E-06	1.01E-08	1.31E-06	2.62E-06	1.31E-06
Co-60	4.14E-06	3.12E-08	4.14E-06	1.73E-08	4.46E-06	3.12E-08	3.50E-08	1.75E-08	4.46E-06	3.36E-08	4.50E-06	8.88E-06	4.46E-06
Cr-51	5.10E-06	1.91E-10	4.91E-06	8.80E-11	5.43E-06	2.00E-10	2.28E-10	9.20E-11	5.41E-06	2.26E-10	5.48E-06	1.10E-05	5.55E-06
Cs-134	4.26E-06	1.80E-08	4.11E-06	9.33E-09	4.52E-06	1.89E-08	2.19E-08	9.56E-09	4.52E-06	2.12E-08	4.58E-06	9.13E-06	4.63E-06
Cs-136	2.14E-06	9.59E-09	2.14E-06	5.06E-09	2.33E-06	9.59E-09	1.10E-08	5.15E-09	2.33E-06	1.13E-08	2.37E-06	4.66E-06	2.33E-06
Cs-137	2.16E-06	9.03E-09	2.08E-06	4.51E-09	2.30E-06	9.35E-09	1.30E-08	4.84E-09	2.30E-06	1.13E-08	2.37E-06	4.73E-06	2.37E-06
Cs-138	2.88E-07	1.18E-09	2.71E-07	6.82E-10	3.11E-07	1.24E-09	1.93E-09	6.90E-10	3.07E-07	1.79E-09	3.42E-07	6.45E-07	3.41E-07
Fe-59	4.42E-06	1.67E-10	4.27E-06	9.47E-11	4.65E-06	1.74E-10	1.96E-10	9.60E-11	4.63E-06	1.92E-10	4.69E-06	9.38E-06	4.73E-06
H-3	2.32E-12	1.07E-12	2.20E-14	9.81E-14	8.62E-12	2.47E-14	5.45E-10	1.07E-13	7.73E-12	4.75E-13	6.95E-09	8.62E-12	1.75E-13
I-131	6.55E-07	5.93E-08	6.22E-07	2.78E-08	6.88E-07	6.24E-08	8.33E-08	2.87E-08	6.88E-07	7.18E-08	7.21E-07	1.37E-06	7.21E-07
I-132	2.52E-08	2.20E-09	2.52E-08	1.20E-09	2.72E-08	2.40E-09	3.07E-09	1.24E-09	2.72E-08	2.79E-09	2.81E-08	5.19E-08	2.72E-08
I-133	3.92E-08	3.39E-09	3.68E-08	1.70E-09	4.15E-08	3.62E-09	5.95E-09	1.81E-09	4.15E-08	4.86E-09	4.49E-08	8.14E-08	4.39E-08
I-134	4.24E-09	3.78E-10	4.06E-09	2.05E-10	4.50E-09	3.94E-10	5.19E-10	2.09E-10	4.48E-09	4.82E-10	4.70E-09	8.76E-09	4.68E-09
I-135	2.14E-08	1.92E-09	2.06E-08	1.10E-09	2.26E-08	2.00E-09	2.55E-09	1.11E-09	2.25E-08	2.35E-09	2.33E-08	4.38E-08	2.33E-08

表 6.2-36（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的外照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
La-140	1.42E-05	3.34E-12	1.37E-05	1.92E-12	1.50E-05	3.48E-12	4.50E-12	1.94E-12	1.49E-05	4.16E-12	1.55E-05	**3.06E-05**	1.55E-05
Mn-54	1.96E-09	1.82E-10	1.91E-09	9.55E-11	2.09E-09	1.87E-10	2.09E-10	9.98E-11	2.05E-09	2.08E-10	2.09E-09	3.98E-09	2.09E-09
Mo-99	7.71E-11	1.42E-10	7.34E-11	6.55E-11	8.56E-11	1.50E-10	3.38E-10	6.82E-11	8.46E-11	2.41E-10	9.77E-11	0.00E+00	9.41E-11
Nb-95	2.27E-06	8.62E-12	2.21E-06	4.53E-12	2.44E-06	9.07E-12	1.01E-11	4.53E-12	2.44E-06	9.98E-12	2.44E-06	4.87E-06	2.44E-06
Pr-143	2.39E-14	3.16E-14	1.85E-14	6.62E-15	6.19E-14	4.07E-14	2.02E-12	7.21E-15	5.51E-14	7.43E-13	1.69E-13	0.00E+00	1.26E-13
Pr-144	4.25E-16	4.20E-16	2.35E-16	1.42E-16	6.10E-16	5.29E-16	5.71E-15	1.48E-16	5.55E-16	4.47E-15	1.21E-15	0.00E+00	1.12E-15
Ru-103	1.58E-09	6.66E-12	1.51E-09	3.18E-12	1.64E-09	6.95E-12	8.11E-12	3.47E-12	1.64E-09	7.81E-12	1.67E-09	3.27E-09	1.70E-09
Ru-106	3.09E-10	9.67E-13	2.25E-10	3.93E-13	3.94E-10	1.10E-12	5.71E-12	4.13E-13	3.79E-10	4.77E-12	6.26E-10	9.53E-10	6.32E-10
Sb-124	2.45E-06	4.59E-09	2.35E-06	2.59E-09	2.50E-06	4.79E-09	6.05E-09	2.64E-09	2.50E-06	5.49E-09	2.68E-06	5.49E-06	2.75E-06
Sr-89	2.63E-11	4.77E-12	1.47E-11	1.01E-12	4.91E-11	6.38E-12	1.88E-10	1.14E-12	4.38E-11	1.01E-10	1.32E-10	1.25E-10	9.82E-11
Sr-90	1.48E-12	2.26E-13	6.79E-13	4.75E-14	2.27E-12	3.05E-13	6.06E-12	5.20E-14	2.04E-12	4.07E-12	5.47E-12	5.25E-12	4.43E-12
Sr-91	7.94E-12	2.79E-12	7.47E-12	1.45E-12	8.60E-12	2.93E-12	4.91E-12	1.49E-12	8.51E-12	4.25E-12	9.51E-12	1.45E-11	9.36E-12
Sr-92	1.30E-11	4.73E-12	1.26E-11	2.74E-12	1.37E-11	4.92E-12	5.75E-12	2.77E-12	1.37E-11	5.52E-12	1.39E-11	2.24E-11	1.40E-11
Tc-99M	9.34E-13	3.39E-13	9.03E-13	1.96E-13	9.82E-13	3.52E-13	4.12E-13	1.98E-13	9.79E-13	3.95E-13	9.97E-13	1.61E-12	1.00E-12
Te-131	5.62E-10	9.93E-13	5.13E-10	4.79E-13	6.30E-10	1.06E-12	2.69E-12	4.94E-13	6.19E-10	2.09E-12	7.87E-10	1.37E-09	7.38E-10
Te-131m	1.40E-09	2.62E-12	1.35E-09	1.40E-12	1.49E-09	2.74E-12	3.47E-12	1.43E-12	1.48E-09	3.27E-12	1.54E-09	3.03E-09	1.54E-09
Te-132	1.37E-07	2.54E-10	1.27E-07	1.31E-10	1.47E-07	2.54E-10	3.38E-10	1.35E-10	1.47E-07	3.13E-10	1.48E-07	2.94E-07	1.47E-07
Te-134	2.14E-09	4.00E-12	2.05E-09	1.98E-12	2.28E-09	4.19E-12	5.51E-12	2.04E-12	2.27E-09	4.94E-12	2.34E-09	4.64E-09	2.35E-09
Y-90	4.12E-08	3.27E-15	1.91E-08	6.91E-16	6.28E-08	4.47E-15	8.20E-14	7.50E-16	5.64E-08	5.82E-14	1.51E-07	1.79E-07	1.24E-07
Y-91	1.79E-06	1.86E-13	1.06E-06	5.22E-14	3.13E-06	2.38E-13	5.76E-12	5.52E-14	2.82E-06	3.27E-12	8.10E-06	9.54E-06	6.13E-06
Zr-95	5.74E-06	1.09E-11	5.60E-06	5.60E-12	6.04E-06	1.12E-11	1.31E-11	5.89E-12	6.04E-06	1.27E-11	6.15E-06	1.24E-05	6.19E-06

表 6.2-37（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的总照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Ag-110m	1.15E-05	1.83E-05	3.13E-05	6.26E-05	1.69E-05	7.39E-06	6.77E-06	6.19E-05	6.53E-06	9.23E-07	6.39E-06	1.83E-05	5.51E-06
Ba-140	4.15E-06	1.34E-07	4.02E-06	2.44E-07	4.48E-06	2.02E-08	3.54E-08	2.42E-07	4.37E-06	2.88E-08	4.59E-06	8.97E-06	4.61E-06
C-14	8.74E-05	8.74E-05	7.20E-05	8.74E-05	3.24E-05	8.74E-05	1.20E-05	8.74E-05	6.46E-05	4.96E-04	6.60E-05	4.97E-04	8.46E-05
Ce-141	1.25E-06	7.88E-09	1.21E-06	9.31E-09	1.41E-06	1.27E-09	2.48E-08	9.31E-09	1.37E-06	1.78E-08	1.48E-06	2.88E-06	1.47E-06
Ce-143	1.57E-06	6.34E-09	1.48E-06	8.04E-09	1.76E-06	1.09E-09	9.29E-09	7.99E-09	1.73E-06	1.10E-08	2.01E-06	3.73E-06	1.93E-06
Ce-144	1.95E-06	2.80E-08	1.15E-06	2.96E-08	2.68E-06	4.90E-09	1.92E-08	2.96E-08	2.48E-06	2.66E-08	5.24E-06	7.10E-06	4.78E-06
Co-58	8.20E-06	9.36E-07	6.90E-06	3.04E-06	5.49E-06	7.91E-06	1.02E-06	2.95E-06	1.56E-06	2.19E-06	2.49E-06	8.13E-06	1.68E-06
Co-60	2.58E-05	2.91E-06	2.18E-05	9.39E-06	1.69E-05	2.42E-05	3.46E-06	9.27E-06	5.24E-06	6.49E-06	8.08E-06	2.53E-05	5.52E-06
Cr-51	5.12E-06	2.49E-07	4.92E-06	4.55E-07	5.63E-06	2.32E-08	4.35E-07	4.47E-07	6.01E-06	8.95E-08	6.05E-06	1.12E-05	5.74E-06
Cs-134	4.60E-06	2.48E-06	4.36E-06	3.04E-06	4.66E-06	3.91E-07	3.20E-08	6.50E-06	4.55E-06	2.76E-07	4.83E-06	9.59E-06	5.16E-06
Cs-136	2.27E-06	1.06E-06	2.25E-06	1.44E-06	2.39E-06	1.56E-07	1.58E-08	3.10E-06	2.34E-06	1.03E-07	2.47E-06	4.83E-06	2.53E-06
Cs-137	2.62E-06	2.95E-06	2.39E-06	2.34E-06	2.54E-06	4.97E-07	3.13E-08	4.96E-06	2.35E-06	5.14E-07	2.80E-06	5.55E-06	3.41E-06
Cs-138	3.46E-07	3.83E-07	3.11E-07	2.87E-07	3.40E-07	6.35E-08	2.36E-09	6.20E-07	3.13E-07	2.69E-08	3.85E-07	7.41E-07	4.44E-07
Fe-59	5.43E-06	2.17E-05	2.41E-05	**3.47E-03**	1.70E-05	1.10E-06	5.58E-06	5.72E-05	1.47E-05	1.27E-05	5.15E-06	2.08E-05	1.53E-05
H-3	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.45E-05	2.44E-05	2.45E-05	2.45E-05
I-131	1.02E-06	8.90E-08	2.33E-06	7.87E-08	3.30E-04	4.27E-07	1.90E-05	7.96E-08	1.59E-06	9.49E-05	1.47E-04	3.03E-04	3.03E-04
I-132	3.20E-08	2.82E-09	5.88E-08	2.55E-09	5.47E-06	9.76E-09	1.20E-07	2.57E-09	4.21E-08	1.05E-06	2.21E-06	4.97E-06	4.59E-06
I-133	6.56E-08	5.54E-09	1.61E-07	5.00E-09	2.39E-05	3.11E-08	6.68E-07	5.11E-09	1.07E-07	5.61E-06	9.98E-06	2.20E-05	2.19E-05
I-134	5.43E-09	4.86E-10	9.92E-09	4.30E-10	9.50E-07	1.67E-09	1.69E-08	4.31E-10	7.11E-09	1.69E-07	3.77E-07	8.73E-07	7.97E-07
I-135	2.73E-08	2.45E-09	4.94E-08	2.19E-09	4.83E-06	8.29E-09	1.41E-07	2.19E-09	3.58E-08	1.09E-06	2.05E-06	4.52E-06	4.24E-06
La-140	1.42E-05	1.50E-08	1.37E-05	3.11E-08	1.50E-05	1.35E-08	1.94E-09	3.08E-08	1.49E-05	5.85E-09	1.55E-05	3.06E-05	1.55E-05

表 6.2-37（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同水生生物造成的总照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	深水鱼	鸟类	甲壳类动物	哺乳动物	双壳软体动物	浅水鱼	浮游植物	爬行动物	导管植物	浮游动物	大型藻类	多毛纲动物蠕虫	珊瑚虫
Mn-54	5.66E-08	1.43E-07	1.27E-06	5.18E-07	1.25E-07	6.35E-08	1.17E-08	5.18E-07	3.36E-07	1.05E-08	7.67E-08	2.96E-08	2.16E-09
Mo-99	7.71E-11	1.42E-10	7.34E-11	6.55E-11	8.56E-11	1.50E-10	3.38E-10	6.82E-11	8.46E-11	2.41E-10	9.77E-11	0.00E+00	9.41E-11
Nb-95	2.27E-06	1.78E-09	2.21E-06	5.39E-09	2.44E-06	5.83E-11	5.76E-10	5.19E-09	2.44E-06	1.27E-08	2.44E-06	4.88E-06	2.44E-06
Pr-143	2.39E-14	3.16E-14	1.85E-14	6.62E-15	6.19E-14	4.07E-14	2.02E-12	7.21E-15	5.51E-14	7.43E-13	1.69E-13	0.00E+00	1.26E-13
Pr-144	4.25E-16	4.20E-16	2.35E-16	1.42E-16	6.10E-16	5.29E-16	5.71E-15	1.48E-16	5.55E-16	4.47E-15	1.21E-15	0.00E+00	1.12E-15
Ru-103	1.66E-09	5.38E-09	1.82E-09	1.05E-08	5.30E-09	9.09E-11	1.16E-08	1.05E-08	4.39E-09	5.89E-08	4.29E-09	6.86E-09	1.76E-09
Ru-106	4.47E-10	8.26E-09	7.28E-10	9.20E-09	7.30E-09	1.47E-10	2.55E-09	9.20E-09	5.65E-09	3.95E-08	4.50E-09	7.23E-09	7.22E-10
Sb-124	3.31E-06	1.45E-05	2.84E-06	3.10E-05	3.04E-06	9.32E-07	2.92E-07	3.06E-05	2.76E-06	8.57E-07	2.90E-06	1.04E-05	2.84E-06
Sr-89	5.40E-09	3.64E-08	1.10E-08	3.64E-08	3.13E-08	5.55E-09	7.46E-09	3.64E-08	6.69E-10	8.32E-09	5.27E-09	2.14E-10	1.80E-08
Sr-90	1.71E-10	1.17E-09	3.53E-10	1.21E-09	9.86E-10	1.76E-10	2.53E-10	1.21E-09	2.17E-11	2.27E-10	1.60E-10	8.06E-12	5.43E-10
Sr-91	6.26E-11	4.03E-10	1.24E-10	6.20E-10	2.99E-10	6.04E-11	6.52E-11	6.15E-10	1.44E-11	7.03E-11	5.59E-11	1.53E-11	1.65E-10
Sr-92	4.26E-11	2.42E-10	7.93E-11	5.67E-10	1.52E-10	3.65E-11	8.56E-11	5.62E-10	1.65E-11	5.07E-11	3.87E-11	2.28E-11	9.11E-11
Tc-99M	3.05E-12	1.73E-11	5.68E-12	4.06E-11	1.09E-11	2.62E-12	6.12E-12	4.02E-11	1.18E-12	3.63E-12	2.77E-12	1.63E-12	6.52E-12
Te-131	1.86E-09	1.67E-08	2.49E-09	2.09E-08	3.24E-09	1.34E-09	4.08E-09	2.08E-08	1.37E-09	9.12E-10	1.39E-09	8.72E-09	7.53E-10
Te-131m	2.07E-09	9.47E-09	2.42E-09	1.96E-08	2.67E-09	7.08E-10	3.86E-09	1.94E-08	1.82E-09	4.99E-10	1.83E-09	6.33E-09	1.55E-09
Te-132	2.02E-07	9.10E-07	2.33E-07	1.95E-06	2.61E-07	6.91E-08	3.11E-07	1.95E-06	1.80E-07	4.62E-08	1.76E-07	6.08E-07	1.48E-07
Te-134	3.53E-09	1.90E-08	4.24E-09	3.58E-08	4.88E-09	1.45E-09	1.02E-08	3.53E-08	3.02E-09	1.36E-09	3.03E-09	1.21E-08	2.37E-09
Y-90	4.12E-08	8.75E-11	1.92E-08	6.91E-16	6.29E-08	1.73E-12	9.75E-13	9.00E-11	5.64E-08	3.32E-12	1.51E-07	1.80E-07	1.24E-07
Y-91	1.79E-06	6.69E-09	1.07E-06	5.22E-14	3.13E-06	1.33E-10	1.19E-10	6.82E-09	2.82E-06	3.63E-10	8.10E-06	9.55E-06	6.14E-06
Zr-95	5.74E-06	3.37E-10	5.60E-06	7.59E-10	6.05E-06	2.87E-10	5.01E-08	7.59E-10	6.04E-06	4.15E-08	6.15E-06	1.24E-05	6.19E-06

表 6.2-38 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同水生生物的总剂量率

单位：μGy/h

生物	总剂量率
深水鱼	2.15E-04
鸟类	1.79E-04
甲壳类动物	2.32E-04
哺乳动物	**3.70E-03**
双壳软体动物	5.35E-04
浅水鱼	1.55E-04
浮游植物	7.46E-05
导管植物	2.93E-04
爬行动物	1.74E-04
浮游动物	6.48E-04
大型藻类	3.39E-04
多毛纲动物蠕虫	1.05E-03
珊瑚虫	5.35E-04

表 6.2-39 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同陆生生物的影响率

生物	影响率
两栖动物	3.04E-04
环节动物	1.57E-04
食腐类节肢动物	1.58E-04
鸟类	**3.11E-04**
飞行类昆虫	1.51E-04
草本植物	2.31E-04
苔藓植物	2.33E-04
大型哺乳动物	**3.11E-04**
小型掘穴类哺乳动物	**3.11E-04**
腹足纲软体动物	1.57E-04
爬行动物	**3.11E-04**
灌木	2.31E-04
乔木	3.04E-04

表 6.2-40（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的内照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	1.02E-10	4.46E-11	4.22E-11	5.73E-08	4.82E-11	9.70E-11	2.23E-10	2.55E-10	1.16E-10	1.49E-10	1.13E-10	1.66E-09	8.55E-10
C-14	2.15E-03	6.88E-04	6.90E-04	**2.23E-03**	6.90E-04	1.43E-03	1.44E-03	**2.23E-03**	**2.23E-03**	6.90E-04	**2.23E-03**	1.43E-03	2.16E-03
Ce-141	2.52E-11	2.43E-11	1.02E-11	3.93E-10	1.05E-11	6.83E-11	7.55E-11	3.27E-11	2.52E-11	3.43E-10	2.52E-11	4.58E-11	1.15E-11
Co-57	1.03E-09	9.40E-11	3.48E-11	8.67E-11	3.41E-11	9.75E-11	4.00E-10	2.52E-09	1.17E-09	9.49E-11	1.12E-09	6.57E-11	7.29E-11
Co-58	3.58E-08	2.49E-09	7.22E-10	5.17E-09	8.07E-10	2.47E-09	8.14E-09	2.71E-07	5.48E-08	2.36E-09	4.93E-08	1.66E-09	6.86E-09
Co-60	6.60E-08	4.54E-09	1.31E-09	9.78E-09	1.42E-09	4.49E-09	1.50E-08	5.10E-07	1.02E-07	4.19E-09	9.00E-08	3.02E-09	1.25E-08
Cr-51	1.51E-11	6.60E-11	7.16E-12	2.91E-10	7.30E-12	4.87E-11	1.27E-10	3.57E-11	1.68E-11	6.53E-11	1.64E-11	2.37E-11	3.35E-11
Cs-134	6.96E-08	1.04E-08	1.09E-08	1.45E-07	1.20E-08	1.31E-07	3.76E-07	2.52E-06	6.81E-07	4.75E-09	1.08E-07	2.30E-07	9.22E-08
Cs-136	3.01E-09	4.10E-10	4.39E-10	7.00E-09	4.77E-10	5.54E-09	1.52E-08	1.37E-07	3.29E-08	1.95E-10	4.94E-09	9.74E-09	4.91E-09
Cs-137	1.76E-07	2.91E-08	3.26E-08	2.75E-07	3.80E-08	4.01E-07	1.15E-06	2.98E-06	1.49E-06	1.46E-08	2.51E-07	7.05E-07	1.11E-07
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.58E-11	2.22E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.65E-10	8.52E-11
H-3	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.17E-04	8.73E-04	8.71E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04
I-131	2.46E-07	8.79E-08	1.54E-07	2.87E-07	1.54E-07	7.88E-08	6.99E-08	5.12E-07	2.66E-07	1.01E-07	2.66E-07	3.96E-10	1.79E-07
I-132	1.16E-09	3.81E-10	5.18E-10	1.66E-09	6.27E-10	3.29E-10	2.27E-10	3.98E-09	1.41E-09	4.07E-10	1.34E-09	1.65E-12	1.24E-09
I-133	2.28E-08	8.15E-09	1.29E-08	2.66E-08	1.43E-08	7.32E-09	5.50E-09	4.28E-08	2.47E-08	8.97E-09	2.47E-08	3.67E-11	1.43E-08
I-134	1.07E-10	3.47E-11	4.62E-11	1.51E-10	5.70E-11	3.04E-11	1.96E-11	3.37E-10	1.29E-10	3.76E-11	1.23E-10	1.53E-13	1.08E-10
I-135	2.57E-09	8.69E-10	1.33E-09	3.53E-09	1.52E-09	7.69E-10	5.76E-10	7.80E-09	3.04E-09	9.64E-10	2.93E-09	3.86E-12	2.45E-09
Kr-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-40（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的内照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	3.31E-10	3.32E-10	1.14E-09	8.77E-10	1.41E-09	1.67E-09	6.85E-09	8.49E-10	1.42E-10	7.75E-10	5.24E-10	8.04E-08	1.94E-08
Nb-95	3.48E-10	9.69E-10	5.14E-12	2.83E-09	5.40E-12	8.04E-12	1.43E-10	2.25E-09	5.06E-10	9.39E-10	4.67E-10	7.67E-12	5.77E-10
Ru-103	7.35E-10	3.61E-11	3.36E-11	1.05E-09	3.51E-11	1.12E-10	3.33E-08	2.15E-09	8.68E-10	3.56E-11	8.30E-10	2.28E-09	6.98E-09
Ru-106	1.38E-09	5.73E-11	2.81E-11	1.58E-09	3.82E-11	1.70E-10	2.53E-08	1.76E-09	1.52E-09	4.98E-11	1.44E-09	3.45E-09	5.96E-09
Sb-125	4.23E-12	5.01E-11	1.11E-11	5.81E-12	1.16E-11	4.01E-11	2.90E-10	1.26E-11	5.02E-12	4.93E-11	4.84E-12	4.01E-11	1.28E-10
Sr-89	3.79E-07	1.79E-08	6.68E-08	3.76E-07	7.95E-08	2.04E-07	8.46E-07	5.10E-07	5.10E-07	2.40E-08	1.21E-07	4.68E-08	1.51E-07
Sr-90	1.40E-06	6.20E-08	2.16E-07	1.39E-06	2.59E-07	7.19E-07	2.65E-06	1.95E-06	1.86E-06	8.14E-08	4.39E-07	1.65E-07	5.58E-07
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	8.28E-10	5.31E-11	3.80E-11	1.27E-09	3.97E-11	2.11E-10	8.68E-10	6.03E-12	2.07E-12	5.17E-11	9.74E-10	2.88E-11	2.50E-10

表 6.2-41（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的外照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	9.10E-09	9.21E-09	9.27E-09	3.27E-09	3.51E-09	3.39E-09	3.51E-09	1.85E-09	8.71E-09	3.51E-09	8.40E-09	3.22E-09	2.76E-09
C-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	1.37E-09	1.37E-09	1.37E-09	6.07E-10	6.07E-10	6.58E-10	6.26E-10	2.68E-10	1.32E-09	6.07E-10	1.26E-09	6.07E-10	5.06E-10
Co-57	6.88E-09	6.88E-09	7.05E-09	3.27E-09	3.44E-09	3.61E-09	3.37E-09	1.41E-09	6.53E-09	3.44E-09	6.36E-09	3.27E-09	2.75E-09
Co-58	1.97E-06	2.01E-06	2.01E-06	7.74E-07	7.74E-07	7.35E-07	7.72E-07	3.79E-07	1.90E-06	7.74E-07	1.82E-06	6.97E-07	6.19E-07
Co-60	4.09E-06	4.09E-06	4.09E-06	1.54E-06	1.57E-06	1.51E-06	1.56E-06	8.17E-07	3.77E-06	1.57E-06	3.77E-06	1.41E-06	1.23E-06
Cr-51	4.77E-09	4.84E-09	4.87E-09	1.82E-09	2.01E-09	2.00E-09	2.01E-09	9.50E-10	4.54E-09	2.01E-09	4.36E-09	1.88E-09	1.59E-09
Cs-134	9.62E-07	9.73E-07	9.85E-07	3.64E-07	3.75E-07	3.64E-07	3.74E-07	1.88E-07	9.15E-07	3.75E-07	8.80E-07	3.40E-07	2.93E-07
Cs-136	5.46E-08	5.46E-08	5.46E-08	2.14E-08	2.19E-08	2.09E-08	2.16E-08	1.09E-08	5.46E-08	2.19E-08	4.97E-08	1.99E-08	1.69E-08
Cs-137	7.71E-07	7.71E-07	7.96E-07	2.83E-07	3.08E-07	2.83E-07	2.97E-07	1.44E-07	7.19E-07	3.08E-07	6.94E-07	2.83E-07	2.31E-07
Fe-59	8.71E-08	8.81E-08	8.87E-08	3.15E-08	3.39E-08	3.26E-08	3.39E-08	1.75E-08	8.34E-08	3.39E-08	8.05E-08	3.08E-08	2.65E-08
H-3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	9.73E-07	9.73E-07	9.73E-07	3.94E-07	3.99E-07	3.94E-07	3.98E-07	1.89E-07	9.22E-07	3.99E-07	8.70E-07	3.69E-07	3.12E-07
I-132	1.09E-08	1.09E-08	1.09E-08	4.16E-09	4.16E-09	4.07E-09	4.20E-09	2.08E-09	9.95E-09	4.16E-09	9.95E-09	3.89E-09	3.26E-09
I-133	7.60E-08	7.60E-08	7.60E-08	2.85E-08	2.85E-08	2.85E-08	2.96E-08	1.45E-08	7.13E-08	2.85E-08	6.89E-08	2.85E-08	2.33E-08
I-134	9.31E-10	9.43E-10	9.49E-10	3.34E-10	3.62E-10	3.50E-10	3.62E-10	1.82E-10	8.89E-10	3.61E-10	8.56E-10	3.31E-10	2.82E-10
I-135	2.20E-08	2.22E-08	2.24E-08	7.90E-09	8.49E-09	8.18E-09	8.49E-09	4.45E-09	2.11E-08	8.49E-09	2.03E-08	7.75E-09	6.66E-09
Kr-85	1.95E-06	1.95E-06	2.00E-06	2.51E-07	1.19E-06	**6.50E-06**	2.92E-06	2.32E-07	2.51E-07	7.54E-07	3.63E-07	**6.50E-06**	**6.50E-06**
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-41（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的外照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	5.07E-07	5.07E-07	5.19E-07	1.96E-07	1.96E-07	1.85E-07	1.97E-07	9.69E-08	4.84E-07	1.96E-07	4.61E-07	1.85E-07	1.50E-07
Nb-95	7.59E-08	7.59E-08	7.59E-08	2.78E-08	2.96E-08	2.78E-08	2.90E-08	1.42E-08	7.22E-08	2.96E-08	6.85E-08	2.59E-08	2.22E-08
Ru-103	1.83E-08	1.91E-08	1.91E-08	7.34E-09	7.42E-09	7.26E-09	7.40E-09	3.59E-09	1.76E-08	7.42E-09	1.68E-08	6.88E-09	5.81E-09
Ru-106	1.83E-09	1.83E-09	1.83E-09	6.82E-10	6.99E-10	6.82E-10	6.99E-10	3.50E-10	1.66E-09	6.99E-10	1.63E-09	6.49E-10	5.49E-10
Sb-125	3.52E-09	3.52E-09	3.52E-09	1.36E-09	1.38E-09	1.36E-09	1.38E-09	6.56E-10	3.36E-09	1.38E-09	3.20E-09	1.28E-09	1.07E-09
Sr-89	4.09E-11	4.18E-11	4.18E-11	1.58E-11	1.58E-11	1.58E-11	1.60E-11	7.89E-12	3.90E-11	1.58E-11	3.81E-11	1.49E-11	1.21E-11
Sr-90	2.70E-13	2.70E-13	2.88E-13	2.88E-14	2.88E-14	2.34E-13	2.93E-14	8.28E-15	2.16E-13	2.88E-14	1.98E-13	9.18E-14	1.06E-14
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	2.89E-08	2.97E-08	2.97E-08	1.11E-08	1.11E-08	1.11E-08	1.12E-08	5.49E-09	2.74E-08	1.11E-08	2.67E-08	1.04E-08	8.90E-09

表 6.2-42（1/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的总照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Ba-140	9.21E-09	9.26E-09	9.31E-09	6.06E-08	3.55E-09	3.49E-09	3.73E-09	2.10E-09	8.83E-09	3.65E-09	8.52E-09	4.88E-09	3.62E-09
C-14	2.15E-03	6.88E-04	6.90E-04	2.23E-03	6.90E-04	1.43E-03	1.44E-03	2.23E-03	2.23E-03	6.90E-04	2.23E-03	1.43E-03	2.16E-03
Ce-141	1.39E-09	1.39E-09	1.38E-09	1.00E-09	6.17E-10	7.26E-10	7.02E-10	3.01E-10	1.34E-09	9.50E-10	1.29E-09	6.53E-10	5.17E-10
Co-57	7.91E-09	6.97E-09	7.08E-09	3.35E-09	3.47E-09	3.71E-09	3.77E-09	3.93E-09	7.70E-09	3.53E-09	7.48E-09	3.33E-09	2.82E-09
Co-58	2.01E-06	2.01E-06	2.01E-06	7.79E-07	7.75E-07	7.38E-07	7.80E-07	6.51E-07	1.95E-06	7.76E-07	1.87E-06	6.98E-07	6.26E-07
Co-60	4.15E-06	4.09E-06	4.09E-06	1.55E-06	1.57E-06	1.51E-06	1.57E-06	1.33E-06	3.87E-06	1.58E-06	3.86E-06	1.42E-06	1.24E-06
Cr-51	4.79E-09	4.90E-09	4.88E-09	2.11E-09	2.02E-09	2.05E-09	2.14E-09	9.85E-10	4.56E-09	2.08E-09	4.38E-09	1.90E-09	1.63E-09
Cs-134	1.03E-06	9.84E-07	9.96E-07	5.09E-07	3.87E-07	4.94E-07	7.49E-07	2.71E-06	1.60E-06	3.80E-07	9.87E-07	5.70E-07	3.85E-07
Cs-136	5.76E-08	5.50E-08	5.51E-08	2.84E-08	2.23E-08	2.64E-08	3.69E-08	1.48E-07	8.75E-08	2.21E-08	5.46E-08	2.96E-08	2.18E-08
Cs-137	9.47E-07	8.00E-07	8.29E-07	5.57E-07	3.46E-07	6.84E-07	1.44E-06	3.13E-06	2.21E-06	3.23E-07	9.44E-07	9.88E-07	3.43E-07
Fe-59	8.71E-08	8.81E-08	8.87E-08	3.15E-08	3.39E-08	3.26E-08	3.61E-08	1.75E-08	8.34E-08	3.39E-08	8.05E-08	3.15E-08	2.66E-08
H-3	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.17E-04	8.73E-04	8.71E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04	8.73E-04
I-131	1.22E-06	1.06E-06	1.13E-06	6.81E-07	5.54E-07	4.73E-07	4.68E-07	7.01E-07	1.19E-06	5.01E-07	1.14E-06	3.69E-07	4.92E-07
I-132	1.20E-08	1.12E-08	1.14E-08	5.83E-09	4.79E-09	4.40E-09	4.42E-09	6.06E-09	1.14E-08	4.57E-09	1.13E-08	3.89E-09	4.50E-09
I-133	9.88E-08	8.42E-08	8.89E-08	5.51E-08	4.28E-08	3.58E-08	3.51E-08	5.72E-08	9.60E-08	3.75E-08	9.36E-08	2.85E-08	3.76E-08
I-134	1.04E-09	9.77E-10	9.95E-10	4.86E-10	4.19E-10	3.80E-10	3.81E-10	5.19E-10	1.02E-09	3.99E-10	9.78E-10	3.31E-10	3.91E-10
I-135	2.46E-08	2.31E-08	2.37E-08	1.14E-08	1.00E-08	8.95E-09	9.07E-09	1.22E-08	2.41E-08	9.45E-09	2.32E-08	7.75E-09	9.12E-09
Kr-85	1.95E-06	1.95E-06	2.00E-06	2.51E-07	1.19E-06	6.50E-06	2.92E-06	2.32E-07	2.51E-07	7.54E-07	3.63E-07	6.50E-06	6.50E-06
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 6.2-42（2/2） 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同核素对不同陆生生物造成的总照射剂量率

单位：μGy/h

生物 / 核素	两栖动物	环节动物	食腐类节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘穴类哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木	乔木
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	5.08E-07	5.08E-07	5.20E-07	1.97E-07	1.97E-07	1.86E-07	2.04E-07	9.77E-08	4.84E-07	1.97E-07	4.62E-07	2.65E-07	1.69E-07
Nb-95	7.62E-08	7.68E-08	7.59E-08	3.06E-08	2.96E-08	2.78E-08	2.92E-08	1.65E-08	7.27E-08	3.05E-08	6.89E-08	2.59E-08	2.28E-08
Ru-103	1.91E-08	1.91E-08	1.91E-08	8.39E-09	7.45E-09	7.37E-09	4.07E-08	5.75E-09	1.85E-08	7.45E-09	1.76E-08	9.16E-09	1.28E-08
Ru-106	3.21E-09	1.89E-09	1.86E-09	2.26E-09	7.37E-10	8.52E-10	2.60E-08	2.11E-09	3.18E-09	7.49E-10	3.07E-09	4.10E-09	6.51E-09
Sb-125	3.52E-09	3.57E-09	3.53E-09	1.37E-09	1.39E-09	1.40E-09	1.67E-09	6.68E-10	3.36E-09	1.42E-09	3.20E-09	1.32E-09	1.20E-09
Sr-89	3.79E-07	1.79E-08	6.68E-08	3.76E-07	7.95E-08	2.04E-07	8.46E-07	5.10E-07	5.10E-07	2.40E-08	1.21E-07	4.68E-08	1.51E-07
Sr-90	1.40E-06	6.20E-08	2.16E-07	1.39E-06	2.59E-07	7.19E-07	2.65E-06	1.95E-06	1.86E-06	8.14E-08	4.39E-07	1.65E-07	5.58E-07
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	2.98E-08	2.97E-08	2.97E-08	1.24E-08	1.12E-08	1.13E-08	1.21E-08	5.50E-09	2.74E-08	1.12E-08	2.77E-08	1.04E-08	9.15E-09

表 6.2-43 漳州核电站 3、4 号两台机组正常运行时不同陆生生物的总剂量率

单位：μGy/h

生物	总剂量率
两栖动物	3.04E-03
环节动物	1.57E-03
食腐类节肢动物	1.58E-03
鸟类	**3.11E-03**
飞行类昆虫	1.51E-03
草本植物	2.31E-03
苔藓植物	2.33E-03
大型哺乳动物	**3.11E-03**
小型掘穴类哺乳动物	**3.11E-03**
腹足纲软体动物	1.57E-03
爬行动物	**3.11E-03**
灌木	2.31E-03
乔木	3.04E-03

表 6.2-44（1/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				2.91E-08	9.79E-09	3.74E-09	2.33E-09	1.89E-09	1.70E-09	1.59E-09	1.52E-09	1.46E-09
NNE						5.87E-09	3.39E-09	2.60E-09	2.22E-09	2.01E-09	1.86E-09	1.77E-09
NE						8.52E-09	4.56E-09	3.31E-09	2.73E-09	2.42E-09	2.21E-09	2.06E-09
ENE						7.11E-09	3.83E-09	2.76E-09	2.28E-09			
E						7.37E-09						
ESE						6.09E-09						
SE						4.23E-09						
SSE						3.69E-09						
S						6.04E-09						
SSW						1.66E-08	7.77E-09					
SW				1.55E-07	4.77E-08	1.45E-08	6.93E-09	4.61E-09	3.60E-09	3.10E-09	2.75E-09	2.51E-09
WSW			2.03E-07	7.82E-08	2.38E-08	7.82E-09	4.22E-09	3.09E-09	2.58E-09	2.30E-09	2.12E-09	1.98E-09
W				2.95E-08	1.03E-08	4.27E-09	2.75E-09	2.21E-09	1.95E-09	1.80E-09	1.71E-09	1.63E-09
WNW		1.08E-07		1.68E-08	6.85E-09	3.35E-09	2.33E-09	1.95E-09	1.77E-09	1.66E-09	1.58E-09	1.53E-09
NW		1.36E-07	4.69E-08			3.02E-09	2.09E-09	1.78E-09	1.62E-09	1.54E-09	1.48E-09	1.44E-09
NNW		1.56E-07	5.93E-08		8.65E-09	3.49E-09	2.26E-09	1.86E-09	1.68E-09	1.58E-09	1.51E-09	1.46E-09

表 6.2-44（2/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				2.82E-08	9.30E-09	3.56E-09	2.23E-09	1.82E-09	1.63E-09	1.53E-09	1.46E-09	1.41E-09
NNE						5.55E-09	3.22E-09	2.47E-09	2.11E-09	1.92E-09	1.78E-09	1.68E-09
NE						8.08E-09	4.34E-09	3.15E-09	2.61E-09	2.31E-09	2.11E-09	1.97E-09
ENE			1.29E-08			6.86E-09	3.69E-09	2.66E-09	2.19E-09			
E						7.17E-09						
ESE						5.90E-09						
SE						4.11E-09						
SSE						3.58E-09						
S						5.86E-09						
SSW						1.58E-08	7.38E-09					
SW				1.50E-07	4.51E-08	1.37E-08	6.56E-09	4.37E-09	3.43E-09	2.95E-09	2.63E-09	2.40E-09
WSW			1.96E-07	7.53E-08	2.25E-08	7.38E-09	4.00E-09	2.94E-09	2.46E-09	2.20E-09	2.02E-09	1.89E-09
W				2.84E-08	9.68E-09	4.05E-09	2.60E-09	2.10E-09	1.86E-09	1.73E-09	1.63E-09	1.57E-09
WNW		1.04E-07		1.61E-08	6.42E-09	3.16E-09	2.21E-09	1.86E-09	1.68E-09	1.58E-09	1.51E-09	1.46E-09
NW		1.31E-07	4.53E-08			2.88E-09	2.01E-09	1.71E-09	1.56E-09	1.48E-09	1.43E-09	1.39E-09
NNW		1.51E-07	5.74E-08		8.22E-09	3.33E-09	2.16E-09	1.78E-09	1.62E-09	1.52E-09	1.45E-09	1.41E-09

表 6.2-44（3/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				2.69E-08	8.77E-09	3.31E-09	2.04E-09	1.64E-09	1.46E-09	1.37E-09	1.30E-09	1.25E-09
NNE						5.19E-09	2.97E-09	2.25E-09	1.92E-09	1.73E-09	1.61E-09	1.52E-09
NE						7.61E-09	4.04E-09	2.91E-09	2.39E-09	2.11E-09	1.92E-09	1.78E-09
ENE						6.45E-09	3.43E-09	2.44E-09	2.01E-09			
E						6.75E-09						
ESE						5.53E-09						
SE						3.84E-09						
SSE						3.32E-09						
S						5.50E-09						
SSW						1.49E-08	6.94E-09					
SW				1.43E-07	4.28E-08	1.30E-08	6.15E-09	4.06E-09	3.17E-09	2.71E-09	2.41E-09	2.20E-09
WSW			1.88E-07	7.20E-08	2.13E-08	6.93E-09	3.72E-09	2.71E-09	2.25E-09	2.00E-09	1.83E-09	1.71E-09
W				2.70E-08	9.13E-09	3.76E-09	2.40E-09	1.91E-09	1.69E-09	1.56E-09	1.47E-09	1.40E-09
WNW		9.90E-08		1.53E-08	6.03E-09	2.91E-09	2.01E-09	1.68E-09	1.51E-09	1.42E-09	1.35E-09	1.30E-09
NW		1.25E-07	4.33E-08			2.65E-09	1.82E-09	1.53E-09	1.40E-09	1.32E-09	1.27E-09	1.23E-09
NNW		1.44E-07	5.50E-08		7.74E-09	3.08E-09	1.97E-09	1.61E-09	1.44E-09	1.36E-09	1.30E-09	1.25E-09

表 6.2-44（4/4） 本工程运行状态下气载流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				1.75E-08	5.78E-09	2.12E-09	1.27E-09	1.01E-09	8.85E-10	8.20E-10	7.76E-10	7.45E-10
NNE						3.49E-09	1.96E-09	1.47E-09	1.23E-09	1.10E-09	1.01E-09	9.44E-10
NE						5.05E-09	2.65E-09	1.88E-09	1.53E-09	1.34E-09	1.21E-09	1.12E-09
ENE						3.95E-09	2.08E-09	1.47E-09	1.20E-09			
E						3.97E-09						
ESE						3.33E-09						
SE						2.25E-09						
SSE						1.99E-09						
S						3.31E-09						
SSW						9.88E-09	4.55E-09					
SW				9.39E-08	2.90E-08	8.74E-09	4.12E-09	2.69E-09	2.07E-09	1.75E-09	1.54E-09	1.39E-09
WSW			1.26E-07	4.80E-08	1.46E-08	4.70E-09	2.47E-09	1.76E-09	1.44E-09	1.27E-09	1.15E-09	1.07E-09
W				1.82E-08	6.27E-09	2.51E-09	1.55E-09	1.22E-09	1.06E-09	9.66E-10	9.04E-10	8.59E-10
WNW		6.77E-08		1.04E-08	4.20E-09	1.98E-09	1.32E-09	1.08E-09	9.58E-10	8.89E-10	8.40E-10	8.06E-10
NW		8.45E-08	2.87E-08			1.69E-09	1.13E-09	9.33E-10	8.42E-10	7.93E-10	7.57E-10	7.33E-10
NNW		9.60E-08	3.58E-08		5.07E-09	1.97E-09	1.22E-09	9.84E-10	8.75E-10	8.15E-10	7.74E-10	7.46E-10

表 6.2-45（1/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				7.91E-07	4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
NNE						1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
NE						1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
ENE						1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09			
E						1.17E-08						
ESE						1.17E-08						
SE						1.17E-08						
SSE						1.17E-08						
S						1.17E-08						
SSW						1.17E-08	1.07E-09					
SW				1.98E-07	4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
WSW			1.98E-07	1.98E-07	4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
W				1.98E-07	4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
WNW		7.91E-07		7.91E-07	4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
NW		7.91E-07	7.91E-07			1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09
NNW		7.91E-07	7.91E-07		4.05E-08	1.17E-08	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09	1.07E-09

表 6.2-45（2/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				1.04E-06	2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
NNE						7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
NE						7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
ENE						7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10			
E						7.95E-09						
ESE						7.95E-09						
SE						7.95E-09						
SSE						7.95E-09						
S						7.95E-09						
SSW						7.95E-09	7.27E-10					
SW				2.60E-07	2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
WSW			2.60E-07	2.60E-07	2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
W				2.60E-07	2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
WNW		1.04E-06		1.04E-06	2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
NW		1.04E-06	1.04E-06			7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10
NNW		1.04E-06	1.04E-06		2.74E-08	7.95E-09	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10	7.27E-10

表 6.2-45（3/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				6.73E-07	1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
NNE						4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
NE						4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
ENE						4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10			
E						4.63E-09						
ESE						4.63E-09						
SE						4.63E-09						
SSE						4.63E-09						
S						4.63E-09						
SSW						4.63E-09	4.24E-10					
SW				1.68E-07	1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
WSW			1.68E-07	1.68E-07	1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
W				1.68E-07	1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
WNW		6.73E-07		6.73E-07	1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
NW		6.73E-07	6.73E-07			4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10
NNW		6.73E-07	6.73E-07		1.60E-08	4.63E-09	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10	4.24E-10

表 6.2-45（4/4） 本工程运行状态下液态流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				1.25E-07	7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
NNE						2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
NE						2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
ENE						2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10			
E						2.16E-09						
ESE						2.16E-09						
SE						2.16E-09						
SSE						2.16E-09						
S						2.16E-09						
SSW						2.16E-09	1.98E-10					
SW				3.11E-08	7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
WSW			3.11E-08	3.11E-08	7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
W				3.11E-08	7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
WNW		1.25E-07		1.25E-07	7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
NW		1.25E-07	1.25E-07			2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10
NNW		1.25E-07	1.25E-07		7.46E-09	2.16E-09	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10	1.98E-10

表 6.2-46（1/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（成人）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				8.20E-07	5.03E-08	1.55E-08	3.40E-09	2.96E-09	2.77E-09	2.66E-09	2.59E-09	2.53E-09
NNE						1.76E-08	4.46E-09	3.67E-09	3.29E-09	3.08E-09	2.93E-09	2.84E-09
NE						2.02E-08	5.63E-09	4.38E-09	3.80E-09	3.49E-09	3.28E-09	3.13E-09
ENE						1.88E-08	4.90E-09	3.83E-09	3.35E-09			
E						1.91E-08						
ESE						1.78E-08						
SE						1.60E-08						
SSE						1.54E-08						
S						1.78E-08						
SSW						2.83E-08	8.84E-09					
SW				3.53E-07	8.82E-08	2.62E-08	8.00E-09	5.68E-09	4.67E-09	4.17E-09	3.82E-09	3.58E-09
WSW			4.01E-07	2.76E-07	6.43E-08	1.95E-08	5.29E-09	4.16E-09	3.65E-09	3.37E-09	3.19E-09	3.05E-09
W				2.27E-07	5.08E-08	1.60E-08	3.82E-09	3.28E-09	3.02E-09	2.87E-09	2.78E-09	2.70E-09
WNW		8.99E-07		8.08E-07	4.73E-08	1.51E-08	3.40E-09	3.02E-09	2.84E-09	2.73E-09	2.65E-09	2.60E-09
NW		9.27E-07	8.38E-07			1.47E-08	3.16E-09	2.85E-09	2.69E-09	2.61E-09	2.55E-09	2.51E-09
NNW		9.47E-07	8.50E-07		4.91E-08	1.52E-08	3.33E-09	2.93E-09	2.75E-09	2.65E-09	2.58E-09	2.53E-09

表 6.2-46（3/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（儿童）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				7.00E-07	2.48E-08	7.94E-09	2.46E-09	2.06E-09	1.88E-09	1.79E-09	1.72E-09	1.67E-09
NNE						9.82E-09	3.39E-09	2.67E-09	2.34E-09	2.15E-09	2.03E-09	1.94E-09
NE						1.22E-08	4.46E-09	3.33E-09	2.81E-09	2.53E-09	2.34E-09	2.20E-09
ENE						1.11E-08	3.85E-09	2.86E-09	2.43E-09			
E						1.14E-08						
ESE						1.02E-08						
SE						8.47E-09						
SSE						7.95E-09						
S						1.01E-08						
SSW						1.95E-08	7.36E-09					
SW				3.11E-07	5.88E-08	1.76E-08	6.57E-09	4.48E-09	3.59E-09	3.13E-09	2.83E-09	2.62E-09
WSW			3.56E-07	2.40E-07	3.73E-08	1.16E-08	4.14E-09	3.13E-09	2.67E-09	2.42E-09	2.25E-09	2.13E-09
W				1.95E-07	2.51E-08	8.39E-09	2.82E-09	2.33E-09	2.11E-09	1.98E-09	1.89E-09	1.82E-09
WNW		7.72E-07		6.89E-07	2.20E-08	7.54E-09	2.43E-09	2.10E-09	1.93E-09	1.84E-09	1.77E-09	1.72E-09
NW		7.98E-07	7.17E-07			7.28E-09	2.24E-09	1.95E-09	1.82E-09	1.74E-09	1.69E-09	1.65E-09
NNW		8.17E-07	7.28E-07		2.37E-08	7.71E-09	2.39E-09	2.03E-09	1.86E-09	1.78E-09	1.72E-09	1.67E-09

表 6.2-46（4/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（婴儿）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				1.42E-07	1.32E-08	4.28E-09	1.47E-09	1.21E-09	1.08E-09	1.02E-09	9.74E-10	9.43E-10
NNE						5.65E-09	2.16E-09	1.67E-09	1.43E-09	1.30E-09	1.21E-09	1.14E-09
NE						7.21E-09	2.85E-09	2.08E-09	1.73E-09	1.54E-09	1.41E-09	1.32E-09
ENE						6.11E-09	2.28E-09	1.67E-09	1.40E-09			
E						6.13E-09						
ESE						5.49E-09						
SE						4.41E-09						
SSE						4.15E-09						
S						5.47E-09						
SSW						1.20E-08	4.75E-09					
SW				1.25E-07	3.65E-08	1.09E-08	4.32E-09	2.89E-09	2.27E-09	1.95E-09	1.74E-09	1.59E-09
WSW			1.57E-07	7.91E-08	2.21E-08	6.86E-09	2.67E-09	1.96E-09	1.64E-09	1.47E-09	1.35E-09	1.27E-09
W				4.93E-08	1.37E-08	4.67E-09	1.75E-09	1.42E-09	1.26E-09	1.16E-09	1.10E-09	1.06E-09
WNW		1.92E-07		1.35E-07	1.17E-08	4.14E-09	1.52E-09	1.28E-09	1.16E-09	1.09E-09	1.04E-09	1.00E-09
NW		2.09E-07	1.53E-07			3.85E-09	1.33E-09	1.13E-09	1.04E-09	9.91E-10	9.55E-10	9.31E-10
NNW		2.21E-07	1.60E-07		1.25E-08	4.13E-09	1.42E-09	1.18E-09	1.07E-09	1.01E-09	9.72E-10	9.44E-10

表 6.2-47 本工程气载流出物排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献

单位：Sv/a

核素	吸入	空气浸没	地面照射	农牧产品食入	总计	份额
H-3	8.17E-09	3.92E-13	0.00E+00	2.10E-08	2.92E-08	19.30%
C-14	2.63E-11	4.41E-14	8.02E-09	6.92E-08	7.72E-08	51.20%
Kr-85m	0.00E+00	6.89E-11	0.00E+00	0.00E+00	6.89E-11	0.05%
Kr -87	0.00E+00	4.94E-10	0.00E+00	0.00E+00	4.94E-10	0.33%
Kr -88	0.00E+00	2.27E-09	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-09	1.51%
Xe-133	0.00E+00	2.37E-10	0.00E+00	0.00E+00	2.37E-10	0.16%
Xe-135	0.00E+00	8.16E-10	0.00E+00	0.00E+00	8.16E-10	0.54%
Xe-138	0.00E+00	8.63E-10	0.00E+00	0.00E+00	8.63E-10	0.57%
I-131	2.57E-12	2.51E-14	1.18E-11	5.84E-11	7.28E-11	0.05%
Mn-54	2.44E-13	2.66E-14	4.62E-10	5.42E-12	4.68E-10	0.31%
Co-58	2.87E-12	2.58E-13	1.03E-09	1.36E-10	1.17E-09	0.78%
Co-60	1.00E-11	1.62E-13	1.63E-08	6.30E-10	1.69E-08	11.20%
Fe-59	2.04E-13	1.86E-14	4.40E-11	9.72E-12	5.39E-11	0.04%
Sr-89	3.58E-12	7.95E-16	1.75E-11	4.43E-11	6.54E-11	0.04%
Sr-90	2.88E-11	7.05E-17	2.18E-11	4.80E-09	4.85E-09	3.22%
Zr-95	1.41E-13	4.13E-15	1.50E-11	7.05E-13	1.59E-11	0.01%
Nb-95	1.55E-13	1.91E-14	3.80E-11	1.53E-12	3.97E-11	0.03%
Ru-103	2.81E-13	4.25E-15	9.74E-12	2.12E-12	1.21E-11	0.01%
Cs-134	2.73E-12	4.11E-14	1.76E-09	6.41E-10	2.40E-09	1.59%
Cs-136	2.59E-13	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-10	2.18E-10	0.15%
Cs-137	9.94E-12	2.93E-14	1.13E-08	1.96E-09	1.33E-08	8.80%
总计	8.26E-09	4.75E-09	3.90E-08	9.87E-08	1.51E-07	100.00%
份额	5.48%	3.15%	25.90%	65.49%	100.00%	

贡献率小于 0.01%的核素未列出。

表 6.2-48 本工程液态流出物排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献

单位：Sv/a

核素\途径	食入海产品				岸边活动	海上活动	总计	份额
	鱼	甲壳	软体	藻				
H-3	5.92E-09	3.11E-09	2.18E-09	9.85E-10	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-08	1.17%
C-14	3.77E-07	1.65E-07	1.16E-07	4.18E-08	3.56E-14	3.01E-16	7.00E-07	67.40%
Cr-51	1.43E-11	3.75E-12	5.25E-11	7.11E-11	4.30E-12	8.01E-15	1.46E-10	0.01%
Mn-54	3.14E-11	1.32E-10	1.72E-10	5.58E-11	7.58E-14	7.54E-15	3.91E-10	0.04%
Fe-59	2.93E-09	2.57E-08	1.80E-08	3.25E-10	5.63E-12	7.06E-15	4.69E-08	4.51%
Co-58	1.27E-08	2.15E-09	4.26E-09	7.94E-10	2.41E-11	3.60E-13	2.00E-08	1.92%
Co-60	1.11E-07	1.88E-08	3.73E-08	6.95E-09	2.75E-10	1.28E-12	1.75E-07	16.82%
Ag-110m	3.62E-09	1.05E-08	1.47E-08	2.70E-10	1.96E-10	1.83E-13	2.93E-08	2.82%
Sb-124	4.45E-10	1.43E-09	3.78E-10	5.15E-11	4.18E-12	1.94E-13	2.30E-09	0.22%
I-131	2.71E-10	1.43E-10	3.88E-10	5.14E-08	1.03E-14	1.63E-13	5.22E-08	5.02%
Cs-134	1.32E-10	3.30E-11	3.72E-11	3.05E-11	1.71E-11	4.66E-14	2.49E-10	0.02%
Cs-137	1.40E-10	3.50E-11	3.95E-11	3.24E-11	1.16E-11	2.79E-14	2.58E-10	0.02%
总计	5.15E-07	2.27E-07	1.93E-07	1.03E-07	5.38E-10	2.28E-12	1.04E-06	100.00%
份额	49.56%	21.89%	18.60%	9.89%	0.05%	0.00%	100.00%	

贡献率小于 0.01%的核素未列出。

表 6.2-46（2/4） 本工程运行状态下气、液态流出物排放对公众个人（青少年）所致有效剂量

单位：Sv/a

方位\距离 km	0--1	1--2	2--3	3--5	5--10	10--20	20--30	30--40	40--50	50--60	60--70	70--80
N				1.07E-06	3.67E-08	1.15E-08	2.96E-09	2.55E-09	2.36E-09	2.26E-09	2.19E-09	2.14E-09
NNE						1.35E-08	3.95E-09	3.20E-09	2.84E-09	2.65E-09	2.51E-09	2.41E-09
NE						1.60E-08	5.07E-09	3.88E-09	3.34E-09	3.04E-09	2.84E-09	2.70E-09
ENE			8.77E-08			1.48E-08	4.42E-09	3.39E-09	2.92E-09			
E						1.51E-08						
ESE						1.38E-08						
SE						1.21E-08						
SSE						1.15E-08						
S						1.38E-08						
SSW						2.37E-08	8.11E-09					
SW				4.10E-07	7.25E-08	2.16E-08	7.29E-09	5.10E-09	4.16E-09	3.68E-09	3.36E-09	3.13E-09
WSW			4.56E-07	3.35E-07	4.99E-08	1.53E-08	4.73E-09	3.67E-09	3.19E-09	2.93E-09	2.75E-09	2.62E-09
W				2.88E-07	3.71E-08	1.20E-08	3.33E-09	2.83E-09	2.59E-09	2.46E-09	2.36E-09	2.30E-09
WNW		1.14E-06		1.05E-06	3.38E-08	1.11E-08	2.94E-09	2.59E-09	2.41E-09	2.31E-09	2.24E-09	2.19E-09
NW		1.17E-06	1.08E-06			1.08E-08	2.74E-09	2.44E-09	2.29E-09	2.21E-09	2.16E-09	2.12E-09
NNW		1.19E-06	1.10E-06		3.56E-08	1.13E-08	2.89E-09	2.51E-09	2.35E-09	2.25E-09	2.18E-09	2.14E-09

表 6.2-49 本工程气液态综合排放的各核素通过各途径对关键居民组剂量的贡献

单位：Sv/a

核素\途径	气载途径				液态途径						总计	份额
	空气浸没	地面照射	吸入	农牧产品食入	食入海产品				岸边活动	海上活动		
					鱼	甲壳	软体	藻				
H-3	8.17E-09	3.92E-13	0.00E+00	2.10E-08	5.92E-09	3.11E-09	2.18E-09	9.85E-10	0.00E+00	0.00E+00	4.14E-08	3.48%
C-14	2.63E-11	4.41E-14	8.02E-09	6.92E-08	3.77E-07	1.65E-07	1.16E-07	4.18E-08	3.56E-14	3.01E-16	7.77E-07	65.36%
Cr-51					1.43E-11	3.75E-12	5.25E-11	7.11E-11	4.30E-12	8.01E-15	1.46E-10	0.01%
Mn-54	2.44E-13	2.66E-14	4.62E-10	5.42E-12	3.14E-11	1.32E-10	1.72E-10	5.58E-11	7.58E-14	7.54E-15	8.59E-10	0.07%
Fe-59					2.93E-09	2.57E-08	1.80E-08	3.25E-10	5.63E-12	7.06E-15	4.69E-08	3.94%
Co-58	2.87E-12	2.58E-13	1.03E-09	1.36E-10	1.27E-08	2.15E-09	4.26E-09	7.94E-10	2.41E-11	3.60E-13	2.11E-08	1.78%
Co-60	1.00E-11	1.62E-13	1.63E-08	6.30E-10	1.11E-07	1.88E-08	3.73E-08	6.95E-09	2.75E-10	1.28E-12	1.92E-07	16.11%
Ag-110m					3.62E-09	1.05E-08	1.47E-08	2.70E-10	1.96E-10	1.83E-13	2.93E-08	2.46%
Sb-124					4.45E-10	1.43E-09	3.78E-10	5.15E-11	4.18E-12	1.94E-13	2.30E-09	0.19%
I-131	2.57E-12	2.51E-14	1.18E-11	5.84E-11	2.71E-10	1.43E-10	3.88E-10	5.14E-08	1.03E-14	1.63E-13	5.22E-08	4.39%
Cs-134	2.73E-12	4.11E-14	1.76E-09	6.41E-10	1.32E-10	3.30E-11	3.72E-11	3.05E-11	1.71E-11	4.66E-14	2.65E-09	0.22%
Cs-137	9.94E-12	2.93E-14	1.13E-08	1.96E-09	1.40E-10	3.50E-11	3.95E-11	3.24E-11	1.16E-11	2.79E-14	1.35E-08	1.14%
Kr-87	0.00E+00	4.94E-10	0.00E+00	0.00E+00							4.94E-10	0.04%
Kr-88	0.00E+00	2.27E-09	0.00E+00	0.00E+00							2.27E-09	0.19%
Xe-133	0.00E+00	2.37E-10	0.00E+00	0.00E+00							2.37E-10	0.02%
Xe-135	0.00E+00	8.16E-10	0.00E+00	0.00E+00							8.16E-10	0.07%
Xe-138	0.00E+00	8.63E-10	0.00E+00	0.00E+00							8.63E-10	0.07%
Sr-89	3.58E-12	7.95E-16	1.75E-11	4.43E-11							6.54E-11	0.01%
Sr-90	2.88E-11	7.05E-17	2.18E-11	4.80E-09							4.85E-09	0.41%
Cs-136	2.59E-13	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-10							2.18E-10	0.02%
总计	8.26E-09	4.75E-09	3.90E-08	9.87E-08	5.15E-07	2.27E-07	1.93E-07	1.03E-07	5.38E-10	2.28E-12	1.19E-06	100.00%
份额	0.69%	0.40%	3.28%	8.30%	43.28%	19.11%	16.25%	8.64%	0.05%	0.00%	100.00%	

贡献率小于 0.01%的核素未列出。

表 6.3-1（1/2） 声源源强概况

序号	声源（设备）名称	数量	A 声功率级（dB(A)）	所在建构筑物名称	建构筑物尺寸(mm)	建构筑物门、窗数量	门窗朝向、尺寸(mm)	建构筑物内、外墙吸声系数	降噪措施	噪声削减量（dB(A)）
1	汽轮发电机组及其配套设备	1 台	≤85	汽轮机厂房	108000x83500x40700	门 11 个窗 68 个	东向：8500x6300（1 个） 门 1500x2400(2 个) 南向：门 1500x2400（4 个） 北向：门 1500x2400（4 个） 东向：窗 1500x1500（6 个） 南向：窗 6600x1800（16 个） 2400x1800（7 个） 3600x1800（6 个） 1500x1500（6 个） 西向：1500x1500（12 个） 北向：窗 6600x1800（8 个） 1500x1500（6 个） 2400x1800（1 个）	砌块墙：0.1~0.2； 玻璃窗：0.04~0.35； 双层压型符合保温板（玻璃棉）：0.2~0.8； 混凝土：0.01~0.03；	合理确定开窗比，尽可能减少噪声辐射。朝向强噪声源设门、窗时，采用具有较高隔声性能的玻璃窗和隔音门。 围护结构所有孔洞缝隙，均严密填塞，严格要求工艺按实际需要尺寸和数量设置孔洞，不得随意加大富裕度。 采用单位面积质量小于 30kg/m 质的轻质双层结构作隔声构件时，为防止由于空气间层的弹性作用而可能产生的共振，在空气间层中填以岩棉、玻璃棉之类多孔吸声材料。 各建筑构件隔声效果为：砖墙双面抹灰隔声量 55～57dB(A)，铝合金推拉窗隔声量 18～20dB(A)，单层 6mm 玻璃隔声量 32～35dB(A)，钢质门隔声量 22～25dB(A)。	15~25
2	主给水泵组	3 台	≤85							
3	凝结水泵	3 台	≤85							
4	启动给水泵	1 台	≤85							
5	水环真空泵	3 台	≤85							
6	闭式冷却水泵	3 台	≤85							
7	MSR 疏水泵	4 台	≤85							
8	低加疏水泵	4 台	≤85							
9	旁路排放阀	12 个	≤85							
10	发电机断路器	1 台	≤140							
1	核岛采暖	2	≤							

1	换热站用热水循环泵	台	80							
12	加压送风机	2台	≤80	汽轮机厂房屋面	11000x11000x5400	门1个窗1个	南向：门1500x2400(1个) 西向：窗3600x1500(1个)			
13	主变压器	3台单相	≤104	主变压器构筑物						
14	高压厂用变压器	2台	≤92	高压厂用变压器构筑物						
15	辅助变压器	2台	≤94	辅助变压器构筑物						
16	GIS 设备	1套	≤110	主变压器构筑物						
17	GIS 设备	2套	≤110	辅助变压器构筑物						
18	GIS 设备	1套	≤90	500kV主开关站	140000x16000x17500	门12个窗54个	东向：门6000x6000（1个） 南向：门1500x2400（5个） 西向：门6000x6000（1个） 北向：门	砌块墙：0.1~0.2； 玻璃窗：0.04~0.35； 混凝土：0.01~0.03	合理确定开窗比，尽可能减少噪声辐射。朝向强噪声源设门、窗时，采用具有较高隔声性能的玻璃窗和隔音门。 围护结构所有孔洞缝隙，均严密填塞，严格要求工艺按实际需要尺寸和数量设置孔洞，不得随意加大富裕度。 各建筑构件隔声效果为：砖墙双面抹灰隔声量 55～57dB(A)，铝合金推拉窗隔声量 18～20dB(A)，单层 6mm 玻璃隔声量 32～35dB(A)，钢质门隔声量 22～25dB(A)。	15~25

							1500x2400（5 个） 南 向 ： 窗 6000x1500（16 个） 6000x1800（11 个） 北 向 ： 窗 6000x1500（16 个） 6000x1800（11 个）			
19	GIS 设备	1 套	≤ 90dB	220kV 辅助开关站	48000x 15000x 13000	门 4 个 窗 30 个	东 向 ： 门 6000x6000（1 个） 南 向 ： 门 1500x2400（1 个） 西 向 ： 门 6000x6000（1 个） 北 向 ： 门 1500x2400（1 个） 南 向 ： 窗 5400x1500（15 个） 北 向 ： 窗 5400x1500（15 个）	砌 块 墙 ： 0.1~0.2； 玻 璃 窗 ： 0.04~0.35； 混 凝 土 ： 0.01~0.03	合理确定开窗比，尽可能减少噪声辐射。朝向强噪声源设门、窗时，采用具有较高隔声性能的玻璃窗和隔音门。 围护结构所有孔洞缝隙，均严密填塞，严格要求工艺按实际需要尺寸和数量设置孔洞，不得随意加大富裕度。 各建筑构件隔声效果为：砖墙双面抹灰隔声量 55～57dB(A)，铝合金推拉窗隔声量 18～20dB(A)，单层 6mm 玻璃隔声量 32～35dB(A)，钢质门隔声量 22～25dB(A)。	15~25

表 6.3-1（2/2） 声源源强概况

序号	声源（设备）名称	数量	A 声功率级（dB(A)）	所在建构筑物名称	建构筑物尺寸(mm)	建构筑物门、窗数量	门窗朝向、尺寸(mm)	建构筑物内、外墙吸声系数	降噪措施	噪声削减量（dB(A)）
1	TSA 消音器	3/机组	110	电气厂房屋顶						
2	余热排出泵 RHR001/002PO	2/机组	93	NX011/NX029	8900X8250X5900	洞口 2 个	2500X4900			
3	设备冷却水循环水泵	4/机组	93	NF409/NF410	19600X14560X7250	门 3 樘，楼梯 1 个	1500X2100 外开 2 樘，900X2100 内开 1 樘			
4	乏燃料水池撇沫回路用泵	1/机组	93	NF209	14940X7010X4400	洞口 1 个	2300X3150			
5	换料水池撇沫回路用泵	1/机组	93	NF209	14940X7010X4400	洞口 1 个	2300X3150			
6	换料水池过滤回路用泵	1/机组	93	NF209	14940X7010X4400	洞口 1 个	2300X3150			
7	乏燃料水池冷却水泵	3/机组	90	NF001	20340X7150X3350	门 2 樘	2000X2150 两樘，内开 1 樘，外开 1 樘			
8	TFA 汽动泵 TFA003/004P	2/机组	105	NE011/NE004	14300X10200X4200	门 2 樘	1500X2100 外开，1800X2100 外开			
9	TFA 电动泵 TFA001/002P	2/机组	100	NE007/NE008	16300X6850X3700	门 4 樘	1000X2100 外开 2 樘，2100X2500 外开，1500X2100 内开			
10	TFA 除氧器给水泵	2/机组	93	常规岛厂房-8.5m 层						

	（TFA005/006PO）									
11	TFA 疏水泵（TFA007PO）	1/机组	75	NE005	22000X10200X4200	门 2 樘，洞口 1 个	1500X2100 内开，1000X2100 外开，洞口 2500X1200			
12	RCV 上充泵 RCV001/002PO	2/机组	101	NX006/NX005	10560X11300X5900	门 3 樘	2500X2700 外开；1000X2100 内开 1 樘，外开 1 樘			
13	硼注泵（REB001/002PO）	2/机组	93	NL010/NR020	8200X7000X2800	门 2 樘	2500X2100 外开，1000X2100 外开			
14	再循环泵 (PCS001PO)	1/机组	90	ND374	24000X2780X8275X11580.5X2953X4250	门 3 樘	1000X2500 外开，1000X2100 内开，1500X2100 外开			
15	安喷泵 CSP001/002PO	2/机组	93	安全厂房：NL015/NR025	8000X6700X2800	门 1 樘	1200X2100 内开			
16	化学添加剂混合泵 CSP003PO	1/机组	74	安全厂房 NL016	8200X6750X6300	门 3 樘，洞口 1 个	2000X2100 外开 1 樘，内开 1 樘；1000X2100 外开，洞口 2000X1000			
17	硼酸输送泵 RBM003/004PO	2/机组	82	NX003	5160X8400X5900	门 2 樘	1500X2100 内开，1000X2100 外开			
18	RBM 补给水泵 RBM001/002	2/机组	93	NX010	7900X6700X5950	门 1 樘	1500X2100 外开			

	PO									
19	中压安注泵 RSI003/004PO	2/机组	101	NL011/NR021	8000X10300X6300	门 1 樘	1200X2100 外开			
20	低压安注泵 RSI001/023PO	2/机组	93	NL013/NR023	8000X7050X2800	门 1 樘	1200X2100 内开			
21	RSI 水压试验泵 RSI011PO	1/机组	93	NF002	12540X6780X3300	门 2 樘	2000X2100，内开 1 樘，外开 1 樘			

表 6.3-2 噪声标准限值

标准名称及类别		噪声限值 单位：dB(A)	
		昼间	夜间
GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》	3 类	65	55
GB 3096-2008 《声环境质量标准》	2 类	60	50

表 6.3-3 计算参数

参数	预测点离地面高度（m）	环境空气温度（℃）	空气相对湿度（%）
数值	1.5	21	80

表 6.3-4 福建漳州核电厂 3、4 号机组与田湾核电 1-6 号机组电磁辐射环境情况对比

	福建漳州3、4号机组	田湾1-6号机组
建设规模	2*1200 MW	田湾一、二期工程2*1060 MW 田湾5、6号机组2*1000 MW
电压等级	500kV	500kV
厂区内电磁辐射源	1个35kV施工进线开关站、1台施工35kV主变压器	2个500kV开关站，一个220kV辅助开关站，6台主变压器
厂区外电磁辐射源	1座110kV变电站、35kV施工进线输电线	3条500kV输电线，1条220 kV输电线，2条110 kV输电线



图 6.1-1 取排水工程方案平面布置图

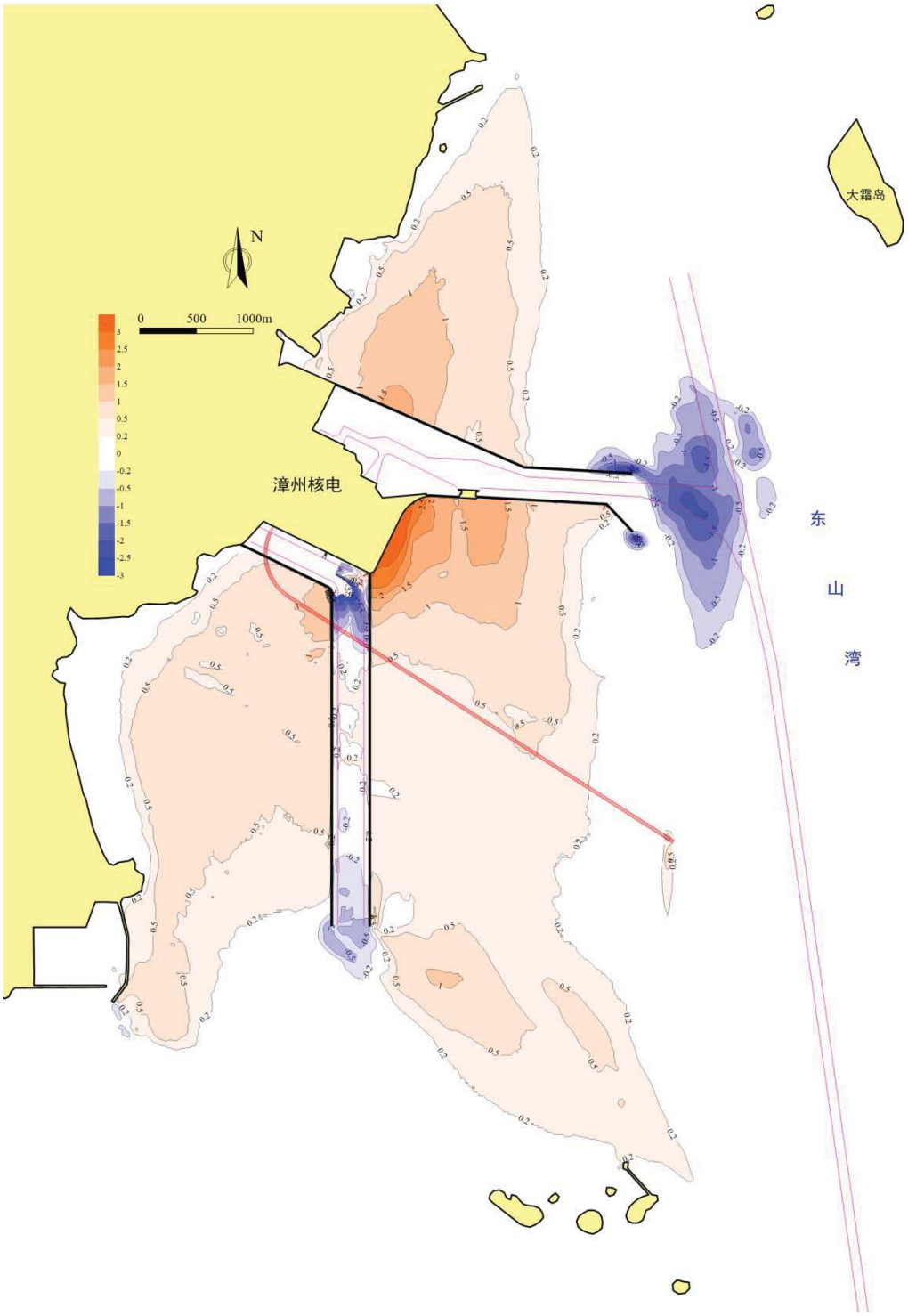


图 6.1-2 工程海域海床平衡后冲淤变化分布图（m）

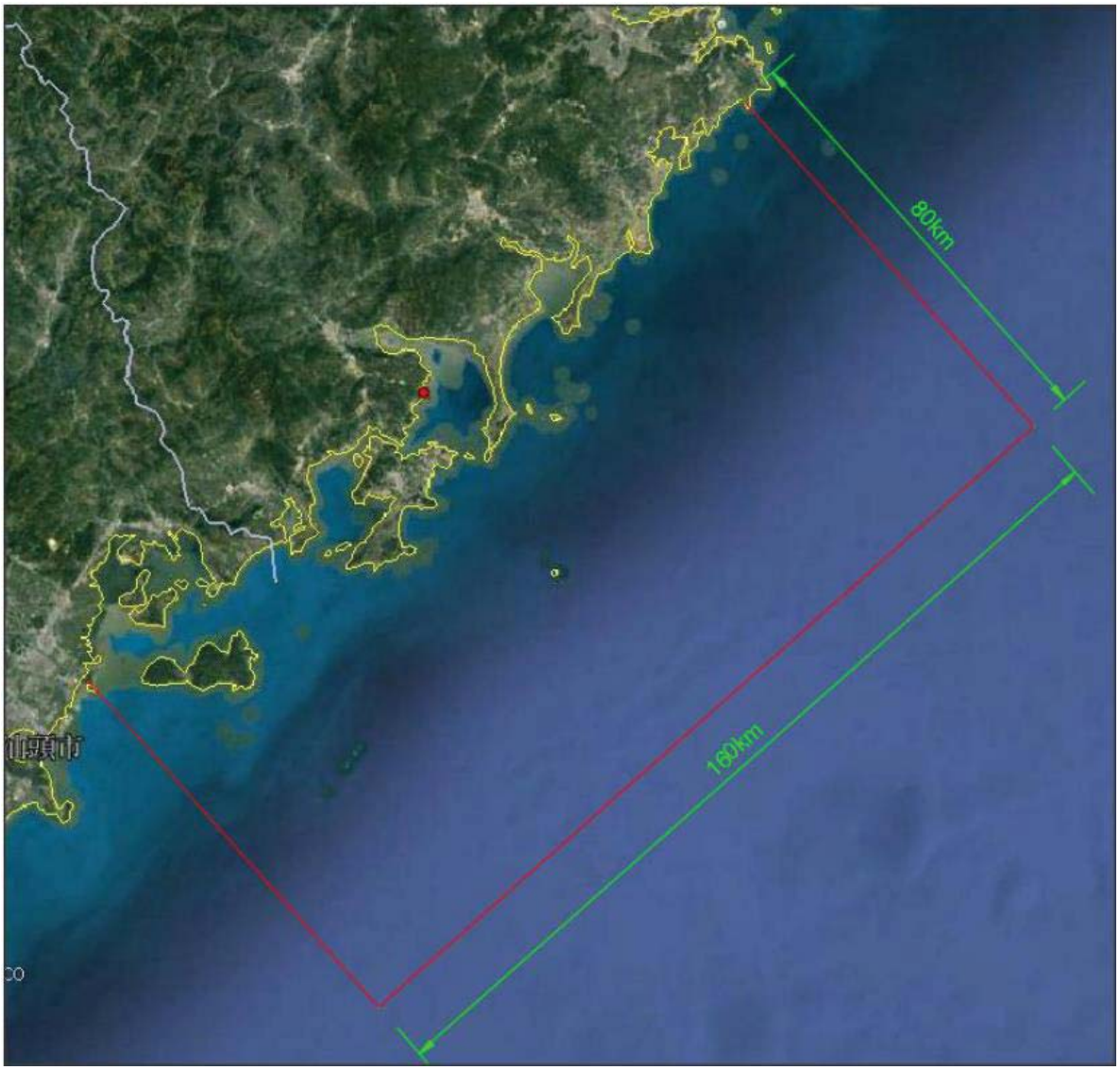


图 6.1-3 模拟范围示意图

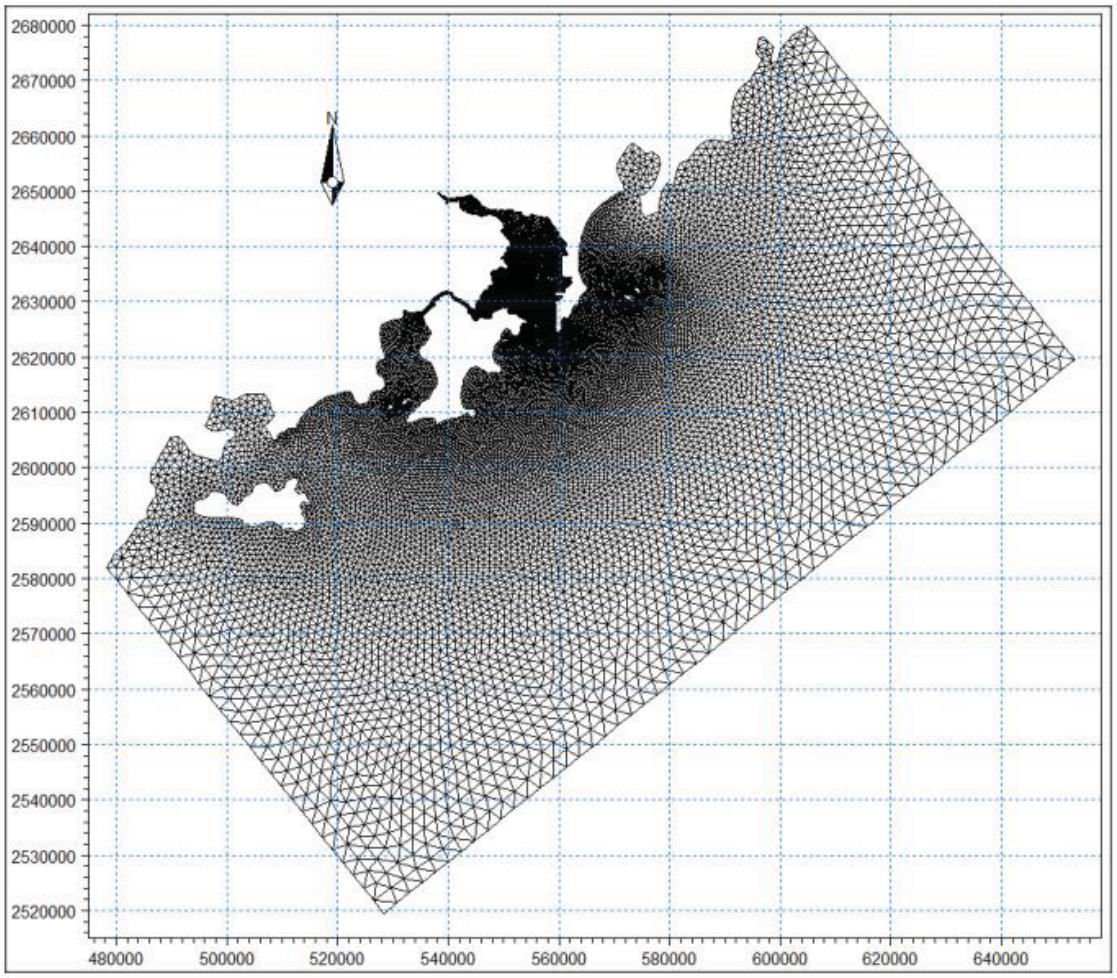


图 6.1-4　网格剖分图（模拟范围）

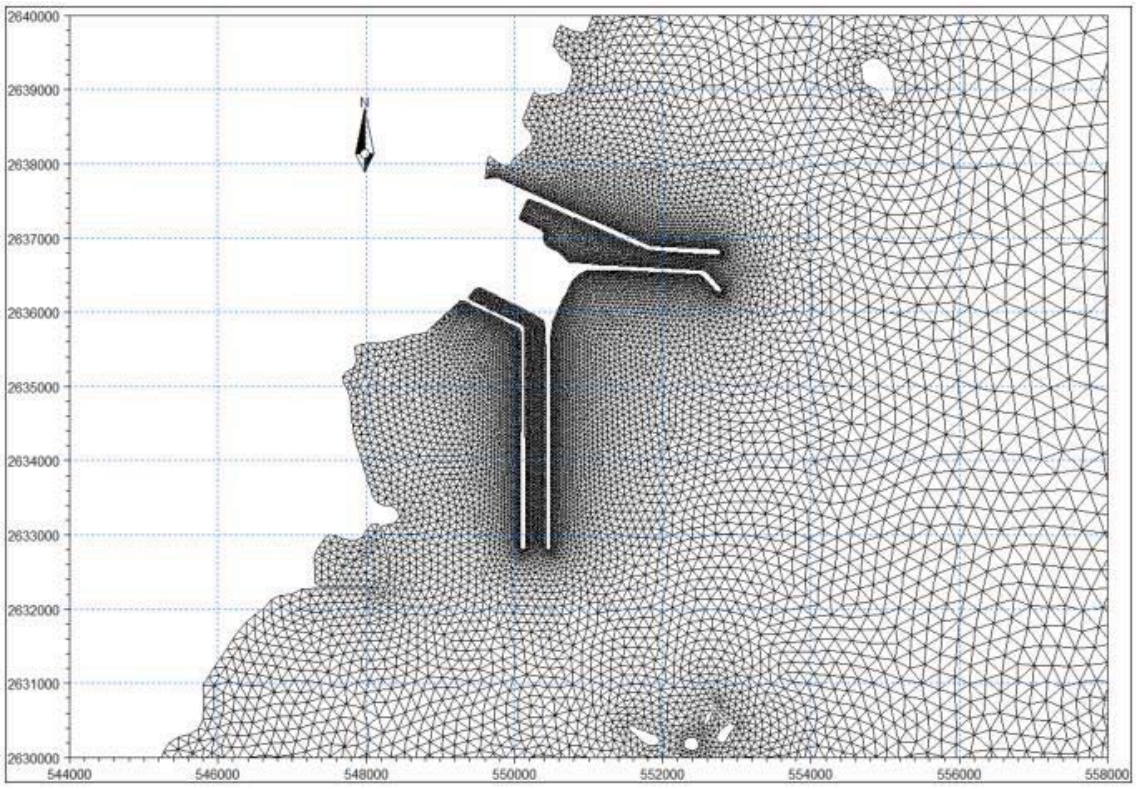


图 6.1-5　网格剖分图（取排水口附近）

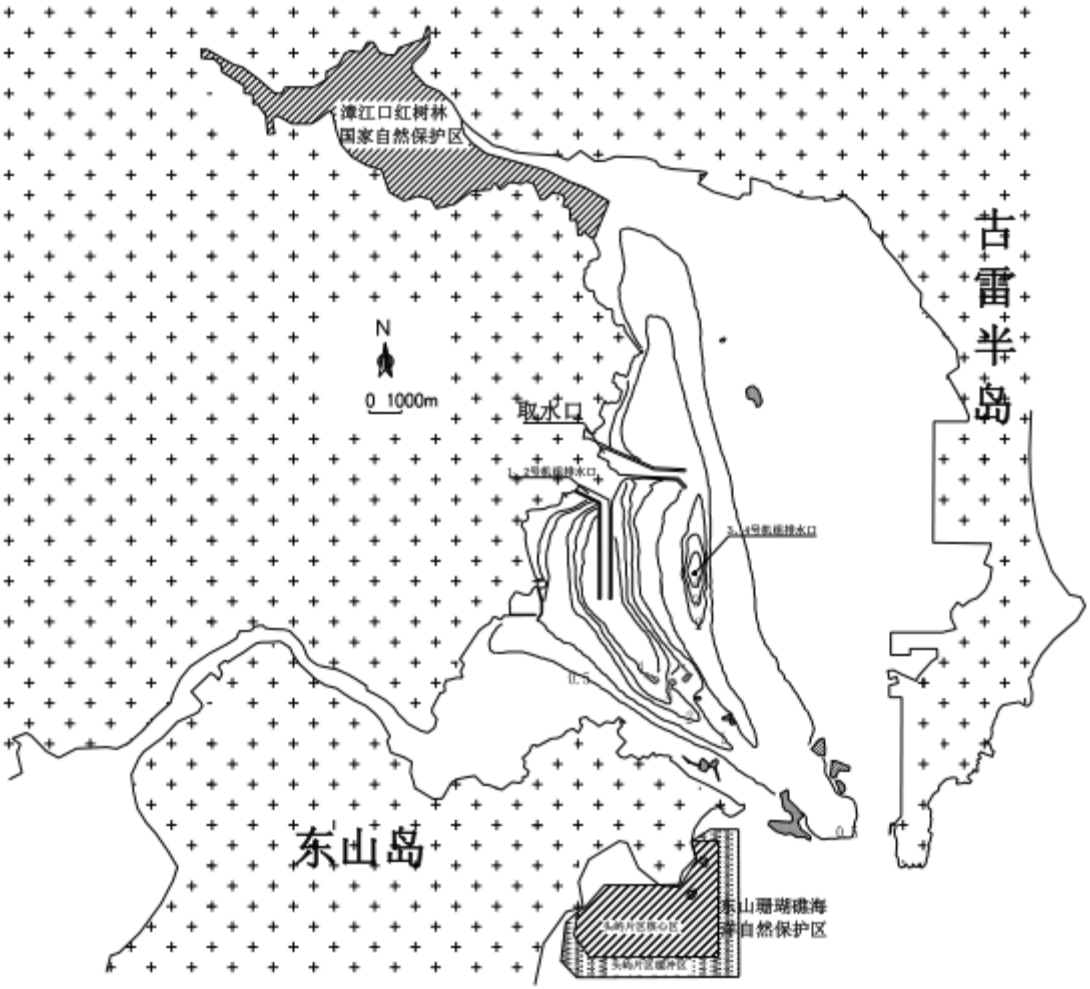


图 6.1-6　夏季半月潮全潮最大温升分布图（垂向投影）

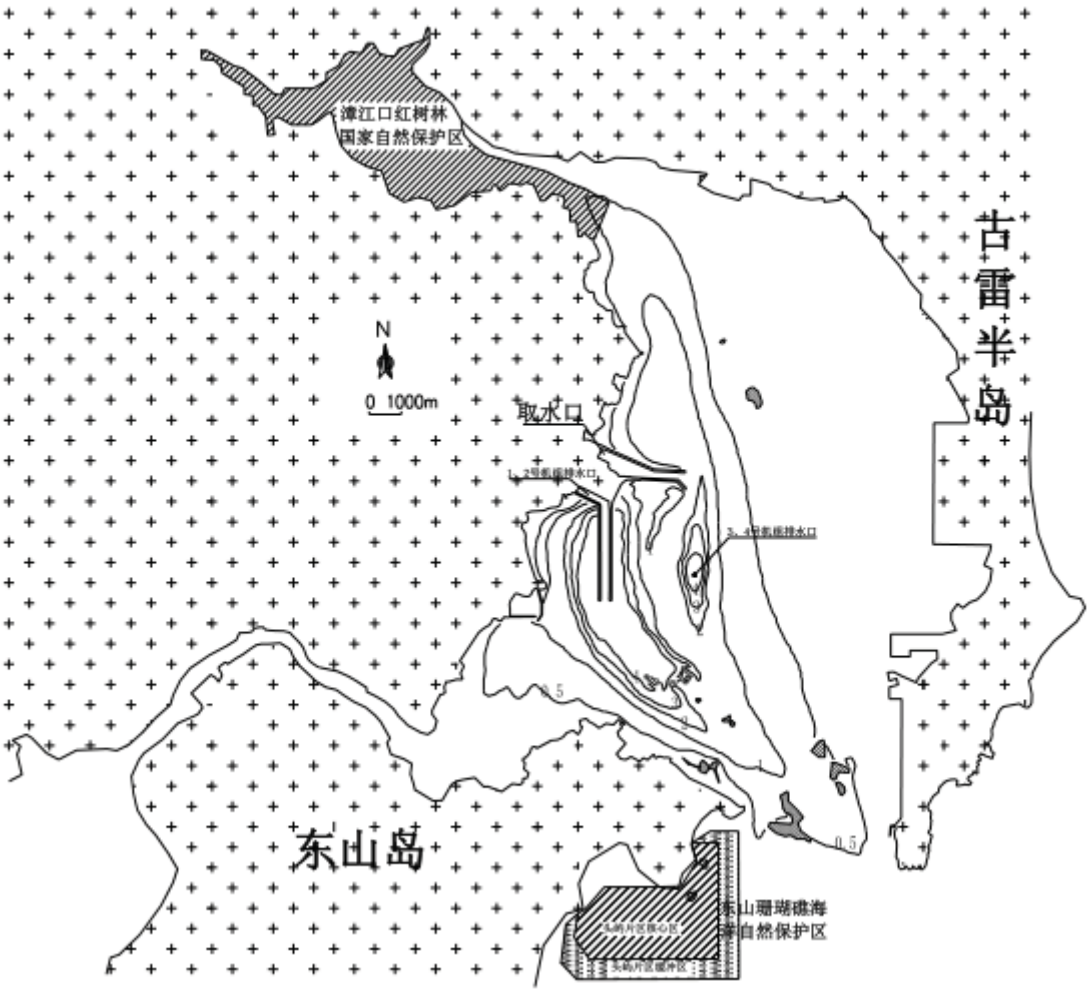


图 6.1-7　冬季半月潮全潮最大温升分布图（垂向投影）



图 6.1-8　3、4 号机组温排水影响范围与近岸海域环境功能区划的叠图

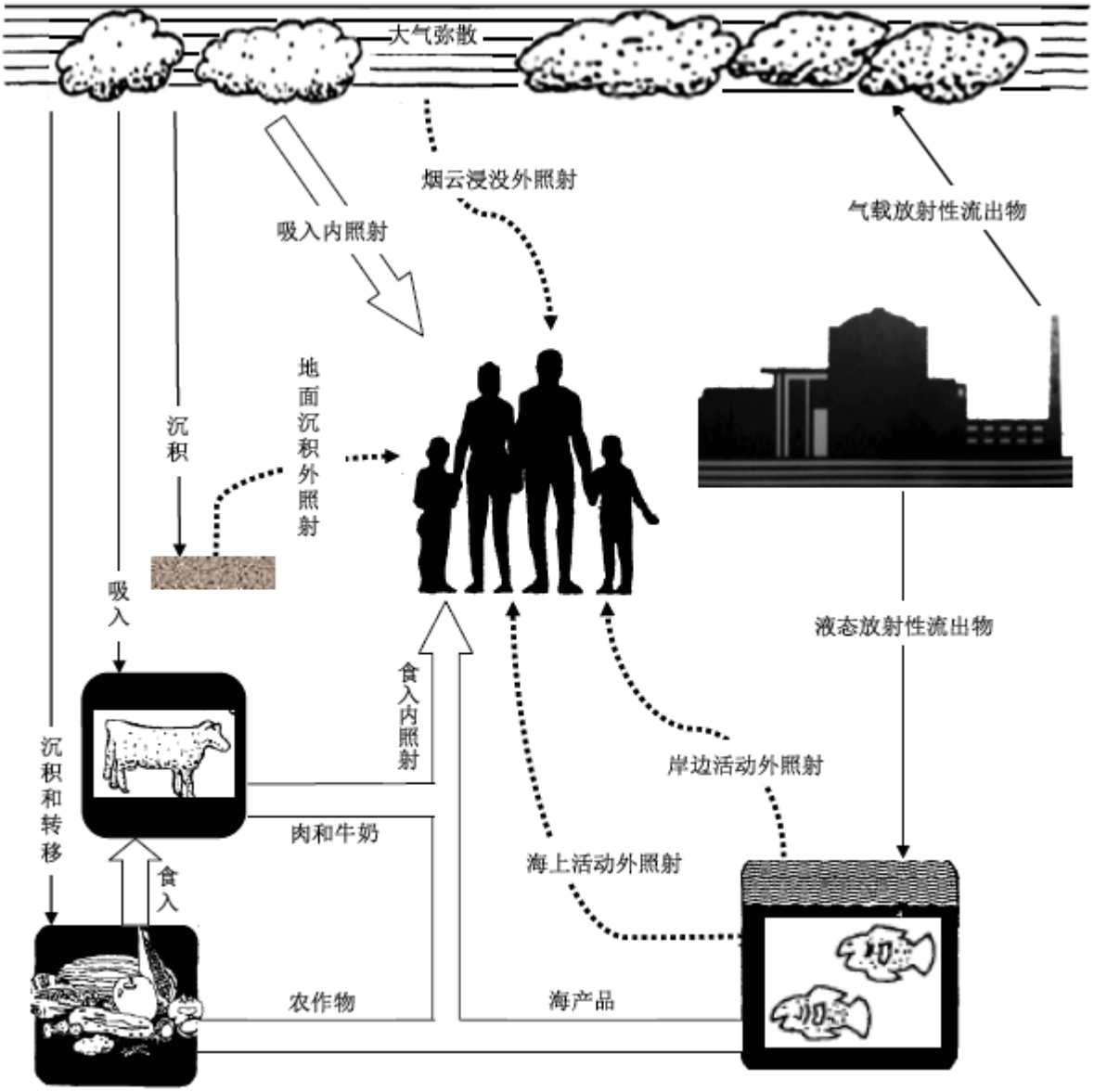


图 6.2-1 气、液态放射性流出物对公众的照射途径

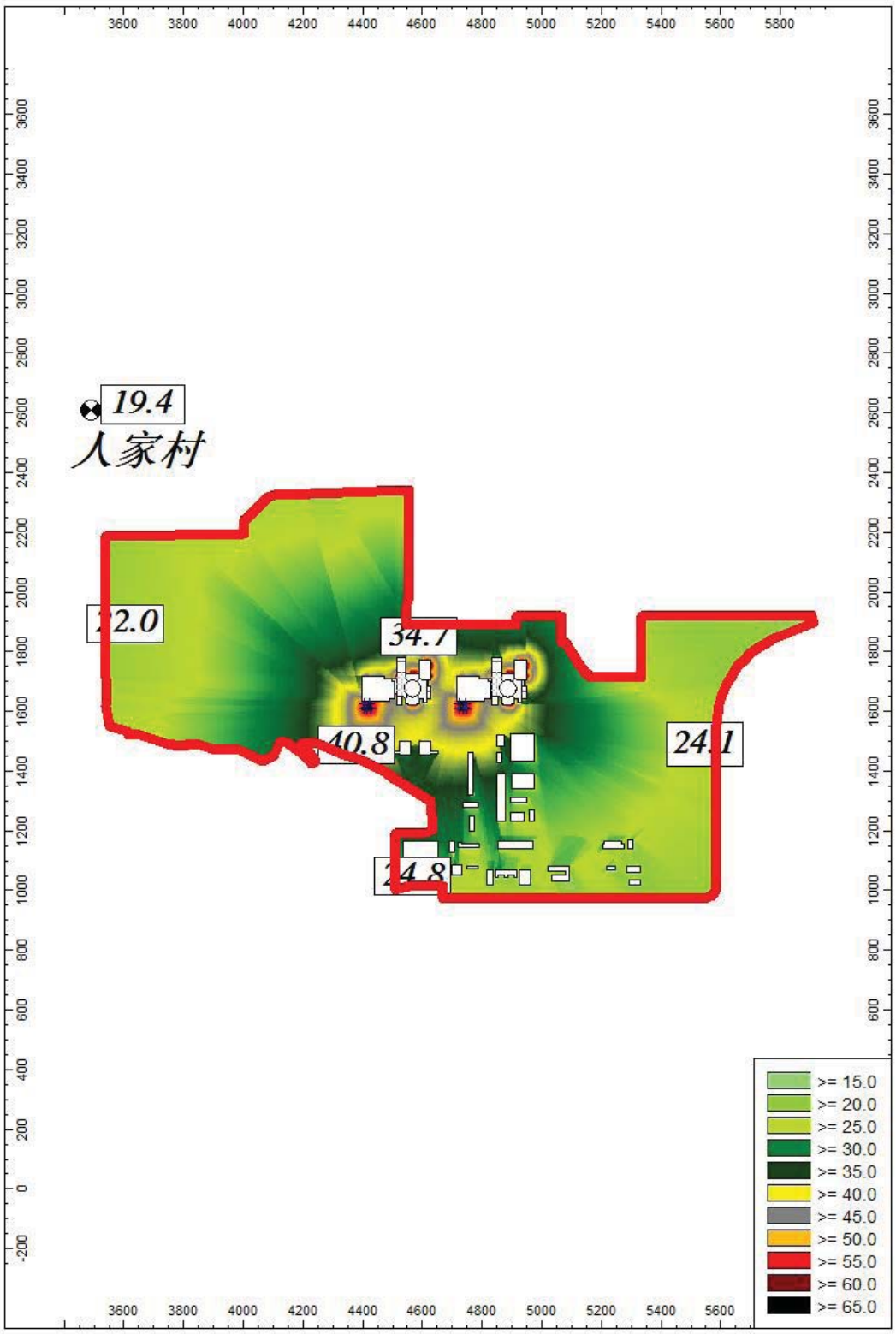


图 6.3-1 漳州核电厂 3、4 号机组运行噪声预测结果图

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述和事故源项

7.1.2 事故后果计算

7.1.3 事故后果评价

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述及源项

7.2.2 事故后果

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

7.3 厂内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

7.3.2 乏燃料运输事故

7.3.3 放射性固体废物运输事故

7.4 其他事故

7.4.1 化学物爆炸

7.4.2 火灾

7.4.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

7.4.4 化学物质被盗

7.5 事故应急

7.5.1 制定应急预案的主要依据

7.5.2 应急组织

7.5.3 应急状态分级

7.5.4 应急设施的配备

7.5.5 应急响应能力的维持

7.5.6 5km 范围内重要居民点分布与道路条件分析

7.5.7 应急计划区

表

表 7.1-1 大破口事件序列

表 7.1-2 控制棒组件弹出事故事件序列

表 7.1-3（1/2） 蒸汽发生器传热管破裂——事件序列（工况 A）

表 7.1-3（2/2） 蒸汽发生器传热管破裂——事件序列（工况 B）

表 7.1-4 反应堆冷却剂泵轴卡住主要结果

表 7.1-5 蒸汽系统管道破裂事件序列

表 7.1-6 失水事故释放到环境的放射性活度

表 7.1-7 弹棒事故通过安全壳泄漏向环境的放射性释放量

表 7.1-8（1/2） SGTR 事故向环境的放射性释放量（事故触发碘尖峰）

表 7.1-8（2/2） SGTR 事故向环境的放射性释放量（事故前碘尖峰）

表 7.1-9 卡轴事故后向环境的放射性释放量

表 7.1-10 安全壳外载有一回路冷却剂的小管线破裂事故后释放到环境的源项

表 7.1-11（1/2） 蒸汽系统管道破裂后释放到环境的放射性活度（事故触发碘尖峰）

表 7.1-11（2/2） 蒸汽系统管道破裂后释放到环境的放射性活度（事故前碘尖峰）

表 7.1-12 ZGT 贮气罐破损事故向环境的释放量（负荷跟踪运行）

表 7.1-13 容控箱破损事故释入环境的放射性活度

表 7.1-14 停堆后 100 小时最高组件气态裂变产物积存量

表 7.1-15 燃料操作事故释放到环境的源项

表 7.1-16（1/2） 非居住区边界处事故大气弥散因子（保守模型）

表 7.1-16（2/2） 非居住区边界处事故大气弥散因子（现实模型）

表 7.1-17（1/2） 规划限制区边界处事故大气弥散因子（保守模型）

表 7.1-17（2/2） 规划限制区边界处事故大气弥散因子（现实模型）

表 7.1-18 剂量转换因子

表 7.1-19（1/2） 各类事故对非居住区边界及规划限制区边界处公众个人可能造成的事故剂量后果（现实模型）

表 7.1-19（2/2） 各类事故对非居住区边界及规划限制区边界处公众个人可能造成的事故剂量后果（保守模型）

表 7.1-20 失水事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

表 7.1-21 弹棒事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

表 7.1-22（1/2） 蒸汽发生器传热管破裂事故后的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型、

事故前碘尖峰）

表 7.1-22（2/2） 蒸汽发生器传热管破裂事故后的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型、事故触发碘尖峰）

表 7.1-23 卡轴事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

表 7.1-24 安全壳外载有一回路冷却剂的小管线破裂事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

表 7.1-25（1/2） 主蒸汽管道破裂造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型，事故前碘尖峰）

表 7.1-25（2/2） 主蒸汽管道破裂造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型，事故触发碘尖峰）

表 7.1-26 废气处理系统破损的放射性后果（保守模型）

表 7.1-27 容控箱破损事故的放射性后果（保守模型）

表 7.1-28 燃料操作事故放射性后果（保守模型）

表 7.2-1 内部事件二级 PSA 释放频率

表 7.2-2 二级 PSA 源项

表 7.4-1 漳州核电厂危险化学品储存和使用情况

表 7.4-2 危险化学品存储 Q 值表

表 7.5-1 紧急防护行动的通用优化干预水平

表 7.5-2 任何情况下预期均应进行干预的剂量行动水平

表 7.5-3 食品和饮用水通用行动水平

图

图 7.2-1 基于 NUREG/CR-4691 的放射性后果计算流程图

图 7.2-2 二级 PSA 全事故谱 2 天、7 天有效剂量超过指定剂量的概率

图 7.2-3 二级 PSA 全事故谱 1 月、1 年有效剂量超过指定剂量的概率

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

根据《核动力厂环境辐射防护规定》GB 6249-2011 中事故工况下的辐射防护要求，需要对核电厂设计基准事故的潜在照射后果进行评价。福建漳州核电厂 3、4 号机组采用华龙一号技术方案，本章根据华龙一号机组设计基准事故源项，采用漳州核电厂厂址气象数据，计算各个事故对公众造成的潜在放射性后果，并评价各事故的剂量后果是否满足 GB 6249-2011 的要求。

福建漳州核电厂 3、4 号机组所考虑的主要设计基准事故如下：

— 失水事故

— 控制棒弹出事故

— 蒸汽发生器传热管破裂事故

— 卡轴事故

— 安全壳外含有一次侧冷却剂小管道破损事故

— 主蒸汽管道破裂事故

— 废气处理系统衰变箱破裂事故

— 化学容积控制系统容控箱破裂事故

— 燃料操作事故

根据《核动力厂环境辐射防护规定》GB6249-2011 的相关规定，将失水事故、控制棒弹出事故、蒸汽发生器传热管破裂事故（事故前碘峰）、卡轴事故、主蒸汽管道破裂事故、燃料操作事故按照极限事故进行评价；蒸汽发生器传热管破裂事故（事故触发碘峰）、安全壳外含有一次侧冷却剂的小管道破损事故、废气处理系统衰变箱破损事故、化学和容积控制系统容控箱破裂事故按照稀有事故进行评价。

7.1.1 事故描述和事故源项

7.1.1.1 事故描述

7.1.1.1.1 失水事故

一回路系统中等效直径大于 34.5cm 的破裂定义为大破口失水事故。

大破口失水事故通常可分为四个阶段：

— 喷放阶段，破裂开始到安注箱注射开始的阶段。

— 喷放结束/再灌水阶段，安注箱开始注射并持续直到堆芯底部开始淹没的过程。

— 早期再淹没阶段，直到安注箱注射结束。

— 晚后期再淹没阶段，直到堆芯完全骤冷和长期冷却建立。

表 7.1-1 给出了大破口失水事故的事件序列。

在发生大破口失水事故后，反应堆的保护动作如下：

a) 下列信号使反应堆紧急停堆：

— 稳压器压力低。

b) 下列信号之一触发安注系统：

— 稳压器压力低低，

— 安全壳压力高（Hi-2）。

c) 当一回路压力低于安注箱排放压力整定值时，安注箱开始向RCS环路注水。

d) 紧急停堆引起下列动作：

— 汽机进汽阀关闭，

— 与平均温度低符合隔离主给水的主调节阀管线，并且使正常旁路给水阀开启到某一固定位置。

e) 下列信号之一触发辅助给水系统：

— 安注信号，

— 主给水泵跳闸。

f) 下列信号使快速冷却启动：

— 安注信号与不存在下列主蒸汽管道隔离信号符合：

- 蒸汽管道压力低低；
- 一回路平均温度低低与两台蒸汽发生器蒸汽管道流量高符合；
- 蒸汽管道补偿压力低与两台蒸汽发生器蒸汽管道流量高符合。

快速冷却定义为通过蒸汽发生器二次侧大气释放阀对反应堆冷却剂系统进行冷却，直至二回路蒸汽压力降低到 4.5MPa(a)或操纵员手动终止时结束。

g) 下列信号触发反应堆冷却剂泵停运：

— 安注信号与反应堆冷却剂泵进、出口压差低信号符合。

大破口失水事故属于极限事故。

7.1.1.1.2 控制棒弹出事故

控制棒弹出事故是由于控制棒驱动机构耐压壳机械损坏，导致控制棒组件和驱动轴弹出堆芯外。这种机械损坏将导致正反应性的快速引入和堆芯不利的功率分布畸变。事故中可能引起局部的燃料棒损坏。

表 7.1-2 给出了控制棒弹出事故的事件序列。

弹棒事故发生后反应堆自动保护动作：

— 由多普勒效应产生的反馈使事故过程中堆芯核功率剧增停止。

— 由中子注量率高信号（低整定值和高整定值）、中子注量率正变化率高信号触发反应堆保护系统动作。中子注量率高信号触发后，经过一段时间延迟，控制棒开始下落。

— 保守地假定中子注量率高停堆信号定值为其名义值加上保守的测量误差，同时假定一个通道发生单一故障。

— 超温 ΔT 和稳压器压力高信号提供第二级保护。

控制棒弹出事故属于极限事故。

7.1.1.1.3 蒸汽发生器传热管破裂事故

蒸汽发生器传热管破裂事故(SGTR)考虑一根传热管完全双端剪切断裂。

假定事故出现在功率运行时，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 RCS 向二回路系统泄漏，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冷凝器的排放系统失效，则放射性活度将通过蒸汽发生器的安全阀和（或）大气释放阀向大气排放。

本事故分析考虑两种情况：工况 A，验证破损蒸汽发生器不发生满溢，不会有向环境的放射性液体释放；工况 B，计算向环境的最大放射性蒸汽释放。表 7.1-3 给出了在发生蒸汽发生器传热管破裂事故时，工况 A 和工况 B 的事件序列。

— 触发反应堆保护信号以前

工况 A：

破损蒸汽发生器水位由于蒸汽发生器传热管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。

由于一回路向二回路泄漏，稳压器水位逐渐降低，稳压器电加热器根据稳压器水位低自动切除。

工况 B：

由于蒸汽发生器主给水控制系统可用，主给水流量自动降低以平衡由蒸汽发生器传热管破裂导致的一回路向二回路的泄漏，破损蒸汽发生器不会达到蒸汽发生器水位高 2 定值水位和蒸汽发生器水位高 3 定值水位。

由于一回路向二回路泄漏，稳压器水位逐渐降低，稳压器电加热器根据稳压器水位低自动切除；稳压器压力逐渐降低，产生稳压器压力低信号，反应堆停堆，汽轮机跳机。

— 触发反应堆保护信号

工况 A：

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水位高 2 信号触发主给水泵停运，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辅助给水量最大。

破损蒸汽发生器水位继续上升到蒸汽发生器水位高 3 定值，蒸汽发生器水位高 3 和稳压器水位低低符合触发反应堆紧急停堆，随之汽轮机跳机，并隔离相应蒸汽发生器的辅助给水。

稳压器压力低低信号产生，安注启动。

快速冷却自动触发信号触发快速冷却执行。

工况 B：

稳压器压力继续降低，触发稳压器压力低低安注信号，主给水泵停运，主给水泵停运信号，辅助给水电动泵启动。

快速冷却自动触发信号触发快速冷却执行。

— 环境释放

事故开始后大量蒸汽进入破损蒸汽发生器蒸汽管线，从大气释放阀排出。

这导致所有 SG 卸压（没有蒸汽管线被隔离）。

操纵员干预后，操作员手动抬高破损蒸汽发生器大气释放阀整定值为 8.2MPa(a)后，关闭破损蒸汽发生器主蒸汽隔离阀，此后，将不再有放射性气体向环境的释放。

— SGTR 破口流量终止

当破损蒸汽发生器一、二次侧压力平衡时，SGTR 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过冷度。

通过完好蒸汽发生器大气释放阀冷却一回路系统。

在冷却期间，停中压安注泵，恢复上充流量，因为需要继续对一回路系统注入冷却剂以补偿 SGTR 破口流量和冷却剂的收缩。这可以维持稳压器水位和保证过冷度。

在瞬态终期破损 SG 一、二次侧压力达到平衡，不再有一次侧向二次侧的泄漏。

对蒸汽发生器满溢工况（工况 A），SGTR 破口流量在破口打开后 1.47h 终止，破损蒸汽发生器未满溢，向环境的放射性释放是：

破损 SG：蒸汽：36.8 t；

水：0 t。

对蒸汽发生器放射性后果工况（工况 B），SGTR 破口流量在破口打开后 1.32h 终止，向环境的放射性释放是：

破损 SG：蒸汽：136.6 t；

水：0.0t。

对于蒸汽发生器传热管破裂事故，反应堆的保护动作如下：

a）下列任何信号使反应堆紧急停堆：

— 安注信号；

— 稳压器压力低与 P7 信号符合；

— 蒸汽发生器水位高高与 P7 信号符合；

— 蒸汽发生器水位高 3 与稳压器水位低低符合。

b）下列信号使安注系统启动：

— 稳压器压力低低。

c）下列任何信号使蒸汽发生器主给水泵停运：

— 蒸汽发生器水位高 2；

— 安注信号。

d）下列任何信号使辅助给水电动泵启动：

— 安注信号；

— 任一台蒸汽发生器中水位低低与同一台蒸汽发生器中给水流量低符合；

— 主给水和启动给水泵停运信号。

e）下列任何信号使辅助给水汽动泵启动：

— 任一台蒸汽发生器中水位低低与同一台蒸汽发生器中给水流量低符合；

— 主冷却剂泵转速低低与 P7 信号符合。

f）下列信号使相应蒸汽发生器辅助给水隔离：

— 蒸汽发生器水位高 3 与稳压器水位低低符合隔离所在蒸汽发生器的辅助给水。

g）下列信号使快速冷却启动：

— 快速冷却自动触发信号。

快速冷却定义为通过蒸汽发生器二次侧大气释放阀对反应堆系统进行冷却，直到二回路蒸汽压力降低到 4.5MPa(a)，或操纵员手动终止时结束。

h）反应堆紧急停堆自动使汽机跳闸，如果有厂外电源，蒸汽排放阀打开，允许蒸汽排放到冷凝器。如在该事件的同时失去厂外电源或蒸汽向冷凝器的排放系统失效，则蒸汽排放阀自动关闭，以保护冷凝器。

i）操作员应确定蒸汽发生器传热管已经破裂，并在限定的时间内识别和隔离破损的蒸汽发生器，以使二回路系统污染最小，确保故障蒸汽发生器向大气的放射性释放终止。电站设有足够的指示和控制手段，能够使操作员圆满地进行这些操作。

在此特定事件中只有当一次侧和破损蒸汽发生器的压力达到平衡时破口流量才会为零。

蒸汽发生器传热管破裂（事故触发碘尖峰）属于稀有事故，蒸汽发生器传热管破裂（事故前碘尖峰）属于极限事故。

7.1.1.1.4 卡轴事故

该假想事故假设反应堆冷却剂泵转子瞬间卡住，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。

表 7.1-4 给出了反应堆冷却剂泵轴卡住事故的主要结果。

反应堆的保护动作如下：

在下列任何情况下反应堆紧急停堆：

- 一条环路反应堆冷却剂流量低信号（核功率＞30%）；
- 稳压器压力高。

卡轴事故属于极限事故。

7.1.1.1.5 安全壳外含有一次侧冷却剂小管道破损事故

这类事故是同反应堆冷却剂系统相连接并贯穿安全壳的小管道（例如取样管）破裂引起的。这类小截面管道破裂引起的冷却剂排放流量可以由一台上充泵来补充，稳压器内维持运行水位，允许操作员实施正常停堆。排放物所含放射性核素浓度与一次冷却剂的相同。

反应堆保护动作如下：

下列任何一个信号使反应堆紧急停堆：

— 超温 ΔT；

— 稳压器压力低。

分析证实，电站的设计保证依靠正常补给系统的性能可以缓解该事故的后果。

所有反应堆冷却剂取样管直径均小于 9.5mm—极小破口的最大尺寸。因此 RCV 系统能够补偿任意安全壳外此类管线的破裂。此外，所有这些管线都满足设计准则要求。没有仪表管贯穿安全壳并直接与反应堆冷却剂系统连接。

化学和容积控制系统的下泄管限制了最大下泄流量。安全壳外下泄管破损将使冷却剂喷出，其流量受下泄管孔板压降限制。由于下泄管破裂时该孔板压降将增加，下泄流量稍微增加。微增的下泄流量被增加的上充流量所补偿，使稳压器水位保持稳定（或略有下降）。向容积控制箱下泄流量的丧失将导致该箱液位下降，最终，上充泵吸入口自动切换到内置换料水箱。

安全壳外含有一次冷却剂的小管道破裂事故属于稀有事故。

7.1.1.1.6 主蒸汽管道破裂事故

蒸汽系统管道损坏最保守的假设是导致最快降温冷却的双端剪切断裂。

蒸汽系统管道破裂引起的蒸汽排放，最初将使蒸汽流量增加，而后在事故期间由于蒸汽压力下降，蒸汽流量减小。从一回路导出能量导致冷却剂的温度和压力下降。在存在负的慢化剂温度系数的情况下，降温导致正反应性引入。

如果假定在紧急停堆之后具有最大负反应性的 RCCA 卡在完全抽出的位置，则增加了堆芯临界并返回功率运行的可能性。通过安全注射系统注射硼酸使堆芯最终停堆。

表 7.1-5 给出了蒸汽系统管道破裂瞬态的事件序列。

反应堆保护动作如下：

a）反应堆紧急停堆

下列任一信号都将使反应堆紧急停堆：

— 中子注量率高，

— 中子注量率正变化率高，

— 超功率 ΔT，

— 超温 ΔT，

— 任一个安全注射信号。

b）安注系统启动

下列任一安全注射信号使安注系统启动：

— 稳压器压力低低；

— 蒸汽管道之间的压差高；

— 蒸汽流量高与反应堆冷却剂平均温度低低或补偿蒸汽压力低符合；

— 安全壳压力高 2。

安全注射系统把硼注入堆芯，降低堆芯的反应性。

主给水泵停运、安全注射或蒸汽发生器低低水位信号都会触发辅助给水系统启动。

c）下列任一信号使主蒸汽隔离阀快速关闭：

— 蒸汽流量高与反应堆冷却剂平均温度低低或补偿蒸汽压力低符合，

— 安全壳压力高 3，

— 蒸汽压力低低。

三条蒸汽管道的每一条都装了一个阀门，设计上使它在 5 秒以内就可以关闭。这些阀门防止一个以上的蒸汽发生器排放蒸汽，不管破口位置在哪里，甚至其中一个阀门未能关闭，也可以做到这一点。

d）主给水隔离

主给水管道的冗余隔离，因为过大的给水流量会加速冷却降温。

安全注射或蒸汽发生器水位高高信号触发下列动作：

— 主给水泵跳闸，

— 主给水控制阀关闭，

— 所有主给水泵出口侧的全部隔离阀都关闭。

主蒸汽管道破裂事故属于极限事故。

7.1.1.1.7 废气处理系统衰变箱破裂事故

废气处理系统(ZGT)的用途是从反应堆冷却剂中排除气体裂变产物，并处理和控制气体放射性流出物向厂址环境的释放。

处理废气使用了气体缓冲罐、过滤器和压缩机。在换料前反应堆先停堆，此时 ZGT 系统的废气总量最大。

ZGT 系统破损可能有各种起因，例如缓冲罐或贮存罐破裂、操作员差错或阀门失效等。

一个罐完全破裂导致事故发生时该罐内所含的所有气体和碘排放，并使得供给该破裂罐的管线在操纵员将其隔离前继续释放放射性活度。

考虑负荷跟踪运行情况下该事故的环境排放源项。ZBR 系统处理的一回路排放的含氢反应堆冷却活度在 ZGT 罐中积累。一回路水活度为瞬变之后达到的峰值。

废气处理系统衰变箱破裂事故属于稀有事故。

7.1.1.1.8 化学容积控制系统容控箱破裂事故

某些液体罐也装有放射性气体，这些罐破损也会使气体向环境释放。

这类事故中的设计基准事故是化学和容积控制系统（RCV）罐破损。

在正常运行条件下，化学和容积控制系统 RCV 罐内贮存的放射性活度，尤其是气态活度是最大的放射性活度。

容积控制罐如果完全破损，该罐中全部液体和气体就释放到罐所在的房间中，并且在操纵员隔断 RCV 下泄管线之前，还会有一定量的液体继续释放出来。

化学容积控制系统容控箱破裂事故属于稀有事故。

7.1.1.1.9 燃料操作事故

燃料操作事故是指一组乏燃料组件跌落在乏燃料水池内，导致经过辐照的这组乏燃料组件燃料棒包壳破损。假定事故发生在停堆后 100h，这是停堆后将乏燃料送至贮存池的最短

时间。事故导致组件内所有的燃料棒包壳破损，包壳间隙中的放射性物质全部立即释放到乏燃料水池中。裂变产物中惰性气体不滞留水中，乏燃料水池对不同形态碘的滞留因子不同。

燃料操作事故属于极限事故。

7.1.1.2 事故源项

7.1.1.2.1 失水事故

在假想的反应堆冷却剂管道双端断裂和随后的喷放以后，RSI 系统把包壳温度限制在远低于熔点以下，并保证反应堆堆芯保持完好，具有可冷却的几何构形，从而使裂变产物向安全壳的释放最少。但是，为了证明核电站在推荐的厂址运行不会对公众有任何不适当的放射性危害，对裂变产物向安全壳大量释放的假想事故作了评估。

一旦气态裂变产物活度释放到安全壳大气中，它就受到各种去除机理的处理，这些机理同时运行以降低安全壳内活度总量。对于碘，去除机理包括放射性衰变、安全壳喷淋和安全壳泄漏；对于惰性气体，去除机理包括放射性衰变和安全壳泄漏。

a）放射性衰变

假定在整个事故过程中处在安全壳内的裂变产物浓度一直经受放射性衰变。一旦该活度释放到环境，就不再考虑它的放射性衰变和沉积。

b）安全壳喷淋

为了从安全壳大气中去除气载放射性碘，电站设计了安全壳喷淋系统。为了提高安全壳喷淋系统的除碘能力，在喷淋溶液中添加了氢氧化钠。喷淋除碘的效率取决于碘的化学形式组成。

c）安全壳泄漏

在技术规格书中，规定了安全壳峰值内压下的泄漏率。假定安全壳泄漏直接释放到环境。

计算 LOCA 事故放射性源项采用了如下的假设和参数：

•从破损燃料元件释放的裂变产物份额：

惰性气体 5%

碘 5%

碱金属 5%

• 碘在安全壳内的化学形态：

元素碘占 4.85%

粒子碘占 95%

有机碘占 0.15%

• 内层安全壳泄漏率：

0.3 %/天 0~24h

0.15%/天 24h~30d

• 内层安全壳旁通份额：10%

• 环形空间通风量：3000m^3/h

• 环形空间通风过滤效率：

元素碘：99%

粒子碘：99%

有机碘：99%

根据以上所述的方法和假设，计算出大破口失水事故后通过安全壳释放到环境的源项释放结果列于表 7.1-6。

7.1.1.2.2 控制棒弹出事故

假设发生控制棒弹出事故的同时失去厂外电源。

弹棒事故的后果是：反应性的快速引入，局部功率上升，一回路冷却剂温度和压力上升，导致局部燃料棒破损/熔化，一回路冷却剂放射性污染水平上升。

弹棒事故发生后，放射性物质从燃料元件进入一回路冷却剂，并假设放射性物质与一回路冷却剂瞬时均匀混合。

释放到环境大气的放射性物质的活度包括两部分：

—通过安全壳释放的放射性活度；

—通过主蒸汽大气排放阀释放的放射性活度。

a）通过安全壳释放的放射性活度

事故发生后，一回路冷却剂中的一部分放射性物质会从损坏的控制棒机构承压外壳释放到安全壳内，并与安全壳内的大气均匀混合，在安全壳内经过放射性衰变、沉积、喷淋后通过安全壳的泄漏释放到环境大气。

b）通过主蒸汽大气排放阀释放的放射性活度

事故发生后，一回路冷却剂中的一部分放射性物质会通过蒸汽发生器传热管向二回路系统泄漏，此时的放射性活度等于二回路系统中的放射性活度加上一回路冷却剂向二回路系统泄漏的放射性活度。一回路冷却剂向二回路系统的泄漏一直持续到一回路的压力与二回路系统的压力相等为止，并假设此后不再有一回路向二回路系统的质量传递。

采用如下假设和计算参数对弹棒事故源项进行分析。

a）通过安全壳释放的假设和参数

—事故造成的燃料棒破损份额及放射性活度

堆芯功率为 3180MWth；

各区燃料在堆内的辐照时间分别为 1 个循环，2 个循环，3 个循环；

假设事故发生后，破损燃料棒的份额为堆芯燃料棒总数的 10%，熔化燃料棒的份额为堆芯燃料棒总数的 1%。

—从破损和熔化燃料棒释放的裂变产物

燃料包壳破损引起的包含在燃料芯块-包壳间隙中的裂变产物全部释放到一回路冷却剂中；

从破损燃料棒释放的裂变产物份额：

10%的惰性气体；

10%的碘；

12%的碱金属；

从熔化燃料棒释放的裂变产物份额：

100%的惰性气体；

25%的碘和碱金属。

—安全壳内裂变产物的去除

释放到一回路冷却剂中的裂变产物通过控制棒束弹出造成的破口进入安全壳。碘的化学组成为：元素碘 4.85%；粒子碘 95%；有机碘 0.15%；

假设有 50%的碘在结构上沉积。

—安全壳的泄漏

考虑双层安全壳模型，内层安全壳泄漏率前 24h 为 0.25%/d，24h 后为 0.15%/d，并且考虑了 10%的安全壳旁通效应，即内层安全壳的泄漏 90%泄漏至环形空间，10%泄漏直接到环境；

假设环形空间体积为自由空间体积的 50%，环形空间通风系统的体积流量为 300 m^3/h~3000m^3/h，这里保守取为 3000m^3/h，环形空间到环境通风过滤系统对三种形态的碘的去除效率均为 99%。

—安全壳的喷淋

保守的假设事故发生后安全壳喷淋系统立即启动；

考虑了喷淋对碘的去除，对元素碘去除速率为 11.8h^{-1}，最大去污因子为 200，对气溶胶去除系数为 5.9 h^{-1}；当去污因子达到 50 时，去除系数为 0.59 h^{-1}。

b）通过主蒸汽大气排放阀释放的假设和参数

— 安全注入系统的流量以及从安全壳破口的泄漏量和蒸发量确保一回路的冷却；

— 假设汽轮机到冷凝器的旁路不可用，在这些工况下，蒸汽释放阀释放的蒸汽流量如下：0~33s 为 0t，33~58s 为 0.135t，58~88s 为 2.688t，88~3500s 为 37.738t。安全阀释放的蒸汽流量如下：0-28s 为 4.86t，28-33s 为 1.459t，33-58s 为 4.891t，58-88s 为 2.106t，88-3500s 为 0.44t。从各蒸汽发生器至汽轮机的蒸汽流量如下：0-28s 为 31.475t。

— 假设碘的汽水分配因子为 0.01；

— 假设从一回路到二回路的泄漏量在三台蒸汽发生器之间平均分配，泄漏率为 72kg/h（每台蒸汽发生器为 24kg/h），事故过程中，一回路向二回路的泄漏率不变。

表 7.1-7 给出了弹棒事故后通过安全壳途径和通过主蒸汽大气排放阀总的向环境释放源项。

7.1.1.2.3 蒸汽发生器传热管破裂事故

为了评估假想蒸汽发生器传热管破裂事故的放射性后果，假定蒸汽发生器一根传热管完全切断。由于反应堆冷却剂通过破口漏入二回路，该事故将使二回路污染增加。安注信号触发反应堆紧急停堆。

对蒸汽发生器传热管破裂事故放射性后果作分析要考虑二回路活度以及经传热管破口释放的一回路活度的最严重释放。SGTR 事故分析结果表明，从质量释放来说，工况 B 比工况 A 更恶劣。因此，只对工况 B 计算了放射性后果。

事故前碘尖峰，假设事故前一回路碘活度归一化至 2220GBq/t I-131 剂量当量。事故触发碘尖峰，事故前一回路冷却剂的碘比活度为 37GBq/t I-131 剂量当量，事故发生后，碘的释放速率为原来的 335 倍。

事故开始前，二回路冷却剂的碘比活度为一回路稳态工况下的 10%。

— 在事故开始瞬间，反应堆在 102%额定功率下运行，该工况相当于一回路流体漏到二回路系统的流量最大。

— 假定蒸汽发生器传热管破裂发生在瞬态引起的碘尖峰时刻。这个假设认为在氙尖峰前热停堆（功率瞬态）。

— 在事故发生后 3265s，由于操作员按规程进行干预，破损蒸汽发生器一次侧压力和二次侧压力达到平衡。

— 一回路水经破口漏失总量估计为 78.7t。

对于假想蒸汽发生器传热管破裂事故，为了计算释放的活度，采用下列保守假设和参数：

— 假定在紧急停堆瞬间冷凝器不可用。

— 在事故开始后 4741s，破损蒸汽发生器一次侧压力和二次侧压力达到平衡，破损蒸汽发生器被有效隔离，此后不再有放射性从该蒸汽发生器中排出。

— 假定蒸汽发生器水位自动控制系统可用。

— 假定在事故开始瞬间蒸汽发生器排污阀关闭。

— 假定破损蒸汽发生器向大气排放的蒸汽量和水量分别为 136.6t 和 0t。

— 从事故开始到紧急停堆这段时间，由破损蒸汽发生器产生的蒸汽污染了二回路和其他蒸汽发生器中的水。

— 事故开始后 8 小时，余热排出系统（RHR）开始冷却堆芯，因而不再有蒸汽和放射性物质向环境释放。

— 在蒸汽发生器内，从蒸汽发生器一次侧带入的碘被二次侧的给水稀释；碘在未受影响蒸汽发生器中的汽水分配因子是 0.01。

根据上述假设和参数，计算得到蒸汽发生器传热管破裂情况下向环境释放源项见表 7.1-8。

7.1.1.2.4 卡轴事故

假设事故前一、二回路冷却剂系统的初始放射性活度为归一到 37GBq/t I-131 当量比活度，并考虑了瞬变后达到的最大值，二回路冷却剂的碘和碱金属比活度为一回路稳态工况下的 10%。

保守地考虑燃料包壳破损份额为 30%。假设在破损燃料棒中，裂变产物的释放份额 Kr-85 为 10%，其余惰性气体为 5%，碘-131 为 8%，其余碘为 5%，同时假设这些放射性核素瞬时释放到一回路中并混合均匀。

假设一回路向二回路的泄漏在三台蒸汽发生器之间均匀分配，总泄漏率为 72kg/h。

保守假设事故发生时蒸汽发生器排污立即终止。

假定蒸汽发生器中碘的汽水分配因子为 0.01。

计算得到发生卡轴事故后向环境释放的累积活度见表 7.1-9。

7.1.1.2.5 安全壳外含有一次侧冷却剂小管道破损事故

这类事故是同反应堆冷却剂系统相连接并贯穿安全壳的小管道（例如取样管）破裂引起的。这类小截面管道破裂引起的冷却剂排放流量可以由一台上充泵来补充，稳压器内维持运行水位，允许操作员实施正常停堆。排放物所含放射性核素浓度与一次冷却剂的相同。

安全壳外载有一回路冷却剂的小管线包括反应堆冷却剂核取样管线和从化容控制系统到液态放射性废物处理系统的化容控制系统净化流排放管线。没有仪表管贯穿安全壳并直接与反应堆冷却剂系统连接。因此，发生这类事故可能由以下两种原因造成：核取样管线破裂，或是化容控制系统管线及与化容控制系统相连的管线破裂。

源项计算采用的假定与参数如下：

— 假设从事故发生开始，30min 后信号触发，再过 30min 后操纵员干预；

— 假设在核取样管线破损的情况下，最大破口流量为 1.203kg/s；在化容系统净化流排放管线破损情况下，最大破口流量为 8.98kg/s；

— 假设释放的冷却剂中所有的惰性气体都进入反应堆厂房大气，核取样管线流体闪蒸份额约为 0.75，化容系统净化流排放管线流体闪蒸份额约为 0.18，释放到大气中的碘的汽水分配因子为 0.1；

— 假设事故触发碘尖峰，碘的释放速率为平衡状态下的 500 倍；

— 不考虑放射性核素的衰减。

计算得到的安全壳外含有一次侧冷却剂小管道破损事故向环境释放的源项见表 7.1-10。

7.1.1.2.6 主蒸汽管道破裂事故

为了评价假想的主蒸汽管道（安全壳外）破裂造成的放射性后果，假设一根安全壳外主蒸汽管道完全断裂。还假设厂外电源同时丧失，即冷凝器不可用，来自两台未受影响蒸汽发生器的所有蒸汽都释放入大气。在收到安全注射信号后安全注射系统动作，反应堆紧急停堆。

主蒸汽管道隔离阀、其旁路阀以及蒸汽排放管线阀，根据主蒸汽隔离信号将蒸汽发生器和主蒸汽管道隔离。主蒸汽隔离阀安装在从每个蒸汽发生器出来的主蒸汽管道上，位置在安全壳外安全释放阀的下游。事故中受影响的蒸汽发生器（与破裂蒸汽管线相连的蒸汽发生器）完全排空，蒸汽直接排入大气。

两台未受影响的蒸汽发生器可以通过释放阀将蒸汽排入大气来带走堆芯衰变热。向大气的排放持续进行，直到反应堆主冷却剂的温度和压力降到余热排出系统（RHR）能够投入冷却堆芯为止。

由受影响蒸汽发生器和安全阀排放的二回路蒸汽会对环境造成放射性后果。这是由于蒸汽发生器传热管的泄漏使二回路蒸汽受到了反应堆主冷却剂的污染。

源项计算中采用的主要假设和参数如下：

a）事故前一回路和二回路水的放射性活度

事故分析考虑了事故前碘尖峰和事故触发碘尖峰两种假设。二回路冷却剂液态中碘的比活度为 3.7E+03Bq/g I-131 当量，也就是一回路中比活度的 10%。

假设一回路向二回路的泄漏在三台蒸汽发生器之间均匀分配，泄漏率为 72kg/h。

b）事故期间的假设

事故发生在热停堆工况下。

假定事故后蒸汽发生器排污立即终止。

紧急停堆后，假设冷凝器不可用，机组的冷却通过蒸汽发生器中水的蒸发和蒸汽排入大气来保证。

受影响蒸汽发生器主给水隔离时间为 22.7 秒，辅助给水隔离时间为 30 分钟。

事故期间，保守假设受影响蒸汽发生器一/二回路的泄漏率：72kg/h。假设在事故期间，一/二回路的泄漏率保持不变。

计算得到的主蒸汽管道破裂事故向环境释放的源项见表 7.1-11。

7.1.1.2.7 废气处理系统衰变箱破裂事故

ZGT罐中累积的放射性活度来自于：

— ZGT 系统的排气；

— RCV 罐气相的去除；

— 在停堆瞬变前充满 ZGT 罐，使得在破裂发生时罐是满的；

— ZBR 缓冲罐的气相（仅对于碘，气体直接转移到 ZGT 罐）。

a) 针对气体的计算假设

—假设一回路系统裂变产物气体活度向 ZGT 罐的转移直接由 ZBR 系统的除气器完成，在 ZBR 缓冲罐中的一回路水不除气；

—一回路水活度为瞬变之后达到的峰值；

—在除气器中，假设除气因子等于 1。

b) 针对碘的计算假设

—假设一回路系统碘活度向 ZGT 罐的转移通过 ZBR 系统除气器以及 ZBR 缓冲罐气相与 ZBR 罐间的连接段实现，在这种情况下假设连接段是畅通的；

—假设 RCV 和 ZBR 除盐器的去污因子等于 100（两个除盐设备串联）；

—假设除气器液面处（碘的）分离因子等于 10^{-3}；

—ZBR 缓冲罐气相的比活度由其液相的比活度乘以 10^{-4} 的分离因子得到。

c) 与隔断ZGT罐供气管线所需时间有关的假设

假设在ZGT罐破裂的情况下，控制室内报警系统没有对该事故发出信号，并且忽略了由罐破裂引起的氢探测器给出的信号。

核辅助厂房通风系统的放射性活度是能够探测到故障的唯一的量。假设使事故就地阻止和关闭隔离阀所需的时间为1小时。

d) 与停堆后罐破裂时间有关的假设

假设ZGT罐破裂是使放射性后果最严重的方式，在停堆时发生破裂其放射性后果最严重。

计算得到该事故向环境的释放源项见表 7.1-12。

7.1.1.2.8 化学容积控制系统容控箱破裂事故

计算化学和容积控制系统（RCV）箱破损的放射性后果时采用的假设和参数如下：

a) 事故前和事故期间一回路冷却剂活度

假设事故发生在事故前瞬变造成的最大碘峰时，RCV箱冷却剂活度在一回路冷却剂峰值时最大。

b) RCV箱液相和气相的活度

在最大下泄流量的稳态工况下，考虑碘通过混合床除盐器的去污因子等于10，计算了在RCV箱运行工况下RCV箱液相和气相的活度。

对于稳态工况下的碘，假设其分离因子FPg为10^{-4}。

对于稳态工况下的气体，假设氙的分离因子FPg为15，氪的分离因子FPg为25。

c) 释放到RCV箱房间的裂变产物

释放到RCV房间的裂变产物如下：

—RCV箱气相中包含的所有惰性气体和碘；

—RCV箱液相中包含的所有惰性气体和碘，以及下泄管线隔离前排出的水容积中包含的所有惰性气体和碘；

—从RCV箱中蒸发、具有某个FPg分离因子（气相中同位素数量/该同位素总量）的碘；

—从下泄管线排出的水容积中蒸发、具有某个FPg分离因子的碘，假设该管线在1小时内（操纵员根据RCV低-低信号和非常低压力的报警找到破口位置，并在控制室内关闭隔离阀的反应时间）被隔离。

该事故向环境的释放源项见表7.1-13。

7.1.1.2.9 燃料操作事故

燃料操作事故放射性后果计算中采用了如下假设：

- 损坏的燃料组件是堆芯内运行功率水平最高的待卸料组件，按照热功率和燃耗的包络结果计算；
- 事故发生在停堆后100小时，即乏燃料首次运到燃料储存区的最短时间；
- 事故导致一个燃料组件中的所有燃料棒破损，使得燃料包壳间隙中的所有裂变产物装量都被释放。

考虑了停堆后的放射性衰变，计算出了在停堆 100 小时的燃料裂变产物放射性活度。表 7.1-14 给出了这些值。

— 裂变产物装量

- 燃料包壳间隙中的裂变产物装量在事故发生时释放到燃料储存区的水中。这一装量为：
- 惰性气体（Kr-85除外）：燃料装量的5%；
- Kr-85：燃料装量的10%；
- 碘（I-131除外）：燃料装量的5%
- I-131：燃料装量的8%。

从燃料向乏燃料水池释放的放射性碘的化学形态假设为95%的碘化铯（CsI）、4.85%元素碘和0.15%有机碘。假设从燃料释放的CsI完全溶于水池中。因为水池水的低PH值，碘再演变成元素碘。假设该过程瞬时发生。

— 燃料厂房内裂变产物的释放

由于卤素的可溶性和水解作用，燃料包壳间隙中的大部分卤素滞留在了燃料储存池的水中。惰性气体由于不产生水解作用，不会留在水中。水池对碘的去污因子采用如下假设：

- 对于元素碘为500；
- 对于有机碘为1。

元素碘（99.85%）和有机碘（0.15%）去污因子的差异使得水上方碘的组成为 57%元素碘和 43%有机碘。

该事故向环境的释放源项见表 7.1-15。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

7.1.2.1.1 计算模式

应用于事故后果评价的事故（短期）大气弥散因子，按照《核电厂事故工况气载放射性物质释放辐射环境影响评价技术规范》（NB/T 20182-2012）推荐的模式进行计算。

设计基准事故条件下短期大气弥散因子的估算采用地面释放模式进行计算。对于地面释放，其事故（短期）大气弥散因子（X/Q）通过以下公式来确定：

$$\frac{X}{Q}(r,k,j)=\frac{1}{u_{kj}(10)[\pi\sigma_{yj}(r)\sigma_{zj}(r)+A/2]} \tag{7.1}$$

$$\frac{X}{Q}(r,k,j)=\frac{1}{3\cdot u_{kj}(10)\pi\sigma_{yj}(r)\sigma_{zj}(r)} \tag{7.2}$$

$$\frac{X}{Q}(r,k,j)=\frac{1}{u_{kj}(10)\pi M_{kj}(r)\sigma_{yj}(r)\sigma_{zj}(r)} \tag{7.3}$$

其中：

$X/Q(r,k,j)$：下风向距离 r 处，k 风速级，j 稳定度的大气弥散因子，(s/m^3)；

$\sigma_{yj}(r)$：j 稳定度、r 距离处烟羽水平弥散参数，(m)；

$\sigma_{zj}(r)$：j 稳定度、r 距离处烟羽垂直弥散参数，(m)；

$u_{kj}(10)$：地面上方 10 米高度处、k 风速级、j 稳定度的平均风速，(m/s)；

A：反应堆建筑物的最小迎风截面，(m^2)；

$M_{kj}(r)$：风速级 k，稳定度 j 在下风向距离 r 处水平烟羽弥散的风摆因子。

距离 r 不大于 800m 时，$M_{kj}(r)\sigma_{yj}(r)=M_{kj}(r)\sigma_{yj}(r)$。当距离 r 大于 800m 时，$M_{kj}(r)\sigma_{yj}(r)=\sigma_{yj}(r)+[M_{kj}(r)-1]\sigma_{yj}(800)$，式中，$\sigma_{yj}(800)$是 j 稳定度，下风向 800m 处烟羽的水平弥散参数。

对于中性 D 或稳定的（E、F、G）大气稳定度天气，且 10m 高处风速小于 6m/s 时，大气弥散因子 X/Q 的值是由公式 7.1 和 7.2 求出的较大值与公式 7.3 的值比较，选其较小值。在非稳定（A、B 或 C）的大气稳定度情况或者 10m 高处风速≥6m/s 时，不考虑风摆，则取公式 7.1 和公式 7.2 计算的较大值作为 X/Q 的值。

7.1.2.1.2 短期大气弥散因子

采用福建漳州核电厂址 2020.5～2021.4 的 10m 高度的三维联合频率，以及厂址实测大气扩散参数。对于保守模型，计算全厂址概率水平为 95%以及各方位概率水平为 99.5%的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子，取各方位的最大值与全厂址 95%概率水平的值比较，取其中较大值作为 0~2 小时保守的大气弥散因子；对于现实模型，取全厂址 50%概率水平的小时大气弥散因子作为 0~2 小时现实的大气弥散因子。对于释放持续时间长于 2 小时的大气弥散因子，则利用小时大气弥散因子与年均大气弥散因子，采用双对数内插的方法求得。

计算厂址非居住区边界（600m）和规划限制区边界（5km）各方位 0-2h、2-8h、8-24h、24-96h、96-720h 五个时段的大气弥散因子，保守模型、现实模型的大气弥散因子分别列于表 7.1-16 和表 7.1-17。

7.1.2.2 事故剂量

7.1.2.2.1 计算模式

对各类设计基准事故分别计算了非居住区边界和规划限制区外边界的个人剂量。照射途径考虑了事故期间起主要作用的三个途径：

- 放射性烟云浸没外照射；

- 沉积在地面的放射性物质外照射；
- 从烟云中吸入放射性物质内照射。

事故剂量计算公式如下：

（1）放射性烟云浸没外照射

$$(DA)_{re}=\sum_{n}Q_{ne}\cdot(X/Q)_{re}\cdot DFA_{n} \tag{7.4}$$

其中：

$(DA)_{re}$：事故发生后第 e 释放时间段内在 r 距离处的烟云浸没剂量(Sv)；

Q_{ne}：事故发生后第 e 释放时间段内核素 n 的释放活度(Bq)；

$(X/Q)_{re}$：事故发生后第 e 时间段、r 距离处的事故大气弥散因子(s/m^3)；

DFA_n：放射性核素 n 的空气浸没剂量转换因子(Sv·m^3)/(Bq·s)。

（2）地面沉积外照射

$$(DG)_{re}=\sum_{n}Q_{ne}\cdot\omega_{n}^{干}(e)\cdot DFG_{n}\cdot\frac{1}{\lambda^{2}\cdot Te}\left(\lambda\cdot Te+\exp(-\lambda\cdot Tr)\cdot(1-\exp(\lambda\cdot Te))\right) \tag{7.5}$$

其中：

$(DG)_{re}$：由于事故后第 e 时间段内的放射性释放，在 r 距离处由地面沉积的放射性核素在 t_r 照射时间内形成的剂量(Sv)；

$\omega_{n}^{干}(e)$：事故后第 e 时段核素 n 在距离 r 处的干沉积因子(m^{-2})；

干沉积因子的计算公式为：$\omega_{n}^{干}(e)=(X/Q)_{re}\cdot V_{d}$；

其中 V_d 为核素的干沉积速度(m/s)；

DFG_n：核素 n 的地面外照射剂量转换因子(Sv·m^2)/(Bq·s)；

λ：核素 n 的衰变常数(s^{-1})；

T_e：第 e 时间段的释放时间(s)；

t_r：沉积剂量的评价时间(s)，取 30 天。

（3）吸入放射性物质引起的内照射

$$(DI)_{re}=\sum_{n}Q_{ne}\cdot(X/Q)_{re}\cdot BR_{e}\cdot DFI_{n} \tag{7.6}$$

其中：

$(DI)_{re}$：事故发生后第 e 时间段在 r 距离处由于吸入烟云中放射性物质产生的剂量(Sv)；

BR_e：成人在 e 时段的呼吸率(m^3/s)；

DFI_n：放射性核素 n 的吸入剂量转换因子（Sv/Bq）。

（4）事故期间位于某边界（或距离 r）处的公众个人可能受到的最大剂量（有效剂量当量或甲状腺剂量当量则在公式中采用相应的剂量转换因子）用下式表示：

$$D_r = \sum_e \left[(DA)_{re} + (DG)_{re} + (DI)_{re} \right] \tag{7.7}$$

7.1.2.2.2 参数选取

（1）剂量转换因子

外照射剂量转换因子取自 GB18871-2002 和美国联邦导则第 12 号报告中的推荐值。吸入内照射剂量转换因子取自于 GB18871-2002，甲状腺内照射剂量转换因子取自于 ICRP71 号报告；对于 ICRP71 号报告缺少的核素的甲状腺剂量转换因子，则取用美国联邦导则 11 号报告中的推荐值。剂量转换因子的具体数值见表 7.1-18。

（2）干沉积速度

干沉积速度取自联邦德国辐射防护委员会第十七卷出版物：分子碘的干沉积速度为 1×10^{-2} m/s；有机碘的干沉积速度为 1×10^{-4} m/s；颗粒物取 1.5×10^{-3} m/s；气体取 0.0 m/s。

（3）呼吸率

场外公众的呼吸率取自《核电厂事故工况气载放射性物质释放辐射环境影响评价技术规范》（NB/T 20182-2012）：

0～8h 时段，$BR=3.5\times10^{-4}m^3/s$；

8～24h 时段，$BR=1.8\times10^{-4}m^3/s$；

24h～30d 时段，$BR=2.3\times10^{-4}m^3/s$。

7.1.2.2.3 计算结果

表 7.1-19 至表 7.1-28 为各类事故对非居住区边界及规划限制区边界处公众个人可能造成的事故剂量后果。

7.1.3 事故后果评价

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）中规定，对于设计基准事故的潜在照射后果应符合下列要求：

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。

从计算结果可以看出，当采用现实大气弥散因子或保守大气弥散因子时，福建漳州核电厂3、4 号机组的设计基准事故所导致的剂量后果均小于 GB6249-2011 中相关的剂量控制值。

在各类极限事故中，放射性后果最严重的是燃料操作事故。在一系列的保守假设下，该事故在非居住区边界和规划限制区边界处的有效剂量分别为 1.05E-02Sv 和 9.09E-04Sv，分别占事故剂量控制值的 10.5%和 0.91%，甲状腺当量剂量分别为 1.49E-01Sv 和 1.29E-02Sv，分别占事故剂量控制值的 14.9%和 1.29%。

在各类稀有事故中，放射性后果最严重的是安全壳外含有一次侧冷却剂的小管道破损事故，当采用保守大气弥散因子时，该事故在非居住区边界和规划限制区边界处的有效剂量分别为 1.24E-03Sv 和 1.08E-04Sv，分别占事故剂量控制值的 24.8%和 2.16%；甲状腺当量剂量分别为 1.00E-02Sv 和 8.68E-04Sv，分别占事故剂量控制值 20.0%和 1.74%。

综上所述，福建漳州核电厂 3、4 号机组设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足 GB6249-2011 的要求。

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述及源项

对于严重事故，华龙一号机组设计上考虑了完善的严重事故预防及缓解措施，可以防止大量放射性向环境释放的严重事故发生。在本阶段参考漳州核电厂 1、2 号机组现阶段的二级 PSA 分析成果，评价严重事故的放射性后果。

7.2.1.2 二级 PSA 事故序列

内部事件二级PSA源项分析中共考虑了以下11个释放类：

- RC01 安全壳完好
- RC02 安全壳隔离失效
- RC03 安全壳旁路失效：界面失水事故（LOCA）
- RC04 安全壳旁路失效：蒸汽发生器传热管破裂（SGTR）
- RC05 安全壳早期失效，压力容器下封头熔穿
- RC06 安全壳早期失效，压力容器下封头完好
- RC07 安全壳晚期超压失效，压力容器下封头熔穿
- RC08 安全壳晚期超压失效，压力容器下封头完好
- RC09 安全壳过滤排放，压力容器下封头熔穿
- RC10 安全壳过滤排放，压力容器下封头完好
- RC11 安全壳底板熔穿

其中，RC01 为安全壳完好释放类，裂变产物主要通过安全壳设计泄漏向环境释放；RC02 为安全壳隔离失效释放类，裂变产物向安全壳释放，并且在事故开始时安全壳没有与环境隔离；RC03 和 RC04 为安全壳旁路释放类，分别考虑了界面 LOCA 和 SGTR 向环境释放；RC05 和 RC06 为安全壳早期失效释放类，分别考虑了在 RPV 失效时蒸汽爆炸和堆芯坍塌时氢气爆炸造成的安全壳失效；RC07 和 RC08 为安全壳晚期失效释放类，考虑了非能动安全壳热量导出系统（PCS）失效时熔融物与混凝土作用（MCCI）和堆腔注水冷却系统（CIS）产生的水蒸气等其他气体造成的安全壳超压失效；RC09 和 RC10 为考虑了过滤排放后的释放类；RC11 为安全壳底板熔穿释放类。

各释放类释放频率见表 7.2-1，释放份额见表 7.2-2。

7.2.2 事故后果

7.2.2.1 计算模式及计算参数

7.2.2.1.1 计算模式

采用 NUREG/CR-4691 推荐的事故后果评价模式计算严重事故造成的放射性后果。NUREG/CR-4691 模拟了放射性物质释放入大气的严重事故的场外后果。NUREG/CR-4691 提出的评价模式可以估算公众剂量，健康效应以及环境污染的经济代价和损失。该模式分为三个模块：ATMOS，EARLY 和 CHRONC。ATOMS 模块处理放射性物质的大气扩散、输送和沉降。EARLY 模块模拟应急阶段的直接照射途径、剂量、缓解措施和健康效应。CHRONC 模块模拟中期和长期阶段的直接和间接照射途径、剂量、缓解措施和健康效应，并计算早期、中期和长期阶段防护行动的经济代价。该模式的计算流程如图 7.2-1 所示。

7.2.2.1.2 计算条件

（1）厂址气象数据

采用福建漳州核电厂厂址 2020.5~2021.4 整年的逐时气象监测数据和厂址实测大气扩散参数。

（2）呼吸率

采用 NUREG/CR-4691 的默认值（与 IAEA NS-G-57 推荐值一致）：$2.66\times10^{-4}m^3/s$。

（3）沉降

干沉降速度参考联邦德国辐射防护委员会第 17 卷出版物（SSK17），粒子碘取 0.0015 m/s，有机碘取 0.0001 m/s，元素碘取 0.01 m/s，其他核素（不包括惰性气体）统一取 0.0015 m/s，惰性气体不考虑沉降。

湿沉积模型描述降水引起的物质在地面的沉积量，主要与降水强度和降水持续时间有关。空气中剩余份额为：$F=\exp(-A\cdot T\cdot I^B)$，T 和 I 分别为降水持续时间和雨强，A、B 为经验系数。这里分别取 9.5E-5 和 0.8。

（4）剂量转换因子

采用 NUREG/CR-4691 评价模式的默认值。

（5）释放高度

释放高度均保守考虑为地面释放。

（6）建筑物尾流

反应堆建筑物投影面积取 73m（高度）×56m（宽度）。

7.2.2.2 计算结果

利用福建漳州核电厂厂址 2020.5~2021.4 的逐时气象监测数据，采用 NUREG/CR-4691 评价模式，计算二级 PSA 全事故谱 2 天、7 天、1 个月和 1 年内不同距离处超越指定有效剂量的概率，结果分别如图 7.2-2 和图 7.2-3 所示。

其中，采用 GB 18871-2002 附录 E 规定的通用优化干预水平作为 2 天、7 天、1 月、1 年的指定有效剂量，即隐蔽的通用优化干预水平是 2 天内可防止剂量为 10mSv，临时撤离的通用优化干预水平是 7 天内可防止剂量为 50mSv，开始临时避迁的通用优化干预水平是 1 个月内可防止剂量为 30mSv。考虑到最佳情况下，防护行动可以避免全部的人员剂量，即采取防护行动后的剩余剂量为 0，此时可防止剂量值达到最大，与事故的预期剂量相当，即可防止剂量的上限，在数值上等于预期剂量。此外，由于无法精确得到应急防护措施的效益来计算可防止剂量，因此，采用预期剂量来代替准则中对可防止剂量的要求。

由图 7.2-2 可以看出，二级 PSA 全事故谱概率加权后，在距离反应堆中心 2km 处，2 天有效剂量超过 10mSv 的概率、7 天有效剂量超过 50mSv 的概率均小于 10%；由图 7.2-3 可以看出，在距离反应堆中心 2km 处，1 个月和一年有效剂量超过 30mSv 的概率均小于 10%。

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

“华龙一号”三代核电技术设计上满足“纵深防御”原则，运行管理上考虑了多个防御层次，限制事故发展，防止堆芯熔化，缓解严重事故，包容放射性物质，减轻放射性物质释放后果。安全设施遵循多重性、多样性、独立性、保守性等设计原则。基于国际上对严重事故的研究成果和我国核安全法规的要求，考虑了完善的严重事故预防与缓解措施。

7.2.3.1 预防措施

为了贯彻纵深防御原则，事故预防阶段的基本思路就是确保反应堆的三个安全功能：为了防止或及早终止堆芯损坏过程，需要保证对堆内反应性的控制，保证反应堆能够及时停堆，同时确保反应堆能够长期处于次临界状态，防止出现重返临界现象。同时，为了避免由于过热而引起的燃料元件损坏，事故情况下就必须导出核燃料的释热，确保对堆芯的冷却。为此可采用的方法有二次侧降温降压、一回路充排冷却及余热排出系统的导热等。为了避免放射性物质扩散到环境中，需要确保对放射性的包容能力，保证安全壳的完整性。可考虑的措施主要是安全壳隔离以及必要的减压措施等。

下面给出“华龙一号”的严重事故预防措施。

（1）确保停堆：在事故发生后，及早停堆是最为有效的干预手段。为了确保停堆，“华龙一号”机组专门增加了应急硼注入系统（REB）。此外，安全注入系统（RSI）也可以在反应堆冷却剂管道破裂、主蒸汽管道破裂、蒸汽发生器传热管破裂及弹棒等假想事故时向堆

芯注入含硼水。

（2）防止重返临界：为了防止出现重返临界的危险，主要的措施包括注入浓硼水和控制降温速率等。注入浓硼水可以由应急硼注入系统（REB）和安全注入系统（RSI）来完成。降温速率控制则由事故处置规程来完成。

（3）维持冷却剂装量：维持冷却剂装量是预防严重事故的重要条件。在冷却剂压力边界遭到破坏的情况下，安全注入系统（RSI）可以注入冷却水维持冷却剂装量。

（4）维持堆芯冷却剂流量：在事故情况下，维持一定的堆芯冷却剂流量，是排出堆芯热量、确保堆芯冷却的重要保障。为了确保堆芯在事故情况下的冷却，核电厂设计有安全注入系统（RSI），能够不断向一回路注入大量冷却水，以补偿冷却剂的流失，维持堆芯冷却剂流量，从而保证堆芯的冷却。

（5）维持热阱：维持热阱是反应堆从事故状态转入最终安全状态的保障。在发生全厂断电事故且叠加辅助给水系统汽动泵系列失效时，二次侧非能动余热排出系统（PRS）将自动投入运行，导出堆芯余热及反应堆冷却剂系统各设备的储热，在 72 小时内将反应堆维持在安全的停堆状态。事故后长期排出堆芯余热可以通过余热排出系统完成。余热排出系统设计满足单一故障原则。

（6）维持安全壳完整性：在事故后，维持安全壳完整性是防止大量放射性物质外逸的关键。通过对结构体及内部包容物环境条件的有效控制，可维持安全壳的完整性。控制措施主要有安全壳隔离系统、安全壳喷淋系统（CSP）及非能动安全壳热量导出系统（PCS）。其中安全壳喷淋系统（CSP）能够在发生引起安全壳压力和温度上升的事故时，将安全壳内的温度和压力保持在可接受的范围内；在必要时可在喷淋水中添加化学药剂，以降低安全壳内大气的放射性水平。非能动安全壳热量导出系统（PCS）在核电厂发生导致安全壳压力温度上升的事故时，无需操纵员干预，将安全壳内热量带到壳外换热水箱中，并最终排向大气。即使发生全厂断电，该系统利用自然循环也可实现安全壳的长期排热，达到事故后给安全壳降温降压的目的。

7.2.3.2 缓解措施

“华龙一号”机组作为第三代核电厂，在发生堆芯损坏的超设计基准事故情况下，有以下措施用于缓解严重事故后果：

（1）防止高压熔堆

为了在严重事故工况下防止高压熔堆的发生，“华龙一号”核电机组设置有一回路快速卸压系统。在正常、扰动及设计基准事故期间，快速卸压阀处于关闭状态，由稳压器安全阀实现系统的超压保护。在严重事故工况下，快速卸压阀执行排放卸压功能，在控制室由操

作员根据有关的严重事故处理规程手动开启阀门，完成反应堆冷却剂系统的快速卸压，从而避免高压熔堆的发生以及安全壳的直接加热。每一系列阀门排量为三组稳压器安全阀排量的总和。为了防止在机组运行过程中快速卸压的误开启，在主控室对快速卸压的开启操作设置行政隔离。

（2）可燃气体控制

设置完善的可燃气体控制系统是缓解严重事故的重要措施。当安全壳内的氢气浓度达到一定比例后，在外界条件（温度、压力、氧气浓度等）合适的情况下，可能会发生氢气燃烧或者迅速爆燃从而造成与安全有关的设备和系统的局部损坏，甚至损坏安全壳的结构，致使安全壳的完整性丧失，导致大量放射性物质进入环境。

“华龙一号”核电机组设置安全壳消氢系统，用于在超设计基准事故工况下将安全壳大气中的氢气浓度减少到限值以下，从而避免发生由于氢气爆炸而导致的第三道屏障-安全壳的失效。

（3）安全壳过滤排放

在发生堆芯熔穿压力容器的严重事故下，由于堆芯熔融物与混凝土相互作用（MCCI）产生不凝结气体导致安全壳内压力缓慢升高，会造成安全壳晚期失效和放射性裂变产物释放的风险。为了缓解 MCCI 对安全壳完整性造成的威胁并控制放射性裂变产物释放，“华龙一号”机组设置了安全壳过滤排放系统，通过主动卸压使安全壳内压力不超过承载限值，同时通过安装在卸压管线上的过滤装置对排放气体的放射性物质进行过滤，对放射性裂变产物进行可控排放。

（4）反应堆堆腔注水防止压力容器失效

保持反应堆压力容器下封头的完整性，将熔融堆芯物质滞留在反应堆压力容器内是缓解严重事故的重要措施。当反应堆堆芯超过一定的温度，堆芯燃料元件及堆内构件开始融化，并形成熔融物质聚积到压力容器下封头，可能将下封头熔穿进入安全壳，并与地坑混凝土发生反应，使安全壳温度升高、压力增大，形成放射性气溶胶弥散于安全壳内。

“华龙一号”核电机组设置堆腔注水冷却系统，用于在发生堆芯熔化事故时，向反应堆堆腔注入冷却水来冷却压力容器外壁，保持压力容器下封头的完整性，从而将堆芯熔融物滞留在压力容器内。

（5）非能动安全壳冷却

非能动安全壳热量导出系统用于在超设计基准事故工况下安全壳的长期排热，包括与全厂断电和喷淋系统故障相关的事故。非能动安全壳热量导出系统也用于严重事故工况（如果超设计基准事故发展到堆芯明显恶化的严重事故）。在电站发生超设计基准事故（包括严

重事故）工况时，将安全壳内压力和温度降低至可接受的水平，以保持安全壳的完整性。非能动安全壳热量导出系统采用非能动技术，发生全厂断电时，在没有操作员干预的情况下，系统自动投入运行，采用自然循环实现安全壳的长期排热。在无需操作员操作的情况下，安全壳非能动排热时间至少维持 72 小时，72 小时后可以考虑其它补水手段。

7.3 厂内运输事故

7.3.1 新燃料运输事故

本项目选用的 CF3 型新燃料组件运输采用新燃料运输容器，容器的设计和制造满足我国 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求。

新燃料组件及其运输容器的减震和密封性能能在正常运输条件下确保运输的安全，对环境不会产生任何有害影响。运输容器在设计中考虑，即使发生运输事故使容器本身发生变形，也不会发生临界事故，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料芯块散落的情况。此外新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。所以，新燃料运输事故不会对周围环境和人员造成危害和污染。

7.3.2 乏燃料运输事故

反应堆换料卸出的乏燃料组件在燃料厂房的乏燃料贮存水池中暂存，在水池尚未达到贮存量限值之前运往乏燃料后处理厂。乏燃料运输容器的安全可靠是实现安全运输的前提，乏燃料运输容器满足 GB 11806-2019《放射性物品安全运输规程》的要求，容器具有承受正常运输条件下和运输中事故条件下各项试验的能力，能够满足密封性能与屏蔽性能的要求，并能确保临界安全。

除了运输容器本身具有高的安全性以外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。从 2003 年开始，我国每年都进行大亚湾乏燃料运输工作，大亚湾乏燃料安全运输经验表明，我国在乏燃料运输的组织管理、方案设计和实施、运输工具配置及安全保障措施等方面的能力完全可以保证乏燃料运输的安全。因此，预期的乏燃料运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

7.3.3 放射性固体废物运输事故

福建漳州核电厂 3、4 号机组运行期间产生的废树脂来自 RCV、ZBR、TTB、RFT 和 ZLT 系统的除盐器；废活性炭产生自 ZLT 系统工艺废液处理的活性炭床；浓缩液来自 ZLT 系统的蒸发器；废过滤器芯来自 NX 和 QX 内 RCV、ZBR、RFT、ZLT 和 TTB 系统的水过滤器。

废树脂和废活性炭收集在 NX 厂房和 QX 厂房的废树脂贮槽中，然后用屏蔽运输车送到废

物处理中心进行处理，产生的200L桶装废物用屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入HIC暂存。废树脂、废活性炭的槽车与厂房内管道通过双球阀结构的干式快速接头连接，确保软管和快速接头无泄漏。这些措施可以防止废树脂通过软管输送过程发生放射性物质泄漏。在装载时，废树脂运输车和接口箱在厂房控制区内，即使发生泄漏，放射性物质收集在控制区，不会污染非控制区和厂房外的空间。废树脂运输车的屏蔽运输容器由内箱体和外箱体构成，外箱体包括屏蔽加强的保护框架、接口箱和控制系统，内箱体由屏蔽箱和屏蔽箱内的奥氏体不锈钢的双层容器组成，双层容器配有搅拌装置、液位仪表和泄漏探测系统，防止运输过程中发生放射性物质泄漏。废树脂运输槽车将在厂内专门路线运输，并设置警告标识，其他人员未经允许不得靠近，从管理上确保废物运输安全。屏蔽转运容器设计标准为在装有额定容量废物时表面剂量率≤2mSv/h，司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 10μSv/h，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

浓缩液收集在 QX 厂房的浓缩液贮槽中，需要处理时分批注入桶内干燥器的 200L 钢桶烘干，装有烘干盐的 200L 钢桶通过烘干盐桶屏蔽运输车转运至固体废物暂存库装入 HIC 暂存。废过滤器芯用废过滤器芯屏蔽运输车转运至废物处理中心，在废物处理中心处理后产生的 200L 钢桶桶装废物用屏蔽运输车转运至固体废物暂存库暂存。废过滤器芯和烘干盐桶屏蔽运输车包括运输车本体和屏蔽容器两部分，屏蔽运输容器内能够容纳一个内置废滤芯定位装置的 200L 钢桶，屏蔽容器外表面剂量率不超过 2mSv/h，屏蔽容器的盖子能够锁死，以保证运输过程中的安全。司机室后设有屏蔽，屏蔽厚度标准为司机室内剂量率不超过 10μSv/h，从而能够有效控制工作人员在废物接收和运输时受到的剂量。

杂项干废物用专用运输车运送到废物处理中心，经处理后产生的 200L 钢桶桶装废物通过屏蔽运输车转运至固体废物暂存库暂存。

厂内运输道路有足够的宽度和平整度保证运输安全，运输过程中采取控制转运车辆行驶速度、道路通行管制等管控措施，降低放射性固体废物运输事故发生的概率和危害程度。放射性废物运输车辆司机上岗前经过驾驶训练和培训，在运输过程中严格限速行驶，并设置警告标识，其他人员未经允许不得靠近，从管理上确保废物运输安全。

7.4 其他事故

在本电站中其它事故不会或极少可能导致放射性物质向环境释放，但可能产生其它一些影响环境的后果（例如化学物质爆炸、火灾、化学物品泄漏）。设计中已对这类事故给予充分的注意，采取了切实的保护措施，可以把事故发生的可能性和对环境的可能影响减至最小。

7.4.1 化学物爆炸

厂区内贮存的化学物品中除了氢气以外，都不是直接易爆的化学物。氢气和氮气是一起作为覆盖气体用于清除一回路冷却剂中的氧。清除覆盖气体时，是将这些气体排入放射性废气处理系统的衰变箱内。废气处理系统中配备有氢氧监测器，氢气和氧气不会在系统中积聚到危险的数量，因而不会发生氢气爆炸事故。

7.4.2 火灾

福建漳州核电厂可能产生火灾危险的设备：

——所有使用润滑油的设备，例如：汽轮机、电动机、泵、伺服机构、阻尼器、变压器等；

——电气设备和电缆；

——使用燃油的设备，如柴油发电机；

——除碘器；

——专用防护材料（油漆涂料、顶板等）。

福建漳州核电厂的防火设计严格执行有关的设计规范，例如《核动力厂设计安全规定》HAF102-2016；《核电厂防火》HAD102/11（1996）；《压水堆核电站防火设计和建造规则RCC－I》（1997），贯彻以防为主，消防结合的方针。通过预防火灾、限制火灾蔓延、火灾探测以及通过自动的或由电站运行人员操作的灭火措施来实现防火的目的。尽量使用非易燃的建筑材料和设备，对易产生火灾的物品要选择好安全贮存的位置。在设计中要考虑限制火灾蔓延的措施和设施。

7.4.3 盛装化学物品的容器泄漏或破裂

福建漳州核电厂危险化学品存储和使用情况见表 7.4-1 所示。针对非放化学品的环评风险，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的相关要求，根据漳州项目涉及的危险物质及工艺系统危险性和环境敏感程度确定环境风险潜势，并根据风险潜势确定评价工作等级。

按照 HJ169-2018 附录 C，需要计算所涉及每种危险物质在厂界内的最大存在总量与临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=(q_1/Q_1)+(q_2/Q_2)+\cdots+(q_n/Q_n)$$

式中：q_1、q_2、q_n — 每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1、Q_2、Q_n— 每种危险物质的临界量，t。

HJ169-2018 附录 B 给出了应重点关注的危险物质及其临界量。根据漳州核电厂的危险化

学品清单，计算得到最大库存量对应的总 Q 值为 7.0，如表 7.4-2 所示。核电厂项目属于涉及危险物质使用、贮存的项目，根据 HJ169-2018 表 C.1，判断其行业及生产工艺属于 M4 类。再根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照表 C.2 确定本项目的危险物质及工艺系统危险性等级（P）为 P4。

本工程厂址非居住区半径为 500m，该区域内严禁有常住居民，由核电厂的营运单位对这一区域实施有效的控制。根据附录 D 中的表 D.1 确定本项目的大气环境敏感程度分级为 E3。最后，根据 HJ169-2018 中表 2 确定本项目的环境风险潜势为 I，仅需要开展简单分析。

本项目仅涉及危险物质的使用与贮存，危险物质主要包括乙炔、次氯酸钠、硝酸、氨水、盐酸以及易燃液体。针对危险化学品的物理化学性质，在其使用过程中均采取相应的防护措施。

液体状态的酸碱溶液，用槽车运入电厂内，盛装在专用贮槽或贮罐内。运输和装卸采取一些保护措施，确保不会发生溅落或溢出。贮槽或贮罐均采用耐腐蚀材料和保守的设计，保证它们不会发生破裂或泄漏。箱室有足够高的覆面，即使发生泄漏，泄漏液也能被收集，不会释放到环境中。因此酸碱溶液在运输、装卸和贮存期间，预期不会导致环境风险。

厂区内不会有危险数量的汽油贮存。柴油发电机厂房及主贮油罐区贮存有一定量的柴油，对此设计了安全防火系统，确保不会发生危及环境安全的火灾。

7.4.4 化学物质被盗

福建漳州核电厂 3、4 号机组可能发生化学物质被盗，一旦被盗可能用于制毒、投毒、制爆等导致污染环境的事故事件发生，因此，在设计中应考虑技防、人防、物防等措施和设施，满足安防保卫要求。

7.5 事故应急

7.5.1 制定应急预案的主要依据

我国核安全法规《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）要求在核电厂选址和设计阶段考虑核事故应急工作，新建核电厂必须在其场内和场外核事故应急预案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预案提出了相应的要求。

核事故应急的目的是在核电厂发生放射性物质可能向环境大量释放的事故时，使事故迅速得到控制，以防止或减少放射性物质向环境的释放，并采取防护行动保护电厂内所有人员的安全，迅速向厂外提供保护居民安全与健康的建议。

按照国家核事故应急条例、核应急法规要求，电厂应急预案应该在首次装料前六个月完成。漳州核电厂将根据要求适时完成《漳州核电厂场内应急预案》编写并上报评审。

7.5.2 应急组织

福建漳州核电厂 1-4 号机组将建立统一的应急组织体系，确定场内外应急联系渠道。初步考虑 4 台机组场内应急响应组织由应急指挥部及其领导下的专业组组成。

应急指挥部是漳州核电厂应急响应时的指挥核心，全面负责应急决策和指挥应急响应行动，以及与国家、地方及行业主管部门和其它应急组织进行联系和协调。应急指挥部由应急总指挥、运行指挥、应急抢修指挥、技术支持指挥、后勤保障指挥、应急指挥助理、辅助人员组成。

专业组包括运行控制一、二组、应急抢修一、二组、抢修支持组、技术支持组、辐射防护组、建安组、调试组、消防保卫组、后勤保障组、设备支持组、公众信息组和信息联络组。

现阶段暂未针对 3、4 号机组制定详细的应急行动水平，根据《核动力厂营运单位的应急准备核应急响应》（HAD002/01-2019）中相关规定，将在申请首次装料批准书时，提出本工程初步制定的应急行动水平。

7.5.3 应急状态分级

应急等级是指按照国家有关安全法规，对核电厂偏离正常运行工况的事件或事故，按其所造成的放射性后果的严重程度以及所采取的相应的应急响应行动进行分类、分级的类别或级别。根据我国有关法规，参照国外核事故分级的技术标准，按照漳州核电厂 3、4 号机组可能发生的事故和可能导致事故之事件的性质、特征、后果或可能的后果及其严重程度，将核电厂的应急状态分为应急待命、厂房应急、场区应急和场外应急四个级别。

（1）应急待命：出现可能危及核电厂安全的某些特定工况或事件，表明核电厂安全水平处于不确定或可能有明显降低；

（2）厂房应急：核电厂的安全水平有实际的或潜在的大的降低，但事件的后果仅限于厂房或场区的局部区域，不会对场外产生威胁；

（3）场区应急：核电厂的工程安全设施可能严重失效，安全水平发生重大降低，事故后果扩大到整个场区，除了场区边界附近，场外放射性照射水平不会超过紧急防护行动干预水平，早期的信息和评价表明场外尚不必采取防护措施；

（4）场外应急：发生或可能发生放射性物质的大量释放，事故后果超越场区边界，导致场外的放射性照射水平超过紧急防护行动干预水平，以至于有必要采取场外防护措施。

7.5.4 应急设施的配备

漳州核电厂 3、4 号机组配备的应急设施主要包括：主控制室、远程停堆站、应急指挥中心、技术支持中心、运行支持中心、应急通讯系统、应急监测和评价设施、保卫消防设施、急救和医疗设施、公众信息中心、应急撤离路线等。其中，将与 1、2 号机组共用应急指

挥中心、运行支持中心、公众信息中心、保卫消防设施、急救和医疗设施、部分应急监测和评价设施、气象站等。同时，根据国家有关核应急法规的要求，遵循积极兼容的原则，3、4 号机组将还将新建部分应急响应设施，如 3、4 号机组的主控制室、远程停堆站、技术支持中心、应急通讯系统、厂区连接道路、部分应急监测和评价设施等。

（1） 主控制室

主控制室是核电厂正常和事故工况下实施机组运行控制的中心，也是应急响应期间运行控制组的工作场所，其应急响应的主要功能为：

— 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中心，并发出早期应急警报；

— 在应急的各阶段，对电厂实施运行控制，分析和诊断事故状态，提出应急状态级别建议，保证安全状态的重新恢复或尽可能减少事故后果。

在主控制室设计中，考虑了应急响应所需要的监测和控制功能。同时，按照主控制室设计要求，设置了完备的通讯手段，包括厂内/厂外通讯、语言/非语言通讯。在主控制室设计中，在各方面采取了多种措施，使得主控制室具有足够的屏蔽、密封和通风，满足应急期间主控制室人员居留在控制室的要求，如：人员剂量不超过限值、主控制室保持微正压以阻止有害气体或放射性产物的进入、通风系统通过新风净化或闭路循环确保人员的安全健康和舒适、事故工况下所需的人身防护应急设备以及生活保障及救生设备等。

（2） 远程停堆站

在主控制室因火灾等原因不能停堆时，可用远程停堆站代替执行。用远程停堆站可使反应堆迅速达到并维持在冷、热停堆状态。通过远程停堆站对系统进行操作，可以排出堆芯余热、控制反应堆冷却剂的压力和体积、在反应堆冷却剂加入硼酸使反应堆保持在次临界状态以及使必要的辅助系统保持运行。

主控室和远程停堆站分别位于不同的防火区域，它们之间的距离保证操纵员在 15 分钟之内能够到达，并保证撤离路径是安全的。

（3） 应急指挥中心

漳州核电厂应急指挥中心位于核电厂厂前区西北侧。该设施是应急响应期间全面指挥和协调场内一切应急响应行动的场所，其主要功能包括应急指挥、应急通讯、事故评价、通报核事故信息等。考虑应急期间技术支持中心和运行支持中心的可用性，场内不再设置备用应急指挥中心。

应急指挥中心内设有应急指挥室、辐射评价室、通讯室、配电间、柴油发电机房、风机房等房间，其出入口设有表面污染监测仪，对进出中心的人员和设备、物资等进行污染检查。

去污间配备有可对污染人员进行去污的设施设备以及干净的衣物。楼内还配备有碘片、个人剂量监测仪表以及防护面罩等。

此外，应急指挥中心内设有厨房、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。

应急指挥中心在设计时考虑了对 γ 外照射的屏蔽能力，设置了高效过滤器和碘过滤器对进入楼内的空气进行过滤，以减弱楼外受污染的空气进入室内对人员造成吸入内照射。确保事故期间应急控制中心的可居留性。

应急指挥中心还配备有柴油发电机，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。

应急指挥中心建筑物按照建筑结构抗震设计规范的基本烈度加 1 度进行抗震设计；按照 SL-2 相当的地面加速度的民用反应谱进行弹性设计。应急柴油机、UPS 主机、通风空调机组、数据服务器、应急水箱和水泵等与可居留性和可用性相关的设备按照满足地震可用性要求进行设计。

（4） 技术支持中心

技术支持中心与主控制室分开设置，其位置考虑保障技术支持中心与主控制室人员的安全来往。主要功能是对主控制室的工作人员提供技术支持以缓解事故后果，是获取电站参数、信息和制定严重事故对策的工作场所，也可以作为与主控制室操作不直接相关的应急工作人员的会议地点。

严重事故情况下，应采取防护措施以确保其正常的工作。技术支持中心具有和主控制室相同的可居留性条件，包括要求设计成能抵御设计基准外部事件，如设计基准地震、强风和洪水等；应为技术支持中心设置常用电源和备用电源。在一段有限的时间内，技术支持中心可以容纳一定数量的技术专家和电厂管理人员同时工作。

（5） 运行支持中心

运行支持中心是在应急响应期间供执行设备检修、系统或设备损坏探查和其他执行纠正行动任务的人员以及有关配合人员集合与等待指派具体任务的场所。在此对主控制室和技术支持中心之外的相关人员进行任务和职责的协调和分配。运行支持中心设有与主控制室和技术支持中心通信的设施，并且设有工作站以获取电厂信息。运行支持中心同主控制室、技术支持中心分开设置，并考虑应急期间该设施的可居留性。

（6） 应急通讯系统

应急通讯系统在应急工况下提供核电厂应急机构及设施与国家核安全监管部门、组织之间的通信联络和信息传输。

应急通讯系统功能上可分为场内应急通讯系统、场外应急通讯系统和其它应急通讯系统及设备三大部分。

在主控制室、远程停堆站、应急控制中心均设置了行政电话、安全电话、调度电话、保卫/医疗/消防应急报警电话、卫星电话、传真机、数据网络传输终端等设备以及发布广播、警报和手机信息的操作台。技术支持中心配备了行政电话、安全电话、传真机、数据网络传输终端等设备。上述各应急通讯系统及设备能保证在应急状态下可提供可靠、冗余的场内、外通讯联络手段，各通讯子系统中的关键设备均有备用。

（7） 应急监测和评价设施

应急评价与监测设施主要包括：

1) 电厂辐射监测系统

该系统提供反应堆的各工艺系统的辐射参数、不同区域的辐射水平、气态和液态流出物的排放活度，从而为分析反应堆的安全状态、事故后果的评价提供必要的数据。

2) 事故后监测系统

该系统提供核电厂事故后的安全重要参数，如堆芯和主回路温度、压力；地坑液位；蒸汽发生器压力、液位；安全壳空气压力、温度、剂量率；安注、安喷系统参数等。事故后监测系统的设备均按照 1E 级设备考虑。

3) 地震仪表系统

其功能是对厂址周围可能出现的地震进行观测记录，当地震加速度超过规定值时发出报警信号，以便运行人员及时采取相应的应急措施。

4) 环境辐射和气象监测系统

包括固定式环境 γ 辐射监测站、环境监测车/应急监测车和环境介质取样车、厂址气象站、移动式环境 γ 辐射监测子系统。

5) 环境实验室

环境实验室拟建设在本工程烟羽应急计划区以外，以避免事故情况下对环境实验室测量的影响，使其在事故期间仍具备对环境介质的放射性测量能力，在事故期间参与应急响应。环境实验室位于核电厂 SSW 方位的东山县白埕村，距离核电厂 19.3km。

6) 事故后果评价系统

主要任务是评价和预测辐射污染的范围和程度、公众已经或可能接受的辐射剂量与健康危害，为实施应急响应行动的决策提供依据。

（8） 保卫消防设施

保卫消防设施在应急时可实施区域控制、视频监控、人员清点、厂区交通管制、火灾监控

和报警。

（9） 急救和医疗设施

在核电厂厂区设置有职业医疗中心，应急指挥中心内部也设有医疗处置室，并配备简易医疗设备和器材，可在应急状况下进行伤员的现场救护和体表污染洗消。

场内医疗设施情况：现场内职业卫生中心作为核电厂职业卫生管理设施和三级医疗救护体系的现场救护机构，主要承担工作人员日常医疗、现场紧急救治和职业健康管理等任务。医疗服务中心位于生产检修办公楼，为 1-4 号机组共用，建筑面积有 300 平米。

（10） 公众信息中心

公众信息中心主要功能是接待公众和新闻媒体的采访，发布有关核电厂应急状态的信息，收集公众对有关核电厂事故应急的舆论和反应。拟设置在核电厂烟羽应急计划区外的漳州核电厂生活区漳江核苑。

（11） 洗消点设置

漳州核电应急洗消点目前已启动选址工作，具体洗消措施将在场外核事故应急预案中进一步明确。

7.5.5 应急响应能力的维持

尽管需要启动核事故应急预案的事故很少，但核电厂的应急准备却必须常备不懈，为了能在需要时顺利实施核事故应急预案，则应维持必要的应急响应能力，主要包括：

（1）核事故应急预案的修订和完善

根据应急演习及运行中实际出现过的应急状态，认真总结经验及教训，对核事故应急预案及相关执行程序加以完善，核电厂的场内核事故应急预案至少每两年要进行一次必要的修订并上报国家核安全局审评。

（2）建立并坚持应急工作人员培训制度

对所有应急工作人员进行定期培训，包括新人的岗前培训及原有应急工作人员的定期复训。

（3）应急设施、设备及通讯等系统的维护

所有应急设施、设备及通讯、监测、评价等系统都必须妥善维护，并有严格的保养及试验制度，以保证其处于随时可用状态。

（4）按法规要求定期进行各种类型及规模的应急演习

应急演习是检验应急准备状况的主要手段之一。核电厂应急响应的过程十分复杂，因此应急演习也多种多样，一般按演习涉及的范围可分为：

- 单项演习：为检验某些应急响应基本技巧或分系统检验应急组织响应能力、应急设施核设备状况而进行的较小范围的演习，分练习和部分练习；要求每年至少一次，通讯及数据传输系统的练习则应更多。
- 综合演习：核电厂应急组织全面启动的应急演习，应急响应过程中会涉及核电厂的绝大部分甚至全部应急组织、应急设施及设备；要求每两年一次。
- 联合演习：场内、外应急组织全面启动的应急演习，要求在首次装料前进行，并在运行期间每五年一次。

7.5.6 5km 范围内重要居民点分布与道路条件分析

（1）厂址周围人口分布

厂址半径 5km 范围内无万人以上集中居民点，厂址半径 5km 范围内主要包括列屿镇除半山村的白衣村与高山楼村以外的全部村庄和陈岱镇部分村庄，共计 18 个自然村，2019 年户籍人口总数为 26992 人，6644 户。距离厂址最近的自然村为人家村，位于厂址 NNW 方位 1.41km 处，2019 年人口数为 1514 人；厂址半径 5km 范围内最大的居民点为山前村，位于厂址 WSW 方位，距离 4 号机组调查中心 3.77km，2019 年人口数为 4050 人。

厂址半径 5km 范围内有幼儿园 5 所，学校 5 所，共有学生 2446 人，教职工 200 人。其中，距离厂址最近的幼儿园为位于厂址 WSW 方位约 2.82km 的向日葵幼儿园，现共有学生 132 人，教职员工 12 人。距离厂址最近的学校为油车村的梅山小学，位于厂址 NW 方位约 2.12km，学校有学生 356 人，教职员工 28 人。

厂址半径 5km 范围内有 1 所卫生院（列屿卫生院），位于厂址 WSW 方位 2.99km 处，共有床位 40 张，医务人员 40 人。厂址半径 5km 范围内有 1 所敬老院（列屿养老院），位于厂址 WSW 方位 3.22km 处，共有床位 40 张，目前入住的老人 0 人，服务人员 2 人。

厂址半径 5km 范围内没有监狱、拘留所、看守所等其他难以撤离的特殊人群。

（2）厂址周围交通现状

厂址半径 15km 范围内交通便利，交通条件主要是公路。其中，高速公路 1 条，为沈海高速 G15，路面宽度 24.5m，在云霄县设有常山及云霄两个互通口。国道 1 条，为 G324 线，从云霄县城南北通过，路基宽度 23 米，为二级公路，云霄城关段在 2019 年升级为一级道路。省道 3 条，分别为 S201，S503 和 S508。

厂址半径 15km 范围内除涉及到 G15、G324 和 3 条省道外，还包含有县道云四线（X531）和疏港公路。县道云四线（X531）为交通战备公路，目前可以通过 X531 进入核电厂址，该线为三级公路，路基宽 8.5m，水泥或沥青路面宽 7.5m。疏港公路（海峰—列屿）起点位于云陵开发区（莆美镇）大埔村，终点至列屿镇城内村，可与云霄县境内的 324 国道连

接。厂址半径 5km 范围内涉及交通道路为疏港公路、县道云四线和沿海大通道，另外包含列屿镇有乡道 7 条，陈岱镇 12 条。

（3）核电厂对外交通

漳州核电厂 3、4 号机组施工和运行期间对外交通运输利用 1、2 号机组工程时建设的主要进厂道路、次要进厂道路和大件码头等运输设施。

主要进厂道路：位于厂址西南侧，由厂区南出入口向西南方向与沿海大通道、疏港公路交汇，长度约 1500m，在现有县道 X531 的基础上改建，采用三级公路标准，设计行车速度 40km/h。

次要进厂道路：位于厂址西北侧，由厂区北出入口向西连接至沿海大通道，长度约 940m，采用二级公路标准，设计行车速度 60km/h，目前已建成。

漳州核电厂发生事故需撤离时，分别由主要进厂道路和次要进厂道路向云霄县方向撤离。两条撤离路线如下：

撤离路线 1：厂址西南侧-主要进厂道路-疏港公路-转至 G324 国道（漳浦—诏安）继续撤离至云霄县城，全长 22km；

撤离路线 2：厂址西北侧-次要进厂道路-沿海大通道转至县道 X531 继续撤离至云霄县城，全长 27km。

漳州核电厂发生事故需撤离时，分别由主要或次要进厂道路撤离，通过疏港公路、G324 国道撤离至云霄县城，或通过沿海大通道向南北两个方向撤离至云霄县城。

综上，厂址有两条不同方向的撤离路线供应急撤离行动的实施，并实现了与当地交通路网的有效衔接，现有的交通条件可满足核事故应急撤离的要求。

7.5.7 应急计划区

核电厂应急计划区范围的测算需要满足《核电厂应急计划与准备准则 第 1 部分：应急计划区的划分》GB/T 17680.1-2008 的相关要求：

（1）既应考虑设计基准事故，也应考虑严重事故，以使在所确定的应急计划区内所做的应急准备能应对严重程度不同的事故后果。

（2）对于发生概率极小的事故，在确定核电厂应急计划时可以不予考虑，以免使所确定的应急计划区的范围过大而带来不合理的经济负担。

（3）在确定应急计划区范围时，根据核电厂的设计，所考虑的最严重的事故的放射性后果不超过发生确定性健康效应剂量阈值；并考虑选用能代表各种设计基准事故和大多数严重事故序列的事故，计算其后果并与通用干预水平的数值相比较。

依据国标 GB/T 17680.1-2008，漳州核电厂 3、4 号机组烟羽应急计划区的划分准则为：

（1）在烟羽应急计划区之外，对于各种设计基准事故的预期剂量不超过 GB18871 所规定的通用优化干预水平，见表 7.5-1。其中，烟羽应急计划区内区预期剂量应小于撤离的通用优化干预水平，外区预期剂量应小于隐蔽和碘防护的通用优化干预水平。

（2）在烟羽应急计划区之外，大多数严重事故序列的预期的剂量不超过 GB18871 所规定的通用优化干预水平。即内区预期剂量应小于撤离的通用优化干预水平，外区预期剂量应小于隐蔽和碘防护的通用优化干预水平。

（3）在烟羽应急计划区之外，所考虑的后果最严重的严重事故序列使公众个人可能受到的最大预期剂量不应超过 GB18871 所规定的任何情况下预期均应进行干预的剂量水平，见表 7.5-2。

漳州核电厂 3、4 号机组食入应急计划区的划分准则为：

在食入应急计划区之外，大多数严重事故序列所造成的食品和饮用水的污染水平不应超过 GB18871 所规定的食品和饮用水的通用行动水平，见表 7.5-3。

目前漳州核电厂 3、4 号机组厂址区域核应急方案已完成编制并通过国家核应急办的审批。其中对应急计划区进行了初步测算，漳州核电厂 3、4 号机组采用“华龙一号”（技术方案，应急计划区的测算考虑了设计基准事故和严重事故。从剂量计算后果的角度推荐 3、4 号机组的烟羽应急计划区半径为 10 公里，其中内区半径为 5 公里，推荐食入应急计划区半径为 50km。有关的详细计算及论证结果将在场内应急预案中描述。

表 7.1-1 大破口事件序列

事件*	堆芯中部峰值功率分析	堆芯顶部峰值功率分布	堆芯中间峰值功率分布
安注信号	5.93	5.92	5.91
主给水停止	10.93	10.92	10.91
安注箱开始排水	17.41	17.62	17.63
安全注射开始	33.93	33.92	33.91
堆芯再淹没开始	50.22	49.97	50.13
辅助给水动作	65.93	65.92	65.91

* 事件序列时间单位为“s”。

表 7.1-2 控制棒组件弹出事故事件序列

事件	时间(s)				
	寿期初	寿期中		寿期末	
	HFP	HFP	HZP	HFP	HZP
控制棒开始弹出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
达到核功率峰值	0.112	0.116	0.78	0.124	0.300
达到热功率峰值	0.980	0.900	0.81	0.93	0.300
达到包壳温度峰值	1.631	1.507	1.629	1.307	0.943
达到芯块中心温度峰值	1.283	1.059	2.219	1.207	2.445

表 7.1-3（1/2） 蒸汽发生器传热管破裂——事件序列（工况 A）

事 件	时间（s）
蒸汽发生器传热管破裂	0
稳压器水位低低	346.5
破损 SG 水位高 2	448.5
辅助给水泵启动	450.6
破损 SG 水位高 3	499.8
反应堆紧急停堆	501.9
隔离破损蒸汽发生器辅助给水	526.9
稳压器压力低低信号	1334.6
快速冷却开始	1345.1
操纵员开始干预	2301.9
第一台中压安注泵停止	5147.7
第二台中压安注泵停止	5258.1
泄漏终止	5309.8

表 7.1-3（2/2） 蒸汽发生器传热管破裂——事件序列（工况 B）

事 件	时间（s）
蒸汽发生器传热管破裂	0
稳压器水位低低	993.68
稳压器压力低低	1463.9
反应堆紧急停堆	1464.9
快速冷却开始	1517.2
辅助给水泵启动	1566.9
破损蒸汽发生器水位高 3	2556.0
操纵员开始干预	3264.9
隔离破损蒸汽发生器辅助给水	3290.0
第一台中压安注泵停止	4394.7
第二台中压安注泵停止	4708.0
泄漏终止	4741.2

表 7.1-4 反应堆冷却剂泵轴卡住主要结果

参数	数值
热点最高包壳温度(°C)	1053
发生 DNB 的燃料棒数目百分比(%)	6.6
堆芯热点的 Zr - H_2O 反应 (% 重量)	0.42

表 7.1-5 蒸汽系统管道破裂事件序列

事件	时间（秒）	时间（秒）
	工况 1	工况 2
主蒸汽管道破裂	0.0	0.0
假定产生安全注射、蒸汽管道隔离以及主给水隔离等信号	5.0	5.0
主给水隔离与蒸汽管道隔离	10.0	10.0
稳压器排空	10.0	10.0
一台安注泵启动	15.0	15.0
重返临界	38.0	38.0
硼酸溶液到达堆芯	57.4	57.5
达到热流密度峰值（满功率份额）	205.6（12.0%）	150.6（14.0%）

表 7.1-6 失水事故释放到环境的放射性活度

放射性核素	累积活度（Bq）					
	0h-2h	0h-8h	0d-1d	0-d4d	0d-10d	0d-30d
Kr-83m	6.75E+11	2.57E+12	2.97E+12	2.97E+12	2.97E+12	2.97E+12
Kr-85m	1.98E+12	1.30E+13	2.30E+13	2.37E+13	2.37E+13	2.37E+13
Kr-85	7.94E+10	8.91E+11	4.22E+12	1.27E+13	2.86E+13	8.03E+13
Kr-87	2.51E+12	6.82E+12	7.13E+12	7.13E+12	7.13E+12	7.13E+12
Kr-88	4.86E+12	2.45E+13	3.34E+13	3.35E+13	3.35E+13	3.35E+13
Xe-131m	9.35E+10	1.04E+12	4.83E+12	1.36E+13	2.62E+13	4.69E+13
Xe-133m	4.42E+11	4.74E+12	2.02E+13	4.43E+13	5.69E+13	5.93E+13
Xe-133	1.47E+13	1.61E+14	7.30E+14	1.90E+15	3.13E+15	4.07E+15
Xe-135m	2.11E+11	4.06E+11	6.82E+11	7.30E+11	7.30E+11	7.30E+11
Xe-135	4.39E+12	3.80E+13	1.03E+14	1.22E+14	1.22E+14	1.22E+14
Xe-138	9.33E+11	9.78E+11	9.78E+11	9.78E+11	9.78E+11	9.78E+11
I-131	5.28E+11	9.28E+11	1.42E+12	2.35E+12	3.59E+12	5.08E+12
I-132	6.04E+11	7.92E+11	8.08E+11	8.08E+11	8.08E+11	8.08E+11
I-133	1.08E+12	1.82E+12	2.48E+12	2.89E+12	2.93E+12	2.93E+12
I-134	6.73E+11	7.37E+11	7.37E+11	7.37E+11	7.37E+11	7.37E+11
I-135	9.61E+11	1.49E+12	1.72E+12	1.74E+12	1.74E+12	1.74E+12
Cs-134	7.12E+10	1.04E+11	1.08E+11	1.08E+11	1.08E+11	1.08E+11
Cs-136	2.44E+10	3.56E+10	3.67E+10	3.68E+10	3.68E+10	3.68E+10
Cs-137	5.35E+10	7.83E+10	8.09E+10	8.10E+10	8.10E+10	8.11E+10

表 7.1-7（1/2） 弹棒事故通过安全壳泄漏向环境的放射性释放量

核素	累积释放量（Bq）						
	0h-2h	0h-8h	0h-12h	0h-1d	0h-4d	0h-10d	0h-30d
Kr-83m	5.94E+11	1.75E+12	1.88E+12	1.92E+12	1.92E+12	1.92E+12	1.92E+12
Kr-85m	1.69E+12	8.23E+12	1.04E+13	1.23E+13	1.26E+13	1.26E+13	1.26E+13
Kr-85	6.59E+10	5.37E+11	8.68E+11	1.82E+12	7.43E+12	1.86E+13	5.48E+13
Kr-87	2.29E+12	4.97E+12	5.09E+12	5.11E+12	5.11E+12	5.11E+12	5.11E+12
Kr-88	4.21E+12	1.61E+13	1.85E+13	1.98E+13	1.98E+13	1.98E+13	1.98E+13
Xe-131m	7.77E+10	6.28E+11	1.01E+12	2.09E+12	7.83E+12	1.67E+13	3.10E+13
Xe-133m	3.67E+11	2.86E+12	4.51E+12	8.80E+12	2.42E+13	3.30E+13	3.46E+13
Xe-133	1.22E+13	9.74E+13	1.56E+14	3.17E+14	1.08E+15	1.94E+15	2.60E+15
Xe-135m	2.99E+11	3.06E+11	3.06E+11	3.07E+11	3.07E+11	3.07E+11	3.07E+11
Xe-135	3.67E+12	2.32E+13	3.27E+13	4.80E+13	5.81E+13	5.82E+13	5.82E+13
Xe-138	1.46E+12	1.49E+12	1.49E+12	1.49E+12	1.49E+12	1.49E+12	1.49E+12
I-131	8.11E+10	9.48E+10	9.78E+10	1.04E+11	1.33E+11	1.72E+11	2.18E+11
I-132	1.10E+11	1.17E+11	1.17E+11	1.18E+11	1.18E+11	1.18E+11	1.18E+11
I-133	1.69E+11	1.94E+11	1.99E+11	2.06E+11	2.19E+11	2.21E+11	2.21E+11
I-134	1.63E+11	1.65E+11	1.65E+11	1.65E+11	1.65E+11	1.65E+11	1.65E+11
I-135	1.57E+11	1.75E+11	1.77E+11	1.79E+11	1.80E+11	1.80E+11	1.80E+11
Cs-134	1.53E+10	1.72E+10	1.74E+10	1.76E+10	1.76E+10	1.76E+10	1.76E+10
Cs-136	5.63E+09	6.02E+09	6.09E+09	6.14E+09	6.14E+09	6.14E+09	6.14E+09
Cs-137	1.09E+10	1.22E+10	1.24E+10	1.25E+10	1.25E+10	1.25E+10	1.25E+10

表 7.1-7（2/2） 弹棒事故通过大气释放阀向环境的放射性释放量

核素	累积释放量（GBq）	
	0h~0.5h	0h~5h
Kr-85m	2.83E+03	6.00E+03
Kr-85	9.57E+01	2.11E+02
Kr-87	5.16E+03	1.00E+04
Kr-88	7.59E+03	1.58E+04
Xe-133	1.78E+04	3.93E+04
Xe-135	5.79E+03	1.28E+04
Xe-138	7.65E+03	1.01E+04
I-131	4.08E+00	1.32E+01
I-132	4.74E+00	1.51E+01
I-133	7.74E+00	2.60E+01
I-134	6.12E+00	1.78E+01
I-135	6.57E+00	2.27E+01
Cs-134	1.62E-01	5.70E-01
Cs-136	5.85E-02	2.02E-01
Cs-137	1.22E-01	4.14E-01

表 7.1-8（1/2） SGTR 事故向环境的放射性释放量（事故触发碘尖峰）

放射性核素	累积释放量（GBq）	
	0h-2h	0h-8h
Kr-85m	4.55E+03	4.55E+03
Kr-85	7.32E+01	7.35E+01
Kr-87	4.52E+03	4.52E+03
Kr-88	9.44E+03	9.45E+03
Xe-133	5.91E+04	5.93E+04
Xe-135	1.96E+04	1.97E+04
Xe-138	3.25E+03	3.25E+03
I-131	9.78E+01	2.37E+02
I-132	1.75E+02	2.57E+02
I-133	1.55E+02	3.46E+02
I-134	3.65E+01	4.15E+01
I-135	8.97E+01	1.71E+02
Cs-134	1.09E+01	1.26E+01
Cs-136	2.08E+00	2.53E+00
Cs-137	1.16E+01	1.35E+01

表 7.1-8（2/2） SGTR 事故向环境的放射性释放量（事故前碘尖峰）

放射性核素	累积释放量（GBq）	
	0h-2h	0h-8h
Kr-85m	4.55E+03	4.55E+03
Kr-85	7.32E+01	7.35E+01
Kr-87	4.52E+03	4.52E+03
Kr-88	9.44E+03	9.45E+03
Xe-133	5.93E+04	5.95E+04
Xe-135	2.07E+04	2.08E+04
Xe-138	3.25E+03	3.25E+03
I-131	4.51E+02	5.36E+02
I-132	1.90E+02	1.97E+02
I-133	5.43E+02	6.29E+02
I-134	1.58E+01	1.59E+01
I-135	1.95E+02	2.16E+02
Cs-134	1.09E+01	1.26E+01
Cs-136	2.08E+00	2.53E+00
Cs-137	1.16E+01	1.35E+01

表 7.1-9 卡轴事故后向环境的放射性释放量

放射性核素	放射性释放总量（GBq）		
	0-0.5h	0-2h	0-8h
Kr-85m	2.49E+03	9.15E+03	2.51E+04
Kr-85	1.68E+02	6.93E+02	2.86E+03
Kr-87	4.59E+03	1.30E+04	1.96E+04
Kr-88	6.72E+03	2.31E+04	5.22E+04
Xe-133	1.57E+04	6.45E+04	2.66E+05
Xe-135	5.22E+03	2.32E+04	1.11E+05
Xe-138	7.02E+03	9.12E+03	9.12E+03
I-131	6.09E+01	4.23E+02	4.35E+03
I-132	4.89E+01	2.68E+02	1.03E+03
I-133	7.86E+01	5.34E+02	4.89E+03
I-134	6.54E+01	2.53E+02	4.17E+02
I-135	6.96E+01	4.56E+02	3.24E+03
Cs-134	3.51E+00	2.56E+01	2.72E+02
Cs-136	1.24E+00	8.94E+00	9.42E+01
Cs-137	2.53E+00	1.83E+01	1.94E+02

表 7.1-10 安全壳外载有一回路冷却剂的小管线破裂事故后释放到环境的源项

核素	放射性释放源项（GBq）	
	RCV 管线破损	取样管线破损
Kr-85m	2.77E+03	3.72E+02
Kr-85	4.20E+01	5.63E+00
Kr-87	3.21E+03	4.30E+02
Kr-88	5.98E+03	8.01E+02
Xe-133m	1.29E+03	1.72E+02
Xe-133	3.39E+04	4.55E+03
Xe-135	1.16E+04	1.55E+03
Xe-138	4.72E+03	6.32E+02
I-131	3.68E+02	1.30E+02
I-132	8.76E+02	3.08E+02
I-133	6.18E+02	2.18E+02
I-134	2.27E+02	8.00E+01
I-135	3.83E+02	1.35E+02
Cs-134	1.01E+02	3.72E+01
Cs-136	1.92E+01	7.10E+00
Cs-137	1.08E+02	3.98E+01

表 7.1-11（1/2） 蒸汽系统管道破裂后释放到环境的放射性活度

（事故触发碘尖峰）

放射性核素	放射性释放总量（GBq）	
	0h-2h	0h-8h
Kr-85m	6.82E+00	1.69E+01
Kr-85	1.20E-01	4.42E-01
Kr-87	5.62E+00	7.98E+00
Kr-88	1.35E+01	2.80E+01
Xe-133	9.63E+01	3.49E+02
Xe-135	3.09E+01	9.27E+01
Xe-138	2.21E+00	2.21E+00
I-131	2.26E+02	2.59E+02
I-132	1.29E+02	1.47E+02
I-133	2.82E+02	3.26E+02
I-134	1.65E+01	1.77E+01
I-135	1.10E+02	1.27E+02
Cs-134	1.05E+01	1.09E+01
Cs-136	4.69E+00	4.81E+00
Cs-137	1.27E+01	1.32E+01

表 7.1-11（2/2） 蒸汽系统管道破裂后释放到环境的放射性活度

（事故前碘尖峰）

放射性核素	放射性释放总量（GBq）	
	0h-2h	0h-8h
Kr-85m	6.82E+00	1.69E+01
Kr-85	1.20E-01	4.42E-01
Kr-87	5.62E+00	7.98E+00
Kr-88	1.35E+01	2.80E+01
Xe-133	9.71E+01	3.63E+02
Xe-135	3.50E+01	1.38E+02
Xe-138	2.21E+00	2.21E+00
I-131	2.64E+02	2.86E+02
I-132	1.30E+02	1.33E+02
I-133	3.24E+02	3.46E+02
I-134	1.38E+01	1.39E+01
I-135	1.20E+02	1.26E+02
Cs-134	1.05E+01	1.09E+01
Cs-136	4.69E+00	4.81E+00
Cs-137	1.27E+01	1.32E+01

表 7.1-12 ZGT 贮气罐破损事故向环境的释放量（负荷跟踪运行）

单位：GBq

核素	ZGT 衰变罐	RCV 气相	停堆后 ZBR 除气器	ZBR 前贮槽	隔离前 ZGT 的排放	合计
Kr-85m	2.17E+03	5.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.09E+03	9.77E+03
Kr-85	7.27E+05	2.32E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.60E+01	7.27E+05
Kr-87	7.23E+02	2.52E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.05E+03	5.29E+03
Kr-88	3.02E+03	8.88E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.37E+03	1.63E+04
Xe-133m	1.13E+04	3.58E+03	0.00E+00	0.00E+00	9.95E+02	1.59E+04
Xe-133	7.21E+05	9.89E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.64E+04	8.47E+05
Xe-135	1.91E+04	2.51E+04	0.00E+00	0.00E+00	9.32E+03	5.35E+04
Xe-138	1.96E+02	7.48E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.28E+03	2.23E+03
I-131	1.68E+01	1.05E-02	0.00E+00	1.44E-01	4.04E-01	1.74E+01
I-132	1.04E-01	5.03E-03	0.00E+00	7.46E-02	1.82E-01	3.65E-01
I-133	2.25E+00	1.29E-02	0.00E+00	1.79E-01	4.95E-01	2.94E+00
I-134	4.74E-03	5.39E-04	0.00E+00	8.94E-03	1.76E-02	3.18E-02
I-135	2.70E-01	4.78E-03	0.00E+00	6.76E-02	1.81E-01	5.24E-01

表 7.1-13 容控箱破损事故释入环境的放射性活度

单位：GBq

核素	RCV 气相	RCV 液相	下泄量	合计
Kr-85m	5.50E+03	1.39E+02	1.41E+03	7.04E+03
Kr-85	2.32E+02	5.86E+00	2.25E+01	2.61E+02
Kr-87	2.52E+03	6.35E+01	1.65E+03	4.23E+03
Kr-88	8.88E+03	2.24E+02	3.06E+03	1.22E+04
Xe-133m	3.58E+03	1.50E+02	6.25E+02	4.35E+03
Xe-133	9.89E+04	4.16E+03	1.65E+04	1.20E+05
Xe-135	2.51E+04	1.06E+03	6.03E+03	3.22E+04
Xe-138	8.86E+02	3.73E+01	2.40E+03	3.33E+03
I-131	1.05E-01	4.03E+00	1.54E+01	1.96E+01
I-132	5.03E-02	1.94E+00	7.99E+00	9.98E+00
I-133	1.29E-01	4.96E+00	1.92E+01	2.43E+01
I-134	5.39E-03	2.08E-01	9.59E-01	1.17E+00
I-135	4.78E-02	1.84E+00	7.25E+00	9.14E+00

表 7.1-14 停堆后 100 小时最高组件气态裂变产物积存量

单位：GBq

核素	积存量
Kr-83m	3.79E-06
Kr-85m	1.15E+00
Kr-85	2.78E+05
Kr-87	2.53E-17
Kr-88	3.87E-04
Xe-131m	3.63E+05
Xe-133m	6.68E+05
Xe-133	3.63E+07
Xe-135m	2.25E+02
Xe-135	7.02E+04
Xe-138	0.00E+00
I-131	1.99E+07
I-132	1.64E+07
I-133	2.01E+06
I-134	0.00E+00
I-135	1.38E+03
Cs-134	5.86E+06
Cs-136	1.81E+06
Cs-137	3.08E+06

表 7.1-15 燃料操作事故释放到环境的源项

单位：Bq

核素	0-2h
Kr-83m	1.90E+02
Kr-85m	5.75E+07
Kr-85	2.78E+13
Kr-87	1.27E-09
Kr-88	1.94E+04
Xe-131m	1.82E+13
Xe-133m	3.34E+13
Xe-133	1.82E+15
Xe-135m	1.13E+10
Xe-135	3.51E+12
Xe-138	0.00E+00
I-131(ele)	4.54E+12
I-132(ele)	2.34E+12
I-133(ele)	2.86E+11
I-134(ele)	0.00E+00
I-135(ele)	1.97E+08
I-131(org)	3.42E+12
I-132(org)	1.76E+12
I-133(org)	2.16E+11
I-134(org)	0.00E+00
I-135(org)	1.48E+08

表 7.1-16（1/2） 非居住区边界处事故大气弥散因子（保守模型）

单位：s/m^3

方位	距离(m)	0-2h	2-8h	8-24h	1-4d	4-30d
S	600	5.74E-05	3.38E-05	2.11E-05	1.02E-05	3.61E-06
SSW	600	6.28E-05	4.31E-05	3.09E-05	1.85E-05	8.83E-06
SW	600	5.43E-05	3.75E-05	2.69E-05	1.62E-05	7.81E-06
WSW	600	3.98E-05	2.66E-05	1.85E-05	1.06E-05	4.81E-06
W	600	2.20E-05	1.38E-05	9.05E-06	4.76E-06	1.89E-06
WNW	600	2.19E-05	1.35E-05	8.80E-06	4.55E-06	1.77E-06
NW	600	2.80E-05	1.70E-05	1.09E-05	5.55E-06	2.09E-06
NNW	600	4.95E-05	3.03E-05	1.95E-05	9.95E-06	3.79E-06
N	600	3.13E-05	1.84E-05	1.14E-05	5.49E-06	1.92E-06
NNE	600	4.44E-05	2.96E-05	2.06E-05	1.18E-05	5.33E-06
NE	600	4.59E-05	2.92E-05	1.95E-05	1.05E-05	4.33E-06
ENE	600	5.15E-05	3.09E-05	1.96E-05	9.76E-06	3.58E-06
E	600	1.21E-04	7.62E-05	5.04E-05	2.68E-05	1.08E-05
ESE	600	1.48E-04	9.51E-05	6.41E-05	3.50E-05	1.47E-05
SE	600	6.74E-05	3.91E-05	2.41E-05	1.14E-05	3.92E-06
SSE	600	6.47E-05	3.76E-05	2.31E-05	1.10E-05	3.77E-06
SITE	-	9.14E-05	6.26E-05	4.46E-05	2.66E-05	1.26E-05
MAX	-	1.48E-04	9.51E-05	6.41E-05	3.50E-05	1.47E-05

表 7.1-16（2/2） 非居住区边界处事故大气弥散因子（现实模型）

单位：s/m^3

距离（m）	0-2h	2-8h	8-24h	1-4d	4-30d
600	1.77E-05	1.51E-05	1.30E-05	1.04E-05	7.53E-06

表 7.1-17（1/2） 规划限制区边界处事故大气弥散因子（保守模型）

单位：s/m^3

方位	距离(m)	0-2h	2-8h	8-24h	1-4d	4-30d
S	5000	3.79E-06	2.04E-06	1.17E-06	5.03E-07	1.49E-07
SSW	5000	3.75E-06	2.34E-06	1.53E-06	8.00E-07	3.15E-07
SW	5000	3.58E-06	2.21E-06	1.44E-06	7.42E-07	2.88E-07
WSW	5000	1.97E-06	1.21E-06	7.78E-07	3.97E-07	1.51E-07
W	5000	6.26E-07	3.79E-07	2.43E-07	1.22E-07	4.57E-08
WNW	5000	6.46E-07	3.92E-07	2.51E-07	1.27E-07	4.75E-08
NW	5000	9.87E-07	5.79E-07	3.60E-07	1.74E-07	6.09E-08
NNW	5000	2.94E-06	1.64E-06	9.72E-07	4.37E-07	1.38E-07
N	5000	1.22E-06	6.92E-07	4.17E-07	1.92E-07	6.30E-08
NNE	5000	2.11E-06	1.29E-06	8.36E-07	4.28E-07	1.64E-07
NE	5000	2.19E-06	1.29E-06	8.03E-07	3.89E-07	1.37E-07
ENE	5000	2.94E-06	1.63E-06	9.57E-07	4.25E-07	1.33E-07
E	5000	1.03E-05	5.82E-06	3.50E-06	1.60E-06	5.21E-07
ESE	5000	1.28E-05	7.43E-06	4.57E-06	2.17E-06	7.44E-07
SE	5000	5.01E-06	2.64E-06	1.49E-06	6.18E-07	1.75E-07
SSE	5000	4.77E-06	2.51E-06	1.41E-06	5.87E-07	1.66E-07
SITE	-	7.74E-06	4.80E-06	3.13E-06	1.63E-06	6.35E-07
MAX	-	1.28E-05	7.43E-06	4.57E-06	2.17E-06	7.44E-07

表 7.1-17（2/2） 规划限制区边界处事故大气弥散因子（现实模型）

单位：s/m^3

距离（m）	0-2h	2-8h	8-24h	1-4d	4-30d
5000	6.36E-07	5.47E-07	4.78E-07	3.89E-07	2.89E-07

表 7.1-18 剂量转换因子

核素	烟羽γ外照 $(Sv·m^3)/(Bq·s)$	地表沉积γ外照 $(Sv·m^2)/(Bq·s)$	吸入内照射 (Sv/Bq)	甲状腺 (Sv/Bq)
Kr-83m	2.43E-18	5.09E-19	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	2.55E-16	1.06E-17	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85m	6.83E-15	1.66E-16	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.94E-14	8.67E-16	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	9.72E-14	1.78E-15	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	3.70E-16	2.10E-17	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	1.39E-15	4.68E-17	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.27E-15	4.14E-17	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.11E-14	2.63E-16	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135m	1.85E-14	4.38E-16	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	5.44E-14	1.16E-15	0.00E+00	0.00E+00
I-131(aer)	1.85E-14	3.82E-16	7.40E-09	1.50E-07
I-132(aer)	1.14E-13	2.29E-15	9.40E-11	1.40E-09
I-133(aer)	3.00E-14	6.43E-16	1.50E-09	2.80E-08
I-134(aer)	1.32E-13	2.63E-15	4.50E-11	2.60E-10
I-135(aer)	8.09E-14	1.52E-15	3.20E-10	5.70E-09
I-131(ele)	1.85E-14	3.82E-16	2.00E-08	3.90E-07
I-132(ele)	1.14E-13	2.29E-15	3.10E-10	3.60E-09
I-133(ele)	3.00E-14	6.43E-16	4.00E-09	7.60E-08
I-134(ele)	1.32E-13	2.63E-15	1.50E-10	7.00E-10
I-135(ele)	8.09E-14	1.52E-15	9.20E-10	1.50E-08
I-131(org)	1.85E-14	3.82E-16	1.50E-08	3.10E-07
I-132(org)	1.14E-13	2.29E-15	1.90E-10	3.20E-09
I-133(org)	3.00E-14	6.43E-16	3.10E-09	6.00E-08
I-134(org)	1.32E-13	2.63E-15	5.00E-11	7.00E-10
I-135(org)	8.09E-14	1.52E-15	6.80E-10	1.30E-08
Cs-134	7.66E-14	1.54E-15	6.60E-09	6.30E-09
Cs-136	1.07E-13	2.12E-15	1.20E-09	1.00E-09
Cs-137	2.93E-14	6.06E-16	4.60E-09	4.40E-09

表 7.1-19（1/2） 各类事故对非居住区边界及规划限制区边界处公众个人可能造成的事故剂量后果（现实模型）

单位：Sv

事故	距离	有效剂量	占 GB6249-2011 相关剂量控制值的百分比	甲状腺当量剂量	占 GB6249-2011 相关剂量控制值的百分比
LOCA	600(2h)	8.25E-05	0.08%	7.63E-04	0.08%
	5000(30d)	1.44E-05	0.01%	1.47E-04	0.01%
弹棒事故	600(2h)	7.62E-05	0.08%	1.68E-04	0.02%
	5000(30d)	5.41E-06	0.01%	9.30E-06	0.00%
蒸汽发生器传热管破裂事故（事故触发碘	600(2h)	5.79E-05	1.16%	3.20E-04	0.64%
	5000(8h)	3.17E-06	0.06%	2.49E-05	0.05%
蒸汽发生器传热管破裂事故（事故前碘尖	600(2h)	1.39E-04	0.14%	1.36E-03	0.14%
	5000(8h)	5.61E-06	0.01%	5.65E-05	0.01%
安全壳外含有一次侧冷却剂的小管道破损	600(2h)	1.49E-04	2.98%	1.20E-03	2.40%
	5000(2h)	5.34E-06	0.11%	4.32E-05	0.09%
卡轴事故	600(2h)	1.79E-04	0.18%	1.32E-03	0.13%
	5000(8h)	3.95E-05	0.04%	4.11E-04	0.04%
主蒸汽管道破裂事故（事故前碘尖峰）	600(2h)	6.66E-05	0.07%	8.00E-04	0.08%
	5000(8h)	2.55E-06	0.00%	3.07E-05	0.00%
主蒸汽管道破裂事故（事故触发碘尖峰）	600(2h)	5.79E-05	0.06%	6.88E-04	0.07%
	5000(8h)	2.34E-06	0.00%	2.79E-05	0.00%
燃料操作事故	600(2h)	1.26E-03	1.26%	1.78E-02	1.78%
	5000(2h)	4.52E-05	0.05%	6.41E-04	0.06%
废气罐失效事故	600(2h)	7.34E-05	1.47%	4.33E-05	0.09%
	5000(2h)	2.64E-06	0.05%	1.55E-06	0.00%
RCV 容控箱失效事故	600(2h)	4.21E-05	0.84%	5.95E-05	0.12%
	5000(2h)	1.51E-06	0.03%	2.14E-06	0.00%

表 7.1-19（2/2） 各类事故对非居住区边界及规划限制区边界处公众个人可能造成的事故剂量后果（保守模型）

单位：Sv

事故	距离	有效剂量	占 GB6249-2011 相关剂量控制值的百分比	甲状腺当量剂量	占 GB6249-2011 相关剂量控制值的百分比
LOCA	600(2h)	6.90E-04	0.69%	6.38E-03	0.64%
	5000(30d)	1.43E-04	0.14%	1.24E-03	0.12%
弹棒事故	600(2h)	6.37E-04	0.64%	1.40E-03	0.14%
	5000(30d)	7.74E-05	0.08%	1.40E-04	0.01%
蒸汽发生器传热管破裂事故（事故触发碘尖峰）	600(2h)	4.84E-04	9.68%	2.68E-03	5.36%
	5000(8h)	5.66E-05	1.13%	4.13E-04	0.83%
蒸汽发生器传热管破裂事故（事故前碘尖峰）	600(2h)	1.16E-03	1.16%	1.14E-02	1.14%
	5000(8h)	1.09E-04	0.11%	1.09E-03	0.11%
安全壳外含有一次侧冷却剂的小管道破损事故	600(2h)	1.24E-03	24.80%	1.00E-02	20.00%
	5000(2h)	1.08E-04	2.16%	8.68E-04	1.74%
卡轴事故	600(2h)	1.50E-03	1.50%	1.10E-02	1.10%
	5000(8h)	5.79E-04	0.58%	5.89E-03	0.59%
主蒸汽管道破裂事故（事故前碘尖峰）	600(2h)	5.57E-04	0.56%	6.69E-03	0.67%
	5000(8h)	5.03E-05	0.05%	6.05E-04	0.06%
主蒸汽管道破裂事故（事故触发碘尖峰）	600(2h)	4.84E-04	0.48%	5.75E-03	0.58%
	5000(8h)	4.53E-05	0.05%	5.40E-04	0.05%
燃料操作事故	600(2h)	1.05E-02	10.50%	1.49E-01	14.90%
	5000(2h)	9.09E-04	0.91%	1.29E-02	1.29%
废气罐失效事故	600(2h)	6.14E-04	12.28%	3.62E-04	0.72%
	5000(2h)	5.31E-05	1.06%	3.13E-05	0.06%
RCV 容控箱失效事故	600(2h)	3.52E-04	7.04%	4.97E-04	0.99%
	5000(2h)	3.05E-05	0.61%	4.30E-05	0.09%

表 7.1-20 失水事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界（600m）				规划限制区边界（5000m）			
	0-2h		0-30d		0-2h		0-30d	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	2.68E-04	2.47E-03	6.53E-04	5.70E-03	1.77E-05	1.63E-04	3.88E-05	3.33E-04
SSW	2.93E-04	2.71E-03	8.94E-04	8.20E-03	1.75E-05	1.62E-04	4.59E-05	4.07E-04
SW	2.53E-04	2.34E-03	7.79E-04	7.15E-03	1.67E-05	1.54E-04	4.33E-05	3.83E-04
WSW	1.86E-04	1.71E-03	5.40E-04	4.90E-03	9.19E-06	8.49E-05	2.36E-05	2.08E-04
W	1.03E-04	9.48E-04	2.71E-04	2.41E-03	2.92E-06	2.70E-05	7.38E-06	6.50E-05
WNW	1.02E-04	9.43E-04	2.65E-04	2.35E-03	3.01E-06	2.78E-05	7.64E-06	6.73E-05
NW	1.31E-04	1.21E-03	3.32E-04	2.93E-03	4.60E-06	4.25E-05	1.12E-05	9.76E-05
NNW	2.31E-04	2.13E-03	5.91E-04	5.22E-03	1.37E-05	1.27E-04	3.13E-05	2.70E-04
N	1.46E-04	1.35E-03	3.54E-04	3.09E-03	5.69E-06	5.26E-05	1.33E-05	1.15E-04
NNE	2.07E-04	1.91E-03	6.01E-04	5.45E-03	9.84E-06	9.09E-05	2.53E-05	2.23E-04
NE	2.14E-04	1.98E-03	5.79E-04	5.17E-03	1.02E-05	9.43E-05	2.49E-05	2.17E-04
ENE	2.40E-04	2.22E-03	6.00E-04	5.27E-03	1.37E-05	1.27E-04	3.10E-05	2.68E-04
E	5.64E-04	5.21E-03	1.51E-03	1.34E-02	4.80E-05	4.44E-04	1.11E-04	9.64E-04
ESE	6.90E-04	6.38E-03	1.90E-03	1.70E-02	5.97E-05	5.51E-04	1.43E-04	1.24E-03
SE	3.14E-04	2.90E-03	7.52E-04	6.55E-03	2.34E-05	2.16E-04	5.02E-05	4.29E-04
SSE	3.02E-04	2.79E-03	7.23E-04	6.30E-03	2.22E-05	2.05E-04	4.77E-05	4.08E-04
MAX	6.90E-04	6.38E-03	1.90E-03	1.70E-02	5.97E-05	5.51E-04	1.43E-04	1.24E-03

表 7.1-21 弹棒事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界（600m）				规划限制区边界（5000m）			
	0-2h		0-30d		0-2h		0-30d	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	2.47E-04	5.44E-04	3.50E-04	6.29E-04	1.63E-05	3.59E-05	2.21E-05	4.04E-05
SSW	2.71E-04	5.95E-04	4.23E-04	7.41E-04	1.62E-05	3.55E-05	2.36E-05	4.20E-05
SW	2.34E-04	5.15E-04	3.67E-04	6.43E-04	1.54E-05	3.39E-05	2.24E-05	4.00E-05
WSW	1.71E-04	3.77E-04	2.62E-04	4.62E-04	8.49E-06	1.87E-05	1.23E-05	2.19E-05
W	9.48E-05	2.08E-04	1.39E-04	2.47E-04	2.70E-06	5.93E-06	3.88E-06	6.93E-06
WNW	9.43E-05	2.08E-04	1.37E-04	2.45E-04	2.78E-06	6.12E-06	4.00E-06	7.16E-06
NW	1.21E-04	2.65E-04	1.74E-04	3.11E-04	4.25E-06	9.35E-06	6.00E-06	1.08E-05
NNW	2.13E-04	4.69E-04	3.08E-04	5.50E-04	1.27E-05	2.79E-05	1.74E-05	3.16E-05
N	1.35E-04	2.97E-04	1.90E-04	3.42E-04	5.25E-06	1.16E-05	7.29E-06	1.32E-05
NNE	1.91E-04	4.21E-04	2.92E-04	5.15E-04	9.09E-06	2.00E-05	1.32E-05	2.35E-05
NE	1.98E-04	4.35E-04	2.93E-04	5.20E-04	9.43E-06	2.08E-05	1.33E-05	2.40E-05
ENE	2.22E-04	4.88E-04	3.17E-04	5.68E-04	1.27E-05	2.79E-05	1.74E-05	3.16E-05
E	5.21E-04	1.15E-03	7.67E-04	1.36E-03	4.44E-05	9.76E-05	6.14E-05	1.11E-04
ESE	6.37E-04	1.40E-03	9.51E-04	1.68E-03	5.51E-05	1.21E-04	7.74E-05	1.40E-04
SE	2.90E-04	6.39E-04	4.08E-04	7.35E-04	2.16E-05	4.75E-05	2.89E-05	5.31E-05
SSE	2.79E-04	6.13E-04	3.91E-04	7.05E-04	2.05E-05	4.52E-05	2.75E-05	5.05E-05
MAX	6.37E-04	1.40E-03	9.51E-04	1.68E-03	5.51E-05	1.21E-04	7.74E-05	1.40E-04

表 7.1-22（1/2） 蒸汽发生器传热管破裂事故后的有效剂量和甲状腺当量剂量

（保守模型、事故前碘尖峰）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0h-2h		0h-8h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	4.51E-04	4.41E-03	3.21E-05	3.19E-04
SSW	4.94E-04	4.82E-03	3.21E-05	3.21E-04
SW	4.27E-04	4.17E-03	3.06E-05	3.06E-04
WSW	3.13E-04	3.06E-03	1.68E-05	1.68E-04
W	1.73E-04	1.69E-03	5.34E-06	5.33E-05
WNW	1.72E-04	1.68E-03	5.51E-06	5.51E-05
NW	2.20E-04	2.15E-03	8.40E-06	8.39E-05
NNW	3.89E-04	3.80E-03	2.49E-05	2.49E-04
N	2.46E-04	2.40E-03	1.04E-05	1.03E-04
NNE	3.49E-04	3.41E-03	1.80E-05	1.80E-04
NE	3.61E-04	3.52E-03	1.86E-05	1.86E-04
ENE	4.05E-04	3.95E-03	2.49E-05	2.48E-04
E	9.51E-04	9.29E-03	8.74E-05	8.72E-04
ESE	1.16E-03	1.14E-02	1.09E-04	1.09E-03
SE	5.30E-04	5.17E-03	4.23E-05	4.21E-04
SSE	5.09E-04	4.97E-03	4.03E-05	4.01E-04
MAX	1.16E-03	1.14E-02	1.09E-04	1.09E-03

表 7.1-22（2/2） 蒸汽发生器传热管破裂事故后的有效剂量和甲状腺当量剂量

（保守模型、事故触发碘尖峰）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0h-2h		0h-8h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	1.88E-04	1.04E-03	1.64E-05	1.18E-04
SSW	2.05E-04	1.14E-03	1.69E-05	1.25E-04
SW	1.77E-04	9.83E-04	1.61E-05	1.19E-04
WSW	1.30E-04	7.20E-04	8.84E-06	6.53E-05
W	7.19E-05	3.98E-04	2.80E-06	2.06E-05
WNW	7.16E-05	3.96E-04	2.89E-06	2.13E-05
NW	9.15E-05	5.07E-04	4.38E-06	3.20E-05
NNW	1.62E-04	8.96E-04	1.29E-05	9.33E-05
N	1.02E-04	5.67E-04	5.36E-06	3.90E-05
NNE	1.45E-04	8.04E-04	9.46E-06	6.97E-05
NE	1.50E-04	8.31E-04	9.72E-06	7.12E-05
ENE	1.68E-04	9.32E-04	1.29E-05	9.31E-05
E	3.96E-04	2.19E-03	4.52E-05	3.29E-04
ESE	4.84E-04	2.68E-03	5.66E-05	4.13E-04
SE	2.20E-04	1.22E-03	2.16E-05	1.55E-04
SSE	2.11E-04	1.17E-03	2.06E-05	1.48E-04
MAX	4.84E-04	2.68E-03	5.66E-05	4.13E-04

表 7.1-23 卡轴事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界（600m）				规划限制区外边界（5km）			
	0~2h		0~8h		0~2h		0~8h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	5.81E-04	4.27E-03	2.63E-03	2.67E-02	3.84E-05	2.82E-04	1.62E-04	1.64E-03
SSW	6.36E-04	4.67E-03	3.24E-03	3.33E-02	3.80E-05	2.79E-04	1.80E-04	1.83E-03
SW	5.50E-04	4.04E-03	2.82E-03	2.90E-02	3.62E-05	2.66E-04	1.70E-04	1.73E-03
WSW	4.03E-04	2.96E-03	2.01E-03	2.06E-02	1.99E-05	1.46E-04	9.32E-05	9.51E-04
W	2.23E-04	1.64E-03	1.06E-03	1.08E-02	6.34E-06	4.65E-05	2.93E-05	2.98E-04
WNW	2.22E-04	1.63E-03	1.04E-03	1.06E-02	6.54E-06	4.80E-05	3.03E-05	3.09E-04
NW	2.83E-04	2.08E-03	1.31E-03	1.34E-02	9.99E-06	7.34E-05	4.50E-05	4.58E-04
NNW	5.01E-04	3.68E-03	2.33E-03	2.38E-02	2.98E-05	2.19E-04	1.29E-04	1.31E-03
N	3.17E-04	2.33E-03	1.43E-03	1.46E-02	1.24E-05	9.07E-05	5.42E-05	5.51E-04
NNE	4.50E-04	3.30E-03	2.24E-03	2.30E-02	2.14E-05	1.57E-04	9.94E-05	1.01E-03
NE	4.65E-04	3.41E-03	2.23E-03	2.28E-02	2.22E-05	1.63E-04	1.00E-04	1.02E-03
ENE	5.21E-04	3.83E-03	2.39E-03	2.44E-02	2.98E-05	2.19E-04	1.28E-04	1.30E-03
E	1.23E-03	8.99E-03	5.84E-03	5.96E-02	1.04E-04	7.66E-04	4.56E-04	4.63E-03
ESE	1.50E-03	1.10E-02	7.25E-03	7.42E-02	1.30E-04	9.51E-04	5.79E-04	5.89E-03
SE	6.82E-04	5.01E-03	3.05E-03	3.10E-02	5.07E-05	3.72E-04	2.10E-04	2.13E-03
SSE	6.55E-04	4.81E-03	2.93E-03	2.98E-02	4.83E-05	3.55E-04	2.00E-04	2.02E-03
MAX	1.50E-03	1.10E-02	7.25E-03	7.42E-02	1.30E-04	9.51E-04	5.79E-04	5.89E-03

表 7.1-24 安全壳外载有一回路冷却剂的小管线破裂事故造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0-2h		0-2h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	4.82E-04	3.89E-03	3.18E-05	2.57E-04
SSW	5.28E-04	4.26E-03	3.15E-05	2.54E-04
SW	4.56E-04	3.68E-03	3.01E-05	2.43E-04
WSW	3.34E-04	2.70E-03	1.66E-05	1.34E-04
W	1.85E-04	1.49E-03	5.26E-06	4.25E-05
WNW	1.84E-04	1.49E-03	5.43E-06	4.38E-05
NW	2.35E-04	1.90E-03	8.29E-06	6.70E-05
NNW	4.16E-04	3.36E-03	2.47E-05	1.99E-04
N	2.63E-04	2.12E-03	1.02E-05	8.28E-05
NNE	3.73E-04	3.01E-03	1.77E-05	1.43E-04
NE	3.86E-04	3.11E-03	1.84E-05	1.49E-04
ENE	4.33E-04	3.49E-03	2.47E-05	1.99E-04
E	1.02E-03	8.21E-03	8.65E-05	6.99E-04
ESE	1.24E-03	1.00E-02	1.08E-04	8.68E-04
SE	5.66E-04	4.57E-03	4.21E-05	3.40E-04
SSE	5.44E-04	4.39E-03	4.01E-05	3.24E-04
MAX	1.24E-03	1.00E-02	1.08E-04	8.68E-04

表 7.1-25（1/2） 主蒸汽管道破裂造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型，事故前碘尖峰）

单位：Sv

距离	非居住区边界(600m)				限制区边界(5000m)			
	0h-2h		0h-8h		0h-2h		0h-8h	
方位	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量
S	2.16E-04	2.59E-03	2.26E-04	2.72E-03	1.43E-05	1.71E-04	1.48E-05	1.79E-04
SSW	2.36E-04	2.84E-03	2.49E-04	2.99E-03	1.41E-05	1.69E-04	1.48E-05	1.78E-04
SW	2.04E-04	2.45E-03	2.15E-04	2.59E-03	1.35E-05	1.62E-04	1.41E-05	1.70E-04
WSW	1.50E-04	1.80E-03	1.57E-04	1.89E-03	7.41E-06	8.90E-05	7.76E-06	9.34E-05
W	8.27E-05	9.94E-04	8.67E-05	1.04E-03	2.35E-06	2.83E-05	2.46E-06	2.97E-05
WNW	8.24E-05	9.90E-04	8.63E-05	1.04E-03	2.43E-06	2.92E-05	2.54E-06	3.06E-05
NW	1.05E-04	1.27E-03	1.10E-04	1.33E-03	3.71E-06	4.46E-05	3.88E-06	4.67E-05
NNW	1.86E-04	2.24E-03	1.95E-04	2.35E-03	1.11E-05	1.33E-04	1.15E-05	1.39E-04
N	1.18E-04	1.41E-03	1.23E-04	1.48E-03	4.59E-06	5.51E-05	4.79E-06	5.76E-05
NNE	1.67E-04	2.01E-03	1.76E-04	2.11E-03	7.94E-06	9.54E-05	8.31E-06	1.00E-04
NE	1.73E-04	2.07E-03	1.81E-04	2.18E-03	8.24E-06	9.90E-05	8.61E-06	1.04E-04
ENE	1.94E-04	2.33E-03	2.03E-04	2.44E-03	1.11E-05	1.33E-04	1.15E-05	1.39E-04
E	4.55E-04	5.47E-03	4.77E-04	5.74E-03	3.87E-05	4.66E-04	4.04E-05	4.86E-04
ESE	5.57E-04	6.69E-03	5.84E-04	7.03E-03	4.81E-05	5.79E-04	5.03E-05	6.05E-04
SE	2.53E-04	3.05E-03	2.65E-04	3.19E-03	1.88E-05	2.26E-04	1.96E-05	2.36E-04
SSE	2.43E-04	2.92E-03	2.54E-04	3.06E-03	1.79E-05	2.16E-04	1.87E-05	2.25E-04
MAX	5.57E-04	6.69E-03	5.84E-04	7.03E-03	4.81E-05	5.79E-04	5.03E-05	6.05E-04

表 7.1-25（2/2） 主蒸汽管道破裂造成的有效剂量和甲状腺当量剂量（保守模型，事故触发碘尖峰）

单位：Sv

距离	非居住区边界(600m)				限制区边界(5000m)			
	0h-2h		0h-8h		0h-2h		0h-8h	
方位	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量	有效剂量	甲状腺剂量
S	1.88E-04	2.23E-03	2.04E-04	2.43E-03	1.24E-05	1.47E-04	1.33E-05	1.59E-04
SSW	2.05E-04	2.44E-03	2.26E-04	2.69E-03	1.23E-05	1.46E-04	1.34E-05	1.59E-04
SW	1.78E-04	2.11E-03	1.95E-04	2.33E-03	1.17E-05	1.39E-04	1.27E-05	1.52E-04
WSW	1.30E-04	1.55E-03	1.43E-04	1.70E-03	6.44E-06	7.66E-05	7.01E-06	8.36E-05
W	7.19E-05	8.55E-04	7.84E-05	9.35E-04	2.05E-06	2.43E-05	2.22E-06	2.65E-05
WNW	7.16E-05	8.52E-04	7.79E-05	9.29E-04	2.11E-06	2.51E-05	2.30E-06	2.74E-05
NW	9.15E-05	1.09E-03	9.95E-05	1.19E-03	3.23E-06	3.84E-05	3.50E-06	4.17E-05
NNW	1.62E-04	1.92E-03	1.76E-04	2.10E-03	9.61E-06	1.14E-04	1.04E-05	1.24E-04
N	1.02E-04	1.22E-03	1.11E-04	1.32E-03	3.99E-06	4.74E-05	4.31E-06	5.14E-05
NNE	1.45E-04	1.73E-03	1.59E-04	1.90E-03	6.90E-06	8.20E-05	7.50E-06	8.95E-05
NE	1.50E-04	1.78E-03	1.64E-04	1.95E-03	7.16E-06	8.52E-05	7.76E-06	9.26E-05
ENE	1.68E-04	2.00E-03	1.83E-04	2.18E-03	9.61E-06	1.14E-04	1.04E-05	1.24E-04
E	3.96E-04	4.70E-03	4.31E-04	5.14E-03	3.37E-05	4.00E-04	3.64E-05	4.34E-04
ESE	4.84E-04	5.75E-03	5.28E-04	6.30E-03	4.19E-05	4.98E-04	4.53E-05	5.40E-04
SE	2.20E-04	2.62E-03	2.39E-04	2.85E-03	1.64E-05	1.95E-04	1.76E-05	2.10E-04
SSE	2.12E-04	2.52E-03	2.29E-04	2.73E-03	1.56E-05	1.85E-04	1.68E-05	2.00E-04
MAX	4.84E-04	5.75E-03	5.28E-04	6.30E-03	4.19E-05	4.98E-04	4.53E-05	5.40E-04

表 7.1-26 废气处理系统破损的放射性后果（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0-2h		0-2h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	2.38E-04	1.40E-04	1.57E-05	9.26E-06
SSW	2.60E-04	1.54E-04	1.55E-05	9.17E-06
SW	2.25E-04	1.33E-04	1.48E-05	8.75E-06
WSW	1.65E-04	9.73E-05	8.17E-06	4.82E-06
W	9.12E-05	5.38E-05	2.60E-06	1.53E-06
WNW	9.08E-05	5.35E-05	2.68E-06	1.58E-06
NW	1.16E-04	6.84E-05	4.09E-06	2.41E-06
NNW	2.05E-04	1.21E-04	1.22E-05	7.19E-06
N	1.30E-04	7.65E-05	5.06E-06	2.98E-06
NNE	1.84E-04	1.09E-04	8.75E-06	5.16E-06
NE	1.90E-04	1.12E-04	9.08E-06	5.35E-06
ENE	2.13E-04	1.26E-04	1.22E-05	7.19E-06
E	5.02E-04	2.96E-04	4.27E-05	2.52E-05
ESE	6.14E-04	3.62E-04	5.31E-05	3.13E-05
SE	2.79E-04	1.65E-04	2.08E-05	1.22E-05
SSE	2.68E-04	1.58E-04	1.98E-05	1.17E-05
MAX	6.14E-04	3.62E-04	5.31E-05	3.13E-05

表 7.1-27 容控箱破损事故的放射性后果（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0-2h		0-2h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	1.37E-04	1.93E-04	9.02E-06	1.27E-05
SSW	1.49E-04	2.11E-04	8.92E-06	1.26E-05
SW	1.29E-04	1.83E-04	8.52E-06	1.20E-05
WSW	9.47E-05	1.34E-04	4.69E-06	6.62E-06
W	5.24E-05	7.39E-05	1.49E-06	2.10E-06
WNW	5.21E-05	7.36E-05	1.54E-06	2.17E-06
NW	6.66E-05	9.41E-05	2.35E-06	3.32E-06
NNW	1.18E-04	1.66E-04	7.00E-06	9.88E-06
N	7.45E-05	1.05E-04	2.90E-06	4.10E-06
NNE	1.06E-04	1.49E-04	5.02E-06	7.09E-06
NE	1.09E-04	1.54E-04	5.21E-06	7.36E-06
ENE	1.23E-04	1.73E-04	7.00E-06	9.88E-06
E	2.88E-04	4.07E-04	2.45E-05	3.46E-05
ESE	3.52E-04	4.97E-04	3.05E-05	4.30E-05
SE	1.60E-04	2.27E-04	1.19E-05	1.68E-05
SSE	1.54E-04	2.17E-04	1.14E-05	1.60E-05
MAX	3.52E-04	4.97E-04	3.05E-05	4.30E-05

表 7.1-28 燃料操作事故放射性后果（保守模型）

单位：Sv

方位	非居住区边界(600m)		规划限制区边界(5000m)	
	0-2h		0-2h	
	有效剂量	甲状腺当量剂量	有效剂量	甲状腺当量剂量
S	4.08E-03	5.79E-02	2.69E-04	3.82E-03
SSW	4.46E-03	6.33E-02	2.66E-04	3.78E-03
SW	3.86E-03	5.47E-02	2.54E-04	3.61E-03
WSW	2.83E-03	4.01E-02	1.40E-04	1.99E-03
W	1.56E-03	2.22E-02	4.45E-05	6.31E-04
WNW	1.56E-03	2.21E-02	4.59E-05	6.51E-04
NW	1.99E-03	2.82E-02	7.01E-05	9.95E-04
NNW	3.52E-03	4.99E-02	2.09E-04	2.96E-03
N	2.22E-03	3.15E-02	8.67E-05	1.23E-03
NNE	3.15E-03	4.47E-02	1.50E-04	2.13E-03
NE	3.26E-03	4.63E-02	1.56E-04	2.21E-03
ENE	3.66E-03	5.19E-02	2.09E-04	2.96E-03
E	8.60E-03	1.22E-01	7.32E-04	1.04E-02
ESE	1.05E-02	1.49E-01	9.09E-04	1.29E-02
SE	4.79E-03	6.79E-02	3.56E-04	5.05E-03
SSE	4.60E-03	6.52E-02	3.39E-04	4.81E-03
MAX	1.05E-02	1.49E-01	9.09E-04	1.29E-02

表 7.2-1 内部事件二级 PSA 释放频率

释放类	定义	总释放类频率（/堆年）	份额
RC01	安全壳完好	1.81E-07	85.8%
RC02	安全壳隔离失效	2.16E-09	1.0%
RC03	安全壳旁路失效：界面 LOCA	7.15E-09	3.4%
RC04	安全壳旁路失效：SGTR	4.13E-09	2.0%
RC05	安全壳早期高能反应失效、压力容器下封头熔穿	1.88E-09	0.9%
RC06	安全壳早期高能反应失效、压力容器下封头完好	4.58E-10	0.2%
RC07	安全壳晚期超压失效、压力容器下封头熔穿	6.29E-13	0.0%
RC08	安全壳晚期超压失效、压力容器下封头完好	1.23E-11	0.0%
RC09	安全壳过滤排放、压力容器下封头熔穿	3.24E-10	0.2%
RC10	安全壳过滤排放、压力容器下封头完好	4.80E-09	2.3%
RC11	安全壳底板熔穿	9.22E-09	4.4%

表 7.2-2（1/2） 二级 PSA 源项

事故序列名称	起始时间（s）	结束时间（s）	持续时间（s）	惰性气体	卤素	碱金属	碲族	锶	贵金属	镧系	铈族	钡
RC01	839	16585	15745	1.22E-04	9.04E-06	7.95E-06	4.30E-06	2.10E-07	1.62E-06	6.28E-09	2.47E-08	4.29E-07
	16585	43575	26990	4.94E-04	7.20E-07	6.91E-07	6.28E-07	1.16E-08	9.74E-08	3.82E-10	1.23E-09	2.72E-08
	43575	78095	34520	9.03E-04	5.31E-08	1.10E-07	8.11E-08	3.97E-10	3.16E-09	1.24E-11	4.48E-11	8.45E-10
	78095	164495	86400	8.63E-03	3.87E-08	1.01E-07	3.61E-08	9.31E-11	7.26E-10	2.59E-12	1.08E-11	1.91E-10
RC02	33643	38740	5096	6.19E-02	3.29E-02	3.28E-02	1.25E-02	2.26E-04	5.05E-04	7.31E-06	1.59E-05	7.76E-04
	38740	51082	12341	4.42E-01	5.96E-02	5.97E-02	3.66E-02	8.84E-04	6.73E-03	3.25E-05	4.42E-05	3.21E-03
	51082	66975	15893	2.51E-01	5.83E-03	4.84E-03	3.66E-03	1.53E-04	1.35E-03	9.57E-06	1.02E-05	7.82E-04
	66975	153375	86400	2.43E-01	7.23E-02	2.69E-02	5.01E-03	1.59E-05	1.30E-04	1.05E-06	1.11E-06	8.60E-05
RC03	2916	9048	6132	8.98E-01	2.02E-01	2.01E-01	1.28E-01	4.62E-03	3.12E-02	1.69E-04	5.20E-04	1.40E-02
	9048	95448	86400	9.64E-02	1.11E-02	1.01E-02	5.45E-03	4.87E-04	5.15E-03	2.96E-05	3.10E-05	2.68E-03
	95448	181848	86399	6.68E-04	3.25E-05	5.11E-05	7.91E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	181848	259200	77351	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RC04	12855	28185	15329	1.83E-01	1.03E-01	1.00E-01	7.92E-02	3.21E-03	1.01E-02	8.30E-05	4.81E-04	4.89E-03
	28185	47685	19500	6.61E-02	1.15E-02	4.60E-03	8.90E-04	1.81E-05	1.29E-04	6.91E-07	2.41E-06	4.55E-05
	47685	96585	48900	1.41E-01	1.15E-02	4.25E-03	1.61E-03	1.32E-07	1.17E-06	6.53E-09	1.50E-08	4.67E-07
	96585	182985	86399	2.89E-01	6.69E-02	2.12E-02	5.09E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RC05	924	14020	13095	9.40E-01	1.57E-01	1.07E-01	6.58E-02	8.21E-03	8.62E-02	2.56E-04	3.04E-04	2.18E-02
	14020	23260	9240	4.05E-02	7.06E-03	4.47E-03	3.01E-03	2.18E-04	1.69E-03	5.40E-06	6.28E-06	4.75E-04
	23260	39748	16488	6.11E-03	8.80E-03	9.61E-03	8.17E-03	1.15E-04	5.50E-05	4.58E-06	6.23E-05	6.15E-05
	39748	126148	86400	5.65E-03	3.93E-03	1.31E-02	6.83E-03	1.25E-04	0.00E+00	1.01E-05	1.52E-04	5.78E-05

表 7.2-2（2/2） 二级 PSA 源项

事故序列名称	起始时间（s）	结束时间（s）	持续时间（s）	惰性气体	卤素	碱金属	碲族	锶	贵金属	镧系	铈族	钡
RC06	33483	43442	9959	1.85E-04	3.79E-05	3.69E-05	1.25E-05	5.43E-07	5.81E-07	8.34E-09	2.93E-08	1.09E-06
	43442	46370	2927	4.16E-01	7.04E-02	6.57E-02	3.22E-02	1.23E-03	6.39E-03	2.45E-05	5.73E-05	2.71E-03
	46370	97557	51187	4.73E-01	4.69E-02	2.53E-02	1.13E-02	3.26E-04	2.72E-03	9.41E-06	1.58E-05	8.48E-04
	97557	183957	86400	9.45E-02	1.34E-02	7.13E-03	3.15E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RC07	5796	92098	86302	2.99E-03	8.05E-05	7.90E-05	5.45E-05	3.92E-06	1.35E-05	1.38E-07	1.06E-06	5.20E-06
	92098	178393	86294	3.19E-03	5.43E-06	1.94E-06	7.82E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	178393	264696	86303	3.09E-03	9.17E-05	3.00E-05	6.18E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	264696	351096	86400	9.87E-01	3.57E-03	1.95E-03	9.44E-04	1.16E-09	6.59E-10	2.70E-10	2.20E-12	9.60E-08
RC08	5793	51871	46077	1.44E-03	7.58E-05	7.12E-05	4.62E-05	3.15E-06	2.03E-05	6.66E-08	3.24E-07	5.49E-06
	51871	97962	46091	1.55E-03	6.42E-07	3.53E-07	1.72E-07	1.40E-09	9.36E-09	3.92E-11	1.12E-10	2.74E-09
	97962	144043	46080	1.45E-03	7.00E-12	7.71E-12	1.99E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	144043	230443	86400	9.91E-01	5.97E-02	5.45E-02	4.14E-02	8.28E-06	5.18E-07	3.46E-06	3.25E-05	7.54E-06
RC09	16605	80142	63536	2.26E-03	7.72E-05	7.48E-05	4.25E-05	1.90E-05	5.43E-05	6.53E-07	2.19E-06	2.75E-05
	80142	143670	63528	2.42E-03	1.67E-05	6.61E-06	1.92E-06	2.82E-08	6.41E-09	1.33E-09	1.21E-08	3.57E-08
	143670	207205	63534	2.39E-03	4.88E-05	1.91E-05	4.69E-06	1.50E-09	0.00E+00	0.00E+00	3.79E-10	0.00E+00
	207205	293605	86400	9.80E-01	1.18E-04	4.94E-05	2.78E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RC10	16551	65427	48876	1.66E-03	8.49E-05	8.46E-05	4.98E-05	7.23E-06	3.58E-05	1.80E-07	3.44E-07	1.29E-05
	65427	114299	48871	1.63E-03	6.68E-08	3.46E-08	2.54E-08	5.21E-10	2.44E-09	1.30E-11	1.72E-11	9.33E-10
	114299	163167	48868	1.53E-03	1.54E-08	4.44E-09	9.59E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	163167	249567	86400	6.89E-01	3.63E-06	1.43E-06	3.06E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RC11	924	87223	86298	3.06E-03	9.12E-05	1.23E-04	5.42E-05	4.65E-06	1.10E-05	2.45E-07	1.69E-06	4.81E-06
	87223	173523	86299	3.17E-03	1.13E-06	1.48E-05	3.96E-06	1.24E-09	0.00E+00	1.61E-10	1.89E-09	1.58E-09
	173523	259823	86300	3.12E-03	2.79E-07	1.76E-06	1.24E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	259823	346223	86400	9.79E-01	4.60E-04	1.91E-04	1.45E-04	1.96E-09	1.07E-09	5.72E-10	7.50E-12	7.63E-08

表 7.4-1 漳州核电厂危险化学品储存和使用情况

阶段	化学品名称	位置/系统	主要成分/浓度	存储量
建造阶段	氧气	修理车间	-	35kg
		生产临建	-	200kg
		临建区预制场	-	30kg
	乙炔	修理车间	-	30kg
		生产临建	-	100kg
		临建区预制场	-	20kg
	二氧化碳	修理车间	-	35kg
运行阶段	次氯酸钠	污水处理站(ED1)	10%（有效氯含量）	0.042t
	硝酸	Q 厂房/ZLT 系统	65%	0.07t
	氢氧化钠	Q 厂房/ZLT 系统	42%	0.143t
		YA/YB	32%	40t
		HX	32%	5t
	氨水	YA/YB/MX	20%	2t
	氢氧化锂	AX2 碱库	58%	20kg
	联氨	AX2 氧化剂库/MX	35%	500kg
	硫酸	MX	98%	36.8kg
	盐酸	YA/YB	31%	40t
		HX	31%	5t
	甲苯	AX1 有毒有害品库	100%	8.7kg
	甲醇	AX1 易燃液体库一	100%	16kg
	乙醇	AX1 易燃液体库一	100%	240kg
	丙酮	AX1 易燃液体库一	100%	82.7kg
	石油醚	AX1 易燃液体库一	100%	73.7kg
	液化石油气	AX1 可燃气体库	混合成分	16.4kg
	乙炔	AX1 可燃气体库	含量≥98%	372.6kg
	双氧水	AX1 双氧水库	30%	277.5kg
	油漆	AX1 易燃液体库二	混合成分	160kg
	稀释剂	AX1 易燃液体库二	混合成分	125kg
	废溶剂（乙）	QR	-	200L * 315 桶
	废润滑油（丙）	QR	-	200L * 168 桶
	无爆炸危险且无毒不易挥发的液体	AX2 试剂库一	-	0
	氢气	氢气贮存及分配站	≥99.99%	323.64kg
	柴油	DX\DY\DU 柴油机厂房	890kg/m³	1023.5t
	润滑油	DX\DY\DU 柴油机厂房	-	7.145t

表 7.4-2 危险化学品存储 Q 值表

阶段	化学品名称	位置/系统	总存储量/t	临界量/t	Q 值
建造阶段	乙炔	修理车间	0.15	10	0.015
		生产临建			
		临建区预制场			
运行阶段	次氯酸钠	污水处理站（ED1）	0.042	5	0.008
	硝酸	Q 厂房/ZLT 系统	0.07	7.5	0.009
	氨水	YA/YB	2	5	0.400
	联氨	AX2 氧化剂库/MX	0.5	5	0.100
	硫酸	MX	0.0368	10	0.004
	盐酸	YA/YB	45	7.5	6.000
		HX			
	甲苯	AX1 有毒有害品库	0.0087	10	0.001
	甲醇	AX1 易燃液体库一	0.016	10	0.002
	丙酮	AX1 易燃液体库一	0.0827	10	0.008
	石油醚	AX1 易燃液体库一	0.0737	10	0.007
	液化石油气	AX1 可燃气体库	0.0164	10	0.002
	乙炔	AX1 可燃气体库	0.3726	10	0.037
	废润滑油	QR	30.576	2500	0.012
	柴油	DX\DY\DU 柴油机厂房	1023.5	2500	0.409
	润滑油	DX\DY\DU 柴油机厂房	7.145	2500	0.003
合计					7.0

表 7.5-1 紧急防护行动的通用优化干预水平

紧急防护行动	时间	剂量
隐蔽	2 天	10mSv
撤离	7 天	50mSv
碘防护	100mGy（甲状腺的待积吸收剂量）	

表 7.5-2 任何情况下预期均应进行干预的剂量行动水平

器官或组织	全身（骨髓）	肺	皮肤	甲状腺	眼晶体	性腺
2天内预期吸收剂量（Gy）	1	6	3	5	2	3

表 7.5-3 食品和饮用水通用行动水平

一般消费食品中的放射性核素	**kBq/kg**
Cs-134, Cs-137, I-131, Ru-103, Ru-106, Sr-89	1
Sr-90	0.1
Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0.01
牛奶、婴儿食品和饮水的放射性核素	**kBq/kg**
Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89	1
I-131, Sr-90	0.1
Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0.001

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

8.1.2 辐射环境监测

8.1.3 应急监测

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

8.3.2 环境监测设施

8.4 质量保证

8.4.1 质量控制

8.4.2 质量管理

表

表 8.1-1 漳州核电项目监督性监测系统项目拟建设内容和规模

图

图 8.1-1 漳州核电项目前沿站拟建位置图

图 8.1-2 漳州核电项目监督性监测子站拟建位置图

图 8.3-1 漳州核电项目厂外环境监测站拟建位置图

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

福建漳州核电厂 3、4 号机组运行期间流出物监测包括放射性流出物监测和非放射性流出物监测。其中，气载和液态放射性流出物是造成环境污染和居民受照剂量的主要源项，因此在流出物监测中对气载和液态放射性流出物进行重点监测。

放射性流出物监测的内容包括流出物的放射性浓度、排放总量和核素的种类等。运行期间流出物监测方案根据我国有关法规和工程的实际情况制定。

制定流出物监测方案依据和参考了下列标准：

GB 18871-2002	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
GB 6249-2011	《核动力厂环境辐射防护规定》
GB 11217-89	《核设施流出物监测的一般规定》
GB/T 7165.1-2005	《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第 1 部分：一般要求》
GB/T 7165.2-2008	《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第 2 部分：放射性气溶胶（包括超铀气溶胶）监测仪的特殊要求》
GB/T 7165.3-2008	《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第 3 部分：放射性惰性气体监测仪的特殊要求》
GB/T 7165.4-2008	《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第 4 部分：放射性碘监测仪的特殊要求》
GB/T 7165.5-2008	《气态排出流（放射性）活度连续监测设备 第 5 部分：氚监测仪的特殊要求》
GB/T 12726.1-2013	《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第 1 部分：一般要求》
GB/T 12726.2-2013	《核电厂安全重要仪表 事故及事故后辐射监测 第 2 部分：气态排出流及通风中放射性离线连续监测设备》
环发〔2012〕16 号	《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》
ANSIN13.1-2011	《Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities》

8.1.1.1 监测目的

运行期间流出物监测目的：

（1）监测释放到环境中的气载和液态放射性流出物的浓度，判断其是否符合国家批准的排放量控制值和营运单位规定的排放管理目标值；

（2）为判明本工程的运行以及放射性废物的处理和控制装置的工作是否正常有效提

供数据和资料；

（3）为评价环境质量、估算公众受照剂量提供放射性测量数据和资料；

（4）使公众确信本工程的放射性物质排放确实受到严格的控制；

（5）迅速发现有无计划外排放和事故排放，鉴别其性质、种类及其程度，以便及时采取措施；

（6）给出报警和必要的执行动作，以控制不合理的排放，可为本工程在事故期间的应急响应提供信息。

8.1.1.2 制定监测方案的原则

制定本工程运行期间流出物监测方案和监测系统设计遵循的主要原则包括：

（1）满足国家标准法规提出的流出物监测管理要求；

（2）对于所有可能产生放射性排放的途径，均应设置合理的监测手段。取样点的设置和取样系统的设计应确保监测结果能代表实际的排放；

（3）对于分批排放，排放前取样分析；

（4）对于具有事故后监测功能的仪表需考虑冗余监测；

（5）根据国家标准规定的年排放总量限值和排放浓度上限值，制定合理的排放量控制值和仪表的报警阈值；

（6）流出物监测和取样系统的设计中将考虑地方环保部门的监督性检查和测量。

8.1.1.3 气载放射性流出物监测

对核电厂气载放射性流出物的排放监测和控制是防治环境污染措施的重要组成部分。本工程采用“华龙一号”核电技术，均为单堆布置，核岛反应堆厂房、燃料厂房、核辅助厂房、人员通行厂房、安全厂房等的放射性排放经过滤后汇总到核岛烟囱集中排放。本工程采用单机组布置方案，每个机组设有一个排风烟囱，常规岛放射性气体均送至核岛烟囱统一进行排放，因此，气载放射性流出物监测集中对核岛烟囱和常规岛通风排放管道中排放的气体进行监测，并对烟囱排气进行取样测量。

（1）气载放射性流出物连续监测

1）放射性惰性气体连续监测

烟囱放射性惰性气体监测分为正常情况监测和事故情况监测。监测仪的量程满足核电厂正常排放和事故排放监测要求，高低量程互相重迭一个量级。惰性气体连续监测设备属安全 1E 级设备，有显示、记录打印和报警功能。惰性气体连续监测仪需按照事故后监测系统（PAMS）的要求进行设计，这些要求包括：

- 系统设计为冗余监测，冗余设备之间进行实体隔离和电气隔离；
- 采用不间断电源供电；
- 对设备的输入输出信号进行信号保护；
- 对设备进行预先的质量鉴定，确保设备在事故后环境条件及地震条件下能保持正常运行；
- 对设备进行定期试验、校准。

2）气溶胶连续监测

在烟囱设置气溶胶连续监测通道，对气溶胶的放射性水平进行连续监测，并设有显示、记录打印和报警功能。

3）放射性碘连续监测

在烟囱设置放射性碘连续监测通道，对放射性碘水平进行连续监测，并设有显示、记录打印和报警功能。

（2）气载放射性流出物取样测量

在烟囱气载流出物连续监测管路并行设置了取样装置，用于对气载流出物进行取样，所取样品送至厂区实验室进行测量和分析，拟取样和监测内容包括：惰性气体、气溶胶、碘、H-3 及 C-14。惰性气体为定期取样，气溶胶、碘、H-3 及 C-14 均为连续取样。

（3）取样代表性

对于气载流出物，将主要从以下几方面考虑取样代表性：

- 取样位置应位于烟囱内的一定高度处，确保取样气体已充分混合；
- 烟囱取样头的结构进行特殊设计，保证取得有代表性的气体流出物样品；
- 取样管道全部采用特殊的内抛光管；
- 合理选择取样管道的直径和流量，尽量减少取样管道的长度和弯头个数，取样头到气溶胶取样器之间避免使用阀门、扩大管、减压器等部件，必须使用的阀门选择直通型，以尽可能减少气溶胶和碘粒子在管路中的沉积。

8.1.1.4 液态放射性流出物监测

放射性废液主要来自废液处理系统、放射性废水回收系统、蒸汽发生器排污系统蒸汽发生器排污液、常规岛废液收集系统等等，废液经处理后分别汇总到核岛液态流出物排放系统及常规岛液态流出物排放系统的贮罐中作为液态放射性流出物集中排放。

液体放射性流出物监测包括排放前的取样测量和排放过程中的在线监测。

（1）液态放射性流出物取样测量

漳州3、4号机组拟设置核岛液态流出物排放厂房（QA）和常规岛液态流出物排放厂房（QB）。QA厂房主要收集、贮存核岛液态流出物排放系统废液；QB厂房主要收集、贮存常规岛液态流出物排放系统废液。在QA/QB的废液排放前，工作人员必须对其进行取样分析，测量待排放废液中的放射性浓度，计算排放活度，确保其放射性浓度及排放活度不超过运行管理限值。取样前将进行充分搅拌，确保取样的代表性；样品在实验室中采用高纯锗γ谱仪、低本底α、β计数器及低本底液体闪烁计数器等仪器进行测量和分析。液态放射性流出物样品的分析项目包括γ谱分析、氚、碳-14等活度浓度测量。

（2）液态放射性流出物连续监测

在 QA、QB 厂房各设置一套低放液体排放监测道，其功能是连续监测贮罐排放管道中的废液浓度，以验证实验室所分析的排放前贮罐中的样品浓度，同时监视已分析过的废液贮罐废液是否在排放。当排放废液活度浓度超过预定阈值时，给出报警信号，并自动启动隔离阀，停止废液排放。

（3）取样代表性

每个排放系统设有三个排放槽，一个用于接收液态流出物，另一个混匀、取样和排放液态流出物，第三个备用。液态流出物在就地取样前，需要进行如下操作：关闭泵出口排放阀，启动泵对排放槽进行全流量循环，以使所取的样品均匀，具有代表性。

8.1.1.5 地方环保部门监督性监测

为了满足地方环保部门进行监督性监测，本工程将采取一系列措施，以满足地方环保部门进行流出物监督性监测。这些措施主要包括：

（1）根据有关规范要求配合福建省环保部门建设监督性监测流出物实验室，依托一期工程已建设规模和地点见表 8.1-1；

（2）流出物在线监测数据传输至环保部门指定地点；

（3）经常保持与地方环保部门联系，接受地方环保部门的监督与指导；

（4）积极配合地方环保部门进行流出物监督性监测工作，并为地方环保部门定期取样提供方便，包括：

- 可根据需要向地方环保部门提供烟囱气溶胶及放射性碘的取样样品；
- 提供烟囱中 ^{14}C 和 ^{3}H 样品给地方环保部门进行测量；
- 从排放废液罐中提取废液样品时，同时为地方环保部门提取平行样品。

（5）向地方环保部门及时提供流出物监测月报表；

（6）流出物监测及样品测量分析数据可随时供地方环保部门查询；

（7）定期进行监测结果的比对和监测技术的交流。

8.1.2 辐射环境监测

本工程为了确保运行期间的放射性流出物对周围环境和居民的影响符合国家的有关规定，将在首次装料前制定环境监测大纲，并按照大纲开展运行期间的环境监测。环境监测大纲初稿将在运行阶段的环评报告中提供。本阶段的环评报告简要描述本工程运行后拟建设的环境监测设施及监测方案。

运行期间环境监测依据的主要标准规范有：

GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

GB 6249-2011 《核动力厂环境辐射防护规定》

HJ/T 61-2021 《辐射环境监测技术规范》

GB 12379-1990 《环境核辐射监测规定》

GB/T 14583-1993 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》

GB 8999-2021 《电离辐射监测质量保证一般规定》

国核安发[2012]98 号文 《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》

8.1.2.1 监测目的

运行期间环境监测的目的是：

（1）测定环境介质中核素浓度及大气中 γ 辐射水平的变化，以评估本工程排放的放射性物质对周围环境的影响情况；

（2）及时发现环境介质中放射性活度的变化，并查找原因，以便采取预防措施；

（3）监测海洋环境介质是否符合国家环保标准；

（4）事故应急响应期间执行应急监测。

8.1.2.2 监测方案

本工程运行期间的监测方案的基本测量内容、范围及频次等参见表 8.1-2。详细环境监测大纲初稿将在运行阶段的环评报告中提供。

8.1.2.3 监测范围

根据国家有关法规，运行期间拟进行环境辐射监测的范围如下：

（1）环境γ辐射水平监测范围为以反应堆厂房为中心半径 20km 范围内，其余陆地环境放射性监测项目的监测范围为 10km。

（2）海洋环境放射性监测以本工程排水口为中心，最远半径为 10km，重点监测排水口 2km 以内的海域。

8.1.2.4 布点原则

本工程运行期间环境监测布点将结合运行前连续两年的放射性本底调查结果具体制

定。同时为了使采样和监测点的选取具有充分的代表性，在进行环境监测采样和监测点的布设中主要考虑的原则有：

（1）依据相关标准及技术规范，并充分结合厂址区域附近地区的地形等条件；

（2）与运行前本底调查保持适当比例的同位点；

（3）陆地监测点以反应堆厂房为中心，成辐射状布置监测点，近密远疏；

（4）对居民密集地区、主导风下风向及环境敏感点布设监测点；

（5）环境 γ 辐射监测点及气态放射性物质取样点重点布置在主导风向的下风向厂区边界附近区域，周围没有高大的树木、建筑物；

（6）海上取样点主要设在排放口及其附近海域；

（7）土壤采样点设置在无水土流失的原野或田间；

（8）气象塔的位置应适当地远离各种障碍物，使气象传感器的测量数据可充分代表厂址的大气弥散状况。位置尽量能与大气扩散试验站址一致，保持数据的可延续性；

（9）充分利用运行前本底调查所获得的资料，并在满足环境评价需要的情况下，尽量做到环境监测最优化。

8.1.2.5 监测项目

本工程运行期间主要进行以下项目的监测工作：

（1）气象要素的监测

风速、风向，空气温度，相对湿度，降雨量，大气压，天空总辐射及净辐射。

（2）环境 γ 辐射水平监测

主要测量项目有：

- 大气中环境 γ 辐射水平的连续监测（自动连续监测装置）；
- 累积剂量监测（使用 TLD 热释光剂量计）；
- 非连续监测（使用便携式仪表），得到瞬时剂量率。

（3）环境介质放射性核素浓度监测

- 大气

气溶胶：^{90}Sr 及 γ 谱分析；

大气沉降物： ^{90}Sr 及 γ 核素分析；

空气中 ^{3}H、^{14}C 和 ^{131}I。

- 水监测

降水： ^{3}H；

饮用水：总 α、总 β、^{3}H 及 γ 核素分析；

地表水（水库、河流等）：总 β、^{3}H、^{14}C 及 γ 能谱；

地下水： ^{3}H、^{90}Sr 及 γ 能谱，可选择部分点位分析 ^{14}C。

- 陆生生物

肉类、水果、粮食、蔬菜等样品：^{3}H(TFWT,OBT)、^{14}C、γ 核素分析，每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析；

牛奶：进行 ^{131}I 分析测量；

指示生物：^{90}Sr 和 γ 核素分析。

- 海洋介质

海水：总 β、^{40}K、^{3}H，可选择部分点位分析 ^{14}C、^{90}Sr 及 γ 能谱；

海洋沉积物：^{90}Sr 及 γ 谱分析，在排放口方位 5km 范围内选择点位加测 $^{239+240}Pu$；

海洋生物样品：^{3}H(TFWT,OBT)、^{14}C、^{90}Sr 及 γ 谱分析，部分点位测 $^{239+240}Pu$。

- 土壤及底泥

- ^{90}Sr 和 γ 核素分析，每个方位最近的 1 个点加测 $^{239+240}Pu$。

（4）“三关键”的监测

本工程关键居民组为青少年组，关键照射途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，关键核素为 ^{14}C。针对关键居民组所在区域进行重点布点监测；针对关键照射途径上的环境介质重点取样监测；针对关键核素进行重点监测分析。

8.1.2.6 测量方法

根据监测任务和样品的种类采取以下不同的测量方法：

（1）实验室分析测量（对环境介质样品）

物理测量和分析：使用低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁测量装置、低本底 γ 谱仪等仪表进行 α/β 放射性活度测量、γ 能谱核素分析、^{3}H 和 ^{14}C 放射性活度测量。

放射化学测量分析：放射化学测量分析的方法按照国家标准规定进行，主要对环境介质中的 ^{90}Sr 等核素进行测量分析。

（2）固定式环境 γ 辐射监测和流动的辐射监测

设置环境 γ 辐射监测站，进行连续监测；

在环境中定点布设 TLD 元件，并在实验室中用热释光剂量测量仪进行累积剂量测量；

设置环境监测车/应急监测车进行本工程周边环境 γ 辐射监测，车上设有车载 γ 剂量率监测仪、便携式 γ 谱仪、便携式 γ 剂量率监测仪等设备。

（3）气象观测

在气象铁塔及地面设置风速、风向、空气温度、相对湿度、降雨量、大气压、天空总

辐射、净辐射等气象要素传感器用来连续观测厂区的局部气象状况。

8.1.2.7 地方环保部门的监督性监测

为了大力配合地方环保部门监督性监测工作的实施，本工程考虑主要从以下几个方面保证对监督性监测的支持：

（1）为地方环保部门现场监测提供方便，包括人员出入支持、人员配合、水电及监测场地的支持等；

（2）开展实验室之间的检测结果比对活动，增强交流和了解；

（3）根据有关规范要求配合福建省环保部门建设监督性前沿站及监测子站，依托一期工程建设规模和地点见表 8.1-1、图 8.1-1 和图 8.1-2。

8.1.3 应急监测

事故工况下的环境应急监测是核电厂应急计划的重要组成部分，本工程将制定应急环境监测大纲，对监测原则、监测方法和步骤、监测项目、监测路线、监测组织机构、监测数据发布等做出规定。在事故工况下，根据应急监测大纲对环境中 γ 辐射水平及大纲中规定的环境介质进行快速取样，样品根据大纲要求和有关测量程序进行放射性测量。

可参与应急环境监测的监测设施和设备主要包括：

（1）环境辐射与气象监测系统：

- 固定式环境 γ 辐射监测站：监测设备具有足够宽的量程，并将设置维持 72 小时的备用电池，具备应急条件下进行连续监测的能力。数据传输方式采用有线及无线两种模式，两种模式互为备用。
- 环境监测车/应急监测车和环境介质取样车：监测车内配备便携式放射性测量和取样设备以及气象设备，可以快速给出环境 γ 辐射水平、表面污染、空气中主要放射性核素等。
- 气象站：气象参数为事故应急期间的应急决策提供数据支持。气象参数主要来自气象铁塔、地面气象观测站以及设置在厂外固定式环境 γ 辐射监测站的风速风向传感器。
- 移动式环境 γ 辐射监测子系统：考虑到极端外部事件下固定式环境 γ 辐射监测站可能受到损坏，因此考虑设置可在事故后投入使用的移动式环境 γ 辐射监测子系统，作为环境 γ 辐射水平监测的补充手段，以快速恢复环境监测能力。

（2）环境实验室

环境实验室拟建设在本工程烟羽应急计划区以外，以避免事故情况下对环境实验室测量的影响，使其在事故期间仍具备对环境介质的放射性测量能力，在事故期间参与应急响

应。

8.2 其他监测

8.2.1 热影响监测

将参考同行业和国内同类电站的做法，跟踪相关标准规范等相关要求，逐步开展监测方案的制定等工作。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

为了进一步评估排水中含有的非放射性化学污染物和生活污水对水环境的影响，计划在废水处理工艺末端排放口进行非放射性污染物的监测，主要监测项目包括水温、pH 值、COD、BOD_5、硼、余氯、氨氮、总氮、总磷、石油类、悬浮物、阴离子表面活性剂、色度、盐度等。

8.2.3 气象观测

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

厂址原有气象站建成于 2008 年 5 月，2014 年 11 月气象设备老化停测。由于原气象站站址地处项目施工区，为避免气象观测数据质量受到影响，新建气象铁塔和地面站于 2015 年 4 月建成，2015 年 5 月开始进行正式观测。厂址气象站与拟建核电机组的位置关系见图 8.2-1。

气象观测系统由气象铁塔风温梯度测量系统、地面气象诸要素自动观测系统、监控系统平台三部分构成。其示意图如图 8.2-2。

该气象观测系统以国外成熟的自动气象站 CR3000 为基础，结合气象塔风温梯度监测站和先进的数据采集软硬件平台，该气象观测系统主要由传感器、数据采集器、主控机、电源和专用电缆组成。

地面气象观测系统构成，其中地面气象观测的直接观测要素包括：风向、风速、温度、相对湿度、气压、总辐射、净辐射、降水量、蒸发等。塔层气象观测高度为 10m、30m、50m、70m 和 100m 五层。观测要素为风向、风速、温度和湿度（100m）。气象铁塔和地面观测传感器主要性能见表 8.2-2 和表 8.2-3。

气象观测仪器在安装架设前均进行了标定，并在安装调试前，在现场开展了气象塔气象要素梯度观测的风向和风速的水平比对。

铁塔和地面站所有气象数据的联合获取率为 97.9%，计算 10m 和 70m 高度三、四维联合频率所用到气象数据的联合获取率为 97.9%。数据获取率满足 HAD101/02 规定的大

于 90%的要求。

8.2.4 水文观测

将参考同行业和国内同类电站的做法，跟踪相关标准规范等相关要求，逐步开展监测方案的制定等工作。

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

流出物实验室用于监测核电厂气载和液态流出物的样品，以确定被排放气载和液态流出物的放射性水平，保证向环境的受控排放。本工程流出物实验室处于辐射防护控制区，人员进出需要通过卫生出入口进行管理。

流出物实验室包括热制备间、冷制备间、流出物 γ 谱仪测量室、流出物测量间。其中热制备间用于核岛气液态流出物样品制样，冷制备间用于常规岛气液态流出物样品制样，流出物 γ 谱仪测量室用于流出物 γ 谱放化测量，流出物测量间用于流出物放化测量。

流出物实验室需配备总有机碳分析仪、抽滤装置、干燥箱、温控电热板、高纯锗 γ 谱仪、低本底 α/β 测定仪、液闪计数仪等流出物监测用仪器和设备，来满足流出物监测的需求。

本工程气载放射性流出物和液态放射性流出物的实验室分析项目包括：烟囱气态氚、烟囱气态 C-14、烟囱惰性气体、烟囱气态碘、烟囱气溶胶、核岛液态氚、核岛液态 C-14、核岛液态 γ 核素以及核岛液态流出物中 Sr-90。

8.3.2 环境监测设施

8.3.2.1 环境辐射与气象监测系统

本工程将建设环境辐射与气象监测系统（IEM 系统），用于连续监测厂区及周围环境地区的环境γ辐射水平，采集厂区及周围地区的环境介质样品并送往环境实验室分析测量，连续监测厂址区域的气象要素，为环境评价和应急决策提供气象数据，为评价本工程对环境的影响事故应急期间应急方案制定提供监测数据支持。

环境辐射与气象监测系统主要包括：

（1）气象观测

漳州核电厂运行期间将沿用现有气象站。对厂址所在区域的各气象要素进行实时监测、记录，主要的设施包括气象观测塔和地面气象站，所配置主要设备有气象传感器、数据采集器、数据处理传输装置等；

测量参数包括：风速、风向、空气温度、相对湿度、降雨量、大气压、天空总辐射、天空净辐射。

（2）固定式环境 γ 辐射监测站

漳州核电厂拟在厂区内设置 6 个环境 γ 辐射监测站、在厂区外 10km 范围内设置 8 个环境 γ 辐射监测站，拟建设地点见图 8.3-1。站址位置将与监督性监测子站互补覆盖漳州核电厂周围 16 个方位角的陆域范围。监测站用于正常运行期间及应急期间的环境 γ 辐射剂量率的连续监测，运行期间的部分环境介质取样。

设备配备包括：γ 辐射探测器、取样装置、数据传输装置等。测量参数包括：大气中环境 γ 辐射水平的连续监测、气溶胶采样、H-3、C-14 和 I-131 采样、雨水/沉降灰采样，厂外的监测站还设置有风速、风向、雨量测量传感器。

（3）环境监测车/应急监测车

漳州核电厂将设置 1 辆环境监测车、1 辆介质采样车及 1 辆应急监测车。车辆放置在环境实验室的专用车库中。定期对厂区周围环境 γ 辐射水平进行巡测，同时在事故应急时参与应急监测。

设备配备包括：在环境监测车/应急监测车配置有车载 γ 辐射监测仪、车载自动气象监测仪，和便携式多道 γ 谱仪、便携式 α/β 表面污染测量仪、便携式气溶胶、碘取样器等若干便携式仪表及设备，还配置有车载数据通信和数据管理设备等；测量项目包括：正常运行情况下电厂周围环境 γ 辐射水平进行巡测（瞬时测量）。事故应急期间的环境 γ 辐射水平巡测、表面污染测量及气溶胶/碘取样。

（4）环境介质采样车：按照程序定期从厂址周围环境进行各类环境介质的采集、运输。采样车上主要配置有专用采样工具及包装袋、容器等。

（5）移动式 γ 辐射监测系统：可连续测量环境 γ 辐射水平。在事故期间且固定式环境 γ 辐射监测站不可用的情况下，快速投放至指定地点，作为环境 γ 辐射水平监测的补充手段。

（6）中央数据处理站：中央数据处理站将设在应急指挥中心内，主要进行环境 γ 辐射和气象数据的接收、处理、存储，并将环境实验室内各测量室得到的测量数据统一集中管理。中央数据处理站主要设备有包括环境 γ 辐射和气象数据的接收处理装置、数据处理计算机、中央数据服务器、操作工作站等。

8.3.2.2 环境实验室

漳州核电厂将建设环境实验室，初步定在漳州市东山县，距离漳州核电厂直线距离约 19.3km，在烟羽应急计划区以外，与周围环境互不构成影响，场址周围交通便利，配套设施齐全，满足建设需求。环境实验室用于对从厂区周围环境采集回来的环境介质样品进行处理、测量和分析，并在事故期间参与应急环境监测。实验室测量的项目包括 γ 谱分析、

总 α、总 β、H-3、C-14、Sr-90、累积剂量测量分析等。

环境实验室内设置低本底物理测量房间、样品预处理及制备房间、化学制样及分析房间及其他辅助房间，并主要配置以下几类设备：

- 放射性分析测量仪器：低本底 α/β 测量仪、低本底液体闪烁计数器、高纯锗 γ 谱仪和累积剂量测量设备等；
- 制样设备：马福炉、烘箱、电子天平等；
- 实验室家具：通风柜、实验台等。

8.3.2.3 厂区地下水监测井

为监测本工程运行对地下水的影响情况，将设置地下水监测井，用于对厂区附近地下水进行取样，样品送至环境实验室进行测量分析。监测井数量及位置将根据厂区地下水径流等情况进行确定。针对福建漳州核电厂 3、4 号机组，目前拟按照每两个机组设置 3 口监测井考虑。

8.4 质量保证

为了保证环境监测和流出物监测结果达到足够的可信度，确保获取的数据的有效性和可靠性，本工程将按照国家和行业标准规范的要求，制订环境监测大纲和放射性废物管理大纲，对流出物及周围环境的监测进行质量控制和质量管理。

8.4.1 质量控制

8.4.1.1 样品采集、运输和贮存中的质量控制

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

- 制定各类环境介质的采样计划，包括选择合适的采样地点和位置，选择合理的采样时间、采样频率和采样方式，以保证采集到具有代表性的样品。
- 根据各类环境介质的特点，严格遵守各类环境介质的采样、包装、运输和贮存的技术标准及操作程序，详细准确地填写采样、前处理、交接、分析测量和贮存记录。各种记录均有责任者签名。
- 准确地测定样品的质量、体积或流量，其误差一般控制在 10%以内。
- 操作样品时具有防止交叉污染的措施。
- 采样时的样品数量包括分析样品总数 5%的质量控制样品及分析样品总数的 20%的保留样品。
- 原始样品或经过预处理的样品需保存备查，运行前环境本底调查的样品应保存到退役后十年。对可保存的各类常规样品数的百分之一保存十年；强沾污样品及有特殊

情况的样品应保存到处理后做出结论。

8.4.1.2 样品处理、分析测量中的质量控制

样品处理、分析测量中的质量控制措施包括：

- 样品的预处理和分析测量均采用标准的方法，或者经过鉴定和验证过的方法。并有完备的书面程序。任何操作人员均不得擅自修改常规采用的方法或程序。在对样品的处理中采取有效措施以防止核素损失和使样品受到污染。准确地配制载体和标准溶液、注意检查载体和标准溶液的质量。严格制备供放射性测量的样品。
- 在分析测量的操作过程中注意防止样品之间的交叉污染。
- 为了确定分析测量过程中的不确定度，采取相应的校正措施。
- 比对：为了发现监测设备和监测中可能存在的缺陷，验证环境监测设备的可靠性，确保环境监测数据的精确性和可比性，参加国家和环境监测系统主管部门组织的实验室之间分析测量的比对和国际比对。
- 仪器的刻度和检验：对环境监测仪器设备严格执行定期检定和校准刻度制度，所有放射性测量仪器，都按照检定周期定期检定。刻度所用标准源和标准物质，可追溯到国家计量标准或国际计量标准。

8.4.1.3 数据处理中的质量控制

数据处理中的质量控制包括：

- 每个样品从采样、预处理到分析测量、结果计算过程中的每一步都有清楚、详细、准确的记录，并有责任者签字。原始记录和环境监测结果将永久保存。
- 详细、准确的质量控制记录。
- 进行数据统计学处理，对数据处理、计算结果进行严格审核。审核人在审核报告上签字；对于异常结果，计算者和审核者应及时查明原因，若属于分析测量差错或其它过失应该及时采取纠正或补救措施。
- 对于偏离正常值的异常结果，及时向技术负责人报告，并在自己的职责范围内进行核查。
- 环境监测报告中所采用的量、单位和符号等均符合国家颁布的标准。
- 对不符合质量保证要求的监测结果，必须进行审查、评价，并确定是否使用，还是废弃或采取补救办法。

8.4.2 质量管理

8.4.2.1 组织机构

- 编制组织管理程序，明文规定管理和实施质量保证计划的组织机构、人员设置及其

职责、权限等级。

- 制定组织机构，分工明确，对本工程的环境监测及流出物监测统一管理。

8.4.2.2 人员资格和培训

监测结果准确度与工作人员的经验、知识和技术水平有关，因此，拟制定下列措施：

- 从事环境监测的人员必须具有高中或中等专业学校以上的文化程度以及环境监测专业知识和工作能力。
- 对从事环境监测的所有人员进行上岗前培训，要求熟悉有关采样、样品处理、分析测量、仪器设备维护以及数据处理和评价，经技术考核取得相应的资格方能上岗。
- 为了保持从事环境监测人员的技术熟练程度，根据相应情况组织培训、考核、以及定期的技能评审。

表 8.1-1 漳州核电项目监督性监测系统项目拟建设内容和规模

建设内容	建设规模	建设地点
前沿站	前沿站建筑面积约1900m^2； 监测车及采样车的车库2个；	东山县白埕村，核电厂的SSW方位，距离核电厂约19.3km
监测子站	监测子站12个； 1辆环境监测车及1辆采样车； 地面气象观测场1个；	漳州核电厂周围的不同方位
流出物实验室	流出物实验室建筑面积约1200m^2；	与前沿站共址
流出物在线连续监测数据	——	数据由漳州核电厂应急指挥中心传输至前沿站



图 8.1-1 漳州核电项目前沿站拟建位置图

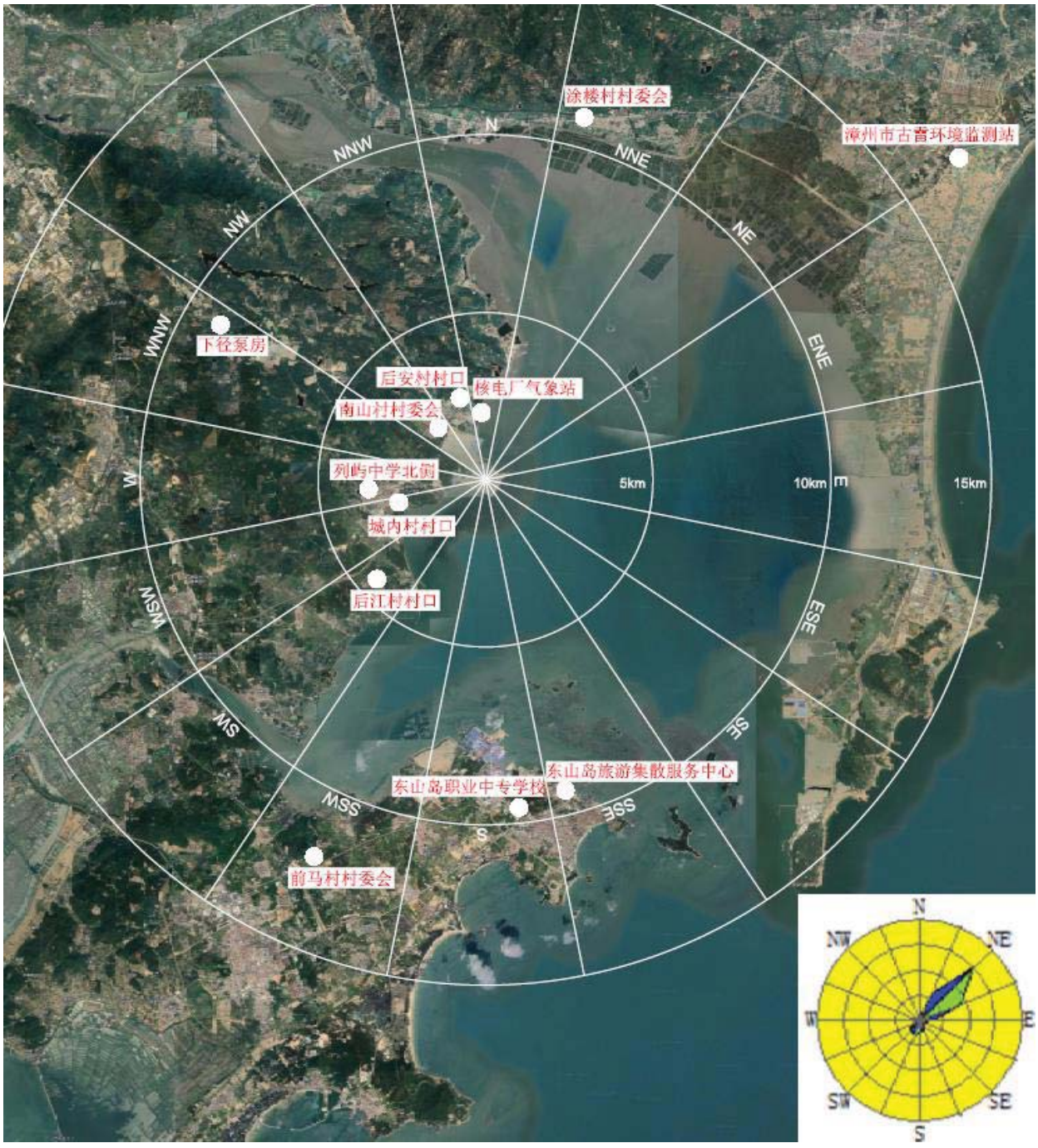


图 8.1-2 漳州核电项目监督性监测子站拟建位置图

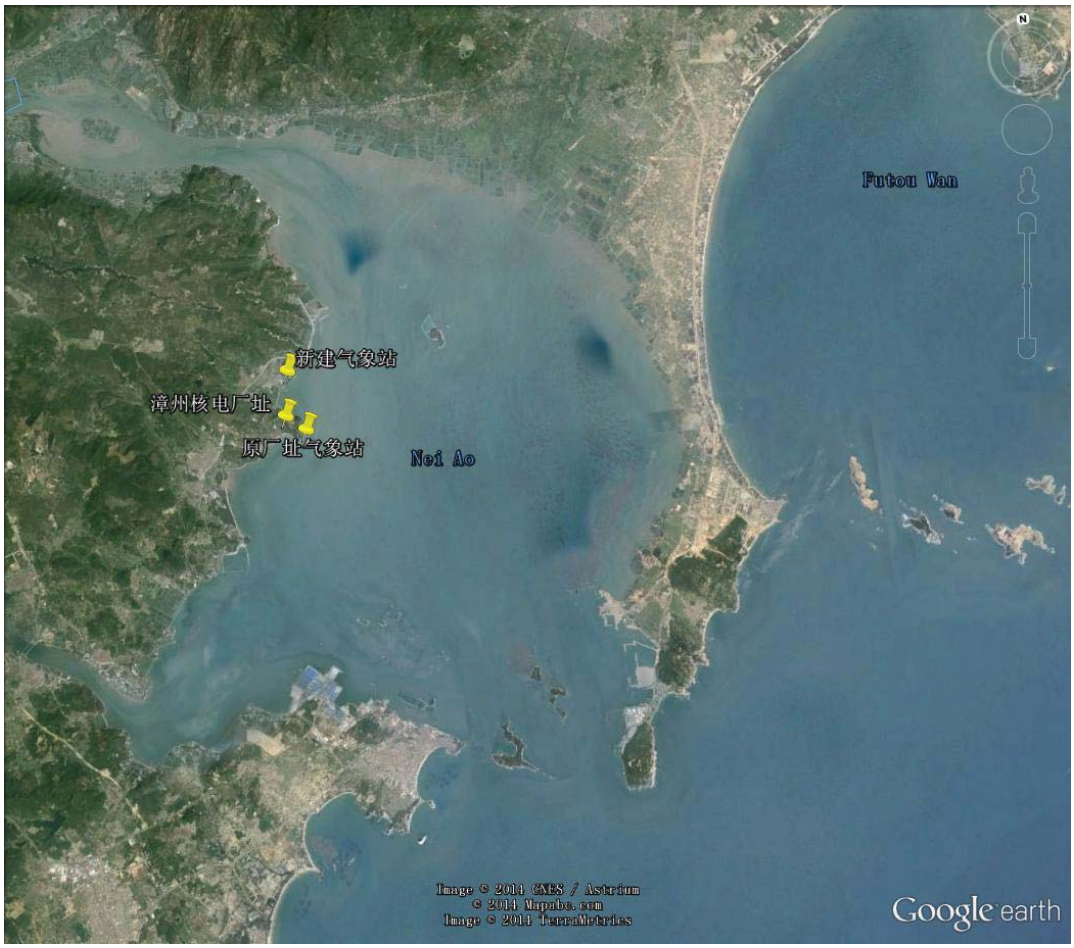


图 8.2-1　厂址气象站与拟建机组的相对位置示意图

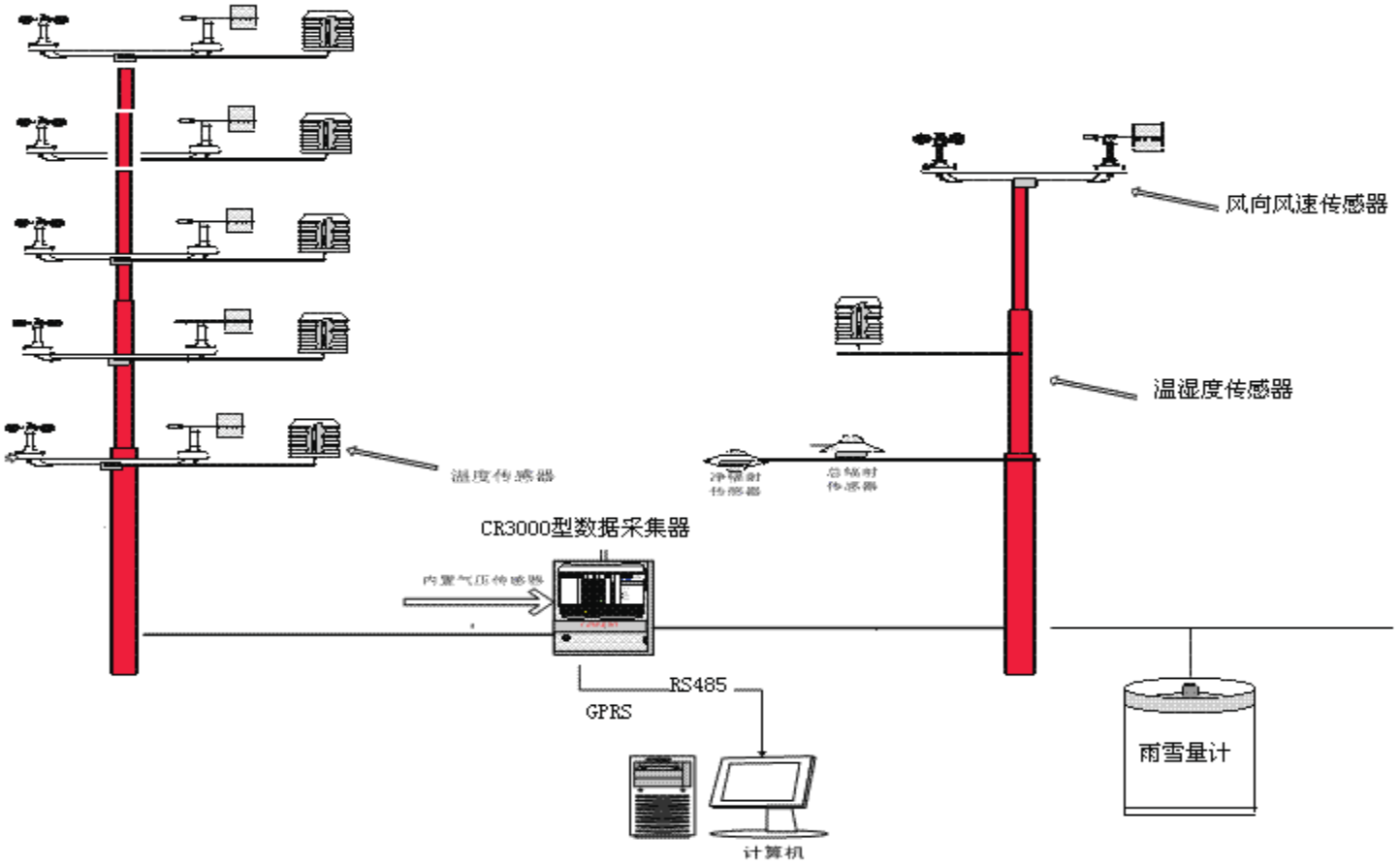


图 8.2-2　气象观测系统总体构成

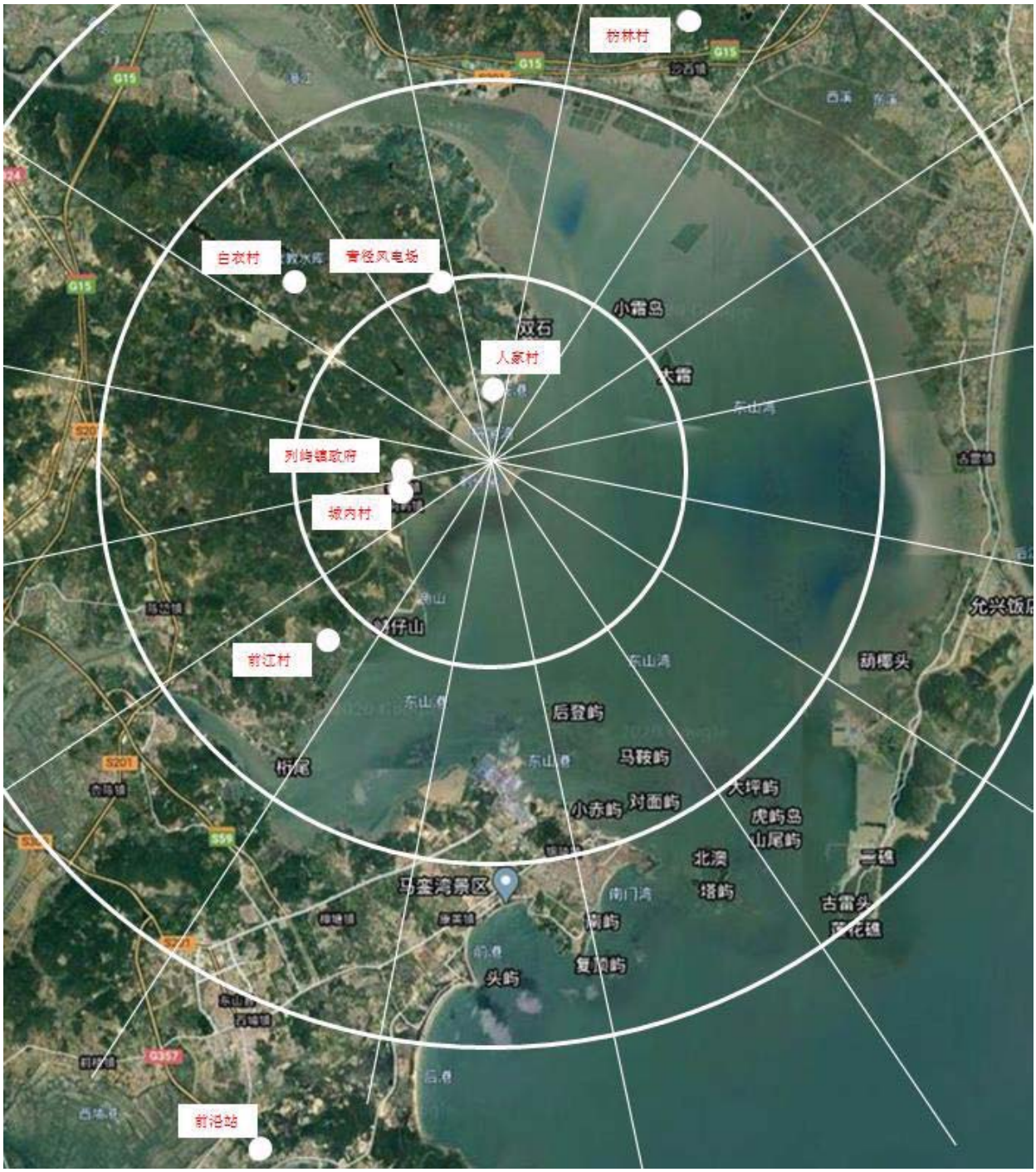


图 8.3-1　漳州核电项目厂外环境监测站拟建位置图

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

9.2.2 间接代价

表

表 9.1-1 电厂运行的年平均经济效益

表 9.1-2 环境效益分析估算表

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

福建漳州核电厂 3、4 号机组是由中国核能电力股份有限公司和原中国国电集团公司（现已合并重组为国家能源投资集团有限责任公司）共同出资建设，建设规模为 2×1212MW 百万千瓦级压水堆核电机组。设计寿命期为 60 年，经济评价期为 30 年。工程投产后，每年可向华东电网送电约 157.12 亿度，按每度电创造 17.8 元工业产值计算，新增工业产值 2797 亿元。每年向国家和地方上缴上亿的税金，在经济评价期内仅所得税一项累计达 120.57 亿元。其运行发电产生的经济利益详见附表 9.1-1 电厂运行的年平均经济效益。

据财务分析结果，工程投产后在 30 年经济评价期内资本金内部收益率为 9%，项目投资财务内部收益率(税后)为 6.49%，投资各方财务内部收益率为 7.59%，有较好的经济效益。

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

（1）社会效益

福建省地处我国华东地区，是我国经济比较发达、综合经济实力较强的省份之一。但是，由于受一次能源的制约，电力增长速度远远不能满足经济增长和人民生活的需要，因此，福建漳州核电厂 3、4 号机组的建设可以更好地缓解福建省电力不足的困难局面，促进该地区的工业发展。华东电网电源主要是燃煤的火电机组，但是，燃煤供应、铁路运输和港口装卸却很难满足要求。福建漳州核电厂 3、4 号机组 2×1212MW 机组的投产将进一步有效地解决能源供求矛盾，减轻燃煤运输和环境影响的压力。

福建漳州核电厂 3、4 号机组的建设，不仅将有效地解决福建省的能源供求矛盾，还将缓解交通运输的紧张状况，推动当地的经济发展，提高人民的生活水平。核电厂项目投资大，建设周期长，直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题，促进当地金融等服务产业发展。建设期间，可提供约 6 万人年的各种建设人才的就业机会；运行期间，核电站各岗位的就业人数总计约为 500 人，直接或间接地解决了大量劳动力的就业问题。据财务分

析结果，工程投产约 15 年后可全部偿还人民币和外币的贷款本息，其中人民币长期贷款共计偿还本金 279.34 亿，偿还利息 40.47 亿。

同时还起到优化能源结构、带动医疗卫生、零售业等相关产业发展等。核电厂职工的教育文化水平较高，在融入当地的过程中也有利于促进整个社会发展水平的提高。

福建漳州核电厂 3、4 号机组的建设将进一步有利于当地的交通、通讯、建材、教育及其他市政设施和福利事业的发展，对加快华东地区的经济发展具有重要意义。

（2）行业效益

福建漳州核电厂 3、4 号机组的建设将充分利用现有资源，采用国内外成熟的核电设计、制造技术，自主创新，大力推进我国核电品牌自主化的进程，从而全面推动我国核电事业的发展，促进民族工业的振兴。

核电厂的建设，还有助于逐步完善我国的核电标准，实现我国核电建设的系列化、标准化发展，并培养出一批核电站建设组织管理人才，为其后续机组和国内其它核电厂的建设培养人材。从而全面推动我国核电事业的发展。

（3）环境效益

核电厂两台百万千瓦级核电机组的间接效益主要来自于其替代燃煤发电带来的减排效应，核电机组每年可使电网减少燃煤 800 万吨，有效减少了 CO_2、SO_2、NO_X、烟尘、灰渣等污染物，降低有害气体对环境的污染，缓解酸雨的发生。以本项目 2×1212MW 规模计算，每年可少排放 SO_2 约 5000 吨，烟尘约 2090 吨，灰渣约 120 万吨（按 15%计算）。

同时，火电厂释放的 CO_2 是全球 CO_2 重要来源，而 CO_2 作为一种对全球气候变化起负面作用的温室气体，其减排问题已成为国际气候公约谈判的争论焦点。因此，积极发展核电将是我国今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。经济计算期内各年的环境效益估算见附表 9.1-2 环境效益分析估算表。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

福建漳州核电厂 3、4 号机组的项目计划总资金为 401.21 亿元，包括建筑工程费、设

备购置费、安装工程费等工程费用和建设单位管理费、设计和技术服务费、联合试运转费等工程其他费用以及预备费、建设期贷款利息和融资费用、铺底流动资金、进口环节增值税。

环保设施投资包括废物处理处置系统、流出物监测和环境监测系统、环境整治以及施工期环保投入等费用。其中废物处理处置系统包括核岛废物处理和排放系统、三废处理设施及环境保护系统费用；流出物监测和环境监测系统包括厂房辐射监测系统、控制区出入监测系统、安全壳泄露监测系统等监测系统费用；环境整治包括厂区绿化、边坡、截排洪沟等费用；施工期环保投入包括 HSE 环境保护费以及施工期大气环境和噪声监测、海域环境监测及爆破震动监测等费用。

施工期间环保费用的建设投资约 11.7 亿元，占项目计划总资金约 2.9%左右。

乏燃料后处理从投产后第六年开始提取，按 0.026 元/KWh 计提，计算期内平均每年提取约 42486 万元。

中低放废物处理处置费从投产后第一年开始提取，按 0.5 元/MWh 计提，计算期内平均每年提取约 858 万元。

退役基金从计算期第一年开始提取，总额以发电工程固定资产原值为基数，提取比例为 10%，计算期内平均每年提取约 11539 万元。

9.2.2 间接代价

9.2.2.1 社会代价

福建漳州核电厂 3、4 号机组厂区、生活区需要用地 53.2hm^2。除了厂区、生活区用地外，还规定了限制区，在核电站外边界半径 5km 范围内为限制区，在该地区内要限制人口机械增长、集中居民点建设和工矿企业及其它事业的发展。

福建漳州核电厂 3、4 号机组的运输包括施工期间设备、大型设备、建筑材料的运输，生产期间的换料、乏燃料、固体废物运输，以及正常的人员进出运输等，其运输量非常大，不可避免的增加当地的运输负担。但是由于在核电站的施工过程中，严格按照国家有关规定进行操作和管理，制定了满足环保要求的施工方案和施工组织设计，并采取了相应的防

护措施，所以对周围环境造成的影响是很有限的。

此外，本机组对于漳州地区的公众舆论、舆情及社会稳定有一定的影响。核电作为一种高新能源技术，需要针对其安全性和环保性对涉及切身利益的公众进行充分的宣贯，消除公众担忧甚至恐惧的心理，增强公众对核电项目建设与发展的接受与理解，有利于核电项目的顺利进行和营造更为和谐的核电发展环境。公众参与的目的和作用，是为了广泛了解社会各界人士，特别是厂址周围受影响的公众对福建漳州核电厂 3、4 号机组工程建设的意见和建议，最大限度地降低工程建设可能对周边环境带来的不利影响，以发挥工程最大的社会、环境和经济效益。

9.2.2.2 环境代价

核电站施工期间对环境的影响主要表现在噪声、扬尘和放射源的使用、生活污水和生产废水以及施工建设对自然景观造成一定程度的破坏等方面。为了达到保护环境和保护公众的目的，福建漳州核电厂 3、4 号机组设置了各种放射性废物净化和处理系统、环境监测和流出物监测系统、屏蔽防护体系以及应急设施等，以控制并确保核电厂在正常运行期间和事故工况下向环境释放的放射性物质低于国家标准，对环境和公众的影响在可接受的范围内。本报告书的前面章节已对福建漳州核电厂 3、4 号机组的环境影响做出了详细的论证。

从以上分析可以得出结论：福建漳州核电厂 3、4 号机组是经济的、环保的。虽然前期资金投入较大，但对于电力需求紧张，资源相对匮乏，经济发展迅速的地区，发展核电是解决能源问题的有效手段，是调整能源结构、实现区域经济可持续发展的重要保证。福建漳州核电厂 3、4 号机组的建设不仅将给各股东方、国家和地方带来可观的经济效益，同时还将获得良好的社会效益和环境效益。

表 9.1-1 电厂运行的年平均经济效益

序号	项目名称	单位	数量
1	厂供电量	万兆瓦时	1571
2	销售收入	万元	522717
3	销售税金及附加	万元	47935
4	销售利润	万元	176320
5	所得税	万元	40080
6	税后利润	万元	136240

表 9.1-2 环境效益分析估算表

序号	项目	年发电量	减排因子	CO_2年减排量	经济费用效益分析	
		GWh	CO_2吨/GWh	万吨	单价	环境效益
					元/吨	万元
1	投产第 1 年	4949	0.816×10^3	404	87.83	35466
2	投产第 2 年	14847	0.816×10^3	1212	87.83	106407
3	投产第 3 年	16968	0.816×10^3	1385	87.83	121608
4	投产第 4 年	16968	0.816×10^3	1385	87.83	121608
5	投产第 5-30 年	16968	0.816×10^3	1385	87.83	121608

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.4.1 运行状态下对公众的辐射影响

10.4.2 正常运行对非人类生物的辐射影响

10.4.3 事故工况下的环境影响

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 施工期间的环境影响

10.5.2 运行期间的环境影响

10.6 公众意见采纳情况总结

10.7 承诺

10.1 核电厂建设项目

本工程厂址位于福建省漳州市云霄县列屿镇东北侧的刺仔尾，地处东山湾西岸。厂址北距漳州市约 82km（直线距离，下同），东北距厦门市约 100km，西北距云霄县城约 21km，西南距东山县城约 15km，西南距列屿镇约 2km。

漳州核电厂的规划容量按6台百万千瓦级压水堆核电机组考虑，一次规划，分期建设。本工程建设规模为2台“华龙一号”自主化三代百万千瓦级压水堆核电机组。福建漳州核电厂3号机组计划2023年6月30日浇筑第一罐混凝土，单台机组建设工期为58个月，两台机组间隔10个月，3号机组将在2028年4月投入商业运行，4号机组将在2029年2月投入商业运行。

本工程采用“华龙一号”三代核电技术，满足国家核安全局已颁发的现行有效的核安全法规和核安全导则的要求，同时参照国际原子能机构颁布的最新安全标准的要求；兼顾机组的安全性和经济性，满足三代核电技术的指标要求，吸收福岛核电站事故的经验反馈，考虑应对福岛核电站事故的相关改进和措施；具备能动与非能动相结合的安全特征，全面的严重事故预防与缓解措施、强化的外部事件的防护能力和改进的应急响应能力，具有技术成熟性和完整自主的知识产权。

10.2 环境保护设施

本工程配套建设放射性废物处理设施，对“三废”进行处理。“三废”处理设施采用成熟可靠技术，可以保证放射性废液和放射性废气处理后达标排放，放射性固体废物处理后满足安全处置要求，可以满足放射性废物最小化要求。

非放射性固体生活垃圾按生活垃圾处理规定收集暂存并送到指定的垃圾消纳场处理。主厂区和厂前区生活污水处理站收集的生活污水经生化处理和深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中车辆冲洗水质标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。非放射性含油废水经过油水分离设施处理，其水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准，排入室外雨水管网，最终排至大海；分离出来的污油在污油池内贮存，定期通过污油泵输送至污油车运走。

为保证核电厂各系统运行的有效性，保护环境、公众和职业人员安全，漳州核电厂将设置完整而全面的流出物监测系统和能够覆盖整个厂址区域的环境辐射与气象监测系统，并且制订运行期间流出物和环境监测方案以及应急监测方案。

10.3 放射性排放

漳州核电厂 3、4 号机组和 1-4 号机组运行状态下，气载流出物和液态流出物排放量

均满足 GB 6249-2011 中所规定的年排放量控制值及厂址年排放量控制值要求。3、4 号机组运行状态下，液态流出物槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素的排放浓度满足 GB 6249-2011 中对于滨海厂址所规定的液态流出物排放浓度的要求。

10.4 辐射环境影响评价结论

10.4.1 运行状态下对公众的辐射影响

本工程运行状态下，气载和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分别为 4.16E-06 Sv/a、5.08E-06 Sv/a、3.42E-06 Sv/a、7.67E-07 Sv/a。公众所受到的最大个人剂量 5.08E-06 Sv/a，约占厂址个人剂量约束值（0.06mSv/a）的 8.47%。

厂址 1-4 号 4 台机组运行状态下，气载和液态途径释放的放射性物质对各年龄组（成人、青少年、儿童、婴儿）公众个人造成的最大有效剂量分为 8.07E-06 Sv/a、1.02E-05 Sv/a、7.16E-06 Sv/a、1.63E-06 Sv/a。厂址周围公众受到的最大个人有效剂量为 1.02E-05 Sv/a，约占厂址个人剂量约束值（0.25mSv/a）的 4.09%。

“三关键”分析：

3、4 号机组运行状态下采用现实排放源项计算周围的关键人群组、关键核素和关键照射途径。最大个人有效剂量出现在厂址 NNW 方位 1～2km 处，此处居住的是人家村和宅后村的村民，关键居民组为青少年组，受到的最大个人有效剂量为 1.19E-06Sv/a，其中气载途径所致的剂量为 1.51E-07 Sv/a，液态途径所致的剂量为 1.04E-06 Sv/a。气液态综合的关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 1.04E-06Sv/a，约占气液态总剂量的 87.28%；其次为气载途径的食入农牧产品内照射途径，占气液态总剂量的 8.30%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 7.77E-07 Sv/a，约占气液态总剂量的 65.36%；另外，Co-60 和 I-131 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 16.11%和 4.39%。

厂址 1-4 号 4 台机组运行状态下，最大个人有效剂量出现在厂址 WSW 方位 2～3km 处，此处居住的是云霄县列屿镇城内村的村民，关键居民组为成人组，受到的最大个人有效剂量为 1.93E-06 Sv/a。关键途径为液态途径的食入海产品造成的内照射途径，其所致的剂量为 1.55E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 80.00%；其次为食入农牧产品造成的内照射途径，占气液态总剂量的 12.87%。各核素中关键核素为 C-14，它所致的剂量为 1.24E-06 Sv/a，约占气液态总剂量的 64.32%；另外，Co-60 和 H-3 的剂量贡献也较大，分别占气液态总剂量的 16.34%和 4.79%。

10.4.2 正常运行对非人类生物的辐射

水生生物：从影响率的结果来看，漳州核电厂 3、4 号两台机组及 1-4 号四台机组正常运行时，0～80km 海域范围内不同媒介中放射性核素对不同水生生物的影响率分别在 10^{-3} 和 10^{-2} 数量级以下；从剂量率的估算来看，0～80km 海域范围内各种水生生物所受的剂量率均小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 3、4 号两台机组及 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近 0～80km 海域范围内水生生物是安全的。

陆生生物：从影响率的结果来看，漳州核电站 3、4 号机组及 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内不同媒介中放射性核素对不同陆生生物的影响率均在 10^{-3} 数量级以下；从剂量率的估算来看，厂址附近陆域范围内各种陆生生物所受的剂量率均远小于 10μGy/h。因此，漳州核电站 3、4 号机组及 1-4 号四台机组正常运行时，厂址附近陆域范围内陆生生物是安全的。

10.4.3 事故工况下的环境影响

在各类极限事故中，放射性后果最严重的是燃料操作事故。在一系列的保守假设下，该事故在非居住区边界和规划限制区边界处的有效剂量分别为 1.05E-02Sv 和 9.09E-04Sv，分别占事故剂量控制值的 10.5%和 0.91%，甲状腺当量剂量分别为 1.49E-01Sv 和 1.29E-02Sv，分别占事故剂量控制值的 14.9%和 1.29%。

在各类稀有事故中，放射性后果最严重的是安全壳外含有一次侧冷却剂的小管道破损事故，当采用保守大气弥散因子时，该事故在非居住区边界和规划限制区边界处的有效剂量分别为 1.24E-03Sv 和 1.08E-04Sv，分别占事故剂量控制值的 24.8%和 2.16%；甲状腺当量剂量分别为 1.00E-02Sv 和 8.68E-04Sv，分别占事故剂量控制值 20.0%和 1.74%。

综上所述，福建漳州核电厂 3、4 号机组设计基准事故对环境造成的剂量后果均满足 GB6249-2011 的要求。

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 施工期间的环境影响

（1）对地形地貌的影响

本期工程使用的场地已在 1、2 号机组工程建设中进行过场地平整，厂区北侧需要回填部分海域。施工过程中进行必要的工程及植物措施的防护，优化施工工序，可以有效防止水土流失，同时结合厂区绿化美化，施工场地使用完毕后还绿等措施，对地形地貌改造的影响是局部的，对厂区周围生态是有利的。

（2） 水土流失

本期工程建设造成的水土流失主要发生在施工期，工程建设伴随着机组负挖、材料堆

放和土石方中转等，将改变原地貌、占压土地和损坏水土保持设施，导致土地保水保土能力下降。厂区基础开挖后，自身抗侵蚀能力较弱，堆场、生产及辅助生产建筑物等施工会加剧扰动破坏，更容易产生水土流失。本工程施工中产生的松散土方容易在降雨因子作用下，随地表径流进入附近海域，如不进行围护，可能增加临近海域局部水体浊度，增大含沙量，将对临近海域水质产生负面影响。

但该项目位于南方多雨区，林草植被恢复较快，自然恢复期较短，结合有效的工程措施（防洪排导工程、土地整治工程等）、植被种植、临时防护等措施，可有效缓解施工建设期间的水土流失现象。

（3） 对生态环境的影响

工程施工需要对厂址场地进行平整，需剥离原有地表植被，土石方挖掘工作也将破坏原有生境条件，改变当地特别是土壤生物的种群及群落结构，若处理不当将会造成水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

在建设施工过程中，将根据现场施工情况采取相应生态保护措施，工程建成后，厂区内会进行绿化，厂区外的临时施工用地也将采取相应的恢复措施，预计本工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的。

（4） 对大气环境的影响

施工过程中，由于负挖的爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会使施工区域尘土飞扬、大气中粉尘含量增高。土石方施工完成后，当地的大气质量将很快得以恢复。因此，施工过程中粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。

（5） 对声环境的影响

土石方工程施工期间，开挖爆破以及各类施工和运输机具所产生的噪声对厂址周围的声环境将产生一定的影响。但爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，其影响时间短，爆破施工完毕，噪声也即消失。最近的居民点人家村距离 4 号反应堆 1.41km，距离较远，预计不会出现扰民现象。因此核电厂施工噪声对环境的影响是可以接受的。

（6） 对水环境的影响

施工期间生产临建区（5、6 号机组冷却塔所在区域）、办公临建区（搅拌站区域）施工单位自建临时化粪池，由合格第三方进行清理。其他施工临建区视情况设置旱厕或移动式环保厕所，定期清掏处理。

施工生产用水主要用于消耗和重复利用。施工期的生产废水部分经澄清后回用于混凝

土养护等，部分经处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级标准后排放至东山湾海域或外运处理。施工生产废水排放量不大。

满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准的生产废水允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。因此，陆域施工活动对水环境的影响很小，是局部的、暂时的，是可以接受的。

（7） 产生的固体废弃物对环境的影响

施工期间的固体废弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。施工期间由指定的承包单位负责建筑垃圾和生活垃圾的收集、堆放和外运；采用定期机械和人工清理、平整和覆盖，避免对地下水、地表水产生影响；采用专用运输车辆（或外运车辆加盖篷布）及时外运，避免运输过程中的遗撒等。

（8）海域施工的影响

海域施工建设过程中对水环境的影响主要来自取排水口工程施工，以及海上施工船舶产生的含油废水排放等。取排水口工程施工及明渠基槽开挖的悬沙等影响主要集中在明渠之内；船舶产生的含油废水自行处理达标后排放或带至岸上排放。通过采取措施，有序排放，能够尽量减小海域施工的影响。

此外，施工期间，安排了大气、噪声、海洋生态环境等的施工期监测，发现问题，将及时解决，确保施工期间对环境的影响可以接受。

10.5.2 运行期间的环境影响

（1）温排水的影响

厂址所处的东山湾有 2 个保护区。东山湾湾顶，漳江入海口处有福建漳江口红树林国家级自然保护区，东山湾湾口处有福建省东山珊瑚礁海洋自然保护区。根据温排水三维数模计算结果，在 1~4 号机组共同运行工况下，1℃温升均未影响到上述 2 个保护区。

环境水温较低时，水体温度升高能促进浮游植物生长，且增量随着温度的升高而增大；环境水温适中时，温升较弱和温升适中（温升≤3℃）时能促进浮游植物生长，温升较高（温升>3℃）则会一定程度上抑制浮游植物的生长；环境温度较高时，水体温度升高会抑制浮游植物生长，温升幅度越大，抑制效应越强。

温排水同样也会影响浮游动物的数量、种类和多样性。在水体温升较大时（温升>3℃），水生生物群落中种类开始减少，特别是在夏季自然水温较高时，若温升较大（水温超过35℃时），浮游动物的种类和数量都会减少，有些种类的个体数量明显减少，而个别耐热种类数量开始增多，而当水体适度增温时（温升≤3℃），浮游动物种类平均增加 76%。水

体温升较小时对浮游动物的种类和数量增加有促进作用，浮游动物多样性指数增加；温升较大时，浮游动物的种类数和数量则减少，多样性指数下降。

除夏季外，其余月份海水环境水温相对较低时（环境水温<25℃），温升≤3℃影响范围内，仍在大部分鱼类适温范围内，对鱼类生长不会造成明显影响，一定范围内鱼类种群数量随水温升高而提高，并且鱼类的迁入增多、迁出减少，其个体数量也增加，但会引起鱼类产卵行为和鱼类群落结构的变化；温升>3℃影响范围内，超出大部分鱼类适温范围，会影响鱼类的繁殖、胚胎发育、鱼苗的成活，幼鱼和成鱼则产生回避反应。夏季，温升>4℃影响范围内，对鱼类的不利影响比较明显，幼鱼和成鱼产生回避反应，会改变温升区鱼类的正常分布，引起群落结构变化。

（2）机械损伤和卷吸效应

核电厂的取水方式为引水明渠取水，电厂运行期间会对浮游生物、鱼卵仔鱼等能通过滤网系统的生物造成一定的损失影响。针对取水系统卷吸效应的影响，为减少生物损失，设计中考虑的主要措施包括控制取水流速和设置拦网设施。后续也将充分借鉴其他电厂运行的良好经验反馈，进一步考虑优化取水工程海生物拦截措施的可能，尽量降低由于取水卷载对水生物造成的影响。

（3）化学污染物的环境影响

经处理，核电厂运行期间排放的各种废水中所含盐类数量较少，与海域内天然含盐量相比不高，《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中对含盐量没有限制，且含盐量也不是《海水水质标准》（GB3097-1997）中用于海水分类的项目指标。因此，不会影响附近海域的海水质量。

余氯在环境水体中衰减很快，在水中的输移、分布主要依靠潮流的挟带，并非累积所致。余氯浓度场主要在排水口附近，影响范围较小。由于相关报告尚未完成，余氯的影响具体范围尚未确定。海水水量丰富，扩散稀释能力较好，根据经验初步判断余氯不会对受纳水体产生明显影响。

（4）生产废水和生活污水的影响

本工程排放的生活污水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准，排放的生产废水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准，二者均允许排入《海水水质标准》（GB3097-1997）中海水二类功能区域。本工程海水区域为三类功能区域，满足排放条件。且生活污水处理站处理后的再生水尽可能回用，用于绿化、道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入大海。因此，生产废水和生活污水排放不会对附近海域的海水质量造成明显影响，是可以接受的。

10.6 公众意见采纳情况总结

10.7 承诺

本报告书给出的对本工程建设和运营管理单位在环境保护方面的承诺如下：

——严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度；

——本工程建设期间，将严格进行施工期大气、噪声、海域环境监测，及时了解施工对环境的影响情况，积极与施工方沟通，尽量采取对环境影响小的施工方式；

——营运单位密切关注人口增长情况，严格限制规划限制区内的人口机械增长，以便于本项目运行期间应急计划的实施。

中华人民共和国



建设项目
用地预审与选址意见书

中华人民共和国自然资源部监制

附件一

中华人民共和国

建设项目
用地预审与选址意见书

用字第 350000202100001 号

根据《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国城乡规划法》和国家有关规定，经审核，本建设项目符合国土空间用途管制要求，核发此书。

核发机关 云霄县自然资源局

日　　期 2021-06-24

基本情况	项目名称	漳州核电项目3—6号机组※
	项目代码	2017-000052-44-02-000751※
	建设单位名称	中核国电漳州能源有限公司※
	项目建设依据	核电中长期发展规划（2011—2020年）※
	项目拟选位置	福建省漳州市云霄县列屿镇※
	拟用地面积（含各地类明细）	总面积47.8803公顷，其中农用地40.4011公顷（耕地8.1240公顷、林地21.2426公顷、园地8.9019公顷、其他农用地2.1326公顷，基本农田0.4095公顷）、建设用地5.0639公顷、未利用地2.4153公顷※
	拟建设规模	3—6号机组装机规模为4*1220MW※
附图及附件名称 ①建设项目:附图XZ21015号; ②建设项目:附件用字第350000202100001号。		

遵守事项

一、本书是自然资源主管部门依法审核建设项目用地预审和规划选址的法定凭据。

二、未经依法审核同意，本书的各项内容不得随意变更。

三、本书所需附图及附件由相应权限的机关依法确定，与本书具有同等法律效力，附图指项目规划选址范围图，附件指建设用地要求。

四、本书自核发起有效期三年，如对土地用途、建设项目选址等进行重大调整的，应当重新办理本书。

用字第 3500002021000001 号

建设项目用地预审与选址意见书附件

根据云霄县国土空间规划和《关于中核国电漳州能源有限公司--漳州核电项目 3—6 号机组的复函》，提出以下建设用地要求：

一、该项目用地符合云霄县国土空间规划（土地利用总体规划、城乡规划等），不涉及占用永久基本农田，用地指标应纳入年度土地利用计划/不符合土地利用总体规划，已按规定编制土地利用总体规划局部修改方案。

二、建设单位（中核国电漳州能源有限公司）应本着节约集约用地的原则，按照项目有关建设标准或建设用地指标的规定优化设计方案，从严控制建设用地规模。

三、建设项目占用耕地，应按照以补定占、先补后占的有关规定，应依法落实耕地占补平衡。项目征地补偿费用按《土地管理法》及国家和省有关规定做好核算，确保补偿安置资金足额到位。

四、项目建设单位（中核国电漳州能源有限公司）应根据地质灾害危险性评估报告和矿产资源压覆情况证明采取相应的措施。

五、项目涉及林地、海域、重要河流、水域、湿地、水源保护地等各类保护地、文物点、历史建筑、环保、安全等的（涉及以上各类的，应明确具体名称），应严格按照法律法规和有关规定，依法办理相关手续。

六、项目经有关部门批准后，按规定办理建设用地审批和规划许可手续，未取得建设用地批准和建设项目规划许可手续的不得开工建设。

附件二

福建省自然资源厅

闽自然资函〔2021〕272号

福建省自然资源厅关于漳州核电项目3-6号机组建设用地预审意见的函

漳州市自然资源局：

《关于漳州核电项目3-6号机组项目建设用地预审初审意见的报告》（漳自然资〔2021〕67号）及相关材料收悉。经审查，现函复如下：

一、漳州核电项目3-6号机组（项目代码：2017-000052-44-02-000751）已列入《核电中长期发展规划（2011-2020年）》。项目建设对推动构建国内大循环、实现碳达峰、碳中和，促进当地经济社会发展具有重要意义。该项目用地符合供地政策，原则同意通过用地预审。

二、该项目拟用地总面积47.8804公顷，其中农用地40.4014公顷，耕地8.1238公顷（不含永久基本农田），建设用地5.0639公顷，未利用地2.4151公顷。在初步设计阶段，必须严格保护耕地，节约集约用地，按照《电力项目建设用地控制指标》的规定，从严控制用地规模。

三、项目经审批（核准、备案）后，必须按照《中华人民共和国土地管理法》及有关规定，依法办理建设用地审批手续。未

获批准的不得开工建设。已通过用地预审的项目，如对土地用途、建设项目选址等进行重大调整的，应当重新办理用地预审。

四、项目用地符合法律法规规定的公共利益情形、确需征收土地的，有关地方人民政府和建设单位应依法落实征地补偿安置途径，保证被征地农民原有生活水平不降低、长远生计有保障，切实维护被征地农民的合法权益。市级自然资源主管部门应督促有关地方人民政府和建设单位，在用地报批前按规定程序和要求做好征地补偿安置有关工作。

五、你局应督促地方人民政府和建设单位在用地报批前，足额落实补充耕地费用，按照“数量相同、质量相当“的要求落实耕地占补平衡，并按照法律规定，做好耕土层土壤剥离利用。

六、建设单位应对项目是否位于历史文化保护区、地质灾害易发区，是否压覆重要矿产资源进行查询核实；应避让历史文化保护区域，位于地质灾害易发区或者压覆重要矿产资源的，应当依据相关法律法规的规定，做好地质灾害危险性评估、压覆矿产资源登记等。

七、依据《建设项目用地预审管理办法》的规定，建设项目用地预审文件有效期为三年，本文件有效期至二０二四年五月二十四日。

福建省自然资源厅

2021年5月25日

抄送：中核国电漳州能源有限公司。

附件三

福建省漳州市人民政府

漳州市人民政府关于福建漳州核电厂3、4号机组社会稳定风险评估意见的函

省发改委：

漳州核电厂位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾，项目规划建设我国具有完整自主知识产权的百万千瓦级“华龙一号”核电机组。其中核电1、2号机组于2019年获得国务院核准并开工建设，3-6号机组已列入国家核电中长期发展规划，3、4号机组计划2021年底核准，2022年开工建设。漳州核电项目的建设，对调整和改善漳州乃至福建省能源结构将起到重要作用，助力漳州打造为东南沿海最大的清洁能源基地的发展目标。

为推动漳州核电厂社会稳定风险防控工作，促进项目审批提速，按照《福建省发展改革委关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法的通知》（闽发改投资〔2013〕826号）以及《福建省发展和改革委员会关于漳州核电厂3、4号机组社会稳定风险评估有关事宜的复函》（闽发改核电函〔2021〕53号）的要求，项目业主中核国电漳州能源有限公司委托北京达飞安评管理顾问有限公司编制了《福建漳州核电厂3、4号机组社会稳定风险分析报告》。经我市发改委委托福建省电力勘察设计院（福建省能源规划研究中心）对分析报告进行评估论证

后，福建省电力勘察设计院于2021年4月22日，在福州组织召开分析报告评审及专家评估座谈会，经与会的省发改委、自然资源厅、生态环境厅、水利厅、应急管理厅、海洋渔业局以及漳州市相关部门代表、5位特邀专家进行质询和充分讨论，会上形成该项目社会稳定风险为低风险的评估结论。

鉴于该项目已列入国家核电中长期规划（2011-2020），且经委托福建省电力勘察设计院开展风险评估以及组织专家评审和部门审查，该项目社会稳定风险评估结论为低风险级别。我市认为该项目的社会稳定风险因素分析合理，且风险防控措施可靠，在项目相关责任主体和协助单位落实了评估报告提出的社会稳定风险防范和化解措施后，社会稳定风险等级为低风险等级。今后我市将继续做好该项目的监管和应急等方面工作，进一步降低项目社会稳定风险。

专此函达。

漳州市人民政府

2021年6月17日

附件四

水利部行政许可文件

水许可决〔2021〕24号

福建漳州核电厂3、4号机组水土保持方案审批准予行政许可决定书

中核国电漳州能源有限公司：

我部于2021年4月19日受理你公司提交的福建漳州核电厂3、4号机组水土保持方案审批申请（中核漳能市场函〔2021〕74号）。经审查，该申请符合法定条件，根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《水行政许可实施办法》第三十二条第一项，决定准予行政许可。

一、水土保持方案总体意见

（一）基本同意建设期水土流失防治责任范围为83.77公顷。

（二）同意水土流失防治执行南方红壤区一级标准。

（三）基本同意水土流失防治目标为：水土流失治理度98%，土壤流失控制比1.00，渣土防护率97%，林草植被恢复率98%，林草覆盖率27%。

（四）基本同意水土流失防治分区及分区防治措施安排。

二、生产建设单位在项目建设中应全面落实《中华人民共和国水土保持法》的相关要求，并重点做好以下工作

（一）按照批准的水土保持方案，做好水土保持初步设计和施工图设计，加强施工组织管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

（二）严格按方案要求落实各项水土保持措施。各类施工活动要严格限定在用地范围内，严禁随意占压、扰动和破坏地表植被。根据方案要求合理安排施工时序和水土保持措施实施进度，严格控制施工期间可能造成的水土流失。

（三）切实做好水土保持监测工作，加强水土流失动态监控，并按规定向水利部太湖流域管理局、福建省水利厅提交监测季度报告及总结报告。

（四）依法依规足额缴纳水土保持补偿费。

三、本项目的地点、规模如发生重大变化，或者水土保持方案实施过程中水土保持措施发生重大变更，应补充或者修改水土保持方案，报我部审批。需要新设弃渣场的，应当编制水土保持方案（弃渣场补充）报告书，报我部审批。

四、本项目在竣工验收或投产使用前应通过水土保持设施自

主验收;生产建设单位应当在水土保持设施自主验收通过后3个月内,向我部报备水土保持设施验收材料。水土保持设施未经验收或者验收不合格的,生产建设项目不得投产使用。

联系人:张春亮　电话:010-63204575

附件:关于福建漳州核电厂3、4号机组水土保持方案报告书技术评审意见的报告(水保监方案〔2021〕9号)

中华人民共和国水利部

水利部

2021年5月18日

附件

附件四

水　利　部
水土保持监测中心文件

水保监方案〔2021〕9号　　签发人：莫沫

关于福建漳州核电厂3、4号机组水土保持方案报告书技术评审意见的报告

水利部：

2021年4—5月，我中心对《福建漳州核电厂3、4号机组水土保持方案报告书》进行了技术评审，基本同意该水土保持方案报告书，现将技术评审意见报部。

（此页无正文）



水利部水土保持监测中心

2021年5月8日

福建漳州核电厂3、4号机组
水土保持方案报告书技术评审意见

福建漳州核电厂位于福建省漳州市云霄县列屿镇境内，规划容量为6台百万千瓦级核电机组，统一规划，分期实施，一期工程统一完成场平和表土剥离工作，本期在一期工程场平的基础上新建2台华龙一号机组及其配套辅助设施。项目建设主要涉及厂区和施工生产区，厂区包括主厂房区、循环冷却水设施区、部分辅助生产设施区、实物保护区等，采用平坡式竖向布置形式；施工生产区包括一体化施工生产临建区、混凝土搅拌站、砂石料加工厂、临时仓储区、大件设备中转储存场和临时堆土（石）料场，均利用一期工程施工场地和生产区；施工生活区就近租用列屿镇周边设施。进厂道路、大件码头、海堤护岸、取排水设施、施工用水用电、配电装置区、厂前建筑及其他设施区等均依托利用一期工程的相关建设内容。

项目总占地83.77公顷，其中永久占地27.75公顷，临时占地56.02公顷；土石方挖填总量166.08万立方米，其中挖方160.00万立方米（全部用作骨料综合利用）、填方6.08万立方米（为回覆表土），借方11.08万立方米（包括表土6.08万立方米，石方骨料5.00万立方米，来源于一期工程已剥离的表土和开挖的

石方）。项目总投资378.83亿元；计划于2021年8月开工，2028年4月完工，总工期81个月。

项目区地貌类型主要为丘陵、海岸和海积地貌；气候类型属南亚热带海洋性季风气候，年降水量1194.3毫米，年蒸发量1750.6毫米，年均风速6.2米每秒；土壤类型主要为水稻土、砖红壤性红壤、红壤等；植被类型主要为南亚热带常绿阔叶林，林草覆盖率为78.7%；土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主；属闽南省级水土流失重点治理区。

2021年4月28日，我中心采用视频会议的形式对该项目水土保持方案进行了技术评审。参加评审工作的有水利部太湖流域管理局，福建省水利厅，漳州市水利局，云霄县水利局，建设单位中核国电漳州能源有限公司，主体设计单位中国核电工程有限公司，水土保持方案编制单位福建省水利水电勘测设计研究院的代表，以及5名水土保持方案评审专家组成的专家组。专家和代表观看了现场影像、审阅了水土保持方案报告书等资料，听取了建设单位关于项目前期工作进展情况的介绍、主体设计单位关于项目设计概况和水土保持方案编制单位关于水土保持方案报告书内容的汇报。经评议，专家组建议通过技术评审。

经我中心主任专题会议研究，该水土保持方案报告书基本符合水土保持法律法规、技术标准及有关文件的规定，基本同意该水土保持方案报告书，现提出技术评审意见如下：

一、主体工程水土保持分析与评价

（一）基本同意主体工程选址水土保持制约性因素的分析与评价。本项目涉及水土流失重点治理区，本次在一期工程已经平整的场址上进行建设，水土流失防治执行一级标准，利用一期工程已建设施布置施工生产生活区等措施，基本满足水土保持法律法规和技术标准的要求。

（二）基本同意对项目占地、土石方平衡、施工工艺与方法的水土保持分析与评价。

（三）基本同意对主体工程中具有水土保持功能工程的评价与界定。

二、水土流失防治责任范围

基本同意建设区水土流失防治责任范围为 83.77 公顷。

三、水土流失预测

同意水土流失预测内容和方法。经预测，项目建设可能造成新增水土流失量 3.86 万吨。厂区和施工生产区是本项目水土流失防治的重点区域。

四、水土流失防治目标

同意本项目水土流失防治执行南方红壤区一级标准。基本同意设计水平年水土流失防治目标结合项目实际情况确定为：水土流失治理度 98%，土壤流失控制比 1.00，渣土防护率 97%，林草植被恢复率 98%，林草覆盖率 27%。鉴于本期工程在完成场

平的基础上进行建设，表土资源已经剥离，并纳入一期工程，基本同意本期工程不设表土保护率指标。

五、防治分区及防治措施体系和总体布局

（一）同意将水土流失防治区划分为厂区和施工生产区共2个区。

（二）基本同意水土流失防治措施体系和总体布局。

六、分区防治措施布设

基本同意分区防治措施布设及各项防治措施的等级与标准。

（一）厂区

基本同意施工期场地内部布设临时排水措施，厂区四周布设雨水排水措施；施工结束后，厂区保护区内采取碎石压盖措施，可绿化区域采取土地平整、表土回覆、景观绿化措施。

（二）施工生产区

基本同意施工期场地四周布设临时排水措施，临时堆土（石）料场四周布设临时拦挡、苫盖、排水、沉沙措施；施工结束后，可恢复植被区域采取土地平整、表土回覆、栽植灌草恢复植被措施。

七、施工组织

基本同意水土保持施工组织和进度安排。

八、水土保持监测

基本同意水土保持监测时段、内容和方法。本项目主要采用地面观测、调查监测和遥感监测相结合的方法。监测重点区域为厂区和施工生产区。

九、水土保持投资估算

基本同意水土保持投资估算编制依据、方法和成果。基本同意水土保持补偿费 0.67 万元。

十、水土保持效益分析

基本同意水土保持效益分析。水土保持方案实施后，建设区水土流失可基本得到控制，生态环境得到保护和恢复。

本技术评审意见仅限于生产建设项目水土流失预防和治理范畴。因之发生的相关赔偿、补偿，由生产建设项目法人负责。

抄送：国家发展改革委、国家能源局，水利部水土保持监测中心、太湖流域管理局，福建省水利厅，福建省水利水电勘测设计研究院。

水利部办公厅　　2021年5月19日印发

附件五

水利部太湖流域管理局
准予行政许可决定书

太许可决〔2021〕3号

中核国电漳州能源有限公司：

本机关于2021年1月21日受理你单位提出的福建漳州核电厂3、4号机组取水许可申请。经审查，该申请符合法定条件，根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《水行政许可实施办法》第三十二条第（一）项，决定准予福建漳州核电厂3、4号机组取水许可。具体意见如下：

一、原则同意福建漳州核电厂3、4号机组（以下简称“本工程”）取水水源为峰头水库，取水用于施工期和运行期生产、生活用水，取水口设在峰头水库坝后电站引水管，分别取自左右岸电站压力水管；施工期取水总量282.9万立方米，最大年取水量64.4万立方米，供水保证率为90%；运行期最大年取水量245万立方米，供水保证率为97%。

二、你单位应严格落实各项节水和水资源保护措施，取水计量、节水、水资源保护等设施应与取水工程同时设计、同时施工、同时投入运行。加强取用水水量水质监测和取水设施维护，及时编制应急供水预案，建设应急备用水源，保障供水安全。

三、本工程取水设施建成并试运行满30日后，你单位应向本机关报送取水设施核验申请材料，经本机关验收合格，领取取水许可证后方可取水。

四、你单位应按时向本机关申报年度取水计划，经批准后须严格按计划取水。及时填报取用水报表，配合本机关及有关地方水行政主管部门开展取水许可监督管理工作，依法及时向福建省水利厅足额缴纳水资源费。

五、你单位应按照创建节水型企业要求，对用水过程进行实时监测与调控，优化用水工艺，强化节水措施，提高水资源回用和循环利用水平。定期组织开展水平衡测试，核定全厂及各用水系统的用水量。遇到重大旱情以及其它需要限制取水的情形，有关单位将对取水实行限制。

六、本取水许可申请自批准后3年内，取水设施未开工建设，或者本工程未取得国家审批、核准的，本取水申请批准文件自行失效。

本工程取水事项有较大变更的，你单位应当重新进行建设项目水资源论证，并重新申请取水。

如对本决定不服，可以自收到本决定之日起六十日内依法向水利部申请行政复议，或者在六个月内向上海铁路运输法院提起行政诉讼。

联系人及联系方式：孙志，021-25101067。

2021年3月26日

附件六

福建省人民政府文件

闽政文〔2014〕48号

福建省人民政府关于漳州核电厂近厂区范围限制发展的批复

漳州市人民政府:

你市《关于请求出具漳州核电项目近厂区范围限制发展承诺函的请示》(漳政〔2014〕6号)收悉。根据核电厂核安全法规、导则的要求，同意你市和云霄县人民政府提出的关于漳州核电厂近厂区范围限制发展的意见，即：设置以反应堆为中心半径不小于800米的非居住区，设置以反应堆为中心半径不小于5公里的规划限制区。严格控制规划限制区内的规划发展，限制人口的机械增长，在规划限制区内不应有1万人以上的乡镇，不新建扩建大的企事业单位、人员密集场所和生活居住区、大的医院或疗养

院、旅游景点等，不宜建设危及核电厂安全的易燃、易爆的化工及其它工矿企业或其他危险品贮存单位。

福建省人民政府

2014年2月16日

抄送：省发改委、环保厅、核电办，云霄县人民政府，中核国电漳州能源有限公司。

福建省人民政府办公厅　　2014年2月17日印发

附件七

国家核安全局文件

国核安发〔2016〕247号

漳州核电厂一期工程厂址选择审查意见书

中核国电漳州能源有限公司：

你公司《关于报送漳州核电厂一期工程厂址安全分析报告的请示》（中核漳能设计发〔2015〕4号）及相关附件收悉。

根据《民用核设施安全监督管理条例》及其实施细则和核安全相关法规，我局对你公司提交的《漳州核电厂一期工程厂址安全分析报告》（以下简称《厂址安全分析报告》）及相关文件进行了审评，现批复如下：

一、漳州核电厂一期工程位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾，拟建设四台AP1000型压水堆核电机组。在《厂址安全分析报告》及有关文件的审评中，未发现漳州核电厂一期工程厂址存在

影响核电厂安全且不能采取工程措施解决的颠覆性因素，该厂址是可以接受的。

二、你公司应在核电厂设计阶段进一步开展抗震裕度评价工作，并根据分析结果采取必要的措施。

三、你公司应遵守相关核安全法规及厂址审查过程中的各项承诺，并跟踪厂址条件变化情况，如发现与《厂址安全分析报告》不一致的重大问题，应及时向我局报告。

国家核安全局

2016年10月10日

抄　送：发展改革委、能源局，环境保护部华东核与辐射安全监督站、核与辐射安全中心，中国核工业集团公司。

环境保护部办公厅　　2016年10月11日印发

附件八

国家核安全局

国核安函〔2018〕94号

关于认可《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址安全分析复核报告》的函

中核国电漳州能源有限公司：

你公司《关于申请漳州核电厂一期工程厂址安全分析复核（华龙一号融合技术）的请示》（中核漳能设计发〔2018〕152号）收悉。经研究，函复如下：

漳州核电厂一期工程位于福建省云霄县列屿镇刺仔尾。2016年10月10日，我局以国核安发〔2016〕247号文出具了基于AP1000技术路线的漳州核电厂一期工程厂址选择审查意见书。2018年6月，你公司将技术路线由AP1000技术调整为“华龙一号”融合技术。

我局对你公司提交的基于“华龙一号”融合技术的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址安全分析复核报告》进行了审评，认为漳州核电厂一期工程采用“华龙一号”融合技术的厂址适宜性是可以接受的。我局原批复的厂址选择审查意见书对“华龙一号”融合技术工程项目依然有效。

你公司应严格遵守我国核安全法规和审评中的各项承诺，并跟踪厂址条件变化情况，如发现与《漳州核电厂一期工程（华龙一号）厂址安全分析复核报告》不一致的重大问题，应及时向我局报告。

国家核安全局

2018年11月21日

抄　送：国家能源局，华东核与辐射安全监督站，核与辐射安全中心，福建省生态环境厅，中国核工业集团有限公司。

中 国 地 震 局

中震安评〔2009〕89号

附件九

对国电漳州核电厂可行性研究阶段地震安全性评价报告的批复

国电漳州核电项目筹备处:

国家地震安全性评定委员会于2009年4月14日在北京召开评审会，对中国地震局地球物理研究所和福建地震地质工程勘察院共同承担完成的《国电漳州核电厂可行性研究阶段地震安全性评价报告》进行了评审，认为该报告符合国家标准GB17741-2005《工程场地地震安全性评价》的要求。根据国家地震安全性评定委员会的评审意见，经研究，批复如下:

一、同意该报告对区域和近场区地震活动性、地震构造环境及场区主要断裂活动性的分析评价意见。

二、同意该报告提供的厂址SL-2级设计基准地面运动峰值加速度（水平向为0.30g、竖直向为0.20g）及相应的反应谱。

三、同意该报告对工程场地地震地质灾害的评价意见。

该报告结果为国电漳州核电厂工程的抗震设防要求，供建设

工程抗震设计使用。

中国地震局

二〇〇九年七月十五日

主题词：**地震　安全性评价　批复**

抄送：福建省地震局、中国地震局地球物理研究所、福建地震地质工程勘察院。

福建漳州核电厂3、4号机组厂址地震安全性评价复核报告评审意见

2020年9月22日，中国地震局震害防御司在北京主持召开了《福建漳州核电厂3、4号机组厂址地震安全性评价复核报告》评审会，会议组成了评审专家组（名单附后）。评审专家审阅了报告，听取了项目承担单位中国地震局地球物理研究所的成果汇报，并就相关问题进行了质询和讨论，形成评审意见如下：

1、在2009年完成的“国电漳州核电厂可行性研究阶段地震安全性评价”工作基础上，补充收集了本地区的地震地质、地震活动等新资料，对区域及近区域地震构造和地震活动环境进行了复核评价。

2、在根据最新资料确定的地震构造模型的基础上，采用与最新研究成果相适应的地震动峰值加速度和加速度反应谱衰减关系，通过概率地震危险性分析计算，给出了厂址50年超越概率10%的基岩峰值加速度及厂址地震基本烈度；通过确定性地震危险性和概率地震危险性分析，给出了厂址SL-2级设计基准地面运动峰值加速度（水平向为：0.29g，竖直向为：0.20g）与加速度反应谱，并拟合了厂址设计地震动时程。

3、厂址附近范围不存在能动断层，厂址区不存在影响厂址适宜性的地震地质灾害。

报告基础资料扎实，工作方法和技术思路正确，符合国家标准GB17741－2005《工程场地地震安全性评价》的要求，结论可信，评审专家组同意通过评审。同时，要求项目承担单位根据评审专家意见，对报告进一步补充、修改和完善。

评审专家组组长：

2020年9月22日

附件十

中华人民共和国环境保护部

环审〔2016〕131号

关于漳州核电厂一期工程环境影响报告书(选址阶段)的批复

中核国电漳州能源有限公司：

你公司《关于报送漳州核电厂一期工程环境影响报告书(选址阶段)的请示》(中核漳能设计发〔2015〕3号)及相关文件收悉。经研究，现批复如下：

一、漳州核电厂一期工程位于福建省漳州市云霄县列屿镇刺仔尾，拟建四台AP1000型压水堆核电机组及配套设施。《漳州核电厂一期工程环境影响报告书(选址阶段)》(以下简称《报告书》)符合《核电厂环境影响报告书格式和内容》(NEPA－RG1)的要求，编制依据充分，适用的评价标准恰当，所执行的标准级别明确。

《报告书》对厂址环境及电厂描述清楚，采用的评价模式成熟，选取的参数能够反映厂址的实际情况，对施工及运行期间的环境影响分析合理，流出物监测和环境监测的方案考虑适当，公众参与符合相关规定的要求。

环境影响分析评价结果表明，漳州核电厂一期运行状态和事故工况下对公众和环境的影响满足国家标准要求。我部同意你公司按照《报告书》所列建设项目的性质、规模、地点以及采取的环境保护措施开展下一阶段工作。

二、在工程设计阶段及今后一个时期应重点做好的工作

（一）加强漳州核电厂一期工程施工期间管理，落实施工期间环境监测方案。

（二）进一步推动落实中低放废物处置场的选址建设工作。

（三）加强公众沟通，有序推进项目的科普宣传、公众参与及信息公开等工作。

三、项目应严格执行配套建设的环境保护措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

四、《报告书》经批准后，项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响报告书。

五、我部委托福建省环境保护厅配合我部华东核与辐射安全

监督站，负责该项目的环境保护监督检查工作。

六、你公司应在收到本批复后20个工作日内，将批准后的《报告书》分送我部华东核与辐射安全监督站、福建省环境保护厅。



环境保护部

2016年10月8日

抄　送：发展改革委、能源局，环境保护部华东核与辐射安全监督站、核与辐射安全中心，福建省环境保护厅，中国核工业集团公司。

环境保护部办公厅　　2016年10月9日印发

附件十一

中华人民共和国生态环境部

环核电函〔2018〕169号

关于认可《漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）》的函

中核国电漳州能源有限公司：

你公司《关于申请漳州核电厂一期工程选址阶段环境影响复核（华龙一号融合技术）的请示》（中核漳能设计发〔2018〕153号）收悉。经研究，函复如下：

漳州核电厂一期工程位于福建省云霄县列屿镇刺仔尾。2016年10月9日，原环境保护部以环审〔2016〕131号文批复了基于AP1000技术路线的漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）。2018年6月，你公司将技术路线由AP1000技术调整为“华龙一号”融合技术。

我部对你公司提交的基于“华龙一号”融合技术的《漳州核电厂一期工程（华龙一号）环境影响复核报告（选址阶段）》进行了审评，认为采用“华龙一号”融合技术的漳州核电厂一期工程的环境影响是可以接受的，同意你公司按照复核报告所列的建设项目的性质、规模、地点、技术路线以及采取的环境保护措施开展下一阶段工作。

你公司应严格遵守我国环境保护法规标准和审评中的各项承诺，确保配套建设的环境保护措施得到落实。

中华人民共和国生态环境部

生态环境部

2018年11月21日

抄　送：国家能源局，华东核与辐射安全监督站，核与辐射安全中心，福建省生态环境厅，中国核工业集团有限公司。

附件十二

国家核事故应急办公室文件

国核应办〔2021〕17号

国家核事故应急办公室关于福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域核应急方案审查意见的通知

中核国电漳州能源有限公司：

你公司《关于报送〈福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域核应急方案〉的请示》（报审稿）（中核漳州生产发〔2021〕47号）和《关于报送〈福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域核应急方案〉的请示》（报批稿）（中核漳州生产发〔2021〕144号）均悉。经研究，现通知如下：

根据《国家核事故应急协调委员会关于进一步加强核电工程项目建设前期核应急管理工作的通知》要求，我办组织审查了你

公司提交的《福建漳州核电厂3、4号机组厂址区域核应急方案》，认为该方案基本满足相关法律法规要求。

请你公司在后续工作中扎实做好各项核应急准备工作，并注重3个方面工作：**一是**主动加强与福建省各级核应急组织的沟通，落实场内场外核应急工作接口；**二是**配合做好场外核应急基础设施建设、专业队伍共建、公众科普宣传等工作；**三是**结合3、4号机组在建阶段期间，1、2机组处于在运状态的实际情况，深化研究建设高峰期的人员撤离等核应急工作。

特此通知。

国家核事故应急办公室

2021年7月12日

抄送：福建省核应急办，中国核工业集团有限公司。

国家核事故应急办公室　　2021年7月13日印发

附件十三

漳州市环境保护局

漳环审函〔2016〕8号

关于重新确认漳州核电厂一期工程环境影响评价环境质量和非放射性污染物排放执行标准的意见函

中核国电漳州能源有限公司:

你单位关于《关于请求重新确认环境质量和非放射性污染物排放执行标准的函》(中核漳能设计函〔2016〕43号)收悉。根据区域环境特征、有关环境规划以及云霄县环保局的审查意见，经审查，现函告如下:

一、环境质量标准

1、海水水质标准

漳州核电厂附近海域海水水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997)的第三类标准，其中，温排水混合区不得影响邻近功能区的水质和鱼类回游通道，除水温指标外，其余指标仍按海水水质三类标准执行。

2、环境空气质量标准

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

3、声环境

厂界环境噪声执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中3类标准；居民区环境噪声执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中2类标准；交通噪声执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)的4a类标准。

二、污染物排放标准

1、污水排放标准

本项目主厂区、厂前区和部分施工临建区的生活污水回用执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920－2002)中车辆冲洗水质标准，排放水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》

（GB18918-2002）中一级A标准。

其它非放射性废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

2、大气排放标准

常规大气污染物执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中二级排放标准。

3、噪声排放标准

运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。

施工期施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

4、电磁辐射标准

厂址电磁辐射执行《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的相关标准限值。

以上环境影响评价执行标准的意见供上级审核审批部门参考，并以上级审核审批部门最终意见为准。

专此函复。

漳州市环境保护局

2016年3月15日

附件十四

云霄县人民政府

云政函〔2014〕65号

云霄县人民政府关于
同意在漳州核电厂址周围设置非居住区的函

中核国电漳州能源有限公司：

贵公司《关于漳州核电厂周围非居住区相关事项的函》（中核漳能前期函〔2014〕4号）收悉。根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)要求中，考虑核电厂的运行安全，经县政府研究，同意在漳州核电厂址的周围设置非居住区，并授权中核国电漳州能源有限公司对该区域进行有效管辖。

专此函往。

云霄县人民政府

2014年10月22日

附件十五

福建省人民政府文件

闽政文〔2018〕205号

福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划(漳州核电项目近岸海域)的批复

漳州市人民政府:

你市《关于再次调整福建省近岸海域环境功能区划漳州核电项目近岸海域（2017-2020年）的请示》（漳政〔2018〕30号）收悉。经研究，现批复如下:

一、原则同意你市提出的漳州核电项目近岸海域环境功能区划调整方案。

二、调整范围

（一）东山湾二类区（标识号: FJ-137-B-Ⅱ）近岸海域环境功能区划类别、主导功能、辅助功能、执行海水水质标准等不

变，面积增加 1.09km^2。

（二）东山湾漳州核电三类区（标识号：FJ-152-C-Ⅱ）近岸海域环境功能区划类别、主导功能、辅助功能、执行海水水质标准等不变，面积减少 1.09km^2。（具体见附件）

三、你市要认真贯彻落实习近平生态文明思想，坚持新发展理念，坚决打好污染防治攻坚战，强化近岸海域污染防治，遵守海洋环境保护有关法律法规，认真落实环境功能区划调整后的管理与保障措施，严格执行有关污染物排放标准，强化近岸海域环境功能区水环境监测分析，切实处理好开发与保护的关系，确保近岸海域生态环境安全。

附件：福建省近岸海域环境功能区划图（漳州核电项目近岸海域）

福建省人民政府

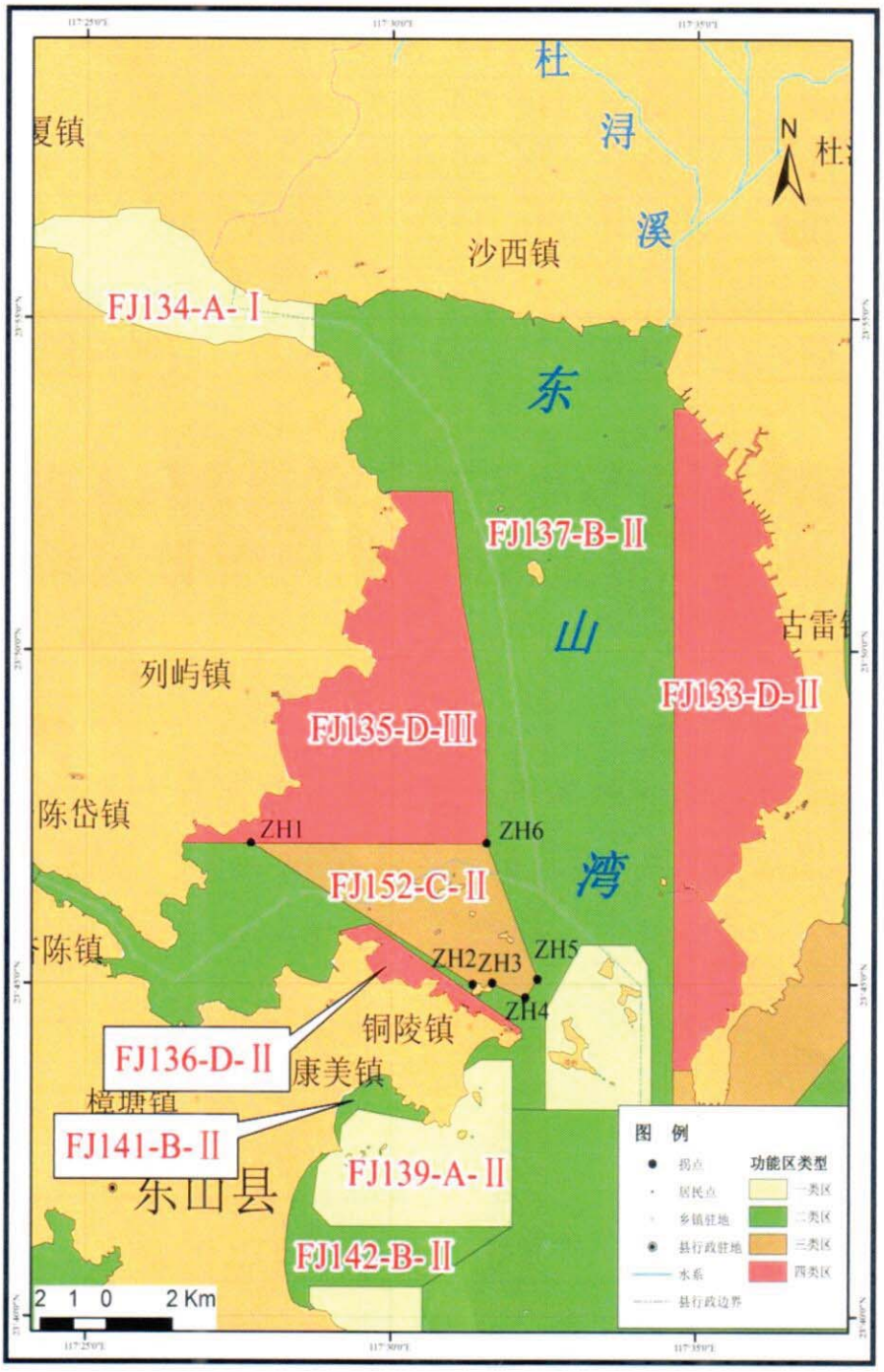
2018 年 8 月 21 日

（此件主动公开）

附件

福建省近岸海域环境功能区划图

（漳州核电项目近岸海域）



拐点坐标一览表

编号	经度	纬度
ZH1	117° 27′ 42.02″	23° 47′ 5.79″
ZH2	117° 31′ 20.26″	23° 44′ 58.66″
ZH3	117° 31′ 39.12″	23° 44′ 59.45″
ZH4	117° 32′ 17.83″	23° 44′ 45.03″
ZH5	117° 32′ 24.07″	23° 45′ 3.87″
ZH6	117° 31′ 33.60″	23° 47′ 6.00″

抄送：省环保厅、海洋渔业厅。

福建省人民政府办公厅　　2018年8月23日印发