

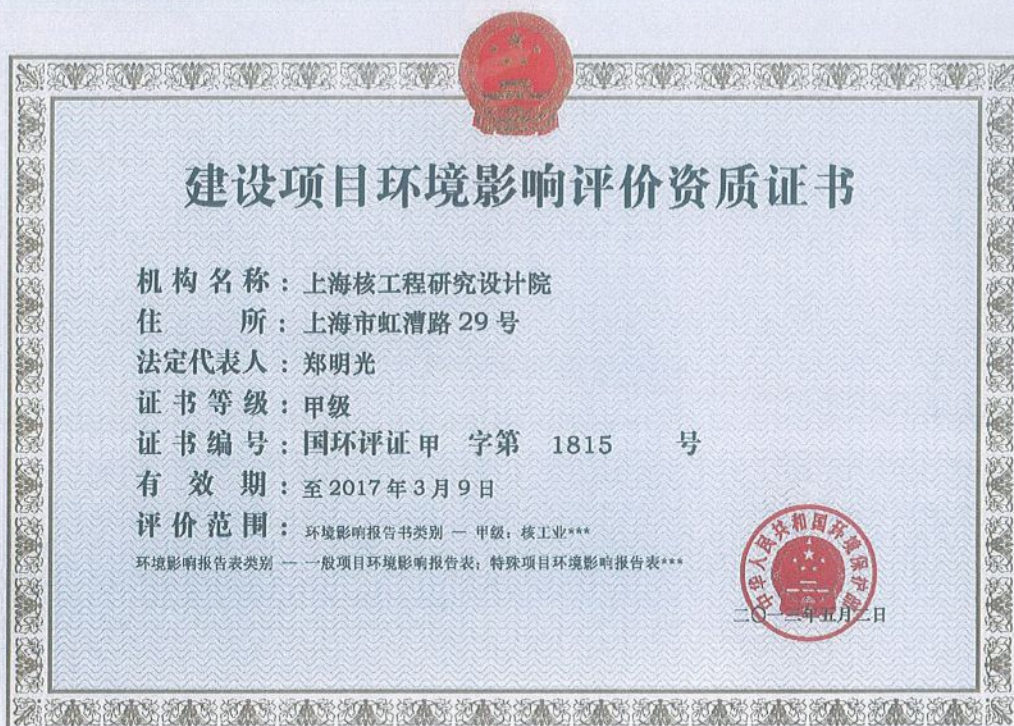
漳州核电厂一期工程

环境影响报告书

(选址阶段)

上海核工程研究设计院 编制





项目名称：漳州核电厂一期工程环境影响报告书

(选址阶段)

评价单位：上海核工程研究设计院

法人代表：郑明光



证书编号：国环评证甲字第 1815 号

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

职业资格证书编号：0002823

登记证编号：**变更** B18210021300

有效期限：2008年08月29日至2010年04月14日

所在单位：上海核工程研究设计院

登记类别：核工业类环境影响评价



再次登记记录

时间	有效期限	签章
2010.07.28	延至 2013 年 04 月 14 日	
2013.12.05	延至 2016 年 04 月 14 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

变更登记记录

单位资质等级变更
登记证编号为“A18150021300”



2009年04月28日

变更登记记录

年 月 日

变更登记记录

年 月 日

变更登记记录

年 月 日

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

职业资格证书编号: 0009481

登记证编号: A18150111300

有效期限: 2010年01月05日至2013年01月04日

所在单位: 上海核工程研究设计院

登记类别: 核工业类环境影响评价



再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2013.06.26	延至2016年01月04日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

漳州核电厂一期工程环境影响报告书
(选址阶段)

Rev.B

批准： 费 敏 

审定： 葛鸿辉



上海核工程研究设计院 编制

二〇一四年十月

漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）

上海核工程研究设计院编制

职责分工		姓名	环评工程师登记证号 或环评上岗证书号	本人签名
项目负责人、主持编制		杜风雷	A18150021300	杜风雷
		王茹静	A18150111300	王茹静
章节 编制 人员	第一章 概述	王茹静	A18150111300	王茹静
	第二章 厂址与环境	王 炫	A18150032	王炫
		黄程鹏	A18150017	黄程鹏
		吴春蕾	A18150030	吴春蕾
	第三章 电厂	陈 丽	A18150091300	陈丽
		宋春景	A18150101300	宋春景
		章 莉	A18150081000	章莉
		虞 宏	A18150061000	虞宏
		施 伟	A18150121300	施伟
		林宇清	A18150071000	林宇清
	第四章 电厂施工建设过程 对环境的影响	邱志靓	A18150031	邱志靓
		王茹静	A18150111300	王茹静
	第五章 电厂运行的环境影响	鲍文杰	A18150035	鲍文杰
		裴 娟	A18150131000	裴娟
		傅小城	A18150151200	傅小城
	第六章 电厂事故的环境影响	王 雪	A18150034	王雪
		黎 辉	A18150024	黎辉
	第七章 流出物监测 和环境监测	印舒蔚	A18150018	印舒蔚
		鲍文杰	A18150035	鲍文杰
	第八章 厂址筛选	王 炫	A18150032	王炫
	第九章 电厂建设和运行的 效益分析	顾 翔	A18150020	顾翔
	第十章 公众参与	王茹静	A18150111300	王茹静
	第十一章 环境风险评价	王 炫	A18150032	王炫
	第十二章 结论	王茹静	A18150111300	王茹静

漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）

上海核工程研究设计院编制

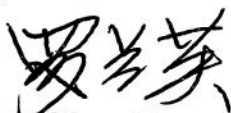
审核：

杜风雷



环评工程师登记证 A18150021300 号

罗兰英



薛山虎



校核：

邱忠明



环评工程师登记证 A18150011300 号

注册核安全工程师登记证 0900085

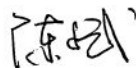
梅其良



环评岗证字 A18150013 号

注册核安全工程师登记证 0900088

陈 斌



环评岗证字 A18150006 号

黄晓冬



环评岗证字 A18150016 号

目 录

第一章 概述

1.1 核电厂名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称及其业主

1.1.2 资金来源

1.1.3 建设性质

1.2 建设规模和规划

1.3 建设的必要性

1.4 环境影响报告书编制依据

1.4.1 遵循的主要法规、标准和导则

1.4.2 相关技术文件

1.4.3 评价标准

1.4.4 相关配套工程或设施

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 厂址非居住区和规划限制区

2.1.3 厂址附近居民点

2.2 人口分布

2.2.1 厂址半径 80km 范围的人口分布

2.2.2 厂址附近重要居民点和人口数

2.2.3 流动人口

2.2.4 居民的年龄构成及生活习惯

2.2.5 厂址人口分布类别

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 工业、交通和文化设施

2.3.2 居民点和农牧场

2.3.3 农、副业生产及陆生资源概况

2.3.4 水产资源及水生态概况

2.4 气象

2.4.1 区域气象和当地的气象条件

2.4.2 联合频率

2.4.3 混合层高度及扩散参数

2.4.4 厂址气象观测

2.5 工程水文

2.5.1 地表水

2.5.2 地下水

2.5.3 洪水

2.6 地质地震

2.6.1 地形地貌

2.6.2 地质特征

2.6.3 地震烈度级别和区域稳定性

2.7 环境质量现状

2.7.1 环境本底辐射水平

2.7.2 大气环境

2.7.3 电磁辐射

2.7.4 环境噪声

2.7.5 地表水

2.7.6 地下水

第三章 电厂

3.1 厂区规划及平面布置

3.1.1 总平面布置原则

3.1.2 厂区总平面布置

3.2 反应堆和蒸汽-电力系统

3.2.1 概述

3.2.2 燃料元件性能的描述

3.2.3 核蒸汽供应系统

- 3.2.4 汽轮机和凝汽器的描述
- 3.3 电厂用水和散热系统
 - 3.3.1 电厂取排水系统
 - 3.3.2 淡水供水系统
- 3.4 输电系统
- 3.5 专设安全设施
 - 3.5.1 概述
 - 3.5.2 非能动堆芯冷却系统
 - 3.5.3 非能动安全壳冷却系统
 - 3.5.4 安全壳氢气控制系统
 - 3.5.5 安全壳和安全壳隔离系统
 - 3.5.6 主控室应急可居留系统
- 3.6 放射性废物系统和源项
 - 3.6.1 放射性源项
 - 3.6.2 废液管理系统及源项
 - 3.6.3 放射性气体废物处理系统和源项
 - 3.6.4 放射性固体废物处理系统和源项
 - 3.6.5 厂址废物处理设施
 - 3.6.6 废物最小化
 - 3.6.7 乏燃料暂存系统
- 3.7 化学物质排放和生活废物
 - 3.7.1 化学物质排放
 - 3.7.2 生活废物
- 3.8 放射性物质运输
 - 3.8.1 新燃料运输
 - 3.8.2 乏燃料运输
 - 3.8.3 放射性中、低放固体废物运输

第四章 电厂施工建设过程对环境的影响

- 4.1 土地利用
 - 4.1.1 陆域工程
 - 4.1.2 施工活动对环境的影响
 - 4.1.3 施工期环境监测设想
- 4.2 水的利用
 - 4.2.1 施工供水工程
 - 4.2.2 施工排水工程
- 4.3 水土保持方案
 - 4.3.1 水土流失现状
 - 4.3.2 水土流失的影响
 - 4.3.3 防治责任范围及防治分区
 - 4.3.4 水土保持效益分析
- 4.4 施工影响的控制
 - 4.4.1 大气污染的控制
 - 4.4.2 水污染的控制
 - 4.4.3 生态污染的控制
 - 4.4.4 噪声污染的控制
 - 4.4.5 固体废弃物的控制
 - 4.4.6 辐射污染的控制

第五章 电厂运行的环境影响

- 5.1 散热系统运行的影响
 - 5.1.1 方案比选
 - 5.1.2 物理影响
 - 5.1.3 生物效应
 - 5.1.4 与海域环境功能区划和自然保护区的相容性
- 5.2 正常运行的辐射影响
 - 5.2.1 气态途径
 - 5.2.2 液态途径
 - 5.2.3 剂量估算

- 5.3 海水放射性核素浓度影响
- 5.4 正常运行对水生生物辐射影响
- 5.5 其它影响
 - 5.5.1 除盐水处理系统排放的废水
 - 5.5.2 凝结水精处理系统排放的废水
 - 5.5.3 化学药剂注入系统排放的废水
 - 5.5.4 非放射性废水的排放
 - 5.5.5 余氯排放
 - 5.5.6 硼酸排放
 - 5.5.7 噪声影响
 - 5.5.8 常规大气污染物排放
 - 5.5.9 危险废物处置
- 5.6 退役
 - 5.6.1 退役的一般原则
 - 5.6.2 退役方案设想

第六章 电厂事故的环境影响

- 6.1 电厂放射性事故
 - 6.1.1 事故描述和事故源项
 - 6.1.2 事故后果计算
- 6.2 放射性物质运输事故
- 6.3 其它事故
- 6.4 实施应急计划的可行性
 - 6.4.1 应急计划区
 - 6.4.2 核事故应急对策
 - 6.4.3 执行应急计划的可行性初步分析

第七章 流出物监测和环境监测

- 7.1 运行前环境监测设想
 - 7.1.1 辐射环境现状监测

- 7.1.2 运行前辐射环境监测设想
- 7.2 运行期间的环境监测方案设想
 - 7.2.1 监测目的
 - 7.2.2 监测范围和布点原则
 - 7.2.3 监测内容
- 7.3 运行期间流出物监测的方案设想
 - 7.3.1 监测目的
 - 7.3.2 监测内容
- 7.4 运行期间非放射性环境监测的方案设想
 - 7.4.1 监测目的
 - 7.4.2 监测内容
- 7.5 质量保证计划
 - 7.5.1 质量控制
 - 7.5.2 质量管理

第八章 厂址筛选

- 8.1 选址过程
 - 8.1.1 厂址踏勘调查阶段
 - 8.1.2 厂址查勘阶段
 - 8.1.3 初步可行性研究阶段
 - 8.1.4 可行性研究阶段
- 8.2 厂址条件分析
 - 8.2.1 人口分布
 - 8.2.2 工业
 - 8.2.3 交通
 - 8.2.4 文化设施
 - 8.2.5 潜在的外部人为事件
 - 8.2.6 大气弥散条件
 - 8.2.7 水弥散条件
 - 8.2.8 淡水水源

- 8.2.9 地质地震
- 8.2.10 选址假想事故的辐射影响
- 8.2.11 实施应急计划的可行性
- 8.3 推荐厂址

第九章 电厂建设和运行的效益分析

- 9.1 利益分析
 - 9.1.1 对周边环境的利益
 - 9.1.2 对关联产业的利益
 - 9.1.3 对区域经济的利益
 - 9.1.4 对社会发展的利益
- 9.2 代价分析
 - 9.2.1 直接代价
 - 9.2.1.1 电厂建设的经济代价
 - 9.2.2 间接代价
 - 9.2.3 环境代价
- 9.3 代价—利益比较及结论

第十章 公众参与

- 10.1 概述
- 10.2 调查原则和方法
- 10.3 调查范围、对象
 - 10.3.1 第一次公众意见调查
 - 10.3.2 第二次公众意见调查
 - 10.3.3 咨询专家意见
- 10.4 调查内容
- 10.5 调查结果及统计分析
 - 10.5.1 第一次公众意见调查
 - 10.5.2 第二次公众意见调查

第十一章 环境风险评价

11.1 风险识别

11.2 严重事故风险评价

11.3 事故风险防范措施

11.3.1 核事故风险防范措施

11.3.2 放射性物质运输风险防范措施

11.3.3 核电厂化学品泄漏风险防范措施

11.3.4 核电厂氢气爆炸风险防范措施

11.3.5 核电厂火灾风险防范措施

11.4 核事故应急对策及实施应急计划的可行性

11.4.1 核事故应急对策

11.4.2 实施应急计划的可行性

11.5 小结

第十二章 结论

12.1 概述

12.2 厂址周围环境的主要特征

12.3 电厂选址假想事故的环境影响

12.4 电厂正常运行期间的辐射影响

12.5 温排水与其它非放射性因素的环境影响

12.6 施工期间的环境影响

12.7 实施应急计划的可行性

12.8 环境风险

12.9 结论

12.10 建议

第一章 概述

1.1 核电厂名称和建设性质

1.1.1 核电厂名称及其业主

本建设项目所涉及的核电厂名称为“漳州核电厂”，由中核国电漳州能源有限公司负责漳州核电厂的前期工作、建设和运营。

1.1.2 资金来源

中国核能电力股份有限公司和中国国电集团公司共同出资组建，中国核能电力股份有限公司控股。

1.1.3 建设性质

本项目为新建国产化 AP1000 核电项目，将在国家的统一指导下，大力推进核电设计自主化和设备制造本土化，采用公开招投标选择国内外有资格的核电设备制造厂商，在降低核电厂造价的同时，将漳州核电厂建设成为先进、高效、安全、可靠的核电机组。

1.2 建设规模和规划

漳州核电厂的规划容量按 6×100 万千瓦级压水堆核电机组考虑，一次规划布置，分期实施。一期工程建设规模为 4 台国产化 AP1000 第三代压水堆核电机组，计划于 2015 年底取得项目核准，首台机组待项目核准后适时开工。

本报告书将针对漳州核电厂一期工程的 4 台国产化 AP1000 核电机组实施环境影响评价。其中，厂址的适宜性评价则是按规划容量 6×100 万千瓦级压水堆核电机组考虑的，主要包括了环境容量、规划限制区和非居住的设置、温排水的影响、自然和人为外部事件、总平面布置、地质地震、水文气象、水资源利用等因素。

1.3 建设的必要性

1) 发展核电是福建能源供应可持续发展的长远大计

为建立安全、可靠、稳定、经济的能源保障体系，能源供应必须采取多元化的战略。发展核电是能源供应多元化战略的重要组成部分，有利于缓解福建省一次能源供应的紧张状况、减轻运输压力，推进福建省电源结构多元化的进程，有

利于提高能源供应安全性，为福建省能源供应的可持续发展打下良好基础。

2) 发展核电是环境保护的要求

福建省东、南面临海，西、北部多高山，与周边省份阻隔。西、北部广大山区，静风频率高、大气扩散条件差，地区大气环境容量较小。东南沿海地区经济发达，人口集中，城镇众多，工农业和近海养殖生产以及城乡居民生活对环境质量造成影响，空气中 TSP 浓度普遍较高。

福建省酸雨污染类型主要为硫酸型，闽东南沿海地区为酸雨污染的中心区域。福建省列入国家酸雨和二氧化硫污染双控区的有：福州市、厦门市、三明市、泉州市、漳州市、龙岩市；经省政府批准，莆田市也按“酸雨控制区”有关规定进行管理。随着对环境保护要求的日益严格，二氧化硫排放空间越来越小，制约了燃煤电厂的建设规模，燃气电厂虽比燃煤电厂污染小，但也排放二氧化硫和氧化氮等大气污染物。核电是清洁能源，发展核电是减少大气污染排放的有效途经。

此外，在减排温室气体方面，核电可大规模替代矿物燃料、有效减少二氧化碳排放。今后我国的能源政策中势必对环保提出更高的要求，在我国大力发展核电从环保角度看也是迫切需要的。

根据测算，1000MW 核电发电机组替代相应容量脱硫煤发电机组后，可以减少 SO_2 年排放量约 $0.19 \times 10^4 \text{t}$ 、 NO_2 年排放量约 $1.13 \times 10^4 \text{t}$ 、 CO_2 年排放量约 $552 \times 10^4 \text{t}$ 。建设核电厂有利于福建省环境容量的改善及社会经济的可持续发展。

3) 填补福建电网电力缺口，减轻电网输电压力

根据对福建电网供电形式的分析，2020 年后福建省电网电力缺口不断增加，2023 年福建省电网电力缺口达 7300MW。建设大规模核电填补福建省电网电力缺口意义重大。

同时考虑到福建省电网今后大量北电南送的电力流向格局，同等条件下优先开发福建省南部的电源点，对保证福建省电网安全可靠运行、减轻电网潮流输送压力、减少电网输电损耗将起到一定作用。

4) 支撑海西经济区发展规划

福建省的泉州厦门本身负荷发展迅速，根据海西相关规划，福建省南部相关地区今后将是福建省经济增长的重要支点，漳州核电地处福建漳州，同福建省其它电源相比，更接近海西发展的负荷中心。不仅可减少电网输电损耗，从能源平衡及海西地区发展可靠支撑角度，漳州核电具有明显的优势。

1.4 环境影响报告书编制依据

1.4.1 遵循的主要法规、标准和导则

1) 主要法规、条例

- 《中华人民共和国环境保护法》（1989.12.26）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003.09.01）；
- 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003.10.01）；
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2000.09.01）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2008.06.01）；
- 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997.03.01）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005.04.01）；
- 《中华人民共和国水土保持法》（1991.06.29）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2000.04.01）；
- 《中华人民共和国土地管理法》（2004.08.28）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号，1998.11.29）；
- 《放射性物品运输安全管理条例》（国务院令第 562 号，2010.01.01）；
- 《放射性物品运输安全许可管理办法》（国家环保部第 11 号令，2010.11.01）；
- 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第 2 号令，2008.10.01）；
- 《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002，1993.08.04）；
- 《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101，1991）；
- 《放射性废物安全监督规定》（HAF401，1997.11.05）；
- 《环境影响评价公众参与暂行办法》（原国家环保总局环发[2006]28号，2006.03.18）；
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）；
- 《关于切实加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]98 号）；

2) 技术标准和导则

(1) 综合

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2011）；
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- 《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）；
- 《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

(2) 辐射

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；
- 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB11216-89）；
- 《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》（GB14587-2011）；
- 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；
- 《轻水堆核电厂放射性固体废物处理系统技术规定》（GB9134-1988）；
- 《轻水堆核电厂放射性废液处理系统技术规定》（GB9135-1988）；
- 《放射性废物分类》（GB9133-1995）；
- 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；
- 《核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定》（GB14589-93）；
- 《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）；
- 《核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）；
- 《核电厂厂址选择中的地震问题》（HAD101/01，1994.10）；
- 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02，1987.11.20）；
- 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03，1987.11.20）；
- 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04，1989.11.28）；
- 《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05，1991.04.26）；
- 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06，1991.04.26）；

- 《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09，1990.05.19）；
- 《核电厂厂址选择的极端气象事件》（HAD101/10，1991.04.26）；
- 《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11，1991.04.26）；
- 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）；
- 《核电厂环境影响报告书的内容和格式》（NEPA-RG1，1988）；

（3）大气

- 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（4）水

- 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- 《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）；
- 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- 《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）；

（5）噪声与振动

- 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- 《城市区域环境振动标准》（GB10070-1988）；
- 《城市区域环境振动测量方法》（GB10071-1988）；

（6）固废

- 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18957-2001）；

（7）电磁

- 《高压交流架空线路无线电干扰限值》（GB15707-1995）；
- 《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/T10.3-1996）；
- 《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》
（HJ/T24-1998）。

1.4.2 相关技术文件

本项目可研阶段，针对厂址区域社会环境、大气环境、水域生态环境、温排

低放、声环境和辐射本底等方面开展了大量的专题研究,形成主要专题成果如下:

- 《漳州核电厂可行性研究阶段厂址周围环境及外部人为事件调查报告》(苏州热工研究院有限公司, 2013.12);
- 《漳州核电厂可行性研究阶段厂址周围人口、食谱及生活习惯调查报告》(苏州热工研究院有限公司, 2013.12);
- 《漳州核电项目可行性研究阶段厂址邻近海域海洋生物及其生态环境调查报告》(中国水产科学研究院东海水产研究所, 2013.11);
- 《漳州核电项目可行性研究阶段厂址邻近海域渔业资源调查专题报告(2012-2013)》(中国水产科学研究院东海水产研究所, 2013.10);
- 《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告》(中国辐射防护研究院, 2013.11);
- 《漳州核电厂可行性研究阶段非放射性环境本底监测报告》(苏州大学卫生与环境技术研究所, 2013.10);
- 《漳州核电厂工程温排水数值模拟复核计算研究报告(中间成果)》(中国水利水电科学研究院, 2013.8);
- 《漳州核电厂取排水工程综合分析研究报告》(中国水利水电科学研究院, 2009.8);
- 《漳州核电厂工程可行性研究 循环水供水系统方案选择专题报告》(中国电力工程顾问集团华东电力设计院, 2014.10);
- 《漳州核电厂厂址气象观测资料统计分析与计算(2009年1月~2013年12月)》(北京大学科技开发部, 2014.6);
- 《福建漳州核电厂厂址大气扩散试验研究 总报告》(北京大学科技开发部, 2009.6);
- 《漳州核电厂址可行性研究阶段环境辐射本底概况初步调查、环境噪声水平调查报告》(浙江省辐射环境监测站, 2010.3);
- 《漳州核电厂一期工程水土保持方案报告书(中间稿)》(福建省水利水电勘测设计研究院, 2014.3);

1.4.3 评价标准

1.4.3.1 放射性评价标准

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

1) 运行状态下的剂量约束值

运行状态下的剂量约束值，遵循国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：

— 任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值。

漳州核电厂规划建设 6 台国产化 AP1000 核电机组，为了给未来的核电机组建设留有余地，本次环境影响评价确定漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 核电机组向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量将小于 0.16mSv/a。

2) 事故工况下的辐射防护要求

对于事故环境影响的评价标准，《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定：

— 在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

3) 运行状态下的液态流出物浓度限值

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）规定：对于滨海厂址，槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。

4) 运行状态下的放射性物质排放控制值

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）明确给出了核电厂在正常运行工况下放射性物质排放控制值，即同一厂址所有核电厂气载和液体放射性流出物的年排放量。根据本报告采用的国产化 AP1000 压水堆核电机组放射性源项，有关正常运行工况下气载放射性流出物和液态放射性流出物的设计排放量见表 1.4-1。由表 1.4-1 可见，漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 压水

堆核电机组流出物排放量满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)第 6.2~6.4 条款的规定,同时也为后续核电机组的扩建留有一定的空间。

1.4.3.2 非放射性评价标准

1) 海洋功能区划与近岸海域环境功能区划

(1) 海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划(2011~2020 年)》,漳州核电项目所在海域及取排水口位于“东山湾保留区”,“东山湾保留区”邻近海域为“东山湾农渔业区”。福建省海洋与渔业厅已出具《关于漳州核电项目海洋功能区划调整相关说明的函》,函中表示“将‘东山湾保留区’和‘东山湾农渔业区’调整为‘工业与城镇建设用海区’和‘特殊利用区’,福建省海洋与渔业厅已根据国家能源局的复函要求组织有关单位开展编制《福建省海洋功能区划(云霄海域)修改方案》,预计于 11 月编制完成送审稿。福建省海洋与渔业厅将及时组织专家评审,争取在 2014 年底左右上报省政府报请国务院审批。福建省海洋与渔业厅将积极支持漳州核电项目建设,指导配合做好项目用海的相关工作。”

(2) 近岸海域环境功能区划

根据《福建省人民政府关于福建省近岸海域环境功能区划(修编)的通知》(闽政〔2011〕45 号),厂址附近海域为东山湾列岛四类区和二类区。福建省环境保护厅已出具《福建省环境保护厅关于漳州市东山湾近岸海域环境功能区划调整的意见》(闽环水函[2014]38 号),函中表示“为推进项目建设与环境保护相协调,漳州市已委托国家海洋局第三海洋研究所开展相应海域环境功能区划调整的可行性研究。福建省环境保护厅请漳州市环保局督促有关方面抓紧完成相关近岸海域环境功能区划调整的论证工作,并按程序将区划调整方案报省政府审批。”

2) 非放射性废水排放

根据《福建省环境保护厅关于确认漳州核电厂一期工程环境影响评价执行标准的函》(闽环辐射函[2014]62 号),漳州核电厂排放的生活污水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 B 标准;其它非放射性生产废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准。

3) 噪声环境

根据《福建省环境保护厅关于确认漳州核电厂一期工程环境影响评价执行标准的函》(闽环辐射函[2014]62 号),漳州核电厂建造期间,厂界环境噪声限值

执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的限值，即：

- 昼间：70dB；
- 夜间：55dB。

漳州核电厂运行期间，核电厂的厂界环境噪声限值执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准，即：

- 昼间：60dB；
- 夜间：50dB。

厂界外的声环境功能区的环境噪声限值执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准，即：

- 昼间：60dB；
- 夜间：50dB。

4) 大气环境

根据《福建省环境保护厅关于确认漳州核电厂一期工程环境影响评价执行标准的函》（闽环辐射函[2014]62号），2016年1月1日前，漳州核电厂的大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及修改单中的二级标准，2016年1月1日起执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

漳州核电厂建造和运行期间，常规大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表2中的二级标准。

5) 固体废物

漳州核电厂建造和运行期间，危险废物处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18957-2001）。

6) 电磁辐射环境

漳州核电厂运行期间，电磁辐射环境执行《500kV超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998）和《高压交流架空线路无线电干扰限值》（GB15707-1995）的相关限值，即：

- 工频电场：4kV/m（离地面1.5m高度）；
- 工频磁场：0.1mT；
- 无线电干扰：在距输电线路边相导线投影20m距离处、测试频率为0.5MHz的晴天条件下允许值不大于55dB（ $\mu\text{V/m}$ ）。

1.4.4 相关配套工程或设施

本报告针对漳州核电厂在建造、运行期间对外部环境的影响以及受到外部环境的影响进行评价。

其中，作为本工程配套设施的输变电工程（除核电厂开关站和出线走廊的第一跨）、进场道路、应急道路以及施工期间的施工变电站等将单独开展环境影响评价工作。

表 1.4-1 漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行工况下的排放量 (Bq/a)

项目	气载放射性流出物					液态放射性流出物		
	惰性气体	碘	粒子 ($T_{1/2}$ 8d)	碳 14	氚	氚	碳 14	其余核素
GB6249-2011 规定 ^[1]	2.72E+15	9.07E+10	2.27E+11	3.17E+12	6.80E+13	3.40E+14	6.80E+11	2.27E+11
一期 4 台核电机组设计排放量	9.16E+14	1.18E+10	7.0E+09	1.82E+12	2.43E+13	1.94E+14	1.82E+11	2.86E+10
一期 4 台核电机组设计排放量占 GB6249-2011 控制值的比例(%)	33.68%	13.01%	3.08%	57.41%	35.74%	57.06%	26.76%	12.6%

注：[1]根据 GB6249-2011 中 6.4 条款，对于同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内，并根据 6.3 条款的要求将控制值等效到 3400MW；

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

漳州核电厂刺仔尾厂址位于福建省云霄县岭屿镇刺仔尾。厂址位于东山湾内，南、东、北三面环海，西南距岭屿镇约 3km，西北距云霄县城约 21km，南距东山县城约 16km，距厦门直线距离约 86km，距漳州市约 75km。

厂址所在的东山湾位于台湾海峡南口的西岸，地界闽南沿海的东山，云霄和漳浦等三县之间。该湾三面为山丘环抱，呈不规则的梨形伸入陆地，南北长 20km，东西宽约 15km，湾顶有漳江入海，海口朝南，口门狭窄，宽仅 5km，是一个半封闭的海湾。

厂址地理位置图见图 2.1-1。

2.1.2 厂址非居住区和规划限制区

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，拟建电厂周围应设置非居住区，非居住区周围应设置规划限制区。

本报告根据漳州核电 1 台国产化 AP1000 压水堆核电机组的选址假想事故源项计算其非居住区边界，经计算得到漳州核电工程非居住区边界范围为距核岛 16 个方位均为 800m 所构成的边界线（详见 6.1.2 节）。厂址规划限制区半径为 5km。

漳州核电厂已获取了《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》，批复中明确规定了“设置以反应堆为中心半径不小于 800m 的非居住区，设置以反应堆为中心半径不小于 5km 的规划限制区”。

漳州核电厂已获取了《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》，函中明确表示云霄县人民政府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。

2.1.3 厂址附近居民点

漳州核电工程非居住区边界范围内没有居民居住，距离漳州核电工程最近的居民点为人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。厂址规划限制区半径 5km 范围内无万人以上城镇。



图 2.1-1 漳州核电工程厂址地理位置图

2.2 人口分布

漳州核电工程厂址半径 80km 范围内的人口统计数据来源于苏州热工研究院有限公司于 2013 年 12 月开展的漳州核电工程厂址周围人口分布及食谱调查。此次调查以漳州核电工程 1 号国产化 AP1000 压水堆核电机组为中心。

本报告评价区域为以漳州核电工程 1 号国产化 AP1000 压水堆核电机组为中心，半径 80km 范围，并以反应堆为中心划分半径为 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80km 的同心圆，轴向的罗盘方位为扇形区中心线，划分为 16 个方位，共 192 个子区。

2.2.1 厂址半径 80km 范围的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 80km 范围内的现有人口分布

漳州核电工程厂址半径 80km 范围内截止到 2012 年底的常住总人口数为 5194179 人。按评价区面积计算，2012 年平均人口密度为 258 人/km²，低于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²；按评价区的陆域面积（约占 50%）计算，则平均人口密度为 517 人/km²，高于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²。

厂址周围各子区的人口分布详见表 2.2-1 和图 2.2-1。从表 2.2-1 可看出：

— 厂址半径 80km 范围内：人口分布在 WSW、NNE 方位，其中 WSW 方位 80km 范围扇形区域人口最多，共有人口 1109853 人。位于厂址 NNE 方位 78km 的漳州市芗城区人口最多，共有人口 269759 人；

— 厂址半径 20km 范围内：人口分布在 NW、SSW、NE 方位，其中 NW 方位 20km 范围扇形区域人口最多，共有人口 88507 人；

— 厂址半径 5km 范围内：人口分布在 WSW、NW 方位，其中 WSW 方位 5km 范围扇形区域人口最多，有常住人口 11841 人。

2.2.2 厂址附近重要居民点和人口数

2.2.2.1 厂址半径 5km 范围内的居民点分布

2012 年底，漳州核电工程厂址半径 5km 范围内常住人口共计 24639 人，主要分布在 WSW 和 NW 方位。厂址半径 5km 范围内平均人口密度为 314 人/km²，平均陆域人口密度为 872 人/km²，高于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302

人/km²。其村庄及人口情况详见表 2.2-2 和图 2.2-2。

厂址半径 5km 范围内的居民点有 18 个，涉及崙屿镇的 16 个自然村和陈岱镇的 2 个自然村。距离厂址最近的居民点为崙屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。

厂址半径 5km 范围内共有 10 个千人以上村镇，最大的村镇为位于厂址 WSW 方位 3.8km 处崙屿镇的山前村，2012 年底有常住人口 3613 人。

厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇，但值得关注的是崙屿镇镇区所辖的城内村、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 个村庄的人口累计总数已接近万人（9280 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。

2.2.2.2 厂址半径 15km 范围内的千人以上村镇分布

2012 年底，漳州核电厂厂址半径 15km 范围内共有 91 个千人以上的行政村，共有 285804 人。距离厂址最近的千人以上村镇为云霄县烈屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。

厂址半径 15km 范围内共有 2 个万人以上的城镇，分别为位于厂址 WSW 方位 9.4~10.2km 的陈岱镇镇区和位于厂址 S~SSE 方位 9.5~11.5km 的东山县铜陵镇镇区。陈岱镇镇区 2012 年底共有人口 11997 人，包含有岱北村、岱南村、岱东村和岱山村 4 个村庄；铜陵镇镇区 2012 年底共有人口 52352 人，包含有公园街道、顶街街道、下田街道、码头街道、桥雅街道、演武街道、大沃街道、文峰街道、铜亭街道、桂花街道、铜兴村和苏峰街道等 12 个居民点，该城镇也是厂址半径 15km 规模最大的城镇。

厂址半径 15km 范围内千人以上村镇的方位、距离和常住人口见表 2.2-3，千人以上重要村镇位置见图 2.2-3。

厂址半径 15km 范围内无十万人以上城镇。

2.2.2.3 厂址半径 80km 范围内的城镇分布

2012 年底，漳州核电厂厂址半径 80km 范围内有 29 个城镇的常住人口超过万人，其中 2 个十万人以上的城市，分别为位于厂址 NNE 方位 78km 的漳州市芗城区，有常住人口 269759 人（该城区同时也是厂址半径 80km 范围内人口最多的城镇）和位于厂址 WSW 方位 53km 的广东省潮州市饶平县的黄冈镇，有常住人口 114988 人。距离厂址最近的万人以上城镇为位于厂址 S~SSE 方位

9.5~11.5km 漳州市东山县的铜陵镇镇区，2012 年底共有常住人口 52352 人。

表 2.2-4 给出了厂址半径 80km 范围内的万人以上城镇的位置及人口数，图 2.2-4 给出了厂址半径 80km 范围内万人以上城镇的位置分布示意图。

厂址半径 80km 范围内无百万人以上大城市。

2.2.2.4 城镇发展规划

厂址 5km 范围内万人以上村镇发展规划为崙屿镇，崙屿镇位于厂址 W 方位约 3.0km 处。根据《云霄县城市总体规划（2006-2020）》，崙屿镇是县域重要的外围城镇、港口城镇，规划至 2020 年城镇人口规模为 1.6 万，该部分人口增长主要因为城镇化而非机械增长引起的。由于崙屿镇距厂址较近，因此须适当调整崙屿镇的发展规模及范围，尤其应严格控制由外区域进入的人口机械增长，以确保满足厂址实施应急计划的可行性。

厂址 10km 半径范围内的城镇发展规划主要为位于厂址 WSW 方位 10km 处的陈岱镇。根据《云霄县陈岱镇总体规划（2010-2030）》，陈岱镇近期规划至 2015 年，镇域总人口为 7.0 万人，其中城镇人口约 4.4 万人，流动口约 0.6 万人，农业口约 2.6 万人，城镇化水平约 60%。远期规划至 2030 年，镇域总人口为 12 万人，其中城镇人口约 8 万人，流动口约 1.8 万人，农业口约 2.2 万人，城镇化水平约 70%。

2.2.3 流动人口

漳州核电厂厂址半径 15km 范围内以农业、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主要以流出为主，且多以省内流动为主。表 2.2-5 给出了厂址半径 15km 范围内各乡镇的流动人口，这些流动人口以打工、随迁、经商和养殖为主。

厂址半径 15km 范围内的旅游景点主要包括云霄县七星山风景区（位于厂址 NW 方位 15km 处）、云霄县金汤湾海水温泉度假区（位于厂址 WSW 方位 10km 处）和东山风动石景区（位于厂址 SSE 方位 12km 处）。

七星山风景区位于云霄县莆美镇马山村西北侧马径山麓，年接待游客约 5 万人次，其高峰期主要出现在夏季，日最高接待旅客约 1000 人。金汤湾海水温泉度假区位于云霄县陈岱镇岱南村附近，年接待游客数量约 30 万人次。东山风动石景区为国家 4A 级旅游区、省级风景名胜区，地处东山县铜陵镇，年接待游

客约 15 万人次，其高峰期主要出现在夏季，日最高接待旅客约 4000 人。

2.2.4 居民的年龄构成及生活习惯

2.2.4.1 居民的年龄构成

福建省的居民年龄构成数据取自福建省第六次人口普查资料，漳州市和云霄县的居民年龄构成数据取自漳州市计生委和云霄县计生委提供的 2013 年最新统计资料。表 2.2-6 给出了漳州核电工程厂址半径 80km 范围内的 7 岁以下、7~17 岁和 18 岁以上三个年龄组别的人口比例，本报告在计算厂址 80km 半径范围的居民年龄组人口分布时，对于厂址半径 20km 的人口分布，取云霄县的年龄组比例；对于厂址半径 20~80km 的人口分布，取漳州市的年龄组比例，据此得到厂址 2012 年不同年龄组人口分布见表 2.2-7~表 2.2-9。

2.2.4.2 居民的饮食和生活习惯

1) 厂址附近居民饮食和生活习惯

厂址附近居民食物消费结构以大米为主，副食品主要为蔬菜、水果、肉类、蛋类和水产品。相比而言，其水产品消费量较大。厂址近区居民消费的大米、蔬菜、肉、水果等农副产品一般为自家生产或从当地集市购买，集市所出售产品则以当地集镇周围农村生产为主，奶产品则主要来自外地奶制品企业生产的成品。近区居民食入的海产品主要为鱼类，其次有少部分虾、蟹以及贝壳类。海产品均为当地生产，来源则主要以养殖和捕捞为主，主要来自附近海域。

为了解厂址近区居民的饮食习惯，苏州热工研究院有限公司于 2013 年 9 月中旬至下旬选取了列屿镇镇区中学的部分班级学生及其家庭成员，以及列屿镇下辖多数行政村、自然村的村民，此次调查共发放了 300 份“核电厂周边居民食物消费情况调查表”。调查实际统计时去除了部分数据明显偏高或少的样本，在对回收的调查表进行统计处理时，考虑到短时抽样调查的误差较大，而当地居民生活习惯和消费情况有一定的相似性，结合现场调查所获取的信息及反馈，并参考了漳州市农村居民的消费情况，给出了厂址附近各居民组的食物消费量和生活习惯因子。调查中的居民来自于列屿镇镇区以及周边各个乡村，调查居民中包含学生、老师、商人、农民、渔民等各种职业，覆盖了居民食物链调查的各个年龄段及厂址所在的列屿镇多数居民点，具有一定的代表性和广泛性。厂址附近成人、青少年、儿童年均食物消费量及生活习惯的统计结果见表 2.2-10。由于本次现场

调查所获取的婴儿样本数不足，因此无法统计婴儿的饮食和生活习惯。

根据对厂址周边村庄的调查走访，近区有部分居民在所在村沿岸海域从事海水捕捞和养殖。从事捕捞的渔民每天在海中作业 6~8 个小时，每年除了休渔期和恶劣天气（如台风，暴雨）基本每天都出海作业；从事养殖的渔民平均一天在海上工作 3~4 小时，在岸上工作 5 个小时左右。捕捞和养殖的海产品大概一半本地销售，一半销往外地。表 2.2-11 给出了厂址附近渔民人均食物消费量及生活习惯。

2) 厂址半径 80km 范围内居民饮食

厂址位于漳州市云霄县境内，厂址半径 80km 评价区域主要涉及福建省的南部地区，广东省的汕头市及潮州市的部分地区，其居民习惯也基本相同。当地居民主食以大米为主，其次为小麦、薯类及少量杂粮，副食品主要为蔬菜、水果、肉类、禽蛋和水产品。居民消费的蔬菜、水果和肉类等多为当地生产。城镇居民肉、蛋、水果、水产品 and 油脂等消费明显高于农村居民，而粮食消费则低于农村居民。表 2.2-12 给出了广东省、福建省及漳州市城镇居民和农村居民的各类食物人均年消费量。

厂址半径 80km 范围内的农村居民食物消费部分来自本子区，部分来自外子区；城镇居民消费的食物大部分由本子区或邻近子区的农村供给，极少部分来自较远子区或评价区以外的子区。表 2.2-13 至表 2.2-23 给出了厂址半径 80km 评价区范围内各子区居民各类食物的人均年消费量，以及各子区内居民消费本子区食物和消费外子区食物的份额。

2.2.5 厂址人口分布类别

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）第 5.7 条款规定：核动力厂应尽量建在人口密度相对较低、离大城市相对较远的地点。规划限制区范围内不应有 1 万人以上的乡镇，厂址半径 10km 范围内不应有 10 万人以上的城镇。

由表 2.2-2~表 2.2-4 可见：

1) 厂址半径 5km 范围内的居民点有 18 个。距离厂址最近的居民点为岵屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。厂址半径 5km 范围内共有 10 个千人以上村镇，最大的村镇为位于厂址 WSW 方位 3.8km 处岵屿镇的山前村，2012 年底有常住人口 3613 人。厂址半径 5km 范围内

无万人以上城镇。

2) 厂址半径 15km 范围千人以上村镇共计 91 个, 2 个万人以上城镇。人口最多的城镇是位于厂址 S~SSE 方位 9.4~11.5km 的东山县铜陵镇镇区, 2012 年底有常住人口 52352 人。厂址半径 15km 范围内无十万人以上城市。

3) 厂址半径 80km 范围内无百万人以上的大城市。

因此, 该厂址能满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 第 5.7 条款的要求。

根据国家核安全导则《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》(HAD101/03) 附录 I.2 表推荐的人口密度法, 参照福建省 2012 年平均人口密度 302 人/km², 以此人口密度作为评价基准人口密度, 对厂址进行人口分布分类, 分类结果见表 2.2-24。

由表 2.2-24 可见:

— 环形地带评价: 0~2km、10~20km 为 II 类厂址, 2~5km 为 III 类厂址, 5~10km 为 I 类厂址;

— 扇形地带评价: 基本上为 II 类厂址。

综上所述, 漳州核电厂厂址周围人口分布符合福建省 II~III 类厂址条件, 厂址的人口分布现状能基本满足核电厂的厂址条件。

表 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区人口数（2012 年）

单位：人

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	1787	6772	3233	27833	47323	11112	3870	59247	99947	261124
NNE	0	0	0	0	1704	28953	26893	111898	31149	3808	66802	717106	988313
NE	0	0	0	0	0	60367	63417	81450	83665	106445	116140	154358	665842
ENE	0	0	0	0	0	14513	17330	8719	22394	0	0	0	62956
E	0	0	0	0	0	7457	0	0	0	0	0	0	7457
ESE	0	0	0	0	0	17139	0	0	0	0	0	0	17139
SE	0	0	0	0	0	2262	0	0	0	0	0	0	2262
SSE	0	0	0	0	10209	22678	0	0	0	0	0	0	32887
S	0	0	0	0	12979	21167	0	0	0	0	0	0	34146
SSW	0	0	0	0	906	69893	31447	1249	0	0	0	0	103495
SW	0	0	0	1793	12664	32179	10198	21432	317	11806	62618	0	153007
WSW	0	0	790	11051	9929	19731	40928	188604	104208	229243	265994	239375	1109853
W	0	0	402	1871	2372	27042	32976	52765	50721	124674	71022	3516	367361
WNW	0	225	261	603	1717	27700	25994	3936	71265	45735	194703	134047	506186
NW	0	264	3076	0	1708	83459	103346	33501	97318	20173	80576	38354	461775
NNW	0	1974	542	0	3040	26283	57984	42654	45977	65816	168290	7816	420376
合计	0	2463	5071	17105	64000	464056	438346	593531	518126	611570	1085392	1394519	5194179
累计	0	2463	7534	24639	88639	552695	991041	1584572	2102698	2714268	3799660	5194179	

表 2.2-2 厂址半径 5km 范围内所有村庄及人口（2012 年）

镇	行政村	居民点	方位	与厂址距离 (km)	人口数 (人)
崧屿镇	人家村	人家村	NNW	1.8	1337
	宅后村	宅兜村	NNW	1.9	637
		后安村	NNW	2.3	406
	南山村	南山村	NW	2.0	1281
	油车村	油车村	NW	2.4	2545
		后岱村	NNW	2.3	136
	宅坂村	宅坂村	W	3.0	935
	城外村	城外村	WSW	3.0	2178
	城内村	城内村	W	3.1	3129
	顶城村	顶城村	WSW	3.4	3038
		山内村	W	4.0	173
	青径村	径头村	N	3.6	498
		青崎村	N	4.0	1289
	山前村	山前村	WSW	3.8	3613
	林坪村	林坪村	WSW	4.0	1049
	半山村	大坂村	WNW	5.0	603
陈岱镇	后江村	后江村	SW	4.6	1143
	中江村	柳畔村	SW	4.8	649

表 2.2-3 厂址半径 15km 范围内千人以上村镇（2012 年）

序号	居民点	镇	方位	距离 (km)	人口数 (人)
1	人家村	云霄县 岭屿镇	NNW	1.8	1337
2	南山村		NW	2.0	1281
3	油车村		NW	2.4	2545
4	城外村		WSW	3.0	2178
5	城内村		W	3.1	3129
6	顶城村		WSW	3.4	3038
7	青崎村		N	4.0	1289
8	山前村		WSW	3.8	3613
9	林坪村		WSW	4.0	1049
10	后江村	云霄县 陈岱镇	SW	4.6	1143
11	双岭村		SW	5.7	1034
12	前江村		SW	6.2	1224
13	下曾村		SW	6.8	1650
14	董塘村		WSW	7.7	1092
15	坑内村		SW	7.8	1650
16	礁美村		SW	9.2	1757
17	石前村		SW	9.2	4300
18	陈岱镇镇区（岱北村、 岱南村、岱东村、岱山村）		WSW	9.4~10.2	11997
19	呈安村		W	9.5	1035
20	峰外村		WSW	11.7	2520
21	竹港村		WSW	12.5	4614
22	白礁村		WSW	12.8	1037
23	西辽村	漳浦县 古雷镇	ESE	11.8	1260
24	下堀村		E	12.2	2295
25	西林村		ENE	12.2	3306
26	古雷镇镇区（古雷村）		E	12.6	3493
27	港口村		ENE	12.6	4913
28	龙口村		ESE	12.7	2045
29	半湖村		ESE	12.8	2122

30	油沃村		E	12.9	2165
31	坡内村		ESE	13.0	1849
32	岱仔村		ESE	13.1	5798
33	古城村		ESE	14.0	3505
34	东葛头村	诏安县 四都镇	WSW	14.5	1860
35	崎美村	云霄县 东厦镇	NNW	9.1	1055
36	东坑村		NW	9.4	1223
37	湖丘村		N	7.7	2430
38	竹塔村		NW	12.9	7140
39	浯田村		NNW	13.5	5316
40	埭洋村		NW	15.0	4244
41	大水堀	常山华侨经 济开发区	W	10.3	1373
42	吉仔村		WNW	11.1	1006
43	常山村		W	11.1	3703
44	双山村		W	11.8	1454
45	海峰村		WNW	12.7	1344
46	新寮村		WNW	13.4	1767
47	下云村		WNW	13.4	2380
48	下径村	云霄县云陵 工业开发区	WNW	9.0	1177
49	树洞村		WNW	13.1	1101
50	大埔村		WNW	13.5	1615
51	益宝山村		WNW	14.2	1140
52	马山村		WNW	15.0	3223
53	北坂村	漳浦县 杜浚镇	ENE	13.4	3130
54	城里村		NE	14.7	2821
55	林苍村		NE	14.9	3300
56	下寨村	漳浦县 沙西镇	N	9.8	2414
57	下埔村		N	10.1	1112
58	庵兜村		N	10.2	1244
59	白衣村		N	10.3	2069
60	埔里村		N	10.5	1329
61	塗楼村		NNE	10.6	3047
62	沙西镇镇区（沙西村）		NNE	10.8	4401
63	河墘村		NNE	11.5	3447
64	北旗村		NNW	11.9	1122
65	屿头村		NNE	11.9	5119

66	院前村		NNE	12.2	1732
67	枋林村		NNE	12.3	1454
68	高林村		NE	13.6	4140
69	庄前村		NE	14.2	2932
70	高山村		NE	14.8	4267
71	铜陵镇镇区（公园街道、顶街街道、下田街道、码头街道、桥雅街道、演武街道、大沃街道、文峰街道、铜亭街道、桂花街道、铜兴村、苏峰街道）	东山县 铜陵镇	S~SSE	9.5~11.5	52352
72	城垵村	东山县 康美镇	S	9.1	1947
73	龙潭街		S	10.3	1930
74	康美镇镇区（康美村）		S	10.7	4339
75	马銮村		S	10.9	1430
76	铜钵村		S	10.9	3863
77	东沈村		S	12.6	3700
78	钱岗村		SSW	10.2	1723
79	后林村	东山县 杏陈镇	SW	11.2	5811
80	张家村		SW	11.8	2308
81	杏陈镇镇区（前何村）		SW	12.8	4393
82	高陈村		WSW	12.9	1643
83	埕英村		SW	13.4	3181
84	古港村	东山县 樟塘镇	SSW	11.1	1593
85	港西村		SSW	12.4	2309
86	樟塘镇镇区（樟塘村）		SSW	13.1	3675
87	下湖村		SSW	13.5	2519
88	南塘村		SSW	13.7	1508
89	南山村		SSW	14.1	1167
90	湖尾村		SSW	14.8	2138
91	坑内村	东山县 西埔镇	SW	14.0	1381

表 2.2-4 厂址半径 80km 范围内万人以上城镇（2012 年）

省	市	市/县/区	乡镇	方位角	距离(km)	城镇人口 (人)
福建省	漳州市	东山县	铜陵镇	S~SSE	9.5~11.5	52352
			西埔镇	SSW	16.7	26717
		龙海市	石码镇	NNE	77.3	68635
		龙文区	步文镇	NNE	78.9	37147
			蓝田镇	NNE	79.4	34696
		南靖县	山城镇	N	77	52264
		平和县	南胜镇	NNW	46.5	10357
			大溪镇	NW	49.6	14303
			坂仔镇	NNW	55.4	14267
			小溪镇	NNW	62.3	66623
			霞寨镇	NNW	66.5	10429
			九峰镇	NW	66.8	11860
		芗城区	芗城区	NNE	78	269759
		云霄县	陈岱镇	WSW	9.4~10.2	11997
			蒲美镇	NW	19.5	30906
			云陵镇	NW	21.1	54963
		漳浦县	赤湖镇	NE	49.4	20450
			霞美镇	NE	25.8	15725
			旧镇镇	NE	32.4	17463
			绥安镇	NNE	36.5	75044
			佛昙镇	NE	58.2	18529
			马坪镇	NE	62.2	10501
		诏安县	南诏镇	WSW	33.8	59026
广东省	汕头市	澄海区	东里镇	WSW	74.5	25625
		南澳县	后宅镇	SW	66.4	10584
	潮州市	饶平县	柘林镇	WSW	49.5	10881
			黄冈镇	WSW	53	114988
			汫洲镇	WSW	62.2	41482
			三饶镇	WNW	69.5	12094

表 2.2-5 厂址半径 15km 范围内各乡镇流动人口

县	乡镇	流入			流出		
		省内流入 (人)	省外流入 (人)	流入总数 (人)	流往省内 (人)	流往省外 (人)	流出总数 (人)
云霄县	岭屿镇	41	32	73	1310	107	1417
	陈岱镇	357	46	403	2110	132	2242
	东厦镇	147	55	202	1615	208	1823
	莆美镇	517	345	862	1385	60	1445
	火田镇	59	66	125	3620	284	3904
	云陵镇	686	355	1041	1943	68	2011
	常山华侨经济开发区	148	27	175	567	123	690
	云陵工业开发区	138	120	258	248	58	306
漳浦县	沙西镇	186	118	304	245	152	397
	杜浔镇	284	121	405	266	218	484
	古雷镇	344	116	460	68	49	117
东山县	杏陈镇	197	54	251	222	33	255
	樟塘镇	134	28	162	171	15	186
	康美镇	367	50	417	163	23	186
	铜陵镇	205	71	276	475	73	548

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内的年龄构成（2012 年）

单位：%

福建省的人口年龄构成

年龄（岁）	≤7 岁	7~17 岁	≥18 岁
所占比例（%）	8.90	10.71	80.39

漳州市的人口年龄构成

年龄（岁）	≤7 岁	7~17 岁	≥18 岁
所占比例（%）	10.07	10.72	79.21

云霄县人口的年龄构成

年龄（岁）	≤7 岁	7~17 岁	≥18 岁
所占比例（%）	9.48	12.26	78.26

表 2.2-7 厂址半径 80km 范围人口分布 (≤7 岁) (2012 年)

单位: 人

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	169	642	306	2803	4765	1119	390	5966	10065	26226
NNE	0	0	0	0	162	2745	2708	11268	3137	383	6727	72213	99342
NE	0	0	0	0	0	5723	6386	8202	8425	10719	11695	15544	66694
ENE	0	0	0	0	0	1376	1745	878	2255	0	0	0	6254
E	0	0	0	0	0	707	0	0	0	0	0	0	707
ESE	0	0	0	0	0	1625	0	0	0	0	0	0	1625
SE	0	0	0	0	0	214	0	0	0	0	0	0	214
SSE	0	0	0	0	968	2150	0	0	0	0	0	0	3118
S	0	0	0	0	1230	2007	0	0	0	0	0	0	3237
SSW	0	0	0	0	86	6626	3167	126	0	0	0	0	10004
SW	0	0	0	170	1201	3051	1027	2158	32	1189	6306	0	15133
WSW	0	0	75	1048	941	1870	4121	18992	10494	23085	26786	24105	111517
W	0	0	38	177	225	2564	3321	5313	5108	12555	7152	354	36806
WNW	0	21	25	57	163	2626	2618	396	7176	4606	19607	13499	50793
NW	0	25	292	0	162	7912	10407	3374	9800	2031	8114	3862	45979
NNW	0	187	51	0	288	2492	5839	4295	4630	6628	16947	787	42144
各环形段人口合计	0	233	481	1622	6067	43993	44141	59769	52175	61585	109299	140428	519793
半径区内人口累计	0	233	714	2336	8403	52395	96537	156305	208481	270066	379365	519793	

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围人口分布（7~17 岁）（2012 年）

单位：人

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	219	830	396	2984	5073	1191	415	6351	10714	28174
NNE	0	0	0	0	209	3550	2883	11995	3339	408	7161	76874	106419
NE	0	0	0	0	0	7401	6798	8731	8969	11411	12450	16547	72308
ENE	0	0	0	0	0	1779	1858	935	2401	0	0	0	6972
E	0	0	0	0	0	914	0	0	0	0	0	0	914
ESE	0	0	0	0	0	2101	0	0	0	0	0	0	2101
SE	0	0	0	0	0	277	0	0	0	0	0	0	277
SSE	0	0	0	0	1252	2780	0	0	0	0	0	0	4032
S	0	0	0	0	1591	2595	0	0	0	0	0	0	4186
SSW	0	0	0	0	111	8569	3371	134	0	0	0	0	12185
SW	0	0	0	220	1553	3945	1093	2298	34	1266	6713	0	17121
WSW	0	0	97	1355	1217	2419	4387	20218	11171	24575	28515	25661	119615
W	0	0	49	229	291	3315	3535	5656	5437	13365	7614	377	39869
WNW	0	28	32	74	211	3396	2787	422	7640	4903	20872	14370	54733
NW	0	32	377	0	209	10232	11079	3591	10432	2163	8638	4112	50865
NNW	0	242	66	0	373	3222	6216	4573	4929	7055	18041	838	45555
各环形段人口合计	0	302	622	2097	7846	56893	46991	63627	55543	65560	116354	149492	565327
半径区内人口累计	0	302	924	3021	10867	67760	114751	178378	233921	299481	415835	565327	

表 2.2-9 厂址半径 80km 范围人口分布 (≥ 18 岁) (2012 年)

单位：人

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	合计
N	0	0	0	1399	5300	2530	22047	37485	8802	3065	46930	79168	206724
NNE	0	0	0	0	1334	22659	21302	88634	24673	3016	52914	568020	782551
NE	0	0	0	0	0	47243	50233	64517	66271	84315	91994	122267	526840
ENE	0	0	0	0	0	11358	13727	6906	17738	0	0	0	49730
E	0	0	0	0	0	5836	0	0	0	0	0	0	5836
ESE	0	0	0	0	0	13413	0	0	0	0	0	0	13413
SE	0	0	0	0	0	1770	0	0	0	0	0	0	1770
SSE	0	0	0	0	7990	17748	0	0	0	0	0	0	25737
S	0	0	0	0	10157	16565	0	0	0	0	0	0	26723
SSW	0	0	0	0	709	54698	24909	989	0	0	0	0	81306
SW	0	0	0	1403	9911	25183	8078	16976	251	9352	49600	0	120754
WSW	0	0	618	8649	7770	15441	32419	149393	82543	181583	210694	189609	878720
W	0	0	315	1464	1856	21163	26120	41795	40176	98754	56257	2785	290686
WNW	0	176	204	472	1344	21678	20590	3118	56449	36227	154224	106179	400660
NW	0	207	2407	0	1337	65315	81860	26536	77086	15979	63824	30380	364931
NNW	0	1545	424	0	2379	20569	45929	33786	36418	52133	133303	6191	332677
各环形段人口合计	0	1928	3969	13386	50086	363170	347214	470136	410408	484425	859739	1104598	4109059
半径区内人口累计	0	1928	5896	19282	69369	432539	779753	1249889	1660296	2144721	3004460	4109059	

表 2.2-10 厂址附近成人、青少年、儿童年均食物消费量及生活习惯

消费量及生活习惯		年龄组	成人	青少年	儿童
年食物消费量 (kg/a)	粮食		160.9	112.8	64.5
	蔬菜		131.6	91.7	61.3
	肉类		53.1	50	30.8
	蛋类		10.5	19.4	21.0
	水果		32.7	33.5	24.5
	牛奶		5.3	15.7	20.3
	鱼类		70.7	61.3	41.2
	甲壳类		27.6	24.5	11.7
	贝类		25.7	21.9	10.1
年活动时间 (h/a)	海边活动时间		300	300	100
	海上游泳时间		40	40	10
	海上捕鱼时间		0	0	0

表 2.2-11 厂址附近渔民人均食物消费量及生活习惯

年食物消费量(kg/a)	粮食		167.2
	蔬菜		116.1
	肉类		58.4
	蛋类		8.4
	水果		47.5
	鱼类		111.8
	甲壳类		50.8
	贝类		31.2
	藻类		2.3
年活动时间(h/a)	捕捞渔民	岸边活动时间	600
		海上活动时间	2100
		游泳时间	100
	养殖渔民	岸边活动时间	1300
		海上活动时间	900
		游泳时间	100

表 2.2-12 厂址半径 80km 范围内城镇居民和农民食物消费量

单位: kg/ (人·年)

区域	居民类型	粮食	蔬菜	肉类	牛奶	蛋	水产品	水果
广东省	城镇居民	70.29	104.63	55.25	10.86	7.18	20.25	40.00
	农村居民	229.54	122.02	39.21	0.00	2.86	14.48	13.63
福建省	城镇居民	91.70	94.10	29.55	13.93	9.77	19.85	49.40
	农村居民	156.25	83.98	32.65	5.77	5.32	17.42	18.89
漳州市	城镇居民	79.39	99.66	52.33	12.20	7.01	20.17	33.36
	农村居民	150.37	104.04	40.36	2.24	3.81	15.53	15.25

表 2.2-13 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均粮食年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	160.9	150.37	150.37	133.31	141.09	149.43	150.37	134.5	112.42
NNE	-	-	-	-	149.44	129.12	132.47	102.36	143.49	133.84	138.68	109.29
NE	-	-	-	-	-	108.72	129.97	134.87	142.08	134.73	135.05	144.75
ENE	-	-	-	-	-	94.55	124.76	124.76	125.02	-	-	-
E	-	-	-	-	-	113.82	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	85.92	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	85.93	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	79.57	80.32	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	101.14	107.47	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	150.37	123.02	137.59	137.59	-	-	-	-
SW	-	-	-	160.9	150.37	145.84	142.49	142.49	221.75	191.09	191.09	-
WSW	-	-	160.9	160.9	149.12	150.37	146.87	127.43	198.66	146.78	194.28	206.07
W	-	-	160.9	160.9	150.37	150.37	144.12	150.37	150.25	208.14	217.95	209.5
WNW	-	160.9	160.9	160.9	150.37	136.59	144.03	150.37	141.66	143.13	183.81	204.35
NW	-	160.9	160.9	-	150.37	129.26	113.73	150.37	139.38	131.66	139.11	149.56
NNW	-	160.9	160.9	-	150.37	150.37	150.37	150.37	134.38	134.08	115.92	141.29

表 2.2-14 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均蔬菜年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	131.6	104.04	104.04	102.99	103.47	103.98	104.04	103.06	101.7
NNE	-	-	-	-	103.98	102.73	102.94	101.08	103.62	103.02	103.32	101.5
NE	-	-	-	-	-	101.47	102.78	103.08	103.53	103.07	103.09	103.69
ENE	-	-	-	-	-	100.6	102.46	102.46	102.48	-	-	-
E	-	-	-	-	-	101.78	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	100.06	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	100.06	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	99.67	99.72	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	101	101.39	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	104.04	102.35	103.25	103.25	-	-	-	-
SW	-	-	-	131.6	104.04	103.76	103.55	103.55	121.17	117.82	117.82	-
WSW	-	-	131.6	131.6	103.96	104.04	103.82	102.62	117.35	112.98	118.17	119.46
W	-	-	131.6	131.6	104.04	104.04	103.65	104.04	104.03	118.03	120.75	119.83
WNW	-	131.6	131.6	131.6	104.04	103.19	103.65	104.04	103.5	103.59	113.52	117.97
NW	-	131.6	131.6	-	104.04	102.74	101.78	104.04	103.36	102.89	103.34	103.99
NNW	-	131.6	131.6	-	104.04	104.04	104.04	104.04	103.05	103.04	101.91	103.48

表 2.2-15 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均肉类年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	53.1	40.36	40.36	43.24	41.92	40.52	40.36	43.04	46.76
NNE	-	-	-	-	40.52	43.94	43.38	48.46	41.52	43.15	42.33	47.29
NE	-	-	-	-	-	47.38	43.8	42.97	41.76	43	42.94	41.31
ENE	-	-	-	-	-	49.77	44.68	44.68	44.63	-	-	-
E	-	-	-	-	-	46.52	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	51.23	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	51.23	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	52.3	52.17	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	48.66	47.59	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	40.36	44.97	42.51	42.51	-	-	-	-
SW	-	-	-	53.1	40.36	41.12	41.69	41.69	39.99	43.08	43.08	-
WSW	-	-	53.1	53.1	40.57	40.36	40.95	44.23	41.37	47.55	42.76	41.57
W	-	-	53.1	53.1	40.36	40.36	41.41	40.36	40.38	40.17	40.38	41.23
WNW	-	53.1	53.1	53.1	40.36	42.68	41.43	40.36	41.83	41.58	41.37	40.83
NW	-	53.1	53.1	-	40.36	43.92	46.54	40.36	42.21	43.52	42.26	40.5
NNW	-	53.1	53.1	-	40.36	40.36	40.36	40.36	43.06	43.11	46.17	41.89

表 2.2-16 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均水果年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	32.7	15.25	15.25	19.6	17.62	15.49	15.25	19.3	24.93
NNE	-	-	-	-	15.49	20.67	19.82	27.5	17.01	19.47	18.23	25.73
NE	-	-	-	-	-	25.88	20.46	19.2	17.37	19.24	19.16	16.68
ENE	-	-	-	-	-	29.49	21.78	21.78	21.72	-	-	-
E	-	-	-	-	-	24.58	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	31.69	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	31.69	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	33.31	33.12	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	27.81	26.2	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	15.25	22.23	18.51	18.51	-	-	-	-
SW	-	-	-	32.7	15.25	16.41	17.26	17.26	14.92	20	20	-
WSW	-	-	32.7	32.7	15.57	15.25	16.14	21.1	17.15	27.33	19.47	17.52
W	-	-	32.7	32.7	15.25	15.25	16.85	15.25	15.28	15.15	15.55	16.95
WNW	-	32.7	32.7	32.7	15.25	18.76	16.87	15.25	17.47	17.1	17	16.23
NW	-	32.7	32.7	-	15.25	20.64	24.6	15.25	18.05	20.02	18.12	15.46
NNW	-	32.7	32.7	-	15.25	15.25	15.25	15.25	19.33	19.41	24.04	17.57

表 2.2-17 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均奶类年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	5.3	2.24	2.24	4.63	3.54	2.37	2.24	4.47	7.57
NNE	-	-	-	-	2.37	5.22	4.75	8.98	3.21	4.56	3.88	8
NE	-	-	-	-	-	8.08	5.1	4.42	3.4	4.43	4.39	3.03
ENE	-	-	-	-	-	10.07	5.83	5.83	5.8	-	-	-
E	-	-	-	-	-	7.37	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	11.28	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	11.28	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	12.17	12.07	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	9.15	8.26	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	2.24	6.08	4.03	4.03	-	-	-	-
SW	-	-	-	5.3	2.24	2.88	3.35	3.35	0.53	2.62	2.62	-
WSW	-	-	5.3	5.3	2.42	2.24	2.73	5.46	1.67	5.64	2.4	1.6
W	-	-	5.3	5.3	2.24	2.24	3.12	2.24	2.26	0.92	0.79	1.37
WNW	-	5.3	5.3	5.3	2.24	4.17	3.13	2.24	3.46	3.26	2.13	1.34
NW	-	5.3	5.3	-	2.24	5.2	7.38	2.24	3.78	4.87	3.82	2.35
NNW	-	5.3	5.3	-	2.24	2.24	2.24	2.24	4.48	4.53	7.07	3.51

表 2.2-18 厂址半径 80km 范围内各子区居民人均蛋类年消费量

单位（距离：km；消费量：kg/a）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	10.5	3.81	3.81	4.58	4.23	3.85	3.81	4.53	5.52
NNE	-	-	-	-	3.85	4.77	4.62	5.97	4.12	4.56	4.34	5.66
NE	-	-	-	-	-	5.69	4.73	4.51	4.18	4.52	4.5	4.06
ENE	-	-	-	-	-	6.33	4.96	4.96	4.95	-	-	-
E	-	-	-	-	-	5.46	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	6.72	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	6.72	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	7	6.97	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	6.03	5.74	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	3.81	5.04	4.39	4.39	-	-	-	-
SW	-	-	-	10.5	3.81	4.01	4.17	4.17	3.07	3.9	3.9	-
WSW	-	-	10.5	10.5	3.87	3.81	3.97	4.84	3.53	5.11	3.82	3.5
W	-	-	10.5	10.5	3.81	3.81	4.09	3.81	3.82	3.23	3.17	3.4
WNW	-	10.5	10.5	10.5	3.81	4.43	4.1	3.81	4.2	4.14	3.69	3.39
NW	-	10.5	10.5	-	3.81	4.76	5.46	3.81	4.31	4.65	4.32	3.85
NNW	-	10.5	10.5	-	3.81	3.81	3.81	3.81	4.53	4.54	5.36	4.22

表 2.2-19 厂址半径 80km 范围内各子区居民消费本子区粮食份额

单位：无量纲，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0.72	0.35
NNE	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0.52
NE	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
ENE	-	-	-	-	-	1	0.69	0.69	1	-	-	-
E	-	-	-	-	-	0.83	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	0.77	0.76	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	0.51	0.45	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	0.26	0.25	0.35	0.35	-	-	-	-
SW	-	-	-	1	1	0.47	1	1	0.53	0.3	0.3	-
WSW	-	-	1	1	1	0.8	1	1	0.76	0.54	0.61	0.85
W	-	-	1	1	1	1	0.92	1	1	1	1	0.43
WNW	-	1	1	1	1	1	0.82	1	1	1	0.82	0.88
NW	-	1	1	-	1	1	1	0.74	1	1	1	1
NNW	-	1	1	-	1	1	0.7	0.88	0.9	1	0.81	1

表 2.2-20 厂址半径 80km 范围内各子区居民消费本子区蔬菜份额

单位：无量纲，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NNE	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
NE	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
ENE	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-
E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	0.13	0.17	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-
SW	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-
WSW	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
WNW	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.94	0.88
NW	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
NNW	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1

表 2.2-21 厂址半径 80km 范围内各子区居民消费本子区肉类份额

单位：无量纲，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	0.68	0.86	1	1	0.97	1	1	1	1
NNE	-	-	-	-	1	0.87	1	0.63	1	1	1	0.66
NE	-	-	-	-	-	0.54	0.43	0.64	0.89	1	1	0.96
ENE	-	-	-	-	-	0.32	0.48	0.48	0.77	-	-	-
E	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	0.36	0.73	0.62	0.62	-	-	-	-
SW	-	-	-	0.73	0.74	1	0.52	0.52	0.94	1	1	-
WSW	-	-	0.68	0.68	0.71	0.59	0.57	0.56	0.8	0.67	1	1
W	-	-	0.69	0.67	0.75	0.72	0.58	0.61	0.96	1	1	0.44
WNW	-	0.7	0.7	0.66	0.69	0.52	0.68	1	0.55	0.55	0.57	0.64
NW	-	0.7	0.68	-	0.99	0.52	0.61	0.8	1	0.93	1	1
NNW	-	0.68	0.69	-	0.94	0.72	0.76	0.97	0.85	0.98	0.61	1

表 2.2-22 厂址半径 80km 范围内各子区居民消费本子区水果份额

单位：无量纲，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NNE	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
NE	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
ENE	-	-	-	-	-	1	0	0	1	-	-	-
E	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-
SW	-	-	-	1	1	1	1	1	0.1	1	1	-
WSW	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
WNW	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NW	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
NNW	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1

表 2.2-23 厂址半径 80km 范围内各子区居民消费本子区蛋类份额

单位：无量纲，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	-	-	-	1	1	1	0.29	0.54	0.19	0.15	1	1
NNE	-	-	-	-	0.82	0.61	0.29	0.13	1	0.66	1	1
NE	-	-	-	-	-	0.39	0.11	0.67	0.9	0.49	0.29	0.42
ENE	-	-	-	-	-	0.16	0.07	0.07	0.32	-	-	-
E	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	0.82	0.81	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	0.62	0.54	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	0	0.03	0.05	0.05	-	-	-	-
SW	-	-	-	1	1	1	0.36	0.36	0.59	1	1	-
WSW	-	-	1	1	1	1	0.05	0.15	0.35	0.53	1	1
W	-	-	1	1	1	1	0.14	0.11	0.25	0.12	0.17	0.29
WNW	-	1	1	1	1	1	1	0.19	0.15	0.64	0.23	0.07
NW	-	1	1	-	1	1	1	1	0.52	0.42	0.48	0.63
NNW	-	1	1	-	1	1	1	1	0.73	0.44	0.25	0.54

表 2.2-24 厂址半径 20km 范围内人口分布分类比较

评价方法	评价范围		人口数	平均人口密度	厂址
	距离半径 km	方位	(人)	(人/km ²)	类别
环形地带评价	0~2	— —	2463	196	II
	2~5	— —	22176	336	III
	5~10	— —	64000	272	I
	10~20	— —	464056	493	II
扇形地带评价	2~5	WSW	11841	2873	III
	2~5	NW	3076	746	II
	5~20	NW	85167	1157	II
	5~20	SSW	70799	962	II

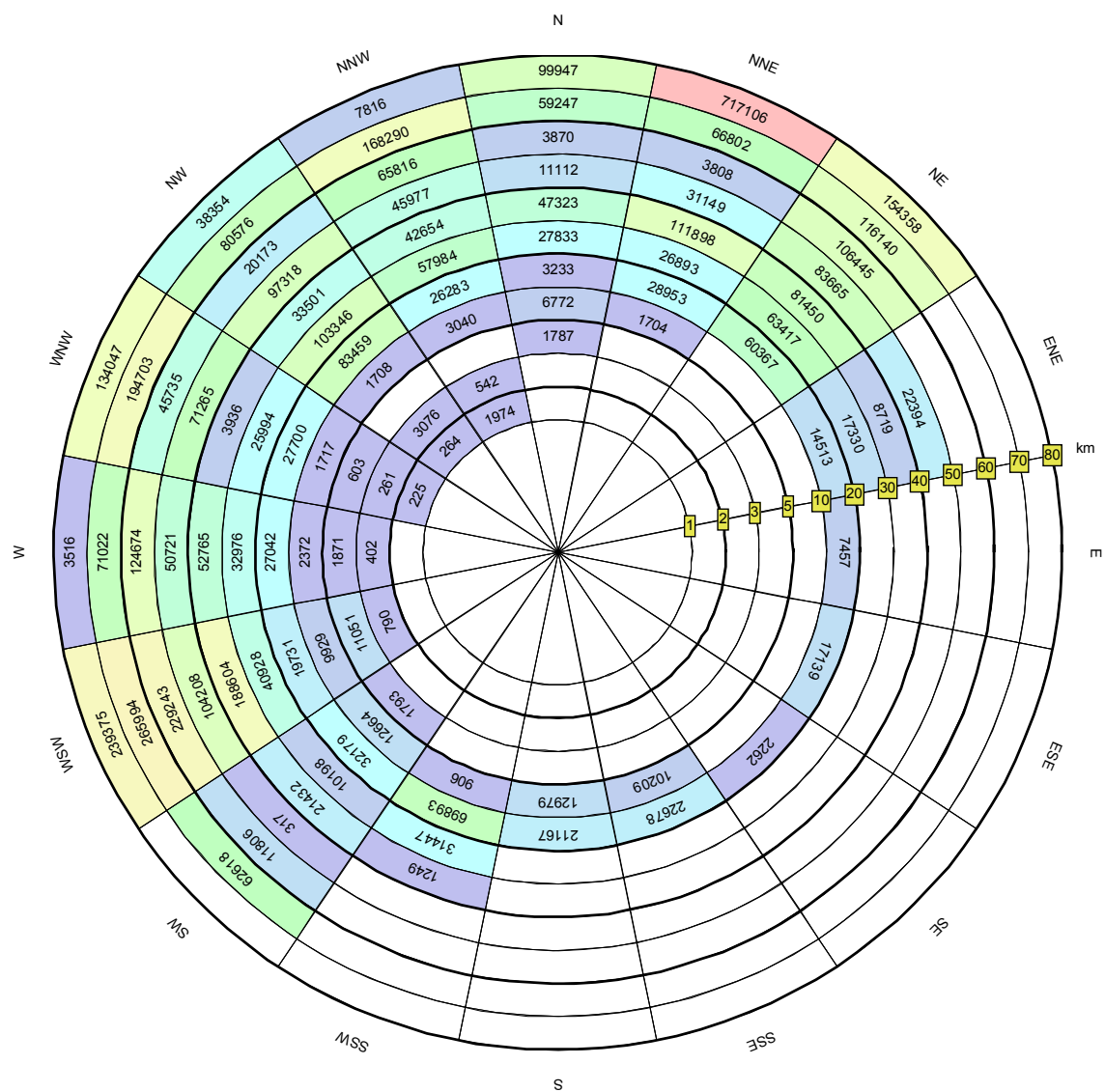


图 2.2-1 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2012 年）

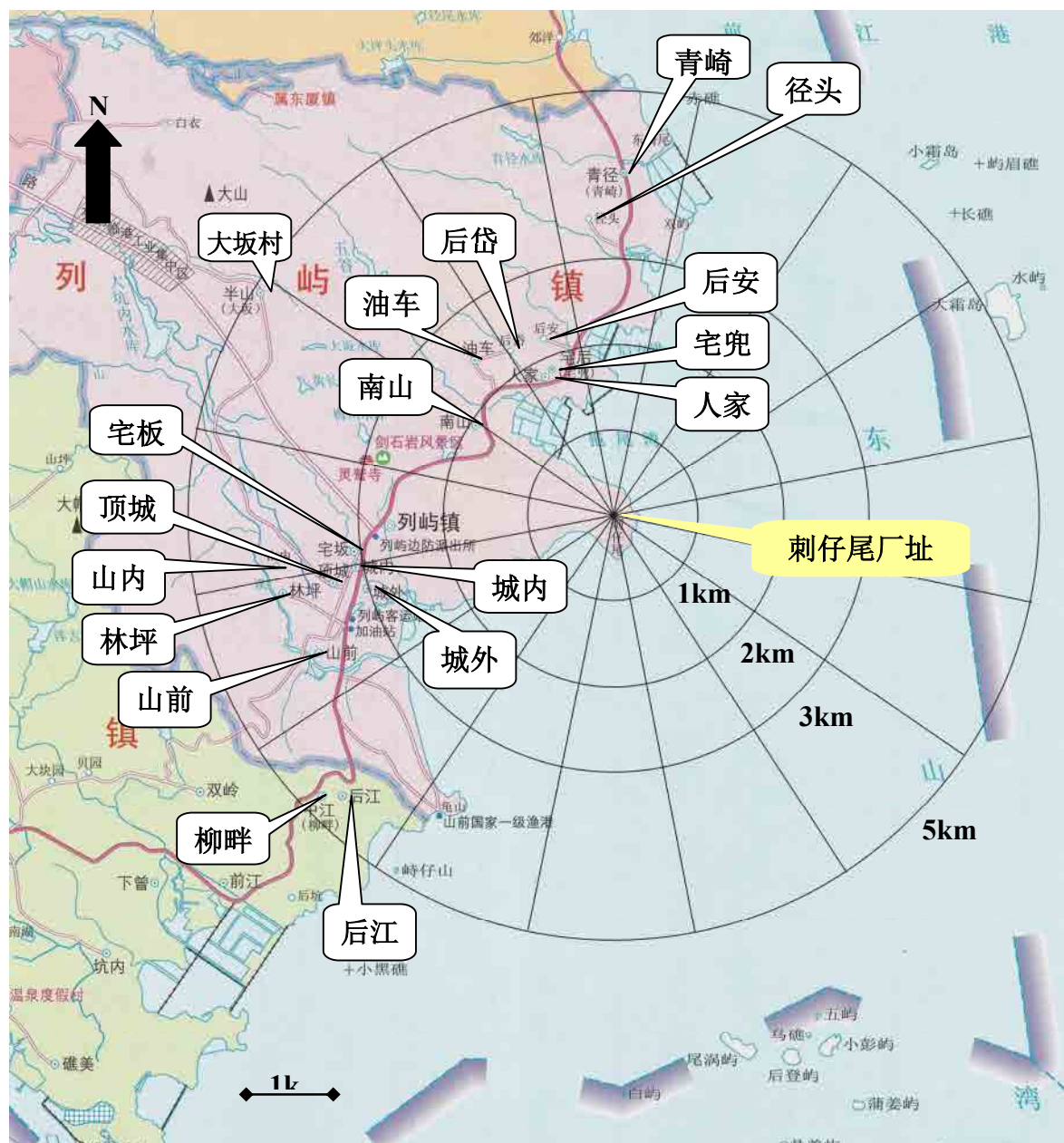


图 2.2-2 厂址半径 5km 范围内居民点分布图

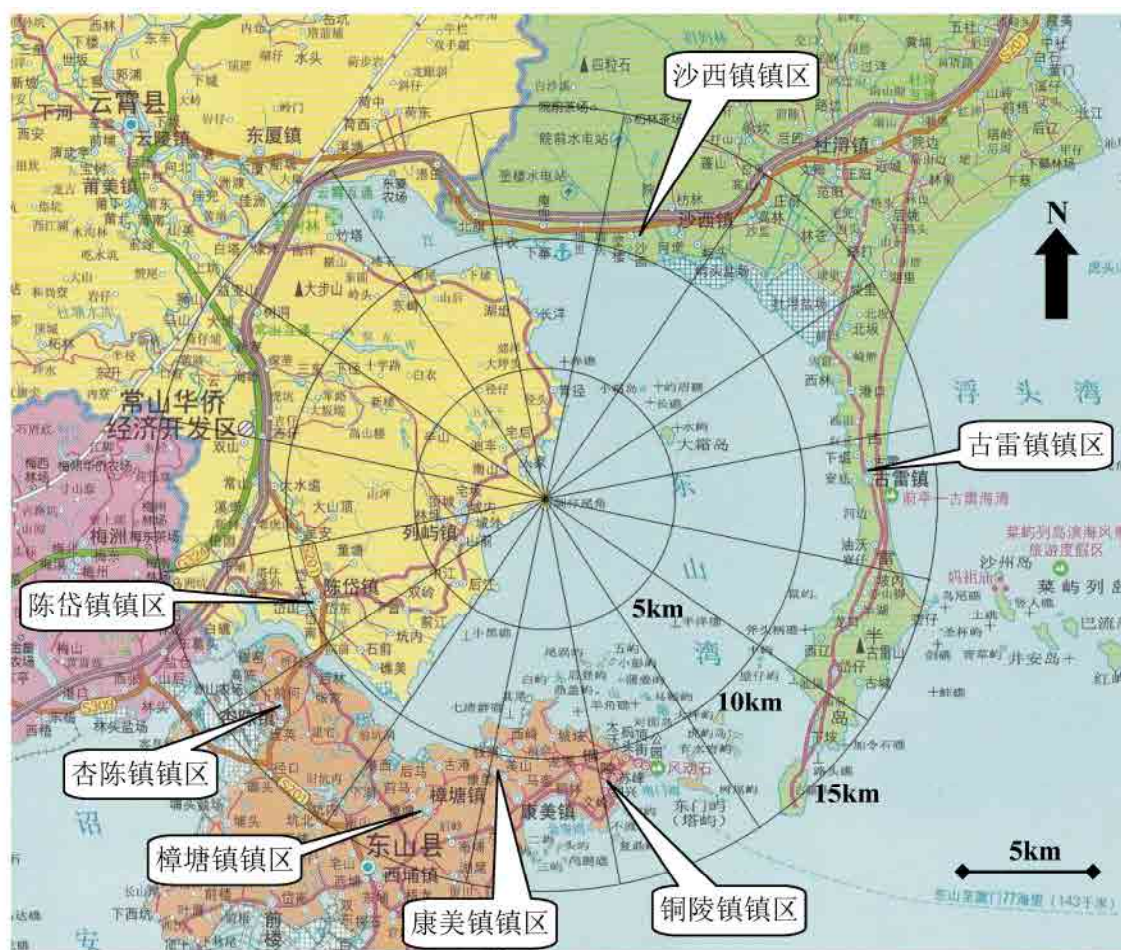


图 2.2-3 厂址半径 15km 范围内重要村镇分布图

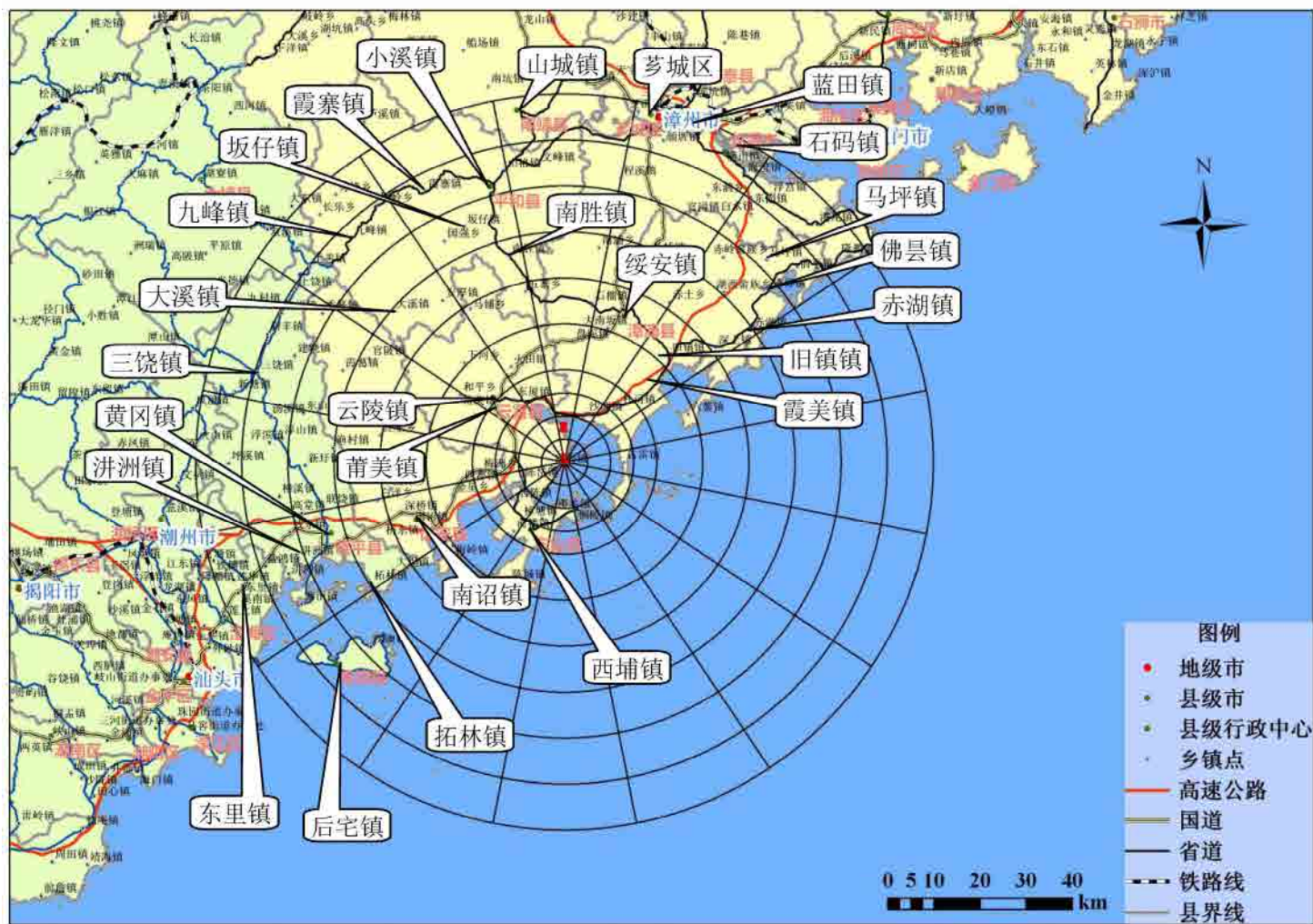


图 2.2-4 厂址半径 80km 范围内万人以上城镇人口中心分布图

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 工业、交通和文化设施

2.3.1.1 工业

1) 工矿企业

(1) 工业企业

厂址 15km 范围主要涉及的乡镇有：云霄县崙屿镇、陈岱镇、东厦镇、云陵工业开发区及常山华侨经济开发区，漳浦县沙西镇、杜浔镇、古雷镇，东山县铜陵镇、康美镇、漳塘镇、杏陈镇。该区域大部分属农村地区，工业相对集中，主要位于开发区和工业区。

厂址半径 15km 范围内共有 54 家规模企业，工业类型包括光电、食品加工制造、机械电器、建材、印刷、造纸及纸制品、纺织服装及皮革制品业以及石化化工等，规模最大的企业为位于厂址 WNW 方位 13~15km 云陵工业开发区内的福建太尔电子科技有限公司，主要产品为手机和电声元件，共有职工人数约 6000 人，年产量 100 万台组装手机和 5000 万件电声器件；其次为位于厂址 WNW 方位 6km 的福建十八重工股份有限公司（位于云霄临港工业集中区内），主要产品为钢铁制造，年产量 6~8 万吨，共有职工人数约 5000 人。

厂址半径 5km 范围内共有 3 家规模企业（均位于云霄县的崙屿镇内），分别为位于厂址 WSW 方位 3km 处城外村的云霄县集华冷冻有限公司（主要产品为水产速冻，年产值约 650 万，职工人数约 30 人）、位于厂址 NNW 方位 3km 处人家村的云霄县漳发网具织造有限公司（主要产品为渔具网具，年产值约 750 万，职工人数约 90 人）和位于厂址 W 方位 3km 处城内村的云霄县胜裕制衣有限公司（主要产品为服装，年产值 800 万，职工人数约 100 人），上述 3 家企业不会对漳州核电厂的安全运行产生明显不利影响。

(2) 工业园区

厂址 15km 范围内主要的工业区包括云霄县云陵工业开发区（位于厂址 WNW 方位 13~15km）、常山华侨经济开发区（位于厂址 WNW 方位约 13~15km）、云霄临港工业集中区（位于厂址 NW 方位约 5~10km）和漳浦县的古雷石化产业基地（位于厂址 ESE 方位约 12~15km），各工业开发区与厂址相对位置关系见图 2.3-1。

云陵工业开发区地处国道G324线旁边，沈海高速公路在园区内设有互通口

及客运、货运站埠，云霄疏港公路、将军大道和规划建设中的入闽通道均在开发区交汇，开发区定位于光电产业技术研发、生产和制造。

常山华侨经济开发区位于云霄县西南部，大部分工业企业集中于开发区东南部，已落户机械制造、服装制造、食品加工和新型建材制造等企业。

云霄县临港工业集中区位于云霄县东南部沿海区域，行政区域跨嵵屿镇和东厦镇，其东南距嵵屿镇区约5km，西北距云霄县城约10km，西北距东厦镇区约9km。云霄临港工业集中区西侧临近碗窑水库、齿尖山、赤岭内水库和下径村，与云霄县云陵工业开发区毗邻；东邻沿海大通道；南邻大山顶-石笼山-安后山一线；北邻岭头水库、东崎村、坪尾山。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。另外在建和筹建企业各1家，分别为燕宁交通科技（在建）和荣源化纤（筹建），从事环保橡胶沥青和化纤产品生产制造。

漳浦县古雷石化基地为厂址附近较大的工业集中区，为国家石化产业重点布局产业区，作为承接台湾石化产业整体转移的主体区域，古雷石化基地近年开发速度较快。启动区首批石化项目腾龙芳烃（漳州）有限公司80万吨/年PX及整体公用配套工程、翔鹭石化（漳州）有限公司150万吨/年PTA、海顺德特种油品等PX下游项目都已进入或准备开始试生产。古雷石化基地现状如图2.3-2。

（3）工业规划

厂址半径 15km 范围内正在建设的大型工业区有云霄县临港工业集中区、云霄县云陵工业开发区、云霄县常山华侨经济开发区和漳浦县古雷石化基地。

a) 云霄县临港工业集中区

根据云霄县人民政府于 2012 年批复的《福建省云霄临港工业集中区总体发展规划（2012-2020）》，云霄临港工业集中区将利用云霄县拥有的港口条件和便捷的陆地交通优势，发展石化下游产业，并发展轻工、纺织和装备制造（小型）等相关产业，打造产业特色，把云霄临港工业集中区建设成为具有地方特色的、可持续性发展的，且具有环境生态化、技术高新化、产业精细化、社会效益集聚化等特点的国际先进水平的现代工业聚集区。该工业区规划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。

由于厂址半径 5km 范围内为规划限制区，而云霄临港工业集中区距厂址较近（NW 方位约 5~10km），因此该工业区应朝远离厂址的方向发展。

b) 云霄县云陵工业开发区

云陵工业开发区总规划面积 13km²，功能定位为集产品研发、加工制造和产品流通于一体的高新技术产业开发区。其中节能光电科技产业园分三期建设，第一期规划总用地为 664.4ha，主要发展 LED、节能照明和太阳能光伏等新能源、新光源领域的新兴产业；第二期规划用地 153ha；第三期规划用地 300ha，建设光电学院和海峡光电产业园。

c) 常山华侨经济开发区

常山华侨经济开发区位于云霄、诏安、东山三个县交界处，主要产业包括电子、机械制造、食品加工和精细化工。工业区位于厂址半径 15km 范围内的区域主要为：南片综合产业园，规划面积 200ha，已落户机械制造业、服装制造业、食品加工业、新型建材制造业等产业；北片高新科技产业园、工贸物流园，规划用地面积 267ha，已落户多家高新电子科技企业，沿北横一号路两侧规划建设一个 1.5km² 的物流中心。

d) 漳浦县古雷石化基地

根据《漳州古雷石化基地发展规划（2011-2020）》（闽政文[2012]335 号文），古雷石化基地面积约为 116.68km²，涵盖古雷半岛沿海大通道以南的大部分，涉及古雷、杜浔、沙西三镇约 20 个村的全部或部分区域。古雷石化基地规划采用带状布局形式，形成“一廊、一带、六区”的总体空间布局结构。“一廊”指西侧基础设施走廊。“一带”指石化基地东侧的带状生态景观廊道。“六区”指由基础设施走廊相联系的六个功能各有侧重、相互协调的产业和功能分区，分别为石化产业区、港口及物流仓储区、公共罐区、装备制造项目区、生态控制区、远景规划发展区。

➤ 石化产业区

该区规划面积 51.33 km²，位于古雷半岛中部，南依古雷山，东临海堤（浮头湾），西以规划基础设施走廊带及西溪为界，北到城里及林仓村。按照“油头化尾”的整体产业布局思路，从减少原油输送管线投资及运营成本、增强原料和产品联系的角度考虑，从南侧原油罐区依次向北渐次延伸布局 PX 及下游、炼油乙烯及石化下游加工项目，形成启动项目区（即 PX 及下游项目区）、炼化一体化及配套项目区、石化中下游项目区三大片区。

——启动项目区。规划面积约 3.47km²，位于古雷山北侧，已布局在建的 PX、PTA、IPA 等项目。

——炼化一体化及配套项目区。规划面积约 28.96 km²，依次布局三套炼油乙烯及下游加工项目。

——石化中下游项目区。规划面积约 18.9 km²，位于炼化一体化及配套项目区北部，承接 5000 万吨/年炼油、500 万吨/年乙烯等中上游项目原料，发展下游精深加工项目（如化工新材料、专用化学品等高端石化产品）。

➤ 港口及物流仓储区

该区规划面积约 23.45 km²。根据港口码头和对外交通的规划情况，该区规划由南部和北部两个片区组成：

——南部片区规划面积约 16.99 km²，设置危险品仓储区及普通仓储区。

——北部片区规划面积 6.46 km²，以生产资料和中转性商业仓储为主，主要为石化基地的原材料和成品提供集疏运服务。

➤ 公共罐区

该区规划面积约 9.83 km²，位于石化基地最南侧，拟建罐区总库容量为 89.6 万立方米，年周转量为 967.7 万吨，包括重石脑油、全馏份石脑油、全馏份石脑油、减压蜡油、对二甲苯、邻二甲苯、混合二甲苯、轻石脑油、抽余油、苯、减压渣油、燃料油、醋酸、氢氧化钠、液化石油气、醋酸异丁脂等 28 个储罐。另外，东侧填海区域为规划预留的两处公共罐区（面积为 3.47 km²），以保证古雷港区规划码头泊位必须的后方储存区域，更好地发挥港口优势。

➤ 装备制造项目区

该区规划面积约 6.17km²，位于古雷石化基地北部，重点为石化产业区配套建设大型设备组装和化工非定型设备机械加工厂。

➤ 生态控制区

该区规划面积约 17.3 km²。主要位于古雷石化基地南部，包括锅盖山、观音山、大山、古雷山及周边用地。

➤ 预留发展区

该区规划面积约 8.6km²，位于古雷石化基地北部东西两侧，作为古雷石化基地远景（2020 年以后）延伸发展、多元化发展的区域。空间上划分为港口物流区预留、延伸加工区及二类工业区。

2) 油、气、危险品仓储设施

(1) 固定危险源

厂址半径10km范围内无天然气管网的分布。

厂址附近的油、气、危险品仓储设施的存在或运行不会影响漳州核电工程的建设及安全运行。

(2) 移动危险源

厂址附近的移动危险源不会对厂址安全带来影响。

2.3.1.2 交通

1) 陆上交通

(1) 公路交通

厂址半径 15km 范围内主要公路建设情况见表 2.3-1。由表 2.3-1 可见，厂址半径 15km 范围内主要涉及 5 条公路，具体如下：

沈海高速公路 G15，沈阳—海口，最近距离位于厂址 W 方位 10.5km，路面宽度 24.5 米，在云霄县设有常山及船场两个互通口。

国道 G324，漳浦—诏安，最近距离位于厂址 W 方位 11.0km，从云霄县城南北通过，为二级公路，路基宽度 23 米。

省道 S201，漳浦—诏安，最近距离位于厂址 WSW 方位 9.0km，现为二级公路，现状路宽 15 米。

县道 X531，云陵—四都，最近距离位于厂址 WNW 方位 1.8km，该线为三级公路，路基宽 8.5m。目前可以通过 X531 进入核电厂址。

疏港公路，海峰—崙屿，最近距离位于厂址 W 方位 2.8km，起点位于云陵开发区（莆美镇）大埔村，终点至崙屿镇城内村，公路里程建设长度 11.5 公里，可与云霄县境内的 G324 国道连接，路基设计宽度 23 米，路面结构设计为宽度 15 米，双向四车道的水泥混凝土路面。

厂址附近规划建设的公路为漳州沿海大通道。由于核电厂占用了既有云霄县道（X531），已进行改道，在厂址区域附近，将云霄县道（X531）的改道与沿海大通道漳州核电段的建设合二为一，并兼顾疏港路的功能要求，技术指标按照一级公路双向六车道路。沿海大通道漳州核电段位于厂址西侧，采用隧道的形式穿过剑石岩山体，并与疏港公路相连通往云霄县城。目前沿海大通道漳州核电段已在建中，右线隧洞已贯通，整段道路计划于 2014 年 12 月建成。漳州核电厂出

入口道路均与沿海大通道相接。漳州沿海大通道最近处距离厂址 NW 方位约 2km。

漳州核电厂根据现有道路及规划道路情况,厂外设置进厂道路和应急道路具体考虑如下:

进厂道路:

厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划),彼此相通,厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇处,长度约 1100m。

应急道路:

应急道路由厂区西南侧道路接出,与疏港公路一期相连,长度约 2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设。

因此,厂址的道路交通条件基本可以满足核电厂建设、运行和应急计划的要求。

厂址 5km 范围内公路现状及规划线路分布见图 2.3-3。

(2) 铁路交通

厂址 15km 范围内有 1 条铁路,厦门—深圳铁路漳州段(长约 135.4km),厦深铁路离厂址最近处为厂址 NW 方位 15km,具体见图 2.3-2。自鹰厦线的漳州站接出,经龙海、漳浦、云霄、诏安至广东汕头,同广东铁路网连接。该铁路为 I 级铁路干线,正线数目为双数,旅客列车设计行车速度达 200km/小时,现已通车。

厦深铁路漳州境内还规划有港尾、古雷、东山和诏安四条铁路支线。厦深铁路东山支线起自厦深铁路云霄站,止于东山县冬古码头,为疏港铁路货运单线支线,该支线按地方铁路 III 级标准设计,同时另伸支线直达规划中的云霄港区及东山县的城垵港区。

2) 海上交通

(1) 港口与码头

厂址 15km 范围内涉及东山湾海域内的云霄港区、古雷港区和东山港区,见图 2.3-3。

云霄港区位于东山湾西侧青径至拖尾湾,水域范围为云霄行政辖区范围内包括漳江出海口两岸的海域,由青径作业区和礁美、东坑、船场等作业点组成,以服务周边地区经济和临港工业开发为主的地区性港区。目前云霄港区除

了已建成的 2 个位于漳江口的陆岛交通码头外，其余尚处于自然状态。

古雷港区主要服务大型临港石化产业园，以石油化工运输为主的工业大型深水港区。位于厂址 15km 范围内的为古雷半岛西侧的古雷作业区，现已建有南 1#5 万吨级（兼靠 10 万吨）石油化工泊位、南 13#力通滚装码头、南 14#明达建材综合码头。目前该作业区范围位于厂址 SE 方位约 10~13km。

东山港区位于东山湾西侧，包括城垵、铜陵、冬古作业区，现有生产性泊位 12 个，均为 5000 吨级以下小泊位，位于厂址 15km 范围内的为城垵-铜陵作业区。该作业区位于东山半岛的铜陵台轮码头至其尾，岸线长 8.68 公里，已建有旗滨 5#泊位、铜陵台轮码头、硅砂码头和铜陵化工码头及大东液体化工码头。该作业区位于厂址 S~SSE 方位约 7~10km。

根据《厦门港总体规划（修编）》（2013 年）（该规划已上报省政府，暂未批复），厂址附近的港口与码头规划如下：

根据云霄港区规划，云霄港运输货物以散货和件杂货为主，兼顾滚装运输。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。因此，云霄港未来可能存在部分化工产品的运输。规划中明确提出，在港区开发过程中需处理好与核电项目的关系。

根据古雷港区规划，古雷港以石油化工运输为主，兼顾散杂货运输，是以工业港为特色的大型深水港区。其中，规划古雷作业区由油品化工区、通用码头功能区、综合服务区、多用途码头区和预留码头功能区组成，规划码头岸线长 24900m，建设 2~30 万吨级生产性泊位 90 个（包括预留发展区泊位），其中深水泊位 61 个，初步预计总通过能力可达 1.4 亿吨，形成陆域面积 1660 万 m²。

根据东山港区规划，东山港以服务临港工业和东山县地方经济发展为主，积极发展散杂货和对台客滚运输，并兼顾油品运输。其中城垵-铜陵作业区规划共形成码头岸线长 3923m，生产性泊位 17 个，陆域面积 192.6 万 m²，通过能力 741 万吨。

（2）海上航线

厂址附近的东山湾航运现阶段并不发达，没有固定的水上航线，以小吨位的渔船在湾内活动为主，其吨位主要以 200 吨为主。厂址 15km 范围内的现有航

线为东山湾内的古雷航道和城垵航道。古雷航道从古雷头南外侧约 7.5km 的湾口外海域至古雷作业区南 1#泊位（5 万吨级兼靠 10 万吨石油化工泊位），总航程约 8.45km，航道底标高-16.5m，宽度 400m，可满足 10 万吨级油船双向不乘潮通航要求。城垵航道自东山湾湾口起，至城垵作业区前沿，目前为天然航道，可满足 5000 吨级散货船乘潮通航要求。城垵航道最近处位于厂址 S 方位约 7.5km，古雷航道最近处位于厂址 SE 方位约 13.5km。

根据 2013 年《厦门港总体规划（修编）》，古雷航道规划由 30 万吨级、15 万吨级和 5 万吨级三段组成，其中外海至古雷头外侧 7.5km 处 19.6km 为 30 万吨级航道，航道宽度 400m，底标高为-23.0m；原古雷 10 万吨级航道起点至规划港区南 2#泊位附近，建设长约 9.53km 的 15 万吨级油船乘潮单向航道（同时满足 10 万吨级油船乘潮双向通航以及 15 万吨级油船和 5 万吨级散货船交汇通航），航道宽度 400m，底标高-16.9m；2#泊位至以北建设长约 7.8km 的 5 万吨级散货船乘潮单向航道，航道宽度 170m，底标高-12.4m。

云霄航道规划为满足 5 万吨级散货船单向乘潮通航要求，航道全长 10.5km，宽度 150m。该航线穿过厂址 5km 范围内，最近处位于厂址 E 方位约 3.3km。

城垵航道规划为满足 3.5 万吨级散货船乘潮单向通航要求，航道全长 8.5km，宽度 160m，底标高-10.9m。

3) 渔港

厂址 15km 范围内的渔港主要分布在云霄县东厦镇、岭屿镇，漳浦县沙西镇、古雷镇以及东山县杏陈镇。离厂址最近的渔港为云霄县岭屿镇山前一级渔港，位于厂址 WSW 方位约 3km，该渔港规划 2014 年升级为中心渔港，可满足 500 艘以上的船只停泊和卸货的需求，年卸货量将由 5 万吨增加到 8 万吨。

各渔港的基本情况见表 2.3-2。各渔港与厂址的位置关系示意图见图 2.3-4。

4) 机场及航空线

根据中国民用航空华东地区管理局《关于国电漳州核电厂厂址与有关航线情况的复函》（民航华东函[2008]33 号），厂址半径 16km 范围内无民用飞机场。厂址半径 4km 范围内无民用航线通过，距离厂址最近的航线为 H21 航线，该航线的地面投影距离厂址约 19km（见图 2.3-5）。

2.3.1.3 文化设施

1) 厂址半径 15km 范围内的公共设施

(1) 监狱

厂址半径 15km 范围内无监狱分布。

(2) 学校设施

厂址半径 5km 范围内的幼儿园分布见表 2.3-3 和图 2.3-6, 15km 范围内中小学的分布见表 2.3-4 和图 2.3-7。

由表 2.3-3 可见:

厂址半径 5km 范围内共有 8 所幼儿园, 主要分布在崧屿镇和陈岱镇, 距离厂址最近的幼儿园位于厂址 NW 方位约 2.5km 的油车村的梅山幼儿园, 2012 年底共有学生 130 人, 教职员工 4 人, 该幼儿园同时也是厂址半径 5km 范围内规模最大的幼儿园。

由表 2.3-4 可见:

厂址半径 5km 范围内共有 6 所中、小学, 教职工 176 人, 学生 1435 人。厂址半径 15km 范围内共有 81 所中、小学, 教职工 2272 人, 学生 31647 人。厂址半径 15km 范围内规模最大的学校为位于厂址 NNE 方位 11.5km 漳浦县沙西镇的沙西中学, 2012 年底共有学生 1748 人, 教职员工 107 人。距离厂址最近的学校为位于厂址 NW 方位 2.5km 处的崧屿镇油车村的梅山小学, 2012 年底共有学生 310 人, 教职员工 38 人。

厂址半径 15km 范围内无大专以上学校。

建议对于上述处于厂址规划限制区内 (5km) 的学校的人数进行适当控制, 并在编制应急计划时对该类人员的撤离给予考虑。

(3) 养老院

厂址半径 15km 范围内养老院分布情况见表 2.3-5。分布图见图 2.3-8。

厂址半径 15km 范围内有 4 家敬老院 (2 家在建), 2012 年底共有床位数 80 张, 服务人员 8 人。2 家在建的养老院分别为位于厂址 W 方位 13km 的常山华侨农场敬老院和位于厂址 S 方位 11km 的东山县养老院, 规划的床位数均为 50 张。

厂址半径 5km 范围内只有 1 家敬老院, 为位于厂址 W 方位约 3km 处的崧屿镇养老院, 目前入住的老人 20 人, 服务人员 4 人。

(4) 医疗设施

厂址半径 15km 范围内医疗设施的分布情况见表 2.3-6。分布图见图 2.3-7。

厂址半径 15km 范围内医院和卫生院共有 8 家，共计床位 380 张，医务人员 425 人。其中位于厂址 WSW 方位 4km 处的岵岭卫生院是与厂址的最近的医院，2012 年底有床位 25 张，医务人员 35 人，该院为厂址半径 5km 范围内唯一的一家卫生院，可以根据核电厂就近应急医疗的要求对该卫生院进行有针对性的加强和人员培训后，作为核电厂就近医疗后援单位。另外，位于厂址 SSE 方位约 12km 处的东山县中医院（2012 年底有床位 200 张，医务人员 270 人）为二级医院，医疗设施较好，该医院经过适当加强和医务人员进一步培训后，可以作为核电厂应急医疗的后援单位。

2) 自然保护区、文物古迹和风景旅游区

(1) 文物古迹和风景旅游区

厂址半径 15km 范围内省级以上文物保护单位共有 6 家，其中省级 4 家，国家级 2 家，具体名录见表 2.3-7，位置分布见图 2.3-9。

距离厂址最近的省级以上文物保护单位为位于厂址 N 方位 7.5km 处的石砚塔，为省级文物保护单位。厂址半径 15km 范围内的 2 家国家级文物保护单位为位于厂址 SSE 方位 11km 的东山关帝庙，该文物保护单位位于东山县铜陵镇公园街风动石景区内；另外一家为位于厂址 SSE 方位 11.5km 处的东山戍守台湾将士墓群。

厂址半径 15km 范围内主要有国家级旅游区——东山风动石-马銮-金鉴湾景区（位于厂址 SSE 方位 12km 处）、县级风景区——七星山风景区（位于厂址 WNW 方位 15km 处）、国家 4A 级旅游景区——金汤湾海水温泉度假区（位于厂址 WSW 方位 11km 处）以及仙峰岩自然风景区（位于厂址 WNW 方位 13km）。其它风景区均在 15km 以外。风景区与厂址位置关系如图 2.3-10。

东山风动石-马銮-金鉴湾景区为国家 4A 级旅游区、省级风景名胜区，地处东山县铜陵镇，位于厂址 SSE 方位 12km 处，景区三面临海，以花岗岩地质为主，景区年接待游客约 600-700 万人次。

七星山风景区位于云霄县莆美镇马山村西北侧马径山麓，距云霄县城 7km，位于厂址 NW 方位 15km 处，与云霄县七星山生态工业园区相邻，面积约 6 平方公里。景区年接待游客约 5 万人次，其高峰期主要出现在夏季，日最高接待旅客约 1000 人。

金汤湾海水温泉度假区位于云霄县陈岱镇岱南，为中国十大温泉，国家 4A

级旅游景区。2012 年接待游客约 30 万人。

仙峰岩自然风景区位于云霄县莆美镇树洞村仙人峰东南麓，始建于北宋，清乾隆四十八年（1783 年）重修，仙人峰海拔 600 米。

根据云霄县旅游局“十二五”规划《纲要》中期评估报告，厂址 15km 范围内无新增风景旅游区的相关规划。

（2）自然保护区

厂址 15km 范围内有国家级自然保护区一个，为福建漳江口红树林国家级自然保护区，位于厂址 NW~N 方位，保护区核心区距厂址最近距离约 9.7km，缓冲区距厂址最近距离约 9.4km，实验区距厂址最近距离约 7.8km；省级自然保护区一个，为福建东山珊瑚礁省级自然保护区，位于厂址 SE~S 方位，保护区核心区距厂址最近距离约 10.5km，缓冲区距厂址约 10km，实验区距厂址最近距离约为 9.5km。图 2.3-10 给出了两个自然保护区与厂址的位置关系。

（a）福建漳江口红树林国家级自然保护区

福建漳江口红树林国家级自然保护区（国办发[2003]54 号文批准成立）位于云霄县东厦镇境内，以漳江口为主体，属于福建东山湾的上游，距东山湾出口处约 26km。保护区全区总面积 2360hm²，其中核心区面积 700 hm²、缓冲区面积 460 hm²、试验区面积 1200 hm²，是以保护红树林及其栖息野生生物为主要对象的生态系统类中的湿地类型自然保护区，是我国北回归线北侧种类最多、生长最好的红树林天然群落。保护区内有天然红树林 200 多公顷，主要树种有秋茄、木榄、白骨壤、桐花树、老鼠勒等 5 种。红树林国家自然保护区的环境功能划分情况见图 2.3-10。图 2.3-11 为保护区植被分布情况。

保护区野生动物资源丰富，国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的野生动物 162 种，省重点保护动物 24 种。鸟类 15 目 38 科 154 种，保护区鸟类中具有众多的双边国际性协定保护的候鸟，中国及日本两国政府协定保护的候鸟 77 种，中国及澳大利亚两国政府协定保护的候鸟 41 种。图 2.3-12 为保护区主要动物分布情况。

（b）福建东山珊瑚礁省级自然保护区

1997 年 8 月 25 日福建省政府批准建立东山珊瑚礁自然保护区，保护区的范围为整个东山县管辖海域的岛礁，其中分为核心区，缓冲区和实验区，总面积为 3570 公顷。2007 年东山县提出自然保护区范围调整申请，根据《福建省人民政

府关于同意调整东山珊瑚省级自然保护区范围的批复》（闽政文[2008]268 号）文件内容，东山珊瑚省级自然保护区范围调整为 3630 公顷，其中核心区 1498 公顷，缓冲区 1073 公顷，实验区 1059 公顷。保护区具体范围见图 2.3-10。

东山珊瑚礁海洋自然保护区位于北回归线上，是中国海和西太平洋最典型的亚热带海域，受闽粤沿岸流、黑潮暖流和南暖流等多种流系所支配，海洋生物资源丰富，共记录各类海洋生物 1242 种，初级生产力水平高，年平均 142mg/m^2 ，东山海域有大量造礁的石珊瑚，是石珊瑚分布的北缘。

2.3.2 居民点和农牧场

厂址半径 5km 区域涉及云霄县崙屿镇和陈岱镇的 18 个居民点。距离厂址最近的居民点为厂址 NNW 方位约 1.8km 处的崙屿镇人家村，有人口 1337 人；有粮食面积 79.7ha，产量 561t；有油料面积 17.1ha，产量 61t；有蔬菜面积 35.9ha，产量 635t；有水果面积 35ha，产量 594t。表 2.3-8 给出了距离厂址各方位最近的居民点。

厂址半径 15km 范围内无大规模的牧场，奶牛场和奶羊场。

2.3.3 农、副业生产及陆生资源概况

2.3.3.1 农、副业及畜牧业生产

1) 农、副业生产情况

厂址所在的云霄县位于福建南部沿海地区，农业生产品种繁多，主要有粮食作物、油料作物、蔬菜和水果等。其中：

—粮食作物主要是稻谷，其次是小麦、大麦、甘薯、大豆和玉米等；

—油料作物绝大部分是花生，其次是芝麻等；

—叶类蔬菜有菠菜、芹菜、包菜、油菜、空心菜、大白菜等；茄果类有蕃茄、茄子、辣椒等；瓜类有黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜等；豆类有四季豆、豌豆等；根类蔬菜有萝卜、芋头、芦笋、生姜等；葱蒜类有蒜头、蒜苗、韭菜、小葱等。

—水果主要品种有柑、柚、香蕉、荔枝、龙眼、枇杷、芒果、青枣、番石榴、桃、李、西瓜、杨梅等。

表 2.3-9 给出了厂址半径 15km 范围内所涉及的主要乡镇 2012 年的农业生产情况。可以看出，厂址半径 15km 范围内涉及的东山县、云霄县和漳浦县中，蔬

菜的产量最大，其次为粮食。其中漳浦县的杜浔镇蔬菜的产量最大，2012 年底为 59445t。表 2.3-10~表 2.3-17 给出了厂址半径 80km 范围内各子区粮食、蔬菜、水果、油料作物的种植面积和年产量。

厂址半径 15km 范围内粮食、蔬菜、薯类等农作物基本在当地和附近区域消费，水果多销售到外地。表 2.3-18 给出了厂址周围评价内农作物生长期、贮存期和销售情况。

2) 畜牧业生产情况

厂址半径 15km 范围内包含东山县的铜陵镇、康美镇、樟塘镇和杏陈镇，云霄县的东厦镇、岭屿镇、陈岱镇、云陵工业开发区和常山经济开发区，漳浦县的杜浔镇、沙西镇和古雷镇。厂址附近的畜牧养殖场主要以猪、牛以及禽类为主，一般多为散户个体养殖。表 2.3-19 给出了厂址附近的规模养殖场概况。由表 2.3-19 可以看出，厂址半径 15km 范围内的规模养殖场共有 19 家，主要以养猪为主，其次为养鸡和养牛，厂址半径 15km 范围内无大型奶牛场。厂址半径 5km 范围内共有 7 个规模养殖场，均为养猪场。

表 2.3-20 给出了厂址附近各镇 2012 年的畜牧业养殖情况。由表 2.3-20 可以看出，厂址附近猪和家禽出栏数较多的镇为漳浦县的沙西镇和云霄县的东厦镇。

厂址半径 80km 范围内各子区猪、牛、羊、家禽以及产肉量、产蛋量见表 2.3-21 至表 2.3-27。

2.3.3.2 陆生资源概况

厂址所在的云霄县地处亚热带，气候暖湿多雨，属亚热带海洋性季风气候。地形属丘陵、台地、低山结合地带，三面环山，一面临海，地势自西北向东南倾斜，形成东、北、西三面高，而中部及南部地势平坦开阔，向东南开口的马蹄形地貌。云霄县林木资源丰富，森林覆盖率达 55.31%，是福建省林业重点县之一。云霄县内种子植物分属 80 多个科 700 余种，其中木本植物 530 多种。种类较多的有蔷薇科、壳斗科、樟科、柏科、豆科、松科、杉科等。用材林树种主要有马尾松、杉树、黄山松、柏树、樟树、香椿和楠木等；竹类主要有南竹、水竹、堤竹、苦竹、桂竹和凤尾竹；经济林树种有油茶、油桐、柑桔、板栗、柿、桃、香榧和梨等。

云霄县现有林地总面积 76368.17 公顷，占国土总面积的 73.36%。森林总面积 57578.34 公顷，森林覆盖率为 55.31 %。林地面积中有林地 56914.25 公顷，占

林地总面积的 74.53%；疏林地 4525.61 公顷，占 5.93%；灌木林地 2620.92 公顷，占 3.43%；未成林造林地 3224.19 公顷，占 4.22 %；苗圃地 11.27 公顷，占 0.01%；无立木林地 2932.92 公顷，占 3.84 %；宜林地 6139.01 公顷，占 8.04%。

表 2.3-28 给出了厂址所在的云霄县林业资源地类结构表，图 2.3-13 给出了厂址所在的云霄县林地利用现状图。

根据《福建省云霄县林地保护利用规划（2010—2020 年）》，云霄县林地保护规划的目标为：

- 林地面积：到 2020 年，林地保有量为 77005.03 公顷，通过退耕还林，对于县域内各种荒芜山垌田等，进行科学的规划，开展植树造林，增加林地面积 636.86 公顷；
- 森林面积：到 2020 年，森林保有量 62881.22 公顷，通过退化林地修复，增加面积 2086.65 公顷，通过封山育林，增加面积 802.1 公顷，通过宜林地造林，增加面积 1727.69 公顷，通过这三种最主要的方式，共增加森林面积 5253.3 公顷，实现森林覆盖率提高到 60.40%；
- 林地生产力：规划期内通过控制、严格管理采伐，幼林抚育，加强低产低效林改造及实施速生丰产林集约化经营分别使林地生产力提高 73.36、7.43、1.30、13.76 立方米/公顷，合计提高林地生产力 25.00 立方米/公顷；
- 重点公益林地：规划期内主要通过加强重点公益林地经营管护，加强公益林涵养水源、保持水土的能力，确保重点公益林面积保持稳定，比率比基期下降 0.3%，基本持平；
- 重点商品林地：规划期内主要通过推广良种培育优先发展速生丰产经济林、名优特经济林重要商品林基地等措施，增加重点商品林面积，实现重点商品林面积增加 2330.73 公顷，重点商品林比率上升 24.3%的目标。

厂址所处的地貌为丘陵，厂区地段由少量耕地、果园地、山间林地以及部分荒地组成。厂址区域林地主要为次生林、人工林和灌草丛，厂址 5km 范围内未发现国家或省级以上重点保护的珍稀濒危植物，未发现涉及原生性森林群落分布。厂址 5km 范围内的现有陆生动物以适应林地、果园及次生林、人工林、灌草丛生活的种类为主，该陆生动物属于广布性物种，没有地方特有物种分布，大多为普通的中亚热带林地、灌丛草地—农田动物如家鼠、田鼠等普通兽类和麻雀、家燕、雉鸡（环颈雉）等普通鸟类以及一般昆虫类、蛙类等。厂址区

域现有动物种类和数量均较少，尚未发现受国家 I、II 级重点保护动物分布以及鸟类和蛇类栖息地。

2.3.4 水产资源及水生态概况

2.3.4.1 水产资源现状

厂址附近的龙海市、漳浦县、诏安县和东山县的海洋捕捞海域以东海和南海为主，云霄县和龙文区则以东海为主，总体而言，捕捞海区以东海为主。

厂址所在区域临近市县 2008~2012 年近五年间海洋捕捞情况见表 2.3-29。2008~2012 年间，漳州市、云霄县、漳浦县和东山县的海洋捕捞量总体呈持续增长趋势。整体而言，以鱼类捕捞量居多，虾类和蟹类次之，贝类和头足类较少甚至无。

厂址附近水域涉及漳浦县、云霄县和东山县。2012 年，云霄县的海水养殖产品包括鲈鱼、鲷鱼、石斑鱼、南美白对虾、青蟹、牡蛎、蚶、蛤、蛭、紫菜、吊蛎、文蛤；漳浦县的海水养殖产品包括鲈鱼、鲆鱼、大黄鱼、军曹鱼、鲷鱼、鲷鱼、美国红鱼、河鲀、石斑鱼、鳎鱼、南美白对虾、斑节对虾、中国对虾、日本对虾、梭子蟹、青蟹、牡蛎、鲍、螺、蚶、贻贝、蛤、蛭、海带、紫菜、江蓠、海参、海胆、吊蛎、文蛤和欧鳗等；东山县的海水养殖品种包括鲈鱼、鲆鱼、大黄鱼、鲷鱼、鲷鱼、美国红鱼、南美白对虾、斑节对虾、日本对虾、梭子蟹、青蟹、牡蛎、鲍、螺、蚶、贻贝、扇贝、蛤、蛭、海带、紫菜、江蓠、海参、吊蛎和欧鳗等。海水养殖方式包括海上、滩涂、网箱、筏式、吊笼和底播等。2012 年云霄县、漳浦县和东山县海水养殖面积和产量见表 2.3-30。由表 2.3-30 可以看出，漳浦县的海水养殖面积和产量均较大，其次为云霄县，海水养殖中海上养殖的产量最大。

2.3.4.2 厂址附近海域渔业养殖现状和规划

厂址位于云霄县岭屿镇，地处东山湾，图 2.3-14 给出了东山湾内海水养殖现状，沿岸多为底播养殖区，东山湾中部及湾口多为浅海设施养殖区。海水养殖类型包括：浅海吊养牡蛎、浅海巴非蛤增养殖、滩涂吊养牡蛎、滩涂贝类养殖、浅海巴非蛤增养殖、浅海滩涂巴非蛤增养殖、池塘鱼虾养殖和滩涂底播养殖。养殖品种包括：花蛤、泥蚶、蟳蛸、篮子鱼、石斑鱼、鲍鱼、牡蛎、巴非蛤、江珧、江蓠、海带、紫菜、贻贝、扇贝、海胆、海参、对虾和青蟹等。东山湾云霄海域的养殖现状见图 2.3-15。

根据漳州市海洋与渔业局在 2011 年 12 月份编制的《东山湾海水养殖水域规划》。规划的海水养殖区包括：传统池塘养殖区、浅海其他类型养殖区、浅海藻类延绳式养殖区、浅海贝类底播养殖区、浅海贝类延绳式养殖区、浅海鲍参筏式养殖区、浅海鲍参筏式和网箱养殖区、浅海传统网箱养殖区、滩涂其他类型养殖区、滩涂贝类棚架养殖区和滩涂贝类底播养殖区。各海水养殖区域距厂址最近距离、现状面积、规划面积和养殖品种见表 2.3-31。由表 2.3-31 可见，厂址半径 15km 范围内共有 31 个渔业养殖区，其中，距厂址最近的养殖区为东侧的崙屿渔业资源增殖区（规划），其距厂址最近距离为 1.53km，规划养殖面积约 661.6hm²，以巴非蛤养殖为主；其次为厂址南侧的崙屿贝类底播养殖区，距厂址最近距离为 1.82km，规划养殖面积为 807.6hm²，以巴非蛤养殖为主。厂址附近规模最大的养殖场为距离厂址 6.67km 漳浦县的沙西滩涂贝类底播养殖区，养殖面积约 3151hm²，规划养殖面积约 1543hm²，主要养殖品种为花蛤、泥蚶、蛸蛸。

厂址临近海域东山湾内滩涂养殖面积 4811hm²，规划养殖面积 2144.5hm²；浅海养殖面积 7408hm²，规划养殖面积 6039.4hm²；池塘养殖面积 2163hm²，规划养殖面积 1739.5hm²。

2.3.4.3 海洋生态概况

国家海洋局第三海洋研究所早在 2008 年 9 月至 2009 年 8 月就在厂址邻近海域开展了海洋生物调查，考虑到原有的调查时间较早，厂址工程海域由于水下地形的变化可能会对附近的海洋生态环境产生影响，因此，中国水产科学研究院东海水产研究所于 2012 年 11 月至 2013 年 8 月，在厂址附近海域开展了秋、冬、春、夏四个季节的海洋生态补充调查。本章节中除污损生物外，其它海洋生态的描述均采用最新开展的补充调查的结果。

中国水产科学研究院东海水产研究所于 2012 年 11 月 22 日至 30 日（秋季）在工程海域邻近 15km 范围海域内布设 20 个大面调查站位，其中，水质设 20 个大面站，海洋生物生态设 12 个大面站，1 个定点连续观测站（仅开展叶绿素 a、浮游生物（网采）的 25 小时连续观测，每隔 3 小时取样一次，共采 9 次样）；沉积物设 12 个站位，生物质量设 7 个站位，潮间带生物 2 个断面。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 25 km 范围海域内布设 23 个大面站位取样，其中，水质设 23 个大面站；海洋生物生态设 15 个大面站，2 个定点连续观测站

（开展叶绿素 a、浮游生物（网采）的 25 小时连续观测，每隔 3 小时取样一次，共采 9 次样）；4 个潮间带生物断面。春季调查补充 3 个沉积物站位，夏季调查开展大、小潮采样。根据调查结果，厂址附近海域生态环境概况如下：

1) 生物要素

（1）叶绿素 a 和初级生产力

根据调查结果，2012 年至 2013 年秋、冬、春和夏 4 个季节调查中，夏季大潮和小潮期叶绿素 a 含量均高于其他三季，春季最低。夏季大潮期和小潮期的初级生产力相差不大，均高于其它三个季节，秋季最低。

（2）浮游植物

种类组成：

2012 年至 2013 年秋、冬、春和夏 4 个季节种类数最多的为夏季，依次为春>秋>冬季，甲藻所占比例也有类似趋势，夏季最高，冬季最低。

细胞丰度：

2012 年~2013 年秋、冬、春、夏 4 个季节调查表明，夏季浮游植物丰度最高，冬季其次，春季丰度最低，秋季的细胞丰度也较低。夏季大潮期细胞丰度远高于夏季小潮期。浮游植物分布趋势与历史资料类似，表现为湾内高于湾口。

优势种：

2012 年~2013 年秋、冬、春、夏 4 个季节大面站共出现优势种 18 种，4[#]连续站共出现优势种 16 种，6[#]连续站共出现优势种 18 种，不同季节优势种差异较大，表明群落结构随季节变化明显。优势种表现为夏季个数最少，秋季最多，夏季优势种细胞丰度远高于其他种。

秋季大面站共有优势种 10 种，其中以奇异菱形藻、长菱形藻、中心圆筛藻、琼氏圆筛藻、洛氏菱形藻、中肋骨条藻、丹麦细柱藻、蛇目圆筛藻、针杆藻属、长菱形藻弯端变种占优势，共占总丰度的 76.34%；冬季大面站共有优势种 6 种，其中以加拉星杆藻、奇异菱形藻、长菱形藻、具槽直链藻、中肋骨条藻和肘状针杆藻占优势，共占总丰度的 89.16%；春季大面站共有优势种 4 种，其中以具槽直链藻、中肋骨条藻、洛氏角毛藻和色球藻属占优势，共占总丰度的 52.84%；夏季大潮期大面站共有优势种 3 种，其中以洛氏角毛藻、旋链角毛藻和丛毛辐杆藻占优势，共占总丰度的 96.58%；夏季小潮期大面站共有优势种 3 种，其中以尖刺伪菱形藻、洛氏角毛藻和旋链角毛藻占优势，共占总丰度的 91.25%。秋季

5[#]连续站共有优势种 9 种，其中以中心圆筛藻、长菱形藻、具槽直链藻、中肋骨条藻、颤藻属、双菱藻属、舟形藻属、海洋斜纹藻和刚毛根管藻占优势，共占总丰度的 53.57%。

冬季 4[#]连续站共有优势种 7 种，其中以奇异菱形藻、长菱形藻、具槽直链藻、海生斑条藻、长菱形藻弯端变种和肘状针杆藻占优势，共占总丰度的 90.02%。

冬季 6[#]连续站共有优势种 8 种，其中以奇异菱形藻、肘状针杆藻、长菱形藻、加拉星杆藻、念珠直链藻、亨尼针杆藻、长菱形藻弯端变种和洛氏菱形藻占优势，共占总丰度的 91.37%。春季 4[#]连续站共有优势种 7 种，其中以中肋骨条藻、刚毛根管藻、具槽直链藻、新月菱形藻、奇异菱形藻、菱形藻属和美丽斜纹藻占优势，共占总丰度的 81.07%。春季 6[#]连续站共有优势种 4 种，其中以中肋骨条藻、刚毛根管藻、具槽直链藻和太平洋海链藻占优势，共占总丰度的 79.68%。夏季大潮期 4[#]连续站共有优势种 2 种，其中以旋链角毛藻和洛氏角毛藻占优势，共占总丰度的 92.97%。夏季大潮期 6[#]连续站共有优势种 3 种，其中以旋链角毛藻、洛氏角毛藻和菱形海线藻占优势，共占总丰度的 95.45%。夏季小潮期 4[#]连续站共有优势种 4 种，其中以洛氏角毛藻、旋链角毛藻、尖刺伪菱形藻和菱形海线藻占优势，共占总丰度的 97.86%。夏季小潮期 6[#]连续站共有优势种 5 种，其中以旋链角毛藻、洛氏角毛藻、尖刺伪菱形藻、菱形海线藻和丛毛辐杆藻占优势，共占总丰度的 98.49%。

(3) 浮游动物

2012 年秋季至 2013 年夏季共鉴定浮游动物 12 大类 93 种（不含 23 类浮游幼虫（体）），桡足类种数最多（42 种，36.21%）。调查期间共出现 6 种优势种。秋季大面站和 5[#]站连续站共出现优势种 4 种，其中太平洋纺锤水蚤和针刺拟哲水蚤为连续站和大面站共有优势种。冬季大面站和连续站共出现优势种 2 种，其中中华哲水蚤为共有最主要优势种。春季大面站和连续站共出现优势种 3 种，其中太平洋纺锤水蚤为共有优势种，中华哲水蚤在大面站中优势度最高。夏季大潮时大面站和连续站共出现优势种 5 种，大面站与连续站无共有优势种，夏季小潮时大面站和连续站共出现优势种 8 种，其中强额拟哲水蚤为共有优势种。

(4) 赤潮生物

2012 年至 2013 年春、夏、秋、冬 4 个季节共鉴定赤潮生物 4 门 58 种，其中硅藻门 15 属 36 种，主要类群有角毛藻属、圆筛藻属、菱形藻属和海链藻属；

甲藻 10 属 22 种，主要类群是角藻属、原甲藻属、裸甲藻属和原多甲藻属；裸藻 1 属 1 种，蓝藻 1 属 1 种。

秋季调查的赤潮生物种类中，主要以硅藻为主。其中，中心圆筛藻的出现频率最高，出现频率为 91.67%；琼氏圆筛藻、奇异菱形藻和中肋骨条藻的出现频率也较高，在 50%~75%范围，而较多的种类只是在少数站位出现。这些赤潮种类在调查海域水体中的平均丰度较低。其中，奇异菱形藻的平均丰度最高，其次是中肋骨条藻和中心圆筛藻。具槽直链藻和丹麦细柱藻的平均丰度也较高。其他常引起赤潮的原因种平均丰度和出现频率均很低，如根管藻属、角毛藻属、裸甲藻属等。

冬季调查的赤潮生物种类中，主要以硅藻为主，有毒甲藻类也有出现。其中，菱形藻属的出现频率最高，出现频率为86.67%；具槽直链藻次之，出现频率为80.00%；加拉星杆藻和针杆藻属出现频率也较高，均为66.67%。较多的种类只是在少数站位出现。由于季节的原因，这些赤潮种类在调查海域水体中的平均丰度较低。其中，具槽直链藻的平均丰度最高，其次是加拉星杆藻和中肋骨条藻，奇异菱形藻的平均丰度也较高。

春季调查的赤潮生物种类中，主要以硅藻为主，常引起赤潮的甲藻种类如米氏凯伦藻、海洋原甲藻、锥状斯氏藻均有出现。其中，菱形藻属和中肋骨条藻的出现频率最高，出现频率均为93.33%，具槽直链藻次之，出现频率为86.67%，太平洋海链藻出现频率也较高，为73.33%。中肋骨条藻的细胞丰度最高，具槽直链藻其次，其他赤潮藻类细胞丰度均不高。有毒藻米氏凯伦藻也在个别站位出现。

夏季小潮期调查的赤潮生物种类中，硅藻种类数依然高于甲藻，与其他季节调查相差不大。甲藻种类数和大潮相近，均高于前几个季节的调查。调查结果表明，夏季无论大潮还是小潮，甲藻种类都较明显增加，水温升高导致甲藻种类数增加可能是主要原因。优势种尖刺伪菱形藻在每个站位均有出现，其细胞平均丰度最高，洛氏角毛藻和旋链角毛藻细胞平均丰度次之；甲藻中的锥状斯氏藻细胞平均丰度最高，其它甲藻细胞丰度均不高于 $0.001 \times 10^6 \text{ ind./m}^3$ 。夏季小潮期赤潮生物细胞丰度远低于大潮，是东山湾赤潮生物分布的重要特征。

夏季大潮期调查的赤潮生物种类中，硅藻种类数略高于和甲藻，常引起赤潮的甲藻种类较前三个季节明显增加，种类数达 13 种，而硅藻种类数除比冬季高外，与秋、春季调查相差不大。其中，优势种旋链角毛藻和洛氏角毛藻出现频率

最高，每个站位都有出现。硅藻中菱形海线藻出现频率及细胞平均丰度也较高。甲藻种类出现较多，其中不乏有毒有害种，以及常引起大规模赤潮的原因种，但甲藻细胞平均丰度均较低，最高不超过 $0.04 \times 10^6 \text{ ind./m}^3$ 。甲藻种类的大量出现与季节有关，其发生赤潮的可能性不容忽视。

(5) 底栖生物

2012 至 2013 年春、夏、秋和冬季采集定性和定量样品（底泥、阿氏网）共鉴定底栖生物 293 种。底泥采集样品共鉴定 182 种，阿氏网采集样品共鉴定 142 种。底栖生物共出现优势种 5 种：波纹巴非蛤、塞切尔泥钩虾、角海蛹、滑指矾沙蚕和豆形胡桃蛤。其中塞切尔泥钩虾和波纹巴非蛤在四个季节均为优势种，角海蛹在秋季和夏季为优势种，滑指矾沙蚕为冬季优势种，豆形胡桃蛤为春季优势种。

(6) 潮间带底栖生物

2012 至 2013 年春、夏、秋和冬季潮间带采集样品（定量和定性）共鉴定底栖生物 214 种，其中定量采集样品共鉴定 140 种，定性采集样品共鉴定 121 种，潮间带底栖生物总栖息密度和总生物量均值分别为 834.34 ind./m^2 和 250.37 g/m^2 。秋季、冬季、春季和夏季潮间带底栖生物共出现优势种 7 种：珠带拟蟹守螺、丝异须虫、纵带滩栖螺、短拟沼螺、秀丽织纹螺、索沙蚕和刺沙蚕。其中，珠带拟蟹守螺在四个季节均为第一优势种，纵带滩栖螺和索沙蚕在秋季和冬季均为优势种，春季和夏季仅有珠带拟蟹守螺一种优势种。

(7) 鱼卵仔鱼

2012-2013 年春、夏、秋、冬季调查共鉴定出鱼卵 15 种，仔稚鱼 8 种，较为优势的鱼卵种类有鲷科、侧带小公鱼属、鲉科、鲻科和鲱科等，仔稚鱼有斑鲹、侧带小公鱼属种类。

(8) 生物遗传多样性分析

根据线粒体基因遗传多样性研究结果表明，种内个体间的差异较少，呈均一的状态，线粒体基因 16SrDNA 检测的海域内代表性生物的遗传多样性指标大多（须赤虾、直额螳和菲律宾蛤仔除外）处于文献报道的其它种类的范围内，处中等或偏下水平；COI 检测的遗传多样性水平处于文献报道的对其它种类分析结果的范围内，大多处于中等水平。

RAPD 检验核基因多样性指标表明，调查海域内代表生物的遗传多样性指数

处于中等或偏上水平，多样性指数处于文献报道的 RAPD 对其它种类分析结果的范围内。

整体而言，所检测该水域的优势种类具有相对较丰富的遗传多样性，具有一定的适应环境变化的能力。

(9) 污损生物

根据国家海洋局第三海洋研究所于 2009 年 6 月提交的《国电漳州核电厂工程可行性研究阶段海洋生物和水质调查报告书》，2008.9-2009.8 在漳州核电厂的进水口附近海域进行海洋污损生物挂板实验，对所获标本进行分析鉴定，共有 56 种污损生物，隶属于 11 门 35 科，其中海藻 4 种、腔肠动物 5 种、扁形动物 2 种，纽形动物 2 种，多毛类 17 种、软体动物 7 种、甲壳动物 16 种、苔藓动物 1 种、和海鞘类 2 种，这些种类以中国近岸广分布种为主。根据出现频率、附着密度和附着湿重，优势种及主要种有：裂片石莼 (*Ulva fasciata*)、中胚花筒螽 (*Tubularia mesembryanthemum*)、双列笔螽 (*Pennaria disticha*)、厚涡虫 (*Pseudostylochus obscurus*)、环带沙蚕 (*Nereis zonata*)、触手才女虫 (*Polydora tentaculata*)、囊海牛 (*Eolis* sp.)、网纹藤壶 (*Balanus reticulatus*)、加尔板钩虾 *Stenothoe gallensis*、梳肢片钩虾 (*Elasmopus pectenichus*)、尖指拟甲钩虾 (*Parapleustes filialis*)、巴西地钩虾 (*Podocerus brasillensis*)、长鳃麦杆虫 (*Caprella equilibra*)、角突麦杆虫 (*Caprella scaura*)、巴西地钩虾 (*Podocerus brasiliensis*)、厦门华藻苔虫 (*Sinoflustra amoyen*)、乳突皮海鞘 (*Molgula manhattensis*) 等。

2) 海洋环境要素

(1) 水质调查

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粪大肠菌群、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。

在有超标现象的几个指标中，无机氮、活性磷酸盐和阴离子表面活性剂超标最为严重。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。

海水水质超标的可能原因为：东山湾海域为漳江的入海口处，其输送入海污染源主要来自云霄县的工业、生活和农业等方面排放的废水。河流携带入海的主要污染物为化学需氧物质、营养盐、石油类和重金属（铜、铅、锌、镉、汞）等都会对调查海域的水环境质量造成影响，其中农业的面源污染和生活废水为主要污染源，其进入海域的总量甚至超过工业废水。另一方面养殖业的发展也是该海域的一个潜在污染源，近几年东山湾海域周边鱼类和贝类养殖规模过大，养殖密度大，投饵残渣及其排出的粪便长期积累，部分海域营养化和有机物污染相当严重。

（2）沉积物环境质量

沉积物共采集了 15 个站位的样品（包括 2012 年 11 月采集的 12 个站位，2013 年 4 月补充的 3 个站位），沉积物中铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷、石油类、硫化物和有机碳含量均符合一类海洋沉积物质量标准。

（3）生物质量

2012 年 11 月共采集了 7 个站位 12 份生物样品，贝类（波纹巴非蛤）、虾类（哈氏仿对虾）、鱼类（日本单鳍电鳐）和藻类（海带）各 3 份。

调查的贝类（波纹巴非蛤）中铜、锌、铅、镉、铬、汞和砷的含量均符合第一类生物质量标准，石油类含量均符合第二类标准；鱼类（日本单鳍电鳐）中铜、锌、铅、镉、总汞符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”，铬、砷和石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的“海洋生物质量评价标准”；虾类（哈氏仿对虾）中铜、锌、铅、镉、总汞均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简

明规范》中的“海洋生物质量评价标准”，铬、砷和石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的“海洋生物质量评价标准”。藻类（海带）中铜、铅、砷和总汞均符合《无公害食品 水产品中有毒有害物质限量 NY5073-2006》的相应标准。

2.3.4.4 主要经济鱼类和保护性海洋生物概况

1) 珍稀或保护性海洋生物

厂址附近有 1 个国家级自然保护区（福建漳江口红树林国家级自然保护区）和 1 个省级自然保护区（福建东山珊瑚礁省级自然保护区），调查期间，未发现除红树林和珊瑚礁之外的其他珍稀或保护性海洋生物。

2) 游泳动物

在调查海域渔获物中，秋季优势种为林氏团扇鲷、六指马鲛、日本单鳍电鲷、条纹叫姑鱼、中国团扇鲷、哈氏仿对虾、鹰爪虾、中国明对虾、中华管鞭虾、周氏新对虾、红星梭子蟹、日本蟳、纤手梭子蟹、银光梭子蟹和远海梭子蟹；冬季优势种为林氏团扇鲷、日本单鳍电鲷、条尾燕魮、条纹叫姑鱼、中国团扇鲷、扁足异对虾、哈氏仿对虾、口虾蛄、中国明对虾、周氏新对虾、绵蟹、日本蟳、双斑蟳、银光梭子蟹和远海梭子蟹；春季优势种为带鱼、二长棘犁齿鲷、林氏团扇鲷、鹿斑鲷、中国团扇鲷、口虾蛄、须赤虾、鹰爪虾、中国毛虾、中华管鞭虾、变态蟳、绵蟹、日本蟳、三疣梭子蟹和远海梭子蟹。夏季优势种为白姑鱼、短尾大眼鲷、黄斑篮子鱼、林氏团扇鲷、细纹鲷、哈氏仿对虾、口虾蛄、须赤虾、鹰爪虾、周氏新对虾、红星梭子蟹、鳞斑蟹、矛形梭子蟹、银光梭子蟹和远海梭子蟹。

采用香农—威纳（Shannon—Weaner）多样性指数来表征海洋生物生态群落的多样性，计算公式如下：

$$H' = -\sum_i^S P_i \log_2 P_i$$

式中， H' ——为物种多样性指数值； S ——为样品中的总种数； P_i ——为第 i 种的个体丰度（ n_i ）与总丰度（ N ）的比值（ n_i/N ）。

一般认为，正常环境，该指数值高；环境受污，该指数值降低。

计算得到，春、夏、秋和冬季调查海域渔获物尾数和重量密度多样性指数均值分别为 3.35 和 3.11。

3) 主要经济物种洄游分布

a) 大黄鱼

大黄鱼 (*Larimichthys crocea*)，主要栖息在北纬 34 度以南的中国近海，为暖水性近海鱼类。东海大黄鱼产卵场主要是吕泗洋，岱衢洋，大目洋，猫头洋和洞头洋，索饵场主要位于江苏南部大沙渔场到浙江北部的长江渔场禁渔线的外侧。5-6 月索饵群体首先在浙江北部和江苏南部近海形成，逐渐向北移动，7-8 月前锋移至江苏南部近海，9 月，前锋移至江苏中部近海，10 月随着冷空气开始南下。此外在产卵场外侧，有部分小范围的索饵场。

厦门漳州沿海的大黄鱼属于越冬种群，该种群越冬场在闽南-台湾浅滩越冬场，春季该种群大黄鱼部分游向漳州厦门附近产卵，秋季回到越冬场越冬，厦门漳州附近大黄鱼资源非常稀少，历次调查在春夏季东山湾有发现大黄鱼。

东山湾的大黄鱼属闽、粤东种群，生殖洄游在珠江口以东沿岸海区开始较早，1 月鱼群开始由外海集中到达汕尾，转向东北方向洄游，2~3 月抵甲子、神泉，3 月在南澳岛东北渔场和东南渔场形成渔汛，至 4 月结束。秋汛自 8 月开始，鱼群从福建南部沿海一带进入广东沿海，由东北向西南进行洄游。9 月抵达饶平近海和南澳岛西南沿岸，10 月出现于神泉、甲子，11 月到达汕尾，12 月在海丰、澳头（大亚湾内外）附近，1 月份开始向外海逸散。

b) 白姑鱼

白姑鱼 (*Argyrosomus argentatus*)，是石首鱼科的一个重要的经济鱼类。白姑鱼产卵场位置主要在东海禁渔线以西水域，海湾、河口和浅滩都是白姑鱼的产卵场。白姑鱼索饵场的位置位于近海禁渔线的外侧，这些水域是东黄海种群白姑鱼主要索饵场。东黄海种群越冬场主要位置有两块，一块是东海外海的江外渔场和舟外渔场。另一块是浙江中部和南部近海。

东山湾附近白姑鱼春季由外海进入南澳、东山湾和厦门湾沿海产卵，并在附近进行索饵生长，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。

c) 金色小沙丁鱼

金色小沙丁鱼为鲱形目鲱科小沙丁鱼属的 1 种，体圆柱形，略侧扁，长 129~168 毫米，主要分布于大西洋到西太平洋东部印度群岛到日本南部，在中国分布

于东海至南海沿岸。

金色小沙丁鱼栖息于温暖海区。随着水温的上升，由深海游向近海乃至湾内进行索饵产卵洄游，以硅藻、桡足类及小型浮游生物为食，偶尔吞食小鱼。金色小沙丁鱼在每年4~8月，水温为20~24.5℃时产卵。在春夏之际，金色小沙丁鱼在东山湾内形成渔汛，秋季，随着水温的下降，金色小沙丁鱼回至较高温度的台湾浅滩越冬场。

d) 二长棘鲷

二长棘鲷主要产地在北部湾及雷州半岛，属暖温性底层鱼类，体长130~230毫米，栖息于近海水深20~70米的沙泥底水域，为甸南海经济鱼类。每年的3~4月，是二长棘鲷繁殖生长期。沿海一带浅海域、内湾几乎都有长棘鲷的踪迹，虽然个体不大，但其种群庞大、数量极多。长棘鲷系洄游小型鱼类，季节性很强，在浅海逗留时间短，约在5月间就销声匿迹、潜入深处，其主要食物有鱼虾类、沙蚕类、幼小软体管蛸类。春末夏初，仍有较少个体的二长棘鲷在东山湾产卵，在调查中捕获较少个体。

e) 蓝圆鲹

南海的蓝圆鲹主要分布在南海北部的陆架区内，范围很广，东部与粤闽种群相连，西部可达北部湾，无论冬，春季或夏季，蓝圆鲹均不作长距离的洄游，仅作深水和浅水之间的往复移动。

东山湾内，每年冬末春夏，随着沿岸水势力减弱，蓝圆鲹由外海深水向东山湾作产卵洄游，形成灯光围网渔汛，夏季，产完卵的群体随之退出东山湾，分散索饵，游向外海深水区。

f) 短尾大眼鲷

短尾大眼鲷 (*Priacanthus macracanthus*) 为大眼鲷科大眼鲷属的鱼类，俗名大眼鲷，分布于印度尼西亚、东至澳大利亚、北至朝鲜、日本西南沿岸以及中国沿岸等，属于近岸暖水性底层鱼类。

短尾大眼鲷，体为长椭圆形，侧扁，一般体长20厘米、体重100~200克。短尾大眼鲷为暖水性中小型近底层鱼类，基本不作长距离洄游，主要栖息水深80~120m，以100m海区较集中，具有昼沉夜浮习性。短尾大眼鲷的主要食物为底栖动物、头足类、浮游甲壳类。短尾大眼鲷生长快，产量大。春季，短尾大眼

鲷进入湾内产卵，并分散索饵，夏末秋初，群体退出产卵场，游向台湾浅滩深水
区。

厂址附近海域不存在主要经济物种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。

表2.3-1 厂址半径15km范围内主要公路建设情况

公路名称	公路等级	起讫点名称	方位	距厂址最近距离 (km)
高速 G15	高速公路	沈阳—海口	W	10.5
国道 G324	国道	漳浦—诏安	W	11.0
省道 S201	省道	漳浦—诏安	WSW	9.0
县道 X531	县道	云陵—四都	WNW	1.8
疏港公路	县道	海峰—崙屿	W	2.8

表2.3-2 厂址15km范围渔港基本情况

渔港名称	渔港类型	地理位置	方位	距离 (km)	渔港情况
白衣渔港	三级	漳浦县沙西镇白衣村	N	10	-
湖圯渔港	二级	云霄县东厦镇湖圯村	N	7	泊位 2 个
礁美渔港	二级	云霄县陈岱镇礁美村	SE	9	-
后林渔港	二级	东山县杏陈镇后林村	SE	11	-
古城渔港	三级	漳浦县古雷镇古城村	ESE	14	-
山前渔港	一级	云霄县岭屿镇山前村	WSW	3	泊位 9 个规划升级为 中心渔港

表2.3-3 厂址5km半径范围内幼儿园分布

县	乡镇	学校名称	所在地	方位	距离 (km)	学生 人数	教职 员工数
云霄县	崙屿镇	崙屿镇中心 幼儿园	城外	WSW	3.0	97	9
		山前幼儿园	山前	WSW	3.8	48	4
		青崎幼儿园	青径(青崎)	N	4.2	6	1
		梅山幼儿园	油车	NW	2.5	130	4
		半山幼儿园	半山(大坂)	WNW	5.0	9	1
	陈岱镇	中江小学附 属幼儿园	中江	SW	5.0	15	1
		中江幼儿园 (柳畔分部)	柳畔	SW	4.7	20	3
		后江幼儿园	后江	SW	4.6	34	4

表2.3-4 厂址15km半径范围中、小学情况

县	乡镇	学校名称	所在地	方位	距离 (km)	学生 人数	教职 员工数
云霄县	岭屿镇	岭屿中学	顶城	W	3.5	408	50
		紫阳小学	顶城	W	3.5	625	69
		梅山小学	油车	NW	2.5	310	38
		青崎小学	青崎	N	4	29	6
		白衣小学	白衣	NW	7.0	10	4
		大坂小学	大坂	WNW	5.0	16	7
	东厦镇	埭洋小学	埭洋	NW	15	161	14
		浯田小学	浯田	NNW	14.5	256	14
		竹塔小学	竹塔	NW	13.0	462	28
		东崎小学	东崎	NW	9.0	131	13
		湖垵小学	湖垵	N	8.0	50	8
		竹塔中学	竹塔	NW	13.0	267	30
	莆美镇	马山小学	马山	WNW	15	183	10
		开发区第一学校	益宝山	WNW	14.5	609	68
		大埔小学	大埔	WNW	13.5	179	10
	陈岱镇	双岭小学	双岭	SW	5.5	100	9
		下曾小学	下曾	SW	6.0	147	14
		坑内小学	坑内	SW	8.0	85	13
		中江小学	中江	SW	5.0	47	6
		礁美小学	礁美	SW	9.5	349	27
		大山顶小学	大山顶	W	8.0	17	4
		竹港小学	竹港	WSW	12.5	555	37
		岱东小学	岱东	WSW	11.0	306	28
		岱南小学	岱南	WSW	11.0	193	17
		岱山小学	岱山	WSW	11.0	234	24
		云霄二中	岱北	WSW	11.0	1374	114
		竹港中学	竹港	WSW	12.5	539	51
	常山华侨农场	常山华侨中学	常山	WNW	13.0	800	58
东山县	杏陈镇	张家小学	张家	SW	12.5	164	11
		后林小学	后林	SW	12.0	565	38
		前何中心小学	前何	SW	13.5	1205	83
		杏陈中学	前何	SW	13.5	758	41
		后林中学	后林	SW	12.0	402	23
	樟塘镇	港西小学	港西	SSW	12.0	121	8
		湖尾小学	湖尾	SSW	15.0	121	8
		下湖小学	下湖	SSW	13.0	363	14

县	乡镇	学校名称	所在地	方位	距离 (km)	学生 人数	教职 员工数
漳浦县		樟塘中心小学	樟塘	SSW	13.0	968	65
		南埔小学	南埔	SSW	14.5	194	13
		樟塘中学	樟塘	SSW	13.0	350	46
		康美中心小学	康美	S	11.0	1321	88
		铜钵小学	铜钵	S	11.5	334	22
		东沈小学	东沈	S	10.5	133	9
		城垵小学	城垵	S	9.5	156	10
		康美中学	康美	S	11.0	694	39
		苏峰中学	康美	S	12	1172	64
		铜兴小学	铜兴	SSE	11.0	572	38
		文峰小学	文峰	SSE	12.0	704	47
		铜陵小学	铜陵	SSE	11.5	880	58
		石斋中学	铜陵	SSE	11.5	1141	64
		东山县实验小学	铜陵	SSE	10.0	700	40
		西林小学	西林	ENE	12.5	161	11
	古雷镇	港口小学	港口	ENE	13.0	286	15
		下掘小学	下掘	E	12.5	19	2
		古雷中心学校	古雷	E	13.5	401	30
		油澳小学	油澳	E	13.5	168	9
		杏仔小学	杏仔	ESE	15.0	83	7
		半湖小学	半湖	ESE	14.0	126	9
		龙口小学	龙口	ESE	13.5	111	10
		岱仔小学	岱仔	ESE	13.0	400	18
		古城小学	古城	ESE	14.5	208	10
		下垵小学	下垵	SE	15.0	87	9
		华港中学	岱仔	ESE	13.0	332	47
		古雷中学	古雷	E	13.5	498	49
	杜浔镇	林仓小学	林仓	NE	14.5	169	9
		北坂小学	北坂	ENE	14.5	118	7
		城里小学	城里	NE	14.5	128	9
	沙西镇	北旗小学	北旗	NNW	12.0	180	7
		白衣小学	白衣	N	10.5	130	9
		高山小学	高山	NE	15	186	12
		下寨小学	下寨	N	10.0	166	9
		蓬山小学	蓬山	NNE	15.0	168	12
		涂楼小学	涂楼	NNE	10.5	84	6
		埔里小学	埔里	N	10.5	65	9

县	乡镇	学校名称	所在地	方位	距离 (km)	学生 人数	教职 员工数
		院前小学	院前	NNE	13.0	169	10
		河墪小学	河墪	NNE	11.0	330	27
		沙西小学	沙西	NNE	11.5	828	31
		屿头小学	屿头	NE	12.0	693	18
		高林小学	高林	NE	14.5	188	16
		庄前小学	庄前	NE	15.0	678	65
		沙西中学	沙西	NNE	11.5	1748	107
		高林中学	高林	NE	14.5	1279	83
合计						31647	2272

表2.3-5 厂址半径15km范围内敬老院分布情况

序号	养老院名称	所在地名称	方位	距离(km)	老人数(人)	床位数(张)	陪护人员数(人)
1	崧屿镇养老院	崧屿镇顶城村	W	3	20	40	4
2	陈岱镇养老院	陈岱镇岱山村	SW	10	12	40	4
3	常山华侨农场敬老院(在建)	常山开发区镇区	W	13	暂无	50	暂无
4	东山县养老院(在建)	康美镇铜钵村	S	11	暂无	50	暂无

表2.3-6 厂址半径15km范围内医院分布情况

序号	医院名称	所在地名称	医院等级	方位	距离(km)	床位数(张)	医护人员数(人)
1	崧屿卫生院	云霄县崧屿镇顶城村	未定级	WSW	4	25	35
2	陈岱中心卫生院	云霄县陈岱镇	一级	WSW	9	80	53
3	古雷卫生院	漳浦县古雷镇古雷村	一级	E	13	25	14
4	沙西卫生院	漳浦县沙西镇沙西村	一级	NNE	12	20	11
5	康美卫生院	东山县康美镇	一级	S	12	10	14
6	杏陈卫生院	东山县杏陈镇	一级	SW	14	10	16
7	樟塘卫生院	东山县樟塘镇	一级	SSW	13	10	12
8	东山县中医院	东山县铜陵镇	二级	SSE	12	200	270

表2.3-7 厂址半径15km范围内省级以上文物保护单位名录

名称	类别	保护级别	位置	方位	距离 (km)
石矾塔	古建筑	省级	云霄县东厦镇湖垵村	N	7.5
铜钵净山院	古建筑	省级	东山县康美镇铜钵村	S	11
东山关帝庙	古建筑	国家级	东山县铜陵镇公园街风动石景区内	SSE	11
东山戍守台湾将士墓群	古墓葬	国家级	东山县铜陵镇演武街东山二中西侧	SSE	11.5
水寨大山	古遗址	省级	东山县铜陵镇码头街九仙顶	SSE	11.5
东山抗战烈士陵园	古建筑	省级	东山县铜陵镇东亭街五里亭	SSE	11.5

表2.3-8 厂址各方位距厂址最近的居民点

方位	居民点	与厂址距离(km)	人口 (人)
N	崙屿镇径头村	3.6	498
NNE	海域		
NE			
ENE			
E			
ESE			
SE			
SSE			
S			
SSW			
SW	陈岱镇后江村	4.6	1144
WSW	崙屿镇城外村	3.0	2178
W	崙屿镇宅坂村	3.0	935
WNW	崙屿镇大坂村	5.0	603
NW	崙屿镇南山村	2.0	1281
NNW	崙屿镇人家村	1.8	1337

表2.3-9 厂址15km范围内各乡镇农业生产情况

面积：ha；产量：t

市县	乡镇	粮食		油料		蔬菜		水果	
		面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量
东山县	铜陵镇	—	—	—	—	52	649	—	—
	康美镇	158	730	145	251	446	7950	128	1362
	樟塘镇	71	371	173	416	365	6058	532	2753
	杏陈镇	354	1967	156	338	159	3018	217	2066
	西埔镇	318	1760	275	623	526	9182	220	509
云霄县	东厦镇	2680	18876	30	134	1144	22669	858	12195
	岭屿镇	1413	9945	303	1134	637	11328	609	7948
	陈岱镇	993	6438	107	373	542	9341	1256	9472
	云陵工业开发区	328	2125	35	123	179	3084	415	3127
	常山经济开发区	372	2238	48	160	237	3838	841	4940
漳浦县	杜浔镇	3123	21184	272	632	3017	59445	677	13477
	沙西镇	1676	10970	109	1389	643	14197	307	1383
	古雷镇	467	3555	145	203	537	11405	—	—

表2.3-10 厂址半径80km范围内各子区粮食种植面积

单位：hm²，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	107	256	93	718	4029	832	285	971	601	7892
NNE	0	0	0	0	52	1075	711	2055	1204	205	2731	6162	14194
NE	0	0	0	0	0	2738	2026	2214	2932	3737	4063	4495	22207
ENE	0	0	0	0	0	374	240	120	815	0	0	0	1549
E	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	93
ESE	0	0	0	0	0	213	0	0	0	0	0	0	213
SE	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	28
SSE	0	0	0	0	87	192	0	0	0	0	0	0	279
S	0	0	0	0	105	165	0	0	0	0	0	0	270
SSW	0	0	0	0	7	436	285	11	0	0	0	0	739
SW	0	0	0	60	331	446	287	603	7	87	460	0	2281
WSW	0	0	47	659	264	382	1863	4659	2822	3319	5412	6066	25493
W	0	0	24	111	58	837	756	2006	2400	5707	3047	44	14991
WNW	0	13	16	36	57	632	502	121	2406	1220	5179	4189	14370
NW	0	16	183	0	112	2640	2003	616	2569	464	2080	1167	11850
NNW	0	118	32	0	172	1101	1014	949	953	1585	2707	213	8844
合计	0	147	303	974	1501	11447	10403	17383	16940	16608	26650	22938	125293

表2.3-11 厂址半径80km范围内各子区粮食产量

单位：吨，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	750	1914	715	3871	24739	4602	1552	5771	3978	47892
NNE	0	0	0	0	323	7032	3885	12544	7605	1311	16890	40398	89988
NE	0	0	0	0	0	18490	13179	13651	16960	23801	23258	28375	137714
ENE	0	0	0	0	0	2630	1496	753	5054	0	0	0	9933
E	0	0	0	0	0	706	0	0	0	0	0	0	706
ESE	0	0	0	0	0	1623	0	0	0	0	0	0	1623
SE	0	0	0	0	0	214	0	0	0	0	0	0	214
SSE	0	0	0	0	624	1378	0	0	0	0	0	0	2002
S	0	0	0	0	675	1022	0	0	0	0	0	0	1697
SSW	0	0	0	0	35	2179	1512	60	0	0	0	0	3786
SW	0	0	0	389	2125	2208	1697	3566	37	683	3618	0	14323
WSW	0	0	332	4537	1704	2375	10607	27710	15728	18068	31524	41725	154310
W	0	0	169	784	371	4950	4350	10939	13838	33484	16472	320	85677
WNW	0	94	109	253	379	4029	3069	706	13299	7076	29474	24178	82666
NW	0	111	1291	0	773	17777	12248	3708	14935	2698	12208	6838	72587
NNW	0	828	234	0	1194	7664	6099	5627	5588	9213	15733	1238	53418
合计	0	1033	2135	6713	10117	74992	62013	104003	97646	97886	154948	147050	758536

表2.3-12 厂址半径80km范围内各子区油料作物种植面积

单位：hm²，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	23	11	5	149	346	20	5	49	7	615
NNE	0	0	0	0	3	74	143	127	83	9	55	18	512
NE	0	0	0	0	0	231	585	461	752	685	544	0	3258
ENE	0	0	0	0	0	57	75	38	269	0	0	0	439
E	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	29
ESE	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	66
SE	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
SSE	0	0	0	0	41	91	0	0	0	0	0	0	132
S	0	0	0	0	65	112	0	0	0	0	0	0	177
SSW	0	0	0	0	7	471	280	11	0	0	0	0	769
SW	0	0	0	6	37	229	97	203	2	5	28	0	607
WSW	0	0	10	142	29	84	211	406	507	172	194	63	1818
W	0	0	5	23	6	76	191	58	236	245	176	1	1017
WNW	0	3	3	8	8	87	69	5	278	69	109	75	714
NW	0	3	39	0	7	229	276	80	164	30	126	71	1024
NNW	0	25	7	0	2	18	131	96	76	101	172	14	643
合计	0	32	65	202	217	1866	2207	1832	2386	1320	1453	249	11830

表2.3-13 厂址半径80km范围内各子区油料作物产量

单位：吨，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	84	99	64	378	582	44	12	182	22	1467
NNE	0	0	0	0	42	726	362	360	356	34	142	39	2061
NE	0	0	0	0	0	771	2028	1392	2799	2376	1331	0	10697
ENE	0	0	0	0	0	102	142	71	1364	0	0	0	1679
E	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40
ESE	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	92
SE	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12
SSE	0	0	0	0	90	201	0	0	0	0	0	0	291
S	0	0	0	0	130	224	0	0	0	0	0	0	354
SSW	0	0	0	0	13	1239	809	32	0	0	0	0	2093
SW	0	0	0	23	127	602	192	403	3	17	87	0	1454
WSW	0	0	40	535	100	247	514	1118	1081	420	415	226	4696
W	0	0	21	92	23	218	484	193	821	674	373	3	2902
WNW	0	11	13	28	33	246	210	18	539	202	293	181	1774
NW	0	13	130	0	30	586	838	265	611	110	463	262	3308
NNW	0	93	29	0	11	129	436	332	271	376	642	51	2370
合计	0	117	233	762	698	5499	6393	4766	7889	4221	3928	784	35290

表2.3-14 厂址半径80km范围内各子区蔬菜种植面积

单位：hm²，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	48	96	46	215	1139	160	52	1260	1590	4607
NNE	0	0	0	0	23	566	239	629	872	126	786	5619	8860
NE	0	0	0	0	0	2444	1491	1654	4213	2683	3367	4175	20026
ENE	0	0	0	0	0	382	200	100	876	0	0	0	1558
E	0	0	0	0	0	107	0	0	0	0	0	0	107
ESE	0	0	0	0	0	245	0	0	0	0	0	0	245
SE	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	32
SSE	0	0	0	0	6	18	0	0	0	0	0	0	23
S	0	0	0	0	98	201	0	0	0	0	0	0	299
SSW	0	0	0	0	21	971	1152	46	0	0	0	0	2190
SW	0	0	0	33	178	558	121	253	2	57	301	0	1503
WSW	0	0	21	297	143	234	457	3459	851	1286	3214	7266	17228
W	0	0	11	50	33	865	343	1690	1166	1414	843	14	6430
WNW	0	6	7	16	29	357	310	33	932	697	922	604	3913
NW	0	7	83	0	38	1326	1237	393	3550	642	2620	1493	11389
NNW	0	53	15	0	50	512	646	902	1148	2191	3741	294	9552
合计	0	66	137	443	715	8865	6411	10298	13770	9148	17056	21054	87963

表2.3-15 厂址半径80km范围内各子区蔬菜产量

单位：吨，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	850	1980	979	3580	31162	2319	624	35331	43462	120287
NNE	0	0	0	0	502	11887	4077	12264	9291	1448	14353	118370	172192
NE	0	0	0	0	0	48465	26836	41372	128812	50138	69542	99988	465153
ENE	0	0	0	0	0	7719	8678	4366	24147	0	0	0	44910
E	0	0	0	0	0	2265	0	0	0	0	0	0	2265
ESE	0	0	0	0	0	5207	0	0	0	0	0	0	5207
SE	0	0	0	0	0	687	0	0	0	0	0	0	687
SSE	0	0	0	0	131	389	0	0	0	0	0	0	520
S	0	0	0	0	1790	3637	0	0	0	0	0	0	5427
SSW	0	0	0	0	385	16417	38109	1514	0	0	0	0	56425
SW	0	0	0	564	3385	13337	1811	3806	43	2618	13883	0	39447
WSW	0	0	378	5273	2527	4737	8432	80372	21168	50131	114798	285413	573229
W	0	0	193	883	559	18370	5420	46852	28464	45650	22975	489	169855
WNW	0	111	130	289	497	6064	5075	539	13107	14794	20752	13961	75319
NW	0	131	1481	0	675	24589	20280	6359	105737	19112	77562	44227	300153
NNW	0	945	264	0	979	9864	10460	22105	32207	65254	111447	8770	262295
合计	0	1187	2446	7859	13410	174613	132758	250711	365295	249769	480643	614680	2293371

表2.3-16 厂址半径80km范围内各子区果园面积

单位：hm²，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	46	126	39	765	1707	196	62	4054	2775	9770
NNE	0	0	0	0	14	713	725	791	1572	284	1712	1673	7485
NE	0	0	0	0	0	615	841	2001	1423	2358	2640	3226	13104
ENE	0	0	0	0	0	57	0	0	690	0	0	0	747
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	125	274	0	0	0	0	0	0	398
S	0	0	0	0	158	201	0	0	0	0	0	0	358
SSW	0	0	0	0	6	809	146	6	0	0	0	0	967
SW	0	0	0	76	400	454	62	131	0	79	422	0	1624
WSW	0	0	21	287	330	428	1122	1896	573	626	896	1054	7232
W	0	0	11	48	86	1145	735	3005	5219	4376	2126	20	16769
WNW	0	6	7	16	54	802	964	935	5060	3018	1386	972	13219
NW	0	7	80	0	37	1601	3857	1393	10681	1930	7824	4462	31872
NNW	0	52	14	0	57	363	2291	2902	3531	6590	11255	886	27941
合计	0	64	132	472	1392	7500	11507	14767	28946	19324	32314	15067	131486

表2.3-17 厂址半径80km范围内各子区水果产量

单位：吨，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	775	1212	180	12848	35391	3099	909	86974	149219	290607
NNE	0	0	0	0	66	1834	12206	17892	18957	3418	14077	26218	94668
NE	0	0	0	0	0	10609	23022	86178	25370	32763	24377	13932	216251
ENE	0	0	0	0	0	1136	0	0	17082	0	0	0	18218
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	786	1730	0	0	0	0	0	0	2516
S	0	0	0	0	1089	1603	0	0	0	0	0	0	2692
SSW	0	0	0	0	48	8230	1416	56	0	0	0	0	9750
SW	0	0	0	573	3012	3251	500	1050	0	658	3493	0	12537
WSW	0	0	341	4675	2486	3406	5605	12917	2783	7361	12016	33572	85162
W	0	0	188	814	602	18389	7934	14026	35797	49176	12180	203	139309
WNW	0	97	113	261	504	6993	38097	2798	17115	12279	5271	4650	88178
NW	0	114	1330	0	676	41535	175167	66609	252532	45623	184112	105087	872785
NNW	0	870	239	0	892	4703	108032	98642	95949	155765	266031	20935	752058
合计	0	1081	2211	7098	11373	103599	384827	335559	468684	307952	608531	353816	2584731

表2.3-18 农作物生长期、储存期及销售情况

类别	品种名称	平均生长期（天）	贮存期	销售情况
粮食	稻谷 夏收	110-120	2-4 年	当地销售为主
	稻谷 秋收	112-140		当地销售为主
	玉 米	85-120	2-4 年	当地销售为主
薯类	蕃 薯	60-90	6 个月	当地销售为主
蔬菜	蔬 菜	30-90	3-7 天	当地销售为主
水果	柑 桔 橙	240-270	5-6 个月	多运往外地
	香蕉	90-150	15-20 天	多运往外地
	荔 枝	130	1 个月	多运往外地
	菠萝	120	1-2 个月	多运往外地
	枇杷	180	20 天	多运往外地
	番石榴	80	2 个月	多运往外地

表2.3-19 厂址附近的规模养殖场概况

场 名	位置		养殖品种	出栏量	方位	距离 (km)
云霄县东森畜牧有限公司	岵屿镇	林坪村	猪	3000	WSW	4
云霄县畜旺饲料加工有限公司		顶城村	猪	1600	WSW	3.4
汤海林养猪场		顶城村	猪	1800	WSW	3.4
汤海民养猪场		顶城村	猪	900	WSW	3.4
林建武养猪场		半山村	猪	1803	NW	5.1
林成坤养猪场		半山村	猪	1605	NW	5.1
汤建阳养猪场		南山村	猪	1406	NW	2
汤汉聪养猪场		人家村	猪	735	NNW	1.8
汤艺生养猪场		城外村	猪	1200	WSW	3
龙华畜牧有限公司	东厦镇	竹塔村	猪	5200	NW	12.9
张全国养猪场	陈岱镇	竹港	猪	1000	WSW	12.5
源丰养猪有限公司		竹港	猪	1000	WSW	12.5
啟业生物科技有限公司		岱山	猪	1800	WSW	10.2
吉利养猪场		大山顶	猪	1500	W	9.0
李顺通养鸡场		石前	肉鸡	20000	SW	9.2
李建生养鸡场		石前	肉鸡	20000	SW	9.2
李建平养鸡场		石前	肉鸡	10000	SW	9.2
陈亚川养牛场		岱东	牛	80	WSW	9.4
高山园养殖加工有限公司	常山开发区	下径	猪	7800	WNW	9.0

表2.3-20 厂址15km范围内各乡镇畜牧业养殖情况

县	乡镇	猪出栏 数(头)	牛出栏 数(头)	羊出栏 数(头)	兔出栏 量(只)	家禽出栏 量(只)	肉产量 (吨)	禽蛋产 量(吨)
东 山 县	铜陵镇	640	25	0	0	1310	52	0
	康美镇	6938	39	950	2697	22725	566	4
	樟塘镇	9320	132	388	7500	47100	784	3
	杏陈镇	7110	103	280	2000	111800	697	193
云 霄 县	东厦镇	21920	95	0	90	154831	1852	709
	岚屿镇	7682	0	56	761	52347	671	188
	陈岱镇	12438	0	90	1233	84754	1086	305
	云陵工业 开发区	4107	75	30	407	27986	358	100
	常山经济 开发区	7301	191	70	953	48022	650	146
漳 浦 县	杜浔镇	19353	228	470	0	80040	1512	134
	沙西镇	22574	1052	0	0	122470	1944	144
	古雷镇	5182	86	1537	0	11571	439	14

表2.3-21 厂址半径80km范围内各子区大牲畜出栏量

单位：头，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	36	34	13	208	264	27	8	50	290	930
NNE	0	0	0	0	22	480	198	446	404	47	95	484	2176
NE	0	0	0	0	0	392	29	459	425	476	1184	1252	4217
ENE	0	0	0	0	0	40	39	19	49	0	0	0	147
E	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	17
ESE	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	39
SE	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
SSE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
S	0	0	0	0	9	21	0	0	0	0	0	0	30
SSW	0	0	0	0	2	787	314	12	0	0	0	0	1115
SW	0	0	0	0	4	164	48	100	4	259	1373	0	1952
WSW	0	0	16	227	1	60	77	1315	1517	1070	596	39	4918
W	0	0	8	37	6	244	50	174	469	1930	1081	4	4003
WNW	0	5	5	12	15	147	210	5	143	66	3223	1897	5728
NW	0	5	64	0	13	226	840	316	1	0	383	181	2029
NNW	0	40	10	0	20	85	519	282	117	0	0	0	1073
合计	0	50	103	312	126	2721	2532	3392	3156	3856	7985	4147	28380

表2.3-22 厂址半径80km范围内各子区猪出栏量

单位：头，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	2744	1532	19180	20059	9255	3401	66325	75766	198262
NNE	0	0	0	0	835	13150	18212	41239	21646	3046	65627	234238	397993
NE	0	0	0	0	0	19482	14878	24497	36462	50158	87852	63013	296342
ENE	0	0	0	0	0	2861	4970	2500	9080	0	0	0	19411
E	0	0	0	0	0	1029	0	0	0	0	0	0	1029
ESE	0	0	0	0	0	2365	0	0	0	0	0	0	2365
SE	0	0	0	0	0	312	0	0	0	0	0	0	312
SSE	0	0	0	0	22	259	0	0	0	0	0	0	281
S	0	0	0	0	1614	5649	0	0	0	0	0	0	7263
SSW	0	0	0	0	160	27056	9731	387	0	0	0	0	37334
SW	0	0	0	752	4135	16085	2623	5514	147	6654	35291	0	71201
WSW	0	0	196	2101	3298	5252	10660	52534	38578	65593	99992	92641	370845
W	0	0	0	1432	818	8364	8671	15694	22727	75009	53650	512	186877
WNW	0	76	88	150	1446	7164	8304	2447	20050	12809	47683	38282	138499
NW	0	89	179	0	841	23049	33404	12096	61012	11025	48208	27148	217051
NNW	0	242	552	0	1488	8557	19896	20268	21702	37639	64284	5059	179687
合计	0	407	1015	4435	17401	142166	150529	197235	240659	265334	568912	536659	2124752

表2.3-23 厂址半径80km范围内各子区羊出栏量

单位：头，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	7	0	0	0	104	2	0	96	1147	1356
NNE	0	0	0	0	0	0	0	4	104	0	483	983	1574
NE	0	0	0	0	0	0	0	97	977	917	3059	4535	9585
ENE	0	0	0	0	0	365	574	289	184	0	0	0	1412
E	0	0	0	0	0	306	0	0	0	0	0	0	306
ESE	0	0	0	0	0	702	0	0	0	0	0	0	702
SE	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	92
SSE	0	0	0	0	1	17	0	0	0	0	0	0	18
S	0	0	0	0	119	434	0	0	0	0	0	0	553
SSW	0	0	0	0	61	1829	390	15	0	0	0	0	2295
SW	0	0	0	6	43	604	57	120	0	237	1262	0	2329
WSW	0	0	3	44	26	70	0	0	0	0	0	16	159
W	0	0	1	6	7	198	4	0	0	0	0	2	218
WNW	0	1	1	2	4	49	74	0	200	71	63	0	465
NW	0	1	12	0	2	51	297	116	0	0	0	0	479
NNW	0	7	1	0	0	5	191	104	43	0	0	0	351
合计	0	9	18	65	263	4722	1587	849	1510	1225	4963	6683	21894

表2.3-24 厂址半径80km范围内各子区家禽出栏量

单位：万只，距离：km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0.00	0.00	0.00	0.43	1.43	0.92	7.78	3.83	3.37	1.27	52.51	42.88	114.42
NNE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	6.93	7.39	28.91	16.39	1.76	90.73	329.23	481.78
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.66	6.49	43.25	43.49	69.13	30.85	93.97	295.84
ENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	1.28	0.65	8.54	0.00	0.00	0.00	11.41
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
ESE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
SSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74
SSW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	10.69	4.55	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	15.46
SW	0.00	0.00	0.00	0.51	3.02	19.37	1.55	3.26	0.05	3.74	19.85	0.00	51.35
WSW	0.00	0.00	0.19	2.64	2.28	3.86	10.47	37.93	27.84	149.63	616.28	622.77	1473.89
W	0.00	0.00	0.10	0.44	0.55	9.62	8.77	8.52	15.90	212.71	80.11	1.33	338.04
WNW	0.00	0.05	0.06	0.14	0.39	4.82	5.57	1.33	9.56	5.08	45.59	28.97	101.57
NW	0.00	0.06	0.74	0.00	0.33	14.14	22.31	8.12	34.13	6.17	29.35	16.31	131.66
NNW	0.00	0.47	0.13	0.00	0.46	8.91	13.36	12.55	12.64	21.06	35.96	2.83	108.38
合计	0.00	0.59	1.22	4.17	9.16	91.24	89.52	148.51	171.92	470.54	1001.23	1138.29	3126.38

表2.3-25 厂址半径80km范围内各子区产肉量

单位： 吨，距离： km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	49	234	131	1467	1921	755	275	5560	6690	17082
NNE	0	0	0	0	69	1111	1393	3418	1876	254	6124	22350	36595
NE	0	0	0	0	0	1559	1183	2249	3113	4739	6894	6094	25831
ENE	0	0	0	0	0	231	375	188	766	0	0	0	1560
E	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	87
ESE	0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	201
SE	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	27
SSE	0	0	0	0	987	2179	0	0	0	0	0	0	3166
S	0	0	0	0	956	1586	0	0	0	0	0	0	2542
SSW	0	0	0	0	13	2286	825	33	0	0	0	0	3157
SW	0	0	0	66	364	1416	221	465	12	598	3173	0	6315
WSW	0	0	22	303	288	472	958	4694	3440	7334	17984	19850	55345
W	0	0	11	51	72	785	787	1292	1962	9158	5336	64	19518
WNW	0	6	7	16	48	615	731	198	1636	1047	4613	3494	12411
NW	0	7	85	0	68	1909	2943	1077	4518	816	3688	2065	17176
NNW	0	54	15	0	115	766	1772	1663	1675	2787	4760	375	13982
合计	0	67	140	485	3214	15361	12655	17198	19753	27008	58132	60982	214995

表2.3-26 厂址半径80km范围内各子区禽蛋产量

单位： 吨，距离： km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	11	33	16	37	108	8	2	386	1186	1787
NNE	0	0	0	0	5	84	36	85	293	12	377	7512	8404
NE	0	0	0	0	0	133	32	245	314	236	149	266	1375
ENE	0	0	0	0	0	15	6	3	35	0	0	0	59
E	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
ESE	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
SE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
SSE	0	0	0	0	58	128	0	0	0	0	0	0	186
S	0	0	0	0	48	66	0	0	0	0	0	0	114
SSW	0	0	0	0	0	11	7	0	0	0	0	0	18
SW	0	0	0	18	104	257	15	32	1	47	252	0	726
WSW	0	0	5	72	81	105	7	141	127	617	2014	1302	4471
W	0	0	3	12	19	206	19	21	47	48	38	3	416
WNW	0	1	2	4	12	199	184	3	45	121	162	33	766
NW	0	2	19	0	14	697	733	242	217	39	165	93	2221
NNW	0	12	4	0	27	365	399	250	151	133	228	18	1587
合计	0	15	33	117	401	2292	1475	1130	1238	1255	3771	10413	22140

表2.3-27 厂址半径80km范围内各子区奶产量

单位： 吨，距离： km

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	17	0	0	114	3	0	17	120	271
NNE	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	28	1547	1634
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	589	92	688
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	24	10	50	84
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	15	43
NW	0	0	0	0	12	0	0	0	53	10	39	22	136
NNW	0	0	0	0	16	0	0	8	15	33	55	4	131
合计	0	0	0	0	45	0	0	181	73	72	766	1850	2987

表2.3-28 云霄县林地资源地类结构表

分项目面积			合计（公顷）	比例（%）
土地面积			104100.00	
林地	合计		76368.17	100.00
	有林地	小计	56914.25	74.53
		乔木林	56142.84	73.52
		竹林	609.61	0.80
		红树林	161.80	0.21
	疏林地		4525.61	5.93
	灌木林地	小计	2620.92	3.43
		灌经林	664.09	0.87
		其它灌	1956.83	2.56
	未成造林地		3224.19	4.22
	苗圃地		11.27	0.01
	无林地		2932.92	3.84
	宜林地		6139.01	8.04
	辅助用地		0.00	0.00

表2.3-29 厂址邻近海域2008~2012年水产捕捞量情况（单位：t）

年份	地点	海洋捕捞 总产量	鱼类	虾类	蟹类	贝类	头足 类	其它
2008	漳州市	388,982	262,135	21,897	54,297	16,802	30,521	3,027
	云霄县	5,946	5,420	351	175	-	-	-
	漳浦县	56,187	45,132	4,204	2,718	342	1,524	1,964
	东山县	145,498	94,212	6,552	22,634	4,560	16,880	660
2009	漳州市	394,421	266,450	20,681	56,260	16,796	30,765	3,195
	云霄县	6,012	5,452	375	185	-	-	-
	漳浦县	57,503	45,708	4,091	3,197	534	1,658	2,041
	东山县	147,975	97,510	7,199	20,867	4,878	16,761	760
2010	漳州市	399,799	269,694	20,577	56,655	17,238	31,476	3,917
	云霄县	6,026	5,465	374	187	0	0	0
	漳浦县	57,283	45,913	3,616	2,701	534	1,613	2,664
	东山县	150752	97526	7,127	20,520	4,933	17,067	855
2011	漳州市	404189	270680	22316	57809	17094	31858	3845
	云霄县	6128	5532	596	203	-	-	-
	漳浦县	58861	47116	6709	2889	565	1478	2725
	东山县	150752	97526	30077	21484	4941	17487	721
2012	漳州市	410283	271066	84694	59781	17695	33335	2778
	云霄县	6182	5559	623	208	-	-	-
	漳浦县	60400	46571	9313	3918	818	1652	1659
	东山县	152184	96841	31898	22551	4980	17754	711

表2.3-30 2012年海水养殖面积（ha）和产量（t）统计表

区域	海上养殖		滩涂养殖		其他方式		合计	
	面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量
云霄县	2420	95714	1210	61544	467	1684	4097	158942
漳浦县	6084	129980	6144	108165	1395	11086	13623	249231
东山县	3006	98919	1671	33962	2278	25978	6955	158859

表2.3-31 东山湾不同类型海水养殖水域

养殖类型	类型	地区	代码	名称	距工程最近距离 (km)	现有养殖面积 (hm ²)	规划养殖面积 (hm ²)	养殖（增殖）品种
滩涂养殖	滩涂贝类底播养殖	云霄县	1.2-1	岵屿滩涂贝类底播养殖区	4.99	1540	481.5	花蛤、泥蚶、蛸蛸
		漳浦县	1.2-2	沙西滩涂贝类底播养殖区	6.67	3151	1543.0	
		东山县	——	港西村北侧滩涂	8.97	120	120	
合计					——	4811	2144.5	
浅海养殖	鱼类传统网箱养殖	云霄县	2.1-1	云霄八尺门鱼类传统网箱养殖区	9.58	52	10	篮子鱼、石斑鱼等
		东山县	2.1-2	东山八尺门鱼类传统网箱养殖区	10.32	71	8.5	
	鲍参筏式和网箱养殖	云霄县	2.3-1	岵屿鲍鱼筏式和网箱养殖区	2.74	250	195.7	鲍鱼
		漳浦县	2.3-2	古雷鲍鱼筏式和网箱养殖区	6.21	1087	534	
		东山县	——	铜陵镇	11.47	340	340	
	贝类延绳式养殖	东山县	2.4-1	康美贝类延绳式养殖区	5.97	418	138.2	牡蛎
	贝类底播养殖	漳浦县	2.5-1	古雷贝类底播养殖区	8.52	1040	801.1	巴非蛤、江珧
		漳浦县	2.5-2	岵屿贝类底播养殖区	1.82	2812	807.6	
		云霄县	2.5-3	礁美贝类底播养殖区	4.87		407.1	
		东山县	2.5-4	康美贝类底播养殖区	7.33	300	158.2	

	藻类延绳式养殖	云霄县	2.7-1	大霜岛藻类延绳式养殖区 I	3.45	116	170.0	江蓢、海带、紫菜
			2.7-2	崙屿藻类延绳式养殖区	3.74		369.7	
		漳浦县	2.7-3	大霜岛藻类延绳式养殖区 II	4.94	739	242.4	
			2.7-4	大霜岛藻类延绳式养殖区 III	3.75		134.8	
			2.7-5	古雷藻类延绳式养殖区	6.12		534.6	
		东山县	——	马鞍屿-大坪屿浅海养殖区	9.64	183	183	
	浅海其它类型养殖	云霄县	2.8-1	崙屿渔业资源增殖区（规划）	1.53	——	661.6	巴非蛤等
		漳浦区	2.8-2	大霜岛渔业资源增殖区（规划）	5.43	——	170.4	贻贝、扇贝等
		东山县	2.8-3	大坪渔业资源增殖区（规划）	9.35	——	172.5	海胆、海参等
	合计				——	7408	6039.4	
池塘养殖	传统池塘养殖区	云霄县	3.1-1	漳江口传统池塘养殖区 I	14.04	952	466	混养，养殖品种包括花蛤、江蓢、对虾、青蟹等
			3.1-2	漳江口传统池塘养殖区 II	13.28		86	
			3.1-3	漳江口传统池塘养殖区 III	10.02		199	
			3.1-4	崙屿传统池塘养殖区	6.02		79	

			3.1-5	曾江埭头传统池塘养殖区	6.87		97	
			3.1-6	澳底传统池塘养殖区	8.64		25	
		漳浦县	3.1-7	沙西传统池塘养殖区	10.59	1042	685	
		东山县	3.1-8	港西村传统池塘养殖区	10.60	169	42.5	
			3.1-9	西岐村传统池塘养殖区	11.03		60	
		合计			——	2163	1739.5	

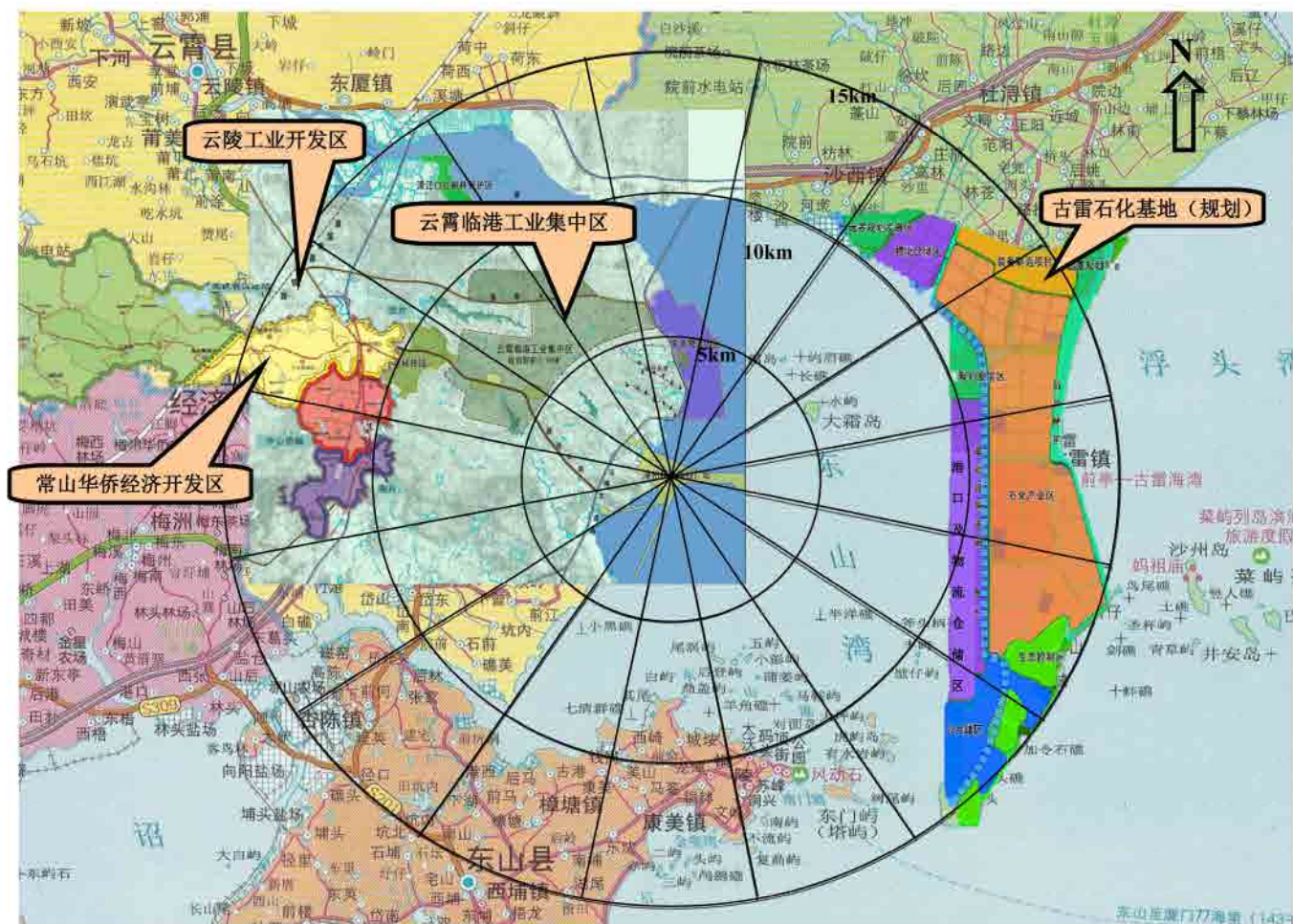


图 2.3-1 厂址 15km 范围内工业开发区与厂址位置图

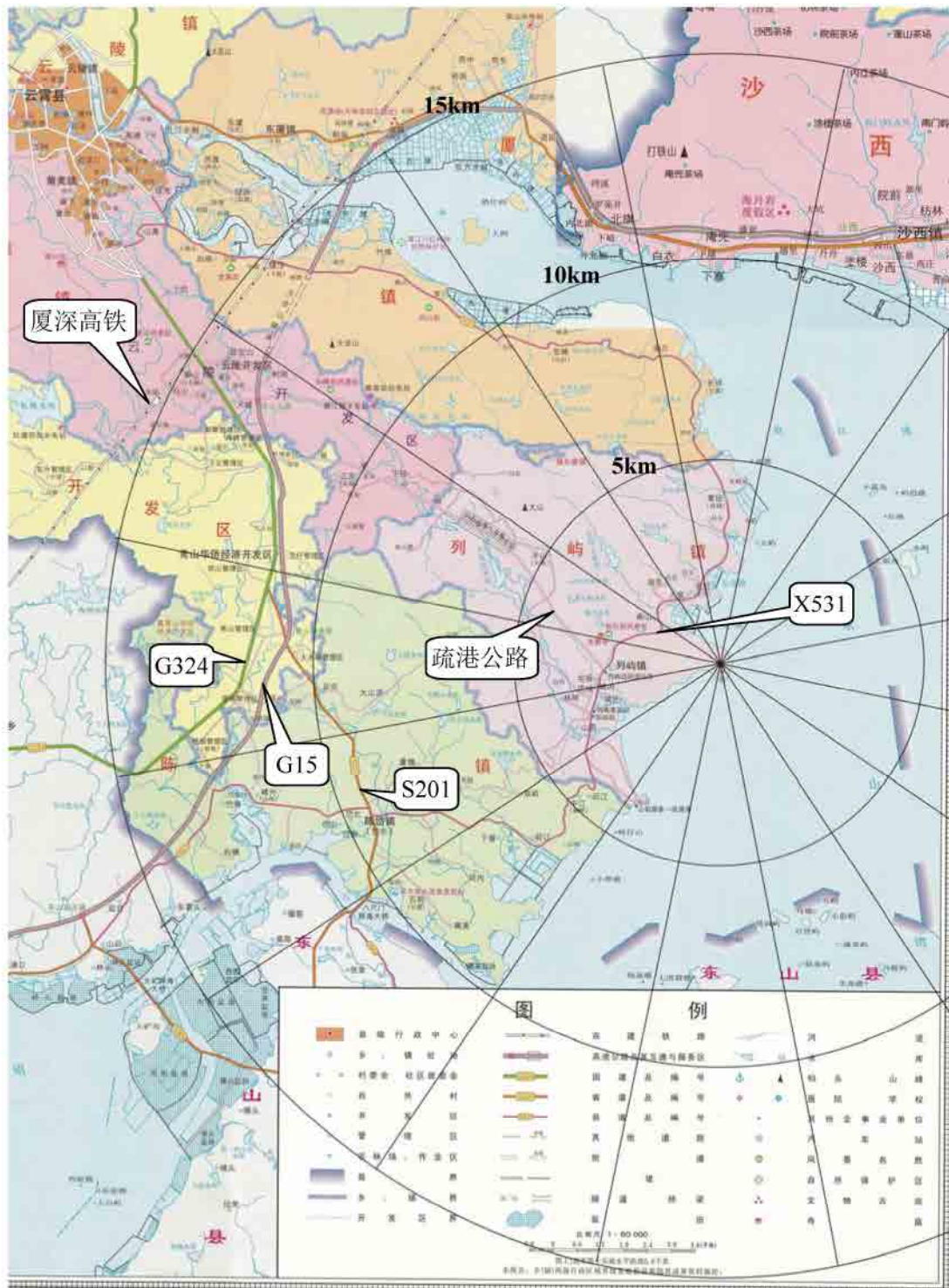


图 2.3-2 厂址半径 15km 范围内交通示意图

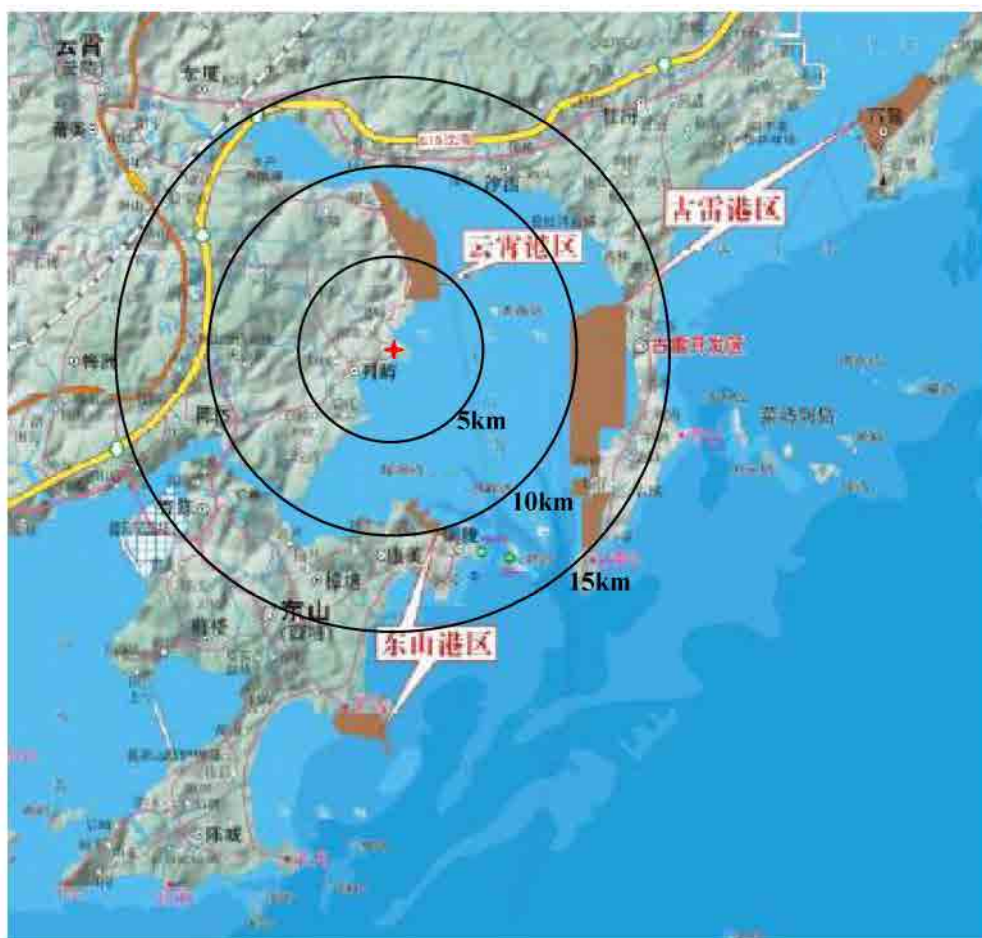


图 2.3-3 厂址 15km 范围内现有的港区分布图



图 2.3-4 厂址 15km 范围渔港分布

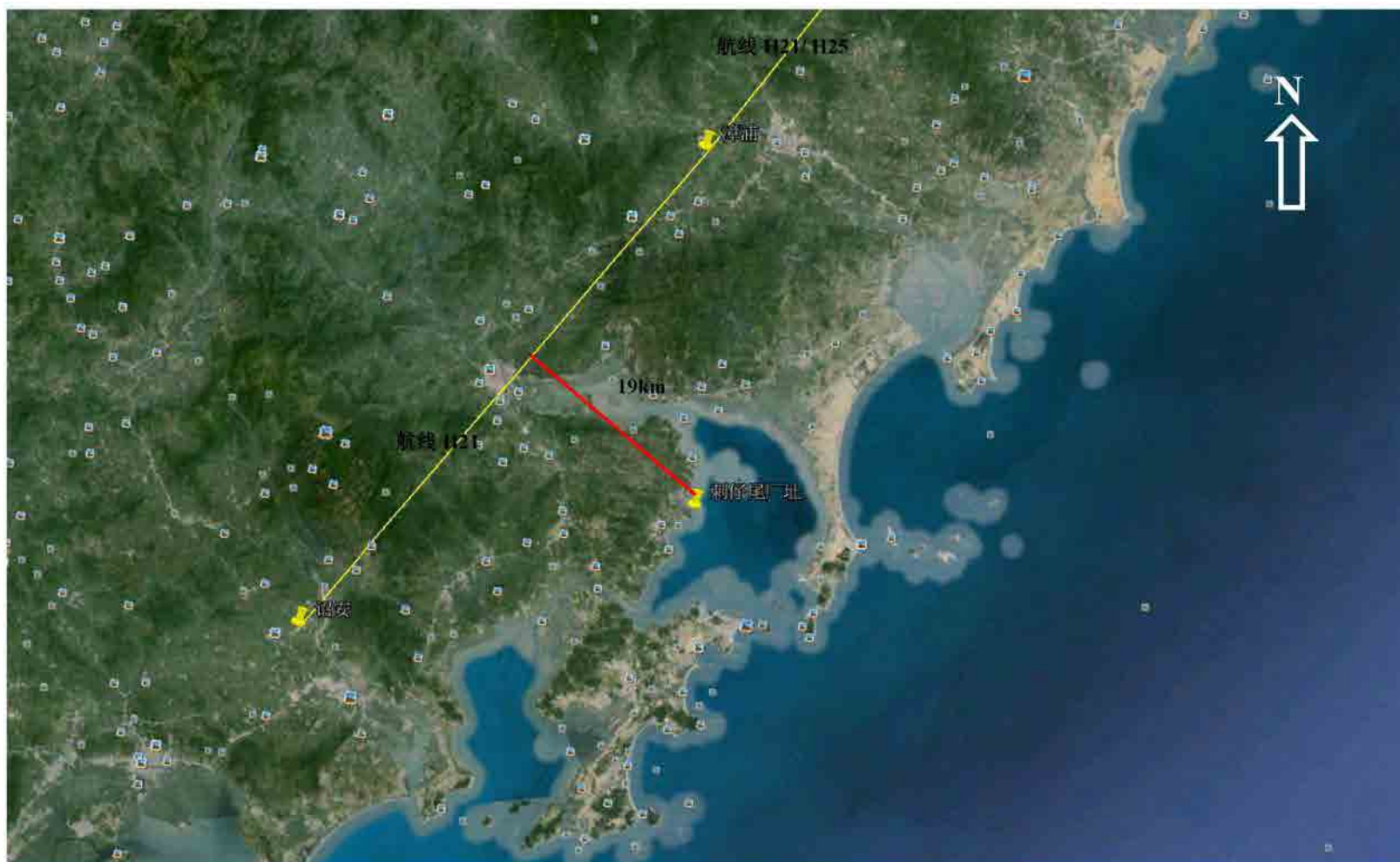


图 2.3-5 厂址附近空中航线分布

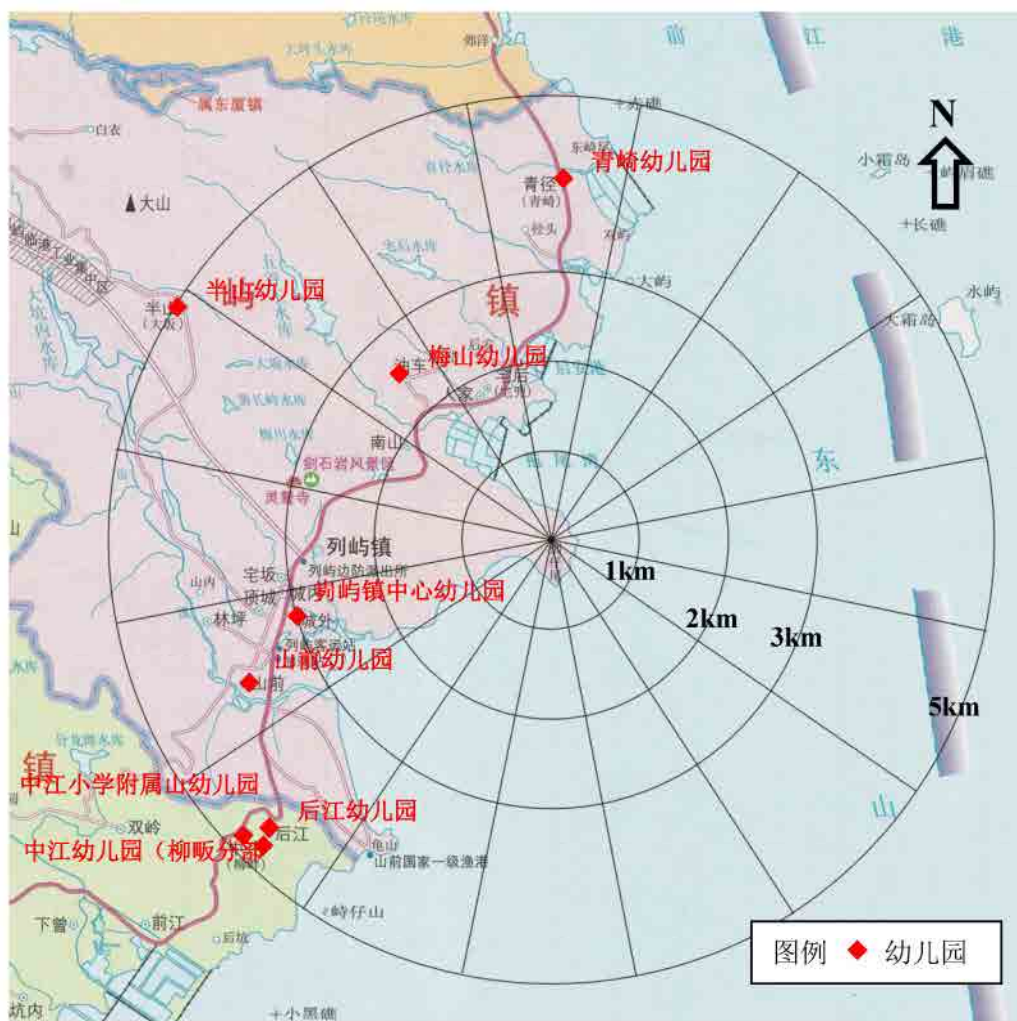


图 2.3-6 厂址半径 5km 范围内幼儿园分布图

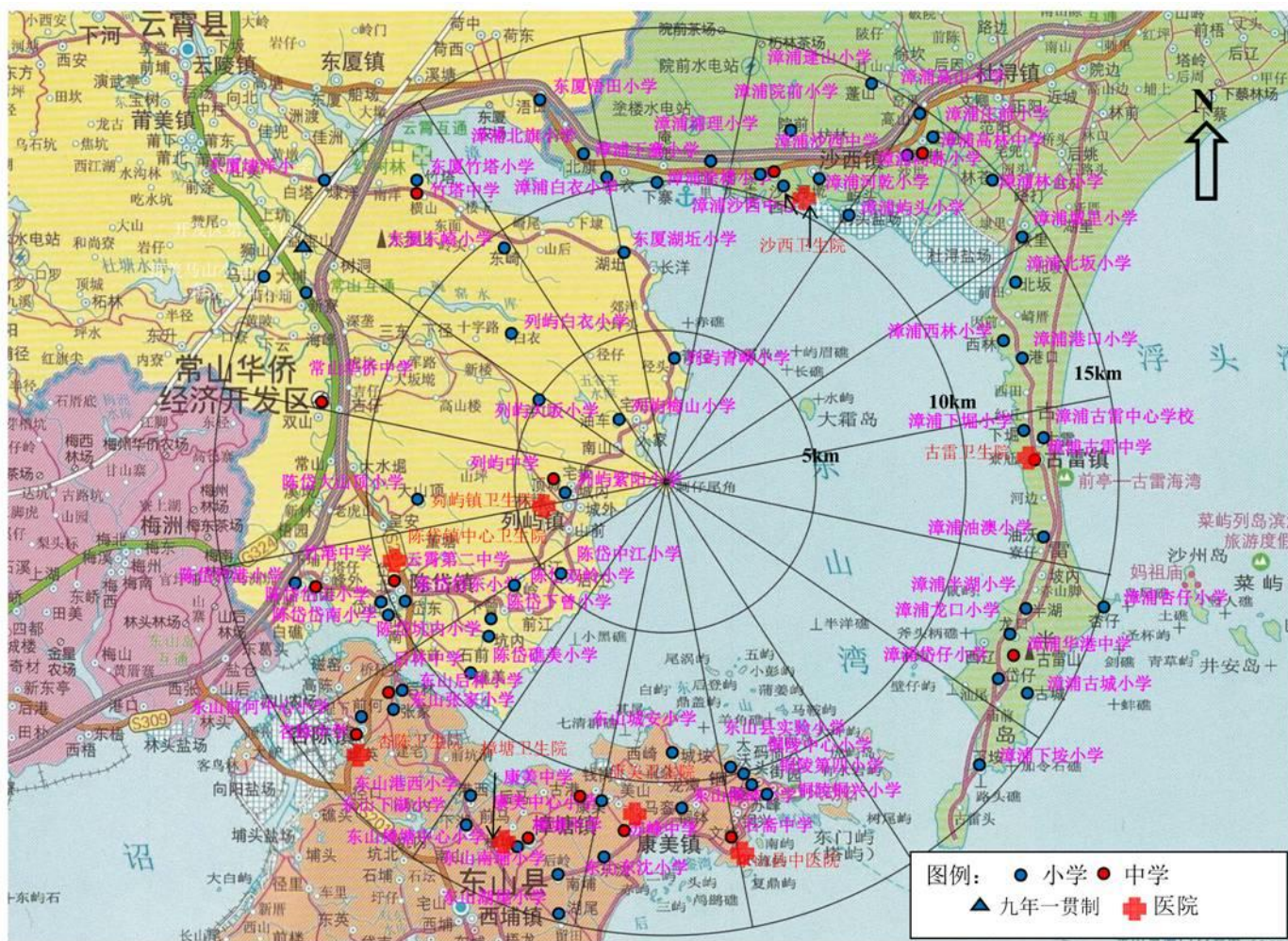


图 2.3-7 厂址半径 15km 范围内学校、医院分布图

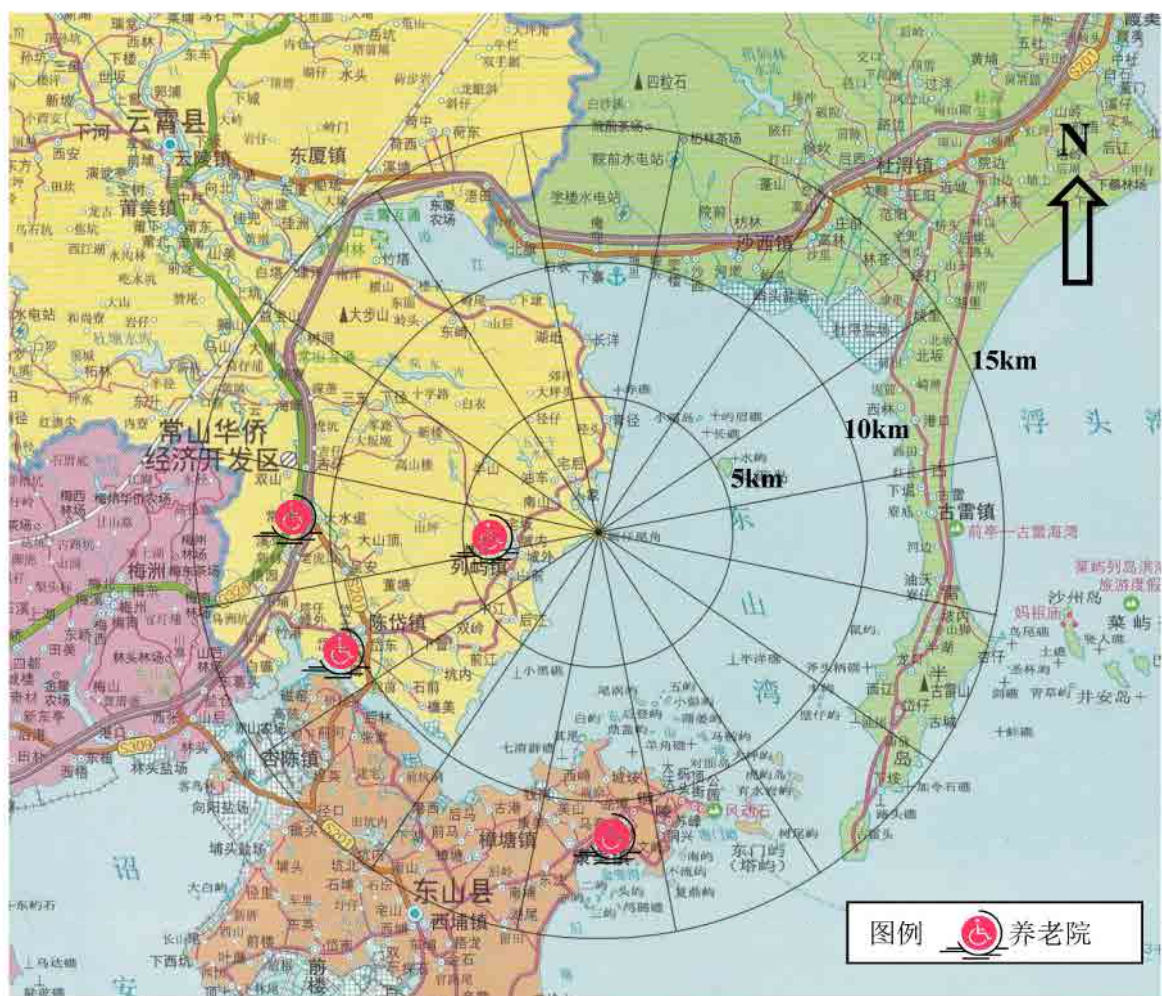


图 2.3-8 厂址 15km 范围养老院分布图

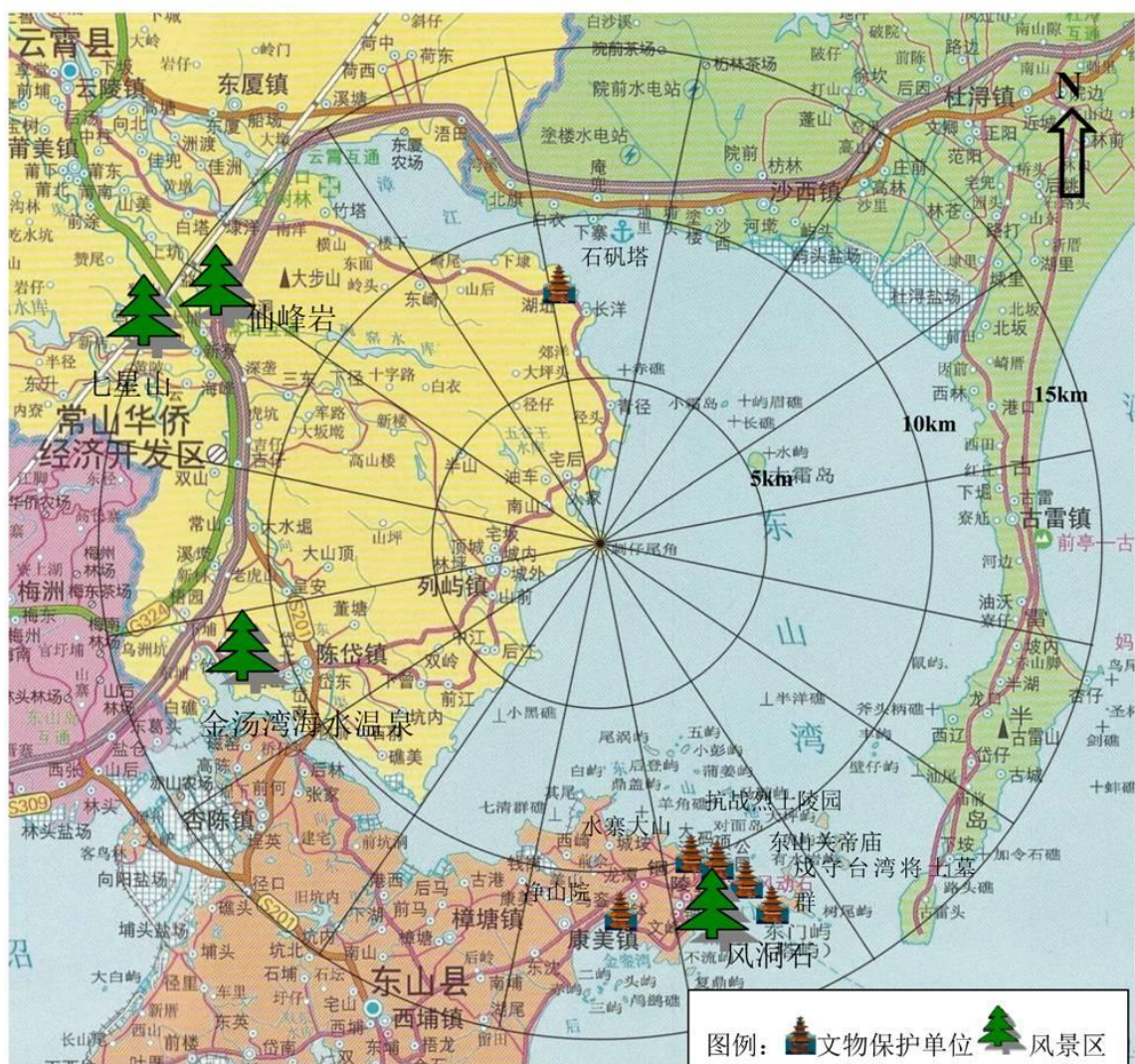


图 2.3-9 厂址 15km 范围文物保护单位及风景区分布图

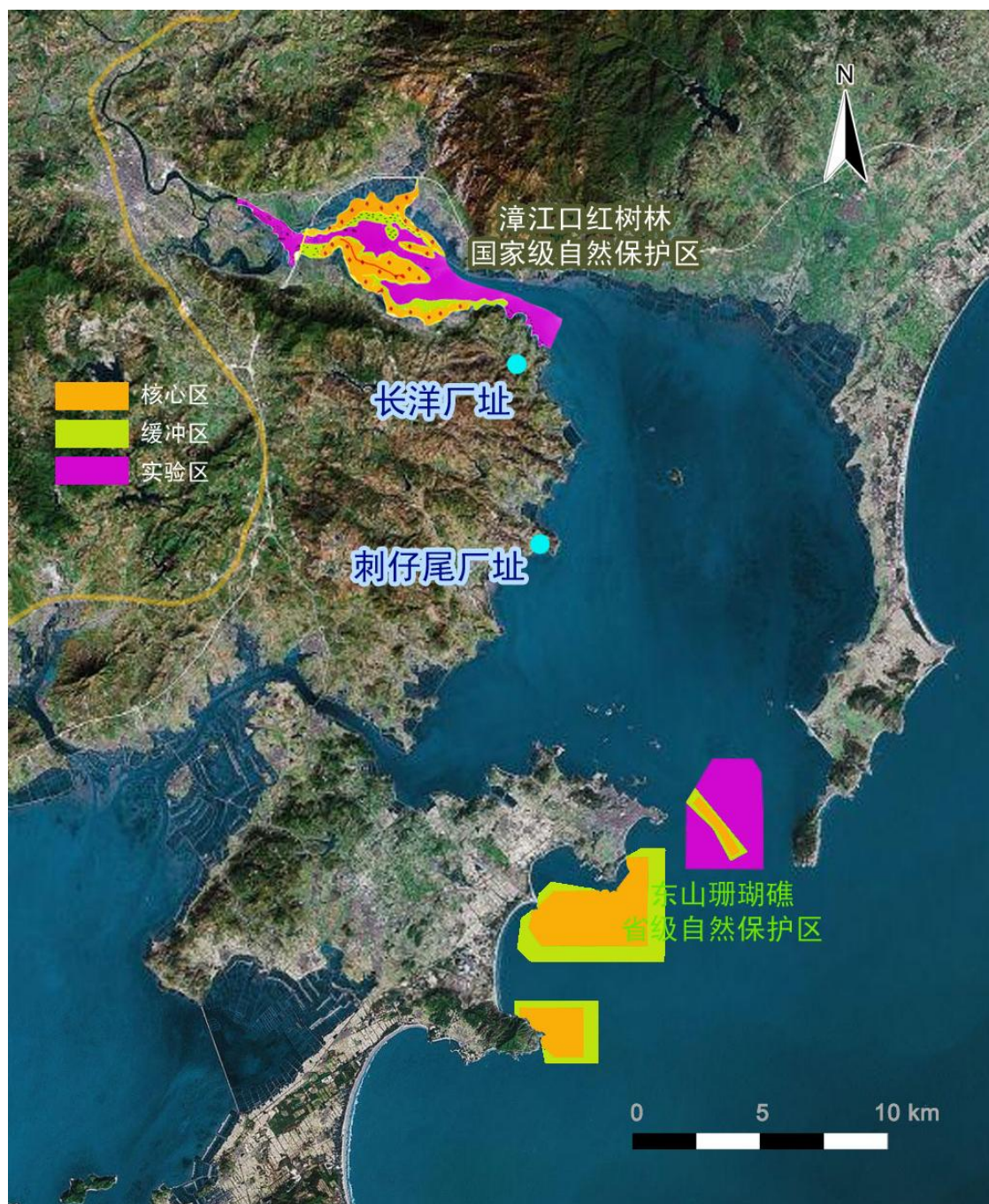


图 2.3-10 自然保护区与厂址的位置关系图

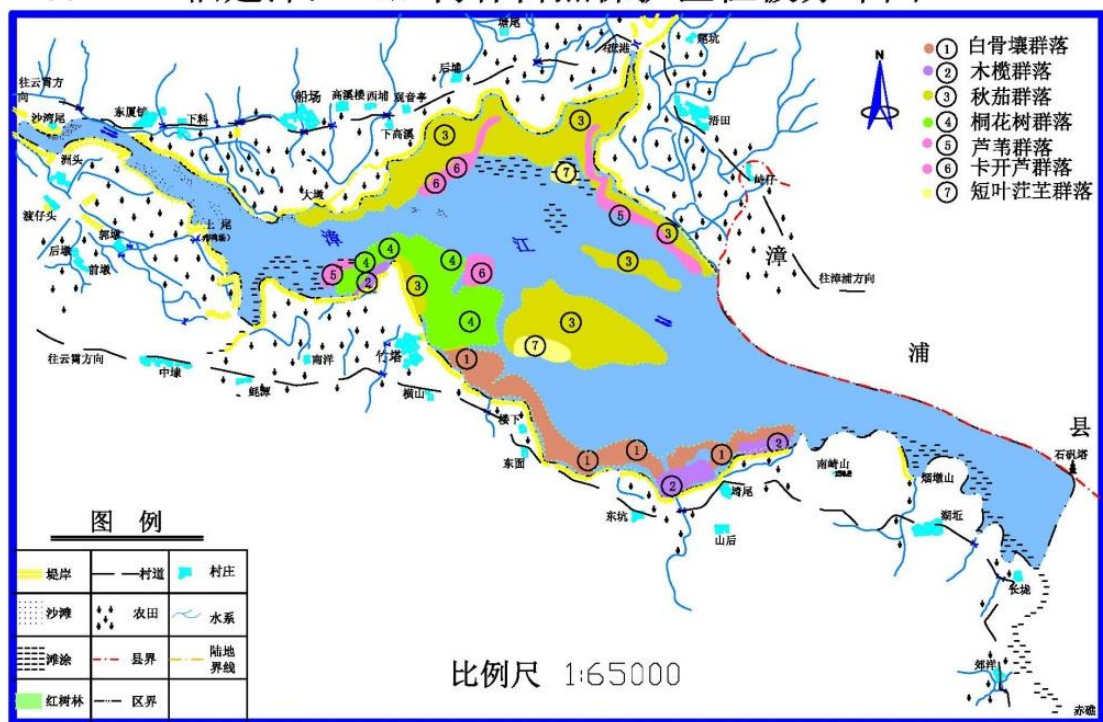


图 2.3-11 红树林自然保护区植被分布图

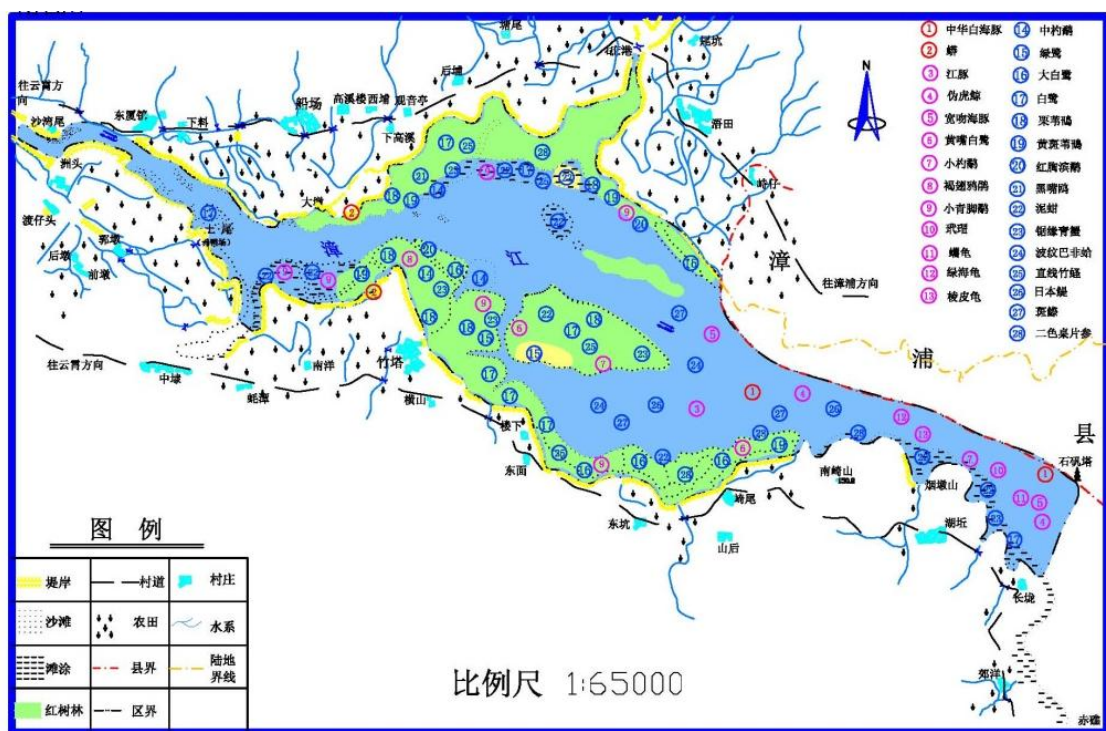


图 2.3-12 红树林自然保护区主要动物分布图

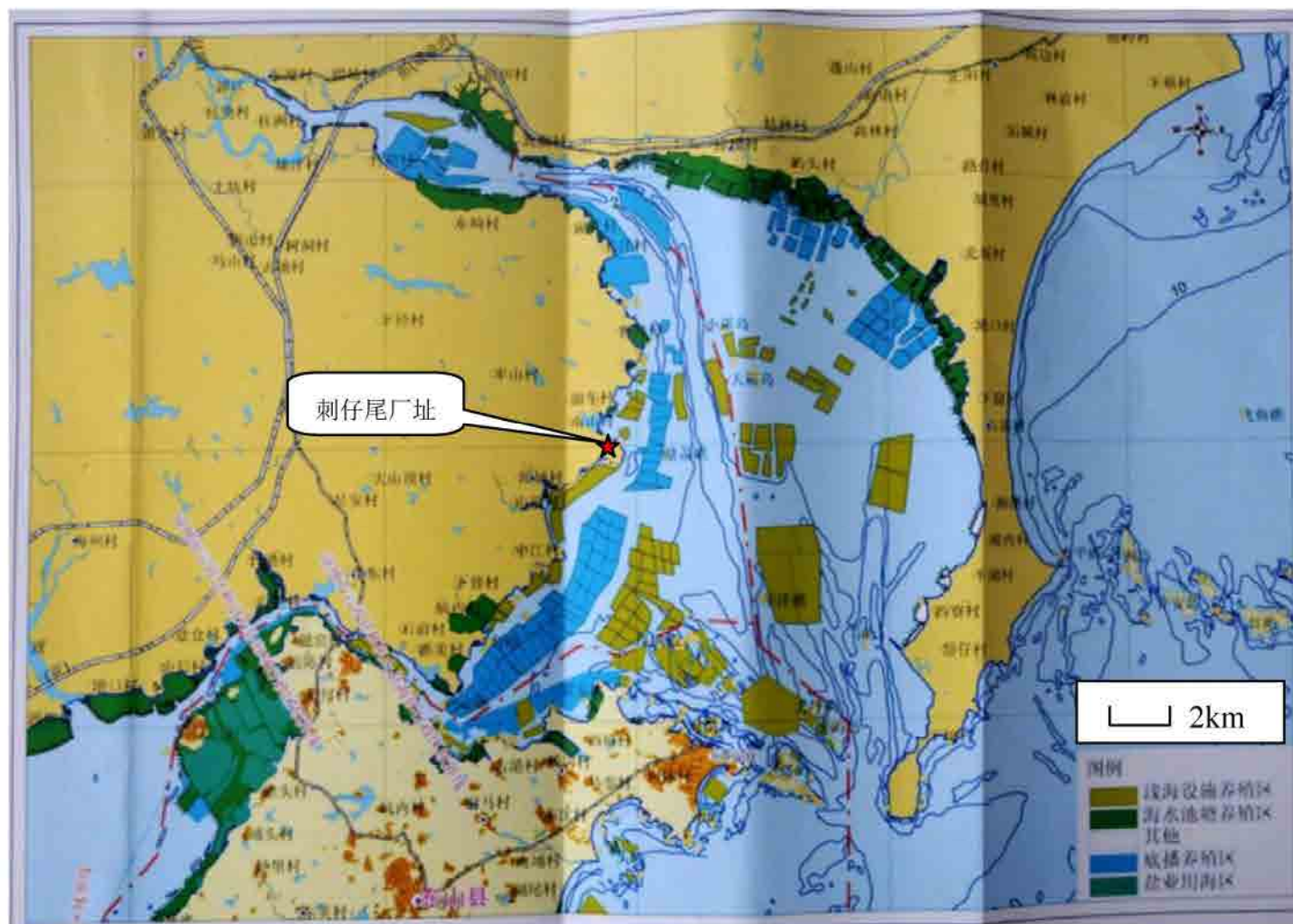


图 2.3-14 东山湾内海水养殖现状



图 2.3-15 东山湾云霄县养殖区域分布图

2.4 气象

2.4.1 区域气象和当地的气象条件

2.4.1.1 概述

漳州核电厂址地处东亚季风区，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。

厂址区域年平均气温 21.0~21.5℃，夏季平均气温 27.2~27.7℃，冬季平均气温 14.0~14.4℃，年平均相对湿度 77%~80%。年降雨量 1189.8~1783.3mm，降水季节分布不均，年降水峰期出现在 3~6 月和 7~9 月。春季降水量占年雨量的 47%~48%；夏季雨日不多，但雨强大，夏季雨量占年雨量的 37%~40%；秋、冬季为少雨期，两季雨量分别占年雨量的 5%~6%和 8%~9%。厂址区域多台风影响，7~9 月是台风影响集中期，台风影响高频时段为 8 月下旬、9 月上旬和 7 月下旬。

2.4.1.2 大气环流与天气系统

厂址区域气候具有明显的季节性特征，不同季节在不同的环流形势下，产生不同的天气系统。四季大气环流特点描述如下：

冬季（12~2 月）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 and 低温冷害。

春季分为早春季和梅雨季，早春季（3~4 月），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（5~6 月）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，其中大范围的暴雨多出现于 6 月，并以 6 月中旬频率最高。

夏季（7~9 月）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（10～11 月）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。

与厂址区域密切相关的天气系统包括中、低空天气系统和地面天气系统，中、低空天气系统有东亚大槽、南支西风低槽、西南暖湿气流、西南低涡、低空急流、切变线、副热带高压、台风、东风波、热带辐合带、热带云团等。地面天气系统有冷高压、热低压、冷暖锋、静止锋、武夷山锢囚锋、气旋、热带气旋、台湾海峡低压槽、高压楔等。

2.4.1.3 区域气候

根据福建漳州气候特征，调查分析核电厂区域各种灾害性天气和极端气象现象，并根据附近东山、云霄、诏安、漳浦等 4 个气象台站和厂址气象站实测的气象资料进行分析统计，确定各种极端气象现象和极端气象参数的设计基准。

各参证气象站从空间尺度来看，它们对太阳辐射的承载，对大气环流、天气系统的受控性都是一致的。漳浦、云霄、诏安等三个气象站相对处于内陆，东山气象站位于东山岛的东北角，与厂址气象站仅隔一个东山湾，两者间虽有某些小气候差别，但因其海陆方位、地形地貌和海拔高度更为相近，总的气候面貌和灾害天气的笼罩度基本相同。从气候成因和气候形成机理的一致性来看，厂址气象站与东山气象站的气候更相近。

从厂址专用气象观测塔和地面气象站的观测资料与 4 个参证站同步日平均气象要素的相关分析结果来看，东山气象站气温、气压、相对湿度和风速与厂址的相关系数最好，选择东山气象站作为厂址的代表站是合理的。

根据东山气象站 1954～2013 年共 60 年气象资料统计：

1) 气温

年平均气温 21.0℃。

2) 气压

年平均气压 1008.4hPa。

3) 相对湿度

年平均相对湿度 80%。

4) 降水量

年平均降水量 1188.6mm。

5) 蒸发量

年平均蒸发量 1950.3mm。

6) 水汽压

年平均水汽压 21.0hPa。

7) 日照时数

年平均日照时数 2260.3 小时。

8) 风

年平均风速 6.3m/s。

2.4.2 联合频率

根据厂址气象铁塔 2013 年 1 月~2013 年 12 月一整年的逐时观测数据（2013 年的数据获取率为 99.62%），采用辐射分类法对厂址地区全年各类稳定度所占比率进行了统计。

2.4.3 混合层高度及扩散参数

2.4.3.1 混合层高度

1) 大气边界层观测

为了了解漳州核电厂厂址的大气边界层风场及温度场的结构特征，为了中尺度风场和热内边界层的深入研究提供必要的资料，北京大学科技开发部于 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。2008 年夏季，3 个观测站的位置分别是：人家村（1#，E117°29'06"，N23°50'39"）位于刺仔尾角附近；半山村（2#，E117°27'04"，N23°51'23"）在人家村西北西方向约 3.78km 处；大埔村（3#，E117°22'25"，N23°53'25"）在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。2008-2009 年冬季，1 个观测站，即人家村（1#）。

大气边界层温度和风速为每天 8 次，观测时间分别为：05、08、11、13、15、17、20、23 时。另外为了获得可能出现海陆风或热内边界层的更多信息，在夏季向岸风发展较好的 6 天时间里，每天加密观测 1 次，观测时间调整为：05、08、10、12、14、16、18、20、23 时。边界层测温和边界层测风的探测高度夏季分别为 2500 米和 2000 米；冬季分别为 2000 米和 1500 米。各观测观测站的地面气温、气压、相对湿度、风向、风速等要素为 24 小时逐时观测和记录。云量、云状的观测时次和观测时间与低空探空相同。

通过观测数据得到了厂址区域以下气象特征：

(1) 夏季的近地层上空（100 米以下）盛行风向为偏南风 and 偏东风，主导风向为东～东北风；之上各层盛行风向为西～西南风和东～东北风，但主导风向大多为西～西南。近地层主导风表现明显的日变化特征，200 米以下各层白天主导风为向岸风，夜间主导风为离岸风；250～500 米各层只有中午（13 时）主导风为东南风，其余大多时间主导风为西南风。

(2) 冬季，除 1400～1500 米主导风为南风外，其余各层主导风向大多为东北风。冬季，主导风的日变化不明显，各层主导风向大多为东北风。

(3) 夏季的高空风速随高度增高而增加，但 500 米以上风速随高度的升高而减小。350 米以下各高度层风速昼间大于夜间，400 米以上各高度层昼间则小于夜间。

(4) 冬季，风速递增率和递减率均比夏季大，底层（200 米以下）和高层（1000 米以上）各高度层昼间风速值大于夜间值，中层的风速值则是昼间值小于夜间值。

(5) 夏季测观测站地面风速集中在 1.1～3.0m/s 风速段，较高高度高度层风速主要集中在 2.1～5.0m/s 风速段中，特别是 250 米左右 5.1～7.0m/s 风速段的出现频率较大；而冬季的风速更大，最大风速主要集中在 3.1～7.0m/s 风速段中。反映本区域上空大气的扩散迁移能力较好。

(6) 夏季和冬季的幂指数（P）值均为离岸风条件下比向岸风大，即在离岸风条件下风速随高度的升高而增大的速率较大。冬季幂指数值比夏季大，说明冬季近地层（300 米以下）风速随高度的升高而增大更明显。

2) 边界层逆温

由观测结果可知，夏季和冬季的低层逆温出现频率比高层小，特别是接地逆

温的出现频率均较小，且仅出现在夜晨时间段内。近地层逆温（逆温底 $<300\text{m}$ 低层逆温）的强度、厚度和出现频率等特征值均出现明显的日变化，即夜晨逆温出现频率较高、强度强，且逆温层厚度也较厚；而白天逆温不但出现频率较少、强度较弱，且逆温层厚度也较薄。但高层逆温的特征值日变化不明显。冬季的逆温强度比夏季强，逆温厚度也较厚。

3) 混合层高度

根据夏、冬两季观测结果，混合层高度变化情况如下：

- 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。
- 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 500 米上下，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。1#滨海探测观测站的偏东北上风虽然多属于陆地来流，但混合层高度仍然较低。

2.4.3.2 扩散参数值

漳州核电厂址大气扩散参数综合采用六氟化硫（ SF_6 ）野外示踪实验、湍流观测和数值模拟结果综合推荐。

中国辐射防护研究院于 2008 年 07 月 17 日~07 月 27 日共进行了 17 次六氟化硫（ SF_6 ）野外示踪实验，释放高度均为 70m。17 次实验中，D 类稳定度占 8 次，C 类稳定度占 3 次，B 类稳定度占 3 次、E 类稳定度 2 次、F 类稳定度 1 次。由于野外示踪实验样本较少，实验中 B、C、E、F 类稳定度出现次数较少，强不

稳定天气（A 类稳定度）未出现，该示踪实验无法提供完整的可用于环境影响评价的大气扩散参数。

为进一步确定厂址地区大气扩散参数，北京大学科技开发部于 2008 年 6 月-8 月和 2009 年 1 月-2 月间分别于厂址气象铁塔 30m、100m 高度处进行了厂址湍流观测实验，共获得 1753 组数据，覆盖了厂址地区各类稳定度情况。

同时，本项工作在小尺度风场与输送轨迹分析的基础上，采用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。数值模拟采用北京大学自主开发的随机游走粒子-烟团模式（称 RPPM 模式），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。

根据示踪实验、数值模拟与湍流观测结果的比较，三种不同研究方法所获水平扩散参数存在一定差异。如果以 Pasquill-Gifford 扩散参数为参照，则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，主要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。湍流观测点铁塔处于海边，十分易受海面条件的影响。观测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尺度扰动的作用，这在山地地形情况下对污染物的扩散是重要的，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，对中性及稳定情况，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，推荐结果总体上比 Pasquill-Gifford 的结果略高，尤其中性和稳定类别的数值偏高较多。

2.4.4 厂址气象观测

目前厂址已经建立了气象观测系统，该系统由气象铁塔风温梯度测量系统、地面气象观测系统组成。其中地面气象观测的直接观测要素包括：风速、风向、温度、相对湿度、气压、日照时数、总辐射、净辐射、降水量和云、能见度、天气现象等。塔层气象观测高度为 10m、30m、50m、70m 和 100m 五层。观测要素是风速、风向和温度。气象铁塔和地面观测传感器主要性能见表 2.4-1。

本气象站和铁塔观测系统将在运行后继续保持观测，具体观测内容根据运行和应急计划的要求作适当调整。

表 2.4-1 气象铁塔和地面观测传感器主要性能一览表

测量要素	型号	测量范围	测量精度	单位	产地和厂家
风速	034B	0~49	0.1	m/s	美国 MET ONE Co.
风向	034B	0~+360	±4	°	美国 MET ONE Co.
温度	TP-01	-20~+60	±0.1	°C	天津气象仪器厂
温湿度	HMP45C	-40~+60	≤±0.1	°C	芬兰 VAISALA Co.
		0~100%	≤±3%	%	
气压	CS105	600~1100	≤0.5	hPa	芬兰 VAISALA Co.
雨量	TR-525M		0.1	mm	美国 TEXAS Co.
总辐射	LI200X	0~3000	≤1	W/m ²	美国 LI-COR Co.
净辐射	NR-LITE	±2000	≤1	W/m ²	荷兰 Kipp & Zonen Co.

2.5 工程水文

本节以下述及高程除特别说明外均为 1985 国家高程。

2.5.1 地表水

2.5.1.1 陆域水文

1) 河流水系

厂址所属的云霄县的内陆水系为漳江流域。漳江流域总流域面积 1038 km^2 ，降雨量充沛，全流域多年平均降雨量 1768 mm ，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。漳江流域主要由天然降雨补给，径流量丰富，全流域多年平均径流深为 1080 mm 。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 1038 km^2 ，主河道全长 67.8 km 。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。

漳江在下楼以上河床陡，两岸峡谷对峙，河道短，调节能力差，洪水来势凶猛；出下楼后河流坡降趋缓，两岸开阔，河床淤积，河道不稳定，过城区后，河道弯曲，同时由于漳江下游为感潮区，常受潮水顶托影响。

根据《福建省水（环境）功能区划》，漳江流域一级区划为 3 个水功能区：漳江源头至峰头水库坝址为漳江云霄保护区；峰头水库坝址至入海口为漳江云霄开发利用区；红旗水库、杜塘水库、向东渠（含杜塘水库支渠）为云霄、东山开发利用区。水质保护目标执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类，环境功能类别 III 类。

2) 水利工程

漳江流域内水利工程众多，上游有大型水库峰头水库、中型水库杜塘水库，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。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，为向东渠引水工程，干渠总长 85 km ，设计灌溉面积 16860 公顷，2004 年有效灌溉面积 8933.3 公顷。

峰头水库位于云霄县漳江上游马铺乡峰头村，控制流域面积 333 km^2 ，占漳江全流域的 31.4%，多年平均径流量 3.72 亿 m^3 。坝型为砼砌石重力坝，总库容 1.77 亿 m^3 ，正常库容 1.505 亿 m^3 ，为多年调节水库，设计灌溉面积 18666.7 公顷 。右岸坝后电站装机 2500 千瓦 ，后经扩建新增 9000 千瓦 。峰头水库是一座为向东渠灌区提供水源，结合发电、供水等综合利用的大型水库，该水库于 1986 年 3 月开始蓄水。水库大坝全长 332m ，坝顶高程 77.6m ，正常蓄水位 74.0m ，死水位 52.0m 。

杜塘水库位于漳江下游山美溪支流，水库总流域面积为 47.0km^2 ，多年平均径流量 4108 万 m^3 。总库容 1621 万 m^3 ，正常库容 1500 万 m^3 ，为多年调节水库，是一座具有灌溉、发电、供水等综合效益的中型水库。

南江水闸和北江水闸是云霄县漳江出海口上的两个水闸，南江水闸位于东厦镇埭洋村附近的南江出海口，南江水闸与北江水闸相距 3 公里，距云霄县城关约 8 公里。水闸于 1965 年 5 月动工，1966 年 6 月竣工，为大（II）型水利工程。南江水闸总长 103m ，设泄水闸 22 孔，每孔净宽 3.5m ，船闸 1 孔，净宽 4m 。南江水闸是挡潮蓄淡工程，原设计主要工程效益体现在引水、蓄水、防洪排涝、通航等方面。南江、北江水闸建成后，配合南北两条灌溉渠道，共灌溉云霄县东厦、莆美两个镇 1606.7 公顷 农田，并可供农业和生活用水，保护县城云陵镇和莆美镇的大部分乡村，共有人口 8 万人，保护农田 1200 公顷 ，水闸也是连接两岸的交通要道。

北江水闸位于东厦镇宣尾村南面的漳江主河道的下游段，距云霄县城关约 4 公里，交通便捷。水闸于 1965 年 12 月动工，1966 年 4 月竣工，为大（II）型水利工程。北江水闸总长 210.9m ，设泄水闸 32 孔，每孔净宽 5.0m ，船闸 1 处 2 孔，每孔净宽 5.0m 。

3) 淡水水源

（1）水源及需水量

漳州核电厂一期工程施工期间和运行期间淡水水源为峰头水库，施工期间最大年取水量为 249 万 m^3 ，供水保证率为 90%；运行期年取水量约 700 万 m^3 ，供水保证率为 97%。

（2）淡水供水方案

本工程施工期和运行期间淡水供水工程方案考虑一次规划，分期建设。其淡

水供水方案为:

峰头水库→水库放水孔引水管→重力引水管→淡水增压泵房→压力水管→厂区原水池→厂区原水预处理水厂。

(3) 取水可靠性分析

项目取水水源地峰头水库是一座多年调节的大型水库，控制流域面积 333km^2 ，多年平均径流量 3.72 亿 m^3 ，折合流量 $11.8\text{m}^3/\text{s}$ ，97%设计频率径流量为 2.24 亿 m^3 。根据时历法长系列调节计算结果，峰头水库水量在满足灌溉、生活、古雷开发区、生态等各方面用水外，尚有较富余的水量，能满足核电用水需求。

项目取水口设置在峰头水库坝头，现状水质为地表水 II 类，预测 2020 年来水水质在设计条件下，仍能达到水功能区 II 类水质目标，且取水不影响下游河道水功能区划目标，本项目取水水源的水质是安全和可靠的。另外，本工程将采用水处理设施，对此水质进行进一步处理，可以保证核电建设期间和运行期间的用水水质要求。

2.5.1.2 海洋水文

东山湾位于台湾海峡南口的西岸，地处闽南沿海的东山，云霄和漳浦等三县之间，其地理坐标为 $23^\circ43'12''\sim23^\circ55'10''\text{N}$ 、 $117^\circ36'48''\text{E}$ 。东面隔海 200km 与澎湖列岛遥遥相对，该湾三面为山丘环抱，呈不规则的梨形伸入陆地，南北长 20km ，东西宽约 15km ，湾顶有漳江入海，入海口朝南，口门狭窄，宽度仅 5km ，其间还有塔屿等大小岛屿屏障，是一个半封闭的海湾，湾内海域总面积达 247.89km^2 ，是闽南最大的海湾，滩涂面积为 92.36km^2 ，零米等深线以下海域面积为 155.5km^2 。其中 $0\sim5\text{m}$ 等深线海域面积为 117.2km^2 约占整个海湾面积的一半， $10\sim20\text{m}$ 等深线海域面积为仅 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 。

1) 潮汐

在东山湾南面的湾口附近，设有长期观测的东山海洋站，其潮汐特性可近似地作为东山湾的潮汐特征。国家海洋局第一海洋研究所于 2005 年 10 月~2006 年 1 月和 2006 年 5~6 月，分别在古雷、裂屿和大霜进行了短期的潮位观测。东

山站的潮汐性质为 0.58，古雷、裂屿、大霜的潮汐性质分别为 0.57、0.57 和 0.55，皆属于不规则半日潮。东山湾的潮汐存在着日不等现象，即：涨潮历时与落潮历时不等，相邻高低潮的潮高不等。东山海洋站平均涨潮历时为 6 小时 38 分，平均落潮历时为 5 小时 45 分，涨潮历时比落潮历时稍长一些。

2) 潮位

东山湾多年平均海平面存在明显的季节变化，最高平均海平面出现在 10 月，为 64cm；最低平均海平面发生在 7 月，为 30cm，变幅为 34cm；多年平均海平面为 42cm。历年平均最高潮位为 277cm，发生在 1971 年 10 月 6 日；最低潮位为-203cm，出现在 1968 年 6 月 12 日。平均潮差为 2.30m，最大潮差为 4.14m。

依据厂址临时潮位站 2008 年 6 月~2011 年 5 月三年潮位观测资料和东山海洋站同期潮位观测资料进行调和分析，得到调和常数，推算 21 年逐时天文潮位，其中最高天文潮为 263cm，最低天文潮为-194cm。根据 21 年逐时天文潮位，逐月挑选天文最高潮位和天文最低潮位，然后分别计算累积频率，10%超越概率天文高潮位 249cm，10%超越概率天文低潮位-183cm。

根据东山海洋站 1963 年~2013 年逐年最高、最低潮位资料，用耿贝尔分布方法得出不同重现期的极端高、低潮位，结合东山海洋站与厂址临时潮位站的高、低潮相关公式，计算厂址海域不同重现期水高、低潮位。

厂址设计高潮位成果如下：

千年一遇高潮位(P=0.1%)	348cm
百年一遇高潮位(P=1%)	318 cm

厂址设计低潮位成果如下：

三十三年一遇低潮位(P=97%)	-215cm
百年一遇低潮位(P=99%)	-223cm

3) 潮流

东山湾的潮流属规则半日潮流类型，但浅海分潮比较显著。由于日分潮对潮流有较大影响，故日不等现象比较明显。回归潮期间，东水道和中水道南段超过 30cm/s，南水道和大霜岛附近的也在 20cm/s 左右。东山湾的浅海分潮也很重要，它们与主要半日潮的初相相角差 90°~270°之间，使得最大落潮流速大于最大涨潮流速。

东山湾湾内深度较浅，整个水层都在底摩擦的作用范围内，地转偏向力相对

于摩擦力要小，水道上的潮流沿着水道方向呈往复流动。各测站各分潮流的椭圆小于 0.1，只有个别的较大。在湾顶附近的潮滩带，在低潮至高潮水边线范围内，涨潮过程呈反时针方向旋转，落潮时为顺时针方向旋转。由低潮向高潮水边线方向旋转率增大，而流速减少。

东山湾潮流最大流速存在着朔望变化、回归变化和视差变化等，尤以前两种更为重要。小潮与大潮的平均最大流速之比约为 0.7:1.0。东山湾的潮流受底摩擦力的影响较大，最大流速大致随离底层的距离增大而增大，底层和近底层的比表层要弱。最大流速的水平分布与深度有关。湾口附近的流速大，湾内各水道次之，浅水区的潮流最小。在湾内各水道中，东水道的丰屿以南地区，潮流流速较强，上层涨潮时可达 60cm/s，落潮时达 80cm/s。其次为马鞍附近的中水道南段，涨潮平均最大为 50cm/s，落潮平均最大为 75cm/s。南水道和大霜附近较弱，涨潮平均最大为 40cm/s，落潮平均最大为 50~60cm/s。

东山湾大潮的余流比小潮时要大。在表层，存在一个反时针的水平环流，即由湾口东水道北上流向湾顶，然后沿着湾的西部近岸带南下，流向湾口至西水道向东流的循环。这种环流系统在大潮时尤为明显。在底层，东山湾也存在着底层流向湾顶，上层流向湾外的垂直余流环流。

2008 年和 2013 年，厂址海域开展了两次冬夏季同步水文测验工作，两次观测同一站位冬夏季的涨落潮流分布特征和变化规律基本一致；潮流性质相同，均为规则半日潮流，湾内各站潮流均表现为典型的往复流；两次观测同一站位冬夏季余流分布特征和变化规律基本一致。

4) 增减水

根据 1963~2013 年增减水资料，期间厂址出现最大增水值为 128cm，最大减水值为-112cm。分别采用耿贝尔和皮尔逊-III 方法计算不同频率的增减水值，推荐厂址海域万年一遇增水值 246cm，万年一遇减水值-186cm。

厂址位于福建沿海地区，影响该区的风暴潮主要是由热带气旋引起，因此，可能最大风暴潮计算主要考虑热带气旋引起的增、减水。

通过厂址万年一遇风暴潮增减水和可能最大热带气旋增减水的比较，确定可能最大风暴潮增水值为 359cm，可能最大风暴潮减水值为-197cm。

5) 海水温度

（1）平面分布

根据同步水文测验成果，工程海域夏季水温是由东山湾湾口向湾顶漳江口附近区域递增的，且厂址附近区域的水温自东向西逐渐升高。工程海域冬季水温是由东山湾湾口向湾顶漳江口附近区域递减的，且厂址附近区域的水温自东向西逐渐降低。

（2）垂向分布

根据同步水文测验成果，夏季大、中、小潮期间，上层（表层、0.2H 层）水温较高，下层（0.8H 层、底层）水温较低，水温由上层向下层逐渐递减。

根据同步水文测验成果，冬季大、中、小潮期间，各站各层间的水温平均值相差不大。

2008 年和 2013 年，厂址海域开展了两次冬夏季同步水文测验工作，两次观测冬夏季各站的水温平面分布特征和变化规律基本一致（夏季由湾口深水区向湾内近岸浅水区递增，冬季则递减），水温垂向分布特征和变化规律也基本一致。

（3）东山海洋站的水温资料统计

东山的累年平均水温为 21°C ，极端最高水温 31.0°C ，极端最低水温 9.6°C 。根据东山海洋站最近连续 5 年最热三个月的海水水温资料，推求累积频率 $P=10\%$ 的日平均水温为 28.4°C 。

6) 盐度

东山湾是个半封闭型海湾，湾内有漳江水由湾顶流入，同时受外海的影响，因此湾内盐度的分布和变化，主要取决于降水及外海水和漳江水的流入。

（1）平面分布

夏季盐度的水平分布趋势是从湾顶向湾口递增，湾口及湾东部沿岸水体的盐度值较大。

冬季盐度湾口口门海区比较大，从口门向湾顶及口外，都是逐渐减小的。

（2）垂向分布

根据同步水文测验成果，夏季大、中、小潮期间，不管是最高盐度、最低盐度还是平均盐度，东山湾的海水盐度都具有从表层至底层逐渐增大的趋势。一般大潮时增幅最小，其次是小潮，中潮的增幅最大，主要由于中潮观测期间的降雨对表层盐度影响较大，使表层盐度大幅度降低，从而表层至底层的增幅也相应变

大。冬季盐度观测在垂向分布规律与夏季盐度观测规律一致。

2008 年和 2013 年，厂址海域开展了两次冬夏季同步水文测验工作，两次观测冬夏季各站的盐度平面分布特征和变化规律基本一致（由湾口深水区向湾内近岸浅水区递减），盐度垂向分布特征和变化规律也基本一致（由表层向底层递增）。

（3）东山海洋站的盐度资料统计

根据东山海洋站多年资料统计，累年平均盐度为 32.15‰，极端最高盐度 36.33‰，极端最低盐度 10.63‰。

7) 泥沙

东山湾平均含沙量在 $0.0204 \sim 0.047 \text{kg/m}^3$ 之间，全湾的平均含沙量为 0.0341kg/m^3 。东山湾实测含沙量的最高值：涨潮流时为 0.2876kg/m^3 ，落潮流时为 0.5318kg/m^3 。实测含沙量最低值：涨潮流时为 0.066kg/m^3 ，落潮流时为 0.044kg/m^3 。浅滩平均含沙量高于深槽和水道中的含沙量，且浅滩处落潮时平均含沙量高于涨潮时的平均含沙量。深槽或水道处，涨潮时含沙量高于落潮时的含沙量。底层含沙量高于表层含沙量，底层平均含沙量为表层平均含沙量的 2 倍左右。含沙量纵向分布受自然条件影响，自河口区向湾口，含沙量逐渐减少，湾口大潮平均含沙量高于小潮，湾的中部则相反。

2008 年和 2013 年，厂址海域开展了两次冬夏季同步水文测验工作，两次观测表明工程海域的悬沙浓度较低，各站的含沙量平面分布特征和变化规律基本一致（由湾口深水区向湾顶近岸浅水区递增），含沙量垂向分布特征和变化规律也基本一致（由表层向低层递增）。

8) 岸滩稳定性

由历史地形图（1964~2006 年）的岸线对比结果表明，20 世纪 60 年代和 70 年代各时期岸线呈稳定状态，基本上都重叠在一起，没有明显变化。但自 70 年代以后至今由于人为活动影响，本区岸线在凹岸处有向海发生不同尺度的向海推进，其余大部分岸线仍然重叠在一起，这一段时期总体上岸线向平直方向发展，属于基本稳定状态。同时，海岸地貌实际调查结果也证实刺仔尾岸段的海岸目前处于稳定状态。

根据 1954 年海图与 1970 年海图对比表明刺仔尾以北岸段的潮滩呈淤涨状态，特别是工程区北部的郊洋岸段的潮滩；刺仔尾以南岸段的潮滩自 1954 年至

1970 年一直处于稳定状态。根据 1970 年海图与 2008 年测图对比表明：工程海域近岸潮滩，除北部郊洋岸段的潮滩向岸回缩呈冲刷状态，其它岸段潮滩均处于稳定状态。深槽东北侧潮滩冲淤变化与工程区近岸的潮滩冲淤变化类似，即自 1954 年至 1970 年潮滩呈淤涨状态，自 1970 年至 2008 年潮滩呈冲刷状态，本区潮滩总体处于冲淤动态平衡状态。

9) 波浪

根据东山海洋站波浪观测资料分析，东山湾的常浪向为 ENE，频率为 22.1%，次常浪向为 E、SE，频率为 18.5%。强浪向 ENE、S，最大波高为 2.4m，次强浪向 NNE、NE，最大波高为 2.0m。平均波高 0.4m。平均周期为 4.1 秒，最大平均波高为 0.6m。ENE、E 向风浪、涌浪频率比为 62:38。

对东山湾各方位的波浪波级频率进行统计的结果为：

春季：常浪向为 ENE，频率为 12.7%；次常浪向为 E 向，频率为 7.4%。强浪向 ENE 的最大波高为 1.5m，次常浪向 E 的最大波高为 1.3m。平均波高为 0.4m，平均周期为 3.5s。风浪和涌浪频率比为 60:40。

夏季：常浪向为 S，频率为 8.4%，次常浪向为 SE 向和 SSE，频率分别为 7.9% 和 6.7%。强浪向 S，最大波高 2.4m，次强浪向 SE，最大浪高 1.8m。平均波高 0.3m，平均周期 3.9 秒。风浪、涌浪频率比 57:43。

秋季：常浪向为 ESE，频率为 5.6%，次常浪向为 E，频率为 5.0%。强浪向 ESE 最大波高 2.4m，次强浪向为 E 向和 S 向，最大波高 2.2m。平均波高 0.5m，平均周期 3.8 秒。风浪、涌浪频率比为 69:31。

冬季：常浪向为 E 向，频率 4.9%，次常浪向为 ENE，频率 3.8%。强浪向 E 最大波高为 2.2m，次强浪向 NE，最大波高 2.0m。平均波高 0.8m。平均周期 4.8s。风浪、涌浪频率比 61:39。

由此可见，东山湾除夏季常浪向为 SSE 向外，其他季节常浪向为偏 E 向浪。冬季风浪相对大一些，夏季最小。由于东山湾西、北、东、南均有陆地屏障，南面湾口狭窄，湾内大的波浪出现频率不高。

2.5.2 地下水

厂区水文地质条件简单，地下水类型分为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水两种类型。基岩裂隙水赋存于岩体浅部的强风化带风化裂隙中，富水性弱，强风化花岗岩含水层渗透系数为 $2.00 \times 10^{-3} \text{m/d}$ 。松散岩类孔隙水分布于厂区低山丘陵间的

沟谷地段和临岸的海积平原区，富水性相对较好。冲洪积、残坡积层含水层渗透系数为 $3.50 \times 10^{-2} \sim 3.03 \times 10^{-1} \text{m/d}$ ；厂址附近的海积层粉细砂层的渗透系数为 $1.07 \sim 4.26 \text{m/d}$ ；海域孔隙潜水赋存的粉细砂、中粗砂渗透系数为 $2.29 \times 10^{-3} \sim 7.75 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；海域孔隙微承压水赋存的粉砂，中、粗砂，砾砂层渗透系数为 $0.62 \times 10^{-3} \sim 3.54 \times 10^{-3} \text{cm/s}$

厂址区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松散岩类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—入海。

厂址区三面环海，大部分地区为岩质海岸，西南、西北各有一条冲沟，沟内及两侧分布有冲洪积层和残坡积层；地表水与地下水均以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、排泄入海的全过程，与区外陆域的水文地质单元水力联系微弱。近岸地段的海域松散岩类孔隙水与海水具水力联系，其补给来源主要为海水涨潮时侧向径流补给，海水退潮时又排泄入海。

核电厂建设不利用厂址区地下水。厂址附近无大型工矿企业采水，也无远景地下水资源开发计划，地表水源十分有限（主要为水库），农业人口按村集居，村民生活、农业灌溉用水主要来自水库的地表水和村民自家凿浅井（井深 3~4m）。厂址区无地表水体，厂址区内及其下游无村落和固定村民居住，本工程场地平整硬化后，原有的含水层（强风化花岗岩）被剥除，地下水更趋于贫乏，厂区外的低山丘陵成为天然的隔水屏障，厂址附近没有集中开采地下水的重要取水点，不存在含水层之间的人为水力连通条件。因而工程建设不会对厂址附近地区村民生产、生活用水产生任何影响。

2.5.3 洪水

漳州核电厂址属滨海厂址，根据核电厂安全导则 HAD101/09，滨海核电厂的设计基准洪水是一个核电厂应经受的可能最大的洪水，它应是下列多种因素的最不利组合：

- 1) 极端洪水事件；

- 2) 历史最高天文潮;
- 3) 陆域洪水;
- 4) 风浪的影响;
- 5) 海平面的异常现象;

对于极端洪水事件, 它应该是下列洪水类型中最严重的一种。即:

- 1) 可能最大风暴潮引起的洪水;
- 2) 可能最大海啸引起的洪水(如果存在时);
- 3) 可能最大假潮引起的洪水(如果存在时);
- 4) 由上述 1)~3)项严重事件的组合引起的洪水。

同时, HAD101/09 也指出这些因素应分别论述, 但不能采用简单的线性迭加, 总水位的合成要综合处理, 把各种非线性的因素考虑进去。

根据调查研究, 东海中历史上从没有过海啸记录, 附近东山海洋站历史验潮记录中, 也从未发现过海啸记录。厂址可不考虑地震海啸影响。

东山湾水域平均水深很浅, 即使存在假潮, 必然振幅小、周期短, 所含有的能量也少, 当振动通过东山湾湾口从浅水区传出进入深水区时, 能量将迅速扩散, 假潮振幅将急剧减小, 假潮振幅值远小于台风风暴潮, 可以忽略不计。可能最大假潮引起的洪水不参与设计基准洪水位的组合。

厂址位于东山湾的中、下部, 厂址前沿海域较为开阔, 厂址受径流洪水的影响可以忽略不计。

综上所述, 在影响漳州核电厂设计基准洪水的众多因素中, 采用下列几种因素的组合是合适的。

- 1) 可能最大风暴潮;
- 2) 10%超越概率天文潮位;
- 3) 核电厂寿期内平均海平面升高。

设计基准洪水位=10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴潮增水+海平面上升=6.30m。

漳州核电厂厂坪标高为 14.0m, 高于设计基准洪水位, 可保证核电厂不受洪水影响。

2.6 地质地震

2.6.1 地形地貌

漳州核电厂厂址附近范围处于闽东南沿海丘陵地貌区内，主要有丘陵、残丘、岛屿、台地，以及冲洪积的阶地或冲海积的海湾平原等地貌类型，以丘陵地形为主，地势总体上由西而东递降。

厂址区位于东山湾内，其南、东、北三面环海，地貌类型主要为剥蚀丘陵地貌，局部地段为海成地貌。其中，剥蚀丘陵地貌中以低山丘陵地貌为主，低山丘陵部分呈近东西向伸展，向东延伸入海。山体绝对标高在 25.00~131.64m 之间，山体坡度一般为 15°~45°，山顶浑圆或平坦，局部形成陡崖。各低丘间分布有宽一般为 10m~100m、高程一般为 5~20m 的洼地、沟谷，谷底多辟为农田。海成地貌分为海岸侵蚀地貌（潮上带）和海滩堆积地貌（潮间带）。厂址区临海侧以岩质海岸为主，南部分布有少量的砂、泥质海滩。

2.6.2 地质特征

2.6.2.1 区域地质特征

漳州核电厂厂址位于中国大陆浙闽粤隆起带的大陆沿海地带，东侧是台湾海峡沉降带，近邻太平洋板块与欧亚板块碰撞带，即琉球岛弧俯冲带—台湾岛弧碰撞带。区域范围在大地构造位置上处于华南褶皱系的东侧，厂址位于其次级大地构造单元—粤东—闽东隆起区内。

区域断裂构造发育，燕山运动奠定了本区断裂的基本格局。区内断裂按其展布方向，主要可划分为北东—北北东向断裂和北西—北西西向两组。北东—北东东向断裂控制了区域断裂构造的主要格局，具有长期发展和多旋回活动的特点，常常是地质构造单元的分界线。陆域北东向断裂分布广，规模大，切割深，与地震关系密切。北东—北东东向海域断裂新生代活动性较强，第四纪以来仍较活动，是区内强震带。陆域北西向断裂往往切割其它走向的断裂，断裂单条规模不大，断续出露，部分断裂制约着部分沿海港湾和半岛的走向，也影响沿海地区水系的分布，常常构成新生代小型盆地的边界。

区域范围内新构造运动的基本特征为：地热异常；火山活动；陆域大面积掀斜状缓慢上升和断块差异活动；海域大面积强烈拗陷作用；新构造运动时期的断裂活动；区域新构造运动由内陆向沿海增强。区域新构造分区划分为粤东—闽西

断块差异隆起区、闽粤东部沿海差异断块隆起区、台湾海峡新生代拗陷带、南海北部大陆架新生代拗陷区和若干次级新构造分区。厂址所在为闽粤东部沿海差异断块隆起区内的东山掀斜差异隆起区。新构造运动以间歇性缓慢上升为主，断块差异性活动较弱。

2.6.2.2 近区域地质特征

厂址近区域内第四系较为发育，分为第四纪残积层、晚更新世龙海组、全新世东山组和长乐组。近区域出露前第四纪地层有前泥盆纪亲营山（岩）组、晚三叠世文宾山岩组、早侏罗世梨山组、晚侏罗世南园组。侵入岩在近区域广泛发育，出露有早侏罗世、晚侏罗世、早白垩世、晚白垩世及第三纪等五期侵入岩，其中以晚侏罗世和早白垩世两期分布最为广泛。

近区域位于粤东—闽东隆起（福建省境内称为闽东火山断拗带）。燕山运动期间，在华力西—印支拗褶基础上，发生大规模断陷、拗陷和火山喷发活动，形成巨厚的中生代堆积，伴随强烈、大规模的岩浆侵入活动，并沿长乐—诏安等巨型构造带发生强烈的动力变质作用。新近纪以来的新构造运动，主要以断裂或断裂控制的断块差异升降活动为特征，间歇性的缓慢上升为总的趋势。

近区域范围位于北东向长乐—诏安构造带和北西向上杭—云霄断裂带交汇部位，因而形成北东为主、北西次之的构造格架。长乐—诏安构造带为一大型左旋走滑断层，是燕山期陆内靠近陆缘造山作用的产物，以大规模的韧性或脆性剪切作用为特征，由一系列高角度韧性断层组成，动力变质作用普遍，不同段落脆性断裂规模及活动性存在差异。近区域范围主要表现为韧性剪切、片理化带特征，脆性断层规模小，断续延伸，活动性较弱。上杭—云霄断裂带的构造性质主要为张性、张扭性断裂，而近区域北西向断层多为压剪性质，断层短促狭窄且分布零散，因此，上杭—云霄断裂带在区内的活动表现微弱。近区域断裂活动性鉴定结果未发现第四纪以来活动断裂。

近区域地质构造特征可概括为：在中生代花岗岩和火山岩基础上，晚侏罗世末期—早白垩世早期发育较大规模的北东向韧性剪切带，伴随构造抬升和应力转换，产生稀疏的小规模北东向、北西向脆性断层。脆性断层多狭窄短促。未发现第四纪以来活动的证据。

近区域海域地震勘查未发现断错新近纪以来沉积物的断点。

2.6.2.3 厂址附近范围地质特征

厂址附近范围以丘陵地形为主，出露地层主要为第四系，次为下侏罗统梨山组，侵入岩分布较广泛，有早侏罗世、晚侏罗世和早白垩世三期侵入岩。

厂址附近范围仅在西北边出露有 2 条北西向断裂，断裂规模较小，分布于燕山晚期花岗岩中，均为前第四纪断裂。厂址附近范围海域断层勘查未发现断错新近纪以来地层的断点。

根据核安全导则 HAD101/01 能动断层鉴定标准，对厂址附近范围能动断层鉴定结果如下：

1) 厂址位于东南沿海地震带内地震活动相对较弱的地区。近区域小震零星分布，仅存在一次定位精度不高的 $5\frac{1}{2}$ 级历史地震，距离厂址约为 10.7km。厂址附加范围没有 Ms1.0 级以上地震记载。

2) 厂址附近范围位于粤东—闽东隆起区，地貌上属于闽东南沿海丘陵地貌区内，新构造运动以掀斜断块运动和继承性断裂活动为基本特征。

3) 厂址附近范围存在的 2 条断裂均为前第四纪断裂。

4) 厂址附近范围不存在发震构造；与厂址距离最近的发震构造为 26km 外的东山外海发震构造体，其最大潜在地震震级为 6.5 级。区域范围内的发震构造与厂址附近范围内的断裂从断层展布、断层规模、断层活动时代来看，均不存在构造联系。

因此，厂址附近范围内不存在能动断层。

2.6.2.4 厂址区工程地质特征

根据厂址区工程地质测绘和钻探成果资料，工程场地上部为第四系地层，包括残积（含残坡积）、冲洪积、海积和人工堆积等。其下为中生代形成的岩石，主要分布早白垩世形成的中粗粒黑云母二长花岗岩和中细粒正长花岗岩、早侏罗世形成的中细粒花岗闪长岩和石英二长岩。此外，厂区出露少量形成于燕山晚期的岩脉。

厂址区断裂构造不发育，构造形态为节理裂隙，分为构造裂隙和风化裂隙两类。构造裂隙为剪裂隙，长度 1.50~20.00m，宽度一般 0.1~2.0cm，多为闭合；风化裂隙在岩体表层较发育，一般向岩体内延伸数米后尖灭。厂址区发育的节理裂隙对核岛地基稳定性和均匀性无影响。

核岛、常规岛等主要建（构）筑物场地处于原始地形相对较高的山地，为挖方区。开挖至基底标高后，核岛地基岩体均为微风化花岗岩，常规岛地基岩体主

要为微风化花岗岩，仅局部地段分布少量中等风化花岗岩，岩性为黑云母二长花岗岩、正长花岗岩和花岗闪长岩等。微风化花岗岩饱和单轴抗压强度标准值大于 117.06MPa，地基承载力特征值大于 23.41MPa，岩体剪切波速值大于 3000m/s；中等风化花岗岩饱和单轴抗压强度标准值大于 21.15MPa，地基承载力特征值大于 4.23MPa，岩体剪切波速值大于 1500m/s。微风化～中等风化岩体结构类型主要为整体块状结构，岩体完整程度主要为完整～较完整，岩体基本质量等级主要为 I 级～II 级。核电厂主厂房区地基岩体是均匀、稳定的，其地基参数满足主要建（构）筑物采用天然地基的要求。对于核电厂其他主要位于风化基岩和第四系回填区上的辅助设施建（构）筑物，可视其结构和荷载要求采用天然地基或人工地基。

厂址区内不存在岩溶、地面塌陷、泥石流、滑坡等地质灾害，不存在可供开采的矿藏，也不存在地下采空区和影响地基稳定的人为工程活动。局部地段存在的小范围危岩和崩塌，范围较小且多位于厂坪标高以上，场地平整时将被挖除，因而危岩和崩塌不会对厂区构成危害。厂区内原始地形较低的沟谷地段（冲沟）在场地平整后将不复存在。

核岛、常规岛等主要建（构）筑物地基均采用岩石地基，不存在地基土液化问题。

厂址区现状自然边坡和岸坡稳定，未来场地平整后形成的人工边坡均不属于核安全相关边坡，采取合理的边坡坡率和相应的工程措施可确保其处于安全稳定的状态。

2.6.3 地震烈度级别和区域稳定性

厂址所在区域为东南沿海地震带粤、闽交界地区段落，地震分布主要集中在大陆沿海陆地和滨海海域，其中又以滨海地带地震活动强度大。滨海海域分布了区域范围内大多数 6 级以上地震。区域内自公元 963 年～2008 年 12 月共记到 $M_s \geq 4.7$ 破坏性地震 57 次，其中 7～7 $\frac{1}{2}$ 级地震 4 次；6.0～6.9 级地震 9 次；5.0～5.9 级地震 32 次；4.7～4.9 级地震 12 次。区域内记到近代小震（ $1.0 \leq M_s \leq 4.6$ ）3818 次。区域范围内历史地震震级最高的为 1604 年福建泉州海外 7 $\frac{1}{2}$ 级地震，距离厂址 185km。历史地震对厂址的最大影响烈度为 VIII 度，来自于 1918 年广东南澎列岛 7.3 级地震，距离厂址 60km。

厂址近区域内地震分布零散，以小震活动为主，在厂址南部相对较多，往内陆地震活动减少。仅有的一次破坏性 5½ 地震位于厂址南铜陵镇附近，距离厂址 10.7km。

厂址半径 5km 范围内没有记录到地震活动，地震活动较弱。

区域范围内共鉴定出 23 条段的发震构造，其中 6.5 级以上高震级发震构造主要分布在台湾海峡和东南沿海陆地第四纪断陷盆地中，内陆地区主要为较低震级发震构造。区域内震级最高的发震构造为 7.5 级，有 5 条，均分布在台湾海峡内。与厂址最近的发震构造为东山外海发震构造体，最大潜在地震 6.5 级，距厂址最近距离 26km。

厂址所在东山隆起地震构造区最大弥散地震为 5.5 级。

根据确定性方法和概率性方法计算结果得到的厂址 SL-2 级设计基准地面运动基岩水平向、竖直向峰值加速度值分别为 0.30g、0.20g。厂址地震基本烈度为 VII 度。

厂址区不存在地震导致的地表断层破裂、砂土液化、软土震陷、地面塌陷、地震滑坡、崩塌等地震地质灾害；也不存在第四纪火山活动、诱发地震、湖涌和地震海啸等地震次生灾害。

根据上述地质构造特征与地震活动性特征，综合判定厂址位于区域地壳较稳定区内。

2.7 环境质量现状

本节根据现有的调查和监测资料,给出漳州核电工程厂址周围辐射环境和非放射性环境质量现状。

2.7.1 环境本底辐射水平

浙江省辐射环境监测站于 2008 年 9 月 19 日至 12 月 10 日开展了第一阶段的辐射本底调查工作,第二阶段的辐射本底调查工作分别于 2008 年 12 月、2009 年 3 月、2009 年 7 月和 2009 年 10 月进行。第一阶段主要采用收集现有资料的方法,并辅以必要的监测手段,初步了解厂址所在地区的 γ 辐射空气吸收剂量率的水平,判断厂址区域是否属于辐射高本底地区或存在异常情况;第二阶段以监测手段为主,较详细地了解在四通一平工程完成前,厂址附近区域核电厂排放的关键放射性核素在各类环境和生物介质中的本底浓度。第一阶段开展了 γ 辐射空气吸收剂量率、土壤、海水的辐射本底水平监测。第二阶段开展了 γ 辐射空气吸收剂量率和 γ 辐射累积剂量、大气和沉降物、湖塘水、井水和饮用水、海水、海底淤泥和海滩沉积物、农畜产品、海产品的辐射本底水平监测。

此外,为满足海域使用论证的要求,中国辐射防护研究院于 2013 年 5 月和 8 月开展了漳州核电厂海洋放射性环境本底的补充调查,对空气中的氡、降水中的 ^{90}Sr 和 ^{37}Cs 、海水、海洋沉积物和海洋生物的放射性核素活度浓度进行了调查。

浙江省辐射环境监测站第一阶段监测方案见表 2.7-1,第二阶段监测方案见表 2.7-2,主要测量方法和测量参数见表 2.7-3 和表 2.7-4。中国辐射防护研究院空气、降水和海洋生物采样点分布见图 2.7-1,海水和海洋沉积物采样点分布见图 2.7-2。

2.7.1.1 γ 辐射水平

1) 瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率

根据近密远疏的原则,以核电厂核岛为中心,在漳州核电厂址半径 15km 陆域区域内的 16 个方位角内布设监测点开展 γ 辐射空气吸收剂量率监测。在人口稀少的山区、林区适当减少监测点位,在厂址所在区域的岵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。第一阶段根据现场实际情况,一共布设 47 个瞬时 γ 辐射

空气吸收剂量率监测点位，第二阶段调查在第一阶段监测点位中，选择 15km 范围内的 20 个点位，开展瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率、 γ 辐射累积剂量的监测，频次为 1 次/季度，共四次；并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。

第一阶段的现场监测于 2008 年 9 月 19 日至 12 月 10 日在福建省云霄县、东山县、漳浦县境内开展。第二阶段的瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率测量分别于 2008 年 12 月、2009 年 3 月、2009 年 7 月和 2009 年 10 月进行，共 5 次。监测期间无雨、雪、冰雹等不利于监测工作的气象条件。

监测结果见表 2.7-5~表 2.7-7，监测点位见图 2.7-3。

由表 2.7-5~表 2.7-7 可见，漳州核电厂址周围 15km 范围内环境陆地 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，标准差为 23.3nGy/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，标准差为 6.3nGy/h。其中第一阶段漳州核电厂址周围 50km 范围内环境陆地 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，标准差为 22.6nGy/h。

其中根据《中国环境天然放射性水平》本底调查结果，福建省原野天然 γ 辐射剂量率范围为(25.9~334.3)nGy/h, 按点均值为 92.6nGy/h, 标准差为 39.4nGy/h；各种类型道路 γ 辐射剂量率范围为 (101.9~129.0) nGy/h。除古雷半岛上古雷和油沃两个点位监测结果偏低外，本次调查结果与 1987 年~1989 年全国环境天然放射性水平本底调查结果处于同一水平。因此在第二阶段工作中，对古雷和油沃两个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位的土壤进行了取样，进行了 γ 核素分析，并在第二阶段中继续对古雷点进行瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率的监测，分析结果见“土壤”监测结果，结果表明古雷和油沃两个点位环境土壤中 γ 核素放射性活度浓度很低，可能是造成 γ 辐射空气剂量率水平低的主要原因。

2) γ 辐射累积剂量

调查范围的半径为 15km，共设 20 个监测点。以核电厂核岛为中心，按照近密远疏的原则布设监测点，与瞬时 γ 辐射空气吸收剂量率第二阶段 20 个监测点位相同， γ 辐射累积剂量监测频次为 1 次/季度，共 4 次。

各监测点位的监测结果见表 2.7-8 和表 2.7-9。由表 2.7-9 可见，厂址周围 15km 范围内各监测点 γ 辐射累积剂量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, 标准差为 18.5nGy/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, 标准差为 17.8nGy/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, 标准差为 18.5nGy/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, 标准差为 20.2nGy/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, 标准差为 18.9nGy/h。

2.7.1.2 空气

1) 碳-14

^{14}C 监测点设置在厂址 5km 范围内的宅后村, 监测频次为 1 次, 监测结果见表 2.7-10。由表 2.7-10 结果可知, 空气中 ^{14}C 的比活度属于环境正常水平。

2) 氡

根据中国辐射防护研究院 2013 年 11 月编制的《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告(评审稿)》, 空气中氡样品于春秋两季各采集 1 次, 共采集了 2 个样品, 采样点为气象站。两次采样测量结果的平均值为 $18.8 \pm 1.6 \text{ mBq/m}^3$ 。具体结果见表 2.7-11。

3) 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, 监测项目为总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs , 监测频次为 1 次/季。各监测点监测结果列于表 2.7-12 和表 2.7-13。

由表 2.7-12 和表 2.7-13 可见, 厂址周围两个监测点气溶胶样品总 α 活度浓度测值范围为(0.02~0.18) mBq/m^3 , 平均值为 0.08 mBq/m^3 ; 总 β 活度浓度测值范围为(0.14~0.91) mBq/m^3 , 平均值为 0.33 mBq/m^3 , ^{90}Sr 活度浓度测值范围为(1.06~2.67) mBq/m^3 , 平均值为 2.12 mBq/m^3 ; ^{137}Cs 活度浓度测值范围为 $<4.5 \times 10^{-3} \text{ mBq/m}^3$; 监测结果未见异常。

4) 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, 监测项目为总 β 、 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs , 监测频次为 1 次/季。各监测点监测结果列于表 2.7-14 和表 2.7-15。

由表 2.7-14 和表 2.7-15 可见, 厂址周围两个监测点沉降物样品总 β 活度浓度测值范围为(0.07~0.48) $\text{Bq/m}^2 \cdot \text{d}$, 平均值为 0.19 $\text{Bq/m}^2 \cdot \text{d}$; ^{90}Sr 活度浓度测值范围为 $(5.63 \times 10^{-3} \sim 8.03 \times 10^{-3}) \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{d}$, 平均值为 $6.85 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{d}$; ^{137}Cs 的活

度浓度均低于探测限；监测结果未见异常。

5 降水

降水监测点设置在厂址 5km 范围内的油车村和宅后村，监测项目为 ^3H ，监测频次为 1 次/季。各监测点监测结果见表 2.7-16。由表可见，两个监测点降水中氚（HTO）活度浓度均小于探测限（1.2Bq/L），监测结果未见异常。

根据中国辐射防护研究院 2013 年 11 月编制的《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告（评审稿）》，降水采集器于 2013 年 5 月和 2013 年 8 月放置在列屿镇城内村进行雨水收集，采样周期为三个月，共采集了 2 个样品，降水的分析项目为 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs ，两次采样测量结果的平均值为 ^{90}Sr ：32.8±5.0mBq/L， ^{137}Cs 低于探测限。具体结果见表 2.7-17。

2.7.1.3 水

本次调查所采集的环境水样包括湖塘水、井水、自来水和海水。第一阶段监测项目为海水中 U、Th、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^3H 及总 α 、总 β 的浓度，监测频次为 1 次；第二阶段监测项目为湖塘水、井水、自来水和海水中 U、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、和 ^3H 的浓度，监测频次为 1 次/半年。

1) 湖塘水、井水和自来水

在厂址周围 5km 范围内的宅后村设置 1 个湖塘水监测点，油车村、宅后村、城外村设置 3 个井水监测点，山前村设置 1 个自来水监测点。监测点位见图 2.7-4，监测结果见表 2.7-18。

由表 2.7-18 可见，厂址周围井水监测点 U 的浓度测值范围为（0.25~1.64） $\mu\text{g/L}$ ，各监测点位平均值为 0.79 $\mu\text{g/L}$ ； ^{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； ^3H 的浓度均小于探测限（1.2Bq/L）。井水中天然铀浓度范围与福建省井水中天然放射性核素浓度中天然铀浓度调查结果的范围基本一致，属于环境正常水平。

湖塘水中 U 的浓度测值范围为（0.48~0.67） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.58 $\mu\text{g/L}$ ； ^{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； ^3H 的浓度小于探测限（1.2Bq/L）。

自来水中 U 的浓度测值范围为（0.06~0.15） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.11 $\mu\text{g/L}$ ； ^{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 ($<0.3\sim0.4$) mBq/L, 平均值为 0.3mBq/L; ^3H 的浓度小于探测限 (1.2Bq/L)。自来水水中天然铀浓度范围与福建省自来水中天然放射性核素浓度中天然铀浓度调查结果的范围基本一致, 属于环境正常水平。

2) 海水

浙江省辐射环境监测站在厂址的取水口、排水口、取排水口混合处及排水口下游设置 4 个海水监测点, 监测海水中 U、Th、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^3H 及总 α 、总 β 的浓度。第一阶段监测结果见表 2.7-19, 第二阶段监测结果见表 2.7-20, 监测点位图见图 2.7-4。

由表 2.7-19 和表 2.7-20 可见, 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一致; 海水中 ^3H 的比活度及总 α 、总 β 水平属于环境正常水平; ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的放射性核素浓度与《2008 年全国辐射环境质量报告书》中我国近岸海域海水中 ^{90}Sr 浓度[(1.5~5.0)mBq/L], ^{137}Cs 浓度[(0.4~9.0)mBq/L]基本一致, 属于环境正常水平。

根据中国辐射防护研究院 2013 年 11 月编制的《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告(评审稿)》, 海水中放射性核素活度浓度分析项目包括: 总铀、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H 、 γ 核素(^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{54}Mn)。海水样品为春秋各采集 1 次, 共采集 2 次, 采集了 54 个海水样品(包括 4 个平行样品), 具体结果见表 2.7-21~表 2.7-23, 其中:

总 U 活度浓度范围 2.66~3.29 $\mu\text{g/L}$, 最低点出现在 2013 年 8 月的 17#采样点, 最高点出现在 2013 年 8 月的 12#采样点, 平均值为 $2.91\pm0.15\mu\text{g/L}$, 该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致;

总 β 活度浓度范围 6.86~14.1Bq/L, 最低点出现在 2013 年 8 月的 18#采样点, 最高点出现在 2013 年 8 月的 20#采样点和 2013 年 5 月的 C4 采样点, 平均值为 $9.64\pm1.60\text{Bq/L}$, 该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致;

^{90}Sr 活度浓度范围 0.57~2.58mBq/L, 最低点出现在 2013 年 8 月 4#采样点平行样品的第二个结果, 最高点出现在 2013 年 8 月的 19#采样点, 平均值为 $1.52\pm0.54\text{mBq/L}$, 该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致;

^3H 活度浓度范围 0.10~0.78Bq/L, 最低点出现在 2013 年 8 月的 9#、10#、12#采样点, 最高点出现在 2013 年 5 月份的 21#采样点, 平均值为 $0.37\pm0.17\text{Bq/L}$,

该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致，均低于 1.2 Bq/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 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{54}Mn ）测量结果均低于探测限。

^{137}Cs 活度浓度范围 1.14~2.53mBq/L，最低点出现在 2013 年 5 月份的 8# 采样点，最高点出现在 2013 年 8 月的 3# 采样点，平均值为 $1.66\pm 0.31\text{mBq/L}$ ，该值略高于浙江省辐射环境监测站的监测结果。

2.7.1.4 土壤、底泥和沉积物

1) 土壤

浙江省辐射环境监测站在厂址 15km 范围内的后江村、顶城村、半山村、油车村、人家村、青径村共设置 6 个土壤监测点，监测土壤中主要的天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 和人工放射性核素（裂变产物） ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及总 α 、总 β 的活度浓度。监测结果见表 2.7-24，监测点位见图 2.7-4。

由表 2.7-24 可见，厂址半径 15km 范围内土壤中的天然放射性核素活度浓度，与《中国环境天然放射性水平》中福建省漳州地区及福建全省土壤中天然放射性核素含量的调查结果基本一致。厂址半径 15km 范围内土壤中的人工放射性核素 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 的活度浓度与《2008 年全国辐射环境质量报告书中》我国土壤中的 ^{137}Cs [0.26~3.80Bq/(kg·干)]、 ^{90}Sr 的浓度[0.22~7.22Bq/(kg·干)]相比，基本一致。

第二阶段中增加了对古雷和油沃两个点位土壤进行了监测，监测结果见表 2.7-24。监测结果表明，古雷和油沃两个点位土壤中天然放射性核素和 ^{137}Cs 活度浓度低于《中国环境天然放射性水平》中福建省漳州地区及福建全省土壤中天然放射性核素含量的调查结果，与两个点位 γ 辐射空气吸收剂量率监测值低于一般水平的结果相符。

2) 底泥和沉积物

浙江省辐射环境监测站在在厂址的取水口、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，与海水监测点保持一致；在取水口和排水口近岸边设置 2 个沉积物监测点。监测土壤中主要的天然放射性核素 ^{238}U 和人工放射性核素（裂变产物） ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的活度浓度。监测结果见表 2.7-25，监测点位见图 2.7-4。

由表 2.7-25 可见，厂址内底泥中的 ^{238}U 活度浓度的测值范围为（28.8~39.0）Bq/(kg·干)，平均值为 35.3 Bq/(kg·干)； ^{90}Sr 活度浓度的测值范围为（0.99~1.2）

Bq/(kg·干), 平均值为 1.1Bq/(kg·干); ^{137}Cs 活度浓度的测值范围为 (0.3~1.0) Bq/(kg·干), 平均值为 0.5Bq/(kg·干)。沉积物中的 ^{238}U 活度浓度的测值范围为 (38.8~41.8) Bq/(kg·干), 平均值为 40.3Bq/(kg·干); ^{90}Sr 活度浓度的测值范围为 (0.90~1.1) Bq/(kg·干), 平均值为 1.0Bq/(kg·干); ^{137}Cs 活度浓度的测值范围为 (0.5~1.5) Bq/(kg·干), 平均值为 1.0Bq/(kg·干)。监测结果未见异常。

根据中国辐射防护研究院 2013 年 11 月编制的《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告(评审稿)》, 海洋沉积物中放射性核素活度浓度分析项目包括: 总铀、总 β 、 ^{90}Sr 、 γ 核素 (^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{54}Mn 及天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K)。海洋沉积物采样为单次, 共采集 17 个样品(包括 2 个平行样), 具体结果见表 2.7-26, 其中:

总 U 活度浓度范围 1.42~5.16 $\mu\text{g/g}$, 最低点出现在 16#采样点, 最高点出现在 22#采样点, 平均值为 $2.81\pm 0.80\mu\text{g/g}$;

总 β 活度浓度范围 677~ $1.47\times 10^3\text{Bq/kg}$, 最低点出现在 16#采样点, 最高点出现在 21#采样点, 平均值为 $(1.04\pm 0.19)\times 10^3\text{Bq/kg}$;

^{90}Sr 活度浓度范围 0.49~2.64Bq/kg, 最低点出现在 22#采样点, 最高点出现在 16#采样点, 平均值为 $1.80\pm 0.60\text{Bq/kg}$, 该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致;

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 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{54}Mn)测量结果均低于探测限;

^{137}Cs 活度浓度范围 $<\text{LLD}$ ~2.25Bq/kg, 最高点出现在 C4 采样点, 平均值为 $1.30\pm 0.66\text{Bq/kg}$, 该值与浙江省辐射环境监测站的监测结果基本一致;

^{226}Ra 活度浓度范围 16.0~44.2Bq/kg, 最低点出现在 16#采样点, 最高点出现在 23#采样点, 平均值为 $34.7\pm 6.3\text{Bq/kg}$;

^{232}Th 活度浓度范围 25.0~72.0Bq/kg, 最低点出现在 16#采样点, 最高点出现在 21#采样点, 平均值为 $56.6\pm 9.7\text{Bq/kg}$;

^{40}K 活度浓度范围 540~ $1.51\times 10^3\text{Bq/kg}$, 最低点出现在 16#采样点, 最高点出现在 21#采样点, 平均值为 $865\pm 281\text{Bq/kg}$ 。

3) 生物

浙江省辐射环境监测站调查所采集的环境生物样品主要为厂址 15km 范围的黄鲷、海蛎、猪肉、松针、大米、白菜和花生。监测人工放射性核素（裂变产物） ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的活度浓度。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岙屿镇、宅后村和油车村进行现场采集。生物样品监测频次为 1 次/年，监测结果见表 2.7-27。

根据中国辐射防护研究院 2013 年 11 月编制的《漳州核电厂可行性研究阶段海洋放射性环境本底调查总结报告（评审稿）》，海洋生物中放射性核素活度浓度，采集的品种包括藻类、贝类、甲壳类和鱼类，分析的项目包括：总铀、总 β 、 ^{90}Sr 、 γ 核素（ ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{131}I 、 ^{54}Mn 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K ）。海洋生物样品已采集了全部 22 个样品。其中：藻类样品采集海带和龙须菜，采样频次为 1 次，海带样品采集 1 个平行样品，共采集了 3 个样品，采样点为列屿渔港码头；贝类样品采集牡蛎、菲律宾帘蛤和紫壳菜蛤，春季和秋季各采集 1 次，牡蛎样品春季采集 1 个平行样品，共采集了 7 个样品，采样点为列屿渔港码头；甲壳类样品采集螃蟹和虾，春季和秋季各采集 1 次，螃蟹样品春季采集 1 个平行样品，共采集了 5 个样品，采样点为列屿渔港码头；鱼类样品采集日本真鲈、银鲳和鲻鱼，春季和秋季各采集 1 次，日本真鲈样品春季采集 1 个平行样品，共采集了 4 个样品，采样点为列屿渔港码头。

海洋生物测量结果具体见表 2.7-28~表 2.7-29，其中：

总 U：日本真鲈最低，测量结果均值为 $3.03 \pm 0.79 \mu\text{g/kg}$ （鲜样）。紫壳菜蛤最高，测量结果均值为 $71.5 \pm 20.2 \mu\text{g/kg}$ （鲜样）；

总 β ：虾最低，测量结果均值为 $32.8 \pm 14.8 \text{Bq/kg}$ （鲜样）。海带最高，测量结果均值为 $169 \pm 11 \text{Bq/kg}$ （鲜样）；

^{90}Sr ：日本真鲈最低，测量结果均值为 $0.058 \pm 0.030 \text{Bq/kg}$ （鲜样）。紫壳菜蛤最高，测量结果为 $1.14 \pm 0.40 \text{Bq/kg}$ （鲜样）。

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 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ）测量结果均低于探测限。

^{40}K ：虾最低，测量结果均值为 $25.3 \pm 9.2 \text{Bq/kg}$ （鲜样）。海带最高，测量结果均值为 $136 \pm 3 \text{Bq/kg}$ （鲜样）；

^{226}Ra ：紫壳菜蛤最高，测量结果均值为 $0.69 \pm 0.13 \text{Bq/kg}$ （鲜样）；

^{137}Cs : 海带最高, 测量结果均值为 $0.13\pm 0.01\text{Bq/kg}$ (鲜样);

灰鲜比结果中, 海带最低, 测量结果均值为 $(1.59\pm 0.04)\times 10^{-2}$ 。螃蟹最高, 测量结果均值为 $(4.06\pm 0.42)\times 10^{-2}$ 。

2.7.2 大气环境

苏州大学卫生与环境技术研究所在厂址区域开展了 2 次环境空气背景值监测。第一次监测的时间为 2013 年 9 月 9 日至 2013 年 9 月 15 日, 分别在 1 号反应堆所在位置、主导风向的上风向 (厂址东北界)、主导风向的下风向 (厂址西南界) 及垂直于主导风向的厂址东南界和厂址西北界各布设一个监测点位, 共 5 个监测点, 监测时间 1 周, 每天监测 1 次, 监测项目包括二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物 (NO_x)、一氧化碳 (CO), 监测方案见表 2.7-30, 环境空气监测布点见表 2.7-31, 监测点位示意图见图 2.7-5, 2014 年 3 月 11 日, 苏州大学卫生与环境技术研究所在厂址区域开展了补充监测, 监测项目为颗粒物 (TSP 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$), 监测点位同第一次, 两次监测结果见表 2.7-32。

由表 2.7-32 可见, 5 个监测点连续 7 天测量均未测得一氧化碳 (CO), 采集的二氧化硫 (SO_2) 及氮氧化物 (NO_x) 均小于检出限, 总悬浮颗粒物 (TSP) 的日均浓度值最大为 $89.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, 可吸入颗粒物 (PM_{10}) 的日均浓度值最大为 $30.2\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5}$ 的日均浓度值最大为 $16.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由于《环境空气质量标准》(GB3095-1996, 2000 年修订) 中未给出 $\text{PM}_{2.5}$ 的日均浓度标准, 因此, 厂址区域的环境空气背景监测项目中, 除 $\text{PM}_{2.5}$ 外, 监测结果均能满足《环境空气质量标准》(GB3095-1996, 2000 年修订) 一级标准值, 同时, 所有的监测结果也能满足将要执行的标准《环境空气质量标准》(GB3095-2012, 2016 年 1 月 1 日起全国实施) 中的一级标准。

2.7.3 电磁辐射

苏州大学卫生与环境技术研究所于 2013 年对厂址周围区域的电磁辐射环境进行了监测。2013 年厂址边界 5km 范围内的主要电磁辐射污染源共有 13 个, 为移动通信基站和变电站。在核电厂址半径 5 公里范围内选取了 15 个常规测量点和 13 个电磁辐射源, 监测方案见表 2.7-30, 电磁辐射源监测点位布设见表 2.7-33 和图 2.7-6, 常规测量点的监测点位布设见表 2.7-34 和图 2.7-7。测量项目包括微

波功率、地面工频电磁场和离地 1.5m 处的电场强度垂直分量、磁场强度垂直分量和水平分量、高频电场和无线电干扰水平。

电磁辐射监测结果见表 2.7-35~表 2.7-40，由表 2.7-35~表 2.7-36 可知，核电厂厂址周围工频电场强度和磁感应强度远低于《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T 24-1998）中推荐的居民区工频电场评价标准（4kV/m）和对公众全天辐射时磁感应强度评价标准（0.1mT），属于正常环境水平。

由表 2.7-37~表 2.7-38 可知，核电厂厂址周围的射频电场强度远低于《电磁辐射防护规定》（GB 8702-88）中规定的有关公众照射的电磁辐射防护导出值 12V/m（频率范围 30~3000MHz），同时也比单个项目公众照射的评价标准值（5.4V/m）低得多，属于正常环境水平。

由表 2.7-39~表 2.7-40 可知，山内村和城内村的无线电干扰水平出现了超过《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB 15707-1995）中“在距输电线路边相导线投影 20m 距离处、测试频率为 0.5MHz 的晴天条件下允许值不大于 55dB（ $\mu\text{V/m}$ ）”的无线电干扰限值，分别为 58.2 dB（ $\mu\text{V/m}$ ）和 58.79 dB（ $\mu\text{V/m}$ ），其他测点的无线电干扰水平均符合标准要求。

2.7.4 环境噪声

苏州大学卫生与环境技术研究所于 2013 年对厂址附近区域开展环境噪声水平监测。环境噪声监测范围为厂址半径 5km 范围内的区域。测量时间选定为：分别在昼间和夜间进行测量，昼间测量时段为 8:00~18:00，夜间测量时段为 22:00~次日 6:00。对于选定的定点测量点，进行 24h 连续测量。测量在无雨雪、无雷电天气，风速 5m/s 以下时进行。测量仪器为 AWA6228-6 声级计。

1) 厂界噪声

厂址区域噪声测量点位置见表 2.7-41，厂址区域噪声测量布点图见图 2.7-8。

厂址厂界噪声测量结果见表 2.7-42，由表 2.7-42 可见，由于受到虫叫、机器运作、船鸣马达声的干扰，大部分监测点位的结果均偏高（昼间最高为 57.7dB（A）、夜间最高为 54.1dB（A）），超过了《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 1 类标准（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））。

2) 陆域环境噪声

厂址半径 5km 范围内环境噪声测量点位置见表 2.7-43，厂址半径 5km 范围内陆域环境噪声测量布点图见图 2.7-9。

厂址半径 5km 范围内陆域环境噪声测量结果见表 2.7-44，由表 2.7-44 可见，核电厂厂区边界周围、拟建厂区的生活区和办公区的昼间噪声范围为(44.6~57.7) dB，夜间噪声范围为(46.2~54.1) dB；由表 2.7-44 可知，厂址附近关键居民点的昼间噪声范围为(48.7~55.9) dB，夜间噪声范围为(43.4~55.5) dB，昼间个别点位由于人为活动、虫鸣鸟叫声等引起监测结果偏高，由于测量正处于夏秋之际夜间多数点位虫鸣声较响，故引起监测结果偏高，其余各监测点位昼、夜噪声均低于《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中规定环境噪声限值的 1 类标准中规定的昼间 55dB，夜间 45dB 要求。

由表 2.7-44 可知，工农渔业生产点的昼间噪声范围为 47.7~62.9dB (A)，夜间噪声范围为(50.2~52.5) dB，各监测点位昼、夜噪声均低于《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中规定环境噪声限值的 3 类标准中规定的昼间 65dB，夜间 55dB 要求。

由表 2.7-44 可知，主要公路边及港口附近的昼间噪声范围为 44.2~72.9dB (A)，夜间噪声范围为 44.2~62.2dB (A)，昼间个别公路由于车流量大且大多都为工程车引起监测结果偏高，夜间个别点位附近虫鸣声较响引起监测结果偏高，其余各监测点位昼、夜噪声均低于《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中规定环境噪声限值的 4a 类标准中规定的昼间 70dB，夜间 55dB 要求。

3) 定点噪声

定点噪声测量点设在厂址 1 号反应堆所在地，定点噪声测量结果见表 2.7-45，定点噪声昼夜变化图见图 2.7-10。由表 2.7-45 可见，定点噪声测量点的环境噪声等效声级在 48.1~51.2dB (A) 之间变化，昼间和夜间变化不大。

综上所述，厂址周围不存在强噪声污染源。

2.7.5 地表水

苏州大学卫生与环境技术研究所于 2013 年 9 月 13 日至 2013 年 9 月 15 日对厂址所在区域的峰头水库和漳江汇水口的地表水进行监测，其中峰头水库作为漳州核电工程的淡水水源。峰头水库的监测点坐标为北纬 24° 3'19.38"，东经 117°19'58.74"，漳江汇水口的监测点坐标为北纬 23°55'22.98"，东经 117°16'30.54"。

监测结果见表 2.7-46~表 2.7-47。

峰头水库中的挥发酚、氰化物、砷、六价铬、石油类的监测值均小于检出限，PH 值符合《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中规定的 pH 值 6~9 的标准，溶解氧为 10.1~10.7mg/L，能够达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≥ 7.5 mg/L）；高锰酸盐指数为 2.72~2.85mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 II 类标准（ ≤ 4 mg/L）；五日生化需氧量为 4.1~4.9mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准（ ≤ 6 mg/L）；化学需氧量为 13.3~14.9mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≤ 15 mg/L）；总氮为 3.23~3.42mg/L，已经超过了《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准（ ≤ 2.0 mg/L）；汞的最大值为 2.27×10^{-5} mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ $\leq 5.0 \times 10^{-5}$ mg/L）；总磷最大值为 0.02mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 II 类标准（ ≤ 0.025 mg/L）；总悬浮颗粒物为 11~13mg/L，《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中无相应的标准值。

由表 2.7-47 可知，漳江汇水口的挥发酚、氰化物、砷、六价铬、石油类的监测值均小于检出限，pH 值（最高 9.21）略微高于《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中规定的 pH 值 6~9 的标准，溶解氧为 16.9~17.4mg/L，能够达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≥ 7.5 mg/L）；高锰酸盐指数为 1.67~1.79mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≤ 2 mg/L）；五日生化需氧量为 2.3~2.9mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≤ 3 mg/L）；化学需氧量为 8.44~9.68mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≤ 15 mg/L）；总氮为 0.25~0.37mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 II 类标准（ ≤ 0.5 mg/L）；汞的最大值为 4.24×10^{-5} mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ $\leq 5.0 \times 10^{-5}$ mg/L）；总磷最大值为 0.01mg/L，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 I 类标准（ ≤ 0.01 mg/L）；总悬浮颗粒物为 9~11mg/L，《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中无相应的标准值。

由监测结果可知，峰头水库中除总氮的监测结果超标较多外，其他指标的监测结果均较好。漳江汇水口的水质监测结果较好。

2.7.6 地下水

苏州大学卫生与环境技术研究所对厂址区域的地下水开展了 2 次取样监测，第一次监测在 2013 年 9 月，共布设 7 个地下水监测点，均为民井，分别为厂址西面崧屿镇的城内村和顶城村；厂址西北面的半山村、南山村和油车村；及厂址北面的人家村和后安村。目前这些民井的均非生活饮用水，其主要用途为日常清洗和浇灌用水。地下水主要监测了 pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、大肠菌数等项目。监测点位见表 2.7-48 和图 2.7-11。监测结果见表 2.7-49~表 2.7-51。

由表 2.7-49~表 2.7-51 可知，地下水的 7 个测点中亚硝酸盐、挥发酚、氰化物、砷、六价铬、铅、镉的监测值均小于检出限。7 个测点的地下水 pH 值位于 7.12~8.12，符合 GB/T 14848-93 中 I~III 类标准；油车村的氨氮含量符合 V 类标准，考虑是由于采样水井较表浅容易受到污染所致，其他测点均符合 III 类标准；所有 7 个测点的硝酸盐含量符合 V 类标准，考虑为这些浅井水受到了农业化肥的污染影响；各测点的汞含量均符合 III 类标准；后安村的地下水总硬度符合 V 类标准，其余测点均符合 III 类标准；各测点的氟化物含量均符合 III 类标准；各测点的铁含量均符合 III 类标准；各测点的锰含量均符合 IV 类标准；各测点溶解性总固体的含量均符合 IV 类标准；各测点高锰酸钾指数的含量均符合 IV 类标准；各测点的硫酸盐含量均符合 III 类标准；后安村的氯化物含量能达到 V 类标准要求，其余测点均可达到 III 类标准；各测点大肠菌数含量均符合 IV 类标准。

从 7 个测点的地下水监测结果可以看出，厂址附近村庄非生活饮用水的民井，其水质普遍较差，已受到地表水体的污染。

2014 年 3 月 11 日，苏州大学卫生与环境技术研究所在南山村的饮用水井（厂址办公生活区用水井）进行了补充取样，监测项目包括：硝酸盐、氟化物、铁、锰、高锰酸盐指数、氨氮、硫酸盐、氯化物，监测结果见表 2.7-52，由表 2.7-52 可见，除了氯化物属于《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）中 II 类地下水标准，其余项目均属于 I 类地下水标准。

表 2.7-1 漳州核电厂环境辐射本底概况初步调查第一阶段监测方案

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 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、总 α 、 总 β 、 ^3H	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 2.7-2 漳州核电厂环境辐射本底概况初步调查第二阶段监测方案

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		^3H	1 次/季	2	2	10
5	海 水		^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、U、 ^3H	1 次/半年	4	2	10
6	自来水、湖塘水、井水		^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、U、 ^3H	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
		蛭	^{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 2.7-3(1/3) 测量方法和仪器汇总

项 目	监测对象	分 析 方 法	测量仪器
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-乙基己基) 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-乙基己基) 磷酸酯萃取色层法》 (GB11222.1-89)	

表 2.7-3(2/3) 测量方法和仪器汇总

项 目	监测对象	分 析 方 法	测量仪器
^{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
^3H	水	《水中氚的分析方法》 (GB12375-90)	LKB-1220 Quantulus 低本底液闪谱仪
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)	ORTET 公司 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)	

表 2.7-3(3/3) 测量方法和仪器汇总

项 目	测 量 方 法	仪器名称	量程范围	稳定性
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	能量范围: $10^{-8}\text{Gy/h} \sim 10^{-2}\text{Gy/h}$	$\leq \pm 5\%$

表 2.7-4 主要测量参数汇总（放化部分）

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
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 2.7-5(1/3) 厂址周围 50km 范围内 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

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

表 2.7-5(2/3) 厂址周围 50km 范围内 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点位 编号	点位描述	测量值	
		均值	标准差
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
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

表 2.7-5(3/3) 厂址周围 50km 范围内 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点位 编号	点位描述	测量值	
		均值	标准差
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 2.7-6 厂址周围 15km 范围内道路 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

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 2.7-7(1/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点位 编号	点位描述	测量值（nGy/h）								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

表 2.7-7(2/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点位 编号	点位描述	测量值（nGy/h）								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			
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
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 2.7-8(1/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射累积剂量监测结果

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

表 2.7-8(2/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射累积剂量监测结果

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
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
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

表 2.7-9(1/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果

点位 编号	点位描述	测量值（nGy/h）												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	102	2	86.6	89.5	4.1	103	103	0	101	101	1	89.5~103	99.1	6.4
		104			92.4			104			102					
2	宅后	---	---	---	90.0	88.8	1.7	102	100	3	105	106	3	88.8~106	98.4	8.9
		---			87.6			98.2			108					
3	油车	109	112	5	115	113	2	123	121	2	117	117	---	112~121	116	4
		116			112			120			---					
4	南山	94.4	94.3	0.2	89	89.3	0.6	96.6	94.5	3.0	99.0	96.5	3.6	89.3~96.5	93.6	3.0
		94.2			90			92.4			93.9					
5	顶城	104	106	2	103	104	1	---	104	---	102	101	0	101~106	104	2
		107			105			104			101					
6	礁美	78.5	78.5	0.0	---	80.6	---	81.5	83.8	3.3	82.5	79.6	4.0	78.5~84	80.6	2.3
		78.4			80.6			86.1			76.8					
7	竹港	88.5	90.8	3.3	92	93.4	2.5	76.4	79.0	3.7	80.4	82.8	3.5	79.0~93.4	86.5	6.7
		93.1			95			81.5			85.3					
8	下径	122	122	0	120	120	---	117	123	9	---	115	---	115~123	120	4
		122			---			129			115					
9	东崎	90.2	87.2	4.1	87.6	87.0	0.9	93.7	96.5	4.0	92.6	93.2	0.8	87.0~96.5	91.0	4.7
		84.3			86.3			99.3			93.8					
10	美山（康美）	---	---	---	57.4	58.0	0.8	67.1	63.8	4.6	64.2	65.3	1.5	58.0~65.3	62.4	3.9
		---			58.5			60.6			66.4					

表 2.7-9(2/2) 厂址周围 15km 范围内 γ 辐射累积剂量按小时平均测量结果

点位 编号	点位描述	测量值（nGy/h）												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			
11	漳塘	65.7	64.4	1.9	62.3	62.1	0.3	57.1	63.1	8.4	61.2	62.9	2.4	62.1~64.4	63.1	0.9
		63.0			61.9			69.0			64.6					
12	杏陈	78.9	80.5	2.2	63.5	66.9	4.9	79.2	76.0	4.6	85.7	85.7	---	66.9~85.7	77.3	8.0
		82.0			70.4			72.8			---					
13	常山	90.1	88.7	2.1	83.3	83.9	0.9	92.5	89.0	5.0	91.4	89.0	3.4	83.9~89.0	87.6	2.5
		87.2			84.5			85.4			86.5					
14	下云	75.5	79.5	5.6	94.8	93.7	1.5	---	97.5	---	88.9	86.4	3.5	79.5~97.5	89.3	8.0
		83.4			92.6			97.5			84.0					
15	竹塔	86.7	86.7	---	82.5	84.2	2.4	86.7	86.7	0.0	85.5	88.4	4.1	84.2~88.4	86.5	1.7
		---			85.9			86.7			91.3					
16	下寨	---	80.5	---	91.8	88.1	5.2	91.8	91.8		---	91.1	---	80.5~91.8	87.9	5.2
		80.5			84.4			---			91.1					
17	沙西	90.0	90.3	0.4	94.8	93.7	1.4	93.9	91.7	3.1	94.9	96.0	1.6	90.3~96.0	92.9	2.5
		90.6			92.7			89.5			97.2					
18	港口	62.8	63.8	1.3	63.6	63.0	0.9	59.0	61.8	3.9	60.9	66.2	7.5	61.8~66.2	63.7	1.9
		64.7			62.4			64.6			71.5					
19	古雷	47.6	47.6	0.1	44.8	43.4	1.9	39.9	39.3	0.9	33.9	36.6	3.8	36.6~47.6	41.7	4.9
		47.7			42.1			38.6			39.3					
20	岱仔	79.7	79.7	---	85.3	84.4	1.3	99.9	95.9	5.7	87.1	88.8	2.5	79.7~95.9	87.2	6.9
		---			83.5			91.8			90.6					
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	---

表 2.7-10 空气中碳-14 比活度

点 位	样品名称	活度 (Bq/g·C)
宅 后	$^{14}\text{CO}_2$	0.19±0.13

表 2.7-11 空气氡测量结果

样品编号	采样时间	采样体积 (m^3)	^3H (mBq/m^3)
ZZLQH130501	2013 年 5 月	13.8	17.6±1.4
ZZLQH130801	2013 年 8 月	14.5	19.9±1.8
平均值		14.2	18.8±1.6

表 2.7-12 油车村气溶胶样品放射性活度浓度

单位: mBq/m³

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±0.04)×10 ⁻²	<4.1×10 ⁻³
2009.1	9907	0.13±0.01	0.28±0.01	(2.41±0.05)×10 ⁻²	<4.3×10 ⁻³
2009.2	9778	0.06±0.01	0.17±0.01	(2.24±0.04)×10 ⁻²	<4.4×10 ⁻³
2009.3	9667	0.08±0.01	0.36±0.01	(1.99±0.04)×10 ⁻²	<4.5×10 ⁻³
2009.4	10704	0.08±0.01	0.23±0.01	(1.13±0.04)×10 ⁻²	<4.0×10 ⁻³
2009.5	10268	0.05±0.01	0.40±0.02	(2.25±0.07)×10 ⁻²	<4.2×10 ⁻³
2009.6	10391	0.04±0.01	0.14±0.01	(2.18±0.03)×10 ⁻²	<4.1×10 ⁻³
2009.7	10711	0.04±0.01	0.20±0.01	(1.81±0.04)×10 ⁻²	<4.0×10 ⁻³
2009.8	10701	0.07±0.01	0.25±0.01	(2.22±0.04)×10 ⁻²	<4.0×10 ⁻³
2009.9	10748	0.09±0.01	0.42±0.01	(2.47±0.03)×10 ⁻²	<4.0×10 ⁻³
2009.10	10945	0.13±0.01	0.87±0.01	(2.27±0.03)×10 ⁻²	<3.9×10 ⁻³
2009.11	11161	0.08±0.01	0.45±0.01	(2.45±0.03)×10 ⁻²	<3.9×10 ⁻³
测值范围		0.04~0.13	0.14~0.87	1.13~2.47	---
平均值		0.08	0.34	2.12	---
标准差		0.03	0.20	0.37	---

表 2.7-13 宅后村气溶胶样品放射性活度浓度

单位: mBq/m³

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	
平均值		0.08	0.33	2.12	
标准差		0.04	0.23	0.43	

表 2.7-14 油车村沉降物样品放射性活度浓度

单位: Bq/m²·d

采样时间	总 β	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
2009.1.15	0.14±0.01	$(7.10\pm0.52) \times 10^{-3}$	$<2.1 \times 10^{-3}$
2009.2.19	0.13±0.01		
2009.3.27	0.29±0.01		
2009.4.25	0.34±0.01	$(7.37\pm0.80) \times 10^{-3}$	$<2.1 \times 10^{-3}$
2009.5.24	0.35±0.01		
2009.6.28	0.17±0.01		
2009.7.29	0.07±0.01	$(8.03\pm0.31) \times 10^{-3}$	$<2.2 \times 10^{-3}$
2009.8.26	0.29±0.01		
2009.9.28	0.25±0.01		
2009.10.29	0.20±0.01	$(7.95\pm0.37) \times 10^{-3}$	$<1.9 \times 10^{-3}$
2009.11.28	0.24±0.01		
2010.1.13	0.08±0.01		
测值范围	0.07~0.35	$7.10 \times 10^{-3} \sim 8.03 \times 10^{-3}$	---
平均值	0.21	7.61×10^{-3}	---
标准差	0.10	0.45×10^{-3}	---

表 2.7-15 宅后村沉降物样品放射性活度浓度

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 2.7-16 漳州核电厂址周围环境降水中氡活度浓度

单位：Bq/L

采样时间 采样地点	2008.12~ 2009.3	2009.3~ 2009.6	2009.6~ 2009.9	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 2.7-17 降水测量结果

样品编号	采样时间	⁹⁰ Sr (mBq/L)	¹³⁷ Cs (mBq/L)
ZZLJS130501	2013 年 5 月~7 月	29.2±0.3	<1.9
ZZLJS130801	2013 年 8 月~10 月	36.3±0.3	<1.8
平均值		32.8±5.0	<LLD

表 2.7-18 漳州核电厂址周围环境湖塘水、井水和自来水中放射性核素浓度

监测项目	监测点位	采样时间	U ($\mu\text{g/L}$)	^{90}Sr (mBq/L)	^{137}Cs (mBq/L)	^3H (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	$<0.05\sim 10.0$	---	---	---
		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	$<0.3\sim 0.4$	<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	$<0.05\sim 0.58$	---	---	
		平均值	0.15	---	---	

表 2.7-19 漳州核电厂址海域海水中放射性核素浓度第一阶段监测结果

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
取水口海水	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
排水口海水	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	0.15~0.19	4.81~4.90	10.9~11.1	0.6~0.9	2.1~2.4	<2	9.3~10	<1.2
	2.01±0.08	0.18±0.02	4.85±0.04	11.0±0.1	0.8±0.1	2.3±0.1		9.7±0.4	
(福建省) 范围 按点均值±标准差	1.87~2.50	0.04~0.41	1.6~10.8	10.6~14.0	---	---	---	---	---
	2.20±0.21	0.23±0.14	3.8±4.0	12.2±1.3					

表 2.7-20 漳州核电厂址海域海水中放射性核素浓度第二阶段监测结果

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 2.7-21 海水样品测量结果

样品编号	采样日期	点位名称	总 U ($\mu\text{g/L}$)	总 β (Bq/L)	^{90}Sr (mBq/L)	^3H (Bq/L)	^{58}Co (mBq/L)	^{60}Co (mBq/L)	^{137}Cs (mBq/L)	$^{110\text{m}}\text{Ag}$ (mBq/L)	^{54}Mn (mBq/L)
ZZHHS130501	2013.05	1	3.02 $\pm$ 0.06	8.96 $\pm$ 0.53	1.36 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.07	<0.74	<0.87	2.22 $\pm$ 0.28	<1.2	<0.81
ZZHHS130801	2013.08	1	2.79 $\pm$ 0.10	8.36 $\pm$ 0.43	1.30 $\pm$ 0.06	0.24 $\pm$ 0.07	<0.94	<1.2	1.54 $\pm$ 0.33	<1.4	<0.98
ZZHHS130502	2013.05	2	2.79 $\pm$ 0.05	8.25 $\pm$ 0.45	0.99 $\pm$ 0.06	0.43 $\pm$ 0.07	<0.81	<0.99	1.55 $\pm$ 0.27	<1.3	<0.82
ZZHHS130802	2013.08	2	3.02 $\pm$ 0.03	10.5 $\pm$ 0.6	1.53 $\pm$ 0.06	0.27 $\pm$ 0.07	<0.93	<1.1	2.00 $\pm$ 0.30	<1.3	<0.96
ZZHHS130503	2013.05	3	3.13 $\pm$ 0.05	9.17 $\pm$ 0.42	0.92 $\pm$ 0.06	0.28 $\pm$ 0.07	<0.72	<0.86	1.25 $\pm$ 0.30	<1.1	<0.78
ZZHHS130803	2013.08	3	2.79 $\pm$ 0.07	9.45 $\pm$ 0.46	2.45 $\pm$ 0.07	0.24 $\pm$ 0.07	<0.87	<1.1	2.53 $\pm$ 0.97	<1.3	<0.99
ZZHHS130504-1	2013.05	4	3.09 $\pm$ 0.02	10.5 $\pm$ 0.5	2.37 $\pm$ 0.08	0.41 $\pm$ 0.07	<0.79	<0.81	1.40 $\pm$ 0.24	<1.2	<0.82
ZZHHS130504-2	2013.05	4	3.03 $\pm$ 0.02	13.0 $\pm$ 0.6	0.81 $\pm$ 0.08	0.35 $\pm$ 0.07	<0.71	<0.82	1.40 $\pm$ 0.27	<1.3	<0.80
ZZHHS130804-1	2013.08	4	3.13 $\pm$ 0.03	11.4 $\pm$ 0.7	1.13 $\pm$ 0.06	0.24 $\pm$ 0.07	<0.91	<1.1	1.84 $\pm$ 0.20	<1.5	<0.90
ZZHHS130804-2	2013.08	4	2.93 $\pm$ 0.03	9.46 $\pm$ 0.60	0.57 $\pm$ 0.07	0.22 $\pm$ 0.07	<0.83	<1.0	1.59 $\pm$ 0.31	<1.3	<0.93
ZZHHS130505	2013.05	5	2.96 $\pm$ 0.03	9.43 $\pm$ 0.49	1.88 $\pm$ 0.10	0.42 $\pm$ 0.07	<0.75	<0.90	1.47 $\pm$ 0.28	<1.2	<0.82
ZZHHS130805	2013.08	5	3.08 $\pm$ 0.02	10.0 $\pm$ 0.7	1.88 $\pm$ 0.07	0.11 $\pm$ 0.07	<0.85	<1.1	1.68 $\pm$ 0.34	<1.4	<0.91
ZZHHS130506-1	2013.05	6	3.06 $\pm$ 0.09	8.88 $\pm$ 0.47	1.73 $\pm$ 0.08	0.36 $\pm$ 0.07	<0.80	<0.92	1.47 $\pm$ 0.26	<1.2	<0.83
ZZHHS130506-2	2013.05	6	3.00 $\pm$ 0.08	8.29 $\pm$ 0.53	1.24 $\pm$ 0.06	0.44 $\pm$ 0.07	<0.89	<1.1	1.42 $\pm$ 0.25	<1.3	<0.88
ZZHHS130806-1	2013.08	6	2.67 $\pm$ 0.03	8.97 $\pm$ 0.46	1.25 $\pm$ 0.06	0.32 $\pm$ 0.07	<0.86	<1.1	1.58 $\pm$ 0.29	<1.4	<0.91

样品编号	采样日期	点位名称	总 U (μg/L)	总 β (Bq/L)	⁹⁰ Sr (mBq/L)	³ H (Bq/L)	⁵⁸ Co (mBq/L)	⁶⁰ Co (mBq/L)	¹³⁷ Cs (mBq/L)	^{110m} Ag (mBq/L)	⁵⁴ Mn (mBq/L)
ZZHHS130806-2	2013.08	6	2.74±0.07	8.27±0.46	0.90±0.06	0.34±0.07	<0.88	<1.2	1.48±0.30	<1.4	<1.0
ZZHHS130507	2013.05	7	2.97±0.06	11.2±0.6	2.47±0.09	0.75±0.08	<0.83	<1.0	1.21±0.22	<1.2	<0.84
ZZHHS130807	2013.08	7	2.74±0.04	9.79±0.58	1.13±0.06	0.32±0.07	<0.82	<1.1	1.77±0.31	<1.3	<0.88
ZZHHS130508	2013.05	8	2.71±0.04	8.25±0.47	1.46±0.08	0.25±0.07	<0.83	<1.1	1.14±0.27	<1.3	<0.88
ZZHHS130808	2013.08	8	2.72±0.04	7.32±0.33	0.70±0.06	0.22±0.07	<0.85	<1.1	1.57±0.32	<1.3	<0.98
ZZHHS130509	2013.05	9	2.93±0.02	8.29±0.53	2.33±0.07	0.34±0.07	<0.85	<1.1	1.59±0.29	<1.3	<0.87
ZZHHS130809	2013.08	9	2.75±0.02	7.77±0.31	2.34±0.10	0.10±0.07	<0.87	<1.1	1.63±0.29	<1.4	<0.92
ZZHHS130510	2013.05	10	2.84±0.13	9.78±0.58	1.04±0.06	0.40±0.07	<0.82	<1.0	1.15±0.23	<1.2	<0.82
ZZHHS130810	2013.08	10	2.76±0.04	9.30±0.31	1.93±0.11	0.10±0.07	<0.90	<1.1	1.70±0.31	<1.4	<0.96
ZZHHS130511	2013.05	11	2.87±0.05	8.25±0.54	1.32±0.08	0.37±0.07	<0.84	<1.1	1.28±0.32	<1.3	<0.91
ZZHHS130811	2013.08	11	2.77±0.05	11.2±0.4	1.63±0.07	0.22±0.07	<0.90	<1.0	2.01±0.34	<1.4	<0.94
ZZHHS130512	2013.05	12	2.80±0.03	8.85±0.48	1.19±0.07	0.36±0.07	<0.80	<1.0	1.24±0.25	<1.2	<0.88
ZZHHS130812	2013.08	12	3.29±0.03	8.43±0.38	1.05±0.10	0.10±0.07	<0.87	<1.1	2.31±0.33	<1.5	<0.98
ZZHHS130513	2013.05	13	2.88±0.08	9.11±0.38	1.33±0.08	0.41±0.07	<0.81	<0.99	1.21±0.28	<1.3	<0.90
ZZHHS130813	2013.08	13	2.76±0.04	7.14±0.28	1.22±0.10	0.15±0.07	<0.85	<1.1	1.72±0.32	<1.4	<0.97
ZZHHS130514	2013.05	14	2.91±0.03	10.2±0.6	0.86±0.06	0.37±0.07	<0.80	<1.1	1.27±0.23	<1.3	<0.91

样品编号	采样日期	点位名称	总 U (μg/L)	总 β (Bq/L)	⁹⁰ Sr (mBq/L)	³ H (Bq/L)	⁵⁸ Co (mBq/L)	⁶⁰ Co (mBq/L)	¹³⁷ Cs (mBq/L)	^{110m} Ag (mBq/L)	⁵⁴ Mn (mBq/L)
ZZHHS130814	2013.08	14	2.78±0.05	7.56±0.29	2.34±0.07	0.14±0.07	<0.87	<1.1	1.78±0.33	<1.4	<0.92
ZZHHS130515	2013.05	15	2.81±0.03	8.33±0.62	1.04±0.06	0.40±0.07	<0.83	<1.1	2.12±0.27	<1.3	<0.88
ZZHHS130815	2013.08	15	2.87±0.08	9.00±0.35	1.02±0.06	0.20±0.07	<0.89	<1.1	1.70±0.31	<1.4	<0.92
ZZHHS130516	2013.05	16	2.71±0.05	12.6±0.7	0.58±0.06	0.28±0.07	<0.79	<1.0	1.54±0.27	<1.2	<0.80
ZZHHS130816	2013.08	16	2.96±0.04	10.3±0.4	1.66±0.06	0.20±0.07	<0.89	<1.1	1.77±0.32	<1.3	<0.96
ZZHHS130517	2013.05	17	2.99±0.07	9.88±0.58	1.00±0.06	0.71±0.08	<0.81	<1.1	1.56±0.25	<1.3	<0.80
ZZHHS130817	2013.08	17	2.66±0.04	7.19±0.47	1.91±0.07	0.20±0.07	<0.83	<1.1	1.78±0.27	<1.4	<0.98
ZZHHS130518	2013.05	18	2.88±0.03	10.6±0.7	2.12±0.08	0.68±0.08	<0.82	<1.1	1.70±0.28	<1.2	<0.86
ZZHHS130818	2013.08	18	2.74±0.04	6.86±0.38	1.81±0.07	0.48±0.08	<0.93	<1.1	1.50±0.27	<1.4	<1.0
ZZHHS130519	2013.05	19	2.85±0.05	9.47±0.66	1.22±0.08	0.70±0.08	<0.78	<1.0	1.59±0.25	<1.3	<0.84
ZZHHS130819	2013.08	19	2.89±0.07	10.4±0.6	2.58±0.07	0.49±0.08	<0.89	<1.1	1.99±0.29	<1.3	<0.95
ZZHHS130520	2013.05	20	2.87±0.10	10.4±0.7	1.66±0.09	0.56±0.08	<0.73	<1.0	1.74±0.27	<1.2	<0.76
ZZHHS130820	2013.08	20	3.07±0.06	14.1±0.6	1.35±0.07	0.39±0.08	<0.90	<1.1	2.33±0.29	<1.4	<0.93
ZZHHS130521	2013.05	21	3.05±0.02	11.4±0.7	1.01±0.08	0.78±0.08	<0.77	<1.1	1.67±0.27	<1.3	<0.85
ZZHHS130821	2013.08	21	3.03±0.06	11.4±0.6	2.19±0.08	0.43±0.08	<0.82	<1.1	1.57±0.29	<1.4	<0.94
ZZHHS130522	2013.05	22	3.16±0.04	9.81±0.63	1.68±0.08	0.56±0.07	<0.74	<1.1	1.77±0.25	<1.2	<0.85

样品编号	采样日期	点位名称	总 U (μg/L)	总 β (Bq/L)	⁹⁰ Sr (mBq/L)	³ H (Bq/L)	⁵⁸ Co (mBq/L)	⁶⁰ Co (mBq/L)	¹³⁷ Cs (mBq/L)	^{110m} Ag (mBq/L)	⁵⁴ Mn (mBq/L)
ZZHHS130822	2013.08	22	3.15±0.04	10.7±0.7	1.49±0.07	0.44±0.08	<0.93	<1.1	2.02±0.38	<1.5	<1.0
ZZHHS130523	2013.05	23	2.94±0.04	9.51±0.62	1.25±0.07	0.56±0.07	<0.82	<1.1	1.56±0.24	<1.3	<0.85
ZZHHS130823	2013.08	23	3.02±0.04	11.1±0.6	2.05±0.08	0.70±0.08	<0.86	<1.1	1.96±0.28	<1.4	<0.94
ZZHHS130524	2013.05	C1	2.97±0.09	9.64±0.48	1.51±0.08	0.44±0.07	<0.83	<1.1	1.40±0.28	<1.3	<0.94
ZZHHS130824	2013.08	C1	2.74±0.01	9.05±0.37	1.87±0.07	0.47±0.08	<0.90	<1.1	1.30±0.24	<1.3	<0.93
ZZHHS130525	2013.05	C4	3.07±0.02	14.1±0.6	2.32±0.10	0.41±0.07	<0.77	<0.96	2.02±0.27	<1.2	<0.80
ZZHHS130825	2013.08	C4	2.75±0.01	9.19±0.48	2.23±0.08	0.49±0.08	<0.86	<1.1	1.85±0.33	<1.4	<1.0

表 2.7-22 海水样品不同点位测量结果的均值

点位 名称	总 U ($\mu\text{g/L}$)	总 β (Bq/L)	^{90}Sr (mBq/L)	^3H (Bq/L)	^{137}Cs (mBq/L)
1	2.91 $\pm$ 0.16	8.66 $\pm$ 0.42	1.33 $\pm$ 0.04	0.32 $\pm$ 0.11	1.88 $\pm$ 0.48
2	2.91 $\pm$ 0.16	9.38 $\pm$ 1.59	1.26 $\pm$ 0.38	0.35 $\pm$ 0.11	1.78 $\pm$ 0.32
3	2.96 $\pm$ 0.24	9.31 $\pm$ 0.20	1.69 $\pm$ 1.08	0.26 $\pm$ 0.03	1.89 $\pm$ 0.91
4	3.05 $\pm$ 0.09	11.1 $\pm$ 1.5	1.22 $\pm$ 0.80	0.31 $\pm$ 0.09	1.56 $\pm$ 0.21
5	3.02 $\pm$ 0.08	9.72 $\pm$ 0.40	1.88 $\pm$ 0.12	0.27 $\pm$ 0.22	1.58 $\pm$ 0.15
6	2.87 $\pm$ 0.19	8.60 $\pm$ 0.37	1.28 $\pm$ 0.34	0.37 $\pm$ 0.05	1.49 $\pm$ 0.07
7	2.86 $\pm$ 0.16	10.5 $\pm$ 1.0	1.80 $\pm$ 0.95	0.54 $\pm$ 0.30	1.49 $\pm$ 0.40
8	2.72 $\pm$ 0.01	7.79 $\pm$ 0.66	1.08 $\pm$ 0.54	0.24 $\pm$ 0.02	1.36 $\pm$ 0.30
9	2.84 $\pm$ 0.13	8.03 $\pm$ 0.37	2.34 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.17	1.61 $\pm$ 0.03
10	2.80 $\pm$ 0.06	9.54 $\pm$ 0.34	1.49 $\pm$ 0.63	0.25 $\pm$ 0.21	1.43 $\pm$ 0.39
11	2.82 $\pm$ 0.07	9.73 $\pm$ 2.09	1.48 $\pm$ 0.22	0.30 $\pm$ 0.11	1.65 $\pm$ 0.52
12	3.05 $\pm$ 0.35	8.64 $\pm$ 0.30	1.12 $\pm$ 0.10	0.23 $\pm$ 0.18	1.78 $\pm$ 0.76
13	2.82 $\pm$ 0.08	8.13 $\pm$ 1.39	1.28 $\pm$ 0.08	0.28 $\pm$ 0.18	1.47 $\pm$ 0.36
14	2.85 $\pm$ 0.09	8.88 $\pm$ 1.87	1.60 $\pm$ 1.05	0.26 $\pm$ 0.16	1.53 $\pm$ 0.36
15	2.84 $\pm$ 0.04	8.67 $\pm$ 0.47	1.03 $\pm$ 0.01	0.30 $\pm$ 0.14	1.91 $\pm$ 0.30
16	2.84 $\pm$ 0.18	11.5 $\pm$ 1.6	1.12 $\pm$ 0.76	0.24 $\pm$ 0.06	1.66 $\pm$ 0.16
17	2.83 $\pm$ 0.23	8.54 $\pm$ 1.90	1.46 $\pm$ 0.64	0.46 $\pm$ 0.36	1.67 $\pm$ 0.16
18	2.81 $\pm$ 0.10	8.73 $\pm$ 2.64	1.97 $\pm$ 0.22	0.58 $\pm$ 0.14	1.60 $\pm$ 0.14
19	2.87 $\pm$ 0.03	9.94 $\pm$ 0.66	1.90 $\pm$ 0.96	0.60 $\pm$ 0.15	1.79 $\pm$ 0.28
20	2.97 $\pm$ 0.14	12.3 $\pm$ 2.6	1.51 $\pm$ 0.22	0.48 $\pm$ 0.12	2.04 $\pm$ 0.42
21	3.04 $\pm$ 0.01	11.4 $\pm$ 1.9	1.60 $\pm$ 0.83	0.61 $\pm$ 0.25	1.62 $\pm$ 0.07
22	3.16 $\pm$ 0.01	10.3 $\pm$ 0.6	1.59 $\pm$ 0.13	0.50 $\pm$ 0.08	1.90 $\pm$ 0.18
23	2.98 $\pm$ 0.06	10.3 $\pm$ 1.1	1.65 $\pm$ 0.57	0.63 $\pm$ 0.10	1.76 $\pm$ 0.28
C1	2.86 $\pm$ 0.16	9.35 $\pm$ 0.42	1.69 $\pm$ 0.25	0.46 $\pm$ 0.02	1.35 $\pm$ 0.07
C4	2.91 $\pm$ 0.23	11.6 $\pm$ 3.5	2.28 $\pm$ 0.06	0.45 $\pm$ 0.06	1.94 $\pm$ 0.12

表 2.7-23 海水样品不同季节测量结果的均值

采样批次	总 U ($\mu\text{g/L}$)	总 β (Bq/L)	^{90}Sr (mBq/L)	^3H (Bq/L)	^{137}Cs (mBq/L)
2013 年 5 月	2.94 $\pm$ 0.12	9.86 $\pm$ 1.52	1.43 $\pm$ 0.53	0.46 $\pm$ 0.15	1.52 $\pm$ 0.28
2013 年 8 月	2.87 $\pm$ 0.17	9.42 $\pm$ 1.66	1.61 $\pm$ 0.55	0.29 $\pm$ 0.15	1.80 $\pm$ 0.28
两次采样平均值	2.91 $\pm$ 0.15	9.64 $\pm$ 1.60	1.52 $\pm$ 0.54	0.37 $\pm$ 0.17	1.66 $\pm$ 0.31

表 2.7-24 漳州核电厂址周围环境土壤中放射性核素活度浓度监测结果

采样点	核素活度浓度(Bq/kg·干)							
	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	46.1~81.8	27.4~55.9	421~1200	0.84~1.42	0.68~1.45	0.67×10 ³ ~2.7×10 ³	1.2×10 ³ ~1.7×10 ³
	43.3±8.5	65.9±13.8	42.5±11.7	928±272	1.14±0.24	1.01±0.32	(1.6±0.8)×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	17.8~190	18~134	99~835	---	---	---	---
	66.2±27.2	110±42	73±31	451±243				
(福建省全省) 范围 按点均值±标准差*	13.9~136	19.5~260	18~201	21~1627	---	---	---	---
	55.5±23.8	97.1±40.6	62±29	627±318				

注：“*”为《中国环境天然放射性水平》中福建省漳州地区及福建全省土壤中天然放射性核素的含量。

表 2.7-25 漳州核电厂址底泥和沉积物中放射性核素活度浓度

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 2.7-26 海洋沉积物样品测量结果

样品编号	采样日期	点位名称	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
ZZHDN130503	2013.05	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
ZZHDN130504-1	2013.05	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
ZZHDN130504-2	2013.05	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
ZZHDN130506-1	2013.05	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
ZZHDN130506-2	2013.05	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
ZZHDN130508	2013.05	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
ZZHDN130509	2013.05	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
ZZHDN130511	2013.05	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
ZZHDN130512	2013.05	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
ZZHDN130513	2013.05	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
ZZHDN130516	2013.05	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
ZZHDN130518	2013.05	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
ZZHDN130521	2013.08	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
ZZHDN130522	2013.08	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
ZZHDN130523	2013.08	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
ZZHDN130524	2013.05	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
ZZHDN130525	2013.05	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
均值			2.81±0.80	(1.04±0.19)×10 ³	1.80±0.60	<LLD	<LLD	1.30±0.66	<LLD	34.7±6.3	56.6±9.7	865±281	<LLD

表 2.7-27 漳州核电厂址周围环境生物样品中放射性核素活度浓度

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 2.7-28 海洋生物样品测量结果

样品编号	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
ZZHSZ130501-1 (海带)	2013.05	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	1.62×10 ⁻²
ZZHSZ130501-2 (海带)	2013.05	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	1.56×10 ⁻²
ZZHSZ130502 (龙须菜) *	2013.05	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	4.46×10 ⁻¹
ZZHSB130501-1 (牡蛎)	2013.05	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	1.33×10 ⁻²
ZZHSB130501-2 (牡蛎)	2013.05	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	1.27×10 ⁻²
ZZHSB130801 (牡蛎)	2013.08	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	2.49×10 ⁻²
ZZHSB130502 (菲律宾帘蛤)	2013.05	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	2.46×10 ⁻²
ZZHSB130802 (菲律宾帘蛤)	2013.08	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	2.35×10 ⁻²
ZZHSB130503 (紫壳菜蛤)	2013.05	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	4.74×10 ⁻²
ZZHSB130803 (紫壳菜蛤)	2013.08	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	3.36×10 ⁻²
ZZHSC130501-1 (螃蟹)	2013.05	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	4.43×10 ⁻²
ZZHSC130501-2 (螃蟹)	2013.05	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	4.15×10 ⁻²
ZZHSC130801 (螃蟹)	2013.08	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	3.61×10 ⁻²
ZZHSC130502 (虾)	2013.05	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	1.76×10 ⁻²
ZZHSC130802 (虾)	2013.08	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	1.44×10 ⁻²
ZZHSY130501-1	2013.05	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	2.80×10 ⁻²

样品编号	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
(日本真鲈)													
ZZHSY130501-2 (日本真鲈)	2013.05	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	2.68×10 ⁻²
ZZHSY130801 (日本真鲈)	2013.08	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	1.59×10 ⁻²
ZZHSY130502 (银鲳)	2013.05	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	1.70×10 ⁻²
ZZHSY130802 (银鲳)	2013.08	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	2.14×10 ⁻²
ZZHSY130503 (鲮鱼)	2013.05	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	1.53×10 ⁻²
ZZHSY130803 (鲮鱼)	2013.08	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	2.23×10 ⁻²

*: 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 2.7-29 海洋生物样品测量结果平均值

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) × 10 ⁻²
龙须菜*	230±7	(5.62±0.01)×10 ³	5.56±0.10	1.21±0.14	(4.31±0.01)×10 ³	1.90±0.17	4.46×10 ⁻¹
牡蛎	20.6±10.9	51.3±16.6	0.20±0.09	——	41.9±17.9	——	(1.70±0.69) × 10 ⁻²
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) × 10 ⁻²
紫壳菜蛤	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) × 10 ⁻²
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) × 10 ⁻²
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) × 10 ⁻²
日本真鲷	3.03±0.79	102±22	0.058±0.030	——	73.0±41.4	0.035±0.025	(2.36±0.67) × 10 ⁻²
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) × 10 ⁻²
鲳鱼	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) × 10 ⁻²

*：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 2.7-30 漳州核电厂非放射性环境本底调查方案

监测对象	监测内容	监测范围	监测频次	测点数	每点采样（测量）数量	质控数量	样品（测量）总数
大气环境	二氧化硫（SO ₂ ）	5km	1 次	5	7	70	105
	颗粒物（TSP、PM _{2.5} 、PM ₁₀ ）		1 次	5	21	210	315
	二氧化氮（NO ₂ ）		1 次	5	7	70	105
	一氧化碳（CO）		1 次	5	7	70	105
声环境	等效连续 A 声级（Leq）	5km	1 次（昼夜）	33	2	6	72
	频发和偶发噪声的最大声级（L _{max} ）		1 次（昼夜）	33	2	6	72
	累积百分声级 Ln（L ₁₀ 、L ₅₀ 、L ₉₀ ）		1 次（昼夜）	33	6	18	216
	连续 24 小时噪声测量		1 次（昼夜）	1	240	—	240
电磁辐射	微波功率	5km	1 次	15	1	2	17
	工频电场强度		1 次	15	2	4	34
210	工频磁场强度		1 次	15	4	8	68
	射频电场强度		1 次	15	2	4	34
	无线电干扰场强		1 次	15	10	20	170
	电磁辐射污染源		1 次	13	19	—	247

监测对象	监测内容	监测范围	监测频次	测点数	每点采样（测量）数量	质控数量	样品（测量）总数
地表水	pH	峰头水库、碗窑水库、杜塘水库、坪水水库、漳江汇水口	2 次	5	6	1	31
	溶解氧		2 次	5	6	1	31
	高锰酸盐指数		2 次	5	6	1	31
	五日生化需氧量		2 次	5	6	1	31
	化学需氧量		2 次	5	6	1	31
	总氮		2 次	5	6	1	31
	挥发酚		2 次	5	6	1	31
	氰化物		2 次	5	6	—	30
	砷		2 次	5	6	1	31
	汞		2 次	5	6	1	31
	六价铬		2 次	5	6	1	31
	总磷		2 次	5	6	1	31
	水温		2 次	5	6	1	31
	总悬浮颗粒物		2 次	5	6	—	30
	石油类		2 次	5	6	—	30
地下水	pH	5km	1 次（上下午）	7	2	1	15

监测对象	监测内容	监测范围	监测频次	测点数	每点采样（测量）数量	质控数量	样品（测量）总数
	氨氮		1次（上下午）	7	2	1	15
	硝酸盐		1次（上下午）	7	2	1	15
	亚硝酸盐		1次（上下午）	7	2	1	15
	挥发酚		1次（上下午）	7	2	1	15
	氰化物		1次（上下午）	7	2	1	15
	砷		1次（上下午）	7	2	1	15
	汞		1次（上下午）	7	2	1	15
	六价铬		1次（上下午）	7	2	1	15
	总硬度		1次（上下午）	7	2	1	15
	铅		1次（上下午）	7	2	1	15
	氟化物		1次（上下午）	7	2	1	15
	镉		1次（上下午）	7	2	1	15
	铁		1次（上下午）	7	2	1	15
	锰		1次（上下午）	7	2	1	15
	溶解性总固体		1次（上下午）	7	2	1	15
	高锰酸盐指数		1次（上下午）	7	2	1	15

监测对象	监测内容	监测范围	监测频次	测点数	每点采样（测量）数量	质控数量	样品（测量）总数
	硫酸盐		1 次（上下午）	7	2	1	15
	氯化物		1 次（上下午）	7	2	1	15
	大肠菌数		1 次（上下午）	7	2	—	14

表 2.7-31 大气环境本底监测点位置

地点	北纬	东经
厂址东南界	23°49'39.60"	117°29'39.54"
厂址东北界	23°29'39.54"	117°29'28.20"
厂址西北界	23°50'0.60"	117°29'7.92"
厂址西南界	23°49'33.96"	117°28'51.90"
核反应堆	23°49'51.66"	117°29'27.48"

表 2.7-32 (a) 大气环境监测数据结果 (2013 年 9 月 9 日至 2013 年 9 月 15 日)

采样地点	采样时间	监测项目		
		SO ₂ (μg/m ³)	CO (ppm)	氮氧化物 (μg/m ³)
厂址反应堆所在处	2013.9.9	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.10	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.11	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.12	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.13	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.14	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.15	<4.0	0.0	<8.0
厂址西南界	2013.9.9	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.10	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.11	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.12	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.13	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.14	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.15	<4.0	0.0	<8.0
厂址西北界	2013.9.9	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.10	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.11	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.12	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.13	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.14	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.15	<4.0	0.0	<8.0
厂址东北界	2013.9.9	<4.0	0.0	<8.0

	2013.9.10	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.11	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.12	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.13	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.14	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.15	<4.0	0.0	<8.0
厂址东南界	2013.9.9	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.10	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.11	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.12	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.13	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.14	<4.0	0.0	<8.0
	2013.9.15	<4.0	0.0	<8.0

表 2.7-32 (b) 大气环境监测数据结果 (2014 年 3 月 11 日)

采样地点	采样时间	监测项目		
		PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
厂址西南界	2014.3.11	11.1	28.2	80.9
厂址西北界		11.3	26.8	87.4
厂址东南界		12.0	25.9	75.6
厂址东北界		16.0	30.2	89.6
厂址反应堆所在处		12.3	27.1	75.9

表 2.7-33 电磁辐射源监测点位置

编号	地点	北纬	东经
1	崮屿镇卫生院	23°49'30.96"	117°27'42.30"
2	崮屿镇镇区	23°49'16.62"	117°27'41.58"
3	山前村（山下）	23°49'4.32"	117°27'32.82"
4	山前村（山上）	23°49'11.88"	117°27'23.10"
5	后江村	23°48'8.76"	117°27'43.14"
6	油车村（联通基站）	23°50'43.38"	117°28'42.60"
7	油车村（电信基站）	23°50'46.02"	117°28'30.54"
8	人家村（基站）	23°50'46.86"	117°29'5.10"
9	青泾村（联通基站）	23°52'10.62"	117°29'46.32"
10	青泾风电	23°52'1.20"	117°29'2.40"
11	云霄供电公司崮屿 35kV 变电站	23°49'37.20"	117°27'57.60"
12	崮屿 110kV 变电站（云霄供电公司）	23°49'59.82"	117°27'45.18"
13	半山村	23°51'17.16"	117°26'48.60"

表 2.7-34 非电磁辐射源监测点位置

编号	地点	北纬	东经
1	顶城村	23°49'23.16"	117°27'39.84"
2	林坪村	23°49'19.38"	117°27'23.76"
3	山内村	23°49'35.88"	117°27'16.50"
4	南山村	23°50'25.08"	117°28'41.82"
5	油车村	23°50'43.98"	117°28'33.06"
6	人家村	23°50'41.16"	117°29'5.10"
7	宅后村	23°50'52.56"	117°29'11.10"
8	后安村	23°51'3.48"	117°29'11.82"
9	后岱村	23°50'55.14"	117°28'55.98"
10	厂址南界	23°49'33.60"	117°28'49.86"
11	厂址北界	23°50'0.12"	117°29'28.50"
12	反应堆所在地	23°49'52.26"	117°29'28.08"
13	城内村	23°49'37.98"	117°27'59.10"
14	灵鹫寺	23°49'57.24"	117°28'9.96"
15	宅坂村	23°49'43.62"	117°27'52.62"

表 2.7-35 厂址半径 5km 范围内非电磁辐射源工频电磁场强度监测结果

点位	位置	电场强度(V/m)		磁场强度(mT)			
				水平分量		垂直分量	
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
厂址南界	地面	0.118	0.002	0.0074	0.0005	0.0062	0.0002
	1.5m	0.129	0.007	0.0085	0.0005	0.0072	0.0003
厂址北界	地面	0.051	0.006	0.0030	0.0001	0.0023	0.0002
	1.5m	0.057	0.003	0.0040	0.0006	0.0026	0.0006
反应堆所在处	地面	0.044	0.006	0.0025	0.0001	0.0038	0.0006
	1.5m	0.045	0.005	0.0035	0.0009	0.0044	0.0007
油车村	地面	0.143	0.005	0.0756	0.0014	0.0085	0.0002
	1.5m	0.173	0.005	0.0826	0.0018	0.0142	0.0010
灵鹫寺	地面	0.152	0.005	0.0045	0.0004	0.0038	0.0006
	1.5m	0.221	0.002	0.0045	0.0010	0.0030	0.0002
宅坂村	地面	1.400	0.173	0.0014	0.0001	0.0013	0.0001
	1.5m	3.300	0.173	0.0017	0.0002	0.0021	0.0001
山内村	地面	0.517	0.015	0.0059	0.0002	0.0045	0.0001
	1.5m	0.410	0.010	0.0088	0.0001	0.0090	0.0001
林坪村	地面	0.417	0.006	0.0090	0.0003	0.0086	0.0002
	1.5m	0.837	0.031	0.0085	0.0005	0.0086	0.0005
南山村	地面	0.417	0.006	0.0121	0.0008	0.0121	0.0008
	1.5m	0.850	0.040	0.0108	0.0004	0.0104	0.0004
人家村	地面	0.403	0.015	0.0071	0.0002	0.0069	0.0002
	1.5m	0.913	0.021	0.0088	0.0002	0.0085	0.0002
城内村	地面	0.220	0.001	0.0073	0.0002	0.0067	0.0002
	1.5m	0.221	0.002	0.0072	0.0005	0.0067	0.0005
顶城村	地面	0.443	0.015	0.0105	0.0004	0.0099	0.0009
	1.5m	1.267	0.115	0.0149	0.0008	0.0136	0.0007
宅后村	地面	0.497	0.021	0.0226	0.0010	0.0198	0.0007
	1.5m	2.770	0.010	0.0281	0.0005	0.0263	0.0015
后安村	地面	0.427	0.021	0.0086	0.0006	0.0086	0.0006
	1.5m	0.917	0.015	0.0075	0.0002	0.0074	0.0002
后岱村	地面	0.079	0.007	0.0051	0.0009	0.0030	0.0008
	1.5m	0.095	0.003	0.0060	0.0007	0.0045	0.0005

表 2.7-36 厂址半径 5km 范围内电磁辐射源工频电磁场强度监测结果

点位	位置	电场强度(V/m)		磁场强度(mT)			
				水平分量		垂直分量	
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
油车村（电信）	地面	0.047	0.006	0.0050	0.0013	0.0033	0.0001
	1.5m	0.047	0.001	0.0091	0.0019	0.0081	0.0021
后江村	地面	0.036	0.009	0.0034	0.0003	0.0024	0.0002
	1.5m	0.045	0.008	0.0043	0.0004	0.0032	0.0003
山前村（山下）	地面	0.066	0.004	0.0050	0.0009	0.0037	0.0016
	1.5m	0.052	0.002	0.0048	0.0003	0.0036	0.0006
山前村（山上）	地面	0.079	0.001	0.0052	0.0001	0.0042	0.0001
	1.5m	0.208	0.004	0.0057	0.0004	0.0046	0.0001
油车村（联通）	地面	3.750	0.030	0.0372	0.0026	0.0131	0.0016
	1.5m	4.562	0.036	0.0545	0.0004	0.0275	0.0005
人家村（基站）	地面	4.613	0.050	0.0055	0.0002	0.0049	0.0002
	1.5m	4.454	0.021	0.0062	0.0002	0.0057	0.0003
青径风电	地面	2.349	0.027	0.0052	0.0003	0.0048	0.0001
	1.5m	2.242	0.013	0.0048	0.0003	0.0042	0.0005
35kV 变电站	地面	9.500	0.265	0.1122	0.0015	0.0401	0.0001
	1.5m	10.143	0.569	0.1144	0.0015	0.0412	0.0009
崮屿镇卫生院	地面	0.048	0.009	0.0051	0.0010	0.0041	0.0006
	1.5m	0.047	0.012	0.0050	0.0009	0.0031	0.0015
崮屿镇镇区	地面	0.907	0.009	0.1744	0.0136	0.0092	0.0044
	1.5m	0.973	0.048	0.1705	0.0131	0.0087	0.0023
110kV 变电站	地面	4.667	0.651	0.0505	0.0007	0.0464	0.0005
	1.5m	4.300	0.500	0.0482	0.0002	0.0443	0.0002
半山村	地面	1.154	0.015	0.0049	0.0004	0.0041	0.0003
	1.5m	1.399	0.013	0.0042	0.0004	0.0029	0.0006
青径村（联通）	地面	0.652	0.003	0.0052	0.0003	0.0039	0.0002
	1.5m	0.666	0.002	0.0047	0.0008	0.0035	0.0008

表 2.7-37 厂址半径 5km 范围内非电磁辐射源射频电场强度监测结果

点位	位置	电场强度(V/m)	
		平均值	标准差
厂址南界	地面	0.05	0.01
	1.5m	0.05	0.01
厂址北界	地面	0.12	0.01
	1.5m	0.13	0.01
反应堆	地面	0.19	0.02
	1.5m	0.19	0.01
油车村	地面	0.09	0.02
	1.5m	0.22	0.02
灵鹫寺	地面	0.10	0.01
	1.5m	0.17	0.05
宅坂村	地面	0.05	0.02
	1.5m	0.11	0.02
山内村	地面	0.02	0.01
	1.5m	0.07	0.02
林坪村	地面	0.15	0.01
	1.5m	0.23	0.01
南山村	地面	0.03	0.02
	1.5m	0.07	0.02
人家村	地面	0.07	0.02
	1.5m	0.09	0.02
城内村	地面	0.16	0.01
	1.5m	0.16	0.01
顶城村	地面	0.10	0.01
	1.5m	0.13	0.01
宅后村	地面	0.22	0.01
	1.5m	0.32	0.01
后安村	地面	0.19	0.01
	1.5m	0.34	0.03
后岱村	地面	0.15	0.02
	1.5m	0.20	0.02

表 2.7-38 厂址半径 5km 范围内电磁辐射源射频电场强度监测结果

点位	位置	电场强度(V/m)	
		平均值	标准差
油车村（电信）	地面	0.12	0.03
	1.5m	0.54	0.06
后江村	地面	0.32	0.01
	1.5m	0.55	0.02
山前村（山下）	地面	0.48	0.02
	1.5m	0.33	0.03
山前村（山上）	地面	0.15	0.01
	1.5m	0.25	0.02
油车村（联通）	地面	0.27	0.01
	1.5m	0.59	0.02
人家村（基站）	地面	0.26	0.04
	1.5m	0.50	0.02
青径风电	地面	0.31	0.04
	1.5m	0.29	0.01
35kV 变电站	地面	0.37	0.02
	1.5m	0.56	0.05
岚屿镇卫生院	地面	0.56	0.05
	1.5m	0.21	0.01
岚屿镇镇区	地面	0.24	0.01
	1.5m	0.37	0.02
110kV 变电站	地面	0.13	0.02
	1.5m	0.17	0.02
半山村	地面	0.09	0.02
	1.5m	0.11	0.01
青径村（联通）	地面	0.26	0.04
	1.5m	0.45	0.05

表 2.7-39 厂址半径 5km 范围内非电磁辐射源无线电干扰强度监测结果

频率 (MHz)	平均值 dB (μV/m)														
	顶城村	林坪村	山内村	城内村	宅坂村	灵鹫寺	南山村	油车村	人家村	宅后村	后安村	后岱村	厂址南 界	厂址北 界	反应堆 所在处
0.15	53.00	46.62	44.44	50.25	58.03	44.30	51.96	46.70	48.07	44.79	44.83	46.22	51.24	57.99	50.74
0.25	52.03	44.71	51.37	55.55	53.93	40.97	49.54	41.64	59.91	41.95	40.30	44.32	45.12	48.39	44.74
1.0	53.81	47.01	53.59	45.57	39.42	31.14	36.55	39.62	45.21	38.40	39.22	30.69	42.26	44.66	38.78
1.5	42.89	40.62	41.46	34.73	34.46	33.69	33.37	29.85	34.28	25.86	30.21	28.49	31.79	32.85	30.34
3.0	42.08	34.79	31.47	25.72	31.91	23.66	32.44	26.58	28.12	36.72	19.27	19.26	24.72	23.53	28.06
6.0	29.64	31.97	27.23	26.85	36.54	18.74	21.95	27.17	18.83	28.29	14.27	12.27	14.22	16.40	22.90
10	18.39	24.92	32.14	21.97	27.64	32.05	25.55	19.60	26.98	33.84	21.28	15.50	26.93	32.70	37.45
15	24.47	35.16	36.93	36.22	27.25	46.73	28.28	22.02	42.70	30.98	35.43	28.90	43.32	50.10	41.06
30	12.81	8.16	8.41	6.05	9.35	5.41	7.16	8.29	5.18	21.50	9.03	5.76	5.65	8.62	8.67
0.5	45.5	46.95	58.20	58.79	42.35	34.61	37.58	37.33	48.52	35.43	34.67	35.63	42.97	40.21	42.71

表 2.7-40 厂址半径 5km 范围内电磁辐射源无线电干扰强度监测结果

频率 (MHz)	平均值 dB (μV/m)												
	崮屿镇 卫生院	崮屿镇 镇区	山前村 (山下)	山前村 (山上)	后江村	油车村 (电信)	油车村 (联通)	人家村 (基站)	青径村 (联通)	青径风 电	半山村	35kV 变 电站	110kV 变电站
0.15	48.84	52.36	58.87	44.05	51.74	22.53	54.69	44.41	46.21	45.29	45.35	49.40	45.86
0.25	41.77	51.97	53.49	39.82	42.89	40.49	55.71	41.21	42.33	44.63	41.98	42.07	45.22
1.0	31.44	37.89	46.30	37.12	37.41	36.98	46.46	44.91	32.12	42.45	38.85	30.74	32.41
1.5	28.62	39.6	39.55	24.99	24.64	24.84	46.21	28.01	26.47	37.94	26.39	67.96	24.82
3.0	20.46	24.17	38.33	25.93	17.42	18.39	22.41	17.93	18.30	17.56	17.39	20.56	18.07
6.0	13.62	18.01	33.37	17.51	10.40	11.38	10.30	28.15	13.30	17.53	36.37	19.79	27.38
10	18.51	25.38	46.06	27.86	24.27	17.42	12.34	31.30	23.82	31.56	46.14	21.24	34.14
15	35.78	39.29	45.46	39.88	47.68	12.54	37.72	39.77	43.73	36.42	52.83	41.10	46.91
30	8.63	23.28	29.84	5.31	5.26	6.47	7.92	22.48	5.39	6.76	8.32	16.18	28.48
0.5	37.15	52.01	46.18	34.23	35.57	34.21	49.43	34.58	36.05	36.70	33.69	35.28	34.16

表 2.7-41 声环境本底厂址监测点位置

地点	北纬	东经
厂址西南界	23°49'34.02"	117°28'50.52"
厂址西北界	23°50'1.68"	117°29'11.28"
厂址东北界	23°49'60.00"	117°29'28.32"
厂址东南界	23°49'39.60"	117°29'39.54"
厂址拟建工作区	23°49'52.32"	117°29'28.62"
厂址拟建生活区	23°50'10.02"	117°29'4.50"

表 2.7-42 厂址区域噪声监测结果

地点	监测时间	声源情况	等效连续 A 声级 (L_{eq}) (dB)	最大 A 声级 (L_{max}) (dB)	累积百分声级 (L_N) (dB)		
					L_{10}	L_{50}	L_{90}
厂址西南界	昼	机器运作声	57.7	61.2	58.8	57.5	56.4
	夜	虫鸣声	52.7	55.6	54.6	51.5	50.5
厂址西北界	昼	鸟叫、虫鸣声	45.2	60.3	47.7	38.9	36.9
	夜	虫鸣声	50.5	56.4	51.7	50.4	49.3
厂址东北界	昼	船鸣马达声	50.3	60.7	52.5	49.9	46.6
	夜	虫鸣声	46.9	53.4	49.5	45.9	43.0
厂址东南界	昼	船鸣马达声	48.6	59.7	51.4	46.7	44.2
	夜	虫鸣声	54.1	56.7	56.7	53.6	51.1
厂址拟建工作区	昼	鸟叫、虫鸣声	55.8	75.1	49.3	47.5	46.3
	夜	虫鸣声	52.8	55.7	54.1	52.7	51.3
厂址拟建生活区	昼	鸟叫、虫鸣声	44.6	50.8	46.0	44.3	37.9
	夜	虫鸣声	46.2	56.0	48.0	45.9	44.0

表 2.7-43 声环境本底厂址半径 5km 范围内监测点位置

编号	地点	北纬	东经
1	半山村	23°51'22.50"	117°26'59.88"
2	公路	23°50'45.60"	117°26'60.00"
3	公路	23°50'9.48"	117°27'31.68"
4	灵鹫寺	23°49'50.19"	117°27'58.82"
5	城内村	23°49'38.40"	117°27'59.34"
6	山内村	23°49'36.36"	117°27'15.24"
7	林坪村	23°49'18.24"	117°27'22.50"
8	山前村	23°48'54.90"	117°27'37.68"
9	公路	23°48'20.52"	117°27'42.12"
10	港口	23°47'53.10"	117°28'24.06"
11	后江村	23°48'8.76"	117°27'42.78"
12	碎石场（山前）	23°48'41.94"	117°27'9.30"
13	碎石场	23°49'41.88"	117°28'18.84"
14	养殖场	23°49'35.16"	117°28'50.64"
15	南山村	23°50'25.26"	117°28'43.86"
16	油车村	23°50'41.64"	117°28'42.24"
17	公路	23°51'9.90"	117°28'14.64"
18	公路	23°51'5.46"	117°28'23.70"
19	人家村	23°50'42.90"	117°29'5.34"
20	人家港港口	23°50'34.74"	117°29'21.00"
21	后安村	23°51'1.14"	117°29'11.46"
22	农田	23°51'17.46"	117°29'10.56"
23	公路边（海边）	23°51'4.56"	117°29'43.68"
24	泾头村（村口）	23°51'33.78"	117°29'46.86"
25	青泾村	23°52'7.50"	117°29'10.20"
26	风电山路	23°52'30.84"	117°29'13.68"
27	风电山路	23°52'24.06"	117°28'51.60"

表 2.7-44 厂址半径 5km 范围内测点噪声监测结果

点 位 编 号	地 点	监 测 时 间	声源情况	等效连 续 A 声 级 (L_{eq}) (dB)	最大 A 声级 (L_{max}) (dB)	累积百分声级 (L_N) (dB)		
						L_{10}	L_{50}	L_{90}
1	半山村	昼	装修声	56.4	61.5	61.5	52.7	49.5
		夜	虫鸣声	55.5	59.0	56.9	55.5	53.9
2	公路	昼	3 辆机动车/分 钟	72.9	86.7	76.1	63.0	49.4
		夜	虫鸣声	62.2	65.8	65.1	61.6	57.0
3	公路	昼	5 辆机动车/分 钟	70.6	85.0	74.1	61.5	49.2
		夜	虫鸣声	61.9	65.7	64.9	61.4	56.8
4	灵鹫寺	昼	鸟叫、虫鸣声	48.9	59.9	54.4	46.4	39.3
		夜	虫鸣声	53.1	54.3	53.3	53.0	52.7
5	城内村	昼	2 辆机动车/分 钟	55.3	76.2	54.9	49.1	45.6
		夜	虫鸣声	46.9	53.3	48.2	46.4	45.1
6	山内村	昼	鸡鸣、犬吠	52.9	67.8	56.5	45.2	43.0
		夜	虫鸣声	47.1	53.6	48.7	46.6	45.2
7	林坪村	昼	鸟叫	48.7	63.3	51.8	44.2	39.8
		夜	虫鸣声	47.0	53.4	48.5	46.4	45.1
8	山前村	昼	装修声、鸟叫	50.4	59.9	53.5	49.3	45.1
		夜	虫鸣声	48.2	54.6	48.7	47.2	45.9
9	公路	昼	6 辆机动车/分 钟	58.3	67.9	63.4	51.1	48.7
		夜	虫鸣声	47.3	51.3	48.6	47.1	46.2
10	港口	昼	船鸣马达声	61.2	72.0	65.8	54.5	52.2
		夜	虫鸣声	48.2	56.6	50.5	45.5	45.0
11	后江村	昼	4 辆机动车/分 钟	51.4	63.1	54.2	50.0	47.2
		夜	虫鸣声	48.2	55.1	48.4	47.6	46.0
12	碎石场 (山前)	昼	生活噪声、鸟叫	50.0	68.1	51.6	46.4	43.5
		夜	虫鸣声	52.2	55.0	52.8	52.3	51.5
13	碎石场	昼	机器运作声	62.9	71.9	67.4	59.6	54.3
		夜	虫鸣声	52.3	55.0	52.9	52.2	51.6
14	养殖场	昼	机器运作声	59.2	71.4	63.5	56.9	56.4
		夜	虫鸣声	52.5	56.0	54.0	52.3	50.7

15	南山村	昼	生活噪声	51.8	61.2	54.7	49.3	47.5
		夜	虫鸣声	48.9	51.1	50.2	48.7	47.7
16	油车村	昼	生活噪声	55.9	63.0	53.0	49.0	47.7
		夜	虫鸣声	48.5	53.4	50.7	47.9	46.9
17	公路	昼	鸟叫、虫鸣声	45.9	49.3	47.0	45.8	44.7
		夜	虫鸣声	49.1	54.2	50.6	47.5	46.8
18	公路	昼	鸟叫、虫鸣声	45.6	53.9	48.1	42.5	40.9
		夜	虫鸣声	48.7	53.9	50.5	47.8	46.7
19	人家村	昼	生活噪声	54.1	60.2	56.2	53.4	51.3
		夜	虫鸣声	43.4	57.0	46.7	41.7	40.6
20	人家港 港口	昼	生活噪声	50.1	56.4	51.8	49.7	48.6
		夜	虫鸣声	44.2	57.0	46.5	41.4	40.2
21	后安村	昼	生活噪声	51.9	59.2	54.2	50.7	49.8
		夜	虫鸣声	48.3	49.8	49.1	48.2	47.5
22	农田	昼	鸟叫、虫鸣声	47.7	56.2	50.2	45.9	43.9
		夜	虫鸣声	50.2	54.1	51.2	49.6	45.4
23	公路边 (临近 海边)	昼	船鸣马达声	57.7	60.2	59.0	56.7	56.2
		夜	虫鸣声	48.9	49.9	49.2	48.0	47.2
24	径头村	昼	鸟叫、虫鸣声	55.4	57.2	56.0	55.3	54.7
		夜	虫鸣声	51.1	53.1	52.0	51.0	50.0
25	青泾村	昼	虫鸣声	53.0	54.2	53.7	52.9	52.4
		夜	虫鸣声	51.1	53.1	52.0	51.0	50.0
26	风电山 路	昼	鸟叫、虫鸣声	44.2	49.5	47.6	43.3	37.6
		夜	虫鸣声	50.0	52.4	49.0	46.4	44.2
27	风电山 路	昼	鸟叫、虫鸣声	50.2	58.1	50.3	42.4	42.0
		夜	虫鸣声	51.2	54.2	49.1	47.2	44.8

表 2.7-45 厂址 24 小时连续测点噪声监测结果

监测时间	等效连续 A 声级 (L_{eq}) (dB)	最大 A 声级 (L_{max}) (dB)	累积百分声级 (L_N) (dB)		
			L_{10}	L_{50}	L_{90}
8:00	48.9	62.8	53.3	45.5	44.0
8:30	49.4	59.6	50.4	43.1	42.0
9:00	48.6	60.2	51.2	44.0	43.4
9:30	49.1	59.7	50.8	43.7	42.2
10:00	48.7	58.2	51.6	42.9	42.0
10:30	48.2	59.7	50.7	43.9	43.0
11:00	49.6	60.2	52.4	44.0	42.3
11:30	49.5	61.9	52.8	44.6	43.7
12:00	48.2	60.8	52.7	45.0	44.2
12:30	48.1	59.9	52.4	44.7	43.9
13:00	49.4	62.0	56.2	46.8	45.1
13:30	48.7	60.2	54.2	45.0	44.0
14:00	48.2	61.4	55.1	45.7	44.2
14:30	49.1	59.8	53.6	43.2	42.7
15:00	49.7	60.2	54.7	44.9	43.8
15:30	50.0	61.2	55.4	45.7	44.6
16:00	49.2	60.7	54.3	45.2	44.1
16:30	48.2	59.4	53.2	45.1	43.2
17:00	48.6	59.9	53.1	44.9	43.0
17:30	48.1	60.6	54.0	44.2	43.1
18:00	48.7	60.4	55.1	45.7	44.2
18:30	48.4	61.2	56.0	46.2	45.0
19:00	49.2	59.8	55.0	45.5	44.0
19:30	48.7	58.9	54.2	45.4	44.7
20:00	48.6	59.2	54.9	45.2	44.4

20:30	48.5	60.2	55.6	45.4	44.0
21:00	48.9	60.4	54.9	45.2	43.9
21:30	49.2	61.8	54.2	44.7	44.0
22:00	50.1	60.4	53.9	44.7	43.1
22:30	51.2	58.7	51.6	43.2	42.7
23:00	49.6	59.7	53.9	45.2	44.0
23:30	48.7	60.2	54.2	45.4	44.2
0:00	48.2	59.6	53.7	45.0	43.4
0:30	48.4	60.4	54.4	45.2	44.0
1:00	49.3	59.7	53.2	44.9	43.6
1:30	50.0	60.8	55.1	46.0	44.5
2:00	49.2	59.7	53.7	44.9	43.0
2:30	49.6	60.2	54.1	45.2	44.0
3:00	50.3	59.7	53.0	44.9	43.4
3:30	50.4	60.7	55.0	44.2	43.1
4:00	50.2	60.4	54.4	44.0	43.2
4:30	50.4	61.2	54.9	44.3	43.7
5:00	50.2	60.9	54.7	43.2	42.6
5:30	49.8	61.4	55.2	45.9	44.5
6:00	48.9	59.7	53.2	45.4	44.0
6:30	50.4	62.0	55.7	46.2	45.9
7:00	50.9	58.9	52.6	44.9	44.0
7:30	50.7	60.4	53.4	44.6	43.6

表 2.7-46 峰头水库地表水监测结果

监测项目	峰头水库 (N 23°3'19.4", E 117°16'30.5")		
	9 月 13 日	9 月 14 日	9 月 15 日
pH	8.98	9.00	9.04
溶解氧 (mg/L)	10.1	10.1	10.7
高锰酸盐指数 (mg/L)	2.83	2.85	2.72
五日生化需氧量 (mg/L)	4.4	4.9	4.1
化学需氧量 (mg/L)	13.3	14.9	14.1
总氮 (mg/L)	3.42	3.26	3.23
挥发酚 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
砷 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-5}$	1.94×10^{-5}	2.27×10^{-5}
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
总磷 (mg/L)	0.020	0.010	<0.01
水温 (°C)	27.9	27.8	28.2
总悬浮颗粒物 (mg/L)	13	11	12
石油类 (mg/L)	<0.04	<0.04	<0.04

表 2.7-47 漳江汇水口地表水监测结果

监测项目	漳江汇水口 (N 23°55'23.0", E 117°22'39.1")		
	9 月 13 日	9 月 14 日	9 月 15 日
pH	9.17	9.17	9.21
溶解氧 (mg/L)	17.1	17.4	16.9
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.67	1.71	1.79
五日生化需氧量 (mg/L)	2.3	2.9	2.8
化学需氧量 (mg/L)	8.44	8.98	9.68
总氮 (mg/L)	0.37	0.40	0.25
挥发酚 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01
氰化物 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
砷 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	2.45×10^{-5}	4.24×10^{-5}	2.70×10^{-5}
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004
总磷 (mg/L)	0.010	<0.01	0.010
水温 (°C)	30.0	30.1	30.9
总悬浮颗粒物 (mg/L)	11	9	11
石油类 (mg/L)	<0.04	<0.04	<0.04

表 2.7-48 地下水环境本底监测点位置

地点	北纬	东经
南山村	23°50'24.60"	117°28'41.82"
油车村	23°50'42.36"	117°28'36.78"
人家村	23°50'43.80"	117°29'7.26"
后安村	23°51'1.14"	117°29'11.46"
城内村	23°49'36.66"	117°27'54.42"
顶城村	23°49'24.66"	117°27'35.16"
半山村	23°49'24.66"	117°26'55.26"

表 2.7-49 南山村、油车村地下水监测结果

监测项目	采样地点			
	南山村 (N 23°50'24.6" E 117°28'41.8")		油车村 (N 23°50'42.4" E 117°28'36.7")	
	上午	下午	上午	下午
pH	7.80	7.74	7.12	7.21
氨氮 (以N计mg/L)	0.075	0.114	10.4	7.93
硝酸盐(以N计 mg/L)	94.1	85.1	55.4	47.4
亚硝酸盐(mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
挥发酚(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氰化物(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
砷(mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
汞(mg/L)	1.95×10^{-5}	1.74×10^{-5}	4.26×10^{-5}	1.60×10^{-5}
六价铬(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
总硬度(以CaCO ₃ 计 mg/L)	246	249	370	371
铅(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氟化物(mg/L)	0.21	0.10	0.38	0.21
镉(mg/L)	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$
铁(mg/L)	0.032	0.038	0.042	0.048
锰(mg/L)	$<5.0 \times 10^{-4}$	0.0650	0.261	0.329
溶解性总固体 (mg/L)	502	486	760	724
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.86	2.05	5.92	5.69
硫酸盐(mg/L)	36.5	32.7	70.1	63.8
氯化物(mg/L)	46.8	39.0	103	88.5
大肠菌数 (MPN/100mL)	40	34	23	33

表 2.7-50 人家村、后安村地下水监测结果

监测项目	采样地点			
	人家村 (N 23°50'43.9" E 117°29'7.3")		后安村 (N 23°51'1.1" E 117°29'11.4")	
	上午	下午	上午	下午
pH	8.05	8.12	8.12	8.10
氨氮 (以N计mg/L)	0.052	0.103	0.041	0.114
硝酸盐 (以N计mg/L)	283	259	288	267
亚硝酸盐 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
挥发酚 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氰化物 (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
砷 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	4.54×10^{-5}	1.59×10^{-5}	3.46×10^{-5}	3.40×10^{-5}
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
总硬度 (以 CaCO ₃ 计 mg/L)	225	231	578	570
铅 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氟化物 (mg/L)	0.43	0.31	0.34	0.25
镉 (mg/L)	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$
铁 (mg/L)	0.043	0.042	0.058	0.066
锰 (mg/L)	0.0543	0.0550	0.0218	0.0184
溶解性总固体 (mg/L)	802	788	1.22×10^3	1.19×10^3
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.67	1.88	1.77	1.67
硫酸盐 (mg/L)	67.8	61.6	93.3	84.7
氯化物 (mg/L)	132	110	558	482
大肠菌数 (MPN/100mL)	31	23	21	23

表 2.7-51 城内村、顶城村、半山村地下水监测结果

监测项目	采样地点					
	城内村 (N 23°49'36.7" E 117°28'54.4")		顶城村 (N 23°49'24.7" E 117°27'35.1")		半山村 (N 23°51'24.7" E 117°26'55.2")	
	上午	下午	上午	下午	上午	下午
pH	8.10	8.05	7.94	8.04	8.17	8.15
氨氮 (以N计 mg/L)	0.064	0.125	<0.02	0.080	0.119	0.041
硝酸盐 (mg/L)	65.7	60.1	173	160	128	121
亚硝酸盐 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
挥发酚 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氰化物 (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
砷 (mg/L)	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$	$<1.0 \times 10^{-4}$
汞 (mg/L)	2.69×10^{-5}	$<1.00 \times 10^{-5}$	3.64×10^{-5}	2.14×10^{-5}	2.14×10^{-5}	2.33×10^{-5}
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
总硬度 (以CaCO ₃ 计 mg/L)	255	247	295	289	95.3	89.3
铅 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氟化物 (mg/L)	0.53	0.46	0.15	0.10	0.11	0.13
镉 (mg/L)	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$	$<4.00 \times 10^{-3}$
铁 (mg/L)	0.038	0.036	0.044	0.047	0.036	0.044
锰 (mg/L)	0.0103	0.0110	0.0762	0.0181	0.138	0.0902
溶解性总固体 (mg/L)	476	502	830	797	296	318
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.93	2.05	1.60	1.71	1.49	1.66
硫酸盐 (mg/L)	42.4	39.0	92.6	83.4	<0.09	<0.09
氯化物 (mg/L)	56.6	48.1	220	19.0	34.6	28.8
大肠菌数 (MPN/100m L)	31	33	79	94	<2	<2

表 2.7-52 南山村（厂址办公生活区饮用水井）地下水监测结果

监测项目	结果（mg/L）	I 类标准值（mg/L）	II 类标准值（mg/L）
硝酸盐	0.130	≤2.0	≤5.0
氟化物	0.149	≤1.0	≤1.0
铁	$<4.5 \times 10^{-3}$	≤0.1	≤0.2
锰	0.027	≤0.05	≤0.05
高锰酸盐指数	0.586	≤1.0	≤2.0
氨氮	<0.02	≤0.02	≤0.02
硫酸盐	6.07	≤50	≤150
氯化物	54.7	≤50	≤150

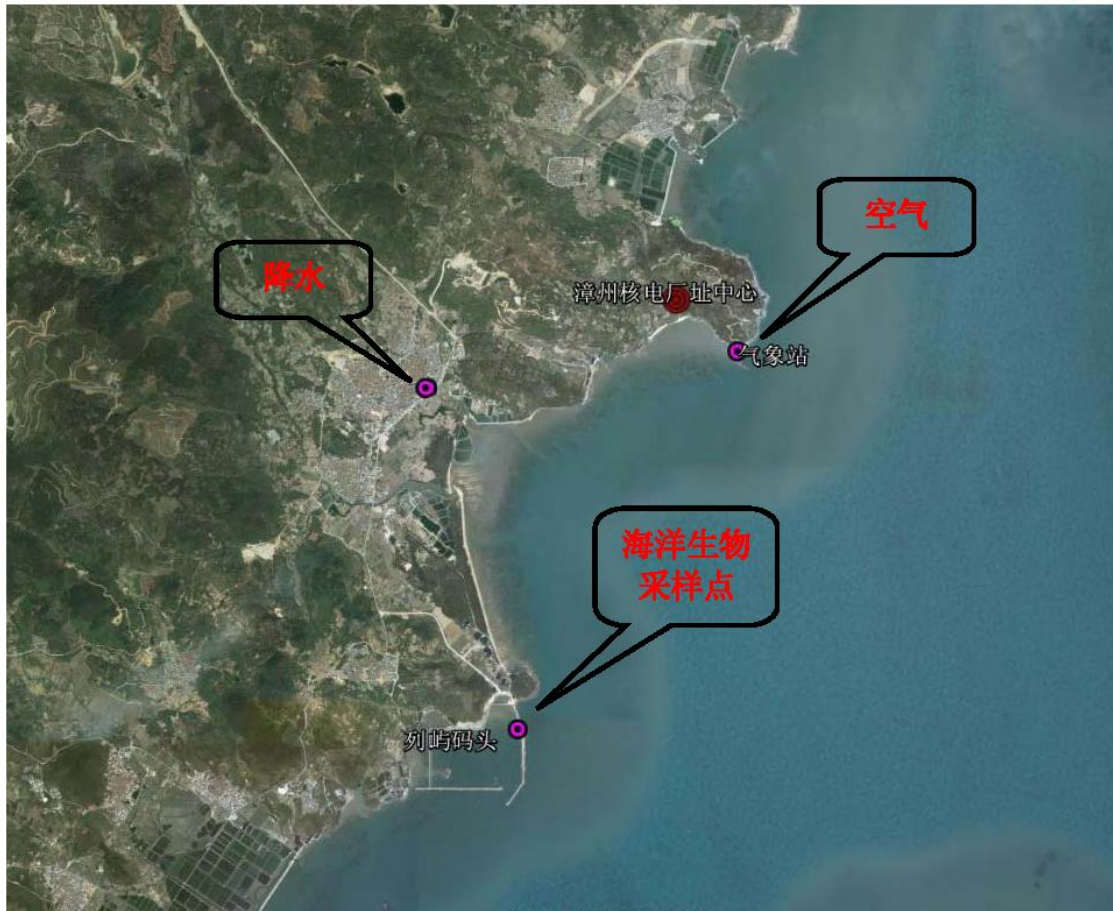


图 2.7-1 空气、降水和海洋生物采样点分布图

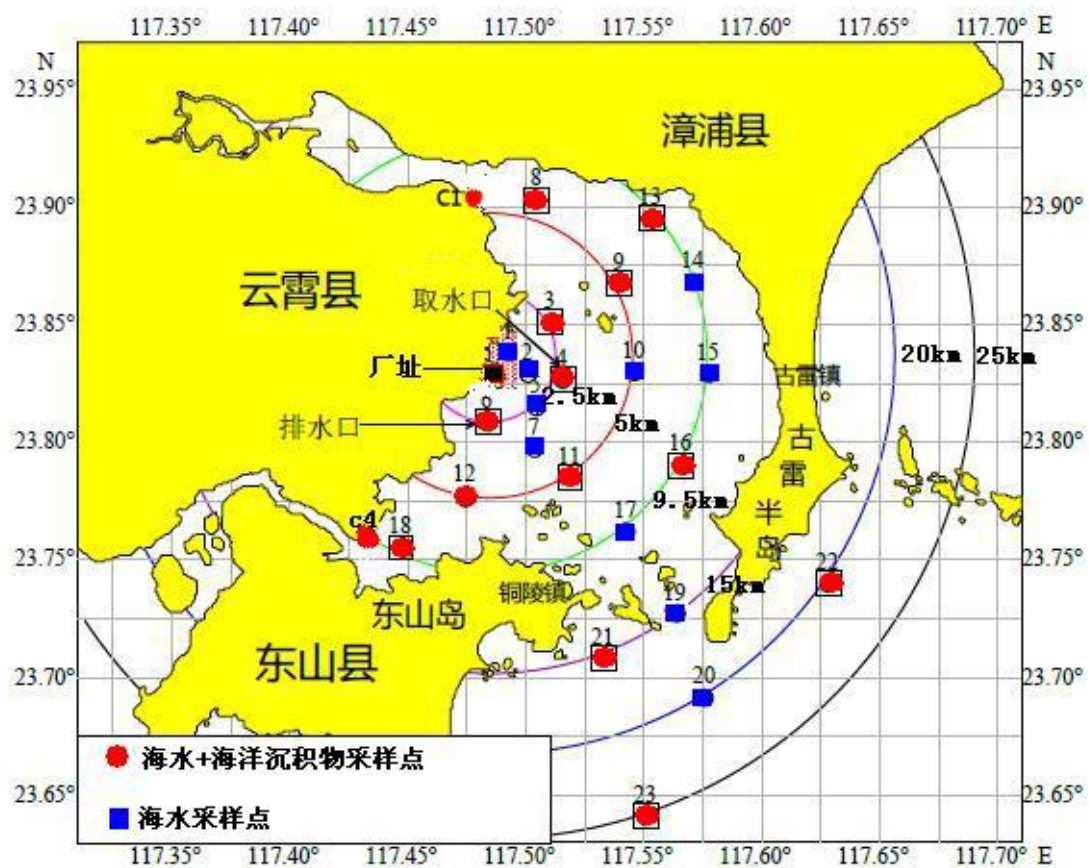


图 2.7-2 海水和海洋沉积物采样点分布图



图 2.7-3 漳州核电厂址周围 0~15km γ 辐射空气吸收剂量率和 γ 辐射累积剂量监测点位图



图 2.7-4 漳州核电厂址周围 5km 范围内土壤、海水及空气监测点位图

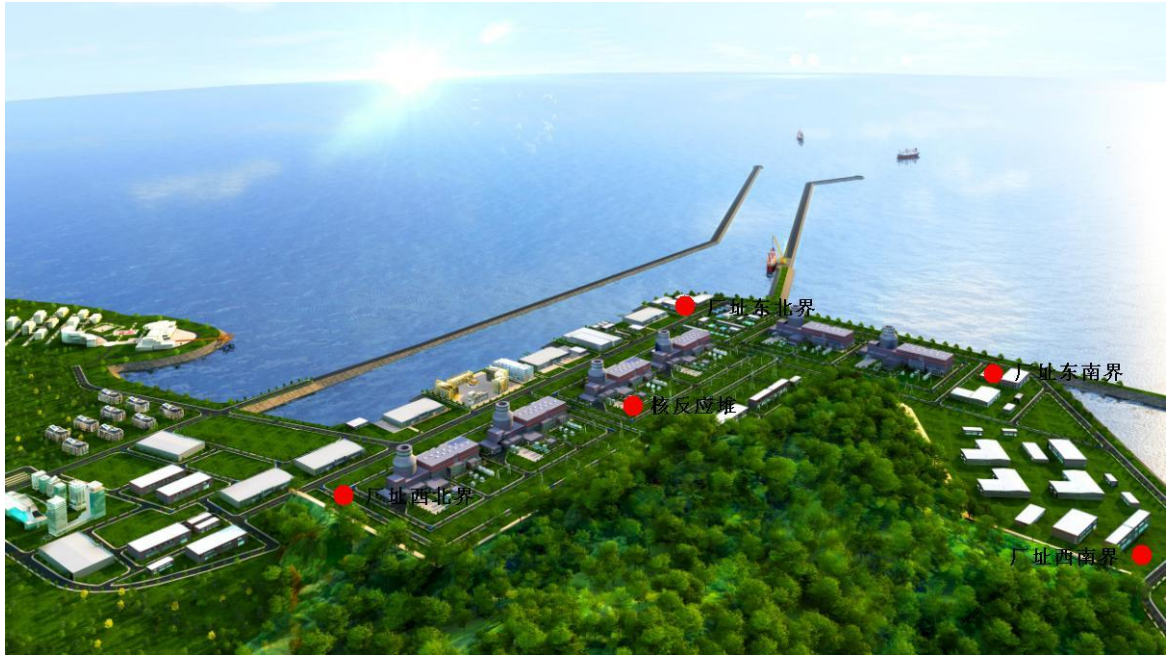


图 2.7-5 大气环境本底监测布点示意图

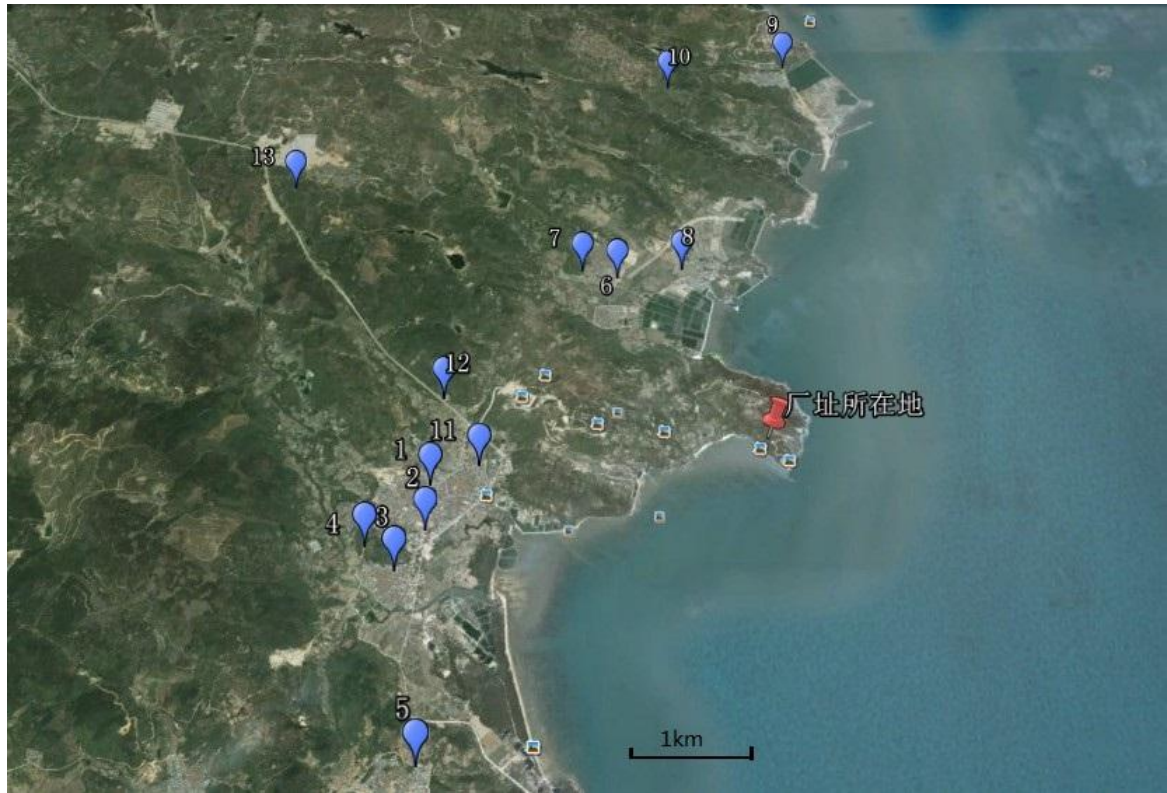


图 2.7-6 厂址半径 5km 范围内电磁辐射源监测布点示意图



图 2.7-7 厂址半径 5km 范围内非电磁辐射源监测布点示意图



图 2.7-8 声环境本底厂址监测布点示意图

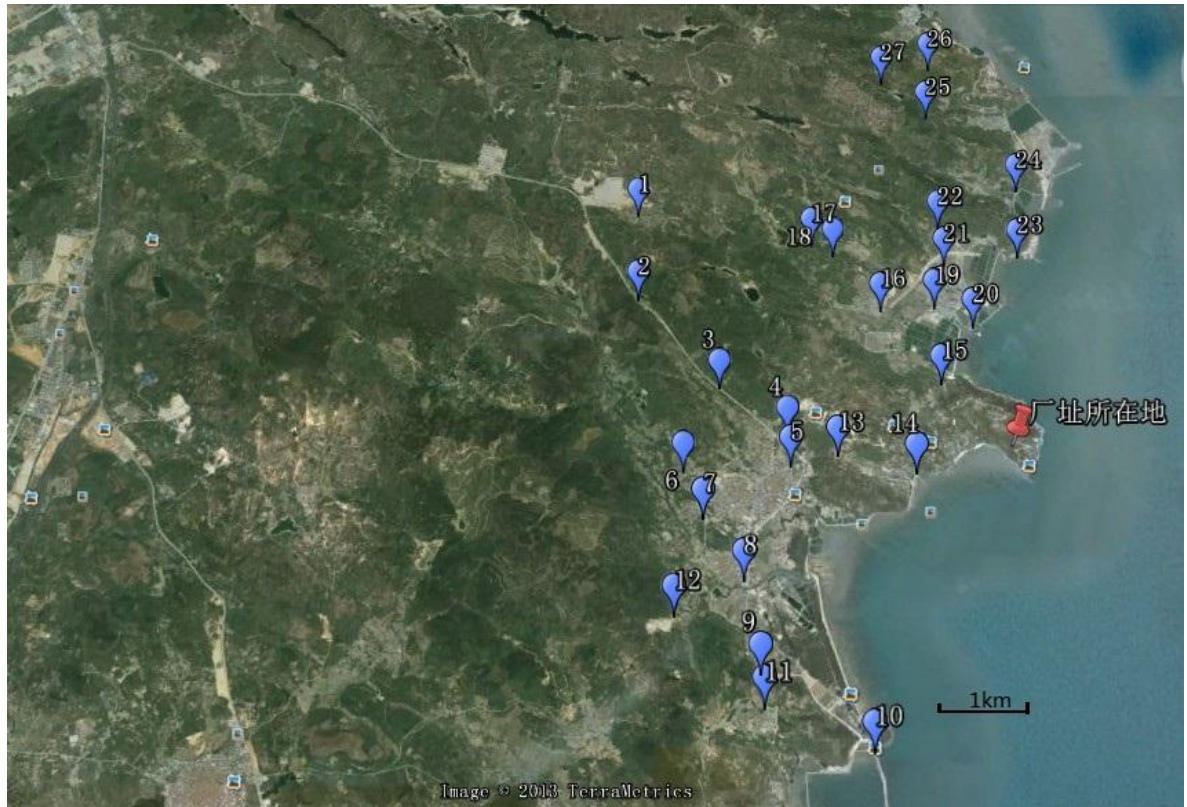


图 2.7-9 声环境本底厂址半径 5km 范围内监测布点示意图

分贝 (dB)

24小时连续监测点

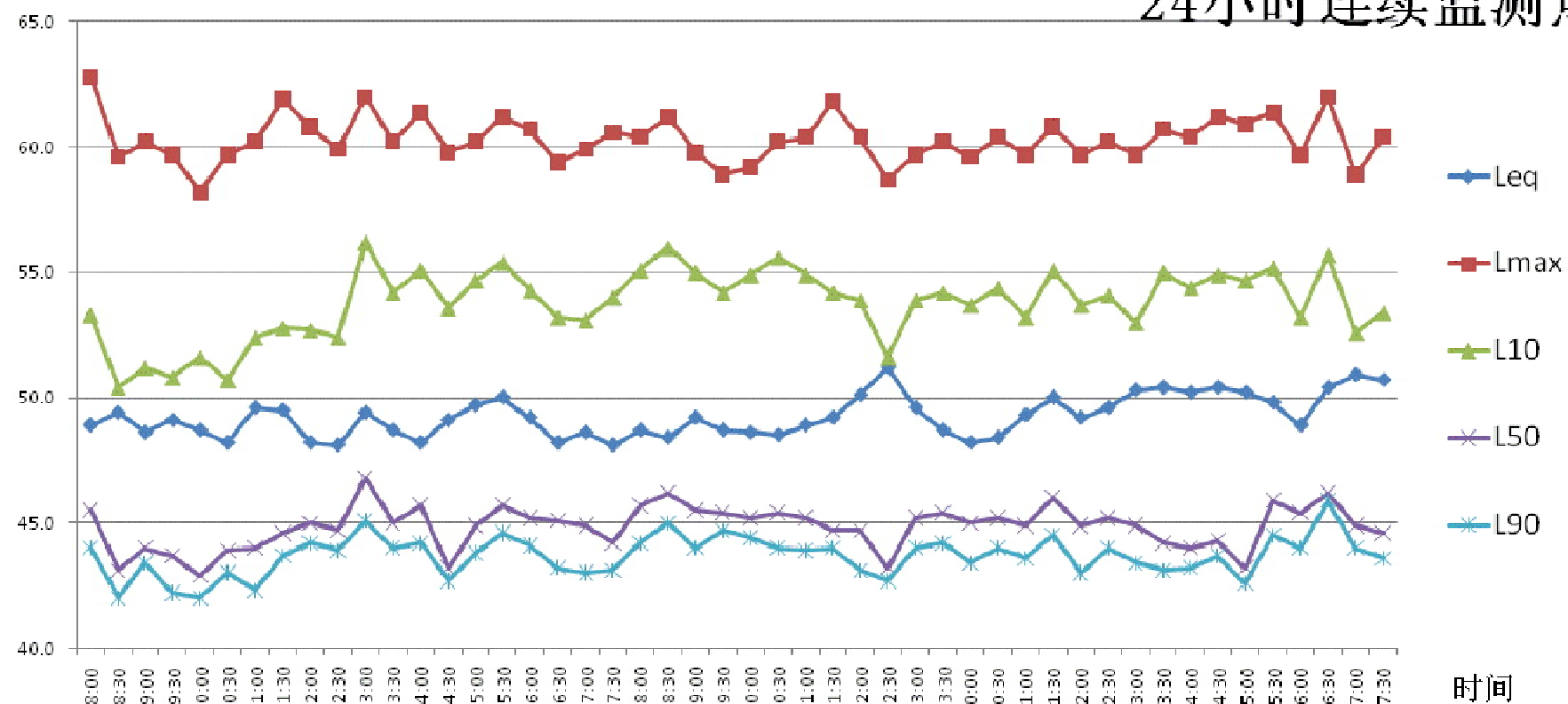


图 2.7-10 厂址 24 小时连续监测点噪声监测结果

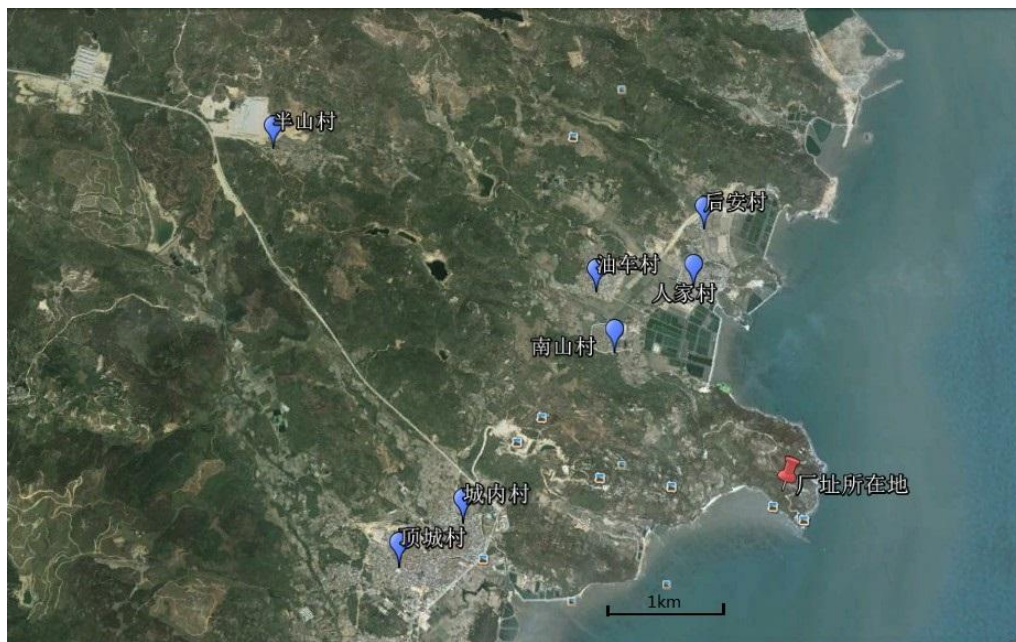


图 2.7-11 地下水环境本底监测布点示意图

第三章 电厂

3.1 厂区规划及平面布置

漳州核电厂厂区规划及总平面布置按 6 台国产化 AP1000 核电机组设计，一次规划，分期实施。

3.1.1 总平面布置原则

为体现可持续发展、系统优化和节约投资的原则，根据地形、地质、水文、气象和建厂条件，并结合已有的工作成果，本次总平面布置的主要设计原则如下：

1) 漳州核电厂规划建设六台国产化 AP1000 压水堆核电机组，本期工程建设四台国产化 AP1000 压水堆核电机组，扩建两台核电机组。

2) 尽量缩小山体开挖区域、减少土石方开挖工程量，并在地质条件允许的前提下，核岛尽可能往东北侧移。

3) 本期工程 1~4 号机组循环冷却水采用直流明渠方案；5、6 号机组循环冷却水采用二次循环冷却方案。

4) “因地制宜”地布置厂区建、构筑物，合理组织厂内外交通、景观。尽量节约用地，使布置更加紧凑、合理。

5) 辅助设施区以核岛区为中心，以工艺流程合理为原则。

6) 厂区交通运输布置，宜做到人、货分流和避免交叉，放射性物流与非放射性物流应考虑分流。

7) 满足大件设备的运输、施工安装要求，合理布置施工场地。

8) 综合考虑地质条件、汽机房负挖深度、循环水泵房扬程以及土石方平衡等多种因素，优化确定厂区设计标高。

3.1.2 厂区总平面布置

根据上述原则，综合考虑厂址地形地貌、核岛布置形式、各辅助设施区布置、配电装置方案、进线方式、取排水方案、主导风向等因素，厂区总平面布置提出了多个方案，本报告主要针对推荐方案进行论述。

1) 主厂房区布置

主厂房建筑群坐落在刺仔尾山体上，1~6 号机组沿东南至西北向呈“L 形”布置，1、2 号机组间距为 270m，2、3 号机组间距为 330m，3、4 号机组间距为 270m。本期工程四台机组呈 90° 布置，#1、2 机组主厂房区位于厂区的东南侧，核岛朝

向西南侧，汽机房朝向东北侧，#3、4 机组核岛朝向东南侧，汽机房朝向西北侧，由东南向西北扩建。规划的 5~6 号机组主厂房区位于厂区的西北侧，核岛朝向东南侧，汽机房朝向西北侧。

根据核工业南京工程勘察院 2012 年 10 月编制的《漳州核电厂工程可行性研究阶段岩土工程勘察报告(修订版)》以及华东电力设计院 2014 年可研补勘资料，厂址区岩性相对单一，以中细粒花岗岩为主，结构类型为块状。场地平整后(按 +14m 平整，1985 年国家高程，下同)，主厂区出露的岩石主要为黑云母二长花岗岩、正长花岗岩和花岗闪长岩，风化程度以微风化为主，局部为中等风化和强风化，中等风化、微风化岩石的承载力特征值均大于 1.8MPa。根据主厂区出露的岩性和地质构造，主厂区范围内不存在断层，裂隙多为闭合状，没有潜在的滑动面；厂址区内岩脉出露数量少，规模小，脉体与围岩接触良好，接触带未见蚀变现象，对建(构)筑物稳定性和厂区布置影响不大。核岛基础持力层主要位于中等风化~微风化基岩，汽机房除了小部分在回填区域外，均布置在中等及微风化基岩面上。

2) 放射性核辅助生产设施区

放射性辅助生产设施区主要包括厂址废物处理设施、转运场地、特种汽车库、去污和热检修车间等设施。该区域集中布置在一期工程主厂房区的西侧和西北侧。

每台机组辅助厂房设置一个废气排放口即烟囱。

3) 电气布置

根据输电规划，本期工程 1~4 号机组考虑全部电力通过 500kV 电网送出，出线 4 回，接入漳州电网南部、厂址北部的漳浦变和漳南变。5~6 号机组出线考虑两个方案：a)接入 500kV 电网，出线 2 回，接至漳浦~漳南线路或漳浦北~漳州线路；b)综合 1000kV 电网及 500kV 电网规划，考虑建设特高压厦门变并接入本工程二期 2 台机组的方案，输电方案待输电规划和接入系统方案审查后确定。

结合现场地形条件，主导风向以及厂址功能分区以及接入系统的初步规划，升压站位于 1、2 号机组主厂房区的西北侧，采用 500kV GIS 配电装置。考虑 5、6 号机组可能以特高压接入系统，5、6 号机组主厂房区西北侧预留 1000kV GIS 配电装置的场地。本期工程 1~4 号机组主变至升压站间拟采用 GIL 连接。

220kV 升压站采用 GIS 屋内配电装置方案，根据接入系统要求以及机组的扩

建方向，布置在 500kV GIS 配电装置的东南侧；网控楼布置在 500kV 和 220kV 配电装置之间。

4) 水工设施布置

本期工程 1~4 号机组考虑采用直流供水方式，明渠取水方案；规划 5、6 号机组采用二次循环自然通风冷却塔方案。循环水排水设施拟采用一次建设。

(1) 取水设施

本方案初步设想 1~4 号机组设置取水明渠引水。从水下地形和潮位分析，从厂址东侧约 2.4km 的 -6.5~-7m 等深线处开挖明渠引水，明渠两侧设置东西向防波堤。北侧防波堤长约 3.5km，堤头位于 -7m 等深线处；南侧防波堤长约 2.3km，堤头位于 -4m 等深线处。两条防波堤形成底宽 100 至 150m 的引水明渠，从泵房前沿延伸至堤头进港航道口 -6.6m 标高处。同时在取水明渠靠近厂区处设置重件码头 1 座，明渠底标高结合重件码头的要求暂定为 -6.2m。每两台机组设置循环水泵房一座，布置在主厂房区的东北侧。

5、6 号机组拟初步考虑采用 1 机 1 塔方案，每台机组设置 1 座淋水面积 18000m² 海水自然通风冷却塔，共 2 座，紧靠机组北侧布置。每座冷却塔与对应核岛反应堆厂房的中心距离均初步考虑为 300m 以上。补给水水源为海水，考虑从 3、4 号机组循环水泵房前池中取得。

(2) 排水设施

为降低取水温升，从厂址至龟山修建 1 条单边堤，堤长约 3km，与海岸线形成一个小湾，本期工程四台机组以两台机组为一单元，分别设置两个排水口排至湾内。经初步冷却后从龟山角排入东山湾。

5) 辅助生产区布置

厂区辅助生产区按照六台机组规划、四台机组连续建设的原则考虑，将四台机组辅助设施尽量合并，布置在本期工程主厂房的固定端及主厂房和明渠之间。

净水、化水处理设施靠近淡水水管布置在厂区的应急出入口。

制氢站和危险品库相对独立并靠厂区边缘布置，与其它厂房之间留有足够的防火间距，均满足生产需求及防爆安全的要求。

仓库、综合检修厂房布置在 1、2 号机组主厂房区的东南侧，以方便日常维修，靠近保护区入口，人流较集中；模拟体厂房(检修培训中心)集中布置于主厂房的北侧。

六台机组设置一处模块拼装场地和安全壳模块拼装场地，拟靠近 6 号机组的西侧布置。

6) 厂前区

根据厂前区布置常年最小风频的下风侧的原则，并结合核电厂的扩建方向和地形条件，考虑到厂区管理方便以及景观因素，将厂前区布置在厂区的西北角，紧靠厂区主入口。主要建构筑物有综合办公楼，食堂，档案室等建构筑物。由于厂前区布置在扩建端，故在 1、2 号机组主厂房区的西南侧设置生产调试楼及食堂一座。

7) 厂区道路交通及景观的组织

除了上述主要建、构筑物外，福建漳州核电厂设置了两条厂外道路。主要进厂道路从沿海大通道（规划）引接，线路全长约 0.9km，道路路基宽度 15m，采用双向两车道，设计速度为 60km/h。应急疏散道路由厂区西南侧道路接出，沿交通战备公路与疏港公路一期和沿海大通道相连，长度约 2.3km。道路考虑按二级公路标准规划建设，可满足核电厂应急交通要求。

电厂进厂公路由厂址西北侧接入厂区，可直达厂前区，并在主入口处设停车广场。厂区南侧道路接至应急出入口，并与疏港公路相连。厂区内根据工艺要求基本设有环形道路，道路宽度约为 7~9m。

8) 竖向布置

主厂房区的厂坪设计标高为 14m（1985 国家高程基准，下同），其他区域的设计标高为 13.5m，高于该地区的设计基准洪水位（不考虑波浪影响的设计基准洪水位为 6.3m）。

9) 用地及拆迁

厂区用地面积约 153.50hm²（含规划预留用地），施工区用地面积 45.0hm²，共计约 198.5 hm²。其中陆域面积约 128.5 hm²，海域面积约 70hm²（以 0m 等高线为界）。

陆域范围内除了占用林地、鱼塘、园地、耕地和未利用地外，不涉及拆迁。

10) 厂区主要建、构筑物

厂区主要建、构筑物见表 3.1-1。

11) 厂区主要技术指标

厂区主要技术指标见表3.1-2。

表 3.1-1 厂区主要建、构筑物一览表

子项编号	子项名称	备注
004	进厂道路	全厂共用
005	应急道路	全厂共用
006	停车场	全厂共用
011	500kV 开关站	全厂共用
012	220kV 开关站	全厂共用
014	网控楼	全厂共用
015	变压器区域构筑物	单堆设置
021	大件码头	全厂共用
023	取水工程	全厂共用
024	排水设施	全厂共用
031	化学品库	全厂共用
032	制氢站	全厂共用
033	低压氢气储存站	全厂共用
034	事故放油池	单堆设置
036	高压氢气储存站	单堆设置
037	氮气储存站	单堆设置
039	凝结水精处理车间	单堆设置
044	GIL 电缆沟	
05	保卫控制中心	全厂共用
06	应急指挥中心	全厂共用
09	警卫室	
091	控制区出入口及办证中心	全厂共用
092	保护区出入口	全厂共用
095	厂区大门	全厂共用
11	反应堆厂房	单堆设置
12	辅助厂房	单堆设置
13	核岛除盐水储存箱	单堆设置
14	硼酸箱	单堆设置
15	非能动安全壳冷却水辅助贮存箱	单堆设置
16	凝结水箱	单堆设置
20	汽机厂房	单堆设置
21	汽机厂房第一跨	单堆设置

子项编号	子项名称	备注
22	贮油箱	单堆设置
23	常规岛除盐水箱	单堆设置
25	辅助锅炉房	全厂共用
26	柴油驱动消防泵	单堆设置
27	消防水箱 A	单堆设置
28	消防水箱 B	单堆设置
30	水处理厂	全厂共用
32	除盐水厂房	全厂共用
37	生活污水处理设施	全厂共用
38	废水处理厂房	全厂共用
39	虹吸井	单堆设置
40	附属厂房	单堆设置
41	运行和维修技术支持大楼	全厂共用
50	放射性废物厂房	单堆设置
51	厂址废物处理设施	全厂共用
511	转运场地	全厂共用
52	特种汽车库	全厂共用
53	去污和热检修车间	全厂共用
60	柴油发电机厂房	单堆设置
61	柴油储存罐 A,B	单堆设置
65	综合办公楼	全厂共用
651	培训中心（含模拟机厂房）	全厂共用
653	食堂	全厂共用
654	档案馆	全厂共用
655	宣传和接待中心	全厂共用
656	生产准备调试楼	全厂共用
657	职工现场倒班宿舍	全厂共用
658	综合服务楼	全厂共用
659	车队管理楼	全厂共用
66	仓库	全厂共用
671	综合检修厂房	全厂共用
673	模拟体厂房	全厂共用
694	警卫营房	全厂共用
695	消防站	全厂共用

子项编号	子项名称	备注
697	气象观测站	全厂共用
698	公安楼	全厂共用
71	循环水泵房	双堆设置
72	循环水压力供水管	单堆设置
73	循环水排水管	单堆设置
74	循环水处理室	双堆设置
802	施工变电站	全厂共用
803	施工供水站	全厂共用
809	重件道路	全厂共用
82	模块拼装场地	全厂共用
87	混凝土搅拌站及砂石堆场	全厂共用
88	安全壳模块拼装场地	全厂共用

表 3.1-2 厂区主要技术指标

序号	名 称		单 位	数 量	备 注
1	本期工程厂区用地面积(含厂前区及核电辅助设施)		hm ²	95.50	四台国产化 AP1000 机组
2	单位容量用地面积		m ² /kW	0.239	
3	规划容量厂区用地面积(含厂前区及核电辅助设施)		hm ²	153.50	六台国产化 AP1000 机组
4	单位容量用地面积		m ² /kW	0.256	
5	厂区建构筑物占地面积		m ²	346700	四台国产化 AP1000 机组
6	道路占地面积		hm ²	125200	四台国产化 AP1000 机组
7	本期工程 厂区土石方	挖方	×10 ⁴ m ³	1983.41	实方, 含基槽余土 140 , 5 号机组局部参与平整
		填方	×10 ⁴ m ³	1289.68	厂坪标高定为 14m
8	规划容量 厂区土石方	挖方	×10 ⁴ m ³	2309.01	实方, 含基槽余土 210
		填方	×10 ⁴ m ³	1312.81	厂坪标高定为 14.0m
9	厂区供水管线长度		m	2×1400	四台国产化 AP1000 机组
10	厂区排水管线长度		m	3500	四台国产化 AP1000 机组, 双孔沟
11	厂区 500kV GIL 长度		m	2400	四台国产化 AP1000 机组
12	绿化面积		m ²	95500	四台国产化 AP1000 机组
13	厂外取水明渠长度		m	3300	

3.2 反应堆和蒸汽-电力系统

3.2.1 概述

漳州核电厂一期工程拟建四台国产化 AP1000 核电机组，每台机组由核岛（NI）、常规岛（CI）和电厂配套设备（BOP）三大部分组成：

- NI 包括整个核蒸汽供应系统以及相关的辅助系统和支持系统。主要由反应堆厂房、核辅助厂房、核附属厂房、放射性废物厂房、柴油机厂房及相关基础组成。
- CI 主要指汽轮机厂房及其厂房内的系统设备；
- 而 BOP 则指 NI、CI 以外的辅助系统设备。

每台国产化 AP1000 机组的核蒸汽供应系统（NSSS）的额定功率为 3415MWt，反应堆堆芯额定热功率为 3400MWt，毛电功率约为 1250MWe。堆芯热工裕量大于 15%，堆芯损伤频率小于 $1.0\text{E-}6/\text{堆年}$ 。

每台国产化 AP1000 机组的设计寿命为 60 年，机组可利用率为 93%。

本工程技术方案的主要设计性能参数见表 3.2-1。

3.2.2 燃料元件性能的描述

漳州核电厂国产化 AP1000 核电机组的反应堆堆芯装载 157 组国产 AP1000 型燃料组件。燃料组件由 17×17 正方形排列的燃料棒和燃料组件骨架组成。燃料组件骨架由上管座、下管座、15 层格架（包括 8 层中间格架、1 层顶部格架、1 层底部格架、1 层保护格架和 4 层中间搅混格架）、24 根导向管和 1 根仪表管组成。在燃料组件骨架未装上、下管座之前，先插入燃料棒，然后再装上、下管座，组成完整的燃料组件。每个燃料组件共有 289 个棒位，其中 24 个由导向管占据，1 个由仪表管占用，其余 264 个装有燃料棒（或装整体燃料-可燃毒物棒）。燃料棒装入燃料组件骨架内由格架夹持，使之保持在确定的轴向和径向位置上，并允许燃料棒沿轴向自由热膨胀。燃料棒端部与上、下管座之间留有足够的间隙，以补偿燃料棒与导向管间不同的热膨胀和辐照生长。燃料组件的燃料棒外径为 9.5mm，活性段长度为 4267.2mm，燃料棒中心距为 12.6mm。燃料组件基本性能参数见表 3.2-2，堆芯首次燃料装载见图 3.2-1，燃料组件和燃料棒的垂向布置见图 3.2-2。

国产 AP1000 型燃料组件的一些主要特点如下：

- 采用一体化上管座，减少产生松脱件的可能性；

- 燃料棒内设置上、下轴向再生段，减少中子轴向泄漏和改善中子利用；
- 采用防异物下管座、保护格架和下部包壳预氧化，有效防止燃料棒的异物磨损破坏；
- 燃料棒内设置上、下气腔，降低堆芯下板的中子辐照损伤，降低气腔温度和燃料棒内压；
- 采用性能良好的 ZIRLO 合金作为包壳和结构件材料；
- 组件上半部装有四层中间搅混格架（IFM），提高堆芯热工性能；
- 导向管壁厚增加，提高燃料组件整体刚度，降低控制棒不完全插入风险；
- 使用先进的 IFBA 可燃毒物（芯块柱面涂 ZrB_2 ）；
- 增加燃料棒与格架刚凸和弹簧的接触面积，并采用优化搅混翼布置，增加底部格架弹簧力，以减少燃料棒振动磨蚀破坏可能性；
- 堆内测量仪表从燃料组件上部插入，与压力容器底部无贯穿件设计相匹配；
- 4.27 米（14 英尺）活性段燃料组件具有丰富的使用经验。

3.2.3 核蒸汽供应系统

核蒸汽供应系统主要包括反应堆冷却剂系统及相关的核辅助系统。

漳州核电厂拟建的反应堆冷却剂系统由两个传热环路组成，每个环路包括一台蒸汽发生器，两台反应堆冷却剂泵、一条热段和两条冷段。另外，系统还包括稳压器、内部连接管道、阀门和用于运行控制和触发专设安全设施的仪表。反应堆冷却剂系统的所有设备均位于反应堆安全壳内。

图3.2-3给出了反应堆冷却剂系统工作流程。运行过程中，反应堆冷却剂泵使加压水通过反应堆压力容器，再到蒸汽发生器，如此循环。用作冷却剂、慢化剂和硼酸（化学补偿控制）溶剂的水经过堆芯时被加热。加热的水输送到蒸汽发生器，在其热量传递到蒸汽系统后，在泵的作用下返回到反应堆压力容器并重复上述过程。

3.2.4 汽轮机和凝汽器的描述

3.2.4.1 汽轮机

漳州核电厂本阶段以半速、单轴、四缸（一只高压缸和三只低压缸）、六排汽、

凝汽式汽轮机为基本型式，配有两台汽水分离再热装置。

来自蒸汽发生器的蒸汽分四根管道分别进入两组主汽阀和调节阀，再经四根导汽管进入高压缸做功。然后从高压缸两端的排汽口排出湿蒸汽，通过高压排汽管道进入汽水分离器，其中部分蒸汽作为加热蒸汽供除氧器。蒸汽在汽水分离器中去除水分，然后在流经 MSR 第一级再热器和第二级再热器时分别被汽轮机抽汽和从主蒸汽管引出的新蒸汽加热，加热后的蒸汽引送到汽轮机的 3 台低压缸，进行做功。

高压缸和低压缸均为双流式结构。

汽轮机润滑油系统供油给顶轴系统、盘车系统、汽轮机轴承、发电机轴承、励磁机轴承和推力轴承。该系统还向发电机油密封系统和顶轴油泵供油。

汽轮机共有七级抽汽，其中三级在高压缸，四级在低压缸。高压缸中抽出一部分蒸汽至汽水分离再热器第一级再热器；高压缸第一级抽汽进入 7 号高压加热器；高压缸第二级抽汽进入 6 号高压加热器；从高压缸排汽管道中抽出一部分蒸汽至除氧器；在第一级抽汽管道上接一路蒸汽至辅助蒸汽系统。低压缸的四级抽汽分别供给 1 号~4 号低压加热器。

3.2.4.2 凝汽器

凝汽器为单背压、三壳体、双进双出单流程的表面式热交换器，用来接收汽轮机低压缸的排汽、旁路排放蒸汽和其他汽水流体，这些流体被循环水冷却，热量由循环水带入海中，不凝结气体由凝汽器真空系统抽出。冷却管为不锈钢管。

凝汽器的每个壳体由接颈、壳体、热井和水室组成。壳体由碳钢制造。

1 号、2 号低压加热器分别放置在接颈内。

表 3.2-1 核电机组的主要设计参数

参数名称	单位	参数值
核蒸汽供应系统额定热功率	MWt	3415
反应堆额定热功率	MWt	3400
电功率（毛）	MWe	~1250
反应堆冷却剂环路数	个	2
反应堆压力容器入口温度	℃	280.7
反应堆压力容器出口温度	℃	321.1
反应堆系统压力	MPa（a）	15.5
负荷跟踪能力		有
电厂可利用率	%	93
电厂总效率（毛）	%	~36.8%
换料周期	月	18
平衡循环平均卸料燃耗	MWd/tU	~50000
电厂设计寿命	年	60
堆芯损伤频率	1/堆年	$<1.0 \times 10^{-6}$
大量放射性物质释放频率	1/堆年	$<1.0 \times 10^{-7}$

表 3.2-2 国产 AP1000 型燃料组件基本性能参数

名称	参数
燃料组件排列	17×17
棒间距 (mm)	12.6
燃料棒数量	264
导向管数	24
仪表管数	1
格架数	15 (包括 8 层中间格架、4 层搅混格架、1 层顶部格架、1 层底部格架和 1 层保护格架)
整体尺寸 (mm)	214.02×214.02×4798.70
燃料棒	
— 总长 (mm)	4583.2
— 活性区高度 (mm)	4267.2
— 上气腔长度 (mm)	164.5
— 下气腔长度 (mm)	122.56
— 径向间隙 (mm)	0.17
— 预充气体	氦气+空气
— Non-IFBA 棒预充内压 (MPa)	1.996
— IFBA 棒预充内压 (MPa)	0.789
UO ₂ 芯块	
— 密度 (% T.D)	95.5
— 实心圆柱芯块直径 (mm)	8.192
— 实心圆柱芯块高度 (mm)	9.83
— 环形芯块内径 (mm)	3.94
— 环形芯块外径 (mm)	8.192
— 环形芯块高度 (mm)	12.70
燃料包壳	
— 材料	ZIRLO
— 外径 (mm)	9.50
— 厚度 (mm)	0.57

	H	G	F	E	D	C	B	A
08	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED D1_068_2	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED E1_124	FEED C1_000
09	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED E1_088_04	FEED A1_000
10	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED E1_124_08	FEED C1_000	
11	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED E1_124_08	FEED C1_000	FEED A1_000	
12	FEED B1_000	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED E1_124_08	(FEED) B1_000	FEED C1_000		
13	FEED D1_068_12	FEED B1_000	FEED E1_124_08	FEED C1_000	FEED C1_000			
14	FEED E1_124	FEED E1_088_04	FEED C1_000	FEED A1_000				
15	FEED C1_000	FEED A1_000	--组件位置 --批料编号					

批次	富集度 ⁽¹⁾ (w/o)	组件数目	kgU/组件	可燃毒物棒/组件 (IFBA/ WABA)	组件IFBA中 ¹⁰ B装载量 (g)
A1_000	0.74	16	541.16	0 / 0	0.000
B1_000	1.58	49	541.16	0 / 0	0.000
C1_000	3.20	28	541.16	0 / 0	0.000
D1_068_12	3.776	36	538.29	68 / 12	20.294
E1_088_04	4.376	8	537.40	88 / 4	26.263
E1_124	4.376	4	535.81	124 / 0	37.007
E1_124_08	4.376	16	535.81	124 / 8	37.007

图 3.2-1 首循环堆芯燃料组件装载图

注：组件富集度的统计不包括轴向再生区

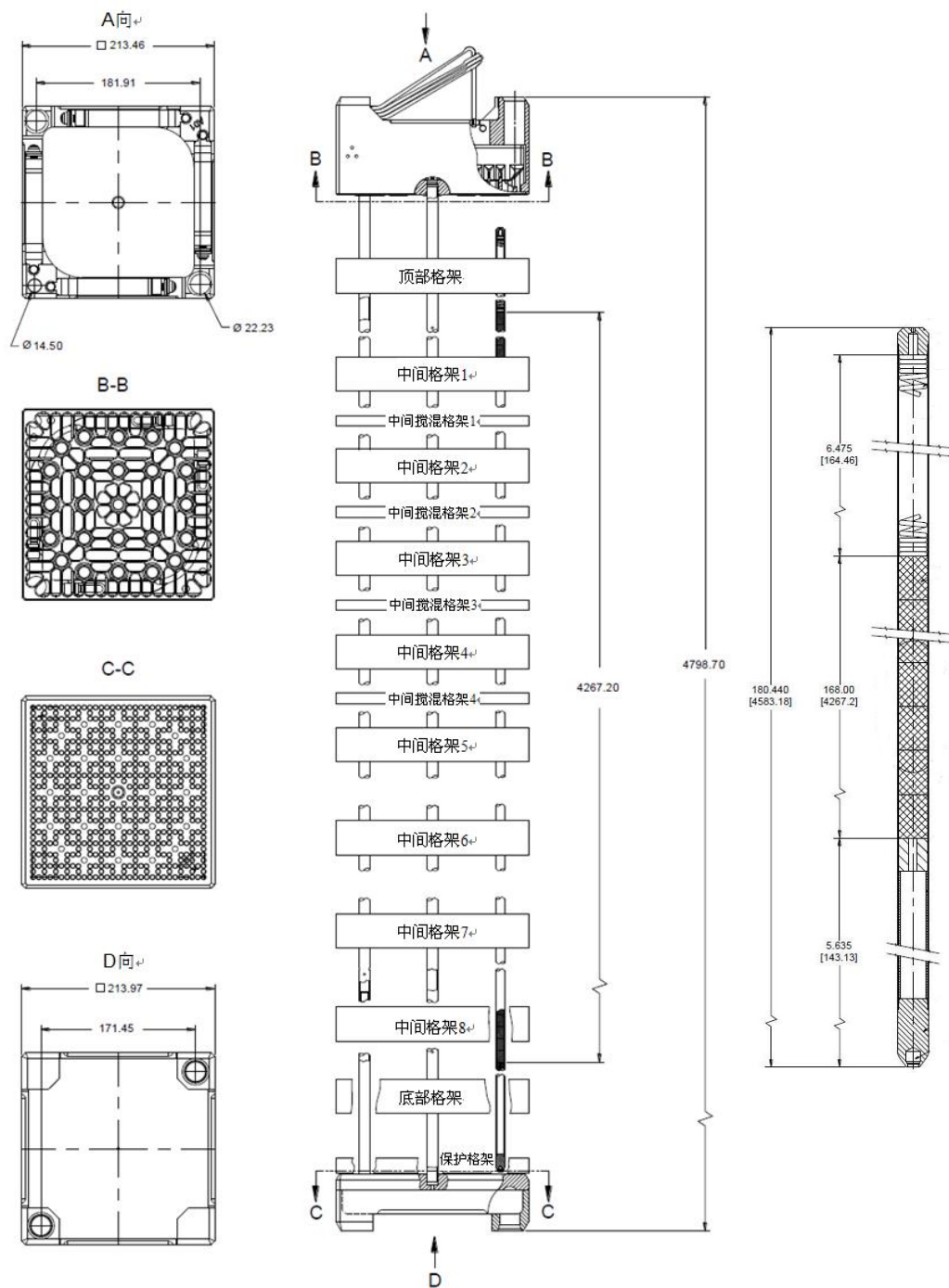


图 3.2-2 国产 AP1000 型燃料组件和燃料棒的垂向布置

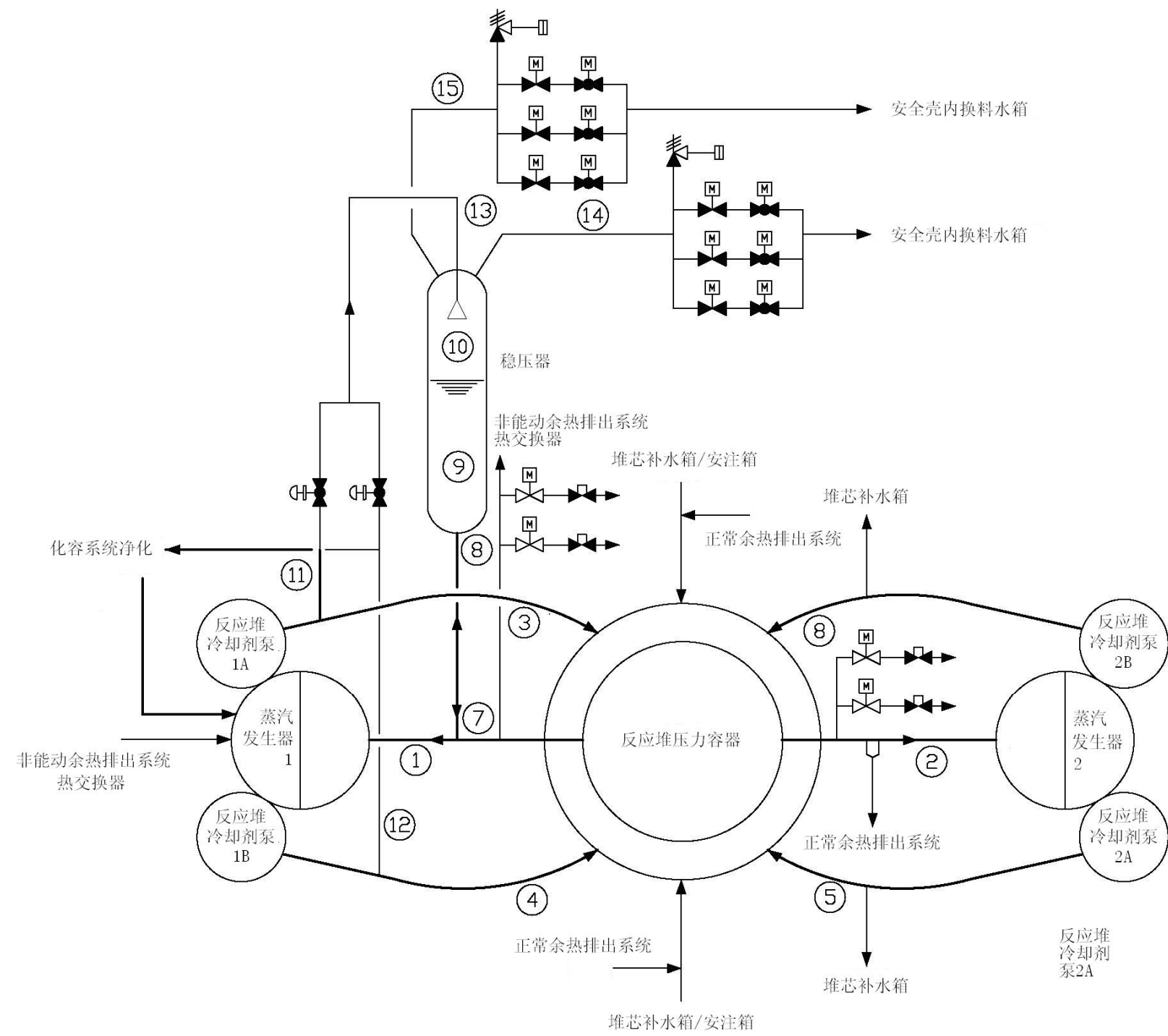


图 3.2-3 反应堆冷却剂系统流程简图

3.3 电厂用水和散热系统

3.3.1 电厂取排水系统

3.3.1.1 循环冷却水系统

1) 工艺流程

漳州核电厂一期工程拟建设 4 台国产化 AP1000 机组，规划容量按 6 台国产化 AP1000 核电机组考虑。冷却方式拟采用直流供水系统，6 台机组夏季循环冷却水量约 $468\text{m}^3/\text{s}$ 。本工程厂址紧靠东山湾海边，海水水量充沛可靠；同时根据温排水数值模拟试验分析，四台机组运行工况下其 1°C 温升等值线未达到漳江口红树林保护区和珊瑚礁保护区，满足工程海域环保要求；且取排水方案能满足电厂取水温升的要求。因此采用海水直流循环供水系统运行是比较经济的、且可靠有保证的。

本工程循环水系统拟采用单元制供水系统，每台机组设置 2 台循环水泵、2 根循环水进水管、1 座虹吸井、双孔循环水排水沟和排水口。其供排水工艺流程基本如下：

东山湾→取水明渠→循环水泵房→循环水压力进水管→凝汽器/辅机冷却水系统→循环水压力排水管→虹吸井→循环水排水沟→排水口→东山湾

2) 供排水方案

取水：

漳州核电项目拟采用明渠从厂址东侧约 2.2 km 的 -6.5~-7m 等深线处取水，明渠两侧设置南北侧防波堤。北侧防波堤长约 3.5 km，堤头位于 -7m 等深线处；南侧防波堤长约 2.3 km，堤头位于 -4m 等深线处。防波堤堤顶宽度暂按 20m 考虑，堤顶标高暂按 6.3m 考虑。两条防波堤形成底宽 100~150m 的引水明渠，同时在取水明渠靠近厂区处设置大件码头 1 座。取水明渠的过水能力按 6 台国产化 AP1000 机组规划容量一次考虑，明渠底标高约为 -6.2m。

排水：

为避免近岸扩散排放造成红树林保护区温升超标，根据温排水模型试验的结果，排水口门拟布置在厂址西南侧 2.5km 的龟头角附近。厂址西南侧护岸处拟建一条单边导堤，长度约 3km，与厂区护岸形成一个半封闭港湾，单边导堤堤头位于龟头角附近，堤顶宽度约 10m，堤顶标高约 6.3m。单边导堤港湾内设 1~4 号机组钢筋混凝土扩散型排水口 1 座，1~4 号机组循环水排水排入该港湾后，与环境

水体掺混、冷却、稀释，通过单边导堤堤头与龟头角形成的出口排入东山湾。

3) 供排水设施

每2台机组设置1座联合水泵房，泵房平面尺寸约120×85m。泵房内依次布置有钢闸门、粗格栅、旋转滤网和循环水泵。单台机组两台循环泵DN4100mm出水管在水泵房外独立布置，自水泵房至汽机房。循环水管进出汽机房时每台机组为三进三出（共6根，每台凝汽器由3个壳体组成），管径为DN2700mm。单台机组排水采用双孔4.0m×4.0m钢筋混凝土排水沟。

3.3.1.2 厂用水系统

厂用水系统是一个非核级、开放式循环冷却水系统，其功能是将设备冷却水系统热交换器收集的热负荷直接输送到海水，由热交换器出来的冷却水排水籍余压排入循环冷却水虹吸井，最后排入东山湾海域。

厂用水泵和循环水泵均布置在联合水泵房内。厂用水系统的取水过滤系统与循环冷却水系统的取水过滤系统合用，即取水流道、拦污栅、滤网与循环冷却水系统合用，不再另行设置。每台机组的厂用水系统设置2个系列的设备和管道，并在2个系列之间设置联络管，以增加系统供水的安全性。每个系列设置1台厂用水泵，将海水提升至设备冷却水热交换器，经使用后的海水排入循环冷却水虹吸井，与循环水排水一起排入东海。

厂用水系统的工艺流程为：

东山湾→取水流道→联合水泵房内厂用水泵→压力供水管→设备热交换器→压力排水管→虹吸井→排水涵管→排水明渠→东山湾。

为了防止诸如海草、水母等海洋生物进入厂用水泵，采用拦污栅、滤网等过滤装置。同时，为了防止藻类和微生物在管道和设备中附着和生长，需在海水取水过程中加入次氯酸钠溶液。

3.3.1.3 设备冷却水系统

设备冷却水系统（CCS）是一个非安全相关的封闭回路冷却系统，在电站运行期间将电站各设备产生的热量传递到厂用水系统带出，并提供防止放射性物质向环境泄漏的屏障。CCS在电站各个正常运行阶段运行，包括功率运行、正常冷停堆、启堆和换料。系统的设备布置成两个机械系列。每个系列包括一台设备冷却水泵和一台设备冷却水热交换器。

连接到回水母管的波动箱用来调节热胀冷缩。当水箱低水位时，通过除盐水

储存和分配系统自动补水。从泵出口管到波动箱的管线上安装了一台化学添加箱，用来向系统添加防止腐蚀的化学添加剂。设备冷却水系统流程见图3.3-1。

电厂在不同运行模式（如停堆、热备用、启动和正常运行）下设备冷却水系统（CCS）中冷却水的流量及热负荷见表 3.3-1。

3.3.2 淡水供水系统

3.3.2.1 施工期水源

1) 施工用水量

施工现场的供水量应满足全工地的直接生产用水、施工机械用水、生活用水和消防用水的综合最大需要量，饮用水应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）和当地卫生机关的规定；混凝土和砂浆的拌和用水应符合《混凝土用水标准》（JGJ63-2006）的规定；施工机械用水水质应符合《工业锅炉水质》（GB1576-2008）中给水水质规定。

“场地平整”期间所需施工生产用水量约 $900\text{m}^3/\text{d}$ ，主要用于浇筑进场路面和场地平整。

主体施工期间的淡水用水量主要有两部分组成：一是施工期间的施工用水，二是施工期间的人员生活用水。一期工程施工期间最大年取水量为 249万 m^3 ，供水保证率为 90%。

2) 施工供水方案

场地平整期间的淡水水源来自福建云霄常山经济开发区七星自来水有限公司。七星自来水有限公司设计供水量 $30000\text{t}/\text{天}$ ，福建云霄常山经济开发区七星自来水有限公司已同意提供施工各阶段用水，施工用水供应方案可满足本期工程场地平整施工期用水需求。此方案施工用水接入点为疏港公路云陵开发区与列屿镇交界处，接入方式为交界处三通接入，再通过供水管道接至施工现场。

主体工程施工期间的淡水水源采用永临结合方案，以峰头水库作为淡水水源。水库至厂址沿途地形平坦，初步考虑设置 1 座淡水升压泵房，通过升压水泵将水库来水升压后用压力管道送至核电厂，压力管道沿公路敷设。其工艺流程为：峰头水库→水库放水孔引水管→重力引水管→淡水升压泵房→压力管道→厂址。

峰头水库来水通过厂内水处理厂处理达标后，施工用水由泵升压后供水至各施工现场用水点。

3.3.2.2 运行期水源

1) 运行期用水量

运行期间淡水主要包括生产用水、生活用水及消防补水、道路浇洒等用水，经初步估算并适当考虑富裕量，一期4台国产化AP1000机组的淡水用水量约700万 m^3 。运行期间淡水供水保证率为97%。

2) 水源地和工艺流程

本工程运行期的淡水水源为峰头水库，峰头水库是向东渠配套的主体工程，是一个以灌溉为主，结合发电并有防洪、供水等综合效益的大型水利工程。水库坝址位于云霄县马铺乡峰头村，控制流域面积为333 km^2 ，占漳江全流域的31.4%，多年平均径流量3.66亿 m^3 。水库设计洪水标准为五百年一遇，校核洪水标准为5000年一遇，水库正常蓄水位74.0m，死水位52.0m，峰头水库的总库容1.77亿 m^3 ，兴利库容为1.505亿 m^3 。大坝右岸放水孔进口底高程45.6m，低于死水位，其设计放水流量为28 m^3/s ，扣除灌溉设计最大放水流量8.0 m^3/s ，剩余流量远大于核电厂所需淡水流量。

峰头水库死水位为52m，核电厂厂址地坪标高为14m，水库至厂址沿途地形平坦，标高约为10m~60m左右，距离约43km，所以淡水输水管道系统的输水方式可采用重力式和加压式两种并用方式。初步考虑淡水系统的取水口设在峰头水库坝头，利用右岸放水孔进行取水。本工程拟从右岸放水孔引水管上敷设2根DN600重力引水管，设置淡水升压泵房1座，通过升压水泵将水库来水升压后用2根DN600压力管道送至核电厂，压力管道沿公路敷设。

其工艺流程为：

峰头水库→水库放水孔引水管→重力引水管→淡水升压泵房→压力管道→厂区

3) 原水预处理系统

原水预处理系统布置在厂区水处理厂中，水处理厂的占地规模按6台国产化AP1000机组规划容量考虑，原水为峰头水库水。水厂内的大部分设施按一期4台机组容量设计（处理能力约为1000 m^3/h 左右），并预留二期扩建2台机组容量的位置，原水池、清水池、污泥处理等设施按6台机组规划容量设计。水处理厂的主要处理工艺流程为：

峰头水库来水→厂区原水池→升压泵→混合反应沉淀池→空气擦洗滤池→

清水池→清水泵→各用水点

水处理厂内的主要设施包括原水池、半地下式加药及升压水泵间、混合反应沉淀池、空气擦洗滤池、清水池、污泥处理设施及半地下式综合水泵房。系统按照不同用户的水质要求，通过澄清、过滤处理后向化学补给水系统、全厂生活水系统、消防水系统提供过滤水源，通过回收利用向道路冲洗绿化等提供回用水源，满足各用户用水要求。此外，混合反应沉淀池排泥水、溢流水、滤池反洗排水、放空水均回收重复利用，污泥收集后进行浓缩、脱水处理。

表 3.3-1 电厂在不同运行模式厂用水系统（SWS）和设备冷却水系统（CCS）
中冷却水的流量及热负荷

序号	工况	CCS 流量 (m ³ /h)	SWS 流量 (m ³ /h)	热负荷 (MW)
1	正常运行	2510	2700	30.2
2	停堆 4 小时（RCP 50%转速）	3914	5400	89.9
3	停堆 96 小时	3733	5400	32.7
4	换料（包括紧急全堆芯卸载）	3688	5400	36.4
5	电厂启动	3925	5400	27.5

3.4 输电系统

3.4.1 核电厂接入系统方案

漳州核电厂规划容量为 $6 \times 1250\text{MW}$ ，一期工程建设 $4 \times 1250\text{MW}$ 机组，本阶段接入系统方案从系统角度分析电厂接入系统条件，为电气及总图布置提供依据，具体接入系统方案以电厂接入系统评审意见为准。

本期工程考虑采用如下接入系统方案：

方案一，本工程全部电力通过 500kV 电网送出，出线 4 回，2 回接入漳州电网南部的东林变，2 回开断进五峰-漳州线路。电力在漳州南部消纳后，通过漳州外送通道外送电力，见图 3.4-1。

方案二，本工程全部电力通过 1000kV 电网送出，出线 2 回接入厦门特，见图 3.4-2。

为工程整体布置及征地考虑，本工程对远景接入方案进行设想，从而要求工程建设时对远景建设进行预留，具体考虑如下方案：

对于方案一，考虑远景在本期接入系统方案基础上电厂增加 2 回出线至地区电网或新建 1000kV 升压站并新增 2 回出线至厦门特高压站。

对于方案二，考虑远景机组接入一期升压站，不新增出线或新建 500kV 升压站并新增 2 回出线至地区电网。

3.4.2 电气主接线

配合接入方案一，本工程 4 台机组以发电机-变压器组形式接入电厂 500kV 配电装置，电厂 500kV 出线 4 回，考虑核电安全运行要求，推荐采用一个半断路器接线方式。由于远期接入系统方案未定，考虑到远期出线方向以及电压等级等因素，电厂本期电气主接线方案一见图 3.4-3、图 3.4-4、图 3.4-5。

考虑电厂最终规模，结合前述远景接入方案设想，电厂升压站需预留今后机组接入扩建串和新增出线的可能；电厂同时需预留扩建机组需单独新建配电装置及出线送出的可能。

方案一工程本期出线无需预留高抗位置，远景预留场地需考虑线路高抗位置。

配合接入方案二，本工程 4 台机组以发电机-变压器组形式接入电厂 1000kV 配电装置，电厂 1000kV 出线 2 回，考虑核电安全运行要求，推荐采用一个半断

路器接线方式。电厂本期电气主接线方案二见图 3.4-6。

考虑电厂最终规模，升压站预留今后机组接入可能。在本期配电装置东侧预留远景 2 机组扩建配电装置，需考虑扩建 1 个 1000kV 完整串或扩建 1 个独立 500kV 配电装置（2 进 2 出双母线或一个断路器半接线）的可能。

方案二工程本期出线需装设一组高抗。

3.4.3 备用电源

考虑核电厂优先电源要求，本工程启备电源考虑从 220kV 电网引接，本期接入 2 回 220kV 进线，保留今后扩建 1 回 220kV 进线可能。系统对 220kV 电气主接线形成无特殊要求，可采用双母线接线。

3.4.4 输电线路的设计原则

送出线路均采用常规的同杆双回路线路设计。

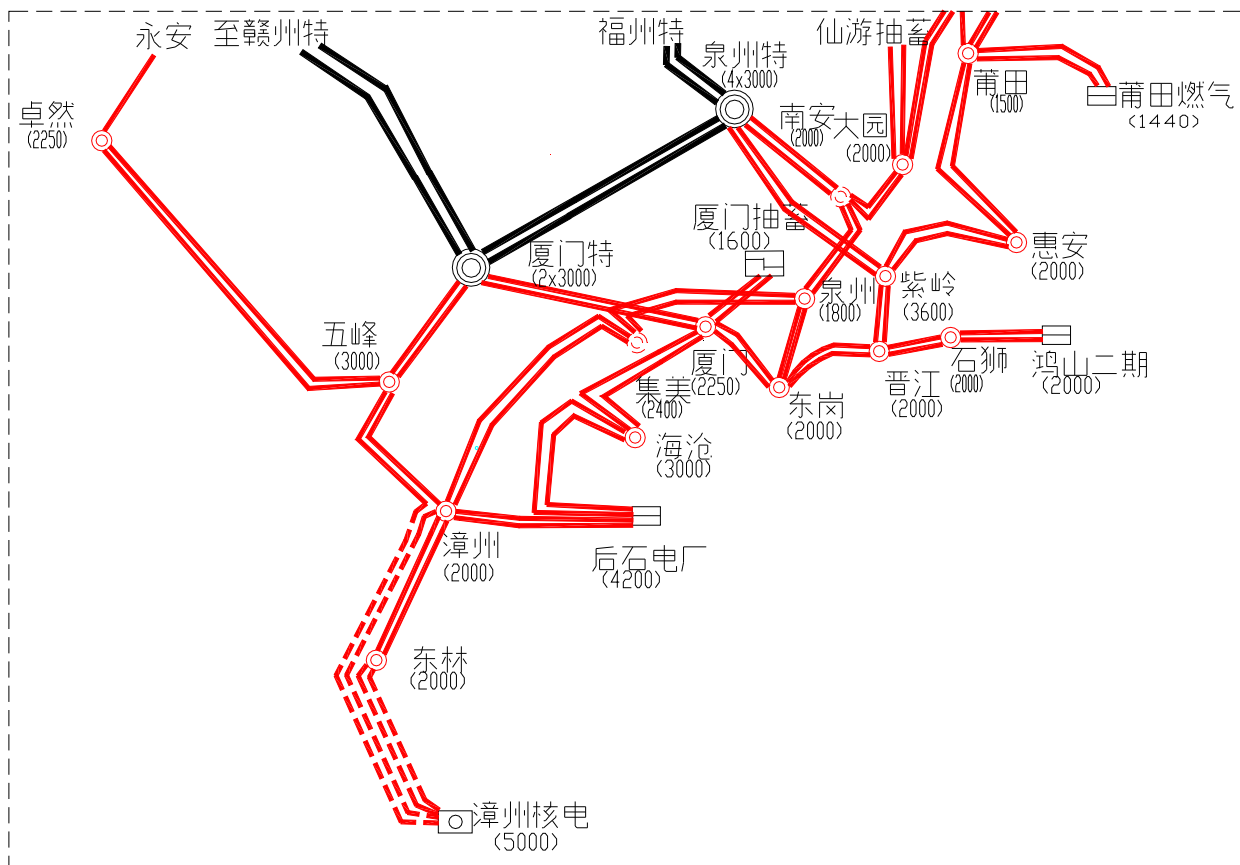


图 3.4-1 电厂本期接入系统方案一

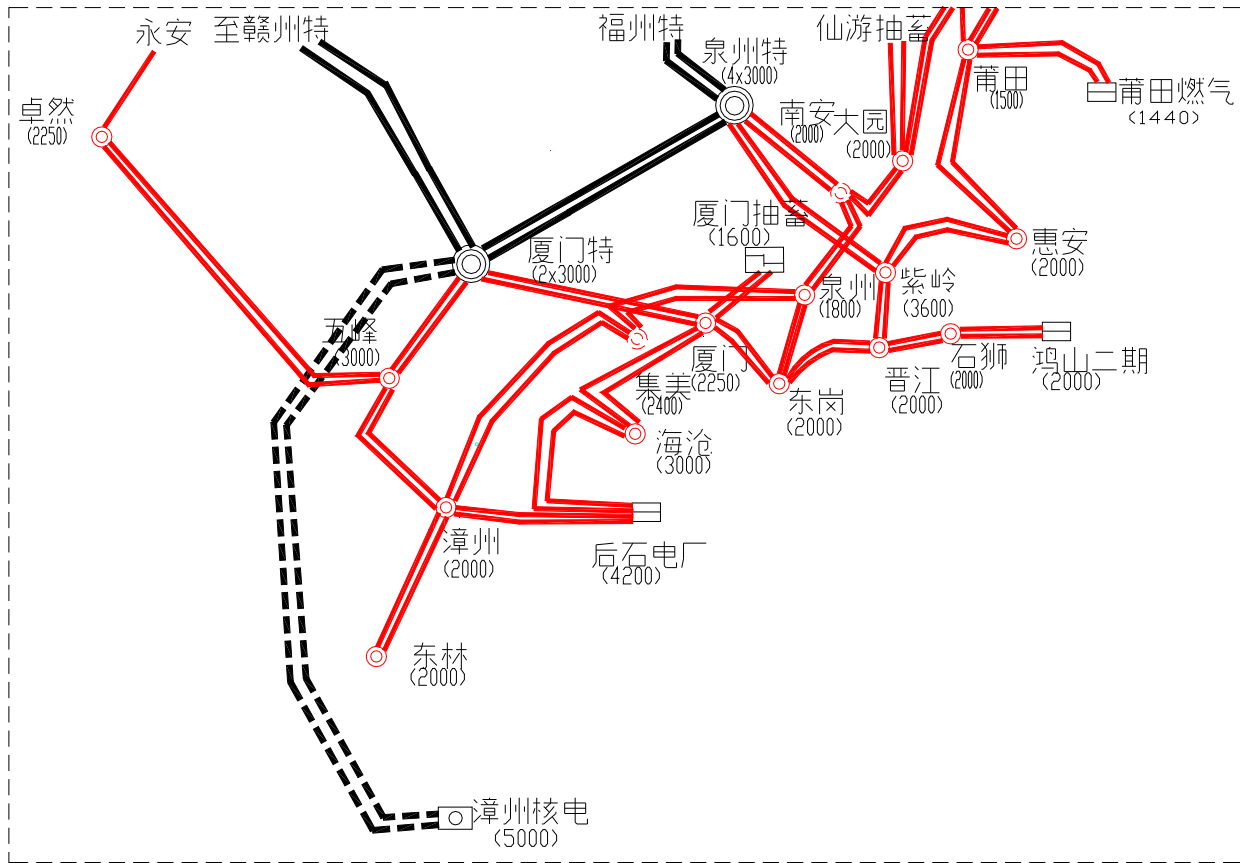


图 3.4-2 电厂本期接入系统方案二

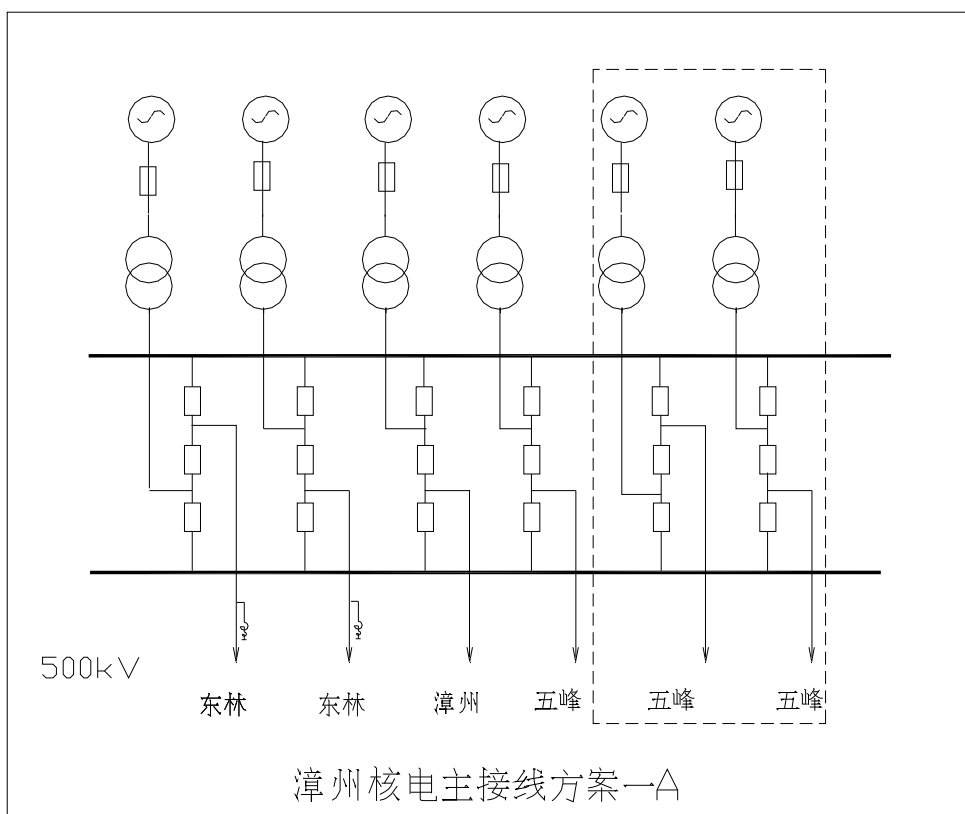


图 3.4-3 电厂本期主接线方案一 A

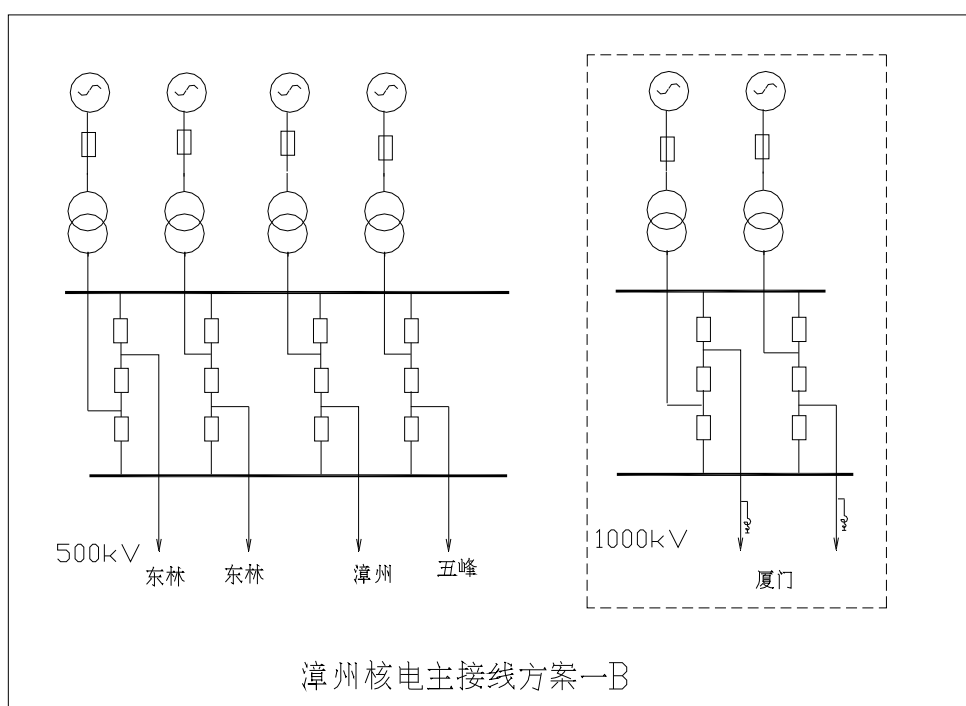


图 3.4-4 电厂本期主接线方案一 B

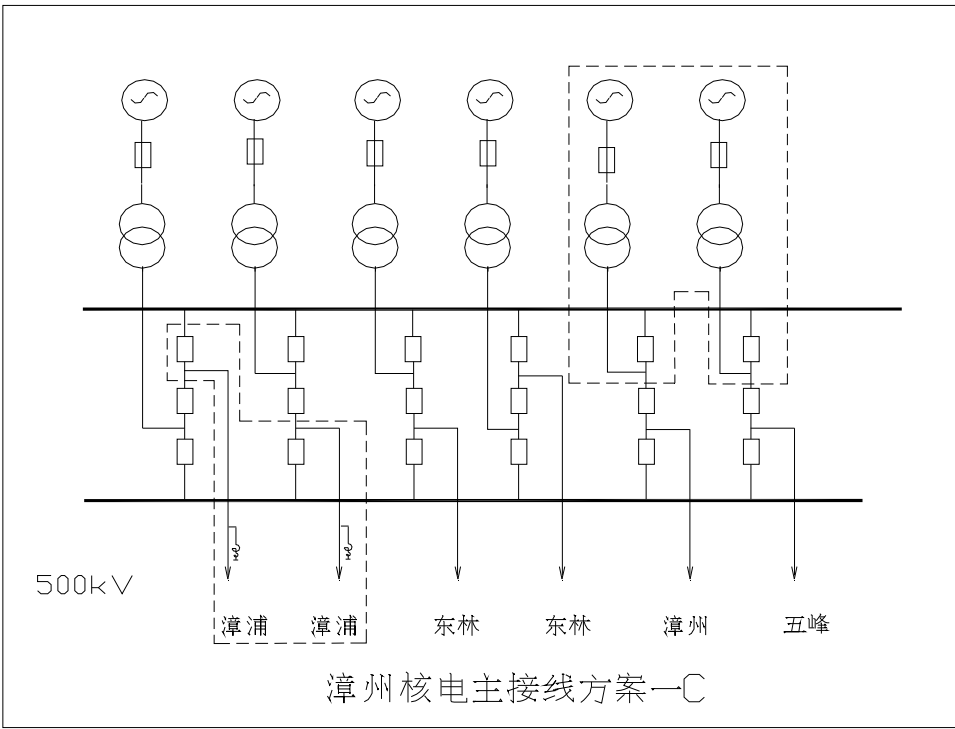


图 3.4-5 电厂本期主接线方案一 C

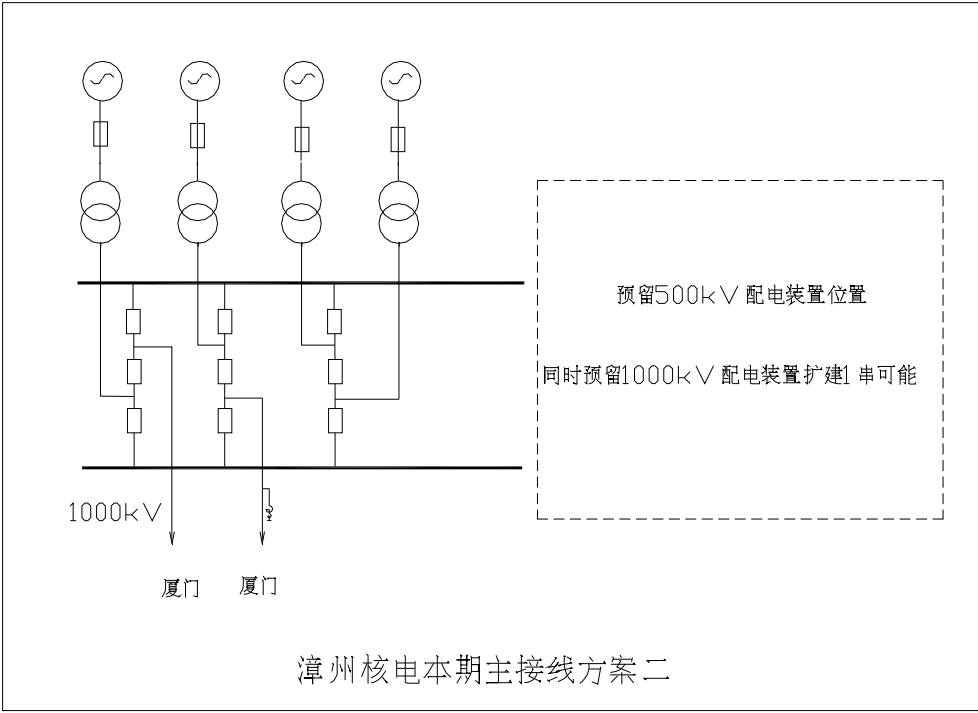


图 3.4-6 漳州核电本期主接线方案二

3.5 专设安全设施

3.5.1 概述

核电厂安全是在反应堆固有安全性的基础上，通过设置合适的控制系统、保护系统和专设安全设施，在各种运行工况下尽可能减少放射性物质向环境的释放，保护公众和电站工作人员免受过量辐射伤害。

“纵深防御”是核电厂设计安全原则的基础，这是一套既逐渐深入又相互补充的设计防御措施，其核心是所有与核安全有关的活动，无论是组织实施还是系统设备配置，都应进行多重冗余设置，使单个失效可以得到补救或纠正。

实施纵深防御的一个重要内容是设置多道实体屏障，将放射性物质限制在特定的范围内。在压水堆核电厂中设置了燃料元件包壳、一回路压力边界和安全壳三道安全屏障。

专设安全设施是专门用来应付设计基准事故，以减轻其后果使之符合安全准则的规定要求。它是纵深防御体系中的第三个防御层次。专设安全设施主要包括非能动堆芯冷却系统、非能动安全壳冷却系统、安全壳氢气控制系统、安全壳和安全壳隔离系统、主控室应急可居留系统。

3.5.2 非能动堆芯冷却系统

3.5.2.1 系统功能

非能动堆芯冷却系统（PXS）的主要功能是在假想的设计基准事件发生后提供应急堆芯冷却。为此，非能动堆芯冷却系统设计实现如下安全有关功能：

- 应急堆芯衰变热排出

在瞬态、事故或任何正常热量排出路径丧失时提供堆芯衰变热排出。该热量排出功能适用于包括停堆在内的反应堆冷却剂系统的各种工况。在换料期间，当安全壳内换料水箱水排入换料水池时，可利用其他非能动方法排出堆芯衰变热。

- 反应堆冷却剂系统应急补给和硼化

当发生化容系统提供的正常反应堆冷却剂系统补给不可用或不足的瞬态或事故时，PXS为反应堆冷却剂系统提供紧急补给和硼化。

- 安全注射

在发生所有破口范围内的冷却剂丧失事故，直至并包括反应堆冷却剂系统最大主管道双端断裂时，PXS为反应堆冷却剂系统提供安注以提供足够的堆芯冷

却。

- 安全壳pH值控制

在事故工况后，PXS在安全壳内添加化学物质来控制内部环境的pH值。该pH值同时满足抑制放射性核素析出和在长期淹没条件下防止腐蚀安全壳内设备的要求。

3.5.2.2 系统组成

非能动堆芯冷却系统（PXS）是一个抗震I类安全系统。系统由两个系列组成，每个系列包括一个堆芯补水箱、一个安注箱和安全壳内换料水箱（两个系列共用）。系统还包括pH值调整篮、安全壳内换料水箱滤网、安全壳再循环滤网和管线以及相关联的管道、阀门、仪表和其余相关设备。属于反应堆冷却剂系统一部分的自动卸压系统的阀门和鼓泡器，也提供重要的非能动堆芯冷却功能。

3.5.2.3 工艺流程

电厂正常运行期间，系统处于备用状态。事故工况下，非能动堆芯冷却系统投入运行，以实现其安全功能。在发生LOCA事故时，堆芯补水箱通过直接注射管向反应堆冷却剂系统注入含硼水，当反应堆系统压力降到安注箱静压以下，安注箱中含硼水通过直接注射管线快速注射到反应堆冷却剂系统。当反应堆冷却剂系统压力降到安全壳内换料水箱注射压力以下时，安全壳内换料水箱依靠重力向反应堆冷却剂系统进行安注。堆芯补水箱冷却水注入时，当堆芯补水箱液位降低到自动卸压系统的整定值时，自动卸压系统动作，逐渐降低反应堆冷却剂系统的压力，使得安注箱和IRSWT能够连续投入。当安注箱、堆芯补水箱和安全壳内换料水箱注水完成后，安全壳内水淹达到相当高的水位，可以通过再循环管向堆芯注水以建立再循环。

非能动堆芯冷却系统流程图见图3.5-1。

3.5.3 非能动安全壳冷却系统

3.5.3.1 系统功能

非能动安全壳冷却系统执行以下安全有关功能：

- 通过将安全壳大气中的热量传递至环境，限制并降低丧失冷却剂事故（LOCA）或安全壳内主蒸汽或主给水管道的破裂后安全壳内的温度和压力。

- 通过减小安全壳大气与环境的压差限制事故后放射性的泄漏，同时促进安全壳大气中裂变产物的去除。
- 提供一个安全级乏燃料池补水源。

3.5.3.2 系统组成

非能动安全壳冷却系统为安全有关系统，由一台非能动安全壳冷却水箱（PCCWST）、空气导流板、空气入口和空气出口、水分配系统等组成。此外，还有一台非能动安全壳冷却辅助水箱（PCCAWST）、两台再循环泵、一台化学添加箱、一台再循环加热器以及临时补水装置。

3.5.3.3 工艺流程

非能动安全壳冷却系统利用钢制安全壳壳体作为一个传热表面，蒸汽在安全壳内表面冷凝并加热内表面，然后通过导热将热量传递至钢壳体。加热的钢壳外表面通过水和空气的对流、辐射和物质传递（水蒸发）等热传递机理冷却。热量以显热和水蒸汽的形式通过自然对流的空气带出。来自环境的空气通过一个“常开”流道进入，沿安全壳容器外壁上升，最终通过一个高位排气口返回环境。安全壳壳体由位于安全壳上方、与屏蔽厂房结构为一体的非能动安全壳冷却水箱利用重力作用进行直接喷淋。喷淋工况由Hi-2安全壳压力或安全壳高温信号自动触发，水流满足至少在3天内不需要操纵员的干预调节流量或补充非能动安全壳冷却水的要求。非能动安全壳冷却系统利用了钢制安全壳容器、环绕安全壳的混凝土屏蔽厂房，以及安全壳与屏蔽厂房之间的空气导流板结构即空气流道。

非能动安全壳冷却系统流程图见图3.5-2。

3.5.4 安全壳氢气控制系统

3.5.4.1 系统功能

安全壳氢气控制系统的功能是限制安全壳大气中的氢浓度，从而在发生各类假想事件后，不会威胁安全壳完整性。

该系统执行以下功能：

- 在设计基准事故期间和事故后，利用安全有关的非能动自动催化氢复合器（PAR）防止安全壳氢浓度达到可燃限值；
- 利用氢点火器控制严重事故后安全壳内的氢气浓度；
- 在正常运行和事故后监测安全壳大气中的氢浓度。

3.5.4.2 系统组成

位于安全壳内的两台安全有关非能动自催化复合器（PAR）能在任何设计基准事故后维持安全壳总体氢浓度在较低水平。安全壳内安装了66台氢点火器，在严重事故和堆芯熔化事故期间以及以后，通过燃烧（爆燃）相对低浓度的氢，以防止氢浓度达到爆炸水平。三台氢浓度监测仪分布在安全壳内，为操纵员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。

3.5.4.3 工艺流程

两台安全有关非能动自催化复合器（PAR）安装在安全壳内高于操作平台的区域，能适应丧失冷却剂事故（LOCA）后预期的氢气产生速率。

在严重事故后，假定100%的燃料包壳与水发生反应。锆-水蒸气反应产生氢的速率足够快，基于PAR运行时不可能防止安全壳内氢浓度超过最低可燃浓度限值，特别是局部区域。因此，当安全壳内任一区域的氢浓度达到最低可燃浓度限值不久后，启动的氢点火器可以促进氢的燃烧。在较低氢可燃范围燃烧氢气可防止在较高氢浓度时发生事故性氢燃烧。这可确保氢燃烧期间维持安全壳的完整性，并且保证氢燃烧期间及以后安全有关设备可持续运行。

对于氢快速产生的事故序列，通过点火器的运行也可限制安全壳内总体氢浓度，从而防止氢爆炸的发生。为达到这个目的，点火器布置在安全壳内氢气可能释放、流动或聚集的区域。

分布在安全壳内的监测仪为操纵员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。这些监控能力使操纵员监控和开始事故后缓解措施，包括开启氢点火器。

3.5.5 安全壳和安全壳隔离系统

3.5.5.1 系统功能

安全壳和安全壳隔离系统执行以下与安全有关的功能：

- 完整性：在假定的冷却剂失水事故、蒸汽管道破裂和给水管道的破裂时，安全壳隔离系统能承受最大的安全壳内压力和温度。系统设计考虑了严重事故下的完整性要求。
- 隔离
- 转移热量：安全壳在安全壳大气和非能动安全壳冷却系统之间提供换热表面。

安全壳和安全壳隔离系统还执行以下非安全有关的功能：

- 泄漏率试验：对钢制安全壳和贯穿件进行泄漏率试验。
- 进口/出口：设备闸门和人员闸门留有足够的空间以便在任何正常或异常情况下设备和人员可以容易进出。
- 燃料运输：在安全壳内换料通道和辅助厂房的燃料处理区之间的燃料运输通过安全壳燃料运输贯穿件进行。

3.5.5.2 系统组成和工艺流程

安全壳和安全壳隔离系统（CNS）是分隔钢制安全壳与电厂结构和外部环境的边界。安全壳和安全壳隔离系统的边界包括钢制安全壳、电气和机械贯穿件、燃料运输贯穿件、设备闸门和人员闸门、蒸汽发生器外壳、蒸汽发生器蒸汽侧仪表连接件、以及安全壳内的蒸汽、给水和排污管线。

3.5.6 主控室应急可居留系统

3.5.6.1 系统功能

主控制室应急可居留系统（VES）在核电厂发生不可控的放射性泄漏事故后为操纵员提供安全的可居留环境。在设计基准事故或由于丧失所有 AC 电源导致核岛非放射性通风系统（VBS）不可用后，本系统投入运行。除一次性的阀门动作外，VES 系统非能动运行（即不依靠交流电源或能动部件）。

本系统通过实现以下功能来满足主控制室的应急可居留性：

- 为主控制室内人员提供呼吸用气；
- 维持主控制室相对于周围区域处于相对正压，以防止气载污染物侵入；
- 利用围护结构的热容，为在设计基准事故后必须运行的设备和设施提供非能动冷却；
- 为主控制室压力边界内的空气提供安全有关的非能动过滤功能，移除所有渗透进入主控制室压力边界的潜在污染物。

3.5.6.2 系统组成和工艺流程

VES系统由应急空气储存罐以及相关的阀门、管道、诱导器、过滤机组、风管和必要的仪表等组成，为主控制室通风、加压和空气过滤。系统同时也包括了用于主控制室压力调节的阀门、管道和风阀等。VES系统与电厂土建结构通过两种途径相互影响。首先，系统利用钢筋混凝土材料的墙体、地板以及带散热片顶

板所提供的热容为电气部件和室内人员提供过热保护；其次，系统对于构成主控制室压力边界的围护结构有气密性要求。

系统包括四个空气储存罐模块（共32个罐），储存可供呼吸的压缩空气，共具有 9276 m^3 （ 15.6°C ， 1atm ）的最低空气储存容量。足够系统以 $111\text{ m}^3/\text{h}$ 的流量为主控制室持续供气不少于72小时。同时压缩空气通过喷射器诱导至少 $1020\text{ m}^3/\text{h}$ 的主控制室室内气流，进入非能动过滤机组，经过滤后送至主控制室。

每个模块的储存罐连接至一个集管，四个模块的集管再连接至一个共用的集气母管上。集气母管上接出通往主控制室的两根送风管线，分别为主送风管路和备用送风管路，维持主控制室处于至少 30Pa(g) 的正压。当核岛非放射性通风系统（VBS）不可运行时，VES系统利用主控制室、仪表间和直流设备间的非能动热阱，限制可居留区各房间在72小时期间内的温度上升。

平时压缩空气和仪表空气系统（CAS）的可呼吸品质空压机连接到VES，为VES空气储存罐进行补气。在72小时后，储存罐可通过厂外的压缩空气源为这些储存罐进行补气。

在电厂正常运行期间，主控制室应急可居留系统处于备用工况。

在电厂起堆、满功率稳态运行、带载、冷停堆和换料操作等电厂运行模式下，通常由VBS系统维持主控制室、仪控间和直流设备间的室内环境温度。但在上述除冷停堆以外的电厂模式下，VES系统必须能够随时投入运行（换料操作模式只需在受辐照燃料组件移动期间可投入运行）。

在发生设计基准事故后三天内，VES系统执行加压、通风、过滤和冷却等安全功能。加压、过滤和通风功能是减轻操纵员照射剂量的重要手段。冷却功能则可确保事故后监测的电气设备正常执行其预定安全功能。

VES系统应在电厂连续丧失交流电源超过10min或在VBS系统的主控制室送风管内监测到放射性粒子或碘剂量值触发“高”报警信号时自动投入运行，同时也可手动启动。如果72h后VBS系统电源还未能恢复，主控制室的可居留性可通过两台主控制室辅助风机中的一台向主控制室提供室外空气来维持。

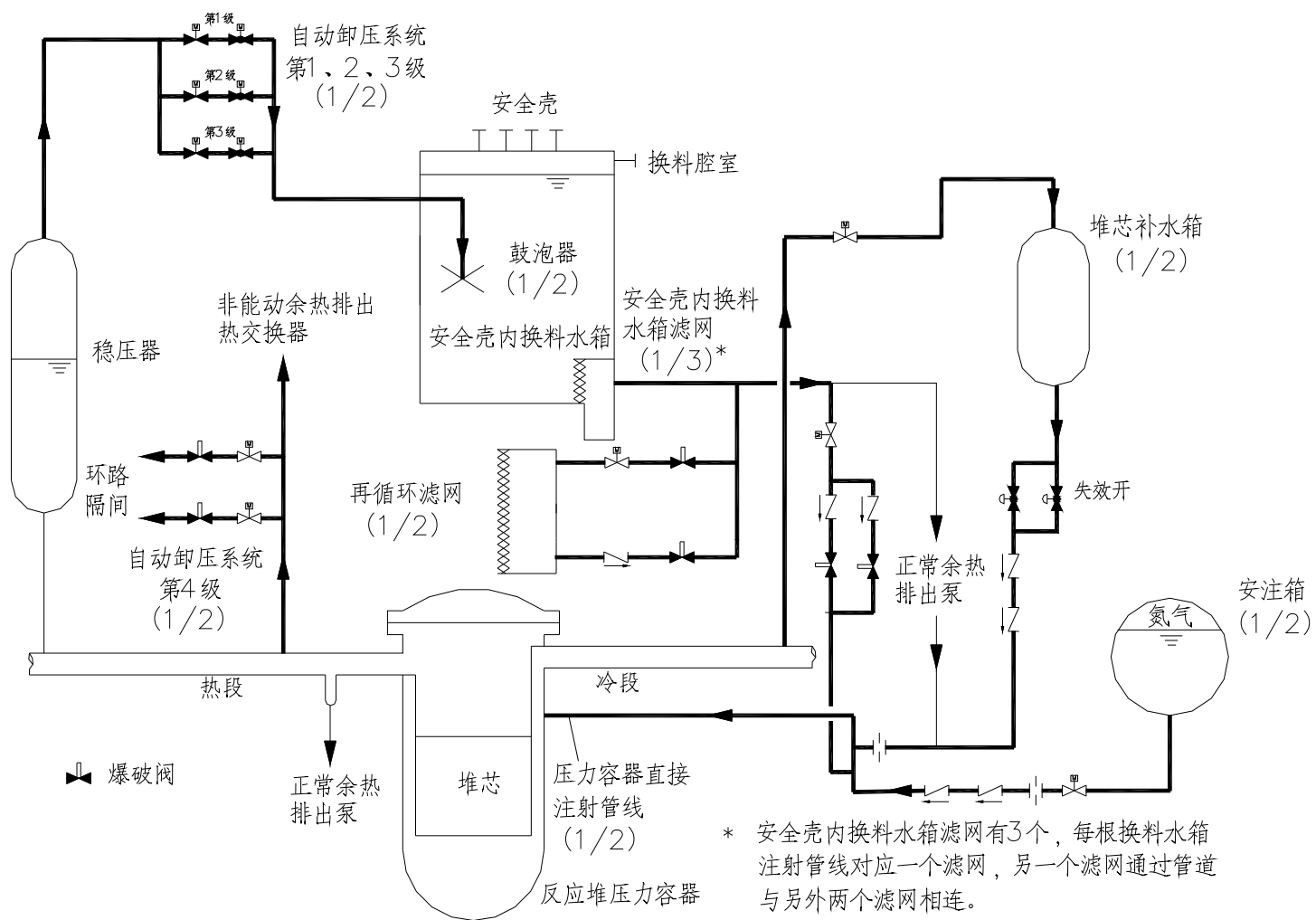


图 3.5-1 非能动堆芯冷却系统流程简图

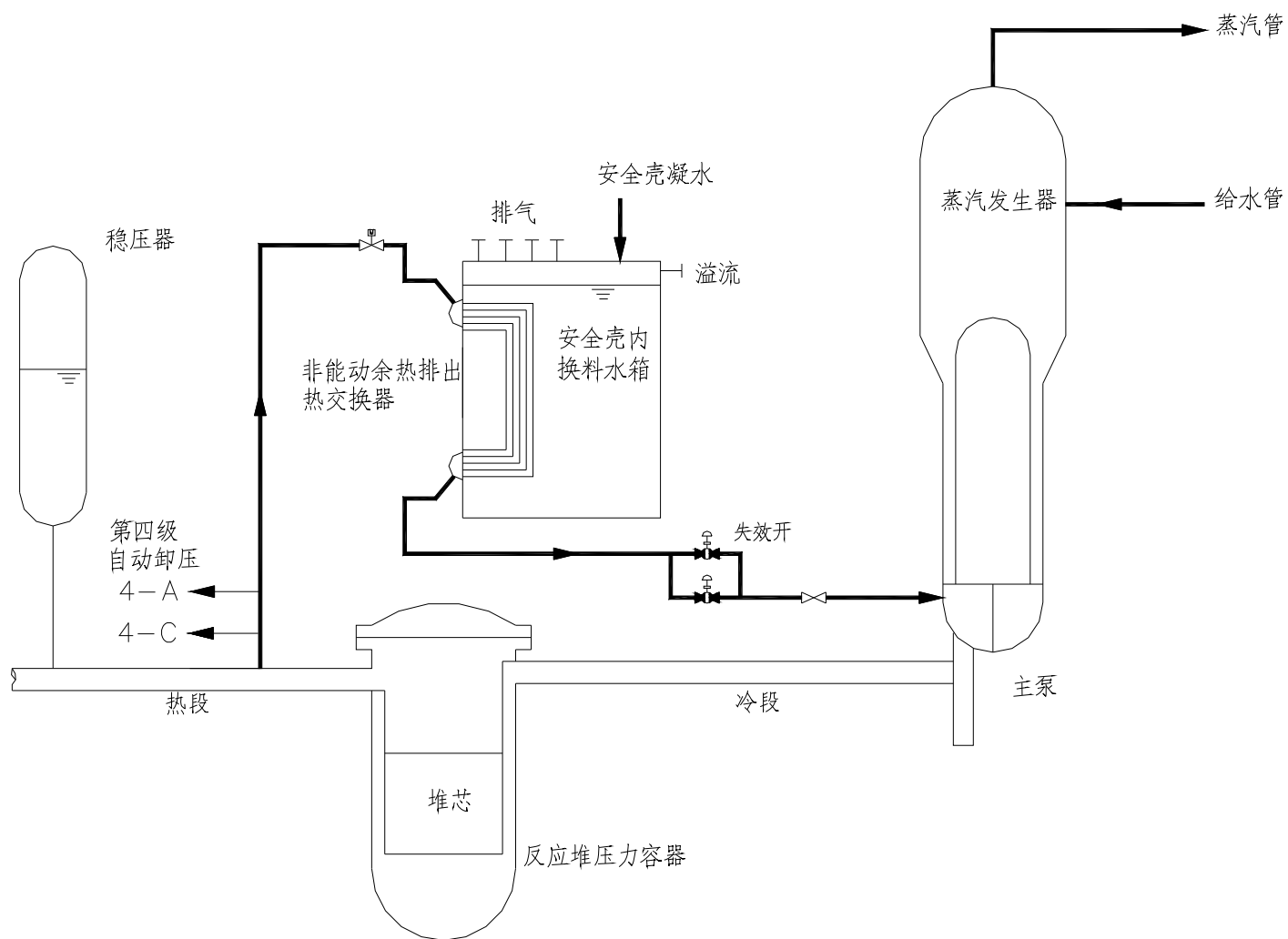


图 3.5-1 续 非能动堆芯冷却系统流程简图

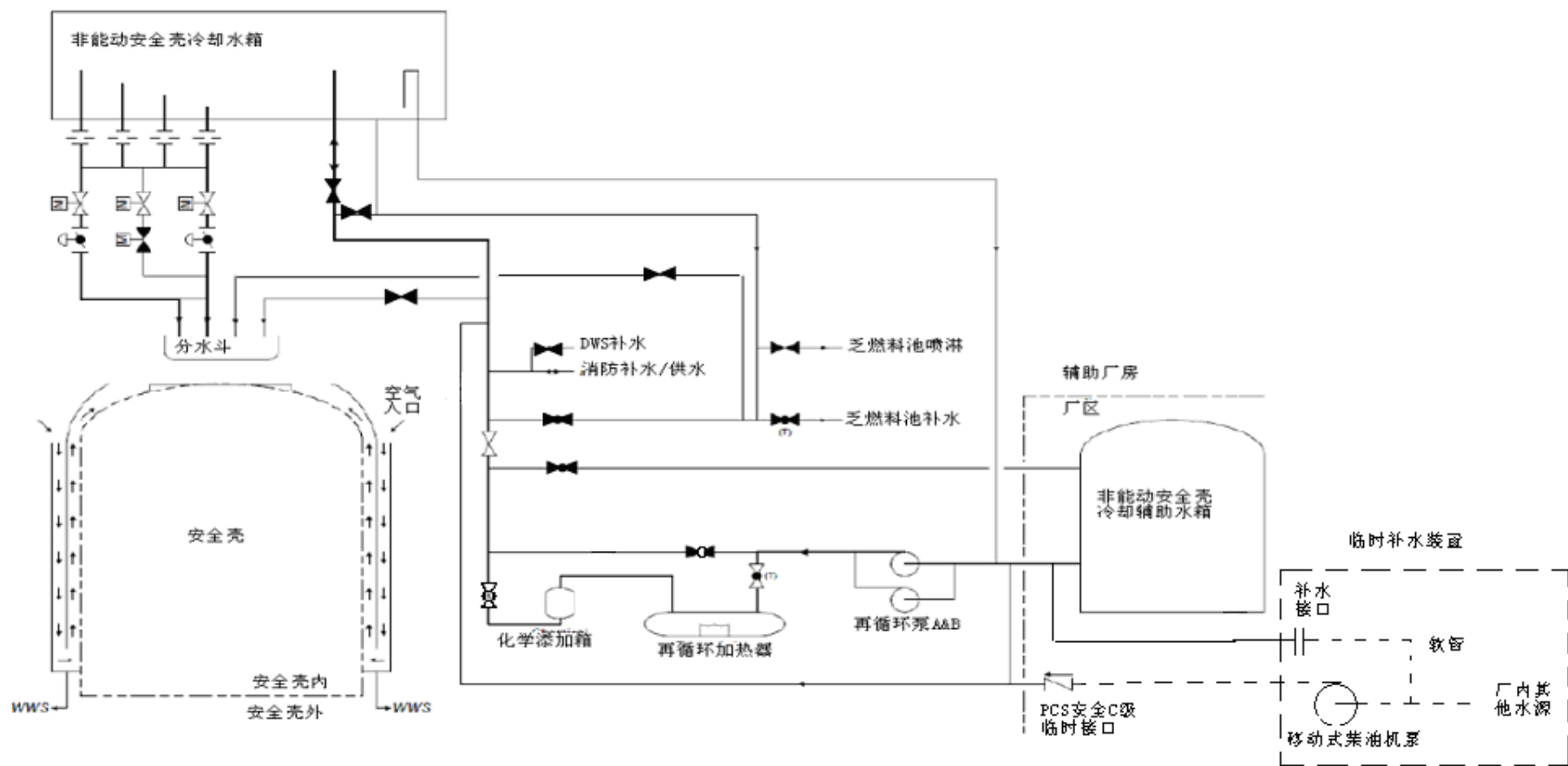


图 3.5-2 非能动安全壳冷却系统流程图

3.6 放射性废物系统和源项

核电厂的放射性排放量主要取决于：

- 反应堆冷却剂的放射性活度与体积；
- 废物处理系统的设计及运行方式。

本节描述并给出了单机组正常运行期间（包括预期运行事件）的放射性气体和液体的源项。

3.6.1 放射性源项

核电厂中的放射性物质主要包括：

- 裂变产物：核燃料发生裂变反应时释放出大量的热量，同时也将产生具有强放射性的裂变产物，这些裂变产物（包括其衰变子核和中子俘获产物）通过各种机理（例如晶间扩散和俘获、击出和反冲）从燃料芯块进入燃料包壳间隙。正常情况下，这些放射性物质将被燃料包壳所包容，仅有极少部分通过包壳缺陷释放到反应堆冷却剂中；如果燃料包壳出现破损，则释放到冷却剂中的裂变产物份额将大大增加。冷却剂中的裂变产物主要是放射性惰性气体、放射性碘及一些中等质量的放射性金属裂变产物。
- 活化和腐蚀产物：主系统结构材料、冷却剂中的杂质和金属腐蚀产物被堆芯中子辐照而活化生成放射性活化产物。冷却剂中的活化产物主要有 Fe-55、Co-58、Co-60、Mn-54 和 Cr-51 等。

另外，反应堆冷却剂中还有放射性核素氚（H-3），它主要是裂变反应和硼吸收中子的产物，也可由重氢俘获中子生成。

堆芯裂变产物的积存量计算基于三区装料平衡循环寿期末，假设功率变化引起的不确定因子为 1.01，燃料管理方案变化引起的不确定因子为 1.04。计算结果见表 3.6-1。

在进行设计基准一回路裂变产物源项计算时，假设燃料棒在装入堆芯开始运行时，就存在一定份额的破损，破损份额为 0.25%。

腐蚀产物源项的计算是基于《压水堆核电厂运行状态下的放射性源项》（NUREG-0017, Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors PWR-GALE Code）中规定的方法

采用 PWR-GALE 程序计算得到的。此方法主要基于美国 60~70 年间运行电厂的经验数据，考虑到本工程采取了一系列降低腐蚀产物的措施，如向反应堆冷却剂注入贫化锌、pH 控制等，预期本工程反应堆冷却剂中腐蚀产物活度浓度相对于早期运行电厂经验来说，已经得到了一定程度的降低，因此，采用该方法给出的设计基准腐蚀产物源项是合适的。

设计基准反应堆冷却剂中主要核素的活度浓度见表 3.6-2；设计基准蒸汽发生器二次侧液相和气相核素的活度浓度见表 3.6-3 和表 3.6-4。

现实源项的计算是基于《轻水堆核电站正常运行源项》（ANSI/ANS-18.1-1999，Radioactive Source Term for Normal Operation of Light-Water Reactors）规定的参考电厂经验参数和 NUREG-0017 中规定的方法计算得到的（为保守考虑，Cs-134 和 Cs-137 等核素的活度浓度仍取自 ANSI/ANS-18.1-1984）。只要所考虑的核电厂的系统流程和系统内核素的去除途径与参考核电厂相同或相似，就可以将参考核电厂各主要流体内核素的活度浓度调整为所考虑的核电厂的相应数值。本项目系统流程和核素的去除途径与 ANSI/ANS-18.1-1999 中参考电厂的特性类似，因此按照该方法进行现实源项的计算是合适的。反应堆冷却剂中裂变产物和腐蚀产物的现实源项见表 3.6-5、表 3.6-6 和表 3.6-7。

3.6.2 废液管理系统及源项

3.6.2.1 放射性液体废物处理系统（WLS）

1) 系统概述

放射性液体废物处理系统是用于控制、收集、输送、贮存和处理正常运行及预期运行事件所产生的放射性废液。处理后的废液放射性水平和年排放总量符合国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的限值。

放射性液体废物处理系统设计考虑的主要放射性污染物有如下四类：

- 含硼废液（放射性水平与反应堆冷却剂一致）：该废液为化学和容积控制系统排出的反应堆冷却剂、取样系统取样槽疏水、设备引漏水和疏水；
- 地面疏水和其他可能含较多颗粒杂质的废液：该废液通过厂房的地面疏水和地坑收集；
- 洗手废液：该废液由电站热去污水槽、热淋浴时产生，一般情况下，其放射

性活度浓度较低；

- 化学废液：该废液来自实验室及其他水量较少的水源。

图 3.6-1 给出了 WLS 的系统流程简图。

2) 系统运行

● 反应堆冷却剂流出液的处理

来自化容下泄流管线或反应堆冷却剂疏水箱的反应堆冷却剂流出液通过脱气塔真空脱气，将溶解氢和裂变废气去除。脱气塔排放泵将脱气后的废液送至流出液暂存箱中。

一台流出液暂存箱可用于接收脱气后的反应堆冷却剂，将其循环取样后，通过化容补水泵重新返回反应堆冷却剂系统。

流出液暂存箱冷却剂流出液经由过滤器、化学絮凝、深床过滤和离子交换床处理。处理达标后送入监测箱内监测排放。

监测箱中的废液需经循环取样。如果放射性活度浓度低于排放限值，监测排放至核岛废液排放总管。若监测到超出排放限值，则停止排放，送回废液暂存箱再处理。

● 地面疏水和含较多颗粒杂质的废液的处理

废液经前过滤器去除大量颗粒物，接着通过离子交换床和废液后过滤器，输送入监测箱内。对监测箱中的废液取样，若放射性活度浓度超出排放浓度限值，则送回废液暂存箱再处理。

满足排放要求的废液通过放射性监测仪表后，监测排放至核岛废液排放总管。

● 洗手废液的处理

正常运行工况下，此类废液的放射性活度浓度很低，无需处理即可监测排放。

● 化学废液的处理

通常排入化学废液暂存箱的废液量较少。这类废液在核岛一般只进行收集而不进行处理。由于这类废液量很小，可转移至放射性废物厂房（SRTF）进行处理。

3.6.2.2 放射性废水疏排系统（WRS）

1) 系统概述

放射性废水疏排系统通过重力收集来自辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂

房中放射性控制区域（RCA）的设备与地面疏水中的放射性废液，通过分类后去往放射性液体废物处理系统（WLS）。工艺流程图见图 3.6-2。

WRS 包含 4 个子系统：化学废液子系统、洗手废液子系统、设备与地面疏水子系统、检漏子系统。

WRS 接收来自辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂房中放射性控制区域的废液，并辅助厂房内的水池进行检测与收集。通常这类废液含有放射性。

- WRS 的化学废液子系统的废水来自辅助厂房放射性化学实验室等区域，这类废水应直接送往 WLS 的化学废液箱内；
- WRS 的洗手废液子系统收集来自辅助厂房的卫生出入口处的疏水，这类废水一般为洗手、淋浴废液，直接送往 WLS 的洗手废液箱；
- 设备和地面疏水子系统为辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂房中放射性控制区域服务。收集的废液送入 WLS 的废液暂存箱；
- 检漏子系统收集燃料运输通道、乏燃料池、燃料元件容器装料池与燃料元件容器清洗池的泄漏废液。

为获取具有代表性的样品，且保持地坑排空过程中固体颗粒呈悬浮状态，须采取措施对地坑内的各类物质进行充分混合。混合过程通过泵排放口循环管线及混合喷射器实现。

2) 系统运行

WRS 系统在常规的电厂运行模式中（启堆、满功率稳态运行、正常负荷跟踪、电厂冷却与换料运行）具有基本相同的处理模式。电厂功率运行期间，来自各分系统的废液靠重力输送至地坑或化学废液箱。水池泄漏水则靠重力流入检漏子系统，并送往检漏收集罐内，随后送往地坑。地坑泵将收集废液送往放射性液体废物系统（WLS）进行处理。

3.6.2.3 液态放射性流出物排放源项

液态放射性流出物来自于反应堆冷却剂一次侧（主要来自于反应堆冷却剂硼浓度的调节和反应堆冷却剂的泄漏）和二次侧（主要来自于蒸汽发生器排污流的处理过程和二次侧的泄漏）。

除了计划停堆时反应堆冷却剂系统的脱气以外，本电厂的系统不回收利用反应堆冷却剂流出物。反应堆冷却剂流出物经过处理后排放到环境中，蒸汽发生器排污流通常返回凝结水系统。

基于 ANSI/ANS-18.1-1999 中给出的参考电厂的大部分核素的活度浓度对 PWR-GALE 程序进行了更新（为保守考虑，如 Cs-134 和 Cs-137 等核素的数据保持不变），以用于确定核电厂中除氙和 C-14 外其它放射性核素的年平均释放量（包括气态及液态）。

SRTF 厂房产生的放射性废液主要为洗涤废液和化学废液蒸发后的冷凝液，由于化学废液本身放射性水平较低，在蒸发时只有很小一部分放射性能进入冷凝液。因此，该类废液的放射性相对于核岛排放的废液来说非常低。在计算 SRTF 的排放源项时，主要基于单机组每年产生的洗涤废液量，并保守假定洗涤废液的排放浓度取为 100Bq/L 的浓度上限值，同时参考了 NUREG-0017 中参考电厂的运行经验数据，计算得到 SRTF 厂房的废液排放量。

H-3和C-14的排放量计算方法如下：

1)计算氙的排放量时，全面考虑了氙的产生途径，基于机理模型通过TRICAL 程序计算得到了每年进入冷却剂中的氙的放射性总量，综合调研了国际上压水堆核电厂的气、液态排放份额，同时为了考虑一定的包络性，认为液态形式排放的氙所占的份额为100%，以气态形式排放的氙所占的份额为12.5%，以此得到氙的气、液态排放量。

计算主冷却剂中氙的产生量时，考虑了以下的产生途径：

- 燃料裂变（三元裂变）产生的氙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。
- 在主冷却剂中中子与可溶硼的反应。
- 可燃的中子吸收体中产生的氙通过扩散或包壳破损进入主冷却剂中。
- 主冷却剂中中子与可溶锂的反应。
- 主冷却剂中中子与氙的反应。

2)压水堆核电厂主回路 C-14 主要由 O-17(n, α)C-14 和 N-14(n,p)C-14 反应生成。虽然在燃料芯块、燃料包壳、反应堆冷却剂和结构材料中都含有 O-17 和 N-14，但是电厂中释放的 C-14 主要来自反应堆冷却剂中 O-17 和 N-14 的活化。计算 C-14 的气、液态排放量时，为考虑具有一定的包络性，本文认为占总量 10%的 C-14 通过液态流出物排放，而占总量 100%的 C-14 均通过气载流出物排放。

本项目正常运行工况下（包括预期运行事件）单台机组液态放射性流出物中各核素的年排放量计算结果见表3.6-8。在表3.6-9中给出了本项目单机组的液态

放射性流出物年排放量与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中液态放射性流出物控制值的比较。从表3.6-9中可以看出，本项目单机组的液态放射性流出物年排放量远低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中规定的年排放量控制值。

3.6.3 放射性气体废物处理系统和源项

3.6.3.1 放射性气体废物处理系统

1) 系统概述

放射性气体废物处理系统接收系统运行期间产生的放射性气体和含氢气体，并对放射性气体进行处理，使其向环境受控排放，保证满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的要求。放射性气体废物处理系统流程图见图3.6-3。

放射性气体废物处理系统（WGS）是一个直流常温活性炭延迟系统。系统含一台气体冷却器、一台气水分离器、一台活性炭保护床、两台活性炭延迟床与一套取样装置。

2) 系统运行

WGS 系统为间歇运行。无废气进入 WGS 系统时，在排放管线的隔离阀入口处有小流量的氮气注入，以维持 WGS 系统处于正压，防止废气流量低时空气进入系统。

WGS 系统为非能动运行，借助气体输入源的压力进入本系统。放射性液体废物处理系统的脱气塔是一回路废气输入源。脱气塔从排往放射性液体废物处理系统的化容系统下泄流和反应堆冷却剂疏水箱排放液中分离出氢气和裂变气体。

排入放射性气体废物处理系统的废气先通过气体冷却器，由冷冻水系统降温后，再由气水分离器去除气体冷却过程中形成的水分。经气水分离器处理后，气体流经活性炭保护床，气体流入两台延迟床，通过活性炭吸附延迟流经的裂变气体（氢气或氮气载气）。通过活性炭对裂变气体的延迟衰变，能显著降低放射性气体废物处理系统的排出废气的放射性水平。

延迟床处理后的气体经放射性监测仪，排放至通风排气管。放射性监测仪与放射性气体废物处理系统排放隔离阀联锁，当放射性偏高时自动关闭该阀门。排放隔离阀还会在通风系统流量低时自动关闭，防止氢气在排气通风管道内积聚。

3.6.3.2 气载放射性流出物排放源项

气载放射性流出物计算时考虑了以下的释放途径：

- 1) 从反应堆冷却剂系统泄漏到安全壳大气中的放射性核素及反应堆堆腔中 Ar-40 的中子活化产物 Ar-41 通过安全壳通风向环境的释放。
- 2) 工艺流体泄漏的放射性核素通过辅助厂房通风向环境的释放。
- 3) 汽轮机厂房的通风导致的放射性核素的释放。
- 4) 冷凝器空气去除系统释放（由蒸汽发生器一、二次侧的泄漏导致进入二次侧冷却剂的气载放射性核素通过此途径释放）。
- 5) 放射性核素通过放射性气体废物处理系统的释放。

气载 H-3、C-14 及除 H-3 和 C-14 外的其它核素的排放量计算方法见 3.6.2.2 节。

本项目正常运行工况下（包括预期运行事件）单台机组气载放射性流出物中各核素的年排放量见表 3.6-10。在表 3.6-11 中给出了本项目单机组的气载放射性流出物年排放量与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中规定的气载放射性流出物年排放量控制值的比较。从表 3.6-11 中可以看出，本项目单机组的气载放射性流出物年排放量远低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中规定的气载放射性流出物年排放量控制值。

3.6.4 放射性固体废物处理系统和源项

1) 系统概述

放射性固体废物系统（WSS）设计用于收集和暂存正常运行以及预期运行事件产生的废树脂、深床过滤器过滤介质、活性炭、废过滤器滤芯、放射性干废物和混合废物。这些废物先收集暂存在辅助厂房和放射性废物厂房内，后送往厂址废物处理设施进一步处理和中间贮存。本系统布置在辅助厂房和放射性废物厂房内。图 3.6-4 给出了 WSS 的系统流程图。

放射性固体废物处理系统包括废树脂处理系统。系统输入废物流的放射性活度基于反应堆冷却剂活度和化学和容积控制系统、乏燃料池冷却系统、放射性液体废物系统处理工艺的去污因子确定。

放射性固体废物处理系统处理对象分为湿固体废物和干固体废物两类。湿固体废物包括：化学废液、废树脂和深床过滤器介质等。干固体废物包括：可压打包废物和不可压打包废物等。

上述废物在核岛内收集，并运送往多机组共用的厂址废物处理设施内完成稳定化处理。

2) 系统运行

废树脂和活性炭：初期贮存在位于辅助厂房的废树脂接收槽内。当达到一定贮存量以后，由屏蔽转运容器将废树脂和活性炭送往厂址废物处理设施进行处理。

可压实和不可压实废物：由专用车辆转送往厂址废物处理设施进行压实、处理、打包和暂存。

废过滤器滤芯：带屏蔽的过滤器滤芯运输容器将低放、中放废过滤器滤芯从过滤器设备中取出，装桶后转送往厂址废物处理设施进行固定。通风过滤器滤芯装包后运送往放射性废物厂房临时存放，随后送往厂址废物处理设施进行压实处理。

3.6.5 厂址废物处理设施

厂址废物处理设施（SRTF）是一个集中式多机组共用的放射性废物处理设施，位于核岛 BOP 区域。它作为核岛三废处理系统的补充，提供完整、适宜的手段来处理核岛产生但无法直接处理的废液与固体废物。根据该设施执行的功能，可划分为：废物处理厂房、洗衣房、废物暂存库三个区域。废物处理厂房为三层钢筋混凝土剪力墙结构，局部有地下室，并考虑加厚钢筋混凝土墙和楼板以满足屏蔽要求。废物暂存库为单层单跨钢筋混凝土排架结构，局部设有夹层。洗衣房为单层钢筋混凝土框架结构，局部有一层地下室。设施内处理达标的废液将送至临近机组的厂区排放总管进行排放。经该设施处理后的废物均采用统一包装容器（200 升钢桶）进行包装，并送往设施内的废物暂存库进行暂存。SRTF 的废物流信息参见图 3.6-5。

3.6.5.1 废物处理厂房

1) 过滤器滤芯处理系统（FCS）

通过水泥直接灌浆固定的工艺来处理核岛内（化学和容积控制系统、乏燃料冷却系统、放射性液体废物处理系统等）产生的废过滤器滤芯。载有屏蔽转运容

器的拖车在核岛辅助厂房卡车区接收来自核岛的废过滤器滤芯，随后运送至 SRTF。

在 SRTF 指定区域，由 SRTF 专用抓具将 200L 钢桶从屏蔽转运容器内吊出。装有过滤器滤芯的钢桶经辊道送往水泥灌浆区进行灌浆固定。灌浆固定完成的 200L 钢桶经短期养护后，送至剂量检测间进行桶体剂量监测，最终送往废物暂存库存放。

2) HVAC 过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统 (HVS)

通过预处理（如：切割/分拣/预压）、烘干、超级压实、灌浆等处理工艺来处理核岛与 SRTF 的暖通系统产生的 HVAC 过滤器滤芯或其它来源产生的干废物/混合废物。HVAC 过滤器滤芯/干废物/混合废物系统 (HVS) 执行备桶/箱、（废物）装载、运送、卸桶/箱、预处理（如：切割/分拣/预压）、烘干、超级压实、灌浆等一系列处理步骤。

3) 废树脂处理系统 (RES)

废树脂处理系统 (RES) 采用热态压实的减容工艺实现废树脂的稳定化处理。废物包的性能符合处置相关要求。废树脂通过接收、除水、烘干、装桶（160L 桶）完成预处理工序。随后，装满烘干废树脂的 160L 桶送往减容主要工序，即超级压实机进行超压处理。压实饼经优化组合后装入 200L 桶，送至灌浆固定。

4) 化学废液处理系统 (CTS)

核岛产生的化学废液由屏蔽转运容器运送至 SRTF 的化学废液缓冲罐内。SRTF 内产生的化学废液等均通过该系统进行收集和处理。

收集在 SRTF 化学废液缓冲罐内的化学废液，通过输送泵送往一套小型蒸发装置进行预处理。经过蒸发预处理，废液中的放射性核素大多浓集于蒸残液中，并随蒸残液去桶内干燥装置进一步干燥处理或固化处理。蒸发后的蒸残液通过输送泵分批送往桶内干燥装置。桶内干燥装置内的干燥容器直接采用 160L 钢桶。经该装置反复多次进料、干燥、再进料、再干燥后形成化学废液盐块。通过超压（软压缩）处理后，吊运至 200L 钢桶内，进行水泥灌浆固定。最终送往废物暂存库存放。

3.6.5.2 洗衣房

在核电站正常运行和维修期间，会产生程度不同的被放射性污染的工作服、袜和鞋套等物。对污染严重的直接作为放射性固体废物处理，否则将其去污清洗、

脱水、烘干和熨平，使其满足卫生、剂量标准后回收重复使用

洗衣的操作程序根据衣物的种类和污染程度制定。电站正常运行期间，采用一洗二漂的操作程序。洗衣房分为：接收分拣区、洗衣机房、烘干机房、平整间、工具洗涤剂存放间、收集贮槽及相关配套设施。

3.6.5.3 废物暂存库

厂址废物处理设施（SRTF）废物暂存库用于贮存 6 台机组 5 年内产生的（200L）桶装废物，包括低放废物、中放废物及其他检修废物。废物桶来自于 SRTF 废物处理厂房经相关工艺处理后产生的 200L 钢桶桶装废物。废物暂存库可分为 2 个贮存区，分别用于存放低放废物和中放废物。这些废物桶最终将运至国家区域处置场作最终处置。

3.6.5.4 环保配套设施

环保配套设施主要用于接收和处置漳州核电厂运行及退役产生的低中放固体废物，可接收 SRTF 产生的 200L、400L 金属桶、混凝土 HIC、V 型钢箱、VIII 钢箱等废物包。该设施位于核电厂区西南角，主要包括处置单元区、综合车间及车库等。规划处置废物容量初步估算为 $1.5 \times 10^5 \text{m}^3$ ，可满足漳州核电厂规划容量运行及退役产生的废物处置要求。

根据核电厂运行与退役产生废物货包的不同，处置单元分为两种类型。I 型主要用于核电厂运行期废物处置，II 型主要用于退役废物处置。处置单元底板和四周的墙壁由钢筋混凝土浇灌而成，顶盖为现浇钢筋混凝土。

本设施接收和处置低中放固体废物的过程包括：检查、中转、吊装和码放等。采用分期处置的方式，对已经填满的处置单元进行浇筑、覆土封闭，并设有专业技术人员进行日常运行管理与维护，配备了完备的防护和监测设施，可以有效的防止放射性核素向环境迁移和释放，不会对公众产生辐射影响。

3.6.6 废物最小化

核电厂废物最小化的原则在国际上已得到充分的重视，本项目在设计、建造、运行乃至退役等各个阶段将积极考虑先进的技术和管理方法，在废物政策上落实最小化的原则。

核电厂放射性废物的体积量和活度水平通过合理的设计手段和运行、退役措施保持在切实可行的最小水平，这些措施包括设备材料的选择和控制、材料的再

循环和再利用、合理的运行程序的应用等，重点在于不同类型废物和材料的隔离以减少放射性废物的体积并利于管理。

“废物最小化”可从管理和技术安全两方面进行考虑：

- 管理：建立废物管理和废物最小化的程序和合理可靠的废物清洁和排放程序以及相应的质量保证系统，并对运行人员进行培训和论证等；
- 技术安全：核电站在设计和建造阶段对废物最小化的考虑对将来运行和退役阶段废物的产生有直接的影响。

本项目在设计时已经考虑如下因素：

- 选择合适的材料（抗腐蚀、高质量的表面处理、不会或较低可能被活化或产生其他放射性核素）；
- 应用最有效、可靠和先进的技术以确保设备尽可能长时间维持可运行状态，而不需要更换和/或维修；
- 采用高性能的设备，避免废物的无序积累，减少泄漏或排放以避免维修的设备被污染而产生额外的废物；
- 严格区分非放射性物质和放射性物质，合理地根据物质的特性和放射性活度水平进行分离。

需要指出的是，核电厂不可避免地将产生放射性废物，由于现有废物贮存设施和处理设备的限制以及保护环境和公众的考虑，在“废物最小化”原则中也包含了待处理和贮存放射性废物的体积和放射性最小化的含义，减少已产生废物的体积和放射性的措施主要有：

- 在处理已产生的放射性废物前放置足够长的时间，通过衰变来降低废物的放射性，这对于短半衰期核素特别有用。这也可以简化废物处理的过程并相应提高处理效率。
- 对于电站日常维护和大修、以及电站退役后产生的非放射性金属废物应区分出来，可用作民用建筑材料再循环复用。

3.6.7 乏燃料暂存系统

3.6.7.1 乏燃料的贮存

反应堆换料时，从堆芯卸出的乏燃料组件贮存在核岛辅助厂房的乏燃料贮存水池中，采用水下布置和贮存的方式。

贮存设施包括乏燃料贮存水池和乏燃料贮存格架，乏燃料贮存格架位于乏燃料贮存水池内，乏燃料贮存水池是池底和四壁衬有不锈钢板覆面的钢筋混凝土结构，与辅助厂房构成整体结构。池内充以硼酸去离子水，池水水质由乏燃料池冷却系统保持。

乏燃料组件贮存在格架的贮存腔内。格架至少可以贮存反应堆 10 个日历年正常运行卸出的乏燃料组件外加一个完整堆芯的燃料组件数。

乏燃料贮存的设计准则如下：

1) 在最佳慢化条件和反应性最大几何排列条件（燃料的富集度为可能的最高值、装载量为可能的最大值等）下，乏燃料的贮存保持在次临界状态。

2) 乏燃料贮存格架的设计，能承受正常和假定的静载荷、动载荷、由于热效应产生的载荷和由安全停堆地震产生的载荷；能承受一个燃料组件及其操作工具掉落所产生的冲击能量；能承受燃料抓取机的最大提升载荷。此外还具有稳定、不会倾倒或意外晃动等结构性能。

3) 乏燃料贮存水池和水层高度具有足够的屏蔽防护能力，确保水面以上人员操作的位置满足辐射限值的要求。

4) 乏燃料贮存格架的设计，可以为乏燃料贮存提供安全、有效的保护措施。包括便于乏燃料组件的插入和取出、防止贮存的燃料组件受到损伤、确保燃料组件的对流冷却、设置贮存破损燃料组件的专用贮存腔。

5) 乏燃料贮存格架的材料与乏燃料贮存水池的环境条件相容。

6) 乏燃料贮存格架划分为非安全 D 级，抗震 I 类设备。

7) 乏燃料贮存格架设置有流水孔等结构，便于贮存水池中的冷却水能够在格架内对流循环，以冷却其中贮存的乏燃料组件。

8) 各贮存腔的周围设置有中子吸收材料，以保证满足贮存时对次临界的要求。

9) 乏燃料贮存水池有足够的密封性，能防止池水发生泄漏，并设置有泄漏检测措施。

3.6.7.2 贮存及设施描述

从堆芯卸出的乏燃料组件转运至辅助厂房后，插入乏燃料贮存格架。进行贮存和冷却。如果检测到有破损的组件，装入专门的容器后存放于破损组件贮存腔内。

乏燃料贮存格架采用奥氏体不锈钢制造，用于贮存燃料组件的贮存腔围板由方形截面的套管构成，贮存腔外围包覆有中子吸收材料。

乏燃料贮存水池中的水含硼浓度为 2700ppm，水池设有乏燃料池冷却系统，以排出乏燃料组件的余热，并保证水池的水温、水质和水位。

乏燃料贮存水池同时还设有水位、水温监测系统和水池检漏系统，可随时监测水池的水位、水温和水池密封情况。

乏燃料贮存区域设有通风系统，系统能及时对区域进行净化。

乏燃料贮存区域还设置有剂量监测点，可以对区域内的剂量水平进行实时监测。

表 3.6-1 平衡循环寿期末堆芯裂变产物积存量

核素		总活度 (GBq)	核素		总活度 (GBq)
碘	I-130	1.15E+08	惰性 气体	Kr-85m	9.48E+08
	I-131	3.55E+09		Kr-85	3.73E+07
	I-132	5.17E+09		Kr-87	1.82E+09
	I-133	7.28E+09		Kr-88	2.56E+09
	I-134	8.03E+09		Xe-131m	3.96E+07
	I-135	6.84E+09		Xe-133m	2.26E+08
碱金属	Cs-134	6.21E+08		Xe-133	7.18E+09
	Cs-136	1.84E+08		Xe-135m	1.43E+09
	Cs-137	4.04E+08		Xe-135	1.95E+09
	Cs-138	6.70E+09		Xe-138	6.05E+09
	Rb-86	7.06E+06	钡和锶组	Sr-89	3.48E+09
稀有金属	Ru-103	5.40E+09		Sr-90	2.94E+08
	Ru-105	3.72E+09		Sr-91	4.32E+09
	Ru-106	1.81E+09		Sr-92	4.67E+09
	Rh-105	3.32E+09		Ba-139	6.54E+09
	Mo-99	6.72E+09		Ba-140	6.29E+09
	Tc-99m	5.97E+09	镅组	Ce-141	5.96E+09
镧组	Y-90	3.04E+08		Ce-143	5.54E+09
	Y-91	4.48E+09		Ce-144	4.48E+09
	Y-92	4.69E+09		Pu-238	1.08E+07
	Y-93	5.41E+09		Pu-239	1.07E+06
	Nb-95	6.07E+09		Pu-240	1.33E+06
	Zr-95	6.03E+09		Pu-241	4.84E+08
	Zr-97	6.01E+09		Np-239	6.78E+10
	La-140	6.48E+09	碲组	Te-127m	4.84E+07
	La-142	5.76E+09		Te-127	3.78E+08
	Pr-143	5.40E+09		Te-129m	1.65E+08
	Nd-147	2.38E+09		Te-129	1.12E+09
	Am-241	5.49E+05		Te-131m	5.12E+08
	Cm-242	1.54E+08		Te-132	5.06E+09
	Cm-244	1.21E+07		Sb-127	3.73E+08
	—	—		Sb-129	1.14E+09

表 3.6-2 设计基准一回路冷却剂中核素的活度浓度

核素	活度浓度(GBq/t)	核素	活度浓度(GBq/t)
Kr-83m	6.50E+03	Rb-89	2.47E+03
Kr-85m	2.97E+04	Sr-89	3.45E+01
Kr-85	9.62E+04	Sr-90	1.58E+00
Kr-87	1.68E+04	Sr-91	5.87E+01
Kr-88	5.28E+04	Sr-92	1.41E+01
Kr-89	1.24E+03	Y-90	3.80E-01
Xe-131m	4.68E+04	Y-91m	3.07E+01
Xe-133m	6.07E+04	Y-91	4.16E+00
Xe-133	4.37E+06	Y-92	1.12E+01
Xe-135m	6.07E+03	Y-93	3.86E+00
Xe-135	1.28E+05	Zr-95	5.06E+00
Xe-137	2.39E+03	Nb-95	5.07E+00
Xe-138	8.78E+03	Mo-99	6.91E+03
Br-83	1.05E+03	Tc-99m	6.38E+03
Br-84	5.33E+02	Ru-103	4.39E+00
Br-85	6.30E+01	Rh-103m	4.35E+00
I-129	4.73E-04	Rh-106	1.47E+00
I-130	3.17E+02	Ag-110m	1.18E+01
I-131	2.25E+04	Te-125m	5.01E+00
I-132	3.25E+04	Te-127m	2.44E+01
I-133	4.27E+04	Te-129m	8.38E+01
I-134	7.70E+03	Te-129	1.30E+02
I-135	2.66E+04	Te-131m	2.23E+02
Cs-134	1.94E+04	Te-131	1.50E+02
Cs-136	2.98E+04	Te-132	2.57E+03
Cs-137	1.54E+04	Te-134	3.78E+02
Cs-138	1.31E+04	Ba-137m	1.53E+04
Cr-51	8.51E+01	Ba-140	3.31E+01
Mn-54	4.37E+01	La-140	9.56E+00
Fe-55	3.28E+01	Ce-141	4.97E+00
Fe-59	8.21E+00	Ce-143	4.80E+00
Co-58	1.26E+02	Pr-143	4.80E+00
Co-60	1.45E+01	Ce-144	3.67E+00
Rb-88	5.40E+04	Pr-144	3.70E+00

表 3.6-3 设计基准蒸汽发生器二次侧液相的活度浓度

核素	活度浓度	核素	活度浓度
Br-83	4.21E-01	Y-91	3.91E-03
Br-84	7.27E-02	Y-92	9.09E-03
Br-85	8.97E-04)	Y-93	2.71E-03
I-129	4.26E-07	Zr-95	4.63E-03
I-130	2.30E-01	Nb-95	4.64E-03
I-131	1.99E+01	Mo-99	6.06E+00
I-132	1.40E+01	Tc-99m	5.65E+00
I-133	3.35E+01	Ru-103	4.02E-03
I-134	1.63E+00	Ru-106	1.34E-03
I-135	1.65E+01	Rh-103m	4.01E-03
Rb-88	4.63E+00	Rh-106	1.34E-03
Rb-89	1.82E-01	Ag-110m	1.08E-02
Cs-134	3.18E+01	Te-125m	4.56E-03
Cs-136	4.81E+01	Te-127m	2.23E-02
Cs-137	2.53E+01	Te-127	5.44E-03
Cs-138	1.94E+00	Te-129m	7.63E-02
H-3	1.31E+04	Te-129	6.88E-02
Cr-51	7.76E-02	Te-131m	1.86E-01
Mn-54	4.00E-02	Te-131	5.28E-02
Fe-55	3.00E-02	Te-132	2.27E+00
Fe-59	7.50E-03	Te-134	6.49E-02
Co-58	1.15E-01	Ba-137m	2.38E+01
Co-60	1.33E-02	Ba-140	3.00E-02
Sr-89	5.72E-02	La-140	1.02E-02
Sr-90	2.59E-03	Ce-141	4.52E-03
Sr-91	6.15E-02	Ce-143	4.03E-03
Sr-92	7.73E-03	Ce-144	3.36E-03
Y-90	4.50E-04	Pr-143	4.40E-03

表 3.6-4 设计基准蒸汽发生器二次侧蒸汽的活度浓度

核素	活度浓度
Kr-83m	3.67E-02
Kr-85m	1.50E-01
Kr-85	4.86E-01
Kr-87	8.48E-02
Kr-88	2.67E-01
Kr-89	6.15E-03
Xe-131m	2.36E-01
Xe-133m	3.07E-01
Xe-133	2.21E+01
Xe-135m	1.96E-01
Xe-135	6.73E-01
Xe-137	1.19E-02
Xe-138	4.41E-02
I-129	5.31E-09
I-130	2.87E-03
I-131	2.49E-01
I-132	1.75E-01
I-133	4.18E-01
I-134	2.03E-02
I-135	2.06E-01
H-3	1.31E+04

表 3.6-5 反应堆冷却剂现实源项

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
Kr-85m	7.30E+02	Na-24	1.70E+03
Kr-85	5.13E+04	Cr-51	1.10E+02
Kr-87	7.74E+02	Mn-54	5.90E+01
Kr-88	8.21E+02	Fe-55	4.40E+01
Xe-131m	3.99E+04	Fe-59	1.10E+01
Xe-133m	3.32E+03	Co-58	1.70E+02
Xe-133	1.45E+03	Co-60	2.00E+01
Xe-135m	5.92E+03	Zn-65	1.90E+01
Xe-135	3.07E+03	Sr-89	5.20E+00
Xe-137	1.55E+03	Sr-91	3.60E+01
Xe-138	2.78E+03	Y-91m	1.70E+01
Br-84	7.07E+02	Y-93	1.60E+02
I-131	5.62E+01	Zr-95	1.40E+01
I-132	2.44E+03	Nb-95	1.00E+01
I-133	8.21E+02	Mo-99	2.40E+02
I-134	4.33E+03	Tc-99m	1.70E+02
I-135	1.99E+03	Ru-103	2.80E+02
Rb-88	8.55E+03	Ru-106	3.30E+03
Cs-134	1.95E+02	Ag-110m	4.80E+01
Cs-136	2.45E+01	Te-129m	7.00E+00
Cs-137	2.59E+02	La-140	9.30E+02
H-3	3.70E+04	Ce-141	5.60E+00
Te-129	1.02E+03	Ce-143	1.00E+02
Te-131m	4.59E+01	Ce-144	1.50E+02
Te-131	3.42E+02	W-187	9.30E+01
Te-132	4.88E+01	Np-239	8.10E+01
Ba-140	3.60E+02		

表 3.6-6 二次冷却剂液相现实源项

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
Br-84	4.14E-03	Y-91m	1.81E-04
I-131	2.41E-03	Y-93	5.77E-03
I-132	4.29E-02	Zr-95	6.40E-04
I-133	3.09E-02	Nb-95	4.40E-04
I-134	3.85E-02	Mo-99	1.05E-02
I-135	5.74E-02	Tc-99m	5.55E-03
Rb-88	3.07E-02	Ru-103	1.24E-02
Cs-134	1.30E-02	Ru-106	1.48E-01
Cs-136	1.61E-03	Ag-110m	2.12E-03
Cs-137	1.74E-02	Te-129m	3.13E-04
H-3	3.70E+01	Te-129	1.24E-02
Na-24	6.96E-02	Te-131m	2.36E-03
Cr-51	5.22E-03	Te-131	1.67E-03
Mn-54	2.59E-03	Te-132	2.75E-03
Fe-55	1.96E-03	Ba-140	2.10E-02
Fe-59	4.81E-04	La-140	4.00E-02
Co-58	7.59E-03	Ce-141	2.45E-04
Co-60	8.77E-04	Ce-143	4.37E-03
Zn-65	8.40E-04	Ce-144	6.40E-03
Sr-89	2.28E-04	W-187	3.89E-03
Sr-91	1.35E-03	Np-239	3.54E-03

表 3.6-7 蒸汽发生器二次侧蒸汽现实源项

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
Kr-85m	1.56E-04	Co-58	3.79E-05
Kr-85	1.06E-02	Co-60	4.38E-06
Kr-87	4.56E-04	Zn-65	4.20E-06
Kr-88	1.74E-04	Sr-89	1.14E-06
Xe-131m	8.21E-03	Sr-91	6.77E-06
Xe-133m	7.13E-04	Y-91m	9.07E-07
Xe-133	3.00E-04	Y-93	2.89E-05
Xe-135m	1.23E-03	Zr-95	3.20E-06
Xe-135	6.43E-04	Nb-95	2.20E-06
Xe-137	3.24E-03	Mo-99	5.24E-05
Xe-138	5.93E-04	Tc-99m	2.78E-05
Br-84	4.14E-05	Ru-103	6.22E-05
I-131	2.41E-05	Ru-106	7.38E-04
I-132	4.29E-04	Ag-110m	1.06E-05
I-133	3.09E-04	Te-129m	1.56E-06
I-134	3.85E-04	Te-129	6.18E-05
I-135	5.74E-04	Te-131m	1.18E-05
Rb-88	1.51E-04	Te-131	8.33E-06
Cs-134	6.71E-05	Te-132	1.37E-05
Cs-136	8.05E-06	Ba-140	1.05E-04
Cs-137	8.68E-05	La-140	2.00E-04
H-3	3.70E+01	Ce-141	1.22E-06
Na-24	3.48E-04	Ce-143	2.18E-05
Cr-51	2.61E-05	Ce-144	3.20E-05
Mn-54	1.30E-05	W-187	1.94E-05
Fe-55	9.79E-06	Np-239	1.77E-05
Fe-59	2.41E-06		

表 3.6-8 单台机组放射性废液年排放量(GBq/a)

核素	含硼水 (GBq/a)	脏废液 (GBq/a)	汽轮机厂 房(GBq/a)	综合释放 (GBq/a)	总释放 (GBq/a)	SRTF 释放 量(GBq/a)	考虑 SRTF 后的总释 放(GBq/a)
腐蚀和活化产物							
Na-24	0.00E+00	1.55E-02	2.59E-03	1.81E-02	1.27E-01	0.00E+00	1.27E-01
P-32	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.83E-04	4.83E-04
Cr-51	0.00E+00	8.51E-03	3.70E-04	8.51E-03	6.11E-02	1.26E-02	7.37E-02
Mn-54	0.00E+00	4.81E-03	0.00E+00	4.81E-03	3.48E-02	1.02E-02	4.50E-02
Fe-55	0.00E+00	3.70E-03	0.00E+00	3.70E-03	2.63E-02	1.93E-02	4.56E-02
Fe-59	0.00E+00	7.40E-04	0.00E+00	7.40E-04	6.29E-03	5.90E-03	1.22E-02
Co-58	0.00E+00	1.33E-02	3.70E-04	1.37E-02	9.69E-02	2.12E-02	1.18E-01
Co-60	0.00E+00	1.48E-03	0.00E+00	1.48E-03	1.15E-02	3.75E-02	4.90E-02
NI-63	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.56E-03	4.56E-03
Zn-65	0.00E+00	1.48E-03	0.00E+00	1.48E-03	1.11E-02	0.00E+00	1.11E-02
W-187	0.00E+00	1.11E-03	0.00E+00	1.48E-03	9.99E-03	0.00E+00	9.99E-03
Np-239	0.00E+00	2.22E-03	0.00E+00	2.59E-03	1.74E-02	0.00E+00	1.74E-02
裂变产物							
Br-84	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	2.22E-03	0.00E+00	2.22E-03
Rb-88	0.00E+00	3.33E-03	0.00E+00	3.33E-03	2.41E-02	0.00E+00	2.41E-02
Sr-89	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	2.96E-03	2.41E-04	3.20E-03
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-04	2.68E-05	3.97E-04
Sr-91	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	1.85E-03	0.00E+00	1.85E-03
Y-91m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-03	0.00E+00	1.11E-03
Y-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-04	2.15E-04	5.85E-04
Y-93	0.00E+00	1.11E-03	3.70E-04	1.11E-03	8.14E-03	0.00E+00	8.14E-03
Zr-95	0.00E+00	1.11E-03	0.00E+00	1.11E-03	8.14E-03	2.95E-03	1.11E-02
Nb-95	0.00E+00	7.40E-04	0.00E+00	7.40E-04	6.29E-03	5.10E-03	1.14E-02
Mo-99	0.00E+00	7.77E-03	3.70E-04	8.14E-03	5.66E-02	1.61E-04	5.68E-02
Tc-99m	0.00E+00	7.40E-03	3.70E-04	7.77E-03	5.37E-02	0.00E+00	5.37E-02
Ru-103	0.00E+00	2.11E-02	7.40E-04	2.18E-02	1.52E-01	7.78E-04	1.53E-01
Rh-103m	0.00E+00	2.11E-02	7.40E-04	2.18E-02	1.52E-01	0.00E+00	1.52E-01
Ru-106	1.48E-03	2.71E-01	7.40E-03	2.80E-01	1.96E+00	2.39E-02	1.99E+00
Rh-106	1.48E-03	2.71E-01	7.40E-03	2.80E-01	1.96E+00	0.00E+00	1.96E+00
Ag-110m	0.00E+00	4.07E-03	0.00E+00	4.07E-03	2.81E-02	3.22E-03	3.13E-02
Ag-110	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	3.70E-03	0.00E+00	3.70E-03
SB-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-03	1.15E-03
Te-129m	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	3.70E-03	0.00E+00	3.70E-03

续表 3.6-8 单台机组放射性废液年排放量(GBq/a)

核素	含硼水 (GBq/a)	脏废液 (GBq/a)	汽轮机厂 房(GBq/a)	综合释放 (GBq/a)	总释放 (GBq/a)	SRTF 释放 量(GBq/a)	考虑 SRTF 后的总释 放(GBq/a)
Te-129	0.00E+00	1.11E-03	0.00E+00	1.11E-03	8.14E-03	0.00E+00	8.14E-03
Te-131m	0.00E+00	7.40E-04	0.00E+00	1.11E-03	7.03E-03	0.00E+00	7.03E-03
Te-131	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	1.85E-03	0.00E+00	1.85E-03
I-131	1.48E-03	4.81E-03	3.70E-04	6.66E-03	4.59E-02	4.29E-03	5.02E-02
Te-132	0.00E+00	2.22E-03	0.00E+00	2.22E-03	1.67E-02	0.00E+00	1.67E-02
I-132	1.48E-03	5.92E-03	7.40E-04	8.14E-03	5.70E-02	0.00E+00	5.70E-02
I-133	2.59E-03	1.15E-02	2.59E-03	1.67E-02	1.16E-01	0.00E+00	1.16E-01
I-134	3.70E-04	2.59E-03	0.00E+00	2.96E-03	2.18E-02	0.00E+00	2.18E-02
Cs-134	7.40E-04	4.33E-02	7.40E-04	4.48E-02	3.13E-01	2.95E-02	3.43E-01
I-135	1.85E-03	8.88E-03	2.96E-03	1.37E-02	9.69E-02	0.00E+00	9.69E-02
Cs-136	0.00E+00	4.07E-03	0.00E+00	4.44E-03	3.03E-02	9.92E-04	3.13E-02
Cs-137	1.11E-03	5.77E-02	7.40E-04	5.92E-02	4.16E-01	4.29E-02	4.59E-01
Ba-137m	3.70E-04	2.70E-02	7.40E-04	2.81E-02	1.97E-01	0.00E+00	1.97E-01
Ba-140	0.00E+00	3.11E-02	1.11E-03	3.22E-02	2.25E-01	2.44E-03	2.27E-01
La-140	0.00E+00	4.44E-02	1.85E-03	4.63E-02	3.25E-01	0.00E+00	3.25E-01
Ce-141	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04	2.96E-03	6.17E-04	3.58E-03
Ce-143	0.00E+00	1.85E-03	3.70E-04	2.22E-03	1.44E-02	0.00E+00	1.44E-02
Pr-143	0.00E+00	7.40E-04	0.00E+00	7.40E-04	4.44E-03	0.00E+00	4.44E-03
Ce-144	0.00E+00	1.18E-02	3.70E-04	1.22E-02	8.47E-02	1.05E-02	9.52E-02
Pr-144	0.00E+00	1.18E-02	3.70E-04	1.22E-02	8.47E-02	0.00E+00	8.47E-02
其它核 素	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-04	0.00E+00	3.70E-04
总量	1.41E-02	9.37E-01	3.44E-02	9.85E-01	6.91E+00	2.41E-01	7.15E+00
氚排放量=4.86E+04 GBq/a							
C-14 排放量=4.55E+01 GBq/a							

注:

1. 综合排放为以受控的方式排放到排放槽的放射性量;
2. 排放总量包括了一个被 PWR-GALE 程序加上的调整值 5.92E+00 GBq/a, 用来考虑预期运行事件, 例如, 操纵员操作员过失导致的非受控排放;
3. 数值 0.00E+00 表明此值小于 3.70E-04 GBq/a。

表 3.6-9 单机组预期的年平均液态放射性排放量与控制值的比较

核素	GB 6249-2011 中规定的单 机组排放量控制值 (GBq/a) ⁽¹⁾	单机组排放量计算值 (GBq/a)
除氚和 C-14 外的 其余核素	5.67E+01	6.91E+00
氚	8.50E+04	4.86E+04
C-14	1.70E+02	4.55E+01

注：

1. 单机组排放量控制值等效到 3400MWt。

表 3.6-10 单台机组气载放射性年排放量(GBq/a)

惰性气体 (1)	放射性气 体废物系 统	厂房/区域通风			冷凝器除 气系统	总计
		安全壳	辅助厂 房	汽轮机厂 房		
Kr-85m	0.00E+00	1.11E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+02
Kr-85	6.14E+04	9.25E+04	1.07E+03	0.00E+00	5.18E+02	1.55E+05
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	0.00E+00	7.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.40E+01
Xe-131m	5.18E+03	5.92E+04	8.51E+02	0.00E+00	4.07E+02	6.66E+04
Xe-133m	0.00E+00	3.11E+03	7.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.18E+03
Xe-133	0.00E+00	1.85E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.85E+03
Xe-135m	0.00E+00	7.40E+01	1.11E+02	0.00E+00	7.40E+01	2.59E+02
Xe-135	0.00E+00	8.51E+02	7.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	9.25E+02
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+02	1.48E+02
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	7.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	7.40E+01
总量						2.29E+05
此外:						
H-3 通过气体排放管的排放量						6.08E+03
C-14 通过气体排放管的排放量						4.55E+02
Ar-41 通过安全壳排放的排放量						1.26E+03

续表 3.6-10 单台机组气载放射性年排放量(GBq/a)

碘(1)	厂房/区域通风				冷凝器除气 系统	总量
	燃料操作 区(2)	安全壳	辅 助 厂 房(2)	汽轮机 厂房		
I-131	7.40E-03	3.70E-03	1.78E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.89E-01
I-133	1.07E-01	3.70E-02	2.63E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.78E+00
总量						2.96E+00

续表 3.6-10 单台机组气载放射性年排放量(GBq/a)

放射性核素 ⁽¹⁾	放射性气体 废物处理系 统	厂房/区域通风			总计
		安全壳	辅助厂房	燃料 操作区 ⁽²⁾	
Cr-51	5.18E-04	3.40E-03	1.18E-02	6.66E-03	2.26E-02
Mn-54	7.77E-05	1.96E-03	2.89E-03	1.11E-02	1.59E-02
Co-57	0.00E+00	3.03E-04	0.00E+00	0.00E+00	3.03E-04
Co-58	3.22E-04	9.25E-03	7.03E-02	7.77E-01	8.51E-01
Co-60	5.18E-04	9.62E-04	1.89E-02	3.03E-01	3.22E-01
Fe-59	6.66E-05	9.99E-04	1.85E-03	0.00E+00	2.92E-03
Sr-89	1.63E-03	4.81E-03	2.78E-02	7.77E-02	1.11E-01
Sr-90	6.29E-04	1.92E-03	1.07E-02	2.96E-02	4.44E-02
Zr-95	1.78E-04	0.00E+00	3.70E-02	1.33E-04	3.70E-02
Nb-95	1.37E-04	6.66E-04	1.11E-03	8.88E-02	9.25E-02
Ru-103	1.18E-04	5.92E-04	8.51E-04	1.41E-03	2.96E-03
Ru-106	9.99E-05	0.00E+00	2.22E-04	2.55E-03	2.89E-03
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-04	2.11E-03	2.26E-03
Cs-134	1.22E-03	9.25E-04	2.00E-02	6.29E-02	8.51E-02
Cs-136	1.96E-04	1.18E-03	1.78E-03	0.00E+00	3.15E-03
Cs-137	2.85E-03	2.04E-03	2.66E-02	9.99E-02	1.33E-01
Ba-140	8.51E-04	0.00E+00	1.48E-02	0.00E+00	1.55E-02
Ce-141	8.14E-05	4.81E-04	9.62E-04	1.63E-05	1.55E-03
总量					1.75E+00

注:

1. 表中的 0.00E+00 表示惰性气体的活度浓度低于 3.70E+01 GBq/a 或碘低于 3.70E-03 GBq/a。排放的颗粒物低于总颗粒物的 1%，将不考虑在内；
2. 燃料操作区在辅助厂房内，但单独考虑。

表 3.6-11 单机组预期的年平均气载放射性排放量与控制值的比较

核素	GB 6249-2011 中规定的单 机组排放量控制值 (GBq/a) ⁽¹⁾	单机组排放量计算值 (GBq/a)
惰性气体	6.80E+05	2.29E+05
碘	2.27E+01	2.96E+00
粒子(半衰期≥8d)	5.67E+01	1.75E+00
氚	1.70E+04	6.08E+03
C-14	7.93E+02	4.55E+02

注：

1. 单机组排放量控制值等效到 3400MWt。

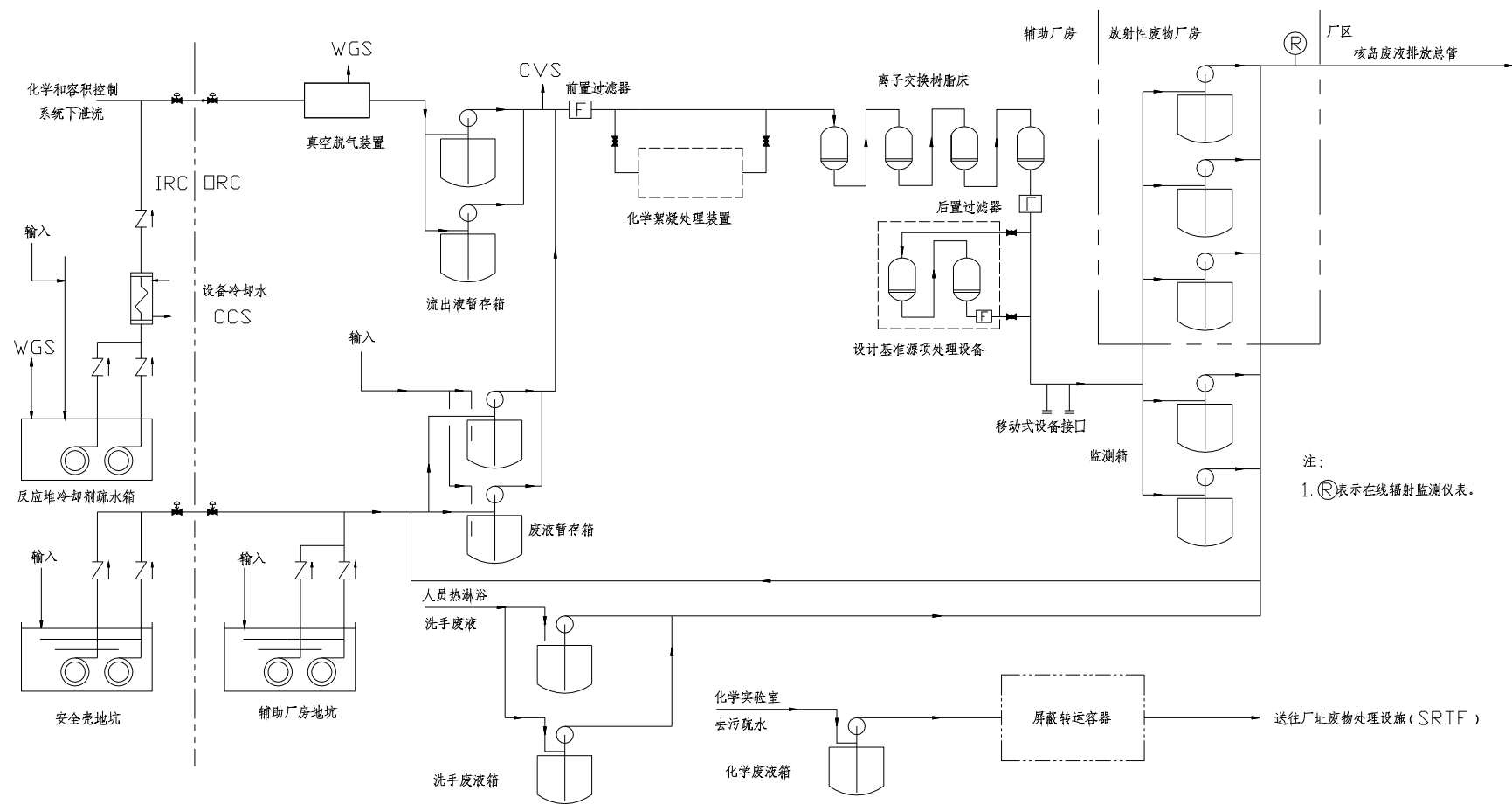


图 3.6-1 放射性液体废物处理系统流程简图

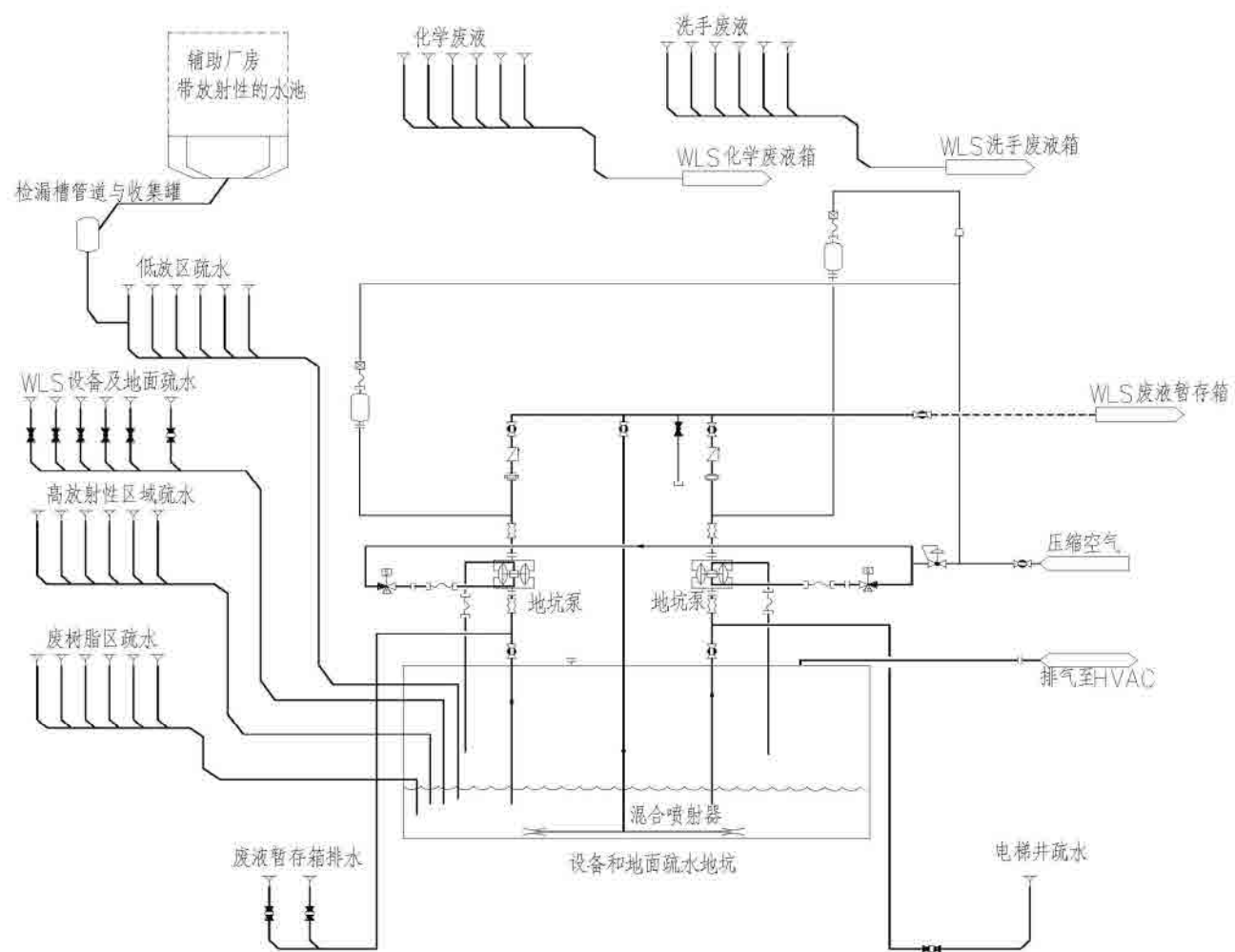


图 3.6-2 放射性废水疏排系统流程简图

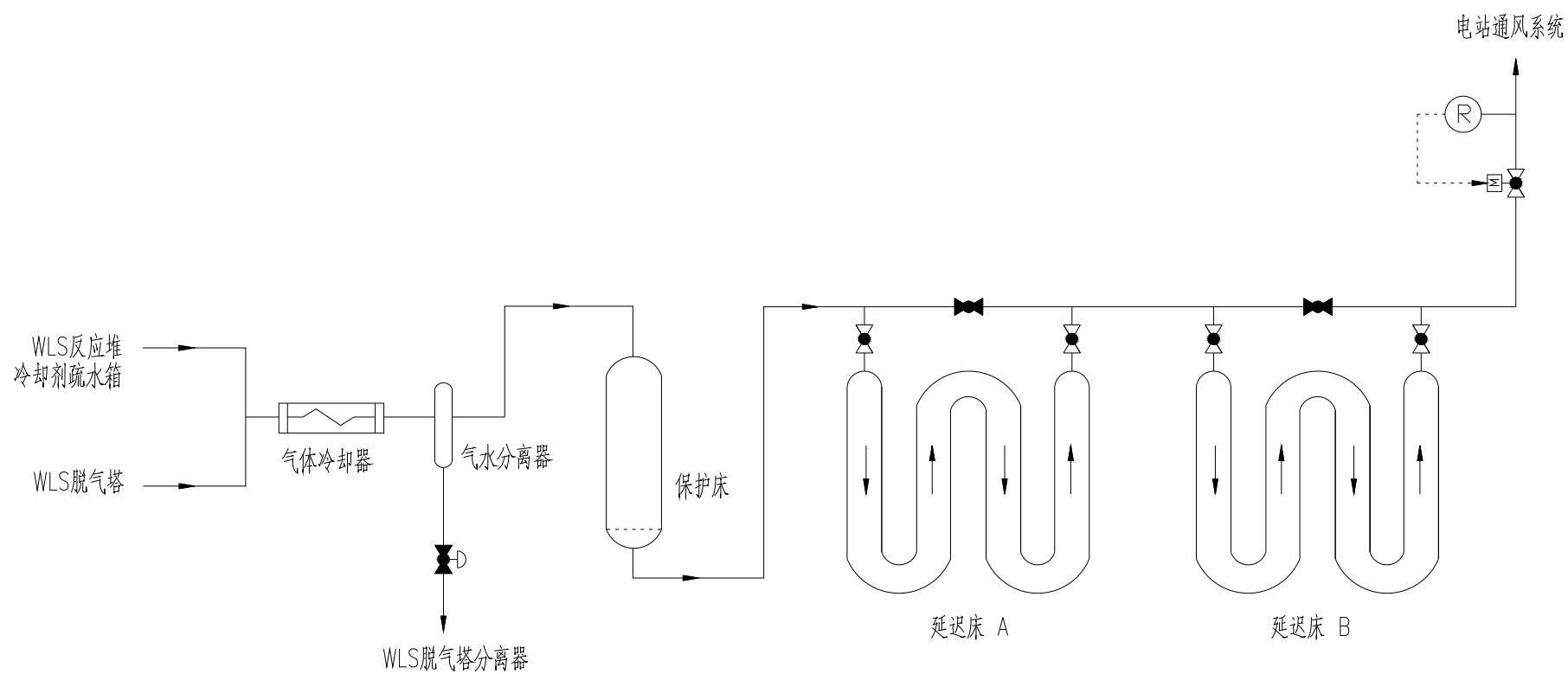


图 3.6-3 放射性气体废物处理系统流程简图

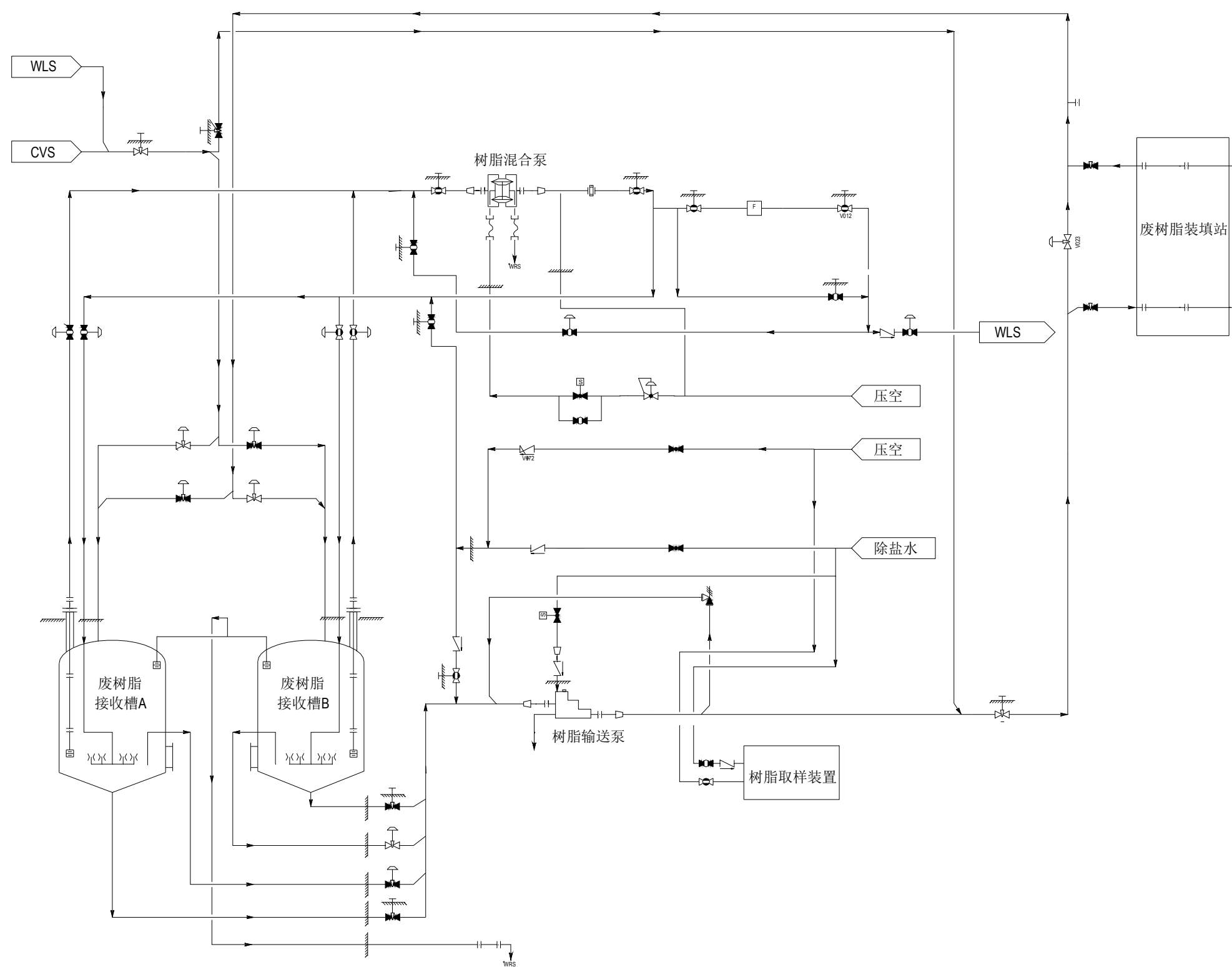


图 3.6-4 放射性固体废物处理系统流程简图

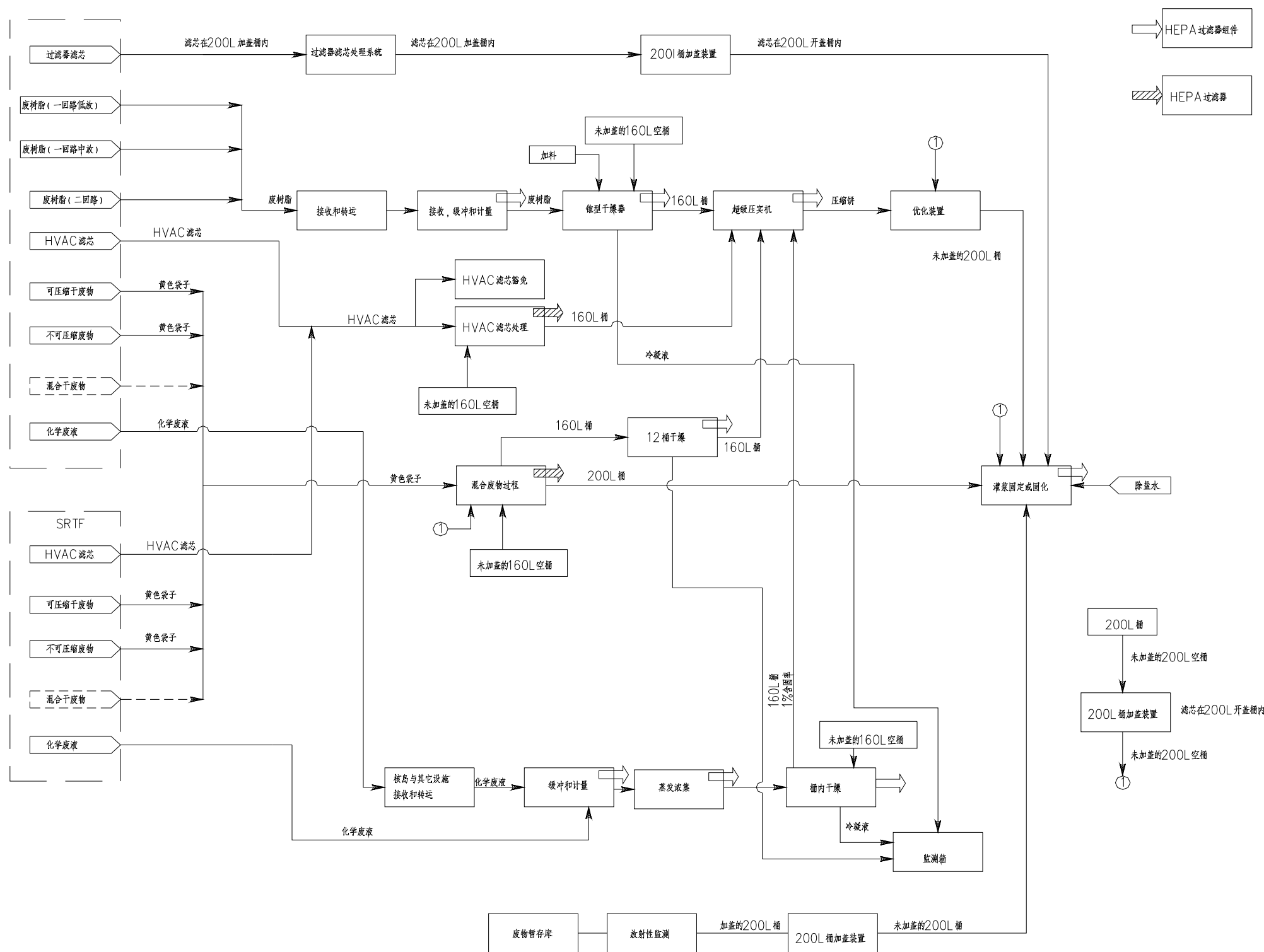


图 3.6-5 SRTF 主要工艺流程框图

3.7 化学物质排放和生活废物

3.7.1 化学物质排放

漳州核电厂一期工程排放的化学物质主要来自于：

- 除盐水生产系统；
- 凝结水精处理系统；
- 循环水加氯系统；
- 化学药剂注入系统；
- 随放射性废液释放的化学物质（主要是硼）。

（1）除盐水生产系统

除盐水生产系统中的离子交换树脂在运行一段时间后需要再生。阳离子树脂的再生使用浓度为 98% 的硫酸，而阴离子树脂的再生则使用浓度为 32.5%NaOH。此外再生废水中和处理也需要投入一定的酸碱。

（2）凝结水精处理系统

凝结水精处理系统用于为核电厂二回路系统提供高纯度的水。系统内设有前置阳床和混床，运行一段时间后阴阳离子需要再生。凝聚水处理系统的树脂再生装置和使用的酸碱与除盐水生产系统相同。

（3）循环水加氯系统

为满足核电厂运行的要求，循环冷却水加氯系统对流经循环水冷却系统的海水作连续加氯处理，即加入次氯酸钠溶液，连续加药量浓度控制在 0.5~1.0mg/L，冲击加药量浓度控制在 2~3mg/L。每天两次，每次 15 至 20min。漳州核电厂一期工程拟采用就地电解海水的工艺来获取次氯酸钠，海水经过滤网过滤后进入电解系统。从次氯酸盐发生器中出来的次氯酸盐溶液进入次氯酸盐贮箱中，氢气在其中被分离并排入大气。

（4）化学药剂注入系统

化学药剂注入系统，将化学添加剂注入二回路系统，用以控制二回路系统中水的化学工况，使蒸汽发生器在正常运行和停机保养中的腐蚀和固体沉积物减少至最小。为此，设计考虑在凝结水精处理混床出水和给水中实施加氨、加联氨处理。此外，磷酸三钠作为腐蚀抑制剂注入闭式冷却水系统中。

参考国内现有核电厂，漳州核电厂一期工程化学物质年排放量保守定量估计约为：

- NaClO: 6000t;
- NaOH: 380t;
- FeCl₃: 240t;
- HCl: 360t;
- H₂SO₄: 180t;
- Na₂SO₃: 20t;
- NH₄⁺: 2t;
- 烃类: 3t;
- 硼: 4t。

由于上述各种处理,将会导致核电厂排入环境的废水中或多或少地夹带有各种化学物质。漳州核电厂一期工程将通过有针对性的措施控制相关化学物质的排放,使其对环境的影响最小。上述化学物质的排放按《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准执行。

3.7.2 生活废物

漳州核电工程运行期间产生的与放射性有关的固体生活废物均按放射性废物做专门处理,非放射性垃圾按生活垃圾处理规定收集处理。核电站的生活废物主要是非放射性的生活垃圾和生活污水:

- 生活垃圾:包括电站工作人员日常生活和工作产生的所有非放射性废物,这些垃圾根据规定收集暂存并送到指定的垃圾场处理;
- 生活污水:包括核电站主厂房、集中控制楼及辅助、附属建筑物等卫生间排水及厂区食堂的生活污水排水。生活污水直接排入厂区生活污水管网,通过生活污水排水系统排至生活污水处理站;其中,食堂排水经隔油处理后排入生活污水管网。生活污水经污水处理站处理后,其水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中一级标准的A标准中的中水回用要求后,用于厂区绿化和道路喷洒等。剩余污水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中一级标准的B标准后排放。

3.8 放射性物质运输

运进核电厂的放射性物质有初级中子源和未经辐照的新燃料组件。新燃料组件和中子源的运输应能满足我国《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）的要求。

运出核电厂的放射性物质有两类，即乏燃料组件和放射性固体废物。

本节重点叙述新燃料组件、乏燃料组件和放射性固体废物的运输。

3.8.1 新燃料运输

漳州核电厂一期工程国产化AP1000核电机组选用国产AP1000型燃料组件，首炉和后续燃料组件将由中核包头核燃料元件股份有限公司提供。燃料组件和相关组件的类型、供货数量，以及备用件的数量应在相应的燃料供货合同中规定。

3.8.1.1 新燃料运输容器

新燃料组件在运输过程中必须放在专用的运输容器内，使新燃料组件在运输过程中得到充分的保护而避免受到损伤。

新燃料运输容器能够满足核材料的国际运输管理导则的要求。在火烧、跌落和耐压试验等假想事故条件下，新燃料运输容器能够保证运输容器内燃料的完整性。新燃料运输容器能够保证在最佳慢化条件下， $k_{\text{eff}} < 0.95$ 。

新燃料运输容器主要由外壳和内壳构成。外壳与内壳采用减振连接，能够有效地减小新燃料组件在运输过程所受到外力（如冲击和振动），使新燃料组件在运输过程中免受损伤。新燃料运输容器对新燃料组件起密封保护作用，防止运输过程中受外界物体碰撞而造成损伤，并能防水、防火等。新燃料运输容器能够保证新燃料组件在运输过程中处于干燥的气氛条件。新燃料运输容器能够使新燃料组件在整个运输过程中便于实行由公路、铁路和海路分段运输之间的中转、转换等操作。新燃料运输容器容易打开和拆卸。

3.8.1.2 新燃料的厂外运输

由中核包头核燃料元件股份有限公司提供的新燃料组件和相关组件可以通过铁路、公路等不同的形式运至国电漳州核电厂现场，可选取“铁路+公路”联运的方案或全程公路运输的方案，其中前者为优先考虑方案。

1) “铁路+公路”联运方案

内蒙古包头→福建漳州路段经由铁路用专用集装箱车厢运输。可在漳州近铁路线附近的适当地点修建燃料运输中转库房，运输至此的新燃料组件可在库房内暂存。

漳州→漳州核电厂现场路段经由公路用专用卡车运输，这段路程中，漳州→云霄县常山开发区走沈海高速（G15），从常山开发区走 324 国道转 201 省道，经列屿镇到达厂区。公路运输路段的总里程大约为 142km。

“铁路+公路”的运输方案目前国内已有一定的经验，较为成熟；其运输环节较少：生产厂→铁路→集卡→现场燃料库，过渡平稳，运输可控性较强。

2) 全程公路运输方案

采用公路用专用卡车运输，全程长约 2844 公里。

内蒙古包头→北京走京藏高速公路（G6），北京→湖北黄石走大广高速（G45），黄石→江西九江走沪渝高速（G50）转福银高速（G70），九江→江西瑞金走福银高速（G70）转济广高速（G35），瑞金→福建漳州走厦蓉高速（G76），漳州→云霄县常山开发区走沈海高速（G15），从常山开发区走 324 国道转 201 省道，经列屿镇到达厂区。

目前，国内已具备一定的全程公路运输经验。公路运输前需要预先与高速公路管理部门就有关限速等问题进行协调。

3.8.1.3 新燃料的厂内运输、接收和贮存

新燃料组件装在专用的新燃料运输容器内由专用运输车辆运至核岛辅助厂房内，根据程序进行检查确认、开箱等操作，最终将新燃料组件吊运并贮存在新燃料贮存格架中。

新燃料贮存格架的贮存容量或能力应能保证充分满足堆芯一次平衡换料所需的新燃料组件的数量。经检查合格的新燃料组件一次一个地吊到新燃料贮存格架内，然后采用干法贮存。反应堆换料之前，用燃料抓取机将新燃料组件从新燃料贮存格架内吊至新燃料升降机，然后由新燃料升降机将新燃料组件转运至乏燃料贮存水池底部，再用燃料抓取机将新燃料组件吊入乏燃料贮存格架内暂存，换料时通过辅助厂房的燃料运输设备将新燃料组件传送到反应堆厂房。

对于首炉新燃料的贮存，在新燃料到厂后，超过新燃料贮存格架的贮存容量的部分，可采用暂时贮存在乏燃料贮存格架内的方法。

新燃料的厂内运输路线详见图 3.8-1 和图 3.8-2。

3.8.2 乏燃料运输

3.8.2.1 乏燃料的厂内运输

乏燃料的厂内运输包括从乏燃料组件装入乏燃料运输容器至厂外运输前的全过程。相关的操作工具和设备包括乏燃料运输容器吊车、燃料抓取机、乏燃料组件操作工具、容器专用运输卡车等。乏燃料组件装入专用的乏燃料运输容器中外运，对容器进行装载的操作以及容器的清洗、检查等操作分别在装料池和清洗池内进行。装料池和清洗池为毗邻的两个水池，均位于辅助厂房内乏燃料贮存水池旁。

乏燃料的厂内运输路线详见图 3.8-2 和图 3.8-3。

乏燃料组件通常贮存在乏燃料贮存水池中，直到裂变产物的活性降低到允许外运的程度。然后，将乏燃料组件装入到乏燃料运输容器中。

乏燃料组件在装入乏燃料运输容器的过程中，以及之前在水池内贮存和转移的过程中，其顶部均保持有足够的屏蔽水层。在装入乏燃料运输容器后，通过特殊设计的容器实现乏燃料组件的辐射屏蔽。因此，乏燃料组件厂内运输过程中的辐射影响是严格控制的，满足合理、可行、尽量低的原则。

乏燃料运输容器装料操作的典型步骤如下：

- 1) 装料池已经充满了水，且装料池和乏燃料贮存水池之间的水闸门已经打开。
- 2) 将乏燃料运输容器运到清洗池，用去离子水洗净。卸掉容器顶盖，移走并安全存放。
- 3) 将乏燃料运输容器吊运至充满水的装料池中。
- 4) 连接乏燃料组件操作工具的燃料抓取机定位在待外运的乏燃料组件上方。
- 5) 提起燃料组件，经水闸门转运至装料池，将其装进已经就位的乏燃料运输容器内。在燃料组件转运的过程中，需保持燃料组件活性区顶部有足够的屏蔽水层。
- 6) 重复步骤(4)~(5)直至装满乏燃料运输容器，将运输容器顶盖重新安装到运输容器上。
- 7) 将乏燃料运输容器转移到清洗池，完成去污、烘干、密封等处理措施，确认容器表面剂量率满足限值后，才能将容器提升出清洗池。

3.8.2.2 乏燃料的厂外运输

乏燃料组件厂外运输必须遵守《中华人民共和国核材料管制条例》(HAF501)、《放射性物质安全运输规程》(GB 11806-2004)、《放射性物质安全运输货包的泄漏检验》(GB/T 17230-1998)、《乏燃料运输容器技术条件》(EJ/T 565-1991)、《核级容器制造质量保证》(EJ/T 619-1991)、《放射性物品运输安全管理条例》(中华人民共和国国务院令 第 562 号)等相关条例、标准的要求。

乏燃料组件必须在乏燃料贮存水池内贮存足够的时间,使乏燃料组件的衰变热降到可以不必再用池水进行冷却,组件中的中短寿命放射性核素的放射强度大大衰减而便于外运。

乏燃料组件具有很强的放射性,如果组件中有破损的燃料棒,还会向外释放气体等放射性物质,所以核电厂乏燃料运往后处理厂的过程需要由专用的密封屏蔽运输容器、专用的铁路或公路车辆及配套的辅助操作工具完成。且应综合考虑采用合适的陆路运输方案或铁路+公路联运方案,运至国家规定的专用乏燃料后处理基地。

根据《关于颁发 NAC-STC 型乏燃料运输容器设计批准书的通知》(国核安发[2003]88 号),美国 NAC International 公司设计、西班牙 ENSA 公司制造的 NAC-STC 型乏燃料运输容器为运输我国核电站乏燃料组件的专用运输容器,满足我国核安全法规和标准中有关 B(U)型货包设计的基本要求。中核清原环境技术工程公司已经用该型专用运输容器承担过大亚湾核电厂乏燃料的运送,路线从深圳到地处西北地区甘肃的 404 厂,全部采用公路运输。本核电厂可参照大亚湾的模式,组织乏燃料的运输。

至于今后的具体运输方法,不管采用铁路+公路的运输方式、还是采用全部公路的方式,可基于中核清原环境技术工程公司已有的经验,进行制定。

现中核清原环境技术工程公司已有的乏燃料运输容器基本结构为不锈钢外壳加铅屏蔽,单个运输容器最多可以装载 26 组乏燃料组件,总重约 120 吨(含乏燃料、减震器、运输托架、人员屏障),空容器重约 86.5 吨。该容器适用于陆路或水路运输。

若漳州核电厂一期工程每年均需外运乏燃料组件,4 个堆每个燃料循环周期(18 个月)最多需运出约 256 根无损的燃料组件,如采用以上提到的运输容器,10 容器·次即可满足运出 256 根乏燃料组件的需求。这样的运输模式,对保证乏

燃料安全外运的运输安排没有困难。

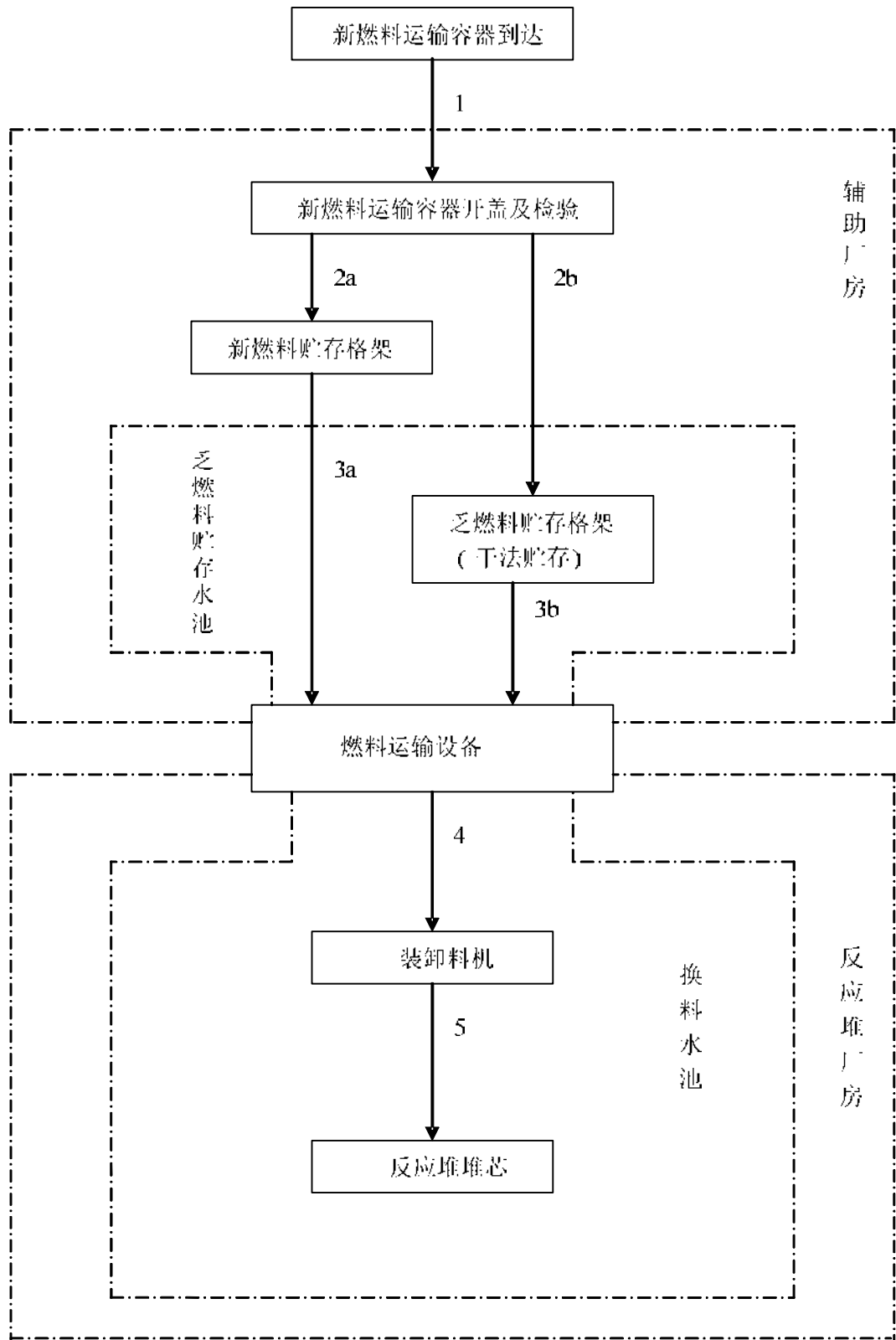
3.8.3 放射性中、低放固体废物运输

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

- 国务院核设施主管部门会同国务院环境保护行政主管部门根据地质条件和放射性固体废物处置的需要，在环境影响评价的基础上编制放射性固体废物处置场所选址规划，报国务院批准后实施；
- 产生放射性固体废物的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定，对其产生的放射性固体废物进行处理后，送交放射性固体废物处置单位处置，并承担处置费用。

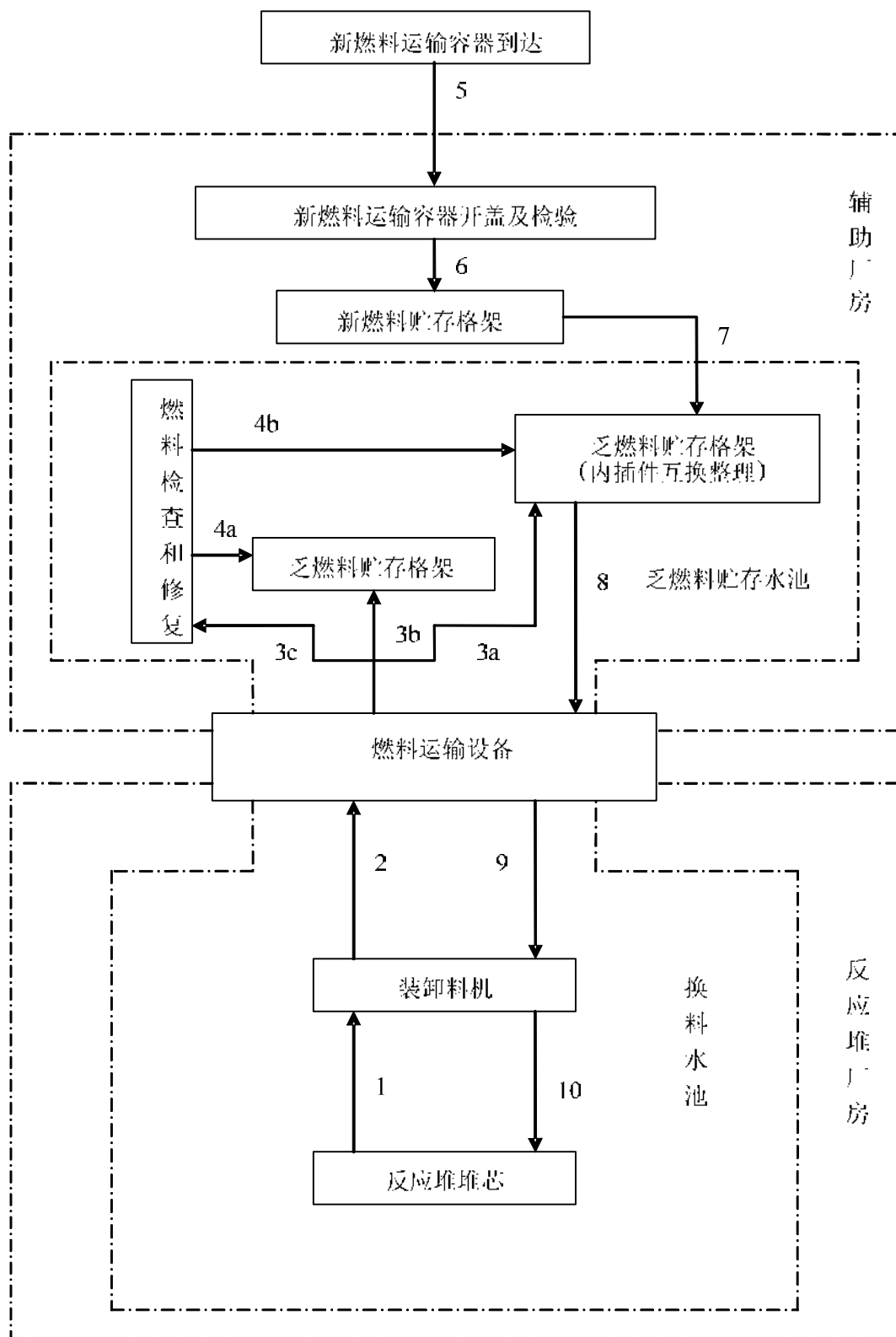
本项目产生的放射性中、低放固体废物在厂址废物处理设施（SRTF）的暂存库内暂存 5 年，最后按照国家有关要求运往最终废物处置场。中核国电漳州能源有限公司作为漳州核电厂的运营公司，目前正积极配合环保部门开展相关工作，中、低放废物处置场作为环保设施将按“三同时”的要求同步建设。

放射性中、低放固体废物的厂外运输和永久处置应保证运输人员和公众接受的照射控制在可合理做到的尽可能低的水平，厂外运输可通过铁路、公路、船舶等方式，并符合《放射性物品运输安全管理条例》（国务院令 第 562 号）、《放射性物品运输安全许可管理办法》（国家环保部 第 11 号令）和《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）等规定。



注：新燃料到厂后，首先采用路径 a 运输，超过新燃料贮存格架贮存容量的部分，采用路径 b 运输。

图 3.8-1 首次堆芯装料时新燃料的厂内运输路线



注：破损乏燃料组件经路径 3c 进行检查和修复。部分乏燃料组件经路径 4b、3a 进行内插件互换操作。

图 3.8-2 堆芯换料时新燃料、乏燃料的厂内运输路线

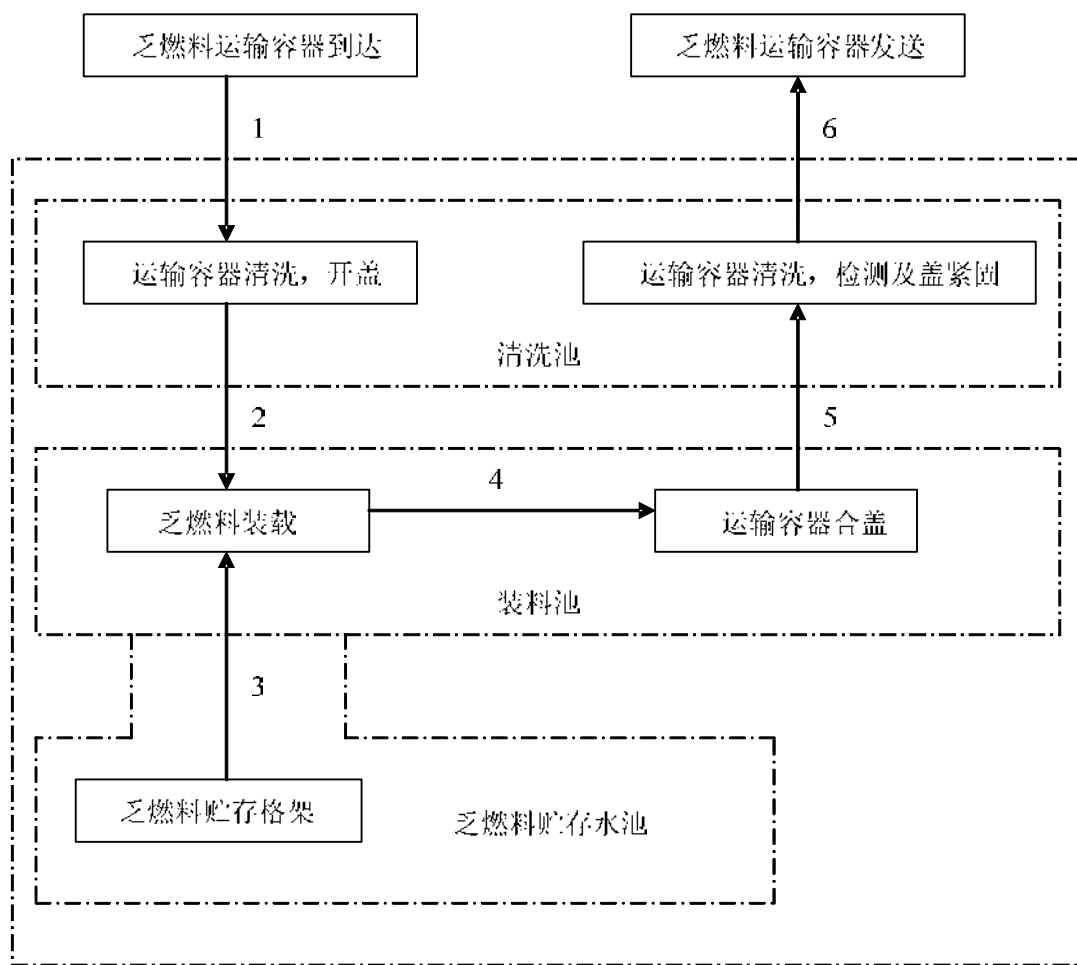


图 3.8-3 乏燃料装入运输容器流程图

第四章 电厂施工建设过程对环境的影响

4.1 土地利用

漳州核电厂规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组，采用一次规划、分期建设的模式。一期工程建设的四台百万千瓦级压水堆核电机组。

4.1.1 陆域工程

4.1.1.1 用地概况

厂址位于东山湾内，南、东、北三面环海，区域地形中间地势高，两侧地势低，区内残丘高程一般为 25.0~125.0m（1985 国家高程基准，下同），山谷间局部有冲沟，最大相对高差约 120m；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。山体北面为鱼塘，并与海域相通。

4.1.1.2 厂外道路

根据现有道路及规划道路情况，厂外设置进厂道路、应急道路和施工道路，具体考虑如下：

1) 进厂道路

厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划)，彼此相通，厂区进厂道路可接至沿海大通道，长度约 0.9km。

2) 应急疏散道路

根据 HAF002/01《营运单位的应急准备和应急响应》对核电厂应急准备和应急响应的要求，厂区对外须设置与厂区主入口相反方向的对外应急通道。应急疏散道路由厂区西南侧道路接出，与疏港公路一期相连，长度约 2.3km。道路考虑按二级公路标准规划建设，可满足核电厂应急交通要求。

3) 施工道路

根据厂区总体规划，施工场地位于厂址西北部。本着“永临结合”的原则，考虑将进厂道路作为主要施工道路在施工阶段使用。为了避免后续机组施工期间跨越运行机组区域，初步考虑沿西侧山体新建一条施工道路，连接应急出入口及施工临建区，长度约 1.5km。

4.1.1.3 土石方平衡

厂区标高应高于厂址的设计基准洪水位，厂址处设计基准洪水位为 6.3m（不

考虑风浪影响) (1985 国家高程基准, 下同)。

根据海水潮位、凝汽器设备资料及汽机房布置资料、汽机房负挖的估算, 经厂区、负挖区域以及海堤土石方和循环水扬程等多方面比较, 初步确定厂坪标高为 14.0m。

根据规范, 爆破法开挖坚硬的花岗岩用于计算填方时所需挖方的最终松散系数为 1.20~1.30, 结合厂区地质分析, 本工程暂按 1.25 考虑。四台机组的基槽余土初步考虑为 $140 \times 10^4 \text{m}^3$, 六台机组的基槽余土初步考虑为 $210 \times 10^4 \text{m}^3$ (估)。根据碱骨料试验分析专题报告, 厂区岩石可以作为混凝土骨料或护坡石料。

根据上述原则, 全厂六台机组考虑基槽余土和海工工程在内的挖方工程量(几何体积)为 $2519.01 \times 10^4 \text{m}^3$, 全厂填方工程量为 $2860.03 \times 10^4 \text{m}^3$, 取排水工程和护岸工程所需的填方工程量为 $1170 \times 10^4 \text{m}^3$, 可用于骨料的回填工程量为 $180 \times 10^4 \text{m}^3$, 预估地基沉降的回填工程量约 $100 \times 10^4 \text{m}^3$, 厂外道路的填方工程量约 $20 \times 10^4 \text{m}^3$, 考虑松散系数取 1.25, 最终松散工程量为 $3106.76 \times 10^4 \text{m}^3$, 填方工程量共计约 $2860.03 \times 10^4 \text{m}^3$, 余方工程量约 $286.2 \times 10^4 \text{m}^3$, 初步考虑厂外山谷堆放。

4.1.1.4 施工场地规划

漳州核电厂为新建核电工程项目, 根据核电工程的施工特点, 参考大亚湾核电站、岭澳核电站等核电机组的建设经验, 规划建设期间施工生产场地约 $40 \sim 45 \text{hm}^2$ 。施工生产场地主要包括土建安装用地和设备材料堆场。考虑四台机组连续建设, 施工高峰期约需施工生活场地 10hm^2 。结合漳州核电厂总平面布置方案, 按总平面布置方案安排施工总平面规划布置。

1) 施工总平面布置

施工总平面规划考虑以下原则:

- 布置紧凑合理, 节约用地, 节省临建投资。
- 合理布置加工场地, 做到施工场地整洁, 文明施工。
- 施工临建的布置应考虑后续工程施工的需要, 减少永久性临建的拆迁工作量, 尽量考虑永久性临建供后续工程使用的可能性。
- 为保证核电厂建设运营的安全可靠, 漳州核电厂施工生活临建区考虑厂外布置, 占地约 10hm^2 。

结合总平面规划推荐方案, 本工程国产化 AP1000 机组施工总平面布置中各施工临建区划分情况如下:

主体土建施工临建区：核岛、常规岛分别由不同承包商负责土建施工，分别规划布置在不同施工场地区域，混凝土搅拌站及钢筋加工场等另行布置。

主体安装施工临建区：核岛、常规岛分别由不同承包商负责安装施工，分别规划布置在不同施工场地区域，以上安装场地均考虑了加工场地、预制车间、适当材料周转、堆场、仓库等用地。

BOP 土建施工场地：BOP 土建施工拟在建筑物附近适当位置布置，BOP 土建施工需要的混凝土可以考虑采用集中搅拌站生产的混凝土或在现场建设小型搅拌站，少量的钢筋加工在现场进行。

BOP 安装施工场地：BOP 安装施工场地规划面积中考虑了加工场地、预制车间以及适当材料周转、堆场、仓库等用地。

搅拌站区、砂石料堆场：为节省二次倒运费，核岛、常规岛搅拌站统一规划和建设。搅拌站的规模及生产能力不小于漳州核电厂工程建设期间的要求，场地提供的时间应满足 FCD 进度要求。

大件设备及吊装承包商临建场地：布置在靠近规划主通道，以减少大型运输车辆在施工区域行驶时间，降低施工区域内的运输压力，提高施工效率。

其他施工场地：包括各承包商办公区（含土建实验室）和现场联合办公区。

土石方及负挖承包商临建场地：现场临时建筑布置在将来 BOP 厂房的位置，负挖工程完成后，所有临时建筑及时拆除。其他工程、地基处理工程等承包商仅考虑少量现场必备临建设施，根据施工进度及现场情况在施工部位附近安排。

为保证核电厂建设运营的安全可靠，国电漳州核电厂施工生活临建区考虑在厂外邻近列屿镇进行规划，占地约 10hm^2 。

2) 施工道路

核电厂施工期间的运输主要有核电厂设备及水泥、砂石、钢筋等大宗物资。核电厂设备（包括重大件）主要通过水路运到核电厂大件码头再转公路运抵施工现场，公路其他运输主要为水泥、砂石、钢筋等当地取材的大宗物资。

本着“永临结合”的原则，考虑将进厂道路作为主要施工道路在施工阶段使用，厂内施工道路采用 7m 宽双车道的泥结碎石路面或混凝土路面，考虑到施工期道路的损坏情况，一般先浇筑一层混凝土路面，在工程后期按路面设计标高浇筑第二层混凝土。永临结合的道路路基设计除满足施工要求外，还应满足永久道路的设计要求。

4.1.2 施工活动对环境的影响

4.1.2.1 施工作业的总体环境影响

1) 社会环境的影响

漳州核电厂的建设将永久占用土地。厂址非居住区边界范围内无常住居民，因此无搬迁人口，对社会环境的影响十分有限。

核电厂工程建设期间需要大量的工程施工人员，大量外来施工人员将进驻施工现场，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。与此同时对当地居民的物价指数可能会带来一定影响。

2) 水土流失

根据《中华人民共和国环境影响评价法》第十七条的规定，“涉及水土保持的建设项目，还必须有经水行政主管部门审查同意的水土保持方案”。中核国电漳州能源有限公司已经委托福建省水利勘测设计院编制本项目的“水土保持方案报告书”。本章中有关水土保持的内容，包括本节和 4.3 节的描述内容，均主要依据福建省水利勘测设计院编制本项目的“水土保持方案报告书”的中间成果。

在本工程建设过程中，水土流失主要发生在施工期。期间，将有开挖和填筑裸露面产生，裸露面表层结构疏松，植被覆盖度较低，使区域内土壤抗侵蚀能力下降；同时，大量土石方的搬运和堆置，也将造成工程区及其附近施工区域的局部水土流失加剧。工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动也基本停止，施工区域的水土流失将明显减少，但仍存在一定量的水土流失因素。因此，本工程水土流失的重点时段为工程施工期，同时植被恢复期也会有一定程度的水土流失。通过设置相关水土保持设施可减少水土流失的影响，因此在项目建成后水土流失的影响可减至最小。

3) 大气环境的影响

漳州核电工程建设将永久占用土地，核电厂场地的开挖和填充，以及核电厂建构筑物的建设，将改变当地的局部地形和下垫面粗糙度，但与当地的地形相比，还不足以影响厂址边界以外的大气环境。

土石方工程施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，大气中粉尘含量增高。

施工过程中产生的粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。在采取必要的防护措施后即可降低粉尘的影响。施工过后，当地的大气环境质量将很快得以恢复。

4) 水环境的影响

漳州核电厂建设期间对水环境（地表水和东山湾）的污染主要来自于施工期间土石方和建筑材料的流失以及生产废水和施工人员的生活污水排放。

（1）土石方和建筑材料的流失

工程施工期间，由于外界条件（如大风、降水等）的作用，容易造成开挖的土石方和堆放的建筑材料随风或水扩散，其中部分将落入附近的水体，污染水环境，将造成局部海域海水含沙量和浊度的增加。

（2）生产废水和生活污水

本工程施工场地平整期间，所产生的污水主要是生活污水和施工机械冲洗后的含油废水。

- 生活污水：施工单位主要租赁当地民居作为施工临时住所，生活污水通过生活污水处理设施进行处理；施工单位需另行建设施工临时住所的，由施工单位负责生活污水处理设施的建设，生活污水经建成后的处理设施收集处理后，尽可能进行中水回用，不能循环利用的废水经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的 B 标准的规定后集中排放；粪便、污泥或剩余污水等通过当地的环卫部门专用车辆运送至当地的污水处理厂集中处理。
- 生产废水：洗车废水采用油水分离设施对冲洗车辆含油废水进行油水分离，经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后排放。

因此，施工期间产生的水土和材料流失、生产、生活废水的排放均会对当地水环境造成临时性影响。对此，在采取合理有效的预防措施（如加强对材料和废水的管理、建设临时施工废水沉淀池和生活污水处理设施等）后，上述影响能降到最低程度。随着施工的开始，水环境质量将得到恢复。

5) 噪声的影响

漳州核电工程建造期间的施工期噪声主要来自不同施工阶段所使用的不同施工机械的非连续作业噪声。基础施工阶段，主要施工机械是各种打桩机、空压

机等，基本上都是固定噪声源，打桩机为主要噪声源，其声级为 95-105dB（A），结构施工阶段主要施工机械是混凝土搅拌机和振捣棒，其声级为 75-88dB（A）。场地平整采取的爆破措施，爆破产生的瞬间噪声水平可超过 120dB（A）；工程建设期运送材料的船只、汽车等运行噪声为随机移动声源施工期大型运输设备正常行驶时噪声最大可达 80dB（A），鸣笛时可达 85dB（A），海堤水土结构施工的主要噪声源为施工船舶等，其声级为 65-70dB（A），声级不大。实际施工过程中，往往是多台机械设备同时作业，各台设备产生的噪声会互相叠加。根据类比调查，叠加后的噪声增值约 3-8dB（A），一般不超过 10dB（A）。

本工程厂址施工期环境监测拟在建造阶段进行，目前尚无法获得施工场界的实测数据。考虑到核电厂建设施工阶段所用的机械设备及工程内容相似，本工程夜间不进行高噪声的施工作业，因此昼间场界噪声参考类比山东海阳核电 2010-2011 年的施工期场界噪声实测数据。根据山东海阳核电的实测数据。核电厂施工阶段中，昼间场界噪声大部分时间段为 45.9-66dB（A），低于《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值[昼间 70dB（A）]，个别时段场界噪声超过标准限值，可达 80dB（A）以上。厂址施工阶段场界噪声可能也会存在个别时段超标的现象。但考虑到场界处无敏感目标，因此基本不会发生扰民现象。

土石方工程施工期间的开挖爆破、各类施工机具作业、车辆的运输等所产生的噪声对厂址周围的声学环境将产生较大的影响。但由于爆破施工是阶段性的，集中在施工初期，其影响时间短，属于暂时性影响，且影响范围有限。施工期噪声影响将在电厂施工完成后不复存在。

6) 固体废物的影响

本项目施工阶段产生的工业固废主要为建筑类固体废物，主要分为弃土、废渣、废钢材、废木材、废塑料、废纸等 6 类，各类固体废物产生量均较小。

- 弃土：厂区内的土石方基本能够平衡，少量的弃土可堆放至施工场地；
- 废渣：由施工单位在其施工临建区内设立存放区、集中堆放，定期清理出厂区，运至当地垃圾处理场处理；
- 废钢材、废木材、废塑料、废纸等：具有一定的回收利用价值，由施工单位在其施工临建区内设立存放区、集中堆放，由废品回收单位进行回收处理；

- 建筑垃圾：均由施工单位自行运至当地垃圾处理场处理，现场不设立集中的垃圾中转场地。

施工单位在其施工临建区内设立危险废物集中存放区域，废油、废油漆等危险废物集中堆放在该区域，由供货商定期回收并进行后续的处理。

漳州核电厂施工期间，施工现场生活垃圾主要为现场办公室、食堂、施工现场等部位产生的生活垃圾。在上述部位设置垃圾箱，分类堆放生活垃圾，及时清理，最终运往垃圾处理场进行无害化处置。

7) 生态环境的影响

漳州核电工程施工期间将在建设规划区内占用大量土地，其表土和植被需要剥离，这将影响当地植物资源量和动物的生存环境。根据调查结果，施工所在地的植被多为乔木、灌木和杂草，没有名贵的动植物资源，也没有风景名胜和文物古迹。因此，漳州核电工程的建设不会对当地的生态环境造成不良影响。

漳州核电工程在建设的各个阶段，都将有规划地进行厂区绿化和景观恢复，建成后的核电厂将是一个经过精心布置、与周围环境相协调的人文景观。

4.1.2.2 施工临建区

漳州核电厂为新建核电工程项目，根据核电工程的施工特点，参考大亚湾核电站、岭澳核电站等核电机组的建设经验，规划建设期间施工生产场地约 50hm^2 ，为租赁用地。施工生产场地主要包括土建、安装用地和设备材料堆场。

施工临建工程区在核电厂施工过程中产生的环境影响是局部的和暂时的。在采取必要的防护措施后可降低施工过程中的环境影响。施工过后，当地的环境质量将很快得以恢复。施工临建工程区的环境影响因素及相应控制措施如下：

1) 大气：施工临建工程区内主要堆放核电厂建设用物资和材料，如预制件等。核电厂施工用预制件的堆放以及车辆在施工临建工程区与厂区间的运输会造成空气扬尘，汽车尾气和食堂的油烟气也会造成一定的污染。对于扬尘造成的污染，施工方将采取措施：对施工临建工程区及时清扫，道路路面上经常洒水；在施工临建工程区边界处使用隔离板；露天堆场等堆放场所加盖布条进行防护等。对汽车尾气造成的污染，施工方将加强施工管理，合理调度运输车辆，在满足建设需要的前提下尽可能减少车辆运输的次数。对于食堂的油烟气，应按照《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB 18483-2001），经油烟净化设施处理后排放。

通过上述措施来保证施工临建工程区周围的空气环境质量符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准的要求。

2）水：施工临建工程区内的废水主要来自场地冲洗、设备洗涤的生产废水和施工人员产生的生活污水。其中，生产废水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后排放。生活污水直接排入厂区生活污水管网，通过生活污水排水系统排至生活污水处理站，生活污水经污水处理站处理后，其水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的A标准中的中水回用要求后，用于厂区绿化和道路喷洒等。剩余污水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的B标准后排放。

3）噪声：施工临建工程区内噪声相对施工区来说较小，主要噪声来源于核电设备的组装加工，施工人员日间的生产活动（电厂建设用物资和材料的搬运等）以及车辆在施工临建工程区与厂区间运输产生的噪声。施工方将对加工车间内的机械以及污水处理站、汽水换热站等建筑内的水泵进行隔声减振等防噪设计以降低其噪声影响，同时通过避免夜间作业，合理调度运输车辆和安排运输路线等措施使得施工临建工程区边界处的噪声能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）（昼间 70dB，夜间 55dB）的要求。

4）固体废物：在本工程施工期将对施工临建工程区的固体废物处理作统一考虑。施工临建工程区污水处理站的污泥、加工车间的金属屑、机械保养等产生的固体废弃物以及施工人员日常生活产生的生活垃圾等将分类收集并统一处理。水处理设施排泥经单独收集后，出上清液排入污水系统，污泥将由专业部门回收。此外，施工单位将在其施工临建区内设立危险废物集中存放区域，废油、废油漆等危险废物集中堆放在该区域，由供货商定期回收并进行后续的处理。

5）水保措施：施工临建工程区采用租地方式，在施工期间和施工结束后，将通过下述措施使得施工临建工程区范围内恢复原地貌。

- 表层土的剥离、堆放及回填：施工生产区场地平整时首先用推土机清除原地表表层土，集中堆放，作为后期复耕用土。

- 截洪沟、排水涵洞、临时排水沟：施工临建工程区周围截洪沟、排水涵洞等的设置可起到不改变施工临建工程区内原有水系的作用，排水涵洞可确保雨季上游来水经涵洞排至下游，而不改变其水质及水量，减少施工临建工程区对周围的影响。为及时排水场地雨水，在施工区场地内临时道路两侧设置临时排水沟。

● 空闲地绿化美化和边坡绿化：业主临时办公区、综合办公区施工场地中设置绿化区域，对施工生产区平整之后形成的边坡采取植草防护设计。

施工方通过有效实施上述控制措施后，可将施工临建工程区的影响范围仅限于施工临建工程区范围内。施工结束后，该区域土地退租后将用于复耕。

4.1.2.3 取排水工程

1) 对海洋水环境的影响

取排水工程建设阶段对海洋水质环境主要来自于取、排水明渠建设期的施工悬浮泥沙影响，建设过程中会导致附近海域悬浮泥沙量的增大和海水水质下降。但该影响仅限于取排水工程建设阶段，且影响是暂时性的，随着施工的结束，水环境质量将逐步得到恢复。

2) 对海洋生态环境的影响

取排水工程施工阶段，由于土石方的填充或流失，会造成海水含沙量和浊度有所增加，并使大量泥沙沉积于附近海床的底栖生物上，造成一些底栖生物种类消失，生物量减少。然而，海上施工的时间很短，淤积的海床范围也仅限于施工海域近区，施工完毕，随着海水变清，这些底栖生物很快得以恢复。海上施工对周围海域海洋生态的影响（主要是对底栖生物的影响）是短暂的，影响的范围也有限。

4.1.3 施工期环境监测设想

漳州核电工程将在厂址“四通一平”工程开始后开展厂址施工期环境监测，厂址的总体监测设想见表 4.1-1，具体如下：

1) 大气环境

监测因子包括 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO 等指标。监测布点按《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）三级评价等级考虑，同时结合环境敏感点和气象条件（当地风向、海陆风、大气环流等）情况进行布点，分别在厂界（包括主厂区、临建区和弃土场的场界）和环境敏感目标（附近村庄等）和最大落地浓度点进行监测。

2) 海水环境

对于厂址附近海域，监测因子包括海水水质（水温、盐度、粪大肠菌群、溶

解氧、pH、悬浮物、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、非离子氨、活性磷酸盐、活性硅酸盐、石油类、透明度、铜、铅、锌、镉、汞）、海洋沉积物（沉积物类型、石油类、有机碳、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、硫化物）、海洋生物（粪大肠菌群、底栖生物、潮间带生物、叶绿素 a、浮游动物、浮游植物）等。监测范围为厂址附近海域，布点应符合近密远疏的原则。

对于施工期的施工、生活废水，监测因子包括化学需氧量（ COD_{cr} ）、生化需氧量（ BOD_5 ）、悬浮物（SS）、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂（LAS）、总氮（TN）、氨氮、总磷（TP）、色度、pH、粪大肠菌群数、重金属（总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅等）等指标。在施工、生活废水排放口应设置监测点位。

3) 噪声

监测因子包括 L_{eq} 和 L_N （ L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} ）等指标。施工期间的噪声监测范围为施工厂界及厂界外 200m 范围，同时应结合施工厂界周边环境敏感点（居民区、学校等的分布情况）分布进行监测点位布设。

4) 振动

监测因子包括铅垂向 Z 振级等指标。监测布点应根据《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的相关要求进行布设。

表 4.1-1 施工期环境监测计划

序号	监测内容	监测因子	监测频次	监测点位
1	施工废气、扬尘	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO	每季一次，分别在厂界（包括主厂区、临建区）和环境敏感目标（附近村庄等）和最大落地浓度点进行监测	人家村、宅兜村和南山村各设置 1 个监测点
2	施工、生活废水	化学需氧量（COD _{cr} ）、生化需氧量（BOD ₅ ）、悬浮物（SS）、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂（LAS）、总氮（TN）、氨氮、总磷（TP）、色度、pH、粪大肠菌群数、重金属（总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅等）	每月一次	施工、生活废水排放口
3	施工噪声	L _{eq} （A）、L _N （L ₁₀ 、L ₅₀ 、L ₉₀ ）、L _{max}	每季一次，分别在厂界（包括主厂区、临建区）和附近村庄进行监测	人家村、宅兜村和南山村各设置 1 个监测点
4	振动	铅垂向 Z 振级	场地平整期间，在厂界和附近村庄开展监测	人家村和南山村各设置 1 个监测点
5	海水水质	水温、盐度、粪大肠菌群、溶解氧、pH、悬浮物、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、非离子氨、活性磷酸盐、活性硅酸盐、石油类、透明度、铜、铅、锌、镉、汞	2 次/年（5、8 月，每次高、低潮各一次）	邻近海域
6	海洋沉积物质量	沉积物类型、石油类、有机碳、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、硫化物		
7	海洋生物	粪大肠菌群、底栖生物、潮间带生物、叶绿素 a、浮游动物、浮游植物		
8	海洋生物体污染物残留量	总汞、镉、铅、砷、铜、锌、铬、石油烃、粪大肠菌群		
9	水土保持	按《漳州核电工程水土保持方案报告书》开展		

4.2 水的利用

4.2.1 施工供水工程

4.2.1.1 施工用水量

核电站建设、运行和检修换料等阶段的淡水需要量，目前还没有足够资料可做设计依据，以已投产运行的广东大亚湾核电站、秦山二期、秦山三期实际施工水量和三门核电站设计施工水量做为参考，估算本工程施工淡水用量。根据目前国内几个核电厂施工用水量的情况，施工期间的淡水用水量主要有两部分组成，一是施工期间的施工用水，二是施工期间的人员生活用水。

浇筑混凝土需水标准为： $300\text{L}/\text{m}^3$ ，混凝土养护（自然养护）需水标准为： $200\text{L}/\text{m}^3$ ，按照每天浇筑 4000m^3 混凝土计算，则耗水量为 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 。根据秦山二期工程实测数据，最大月施工单位生产用水为 13 万 m^3 ，合 $4333\text{m}^3/\text{d}$ ；大亚湾核电厂施工期间最大施工生产用水为： $998913\text{m}^3/\text{a}$ ，合 $2022\text{m}^3/\text{d}$ （一月以 30 天计）。

参考国内其他工程建设经验，其他生产用水量一般为混凝土用水量的 40%，则本项目为 $800\text{m}^3/\text{d}$ 。综上所述，在考虑采用混凝土净骨料，不考虑砂石冲洗水等的前提下，漳州核电厂施工期间施工生产用水量最大日用水量为： $2800\text{m}^3/\text{d}$ 。

施工人员的生活用水量应结合人员组成，居住情况以及当地的用水量标准等因素综合考虑。由于没有资料，根据已建核电厂的经验，考虑四台机组连续建设，取最大施工人员为 12000 人，生活用水量标准取 $150\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ ，则施工人员用水量为 $1800\text{m}^3/\text{d}$ 。考虑施工临建区冲厕可利用中水 $360\text{m}^3/\text{d}$ ，则施工生活用水量为 $1440\text{m}^3/\text{d}$ 。

另计管网漏失水量 10%、未预见水量 5%和淡水厂自耗水量 3%，施工期日取水量 $5100\text{m}^3/\text{d}$ ，一年以 330 天计，年用水量为 168.3 万 m^3 。

“场地平整”期间所需施工生产用水量估计按照供水水量为： $900\text{m}^3/\text{天}$ 计，主要用于浇筑进场路面和破石开山场地平整。

4.2.1.2 施工供水方案

施工期间的淡水水源和场地平整期间的淡水水源均考虑采用永临结合方案，以峰头水库作为淡水水源地。由于施工及场地平整期的用水量保证要求远低于核电厂运行时的要求，施工及场平期的供水可靠性应同样可以满足要求。施工区内设 1000m^3 贮水池 2 座，1 座为生活、消防水池，1 座为施工用水池，分别供施工

区生活、消防用水及施工区直接生产用水、施工机械用水。水池为半地下式，由泵升压后供水至各施工现场用水点。施工用水出口压力满足：施工用水压力 $\geq 0.2\text{Mpa}$ ，施工生活水压力 $\geq 0.4\text{Mpa}$ 。

为保证厂区供水安全，根据工程实际进展和用水需求，规划在厂区形成环网供水。厂区内的供水主干管网，拟用 DN150 的 PE 管。在规划的核岛土建、核岛安装、CA/CV 拼装、常规岛土建、常规岛安装、BOP 安装等场地预留用水接口，同时考虑预留绿化、道路洒水和其他用水备用接驳口。

4.2.2 施工排水工程

用平坡式分区排水方式。施工期地下水、雨水排水系统与厂区雨排水系统相结合，采用明沟结合管道排水方式组织排水，沟的坡降不小于 0.3%，明沟内水汇集后通过新建的排水明沟将地表雨水和施工污水汇集到沉淀池，经沉淀处理后排入厂区排水系统。

各施工场地和建筑物周边设排水支沟（明排），将地表水排入附近干道边的排水沟，保证场地不积水。施工道路施工时路基形成路供，道路边设排水沟，同时在各施工区域四周形成不小于 1% 的排水坡，采用管沟结合方式，各区通过排水沟汇集后经过处理集中定点达标排放。

施工生活污水主要为粪便冲洗水、洗涤废水、淋浴排水、食堂等生活污水。施工期生产废水主要来源是混凝土浇筑养护水等。漳州核电厂污水系统分两个阶段建设：第一阶段为临时污水处理系统建设，主要是为解决厂区各施工临建的生活污水排放需要（包含试验室生活污水、临时办公室生活污水、各承包商施工区域生活污水、公用卫生间排水），建设临时污水站，并建设临时污水管线，试验室生活污水通过压力流输送，其余管网采用重力流输送。临时污水站计划 FCD 可用。第二阶段是在漳州核电厂厂区建设永久污水站，主要处理全厂生活污水排放，包括核岛、常规岛以及其它 BOP 厂房、办公室、值班室等场所产生的生活污水的处理。

在施工阶段，所产生的污水主要是生活污水，由于用水不集中，产生的生活污水量也较少和分散，经沉淀净化等相应的处理，符合环保要求后排放。部分区域也可采用简易的工艺(化粪池或小型地埋式污水处理设备)处理施工场地所排放的污水，也完全可以达到生活污水的排放标准。

4.3 水土保持方案

4.3.1 水土流失现状

厂址所在云霄县现有水土流失面积 15582hm^2 ，占土地总面积的13.36%，其中轻度流失面积 7836hm^2 ，中度流失面积 5446hm^2 ，强度流失面积 2292hm^2 ，极强度流失面积 8hm^2 ；其中厂址所在的列屿镇水土流失面积 213hm^2 ，占土地总面积的11.25%，其中轻度流失面积 85hm^2 ，中度流失面积 106hm^2 ，强度流失面积 22hm^2 。根据《土壤侵蚀分级分类标准》（SL190-2007），项目区属水力侵蚀类型区中的南方红壤丘陵区，其容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。项目区现有地表林草植被覆盖良好，原有地表林草植被覆盖率为78.5%，水土流失轻微。土壤侵蚀模数背景值取值 $420\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

4.3.2 水土流失的影响

4.3.2.1 水土流失可能造成的影响

1) 厂区在建设中，由于建筑物基础开挖，出现了新的开挖面，如不采取有效的水土流失防治措施，遇大雨天气，将会造成基坑开挖坡面的冲刷和基坑底部泥土淤积，以及临时堆土的冲刷流失。因此，施工过程中表层土和基坑回填土需要集中堆放，并采取拦挡措施，以避免大雨冲刷造成道路泥泞，同时影响工程的施工，降低工效，使工期延长，相应增加了工程的投资费用。

2) 施工临建工程区由于施工过程中施工机械设备在场地的反复碾压和扰动，使熟化的表层土板结化，土壤由松变硬，由厚变薄。表层土如果不加以保护，若遇大雨天气，会造成土壤有机质和氮、磷、钾养分及土壤随水流失，使后期恢复原地表植被困难。施工生产区的砂、石、水泥等建筑材料的堆放，若不采取有效的防治措施，将会造成砂、石、水泥在场地流失，影响该区域的后期利用。

3) 道路工程、取排水工程和施工管线工程属线性工程，在施工中将产生线性开挖坡面和线性堆土，如不采取有效的水土流失防护措施，遇大风和降雨天气，将会造成沿线区域的水土流失，给沿线的农田造成泥土淹没，影响农作物的生长。

4.3.2.2 水土流失预测

预测漳州核电厂一期工程施工扰动地表面积为 221.53hm^2 （不包括二期扩建预留地），项目损坏的水土保持设施主要是林草植被等，面积约为 175.53hm^2 ，

工程建设不损坏其他水土保持工程设施。项目建设产生弃渣回填于施工区，在项目内部平衡。项目生产运行期不再有弃渣产生。项目建设可能造成水土流失面积总计 246.53hm^2 ，预测时段内水土流失量 8.65万t ，新增水土流失量 7.10万t 。

项目可能造成水土流失危害包括：影响项目施工建设、影响海域水环境及水产养殖、影响陆域生态环境、影响景观。

4.3.3 防治责任范围及防治分区

漳州核电工程水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。

由于漳州核电厂工程一次规划，一次征地，分期实施，一期工程征地范围为全厂，包括二期工程用地。征地范围内均列入防治责任范围中的项目建设区，其中一期工程占地范围外的区域列为预留区。

漳州核电工程防治责任范围中项目建设区包括：主体工程区、施工生产生活区、交通道路区等。主体工程区又划分为核电厂厂区、办公生活及辅助设施区、淡水管线工程区、专家村区、预留用地区等。

直接影响区：由于工程一次征地，分期实施，道路、施工区上、下边坡影响区均在项目征地范围内的预留区（已列入项目建设区）内，不再重复计列；进厂永久公路厂外段、淡水管线工程按上边坡 5m ，下边坡 20m 计算；面积列入直接影响区。

漳州核电厂一期工程水土保持防治责任范围面积总计 274.80hm^2 ，其中项目建设区面积 246.53hm^2 ，直接影响区面积 28.27hm^2 。各水土流失防治责任范围见表4.3-1。

漳州核电工程水土流失防治分区见表4.3-2。

根据项目水土流失防治分区及各区水土流失特点，采取水土保持工程措施及植物措施对各分区分别进行防治，各分区均布置有相应的水土保持措施，以体现防治措施体系空间完整性原则。对于在施工时序上存在配套水土保持措施滞后的部位，适时采取临时防护工程，构建完整的水土流失防治措施体系。

1) 主体工程区

核电厂厂区：项目厂区开挖前，剥离表层土，运往施工区靠陆域一侧规划的表土临时堆置区，集中堆放保存，并以袋装土挡墙拦挡，用于施工后期绿化覆土，临时堆放期间，撒播狗牙根草籽绿化。优化施工组织和制定严格的施工作业制度，

开挖的土石方按类型及利用方式，及时运往目的地加以利用或堆置，严禁随意倾倒。施工场地地表裸露，土石松散，易受雨水侵蚀，为减少场内土壤侵蚀造成水土流失，拟在场内设临时排水沟，并在排水沟出口处设沉沙池，以对场地地表汇水进行沉淀处理，经沉沙池沉淀处理后再排出场外，可降低施工建设期产生的水土流失。采取细目网进行施工期临时覆盖。核电厂区除主厂区双道围墙范围外，在施工后期进行覆土绿化，绿化不仅要考虑景观与环境美化，而且也要考虑其水土保持功能。树种以低矮灌木为主，主要有洒金柏、夹竹桃、小叶女贞等，草种以铺设马尼拉草皮为主。

办公生活及辅助设施区：绿化树种以乔木为主，配合灌木，主要有樟树、福建柏、洒金柏、夹竹桃、小叶女贞等，草种以铺设马尼拉草皮为主。

淡水管线工程区：管线路径合理布设，管线敷设前进行表土剥离，开挖土方合理堆放并采取临时挡护措施，管线等材料合理堆放减少扰动面积，敷设完毕后进行植被恢复措施，铺设马尼拉草皮绿化。马尼拉草皮采用满铺方式种植。

专家村区：开工建设前，剥离表层土，集中堆放保存，并以袋装土挡墙拦挡，用于施工后期绿化覆土，临时堆放期间，以塑料薄膜覆盖。施工期间在场内设临时排水沟，并在排水沟出口处设沉沙池。临时排水沟布设结合永久排水设施布设。施工结束后对裸露土地进行绿化，绿化要注意景观美化效果。

2) 施工生产生活区

施工期布设临时排水沟及相应的沉沙池。施工生产生活区将为核电厂二期工程使用，施工后期进行场地整治，根据二期工程进度安排情况采取相应措施：如二期工程未紧跟施行，则覆土厚10cm后铺设马尼拉草皮绿化；如二期工程紧跟施行，则场地为二期工程使用，不进行覆土绿化。

3) 交通道路区

由于核电厂施工进场道路等级较高，采取了砌石挡护、护坡及排水工程等防护措施，施工过程中需补充临时排水、临时防护措施。施工进场道路修筑完成后，沿道路内侧设置花坛，在其内种植福建柏、洒金柏绿化，喷草籽，满铺草皮等植物措施绿化边坡，或种植爬山虎覆盖边坡。部分临时施工便道废弃不用后，对其进行整治，整地后种植相思，播狗牙根草籽和胡枝子种子绿化。

进厂公路厂内段主要补充施工过程临时防护措施。施工过程中，道路边坡开挖后，后续工序护坡等防护措施未立即施行的，采用塑料薄膜临时覆盖防护，以

防止施工期遇暴雨产生水土流失，边坡底部设置临时排水沟，开挖后以塑料薄膜覆盖排水沟临时排水，经沉沙池后排放。为改善项目景观，营造项目良好的生产生活环境，对近厂区部分公路土质边坡，补充采取三维植被防护网进行生态护坡。

4) 表土临时堆置区

表土临时堆置高度控制在2.5m以下，堆土堆放边坡要求控制在1:2.0以内，堆体采用袋装土挡墙进行拦挡围护。在表土临时堆置场地周边设置临时排水边沟，就近排入现有水系，出口在合适位置设置沉沙池。施工期间表土撒播草籽快速绿化覆盖，以防雨水冲刷土壤养份流失。施工结束后，拆除袋装土挡墙，混入表土作为植物措施的覆土土源。

4.3.4 水土保持效益分析

项目水土保持方案的实施可保障项目主体工程的顺利施工，改善项目区的环境，减少对项目区附近海域水产养殖的影响。项目水土保持措施的基础效益、社会效益、经济效益、生态效益都是显著的。

表 4.3-1 水土流失防治责任范围

单位: hm^2

县(市、区)	防治分区		防治责任范围 (hm^2)		
			项目建设区	直接影响区	小计
云霄县	主体工程区	核电厂厂区	80.00	2.71	82.71
		办公生活及辅助设施区	44.83	2.03	46.86
		淡水管线工程区	12.00	14.40	26.40
		专家村区	3.60	0.59	4.19
		预留用地	25.00		25.00
		小计	165.43	19.73	185.16
	施工生产生活区		69.50	2.52	72.02
	交通道路区		3.60	5.15	8.75
	表土临时堆置区		8.00	0.87	8.87
	合计		246.53	28.27	274.80

注: 征地范围内均列入项目建设区。

表 4.3-2 防治分区

单位: hm^2

防治分区		面积 (hm^2)	备注
项目建设区	主体工程防治区	核电厂厂区	80.00
		办公生活及辅助设施区	44.83
		淡水管线工程区	12.00
		专家村区	3.60
		预留用地	25.00
	小计		165.43
	施工生产生活区		69.50
	交通道路区		3.60
	表土临时堆置区		8.00
	小计		246.53
直接影响区		28.27	
合计		274.80	

注：直接影响区主要通过加强项目建设区施工管理进行防治。

4.4 施工影响的控制

核电厂的建设过程，特别是“四通一平”等前期厂址场地准备工程，其施工活动必然会对周围环境产生一定的影响。为此，需要采取一定的控制措施，以减少对环境造成的不利影响。

4.4.1 大气污染的控制

施工期间对大气污染的防治主要是减少扬尘和尾气的释放，相应的防治措施包括：

- 施工区和车辆运输相关道路上散落的灰土应及时清扫，道路路面上经常洒水，保持路面湿润；
- 在环境保护目标附近，应使用隔离板使施工区与周围环境隔离；
- 开挖出的土方应尽可能及时运至填方地段充填，尽量减少土方的堆置时间，弃土场应注意防止二次扬尘；
- 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。

4.4.2 水污染的控制

电厂施工期间对水环境的污染主要考虑对海水水质的影响，影响虽然短暂而且有限，但仍需要采取适当的防治措施以使污染最小化。海水污染防治措施主要包括：

- 海域工程施工应采用合理可行的方法，尽量减少填海对海水的影响；
- 施工材料妥善保管，堆放地宜远离海岸，且需采取一定的防护措施；
- 加强对车辆、设备使用的油品以及船舶的管理，防止油品进入施工生产废水，严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物和在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器，避免污染水环境；
- 加强施工人员环保意识，禁止将生产废水和生活污水乱排或就近排海。在后期的施工过程中，生产废水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后排放。生活污水直接排入厂区生活污水管网，通过生活污水排水系统排至生活污水处理站，生活污水经污水

处理站处理后，其水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的 A 标准中的中水回用要求后，用于厂区绿化和道路喷洒等。剩余污水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的 B 标准后排放。

4.3.3 生态污染的控制

电厂施工期间的场地开挖、车辆运输等会对陆生生态造成一定的不利影响，建设过程中将通过恢复植被、增设水土保持设施等措施减少对陆生生态的影响。

电厂施工期间的给排水工程、码头等会对海洋生态造成一定的不利影响，建设过程中将通过合理选择施工方案、安排施工进度、采用先进机械等措施减少对海洋生态的影响：

- 水下爆破应严格采用微差延时爆破方式，严格控制一次爆破的总药量和最大一段药量；尽可能减少单次最大爆破药量尤其是爆夯药量以及爆破次数，并尽量分层、分片实施，以减小水下冲击波对海洋生物的影响。
- 尽可能增加单次爆破或爆夯之间的时间间隔；
- 爆破前，先用小当量爆炸驱赶鱼群；留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作用，从而减少后续爆破对渔业资源影响；
- 合理安排施工进度，爆破工程尽量避开浮游生物、鱼卵、仔稚鱼及鱼类繁殖生长旺盛的季节，清淤工程尽量避开海洋生物繁殖和生长最佳的春、夏季。

4.4.4 噪声污染的控制

施工期间可以通过以下措施来降低噪声水平或减少噪声对敏感点的影响：

- 使用低噪声的施工设备；
- 合理安排施工进度，施工期间加强对高噪声设备的管理，避免同时使用多个高噪声设备；
- 车辆的运输作业应尽量避免安排在夜间进行，运输路线应尽量避免避开居民区等环境敏感点；
- 关注噪声敏感点，采用距离衰减的方式，必要时建立隔声屏障以降低施工噪声对公众的影响。

4.4.5 固体废弃物的控制

电厂施工期间将产生施工人员的生活垃圾和一些生产固体废物,如果不合理处置也将对环境造成破坏,对固体废弃物的控制措施主要包括:

- 对施工过程产生的弃渣弃土进行分类,能回收利用的尽量回用于陆域回填,达到建筑固废的减量化;不能回收利用的则及时清运至合适地点实施回填或进行临时堆存,不得长期堆积或随意丢弃。在施工场地和施工人员临时生活区指定地点设置垃圾桶和垃圾箱,禁止随意丢弃,定时清运,并运输当地垃圾处理场进行统一处理;
- 施工船舶垃圾及机械保养产生的固体废弃物不随意倒入海域,应由施工船舶配备的垃圾收集装置统一收集并处理。

4.4.6 辐射污染的控制

施工期间的辐射污染来源主要是密封放射源和射线装置进行无损探伤时的射线泄漏,不会对大气和水环境产生影响,相应的防治措施包括:

- 开展放射源和射线装置探伤作业时必须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关规定;
- 在使用放射源和射线装置的作业区范围内设置警示区,防止有人误入工作区;
- 根据国家颁布的《放射性同位素与射线装置放射防护条例》等相关条例制订放射源和射线装置探伤操作管理制度;
- 放射源存放区域必须是专用源库或带有屏蔽的厂房内,并设置双人双锁,并由专人看管,并严格执行源进出的登记制度。
- 探伤作业时,放射工作人员必须配备个人剂量计、个人剂量报警器和辐射监测仪。

第五章 电厂运行的环境影响

5.1 散热系统运行的影响

5.1.1 方案比选

5.1.1.1 比选方案

为确定取排水系统方案，中国电力工程顾问集团华东电力设计院针对规划容量的 6 台机组开展了循环水供水系统方案选择专题研究，对循环供水方案进行了比选分析，比选方案如下：

方案一为 6 台机组全部采用明渠取水的直流供水系统。拟从厂址东侧约 2.4 km 的-6.5~-7m 等深线处开挖明渠引水，明渠两侧设置东西向防波堤，北侧导流堤长约 3.5 km，堤头位于-7m 等深线处；南侧导流堤长约 2.3 km，堤头位于-4m 等深线处。排水口将布置在厂址西南 2.5km 的龟头角山体附近，形成远岸排放，拟从厂址护岸处建一长约 3km 的导堤，堤顶宽度暂按 7m 考虑，堤顶标高按 5.8m 考虑，堤头位于龟头角附近。

方案二为一期 4 台机组采用明渠取水的直流供水系统，二期的 2 台机组采用循环供水系统。直流供水系统取排水方案与方案 1 相同，但取水明渠的过水能力按 4 台国产化 AP1000 机组取水量一次考虑。循环供水系统的循环水泵采用一机二泵的配置，冷却塔采用一机一塔方案，每台机组设置 1 座淋水面积 18000m² 海水自然通风冷却塔，共 2 座。

方案三为一期 2 台机组采用暗管取水的直流供水系统，另外 2 台机组和二期 2 台机组采用循环供水系统。每台机组拟设置一根自流引水管，自流引水管上设置多点式取水头，将取水头布置在厂址东侧 2.4km 外的深槽中，取水头附近海床标高约为-10m，共 2 根。排水口拟布置在厂址西南 2.5km 的龟头角山体附近，形成远岸排放，导堤与护岸形成的港湾内布置 1 座 2 台机合用的钢筋混凝土扩散型排水口。

5.1.1.2 比选结论

1) 技术

通过上述比较可知，三个方案在技术上均可行，取水温升和温升影响范围都在可接受范围内，所产生的温排水不会对东山湾珊瑚礁省级自然保护区和漳江口红树林国家级自然保护区产生明显影响，三个方案的主要区别在于工程冷却方式和取水方式的差别。

冷却方式上各方案在节能环保方面各有优缺点。直流供水系统主要向水源体排放热量，循环供水系统主要向大气排放热量。从水环境的影响上分析（温升的影响范围及对漳江口温升的影响），随着直流供水系统方案改变为循环供水系统方案，方案三明显较方案二有利、方案二明显较方案一有利；但在能耗上又明显呈现相反趋势。

从取水方式上看，方案一、二在明渠堤头外出现一定范围的流速增大区，并与深槽主流连接在一起，落潮时挑流区较涨潮流更加偏东，在防波堤两侧则出现较大范围的缓流区，呈现明显的丁坝挑流效应。由于防波堤存在，主流区会出现东移，使流场的分布发生变化，会对深槽有一定的影响。所以对海域周边地形及流场的影响上方案一和二不如方案三。

由于工程厂址在弃土上存在明显困难，操作难度很大，所以总平面布置上方案二明显优于方案一和方案三。另外方案三一期工程 2 台机组采用直流供水系统、2 台机组采用循环供水系统对设计、采购、管理运行等各方面会带来一定难度，且不协调。

三个方案在技术上均可行，在各自侧重的角度上各有优缺点：

对水环境影响优势排序：方案三>方案二>方案一

节能优势排序：方案一>方案二>方案三

对海域流场地形的影响优势排序：方案三>方案二=方案一

总平面布置优势排序：方案二>方案一>方案三

运行管理及技术成熟性优势排序：方案一>方案二>方案三

2) 经济

通过经济比较可知，初期投资 6 台机组综合下来方案二和方案三基本相当，三个方案在技术上各有优缺点，经济上方案一明显占优。方案一能节省近亿元。运行上方案一更是占优，即使按成本电价计算，方案二较方案一年运行就要损失约 5321 万元、方案三较方案一年运行就要损失约 10642 万元。在核电高电价、大机组容量及 60 年寿期的背景下，直流供水系统的优势明显。

经济上各方案优势排序：方案一>方案二>方案三

综上所述，由于工程厂址地处海边、气温较高，循环供水系统不占优势且目前没有建设运行业绩。综合技术经济分析、平衡节能和环保后，从工艺角度出发，

一期 4 台机组推荐采用直流供水系统；二期考虑到东山湾的环境及内陆核电的建设情况，可以考虑采用循环供水系统。因此采用方案二作为本阶段的推荐方案。

根据推荐方案，本次分析研究针对漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 核电机组采用直流供水系统方案的情况下开展温排水的影响研究。漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组的冷却水量及温差见表 5.1-1。

中国水利水电科学研究院于 2009 年开展了漳州核电厂温排、低放的数模及物模研究工作，对取排水方案进行了比选，各方案的基本情况见表 5.1-2。方案比选结果表明，单边堤排水方案（方案 5 和方案 6）有利于排水口近区水域温排水与环境水体的掺混、稀释，对电厂取水以及环保均较为有利，故推荐采用单边堤排水方案（方案 5 和方案 6）。且从核电厂对海域的温升影响来看，明渠取水方案（方案 5）优于暗管取水方案（方案 6），故综合考虑，最终推荐采用明渠取水方案（方案 5）。

由于 2009 年开展的工作迄今较久，水文资料有所更新，而且由于东山湾古雷半岛西侧的围填海建设规划，工程海域岸线、地形条件也有所变化，因此，中国水利水电科学研究院于 2013 年 8 月开展了漳州核电厂温排水数值模拟的复核研究。目前，中国水利水电科学研究院正在开展漳州核电厂温排水物模的复核研究工作。本次分析主要依据《漳州核电厂温排水数值模拟复核计算研究报告》的中间成果。

5.1.2 物理影响

本报告主要依据《漳州核电厂址 2013 年温排水数值模拟复核计算研究报告》的（中间成果）。

1) 温升场结果分析

漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行时，核电厂温度场温升包络面积统计值见表 5.1-3~表 5.1-4，温升分布图见图 5.1-1~图 5.1-8。

由上述图表可知，漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行时，最大温升包络面积情况如下：

夏季：

— 1℃全潮最大温升包络面积为 33.2km²；

— 2℃全潮最大温升包络面积为 22.5km²；

— 3℃全潮最大温升包络面积为 18.2km²；

— 4℃全潮最大温升包络面积为 13.3km²。

冬季:

— 1℃全潮最大温升包络面积为 43.3km²;

— 2℃全潮最大温升包络面积为 25.2km²;

— 3℃全潮最大温升包络面积为 21.2km²;

— 4℃全潮最大温升包络面积为 17.2km²。

从各工况温升分布图可以看出:

(1) 温度场分布以排水口隔堤堤头至外海区域为中心, 呈锥状分布, 影响范围扩展至外海和八尺口门内侧区域。高温升区基本上分布在隔热堤附近。

(2) 温排水主要随潮流在排水口附近输运, 涨潮时, 潮流将热水隔热堤附近, 一部分向取水口附近输运, 对取水口产生影响, 一部分向八尺门方向输运; 落潮时, 潮流将温排水携带到湾口附近。不同潮型条件下, 温度场的分布形态大致相同, 基本呈现楔形分布。但随潮流的强度不同, 温排水影响区范围、形状有所差异, 主要表现为: 大潮条件下“楔形体”呈现“长而尖”的形状; 小潮条件下“楔形体”呈现“短而粗”的形状。温升影响区分布、范围与涨落潮的走向一致。

(3) 由于隔热堤形成的温排水出口下移以及形成的天然掺混池的掺混与散热作用, 以及电厂取水明渠的阻挡作用, 温排水向北上溯的影响范围减小, 对漳江口红树林保护区影响减小。

(4) 各种潮型相比, 半月潮条件下温升包络面积较之单一潮情况有所增大。

2) 取水口温升变化过程

核电厂取水温升特征值见表 5.1-5。

由上表可见, 漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组运行时, 平均取水温升不超过 1.0℃, 最大取水温升不超过 1.5℃。

5.1.3 生物效应

5.1.3.1 温排水的影响

海水温度是影响海洋生物新陈代谢、生长繁殖和分布的重要环境因子, 与海洋生物的生命活动息息相关, 在适温范围内, 生物的生长速度与温度成正比; 超过适温范围时, 生物的行为活动以及生长繁殖都将受到抑制, 甚至导致死亡。核电站的冷却水排入附近海域, 可引起局部水域水温升高, 从而对水生生物产生影

响，这种影响表现在以下几个方面。

据研究，增温对水生生物群落的种类数的影响较大。一般来说，当水体适度增温 ($\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$) 时，群落中的种类数增加，其中浮游植物的种类数平均增加 50%，浮游动物种类数平均增加 76%，底栖动物可增加 40%，尤其是在水温较低的春秋季节，在冬季表现更加明显。有观察结果表明，春季弱增温区 ($\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$) 的生物量最高，是自然水温区生物量的 1.3 倍；而冬季的浮游动物生物量是自然水温区生物量的 2.4 倍。但是在水体强增温 ($\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$) 时，水生生物群落中的种类数出现减少。特别是在夏季自然水温较高时的强增温区 ($\Delta T > 4^{\circ}\text{C}$) 内，即水温超过 35°C 时，浮游动物的种类和数量都会减少，群落的物种多样性降低，物种组成也发生改变，有的种类个体数量明显减少，而一些耐热种类数量开始增多，成为明显的优势种。

鱼类喜在适宜温度水域内活动，它对超出适宜温度范围的高温或低温水体，均具有回避反应，因为鱼类从生理上讲不具备调节自身体温以适应环境温度的能力，只有靠其主动游泳的行为来选择适合所需的温度。在自然水体中，近海鱼类一般都有随季节变化而进行洄游的现象，这就是鱼类对温度的选择。如春季当近海水温升高时，鱼类便从深海越冬场向近海洄游进行生殖和索饵；夏季，当近海水温超过适宜温度时，大部分鱼类又游回到水温较低的深海区；秋季随着水温的下降，鱼类又重新回到近海区；秋末冬初，近海水温明显下降，鱼类又洄游到深海越冬。受核电站温排水影响，在春季、秋季以至冬季，升温场内的温度都将保持着多数鱼类的适宜温度范围，因此可发现吸引数量较多的鱼类在此栖息。同时，在适宜温度范围内，水温升高可以促使鱼类新陈代谢加强，生长发育加快，渔产量比非受热海区有一定程度的增加。夏季随着水温的升高，升温区的温度将超过鱼类的适宜温度，在这个季节里，大多数的鱼类将避开升温区域而到其它水域栖息。

海洋底栖生物是指栖息于海洋底部、运动能力有限的一类生物，是海洋生态系统的重要组成部分。与其它水生生物种类一样，水温的适度升高，可明显增加海区底栖动物的种类数，增强新陈代谢强度，促进生长发育。近江牡蛎可耐受温度范围是 $6-32^{\circ}\text{C}$ 、适宜温度为 $20-30^{\circ}\text{C}$ ；翡翠贻贝的耐温范围为 $10-35^{\circ}\text{C}$ 、适温范围 $20-30^{\circ}\text{C}$ ；日本对虾和长毛对虾的最高耐受温度为 33°C 。超过适温的范围，生长速度就会减慢或停止，繁殖率、苗种成活率都将出现下降。

据有关专家对长江口海区和沉积物中一样微生物的研究试验结果，革兰氏阳性细菌对温度有较强的适应性，但温度为 42℃ 时，仍有 94.3% 的革兰氏阳性菌可生长。因此，拟建核电站温排水对海区细菌的影响很小，不至于明显影响海洋微生物对有机质的分解。

漳州核电厂所在东山湾海域累年（1960～1979 年）平均水温为 21℃，极端最高水温 31.0℃，极端最低水温 9.6℃。漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 核电机组投入运行后，温升超过 1℃、也即夏季最高温度超过 32℃ 的区域较为有限，对应各类水生生物的耐温范围，除了可能在近区对东山湾海域底栖生物生长造成一定的不利影响外，对其它水生生物的影响非常有限。

漳州核电厂邻近东山湾海域，厂址半径 15 公里范围内沿海渔业捕捞涉及东山、云霄和漳浦三个县的乡镇，养殖方式主要为底播养殖、网箱养殖和池塘养殖。漳州核电厂的温排水可能会对附近海域的养殖业产生一定程度的影响，需对受影响的区域进行补偿拆迁或采取相应的措施避开高温时段，限制发展并进行相应补偿。

5.1.3.2 卷吸效应的分析

漳州核电厂循环冷却水的取排水系统主要包括取水头部、自流引水管、闸门、拦污栅、鼓形滤网、水泵、冷凝器和排水明渠等。一般，取水产生的卷吸效应只对那些能过滤网的鱼卵、仔鱼、仔虾、浮游生物及其它游泳类生物幼体产生明显的伤害。这种伤害主要包括机械碰撞、温升和冷却水氯化的毒性等。

（1）卷吸效应对浮游生物的影响

关于机械冲击，法国沿海电站的观测表明，对浮游植物并未产生明显的影响，对浮游动物的影响亦很小，死亡率低于 10%。但据东北师范大学的观测报告，机械冲击对进入冷却系统中的浮游植物造成的损伤率达到 11.98%-27.08%。经过 72 小时后，浮游藻类损伤后恢复的数量与自然海水中的数量相同，经过 3 天后即可恢复到原来的数量。浮游动物个体相对较大，对机械冲击较为敏感，经过冷却系统，其损伤率可能重些，其中部分个体立即致死。浮游动物的总损伤率为 55%，高于浮游植物。但浮游动物生殖周期短（一般 1~7 天），繁殖快，生物量周转率较高，浮游动物各种类恢复到原来数量的时间为 30 小时~6 天。

根据上面分析初步预测，漳州核电厂运行期间其取水系统产生的卷吸效应将对浮游生物产生一定程度的损伤，使取水口附近小范围内的浮游生物，尤其是浮

游动物的生物量有所减少，局部范围的海洋初级生产力会有所降低，其中夏季的影响较重，而冬季的影响较轻。但由于浮游生物的生殖周期较短，繁殖较快，其损伤后的恢复也较快。因此，卷吸造成的损伤对厂址海区的浮游生物总量及种群结构等的影响将是有限的。

（2）卷吸对鱼卵、仔鱼、甲壳类幼体的影响

核电厂利用自然海水进行冷却作用，无疑将对水体中经济资源的补充资源产生一定的影响。对鱼类浮游生物来说，主要是鱼卵和仔稚鱼资源。国内若干电厂的现场实测结果，进入电厂冷却系统的梭鱼幼鱼（体长 25~40mm）的损伤率为 31.6%~46.3%。国外有关报道认为，卷吸效应造成的幼鱼致死率与幼鱼的体长有关，两者呈负相关关系。幼鱼体长在 14~40mm 范围内体长每增加 1mm，幼鱼因卷吸而造成的死亡率减少约 3%。冷却系统对仔虾的损伤实验表明，因卷吸进入冷却系统的仔虾致死率为 24.3%~56.9%，平均为 40.7%。仔虾损伤率随其密度的增加而增加，两者呈正相关关系。然而，在加氯情况下，进入冷却系统的海洋生物的死亡率要大于上述结果。

但是，由于海洋鱼虾类属生态型，具有繁殖能力强，产卵多的特点，在自然环境下其幼体阶段的自然死亡率亦很高。根据人工育苗的经验，多数情况下鱼虾卵及其幼体达到商品苗规格的存活率为 10%。在自然环境下，鱼卵的存活率在十万分之一与百万分之一之间。根据调查厂址附近产卵场和幼鱼密集区离漳州核电厂取水口有相当一段距离，加上鱼卵和幼鱼随时间的变化和成长过程以及鱼的逆流性，海水运移的时间因素，实际的吸入量将大为减少。

（3）卷吸效应对底栖生物的影响

底栖生物成体由于底埋或底表生活方式，受核电站取水口卷吸作用甚微，不会产生明显影响。底栖生物在繁殖季节，其早期发育阶段主要以浮游幼虫方式度过，浮游幼虫的个体大小一般为 50~100 微米，个体非常微小。从法国沿海电站观测表明，卷吸的机械冲击对个体微小的浮游植物并未产生明显的影响，对浮游动物的影响亦很小，死亡率低于 10%，因此卷吸的机械冲击损伤对个体微小底栖生物浮游幼虫不会产生明显影响。

因此，漳州核电厂取水系统的卷吸效应对厂址海域的鱼卵和仔幼鱼会造成一定程度的损伤，但相对于广阔海域仔幼鱼蕴藏量，其损伤量是有限的。卷吸效应对于核电站取排水口近区影响相对较大，但这种较大影响的范围是局部的，有限

的。

5.1.4 与海洋功能区划、海域环境功能区划和自然保护区的相容性

1) 与海洋功能区划的相容性

根据《福建省海洋功能区划（2011~2020 年）》，漳州核电项目所在海域及取排水口位于“东山湾保留区”，“东山湾保留区”邻近海域为“东山湾农渔业区”（见图 5.1-9）。福建省海洋与渔业厅已出具《关于漳州核电项目海洋功能区划调整相关说明的函》，函中表示“将‘东山湾保留区’和‘东山湾农渔业区’调整为‘工业与城镇建设用海区’和‘特殊利用区’，福建省海洋与渔业厅已根据国家能源局的复函要求组织有关单位开展编制《福建省海洋功能区划（云霄海域）修改方案》，预计于 11 月编制完成送审稿。福建省海洋与渔业厅将及时组织专家评审，争取在 2014 年底左右上报省政府报请国务院审批。福建省海洋与渔业厅将积极支持漳州核电项目建设，指导配合做好项目用海的相关工作。”

2) 与海域环境功能区划的相容性

根据《福建省人民政府关于福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》（闽政〔2011〕45 号），厂址附近海域为东山湾列岛四类区和二类区。图 5.1-10 和图 5.1-11 分别给出了 4 台国产化 AP1000 机组在冬季半月潮条件下，全潮最大及全潮平均温升包络线与海域环境功能区划的关系。由图 5.1-10 和图 5.1-11 可见，全潮平均 1℃温升包络线和 4℃温升包络线均位于四类区范围内，但全潮最大 1℃温升包络线和 4℃温升包络线均有部分超出了四类区范围，进入了二类区。

福建省环境保护厅已出具《福建省环境保护厅关于漳州市东山湾近岸海域环境功能区划调整的意见》（闽环水函〔2014〕38 号），函中表示“为推进项目建设与环境保护相协调，漳州市已委托国家海洋局第三海洋研究所开展相应海域环境功能区划调整的可行性研究。福建省环境保护厅请漳州市环保局督促有关方面抓紧完成相关近岸海域环境功能区划调整的论证工作，并按程序将区划调整方案报省政府审批。”

3) 与自然保护区的相容性

图 5.1-12 和图 5.1-13 分别给出了 4 台国产化 AP1000 机组在冬季半月潮条件下，全潮最大及全潮平均温升包络线与自然保护区的关系。由图 5.1-12 和图 5.1-13 可知，4 台国产化 AP1000 机组 1℃最大温升包络线并未进入东山湾珊瑚礁省级自然保护区和漳江口红树林国家级自然保护区，因此不会对该 2 个自然保护区产

生明显不利影响。

表 5.1-1 核电厂装机及其相应循环冷却水量、及取排水温升

装机容量	季节	冷却水量 (m ³ /s)	取排水温升(℃)
4 台国产化 AP1000	夏季	313	7
	冬季	187.8	11.7

表 5.1-2 各方案基本情况

方案编号	方案简介	
	取水口	排水口
方案 1	取水明渠：渠底高程-6.2m，明渠长约 2.5km	扩散式排口，位置西南向下移 2km
方案 2	同方案 1	形式同方案 1，位置西南向下移 3.5km
方案 3	暗管取水	扩散式排口，刺仔尾角西南位置排水。
方案 4	同方案 3	同方案 1
方案 5	同方案 1	保留原方案围填区，单边堤南排。电厂一期 4 台机运行工况下堤长 2km。
方案 6	同方案 3	同方案 5

表 5.1-3 全潮最大温升包络面积

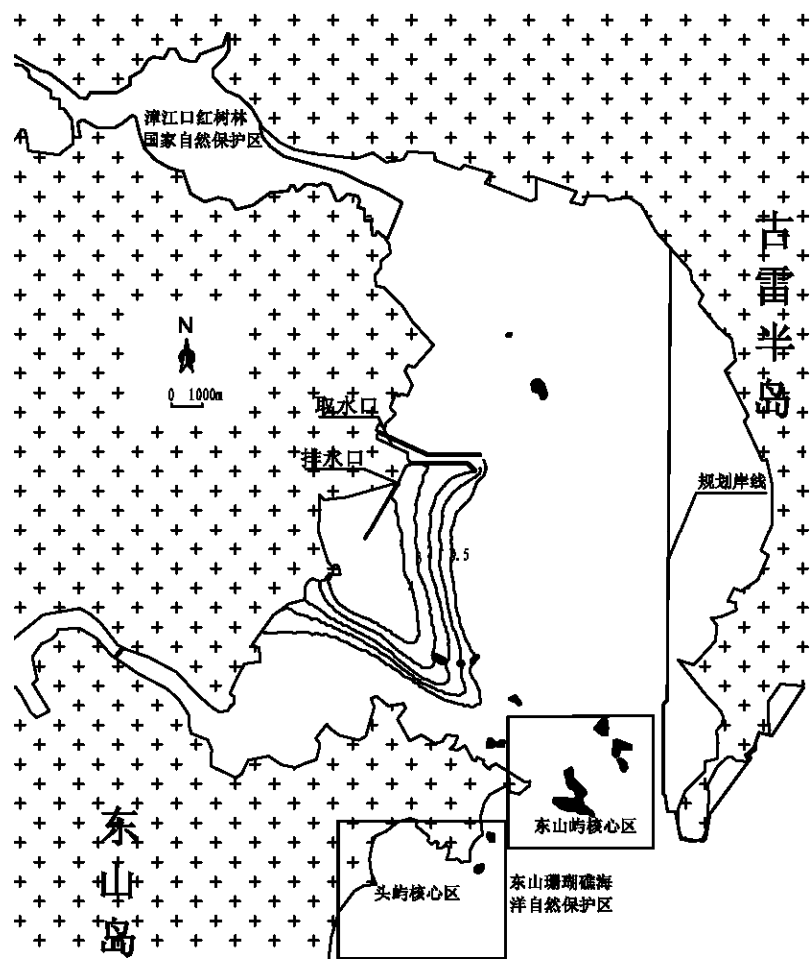
编号	装机容量	潮型	最大温升包络面积(km ²)				
			4℃	3℃	2℃	1℃	0.5℃
1	4×国产化 AP1000	夏季大潮	10.7	15.6	20.8	24.8	30.6
2		夏季中潮	9.54	13.4	17.6	23.7	28.7
3		夏季小潮	8.33	12.1	17.5	22.1	27.2
4		夏季半月潮	13.3	18.2	22.5	33.2	55.8
5		冬季大潮	14.6	18.5	23.5	30	46.4
6		冬季中潮	14.2	17.7	21.3	25.5	34.7
7		冬季小潮	11.8	15	18.8	23.5	32.5
8		冬季半月潮	17.2	21.2	25.2	43.3	100.2

表 5.1-4 全潮平均温升包络面积

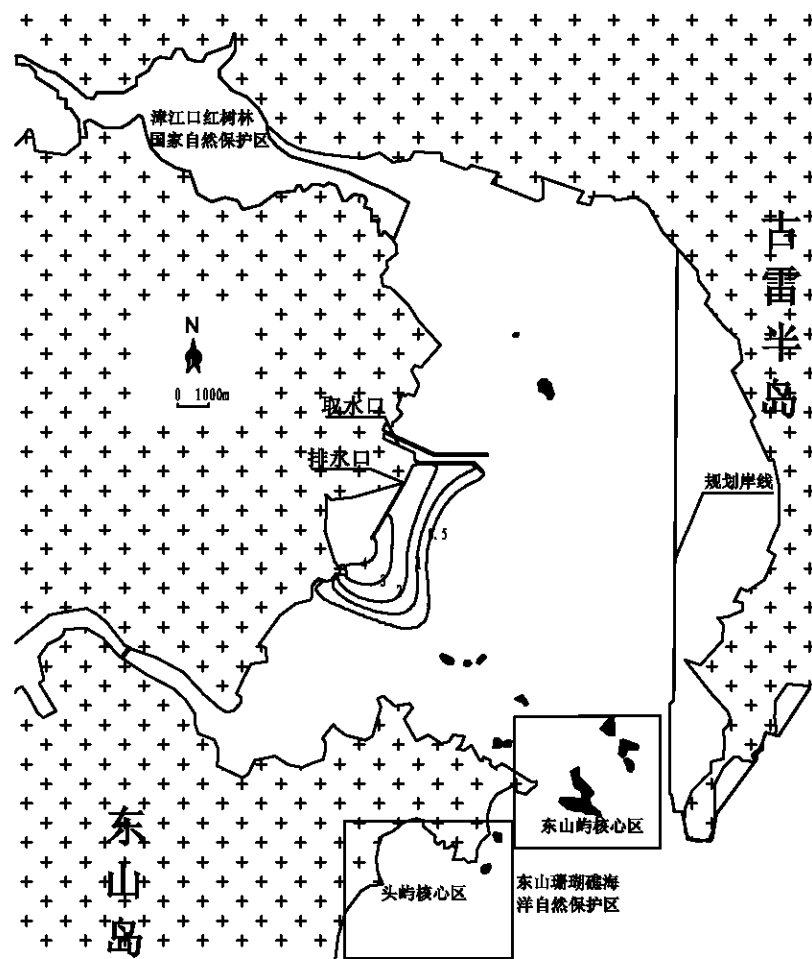
编号	装机容量	潮型	平均温升包络面积(km ²)				
			4℃	3℃	2℃	1℃	0.5℃
1	4×国产化 AP1000	夏季大潮	3.99	5.61	9.43	12.4	15.7
2		夏季中潮	4.06	5.98	9.61	12.3	15
3		夏季小潮	4.92	7.22	11.1	15.1	19.2
4		夏季半月潮	4.82	7.12	10.1	16.4	24.7
5		冬季大潮	6.21	9.5	13.1	16.1	21.2
6		冬季中潮	5.09	8.16	11.5	13.9	17.8
7		冬季小潮	6.19	9.27	12.5	15.1	19.3
8		冬季半月潮	6.61	9.86	12.5	18.9	37.1

表 5.1-5 取水温升特征值

潮型	运行工况	平均温升 (℃)	最大温升 (℃)
夏季大潮	4×国产化 AP1000	0.75	0.23
夏季中潮		0.74	0.3
夏季小潮		0.52	0.19
夏季半月潮		1.00	0.36
冬季大潮		1.38	0.59
冬季中潮		1.31	0.52
冬季小潮		1.11	0.53
冬季半月潮		1.48	0.61

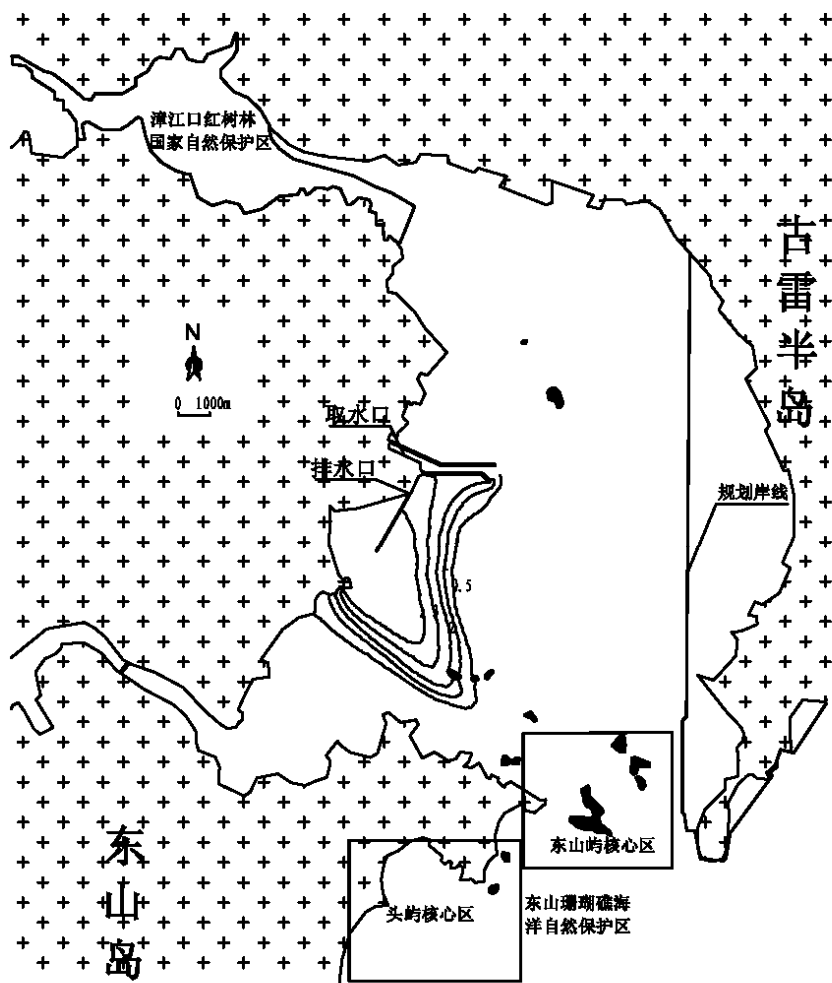


夏季大潮全潮最大温升分布图

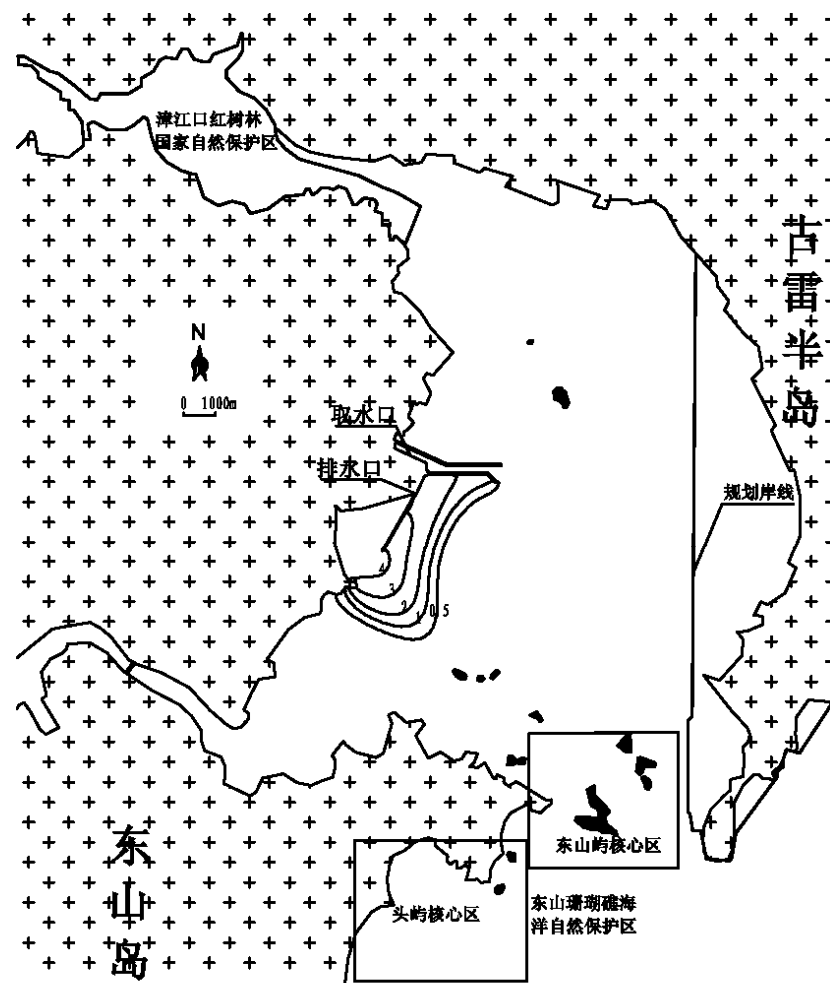


夏季大潮全潮平均温升分布图

图 5.1-1 数模计算工程海域全潮特征温升分布 (夏季大潮 4×国产化 AP1000)

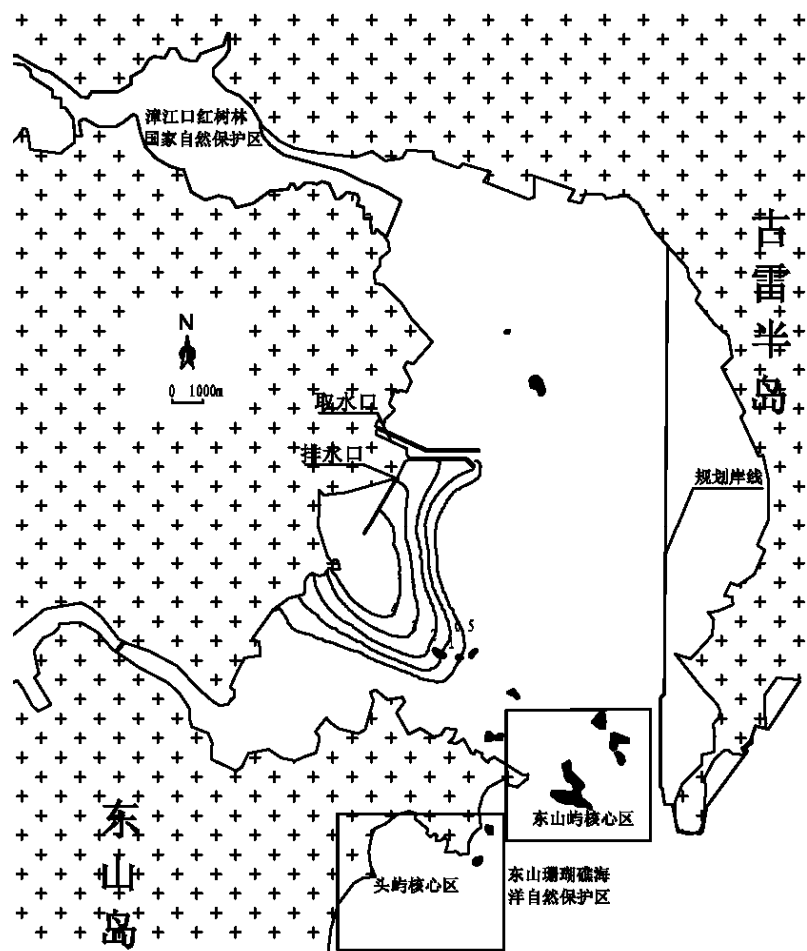


夏季中潮全潮最大温升分布图

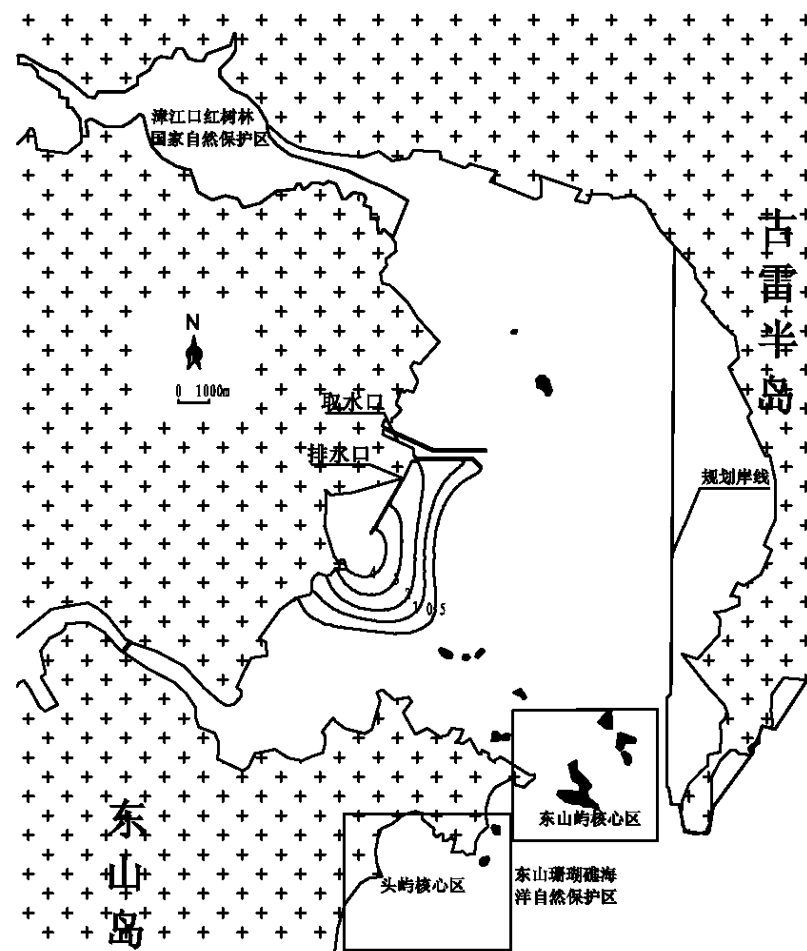


夏季中潮全潮平均温升分布图

图 5.1-2 数模计算工程海域全潮特征温升分布 (夏季中潮 4×国产化 AP1000)

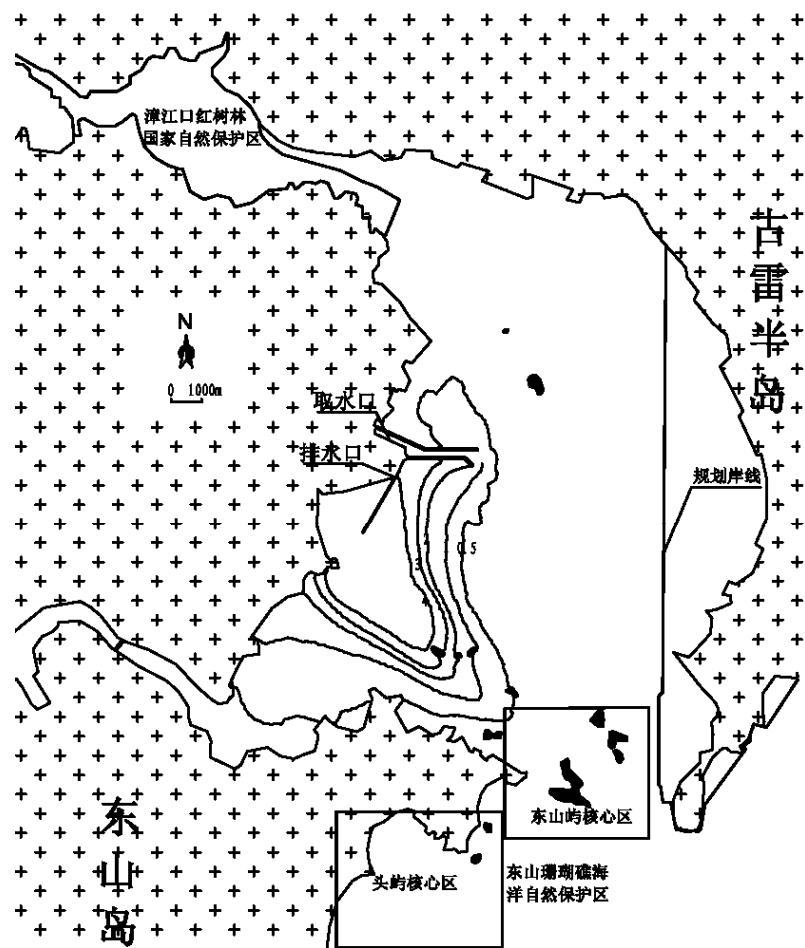


夏季小潮全潮最大温升分布图

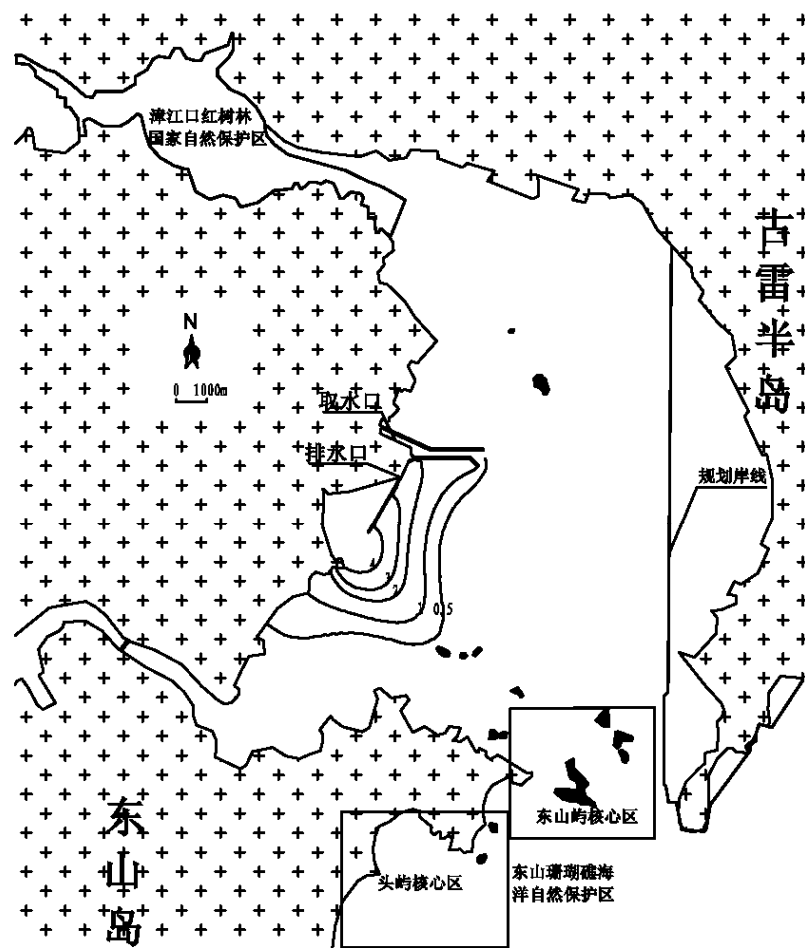


夏季小潮全潮平均温升分布图

图 5.1-3 数模计算工程海域全潮特征温升分布（夏季小潮 4×国产化 AP1000）

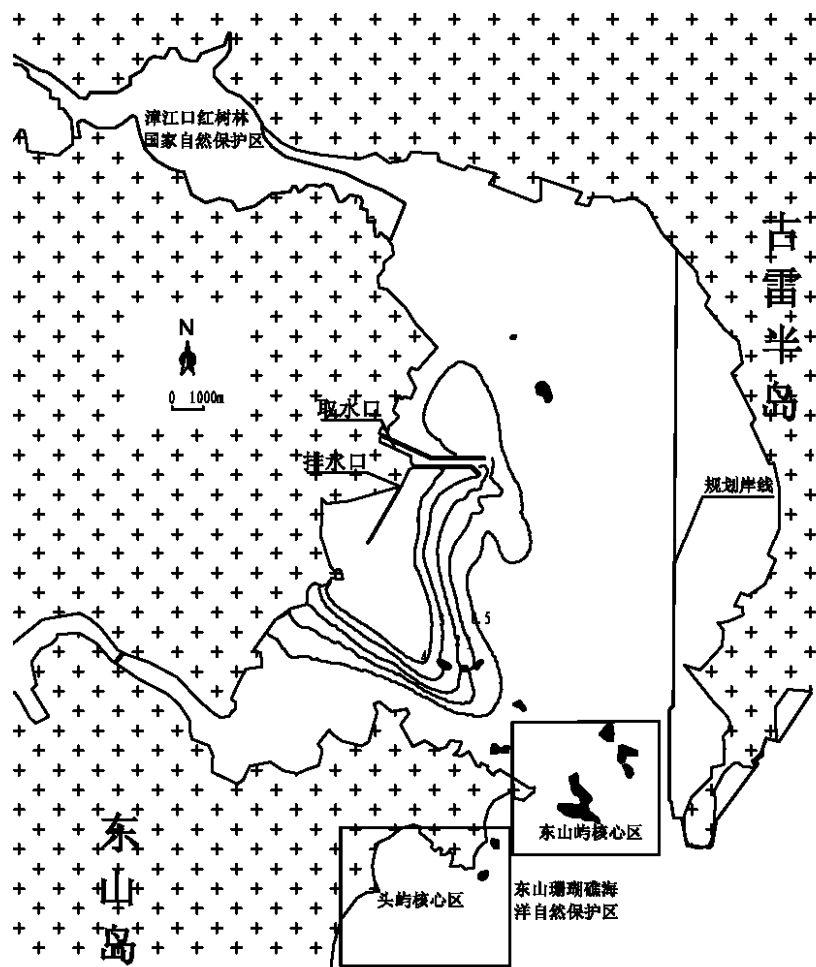


夏季半月潮全潮最大温升分布图

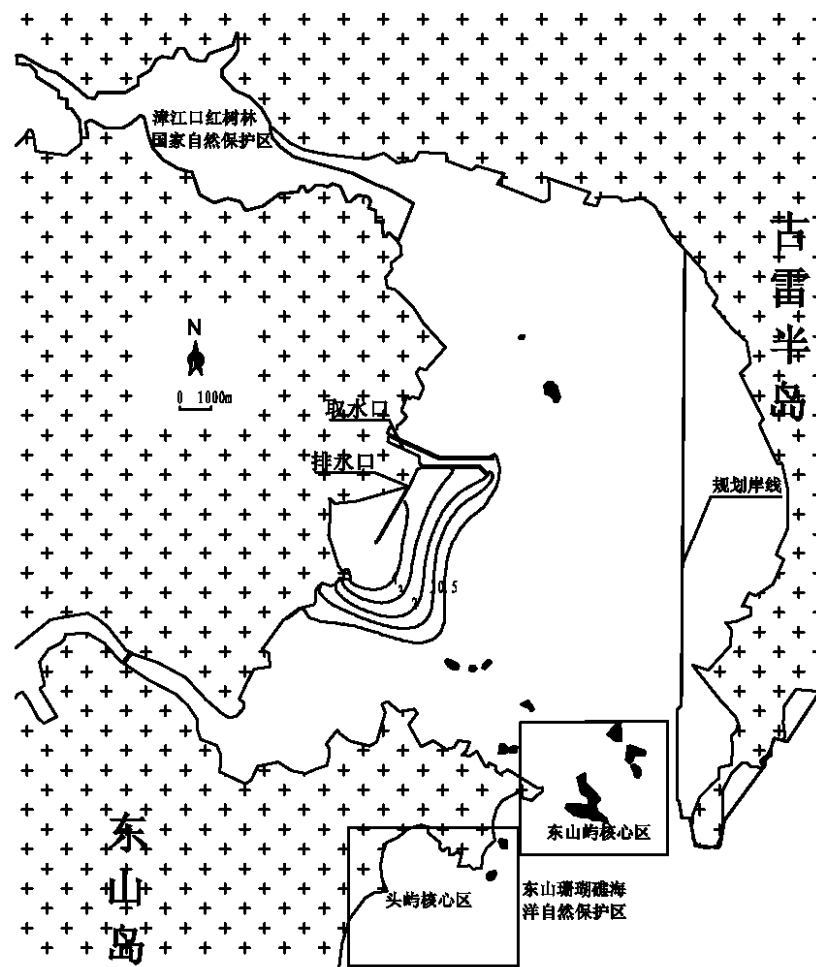


夏季半月潮全潮平均温升分布图

图 5.1-4 数模计算工程海域全潮特征温升分布（夏季半月潮 4×国产化 AP1000）

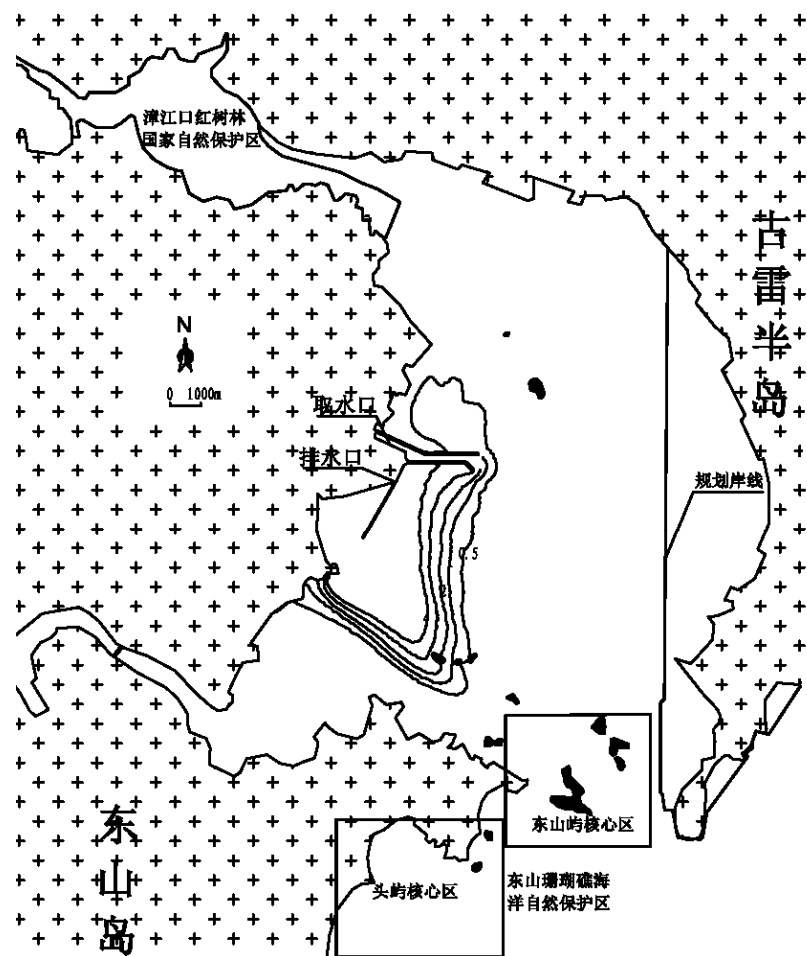


冬季大潮全潮最大温升分布图

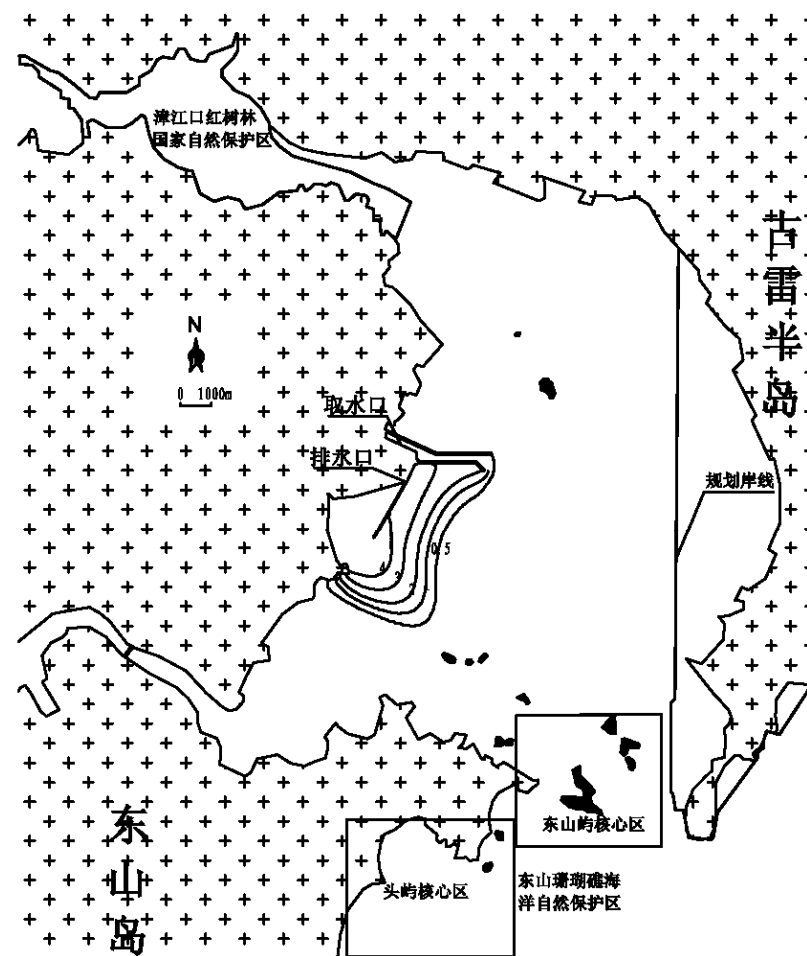


冬季大潮全潮平均温升分布图

图 5.1-5 数模计算工程海域全潮特征温升分布（冬季大潮 4×国产化 AP1000）

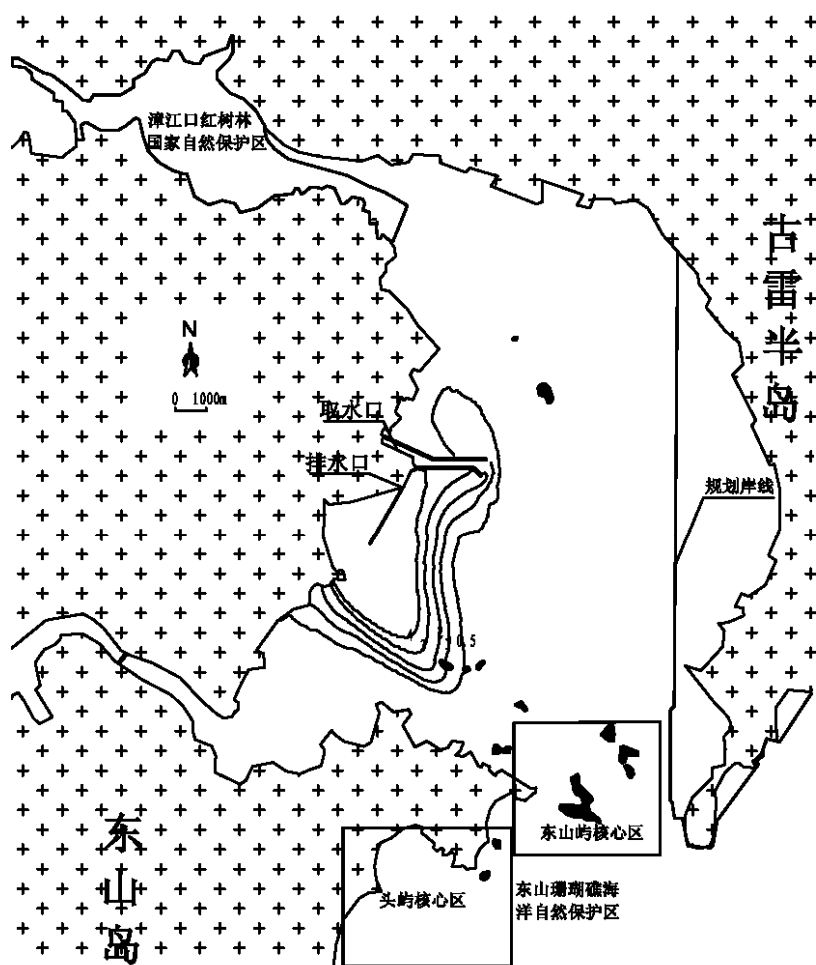


冬季中潮全潮最大温升分布图

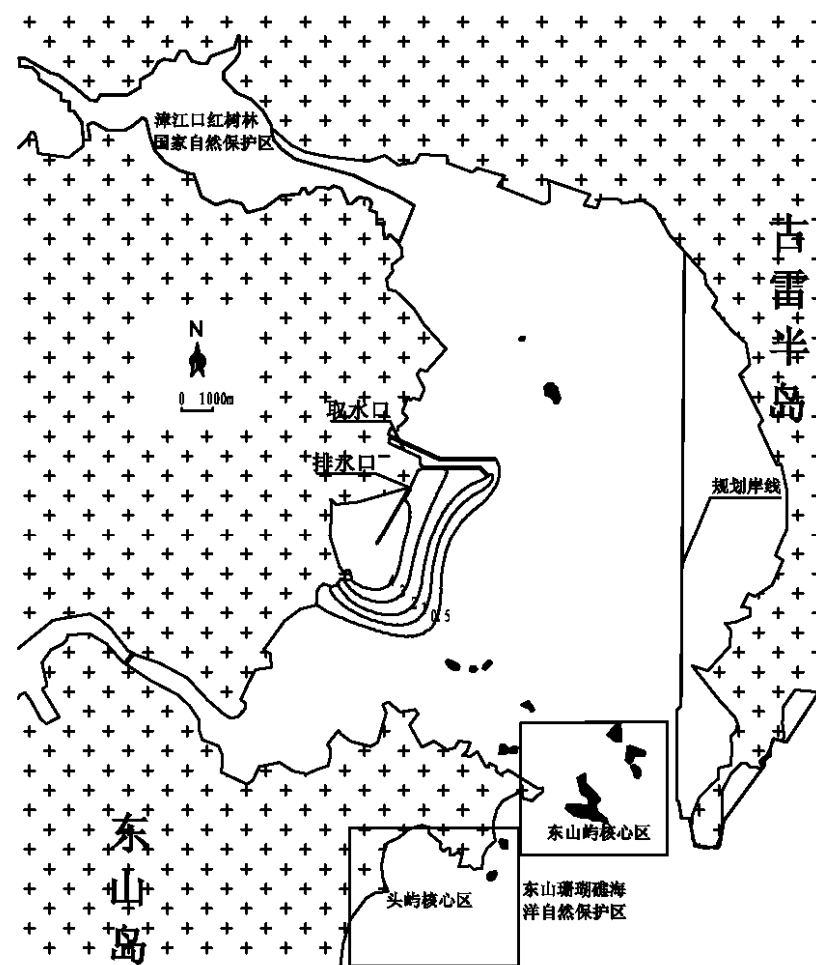


冬季中潮全潮平均温升分布图

图 5.1-6 数模计算工程海域全潮特征温升分布（冬季中潮 4×国产化 AP1000）

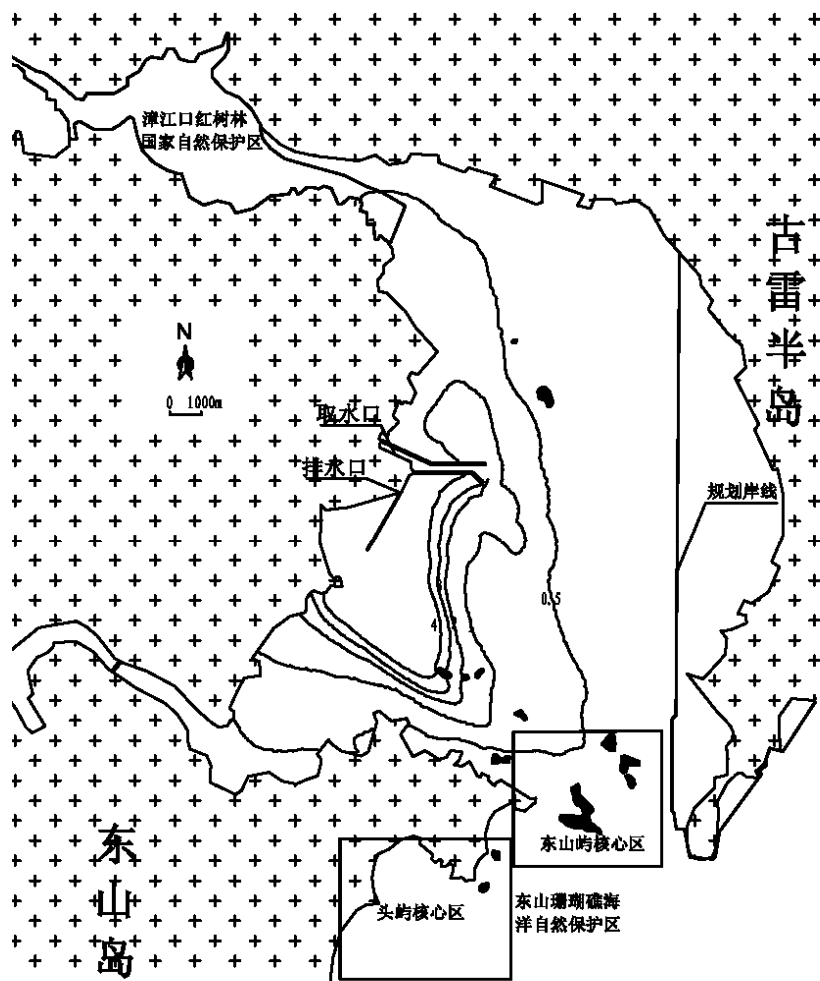


冬季小潮全潮最大温升分布图

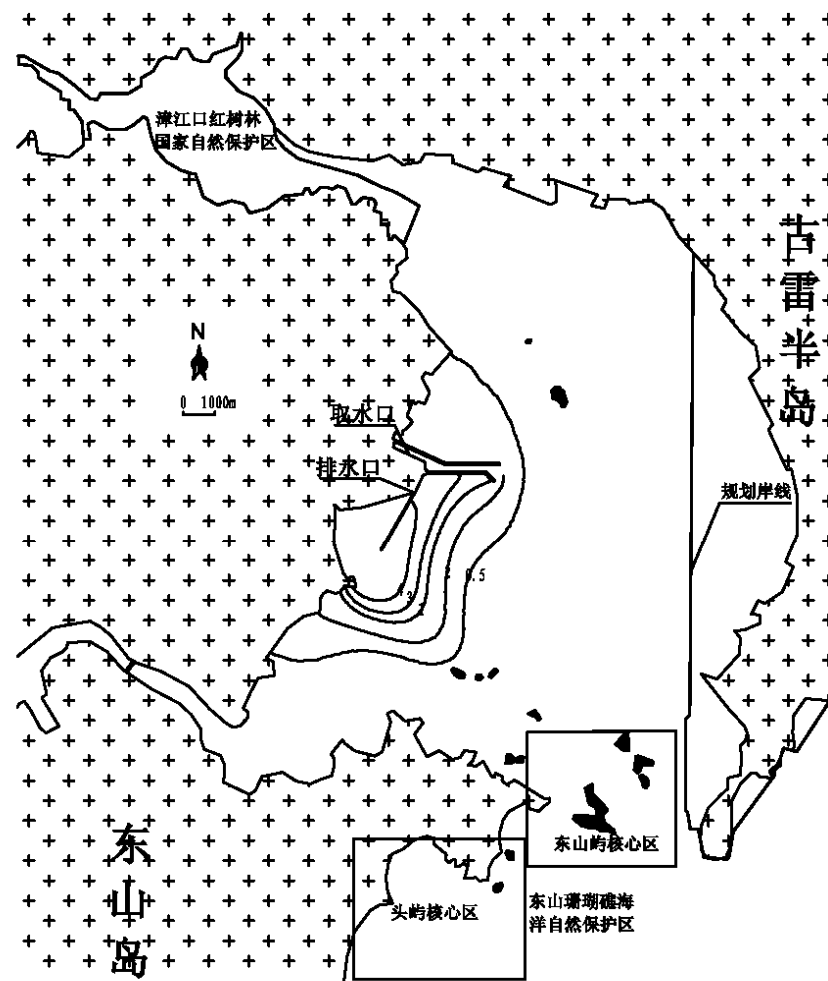


冬季小潮全潮平均温升分布图

图 5.1-7 数模计算工程海域全潮特征温升分布 (冬季小潮 4×国产化 AP1000)

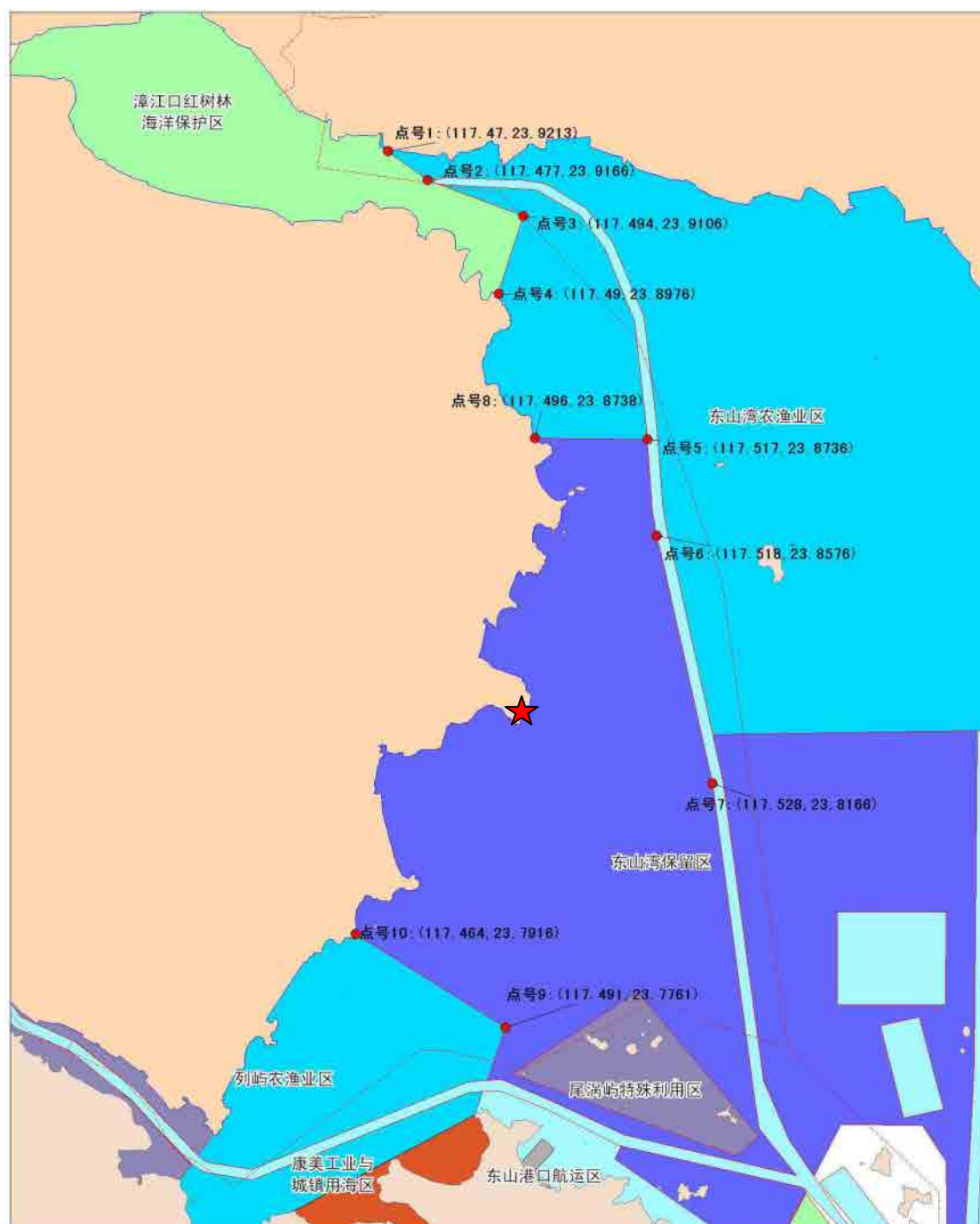


冬季半月潮全潮最大温升分布图



冬季半月潮全潮平均温升分布图

图 5.1-8 数模计算工程海域全潮特征温升分布 (冬季半月潮 4×国产化 AP1000)



★ 厂址位置

图 5.1-9 厂址附近海域海洋功能区划图

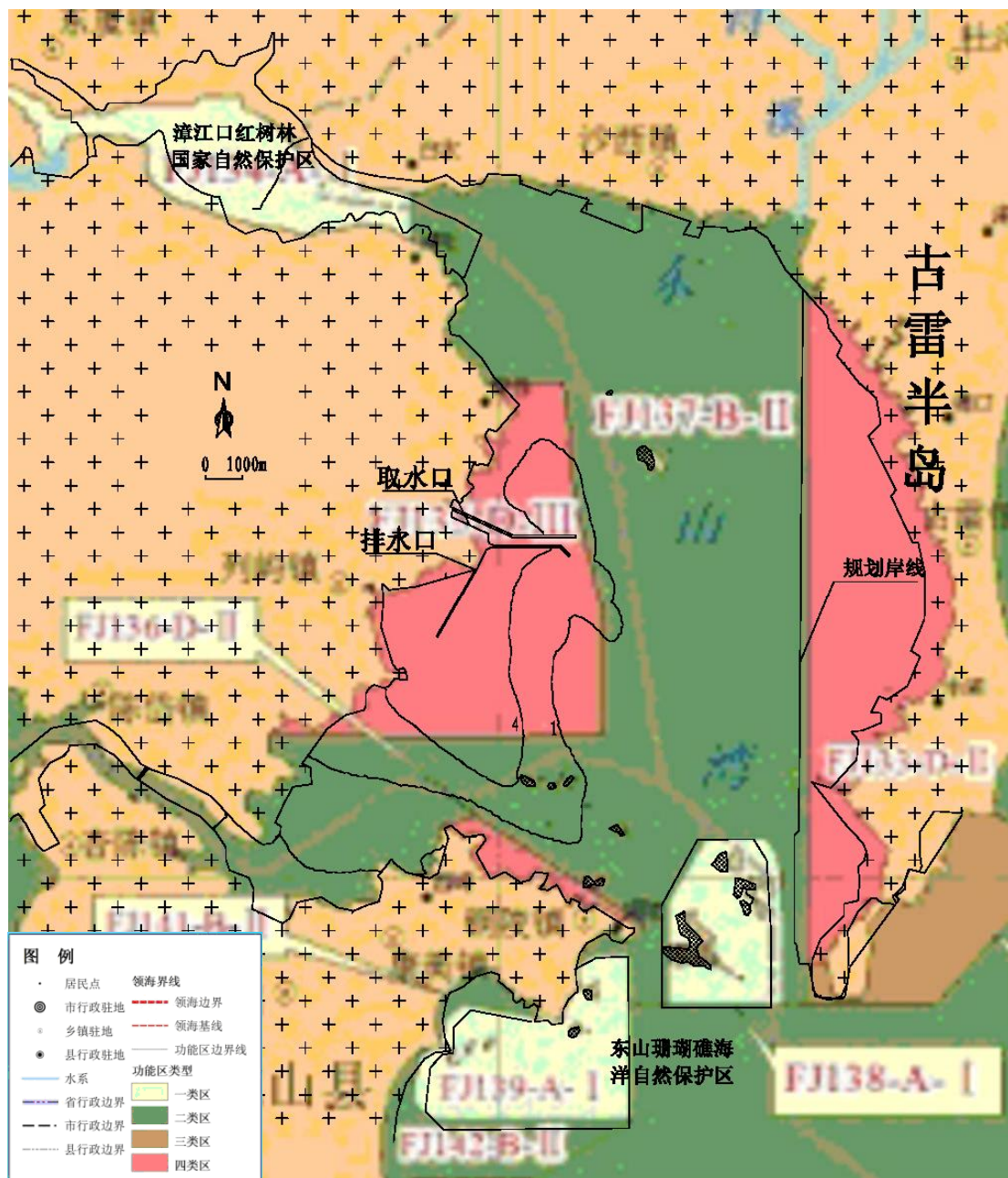


图 5.1-10 全潮最大温升包络线与海域环境功能区划的关系图

(冬季半月潮 4×国产化 AP1000)

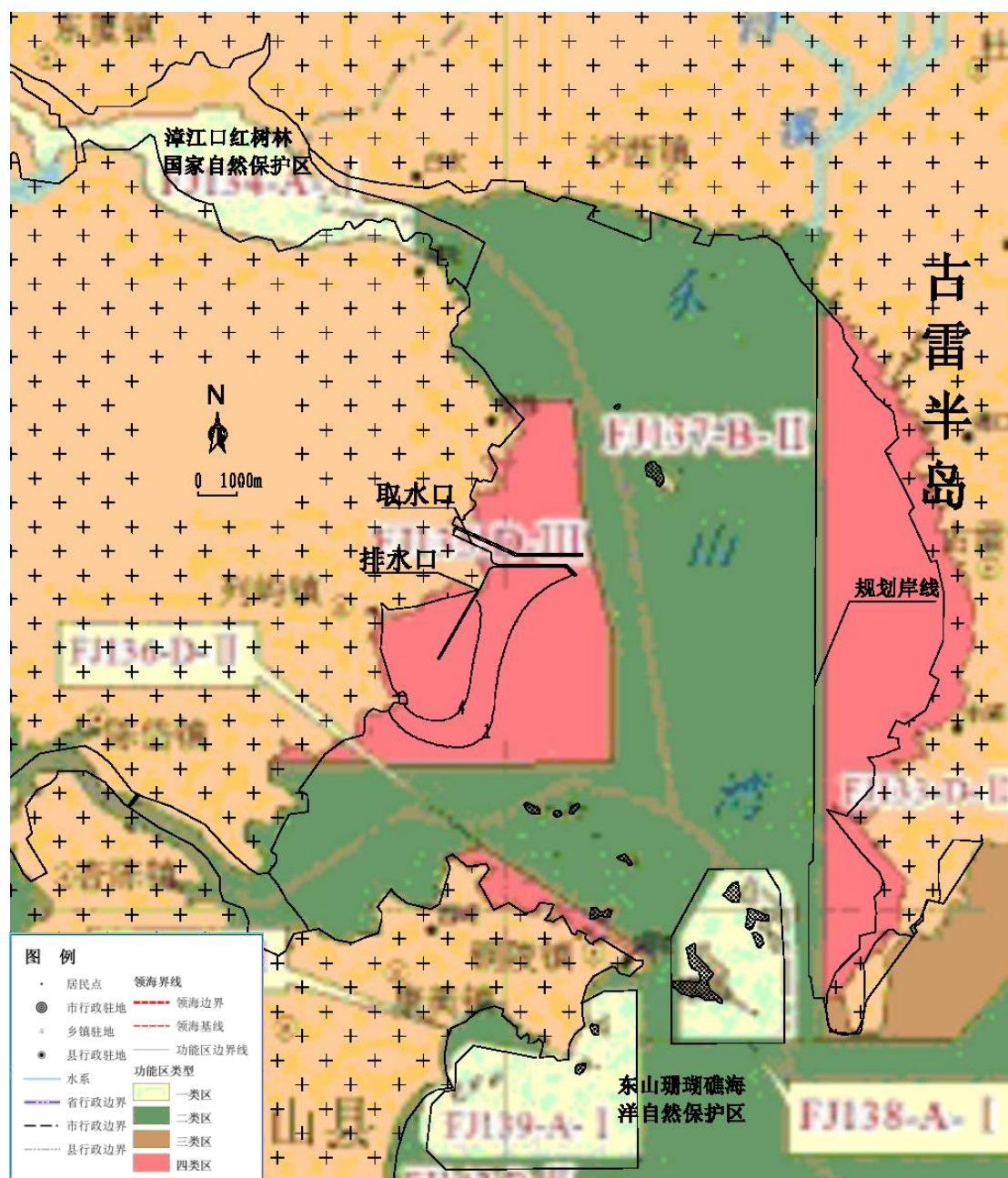


图 5.1-11 全潮平均温升包络线与海域环境功能区划的关系图

(冬季半月潮 4×国产化 AP1000)

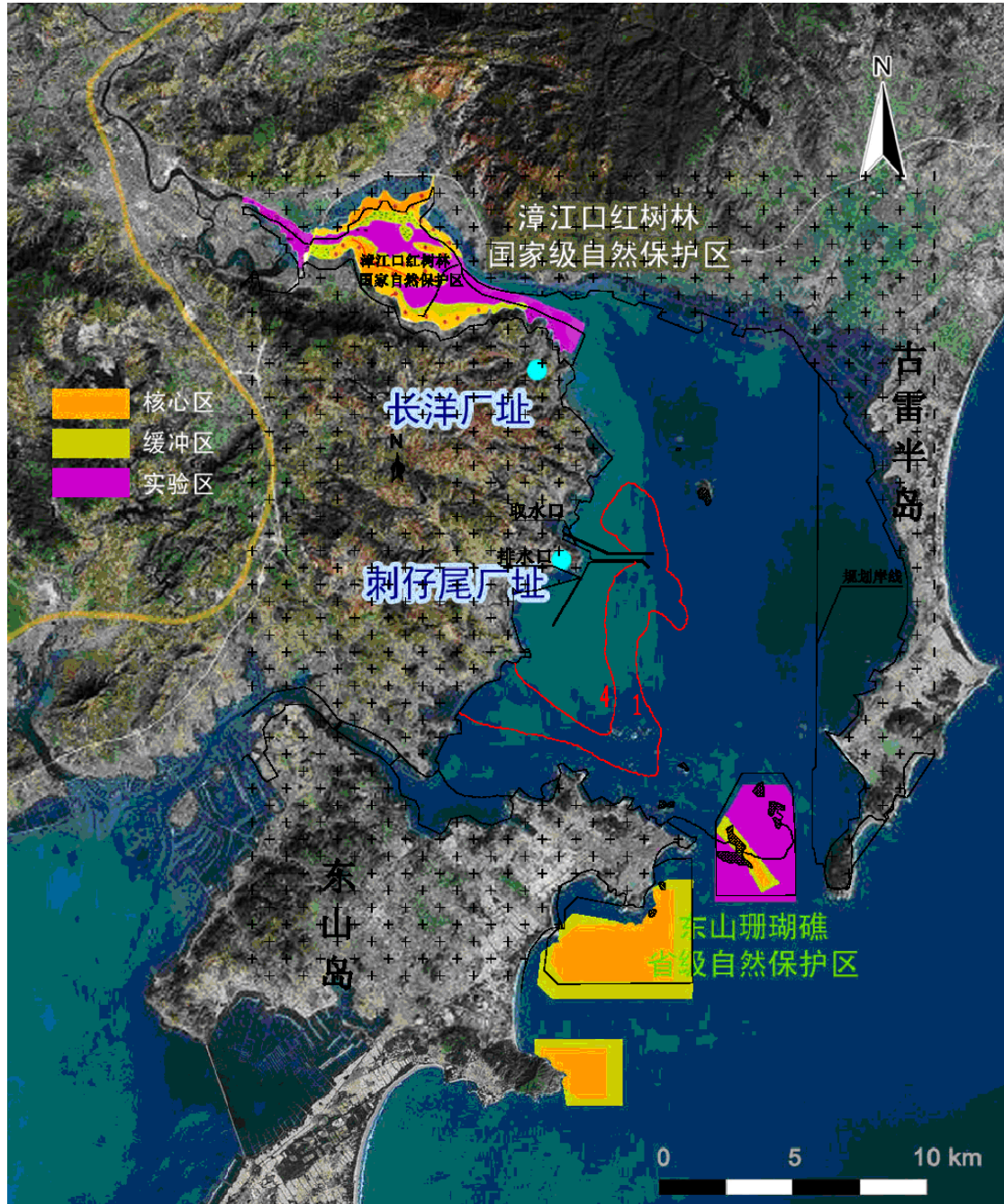


图 5.1-12 全潮最大温升包络线与自然保护区关系图
(冬季半月潮 4×国产化 AP1000)

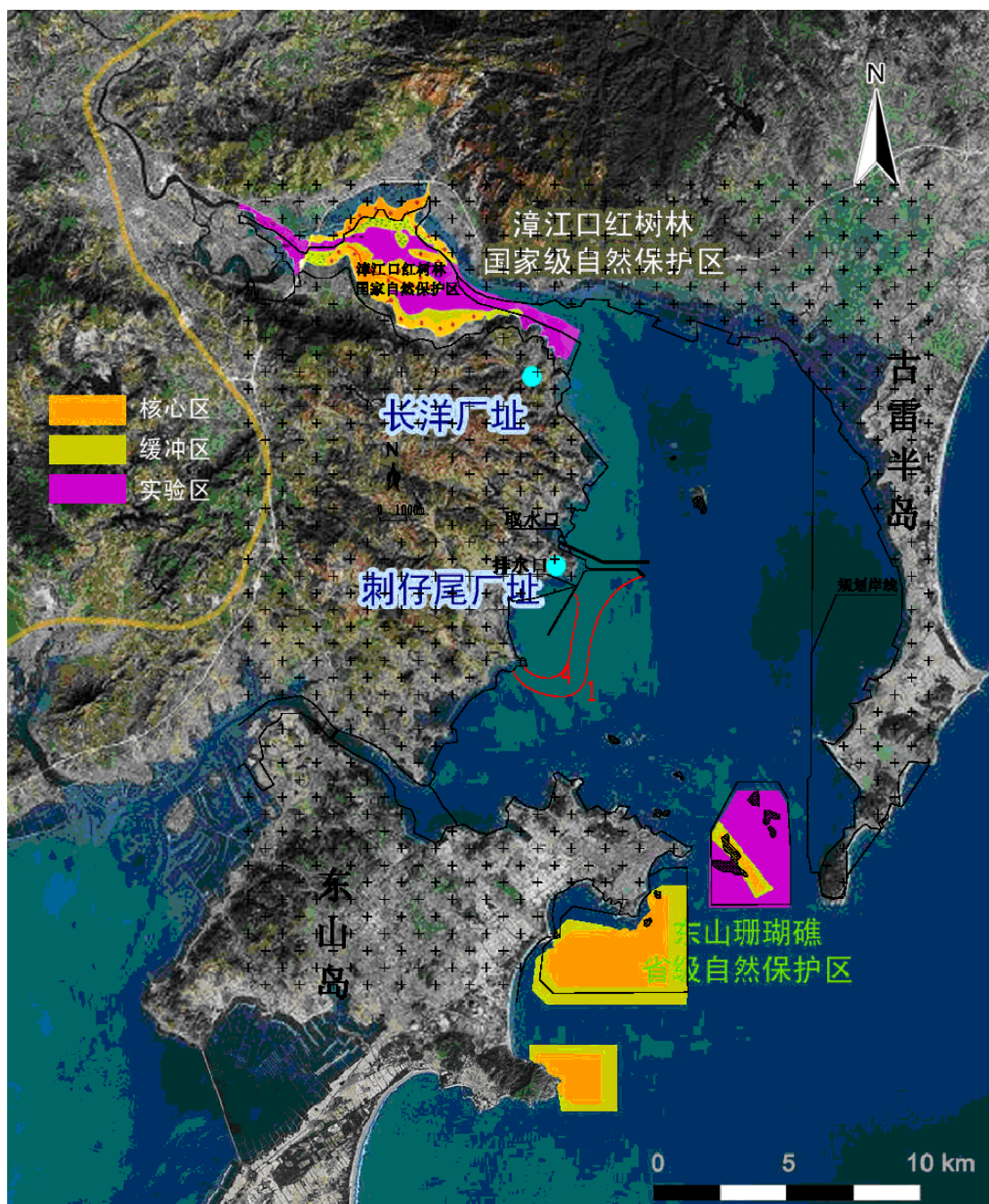


图 5.1-13 全潮平均温升包络线与自然保护区关系图

(冬季半月潮 4×国产化 AP1000)

5.2 正常运行的辐射影响

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）明确给出了核动力厂在正常运行工况下放射性流出物排放控制值，漳州核电厂所有机组气载和液态放射性流出物的年排放量应低于控制值。

5.2.1 气态途径

漳州核电厂在正常运行工况下，通过气态途径释放到大气中的放射性流出物在大气弥散过程中对公众造成辐射照射的途径如图 5.2-1 所示。在估算对周围公众造成的辐射剂量时考虑了如下的照射途径：

- 浸没于空气中受到的外照射；
- 由于干、湿沉降导致地面放射性沉积物引起的外照射；
- 吸入空气造成的内照射；
- 食入因干、湿沉降导致放射性沉积的粮食、蔬菜等食物造成的内照射；
- 食入由干、湿沉降导致放射性沉积的饲料所喂养的家畜肉、奶及其制品造成的内照射。

5.2.2 液态途径

本电厂产生的放射性流出物，经处理合格与循环冷却水混合后一起排入东山湾海域。在辐射环境影响评价中，液态放射性流出物对人造成辐照的途径如图 5.2-2 所示。在估算对周围公众造成的辐射剂量时考虑了如下的照射途径：

- 食用由受纳水域生长的水产品（或水生生物）所致的内照射；
- 在受纳水域中游泳或划船等造成的直接外辐照；
- 岸边沉积的放射性流出物对岸边活动公众所造成的外照射。

5.2.3 剂量估算

5.2.3.1 气态途径

本项目在正常运行期间由气态途径所致最大个人的有效剂量为 $3.19\text{E-}03\text{mSv/a}$ 。

5.2.3.2 液态途径

本项目在正常运行期间由液态途径排放所致最大个人的有效剂量为 $9.29\text{E-}04\text{mSv/a}$ 。

5.2.3.3 年辐射剂量汇总

漳州核电厂在正常运行期间放射性流出物由气态途径和液态途径排放所致的最大个人总有效剂量为 $5.59\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 2.24%。

漳州核电厂建设 4 台国产化 AP1000 核电机组，在正常运行期间所致最大个人的有效剂量仅占《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的剂量约束值 0.25mSv 的较小份额。因此，本项目在正常运行期间，对环境的辐射影响是可以接受的。

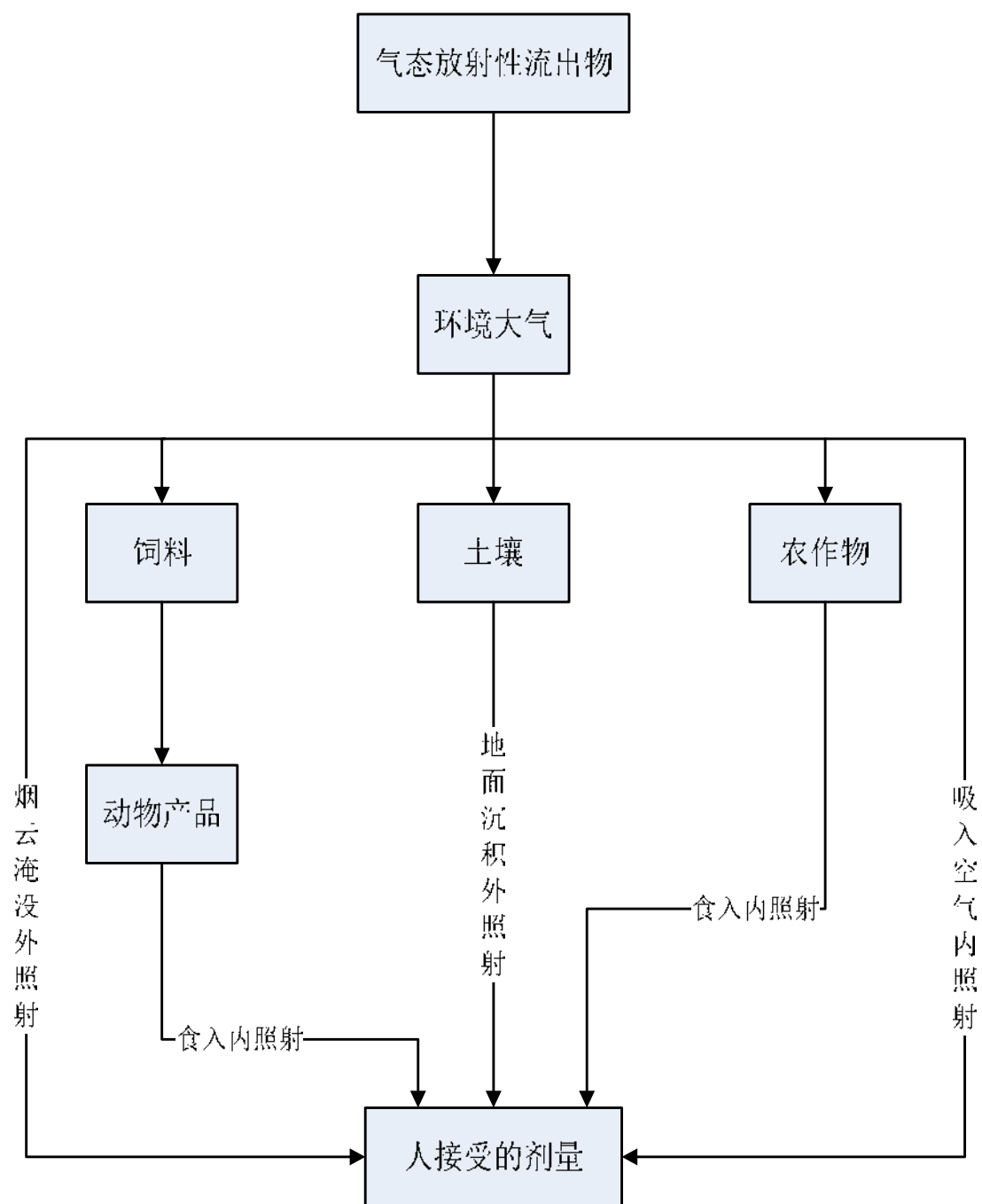


图 5.2-1 正常运行气态放射性流出物对人体的照射途径

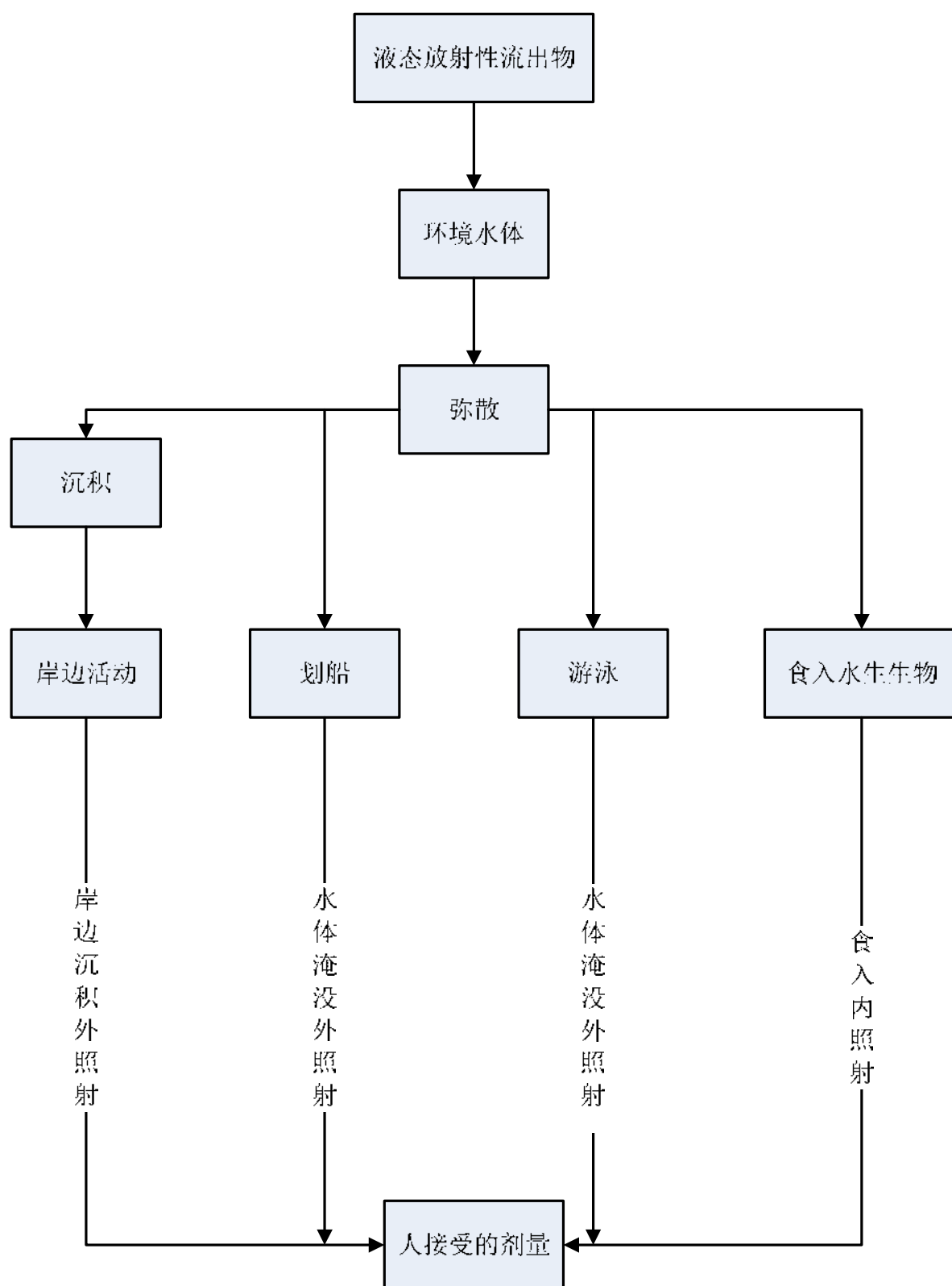


图 5.2-2 正常运行液态放射性流出物对人体的照射途径

5.3 海水放射性核素浓度影响

单台国产化 AP1000 核电机组的液态流出物年排放量约为 3000m^3 ，冬季冷却水流量约为 $47\text{m}^3/\text{s}$ ($1.48\text{E}+09\text{ m}^3/\text{a}$)。《海水水质标准》(GB 3097-1997) 中规定了 5 种放射性核素的限值，根据 5 种核素的年排放量计算得到漳州核电厂总排放口各核素的浓度见表 5.3-1。由表 5.3-1 可见，总排放口 5 种核素的浓度均远小于《海水水质标准》(GB 3097-1997) 中规定的限值。

表 5.3-1 5 种放射性核素总排放口浓度

放射性核素	I~IV类海域浓度 标准 (Bq/L)	单 机 组 排 放 量 (Bq/a)	总 排 放 口 浓 度 (Bq/L)
⁶⁰ Co	0.03	4.90E+07	<0.0001
⁹⁰ Sr	4	3.97E+05	<0.0001
¹⁰⁶ Ru	0.2	1.99E+09	0.0013
¹³⁴ Cs	0.6	3.43E+08	2.3E-04
¹³⁷ Cs	0.7	/	/

5.4 正常运行对水生生物辐射影响

水生生物受到的辐射照射主要来自宇宙射线、天然放射性及核设施液体放射性流出物，这些照射导致了水生生物的外照射剂量和内照射剂量。其中外照射剂量来源于水体照射和底泥照射；内照射剂量来源于生物直接摄入放射性核素并通过代谢过程在生物体内浓集。

2000 年 11 月~2003 年 10 月欧共体完成了 FASSET 计划，这个计划的目的是发展评价电离辐射生物和生态系统影响的方法和工具，以及支持防护辐射对环境有害效应的努力。计划分为 4 个方面：1) 环境计量学；2) 放射性核素在生态系统中的转移；3) 电离辐射生物效应；4) 建立评价的框架。欧共体在完成 FASSET 计划后，在 2004 年 3 月制定了一个 ERICA 计划，计划实施从 2004 年 1 月到 2007 年 2 月，计划分为 5 个方面：1) 提供评价工具；2) 提供生态危害评价危害特征方法学；3) 提供管理导则，支持电离辐射的环境保护；4) 在 5 个不同场址事例研究情景中，应用和检验评价的方法学；5) 总的管理和计划进展评价。

基于欧洲模式的 ERICA 程序采用了危害商的定义，危害商的定义是剂量估算值与参考值的比值，具体公式如下：

$$RQ = \frac{\text{预测的生物剂量率}}{\text{认定安全的剂量率基准值}} \quad (5.4-1)$$

由公式 (5.4-1) 可知，如果危害商小于 1，说明生物的辐射影响是可以接受的。

基于欧洲模式的 ERICA 1.0 程序由三级筛选组成：一级筛选中只需输入要评价的生态系统、选择核素、输入核素在介质中的活度浓度，导出危害商，若危害商大于 1 则进入二级筛选；二级筛选在一级筛选的基础上增加了生物种类的选择，同时程序还允许用户进行核素参数设置（包括分布系数、生物参数设置等）；三级筛选的特点是用户在进行核素参数设置时，不但可以输入或采用程序提供的默认值，也可以根据选择的分布类型计算其分布值（可选择 7 种，包括指数分布、正态分布、三角分布、均匀分布、对数正态分布、对数三角分布、对数均匀分布）。

根据欧共体的 ERICA 1.0 评价软件对漳州核电厂的水生生物的辐射剂量进行了计算。本次计算采用二级筛选模式，同时采用程序提供的默认值。ERICA 1.0 程序中水生生物辐射剂量计算模式和参数如下所述：

1) 浓度平衡比和分配系数

浓度平衡比：

$$CR = \frac{\text{放射性核素在生物体中的浓度}(Bq/kg \text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)} \quad (5.4-2)$$

分配系数：

$$K_d = \frac{\text{放射性核素在沉积物中的浓度}(Bq/kg \text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)} \quad (5.4-3)$$

2) 剂量转换因子

(1) 对于单能源的剂量转换因子

内照射剂量转换因子：

$$DCC_{\text{int}} = 5.77 \times 10^{-4} \times E \times \Phi_E \quad (5.4-4)$$

外照射剂量转换因子：

$$DCC_{\text{ext}} = 5.77 \times 10^{-4} \times E \times (1 - \Phi_E) \quad (5.4-5)$$

式中：

DCC ——剂量转换因子 ($\mu\text{Gyh}^{-1}/\text{Bq kg}^{-1}$) ；

E ——单能源的能量 (MeV) ；

Φ_E ——特定能量的吸收系数；

5.77×10^{-4} ——转换因子。

(2) 对于多能源的剂量转换因子

$$DCC_{\text{int}} = wf_{\text{low}\beta} \times DCC_{\text{int,low}\beta} + wf_{\beta+\gamma} \times DCC_{\text{int},\beta+\gamma} + wf_{\alpha} \times DCC_{\text{int},\alpha} \quad (5.4-6)$$

$$DCC_{\text{ext}} = wf_{\text{low}\beta} \times DCC_{\text{ext,low}\beta} + wf_{\beta+\gamma} \times DCC_{\text{ext},\beta+\gamma} \quad (5.4-7)$$

式中：

wf ——各能源源的权重因子 (β , $\beta+\gamma$ 和 α) 。

3) 水生生物辐射剂量

(1) 内照射剂量率

$$D_{\text{int}}^b = \sum_i C_i^b \times DCC_{\text{int},i}^b \quad (5.4-8)$$

式中：

D_{int}^b ——生物体 b 的内照射吸收剂量率；

C_i^b ——核素 i 在生物体 b 内的平均浓度 (Bq/kg 干重) ；

$DCC_{int,i}^b$ ——内照射剂量转换因子。

(2) 外照射剂量率

$$D_{ext}^b = \sum_z V_z \sum_i C_{zi}^{ref} \times DCC_{ext,Zi}^b \quad (5.4-9)$$

式中：

V_z ——占有系数，即生物体 b 在介质 Z 所停留时间的份额；

C_{zi}^{ref} ——核素 i 在介质 Z 中的平均浓度（Bq/kg 干重或 Bq/l）；

$DCC_{ext,Zi}^b$ ——外照射剂量转换因子。

(3) 总照射剂量

$$D = D_{int} + D_{ext} \quad (5.4-10)$$

ERICA 1.0 程序采用的生物浓集因子、沉积物吸附分配因子和居留因子见表 5.4-1~表 5.4-3。

根据漳州核电厂邻近海域海洋生态和渔业资源调查专题报告，厂址邻近海域主要的水生生物包括底层鱼、浅层鱼、软体动物、甲壳类、大型海藻、浮游植物和浮游动物。本报告采用 ERICA 1.0 程序对上述几种水生生物的辐射剂量率进行了计算。

表 5.4-4~表 5.4-6 分别给出了漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行时 27 种核素对厂址邻近海域的水生生物造成的内照射剂量率、外照射剂量率及总辐射剂量率。表 5.4-7 给出了漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行时放射性液体流出物排放对厂址邻近海域的水生生物造成的危害商，本次评价保守的采用 ERICA 1.0 程序中默认的剂量率基准值：10 μ Gy/h。

由表 5.4-7 可知，漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行时放射性液体流出物排放对厂址邻近海域的水生生物造成的危害商最大为 3.25E-02，该值远小于 1。因此可以初步预测，漳州核电厂 4 台国产化 AP1000 核电机组正常运行工况下，液体放射性流出物排放对厂址邻近海域中的水生生物造成的辐射影响非常有限，不会对环境产生危害。

表 5.4-1 生物浓集因子

单位: $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ / ($\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$)

核素 \ 水生生物	底层鱼	软体动物	甲壳类	大型海藻	浅层鱼	浮游植物	浮游动物
Mn	740	11000	5900	7900	740	3500	2500
Co	5600	5100	1800	2100	5600	3100	4800
Sr	23	120	13	42	23	210	4.6
Zr	83	4600	220	1700	83	33000	22000
Nb	83	850	100	610	83	1000	22000
Ru	26	1600	320	1200	26	200000	34000
Ag	2900	32000	16000	1300	2900	56000	17000
Te	1000	1000	1000	10000	1000	13000	1000
I	3.6	14	3.6	4100	3.6	960	3000
Cs	86	66	41	120	86	130	110
Ce	120	2200	3400	2100	120	90000	6000
H	1	1	1	1	1	1	1
C	12000	10000	10000	8000	12000	5600	10000

表 5.4-2 沉积物吸附分配因子
单位: L/kg

核素	Ag	Co	Cs	I	H
分配系数 (K_d)	10000	300000	4000	70	1
核素	Nb	Mn	Sr	Zr	Ru
分配系数 (K_d)	800000	2000000	8	2000000	40000
核素	Te	Ce	C		
分配系数 (K_d)	1000	3000000	1000		

表 5.4-3 居留因子

水生生物	水表	水体	沉积物表面	沉积物内
底层鱼	0	0	1	0
软体动物	0	0	1	0
甲壳类	0	0	1	0
大型海藻	0	0	1	0
浅层鱼	0	1	0	0
浮游植物	0	1	0	0
浮游动物	0	1	0	0

表 5.4-4 水生生物内照射剂量率（单位：μGy/h）

核素 \ 水生生物	底层鱼	软体动物	甲壳类	大型海藻	浅层鱼	浮游植物	浮游动物
Ag-110m	2.65E-06	1.65E-05	1.87E-05	4.17E-07	5.72E-10	1.17E-05	7.40E-07
Co-58	7.82E-06	4.29E-06	3.11E-06	1.21E-06	7.03E-11	6.04E-06	1.81E-06
Co-60	7.56E-06	3.97E-06	3.00E-06	1.13E-06	7.38E-11	5.60E-06	1.67E-06
Cs-134	8.13E-07	4.40E-07	4.56E-07	6.34E-07	2.43E-11	1.10E-06	1.59E-07
Cs-136	8.01E-08	4.10E-08	4.78E-08	5.65E-08	2.81E-12	1.02E-07	1.37E-08
Cs-137	1.09E-06	7.37E-07	5.49E-07	1.16E-06	4.24E-11	1.87E-06	2.46E-07
I-131	3.81E-09	1.37E-08	4.10E-09	3.34E-06	3.20E-11	1.25E-08	4.00E-06
I-132	1.26E-08	4.01E-08	1.43E-08	8.71E-06	3.55E-11	3.62E-08	1.17E-05
I-133	1.76E-08	6.32E-08	1.90E-08	1.46E-05	7.22E-11	5.79E-08	1.85E-05
H-3	6.50E-05	6.50E-05	6.50E-05	6.50E-05	4.14E-09	6.50E-05	6.50E-05
Nb-95	9.87E-09	6.58E-08	1.47E-08	3.64E-08	3.08E-12	5.77E-08	4.83E-08
Mn-54	2.61E-07	1.89E-06	2.79E-06	7.63E-07	1.24E-11	4.31E-07	5.60E-06
Sr-89	3.82E-09	1.93E-08	2.23E-09	5.45E-09	4.14E-13	7.07E-11	6.76E-09
Zr-95	1.49E-08	6.79E-07	4.75E-08	2.14E-07	1.96E-10	6.38E-07	1.79E-07
Ru-103	6.04E-08	3.10E-06	8.25E-07	2.11E-06	1.95E-08	3.03E-06	2.35E-06
Ru-106	6.13E-06	3.41E-04	8.06E-05	1.74E-04	2.47E-07	3.10E-04	2.64E-04
Te-129m	2.14E-07	2.02E-07	2.20E-07	1.71E-06	5.37E-11	1.96E-07	2.08E-06
Te-132	1.30E-06	1.05E-06	1.47E-06	8.29E-06	2.78E-10	9.67E-07	1.08E-05
Ce-141	7.10E-09	1.29E-07	2.01E-07	1.17E-07	2.40E-10	1.97E-07	9.37E-09
Ce-144	1.24E-06	2.13E-05	3.77E-05	1.49E-05	8.91E-09	3.04E-05	1.58E-06
C-14	2.62E-03	2.11E-03	2.18E-03	1.69E-03	7.59E-08	2.11E-03	1.69E-03
P-32	2.95E-06	5.58E-07	8.24E-07	2.23E-07	9.56E-12	6.39E-07	2.84E-07
Ni-63	1.54E-09	5.81E-08	4.99E-09	7.17E-09	8.21E-13	3.81E-08	7.17E-09
Sr-90	8.89E-10	4.48E-09	5.27E-10	1.22E-09	1.03E-13	1.63E-11	1.57E-09
Sb-124	1.24E-08	2.27E-08	8.59E-08	5.36E-09	6.88E-13	5.73E-08	7.14E-09
Fe-55	1.83E-06	3.02E-05	3.04E-05	1.19E-06	2.27E-05	3.02E-05	2.42E-05
Fe-59	7.20E-06	8.74E-05	1.41E-04	2.85E-06	2.83E-05	8.09E-05	7.15E-05

表 5.4-5 水生生物外照射剂量率（单位：μGy/h）

核素 \ 水生生物	底层鱼	软体动物	甲壳类	大型海藻	浅层鱼	浮游植物	浮游动物
Ag-110m	2.85E-05	2.85E-05	2.66E-05	3.04E-05	8.11E-09	6.08E-05	2.85E-05
Co-58	1.10E-03	1.16E-03	1.07E-03	1.20E-03	1.11E-08	2.36E-03	1.16E-03
Co-60	1.16E-03	1.25E-03	1.16E-03	1.25E-03	1.19E-08	2.50E-03	1.25E-03
Cs-134	6.84E-05	7.26E-05	6.59E-05	7.51E-05	5.50E-08	1.47E-04	7.26E-05
Cs-136	8.37E-06	9.13E-06	8.37E-06	9.13E-06	6.59E-09	1.83E-05	9.13E-06
Cs-137	3.35E-05	3.57E-05	3.24E-05	3.80E-05	3.50E-08	7.37E-05	3.57E-05
I-131	4.35E-08	4.57E-08	4.14E-08	5.01E-08	2.69E-09	9.40E-08	4.57E-08
I-132	2.97E-07	3.21E-07	2.97E-07	3.46E-07	1.48E-08	6.31E-07	3.21E-07
I-133	1.66E-07	1.76E-07	1.56E-07	2.01E-07	1.11E-08	3.55E-07	1.76E-07
H-3	5.49E-12	2.00E-11	5.10E-14	1.79E-10	2.70E-05	1.71E-11	1.79E-11
Nb-95	2.22E-04	2.39E-04	2.16E-04	2.44E-04	8.70E-10	4.77E-04	2.39E-04
Mn-54	2.41E-03	2.57E-03	2.35E-03	2.62E-03	3.50E-09	0.005139	2.52E-03
Sr-89	2.72E-11	5.09E-11	1.53E-11	1.60E-10	1.76E-10	1.37E-10	4.54E-11
Zr-95	5.27E-04	5.54E-04	5.13E-04	5.67E-04	8.82E-10	1.13E-03	5.54E-04
Ru-103	9.30E-05	9.67E-05	8.93E-05	1.00E-04	8.43E-09	1.93E-04	9.67E-05
Ru-106	1.07E-03	1.36E-03	7.75E-04	2.37E-03	3.04E-07	0.003295	1.31E-03
Te-129m	1.15E-08	1.49E-08	9.69E-09	2.70E-08	2.40E-10	3.65E-08	1.42E-08
Te-132	1.42E-06	1.53E-06	1.32E-06	1.53E-06	4.88E-09	3.05E-06	1.53E-06
Ce-141	2.54E-05	2.87E-05	2.48E-05	3.20E-05	8.12E-11	5.87E-05	2.81E-05
Ce-144	1.91E-03	2.60E-03	1.13E-03	0.005544	1.20E-08	0.00693	2.43E-03
C-14	4.99E-08	2.00E-07	5.82E-08	4.43E-07	2.14E-07	3.99E-07	1.72E-07
P-32	5.17E-09	8.93E-09	2.58E-09	2.58E-08	3.13E-11	2.72E-08	7.99E-09
Ni-63	6.10E-12	2.61E-11	8.87E-12	3.88E-11	7.32E-12	5.10E-11	2.22E-11
Sr-90	1.13E-11	1.74E-11	5.18E-12	4.51E-11	4.19E-11	4.25E-11	1.56E-11
Sb-124	1.37E-07	1.40E-07	1.31E-07	1.54E-07	2.42E-10	3.07E-07	1.40E-07
Fe-55	1.24E-05	5.14E-05	1.45E-05	1.42E-04	4.22E-12	1.23E-04	4.42E-05
Fe-59	0.140989	0.148307	0.136272	0.151943	1.42E-09	0.299538	1.48E-01

表 5.4-6 水生生物总辐射剂量率（单位：μGy/h）

水生生物 核素	底层鱼	软体动物	甲壳类	大型海藻	浅层鱼	浮游植物	浮游动物
Ag-110m	3.12E-05	4.51E-05	4.53E-05	3.08E-05	8.68E-09	7.26E-05	2.93E-05
Co-58	1.10E-03	1.16E-03	1.08E-03	1.20E-03	1.11E-08	2.37E-03	1.16E-03
Co-60	1.17E-03	1.25E-03	1.16E-03	1.25E-03	1.20E-08	2.51E-03	1.25E-03
Cs-134	6.92E-05	7.30E-05	6.64E-05	7.57E-05	5.51E-08	1.48E-04	7.27E-05
Cs-136	8.45E-06	9.17E-06	8.42E-06	9.19E-06	6.59E-09	1.84E-05	9.14E-06
Cs-137	3.46E-05	3.65E-05	3.29E-05	3.91E-05	3.50E-08	7.55E-05	3.60E-05
I-131	4.74E-08	5.94E-08	4.55E-08	3.39E-06	2.72E-09	1.07E-07	4.05E-06
I-132	3.09E-07	3.61E-07	3.11E-07	9.06E-06	1.48E-08	6.67E-07	1.21E-05
I-133	1.84E-07	2.39E-07	1.75E-07	1.48E-05	1.12E-08	4.13E-07	1.87E-05
H-3	6.50E-05	6.50E-05	6.50E-05	6.50E-05	2.70E-05	6.50E-05	6.50E-05
Nb-95	2.22E-04	2.39E-04	2.16E-04	2.44E-04	8.73E-10	4.77E-04	2.39E-04
Mn-54	2.41E-03	2.57E-03	2.35E-03	2.63E-03	3.51E-09	0.00514	2.52E-03
Sr-89	3.85E-09	1.94E-08	2.24E-09	5.61E-09	1.77E-10	2.08E-10	6.80E-09
Zr-95	5.27E-04	5.54E-04	5.13E-04	5.67E-04	1.08E-09	1.13E-03	5.54E-04
Ru-103	9.31E-05	9.98E-05	9.01E-05	1.03E-04	2.79E-08	1.96E-04	9.91E-05
Ru-106	1.07E-03	1.70E-03	8.56E-04	2.55E-03	5.50E-07	0.003605	1.57E-03
Te-129m	2.26E-07	2.17E-07	2.30E-07	1.74E-06	2.94E-10	2.32E-07	2.09E-06
Te-132	2.72E-06	2.58E-06	2.79E-06	9.82E-06	5.16E-09	4.02E-06	1.23E-05
Ce-141	2.55E-05	2.88E-05	2.50E-05	3.21E-05	3.21E-10	5.89E-05	2.81E-05
Ce-144	1.91E-03	2.62E-03	1.16E-03	5.56E-03	2.09E-08	0.00696	2.43E-03
C-14	2.62E-03	2.11E-03	2.18E-03	1.69E-03	2.90E-07	2.11E-03	1.69E-03
P-32	2.95E-06	5.67E-07	8.27E-07	2.48E-07	4.09E-11	6.66E-07	2.92E-07
Ni-63	1.55E-09	5.81E-08	5.00E-09	7.21E-09	8.14E-12	3.82E-08	7.19E-09
Sr-90	9.00E-10	4.50E-09	5.33E-10	1.26E-09	4.20E-11	5.88E-11	1.58E-09
Sb-124	1.49E-07	1.62E-07	2.17E-07	1.59E-07	2.42E-10	3.64E-07	1.47E-07
Fe-55	1.42E-05	8.16E-05	4.49E-05	1.43E-04	2.27E-05	1.54E-04	6.84E-05
Fe-59	1.41E-01	1.48E-01	1.36E-01	1.52E-01	2.83E-05	3.00E-01	1.48E-01

表 5.4-7 水生生物危害商

水生生物名称	危害商
底层鱼	1.52E-02
软体动物	1.61E-02
甲壳类	1.46E-02
大型海藻	1.68E-02
浅层鱼	7.91E-06
浮游植物	3.25E-02
浮游动物	4.66E-04

5.5 其它影响

核电厂运行对环境的其它影响主要是化学物质向海域的排放,以及由此造成的海水水质变化对海洋生物的影响。

核电厂排放的化学物质来自下列工艺过程产生的废水中,排放数据见表 5.5-1:

- 除盐水处理;
- 凝结水精处理;
- 化学加药处理;
- 非放射性废水处理;
- 氯化处理;
- 硼酸排放。

5.5.1 除盐水处理系统排放的废水

除盐水处理系统排放的化学物质主要有三类,一是反渗透浓盐水;二是高悬浮物排水;三是酸碱性废水。

4 台国产化 AP1000 核电机组反渗透浓盐水的年排放量约为 75 万吨(年运行小时按 8000h),出水含盐量约 160mg/L 为水处理厂的 4 倍,其水质由于一般的地表水,因此排水经收集后排至工业水池作为工业水回收利用。特殊情况下,排水也可收集后排海。反渗透浓盐水的含盐量远小于海水,因此不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

4 台国产化 AP1000 核电机组高悬浮物排水的年排放量约为 33 万吨,出水悬浮物含量约 10mg/L 为水处理厂的 10 倍,其排水经收集后排至原水处理厂回用。

4 台国产化 AP1000 核电机组酸碱性废水的年排放量约为 5000 吨,其废水就地中和,将 pH 值调至 7~9 后,经循环冷却水稀释后入海,因此不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

5.5.2 凝结水精处理系统排放的废水

凝结水精处理系统排放的废水主要为酸碱性废水,4 台国产化 AP1000 核电机组酸碱性废水的年排放量约为 25 万吨,其废水就地中和,将 pH 值调至 7~9 后,槽式排放系统监测箱收集后对放射性监测,最后经循环冷却水稀释后入海,因此不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

5.5.3 化学药剂注入系统排放的废水

化学药剂供给系统排放的废水主要为含 NH_3 、 N_2H_4 或磷酸盐的废水，4 台国产化 AP1000 核电机组的年排放量约为 1t，其废水排至凝结水精处理系统的废水池，槽式排放系统监测箱收集后对放射性监测，最后经循环冷却水稀释后入海，因此不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

5.5.4 非放射性废水的排放

这类排放物主要指电厂生活污水及其它非放射性废水处理的排放物，本工程产生的生活污水经污水处理站处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的 B 标准后排放，其它非放射性生产废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后排放，这类排放物不会对厂址附近海域产生明显的影响。

5.5.5 余氯排放

为保护循环冷却水系统不受海洋附着生物的堵塞，漳州核电厂在冷却水中注入次氯酸钠，次氯化物的注入，会在海水中产生下列产物：

- 次氯化物与海水中的溴盐作用，产生次溴化物离子；
- 在海水中产生少量游离溴或游离氯；
- 次溴化物或次氯化物与海洋中的含氮有机化合物作用，产生化合态的氧化物，从而造成低值氧化剂残留量。

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，藻类的初生组织就开始受到影响。漳州核电厂可以通过控制加药量的方式使排水口余氯的浓度小于 0.05mg/L。即使在污损生物量较大的夏季，需要提高循环水中的加氯量以进一步抑制生物的生长，参考目前国内运行核电厂的运行情况，余氯随循环冷却水系统的温排水排入水环境前，水体中余氯的浓度经降解（半衰减期 1.5h）一般均可降至 0.15mg/L 以下。漳州核电厂将根据厂址附近海域的实际污损生物量尽可能减少加氯量，尽可能降低排水口处的余氯浓度。

5.5.6 硼酸排放

国产化 AP1000 核电机组不设置硼回收系统。由于调硼动作造成的化学和容积控制系统（CVS）下泄流以及泄漏出的反应堆冷却剂中的硼进入放射性废液系统（WLS），并最终随放射性废液一起与循环冷却水混合后排入大海。

由于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中未对硼排放的浓度制定限值，因此本报告参考《上海市污水综合排放标准》（DB31/199-2009），该标准规定总排放口的硼排放限值为 5ppm。

单台国产化 AP1000 机组每年向海水排放的硼质量约为 1t（见本报告 3.7 节），漳州核电厂单台国产化 AP1000 核电机组冬季冷却水流量为 $47\text{m}^3/\text{s}$ 。经计算，漳州核电厂总排放口处硼的浓度最大仅为 $6.7 \times 10^{-4}\text{ppm}$ ，远小于海水本身含硼量 4~7ppm，因此不会对厂址附近海域的水质产生影响。

5.5.7 噪声影响

核电厂的噪声主要来自核岛厂房群（包括反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、废物厂房等）、汽轮机厂房以及 BOP 部分的少数车间和厂房中的运转设备。

核岛厂房噪声主要来源于以下方面：

- 核岛主厂房设备噪声：包括不停高速运转的高温、高压水泵及配套电动机的噪声；安全阀，管道及箱罐等设备在执行排放或泄压功能时产生的噪声；发电机组、开式变压器和逆变器等电气系统的部分设备产生的噪声。
- 核岛通风系统噪声。包括不停运转的大型电动鼓风机组运转产生的噪声、风机产生的噪声通过固体振动和空气流动引起的噪声，通风系统中空气流动可能产生附加噪声。
- 柴油机厂房噪声：柴油机的例行试验产生的噪声。

汽轮机厂房产生的噪声主要来自以下方面：

- 高速运转的汽轮发电机组、主给水泵和凝结水泵等机械动力噪声；
- 电动机、变压器等电气设备的磁场交变运动产生的电磁噪声；
- 在甩负荷时，蒸汽通过旁路阀排入冷凝器会发出较强的噪声；
- 设备运行中其安全阀或排汽阀事故排汽时，尤其是主蒸汽管道内的蒸汽通过安全阀和泄压阀向大气排放时，会产生极强的气体动力噪声，但发生这种情况的概率非常低；
- 水泵房、压缩空气站、辅助锅炉房、除盐水系统等。

此外，核电厂开关站等也会有噪音产生。

根据国家相关标准和职业卫生噪声防护设计要求，上述设备所在厂区各单元内的噪声控制值最高为 85dB。

漳州核电厂将对核岛厂房群（包括反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、废物

厂房等)、汽轮机厂房以及 BOP 部分的少数车间和厂房中的运转设备进行有效的噪声防护设计,通过吸声、隔声、消声等措施降低设备产生的噪声,经过厂房隔声及距离衰减后,确保工程厂界噪声值能符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2 类标准,并使得本工程附近的环境噪声敏感点(居民点等)的噪声值满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)2 类声环境功能区标准。

5.5.8 常规大气污染物排放

柴油发电机厂房每季度开展一次例行运行试验,全年共运行 12 小时。柴油发电机运行时的污染物年排放量为:SO₂ 年排放量 110.88kg/a; NO_x 年排放量 198kg/a; TSP 年排放量 25.25kg/a。

柴油驱动泵每周启动一次,每次 30 分钟,全年共运行 26 小时。柴油驱动泵运行时的污染物年排放量为:SO₂ 年排放量 1.37kg/a; NO_x 年排放量 48.95kg/a; TSP 年排放量 1.87kg/a。

5.5.9 危险废物处置

本工程运行期间产生的危险废物主要包括废油、废油漆、废涂料、非放废树脂等,所有危险废物集中在化学品厂房内专门的贮存间,并定期由有资质单位回收处理。

表 5.5-1 常规岛化学物质排放量、排放浓度和处理方式

系统	排放物质	年排放量	处理方式	排放方式	排放浓度	排放去向
除盐水处理系统	反渗透浓盐水	$75 \times 10^4 \text{t}$	回收利用	自流、连续	含盐量约 160mg/L	工业水池
	高悬浮物排水	$33 \times 10^4 \text{t}$	回原水处理厂	泵排放、连续	悬浮物约 10mg/L	回收利用
	酸碱性和水	$0.5 \times 10^4 \text{t}$	就地中和处理 pH7~9	泵排放、间断	含盐量约 30000mg/L	虹吸井经循环水稀释后入海
凝结水精处理系统	酸碱性和水	$25 \times 10^4 \text{t}$	就地中和处理 pH7~9	泵排放、间断	含盐量约 50000mg/L	经监测箱收集后监测稀释后入海
循环水加药系统	酸性废水	约 2t	不处理	泵排放、间断	含盐量约 30000mg/L	经监测箱收集后监测稀释后入海
化学药剂供给系统	含 NH_3 、 N_2H_4 或磷酸盐废水	约 1t	不处理	自流、间断	约 20000mg/L	经监测箱收集后监测稀释后入海

注：按机组年运行 8000h 计。

5.6 退役

核电厂的退役是指为解除核电厂的部分或全部监管控制而采取的行政和技术行动。其中，核电厂退役的重点是反应堆装置的退役，其退役受多方面的制约，其中包括政治、经济、科学技术和政策法规等的影响，本节仅提出漳州核电厂退役的设想。

5.6.1 退役的一般原则

世界各国核电厂退役方案各不相同，但基本上采用三级退役的方式，即反应堆退役分为Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级逐级进行。

Ⅰ级退役是核电厂最终停闭后的有计划活动，此阶段主要工作是厂房的安全维护。在此阶段将乏燃料组件从乏燃料贮存池运走，清理运行废物（包括固体废物、污泥和废树脂等）并运出厂区，对主回路、辅助设施和工艺厂房实施去污，以降低放射性水平。核电厂进入安全监测阶段。

Ⅱ级退役在完成Ⅰ级退役后进行，其任务是将反应堆生物屏蔽层以外的全部放射性和非放射性的系统、设备和建筑物拆除。遗留的反应堆本体用生物屏蔽整体结构予以密封、隔离，使厂区达到限制性开放的标准。漳州核电厂 AP1000 压水堆核电机组具有安全壳，除生物屏蔽外，安全壳也起到重要的密封作用。在此阶段，两者的完整性要继续维护。这样，电厂进入封存监护阶段。

Ⅲ级退役主要任务是拆除反应堆本体、生物屏蔽和安全壳预应力混凝土结构，清理现场，恢复绿地或新建电厂。由于反应堆本体具有较强放射性且结构坚固，需要专门的遥控设备来拆除。

5.6.2 退役方案设想

退役策略包括三类：

- 立即拆除：核设施设备、构筑物 and 局部含有的放射性污染物被转移或去污到设施允许无限制使用或由监管部门规定的有限制使用的水平；
- 延迟拆除：即安全贮存或安全封存，核设施局部含有的放射性污染物被处理或达到安全贮存的状态，直到能被随后去污和拆除到设施允许被解控他用的水平；
- 就地埋葬：核设施放射性污染物在结构上被长期包容直到放射性衰变到允许设施无限制使用或由监管部门规定的有限制使用的水平。

根据《核设施退役安全要求》（GB/T 19597-2004）的规定，核设施退役的

最终目标是使核设施和（或）场址获得有限制或无限制开放和使用。经监管机构批准，核设施可实施立即拆卸或延迟拆卸的退役策略。因此，漳州核电厂运行寿期終了后，可供该核电厂选择的退役策略描述如下：

A 方案 I，立即拆除方案

此方案考虑在电厂最终停闭后 4~5 年内完成立即拆除。

此方案的前提是想尽快利用旧厂址，例如在旧址上新建电厂。其优点是能尽快利用场地和部分利用现场原有设备和辅助设施。但是，由于停堆时间较短，还存在高放射性核素，需要广泛采用远距离遥控操作和屏蔽来拆除构件和处理放射性废物，因此操作困难且费用昂贵。

B 方案 II，延迟拆卸方案

此方案考虑在电厂停闭 20 年以后完成退役。大部分放射性核素保留在生物屏蔽和压力壳内让其衰变。此方案较易于拆卸、运走带放射性的构件，对降低来自反应堆裂变产物和活化腐蚀产物的受照剂量是很有效的，但是需对遗留结构进行长期监测和维护，并存在电厂系统包容性能降低、监控仪表功能下降、辅助系统能力减弱或失效、熟悉电厂人员流失等问题。

第六章 电厂事故的环境影响

6.1 电厂放射性事故

漳州核电厂将采用国产化 AP1000 压水堆核电机组。遵循《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：必须在核动力厂周围设置非居住区和规划限制区。非居住区和规划限制区边界的确定应考虑选址假想事故的放射性后果。不要求非居住区是圆形，可以根据厂址的地形、地貌、气象、交通等具体条件确定，但非居住区边界离反应堆的距离不得小于 500m；规划限制区半径不得小于 5km。

本工程拟采用国产化 AP1000 核电机组。按照《AP1000 Design Control Document》中对非居住区边界的要求。非居住区的半径（以反应堆为中心）不小于 800m。

6.1.1 事故描述和事故源项

6.1.1.1 事故描述

核动力厂的事故工况分为设计基准事故和严重事故，设计基准事故中包括了稀有事故和极限事故。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定，选址假想事故仅适用于审批厂址阶段，作为确定厂址非居住区、规划限制区边界的依据。根据标准规定，对于压水堆，该事故一般应考虑全堆芯熔化，否则应进行充分有效的论证。本报告为选址阶段环境影响报告书，本章节将对选址假想事故的环境影响进行评价。

6.1.1.2 事故工况下公众剂量控制水平

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

6.1.2 事故后果计算

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

漳州核电厂非居住区边界范围为距核岛 16 个方位均为 800m 所构成的边界线，规划限制区边界范围为以厂址为中心、半径 5km 的圆周边界线。

漳州核电厂选址假想事故发生后，厂址非居住区边界、规划限制区外边界处的最大个人剂量和 80km 范围内公众群体所受的集体剂量结果及与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中规定的有效剂量的比较见表 6.1-1。

由表 6.1-1 可见：

1) 在选址假想事故发生后任意 2h 内，厂址非居住区边界处任何个人所受的最大个人有效剂量为 $1.41E-01$ Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。

2) 在选址假想事故的整个持续期间（30 天），厂址规划限制区边界上（5km）任何个人所受的最大个人有效剂量为 $2.32E-02$ Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。

3) 在选址假想事故的整个持续期间（30 天），采用全厂址 95% 概率水平的大气弥散因子估算选址假想事故的集体剂量，计算得到厂址发生选址假想事故时所致的集体剂量为 $2.62E+03$ 人·Sv。上述剂量低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故集体有效剂量（ $2.00E+04$ 人·Sv）。

由上述结论可见，漳州核电厂非居住区边界及规划限制区边界的设置是合理的。

表 6.1-1 厂址选址假想事故剂量计算结果

评价项目	计算结果	《核动力厂环境辐射防护规定》 (GB6249-2011) 规定的选址假想事故有效剂量	比例 (%)
非居住区边界最大个人有效剂量 (Sv)	1.41E-01	0.25	56.40
规划限制区边界最大个人有效剂量 (Sv)	2.32E-02	0.25	9.28
集体有效剂量 (人·Sv)	2.62E+03	2.00E+04	13.10

注：

- 1) 粒子碘的吸入所致的待积有效剂量取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)表 B7 吸入：公众成员吸入单位摄入量所致的待积有效剂量。
- 2) 元素碘和有机碘的吸入所致的待积有效剂量取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)表 B9 吸入：可溶性或活性气体与蒸汽之单位摄入量所致的待积有效剂量。

6.2 放射性物质运输事故

放射性物质运输包括厂内运输和厂外运输。

放射性物质运输的情况主要包括：

1) 乏燃料的转移和运输：包括可能的燃料装卸事故和乏燃料罐坠落事故

乏燃料运输容器的安全可靠是实现安全运输的前提。乏燃料厂内运输和厂外运输必须遵循《中华人民共和国核材料管制条例》（HAF501）、《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2004）、《放射性物质安全运输货包泄漏检验》（GB/T 17230-1998）、《乏燃料运输容器技术条件》（EJ/T 565-1991）、《核级容器制造质量保证》（EJ/T 619-1991）和《放射性物质安全运输条例》（IAEA No.TS-R-1）等准则。应证实容器在承受正常运输条件下和运输中事故条件下的各种试验后，仍能满足密封性能与屏蔽性能的要求。

除了运输容器本身具有高的安全性外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。

— 燃料装卸事故的放射性后果的计算分析表明其对公众的影响是可以接受的。

— 乏燃料运输容器跌落事故主要发生在由乏燃料运输容器吊车进行的吊装过程中。而乏燃料运输容器吊车的设计满足单一故障的要求，其提升装置、吊索和载荷起吊装置采用保守设计。故不可能发生跌落事故。

— 乏燃料厂外运输由专用的密封屏蔽运输容器、专用的铁路和公路车辆及配套的辅助操作工具进行，考虑采用陆路运输方案或铁路+公路联运方案运至国家规定的专用乏燃料后处理基地。即使乏燃料厂外运输事故发生后，运输容器也能提供足够的放射性物质包容和辐射屏蔽，从而避免给工作人员、公众及环境造成不可接受的辐射危害。

2) 放射性固体废物的厂内转移和运输

放射性固体废物由放射性废物厂房送往厂址废物处理设施（SRTF）为内部转运，不涉及厂外道路运输。运输有严格的规程确保不发生事故；另一方面，即使发生事故，运输容器也可以确保放射性物质不外泄。

因此，预期的放射性物质厂内运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

6.3 其它事故

核电厂在建设和运行中将使用各类易燃易爆和有毒的油与化学品，如果处理不善可能出现爆炸、火灾以及危险品泄漏等事故，为此，核电厂的建设和管理部门将制定严格的管理程序，合理地运输、贮存和使用这些危险品，采用合理可行及有效的措施实现与安全相关设施的隔离，并将其发生事故的概率降至最低程度；同时设置应急防护措施，在万一出现事故的情况下也可以将事故的危害降低到最小。

6.4 实施应急计划的可行性

国务院颁布的《核电厂核事故应急管理条例》指出：“有关部门在进行核电厂选址和设计工作时，应当考虑核事故应急工作的要求”。在选址阶段，核安全法规《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）要求：“考虑到对公众的潜在辐射后果和执行应急计划的能力，以及可能妨碍执行应急计划的任何外部事件的影响，必须在推荐厂址的周围建立外围地带。在核电厂开始建造前，必须确定在核电厂运行前在外围地带不存在妨碍制定应急计划的根本问题”。

本节就漳州核电厂环境有关因素评价执行应急计划的初步可行性。

6.4.1 应急计划区

漳州核电厂将依据国家核事故应急管理条例、相关核安全法规以及国家标准《核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）等确定应急计划区大小。

在确定应急计划区的大小时将根据核事故应急照射的基本途径——烟羽照射（包括空气浸没外照射和烟云吸入内照射）、地面沉积外照射、食入内照射（包括摄入受污染的食品和水等），在计算应急事故源项在场外不同距离上造成的预期剂量和采取应急防护措施后可避免的剂量，并估算可能被污染的食品及饮用水的污染水平，将结果与核安全导则所推荐的干预水平值进行比较后确定。

确定应急计划区的大小时除考虑应急事故源项造成的放射性后果外，还应充分考虑各种政治、经济、社会及公众心理等因素的影响，权衡在核电厂周围实施各种防护措施的可能性和它们的风险、困难和代价，同时要考虑地理环境和行政区划对实施应急响应行动的影响。

漳州核电厂应急计划区大小的确定采用国家标准《核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分》（GB/T 17680.1-2008）描述的方法，即根据可能发生的各类事故源项，估算其场外不同距离上的预期剂量和采取应急防护措施后可避免的剂量，以及可能被污染的食品及饮用水的污染水平，将结果与核安全导则所推荐的干预水平值进行比较后确定烟羽应急计划区和食入应急计划区的半径。

应急计划区大小的最终范围和形状将在运行阶段进行专题论证。

6.4.2 核事故应急对策

核电厂因运行失误或事故导致核事故应急状态的可能性极小，但仍不能完全排除。因此在核电厂选址阶段就应考虑妨碍或影响执行应急计划的厂址因素。

为了减少核事故对公众所造成的辐射影响，根据核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）和《地方政府对核动力厂的应急准备》（HAD002/02）的要求，可能采取的应急措施包括：

- 隐蔽；
- 简单的呼吸道和体表防护；
- 服用稳定性碘；
- 撤离；
- 避迁；
- 控制食品和水；
- 控制通道；
- 地区去污；
- 人员去污。

为了快速有效地处理核事故中的问题，最大限度减少事故影响，在事故时便于执行上述应急措施，在厂址所在地区要建立包括核电厂、当地政府所辖的环保、公安、卫生、消防等部门在内的各级应急组织，设立应急监测机构并配置相应的应急响应设施。

6.4.3 执行应急计划的可行性初步分析

国际原子能机构（IAEA）第 55 号安全丛书指出：如果核设施的推荐厂址在制定和执行应急计划方面出现了不可克服的特殊困难，则可以成为不选择该厂址的充分理由。按照我国核安全法规《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）和《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01，2010）的要求，在厂址选择时必须考虑下述与厂址有关的因素，来评价执行应急计划的可行性：

- 厂址附近的人口密度和分布，以及在核电厂预计寿期内的变化；
- 厂址到人口中心的距离；
- 在事故中很难撤离或隐蔽的特殊居民组（如监狱、医院、学校、敬老院等）；
- 特殊的地理特征（如岛屿、半岛、山地、山脉、河流、盆地、峡谷等）；
- 当地运输和通信网络的特征；
- 外部事件（包括外部人为事件和外部自然事件）；
- 外围地带的经济社会、工农业现状及发展规划，生态和环境特征。

根据国家核安全法规的有关规定，对厂址制定和实施应急计划的可行性初步分析如下：

6.4.3.1 人口分布

1) 常住人口分布

漳州核电厂非居住区边界范围内没有居民居住，无搬迁人口。

2012 年底，漳州核电工程所在厂址半径 5km 规划限制区范围内常住人口共计 24639 人，厂址半径 5km 范围内平均人口密度为 314 人/km²，平均陆域人口密度为 872 人/km²，高于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²。规划限制区内的居民点有 18 个，涉及列屿镇的 16 个自然村和陈岱镇的 2 个自然村。距离厂址最近的居民点为列屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。最大的村镇为位于厂址 WSW 方位 3.8km 处列屿镇的山前村，2012 年底有常住人口 3613 人。厂址半径 5km 范围内居民点分布情况见第二章的图 2.2-2。

厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇，但值得关注的是崙屿镇镇区所辖的城内村、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 个村庄的人口累计总数已接近万人（9280 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 范围内无海岛居民点。

2) 流动人口

厂址半径 5km 范围内无旅游风景区。

漳州核电厂厂址附近以农业、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主要以流出为主，且多以省内流动为主。

厂址半径 15km 范围内的旅游景点主要包括云霄县七星山风景区（位于厂址 NW 方位 15km 处）、云霄县金汤湾海水温泉度假区（位于厂址 WSW 方位 10km 处）和东山风动石景区（位于厂址 SSE 方位 12km 处）。

七星山风景区位于云霄县莆美镇马山村西北侧马径山麓，年接待游客约 5 万人次，其高峰期主要出现在夏季，日最高接待旅客约 1000 人。金汤湾海水温泉度假区位于云霄县陈岱镇岱南村附近，年接待游客数量约 30 万人次。东山风动石景区为国家 4A 级旅游区、省级风景名胜区，地处东山县铜陵镇，年接待游客约 15 万人次，其高峰期主要出现在夏季，日最高接待旅客约 4000 人。

3) 特殊人群分布

厂址半径 5km 范围内无监狱，厂址半径 5km 范围内共有 8 所幼儿园，主要分布在列屿镇和陈岱镇，距离厂址最近的幼儿园位于厂址 NW 方位约 2.5km 的油车村的梅山幼儿园，2012 年底共有学生 130 人，教职员工 4 人，该幼儿园同时也是厂址半径 5km 范围内规模最大的幼儿园。厂址半径 5km 范围内共有 6 所中、小学，教职工 176 人，学生 1435 人。厂址半径 5km 范围内只有 1 家敬老院，为位于厂址 W 方位约 3km 处的列屿镇养老院，目前入住的老人 20 人，服务人员 4 人。厂址半径 5km 范围内共有 1 家卫生院，位于厂址 WSW 方位 4km 处的列屿卫生院，2012 年底有床位 25 张，医务人员 35 人。

厂址近区范围人口较多，分布较分散，因此建议当地政府从现在起直至电厂寿期间，能严格按照《中华人民共和国放射性污染防治法》和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的有关规定，采取有效措施严格控制厂址半径 5km 规划限制区范围内的人口机械增长和城镇发展规模，使得厂址周围的人口分布条件不会对核电厂核应急状态下，实施应急响应行动带来不可克服的困难。因此厂址附近现有的流动人口和特殊人群的分布基本不会对应急计划的实施造成较大困难，但在应急计划制定过程中应给予专门考虑和安排。

6.4.3.2 掩蔽和撤离条件

1) 掩蔽条件

近年来随着当地经济的发展,城镇和农村居民的住房条件均有明显改善,密封性能和屏蔽性能良好的砖木结构和混凝土结构住房已基本普及,能基本满足应急掩蔽的要求。对于少数住房条件较差的居民,在制定应急计划实施细则时应对此作出适当的安排,有计划的将这些居民就近安置到其它具有掩蔽条件的场所内。

2) 撤离条件

厂址半径 15km 范围内交通便捷畅通,共有 5 条公路,分别为沈海高速公路 G15(沈阳—海口),最近距离位于厂址 W 方位 10.5km;国道 G324(漳浦—诏安),最近距离位于厂址 W 方位 11.0km;省道 S201(漳浦—诏安),最近距离位于厂址 WSW 方位 9.0km,现为二级公路;县道 X531(云陵—四都),最近距离位于厂址 WNW 方位 1.8km,现为三级公路,目前可以通过 X531 进入核电厂址;疏港公路(海峰—列屿),最近距离位于厂址 W 方位 2.8km,起点位于云陵开发区(莆美镇)大埔村,终点至列屿镇城内村,公路里程建设长度 11.5 公里,可与云霄县境内的 G324 国道连接。

厂址附近规划建设的公路为漳州沿海大通道。由于核电厂占用了既有云霄县道(X531),已进行改道,在厂址区域附近,将战备公路的改道与沿海大通道漳州核电段的建设合二为一,并兼顾疏港路的功能要求,技术指标按照一级公路双向六车道路。沿海大通道漳州核电段位于厂址西侧,采用隧道的形式穿过剑石岩山体,并与疏港公路相连通往云霄县城。目前沿海大通道漳州核电段已在建中,右线隧洞已贯通,整段道路计划于 2014 年 12 月建成。漳州核电厂出入口道路均与沿海大通道相接。漳州沿海大通道最近处距离厂址 NW 方位约 2km。

漳州核电厂根据现有道路及规划道路情况,厂外设置进厂道路和应急道路,见图 6.4-1,具体考虑如下:

进厂道路:

厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划),彼此相通,厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇处,长度约 1100m。

应急道路:

应急道路由厂区西南侧道路接出，与疏港公路一期相连，长度约 2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设，可满足核电厂应急交通要求。

漳州核电厂发生事故需撤离时，分别由进厂或应急道路撤离，通过疏港公路和沿海大通道(规划)向 NW 方位撤离至 G324 国道（漳浦—诏安）后，可继续向 NW 方位撤离至云霄县城。厂址附近的城内村、城外村、顶城村和宅坂村则可通过县道 531 连接至疏港公路撤离至云霄县。

此外，据云霄县不完全统计，云霄县境内可供调度的车辆包括 25 辆公交车辆、143 辆大型客车和 996 辆 7 座以上的小型客车，按现有车辆保守估算，单批次的运力可达 17000 人。厂址半径 5km 范围内共有 24639 人，因此只需 2 批次就可将厂址半径 5km 范围内的居民全部撤出计划撤离区。

综上所述，现有的交通条件可基本满足核事故应急撤离的要求。因此，漳州核电厂在核事故应急撤离方面不存在不可克服的困难。

6.4.3.3 其它环境条件

1) 医疗

厂址半径 15km 范围内医院和卫生院共有 8 家，共计床位 380 张，医务人员 425 人。其中位于厂址 WSW 方位 4km 处的列屿卫生院是与厂址的最近的医院，2012 年底有床位 25 张，医务人员 35 人，该院为厂址半径 5km 范围内唯一的一家卫生院。可以根据核电厂就近应急医疗的要求对该卫生院进行有针对性的加强和人员培训后，作为核电厂就近医疗后援单位。另外，位于厂址 SSE 方位约 12km 处的东山县中医院（2012 年底有床位 200 张，医务人员 270 人）为二级医院，医疗设施较好，该医院经过适当加强和医务人员进一步培训后，可以作为核电厂应急医疗的后援单位。

2) 通信

当地基本形成了较为完整的通讯网络，无线通讯系统、有线通讯系统、电视传播系统均比较完善，只需要根据核电厂应急计划的特殊要求作适当补充后即可完全满足核电厂对应急通讯系统的要求。

3) 外部人为事件

厂址半径 15km 范围内不存在会对核电厂构成潜在危害的外部人为事件。

4) 外部自然事件

厂址选择和工程设计中已对可能对核电厂构成潜在危害的外部自然事件进

行了考虑。但对于应急计划执行而言，需重视外部自然事件（如台风、龙卷风、暴雨、冰冻、大雾、海啸、地震及其并发灾难）发生时对道路运输、通讯、工农业生产等造成的破坏及由此造成的人员撤离的困难，因此在应急计划的制定过程中应对此给予充分考虑。

因此，厂址条件可以基本保证核电厂应急计划的安全实施。

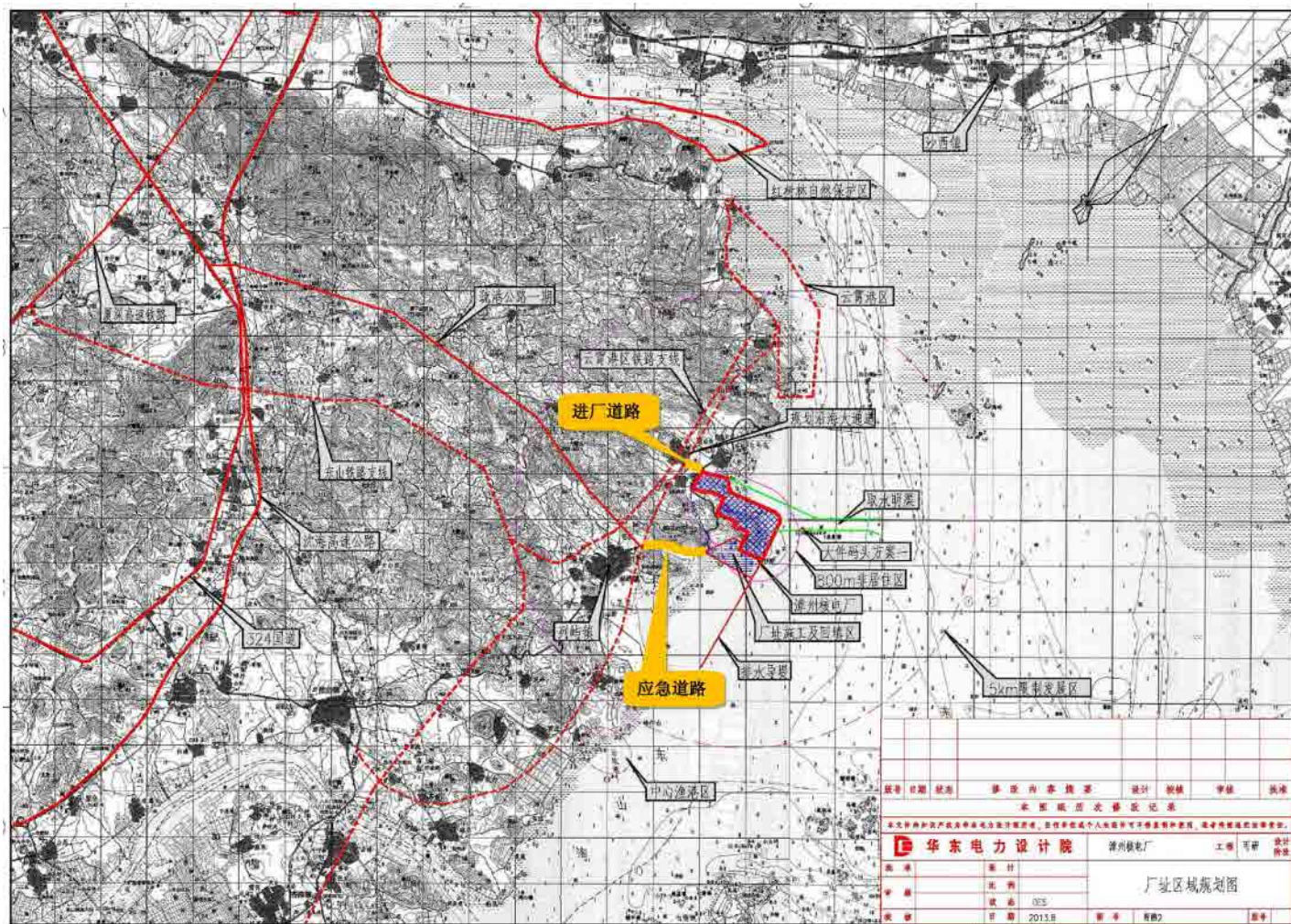


图 6.4-1 厂址进场道路和应急道路

第七章 流出物监测和环境监测

7.1 运行前环境监测设想

7.1.1 辐射环境现状监测

核电厂选址阶段环境影响评价的目的主要是论证厂址的适宜性。厂址区域环境的辐射环境本底监测资料见第二章 2.7 节的描述。厂址详细的辐射环境监测大纲将在建造阶段的环评报告中提供，监测结果将在运行阶段的环评报告中提供。

7.1.2 运行前辐射环境监测设想

运行前环境监测的目的是进一步确定漳州核电厂厂址环境放射性本底状况，并作为核电厂运行期间环境放射性辐射水平的对照基准，也为制定运行期间环境监测方案提供依据。本阶段环评报告中，主要介绍漳州核电厂拟在运行前两年开展的辐射环境监测的原则和初步设想，详细的辐射环境监测大纲将在后续阶段的环评报告中提供。

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，在核动力厂厂址首台机组首次装料前，营运单位必须完成环境本底辐射水平的调查，至少应获得最近两年的调查数据。同一厂址后续建造的机组应至少获得最近一年的辐射环境水平现状调查数据。

7.1.2.1 监测范围和布点原则

漳州核电厂厂址环境 γ 辐射的监测范围为厂址半径 50km，其余监测项目范围为厂址半径 20~30km，监测重点为厂址半径 10km 范围。海水的放射性监测主要是在厂址半径 15km 附近海域，重点是核电厂排水口周围海域。

在环境监测布点时，除了满足所取样品和监测数据的代表性外，取样点和监测点还应避开核电厂施工和建设场地，并与运行期间环境监测的取样点和监测点的位置尽量一致，以保证核电厂运行前、后监测数据的可比性。

7.1.2.2 监测内容

监测内容包括环境 γ 辐射水平和主要环境介质中重要放射性核素的比活度，具体见表 7.1-1。主要内容有：

— 环境 γ 辐射水平，包括：

- γ 累积剂量
- 环境贯穿辐射

— 陆地环境放射性本底水平，包括：

- 气溶胶、气体
- 沉降物
- 土壤、岸边沉积物、底泥
- 降水、地表水、饮用水和地下水
- 陆生生物

— 海域环境放射性本底水平，包括：

- 海水
- 海底泥、海滩土
- 海洋生物

7.1.2.3 采样和监测频度

各种环境介质样品的采样和监测频度主要根据各种介质的具体情况来确定。例如生物的生长期和收获期、厂址临近海域中水产品的鱼汛期以及核电厂周围环境各种变化。

7.1.2.4 监测方法

— 环境 γ 辐射测量方法

- 累积照射量： 热释光剂量仪；
- 瞬时测量： 便携式 γ 剂量率仪；
- 连续测量： 固定点连续测量。

— 物理分析测量法

- γ 谱分析法： 低本底 γ 谱仪；
- 总 β （或总 α ）： 流气式正比计数器和 α 、 β 低本底计数装置；
- ^3H 、 ^{14}C 测量： 液体闪烁测量装置。

— 化学分析方法

- ^{90}Sr 分析测量： HDEHP 萃取色层法；
- ^{137}Cs 分析测量： 磷钼酸铵-碘铯酸铯沉淀法。

表 7.1-1 运行前辐射环境监测要素和监测项目

监测对象		监测项目
空气 γ 辐射	γ 辐射剂量率	γ 辐射空气吸收剂量率
	环境 γ 累积剂量	TLD
	γ 辐射连续监测	连续获取 1 年监测数据
陆地 介质	空气	气碘
		^{131}I
		气溶胶
		γ 核素、总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs
		沉降物
	水	γ 核素、总 α 、总 β 、 ^{90}Sr
		空气 ^3H
		^3H
		空气 ^{14}C
		^{14}C
	土壤	降水
		^3H
		地表水
		总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 γ 核素
	土壤	饮用水
		地下水
		总 α 、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 γ 核素
	土壤	土壤
		岸边沉积物
		底泥
	γ 核素、 ^{90}Sr	
	植物	
	γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{90}Sr	
	动物	
	γ 核素、 ^{90}Sr	
	陆生指示生物	
	γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{90}Sr	
	农畜产品	牛奶
		^{131}I
	农畜产品	干牧草
		γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{90}Sr
海洋介质	海水	
	γ 核素、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^3H 、 ^{40}K	
	海底泥	
	γ 核素、 ^{90}Sr	
	海滩土	
	γ 核素、 ^{90}Sr	
	海洋生物	
	γ 核素、总 β 、 ^{90}Sr 、 ^3H	
	海洋指示生物	
	γ 核素、 ^{90}Sr 、自由水氚、有机氚、总 β	

7.2 运行期间的环境监测方案设想

漳州核电厂运行期间的环境监测包括正常运行时的常规监测和事故时的应急监测。本节简要概述漳州核电厂运行期间的环境监测方案初步设想，详细的环境监测方案将在漳州核电厂后续阶段的环境影响评价中给出。

漳州核电厂运行期间环境监测方案的制定要依据监测对象的特点以及运行前的辐射环境本底监测所取得的资料而定。漳州核电厂必须设立自身的环境辐射监测机构来进行环境辐射监测。

7.2.1 监测目的

漳州核电厂运行期间的环境监测方案按以下的监测目的而定：

- 评价核电厂对放射性物质包容和排放控制的有效性；
- 测定环境介质中放射性核素浓度或辐射水平的变化；
- 为评价环境辐射安全和估算公众剂量提供依据；
- 为发现未知的照射途径和确定放射性核素在环境中的传输模型提供依据；
- 出现事故排放时，保持能快速估计环境污染状态的能力；
- 鉴别由其它来源引起的污染；
- 证明是否满足限制向环境排放放射性物质的规定和要求。

7.2.2 监测范围和布点原则

漳州核电厂运行期间的辐射环境监测范围为：环境 γ 辐射水平的监测范围为厂址半径 20km，其余项目的监测范围为厂址半径 10km。

漳州核电厂运行期间的环境放射性监测布点原则基本与运行前监测布点原则相同。其中，海域环境的放射性监测，重点在厂址排水口附近。

运行期间监测重点是：

- 关键居民组居住区域；
- 常年主导风向下风向侧厂区边界附近居民点以及敏感区域；
- 年平均最大剂量点及浓度点；
- 排放水渠及其附近水域；
- 尽可能与辐射环境本底监测时的监测布点一致。

7.2.3 监测内容

1) 环境 γ 辐射水平的监测

— 环境 γ 连续监测

核电厂运行期间周围的环境 γ 辐射实时监测必须是连续的, 采用专门的统计涨落方法, 测量 γ 辐射性烟羽在环境中产生的空气吸收剂量率。固定监测点位置的选择, 通常采用扇形布点法, 即以反应堆为中心, 按不同方位分成若干扇形区, 再考虑关键居民组的位置、厂址边界、常年主导风向下风向侧人口密集居民点以及敏感地区位置等因素在不同扇区中布置监测点。

— 累积剂量 TLD 测量

由于累积剂量测量装置 (例如 TLD) 简单易行, 其布点数量比实时监测系统的监测点要多得多, 可作为实时监测系统的一种补充。

2) 环境介质放射性监测

环境介质采样、分析和测量方法大体上与运行前的环境本底监测相同, 随着运行期间环境监测资料的积累和对环境的逐步了解, 按照最优化原则, 可以适当增减监测项目和频度。

3) 气象观测

核电厂运行期间气象观测的任务是:

- 为确定短期或长期常规放射性释放对环境的实际影响提供所需的气象资料;
- 当发生事故时提供实时气象参数, 使工作人员采取最适当的防护措施;
- 为制定和实施应急计划提供气象资料。

气象观测项目包括: 厂址处 10m 和烟囱释放高度位置的风向、风速和温度, 地面处的降水、湿度、气压和太阳辐射等。

漳州核电厂将在厂址区域设立气象铁塔和厂址专用地面气象站, 为核电厂运行提供气象数据。

4) 应急监测

核电厂事故工况下的环境应急监测是环境监测的组成部分, 它具有快速反应和机动灵活的能力, 应急监测方案中考虑了如下要求:

- 厂址半径 5~10km 范围内的环境 γ 辐射监测系统固定式 γ 辐射监测站应具备应急条件下进行连续监测的能力, 并且具有足够大的量程, 以适应应急

监测的要求；

- 环境实验室配备应急条件下使用的测量仪表、取样和分析器材、环境监测车和取样车等，以监测事故工况下环境介质的放射性水平；

- 快速测量事故工况下放射性释放对环境造成的污染范围和污染程度。

为使应急监测数据及时传送至漳州核电厂一期工程应急指挥中心和场外应急指挥中心，将配备无线传输所需的通讯设施。

配备必要的应急监测车，作为可移动的应急监测设施。

5) 海水非放环境监测

漳州核电厂产生的非放射性废水经处理满足排放要求后通过排放口排入厂址附近海域。为了评估排水中含有的非放射性化学物质对附近海域环境的潜在影响，在电厂排放口附近及部分环境敏感点进行非放射性物质的监测。

7.3 运行期间流出物监测的方案设想

漳州核电厂运行期间的流出物监测和排放控制是防止环境污染措施的重要组成部分。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。本节简要介绍漳州核电厂运行期间放射性流出物监测方案初步设想，详细的流出物监测方案将在漳州核电厂后续阶段的环境影响评价中给出。

7.3.1 监测目的

漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 压水堆核电机组产生的放射性流出物是对周围环境造成影响的重要因素之一，放射性流出物的监测和排放控制是减少对环境造成影响的重要措施。流出物监测的目的是：

- 测量流出物中放射性物质的种类和数量，为判断核电厂放射性流出物排放是否遵守管理限值或运行限值提供依据；
- 为评价环境质量、估算公众受照射剂量提供源项数据；
- 为判断三废处理系统和排放系统工作是否正常提供依据；
- 迅速发现和鉴别非计划排放的性质和规模；
- 给出是否启动报警系统的信息。

7.3.2 监测内容

7.3.2.1 气载放射性流出物监测

漳州核电厂一期工程 4 台国产化 AP1000 压水堆核电机组产生的气载放射性

流出物由电厂烟囱集中排放。气载放射性流出物监测的内容包括：放射性惰性气体监测、放射性碘监测、气溶胶监测、总氡和 ^{14}C 取样监测。

在正常运行和事故工况下，电厂烟囱辐射监测仪在覆盖正常和事故量程范围内对通过电厂烟囱向外排放的放射性气体进行连续测量，当放射性活度浓度达到预置阈值时，触发主控制室警报。该监测仪同时具备对气溶胶、碘和惰性气体取样的功能。对于总氡和 ^{14}C ，采用连续取样、样品定期在实验室分析测量的方法进行监测。

气载放射性流出物监测中，通常只对核电厂排放的一些放射性核素混合物和特定核素进行常规监测。此外，还定期地对流出物中所有放射性核素及其组成进行详细分析。

7.3.2.2 液态放射性流出物监测

《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》（GB14587-2011）中明确要求：核电厂放射性液态流出物向环境排放应采用槽式排放，应对核电厂放射性液态流出物进行取样监测和在线连续监测。

漳州核电厂一期工程4台国产化AP1000压水堆核电机组产生的液态放射性流出物排放前，要对废液贮存罐内的排放废水进行取样，并在核电厂实验室内进行测量，测量项目包括：总 γ 、 ^3H 、 ^{14}C 和 γ 能谱分析等。测量的结果用以确定排放的放射性水平和排放速率。在排放期间要用液体辐射监测仪进行连续监测，当液态放射性流出物的放射性浓度高于排放标准时，应能关闭排放阀门，打开返回阀，使之重新返回到放射性液体废物处理系统作进一步处理。

7.3.2.3 固体放射性废物监测

漳州核电厂一期工程运行期间的固体放射性废物监测的目的和内容有：

- 用放射性监测仪对废树脂槽、废液浓缩液槽进行监测，为选用废物桶类型、分装方法和安全运输提供依据；
- 用便携式表面污染监测仪和便携式 γ 监测仪对各种固体放射性废物桶表面剂量率进行测量，用以判断废物桶是否符合运输标准；
- 用固定式区域 γ 辐射监测仪对固体放射性废物暂存站的 γ 剂量率进行监测，为判断放射工作人员的辐射安全提供依据。

7.4 运行期间非放射性环境监测的方案设想

7.4.1 监测目的

1) 反映本工程运行期间的噪声、电磁辐射的影响以及非放射性流出物的排放情况;

2) 判断本工程运行期间除放射性废物处理设施外的其它处理设施[如生产废水系统(WWS)等]是否正常运行。

7.4.2 监测内容

7.4.2.1 液态非放污染物排放监测

对本工程排放的非放射性液态流出物开展常规监测。非放射性液态流出物监测包括排水口温度、水质理化参数、核电厂可能排放的化学物质的取样测量分析和生活污水排放前取样监测等,具体如下:

1) 循环冷却水、生产废水排放监测

监测点位为电厂循环水取、排水口。监测项目包括:硼、油类、铁、硫酸盐、锂、镍、钠、阴离子洗涤剂、溶解氧、六价铬、总铬、余氯、电导率、pH值、正磷酸盐、联氨、氨氮。

2) 生活污水排放监测

电厂对收集的雨水和生活污水采取雨污合流的排放方式。在生活污水处理设施进水口和生活污水排出口分别设置为生活污水监测点。监测项目包括悬浮物、COD、BOD₅、动植物油、排水量。

7.4.2.2 噪声监测

本工程运行期间的噪声监测点设置于本工程厂界四周。监测项目包括昼间等效声级 L_d 、夜间等效声级 L_n 、最大A声级 L_{max} 和累积百分声级 L_N (L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90})。

7.4.2.3 电磁辐射监测

本工程运行期间的电磁辐射监测点设置于本工程厂界四周以及开关站附近。监测项目包括工频电磁场的电场强度、磁场强度和无线电干扰值。

7.4.2.4 温排水监测

本工程运行期间,电厂的循环冷却水系统产生的温排水将造成厂址附近海域海水的温度升高,同时也会对周围的海洋生物造成一定影响。因此进行监测的主要目的是监测核电厂的温排水影响范围和程度以及评估核电厂的温排水排放对

厂址临近海域生态的影响。监测点的点位布置在核电厂循环水系统的取水口及排水口（取水口为对照点），排水口周围温度测点的点位布置可参照厂址温排水的数、物模结果进行布设。

7.5 质量保证计划

为了保证流出物监测和环境监测结果达到足够的可信度，确保获取的数据有效性和可靠性，必须按《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）和地方环境保护部门要求进行质量控制和质量管理工作。

7.5.1 质量控制

7.5.1.1 建立质量保证体系

对于流出物监测和环境监测应成立由部门负责人为首的质保小组，其任务是：

- 针对各项监测任务制定管理规程；
- 对监测工作全过程（样品采集、运输和贮存、样品处理、分析和测量、数据处理等）实行质量控制；
- 通过与外部权威实验室样品监测比对，实施有效的质量监督，实现计量标准的可追溯性，保证测量结果的准确性；
- 对监测工作进行质量检查和评估。

7.5.1.2 样品采集、运输和贮存中的质量控制

样品采集、运输和贮存中的质量控制目的在于采集到具有代表性的样品，并保持放射性核素在样品处理之前的原始浓度。为此应该准确地测定样品的质量、体积或流量，其误差一般控制在 $\pm 10\%$ 以内。为了确定采样的不确定度，应该定期采集平行的瞬时样品。各类常规样品应妥善保存，直至得出最终分析结论。

7.5.1.3 样品处理、分析测量中的质量控制

样品的预处理和分析测量均采用标准的方法，或者经过鉴定和验证过的方法。操作人员应严格按照操作程序操作，防止样品间的交叉污染。为了确定分析测量过程中产生的不确定度，应该分析测量质量控制样品。为了发现和确定环境实验室分析测量系统的不确定性，必须参加本地区和国家组织的实验室之间的分析对比，对存在的系统误差查明原因，并采取校正措施。分析测量装置的性能应定期进行检定、校准和检验，所使用的标准源应定期进行标定。

7.5.1.4 数据处理中的质量控制

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。数据处理尽量采用标准方法，减少处理过程中产生的误差。对于偏离正常值的异常结果应及时向技术负责人报告，并在自己的职责范围内进行核查。监测数据的正式上报或使用，必须经有关技术负责人签发。

7.5.2 质量管理

质量管理涉及到组织管理、人员资格和培训以及核查。

7.5.2.1 组织管理

建立合适的辐射监测机构并实施管理是流出物和环境监测质量保证的重要因素。对管理和实施质量计划的人员设置及其职责、权力应有明确规定。

7.5.2.2 人员资格和培训

监测结果准确度与工作人员的经验、知识和技术水平有关，因此，制定了下列措施：

- 从事环境监测的人员必须具有大学及以上的文化程度以及核电站环境监测专业知识和工作能力；
- 对从事环境监测的所有人员进行上岗前培训。按照人员所在岗位，要求分别熟悉有关采样、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。

第八章 厂址筛选

8.1 选址过程

8.1.1 厂址踏勘调查阶段

受业主委托，福建省电力勘测设计院按规划 $6\times 1000\text{MWe}$ 级核电机开展厂址初选工作，厂址初选范围在漳州市辖的沿海地区。选址任务主要根据核电站厂址选择基本程序和要求，着重就电力系统、场地条件、水文、气象、水源、工程地质、地震地质、人口分布、环境保护等建厂条件踏勘调查漳州市沿海区域可能建厂的厂址，并进行分析，提出候选厂址，为项目的后续工作提供依据。

《国电福建漳州核电站厂址踏勘调查报告(送审稿)》中共提出 5 个可能厂址，分别是漳浦县将军澳、漳浦县整美厂址、云霄县刺仔尾、云霄县湖垵、诏安县峰歧厂址。

2007 年 6 月 4 日至 5 日，中国国电集团有限公司在漳州市组织召开了由福建省电力勘测设计院编制的《国电福建漳州核电站厂址踏勘调查报告(送审稿)》的咨询会。

漳浦县整美厂址由于距离厦门市直线距离为 32km，专家咨询会意见不推荐作为候选厂址进入下一阶段工作

8.1.2 厂址查勘阶段

2007 年 6 月 21 日，中国国电集团公司《关于委托开展国电福建漳州核电站初步可行性研究工作的函》明确华东电力设计院为主体设计院，福建省电力勘测设计院为配合设计院，开展国电福建漳州核电站厂址选择和初步可行性研究设计工作。

厂址查勘阶段在原《国电福建漳州核电站厂址踏勘调查报告(送审稿)》的基础上，对漳浦县将军澳、云霄县刺仔尾、云霄县湖垵、诏安县峰歧厂址等 4 个可能厂址进行了建厂条件调查研究，并对地震、地质、环保等可能颠覆性因素均由业主委托进行专题研究。《厂址查勘报告》采用了上述专题的中间成果。

2007 年 8 月 24 日至 25 日，受国电漳州核电项目筹建处的委托，电力规划设计总院在福建省漳州市召开国电漳州核电厂厂址预评审会。评审会认为云霄刺仔尾厂址具备继续开展工作的条件，湖垵厂址在调整位置、避开上游漳江口红树林

国家级自然保护区后，可作为候选厂址。同时，根据东山湾水域条件，提请提前进行电厂温排水数学模型试验，以评价电厂取排水条件及温排放对区域环境影响。

2007年8月25日至26日，设计院同业主一起在东山湾沿岸、湖坵厂址下游至刺仔尾厂址之间、距离刺仔尾厂址约5km的区域内，补选了新的厂址。

新厂址为“云霄长洋厂址”。

8.1.3 初步可行性研究阶段

以云霄刺仔尾厂址和云霄长洋厂址作为候选厂址，按照核电厂初可阶段设计深度要求，结合国家或行业颁发的有关核电厂选址(地质地震、水文气象、人口分布、外部人为事件等方面)的核安全导则的要求，对厂址围绕技术可行、安全可靠、环境相容、经济合理等方面进行分析、论证和建厂条件比较，提出优先候选厂址进入下一阶段。

漳州核电厂初步可行性研究报告采用或引用了初可阶段9个已评审专题报告的成果，并结合《国电漳州核电厂工程初步可行性研究温排水及低放废液数模计算专题报告》中间成果对厂址环境相容性进行分析、研究并提出工作建议。

2008年5月15日至16日，电力规划设计总院和华东电网有限公司在福建省云霄县联合主持召开了国电漳州核电厂工程初步可行性研究报告审查会。

审查会形成了厂址推荐意见如下：

对于采用AP1000堆型，刺仔尾厂址和长洋厂址基本具备建设6台核电机组的条件。

经对接入系统、厂址场地、交通运输、地质与地震、工程水文、取排水条件、环境与安全、工程投资与经济评价等因素初步分析，综合考虑，原则同意设计单位提出的《国电漳州核电厂工程初步可行性研究报告》的结论，推荐刺仔尾厂址作为本工程优先候选厂址，长洋厂址作为备选厂址。

8.1.4 可行性研究阶段

受业主委托，上海核工程研究设计院负责编制《国电漳州核电厂一期工程环境影响报告书》（选址阶段）。2008年～2013年开展的可研工作期间，与环境影响评价相关的专项研究包括：

- 气象观测
- 大气扩散特性试验研究
- 常规气象、极端气象和工程气象参数
- 海洋水质、生态调查
- 厂址环境辐射（噪声）本底调查
- 厂址非放射性环境本底监测
- 海洋放射性环境本底调查
- 厂址环境概况调查
- 厂址人口、食谱及生活习惯
- 温排水\低放废水排放数模和物模
- 水土保持报告编制
- 公众参与

8.2 厂址条件分析

刺仔尾厂址和长洋厂址的厂址比选见表 8.2-1，通过多方面比选，最终确定刺仔尾为优选厂址。下文对本工程的现有厂址条件作进一步分析。

8.2.1 人口分布

漳州核电厂厂址半径 80km 范围内截止到 2012 年底的常住总人口数为 5194179 人。按评价区面积计算，2012 年平均人口密度为 258 人/km²，低于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²；按评价区的陆域面积（约占 50%）计算，则平均人口密度为 517 人/km²，高于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²。

厂址半径 5km 范围内的居民点有 18 个，涉及列屿镇的 16 个自然村和陈岱镇的 2 个自然村。距离厂址最近的居民点为列屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。厂址半径 5km 范围内共有 10 个千人以上村镇，最大的村镇为位于厂址 WSW 方位 3.8km 处列屿镇的山前村，2012 年底有常住人口 3613 人。厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇，但值得关注的是崙屿镇镇区所辖的城内村、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 个村庄的人口累计总数已接近万人（9280 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 15km 范围内共有 91 个千人以上的行政村，共有 285804 人。距离厂址最近的千人以上村镇为云霄县烈屿镇的人家村，位于厂址 NNW 方位 1.8km 处，2012 年底有常住人口 1337 人。

厂址半径 15km 范围内共有 2 个万人以上的城镇，分别为位于厂址 WSW 方位 9.4~10.2km 的陈岱镇镇区和位于厂址 S~SSE 方位 9.5~11.5km 的东山县铜陵镇镇区。陈岱镇镇区 2012 年底共有人口 11997 人，包含有岱北村、岱南村、岱东村和岱山村 4 个村庄；铜陵镇镇区 2012 年底共有人口 52352 人，包含有公园街道、顶街街道、下田街道、码头街道、桥雅街道、演武街道、大沃街道、文峰街道、铜亭街道、桂花街道、铜兴村和苏峰街道等 12 个居民点，该城镇也是厂址半径 15km 规模最大的城镇。厂址半径 15km 范围内无十万人以上城镇。

厂址半径 80km 范围内无百万人以上的大城市。

根据国家核安全导则《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）附录 I.2 表推荐的人口密度法，参照福建省 2012 年平均人口密度 302 人/km²，以此人口密度作为评价基准人口密度，对厂址进行人口分布分类，厂址环形地带评价：0~2km、10~20km 为 II 类厂址，2~5km 为 III 类厂址，5~10km 为 I 类厂址。扇形地带评价：基本上为 II 类厂址。

综上所述，漳州核电厂厂址周围人口分布符合福建省 II~III 类厂址条件，厂址的人口分布现状能基本满足核电厂的厂址条件。

8.2.2 工业

厂址半径 15km 范围内共有 55 家规模企业，工业类型包括光电、食品加工制造、机械电器、建材、印刷、造纸及纸制品、纺织服装及皮革制品业以及石化化工等，规模最大的企业为位于厂址 WNW 方位 13~15km 云陵工业开发区内的福建太尔电子科技有限公司，主要产品为手机和电声元件，共有职工人数约 6000 人，年产量 100 万台组装手机和 5000 万件电声器件；其次为位于厂址 WNW 方位 6km 的福建十八重工股份有限公司（位于云霄临港工业集中区内），主要产品为钢铁制造，年产量 6~8 万吨，共有职工人数约 5000 人。

厂址半径 5km 范围内共有 3 家规模企业（均位于云霄县的列屿镇内），分别为位于厂址 WSW 方位 3km 处城外村的云霄县集华冷冻有限公司（主要产品为水产速冻，年产值约 650 万，职工人数约 30 人）、位于厂址 NNW 方位 3km 处

人家村的云霄县漳发网具织造有限公司（主要产品为渔具网具，年产值约 750 万，职工人数约 90 人）和位于厂址 W 方位 3km 处城内村的云霄县胜裕制衣有限公司（主要产品为服装，年产值 800 万，职工人数约 100 人），上述 3 家企业在正常作业中对漳州核电工程基本无影响。

厂址半径 15km 范围内无具有开采价值的采矿点。

从厂址周围的工业分布情况来看，厂址半径 15km 范围内现有的工厂的生产活动均不会影响电厂建设的安全运行。

8.2.3 交通

厂址半径 15km 范围内主要涉及 5 条公路，具体如下：

沈海高速公路 G15，沈阳—海口，最近距离位于厂址 W 方位 10.5km，路面宽度 24.5 米，在云霄县设有常山及船场两个互通口。

国道 G324，漳浦—诏安，最近距离位于厂址 W 方位 11.0km，从云霄县城南北通过，为二级公路，路基宽度 23 米。

省道 S201，漳浦—诏安，最近距离位于厂址 WSW 方位 9.0km，现为二级公路，现状路宽 15 米。

县道 X531，云陵—四都，最近距离位于厂址 WNW 方位 1.8km，该线为三级公路，路基宽 8.5m。目前可以通过 X531 进入核电厂址。

疏港公路，海峰—岚屿，最近距离位于厂址 W 方位 2.8km，起点位于云陵开发区（莆美镇）大埔村，终点至岚屿镇城内村，公路里程建设长度 11.5 公里，可与云霄县境内的 G324 国道连接，路基设计宽度 23 米，路面结构设计为宽度 15 米，双向四车道的水泥混凝土路面。

厂址 15km 范围内有 1 条铁路，厦门—深圳铁路漳州段（长约 135.4km），厦深铁路离厂址最近处为厂址 NW 方位 15km。自鹰厦线的漳州站接出，经龙海、漳浦、云霄、诏安至广东汕头，同广东铁路网连接。该铁路为 I 级铁路干线，正线数目为双数，旅客列车设计行车速度达 200km/小时，现已通车。

厂址 15km 范围内涉及东山湾海域内中的云霄港区、古雷港区和东山港区。云霄港区位于东山湾西侧青径至拖尾湾，水域范围为云霄行政辖区范围内包括漳江出海口两岸的海域，由青径作业区和礁美、东坑、船场等作业点组成，以服务周边地区经济和临港工业开发为主的地区性港区。目前云霄港区除了已建成的 2

个位于漳江口的陆岛交通码头外，其余尚处于自然状态。古雷港区主要服务大型临港石化产业园，以石油化工运输为主的工业大型深水港区。位于厂址 15km 范围内的为古雷半岛西侧的古雷作业区，现已建有南 1#5 万吨级（兼靠 10 万吨）石油化工泊位、南 13#力通滚装码头、南 14#明达建材综合码头。目前该作业区范围位于厂址 SE 方位约 10~13km。东山港区位于东山湾西侧，包括城垵、铜陵、冬古作业区，现有生产性泊位 12 个，均为 5000 吨级以下小泊位，位于厂址 15km 范围内的为城垵-铜陵作业区。该作业区位于东山半岛的铜陵台轮码头至其尾，岸线长 8.68 公里，已建有旗滨 5#泊位、铜陵台轮码头、硅砂码头和铜陵化工码头及大东液体化工码头。该作业区位于厂址 S~SSE 方位约 7~10km。

厂址附近的东山湾航运现阶段并不发达，没有固定的水上航线，以小吨位的渔船在湾内活动为主，其吨位主要以 200 吨为主。厂址 15km 范围内的现有航线为东山湾内的古雷航道和城垵航道。古雷航道从古雷头南外侧约 7.5km 的湾口外海域至古雷作业区南 1#泊位（5 万吨级兼靠 10 万吨石油化工泊位），总航程约 8.45km，航道底标高-16.5m，宽度 400m，可满足 10 万吨级油船双向不乘潮通航要求。城垵航道自东山湾湾口起，至城垵作业区前沿，目前为天然航道，可满足 5000 吨级散货船乘潮通航要求。城垵航道最近处位于厂址 S 方位约 7.5km，古雷航道最近处位于厂址 SE 方位约 13.5km。

厂址半径 16km 范围内无民用飞机场，厂址半径 4km 范围内无民用航空线通过，距离厂址最近的航线为 H21 航线，该航线的地面投影距离厂址约 19km。

8.2.4 文化设施

厂址半径 15km 范围内无监狱分布。厂址半径 5km 范围内共有 8 所幼儿园，主要分布在列屿镇和陈岱镇，距离厂址最近的幼儿园位于厂址 NW 方位约 2.5km 的油车村的梅山幼儿园，2012 年底共有学生 130 人，教职员工 4 人，该幼儿园同时也是厂址半径 5km 范围内规模最大的幼儿园。厂址半径 5km 范围内共有 6 所中、小学，教职工 176 人，学生 1435 人，厂址半径 15km 范围内共有 81 所中、小学，教职工 2272 人，学生 31647 人。厂址半径 15km 范围内规模最大的学校为位于厂址 NNE 方位 11.5km 漳浦县沙西镇的沙西中学，2012 年底共有学生 1748 人，教职员工 107 人。距离厂址最近的学校为位于厂址 NW 方位 2.5km 处的列屿镇油车村的梅山小学，2012 年底共有学生 310 人，教职员工 38 人。厂址半径

15km 范围内无大专以上学校。厂址半径 15km 范围内有 4 家敬老院（2 家在建），2012 年底共有床位数 80 张，服务人员 8 人。2 家在建的养老院分别为位于厂址 W 方位 13km 的常山华侨农场敬老院和位于厂址 S 方位 11km 的东山县养老院，规划的床位数均为 50 张。厂址半径 5km 范围内只有 1 家敬老院，为位于厂址 W 方位约 3km 处的列屿镇养老院，目前入住的老人 20 人，服务人员 4 人。厂址半径 15km 范围内医院和卫生院共有 8 家，共计床位 380 张，医务人员 425 人。其中位于厂址 WSW 方位 4km 处的列屿卫生院是与厂址的最近的医院，2012 年底有床位 25 张，医务人员 35 人，该院为厂址半径 5km 范围内唯一的一家卫生院。可以根据核电厂就近应急医疗的要求对该卫生院进行有针对性的加强和人员培训后，作为核电厂就近医疗后援单位。另外，位于厂址 SSE 方位约 12km 处的东山县中医院（2012 年底有床位 200 张，医务人员 270 人）为二级医院，医疗设施较好，该医院经过适当加强和医务人员进一步培训后，可以作为核电厂应急医疗的后援单位。

厂址半径 15km 范围内省级以上文物保护单位共有 6 家，其中省级 4 家，国家级 2 家。距离厂址最近的省级以上文物保护单位为位于厂址 N 方位 7.5km 处的石矾塔，为省级文物保护单位。厂址半径 15km 范围内的 2 家国家级文物保护单位为位于厂址 SSE 方位 11km 的东山关帝庙，该文物保护单位位于东山县铜陵镇公园街风动石景区内；另外一家为位于厂址 SSE 方位 11.5km 处的东山戍守台湾将士墓群。

厂址 15km 范围内有国家级自然保护区一个，为福建漳江口红树林国家级自然保护区，位于厂址 NW~N 方位，保护区核心区距厂址最近距离约 9.7km，缓冲区距厂址最近距离约 9.4km，实验区距厂址最近距离约 7.8km；省级自然保护区一个，为福建东山珊瑚礁省级自然保护区，位于厂址 SE~S 方位，保护区核心区距厂址最近距离约 10.5km，缓冲区距厂址约 10km，实验区距厂址最近距离约为 9.5km。

8.2.5 潜在的外部人为事件

厂址半径 4km 范围内没有航线或起落通道，厂址半径 16km 范围内没有机场分布。

通过厂址的外部人为事件的危险性分析，厂址附近存在的可能外部人为事件

均不会影响核电厂的安全运行。

8.2.6 大气弥散条件

就大气弥散条件而言，厂址静风频率低，平均风速大，大气弥散条件优越。

8.2.7 水弥散条件

刺仔尾厂址位于东山湾，是一个半封闭的海湾，该海区的潮汐属于不规则半日潮类型，温排水分布将随潮流涨落运动呈现明显的涨落特征。厂址位于湾口，水力弥散条件相对较好。

8.2.8 淡水水源

项目取水水源地峰头水库是一座多年调节的大型水库，控制流域面积 333km^2 ，多年平均径流量 3.72 亿 m^3 ，折合流量 $11.8\text{m}^3/\text{s}$ ，97%设计频率径流量为 2.24 亿 m^3 。根据时历法长系列调节计算结果，峰头水库水量在满足灌溉、生活、古雷开发区、生态等各方面用水外，尚有较富余的水量，能满足核电用水需求。

项目取水口设置在峰头水库坝头，现状水质为地表水 II 类，预测 2020 年来水水质在设计条件下，仍能达到水功能区 II 类水质目标，且取水不影响下游河道水功能区划目标，本项目取水水源的水质是安全和可靠的。另外，本工程将采用水处理设施，对此水质进行进一步处理，可以保证核电建设期间和运行期间的用水水质要求。

8.2.9 地质地震

根据确定性方法和概率性方法计算结果得到的厂址 SL-2 级设计基准地面运动基岩水平向、竖直向峰值加速度值分别为 0.30g 、 0.20g 。厂址地震基本烈度为 VII 度。

厂址位于区域地壳较稳定区内。厂址区不存在地震导致的地表断层破裂、砂土液化、软土震陷、地面塌陷、地震滑坡、崩塌等地震地质灾害；也不存在第四纪火山活动、诱发地震、湖涌和地震海啸等地震次生灾害。

8.2.10 选址假想事故的辐射影响

采用国产化 AP1000 压水堆核电机组的选址假想事故源项进行电厂事故后果的计算和评价。计算结果表明,在发生选址假想事故时,漳州核电厂厂址所致公众个人和集体有效剂量符合《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)对选址假想事故工况下的剂量限值要求,漳州核电厂厂址拟设置的非居住区边界和规划限制区边界是适宜的。

8.2.11 实施应急计划的可行性

漳州核电厂厂址半径 5km 范围内现有居民 24639 人,主要分布在 WSW 和 NW 方位。该区域范围内的人口分布特征有利于应急行动中组织执行撤离、发放碘片、隐蔽等应急措施。

漳州核电厂厂址半径 5km 范围内没有应急事故中难以撤离的人群,厂址周围的工业及社会活动不会对应急计划的实施造成困难。厂址附近的卫生院及医院经过适当加强和医务人员进一步培训后,可以作为核电厂应急医疗的后援设施。

漳州核电厂厂址所在区域附近交通发达。可基本满足应急撤离时对厂址附近居民的及时疏散。

漳州核电厂根据现有道路及规划道路情况,厂外设置进厂道路和应急道路具体考虑如下:

进厂道路:

厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划),彼此相通,厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇处,长度约 1100m。

应急道路:

应急道路由厂区西南侧道路接出,与疏港公路一期相连,长度约 2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设,可满足核电厂应急交通要求。

漳州核电厂发生事故需撤离时,分别由进厂或应急道路撤离,通过疏港公路和沿海大通道(规划)向 NW 方位撤离至 G324 国道(漳浦—诏安)后,可继续向 NW 方位撤离至云霄县城。厂址附近的城内村、城外村、顶城村和宅坂村则可通过县道 531 连接至疏港公路撤离至云霄县。

综上所述,从厂址周围的人口分布特征、土地利用情况和应急道路设置情况等方面分析,认为漳州核电工程周围具有良好的应急撤离、疏散和运输条件,不

存在不可克服的实施场外应急计划的困难。

表 8.2-1 厂址比选对比表

项目	刺仔尾厂址	长洋厂址	比较意见
1 地理位置	刺仔尾厂址位于云霄县岭屿镇刺仔尾。西南距岭屿镇约 2.8km，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。	长洋厂址位于云霄县东厦镇长洋村。西北距云霄县城约 18km，距东厦镇约 11km；南距岭屿镇约 6.5km，东北距漳浦县沙西镇约 5.5km；到东北方位的厦门直线距离约 82km，距漳州市约 70km。	二厂址相当
2 人口分布			刺仔尾厂址
2.1 80km 半径范围内总人口数（人）	5194179	5490250	近区人口密度（0~2km）
2.2 人口密度（人/km ² ）			优于长洋厂址，从人口分布上看，刺仔尾厂址略优于长洋厂址。
➤ 半径 2km 人口密度	196	303	
➤ 半径 5km 人口密度	314	287	
➤ 半径 20km 人口密度	440	520	
➤ 半径 80km 人口密度	258	273	
2.3 人口分布类别			
➤ 5km 半径范围内	II~III	II~III	
➤ 5~20km 半径范围内	I~II	II~III	
3 工业设施	刺仔尾厂址和长洋厂址 15km 半径范围内大部分属乡村地区，工业较少，无大中型		两厂址相当

项目	刺仔尾厂址	长洋厂址	比较意见
	企业，主要光电、食品加工制造、机械电器、建材、印刷、造纸及纸制品、纺织服装及皮革制品业以及石化化工等。		
4 交通	刺仔尾厂址交通便利，以沈海高速、国道 324 为主干线，还有省道 201 漳云线、县道 531、疏港公路。沈海高速距刺仔尾厂址最短直线距离约 10.5km，位于厂址西侧。国道 324 位于厂址西侧，距刺仔尾厂址最短直线距离约 11km。省道 201 位于厂址 WSW 方位，距刺仔尾厂址最近距离约 9km。疏港公路最近距离位于厂址 W 方位 2.8km。厂址附近规划的公路为漳州沿海大通道，最近处距离厂址 NW 方位约 2km。目前可以通过县道 531 进入厂址。厂址 16km 范围内无机场。	长洋厂址交通便利，以沈海高速、国道 324 为主干线，还有省道 201 漳云线、县道 531。沈海高速距长洋厂址最短直线距离约 3.5km，位于厂址 N 方位。国道 324 位于厂址西侧，距长洋厂址最短直线距离约 10.5km。省道 201 位于厂址北侧，距长洋厂址最近距离约 3.5km。目前可以通过县道 531 进入厂址。厂址 16km 范围内无机场。	两厂址相当
5 自然保护区及风景名胜区	刺仔尾厂址 15km 范围内有福建漳江口	长洋厂址 15km 半径范围内有福建漳江口	两厂址相当

项目	刺仔尾厂址	长洋厂址	比较意见
	红树林国家级自然保护区和东山珊瑚礁省级自然保护区。厂址半径 15km 范围内省级以上文物保护单位共有 6 家，其中省级 4 家，国家级 2 家。厂址半径 15km 范围内主要有国家级旅游区（东山风动石-马銮-金鉴湾景区）、县级风景区（七星山风景区）、国家 4A 级旅游景区（金汤湾海水温泉度假区）以及仙峰岩自然风景区。	红树林国家级自然保护区和东山珊瑚礁省级自然保护区。2 处省级文物保护单位。	
6 潜在外部人为事件	厂址 4km 半径范围内无飞行航线和飞机起落跑道通过，厂址 16km 半径范围内无机场设施。厂址附近的危险源不会对刺仔尾厂址构成潜在的危险。	厂址 4km 半径范围内无飞行航线和飞机起落跑道通过，厂址 16km 半径范围内无机场设施。长洋厂址附近的危险源不会对厂址构成潜在危险。	两厂址相当
7 大气弥散条件	两个候选厂址地形条件十分相似，大气弥散条件均较好。		两厂址相当
8 水弥散条件	刺仔尾厂址位于东山湾，是一个半封闭的海湾，该海区的潮汐属于不规则半日	长洋厂址位于东山湾，是一个半封闭的海湾，该海区的潮汐属于不规则半日潮类型，	刺仔尾厂址 优于长洋厂

项目	刺仔尾厂址	长洋厂址	比较意见
	潮类型，温排水分布将随潮流涨落运动呈现明显的涨落特征。厂址位于湾口，水力弥散条件相对较好。	温排水分布将随潮流涨落运动呈现明显的涨落特征。厂址位于湾顶，水力弥散条件相对较差。	址
9 地质地震	厂址近区域内破坏性地震较少，不存在发震构造。厂址附近范围无能动断层。刺仔尾厂址地震基本烈度为 VII 度，厂址 SL-2 级设计基准地面运动基岩水平向、竖直向峰值加速度值分别为 0.30g、0.20g。	厂址近区域内破坏性地震较少，不存在发震构造。厂址附近范围无能动断层。长洋厂址地震基本烈度为 VII 度，厂址基岩地震动峰值加速度 SL-2 为 0.26g。	两厂址相当
10 电厂事故的辐射影响	两个候选厂址选址假想事故所考虑的事故假设以及源项相同，在事故的辐射影响方面，均可以满足国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，两个候选厂址均是可行的。		两厂址相当
11 实施应急计划可行性	a)当地交通和通讯设施可基本满足实施应急计划的要求； b)当地居民居住的砖木结构和石结构住房可作为应急临时隐蔽场所； c)当地的医疗机构需根据场外应急要求，适当补充核医学方面的设施和专业医务人员；		两厂址相当

项目	刺仔尾厂址	长洋厂址	比较意见
	d)两厂址 5km 半径范围内人口较多，必需在规划当地经济发展的同时能有效控制厂址 5km 半径范围内的人口增长和学校发展规模。		

8.3 推荐厂址

通过前面各章及 8.2 节的论述，从电厂运行对环境的影响和环境对电厂安全运行的影响分析，可以认为刺仔尾厂址和长洋厂址都是适宜的。

表 8.2-1 列出了两个候选厂址环境特征的比较。两个候选厂址从工程地质、工业设施、交通条件、外部人为事件、大气弥散、实施应急计划可行性等条件相比，两个厂址相当。从人口分布、水弥散条件等条件来看，刺仔尾厂址优于长洋厂址。经技术、经济综合分析比较，本报告书推荐刺仔尾厂址作为漳州核电厂的优先候选厂址。

第九章 电厂建设和运行的效益分析

9.1 利益分析

9.1.1 对周边环境的利益

我国大气环境污染严重，二氧化硫和氮氧化物排放已明显超过环境容量，其中电力行业是污染物排放大户。我国火电占总发电量的 70% 以上，燃煤发电排放大量二氧化碳、二氧化硫和一氧化碳等大气污染物，造成了高昂的经济成本和环境成本。核电是一种清洁能源，不排放二氧化硫、氮氧化物等污染物，二氧化碳排放量仅为同等容量煤电厂的 4.6%。漳州核电厂的早日建成，有利于减轻福建省二氧化硫、酸雨、烟尘和温室气体污染，具有明显的环境效益。

9.1.2 对关联产业的利益

核电投资建设对相当多产业形成了直接和间接拉动。根据测算，1 元的核电建设投资，对关联产业的拉动作用如下：一是对 42 个行业门类中的 37 个行业产出的拉动作用超过 0.01 元；二是对通用、专用设备制造业等 14 个行业产出的拉动作用超过 0.1 元。核电生产运营也对相关产业产生较强的拉动，1 元的核电产出将拉动主要行业的产出增长为：石油加工、炼焦及核燃料业 0.11 元，农业 0.10 元，化学工业 0.08 元，金融保险业 0.08 元。由此可见，关联面较大的核电是拉动我国经济增长、促进经济结构优化与升级的难得的驱动项目。

9.1.3 对区域经济的利益

核电项目能够推动和促进地方经济的发展，核电站对地方财政收入的影响主要来自于税收，包括营业税、城市维护建设税及教育费附加等，据漳州核电厂一期工程初步可行性研究测算，项目建成达产后，每年可以增加 19031 万元的销售税金及附加，以及 10 亿左右的企业所得税，这对于当地经济建设将会产生极大的推动作用。除此之外，核电项目能够为地方创造大量的就业机会，不仅在建设期需要大量的不同层次的劳动力，而且运行期间也能直接或间接的提供大量的就业岗位。

9.1.4 对社会发展的利益

漳州核电厂一期工程投产后，核电厂职工的货币购房和生活消费等，将促进当地的房地产业、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。核电厂职工受教育水平和文化水平较高，在融入地方的过程中，也会产生积极的影响，带动整个社会发展水平的提高。

9.2 代价分析

9.2.1 直接代价

9.2.1.1 电厂建设的经济代价

工程建设总投资为人民币 6986577 万元(不含配套送变电工程费用), 含铺底生产流动资金 71481 万元、建设期可抵扣的增值税 409924 万元。

9.2.2 间接代价

漳州核电厂一期工程建设和运行, 不仅要解决电厂职工的饮食、居住、交通和子女受教育、就业等实际问题, 而且还会给当地带来一系列急待解决的社会问题。

— 交通运输问题

核电厂所需的施工设备、器材和人员的运输会增加当地交通网的负担。建设期间的大型设备运输和运行期间的燃料、乏燃料及放射性废物的运输, 因其特殊的要求, 也会给所经线路的交通(包括陆路和水运)带来一定的影响。

漳州核电厂厂址周边陆路交通条件良好, 水上交通十分方便, 为解决电厂建设和运行期间的运输问题, 核电厂采取以水运为主, 陆运为辅的运输方式, 会修建专门的进厂道路、应急道路和大件码头。

— 电厂建设对当地市政建设设施产生的影响

漳州核电厂一期工程的建设和运行, 使厂址所在地区的人口数量有所增加, 这势必造成对该地方的文教、卫生、商业、交通等公共服务设施造成一定压力, 加重了地方市政负担。

— 对当地社会安全、稳定的影响

核电厂建设期间将不可避免地带动当地第三产业的发展, 同时也会引起当地人口数量的增加, 从而影响当地的社会秩序、安全和稳定。为使当地有一个安定的生活环境和经济持续发展的社会环境, 当地政府须增加治安、社会服务等方面的投入。

9.2.3 环境代价

漳州核电厂一期工程设置了各种放射性废物净化和处理系统、剂量检测系统、屏蔽防护及应急设施等, 以控制并确保核电厂在正常运行和事故期间向环境释放的放射性物质低于国家标准, 从而保障电厂工作人员和周围居民的安全。

为达到保护环境及人身安全的目的, 必须对放射性三废进行严格的治理。因此, 核电厂专门设置了废液、废气和固体废物处理和贮存设施, 尽可能降低放射性废物

对公众的照射。相关措施包括：

— 环境监测

核电厂应设置环境监测系统，对电厂运行期间的环境状况进行监测，同时为检验放射性废物处理系统是否满足要求提供对照测量，电厂环境设施包括：辐射监测设备、数据采集及试验仪表、气象设施、保安和放射性监测等。

— 流出物监测

核电厂还应设置流出物监测系统，对电厂运行期间的气载和液态流出物进行监测，用于测量流出物中放射性物质的种类和数量，为判断核电厂放射性排放是否满足国家标准限值或运行限值提供依据。

— 应急设施

核电厂除考虑正常运行情况下的环境保护和人身安全外，还考虑了在事故状态下人员的紧急疏散和医疗措施。

漳州核电厂一期工程环保设施及有关措施投资为 456428 万元，占项目计划总投资的比例为 6.53%。

9.3 代价—利益比较及结论

从经济层面来看，本项目经济效益良好，能回投资方带来稳定的收益。

从环境层面来看，核电是一种清洁能源，不排放二氧化硫、氮氧化物等污染物，二氧化碳排放量仅为同等容量煤电厂的 4.6%，因此虽然需付出的环境直接代价即环保设施及有关措施投资约 45.64 亿元，但由于项目设计寿命长达 60 年，可预见本项目的环境效益还是远大于环境代价的。

从社会层面来看，本项目会对当地的交通运输、市政设施以及社会的安定稳定等造成一定的影响。但同时，项目建成达产后，每年可以增加 19031 万元的销售税金及附加，以及 10 亿左右的企业所得税。此外本项目建设及运营期能为当地提供众多就业岗位，促进相关产业发展及区域经济发展，进而促进当地的社会发展。可见，本项目社会代价远小于社会效益。

通过漳州核电厂一期工程的利益—代价比较分析，可以得出，漳州核电厂一期工程的建设和运行能以较小的代价获得显著的经济效益、环境效益和社会效益。

第十章 公众参与

10.1 概述

国家鼓励公众参与环境影响评价活动，并将公众参与作为提高公众环境保护意识和参与决策主动性的重要手段之一。《中华人民共和国环境影响评价法》第二十一条明确规定，建设项目批准立项前要举行论证会、听证会，或者采取其他形式，征求有关单位、专家和公众意见。为了全面落实法规要求，完善公众参与机制，原国家环保总局于2006年3月颁布的《环境影响评价公众参与暂行办法》对公众参与的方式提出了具体的规定，以提高公众参与的公开性、平等性、广泛性和便利性。

漳州核电厂的规划容量按 6×100 万千瓦级压水堆核电机组考虑，一次规划布置，分期实施。一期工程建设规模为 4 台国产化 AP1000 第三代压水堆核电机组。本报告主要针对漳州核电厂一期工程开展公众参与。

漳州核电厂已于 2009 年 9 月开展了漳州核电厂一期工程的公众参与工作。考虑到福岛核事故的影响，漳州核电厂于 2014 年 8 月补充开展了公众参与工作。

10.2 福岛前公众参与

10.2.1 实施方案

公众参与调查遵循针对性、真实性，以普遍性与随机性相结合的原则，力求达到科学、客观、公正、全面。

➤ 公众宣传

漳州核电厂先后组织开展过多次公众宣传活动，内容如下：

- 2008 年 8 月 10 日，组织漳州市机关代表共 8 人赴大亚湾核电基地参观；
- 2008 年 10 月 16 日，组织企事业代表共 6 人赴大亚湾核电站参观；
- 2008 年 12 月 28 日，在筹建处周年庆活动中，发放核电科普知识手册 150 余份，向云霄县公众宣传核电知识；
- 2009 年 1 月 7 日，组织开展了“院士漳州行活动”，在全市范围内进行核电科普知识宣传，举办核电专家知识讲座 3 场，发放核电知识宣传手册约 200 份；
- 2009 年 2 月 18 日，组织云霄县机关及群众代表共 52 人赴大亚湾核电基

地参观；

- 2009年2月19日，组织云霄县群众代表共48人赴大亚湾核电基地参观；
- 2009年2月26日，组织东山县机关及群众代表共49人赴大亚湾核电基地参观。

➤ 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查采用报刊和网上公示的方式进行调查。“国电漳州核电厂一期工程项目环境影响评价一号信息公告”分别在2009年3月19日《闽南日报》第3版和漳州市环保局网站上进行了公示，网站公示期限为2009年3月18日~4月1日。“一号信息公告”主要包括建设项目的名称、规模及概要，建设单位名称和联系方式，承担评价工作的环境影响评价机构的名称和联系方式，环境影响评价的工作程序和主要工作内容，征求公众意见的主要事项，公众提出意见的主要方式。

➤ 第二次公众意见调查

(1) 主要采用报刊和网上公示的方式开展，“国电漳州核电厂一期工程项目环境影响评价二号信息公告”及环评简本分别在2009年9月1日《闽南日报》第3版和漳州市环保局网站上进行了公示，网站公示期限为2009年9月1日~9月14日。“二号信息公告”主要包括国电漳州核电厂一期工程项目工程简况、建设项目对环境可能造成的影响，预防或者减轻潜在不良环境影响所采取的主要对策和措施，环境影响评价的主要结论、公众参与的方式和期限。第二次信息公告和环评简本见附件7。

(2) 收集公示后公众反馈的信息，并发放“公众调查问卷”，由国电漳州核电项目筹建处组织发放并收集，上海核工程研究设计院配合。

(3) 由建设单位组织召开公众意见调查座谈会，于2009年9月23日~25日，分别在云霄县、漳浦县、东山县召开了公众参与座谈会。

10.2.2 调查范围、对象

10.2.2.1 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查广泛征求社会各阶层意见，公示期间共收到29份有效意见征询表，均表示支持。

另收到无效信息2份，原因为未留下任何联系方式无法联络。

10.2.2.2 第二次公众意见调查

➤ 网上公示

第二次公众意见调查公示期间未收到任何反馈信息。

➤ 公众问卷调查

2009年9月,由国电漳州核电项目筹建处组织发放了580份“公众调查问卷”,回收有效问卷557份。本次公众调查问卷的发放范围重点考虑厂址半径15km范围内的乡镇及5km规划限制区以涉及征地拆迁的利益相关公众,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。本次问卷调查的发放范围见表10.2-1,实际调查对象统计情况见表10.2-2所示。

根据回收调查表的统计分析结果,为9月23日-9月25日召开的座谈会的主要议题提供参考意见。

➤ 公众意见调查座谈会

2009年9月23日~25日,由建设单位分别在云霄县、漳浦县、东山县组织召开了“国电漳州核电厂一期工程公众意见调查座谈会”。会议根据原国家环保总局颁布的《环境影响评价公众参与暂行办法》相关原则和要求,邀请了漳州市政府等行政部门的代表,厂址半径15km范围自身利益与项目建设直接相关或间接相关的居民、村民、养殖户等公众代表。其中云霄县有42名代表参加了座谈会,漳浦县和东山县分别有16名和23名代表参加了座谈会。与会代表均具有一定的代表性,基本可以反映各阶层公众的意见和建议。3次座谈会的与会代表名单分别见表10.2-3~10.2-5。

会议由漳州市发改委主持,本次座谈会的议程主要为:

- 主持方宣布会议议程;
- 国电漳州核电项目筹建处介绍项目概况和进展;
- 上海核工程研究设计院介绍环评的主要结论、公众调查情况和主要意见、公众关心的主要问题及解释;
- 公众发言;
- 上海核工程研究设计院针对会上公众提出的关注问题作出解释;
- 起草会议纪要,如实反映每位公众的意见,明确是否支持本项目的建设,宣读会议纪要,请公众代表确认。

10.2.2.3 咨询专家意见

漳州核电厂可行性研究阶段开展了环境资料调查、大气扩散、辐射本底调查、温排低放数模物模等专题研究。所有专题研究均召开了两纲评审和专题报告评审会议，咨询了相关专家的意见，各专题征求意见的时间和主要建议见表10.2-6。

10.2.3 调查内容

➤ 公众调查问卷

公众调查问卷调查的主要内容有以下 4 方面：

- (1) 被调查者对该工程建设所持态度；
- (2) 本工程建设对调查对象生活、工作的影响程度；
- (3) 被调查者认为本工程敏感的环境问题；
- (4) 对工程建设的意见和建议。

➤ 公众意见调查座谈会

公众意见调查座谈会的召开旨在征集、听取与会代表的不同意见。

10.2.4 调查结果及统计分析

10.2.4.1 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查公示期间共收到 29 份有效意见征询表，均表示支持。

另收到无效信息 2 份，原因为未留下任何联系方式无法联络。

10.2.4.2 第二次公众意见调查

➤ 公众调查问卷

本次问卷调查共发放调查表580份，回收557份，回收率为96%。

表10.2-7给出了公众问卷调查表的统计结果，从表中可以看出：

—在回答“您对本工程的态度”这一问题时，57.37%的公众表示积极支持，42.45%的公众表示支持，只有 0.18%（1 人）的公众表示不关心，无人反对，由此可见公众对本项目的建设所持的支持态度；

—在回答“您认为核电是一种清洁、安全的能源吗？”这一问题时，有 98.92% 的公众认为核电是清洁、安全的能源，只有 1.08%（6 人）的公众不知道，由此可见，当地公众对核电有着较好的认知度；

—在回答“您认为本工程对环境的主要影响”这一问题时，52.62%的公众选择了水污染，39.86%的公众选择了放射性污染；

—在回答“国电漳州核电项目的建设对您的工作（生活）环境产生的影响”

这一问题时，70.16%的公众表示没有特别的影响，29.66%的公众表示无影响，只有0.18%（1人）的公众表示产生不利影响。

—在回答“如果您涉及工程的征地、您对征地补偿及其他相关政策是否了解”这一问题时，37.70%的公众表示了解，61.04%的公众表示知道，只有1.26%的公众表示不知道。

—在回答“您认为本工程的总体效应”这一问题时，有99.28%的公众认为本项目的建设将会带来很大的好处，另外有0.72%的公众（4人）认为利弊相当。

通过二次公众参与调查了解到，当地公众对于本项目的建设均持支持态度，同时对征地补偿及其他政策也有一定程度的了解，由此说明国电漳州核电项目筹建处对当地公众的宣贯工作取得了较好的效果，漳州核电厂在后续的建设过程中应继续加强宣传工作，进一步增进公众对核电及各相关政策的了解。

➤ 公众意见调查座谈会

2009年9月23日~25日，由建设单位分别在云霄县、漳浦县、东山县组织召开了“国电漳州核电厂一期工程公众意见调查座谈会”。其中云霄县有42名代表参加了座谈会，漳浦县和东山县分别有16名和23名代表参加了座谈会，本次座谈会广泛征求了自身利益与本项目建设密切相关的公众和代表。

结合云霄县、漳浦县和东山县3次公众参与座谈会的结果，公众主要关心的内容包括：

1) 厂址附近东山湾海域有较多养殖户，本项目的温排水对养殖产业有何不利影响；

2) 本项目的核废料将如何处置。

环评单位和建设单位针对以上建议和问题给予回答和解释，具体内容如下：

1) 国电漳州核电项目通过多方案比较，尽量将温升对海域的影响减少到最低。本项目最终推荐的工程方案所致的4℃温升包络线仅涉及到部分云霄县养殖户，对于4℃温升包络范围，国电漳州核电厂将会根据有关法规依法征用，对于涉及到海域征用的养殖户将给予经济补偿或重新安置。而东山县和漳浦县的养殖范围均在本项目1℃温升包络范围以外，本项目的建设不会对东山县和漳浦县的养殖业带来明显不利影响；

2) 关于核废料的最终处置，国电漳州核电厂将根据有关规定将核废料运往国家统筹规划的最终废物处置厂。

经环评单位和建设单位释疑后，与会代表一致表示将积极支持国电漳州核电项目的建设，3次公众参与座谈会的会议记录见附件8~附件10。

表 10.2-1 漳州核电厂一期工程公众问卷调查范围统计表（福岛前）

发放地点				发放份数	备注	
云霄县	崧屿镇	山前村	山前	40	厂址 5km 范围	
		林坪村	林坪	15		
		顶城村	顶城	40		
			山内	5		
		城外村	城外	25		
		城内村	城内	40		
		宅坂村	宅坂	10		
		宅后村	后安	5		
			宅兜	10		
		南山村	南山	15		
		油车村	油车	30		
			后岱	5		
		人家村	人家	15		
		青径村	青崎	15		
			径头	5		
	陈岱镇	后江村	后江头	10	厂址 5km 范围	
		中江村	中江	15		
		5km 范围外			10	厂址 5-15km 范围
		莆美镇			15	
	东厦镇			10		
常山开发区	管委会			10		
漳浦县	沙西镇			15		
	古雷镇			15		
	杜浔镇			10		
东山县	铜陵镇			25	厂址 5-15km 范围	
	康美镇			15		
	樟塘镇			15		
	杏陈镇			15		
	西埔镇			10		
云霄县城（云陵镇）				60		
漳州市区				25		
公众宣传发放及备用				30		
合计				580		

表 10.2-2 漳州核电厂一期工程环境影响评价公众参与调查对象统计表
(福岛前)

结构组成	类 别	人数, 人	比例, %
年龄	20 以下	13	2.33%
	21-40	257	46.14%
	41-60	260	46.68%
	60 以上	27	4.85%
性别	男	457	82.05%
	女	99	17.77%
	未知	1	0.18%
文化程度	初中以下	43	7.72%
	初中	195	35.01%
	高中	72	12.93%
	中专	95	17.06%
	大专及以上	150	26.93%
	未知	2	0.36%
职业	机关干部	81	14.54%
	企事业管理/技术人员	47	8.44%
	企事业一般人员	34	6.10%
	农民	287	51.53%
	其他	108	19.39%

表10.2-3 云霄县公众参与座谈会代表名单（福岛前）

范围	人数
青崎村	1
油车村	1
云陵镇	1
城外村	1
城内村	2
人家村	1
宅坂村	1
宅后村	1
顶城村	1
后江村	1
中江村	1
林坪村	1
山前村	2
南山村	1
陈岱镇	1
莆美镇	1
东厦镇	1
常山开发区	2
县政府及县发改局、林业局、国土局、海洋局、 经贸局、气象局、建设局、地震办、农业局、 水利局、交通局、环保局	16
崙屿镇政府	2
漳州市发改委和环保局	2
省人大代表	1
合计	42

表10.2-4 漳浦县公众参与座谈会代表名单表（福岛前）

范围	人数
沙西镇	3
杜浔镇	3
古雷镇	3
其它	1
县环保局	3
漳州市发改委和环保局	3
合计	16

表10.2-5 东山县公众参与座谈会代表名单表（福岛前）

范围	人数
杏陈镇	3
康美镇	3
铜陵镇	2
樟塘镇	3
西埔镇	3
县政府、镇政府及县发改局、环保局、广电局、 发改局	7
漳州市发改委和环保局	2
合计	23

表10.2-6 各专题完成情况和专家主要建议

专题名称	两纲评审时间	专题评审时间	主要建议
国电漳州核电厂环境辐射本底概况初步调查、环境噪声水平调查	2008.8.21	第一阶段：2008.12.20 第二阶段：2010.4.29	补充用电解浓集前处理方法分析海水中 ³ H浓度
国电漳州核电厂环境调查 国电漳州核电厂人口、食谱及生活习惯调查		中间成果：2008.12.18 最终成果：2009.3.15	补充说明人口自然增长率采用的高、中、低具体增长方案
国电漳州核电厂海洋水质、生态调查研究		中间成果：2009.2.26 最终成果：2009.5.30	收集相关历史资料，进一步表述珍稀物种（中华白海豚、中国鲎、绿海龟）在东山湾海域的活动状况
国电漳州核电厂大气扩散试验研究		中间成果：2009.3.4 最终成果：2009.5.31	1、明确以示踪实验为主，参照数值模拟进行修正，依此作为扩散参数的推荐结果 2、推荐 $\Delta T/U$ 方法作为稳定度分类方法
国电漳州核电厂大气边界层特征研究		中间成果：2009.5.4 最终成果：2009.10.10	补充厂址区域气候背景
国电漳州核电厂温排水及低放废水综合分析研究		2009.8.16	1、增加数模选取方程中扩散参数选取内容 2、补充余氯数模计算内容

表10.2-7 公众参与调查表结果汇总（福岛前）

调查内容	意见	统计比例，%
您对本工程的了解程度：	了解	44.17%
	知道	54.76%
	听说	1.08%
	不知道	--
您对核电的了解程度：	了解	44.34%
	知道	54.22%
	听说	1.26%
	不知道	0.18%
您认为核电是一种清洁、安全的能源吗？	是的	98.92%
	不知道	1.08%
	不是	--
您对国家目前积极发展核电的政策持什么态度？	积极支持	54.03%
	支持	45.80%
	无所谓	0.18%
	反对	--
您认为当地环境状况：	优	20.29%
	良好	79.17%
	一般	0.54%
	差	--
您认为当地环境的主要污染是：	大气	12.17%
	地表水	17.91%
	噪声	66.78%
	电磁辐射	1.91%
	生态	0.87%
	其他	0.35%
您觉得目前的环境对您工作（家庭）环境的生活质量有影响吗？	没有任何影响	98.38%
	有影响	1.62%

续表10.2-7 公众参与调查表结果汇总（福岛前）

调查内容	意 见	统 计 比例，%
如果您遇到环境污染问题，您向谁 要求处理，向谁抱怨或者请求帮 助？	居委会（或村委会）	41.11%
	环保局	55.92%
	污染方	2.26%
	其他	0.70%
您认为本工程对环境影响主要是：	放射性污染	39.86%
	大气污染	1.57%
	水污染	52.62%
	噪声污染	4.90%
	生态	0.17%
	其他	0.87%
国电漳州核电项目的建设对您的工 作（生活）环境将会：	没有特别的影响	70.16%
	无影响	29.66%
	产生不利影响	0.18%
您认为本工程施工期间对您的影响 最大的因素是：	施工噪声	56.14%
	空气粉尘	39.47%
	交通不便	0.35%
	水质	1.75%
	其他	2.28%
如果您涉及工程的征地、您对征地 补偿及其他相关政策：	了解	37.70%
	知道	61.04%
	不知道	1.26%
对于本工程，您最想了解的是：	对我有没有影响	58.85%
	会不会发生事故	31.08%
	可能事故影响的范围和程度	7.81%
	其他	2.26%

续表10.2-7 公众参与调查表结果汇总（福岛前）

调查内容	意 见	统 计 比例，%
国电漳州核电项目的建设与您个人的经济收入：	关系很大	43.42%
	一般	54.95%
	没有关系	1.62%
您认为本工程对本地区经济社会发展：	有很大的推动	82.34%
	一般的促进	17.66%
	无明显效益	--
您认为目前为什么很多地方都非常愿意建设核电项目？	核电拉动地方经济	82.95%
	核电相对其他电厂是清洁、安全的	15.82%
	不知道	1.23%
您认为核电的发展对所在地区劳动就业有无帮助？	有很大帮助	57.91%
	有帮助	41.73%
	无特别影响	0.36%
您认为本工程的总体效应是：	有很大的好处	99.28%
	利弊相当	0.72%
	弊大于利	--
	没有好处	--
您对本工程的态度是：	积极支持	57.37%
	支持	42.45%
	不关心	0.18%
	反对	--

10.3 福岛后公众参与

10.3.1 实施方案

➤ 公众宣传

漳州核电厂先后组织开展过 90 次公众宣传活动，内容包括科普讲座，参观运营核电厂、开放核电科普展厅、核电科普进校园等一系列活动，活动期间共有 29000 余人次参加了活动，活动情况见表 10.3-1。

➤ 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查采用报刊和网上公示的方式进行调查。“漳州核电厂一期工程环境影响评价（选址阶段）信息公告（第一号）”分别在2014年8月9日《闽南日报》第2版和漳州市环保局网站上进行了公示，网站公示期限为2014年8月8日~8月21日。此外，漳州核电厂还在厂址附近主要村庄布告栏上张贴了一号信息公告。“一号信息公告”主要包括建设项目名称及概要，建设项目的建设单位的名称和联系方式，承担评价工作的环境影响评价机构的名称和联系方式，环境影响评价的工作程序和主要工作内容，征求公众意见的主要事项，公众提出意见的主要方式。“一号信息公告”在闽南日报和漳州市环保局网站的公示见图10.3-1和图10.3-2，在村庄张贴的照片见图10.3-3。

➤ 第二次公众意见调查

（1）主要采用报刊和网上公示的方式开展，“漳州核电厂一期工程环境影响报告书（选址阶段）公众参与信息公告（第二号）”及环评简本分别在2014年8月23日《闽南日报》第3版和漳州市环保局网站上进行了公示，网站公示期限为2014年8月22日~9月4日。此外，漳州核电厂还在厂址附近主要村庄布告栏上张贴了二号信息公告。“二号信息公告”主要包括拟建核电厂工程简述、拟建核电厂对环境可能造成影响的概述，预防或者减轻潜在不良环境影响所采取的主要对策和措施，环境影响报告书提出的环境影响评价结论的要点、公众查阅环境影响报告书简本的方式或索取补充信息的方式和期限。“二号信息公告”在闽南日报和漳州市环保局网站的公示见图10.3-4和图10.3-5，在村庄张贴的照片见图10.3-6。

（2）收集公示后公众反馈的信息，并发放“公众调查问卷”，由中核国电漳州能源有限公司组织发放并收集，上海核工程研究设计院配合。

（3）在漳州市核电建设协调领导小组办公室和云霄县核电项目建设指挥部

的协助下，中核国电漳州能源有限公司于 2014 年 9 月 12 日在云霄县组织召开了公众参与座谈会。

10.3.2 调查范围、对象

10.3.2.1 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查广泛征求社会各阶层意见，公示期间共收到 4 份公众意见反馈，反馈的形式主要为邮件。

10.3.2.2 第二次公众意见调查

➤ 网上公示

第二次公众意见调查公示期间未收到任何反馈信息。

➤ 公众问卷调查

2014 年 9 月，由中核国电漳州能源有限公司组织发放了 522 份“公众调查问卷”，回收有效问卷 513 份。本次公众调查问卷的发放范围重点考虑厂址半径 15km 范围内的乡镇及 5km 规划限制区以涉及征地拆迁的利益相关公众，并兼顾了厂址半径 30km 范围内的部分组织和代表，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。本次问卷调查的发放范围见表 10.3-2，实际调查对象统计情况见表 10.3-3 所示。

根据回收调查表的统计分析结果，为 9 月 12 日的座谈会的主要议题提供参考文献。

➤ 公众意见调查座谈会

2014 年 9 月 12 日，在漳州市核电建设协调领导小组办公室和云霄县核电项目建设指挥部的协助下，中核国电漳州能源有限公司在云霄县主持召开了“漳州核电厂一期工程公众意见座谈会”。会议根据原国家环保总局颁布的《环境影响评价公众参与暂行办法》相关原则和要求，邀请了漳州市和云霄县政府等行政部门的代表，厂址半径 15km 范围自身利益与项目建设直接相关或间接相关的居民、村民、养殖户等公众代表，共计 39 名代表参加了座谈会。与会代表均具有一定的代表性，基本可以反映各阶层公众的意见和建议。本次座谈会的与会代表名单分别见表 10.3-4。

本次座谈会的议程主要为：

- 主持方宣布会议议程；
- 中核国电漳州能源有限公司介绍项目概况和建设核电的重要意义；

- 上海核工程研究设计院介绍环评的主要结论、公众调查情况和主要意见、公众关心的主要问题及解释；
- 公众发言；
- 中核国电漳州能源有限公司和上海核工程研究设计院针对会上公众提出的关注问题作出解释；
- 起草会议纪要，如实反映每位公众的意见。

10.3.3 调查内容

- 公众调查问卷

公众调查问卷调查的主要内容有以下 4 方面：

- (1) 被调查者对该工程建设所持态度；
- (2) 本工程建设对调查对象生活、工作的影响程度；
- (3) 被调查者认为本工程敏感的环境问题；
- (4) 对工程建设的意见和建议。

- 公众意见调查座谈会

公众意见调查座谈会的召开旨在征集、听取与会代表的不同意见。

10.3.4 调查结果及统计分析

10.3.4.1 第一次公众意见调查

第一次公众意见调查广泛征求社会各阶层意见，公示期间共收到 4 份公众意见反馈，反馈的形式主要为邮件，公众所关心的内容主要包括核电的安全性、核电厂温排水和核辐射的影响，核燃料的处理等方面。中核国电漳州能源有限公司对公众所提的问题都进行了认真的回复，公众意见反馈情况见表 10.3-5。

10.3.4.2 第二次公众意见调查

- 公众调查问卷

本次问卷调查共发放调查表522份，回收513份，回收率为98%。

表10.3-6给出了公众问卷调查表的统计结果，从表中可以看出：

—在回答“从环保角度看，您是否支持漳州核电厂一期工程的建设”这一问题时，96.1%的公众表示坚决支持、3.31%的公众表示有条件支持、0.39%的公众表示不关心、只有 0.19%（1 人）的公众表示反对。由此可见漳州核电厂通过多次公众宣传活动，大大提升了公众对本项目的认可度，对本项目持积极支持态度的公众比例由 2009 年度的 57.37%上升到了 96.1%；

—在回答“您是否了解核电是一种安全、清洁的能源？”这一问题时，有 92.79%的公众表示很清楚，只有 0.97%（5 人）的公众表示不了解。由此可见，通过多次公众宣传活动，当地公众对核电已经有了较好的认知度；

—在回答“您对国家目前安全高效发展核电的政策持什么态度？”这一问题时，有 91.27%的公众表示积极支持、8.13%的公众表示支持、0.6%（3 人）的公众表示无所谓；

—在回答“您认为本工程对环境的主要影响”这一问题时，50.31%的公众认为无影响、28.84%的公众认为是生态影响、认为是放射性污染和水污染的公众各有 3.5%；

—在回答“您认为本工程的建设对您的影响是”这一问题时，55.38%的公众表示无影响、11.74%的公众表示是心理影响、19.57%的公众表示养殖受到了影响；

—在回答“您认为本工程的总体效应”这一问题时，有 97.58%的公众认为本项目的建设将会带来很大的好处，另外有 2.42%的公众认为利弊相当。

通过本次公众参与调查的结果可以看出，虽然福岛事故后公众对于核辐射产生一定的恐慌，但通过中核国电漳州能源有限公司组织的多次公众宣传活动，极大程度缓解了公众的“恐核”情绪，当地公众对于核电，对于漳州核电都持有较积极、肯定的态度。中核国电漳州能源有限公司将继续做好当地公众的宣贯工作，将公众宣传活动常态化。

➤ 公众意见调查座谈会

2014 年 9 月 12，在漳州市核电建设协调领导小组办公室和云霄县核电项目建设指挥部的协助下，中核国电漳州能源有限公司在云霄县主持召开了“漳州核电厂一期工程公众意见座谈会”，本次座谈会共有 39 名代表参加，与会代表均具有一定的代表性。本次座谈会，公众都能畅所欲言，表达了各自所关心的问题，其主要内容包括：

- 1) 核电厂的放射性废物是如何处置的；
- 2) 核电厂温排水的影响；
- 3) 核电厂生活污水和生产废水是如何处理的，为何不能就近纳入漳浦、东山、云霄等县的生活污水处理厂；
- 4) 核电厂是如何防止人员操作失误产生事故的？

5) 核电厂有没有具体的应急计划，如何具体实施？

环评单位和建设单位针对以上建议和问题给予回答和解释，具体内容如下：

1) 核电厂的放射性废气和废液经过净化处理后，大部分放射性核素已浓集到固体废物中。核电厂的低中放废物经固化后，需在厂内储存一段时间后运至国家指定的中低放处置场进行处理。中国已建成的中低放废物处置场有两个，分别是位于甘肃玉门的西北处置场和位于广东北龙的华南处置场。

2) 漳州核电厂开展了取排水方案的综合分析比较论证，采取尽可能减少温排水影响的方案，确保核电厂排放的温排水满足国家规定的标准要求。此外，漳州核电厂开展了温排水数模、物模实验、海洋环境容量及生态承载力研究、温排水对红树林保护区、珊瑚礁保护区等影响的专题论证研究工作，多项研究成果表明，漳州核电厂的温排水不会对当地的海洋生态带来明显不利影响。

3) 漳州核电厂将自建污水处理厂确保生活污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的 B 标准后排放，确保生产废水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的一级标准后排放。

4) 合格的操纵员、严密的操作规程是核电厂安全管理的核心。核电厂运行是高度自动化的，在此基础上还有操作员 24 小时值班。核电厂有成套的、严密的操作规程，所有操作都是按照规程按部就班的执行，而且核电厂本身也非常注重防止人因失误。核电厂操纵员是经过长达 5 年的严格培训，由国家核安全局考核发证持证上岗。同时，国际上 IAEA、WANO 两个组织、国家环保部、核安全局等均对核电厂的运行进行监督和支持，确保核电厂的安全运行。

5) 漳州核电厂将在首次装料前编制完成《核电厂场内应急计划》和《核电厂区域应急方案》，并报国家主管部门审批。上述两份文件将会详细给出核电厂的应急计划方案及各机构的职责分工。此外，福建省已有 2 座在运的核电站，福建省政府在核事故应急方面已具备丰富经验。

经环评单位和建设单位答疑解惑后，与会代表一致表示将积极支持漳州核电厂的建设，本次公众参与座谈会的会议纪要见附件 11。

表 10.3-1 公众宣传活动

序号	活动时间	科普形式	科普对象	人 数 (人)
1	2014.1.21	科普讲座	云霄妇联	130
2	2014.1.17	科普讲座	云霄政协	40
3	2014.1.8	参观商运核电站	云霄政协人大代表	115
4	2014.1.2	参观商运核电站	云霄宣传口领导	30
5	2013.12.23	参观商运核电站	东厦、陈岱、列屿民众代表	118
6	2013.12.18	参观商运核电站	列屿镇民众代表	120
7	2014.1.21	科普讲座	列屿镇离休干部	30
8	2014.1.21	科普讲座	云霄网宣人员	50
9	2014.1.22	科普讲座	列屿政府各部门	100
10	2014.1.24	科普讲座	云霄委办公室，各乡镇、云陵工业开发区、县直各单位	200
11	2014.2.12	科普讲座	云霄宣教口、县委办、政府办口、党群口、政法口、农口、计划口、经贸口、财经口、云陵镇、莆美镇、火田镇、东夏镇、陈岱镇、列屿镇、马铺乡、下河乡、和平乡、云陵工业开发区	2200
12	2014.2.19	参观商运核电站	云霄县政协、人大	160
13	2014.2.24	参观商运核电站	县领导科局领导	90
14	2014.3.5	科普展厅	云霄县妇联	50
15	2014.3.6	科普选修课	云霄县一中学生	60
16	2014.3.12	参观商运核电站	云霄宣传部网络宣传员	50
17	2014.3.12	科普选修课	云霄一中学生	60
18	2014.3.17	科普讲座	云霄老年大学	150
19	2014.3.17	科普展厅	云霄县老年大学	200

序号	活动时间	科普形式	科普对象	人 数 (人)
20	2014.3.19	参观商运核电站	云霄相关乡镇书记、法院、组织部等	50
21	2014.3.20	宣传会议	云霄县宣传部	20
22	2014.3.24	科普讲座	云霄立人中学学生	200
23	2014.3.24	科普讲座	电信员工	100
24	2014.3.27	科普选修课	云霄一中学生	60
25	2014.3.31	科普讲座	将军山中学师生	2700
26	2014.4.3	科普选修课	云霄一中师生	60
27	2014.4.8	科普宣传讨论会	云霄老年大学	10
28	2014.4.10	科普讲座	云霄团县委	70
29	2014.4.14	科普宣传	云霄唯美学校教师	1
30	2014.4.19	科普宣传	云霄一中教师	120
31	2014.4.20	云霄拥抱春天、与爱同行 安心捐赠活动	云霄县民众	800
32	2014.4.21	公司“拥抱春天、与爱同 行”安心捐赠活动	公司员工	100
33	2014.4.21	微信	微信公众平台—云霄生活 版主	2
34	2014.4.23	科普宣传	云霄各中学校长	20
35	2014.4.24	参观商运核电站	漳州市人大	50
36	2014.4.24	宣传第二届“魅力之光”核 电科普知识竞赛	云霄县各中学	30
37	2014.4.30	科普宣传		1
38	2014.5.4	五四青年座谈会	公司青年员工	60
39	2014.5.4	魅力之光竞赛题	云霄 6 所中学	
40	2014.5.4	云霄一中五四晚会一站到 底奖品	一中全体师生	
41	2014.5.7	云霄一中五四晚会参与者	一中全体师生	
42	2014.5.11	魅力之光竞赛	云霄一中种子选手	18

序号	活动时间	科普形式	科普对象	人 数 (人)
43	2014.5.13	科普宣传	云霄县总工会	
44	2014.5.14	科普宣传	云霄县广安居	3
45	2014.5.14	科普宣传	云霄县环保局	5
46	2014.5.14	科普宣传	云霄县唯美学校	2
47	2014.5.14	科普宣传	漳州市公安局	5
48	2014.5.15	科普宣传	漳州市人大	40
49	2014.5.16	科普宣传	云霄县贫困山区村民	20
50	2014.5.18	助残日爱心公益	云霄县志愿者协会	20
51	2014.5.18	魅力之光竞赛	立人学校校长	1
52	2014.5.19	科普宣传	漳州市科技协会县科技协 会	40
53	2014.5.28	科普宣传	云霄一中	20
54	2014.5.29	科普宣传	电信保安	10
55	2014.5.30	科普宣传	公司后勤科	10
56	2014.6.3	科普宣传	漳州市委办公室	1
57	2014.6.5	世界环境日科普宣传	云霄县环保局	300
58	2014.6.11	魅力之光复赛学生	云霄三中	7
59	2014.6.12	科普宣传	漳州市科协	3
60	2014.6.13	科普宣传	漳州市人大	50
61	2014.6.14	魅力之光复赛学生	云霄一中	8
62	2014.6.29	科普宣传	绥阳社区读书室	50
63	2014.6.30	发放科普产品	市直各高校	1000
64	2014.6.30	发放科普产品	芗城区	200
65	2014.6.30	发放科普产品	龙文区	150
66	2014.7.2	参观商运核电站	东山县	100
67	2014.7.8	发放科普产品	漳浦县	5000
68	2014.7.8	发放科普产品	东山县	5000
69	2014.7.8	发放科普产品	诏安县	5000
70	2014.7.8	发放科普产品	古雷开发区	100

序号	活动时间	科普形式	科普对象	人 数 (人)
71	2014.7.8	发放科普产品	常山开发区	5000
72	2014.7.8	参观商运核电站	漳浦县、诏安县	120
73	2014.7.10	参观科普展厅	闽南师范大学	50
74	2014.7.11	参观科普展厅	闽南师范大学	20
75	2014.7.15	科普宣传	漳州市核电办	20
76	2014.7.20	参观商运核电站	漳州市直机关	100
77	2014.7.30	发放科普产品	云霄县建发房地产	264
78	2014.7.31	科普宣传	东山县宣传部	5
79	2014.8.4	参观商运核电站	漳州网络媒体代表	43
80	2014.8.7	发放科普产品	漳州市政府	5
81	2014.8.11	参观商运核电站	漳州市直机关	80
82	2014.8.19	参观商运核电站	漳州市教师学生代表	67
83	2014.8.20	发放科普产品	云霄县镇府	3
84	2014.8.22	发放科普产品	东山县政府	10
85	2014.8.24	科普讲座	一中新生入学讲座	800
86	2014.8.25	参观商运核电站	漳州市政协	50
87	2014.8.28	发放科普产品	漳州市科协	500
88	2014.8.31	参观商运核电站	漳州市老干局	70
89	2014.9.1	参观科普展厅	环评问卷调查人员	146
90	2014.9.12	参观科普展厅	公众参与座谈会	12
	合计			29231

表 10.3-2 漳州核电厂一期工程公众问卷调查范围统计表（福岛后）

发放地点				回收份数	备注
云霄县	崧屿镇	山前村	山前	33	厂址 5km 范围
		林坪村	林坪	15	
		顶城村	顶城、山内	35	
		城外村	城外	31	
		城内村	城内	34	
		宅坂村	宅坂	13	
		宅后村	后安、宅兜	15	
		南山村	南山	18	
		油车村	油车、后岱	28	
		人家村	人家	16	
		青径村	青崎、径头	25	
		半山村	大坂	9	
		崧屿镇政府		5	
		崧屿中学		10	
	陈岱镇	后江村	后江头	16	厂址 5km 范围
		中江村	柳畔	9	
		5km 范围外		25	厂址 5-15km 范围
	东厦镇		15		
	云陵工业开发区		5		
常山开发区	管委会		10		
漳浦县	沙西镇		25		
	古雷镇		24		
	杜浔镇		7		
东山县	铜陵镇		30	厂址 5-15km 范围	
	康美镇		13		
	樟塘镇		10		
	杏陈镇		13		
	西埔镇		2		
诏安县	四都镇		2		
云霄县城（云陵镇）				20	
合计				513	

表 10.3-3 漳州核电厂一期工程环境影响评价公众参与调查对象统计表
(福岛后)

结构组成	类 别	人数, 人	比例, %
年龄	20 以下	20	3.90%
	21-40	146	28.46%
	41-60	270	52.63%
	60 以上	65	12.67%
	未知	12	2.34%
性别	男	366	71.35%
	女	112	21.83%
	未知	35	6.82%
文化程度	初中以下	63	12.28%
	初中	169	32.94%
	高中	139	27.10%
	大专及以上	105	20.47%
	未知	37	7.21%
职业	公务员	55	10.72%
	企事业管理/技术人员	9	1.75%
	企事业一般人员	44	8.58%
	农民	315	61.40%
	学生	27	5.26%
	企业主	9	1.75%
	离退休人员	12	2.34%
	其他	37	7.21%
	未知	5	0.97%

表10.3-4(1/2) 厂址半径5km范围内公众参与座谈会人员分布

镇	行政村	参加的公众人数（人）
列屿镇	人家村	1
	宅后村	1
	南山村	1
	油车村	1
	宅坂村	1
	城外村	1
	城内村	1
	顶城村	1
	青径村	1
	山前村	2
	林坪村	1
	半山村	1
	列屿镇镇政府	1
陈岱镇	后江村	1
	中江村	1
合计	/	16

表10.3-4(2/2) 厂址半径5-15km范围公众参与座谈会人员分布

名称	参加的公众人数（人）
漳州市政府办	1
漳州市发改委	2
漳州市环保局	1
漳州市城乡规划局	1
漳州市住建局	1
漳州市海洋与渔业局	1
漳州市水利局	1
漳州市农业局	1
东山县县城	2
漳浦县县城	2
云霄县县城	2
云霄县发改局	1
云霄县核电指挥部	2
云霄县环保局	1
云霄县城乡规划建设局	1
云霄县水利局	1
云霄县海洋与渔业局	1
云霄县农业局	1
合计	23

表 10.3-5 漳州核电厂一期工程公众参与公众意见反馈情况统计表

序号	时间	方式	提问内容	答复内容	答复时间
1	2014-8-10	邮件	关注并想了解漳州核电厂开发过程中的对自然环境和生态环境的影响，一般事故防范和应急处理措施，在极端事故条件下的危害、预防和处置放案，核电项目本身的安全性，项目建设方、项目服务方的资质控制，以便了解项目环评资料的正确性和安全可靠性等。	漳州核电项目采用 AP1000 堆型，该堆型经过最严格的安全标准评审，重点从技术成熟性、安全性、环境保护及经济性等方面进行了说明。介绍了核电厂设计、建造和运行过程中的环境保护方法，强调了合规性，必须通过国家环保管理部门审查，使对环境的影响可接受并尽可能小，有效促进环境保护。介绍了核电站的核应急体系，并就对极端事故的研究和采取的应对措施进行了说明。介绍了项目设备、材料均选择方法，严格按标准控制设备选型和制造流程，关键设备需报国家监管机构鉴定和审批。核电厂关键人员都需要经过规定的资格评审，满足条件的才能获得授权。	2014-8-28
2	2014-8-10	李先生 邮件	1.选址处于地震带和台风地，一旦发生核泄漏将是毁灭性的。 2.该区域富有丰富的生态旅游和海洋资源，一旦开发建设将严重地破坏原有的生态	漳州核电厂址已经过 7 年多的选址研究论证，共计开展了 50 余项专题研究，其中就包括有地震地质调查、毗邻海域断层地球物理勘查、地震安全性评价、极端气象、可能最大风暴潮专题，报告通过了行业专家的评审，漳州核电厂址区不存在能动断层，不会发生强地震，且厂址区	2014-8-28

序号	时间	方式	提问内容	答复内容	答复时间
			结构和环境和谐。 3.建议在该地区扩大开发风电项目更加适宜。	地下岩层完整，抗震条件好，，适宜建设核电厂。 核电清洁能源，核电厂是绿色环保项目，符合国家能源发展政府和方针。长期看核电项目不但不会破坏生态旅游，而且建成后会成为良好旅游景点。核电与风电相比，核电高效且稳定，基本不受天气变化影响，保障能力高；装机容量大，发电量高，更适合大规模建设；电厂占地集中，土地资源利用率高；投资大，更能提升地方经济实力；电厂环境美化投入大，环境相容性高，更宜与地方和谐共处。	
3	2014-8-12	陈先生(公务员) 邮件	想了解核电厂的温排水会对东山湾的养殖业产生热污染；核辐射会以气溶胶的形式存在于大气中，会与PX项目产生的PM2.5结合，难以去除；沿海核电厂的建设，海啸会对其产生巨大影响。	漳州核电厂对温排水进行了专项科学研究，获取了温升影响区域，已按国家规定申请建立温排水混合区，影响到养殖的将按照国家和福建省的有关规定进行补偿。核电是清洁能源，产生过程中会产生极少量的废物，气体排放前将经过多级过滤，对气溶胶和0.3微米颗粒物质的过滤效率能达到99.99%，根据设置在秦山核电站周围监测点的监测，十五年来，没有造成周围环境放射性影响。科学研究表明，地震引发海啸必须要具备构造条件(断层运动垂直分量)、动力条件(能发生大地震)和海水水深(一般1000米以上)等条	2014-8-30

序号	时间	方式	提问内容	答复内容	答复时间
				件。漳州核电站位台湾海峡南端，海水深度较潜，平均水深约 60 米，因此漳州核电厂址不具备发生大地震海啸条件，不会发生大海啸。漳州核电厂址属“干厂址”，有很强能力应对台风浪、风暴潮等自然灾害。	
4	2014-8-17	杨先生	选址是否在地震带上？台湾海峡是地震多发区，核电站是否会受到影响？核废料准备如何处理？ 核技术人员资质如何？漳州核电厂对厦门可能的影响有哪些？比如说，来自东山的海鲜是不是就不能吃了？	漳州核电厂址不在地震带上。漳州核电厂址已经过 7 年多的选址研究论证，共计开展了 50 余项专题研究，其中就有地震地质调查、毗邻海域断层地球物理勘查和地震安全性评价专题，报告通过了行业专家的评审，适宜建设核电厂。漳州核电厂址区不存在能动断层，不会发生强地震，且厂址区地下岩层完整，抗震条件好。核废物分为废气、废水和固体废物三种，核电厂建有完善的气体、液体和固体废物的处理设施，所有废物的处理均在尽量回收利用的基础上将排放量降至最低。废气和废液排放前均需要经过厂内各种过滤、吸收等处理，检测达标后才能排放；中低放固体废物将通过清洁解控程序去除有害物质，极少部分不能去除的将暂存在厂区专门设施内，后续统一送专门处置场进行贮存；高放射性乏燃料使用完毕后先贮存在电厂乏燃料池内静置，再送	2014-8-30

序号	时间	方式	提问内容	答复内容	答复时间
				至我国专门处置场，不会影响当地环境。乏燃料经后处理提取有用物质后，再对剩余的少量高放废物特殊密封和处置，此时该处置已转移出核电厂，在专门的处置厂内进行。参与核电建设和运行的核技术人员都是具备足够资质的有经验人员，核电厂有一套完整的资格授权体系，任何参与核电项目的核技术人员均需获得充分的培训和资格授权，具备足够的经验后方可开展相应工作。漳州核电项目不会给厦门带来负面影响。核电厂运行过程中会伴有少量液体废物，核电项目的处理原则是尽量回收利用，把排放量减至最少，并将放射性减至规定的允许值以下。为达到这一要求，排放前会经过厂内各种过滤、吸收等处理，并经检测达标后才能排放，这也是核电项目是绿色项目的原因之一，故不会对海洋生态环境和海洋渔业资源产生影响。另一佐证是，根据秦山核电站周围监测点的监测，十五年来，并没有造成周围环境放射性影响。	

表10.3-6(1/3) 公众参与调查表结果汇总

调查内容	意 见	统 计 比例，%
您对本工程的了解程度	很清楚	70.06%
	知道一点	28.69%
	不了解	1.25%
您是否了解核电是一种安全、清洁的能源？	很清楚	92.79%
	知道一点	6.24%
	不了解	0.97%
您是否了解核电与火电相比有何优势？	很清楚	94.24%
	知道一点	4.94%
	不了解	0.82%
您对国家目前安全高效发展核电的政策持什么态度？	积极支持	91.27%
	支持	8.13%
	无所谓	0.60%
	反对	0.00%
您认为您所在地环境状况	优	90.75%
	良	7.09%
	一般	1.77%
	差	0.39%
	不知道	0.00%
您认为您所在地的主要污染物是（可多选）	大气	12.71%
	水	45.42%
	噪声	22.80%
	电磁辐射	3.93%
	生态	3.18%
	其他	11.96%
您觉得目前的环境对您工作（家庭）环境的生活质量有影响吗？	没有任何影响	97.26%
	有影响	2.74%

表10.3-6(2/3) 公众参与调查表结果汇总

调查内容	意 见	统 计 比例，%
如果您遇到环境污染问题，您向谁 要求处理，向谁抱怨或者请求帮 助？	居委会（或村委会）	27.40%
	环保局	66.00%
	污染方	6.40%
	其他	0.20%
您认为本工程的建设对您的影响 是：	养殖	19.57%
	经济	6.07%
	心理	11.74%
	环境	4.70%
	无影响	55.38%
	其它	2.54%
您认为本工程施工期间对您影响最 大的因素是（可多选）	施工噪声	46.90%
	空气粉尘	10.68%
	交通不便	26.93%
	水质	5.88%
	其它	9.60%
您认为本工程对水生生态环境的影 响	严重	1.18%
	一般	2.36%
	不大	7.09%
	没有	86.02%
	不知道	3.35%
您认为本工程对本地区工农业生产 影响	严重	0.40%
	一般	1.81%
	不大	23.94%
	没有	72.84%
	不知道	1.01%
对于本工程，您最想了解的是（可 多选）	对我有没有影响	85.42%
	会不会发生事故	10.23%
	可能事故影响的范围和程度	4.17%
	其它	0.19%

表10.3-6(3/3) 公众参与调查表结果汇总

调查内容	意 见	统 计 比例，%
您认为本工程对环境的主要影响是（可多选）	无影响	50.31%
	不清楚	0.62%
	放射性污染	3.50%
	大气污染	1.00%
	水污染	3.50%
	噪声污染	1.62%
	生态	28.84%
	其它	10.61%
您认为本工程对本地区经济社会发展	有利	98.14%
	不利	0.41%
	不清楚	1.44%
您认为本工程的总体效应是	有很大的好处	97.58%
	利弊相当	2.42%
	弊大于利	0.00%
从环保角度看，您是否支持漳州核电厂一期工程的建设	坚决支持	96.10%
	有条件支持	3.31%
	无所谓	0.39%
	反对	0.19%

“全民健身日” 漳州市区举行登山活动

本报漳州讯 为倡导“全民健身”理念，增强市民体质，8月8日，“全民健身日”漳州市登山活动在凤鸣山举行。本次活动由漳州市体育局、龙文区人民政府主办，龙文区委宣传部、龙文区文体局承办。来自全市各机关、企事业单位、社会团体、广大市民等300多名登山爱好者参加了活动。他们从龙文区凤鸣山山脚出发，沿山势起伏、绿树成荫的山路向上攀登，不时停下脚步休息、拍照留念。活动现场气氛热烈，市民们纷纷表示，登山是一项很好的健身运动，以后要多参加此类活动。



市领导到龙海诏安调研 督导重点整治工作

(上接第一版)日前，漳州市领导率队到龙海、诏安两县调研，督导重点整治工作的落实情况。调研组一行先后深入龙海、诏安两县，实地查看了重点整治项目的进展情况，听取了当地领导的工作汇报。调研组指出，重点整治工作是当前的一项重要任务，各级各部门要高度重视，切实加强组织领导，确保各项任务落到实处。调研组还就如何进一步做好重点整治工作，与当地领导进行了交流。

(上接第一版)调研组在龙海、诏安期间，还分别召开了座谈会，听取了当地企业、群众对重点整治工作的意见和建议。调研组表示，将把调研情况作为制定相关政策的重要依据，努力解决企业、群众反映的突出问题。调研组还向当地领导提出了几点要求：一是要进一步提高思想认识，切实增强责任感和使命感；二是要进一步细化工作措施，确保各项任务按时保质完成；三是要进一步加强沟通协调，形成工作合力。



2000年“海丝” 文化亮相漳州

靖江展览厅内人潮如织。

1643年，郑成功在台南建立政权，明代漳州府首任知府范公廉在漳州建立“海丝”文化展示馆。展示馆内陈列了2000多件珍贵的“海丝”文物，包括各种陶瓷、金银器、香料等。展示馆还设有“海丝”文化展览厅，展出各种“海丝”文化研究成果。展示馆的开放，为市民提供了一个了解“海丝”文化的好去处。

海上丝绸之路作为古代中外贸易的重要通道，早在汉代就已开通。漳州作为海上丝绸之路的重要港口，见证了“海丝”文化的繁荣。展示馆的开放，不仅展示了漳州丰富的“海丝”文化资源，也为市民提供了一个了解“海丝”文化的好去处。

漳州是“海丝”的重要港口，也是“海丝”文化的重要发源地。展示馆的开放，不仅展示了漳州丰富的“海丝”文化资源，也为市民提供了一个了解“海丝”文化的好去处。展示馆还设有“海丝”文化展览厅，展出各种“海丝”文化研究成果。

就是“海丝”最有利见证。明清时期，漳州成为对外贸易的重要港口，也是“海丝”文化的重要发源地。展示馆的开放，不仅展示了漳州丰富的“海丝”文化资源，也为市民提供了一个了解“海丝”文化的好去处。展示馆还设有“海丝”文化展览厅，展出各种“海丝”文化研究成果。

漳州是“海丝”的重要港口，也是“海丝”文化的重要发源地。展示馆的开放，不仅展示了漳州丰富的“海丝”文化资源，也为市民提供了一个了解“海丝”文化的好去处。展示馆还设有“海丝”文化展览厅，展出各种“海丝”文化研究成果。



▲客家民俗博物馆



▲明代瓷器和南唐青花瓷等珍贵文物



▲观众在参观漳州出土的古代瓷器和青花瓷等珍贵文物

漳州核电厂一期工程环境影响评价(选址阶段)信息公告(第一号)

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，现将漳州核电厂一期工程环境影响评价(选址阶段)信息予以公告。该项目的环评工作委托了具有资质的环评单位进行。环评单位将开展现场踏勘、资料收集、公众参与等工作，编制环境影响评价报告。公告期间为2014年8月10日至2014年8月20日。如有意见，请及时向环评单位或漳州市环保局反映。

一、建设项目名称及概况

1. 项目名称: 漳州核电厂一期工程
2. 项目概况: 漳州核电厂一期工程位于漳州市龙海区，总装机容量为100万千瓦。项目建成后，将为漳州市提供稳定的电力供应，对促进漳州市经济发展和改善民生具有重要意义。

二、建设项目环境影响评价的名称和联系方式

建设单位: 漳州核电有限公司
地址: 福建省漳州市龙海区
联系人: 曾建强
电话: 0596-8556030/8552281
传真: 0596-8550218
电子邮箱: zjz@zcnpc.com.cn
环评单位: 漳州市环保局
地址: 漳州市龙海区
联系人: 曾建强
电话: 0596-8556030/8552281
传真: 0596-8550218
电子邮箱: zjz@zcnpc.com.cn

联系人: 王冠
电话: 021-61602373
传真: 021-61600728
电子邮箱: wangguan@cnec.com.cn

四、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

1. 环境影响评价的工作程序: 见下图。



五、征求公众意见的主要事项

1. 公众对漳州核电厂项目的了解程度。
2. 公众对漳州核电厂项目所持有态度。
3. 漳州核电厂项目运行对环境造成的影响。
4. 公众对漳州核电厂项目运行过程中可能产生的环境影响。
5. 公众对漳州核电厂项目的其他意见和建议。

六、公众提出意见的方式

可以通过填写意见调查表、发送电子邮件、电话、传真或当面等方式向漳州市环保局或漳州核电有限公司提出意见。

附件: 漳州核电厂一期工程公众意见调查表

姓名	
工作单位	
职业	
文化程度	
通讯地址	
联系电话	
邮编	

您对漳州核电厂项目的所持态度,请简要说明理由:

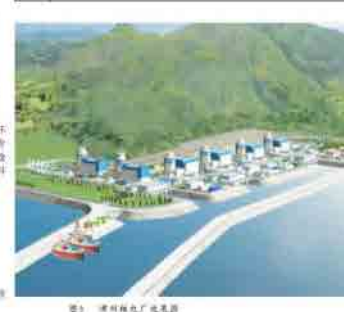


图2 漳州核电厂位置图

图 10.3-1 一号信息公告(闽南日报)

漳州市人民政府 福建省人民政府 今天是： 2014年8月9日 星期六 · RSS

漳州环保局
Zhangzhou Environment Protection

网站首页 政务公开 环保监管 网上办事 公众参与 专题专栏

您是本站第134985位访客！

工作动态

- 关于印发漳州市环保局贯彻落实《关于深 14-08-07
- 关于胜利路限制黄色环保标志及无环保 14-07-04
- 关于印发漳州市环境保护局开展信用体 14-06-27
- 漳州市环保局2014年民主评议政风行风 14-06-06
- 漳州市环保局2014年民主评议政风行风 14-06-06
- 关于印发《闽南文化生态走廊示范段（西 14-05-07
- 关于进一步加强涉重金属排放行业企 14-05-07
- 漳州市环境保护局 漳州市发展和改革委员会 14-05-07
- 漳州市环保局关于印发2014年推进依法 14-04-29
- 漳州市环保局关于调整充实创建文明城 14-04-29

公告公示

- 关于2014年第一批省级生态 04-29
- 漳州市环保局古雷港经济开 03-13
- 古雷港龙芳烃LNG燃料配套项 09-04
- 关于长泰县鸿泰塑胶工业有 03-08
- 福建春达化工有限公司30万 03-06
- 关于公布漳州市环保系统编 02-04
- 2013年1月4日拟批准环境影 01-04
- 漳州古雷石化基地规划环境 12-31
- 关于福建统一马口铁有限公 12-28

更多...

热点新闻 图片新闻

热点专题

环保信息公开

政府信息公开

- 信息公开指南
- 政府信息公开目录
- 依申请公开
- 信息公开意见信箱
- 污染源环境监管信息公开

空气质量

空气质量指数(AQI日报)

时间	2014-08-08 01时-24时
质量指数	51
首要污染物	PM10
质量级别	二级
质量描述	良

AQI实时发布平台

场景式服务

环保投诉电话: 12369

工程项目信用信息公开

资料下载

- 验收申请表(电磁辐射项目) 10-23
- 验收申请报告(电磁辐射项目) 10-23
- 建设项目竣工环境保护验收 10-23
- 建设项目竣工环境保护验收 10-23
- 建设项目环境影响登记表(工业 10-23

信息排行

- 政务公开: 310篇
- 环保监管: 798篇
- 网上办事: 42篇
- 公众参与: 0条
- 网站地图: 0条
- 图片新闻: 7条
- 空气质量: 346条
- 专题专栏: 64篇
- 会员总计: 0个

网上办事-公众参与

我要办证

我要投诉

办事指南

业务咨询

常见问题

- 如何办理机动车环保标志? 2013-07-23
- 排放污染物许可证如何办理? 2013-07-23

更多...

民意征集

- 1、市流域水环境综合治理的重点、难点工作和政策措施。
- 2、漳州市环保局政府信息公开工作意见征集。
- 3、征集行风及行政效能建设工作的意见和建议。
- 4、我市污染减排可以采取哪些好的措施。

更多...

市政府网站

环保各级网站

县级网站群

国内重要网站

友情链接

- 漳州市人民政府
- 厦门市人民政府
- 福州市人民政府
- 泉州市人民政府
- 龙岩市人民政府
- 三明市人民政府
- 宁德市人民政府
- 南平市人民政府
- 莆田市人民政府

设为首页 加入收藏 联系我们 使用帮助 网站地图

Copyright 2013- 2014 www.zzsepb.gov.cn

主办单位: 漳州市环保局 地址: 漳州市胜利西路136路丹霞大厦 邮政编码: 353000

维护电话: 0596-2521266 邮箱: hb2521266@163.com 闽ICP备09004274

图 10.3-2(1/2) 一号信息公告（漳州市环保局）



图 10.3-2(2/2) 一号信息公告（漳州市环保局）



图 10.3-3(1/2) 一号信息公告（村庄张贴）



图 10.3-3(2/2) 一号信息公告（村庄张贴）



图 10.3-5(1/2) 二号信息公告（漳州市环保局）



项目地点：漳州核电厂址位于福建省云霄县列屿镇附近，厂址为沿海厂址。西北距云霄县城约21km，南距东山县城约16km，到东北方向的厦门直线距离约80km，距漳州市约75km。

2、项目建设必要性

- 发展核能符合国家能源政策；
- 满足福建省电力负荷增长的需要，优化福建省电网的电源结构；
- 提高核电机组国产自主化设计能力，推动国内核电工业发展；
- 核电为清洁、安全的能源，可缓解煤炭供应和运输压力，不释放 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 等大气污染物，有助于保护、改善生态环境。

3、工程概述

漳州核电厂一期工程初步计划2015年10月开工浇筑第一罐混凝土。单台机组建设工期54个月。

漳州核电厂一期工程技术方案主要技术特征如下：

- 机组额定电功率1250MWs；
- 电站设计寿命60年；
- 电厂可利用率：93%；
- 燃料周期：18个月。

二、拟建核电厂对环境影响的概述

正常运行期间，漳州核电厂一期工程四台机组对厂址周围公众造成的最大个人年有效剂量能满足国家标准的要求；核电厂温排水不会对厂址邻近海域产生明显影响，符合国家《海水水质标准》的相应核素的浓度限值要求，对受纳海域水体中海洋生物造成的辐射影响甚微，更不会对种群上造成损伤。

三、预防或者减轻潜在不良环境影响所采取的主要对策和措施

漳州核电厂一期工程采用的国产化AP1000压水堆核电机组是先进的非能动核电机组，具有许多非能动的安全特性，简化了电厂系统，提升了电厂的安全性，设置了放射性废物处理系统，使进入环境的流出物质可控。同时，又具有一般压水堆核电机组所具有的安全性。

通过合理的运行设计、运行规程、监测系统、专设安全设施、放射性后处理设施等五个层次有效地保障核电厂的安全稳定运行并使放射性物质的释放受到控制。布置了四道安全实体屏障，燃料芯块、燃料包壳、隔离放射性的一回路压力边界以及坚固可靠的安全壳，从实体隔离上保证放射性的释放量最小。

四、环境影响报告书的评价结论要点

根据评价结果，漳州核电厂设置的厂址非居住区是可行的，在拟设置的规划限制区内不存在影响电厂安全和应急的不可克服的因素。漳州核电厂放射性处理系统的设计性能是有效的，专设安全设施的设计性能是可靠的。漳州核电厂一期工程建成后，正常运行工况下放射性和非放射性物质排放的环境影响均可以接受，选址理想事故对电厂附近公众产生的放射性后果能满足国家相关标准的要求。就核电厂建设和运行对环境的影响而言，漳州核电厂一期工程是适宜的。

五、公众查阅环境影响报告书副本或索取补充信息的方式和期限

公众可以通过网络查阅环境影响报告书的副本，如需索取其他补充信息，请通过书面形式（信件或传真）申请，网络查阅期限为2014年3月22日~2014年3月4日，联系方式：

建设单位：中核国电漳州能源有限公司
地址：福建省漳州市云霄县南诏电信大楼10楼（363300）
联系人：谢智博/陈仲强
电话：0596-8569300/9552281
传真：0596-8505218
电子邮箱：tshj@zznec.com.cn / chenzj@zznec.com.cn
信息公开网站：漳州市环境保护局官方网站（www.zscep.gov.cn）
评价机构：上海核工程研究院
持证：国环评证甲字第1815号
地址：上海市虹漕路20号
联系人：王钰
电话：021-61662373
传真：021-61669728
电子邮箱：wangxuan@necrdi.com.cn

六、征求公众意见的范围和主要事项

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》的要求以及漳州核电厂一期工程环境影响评价（选址阶段）的评价范围，本次征求公众意见的范围主要为福建省漳州市辖区内，调查重点为厂址半径5km规划限制区范围，同时兼顾5km范围外区域。

本次征求公众意见的主要事项为：

漳州核电厂一期工程建设和运行对公众的主要影响，公众对核电及漳州核电厂一期工程的了解程度以及公众的其它建议和意见。

七、征求公众意见的具体形式

公众可以通过电话、传真、书信、电子邮件等形式反馈意见。

附件：userfiles/file/8878DEAF8E39AF8348E7KAE8E7NE885CAC.doc

上一篇：漳州核电厂一期工程环境影响评价（选址阶段）信息公示（第一号）

下一篇：设置环保装置

设为首页 | 加入收藏 | 联系我们 | 帮助帮助 | 网站地图

Copyright 2013-2014 © www.zscep.gov.cn
主办单位：漳州市环保局 地址：漳州市胜利西路136路丹霞大厦 邮政编码：363000
联系电话：0596-2521286 邮编：363001 2660103.com 闽ICP备09004274

图 10.3-5(2/2) 二号信息公告（漳州市环保局）



图 10.3-6(1/2) 二号信息公告（村庄张贴）



图 10.3-6(2/2) 二号信息公告（村庄张贴）

第十一章 环境风险评价

根据国家环保部《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）和《关于切实加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]98号）的有关要求，本报告书将增加“环境风险评价”章节。

根据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）的有关要求，建设项目环境风险评价是相关项目环境影响评价的重要组成部分。新、改、扩建相关建设项目环境影响评价应按照相应技术导则要求，科学预测评价突发性事件或事故可能引发的环境风险，提出环境风险防范和应急措施。对存在较大环境风险的相关建设项目，应严格按照《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28号）做好环境影响评价公众参与工作。

本报告书已针对上述要求在第六章“电厂事故的环境影响”对核电厂发生选址假想事故工况下对公众的辐射影响、非居住区边界及规划限制区边界的设置以及实施应急计划可行性进行了分析说明。本章将对本项目的环境风险进行综合分析和描述。

11.1 风险识别

漳州核电厂将采用第三代压水堆核电技术—国产化 AP1000 核电机组。国产化 AP1000 核电技术在传统成熟的压水堆核电技术的基础上，采用“非能动”的安全系统，大大降低了事故发生的概率，安全性能得到显著提高。国产化 AP1000 核电机组的堆芯损伤频率安全目标 $<1.0 \times 10^{-6}$ /堆年，远低于美国核管会和美国核电用户要求文件（URD）的参考值（ 1×10^{-4} /堆年和 1×10^{-5} /堆年）。国产化 AP1000 核电机组严重事故下早期大量放射性物质释放至环境的概率安全目标 $<1.0 \times 10^{-7}$ /堆年，远低于美国核管会和美国核电用户要求文件（URD）的参考值（均为 1×10^{-6} /堆年）。

本建设项目的环境风险包括：1）核电厂的严重事故；2）易燃、易爆、窒息、有毒、腐蚀、放射性的物质在厂区内贮存、处理、运输时，在事故工况下的释放以及对核电厂安全运行的危害。

11.2 严重事故风险评价

严重事故发生后，烟羽中的放射性气体和气溶胶会随着风向在大气中输运。输运过程中，放射性物质会对人体产生辐照。为全面评价潜在的事故造成的厂外剂量风险，针对每一类别的释放，均选取了一个代表性源项，作为该释放类别的包络值。共确定 6 类典型的释放类别，概述如下：

- IC：事故中安全壳始终保持完整，放射性物质向环境的释放量与安全壳设计基准泄漏率相关。
- BP：裂变产物从反应堆冷却剂系统通过旁通安全壳的二回路系统和其它连接系统，释放到环境中。安全壳在堆芯开始损伤之前失效。
- CI：裂变产物通过那些失效的用于隔离安全壳与环境之间连接的系统和阀门释放。安全壳在堆芯开始损伤之前失效。
- CFE：裂变产物通过失效安全壳释放，安全壳失效由发生在堆芯开始损伤之后堆芯熔融物再就位之前的严重事故现象造成。这些现象包括：氢气爆炸、氢气扩散火焰、蒸汽爆炸以及压力容器失效。
- CFI：裂变产物通过失效安全壳释放，安全壳失效由发生在堆芯熔融物再就位之后 24h 之内的严重事故现象造成的。这些现象包括：氢气爆炸和氢气爆燃。
- CFL：裂变产物通过失效安全壳释放，安全壳失效由在 24h 后发生的一些严重事故现象造成的。这些严重事故现象包括：安全壳热排出失效（非能动安全壳冷却系统失效）。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的适于紧急防护措施的通用干预水平：隐蔽为 10mSv、撤离为 50mSv。

《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 规定对于压水堆核电厂，在满足安全准则的前提下，其烟羽应急计划区的区域范围，一般应考虑反应堆热功率的大小，在以反应堆为中心、半径 7km~10km 的范围内确定；烟羽应急计划区内区的范围，一般应考虑反应堆热功率的大小，在以反应堆为中心、半径 3km~5km 的范围内确定。

据此计算距反应堆 3~10km 各距离段，各类严重事故加权综合的个人剂量超越干预水平概率结果见表 11.2-1，各类严重事故加权综合的个人剂量随距离变

化的超越干预水平概率曲线见图 11.2-1 和图 11.2-2:

结合本厂址气象条件、地形特征及人口分布特征,计算得到功率运行工况下,由于假想的裂变产物释放(堆芯损伤开始后初始 24h)造成 80km 范围内公众集体剂量总风险是 $3.79\text{E-}04$ 人·Sv/堆年,各释放类别详细数据见表 11.2-2。

表 11.2-1 个人有效剂量当量高于参考剂量的条件概率

剂量(Sv) 距离(km)	0.01	0.05
3	1.98%	1.79%
4	1.88%	1.62%
5	1.85%	1.49%
6	1.82%	1.37%
7	1.79%	1.28%
8	1.71%	1.18%
9	1.65%	1.11%
10	1.60%	1.00%

表 11.2-2 厂址半径 0~80km 范围内集体剂量风险

(持续照射 24h)

释放类别	释放频率 (1/堆年)	平均剂量 (人·Sv)	风险 (人·Sv/堆年)	占总剂量风险的百分比 (%)
CFI	2.08E-10	4.74E+04	9.86E-06	2.60
CFE	9.05E-09	1.32E+04	1.19E-04	31.56
IC	1.78E-07	5.64E+00	1.00E-06	0.27
BP	6.53E-09	3.55E+04	2.32E-04	61.24
CI	3.19E-10	5.13E+04	1.64E-05	4.32
CFL	5.96E-11	5.35E+02	3.19E-08	0.01
总风险			3.79E-04	100.00

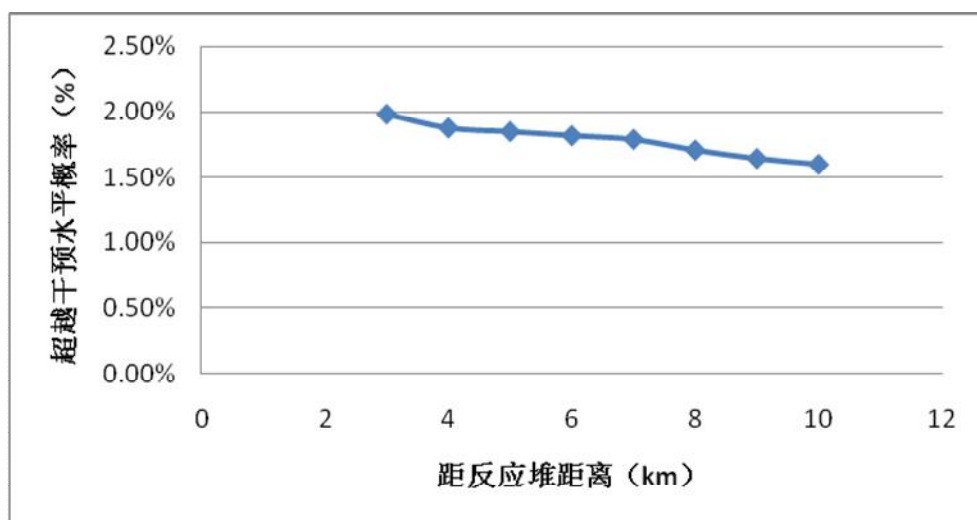


图 11.2-1 各类严重事故加权综合的个人剂量随距离变化的超越隐蔽干预水平概率曲线

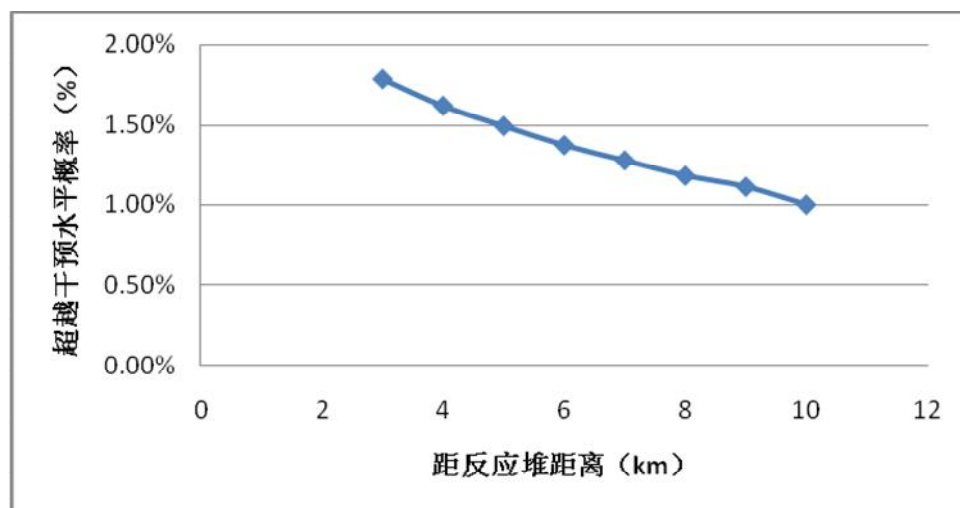


图 11.2-2 各类严重事故加权综合的个人剂量随距离变化的超越撤离干预水平概率曲线

11.3 事故风险防范措施

11.3.1 核事故风险防范措施

1) 压力容器内熔融物滞留

通过压力容器外冷却实现压力容器内熔融物滞留是本设计电厂的一个关键严重事故缓解措施。由于压力容器保持完整使熔融物滞留在压力容器下封头内，因此可排除由于熔融物掉落至堆腔而产生的诸如熔融物—混凝土反应和压力容器外蒸汽爆炸等现象。

本设计电厂的压力容器保温层及安全壳的结构设计有利于压力容器内熔融物滞留（IVR）。由于安全壳的设计特征能够在事故下淹没堆腔，因此可使压力容器浸没在水中。在 LOCA 事故期间通过破口释放的冷却剂直接进入反应堆堆腔。如果堆腔自动淹没失效，功能恢复导则还包括了操纵员手动触发内置换料水箱（IRWST）淹没反应堆堆腔的措施。因此，在事故中反应堆压力容器极有可能浸没于水中。

2) 燃料—冷却剂相互作用（蒸汽爆炸）

堆芯熔融物与水混合并发生相互热作用可能导致蒸汽爆炸。蒸汽以非常高的速率产生，从而形成音速的压力前沿并在当地构件上施加动力载荷。当堆芯熔融物由堆芯区域塌落至反应堆下腔室时，可能在压力容器内发生蒸汽爆炸，对压力容器内的蒸汽爆炸进行了分析，结果表明压力容器内蒸汽爆炸的压力脉冲不会破坏压力容器的结构完整性。因此，由压力容器失效导致安全壳失效的可能性可以忽略不计。如果压力容器失效且堆芯熔融物进入到堆腔内的水中，则可能在反应堆堆腔发生蒸汽爆炸。对压力容器外蒸汽爆炸分析进行了分析，结果表明压力容器外蒸汽爆炸不会威胁钢安全壳的完整性。

3) 氢气控制

本设计电厂采用纵深防御的方法，应对可能挑战安全壳完整性的氢气扩散火焰。第一层防御是反应堆冷却剂系统的自动卸压系统第 4 级阀门管线，它防止大量的氢气释放至 IRWST 和非能动堆芯冷却系统（PXS）隔间。ADS 第 4 级阀门管线提供了压力容器内产生的氢气向安全壳释放的阻力最小的路径。ADS 第 4 级阀门将 RCS 热段流体排放至环路隔间，而环路隔间与安全壳壳体间提供了防护措施，并且通过安全壳内自然循环提供稳定的氧气源。氢气在环路隔间内以扩散火焰方式燃烧，而不会危及安全壳的完整性。如果 ADS 第 4 级阀门失效，本

设计在内置换料水箱排气口处提供了设计考虑，以缓解接近安全壳壁的扩散火焰。PXS 隔间及 CVS 隔间的排气口放在远离钢安全壳及贯穿件位置上，以缓解氢气扩散火焰的威胁。

本设计电厂考虑了 100% 锆水反应产生的氢气量，并设置了完善的可燃气体控制系统，包括氢气浓度监测系统和氢气控制系统。在氢气浓度监测方面，设置了多个氢气浓度探测器，主要监测空间平均氢气浓度。在氢气控制方面，设置了多个非安全级的非能动氢气复合器和氢气点火器，可控制氢气的浓度在 10% 以下。

4) 高压熔融物喷射

本设计电厂考虑了防止高压熔堆的设计特征。这些特征包括非能动余热排出系统（PRHR）和自动卸压系统（ADS）。这些设计特征可提供主系统的热排出和卸压，以防止出现高压堆芯损伤状态。在布置上，通往安全壳上部空间的通道采用迷宫式的设计，可缓解假想的高压熔融物喷射（HPME）的后果，并且熔融物也没有直接的通道可以冲击安全壳壳体。

5) 堆芯熔融物的可冷却性

对于未能防止压力容器失效的事故序列，堆芯熔融物可能会排放至堆腔。较可能的压力容器失效模式是低压熔融物喷射（LPME）至安全壳。本设计电厂堆腔设计提供了堆芯熔融物扩散的区域。由非能动安全壳冷却系统（PCS）冷凝的水返回堆腔，因此提供了用于冷却堆芯熔融物的长期供水。

6) 衰变热引起的安全壳升压

本设计电厂安全壳由 PCS 冷却，PCS 为安全级、抗震 I 类设计，并且通过具有冗余性、多样性的阀门和管线（包括可与如消防车等外部水源相连接的管线）系统向安全壳顶部提供安全壳冷却水，具有高度可靠性。钢安全壳水的蒸发冷却可提供长期的安全壳冷却，除了氢气燃烧（单独分析）外，所有严重事故下安全壳压力都可限制在低于其设计压力。

对于在较长时间内不能向钢安全壳顶部提供冷却水的低概率事件，依靠 PCS 环形空间内空气流动提供的空气冷却也可持续移出安全壳内热量。在此条件下，预计事故后 24 小时内安全壳压力不会达到足以威胁安全壳完整性的压力。

根据严重事故管理导则（SAMG），操纵员将有足够的时间实施操作，从而进行安全壳受控排气。安全壳受控排气可防止安全壳超压失效引发的不可控的裂

变产物释放。根据 SAMG，安全壳可通过多个安全壳贯穿件进行排气。一旦执行了安全壳排气，安全壳内蒸汽浓度的增加改善了仅依靠空气进行的非能动安全壳冷却。

7) 安全壳升温（设备可用性）

被确定用于缓解严重事故后果的设备必须提供在严重事故环境条件下完成其功能所需的时间内仍能连续运行的合理的保证。同时 10CFR50.34(f)要求，安全设备暴露在相当于 100%燃料包壳氧化产氢的环境条件下，仍能够连续执行其功能。由于本设计电厂采用氢气点火器，使氢气以可控的方式进行燃烧，因此，必需证明安全设备在氢气燃烧所产生的高温环境条件下，仍能连续执行其功能。对 PSA 分析中考虑的安全壳内设备的功能进行了审查，以确定该设备是否需要在严重事故环境条件或超设计基准极限下运行，结果表明所需设备能以合理的可信度保证其在所需的时间段内执行其功能。

11.3.2 放射性物质运输风险防范措施

本工程运输的放射性物质包括新燃料组件、乏燃料和中低放固体废物。

新燃料组件可以通过铁路、公路等不同方案运至国电漳州核电厂现场。新燃料组件在运输过程中必须放在专用的运输容器内，使新燃料组件在运输过程中得到充分的保护而避免受到损伤。运输容器的设计和制造满足《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）和《放射性物品运输安全管理条例》的要求，且运输时容器表面需满足相应剂量率标准。容器从设计上充分考虑可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件不会产生临界反应。

乏燃料组件暂存在厂内至裂变产物活性降低到一定程度并经批准后方可外运时。以上运输均需使用专用容器，运输容器的设计和制造满足《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）和《放射性物品运输安全管理条例》的要求，且运输时容器表面需满足相应剂量率标准。容器从设计上充分考虑可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件不会产生临界反应，乏燃料也不会散落。

漳州核电厂厂外运输的放射性废物主要是 200L 钢桶包装的桶装废物，运输方式拟采用公路运输。废物桶的设计和制造符合《低、中放水平放射性固体废物包装安全标准》（GB12711-91）、《放射性物质安全运输规程》（GB11806-2004）

和《放射性物品运输安全管理条例》的要求，可有效防范运输过程中的环境风险。

11.3.3 核电厂化学品泄漏风险防范措施

本工程化学危险品仓库用的化学药品分间、分类堆放，不堆放杂物，并设有良好的通风设施；有毒气释放的化学试验均在通风柜中进行。各化学药品的贮存和运行设施处，均设有冲洗水。地面、墙壁、沟道处设有防腐蚀措施，并设有喷淋器、洗眼器和急救药箱等。

除盐水及凝结水精处理系统的再生系统，所有设备、管道、阀门、法兰做到严密不漏，采用耐腐蚀材料，对设备及管道内壁衬胶，或涂刷耐腐蚀的涂料，并定期检查管壁腐蚀情况，发现损坏应及时修复，避免 HCl、NaOH 泄漏。

凝结水精处理再生后的废液，除盐水再生后的废液，必须经中和处理后，pH 达到 6.5~9.0 才允许排放。

为预防 HCl、NaOH 因泄漏灼伤人体，职工在工作时均穿着耐酸碱的衣服，戴耐酸碱的手套、眼镜。严格按操作规程执行，小心谨慎操作。在工作场所（酸碱贮存间、计量间及卸酸、碱泵房等）设有安全通道及方便的冲洗水喷淋设施、洗眼器及排水设施，加强通风，同时加强作业环境的监测。装卸浓酸及液碱时采用负压抽吸、泵送或自流输送方式。对于酸雾逸出，专门设置酸雾吸收器装置进行吸收。

氨和联氨加药系统所有设备、管道、阀门等做到严密不漏，发现损坏及时修复，避免氨和联氨泄漏，加药装置周围设置围堰，一旦发生泄漏，及时冲洗，并从围堰中及时排出，作业现场还设置安全淋浴器（带洗眼功能），以便接触药品后及时冲洗。配备必要的应急救援器材，采用自动化加氨加联氨设施，并对加氨、联氨点的厂房和氨、联氨溶液管道通过的厂房采取机械通风，防止泄漏的氨和联氨聚集。

化学加药间、循环水加药间、氨气及联氨间、酸碱间、电解海水制氯车间均设不小于 15 次/h 的机械排风。化学制氢站电解间、电解海水制氯车间中电解间设自然排氢的通风系统，并设不小于 12 次/h 的事故排风。氨气及联氨间内通风机及电机为防爆型。化学加药间、酸碱间、电解海水制氯车间通风风管采用防腐材料。蓄电池室设不少于 12 次/h 通风换气次数的事故排风系统，通风机及电机为防爆型。

11.3.4 核电厂氢气爆炸风险防范措施

正常运行期间，反应堆及反应堆冷却剂系统的氢气主要来自化学与容积控制系统。电站功率运行期间，通过直接注入高压氢气向反应堆冷却剂系统补充氢气，利用溶解氢气控制和除去堆芯区域由于水辐照分解产生的氧气，使燃料和一回路系统材料表面的腐蚀降至最低。通过一回路取样系统监测反应堆冷却剂系统内的水质，若水中含氢量低于限值，则需进行加氢操作。贮存在高压氢气储气站内的高压氢气瓶内的氢气经减压后，通过化学与容积控制系统管道经注入反应堆冷却剂系统。事故后，除水辐照分解、材料腐蚀产生氢气外，锆合金包壳与水蒸汽反应、堆芯熔融物与混凝土反应等也会释放出相当数量的氢气。主要采取了如下防范措施：

- 1) 系统设计时，保证各种运行状态或事故工况引起的机械应力在规范范围内，保证压力边界的完整性。
- 2) 管道和设备安装完毕后，按规定进行水压试验和密封性试验。
- 3) 反应堆冷却剂系统的布置确保具有足够的自然循环能力（蒸汽发生器位置高于反应堆压力容器，使得在失去强制循环能力时，仍能导出堆芯余热）。
- 4) 反应堆冷却剂泵具有足够的惯性，使得失去电源后，短时间内有较高的流量通过堆芯，导出堆芯余热。
- 5) 设置仪表装置监测反应堆冷却剂系统的运行，提供稳压及超压保护。
- 6) 设置了非能动专设安全设施，如非能动堆芯冷却系统、非能动安全壳冷却系统等，缓解事故后果。
- 9) 安全壳内设置氢气监测系统，以监测安全壳内的氢气浓度。
- 10) 安全壳内的结构布置有利于通过自然循环促进安全壳大气的混合，防止氢气在局部积累。
- 11) 在设计基准事故后，由两台安全有关的非能动自催化复合器消除安全壳内产生的氢气，防止氢气浓度达到最低可燃限值。
- 12) 严重事故后，66 台分散布置在安全壳内各个隔间的点火器将在安全壳内达到最低可燃浓度限值后不久引发氢气燃烧，防止发生较高氢浓度时的事故性氢气燃烧，保证氢气燃烧期间能维持安全壳的完整性，并保证在燃烧期间或燃烧后安全有关设备能持续运行。

11.3.5 核电厂火灾风险防范措施

1) 防火分区

将电厂分为各防火区，以隔离潜在的火灾，使火灾的蔓延风险以及随之产生的腐蚀性气体、灭火剂、烟气和放射性污染造成的危害最小化。一些防火区再细分为防火小区，以允许可燃物、火灾探测和灭火系统类型和位置的更精确鉴别。耐火极限为 3 小时的防火屏障为多重安全停堆部件提供了完全的分隔，这些部件包括设备、电缆和仪控等。

2) 建筑和结构

电厂厂房使用不燃结构材料，主要是钢筋混凝土、石膏、砌块、结构钢、钢侧墙板、混凝土与钢复合材料。

3) 电气防火设计

为了避免和减少电气系统由于可燃物质和各种原因（如：短路、过负荷、散热失效等）产生的电火花、电弧放电或高温引起火灾的危险性，在电气设计中主要采取了下列电气防火措施：电缆设施防火、电气设备防火、通道隔离、蓄电池防火、防雷等内容。

电缆主要敷设在专用的电缆构筑物内，使用阻燃电缆。为防止电缆由于短路和长期超负荷引起火灾，电气开关设有过流和短路保护。

在电力系统中，尽量减少可燃性物质。属于不同安全通道的应急电源系统的电气设备分别布置在单独房间里，并用耐火极限为 3 小时的隔墙和楼板与其它房间隔开。

4) 通风防火设计

核岛厂房通风系统的风管穿越防火屏障时设置防火阀。在空气温度达到 165°F（73.9℃）时，防火阀自熔关闭，限制火灾以及烟气的蔓延。风管穿越安全有关区域、烟雾敏感区域时设置防烟防火阀。防烟防火阀除了可自熔关闭，还可根据火灾探测及报警系统发出的信号联动关闭。已设置防烟防火阀的地方不再设置防火阀。防火阀、防烟防火阀的耐火极限与穿越的防火屏障的耐火极限相等。防火阀、防烟防火阀可手动或自动复位。

11.4 核事故应急对策及实施应急计划的可行性

11.4.1 核事故应急对策

为了减少事故对公众的辐射影响，根据核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备》（HAD002/01）和《地方政府对核动力厂的应急准备》（HAD002/02）的要求，事故应急应包括：隐蔽、简单的呼吸道和体表防护、服用稳定性碘、撤离；避迁、控制食品和水、控制通道、地区去污和人员去污等措施。为了快速有效地处理核事故发生后的各种问题，最大限度减少事故影响，在事故时便于执行上述应急措施，本工程在应急准备和应急响应方面建立统一的应急组织，按照国家“常备不懈，积极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境”的应急管理工作方针，进行统一的应急准备，在事故情况下实施统一的应急响应。

核电厂因运行失误或事故导致核事故应急状态的可能性极小，但仍不能完全排除。因此在核电厂选址阶段就应考虑妨碍或影响执行应急计划的厂址因素。

为了减少核事故对公众所造成的辐射影响，根据核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）和《地方政府对核动力厂的应急准备》（HAD002/02）的要求，可能采取的应急措施包括：

- 隐蔽；
- 简单的呼吸道和体表防护；
- 服用稳定性碘；
- 撤离；
- 避迁；
- 控制食品和水；
- 控制通道；
- 地区去污；
- 人员去污。

为了快速有效地处理核事故中的问题，最大限度减少事故影响，在事故时便于执行上述应急措施，在厂址所在地区要建立包括核电厂、当地政府所辖的环保、公安、卫生、消防等部门在内的各级应急组织，设立应急监测机构并配置相应的应急响应设施。

11.4.2 实施应急计划的可行性

为了加强核电厂核事故应急管理工作控制和减少核事故危害，漳州核电工程将依据《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002）、《国家核应急预案》等相关核安全法规以及《核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）等相关国家标准确定应急计划区大小。应急计划区分为烟羽应急计划区和食入应急计划区，烟羽应急计划区为以核电厂为中心，半径 7~10km 划定的需做好撤离、隐蔽和服碘防护的区域，该区分为内、外两区，其中内区一般主要进行撤离（包括预防性撤离）准备，半径为 3-5km；食入应急计划区为以核电厂为中心，半径 30-50km 划定的区域。应急计划区的范围和大小由当地政府在编制场外应急计划时最终确定。

2012 年底，漳州核电工程所在厂址半径 5km 规划限制区范围内常住人口共计 24639 人，厂址半径 5km 范围内平均人口密度为 314 人/km²，平均陆域人口密度为 872 人/km²，高于福建省同期（2012 年）平均人口密度 302 人/km²。厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇，无难以撤离的海岛居民、监狱。厂址半径 5km 范围内共有 8 所幼儿园，主要分布在列屿镇和陈岱镇，厂址半径 5km 范围内共有 6 所中、小学，教职工 176 人，学生 1435 人。厂址半径 5km 范围内有 1 家敬老院、1 家卫生院。总体而言没有难以撤离的人群。

厂址半径 15km 范围内交通便捷畅通，共有 5 条公路，分别为沈海高速公路 G15（沈阳—海口），最近距离位于厂址 W 方位 10.5km；国道 G324（漳浦—诏安），最近距离位于厂址 W 方位 11.0km；省道 S201（漳浦—诏安），最近距离位于厂址 WSW 方位 9.0km，现为二级公路；县道 X531（云陵—四都），最近距离位于厂址 WNW 方位 1.8km，现为三级公路，目前可以通过 X531 进入核电厂址；疏港公路（海峰—列屿），最近距离位于厂址 W 方位 2.8km，起点位于云陵开发区（莆美镇）大埔村，终点至列屿镇城内村，公路里程建设长度 11.5 公里，可与云霄县境内的 G324 国道连接。

厂址附近规划建设的公路为漳州沿海大通道，云霄段起点始于该县东厦镇长洋村，与漳湾特大桥及连接线工程相接，云霄境内全线长 19.12 公里，其中一期工程起点于列屿镇青径村，终点接漳州沿海大通道漳州核电段隧道口，建设里程长 4.12 公里。该沿海大通道目前正在建设中，最近处距离厂址 NW 方位约 2km。

漳州核电工程根据现有道路及规划道路情况，厂外设置进厂道路和应急道路

具体考虑如下：

进厂道路：

厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划)，彼此相通，厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇处，长度约 1100m。

应急道路：

应急道路由厂区西南侧道路接出，与疏港公路一期相连，长度约 2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设，可满足核电厂应急交通要求。

漳州核电厂发生事故需撤离时，分别由进厂或应急道路撤离，通过疏港公路和沿海大通道(规划)向 NW 方位撤离至 G324 国道（漳浦—诏安）后，可继续向 NW 方位撤离至云霄县城。厂址附近的城内村、城外村、顶城村和宅坂村则可通过县道 531 连接至疏港公路撤离至云霄县。

此外，据云霄县不完全统计，云霄县境内可供调度的车辆包括 25 辆公交车、143 辆大型客车和 996 辆 7 座以上的小型客车，按现有车辆保守估算，单批次的运力可达 17000 人。厂址半径 5km 范围内共有 24639 人，因此只需 2 批次就可将厂址半径 5km 范围内的居民全部撤出计划撤离区。

因此，在外部环境方面，漳州核电工程实施应急计划不存在不可克服的困难。

11.5 小结

综上所述，从严重事故工况下对环境和公众的影响、事故风险防范措施、事故应急对策及实施应急计划的可行性来看，本建设项目的环境风险较小，风险水平是可以接受的。

第十二章 结论

12.1 概述

漳州核电厂厂址位于福建省云霄县岭屿镇刺仔尾。厂址位于东山湾内，南、东、北三面环海。漳州核电厂规划建设六台国产化AP1000核电机组，一次规划、分期建设，一期工程建设4台国产化AP1000压水堆核电机组。

本报告书针对漳州核电厂一期工程4台国产化AP1000核电机组实施选址阶段环境影响评价工作。

本报告书遵循我国相关法律、法规和标准，按照核设施环境保护管理导则《核电厂环境影响报告书的内容和格式》（NEPA-RG1）的要求，结合漳州核电厂的环境条件，对电厂建设和运行对环境的影响和环境对电厂的可能影响进行了分析评价，并对厂址的适宜性从环境的角度进行了论证。

本报告针对漳州核电厂在建造、运行期间对外部环境的影响以及受到外部环境的影响进行评价。其中，作为本工程配套设施的输变电工程（除核电厂开关站和出线走廊的第一跨）、大件码头、进场道路、应急道路以及施工期间的施工变电站等不包含在本项目的环境影响报告书中。

12.2 厂址周围环境的主要特征

1) 人口分布

漳州核电厂厂址半径80km范围内截止到2012年底的常住总人口数为5194179人。按评价区面积计算，2012年平均人口密度为258人/km²，低于福建省同期（2012年）平均人口密度302人/km²；按评价区的陆域面积（约占50%）计算，则平均人口密度为517人/km²，高于福建省同期（2012年）平均人口密度302人/km²。

厂址半径5km范围内的居民点有18个，涉及岭屿镇的16个自然村和陈岱镇的2个自然村。距离厂址最近的居民点为列屿镇的人家村，位于厂址NNW方位1.8km处，2012年底有常住人口1337人。厂址半径5km范围内共有10个千人以上村镇，最大的村镇为位于厂址WSW方位3.8km处岭屿镇的山前村，2012年底有常住人口3613人。厂址半径5km范围内无万人以上城镇，但值得关注的是岭屿镇镇区所辖的城内村、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个村庄的人口累计总数已接近万人（9280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15km范围内共有91个千人以上的行政村。距离厂址最近的千人以上村镇为云霄县岭屿镇的人家村，位于厂址NNW方位1.8km处，2012年底有常住人口1337人。

厂址半径15km范围内共有2个万人以上的城镇，分别为位于厂址WSW方位9.4~10.2km的陈岱镇镇区和位于厂址S~SSE方位9.5~11.5km的东山县铜陵镇镇区。陈岱镇镇区2012年底共有人口11997人，包含有岱北村、岱南村、岱东村和岱山村4个村庄；铜陵镇镇区2012年底共有人口52352人，包含有公园街道、顶街街道、下田街道、码头街道、桥雅街道、演武街道、大沃街道、文峰街道、铜亭街道、桂花街道、铜兴村和苏峰街道等12个居民点，该城镇也是厂址半径15km规模最大的城镇。厂址半径15km范围内无十万人以上城镇。

厂址半径80km范围内无百万人以上的大城市。

根据国家核安全导则《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）附录 I .2表推荐的人口密度法，参照福建省2012年平均人口密度302人/km²，以此人口密度作为评价基准人口密度，对厂址进行人口分布分类，厂址环形地带评价：0~2km、10~20km为II类厂址，2~5km为III类厂址，5~10km为I类厂址。扇形地带评价：基本上为II类厂址。

综上所述，漳州核电厂厂址周围人口分布符合福建省II~III类厂址条件，厂址的人口分布现状能基本满足核电厂的厂址条件。

2) 工业

厂址半径15km范围内共有55家规模企业，工业类型包括光电、食品加工制造、机械电器、建材、印刷、造纸及纸制品、纺织服装及皮革制品业以及石化化工等，规模最大的企业为位于厂址WNW方位13~15km云陵工业开发区内的福建太尔电子科技有限公司，主要产品为手机和电声元件。厂址半径5km范围内共有3家规模企业（均位于云霄县的岭屿镇内），分别为位于厂址WSW方位3km处城外村的云霄县集华冷冻有限公司（主要产品为水产速冻，年产值约650万，职工人数约30人）、位于厂址NNW方位3km处人家村的云霄县漳发网具织造有限公司（主要产品为渔具网具，年产值约750万，职工人数约90人）和位于厂址W方位3km处城内村的云霄县胜裕制衣有限公司（主要产品为服装，年产值800万，职工人数约100人），该3家企业不会对漳州核电厂产生不利影响。厂址半径15km

范围内无具有开采价值的采矿点。

3) 外部人为事件

经计算分析,厂址附近的固定和移动危险源不会对核电厂的建设和运行造成威胁。

厂址半径4km范围内没有经过的航线或起落通道,厂址半径16km范围内无机场设施。

4) 交通

厂址半径15km范围内主要涉及5条公路,分别为沈海高速公路G15,沈阳—海口,最近距离位于厂址W方位10.5km;国道G324,漳浦—诏安,最近距离位于厂址W方位11.0km;省道S201,漳浦—诏安,最近距离位于厂址WSW方位9.0km;县道X531,云陵—四都,最近距离位于厂址WNW方位1.8km,该线为三级公路,目前可以通过X531进入核电厂址;疏港公路,海峰—列屿,最近距离位于厂址W方位2.8km。厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇处,长度约1100m。厂址应急道路由厂区西南侧道路接出,与疏港公路一期相连,长度约2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设,可满足核电厂应急交通要求。

厂址15km范围内有1条铁路,厦门—深圳铁路漳州段(长约135.4km),厦深铁路离厂址最近处为厂址NW方位15km。厂址15km范围内涉及东山湾海域内的云霄港区、古雷港区和东山港区,水上交通运输十分方便。

5) 名胜古迹、旅游景区及自然保护区

厂址半径15km范围内省级以上文物保护单位共有6家,其中省级4家,国家级2家,分别为位于厂址SSE方位11km的东山关帝庙和位于厂址SSE方位11.5km处的东山戍守台湾将士墓群。厂址半径15km范围内有2个国家4A级旅游景区,分别是位于厂址SSE方位12km处的东山风动石-马銮-金鉴湾景区和位于厂址WNW方位13km的仙峰岩自然风景区。厂址15km范围内有一个国家级自然保护区和一个省级自然保护区,分别是位于厂址NW~N方位的福建漳江口红树林国家级自然保护区和位于厂址SE~S方位的福建东山珊瑚礁省级自然保护区。福建漳江口红树林国家级自然保护区核心区距厂址最近距离约9.7km,缓冲区距厂址最近距离约9.4km,实验区距厂址最近距离约7.8km;福建东山珊瑚礁省级自然保护区核心区距厂址最近距离约10.5km,缓冲区距厂址约10km,实验区距厂址最近距离约为9.5km。

6) 农业和副业

厂址所在的云霄县位于福建南部沿海地区，农业生产品种繁多，主要有粮食作物、油料作物、蔬菜和水果等。粮食作物主要是稻谷，其次是小麦、大麦、甘薯、大豆和玉米等；油料作物绝大部分是花生，其次是芝麻等；叶类蔬菜有菠菜、芹菜、包菜、油菜、空心菜、大白菜等；茄果类有蕃茄、茄子、辣椒等；瓜类有黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜等；豆类有四季豆、豌豆等；根类蔬菜有萝卜、芋头、芦笋、生姜等；葱蒜类有蒜头、蒜苗、韭菜、小葱等；水果主要品种有柑、柚、香蕉、荔枝、龙眼、枇杷、芒果、青枣、番石榴、桃、李、西瓜、杨梅等。厂址附近的畜牧养殖场主要以猪、牛以及禽类为主，一般多为散户个体养殖。厂址半径15km范围内无大型奶牛场。

7) 渔业

厂址附近水域涉及漳浦县、云霄县和东山县。厂址所在东山湾海域内海水养殖类型包括浅海吊养牡蛎、浅海巴非蛤增养殖、滩涂吊养牡蛎、滩涂贝类养殖、浅海巴非蛤增养殖、浅海滩涂巴非蛤增养殖、池塘鱼虾养殖和滩涂底播养殖。养殖品种包括花蛤、泥蚶、蛸蛸、篮子鱼、石斑鱼、鲍鱼、牡蛎、巴非蛤、江珧、江蓠、海带、紫菜、贻贝、扇贝、海胆、海参、对虾和青蟹等。

8) 气象

漳州核电厂址地处东亚季风区，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。根据厂址气象铁塔2013年1月~2013年12月一整年逐时气象观测资料，厂址气象铁塔各高度风速较大，且静风频率很小。厂址区域大气弥散条件较好。

9) 水文

厂址位于东山湾湾口。东山湾的潮流属规则半日潮流类型，但浅海分潮却比较显著。东山湾内平均潮差和最大潮差均自湾口向湾顶逐渐增大的趋势，最高潮位具有从湾口向湾顶逐渐升高的趋势，最低潮位则具有从湾口向湾顶逐渐降低的趋势。涨潮历时比落潮历时要长，涨潮历时从湾口向湾顶逐渐缩短，而落潮历时从湾口向湾顶逐渐增长。

10) 地质地震

厂址位于区域地壳较稳定区内。厂址区不存在地震导致的地表断层破裂、砂土液化、软土震陷、地面塌陷、地震滑坡、崩塌等地震地质灾害；也不存在第四纪火山活动、诱发地震、湖涌和地震海啸等地震次生灾害。根据确定性方法和概率性方法计算结果得到的厂址SL-2级设计基准地面运动基岩水平向、竖直向峰值加速度值分别为0.30g、0.20g。厂址地震基本烈度为Ⅶ度。

12.3 电厂选址假想事故的环境影响

经计算得到漳州核电厂非居住区边界范围为距核岛 16 个方位均为 800m 所构成的边界线。同时根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，规划限制区边界范围定为以厂址为中心、半径 5km 的圆周边界线。

对于事故环境影响评价的标准，《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定：

— 在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

在漳州核电厂选址阶段的环境影响评价中，采用国产化 AP1000 压水堆核电机组的选址假想事故源项进行电厂事故后果的计算和评价。计算结果表明，选址假想事故发生后任意 2h 内，非居住区边界处最大个人有效剂量为 1.41E-01Sv，能满足 GB6249-2011 规定的事故剂量限值（有效剂量不得大于 0.25Sv）的要求。在发生选址假想事故整个持续期间（30 天），厂址规划限制区边界上（5km）任何个人所受的最大个人有效剂量为 2.32E-02Sv，能满足 GB6249-2011 规定的事故剂量限值（有效剂量不得大于 0.25Sv）的要求。此外，在发生选址假想事故整个持续期间（30 天），厂址半径 80km 范围内公众群体所受的集体有效剂量为 2.62E+03 人·Sv，低于 GB6249-2011 规定的相应事故剂量限值（2.00E+04 人·Sv）。

因此，在发生选址假想事故时，漳州核电厂所致公众个人和集体有效剂量符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对选址假想事故工况下的剂量限值要求，漳州核电厂拟设置的非居住区边界和规划限制区边界是适宜的。

12.4 电厂正常运行期间的辐射影响

运行状态下的剂量约束值，遵循国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：

— 任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于0.25mSv的剂量约束值。

漳州核电厂一期工程4台国产化AP1000核电机组在正常运行期间所致最大个人（儿童）的有效剂量为5.59E-03mSv/a，为国家标准规定的0.25mSv/a的2.24%，为本项目剂量目标值（0.16mSv/a）的3.49%。因此，本项目在正常运行期间，对环境的辐射影响是可以接受的，且为后续机组的建设留有余地。

12.5 温排水与其它非放射性因素的环境影响

1) 根据数值模拟计算结果，漳州核电厂一期工程4台国产化AP1000核电机组正常运行情况下，其1℃最大温升包络线未进入东山湾珊瑚礁省级自然保护区和漳江口红树林国家级自然保护区，因此不会对上述2个自然保护区产生明显不利影响。漳州核电厂一期工程4台国产化AP1000核电机组正常运行情况下，其温升超过1℃、也即夏季最高温度超过32℃的区域较为有限，对应各类水生生物的耐温范围，除了可能在近区对海洋底栖生物生长造成一定的不利影响外，对其它水生生物的影响非常有限。

目前，福建省海洋与渔业厅和福建省环境保护厅正在对本项目邻近的东山湾海域的海洋功能区划和海域环境功能区划进行调整，建设单位应密切关注上述功能区划调整的进展情况，确保漳州核电厂的取排水工程和温排水影响能满足调整后的海洋功能区划和海域环境功能区划的相关要求。

2) 漳州核电厂取水设施运行时的卷吸效应对海洋生物的影响限于局部小范围。核电厂取水系统的卷吸效应对厂址海域的鱼卵和仔幼鱼会造成一定程度的损伤，但相对于广阔海域仔幼鱼蕴藏量，其损伤量是有限的。卷吸效应对核电站取排水口近区影响相对较大，但这种较大影响的范围是局部的，有限的。

3) 核电厂运行期间排出含化学物质的各种废水，除循环冷却水氯化处理的余氯外，其余废水因其所含化学物质数量较少，而且在标准规定的控制浓度以下，并且是经循环冷却水稀释排放海域，所以，化学物质排放不会对核电厂所在海域

产生明显的不利影响。

4) 所有厂房的生活污水都在厂区用管道收集后送到厂区生活污水处理站，其水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的A标准中的中水回用要求后，用于厂区绿化和道路喷洒等。剩余污水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级标准的B标准后排放。因此，生活污水不会对环境产生影响。

12.6 施工期间的环境影响

核电厂的施工将不可避免地产生一定的噪音、尘土、侵蚀、道路堵塞和破坏等不利因素。但漳州核电厂处于人烟稀少地区，附近无任何重要设施，故上述不利因素对周围环境的影响很小。尽管如此，在本工程建设期间，仍然要科学合理地组织文明施工，采取各种有效措施，使施工活动对周围环境的影响降低到最小程度：

- 1) 施工过程中将制定严格的防尘、防遗撒、降噪等多项环保措施；
- 2) 施工现场和生活区的生活污水均由污水处理站处理后达标排放；
- 3) 严格控制核电厂负挖中的爆破作业等高噪声作业；
- 4) 对现场的建筑垃圾等做到及时清理和运送；
- 5) 充分重视遭施工破坏的地表覆盖层的防护措施，做好水土保持及景观恢复。

12.7 实施应急计划的可行性

厂址5km半径范围内人口较多，在制定应急计划时应给以重视。为更加有利于厂址制定和执行核事故应急计划，建议当地政府从现在起直至电厂寿期间，能严格按照国家放射性污染防治法的有关规定，采取有效措施严格控制厂址5km半径规划限制区范围内的人口增长和发展规模，厂址周围的人口分布条件不会对核电厂核应急状态下，实施应急响应行动带来不可克服的困难。

厂址附近地区，具备掩蔽条件。厂址现有的交通条件可基本满足核事故应急撤离的要求。厂址附近交通条件便利，漳州核电厂根据现有道路及规划道路情况，设置进厂道路和应急道路。进厂道路：厂址西侧有疏港公路一期(现有)、沿海大通道(规划)，彼此相通，厂区进厂道路可接至沿海大通道与滨海道路的交汇

处，长度约1100m。应急道路：应急道路由厂区西南侧道路接出，与疏港公路一期相连，长度约2600m。道路考虑按二级公路标准规划建设，可满足核电厂应急交通要求。漳州核电厂发生事故需撤离时，分别由进厂或应急道路撤离，通过疏港公路和沿海大通道(规划)向NW方位撤离至G324国道（漳浦—诏安）后，可继续向NW方位撤离至云霄县城。厂址附近的城内村、城外村、顶城村和宅坂村则可通过县道531连接至疏港公路撤离至云霄县。

此外，据云霄县不完全统计，云霄县境内可供调度的车辆包括25辆公交车辆、143辆大型客车和996辆7座以上的小型客车，按现有车辆保守估算，单批次的运力可达17000人。厂址半径5km范围内共有24639人，因此只需2批次就可将厂址半径5km范围内的居民全部撤出计划撤离区。

综上所述，从厂址周围的人口分布特征、土地利用情况和应急道路设置情况等方面分析，认为漳州核电厂周围具有良好的应急撤离、疏散和运输条件，不存在不可克服的实施场外应急计划的困难。

12.8 环境风险

从严重事故工况下对环境和公众的影响、事故风险防范措施、事故应急对策及实施应急计划的可行性来看，漳州核电厂的环境风险较小，风险水平是可以接受的。

12.9 结论

综上所述，从漳州核电厂厂址的自然条件和社会条件分析，厂址能满足核电厂的建厂要求。电厂施工建设对环境的影响以及环境对电厂的可能影响、从电厂正常运行和事故工况对环境的可能影响看，均符合我国有关法规、标准的要求。

因此，就核电厂建设和运行对环境的影响而论，漳州核电厂一期工程建设4台国产化AP1000压水堆核电机组是可行的。

12.10 建议

1)根据环境调查结果，崙屿镇镇区所辖的城内村、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个村庄的人口累计总数已接近万人（9280人）。建设单位应密切关注云霄县城镇发展规划，确保厂址规划

限制区5km半径范围内不存在万人以上的人口中心。

2) 目前,福建省海洋与渔业厅和福建省环境保护厅正在对本项目邻近的东山湾海域的海洋功能区划和海域环境功能区划进行调整,建设单位应密切关注上述功能区划调整的进展情况,确保漳州核电厂的取排水工程和温排水影响能满足调整后的海洋功能区划和海域环境功能区划的相关要求。

3) 本工程涉及较大范围的海域用地,海域用地面积约 91.0hm^2 ,约占总用地面积的49.7% (其中厂区总用地面积约 133.2hm^2 ,施工区用地面积约 50.0hm^2)。此外,为减少温排水对海洋生态的影响,本工程采取了修建隔热堤的工程措施,隔热堤长约3km,堤顶宽度约10m,堤顶标高约6.3m,隔热池面积约为 4km^2 。因此,本工程需重点关注海域使用论证报告中对上述海工工程的可行性分析,并及时跟进国家海洋主管部门的审批意见。