

广东廉江核电厂 1、2 号机组

环境影响报告书

(建造阶段)

(公示版)



国核湛江核电有限公司

二〇二二年六月

广东廉江核电厂 1、2 号机组

环境影响报告书

(建造阶段)

(公示版)

国核湛江核电有限公司

法定代表人：张震

地址：广东省湛江市赤坎区海滨大道北 121 号

邮编：524000

广东廉江核电厂 1、2 号机组

环境影响报告书

(建造阶段)

(公示版)

上海核工程研究设计院有限公司 编制



广东廉江核电厂 1、2 号机组
环境影响报告书
(建造阶段)

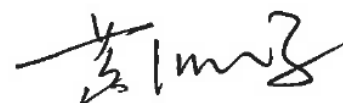
(公示版)

Rev.A

批准:



审定:



上海核工程研究设计院有限公司 编制

打印编号: 1650530529000

编制单位和编制人员情况表


项目编号	f844hx		
建设项目名称	广东廉江核电厂1、2号机组		
建设项目类别	55--167核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存、后处理设施；放射性污染治理项目		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	国核湛江核电有限公司		
统一社会信用代码	91440800MA4ULXP48M		
法定代表人（签章）	张震		
主要负责人（签字）	张震		
直接负责的主管人员（签字）	邹兆勋		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	上海核工程研究院设计有限公司		
统一社会信用代码	91310104132672722W		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
傅小城	2013035310350000003512310342	BH021941	傅小城
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
秦利芸	第四章	BH038997	秦利芸
印舒蔚	第七章	BH023751	印舒蔚
杨晓龙	第九章	BH032369	杨晓龙
杨靖	第二章	BH032619	杨靖

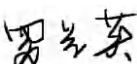
邱志靓	第五、六、八章	BH021034	邱志靓
毛兰方	第四章	BH037258	毛兰方
徐一鸣	第二章	BH030958	徐一鸣
王雪	第六章	BH011677	王雪
张正楼	第四章	BH038995	张正楼
裴娟	第三章	BH010699	裴娟
韩鹏	第四章	BH051345	韩鹏
王珂	第八章	BH037306	王珂
韩丰泽	第二章	BH037204	韩丰泽
浦祥	第六章	BH021934	浦祥
傅小城	第一、二、四、六、十章	BH021941	傅小城

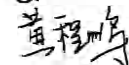
广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书 (建造阶段) (公示版)

上海核工程研究设计院有限公司编制


审核:


杜风雷  环境影响评价工程师信用编号 BH025127

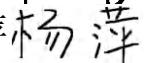
罗兰英 

黄程鹏 

聂黎明 

俞平 


梅其良  核安全工程师注册证编号 ZSNDC40-1909

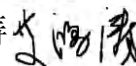
杨萍  核安全工程师注册证编号 ZSNDA191-1909

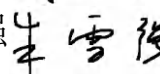
徐进财 

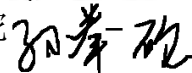
宋春景 

校核:

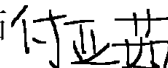
黄晓冬  核安全工程师注册证编号 ZSNDA242-2212


艾鸿涛 

朱雪强 

孙拳砣 

付鹏 

付亚茹  核安全工程师注册证编号 ZSNDC39-1909

党宇 

周红 

潘新新 

目 录

第一章 概述

- 1.1 核电厂名称和建设性质
- 1.2 建设项目的规模和厂址总体规划
- 1.3 建设项目经费和环保设施投资
- 1.4 建设目的
- 1.5 建设项目的进度
- 1.6 环境影响报告书编制依据
- 1.7 评价标准
- 1.8 工程组成
- 1.9 环境保护措施
- 1.10 评价范围
- 1.11 环境影响报告书批复的落实情况

第二章 厂址与环境

- 2.1 厂址地理位置
- 2.2 人口分布与饮食习惯
- 2.3 土地利用和资源概况
- 2.4 气象
- 2.5 水文
- 2.6 地形地貌

第三章 环境质量现状

- 3.1 辐射环境质量现状
- 3.2 非辐射环境质量现状

第四章 核电厂

- 4.1 厂区规划及平面布置
- 4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

- 4.3 核电厂用水和散热系统
- 4.4 输电系统
- 4.5 专设安全设施
- 4.6 放射性废物管理系统和源项
- 4.7 非放射性废物处理系统
- 4.8 放射性物质厂内运输

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

- 5.1 土地利用
- 5.2 水的利用
- 5.3 施工影响控制

第六章 核电厂运行的环境影响

- 6.1 散热系统的环境影响
- 6.2 正常运行的辐射影响
- 6.3 其它环境影响
- 6.4 初步退役计划

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

- 7.1 核电厂放射性事故和后果评价
- 7.2 场内运输事故
- 7.3 其他事故
- 7.4 事故应急

第八章 流出物监测与环境监测

- 8.1 辐射监测
- 8.2 其它监测
- 8.3 监测设施
- 8.4 质量保证

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.2 代价分析

9.3 结论

第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.6 承诺

第一章 概述

1.1 核电厂名称和建设性质

本建设项目所涉及的核电工程名称为“广东廉江核电项目”，业主单位为国核湛江核电有限公司，承担项目业主责任，负责工程建设和运行管理。

广东廉江核电厂建设性质为新建项目，将建设六台第三代百万千瓦级核电机组，该工程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，将广东廉江核电厂建设成为先进、高效、安全、可靠的核电机组。

1.2 建设项目的规模和厂址总体规划

广东廉江核电厂规划容量为六台百万千瓦级核电机组。厂区一次规划，分期建设。1、2号机组工程建设规模为2×1250MWe级CAP1000核电机组。

广东廉江核电厂采取全厂总承包模式。国核湛江核电有限公司作为投资建设单位，全面负责广东廉江核电项目一期工程建设和调试管理，对项目四大控制进行有效监督。

本项目厂址可利用场地面积可满足规划6台核电机组建设和施工用地需要。

本报告书针对广东廉江核电厂 1、2 号机组 2 台 CAP1000 核电机组进行环境影响评价。

1.3 建设项目经费和环保设施投资

广东廉江核厂 1、2 号机组建设 2 台 CAP1000 核电机组，项目计划总资金约为人民币 378 亿元（不含配套送变电工程费用）。项目注册资本金约为人民币 75 亿元，约占工程建成价和建设期可抵扣增值税的 20%，由项目法人根据各股东出资比例以自有资金投入，项目资本金以外资金拟通过商业银行贷款筹集。

根据初步估算，本项目环保设施投资总额约为人民币 10.55 亿元，约占项目计划总投资的比例为 2.7%。

1.4 建设目的

核电作为一种清洁、安全的能源，已被纳入到国家未来能源发展的战略中，推进广东廉江核电项目建设的目的，主要有以下几点。

1) 进一步发展核能，符合国家能源政策

通过发展核电，可避免过分依赖石油、煤炭、天然气等不可再生能源，实现能源供应多元化，提高能源的安全性。长期以来，我国煤炭消费占能源消费总量的比例一直较高，在 75% 以上。同时，由于石油消费的不断增长，1993 年我国已从石油净出口国变为净进口国，石油消费对外部的依赖成为现实。我国有必要把进一步发展核电作为推行能源多元战略的组成部分，避免增加对煤炭、进口石油等传统能源的依赖，保障未来的能源安全供给。

2020 年 9 月习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上首次向国际社会提出“力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”的郑重承诺，2020 年 12 月 12 日北京召开的气候雄心峰会上提出了“2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上”的具体目标。核电是未来实现“碳中和”的有效资源之一，在 2021 年两会的《政府工作报告》中就提出“在确保安全的前提下积极有序发展核电”。这是近年来政府工作报告中，首次用“积极”来形容核电发展工作安排。

2021 年 3 月 11 日十三届全国人大四次会议表决通过了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要（草案）》的决议，纲要中提出了“安全稳妥推动沿海核电建设”、“建成华龙一号、国和一号、高温气冷堆示范工程，积极有序推进沿海三代核电建设”等要求。

2021 年 3 月 15 日中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央财经委员会主任习近平主持召开中央财经委员会第九次会议，研究促进平台经济健康发展问题和实现碳达峰、碳中和的基本思路和主要举措。会议指出，“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，要重点构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。核电是清洁能源，在实现中央“碳达峰、碳中和”目标的过程中将发挥更加重要的作用。从国家能源发展看，广东发展核能，符合国家能源政策。

2) 合理开发利用核能，是解决广东一次能源缺乏的战略措施

广东的常规能源供应主要有三种途径，省内供应，外省供应及国外进口，就广东本身来说，其常规能源不论是在储量或生产能力方面，都极为有限，即广东

常规能源的自给能力差；而省外供应方面，预计在未来十几年内，调入广东的发电用煤难有大幅度增长，且受到环保容量限制省内煤电建设空间有限。在其他能源未成规模化利用及常规能源供不应求的情况下，决定了广东必需走能源多样化道路，降低能源风险，合理开发利用核能，必将一定程度上补充广东能源资源的不足。近几年，广东省已明确要加快核电发展，规模化发展核电，将广东省打造为“核电特区”。2017年12月5日广东省人民政府印发了《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的通知，提出“安全高效发展核电”，“推动陆丰、惠州、湛江核电等后续项目开工建设。到2025年装机规模达1750万千瓦”。2020年10月广东省发改委联合六部门联合印发《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划（2021-2025年）》中提出“坚持有序开发核电，推动惠州太平岭在建核电工程建成投产，开工建设汕尾陆丰、湛江廉江等地核电项目约1200万千瓦”。

大力发展核电已成为改善广东能源供应结构、提高能源自给率，解决广东省能源缺乏的战略举措

3) 促进湛江经济发展，提高粤西电力供应能力

在今后的经济发展中，广东东西两翼将根据各自的产业特色、地域特点和资源优势，承接和发展相关产业，实现珠三角资金、管理、信息、品牌与山区及东西两翼土地、自然资源等方面优势互补。通过推动珠江三角洲产业向山区和东西两翼梯度转移，缩小欠发达地区与发达地区的差距，以促进区域经济协调发展。根据《广东省东西两翼地区经济发展专项规划》的相关意见，拟在东西两翼地区建设一批沿海大型骨干电厂，把两翼发展成为广东省电力供应基地。2021年3月29日发布的《中共广东省委、广东省人民政府关于支持湛江加快建设省域副中心城市打造现代化沿海经济带重要发展极的意见》中明确提出“加快建设宝钢湛江钢铁、巴斯夫（广东）一体化基地、廉江清洁能源等重大项目”。适时建设廉江核电项目对提高广东省内电力供应能力，促进省政府“区域协调发展战略”，加快粤西经济发展具有积极意义。

4) 有助于保护环境，节能降耗

目前，广东省能源消费主要以煤炭消费为主，根据习近平总书记提出的“碳中和碳达峰”目标，广东省能源结构调整，使用清洁能源已刻不容缓。

在各种类型的电厂中，核电是清洁能源，污染小，无二氧化碳、氮氧化物、

二氧化硫、重金属、灰渣、污水及废气等向环境排放，放射性物质的排放亦有极其严格控制，在相同的负荷水平下，建设核电的结果必将减少其它类型电源的建设，就广东实际而言，廉江核电的建设，核电作为清洁能源，发展核电替代化石能源，对于减少二氧化碳排放，减轻污染物排放，改善环境质量，降低PM2.5浓度具有明显的作用。按年利用小时数7000小时，本工程机组一年发电量按175亿千瓦时计算，可减少排放二氧化碳约1125万吨，即使替代超洁净排放煤电机组（按燃气轮机排放限值——烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别为5毫克/标立方米，35毫克/标立方米，50毫克/标立方米考虑），每年可减少烟尘约275吨，二氧化硫约2000吨，氮氧化物约2750吨。减轻广东省在环境保护方面的压力，具有显著的环境效益和社会效益。

5) 满足未来广东电力需求发展需要

未来广东电力需求仍将保持快速发展，预计到2025年，全社会用电最高负荷达到165000MW，仅考虑省内已核准电源及规划新能源项目，电力缺额约8956MW；预计到2030年，全社会用电最高负荷达到183000MW，仅考虑省内已核准电源及规划新能源项目，电力缺额11944MW。

因此，本工程投产后，将成为粤西地区的支撑性电源之一，广东廉江核电厂的建设对于适应广东电力需求的快速增长，提高电力系统供电可靠性，推进系统电源结构优化进程，具有十分重要的作用和意义。

1.5 建设项目的进度

广东廉江核电项目1、2号机组工程建设周期为56个月（从浇灌第一罐混凝土到商业运行）。第一台机组预计于2023年6月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计2024年4月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于2028年2月投产，第二台机组于2028年12月投产。1、2号机组工程设计寿期为60年。

本项目环保设施将与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。

1.6 环境影响报告书编制依据

1.6.1 厂址所在区域规划

1) 区域发展规划

根据廉江市工业规划，厂址所在区域属于龙头沙临港产业区。规划将充分利用港口条件和区位优势，大力发展能源、化工、装备制造、海洋生物等临港产

业，重点推动湛江-北海粤桂北部湾经济合作区建设，打造廉江临港产业区的支柱产业。到 2020 年，初步形成能源、重化工业产业链，即海岸线+港口+石化、钢铁下游配套产业+临港产业园（装备制造、塑料、精细化工等）+物流海运。

从廉江市的工业发展定位看，廉江核电项目属于大力发展的能源项目，可以与规划相容。

另外，2016 年 2 月，国家电投与广东省签订“十三五”战略合作协议，确定“十三五”期间国家电投在粤开发建设廉江核电项目。2016 年 12 月，国家《能源发展“十三五”规划》发布，廉江田螺岭厂址列入国家“十三五”规划开工备选目录（二类厂址）。2017 年，廉江核电项目先后列入广东省《能源发展“十三五”规划》新开工项目、《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》开工建设项目。2019 年，廉江核电项目列入《中共湛江市委关于加快建设省域副中心城市打造现代化沿海经济带重要发展极的决定》中“能源支撑项目”。2020 年 5 月 21 日，国家能源局下发《关于广东廉江核电项目前期工作专家座谈会的会议纪要》（国能综纪核电〔2020〕5 号），纪要指出“会议要求，各相关部门和单位应切实统一认识，加强协调配合，为推进项目前期各项工作提供必要支持”。

2) 环保相关区划、规划

根据广东省海洋功能区划（湛江市）的内容，厂址排水口位于英罗港-海康港农渔业区，海域使用类型为渔业用海，见图 1.6-1。

根据《广东省人民政府关于承诺广东廉江核电项目一期工程用海需求纳入省国土空间规划的函》（粤府函〔2021〕63 号），承诺将本项目用海需求纳入正在编制的《广东省国土空间规划（2020~2035 年）》。

根据《广东省生态环境厅关于同意调整湛江市廉江局部岸段近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2020〕556 号），调整后，厂址排水口所在海域位于龙头沙三类区，水质保护目标为 III 级，厂址排水口周边的近岸海域环境功能区划见图 1.6-2。

3) “三线一单”符合性

根据《关于印发〈“十三五”环境影响评价改革实施方案〉的通知》（环评〔2016〕95 号）的要求，需要“在项目环评中建立‘三线一单’约束机制，强化准入管理”，其中“三线一单”是指生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单。对于生态保护红线，应按照中共中央办公厅及国务院办公

厅印发的《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》执行。

根据《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府[2021]30号），全市共划定陆域环境管控单元 89 个，其中，优先保护单元 23 个，面积 563.13 平方公里，占全市陆域国土面积的 4.25%，主要涵盖生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能区等区域，主要分布在廉江北部丘陵山地生态屏障，雷州半岛中部林地生态屏障，以及南渡河、雷州青年运河、鉴江干流、鹤地水库、东吴水库、龙门水库、大水桥水库等饮用水水源保护区，与市域生态安全格局基本吻合；重点管控单元 40 个，面积 5193.66 平方公里，占全市陆域国土面积的 39.15%，主要包括工业集聚、人口集中和环境质量超标区域；一般管控单元 26 个，面积 7507.77 平方公里，占全市陆域国土面积的 56.60%，为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。厂址所在区域位于廉江市环境管控单位的重点管控单元内。

本项目厂址及厂址排水管线和排水口均对生态保护红线进行避让，均不涉及生态保护红线。

1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则以及专题报告

1) 主要法规、条例

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；
- 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；
- 《中华人民共和国核安全法》（2017 年 9 月 1 日通过，2018 年 1 月 1 日施行）
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016 年 1 月 1 日）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日）；
- 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修改）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 5 日修订）；
- 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订，国务院令 682 号）；

- 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年1月1日）；
- 《核电厂核事故应急管理条例》（HAF002，1993）；
- 《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101，1991）；
- 《核动力厂设计安全规定》（HAF102，2016）；
- 《放射性废物安全监督管理规定》（HAF401，1997年11月）；

2) 技术标准和导则

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）；
- 《核设施流出物监测的一般规定》（GB11217-89）；
- 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）；
- 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》（GB11216-89）；
- 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）；
- 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；
- 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 《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）；
- 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- 《高压交流架空线路无线电干扰限值》（GB15707-1995）；
- 《核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008）；
- 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；
- 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；
- 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

- 《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05）；
- 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06）；
- 《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）；
- 《核电厂厂址选择的极端气象现象》（HAD101/10）；
- 《核电厂设计基准热带气旋》（HAD101/11）；
- 《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）
- 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- 《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016）；
- 《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）；
- 《环境监测质量管理技术导则》（HJ630-2011）；
- 《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）；
- 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）。

3) 专题报告

建设单位非常重视环评工作，为完成本次环评报告，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，针对厂址区域自然条件、人口社会环境、气象条件、大气弥散、水弥散、辐射本底、非放本底、水生生态、渔业资源等方面开展了大量的专题研究，本报告主要依据以下专题成果编制：

- 生态环境部华南环境科学研究所，《广东廉江核电项目非放射性环境本底检测专题报告》，2021年7月；
- 中国原子能科学研究院辐射安全研究所，《国核廉江可行性研究阶段辐射环境本底调查报告》，2020年3月；
- 中国辐射防护研究院，《国核廉江核电项目可研阶段环境资料调查（2018年度）专题报告》，2020年2月；
- 国家海洋局南海调查技术中心，《广东廉江核电项目厂址邻近海域水生生态调查总报告书》，2022年02月；

- 中国辐射防护研究院，《国核廉江核电项目大气扩散特性试验研究总结报告》，2015年5月；
- 中国辐射防护研究院，《广东廉江核电项目液态流出物及温排水数学模型计算补充专题总结报告》，2020年6月；
- 中国科学院南海海洋研究所，《广东廉江核电项目渔业资源调查报告》，2021年11月；
- 中国辐射防护研究院，《国核廉江核电项目陆生生态调查专题报告》，2020年2月；
- 国家海洋局第二海洋研究所，《中电投广东廉江核电项目可行性研究阶段海洋水文专题研究报告》，2015年10月；
- 国家海洋局南海调查技术中心，《廉江核电项目同步水文补充测验专题冬季潮流泥沙观测报告》，2019年6月；
- 国家海洋局南海调查技术中心，《廉江核电项目同步水文补充测验专题夏季潮流泥沙观测报告》，2019年6月；
- 国家海洋局南海调查技术中心，《中电投广东湛江核项目厂址水文站观测专题周年观测和统计分析报告》，2015年5月；
- 中国辐射防护研究院，《广东廉江核电项目可行性研究阶段常规气象、极端气象和工程气象参数补充分析研究（2021年度）》，2021年10月；
- 广东省水利水电科学研究院，《国核廉江核电项目可研阶段岸滩稳定性分析及泥沙数值模拟计算分析专题报告》，2020年6月；
- 珠江水利委员会珠江水利科学研究院，《中电投广东廉江核电项目可行性研究阶段可能最大降水和可能最大洪水计算专题报告书》，2015年7月；
- 生态环境部华南环境科学研究所，《廉江局部岸段近岸海域环境功能区划调整可行性研究报告》，2020年5月；
- 上海勘测设计研究院有限公司，《广东廉江核电项目海工工程海洋环境影响评价专题》，2020年5月；
- 中国辐射防护研究院，《广东廉江核电项目一期工程居民食谱及生活习惯调查专题报告》，2022年3月；

- 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，《广东廉江核电项目一期工程厂外补给水管/排水管线泄漏监控方案》，2022年1月；
- 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，《广东廉江核电项目一期工程初步设计阶段厂外海水取排水管道材质选择专题报告》，2022年2月；
- 上海庭田信息科技有限公司，《广东廉江核电项目一期工程冷却塔粒子扩散数值模拟专题项目总结报告》，2022年3月。

1.6.3 已取得的批文

电力规划设计总院“关于中电投广东湛江核电项目初步可行性研究报告的审查意见”（电规发电〔2013〕1009号）。经对接入系统、厂址场地、交通运输、地震与地质、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综合分析，原则同意中电投广东湛江核电项目初步可行性研究报告推荐意见，田螺岭厂址作为优先候选厂址，高岭仔厂址为备选厂址。

国家能源局《关于广东廉江核电项目前期工作专家座谈会的会议纪要》（国能综纪核电〔2020〕5号），纪要指出“会议要求，各相关部门和单位应切实统一认识，加强协调配合，为推进项目前期各项工作提供必要支持”。

湛江市生态环境局廉江分局“关于确认广东廉江核电项目环境影响评价执行标准的复函”（廉环函〔2020〕187号）。

广东省文物局“广东省文物局关于国核廉江核电项目工程用地范围内文物考古工作已经完成的通知”（粤文物审〔2017〕145号）。同意在已完成文物考古调查、勘探的项目建设用地范围内进行工程建设。

广东省国土资源厅“关于国核廉江核电项目建设项目用地是否压覆重要矿产资源的查询意见”（粤国土资矿查〔2018〕35号）。建设项目用地无压覆重要矿产资源。

廉江市人民政府“关于设置广东廉江核电项目非居住区的复函”（廉府函〔2021〕170号）。原则同意在广东廉江核电项目一期工程正式批准后，按照《广东廉江核电项目非居住区界址图》在厂址周边设立非居住区。

广东省人民政府办公厅“广东省人民政府办公厅关于设置廉江核电项目规划限制区的复函”（粤办函〔2020〕9号）。同意在国家正式核准廉江核电项目后，按照有关规定在该核电站周围设置规划限制区。

廉江市环境保护局“关于车板镇人民政府大件运输道路工程环境影响报告表的批复”（廉环审〔2018〕24号）。同意项目建设。

廉江市自然资源局“关于支持海岸线修测和国土空间规划编制的复函”（廉自然资函〔2019〕460号）。在国土空间规划编制过程中考虑廉江核电项目用海需求。

2020年11月30日，获得广东廉江核电项目一期工程《中华人民共和国建设项目用地预审与选址意见书》（用字第440800202000018号）。

2020年12月25日，获得《广东省生态环境厅关于同意调整湛江市廉江局部岸段近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2020〕556号）。

2021年3月18日，获得《广东省人民政府关于承诺将广东廉江核电项目一期工程用海需求纳入省国土空间规划的函》（粤府函〔2021〕63号）。

2021年9月26日，取得《自然资源部办公厅关于广东廉江核电项目一期工程用海预审意见的函》（自然资办函〔2021〕1755号）。

2022年4月1日，取得《关于广东廉江核电项目一期工程环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审〔2022〕37号）。

2022年4月2日，取得《关于颁发广东廉江核电项目一期工程场址选择审查意见书的通知》（国核安发〔2022〕54号）。

2022年4月6日，取得《关于广东廉江核电项目一期工程可行性研究报告的审查意见》（电规发电〔2022〕151号）。

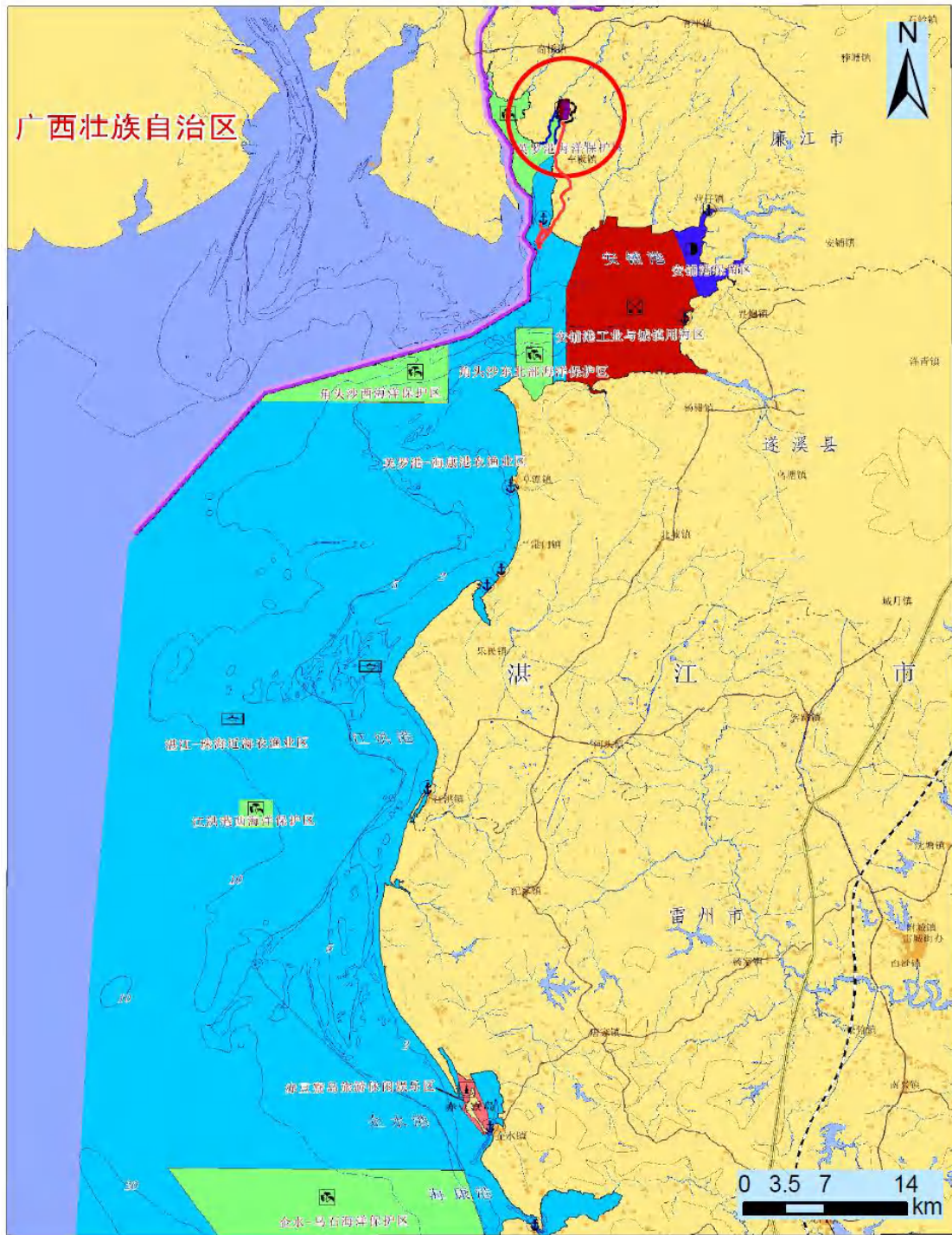


图 1.6-1 厂址附近海洋功能区划示意图

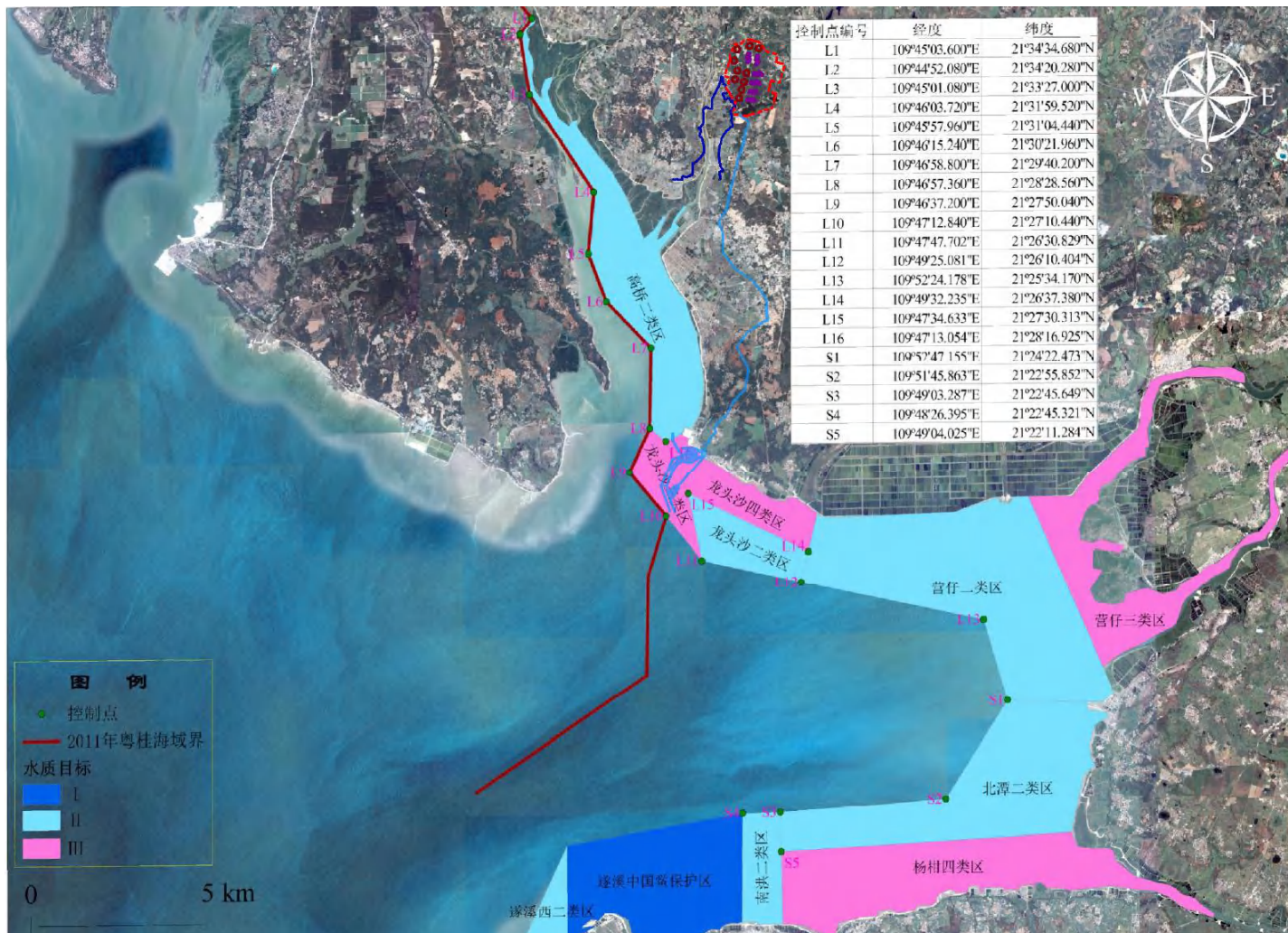


图 1.6-2 厂址近岸海域环境功能区划

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响评价标准

1) 正常运行状态（包括预计运行事件）的剂量约束值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）6.1 条款的规定，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。为了给后续四台机组建设留有余地，本次环境影响评价确定广东廉江核电厂 1~2 号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 0.07mSv/a。

2) 事故状态下的剂量控制值

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）7.2 条款的规定，在发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 5mSv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 50mSv 以下；在发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续时间内可能受到的有效剂量应控制在 0.1Sv 以下，甲状腺当量剂量应控制在 1Sv 以下。

3) 液态流出物排放口的浓度

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：对于滨海厂址，槽式排放出口处的放射性流出物中除氚和碳 14 外其他放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。

4) 海水中的放射性核素浓度

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，广东廉江核电厂运行期间接纳水体海水中的放射性核素浓度控制值为：

— ^{60}Co : 0.03Bq/L

— ^{90}Sr : 4.0Bq/L

— ^{134}Cs : 0.6Bq/L

— ^{137}Cs : 0.7Bq/L

— ^{106}Ru : 0.2Bq/L

5) 年排放量控制值

本厂址规划 2 台 CAP1000 核电机组（额定热功率为 3400MWt）和 4 台 CAP1400 核电机组（额定热功率为 4040MWt），本项目 1、2 号机组工程 2 台机

组热功率占厂址规划机组总热功率的比例为 29.6%。根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 6.4 条款的规定,对于同一堆型的多堆厂址,所有机组的年总排放量应控制在 6.2 条款规定值的 4 倍以内。由此将本厂址放射性流出物年排放量控制值的 29.6%作为本项目放射性流出物年排放量控制值。本项目 1、2 号机组工程 1~2 号机组在正常运行工况下气载流出物和液态流出物的设计排放量见表 1.7-1。由表 1.7-1 可见,本项目 1、2 号机组工程 2 台百万千瓦级核电机组放射性流出物均低于 GB6249-2011 第 6.4 条款的规定限值,也低于本项目放射性流出物年排放量控制值。全厂址规划容量下放射性流出物排放量及与标准规定限值的对比见第四章。

1.7.2 非辐射环境影响评价标准

1) 海域环境功能区划与执行的海水水质标准

根据广东省海洋功能区划(湛江市)的内容,厂址排水口位于英罗港-海康港农渔业区,海域使用类型为渔业用海。根据《广东省人民政府关于承诺广东廉江核电项目一期工程用海需求纳入省国土空间规划的函》(粤府函(2021)63号),承诺将本项目用海需求纳入正在编制的《广东省国土空间规划(2020~2035年)》。

根据《广东省生态环境厅关于同意调整湛江市廉江局部岸段近岸海域环境功能区划的函》(粤环函(2020)556号),调整后,厂址排水口位于龙头沙三类区,水质保护目标为 III 级,项目建设与近岸海域环境功能区划相符。执行的海水水质标准为:

水温(°C): 人为造成的海水温升不超过当时当地 4°C。

悬浮物质(mg/L): 人为增加的量≤100。

pH: 6.8-8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位

溶解氧(mg/L): >4

化学需氧量(mg/L): ≤4

无机氮(以 N 计)(mg/L): ≤0.40

2) 空气、水、噪声执行标准

建设单位已向湛江市生态环境局廉江分局发函确定本项目建设期及运行期需执行的环境标准。湛江市生态环境局廉江分局复函(廉环函[2020]187号)确认本项目评价过程中执行的标准如下:

①环境空气质量

环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

②大气污染物排放

大气污染物排放执行《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中的第二时段二级标准。

③生活污水

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)。

④生产废水

《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)一级标准。

pH: 6-9

悬浮物: 70mg/L

氨氮: 10 mg/L

磷酸盐(以P计): 0.5 mg/L

石油类: 5.0 mg/L

⑤噪声

核电厂施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011), 昼间70dB(A)、夜间55dB(A); 运行期的厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的3类标准: 昼间65dB(A)、夜间55dB(A)。

核电厂附近环境敏感点的声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的1类标准: 昼间55dB(A)、夜间45dB(A)。

3) 电磁辐射

核电厂电磁辐射的环境影响执行《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2020)和《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的相关限值:

— 工频电场限值: 4kV/m;

— 工频磁场限值: 0.1mT。

表 1.7-1 广东廉江核电厂 1~2 号核电机组正常运行工况下的排放量 (Bq/a)

项目 \ 设计值	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
单台机组设计排放量	1.28E+14	6.78E+09	1.29E+10	3.94E+11	2.21E+12	4.20E+13	4.38E+10	1.03E+10
GB6249-2011 规定(单台, 功率调整后)	6.80E+14	2.27E+10	5.67E+10	7.93E+11	1.70E+13	8.50E+13	1.70E+11	5.67E+10
1~2 号核电机组设计排放量	2.56E+14	1.36E+10	2.58E+10	7.88E+11	4.42E+12	8.40E+13	8.76E+10	2.06E+10
本项目放射性流出物年排放量控制值	7.11E+14	2.37E+10	5.92E+10	8.29E+11	1.78E+13	8.89E+13	1.78E+11	5.92E+10
GB6249-2011 规定	2.40E+15	8.00E+10	2.00E+11	2.80E+12	6.00E+13	3.00E+14	6.00E+11	2.00E+11
1~2 号核电机组设计排放量占 GB6249-2011 控制值的比例 (%)	10.67%	17.0%	12.9%	28.14%	7.37%	28.0%	14.6%	10.3%

1.8 工程组成

广东廉江核电厂 1、2 号机组工程主要由主厂房群和厂区内与环境相关的重要辅助设施组成。主厂房群由反应堆厂房、辅助厂房、汽机厂房、附属厂房、柴油发电机厂房、自然通风冷却塔和放射性废物厂房等组成。厂区内与环境相关的重要辅助设施包括厂址废物处理设施、循环水泵房、循环水处理室、水处理厂、除盐水车间、动力辅助厂房、放射性废物区、废水处理厂房、污水处理站、应急指挥中心等构成。

本项目厂外还包括重件码头工程（大件码头、栈桥等）、海水取排水工程（包括海水取水泵房、取排水管线、取排水口及暗涵工程等）、环境监测站、核电厂辐射环境现场监督站、气象观测站及职工现场倒班宿舍（专家村）等附属设施。220kV 输电线路的环评将在主体工程核准后单独开展。

对于配套工程，目前进厂道路、应急道路、厂外大件运输道路等正在同步开展工作，已取得环评批复，目前正在开工建设。淡水取水工程单独开展环评，目前淡水取水工程正与地方政府签订合作建设协议，已初步完成可行性报告和环评报告的编制，正在开展地方立项工作。

1.9 环境保护措施

为了尽可能减少核电厂运行过程中对环境的影响，广东廉江核电厂采取一系列的环境保护措施。

对于放射性污染物，工程配置有放射性液体废物处理系统（WLS）、放射性气体废物处理系统（WGS）、放射性固体废物处理系统（WSS）、乏燃料贮存系统、厂址废物处理设施（SRTF）。

放射性液体废物处理系统（WLS）用于控制、收集、处理、输送、贮存和处置正常运行及预期运行事件下产生的放射性废液，并可控制地向环境排放。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。

放射性气体废物处理系统（WGS）的主要功能是接收系统运行期间产生的含氢气体和放射性气体，并对其进行处理和排放，使电厂气载放射性释放量低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的限值。

放射性固体废物处理系统（WSS）用于收集和暂存正常运行以及预期运行事件产生的废树脂、深床过滤器过滤介质、活性炭、废（水）过滤器滤芯、放射性

干废物和混合固体废物。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。乏燃料贮存系统贮存设施包括乏燃料贮存水池和乏燃料贮存格架，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的乏燃料贮存格架内，采用水下密集型布置方式。

厂址废物处理设施（SRTF）是一个集中式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放射性废液与放射性固体废物，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进行包装，并送往设施内的废物暂存库进行暂存。

对于非放污染物，广东廉江核电厂也采取了系列的环保措施。在核电厂非控制区及厂外附属、辅助区产生的非放射性固体生活垃圾应按规定收集暂存并送到指定的垃圾场处理。核电厂产生的生活污水由生活污水处理设施处理达标后回用。运行期间产生的危险废物主要包括废油、废油漆、废涂料、非放废树脂等在危险废物贮存设施内存放。

本项目二次循环冷却塔采用高位集水塔，具有节水，降低噪声，减少盐雾影响等优点。同时，取排水量小，循环水排水温升高。

目前二次循环冷却方式水量足够降低液态流出物掺混稀释活度浓度，此外，电厂设置有足够容量的大贮罐，当循环水量不足时，能够接收暂不排放的液态流出物，待排放条件适宜时再排放。液态流出物厂内通过管沟排放，防止泄漏，厂外排放管线沿线设有监测井和巡检路线，定期巡检并进行取样监测，确保管线泄漏后能及时发现。

电厂将建立全面完善的核安全体系和核应急体系。

此外，广东廉江核电厂配备有系列的流出物监测设施和环境监测设施，监测方式包括在线连续监测和取样监测。

采取上述环境保护措施后，广东廉江核电厂所产生的各类污染物均能得到有效的控制，满足环保要求。

1.10 评价范围

本次评价中，辐射环境影响评价的范围为以 1 号反应堆为中心，半径 80km

范围内的区域，包括气载和液态流出物排放对 80km 范围内公众的辐射影响。

生物辐照影响评价范围同辐射环境影响评价范围为以 1 号反应堆为中心，半径 80km 范围内的区域。

对于非辐射环境影响评价：

- 大气

本项目的环境空气评价范围为厂址中心半径 2.5km，包括施工厂界和有关敏感点。主要关注核电厂施工期废气无组织排放影响。管线工程评价范围为管线中心两侧各 200m 范围。

- 海水

海水评价范围为冷却塔排水温升 1℃ 以上影响区域范围。重点考虑码头、取排水口附近海域及相关功能区的管理要求，以及环境敏感目标的环保要求。

- 噪声

本次评价范围为满足 1 类声环境功能区标准值的距离范围，包括厂界和有关环境敏感点。

- 生态环境

本次评价范围主要为受影响的核电厂及取排水管线永久占地和临时施工占地范围，并考虑附近自然保护区和生态敏感区范围。

对于冷却塔环境影响评价：

冷却塔环境影响评价相关评价因子包括：冷却塔对受纳水体的影响，包括排水温升，余氯，盐度影响。冷却塔对声环境的影响，主要为噪声，冷却塔对大气环境的影响，包括雾羽和荫屏，飘滴和沉降，盐份沉积，下雾与结冰。

冷却塔对受纳水体的影响评价范围为：冷却塔排水温升 1℃ 以上影响区域范围。

冷却塔对声环境的影响评价范围为：满足声环境质量标准（GB3096-2008）1 类声环境功能区标准值的距离范围，包括厂界和有关环境敏感点。

冷却塔对大气环境的影响评价范围为：冷却塔半径 5km 范围。

对于液态流出物排放管线环境影响评价：

建设期：

大气环境因子：SO₂、NO₂、PM₁₀、O₃、PM_{2.5}、CO，评价范围为管线中心线两侧以外 200m。

地下水环境因子：pH、氨氮、亚硝酸盐、氯化物、高锰酸盐指数、砷、汞、六价铬、镉、铅、铁、锰，评价范围为管线边界两侧向外延伸 200m。

声环境因子：LAeq，评价范围为管线中心线两侧 200m 以内范围及敏感点。

生态环境：土地利用，陆生生态，评价范围为输水管线占地线以外 200m 区域。

运行期：

主要为地下水环境因子：pH、氨氮、亚硝酸盐、氯化物、高锰酸盐指数、砷、汞、六价铬、镉、铅、铁、锰，核素，评价范围为管线边界两侧向外延伸 200m。

1.11 环境影响报告书批复的落实情况

根据《关于广东廉江核电项目一期工程环境影响报告书(选址阶段)的批复》(环审〔2022〕37 号)，本工程在工程设计阶段及今后一个时期应重点做好的工作：

(一) 根据海水冷却塔设计定型后的参数，结合厂址附近气象条件，细化冷却塔排水温升、噪声和盐沉积等的环境影响评价，进一步分析冷却塔对气态流出物扩散的影响。

(二) 开展取排水方案的优化工作，以降低温排水对周边环境的影响。

(三) 严格落实相关环境保护措施和环境监测方案，加强施工期间的环境管理。

(四) 采取积极有效措施，明确本工程低放固体废物的去向。

(五) 积极做好公众宣传和公众参与工作，配合地方政府维护良好的社会环境。

针对上述要求，本项目落实情况如下：

(1) 对海水冷却塔进行了优化设计，并结合厂址附近气象条件，细化冷却塔排水温升、噪声和盐沉积等的环境影响评价，进一步分析冷却塔对气态流出物

扩散的影响，具体研究成果见本报告第六章。

(2) 本项目针对温排水影响，进一步开展了冷却塔优化设计工作和取排水方案优化论证工作，具体成果见本报告第六章。

(3) 本项目将严格落实相关环境保护措施和环境监测方案，加强施工期间的环境管理，确保施工期环境影响在可接受范围内，具体见本报告第五章。

(4) 本项目建设单位将充分论证本工程低放固体废物的可能去向，具体见本报告第四章。

(5) 本项目将根据《环境影响评价公众参与办法》，积极做好公众宣传和公众参与工作。

第二章 厂址与环境

2.1 厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

广东廉江核电项目所在田螺岭厂址位于廉江市车板镇北约 4km 处，东距廉江市市区约 48km，东南距湛江市市区约 65km，厂址西南邻近英罗港海域。

厂址规划建设六台百万千瓦核电机组，一次规划、分期实施，1、2 号机组工程（本工程）建设 2×CAP1000 核电机组。厂址地理位置见图 2.1-1。

2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

厂址拟规划建设 6 台百万千瓦压水堆核电机组，一次规划，分期建设；1、2 号机组工程（本工程）拟建设 2 台 CAP1000 核电机组。

厂址厂区建设用地面积约为 241.68ha（六台机组，用地面积不包括取排水工程、大件码头、厂外大件运输道路、进厂道路和应急道路等建设用地）。1、2 号机组总用地面积 219.40ha，其中拟征地面积 107.68ha，拟租地 111.72ha（包含厂外取排水管线等租地）。用地范围内无工业、商业和矿产资源，也无公共娱乐设施、无名胜古迹及风景旅游区，西南侧的广东湛江红树林国家级自然保护区边界距离厂区边界大于 2km。

厂址周围设置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。非居住区边界离反应堆的距离不得小于 500m。同时，依据 CAP1000 标准设计，非居住区范围为距离反应堆 800m。本工程非居住区范围为距 1、2 号核岛 SSW 方位 900 米、SW 方位 1000 米、WSW 方位 850 米、W 方位 1050 米、WNW 方位 900 米，其余方位 800 米构成的封闭区域。本工程厂址非居住区范围内无居民点需搬迁。本工程非居住区边界图见图 2.1-2。2021 年 8 月 11 日廉江市人民政府出具的《关于设置广东廉江核电项目非居住区的复函》（廉府函[2021]170 号）表示原则同意在广东廉江核电项目一期工程正式批准后，按照函

件附件《广东廉江核电项目非居住区界址图》在厂址周边设立非居住区。该复函属意向性文件，后续将申请正式文件。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003）和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，在厂址周围设置半径为 5km 的规划限制区。规划限制区内必须限制人口的机械增长，对该区域内的新建和扩建的项目应加以引导或限制，以考虑事故应急状态下采取适当防护措施的可能性。规划限制区内主要涉及车板镇的南垌村、龙塘村、大坝村、车板村、车板居委会、荔枝江村、陆地村、名教村和大贵庙村；青平镇的新开路村；高桥镇的高桥村、平垌村、德耀村和红寨村；以及红江农场的红江 32 队、33 队、34 队、35 队、36 队和 37 队。共涉及 4 个乡（镇、农场）16 个行政村（居委会、农场生产队）98 个自然村（居民点、农场生产队）。本工程半径 1km 范围内有 1 个自然村，为位于厂址 SSE 方位 0.96km 处的车板镇南垌村南蒙塘自然村，现有人口 221 人。

2020 年 2 月 3 日广东省人民政府出具《广东省人民政府办公厅关于设置廉江核电项目规划限制区的复函》（粤办函[2020]9 号），原则同意在国家正式核准廉江核电项目后，按照有关规定在该核电站周围设置规划限制区。规划限制区边界设置情况见图 2.1-3。该复函属意向性文件，后续将申请正式文件。

2.1.3 厂址取排水管线布置

本工程主厂区距离目前海域约 5km，为避开和减轻对周边生态保护红线区的影响，采用自然通风海水冷却塔的循环供水方案，排水口设置在龙头沙海域，循环水管线较长。

厂外管线布置方案为西线方案，西线方案的管线总体走向示意图见图 2.1-4。西线方案以斋塘角、新村、低村、松明、北松村等村庄链西侧布置，避免穿村而过以减小拆迁量，管线距离较短，管线沿途建筑物较少，拆迁工作量小。

推荐方案取排水管线全部位于大坝河水文地质单元（ I_2 ），英罗港东岸。取排水管线附近范围内没有厂矿企业，调查范围内未见较大规模的取水点及工、矿业等工业用水，周边区域地下水水资源的开发利用程度较低；地下水以分散开采为主。

取排水管线沿着海岸线附近埋地敷设，位于地下水分水岭西侧，管线附近地下水由东向西径流，排泄于英罗港（海域）。绝大部分民井位于排水管线上游，

对管线上游地下水用户无影响，管线下游地下水用户较少。根据调查，管线下游民井涌水量均不大，水量多贫乏。只有那腮和独田两个居民点位于管线地下水流向下游，部分沿岸养殖场位于管线地下水流向下游。

钻孔揭露的地层主要为第四系地层与泥盆系地层。第四系地层主要为：a) 全新统素填土、淤泥、淤泥质土、黏性土、砂类土；b) 中更新统北海组黏土、粉质黏土、细砂、粗砂；c) 下更新统玄武岩；d) 下更新统湛江组黏性土、砂类土等；泥盆系地层主要为砂岩。

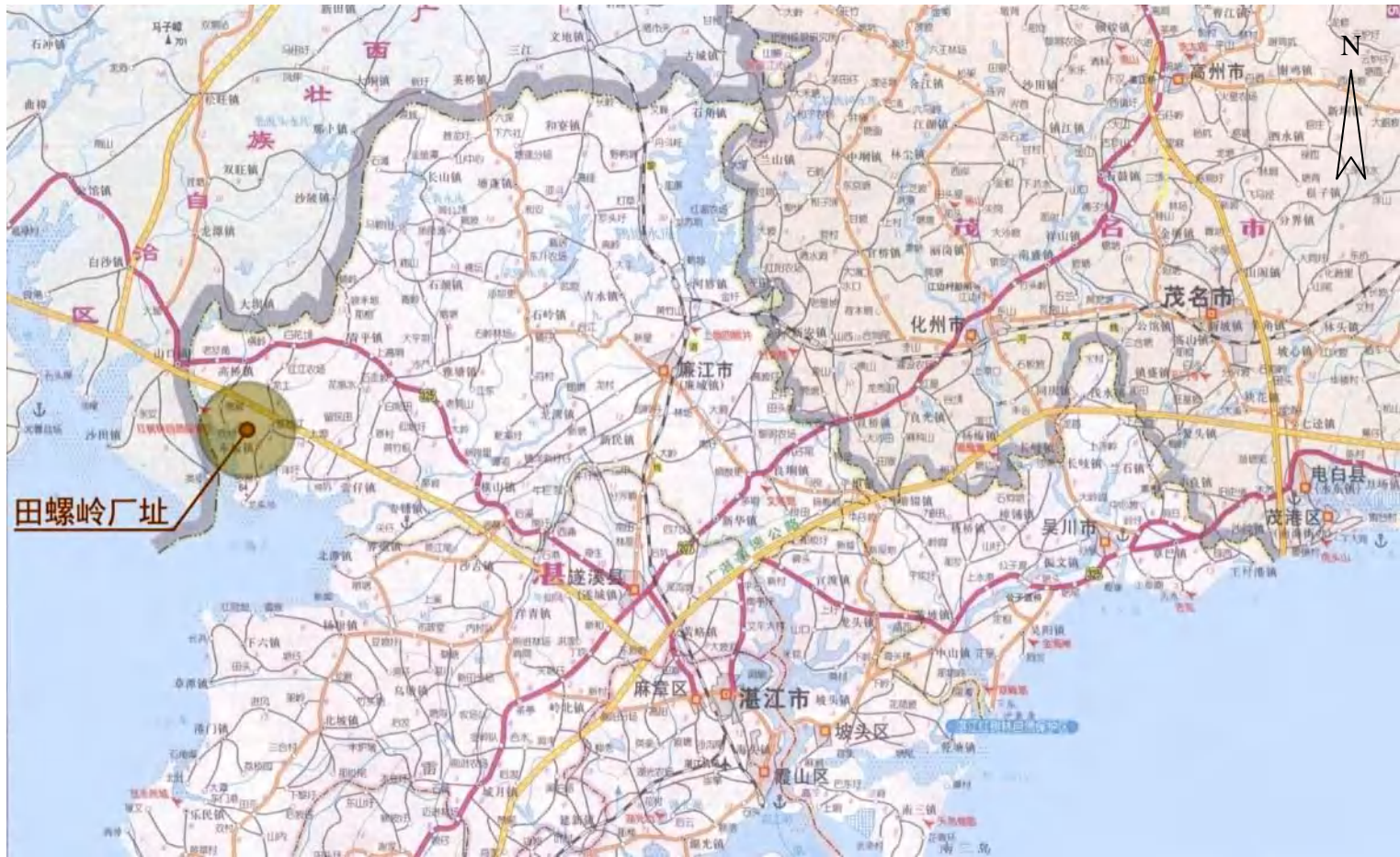


图 2.1-1 广东廉江核电厂厂址地理位置图

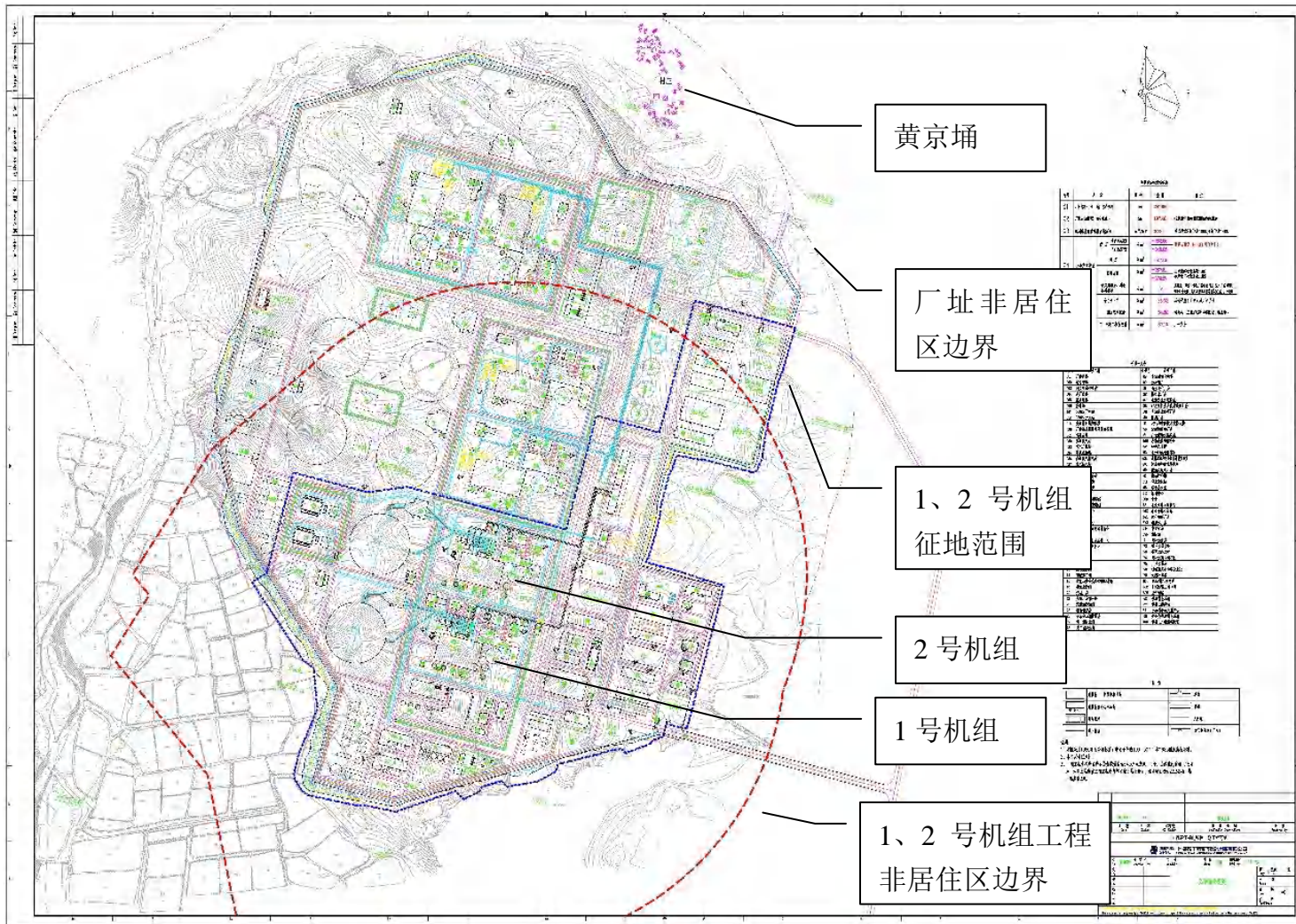


图 2.1-2 厂址非居住区边界及附近居民点

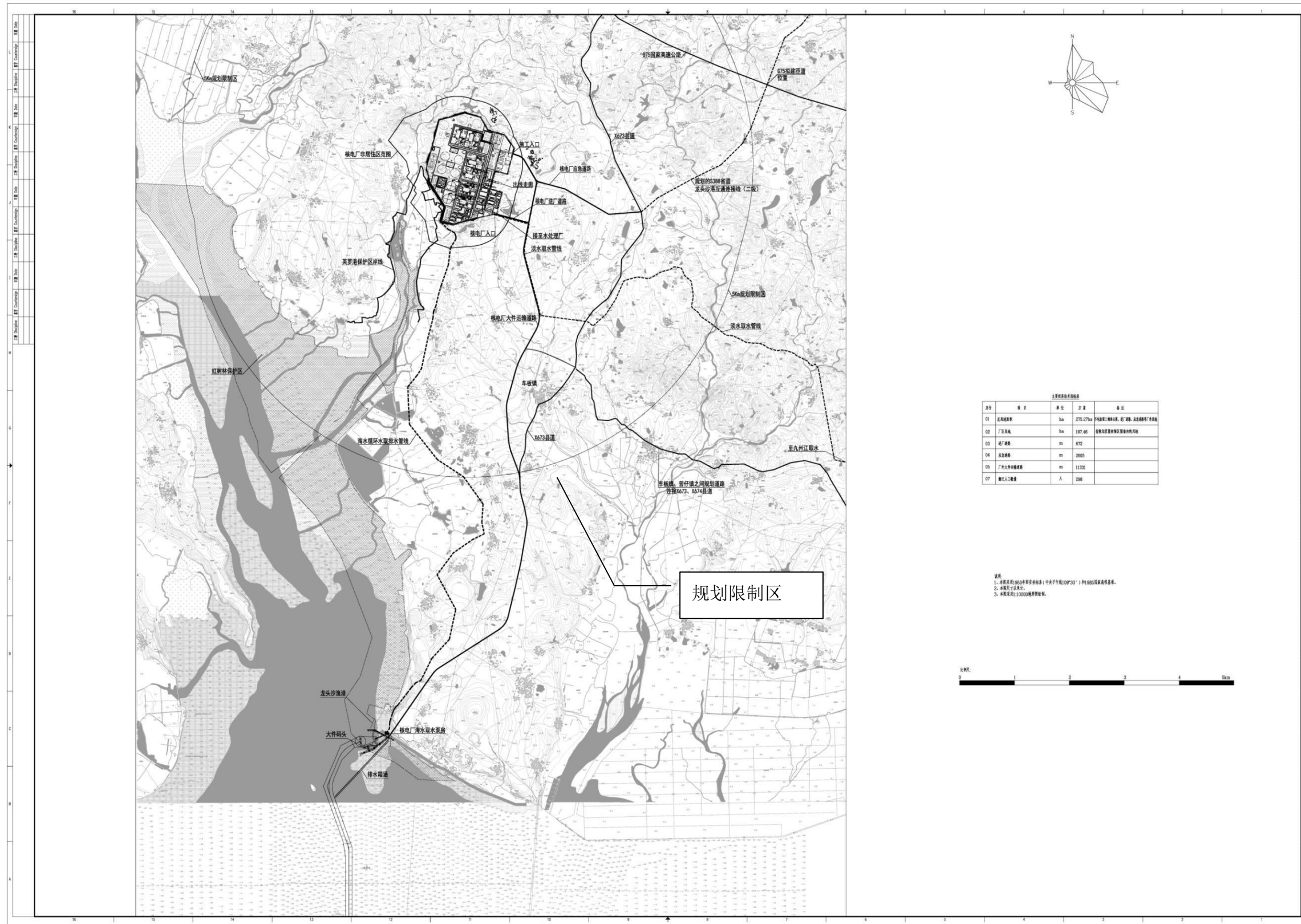


图 2.1-3 厂址规划限制区边界及进厂道路和应急道路示意图

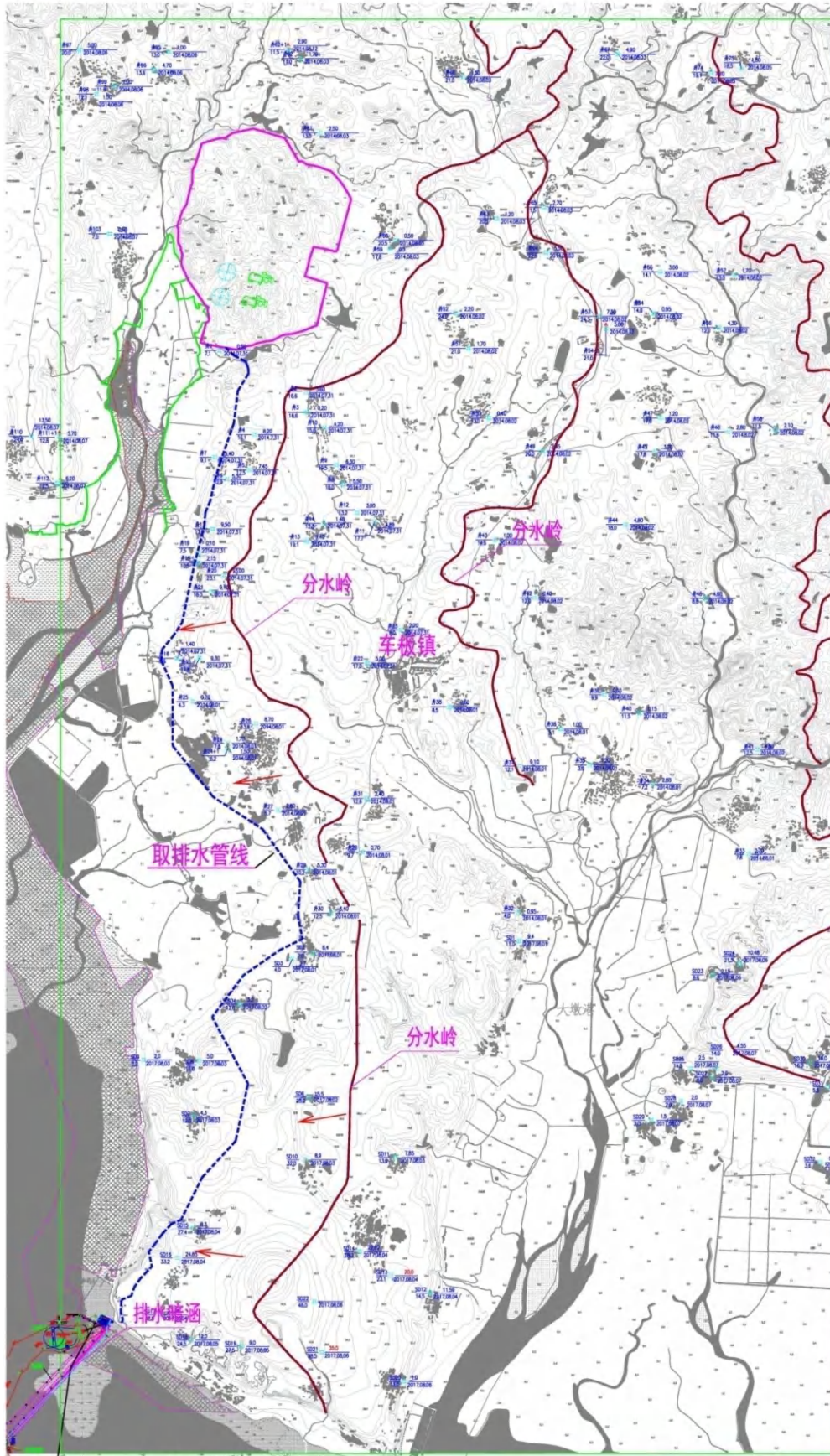


图 2.1-4 西线取排水管线布设方案

2.2 人口分布与饮食习惯

厂址人口统计按照 16 个方位，以及 0—1、1—2、2—3、3—5、5—10、10—20、20—30、30—40、40—50、50—60、60—70、70—80km 共 12 个距离间隔段划分的 192 个子区域进行统计。

厂址半径 80km 范围内人口资料收集和统计的基准为 2018 年度当地政府有关部门的正式统计资料(厂址半径 5km 范围内同时收集和统计了 2018 年和 2021 年人口分布资料)，所有统计资料均以本工程 1 号反应堆的地理位置为基准点。

厂址半径 5km 范围的居民食谱调查，侧重个体，采用发放调查表的方式及取样统计等方式。

2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

2.2.1.1 厂址半径 5km 范围内人口分布

截止 2018 年底，厂址半径 5km 范围现有人口 39932 人（户籍人口），占评价区总人口的 0.4%，平均人口密度为 604 人/km²（陆域密度）。2018 年厂址半径 5km 范围内的自然村分布情况见表 2.2-1 和图 2.2-1。由表 2.2-1 可见，厂址半径 5km 范围内涉及车板镇的南垌村、龙塘村、大坝村、车板村、车板居委会、荔枝江村、陆地村、名教村和大贵庙村；青平镇的新开路村；高桥镇的高桥村、平垌村、德耀村和红寨村；以及红江农场的红江 32 队、33 队、34 队、35 队、36 队和 37 队。共涉及 4 个乡（镇、农场）16 个行政村（居委会、农场生产队）98 个自然村（居民点、农场生产队）。

距离厂址最近的居民点为位于厂址 SSE 方位 0.96km 处的车板镇南垌村南蒙塘自然村，2018 年户籍人口 221 人。人口最多的居民点为车板居委会，距离厂址 3.53km，方位 SSE，2018 年户籍人口 3220 人。

厂址半径 5km 范围内无万人以上乡镇，满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中关于人口分布的规定。

厂址半径 5km 范围内涉及车板镇、青平镇和高桥镇三镇，其中车板镇镇区位于厂址半径 5km 范围内。依据《廉江市城市总体规划修编（2010-2020）》，规划廉江市域城镇体系等级规模分为三级结构，其中青平镇属中心镇，车板镇、高桥镇属于一般镇。

根据《廉江市车板镇总体规划（2016-2035年）》，规划中将车板镇划分为老镇区（车板居委会、车板析）和新镇区（多浪村、龙头沙村、坡心村），近期位于老镇区，远期搬迁至新镇区。新镇区将位于厂址 5km 范围外。

2022年3月，本项目针对厂址 5km 范围内人口进一步进行了调查，结果见表 2.2-1。调查结果表明，截至 2021 年底厂址半径 5km 范围内有户籍人口 40658 人，常住人口 26587 人，户籍人口总数较 2018 年有所增加，但低于前期调查给出的预期人口增长率。实际常住人口明显低于户籍人口。

距离厂址最近的居民点车板镇南垌村南蒙塘自然村，2021 年户籍人口 277 人，较 2018 年户籍人口 221 人有所增加。人口最多的居民点车板居委会，2021 年户籍人口 3055 人，相较 2018 年户籍人口 3220 人有所减少。

2.2.1.2 厂址半径 15km 范围内的人口分布

厂址半径 15km 调查范围涉及广东省湛江市廉江市的车板镇、高桥镇、青平镇、营仔镇和红江农场 5 个乡（镇、农场）；广西壮族自治区北海市合浦县的山口镇、沙田镇和白沙镇 3 个镇；玉林市博白县的大坝镇 1 个镇。共涉及 2 省（自治区）3 市 3 个县（市、区）9 个乡（镇、农场）72 个行政村（居委会）。厂址半径 15km 范围内有行政村 72 个，人口分布详见表 2.2-2 及图 2.2-2。

由表 2.2-2 可见，2018 年底，厂址半径 15km 范围内共有人口 331984 人（户籍人口）。其中，距离厂址最近的行政村是车板镇的南垌村，距离厂址 2.3km，共有人口 3504 人；人口最多的行政村是廉江市营仔镇的下洋村，距离厂址 9.6km，现有人口 9157 人。

厂址半径 15km 范围内无十万人以上城镇，满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中关于人口分布的规定。

厂址半径 15km 范围涉及广东省廉江市、遂溪县和广西壮族自治区的博白县、合浦县。依据《廉江市城市总体规划修编（2010-2020）》，廉江市及其下属各乡镇规划如下：将廉江市域划分为南北中三大经济区。其中南部经济区——以创建广东廉江北部湾海洋经济区为契机，重点发展先进制造业、海洋产业与临港工业，打造产业发展平台，强化产业聚集，推进产业人口双转移，营造适宜创业发展的生产环境。构建以安铺（含横山）为市域副中心，渝湛高速公路、325 国道、沿海公路为主要联系轴的南部沿海城镇密集区和“海洋经济产业圈”。

规划廉江市域城镇体系等级规模分为三级结构：

中心城区，其中主中心：廉城，规划期末城镇人口达到 46 万，接近大城市的规模；次中心：为安铺横山，规划期末城镇人口达到 20 万，为中等城市规模。

中心镇：包括良垌、青平和石岭。

一般镇：包括河唇、高桥、新民、吉水、石角、营仔、车板、雅塘、石颈、长山、塘蓬、和寮。

《广西合浦县城总体规划（2010-2025）》中指出，县城的人口规模近期 2015 年为 27 万人，远期 2025 年为 45 万人。规划构建“一心三轴三片区”的县域城镇空间发展格局。“一心”核心区，即合浦县城，以中心城的快速发展为核心。

“三轴”一南北高速公路、贵港至合浦高速公路及玉林至铁山港高速公路三大交通干线作为城镇主要发展聚合轴。“三片区”三大经济片区，东部经济区：包括公馆镇、山口镇、白沙镇、闸口镇、沙田镇。重点发展海洋产业、建筑业、旅游业、商贸业及传统加工业。北部经济区：包括合浦县城、石康镇、常乐镇、石湾镇、曲樟乡。重点发展轻纺、蚕丝、农副产品加工工业。西部经济区：包括西场镇、党江镇、沙岗镇、乌家镇、星岛湖乡。重点发展旅游业、制糖业、海产品加工业、旅游业。

依据《广东省遂溪县城市总体规划（2010-2030 年）》，遂溪县及其下属各乡镇规划如下：

遂溪县将充分利用资源，发挥区位优势和交通优势，实施“工业强县”的发展战略，将遂溪县建成经济强县、旅游名县、文化大县、生态城镇群落。县域城镇按职能类型分为三大片区：东部经济区：以遂城镇为中心，包括黄略，主要发展建材业、农产品加工、商贸及旅游业；中部经济区：以城月镇为中心，包括岭北、建新、洋青、乌塘，主要发展食品加工及种植业；西部经济区：以北坡镇为中心，包括界炮、杨柑、草潭、港门、河头、乐民、江洪，主要发展渔业、食品加工、农副产品深加工和种植业。

2.2.1.3 厂址半径 15km 范围内暂住人口

按《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/103）中的规定，暂住人口应包括短期的流动性人口（如旅游者）和长期的流动性人口（如季节性居民和学生）。流动人口应包括流出人口和流入人口。

厂址半径 5km 范围涉及廉江市车板镇、高桥镇、青平镇和红江农场的 16 个行政村（居委会）。厂址半径 5km 范围涉及红江农场的 32 队、33 队、34 队、35

队、36 队和 37 队没有流动人口结果，在厂址半径 5km 范围内流动人口统计时没在列入上述 6 个生产队。厂址半径 5km 范围内流入人口和流出人口统计结果见表 2.2-3。

2018 年底，厂址半径 5km 范围内流入人口总计 15912 人。其中，居住期半年以上的人口有 775 人，主要是从事商业、水产养殖及部分外地嫁过来没有办理户籍迁入的人员；居住期在一月至半年的有 685 人，主要是从事商业、水产养殖和其它劳务活动；居住期在一个月以下的人口有 14452 人，来此目的主要是探亲访友、旅游、从事商业和短期务工人员等。高峰期人口主要出现在春节、国庆节期间。高桥镇红寨村短期流入人口多是由于湛江红树林国家级保护区部分位于此地，当地借助保护区的优质环境开发了旅游观光，吸引了周边人群在节假日来此游玩。

厂址半径 5km 范围内流出人口总计 17486 人。外出以务工为主，目的地在珠三角地区，少量到外省。外出人口高峰期出在春节后。

厂址半径 15km 范围涉及广东省湛江市廉江市和广西壮族自治区北海市合浦县和玉林市博白县的 9 个乡、镇、农场。厂址半径 15km 范围内流入人口和流出人口统计结果见表 2.2-4。

2018 年底，厂址半径 15km 范围内流入人口总计 75852 人。其中，居住期半年以上的人口有 2962 人，主要是从事商业、水产养殖及部分外地嫁过来没有办理户籍迁入的人员；居住期在一月至半年的有 2206 人，主要是从事商业、水产养殖和其它劳务活动；居住期在一个月以下的人口有 70684 人，来此目的主要是探亲访友、旅游、从事商业和短期务工人员等。高峰期人口主要出现在春节、清明节、国庆节等传统节日期间。外来人员以短期的探亲访友人员为主，长期外来人员以务工和经商为主，高峰期一般出现在春节、清明节、国庆节等传统节日期间。

厂址半径 15km 范围内流出人口总计 155888 人。外出以务工为主，目的地以广东的珠三角地区为主。外出人口高峰期出在春节后。

厂址半径 15km 范围内人员流动，以人员流出为主，主要是劳务输出，当地发以农业为主，经济来源相对较少，外出务工是主要的收入来源。

2.2.1.4 厂址半径 10km 范围特殊人群分布

1) 监狱

2018 年底，厂址半径 10km 范围内没有监狱。

2) 敬老院

2018 年底，厂址半径 10km 范围内有养老院（敬老院）有 26 所，最多容纳老人 409 人，无疗养院。其中，有入住老人的养老院（敬老院）13 所，最多可容纳 262 人，现入住老人 62 人，工作人员 14 人；无入住老人的养老院（敬老院）13 所，最多可容纳 147 人。统计结果见表 2.2-5 和表 2.2-6。

入住人员最多的养老院（敬老院）是廉江市车板镇仁爱养老院，位于厂址的 SE 方位，距离厂址 3.9km，现有老人 21 人，最多可容纳 82 人，现有工作人员 7 人；距离厂址最近的有入住人员的养老院（敬老院）是南垌村委山佳村敬老院，位于厂址的 S 方位，距离厂址 1.3km，现有老人 2 人，最多可容纳 10 人，无专职工作人员；

2018 年底，厂址半径 5km 范围内有养老院（敬老院）有 12 所，最多容纳老人 235 人，无疗养院。其中，有入住老人的养老院（敬老院）6 所，最多可容纳 158 人，现入住老人共 34 人，工作人员共 9 人；无入住老人的养老院（敬老院）6 所，最多可容纳 77 人。

厂址半径 10km 范围内养老院（敬老院）位置见图 2.2-3。

3) 学校设施

厂址半径 10km 范围内有中学、小学、幼儿园，无职业学校和培训机构。

2018 年底，厂址半径 10km 范围内有共有学校 67 所，其中，有中学 5 所，小学 42 所（含 29 所附属幼儿园的小学），幼儿园 20 所。共有学生 19493 人，教职工 1471 人，寄宿生 1794 人（均为中学生）。

厂址半径 10km 范围内距离厂址最近的学校是廉江市车板镇荔枝江小学大坝分教点（有附属幼儿园的小学），距离厂址 2.1km，位于厂址的 NE 方位，有小学生 118 人，幼儿园学生 70 人，教职工 11 人；学生人数最多的学校是位于广西境内的合浦县山口镇中心小学（有附属幼儿园的小学），距离厂址 9.8km，位于厂址的 WNW 方位，有学生 1798 人（幼儿园学生 103 人），教职工 139 人。

2018 年底，厂址半径 5km 范围内共有学校 18 所，其中，有中学 2 所，小学 12 所（含 8 所附设幼儿园的小学），幼儿园 4 所。共有学生 5446 人，教职工 416 人，寄宿生 961 人（均为中学生）。

厂址半径 10km 范围内学校分布情况统计结果见表 2.2-7 和表 2.2-8，学校分布图见图 2.2-4。

4) 医疗设施

2018 年底，厂址半径 10km 范围内有 4 家医院，共有医务人员 154 人，床位 294 张，厂址半径 10km 范围内没有二级以上医院。距离厂址最近医院是廉江市仁爱医院，位于厂址的 SSE 方位，距离厂址 3.8km，医院等级为一级，床位数 80 张，医护人员 26 人，万元以上医疗设施有 10 台。厂址半径 10km 范围医院分布情况见表 2.2-9，分布图见图 2.2-5。

2018 年底，厂址所在县市及相邻县市二级以上医院有 44 家，床位数 19525 张，医护人员有 16494 人，万元以上医疗设施有 15093 台。其中，三级医院有 8 家，有床位数 9991 张，医护人员 9646 人，距离厂址最近三级医院是廉江市人民医院，位于厂址的 E 方位，距离厂址 48.4km，医院等级为三级，床位数 1084，医护人员 1401 人，万元以上医疗设施有 1849 台。二级医院有 36 家，床位数 9534 张，医护人员数 6848 人，万元以上医疗设施有 3599 台。

二级以上医院统计结果见表 2.2-10，分布图见图 2.2-6。

5) 事业单位

2018 年底，厂址半径 10km 范围内有事业单位 17 家，有职工 73 人，主要从事计划生育板和农技推广工作，人员最多单位是廉江市高桥镇计划生育服务中队，有职工 14 人，位于厂址的 N 方位，距离厂址 6.1km。厂址半径 10km 范围内有事业单位主要分布在车镇和高桥镇镇政府所在地。统计结果见表 2.2-11，分布图见图 2.2-7。

6) 企业

2018 年底，厂址半径 10km 范围内有企业 11 家，从业人员有 799-910 人，主要从事胶合板、建筑材料、食品加工、太阳能发电等行业。人员最多单位是广东深科新能源有限公司，有职工 200—300 人，位于厂址的 SE 方位，距离厂址 9.4km。统计结果见表 2.2-12，分布图见图 2.2-8。

2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

2.2.2.1 厂址半径 80km 范围内的现有人口分布

2018 年底，厂址半径 80km 范围内共有万人以上城镇 67 个，其中，距离厂址最近的万人以上人口中心是位于厂址 N 方位，距离厂址 12.1km 的广西博白县大坝镇，现有集中居住的城镇人口 12368 人。厂址半径 80km 范围内最大的人口中心是距离厂址 66km 位于厂址 ESE 方位的湛江市区，湛江市区包含：赤坎区的中华街道、寸金街道、民主街道、中山街道、调顺街道、沙湾街道、北桥街道，霞山区的解放街道、爱国街道、工农街道、友谊街道、新兴街道、海滨街道、建设街道、东新街道、新园街道、海头街道，开发区的泉庄街道、乐华街道、南桥街道，麻章区的麻章镇，21 个街道、镇，有集中居住城镇人口 730894 人。

厂址半径 80km 范围内集中居住人口超过十万人以上的城、镇共有 7 个。厂址半径 80km 范围内没有百万人口以上的城镇。

万人以城、镇分布情况列于表 2.2-13；万人以上城、镇分布图见图 2.2-9，采用的是 1：20 万奥维地图，图中标示出了万人以上人口中心的位置。

厂址半径 80km 范围现有人口 10104822 人，平均人口密度为 656 人/km²（陆域密度）；厂址半径 80km 范围各子区现有人口统计结果见表 2.2-14，人口分布图见图 2.2-10。

2.2.2.2 厂址半径 80km 范围内的预期人口

本工程建设周期为 56 个月（从浇灌第一罐混凝土到商业运行）。本工程第一台机组预计于 2023 年 6 月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计 2024 年 4 月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于 2028 年 2 月投产，第二台机组于 2028 年 12 月投产。机组设计寿期为 60 年。

广东人口预测采用了《广东省“十二五”人口发展战略研究》中的基础数据进行人口增长率预测，预测模型为双性别确定性动态模型，并保守考虑“全面二孩”（假设所有夫妇均可以生育两个孩子）来进行人口预测。广西人口预测采用以第五次人口普查数据为基础的《世纪之交的中国人口（广西卷）》的高、中、低三种方案。将两者比较，取预期增长率较大的数据作为本次推算依据。选择保守高方案中广西壮族自治区年均增长率与广东省的人口增长率进行比较，发现广西的预期人口增长率小于广东省预期人口增长率，且广东省考虑了目前国家实行的“全面二孩”政策，更为贴合实际情况。因此，本报告中选用广东省平均人口增长率进行预测，对于 2050 年以后的人口增长率，保守采用 0.42‰ 增长进行预

测。人口增长率预测见表 2.2-15。因此，本次评价中按预期增长率来预测第一台机组投产年（2028 年）及其后每隔 10 年的人口数量直至电站寿期末（2088 年）。

按下列公式预测厂址半径 80km 范围内本工程预期投产年（2028 年）及其以后每间隔 10 年为一周期，至本工程 60 年寿期末（2088 年）的预期人口分布。预期人口分布见表 2.2-16~表 2.2-22。

$$N = N_0 e^{rt} \quad (2.2-1)$$

上式中：N：预期人口数（人）；

N_0 ：现有人口数（人）；

r：预期年均人口增长率（‰）；

t：N 与 N_0 之间的时间间隔（年）。

由表 2.2-16~表 2.2-22 可知，本工程自投产年（2028 年）起每隔 10 年直至核电厂寿期末（2088 年）厂址半径 80km 范围内的预期人口分别为 11307800 人、11988918 人、12429625 人、12487308 人、12539865 人、12592643 人、12645643 人。

2.2.3 居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性

2.2.3.1 居民的年龄构成

年龄段数据分别来自广东省统计局、湛江市公安局和广西壮族自治区统计局。2018 年厂址半径 5km、80km 范围及广东省、湛江市、廉江市、广西壮族自治区 ≤1 岁、1~7 岁（含 7 岁）、7~17 岁（含 17 岁）和 >17 岁以上四个年龄组别的人口比例见表 2.2-23 和表 2.2-24。根据 2022 年调查结果，2021 年厂址半径 5km 范围内四个不同年龄组人口比例见表 2.2-25，总体差别不大。

根据不同子区所在地理位置，按照上述年龄组构成比例，计算得到厂址 80km 半径范围内 2088（人口最大年）年度各年龄组的分布情况分别列于表 2.2-26~表 2.2-29。

2.2.3.2 居民的生活习惯

厂址半径 80km 范围内主要涉及广东省和广西壮族自治区，通过收集这两个地方的统计资料，得到厂址半径 80km 范围不同职业和不同年龄组的个人年平均食物（包括粮食作物、蔬菜、肉类、淡水鱼、蛋、奶类及其制品、水果、饮用水）

消费量，厂址半径 80km 范围内不同年龄组居民的食物消费量调查结果见表 2.2-30。

2018 年通过随机抽样调查，厂址半径 5km 范围不同职业和不同年龄组居民的食物消费量调查结果见表 2.2-31 和表 2.2-32。厂址附近不同年龄组居民生活习性调查结果和不同职业居民生活习性 2018 年调查结果分别见表 2.2-33，由表 2.2-33 可见，厂址半径 5km 范围未成年组人群中，≤1 岁的婴幼儿和 1~7 岁（含 7 岁）年龄段的儿童有一定量的岸边活动，无游泳和划船活动；7~17 岁（含 17 岁）年龄段的青少年和成年组（>17 岁），均有相对多的岸边活动、有少量的划船活动和游泳活动。

2022 年 3 月，本项目对厂址半径 5km 范围内居民食谱和生活习惯进行进一步调查，以现场抽样调查形式开展。抽样调查结合调查范围内 2021 年度居民的年龄构成、职业构成确定调查样本数。年龄构成：按年龄≤1 岁、1<年龄≤7 岁、7<年龄≤17 岁和年龄>17 岁以上四组抽样调查。职业构成：按城镇居民、农民和渔民抽样调查。

食谱抽样调查涉及南垌村、大坝村、旧埠村、龙塘村、德耀村、平垌村、高桥村和车板镇二中学（调查学生 772 人）、车板新星幼儿园（调查幼儿 230 人）、高桥镇幼儿园（调查幼儿 150 人）。居民生活习惯抽样调查涉及南垌村、大坝村、旧埠村、龙塘村、德耀村、平垌村、高桥村和车板镇二中学（调查学生 772 人）、车板新星幼儿园（调查幼儿 230 人）、高桥镇幼儿园（调查幼儿 150 人）。

厂址半径 5km 范围内各重要居民点（自然村）也进行了食谱调查，重要居民组是各方位距离厂址最近的居民点，共计 14 个，涉及常住人口 3312 人，955 户。厂址半径 5km 范围重要居民不同年龄组、不同职业构成居民的不同食物年平均消费量和年最大消费量，结果见表 2.2-34 至表 2.2-47。

2021 年调查结果整合给出厂址半径 5km 范围内不同年龄组、不同职业构成居民的各类不同食物年平均消费量和年最大消费量，结果见表 2.2-48 和表 2.2-49。

2021 年的调查在前次调查成果的基础上，补充了厂址所在海域近岸养殖人员、排放口海域近养殖人员及龙头沙渔港工作人员活动情况。厂址半径 5km 范围居民生活习惯 2021 年调查结果见表 2.2-50。

由表 2.2-50 可见，农民（包括近岸养殖人员）和渔民（包括不在从事农业而从事水产养殖和渔业捕捞的农民）的岸边活动人数和时长以及海上活动（游泳和

划船)人数和时长较多。城镇居民的岸边活动比海上活动多,而在调查的婴儿组和儿童组人群中没有海里游泳和海上划船活动,只有岸边活动;青少年调查主要是在校学生,岸边活动、海里游泳和海上划船等活动主要集中在节假日,其它时间去海边活动比较少。

对比 2018 年和 2021 年的食谱调查结果,显示不同种类食物消费量有所波动,但变动幅度不大,属于正常范围。对比 2018 年和 2021 年的居民生活习惯调查结果,除农民海上划船结果变化较大外,其他人群生活习惯于两次调查结果存在一些差异但变化不大,引起调查结果差异的主要原因可能是前后两次调查样本人群的变动造成。

2.2.4 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。厂址半径 5km 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。

厂址半径 5km 范围内无万人以上城镇;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、中型城市。厂址满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249—2011)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,根据广东省 2018 年度的统计资料,广东省人口密度为 631 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 2.2-51。由表 2.2-51 可见:

——环形地带人口分布评价结果

厂址半径 0-2km 为 II 类厂址、厂址半径 2-5km 内为 II 类厂址,厂址半径 5-10km 内为 I 类厂址、厂址半径 10-20km 内为 I 类厂址。

——扇形地带人口分布评价结果

厂址半径 2-5km 扇面内为 II 类厂址,厂址半径 5-20km 扇面内为 I 类厂址。

根据厂址环形地带人口分布和扇形地带人口分布评价结果,确定为 I~II 类厂址。

综上所述,厂址周围人口分布符合广东省 I~II 类厂址条件,厂址的人口分布现状能满足核电厂的厂址条件。

表 2.2-1 厂址半径 5km 范围内居民点（自然村）分布情况（2018 年与 2021 年数据对比）

序号	乡镇街道	行政村 (居委会)	居民点 (自然村)	位置		2018 年 户籍人口数 (人)	2021 年	
				方位	距离 (km)		户籍人口 (人)	常住人口 (人)
1	车板镇	南垌村	南蒙塘	SSE	0.96	221	277	102
2	车板镇	南垌村	山佳	S	1.29	392	390	223
3	车板镇	南垌村	上庞江	SSE	1.58	177	174	62
4	车板镇	南垌村	围肚村	SSW	1.71	241	249	102
5	车板镇	南垌村	下庞江	SSE	1.76	350	360	198
6	车板镇	南垌村	南垌	S	2.14	505	509	398
7	车板镇	南垌村	石坡	SSE	2.27	231	241	112
8	车板镇	南垌村	松明坡	S	2.68	302	312	161
9	车板镇	南垌村	鸭公塘	SSW	2.76	300	301	158
10	车板镇	南垌村	葛茅墩	S	2.81	67	74	15
11	车板镇	南垌村	松明	SSW~S	3.47	718	728	371
12	车板镇	龙塘村	上塘尾	E	1.77	195	203	132
13	车板镇	龙塘村	禾塘仔村	ESE~SE	1.83	96	96	53
14	车板镇	龙塘村	下塘尾	E	2.05	226	232	153
15	车板镇	龙塘村	龙塘	ESE	2.32	635	634	412
16	车板镇	龙塘村	瓦窑	SE	2.66	152	153	99
17	车板镇	龙塘村	上龙塘仔	ESE	2.79	257	261	143
18	车板镇	龙塘村	下龙塘仔	ESE	2.88	292	288	187
19	车板镇	龙塘村	上公仔塘*	SE	3.05	158	319	208
20	车板镇	龙塘村	中公仔塘*	SE	3.12	154		
21	车板镇	龙塘村	下公仔塘	SE	3.13	161	161	105
22	车板镇	大坝村	大陂村	NE~ENE	1.43	737	845	253
23	车板镇	大坝村	黄京埔	NNE	1.67	412	425	127
24	车板镇	大坝村	白石塘村	N~NNE	2.32	618	614	183
25	车板镇	大坝村	文头岭村	NE	2.8	626	622	186
26	车板镇	大坝村	大坝圩村	NNE	3.21	202	202	60
27	车板镇	大坝村	炮台岭	NNE	3.55	370	367	110
28	车板镇	大坝村	上龙土	NE	3.64	316	295	88
29	车板镇	大坝村	牛郎江	NNE	4.05	260	256	76
30	车板镇	大坝村	下龙土	NE	4.3	345	344	103
31	车板镇	车板村	石仔岭	SE	3.16	294	298	224
32	车板镇	车板村	马三埔	SE	3.41	105	109	85
33	车板镇	车板村	低村仔村	SSE	3.51	387	405	336
34	车板镇	车板村	上南衙	SE	3.84	189	191	142
35	车板镇	车板村	下南衙	SE	3.89	157	160	125
36	车板镇	车板村	茅坡仔	SSE	3.9	371	375	305
37	车板镇	车板居委会	车板居委会	SSE	3.53	3220	3055	5200
38	车板镇	荔枝江村	山墩头	ENE	2.33	202	219	80
39	车板镇	荔枝江村	大埔村	E	2.67	551	551	235
40	车板镇	荔枝江村	大岭村	ENE	2.83	412	420	205
41	车板镇	荔枝江村	茂兰坡	E	3.2	462	460	290
42	车板镇	荔枝江村	荔枝江	E	3.22	650	661	389
43	车板镇	荔枝江村	郁仔村	E	3.59	231	235	100
44	车板镇	荔枝江村	山夹子	ESE	3.94	143	136	80
45	车板镇	荔枝江村	雷公山	ESE	4.01	464	432	290
46	车板镇	荔枝江村	平坡	E	4.31	261	305	165
47	车板镇	大贵庙村	平坦	E	4.43	97	115	50
48	车板镇	陆地村	山窑	S	3.81	407	83	387
49	车板镇	陆地村	羊山	S	4.17	110	113	106
50	车板镇	陆地村	陆地	S	4.2	2051	2058	1870

序号	乡镇街道	行政村 (居委会)	居民点 (自然村)	位置		2018年 户籍人口数 (人)	2021年	
				方位	距离 (km)		户籍人口 (人)	常住人口 (人)
51	车板镇	旧埠村	低村	S	4.58	481	514	227
52	车板镇	旧埠村	竹头田村	S	4.66	486	489	193
53	车板镇	旧埠村	山营	S	4.8	302	299	123
54	车板镇	旧埠村	旧埠	S	5	619	610	253
55	车板镇	名教村	下表村	SSE	4.1	103	107	80
56	车板镇	名教村	上表村	SE	4.2	121	119	75
57	车板镇	名教村	上马石	SE	4.9	380	390	330
58	车板镇	名教村	下粟地	SE	5	108	110	65
59	青平镇	新开路村	饭笕塘	ENE~NE	3.76	120	116	47
60	青平镇	新开路村	沙田仔	ENE	4.26	255	287	122
61	青平镇	新开路村	水产埔	NE	4.61	40	49	13
62	青平镇	新开路村	庞龙湖	ENE	4.84	105	106	39
63	青平镇	新开路村	牛角湾	NE	4.97	130	144	67
64	红江农场	红江农场	35队	NNE~N	4.01	395	392	305
65	红江农场	红江农场	33队	NNE	4.67	407	392	198
66	红江农场	红江农场	37队	N	4.7	300	343	235
67	红江农场	红江农场	36队	N	4.92	394	381	237
68	红江农场	红江农场	32队	N	5	260	259	124
69	红江农场	红江农场	34队	NE	5	331	327	247
70	高桥镇	平垌村	塘仔山	WNW	1.42	1305	1327	578
71	高桥镇	平垌村	老村	NW	2.5	230	236	141
72	高桥镇	平垌村	墩仔	NW~NNW	2.55	350	329	188
73	高桥镇	平垌村	黄根岭	NW~NNW	2.62	262	228	156
74	高桥镇	平垌村	社坛坡	NW~NNW	3.72	513	486	312
75	高桥镇	平垌村	堤督村	NNW	4.1	435	396	255
76	高桥镇	德耀村	山窑	SW	2.3	323	329	171
77	高桥镇	德耀村	东村	WSW	2.34	1143	1286	663
78	高桥镇	德耀村	圩仔	WNW	2.35	116	219	134
79	高桥镇	德耀村	十块田	SW	2.59	404	478	254
80	高桥镇	德耀村	土地团	SW	2.61	196	226	136
81	高桥镇	德耀村	德耀村	WNW	2.71	341	365	186
82	高桥镇	德耀村	金塘	W	2.86	883	805	435
83	高桥镇	德耀村	福海	WNW	2.9	1005	968	504
84	高桥镇	德耀村	对岸	WSW	2.91	416	438	227
85	高桥镇	德耀村	荣春山	NW	3.11	233	223	129
86	高桥镇	德耀村	西村	WSW	3.46	960	1318	686
87	高桥镇	德耀村	凤地	W	3.74	896	936	498
88	高桥镇	德耀村	坭咀	WSW	3.76	273	287	158
89	高桥镇	高桥村	大番坡	NNW	2.35	243	317	180
90	高桥镇	高桥村	炮台墩	NNW	2.6	89	114	30
91	高桥镇	高桥村	潘桃园	N	3.04	175	198	168
92	高桥镇	高桥村	花石岭	N	3.41	100	57	29
93	高桥镇	高桥村	丰岭	NNW~N	3.93	152	170	156
94	高桥镇	高桥村	桥角	NNW	4.84	177	182	165
95	高桥镇	红寨村	江益	NW	4.36	499	516	362
96	高桥镇	红寨村	红坎	NW	4.48	567	576	361
97	高桥镇	红寨村	新居	NW~WNW	4.78	218	221	115
98	高桥镇	红寨村	坡禾地	NW	4.82	1611	1680	987
合计						39932	40658	26588

注：*龙塘村的上公仔塘和中公仔塘现合并为上公仔塘。

表 2.2-2 厂址半径 15km 范围内行政村人口分布 (2018 年)

序号	省份	县市	乡镇街道	行政村居委会	位置		人口数
					方位	距离(km)	
1	广东省	廉江市	车板镇	南垌村	SSE	2.3	3504
2	广东省	廉江市	车板镇	龙塘村	ESE	2.6	2326
3	广东省	廉江市	车板镇	荔枝江	E	3.2	3376
4	广东省	廉江市	车板镇	车板居委会	SSE	3.5	3220
5	广东省	廉江市	车板镇	大坝村	NE	3.8	3886
6	广东省	廉江市	车板镇	车板村	SSE	4	2509
7	广东省	廉江市	车板镇	名教村	SE	4.1	3839
8	广东省	廉江市	车板镇	陆地	S	4.2	2568
9	广东省	廉江市	车板镇	旧埠村	S	4.7	4046
10	广东省	廉江市	车板镇	大贵庙村	E	5.8	4623
11	广东省	廉江市	车板镇	上埠村	ESE	7	2794
12	广东省	廉江市	车板镇	龙眼根村	SE	7.3	2667
13	广东省	廉江市	车板镇	多浪村	S	8.7	6271
14	广东省	廉江市	车板镇	新村仔村	ESE	8.9	1969
15	广东省	廉江市	车板镇	坡心村	S	10	2470
16	广东省	廉江市	车板镇	龙头沙村	S	11	4130
17	广东省	廉江市	红江农场	红江农场	NE~N NE	8	17158
18	广东省	廉江市	高桥镇	德耀村	WNW	2.7	7189
19	广东省	廉江市	高桥镇	平垌村	NW	3.1	3095
20	广东省	廉江市	高桥镇	高桥村	N	5.8	2304
21	广东省	廉江市	高桥镇	红寨村	NW	5.9	8305
22	广东省	廉江市	高桥镇	新桥居委会	N	6.1	986
23	广东省	廉江市	高桥镇	大埔村	NNW	6.9	4645
24	广东省	廉江市	高桥镇	坡督	NW	8.5	6309
25	广东省	廉江市	高桥镇	平山岗村	N	9.1	1603

序号	省份	县市	乡镇街道	行政村居委会	位置		人口数
					方位	距离(km)	
26	广东省	廉江市	高桥镇	李村村	NNW	12.5	2594
27	广东省	廉江市	青平镇	新开路村	ENE	6	1539
28	广东省	廉江市	青平镇	窝铺村	NE	8.3	3832
29	广东省	廉江市	青平镇	金屋地村	ENE	8.5	5829
30	广东省	廉江市	青平镇	上埗村	NE	9.8	2455
31	广东省	廉江市	青平镇	大路湾村	NE	10.5	1436
32	广东省	廉江市	青平镇	多别村	E	10.8	4201
33	广东省	廉江市	青平镇	息安村	E	12	4068
34	广东省	廉江市	青平镇	横埗埗村	NE	13.3	6954
35	广东省	廉江市	青平镇	青平居委会	ENE	13.5	7452
36	广东省	廉江市	青平镇	新楼村	E	13.7	3273
37	广东省	廉江市	青平镇	花平水村	ENE	13.9	6060
38	广东省	廉江市	青平镇	横坑村	ENE	14	5916
39	广东省	廉江市	营仔镇	凌禄村	SSE	9	3557
40	广东省	廉江市	营仔镇	多浪坡村	SE	9.2	3660
41	广东省	廉江市	营仔镇	下洋村	SE	9.6	9157
42	广东省	廉江市	营仔镇	竹墩村	SE	12	3447
43	广东省	廉江市	营仔镇	大同村	SE	12	3245
44	广东省	廉江市	营仔镇	白沙村	ESE	13.2	4210
45	广东省	廉江市	营仔镇	营仔村	SE~E SE	13.3	5486
46	广东省	廉江市	营仔镇	营圩居委会	SE	14	7005
47	广东省	廉江市	营仔镇	新村村	ESE	14.8	5376
48	广西	合浦县	山口镇	北界村	WSW	7.3	7193
49	广西	合浦县	山口镇	高坡村	W	8.4	5300
50	广西	合浦县	山口镇	山东村	WNW	8.7	4040
51	广西	合浦县	山口镇	新圩村	WSW	9.2	4114

序号	省份	县市	乡镇街道	行政村居委会	位置		人口数
					方位	距离(km)	
52	广西	合浦县	山口镇	山口居委会	NW	9.7	4301
53	广西	合浦县	山口镇	山口村	WNW	9.9	5214
54	广西	合浦县	山口镇	山南村	WNW	10.4	3501
55	广西	合浦县	山口镇	英罗村	SW	10.7	6229
56	广西	合浦县	山口镇	山北村	NW	11.5	6312
57	广西	合浦县	山口镇	中堂村	SW	12.1	6041
58	广西	合浦县	山口镇	丹兜村	WNW	12.3	6645
59	广西	合浦县	山口镇	山西村	WNW	12.4	4431
60	广西	合浦县	山口镇	永安村	W	13.1	6055
61	广西	合浦县	山口镇	河面村	NW	13.2	6972
62	广西	合浦县	山口镇	山角村	WNW	13.4	3549
63	广西	合浦县	沙田镇	山寨村	WSW	12.3	5064
64	广西	合浦县	沙田镇	淡水村	WSW	13.7	3822
65	广西	合浦县	沙田镇	上新村	WSW	13.9	4355
66	广西	合浦县	白沙镇	那郊村	WNW	14.6	4038
67	广西	博白县	大坝镇	官岭村	N	11.8	6769
68	广西	博白县	大坝镇	大坝街社区	N	11.9	686
69	广西	博白县	大坝镇	大益村	N	12.7	4913
70	广西	博白县	大坝镇	那雷村	NNE	14.2	4600
71	广西	博白县	大坝镇	青山村	N	14.4	7518
72	广西	博白县	大坝镇	诸岭村	N	14.7	3778
合计							331984

表 2.2-3a 厂址半径 5km 范围内流入人口分布情况

序号	乡（镇、农场）	行政村（居委会）	位置		年总人数	高峰期统计		来此目的	居住期一月以下的人口数	居住期一月~半年的人口数	居住期半年~一年或一年以上人数
			方位	距离(km)		高峰人数(人)	出现时间				
1	车板镇	南垌村委会	SSE	2.3	500	200	中秋节、国庆节	务工	300	50	150
2	车板镇	龙塘村委会	ESE	2.6	28	20	春节	探亲访友	28	0	0
3	车板镇	车板居委会	SSE	3.53	700	200	春节	探亲访友	500	100	100
4	车板镇	荔枝江村委会	E	3.7	1900	500	春节、中秋节	探亲访友	1900	0	0
5	车板镇	大坝村委会	NE	3.8	1055	400	春节	探亲访友	300	405	350
6	车板镇	车板村委会	SSE	4	195	195	春节	探亲工作	80	10	105
7	车板镇	名教村委会	SE	4.1	43	20	春节	探亲访友	40	0	3
8	车板镇	陆地村委会	S	4.2	421	358	春节、清明节	探亲访友	300	86	35
9	车板镇	旧埠村委会	S	4.66	139	139	春节	探亲读书	123	12	4
10	车板镇	大贵庙村委会	E	5.8	40	30	春节	探亲访友	20	10	10
11	高桥镇	平垌村	WNW	1.4	93	74	春节	探亲访友	93	0	0
12	高桥镇	德耀村	WSW	2.3	229	173	春节	探亲访友	216	0	13
13	高桥镇	红寨村	NW	4.2	10420	7000	春节、国庆节	探亲访友	10420	0	0
14	高桥镇	高桥村	N	5.1	115	86	春节	探亲访友	115	0	0
15	青平镇	新开路	ENE	5.3	34	15	春节	务工、经商	17	12	5
合计					15912	9410			14452	685	775

表 2.2-3b 厂址半径 5km 范围内流出人口分布情况

序号	乡 (镇、农场)	行政村 (居委会)	位置		流出目的地	外出目的	年总人数 (人)	高峰期统计	
			方位	距离 (km)				高峰人数 (人)	出现时间
1	车板镇	南垌村	SSE	2.3	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1000	900	春节后
2	车板镇	龙塘村	ESE	2.6	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	500	460	春节后
3	车板镇	车板居委会	SSE	3.5	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	400	380	春节后
4	车板镇	荔枝江	E	3.7	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1000	910	春节后
5	车板镇	大坝村	NE	3.8	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	2600	2000	春节后
6	车板镇	车板村委	SSE	4	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	600	510	春节后
7	车板镇	名教村	SE	4.1	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1000	920	春节后
8	车板镇	陆地	S	4.2	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1000	900	春节后
9	车板镇	旧埠村	S	4.7	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1300	1100	春节后
10	车板镇	大贵庙村	E	5.8	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	2170	2000	春节后
11	高桥镇	平垌村	WNW	1.4	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	760	456	春节后
12	高桥镇	德耀村	WSW	2.3	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1986	1291	春节后
13	高桥镇	红寨村	NW	4.2	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	1850	1388	春节后
14	高桥镇	高桥村	N	5.1	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	450	360	春节后
15	青平镇	新开路	ENE	5.3	珠三角等地, 少量到外省	务工、经商、其他	870	670	春节后
合计							17486	14245	

表 2.2-4a 厂址半径 15km 范围内流入人口分布情况

序号	县 (市)	乡 (镇、农场)	位置		年总人数 (人)	高峰期统计		来此目的	居住期一月 以下的人口 数	居住期一月 ~ 半年的人口 数	居住期半年 ~ 一年或一年 以上人数
			方位	距离 (km)		高峰人 数 (人)	出现时 间				
1	廉江市	车板镇	SSE	3.7	7723	5014	春节、 清明节、 中秋节 等传统 节日期 间	探亲访友、 务工、 经商	6161	705	857
2	廉江市	红江农场	NE	8.2	510	408			510		
3	廉江市	高桥镇	NW	8.7	18581	14816			18520		61
4	廉江市	青平镇	ENE	13.6	1550	1240			640	538	372
5	廉江市	营仔镇	SE	14.5	2903	2180			950	963	990
6	合浦县	山口镇	WNW	10.2	38778	30862			38578		200
7	合浦县	沙田镇	WSW	16.5	627	493			616		11
8	合浦县	白沙镇	NW	20.7	4012	2922			3652		360
9	博白县	大坝镇	NNE	12.1	1168	846			1057		111
合计					75852	58781			70684	2206	2962

表 2.2-4b 厂址半径 15km 范围内流出人口分布情况

序号	县 (市)	乡 (镇、农场)	位置		流出目的地	外出目的	年总人数 (人)	高峰期统计	
			方位	距离 (km)				高峰人数 (人)	出现时间
1	廉江市	车板镇	SSE	3.7	珠三角等地,少量到外省	务工、经商、上学等	16885	13500	春节后
2	廉江市	红江农场	NE	8.2	珠三角等地,少量到外省	务工、经商、上学等	145	145	春节后
3	廉江市	高桥镇	NW	8.7	珠三角等地,少量到外省	务工、经商、上学等	10789	6689	春节后
4	廉江市	青平镇	ENE	13.6	珠三角等地,少量到外省	务工、经商、上学等	35074	28410	春节后
5	廉江市	营仔镇	SE	14.5	珠三角等地,少量到外省	务工、经商、上学等	29730	25270	春节后
6	合浦县	山口镇	WNW	10.2	珠三角等地	务工、经商、上学等	20691	13449	春节后
7	合浦县	沙田镇	WSW	16.5	珠三角等地	务工、经商、上学等	4924	2954	春节后
8	合浦县	白沙镇	NW	20.7	珠三角等地	务工、经商、上学等	29208	20446	春节后
9	博白县	大坝镇	NNE	12.1	珠三角等地	务工、经商、上学等	8442	5487	春节后
合计							155888	116350	

表 2.2-5 厂址半径 10km 范围内有入住老人养老院（敬老院）分布情况（2019 年）

序号	敬老院名称	所在地址	位置		容纳人数	入住人数	工作人员数
			方位	距离 (km)			
1	南垌村委山佳村敬老院	廉江市车板镇南垌村委山佳村	S	1.3	10	2	0
2	德耀村委德耀村敬老院	廉江市高桥镇德耀村委德耀村	WNW	2.3	35	2	1
3	荔枝江村委大垌村敬老院	廉江市车板镇荔枝江村委大垌村	E	2.7	11	4	1
4	车板镇仁爱养老院	廉江市车板镇名龙路	SE	3.9	82	21	7
5	荔枝江村委雷公山村敬老院	廉江市车板镇荔枝江村委雷公山村	ESE	4.1	10	3	0
6	名教村委上马石村敬老院	廉江市车板镇名教村委上马石村	SE	4.9	10	2	0
7	名教村委名教村敬老院	廉江市车板镇名教村委名教村	SE	5.7	25	9	0
8	车板镇大贵庙村委敬老院	廉江市车板镇大贵庙村委	E	6	18	1	0
9	车板镇上埠村委碗坑村敬老院	廉江市车板镇上埠村委碗坑村	E	7.3	14	1	0
10	多浪村委那颯村敬老院	廉江市车板镇多浪村委那颯村	S	7.3	10	2	1
11	多浪村委多浪村敬老院	廉江市车板镇多浪村委多浪村	S	7.5	13	1	1
12	高桥镇敬老院	廉江市高桥镇坡督村委斜对面 325 国道旁	NW	8.6	17	13	3
13	下洋村委会上塘仔村敬老院	廉江市营仔镇下洋村委会上塘仔村	SE	8.7	7	1	0
合计					262	62	14

表 2.2-6 厂址半径 10km 范围内无入住老人养老院（敬老院）分布情况（2019 年）

序号	敬老院名称	所在地址	位置		容纳人数	入住人数	工作人员数
			方位	距离(km)			
1	塘仔山村敬老院	廉江市高桥镇塘仔山村	WNW	1.4	8	0	0
2	南垌村委敬老院	廉江市车板镇南垌村委	SSE	2.3	22	0	0
3	社坛坡村敬老院	廉江市高桥镇社坛坡村	NW	3.8	10	0	0
4	车板镇陆地村敬老院	廉江市车板镇陆地村	S	4.2	15	0	0
5	旧埠村委山营瑶村敬老院	廉江市车板镇旧埠村委山营村	S	4.9	11	0	0
6	车板镇旧埠村委敬老院	廉江市车板镇旧埠村委	SSE	5	11	0	0
7	新开路村委敬老院	廉江市青平镇新开路村委	NE	5.9	7	0	0
8	红寨村委会谭福村敬老院	廉江市高桥镇红寨村委会谭福村	NW	6.5	13	0	0
9	车板镇多浪村委村头村敬老院	廉江市车板镇多浪村委村头村	S	6.6	10	0	0
10	大贵庙村委山心村敬老院	廉江市车板镇大贵庙村委山心村	E	8.2	10	0	0
11	车板镇龙眼根村委埗尾村敬老院	廉江市车板镇龙眼根村委埗尾村	SE	8.2	9	0	0
12	窝甫村委会班鸠村敬老院	廉江市青平镇窝甫村委会班鸠村	ENE	9	11	0	0
13	陂头村敬老院	廉江市营仔镇多浪坡村委陂头村	SE	9.8	10	0	0
合计					147	0	0

表 2.2-7 厂址半径 10km 范围内学校分布情况

序号	学校名称	学校地址	位置		学校统计				幼儿园统计		办学类型
			方位	距离(km)	小学生	初中生	寄宿生	教职工	幼儿园学生	幼儿园教职工	
1	廉江市车板镇荔枝江小学大坝分教点	广东省湛江市廉江市车板镇大坝村委会	NE	2.1	118	0	0	11	70	0	有附属幼儿园小学
2	廉江市车板镇中心小学南垌分教点	广东省湛江市廉江市车板镇南垌村委会南垌村	SSE	2.2	123	0	0	13	27	0	有附属幼儿园小学
3	廉江市车板镇中心小学龙塘分教点	广东省湛江市廉江市车板镇龙塘村委会	ESE	2.3	72	0	0	7	23	0	有附属幼儿园小学
4	廉江市高桥镇德耀小学东村分教点	广东省湛江市廉江市高桥镇德耀村委会	WSW	2.6	5	0	0	2	12	0	有附属幼儿园小学
5	廉江市高桥镇德耀小学	广东省湛江市廉江市高桥镇德耀村委会	WNW	2.7	320	0	0	21	75	6	有附属幼儿园小学
6	廉江市高桥镇博文幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇德耀村	W	2.7	0	0	0	0	201	17	幼儿园
7	廉江市高桥镇中心小学平垌分教点	广东省湛江市廉江市高桥镇平垌村委会	NW	3	53	0	0	9	6	0	有附属幼儿园小学
8	廉江市车板镇第二初级中学	广东省湛江市廉江市车板镇车板居委会	SSE	3.2	0	635	496	66	0	0	中学
9	廉江市车板镇荔枝江小学	广东省湛江市廉江市车板镇荔枝江村委会	E	3.7	261	0	0	15	70	0	有附属幼儿园小学
10	廉江市车板镇新星幼儿园	广东省湛江市廉江市车板镇新星星幼儿园	SSE	3.7	0	0	0	0	350	22	幼儿园

11	车板镇中心幼儿园	广东省湛江市廉江市车板镇中心幼儿园	SSE	3.8	0	0	0	0	192	19	幼儿园
12	廉江市车板镇中心小学	广东省湛江市廉江市车板镇车板村委会	SSE	3.8	1372	0	0	69	0	0	小学
13	廉江市车板镇益智幼儿园	广东省湛江市廉江市车板镇车板居委会	SE	3.9	0	0	0	0	397	34	幼儿园
14	廉江市车板镇第一初级中学	广东省湛江市廉江市车板镇车板居委会	SSE	4	0	625	465	64	0	0	中学
15	廉江市车板镇中心小学禄地分教点	广东省湛江市廉江市车板镇陆地村委会	S	4.2	94	0	0	10	0	0	小学
16	廉江市高桥镇红寨小学坡禾地分教点	广东省湛江市廉江市高桥镇红寨村委会	NW	4.8	88	0	0	8	0	0	小学
17	廉江市高桥镇丰埗小学	广东省湛江市廉江市高桥镇红江农场 36 队	N	4.9	96	0	0	9	0	0	小学
18	廉江市车板镇中心小学旧埠分教点	广东省湛江市廉江市车板镇旧埠村委会	S	5	106	0	0	14	55	0	有附属幼儿园 小学
19	廉江市车板镇名教小学	广东省湛江市廉江市车板镇名教村委会	SE	5.6	185	0	0	12	0	0	有附属幼儿园 小学
20	廉江市高桥镇红星幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇红寨村委会	NW	5.9	0	0	0	0	55	10	幼儿园
21	廉江市高桥镇红寨小学	广东省湛江市廉江市高桥镇红寨村委会	NW	5.9	457	0	0	26	44	6	有附属幼儿园 小学
22	廉江市青平镇中心小学新开路分教点	广东省湛江市廉江市青平镇新开路村委	ENE	5.9	21	0	0	4	28	0	有附属幼儿园 小学
23	廉江市车板镇大贵	广东省湛江市廉江市车	E	5.9	172	0	0	13	41	0	有附属幼儿园

	庙小学	板镇大贵庙村委会									小学
24	廉江市高桥镇山口仔小学	广东省湛江市廉江市高桥镇山口仔小学	NE	5.9	79	0	0	9	0	0	小学
25	廉江市高桥镇喜乐乐幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇红寨村委谭福村红树林大道旁（李伟娜房屋）	NW	6.1	0	0	0	0	207	17	幼儿园
26	廉江市高桥镇金贝乐幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇旧城区 114-117 号、123-127 号	N	6.2	0	0	0	0	290	26	幼儿园
27	廉江市高桥镇第一初级中学	广东省湛江市廉江市高桥镇新桥居委会	NNW	6.2	0	822	647	68	0	0	中学
28	廉江市高桥镇中心小学	广东省湛江市廉江市高桥镇新桥居委会	NNW	6.2	693	0	0	36	0	0	小学
29	廉江市高桥镇中心幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇新桥居委会	NNW	6.3	0	0	0	0	174	21	幼儿园
30	廉江市高桥镇金花营小学	广东省廉江市高桥镇红江农场三分场	NNE	6.3	116	0	0	9	0	0	小学
31	廉江市高桥镇旭日阳光幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇大冲村营盘岭	NNW	6.9	0	0	0	0	138	16	幼儿园
32	合浦县山口镇北界小学	广西北海市合浦县山口镇北界	WSW	7.3	137			9	30	1	有附属幼儿园 小学
33	合浦县山口镇水埭小学高坡分校	广西北海市合浦县山口镇高坡村	WNW	7.5	134			8	36	1	有附属幼儿园 小学
34	廉江市车板镇上埠	广东省湛江市廉江市车	ESE	7.1	149	0	0	14	19	4	有附属幼儿园

	小学	板镇上埠村委会									小学
35	廉江市车板镇名教小学龙眼根分教点	广东省湛江市廉江市车板镇龙眼根村委会	SE	7.3	92	0	0	11	27	0	有附属幼儿园 小学
36	廉江市高桥镇卖麻小学	广东省湛江市廉江市高桥镇卖麻村	NE	7.5	141	0	0	10	0	0	小学
37	合浦县山口镇北界小学大村分校	广西北海市合浦县山口镇北界村大村	SW	7.5	161			11	0	0	小学
38	廉江市高桥镇红江小学	广东省湛江市廉江市高桥镇红江农场	NE	7.7	870	0	0	39	0	0	小学
39	合浦县山口镇山口小学水埇教学点	合浦县山口镇山新圩村水埇	W	7.9	50			6	17	1	有附属幼儿园 小学
40	廉江市红江农场桥亭湖幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇红江农场	NE	8.1	0	0	0	0	338	30	幼儿园
41	廉江市高桥镇红江初级中学	广东省湛江市廉江市高桥镇红江农场	NE	8.1	0	521	186	51	0	0	中学
42	廉江市高桥镇坡督小学	广东省湛江市廉江市高桥镇坡督村委会	NW	8.3	306	0	0	16	3	3	有附属幼儿园 小学
43	廉江市青平镇中心小学窝铺分教点	广东省湛江市廉江市青平镇窝甫村委会	E	8.3	128	0	0	10	28	0	有附属幼儿园 小学
44	廉江市青平镇中心小学金屋地分教点	广东省湛江市廉江市青平镇金屋地村委会	ENE	8.5	36	0	0	7	11	0	有附属幼儿园 小学
45	廉江市车板镇多浪小学	广东省湛江市廉江市车板镇多浪村委会	S	8.7	283	0	0	15	38	7	有附属幼儿园 小学
46	合浦县山口镇山口小学红树林教学点	广西北海市合浦县山口镇山口林场	WSW	8.9	26			8	0	0	小学

47	合浦县山口镇新圩小学	广西北海市合浦县山口镇新圩村	WSW	8.9	242			14	90	4	有附属幼儿园小学
48	合浦县山口镇群英幼儿园	广西北海市合浦县山口镇新圩市场附近	WSW	8.9					200	11	幼儿园
49	廉江市高桥镇好孩子幼儿园	广东省湛江市廉江市高桥镇坡督村委会	NW	9	0	0	0	0	218	19	幼儿园
50	廉江市营仔镇凌禄小学	广东省湛江市廉江市营仔镇凌禄村委会	SSE	9	41	0	0	8	2	0	有附属幼儿园小学
51	合浦县山口镇山口小学山东教学点	广西北海市合浦县山口镇山东村	WNW	9.1	62			8	15	1	有附属幼儿园小学
52	廉江市高桥镇中心小学平山岗分教点	广东省湛江市廉江市高桥镇平山岗村委会	N	9.2	17	0	0	7	0	0	小学
53	廉江市营仔镇多浪坡小学	广东省湛江市廉江市营仔镇多浪坡村委会	SE	9.2	132	0	0	12	7	0	有附属幼儿园小学
54	合浦县山口镇蓝精灵幼儿园	广西北海市合浦县山口镇镇东大道 17 号	NW	9.2					300	18	幼儿园
55	廉江市高桥镇蓆草陂小学	广东省湛江市廉江市高桥镇大冲村委会	NNW	9.3	187	0	0	17	17	0	有附属幼儿园小学
56	合浦县山口镇喜洋洋幼儿园	广西北海市合浦县山口镇两广市场江龙大道 N 区 27、28、31、32 号	NW	9.5					104	7	幼儿园
57	廉江市高桥镇龙翔幼儿园	广东省廉江市高桥镇红江农场 325 国道旁（原纸箱厂）	NE	9.6	0	0	0	0	220	22	幼儿园
58	廉江市营仔镇蓓蕾	广东省湛江市廉江市营	SE	9.6	0	0	0	0	90	11	幼儿园

	幼儿园	仔镇下洋村委会										
59	廉江市营仔镇下洋小学	广东省湛江市廉江市营仔镇下洋村委会	SE	9.6	378	0	0	18	0	0	小学	
60	廉江市营仔镇育儿幼儿园	广东省湛江市廉江市营仔镇下洋村委会	SE	9.6	0	0	0	0	215	11	幼儿园	
61	合浦县山口镇童星幼儿园	广西北海市合浦县山口镇两广市场山港路 J14、J16 号	NW	9.7					210	16	幼儿园	
62	廉江市青平镇中心小学上垌分教点	广东省湛江市廉江市青平镇上垌村委会	NE	9.8	48	0	0	5	4	0	有附属幼儿园小学	
63	合浦县山口镇中心幼儿园	广西北海市合浦县山口镇	WNW	9.8					452	32	幼儿园	
64	合浦县山口镇中心小学	广西北海市合浦县山口镇	WNW	9.8	1695			89	103	50	有附属幼儿园小学	
65	合浦县山口镇初级中学	广西北海市合浦县山口镇	NW	9.9		1515		117	0	0	中学	
66	合浦县山口镇东方幼儿园	广西北海市合浦县山口镇两广市场	NW	9.9					249	12	幼儿园	
67	合浦县山口镇新圩小学北背分校	广西北海市合浦县山口镇新圩村北背	W	9.9	95			8	36	3	有附属幼儿园小学	
合计					9841	4118	1794	1013	5534	458		

表 2.2-8 厂址半径 5km、10km 范围内学校构成情况

厂址半径 (km)	学校类型		学校数量 (所)	学生 (人)	幼儿园学生 (人)	小学生 (人)	初中生 (人)		教职工 (人)
							其中寄宿生 (人)		
10	学校		67	19493	5534	9841	4118	1794	1471
	1.中学		5				4118	1794	366
	2.小学	无附属幼儿园小学	13			4131			647
		有附属幼儿园小学	29		934	5710			87
	3.幼儿园		20		4600				371
5	学校		18	5446	1478	2708	1260	961	416
	1.中学		2				1260	961	130
	2.小学	无附属幼儿园小学	4			1650			188
		有附属幼儿园小学	8		338	1058			6
	3.幼儿园		4		1140				92

表 2.2-9 厂址半径 10km 范围内医院分布情况

序号	机构名称	地址	位置		级别	实有床位数 (张)	医护人员数 (人)	万元以上设备 台数 (台)
			方位	距离 (km)				
1	廉江车板仁爱医院	廉江市车板镇	SSE	3.8	一级	80	26	10
2	廉江市车板镇卫生院	廉江市车板镇	SSE	3.9		55	34	6
3	广东省红江农场医院	廉江市红江农场	NNE	8	一级	99	59	23
4	廉江市高桥镇卫生院	廉江市高桥镇	NW	8.6		60	35	5
合计						294	154	44

表 2.2-10 所在县市及相邻县市二级以上医院分布情况

序号	机构名称	地址:	位置		级别	实有床位 数(张)	医护人员 数(人)	万元以上 设备台数 (台)
			方位	距离 (km)				
1	廉江市人民医院	广东省湛江市廉江市人民大道中 30 号	E	48.4	三级	1,084	1,401	1,849
2	廉江康福医院	廉江市环市北路 146 号	E	49.2	二级	255	209	17
3	廉江市中医院	廉江市廉城西街 86 号	E	49.2	二级	40	75	13
4	廉江市第二人民医院	湛江市廉江市中山路 58 号	E	49.3	二级	180	120	8
5	廉江市妇幼保健院	湛江市廉江市中山三路 12 号	E	49.4	二级	301	384	523
6	湛江阳爱精神病医院	湛江市遂溪县	SE	45	二级	190	64	2
7	遂溪县中医院	广东省湛江市遂溪县湛川路 53 号	ESE	49.1	二级	168	117	74
8	遂溪县人民医院	遂城镇中山路 156 号	ESE	49.6	二级	783	677	53
9	遂溪晶亮眼科医院	湛江市遂溪县湛川路 2 号	ESE	50.4	二级	50	21	1
10	湛江正大耳鼻喉医院	湛江市麻章区	ESE	61.6	二级	110	78	22
11	湛江市第一中医医院	湛江市赤坎区海北路兴华广场斜对面	ESE	65	三级	703	583	420
12	湛江市赤坎区中医医院	湛江市赤坎区中山二路 67 号	ESE	65	二级	228	117	34
13	湛江中心人民医院	湛江市赤坎区源珠路 236 号	ESE	65.1	三级	2,340	1,793	2,023
14	湛江致美口腔医院	湛江市赤坎区	ESE	65.5	二级	22	30	1
15	湛江市妇幼保健院	湛江市赤坎区	ESE	65.8	二级	200	367	488
16	湛江骨科医院	湛江市赤坎区军民路 1 号	ESE	66	二级	190	84	137
17	湛江岭南医院	湛江经济技术开发区	ESE	68	二级	200	132	190
18	湛江滨海医院有限公司	湛江市霞山区人民大道中 64 号	ESE	69.5	二级	120	99	5

19	湛江南粤医院	湛江市霞山区	ESE	70.3	二级	170	101	0
20	湛江珠江口腔医院	湛江市霞山区	ESE	73	二级	15	26	38
21	湛江开发区仁瑞医院	广东省湛江市霞山区民有路 12 号	ESE	73.1	二级	170	96	77
22	中国海洋石油南海西部医院	广东省湛江市坡头区南调路 1388	ESE	74	二级	269	232	468
23	湛江市第三人民医院	湛江市霞山区新湖大道北路 10 号	SE	71	二级	500	175	112
24	广东省农垦中心医院	湛江市霞山区	SE	71.7	三级	1,100	876	964
25	湛江新科大医院	湛江市霞山区建设路 40 号（火车南站旁）	SE	71.9	二级	260	114	18
26	湛江崇爱康复医院	广东省湛江市霞山区椹川大道南 33 号	SE	72.1	二级	130	31	68
27	广东医科大学附属医院	湛江市霞山区人民大道南 57 号	SE	72.3	三级	2,248	2,274	4,563
28	湛江市第二中医医院	湛江市霞山区解放西路 14 号	SE	72.9	三级	706	471	325
29	湛江市霞山妇幼保健院	广东省湛江市霞山区解放西路 11 号	SE	73.4	二级	118	216	17
30	湛江市第二人民医院	广东省湛江市霞山区民有路 12 号	SE	73.4	三级	810	1,179	1,314
31	湛江市港区人民医院	广东省湛江市霞山区友谊路 11 号	SE	73.8	二级	240	117	45
32	湛江市第四人民医院	湛江市霞山区	SE	73.9	二级	449	381	460
33	湛江市霞山骨伤科医院	湛江市霞山区	SE	74	二级	100	56	54
34	雷州康宁医院	湛江市雷州市	SSE	69.7	二级	866	124	8
35	雷州仁康医院	湛江市雷州市	SSE	74.1	二级	288	182	4
36	雷州市人民医院	湛江市雷州市西湖大道 30 号	SSE	76.7	二级	840	728	495
37	雷州市中医医院	湛江市雷州市雷城镇镇中西路圣官前之 22 号	SSE	76.9	二级	256	207	55
38	雷州市妇幼保健院	湛江市雷州市雷南大道南 50 米	SSE	77.3	二级	149	227	12

39	雷州骨科医院	湛江市雷州市	SSE	78	二级	298	210	61
40	合浦县中医医院	北海市合浦县定海北路 66 号	WNW	62.2	二级	299	272	8
41	合浦县精神病医院	北海市廉州镇丰白岭	W	62.3	二级	600	200	
42	合浦县人民医院	北海市合浦县定海北路 95 号	WNW	64.8	三级	1000	1069	36
43	合浦县红十字会医院	北海市合浦县定海中路 28 号	WNW	64.9	二级	360	315	31
44	合浦县妇幼保健院	北海市合浦县解放路 6 号	WNW	65.1	二级	120	264	
						19,525	16,494	15,093

表 2.2-11 厂址半径 10km 范围内事业单位分布情况

序号	单位名称	所在地名称	位置		职工人数	主要业务活动
			方位	距离(km)		
1	廉江市车板镇农机管理站	车板镇车板居委会	SSE	3.5	1	农业机械活动
2	廉江市车板镇农业技术推广站	车板镇车板居委会	SSE	3.5	2	农业技术推广
3	廉江市车板镇殡仪服务站	车板镇车板居委会	SSE	3.5	3	殡葬服务
4	廉江市车板镇文化站	车板镇车板居委会	SSE	3.5	5	群众文体活动
5	廉江市车板镇计划生育服务所	车板镇车板居委会	SSE	3.5	5	计划生育技术服务活动
6	廉江市龙营围工程管理处	车板镇坡心村委会	SSE	3.5	5	排洪排水工程管理
7	廉江市车板镇林业工作站	车板镇车板居委会	SSE	3.5	6	农业技术推广服务
8	廉江市车板镇财政结算中心	车板镇车板居委会	SSE	3.5	8	其他国家机构
9	廉江市车板镇计划生育服务中队	车板镇车板居委会	SSE	3.5	10	计划生育服务活动
10	廉江市高桥镇计划生育服务所	高桥镇坡督村委会	NW	8.5	1	计划生育技术服务活动
11	廉江市高桥镇法律服务所	高桥镇坡督村委会	NW	8.5	1	法律顾问
12	廉江市高桥镇农机管理站	高桥镇新桥居委会	N	6.1	1	农业机械活动
13	廉江市高桥镇文化站	高桥镇新桥居委会	N	6.1	1	负责辖区文化管理
14	廉江市高桥镇农业技术推广站	高桥镇新桥居委会	N	6.1	2	农业技术推广
15	廉江市高桥镇殡仪服务站	高桥镇新桥居委会	N	6.1	2	社会事务管理
16	廉江市高桥镇林业工作站	高桥镇新桥居委会	N	6.1	6	林业技术推广
17	廉江市高桥镇计划生育服务中队	高桥镇新桥居委会	N	6.1	14	社会事务管理机构
合计					73	

表 2.2-12 厂址半径 10km 范围内企业分布情况

序号	单位名称	所在地名称	位置		主要生产经营品种	年产值 (万元)	职工人数 (人)
			方位	距离 (km)			
1	廉江市欢裕建筑材料有限公司	廉江市车板镇荔枝江村	ESE	3.6	粘土砖瓦及建筑砌块制造	10000-11000	30-40
2	廉江市车板食品站	车板镇车板居委会	SSE	3.7	禽畜屠宰	4492	29
3	广东湛龙光电有限公司	廉江市车板镇下龙土村新塘岭(白车公路东侧) 27 号	NE	4.3	生产 LED 灯具	1000-2000	120-130
4	廉江市佛宁木业有限公司	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	胶合板	1000-2000	10-20
5	廉江市三友木业有限公司	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	胶合板单板	3000-4000	190-200
6	廉江市嘉丰木材加工厂	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	旋切板	3000-4000	50-60
7	廉江市茂盛石化有限公司	廉江市高桥镇大冲村	NNW	7	石化气供应	13000-14000	20-30
8	廉江涛洲食品有限公司	廉江市车板镇龙眼根村委会埗尾村	SE	8.2	提供食物加工冷藏	4000-5000	40-50
9	廉江市日溢贝壳钮扣厂	高桥镇坡督村委会	NW	8.7	贝壳钮扣生产	635.68	20
10	北海市通泰烟花厂有限公司	山口镇新圩村委(生产区、总仓库区)	NW	9.3	烟花、爆竹	10195	50
11	广东深科新能源有限公司	廉江市营仔镇下洋村委营下公路东第三幢 201 室	SE	9.4	太阳能发电	5000-6000	200-300
12	广东金谷建材实业有限公司	廉江市车板镇龙头沙渔港码头内北侧	S	9.5	其他玻璃制品制造	3000-4000	30-40
合计							799-910

表 2.2-13 厂址半径 80km 范围内万人以上城、镇分布情况（2018 年）

序号 ¹⁾	城、镇名称	行政归属	位置		集中居住 城镇区人口	备注
			方位	距离 (km)		
1	廉江市区	广东湛江市廉江市	E	48.9	217939	廉江市政府所在地，含罗州街道、城南街道、城北街道、石城镇
2	遂城镇	广东湛江市遂溪县	ESE	49.8	128867	
3	湛江市区	广东湛江市	ESE	66	730894	湛江市政府所在地，含赤坎区的中华街道、寸金街道、民主街道、中山街道、调顺街道、沙湾街道、北桥街道，霞山区的解放街道、爱国街道、工农街道、友谊街道、新兴街道、海滨街道、建设街道、东新街道、新园街道、海头街道，开发区的泉庄街道、乐华街道、南桥街道，麻章区的麻章镇
4	廉州镇	广西北海市合浦县	W	66	125975	
5	太平镇	广东湛江市麻章区	SSE	68.8	112704	
6	北海市区	广西北海市	W	73	356291	北海市政府所在地，含海城区的中街街道、东街街道、西街街道、海角街道、地角街道、高德街道、驿马街道，地角街道、高德街道、驿马街道，银滩区的银滩镇、侨港镇和平阳镇
7	雷州市区	广东湛江市雷州市	SSE	77	227941	雷州市政府所在地，含雷城街道、西湖街道、新城街道、附城镇和白沙镇
8	大坝镇	广西玉林市博白县	N	12.1	12368	
9	青平镇	广东湛江市廉江市	ENE	13.6	20322	
10	营仔镇	广东湛江市廉江市	SE	14.5	12491	
11	龙潭镇	广西玉林市博白县	NNW	20.6	47860	

序号 ¹⁾	城、镇名称	行政归属	位置		集中居住 城镇区人口	备注
			方位	距离 (km)		
12	白沙镇	广西北海市合浦县	NW	20.7	13715	
13	安铺镇	广东湛江市廉江市	ESE	25	52312	
14	双旺镇	广西玉林市博白县	N	26.2	10056	
15	沙陂镇	广西玉林市博白县	NNE	26.2	10683	
16	横山镇	广东湛江市廉江市	ESE	29.5	13888	
17	杨柑镇	广东湛江市遂溪县	SSE	30	12245	
18	草潭镇	广东湛江市遂溪县	S	30.6	14390	
19	公馆镇	广西北海市合浦县	NW	31	21557	
20	长山镇	广东湛江市廉江市	NE	32	15416	
21	那卜镇	广西玉林市博白县	NNE	32	10296	
22	石岭镇	广东湛江市廉江市	ENE	34.5	27797	
23	松旺镇	广西玉林市博白县	N	35.3	19082	
24	北坡镇	广东湛江市遂溪县	SSE	39.4	16018	
25	塘蓬镇	广东湛江市廉江市	NE	40	21702	
26	英桥镇	广西玉林市博白县	NE	45.3	32553	
27	新田镇	广西玉林市博白县	NNE	47.6	20299	
28	福成镇	广西北海市银海区	W	48.2	12928	
29	岭北镇	广东湛江市遂溪县	SE	49.5	17431	
30	东平镇	广西玉林市博白县	N	49.9	20601	
31	常乐镇	广西北海市合浦县	NW	51.5	13052	
32	城月镇	广东湛江市遂溪县	SSE	51	61059	
33	菱角镇	广西北海市合浦县	NNW	52	14765	
34	河唇镇	广东湛江市廉江市	ENE	53.6	21837	

序号 ¹⁾	城、镇名称	行政归属	位置		集中居住 城镇区人口	备注
			方位	距离 (km)		
35	石康镇	广西北海市合浦县	WNW	53.6	12732	
36	沙河镇	广西玉林市博白县	N	54	18708	
37	凤山镇	广西玉林市博白县	NNE	56.1	15458	
38	河头镇	广东湛江市遂溪县	S	57.2	12371	
39	客路镇	广东湛江市雷州市	SSE	57.9	52288	
40	文地镇	广西玉林市博白县	NE	57.9	46281	
41	江洪镇	广东湛江市遂溪县	S	59.9	12852	
42	宁潭镇	广西玉林市博白县	NE	60.5	21506	
43	张黄镇	广西钦州市浦北县	NW	60.6	15950	
44	旺茂镇	广西玉林市博白县	N	60.6	19687	
45	良垌镇	广东湛江市廉江市	E	61	48982	
46	石角镇	广东湛江市廉江市	ENE	64.6	18752	
47	新安镇	广东茂名市化州市	E	65.1	18772	
48	官渡镇	广东湛江市坡头区	ESE	66.1	63563	
49	良田镇	广西玉林市陆川县	NE	69.3	32774	
50	湖光镇	广东湛江市麻章区	SE	69.7	97353	湖光镇含湖光农场
51	古城镇	广西玉林市陆川县	NE	69.8	20370	
52	江宁镇	广西玉林市博白县	NNW	69.9	16552	
53	亚山镇	广西玉林市博白县	NNE	72.6	29798	
54	三滩镇	广西玉林市博白县	NNE	73.3	24693	
55	官桥镇	广东茂名市化州市	ENE	73.8	19424	
56	坡头区市区	广东湛江市坡头区	ESE	74.6	74353	坡头区含南调街道、麻斜街道
57	杨家镇	广东湛江市雷州市	SSE	75.1	23317	

序号 ¹⁾	城、镇名称	行政归属	位置		集中居住 城镇区人口	备注
			方位	距离 (km)		
58	中垌镇	广东茂名市化州市	ENE	75.4	23283	
59	塘辍镇	广东湛江市吴川市	E	75.9	46984	
60	清湖镇	广西玉林市陆川县	NE	74.8	12172	
61	良光镇	广东茂名市化州市	E	76.6	13075	
62	龙头镇	广东湛江市坡头区	ESE	76.7	71513	
63	那林镇	广西玉林市博白县	N	76.9	14634	
64	坡头镇	广东湛江市坡头区	ESE	78.5	42201	
65	龙门镇	广西钦州市浦北县	NNW	78.6	13611	
66	水鸣镇	广西玉林市博白县	N	78.7	12196	
67	唐家镇	广东湛江市雷州市	S	79.9	15480	

1) 表中序号 1~7 为十万人以上城镇。

表 2.2-14 厂址半径 80km 范围内总人口分布（2018 年）

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	扇形区内人口累计
N	0	0	309	1305	5985	19886	45772	34973	130982	79576	51836	161296	531920
NNE	0	412	309	1634	9780	15303	45560	62787	56015	93726	188510	353830	827866
NE	0	369	626	1222	4733	8390	37679	152113	81035	241057	181367	332243	1040834
ENE	0	369	614	420	6718	71914	58209	135845	86084	110564	72971	112163	655871
E	0	195	777	1701	8358	16813	57260	61451	223927	77853	188617	299817	936769
ESE	0	48	1184	607	4763	5376	133398	135732	88891	247893	409291	188067	1215250
SE	0	48	152	1827	18611	23393	143450	30203	56090	30145	14325	662717	980961
SSE	221	527	231	4081	4563	270	100817	57172	20517	280284	112704	558298	1139685
S	0	392	874	4815	10899	4130	7351	109631	37332	39844	153738	58834	427840
SSW	0	241	300	359	0	0	0	0	3733	5600	0	0	10233
SW	0	0	923	0	7193	17334	0	0	0	0	0	0	25450
WSW	0	0	1559	1233	4114	8177	15721	49978	6491	4369	39321	17325	148288
W	0	0	883	896	5300	12700	57638	63703	90499	0	255259	339726	826604
WNW	0	1305	1462	109	9254	21867	0	32545	38252	56708	52888	28868	243258
NW	0	0	536	3274	17005	13848	260202	28630	118619	86705	35771	82713	647303
NNW	0	0	638	945	4645	65657	42042	14989	52307	37353	56246	171868	446690
各环形段人口合计	221	3906	11377	24428	12192 1	305058	1005099	969752	1090774	1391677	1812844	3367765	10104822
半径区内人口累计	221	4127	15504	39932	16185 3	466911	1472010	2441762	3532536	4924213	6737057	1010482 2	

表 2.2-15 广东 2018~2088 年的每隔十年的预期年均增长率 (‰)

时间段	“全面二孩”方案
	预期人口增长率 (‰)
2019~2028	11.248
2029~2038	5.849
2039~2048	3.61
2049~2058	0.463
2059~2068	0.42
2069~2078	0.42
2079~2088	0.42

表 2.2-16 厂址半径 80km 范围内 2028 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	346	1460	6698	22253	51221	39137	146575	89050	58007	180498	595245
NNE	0	461	346	1829	10944	17125	50984	70262	62684	104884	210952	395953	926423
NE	0	413	701	1367	5296	9389	42165	170222	90682	269755	202959	371796	1164745
ENE	0	413	687	470	7518	80475	65139	152017	96332	123727	81658	125516	733952
E	0	218	870	1904	9353	18815	64077	68767	250585	87121	211072	335510	1048291
ESE	0	54	1325	679	5330	6016	149279	151891	99473	277405	458017	210456	1359925
SE	0	54	170	2045	20827	26178	160528	33799	62768	33734	16030	741613	1097744
SSE	247	590	259	4567	5106	302	112819	63978	22960	313652	126121	624763	1275364
S	0	439	978	5388	12197	4622	8226	122683	41776	44587	172040	65838	478774
SSW	0	270	336	402	0	0	0	0	4177	6267	0	0	11451
SW	0	0	1033	0	8049	19398	0	0	0	0	0	0	28480
WSW	0	0	1745	1380	4604	9150	17593	55928	7264	4889	44002	19388	165942
W	0	0	988	1003	5931	14212	64500	71287	101273	0	285648	380170	925011
WNW	0	1460	1636	122	10356	24470	0	36419	42806	63459	59184	32305	272218
NW	0	0	600	3664	19029	15497	291179	32038	132741	97027	40030	92560	724364
NNW	0	0	714	1058	5198	73473	47047	16773	58534	41800	62942	192329	499868
各环形段人口合计	247	4371	12731	27336	136436	341375	1124756	1085201	1220631	1557356	2028663	3768697	11307800
半径区内人口累计	247	4618	17350	44686	181122	522497	1647253	2732453	3953084	5510440	7539103	11307800	

表 2.2-17 厂址半径 80km 范围内 2038 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	367	1548	7101	23594	54306	41494	155404	94413	61501	191370	631099
NNE	0	489	367	1939	11604	18156	54055	74494	66459	111202	223659	419803	982226
NE	0	438	743	1450	5615	9954	44704	180475	96144	286003	215184	394191	1234903
ENE	0	438	728	498	7971	85323	69062	161174	102135	131179	86577	133076	778162
E	0	231	922	2018	9916	19948	67936	72909	265679	92369	223786	355719	1111434
ESE	0	57	1405	720	5651	6378	158271	161040	105465	294114	485605	223133	1441840
SE	0	57	180	2168	22081	27755	170197	35835	66548	35766	16996	786284	1163866
SSE	262	625	274	4842	5414	320	119615	67832	24343	332544	133718	662396	1352185
S	0	465	1037	5713	12931	4900	8722	130072	44293	47273	182403	69804	507613
SSW	0	286	356	426	0	0	0	0	4429	6644	0	0	12141
SW	0	0	1095	0	8534	20566	0	0	0	0	0	0	30195
WSW	0	0	1850	1463	4881	9702	18652	59297	7701	5184	46653	20555	175937
W	0	0	1048	1063	6288	15068	68385	75581	107373	0	302853	403070	980729
WNW	0	1548	1735	129	10979	25944	0	38613	45384	67281	62749	34251	288615
NW	0	0	636	3884	20176	16430	308718	33968	140736	102872	42441	98135	767996
NNW	0	0	757	1121	5511	77899	49881	17784	62060	44318	66733	203914	529978
各环形段人口合计	262	4634	13498	28983	144654	361938	1192505	1150567	1294154	1651162	2150858	3995702	11988918
半径区内人口累计	262	4897	18395	47378	192031	553969	1746474	2897041	4191196	5842358	7993216	11988918	

表 2.2-18 厂址半径 80km 范围内 2048 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	380	1605	7362	24461	56303	43019	161117	97884	63762	198405	654298
NNE	0	507	380	2010	12030	18824	56042	77232	68902	115289	231880	435235	1018332
NE	0	454	770	1503	5822	10320	46348	187109	99679	296517	223094	408682	1280297
ENE	0	454	755	517	8264	88459	71601	167099	105889	136001	89759	137968	806766
E	0	240	956	2092	10281	20681	70434	75589	275446	95765	232012	368795	1152290
ESE	0	59	1456	747	5859	6613	164089	166960	109342	304925	503456	231335	1494841
SE	0	59	187	2247	22893	28775	176453	37152	68995	37080	17621	815187	1206649
SSE	272	648	284	5020	5613	332	124012	70325	25237	344769	138634	686745	1401891
S	0	482	1075	5923	13407	5080	9042	134854	45921	49011	189108	72370	526273
SSW	0	296	369	442	0	0	0	0	4592	6888	0	0	12587
SW	0	0	1135	0	8848	21322	0	0	0	0	0	0	31305
WSW	0	0	1918	1517	5061	10058	19338	61476	7984	5374	48368	21311	182404
W	0	0	1086	1102	6519	15622	70899	78359	111320	0	313986	417886	1016780
WNW	0	1605	1798	134	11383	26898	0	40033	47053	69755	65056	35510	299224
NW	0	0	659	4027	20917	17034	320066	35217	145910	106653	44001	101743	796227
NNW	0	0	785	1162	5714	80763	51715	18437	64341	45947	69186	211409	549459
各环形段人口合计	272	4805	13994	30048	149971	375242	1236341	1192862	1341727	1711858	2229923	4142582	12429625
半径区内人口累计	272	5076	19071	49119	199090	574333	1810673	3003535	4345262	6057120	8287043	12429625	

表 2.2-19 厂址半径 80km 范围内 2058 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	382	1613	7396	24575	56564	43219	161865	98338	64058	199326	657335
NNE	0	509	382	2019	12086	18911	56302	77591	69222	115824	232956	437255	1023058
NE	0	456	774	1510	5849	10368	46563	187978	100141	297893	224129	410578	1286239
ENE	0	456	759	519	8302	88870	71933	167874	106381	136632	90176	138608	810510
E	0	241	960	2102	10329	20777	70761	75940	276724	96209	233089	370507	1157638
ESE	0	59	1463	750	5886	6644	164850	167734	109849	306340	505792	232409	1501778
SE	0	59	188	2258	22999	28909	177272	37324	69315	37253	17703	818970	1212249
SSE	273	651	285	5043	5639	334	124587	70652	25354	346369	139277	689932	1408397
S	0	484	1080	5950	13469	5104	9084	135479	46134	49238	189986	72706	528715
SSW	0	298	371	444	0	0	0	0	4613	6920	0	0	12646
SW	0	0	1141	0	8889	21421	0	0	0	0	0	0	31451
WSW	0	0	1927	1524	5084	10105	19428	61762	8021	5399	48592	21410	183251
W	0	0	1091	1107	6550	15694	71228	78723	111837	0	315443	419826	1021498
WNW	0	1613	1807	135	11436	27023	0	40218	47271	70078	65358	35674	300613
NW	0	0	662	4046	21014	17113	321552	35380	146587	107148	44205	102215	799922
NNW	0	0	788	1168	5740	81137	51955	18523	64640	46160	69508	212391	552009
各环形段人口合计	273	4827	14059	30188	150667	376984	1242078	1198397	1347954	1719803	2240271	4161807	12487308
半径区内人口累计	273	5100	19159	49347	200014	576998	1819076	3017474	4365427	6085230	8325501	12487308	

表 2.2-20 厂址半径 80km 范围内 2068 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	383	1619	7427	24678	56802	43401	162546	98752	64327	200165	660101
NNE	0	511	383	2028	12137	18991	56539	77917	69513	116312	233937	439095	1027364
NE	0	458	777	1516	5874	10412	46759	188769	100563	299147	225073	412306	1291652
ENE	0	458	762	521	8337	89244	72236	168581	106828	137208	90555	139192	813922
E	0	242	964	2111	10372	20865	71058	76259	277889	96614	234070	372066	1162510
ESE	0	60	1469	753	5911	6671	165544	168440	110312	307630	507921	233387	1508099
SE	0	60	189	2267	23096	29030	178018	37481	69606	37409	17777	822417	1217351
SSE	274	654	287	5064	5663	335	125112	70949	25461	347826	139863	692836	1414324
S	0	486	1085	5975	13525	5125	9122	136050	46328	49446	190786	73012	530940
SSW	0	299	372	446	0	0	0	0	4633	6949	0	0	12699
SW	0	0	1145	0	8926	21511	0	0	0	0	0	0	31583
WSW	0	0	1935	1530	5105	10147	19509	62022	8055	5422	48797	21500	184022
W	0	0	1096	1112	6577	15760	71528	79054	112307	0	316771	421593	1025798
WNW	0	1619	1814	135	11484	27136	0	40388	47470	70373	65633	35825	301878
NW	0	0	665	4063	21103	17185	322905	35529	147204	107599	44391	102645	803289
NNW	0	0	792	1173	5764	81479	52173	18601	64912	46354	69800	213284	554333
各环形段人口合计	274	4847	14119	30315	15130 1	378570	1247306	1203441	1353627	1727041	2249700	4179323	12539865
半径区内人口累计	274	5122	19240	49555	20085 6	579426	1826732	3030174	4383800	6110841	8360541	1253986 5	

表 2.2-21 厂址半径 80km 范围内 2078 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	385	1626	7459	24782	57041	43583	163230	99168	64598	201007	662879
NNE	0	513	385	2036	12188	19071	56777	78245	69806	116801	234921	440943	1031688
NE	0	460	780	1523	5898	10456	46956	189563	100986	300406	226020	414042	1297089
ENE	0	460	765	523	8372	89619	72540	169290	107278	137785	90937	139778	817347
E	0	243	968	2120	10416	20952	71357	76580	279058	97021	235055	373632	1167403
ESE	0	60	1476	756	5936	6700	166241	169149	110776	308925	510059	234369	1514446
SE	0	60	189	2277	23193	29152	178768	37639	69899	37567	17852	825879	1222475
SSE	275	657	288	5086	5686	336	125638	71248	25568	349290	140452	695752	1420277
S	0	489	1089	6000	13582	5147	9161	136622	46523	49654	191589	73319	533175
SSW	0	300	374	447	0	0	0	0	4652	6979	0	0	12752
SW	0	0	1150	0	8964	21602	0	0	0	0	0	0	31716
WSW	0	0	1943	1537	5127	10190	19592	62283	8089	5445	49002	21590	184797
W	0	0	1100	1117	6605	15827	71829	79387	112780	0	318104	423367	1030115
WNW	0	1626	1822	136	11532	27251	0	40558	47670	70670	65909	35975	303148
NW	0	0	668	4080	21192	17257	324264	35679	147823	108052	44578	103077	806670
NNW	0	0	795	1178	5789	81822	52393	18679	65185	46549	70094	214182	556666
各环形段人口合计	275	4868	14178	30442	151938	380164	1252556	1208506	1359324	1734310	2259169	4196913	12592643
半径区内人口累计	275	5143	19321	49763	201701	581865	1834421	3042927	4402251	6136561	8395729	12592643	

表 2.2-22 厂址半径 80km 范围内 2088 年人口分布

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	扇形区内人口累计
N	0	0	387	1633	7490	24886	57281	43767	163917	99585	64870	201853	665669
NNE	0	516	387	2045	12239	19151	57016	78575	70100	117293	235910	442799	1036030
NE	0	462	783	1529	5923	10500	47153	190361	101411	301670	226971	415784	1302548
ENE	0	462	768	526	8407	89997	72845	170003	107730	138365	91319	140366	820787
E	0	244	972	2129	10460	21041	71658	76903	280233	97429	236044	375205	1172316
ESE	0	60	1482	760	5961	6728	166940	169861	111242	310225	512206	235356	1520820
SE	0	60	190	2286	23291	29275	179520	37797	70194	37725	17927	829355	1227620
SSE	277	660	289	5107	5710	338	126167	71548	25676	350760	141043	698680	1426255
S	0	491	1094	6026	13640	5168	9199	137197	46719	49863	192395	73628	535419
SSW	0	302	375	449	0	0	0	0	4672	7008	0	0	12806
SW	0	0	1155	0	9002	21693	0	0	0	0	0	0	31849
WSW	0	0	1951	1543	5148	10233	19674	62545	8123	5468	49208	21681	185574
W	0	0	1105	1121	6633	15893	72131	79721	113255	0	319443	425149	1034451
WNW	0	1633	1830	136	11581	27365	0	40728	47870	70967	66186	36127	304424
NW	0	0	671	4097	21281	17330	325629	35829	148445	108507	44765	103511	810065
NNW	0	0	798	1183	5813	82166	52613	18758	65459	46745	70389	215084	559009
各环形段人口合计	277	4888	14238	30570	152578	381764	1257828	1213593	1365045	1741609	2268677	4214577	12645643
半径区内人口累计	277	5165	19402	49973	202550	584314	1842142	3055734	4420779	6162389	8431066	12645643	

表 2.2-23 厂址半径 5km、80km 范围人口的年龄构成（2018 年）

半径范围 (km)	人数/占比	四个年龄段			
		≤1 岁	1~7 岁(含 7 岁)	7~17 岁(含 17 岁)	>17 岁
80	人数(人)	134092	1034745	1406024	7529961
	所占比例(%)	1.33%	10.24%	13.91%	74.52%
5-80	人数(人)	133470	1030482	1399956	7500982
	所占比例(%)	1.33%	10.24%	13.91%	74.53%
5	人数(人)	622	4265	6068	28977
	所占比例(%)	1.56%	10.68%	15.20%	72.57%

表 2.2-24 广东、广西、湛江和廉江各地人口的年龄构成（2018 年）

地区	人数/占比	四个年龄段			
		≤1 岁	1~7 岁(含 7 岁)	7~17 岁(含 17 岁)	>17 岁
广东省	人数(万人)	143.98	752.52	1204.17	9245.33
	所占比例(%)	1.27%	6.63%	10.61%	81.49%
广西壮族 自治区	人数(万人)	71.3	451.3	761	4375.4
	所占比例(%)	1.26%	7.97%	13.45%	77.32%
湛江市	人数(万人)	11.63	103.02	119.94	613.93
	所占比例(%)	1.37%	12.14%	14.14%	72.35%
廉江市	人数(万人)	2.58	23.20	27.84	130.48
	所占比例(%)	1.40%	12.60%	15.12%	70.87%

表 2.2-25 厂址半径 5km 范围内人口的年龄构成（2021 年）

半径范围 (km)	人数/占比	四个年龄段				合计
		≤1 岁	1~7 岁	7~17 岁	>17 岁	
5km (户籍人口)	人数 (人)	491	3708	6090	30369	40658
	所占比例 (%)	1.21%	9.12%	14.98%	74.69%	100
5km (常住人口)	人数 (人)	254	2324	3847	20163	26588
	所占比例 (%)	0.96%	8.74%	14.47%	75.83%	100

表 2.2-26 厂址半径 80km 范围内≤1 岁人口分布（2088 年）

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	扇形区内人口累计
N	0	0	5	22	100	331	762	582	2180	1324	863	2685	8853
NNE	0	7	5	27	163	255	758	1045	932	1560	3138	5889	13779
NE	0	6	10	20	79	140	627	2532	1349	4012	3019	5530	17324
ENE	0	6	10	7	112	1197	969	2261	1433	1840	1215	1867	10916
E	0	3	13	28	139	280	953	1023	3727	1296	3139	4990	15592
ESE	0	1	20	10	79	89	2220	2259	1480	4126	6812	3130	20227
SE	0	1	3	30	310	389	2388	503	934	502	238	11030	16327
SSE	4	9	4	68	76	4	1678	952	341	4665	1876	9292	18969
S	0	7	15	80	181	69	122	1825	621	663	2559	979	7121
SSW	0	4	5	6	0	0	0	0	62	93	0	0	170
SW	0	0	15	0	120	289	0	0	0	0	0	0	424
WSW	0	0	26	21	68	136	262	832	108	73	654	288	2468
W	0	0	15	15	88	211	959	1060	1506	0	4249	5654	13758
WNW	0	22	24	2	154	364	0	542	637	944	880	480	4049
NW	0	0	9	54	283	230	4331	477	1974	1443	595	1377	10774
NNW	0	0	11	16	77	1093	700	249	871	622	936	2861	7435
各环形段人口合计	4	65	189	407	2029	5077	16729	16141	18155	23163	30173	56054	168187
半径区内人口累计	4	69	258	665	2694	7771	24500	40641	58796	81960	112133	168187	

表 2.2-27 厂址半径 80km 范围内 1~7 岁（含 7 岁）人口分布（2088 年）

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	扇形区内人口累计
N	0	0	40	167	767	2548	5866	4482	16785	10198	6643	20670	68165
NNE	0	53	40	209	1253	1961	5838	8046	7178	12011	24157	45343	106089
NE	0	47	80	157	607	1075	4828	19493	10384	30891	23242	42576	133381
ENE	0	47	79	54	861	9216	7459	17408	11032	14169	9351	14373	84049
E	0	25	100	218	1071	2155	7338	7875	28696	9977	24171	38421	120045
ESE	0	6	152	78	610	689	17095	17394	11391	31767	52450	24100	155732
SE	0	6	19	234	2385	2998	18383	3870	7188	3863	1836	84926	125708
SSE	28	68	30	523	585	35	12920	7326	2629	35918	14443	71545	146048
S	0	50	112	617	1397	529	942	14049	4784	5106	19701	7539	54827
SSW	0	31	38	46	0	0	0	0	478	718	0	0	1311
SW	0	0	118	0	922	2221	0	0	0	0	0	0	3261
WSW	0	0	200	158	527	1048	2015	6405	832	560	5039	2220	19003
W	0	0	113	115	679	1627	7386	8163	11597	0	32711	43535	105928
WNW	0	167	187	14	1186	2802	0	4171	4902	7267	6777	3699	31173
NW	0	0	69	420	2179	1775	33344	3669	15201	11111	4584	10600	82951
NNW	0	0	82	121	595	8414	5388	1921	6703	4787	7208	22025	57242
各环形段人口合计	28	501	1458	3130	15624	39093	128802	124272	139781	178341	232313	431573	1294914
半径区内人口累计	28	529	1987	5117	20741	59834	188635	312907	452688	631029	863341	1294914	

表 2.2-28 厂址半径 80km 范围内 7~17 岁（含 17 岁）人口分布（2088 年）

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	扇形区内人口累计
N	0	0	54	227	1042	3462	7968	6088	22801	13852	9023	28078	92595
NNE	0	72	54	284	1702	2664	7931	10930	9751	16315	32815	61593	144112
NE	0	64	109	213	824	1460	6559	26479	14106	41962	31572	57836	181184
ENE	0	64	107	73	1169	12519	10133	23647	14985	19247	12703	19525	114172
E	0	34	135	296	1455	2927	9968	10697	38980	13552	32834	52191	163069
ESE	0	8	206	106	829	936	23221	23628	15474	43152	71248	32738	211546
SE	0	8	26	318	3240	4072	24971	5258	9764	5248	2494	115363	170762
SSE	38	92	40	710	794	47	17550	9952	3572	48791	19619	97186	198392
S	0	68	152	838	1897	719	1280	19084	6499	6936	26762	10242	74477
SSW	0	42	52	62	0	0	0	0	650	975	0	0	1781
SW	0	0	161	0	1252	3017	0	0	0	0	0	0	4430
WSW	0	0	271	215	716	1423	2737	8700	1130	761	6845	3016	25813
W	0	0	154	156	923	2211	10033	11089	15754	0	44435	59138	143892
WNW	0	227	254	19	1611	3807	0	5665	6659	9872	9207	5025	42345
NW	0	0	93	570	2960	2411	45295	4984	20649	15093	6227	14398	112680
NNW	0	0	111	165	809	11429	7319	2609	9105	6502	9791	29918	77758
各环形段人口合计	38	680	1980	4252	21224	53103	174964	168811	189878	242258	315573	586248	1759009
半径区内人口累计	38	718	2699	6951	28175	81278	256242	425053	614930	857188	1172761	1759009	

表 2.2-29 厂址半径 80km 范围内>17 岁人口分布 (2088 年)

距离 (km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	扇形区内人口累计
N	0	0	288	1217	5581	18545	42686	32615	122151	74211	48341	150421	496057
NNE	0	384	288	1524	9121	14271	42488	58554	52238	87407	175800	329974	772049
NE	0	344	584	1140	4414	7824	35139	141857	75571	224804	169139	309842	970659
ENE	0	344	573	392	6265	67065	54284	126686	80280	103110	68051	104601	611651
E	0	182	725	1586	7794	15679	53399	57308	208829	72604	175900	279603	873610
ESE	0	45	1104	566	4442	5014	124404	126581	82898	231180	381696	175387	1133315
SE	0	45	142	1704	17356	21816	133778	28167	52308	28113	13359	618035	914823
SSE	206	491	215	3806	4255	252	94020	53317	19134	261387	105105	520656	1062845
S	0	366	815	4490	10164	3852	6855	102239	34815	37158	143373	54867	398994
SSW	0	225	280	335	0	0	0	0	3481	5222	0	0	9543
SW	0	0	861	0	6708	16165	0	0	0	0	0	0	23734
WSW	0	0	1454	1150	3837	7626	14661	46608	6053	4074	36670	16157	138290
W	0	0	823	836	4943	11844	53752	59408	84397	0	238049	316821	770873
WNW	0	1217	1363	102	8630	20393	0	30351	35673	52885	49322	26922	226857
NW	0	0	500	3053	15858	12914	242659	26700	110621	80859	33359	77136	603660
NNW	0	0	595	881	4332	61230	39207	13978	48780	34835	52454	160280	416573
各环形段人口合计	206	3643	10610	22781	113701	284490	937333	904369	1017232	1297847	1690618	3140703	9423533
半径区内人口累计	206	3849	14459	37240	150941	435431	1372764	2277133	3294365	4592212	6282830	9423533	

表 2.2-30a 厂址半径 80km 内不同年龄组人群食物消费量调查结果 (2018 年)

食物种类		城镇居民 (kg/人·a)				农村居民 (kg/人·a)				来自厂址半径 80km 范围内比例 (%)
		≤1 岁	1~7 岁 (含 7 岁)	7~17 岁 (含 17 岁)	>17 岁	≤1 岁	1~7 岁 (含 7 岁)	7~17 岁 (含 17 岁)	>17 岁	
粮食	米	7.6	23.8	46.2	66.6	9.8	29.9	59.1	107.7	90
	面	2.9	4.2	7.0	14.9	2.9	4.0	7.1	14.9	5
	其它	7.6	6.4	11.6	23.5	9.9	8.5	15.2	32.8	100
蔬菜	叶类	6.3	30.6	44.7	64.1	5.4	26.8	38.4	53.2	100
	根茎类	3.4	12.2	26.5	24.7	2.9	10.7	22.8	19.9	90
	果实类	4.5	10.5	25.9	15.1	3.9	9.2	22.3	16.8	100
	水生类	0.2	0.8	0.7	1.3	0.2	0.7	0.6	0.8	90
肉类	猪肉	3.9	15.6	14.7	34.3	6.3	25.7	23.6	33.5	100
	羊肉	0.0	0.1	0.3	0.9	0.0	0.2	0.4	0.4	90
	牛肉	0.7	1.4	1.1	3.1	0.6	1.2	1.0	1.1	90
	其它肉类及制品	0.3	1.4	1.2	2.9	0.4	1.6	1.6	2.3	80
禽类	鸡肉	2.5	13.7	9.6	15.3	2.5	13.5	9.5	14.4	100
	鸭肉	0.3	6.9	4.0	4.9	0.3	6.3	3.6	5.7	100
	其它禽类及制品	0.7	3.9	2.7	4.3	0.5	2.4	1.7	2.6	100
水产	鱼类	3.4	4.6	6.7	16.3	2.2	3.1	4.4	9.7	100

品	甲壳类	3.1	5.7	6.0	7.0	1.3	2.5	2.5	3.3	100
	软体类	0.2	3.3	2.6	2.9	0.1	1.7	1.3	1.3	100
	藻类	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	0.3	0.2	0.2	40
蛋类		16.9	6.1	5.6	5.9	20.4	7.6	6.8	5.5	100
奶类及其制品		147.9	34.6	16.7	7.3	82.0	18.8	9.2	2.7	30
水果		4.6	24.9	17.7	34.6	8.6	47.9	33.3	26.6	80

表 2.2-30b 厂址半径 80km 内不同年龄组人群食物消费量结果（2020 年）

单位：kg/人•a

食物种类		≤1 岁	1~7 岁	7~17 岁	>17 岁		厂址半径 80km 范围 内比例 (%)
					城镇	农村	
粮食	米	8.8	26.8	52.9	63.7	114.2	90
	面	2.8	4.8	8.0	14.2	19.4	5
	其它	5.6	15.0	24.3	43.1	53.9	100
蔬菜	叶类	6.2	30.2	43.6	65.9	56.6	100
	根茎类	3.3	12.1	25.9	25.4	21.1	90
	果实类	3.7	10.4	20.7	15.5	17.9	100
	水生类	0.2	0.8	0.7	1.3	0.9	90
肉类	猪肉	3.6	14.2	13.4	24.5	22.8	100
	羊肉	0.0	0.2	0.3	0.7	0.3	10
	牛肉	0.4	0.8	0.7	1.6	0.8	90
	其它肉类及制品	0.7	2.8	2.6	5.7	3.6	80
禽类	鸡肉	3.4	17.9	12.8	18.2	21.6	100
	鸭肉	0.4	9.4	5.5	6.2	9.2	100
	其它禽类及制品	0.7	3.7	2.7	4.1	4.1	100
水产品	鱼类	2.0	4.1	7.2	18.1	14.7	100
	甲壳类	0.8	2.1	2.3	4	1.9	100
	软体类	0.1	1.8	1.4	2.3	1	100
	藻类	0.2	2.9	1.7	1.1	2.2	40
蛋类		9.9	10.8	9.7	9.5	8	100
奶类及其制品		124.0	35.7	16.9	10.8	3.6	30
水果		8.3	46.6	31.5	48.8	29.4	80

表 2.2-31 厂址半径 5km 范围不同职业人群食物消费量调查结果 (2018 年)

单位: kg/人·a

职业		城镇居民		农民		渔民		来自厂址 半径 5km 范围内比 例 (%)
调查人数 (人)		100		486		133		
食物种类		年平 均消 费量	年最 大消 费量	年平 均消 费量	年最 大消 费量	年平 均消 费量	年最 大消 费量	
粮食	小计	161.6	176.6	191.2	256.9	165.5	200.9	
	米	108.9	119	136.8	183.8	112	135.9	100
	面	18.1	19.8	17.4	23.4	20.1	24.4	0
	其它	34.6	37.8	37	49.7	33.4	40.6	100
蔬菜	小计	115.7	126.6	117.1	157.4	97.7	118.5	小计
	叶类	70.5	77.1	68.7	92.3	51.3	62.2	100
	根茎 类	27.2	29.8	25.6	34.4	26.3	31.9	50
	果实 类	16.6	18.1	21.7	29.2	19.1	23.2	100
	水生 类	1.4	1.6	1.1	1.5	1	1.2	0
肉类	小计	49	53.6	29.7	40	35.4	43	
	猪肉	46.7	51	28.8	38.7	34.5	41.9	100
	羊肉	1	1.1	0.3	0.4	0.2	0.3	10
	牛肉	1.3	1.5	0.6	0.9	0.7	0.8	60
禽类	小计	16.7	18.2	18.4	24.7	23.6	28.6	
	鸡肉	9.8	10.7	9.4	12.6	11	13.3	100
	鸭肉	6.9	7.5	9	12.1	12.6	15.3	100
水产品	小计	29.2	32	27.4	36.7	64.7	78.5	
	鱼类	19.3	21.1	17.7	23.7	43.9	53.3	100
	甲壳 类	5.3	5.8	6	8	13.6	16.5	100
	软体 类	3.1	3.4	2.9	3.9	6.6	8	100
	藻类	1.5	1.7	0.8	1.1	0.6	0.7	40
蛋类		3.3	3.6	2.6	3.6	2.3	2.7	100
奶类及其制品		10	10.9	4.3	5.7	3.3	4	0
水果		57.6	62.9	24.1	32.4	35.7	43.3	80

表 2.2-32 厂址半径 5km 范围不同年龄组人群食物消费量调查结果 (2018 年)

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁 (含 7 岁)		7~17 岁 (含 17 岁)		来自厂址 半径 5km 范围内比 例 (%)
调查人数 (人)		35		743		504		
食物种类		年平均消 费量	年最 大消 费量	年平均消 费量	年最 大消 费量	年平均消 费量	年最 大消 费量	
粮食	小计	28.8	36.7	55.6	79.6	103.9	139.4	
	米	12.4	15.8	37.9	52.6	74.7	93	100
	面	4.7	6	6.7	10.3	11.3	19	5
	其它	11.7	14.9	11	16.7	17.9	27.4	100
蔬菜	小计	15.7	20.1	59.1	85	107.3	146.9	
	叶类	6.9	8.8	33.4	47.8	49	64.7	100
	根茎类	3.7	4.7	13.3	18.2	29.1	41	90
	果实类	4.9	6.3	11.5	17.7	28.4	40.2	100
	水生类	0.2	0.3	0.9	1.3	0.8	1	0
肉类	小计	5.6	7.2	21.6	30.4	20.7	28.1	
	猪肉	5.3	6.8	20.8	29.3	19.9	25.2	100
	羊肉	0	0	0.2	0.2	0.3	1.3	10
	牛肉	0.3	0.4	0.6	0.9	0.5	1.6	60
禽类	小计	2	2.6	18	25.2	11.7	15.7	
	鸡肉	1.6	2.1	8.5	11.8	6.1	8.2	100
	鸭肉	0.4	0.5	9.5	13.4	5.6	7.5	100
水产品	小计	6.5	8.2	13.6	20.7	15.7	21.9	
	鱼类	3.9	4.9	5.1	7.6	7.8	10.7	100
	甲壳类	2.3	2.9	3.9	5.6	4.4	6.1	100
	软体类	0.2	0.3	3.3	5.1	2.7	4	100
	藻类	0.1	0.1	1.3	2.4	0.8	1.1	40
蛋类		9.6	12.3	3.5	4.4	3.2	12.4	100
奶类及其制品		151.5	194.1	34.9	49.7	17.2	23.1	0
水果		7.9	10.2	37.2	52.4	30.3	45.8	80

表 2.2-33 厂址半径 5km 范围内居民生活习性调查结果 (2018 年)

活动方式			岸边活动			海上游泳			海里作业/划船		
年龄	职业	调查人数 (人)	人数 (人)	人年平均 时间 (小 时)	人年最大时 间 (小时)	人数 (人)	人年平均 时间 (小 时)	人年最大时 间 (小时)	人数 (人)	人年平均 时间 (小 时)	人年最大 时间 (小 时)
>17 岁	农民	486	224	283	730	57	29	68	33	382	1600
	渔民	133	85	886	2631	27	10	20	28	659	1800
	城镇	100	63	49	68	8	27	60	3	15	33
≤1 岁		35	21	67	162	0	0	0	0	0	0
1~7 岁 (含 7 岁)		743	671	105	209	0	0	0	0	0	0
7~17 岁 (含 17 岁)		504	382	225	381	4	20	64	12	18	30

表 2.2-34 厂址半径 5km 范围内重要居民组南蒙塘居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内比例 (%)
调查人数 (人)		71		3		5		39		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	33.8	56.5	75.7	92.0	128.4	155.9	100
	面	3.1	5.1	14.6	18.0	17.2	19.6	18.5	20.9	0
	其他主食	6.5	8.3	10.9	16.8	15.9	28.4	34.2	46.2	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	33.5	50.6	52.0	61.7	64.0	75.3	100
	根茎类	0.3	0.5	8.8	10.8	30.0	44.0	28.0	34.2	50
	果实类	1.2	1.9	11.5	16.8	27.4	47.2	27.4	29.2	100
	水生类	0.1	0.1	0.6	0.7	0.8	1.0	0.8	0.9	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	20.8	28.9	17.2	23.6	36.9	45.6	100
	牛肉	0	0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	60
	羊肉	0	0	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.8	19.8	25.2	19.6	24.1	27.3	100
	鸭肉	0	0.1	11.4	14.0	11.4	13.1	16.2	18.3	100
	鹅肉	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	100

水产品	鱼	3.1	5.1	5.6	20.9	15.9	18.2	25.5	28.8	100
	甲壳类	0.1	0.1	4.6	5.6	9.4	10.7	11.8	13.4	100
	软体类	0.1	0.1	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	100
	海藻	0	0	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	40
蛋	3.4	8.1	5.0	6.2	5.0	5.7	5.0	5.7	100	
牛奶及奶品	145.8	180.1	35.6	50.8	17.2	19.6	8.2	10.6	0	
水果	2.5	4.1	37.8	55.6	21.8	36.0	23.0	39.0	80	

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-35 厂址半径 5km 范围内重要居民组山佳居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		来自厂址 半径 5km 范围内比例 (%)
调查人数 (人)		71		10		12		77		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	40.5	61.5	79.5	98.5	128.9	162.4	100
	面	3.1	5.1	5.8	10.8	12.3	16.2	16.7	20.1	0
	其他主食	6.5	8.3	6.2	7.5	9.8	15.9	36.7	46.5	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	29.6	50.7	50.0	70.5	60.8	76.4	100
	根茎类	0.3	0.5	10.6	13.5	30.5	32.5	25.4	29.4	50
	果实类	1.2	1.9	13.5	14.8	29.8	40.8	21.4	26.5	100
	水生类	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	25.6	27.8	15.8	25.8	31.5	36.4	100
	牛肉	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	60
	羊肉	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	10
	鸡肉	0.5	0.8	9.8	11.9	12.9	17.0	21.1	25.6	100
	鸭肉	0	0.1	10.8	11.5	7.7	10.1	12.2	14.7	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	100

水产品	鱼	3.1	5.1	6.9	14.5	14.8	19.5	22.0	26.6	100
	甲壳类	0.1	0.1	7.5	9.2	8.0	10.5	11.5	13.9	100
	软体类	0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	0.8	0.8	1.0	100
	海藻	0	0	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	40
蛋		3.4	8.1	5.3	6.5	4.7	6.2	5.0	6.0	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	40.6	50.0	19.7	26.0	6.1	9.4	0
水果		2.5	4.1	39.5	50.8	35.8	45.8	30.2	36.1	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-36 厂址半径 5km 范围内重要居民组围肚村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数 (人)		71		5		11		33		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	37.2	52.8	76.8	98.2	120.3	168.4	100
	面	3.1	5.1	9.0	12.8	15.0	19.8	15.1	17.1	0
	其他主食	6.5	8.3	5.5	7.8	19.4	27.6	36.4	38.9	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	35.6	39.4	50.0	55.6	59.8	73.1	100
	根茎类	0.3	0.5	6.4	9.1	30.0	39.4	29.4	39.4	50
	果实类	1.2	1.9	10.8	19.8	28.0	31.2	29.6	35.4	100
	水生类	0.1	0.1	0.5	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	20.8	25.6	15.1	19.9	21.7	24.5	100
	牛肉	0	0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	60
	羊肉	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.1	14.4	17.1	22.6	22.2	25.1	100
	鸭肉	0	0.1	6.6	9.4	10.0	13.2	15.1	17.0	100
	鹅肉	0	0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3	0.3	100

水产品	鱼	3.1	5.1	14.4	20.4	21.1	27.9	25.3	28.6	100
	甲壳类	0.1	0.1	8.0	11.3	11.2	14.9	10.1	11.4	100
	软体类	0.1	0.1	0.6	0.9	0.9	1.2	0.9	1.0	100
	海藻	0	0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.4	0.4	40
蛋		3.4	8.1	3.7	5.2	3.9	5.1	4.8	5.4	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	38.5	49.9	18.9	20.6	10.8	12.6	0
水果		2.5	4.1	38.0	50.6	39.4	49.5	30.9	40.8	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-37 厂址半径 5km 范围内重要居民组上塘尾居民食物消费量结果

单位: kg/人•a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		来自厂址 半径 5km 范围内比 例 (%)
调查人数 (人)		71		8		7		24		
食物种类		年平 均消 费量	年最 大消 费量	年平 均消 费量	年最 大消 费量	年平 均消 费量	年最 大消 费量	年平 均消 费量	年最 大消 费量	
粮食	米	6	9.9	37.6	52.3	72.3	96.1	129.6	160.4	100
	面	3.1	5.1	8.9	10.0	10.4	19.4	20.1	25.1	0
	其他 主食	6.5	8.3	10.3	15.3	19.4	28.1	35.6	45.8	100
蔬菜	叶类 菜	2.8	4.6	33.5	40.3	51.6	65.9	60.7	78.1	100
	根茎 类	0.3	0.5	10.9	15.3	30.4	45.6	26.4	36.4	50
	果实 类	1.2	1.9	13.5	19.3	29.4	41.9	21.3	27.1	100
	水生 类	0.1	0.1	0.5	0.6	0.6	0.8	0.5	0.6	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	23.9	29.7	22.1	27.1	32.4	40.8	100
	牛肉	0	0	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	60
	羊肉	0	0	0.2	0.2	0.3	0.6	0.3	0.3	10

	鸡肉	0.5	0.8	7.8	8.8	9.1	9.5	12.1	13.5	100
	鸭肉	0	0.1	9.4	10.8	6.1	6.4	10.5	13.9	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	100
水产品	鱼	3.1	5.1	10.0	11.3	9.1	9.5	32.1	39.4	100
	甲壳类	0.1	0.1	3.7	4.2	5.2	5.5	9.9	12.5	100
	软体类	0.1	0.1	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4	0.5	100
	海藻	0	0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	40
	蛋	3.4	8.1	3.2	3.6	2.9	8.0	1.7	1.9	100
	牛奶及奶品	145.8	180.1	36.4	40.6	19.4	20.1	5.0	10.1	0
	水果	2.5	4.1	40.5	59.1	35.1	46.1	30.7	38.1	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-38 厂址半径 5km 范围内重要居民组禾塘仔村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内比例(%)
调查人数 (人)		71		3		0		8		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	46.4	77.3	0.0	0.0	110.7	165.5	100
	面	3.1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	6.2	0
	其他主食	6.5	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.9	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	6.3	10.5	0.0	0.0	26.0	38.9	100
	根茎类	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	5.7	50
	果实类	1.2	1.9	6.2	10.4	0.0	0.0	16.6	24.9	100
	水生类	0.1	0.1	2.6	4.3	0.0	0.0	5.2	7.8	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	2.8	4.7	0.0	0.0	14.0	21.0	100
	牛肉	0	0	2.0	3.3	0.0	0.0	0.7	1.0	60
	羊肉	0	0	0.8	1.3	0.0	0.0	0.2	0.3	10
	鸡肉	0.5	0.8	4.6	7.6	0.0	0.0	11.0	16.5	100
	鸭肉	0	0.1	1.0	1.6	0.0	0.0	2.5	3.8	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100

水产品	鱼	3.1	5.1	10.9	18.2	0.0	0.0	20.1	30.0	100
	甲壳类	0.1	0.1	2.3	3.8	0.0	0.0	3.9	5.8	100
	软体类	0.1	0.1	1.0	1.6	0.0	0.0	1.4	2.1	100
	海藻	0	0	1.2	2.0	0.0	0.0	1.3	1.9	40
蛋		3.4	8.1	3.3	5.5	0.0	0.0	3.3	4.9	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	22.9	38.1	0.0	0.0	3.5	5.2	0
水果		2.5	4.1	10.9	18.2	0.0	0.0	8.8	13.2	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-39 厂址半径 5km 范围内重要居民组大陂村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内比例 (%)
调查人数(人)		71		9		16		101		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	40.4	55.6	80.0	95.4	126.3	160.5	100
	面	3.1	5.1	8.3	10.4	8.3	16.5	20.8	26.4	0
	其他主食	6.5	8.3	12.0	17.6	19.5	28.3	35.6	38.4	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	35.6	48.6	52.3	70.2	65.1	69.7	100
	根茎类	0.3	0.5	11.5	18.6	30.0	45.2	26.4	30.9	50
	果实类	1.2	1.9	12.5	16.8	29.6	40.3	23.1	25.6	100
	水生类	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	25.3	28.6	20.0	25.3	26.4	23.1	100
	牛肉	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	60
	羊肉	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.4	13.0	13.8	23.0	21.1	27.4	100
	鸭肉	0	0.1	5.0	6.3	7.2	9.6	11.5	14.9	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	100

水产品	鱼	3.1	5.1	9.1	11.4	11.7	15.5	21.6	28.0	100
	甲壳类	0.1	0.1	2.1	2.6	3.1	4.1	9.5	12.3	100
	软体类	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.9	100
	海藻	0	0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	40
蛋		3.4	8.1	2.4	3.0	2.3	3.1	1.5	2.0	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	39.5	52.3	15.6	20.6	12.8	16.5	0
水果		2.5	4.1	38.5	55.6	30.8	49.3	36.4	39.4	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-40 厂址半径 5km 范围内重要居民组黄京埔居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		3		7		58		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	38.9	59.6	76.7	99.0	126.4	160.9	100
	面	3.1	5.1	7.0	15.3	15.3	20.0	21.8	23.9	0
	其他主食	6.5	8.3	12.0	13.7	12.9	22.4	33.2	45.2	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	31.4	48.8	47.0	56.7	61.0	80.3	100
	根茎类	0.3	0.5	13.3	19.2	24.1	46.0	24.0	33.2	50
	果实类	1.2	1.9	13.5	18.7	21.4	38.5	25.4	26.2	100
	水生类	0.1	0.1	0.9	1.3	0.8	1.0	1.1	1.4	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	21.8	30.3	23.4	38.5	31.7	40.3	100
	牛肉	0	0	0.6	0.9	0.5	1.6	0.7	0.9	60
	羊肉	0	0	0.2	0.3	0.3	1.3	0.3	0.4	10
	鸡肉	0.5	0.8	7.5	11.8	8.6	8.2	10.2	13.0	100
	鸭肉	0	0.1	6.5	11.4	7.2	7.5	10.8	13.7	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100

水产品	鱼	3.1	5.1	6.1	6.6	7.8	10.7	25.8	38.5	100
	甲壳类	0.1	0.1	6.9	7.6	7.5	6.1	9.8	12.3	100
	软体类	0.1	0.1	2.3	5.1	2.7	4.0	4.8	6.0	100
	海藻	0	0	2.3	2.4	0.8	1.1	0.7	0.9	40
蛋		3.4	8.1	4.5	5.6	3.2	12.4	2.5	3.2	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	38.9	49.7	17.2	21.1	12.3	4.9	0
水果		2.5	4.1	33.2	52.4	30.3	45.8	29.9	33.9	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-41 厂址半径 5km 范围内重要居民组白石塘村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内比例 (%)
调查人数(人)		71		6		14		87		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	37.9	54.3	78.5	95.4	124.0	160.9	100
	面	3.1	5.1	5.8	10.6	12.3	24.1	18.4	22.9	0
	其他主食	6.5	8.3	11.9	19.4	18.6	30.7	35.4	44.2	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	33.9	49.5	49.3	65.7	60.7	79.3	100
	根茎类	0.3	0.5	10.4	18.6	30.9	45.6	25.9	35.2	50
	果实类	1.2	1.9	11.6	18.6	30.7	36.4	21.4	23.2	100
	水生类	0.1	0.1	0.6	0.8	0.7	0.8	1.1	1.4	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	17.8	26.1	20.8	25.7	30.7	45.3	100
	牛肉	0	0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.7	0.9	60
	羊肉	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.9	11.9	15.2	16.4	13.2	20.0	100
	鸭肉	0	0.1	10.6	15.3	12.3	15.6	10.8	18.7	100
	鹅肉	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100

水产品	鱼	3.1	5.1	10.3	11.9	12.9	13.4	32.8	39.5	100
	甲壳类	0.1	0.1	5.6	6.4	7.4	9.1	10.8	15.3	100
	软体类	0.1	0.1	0.6	0.7	0.8	1.0	5.8	10.0	100
	海藻	0	0	0.5	0.6	0.7	0.9	0.7	1.0	40
蛋		3.4	8.1	5.0	5.7	4.2	5.2	3.5	5.2	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	33.4	49.3	18.4	32.1	3.8	5.9	0
水果		2.5	4.1	35.6	52.3	35.1	49.1	35.9	40.9	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-42 厂址半径 5km 范围内重要居民组塘仔山居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址半径 5km 范围内比例 (%)
调查人数(人)		71		17		21		210		
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	36.3	57.6	73.6	85.3	122.3	156.1	100
	面	3.1	5.1	10.6	18.9	13.6	26.5	22.3	23.1	0
	其他主食	6.5	8.3	7.5	8.9	25.7	31.0	28.5	43.0	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	42.7	50.9	43.6	71.5	59.2	72.6	100
	根茎类	0.3	0.5	20.3	24.2	25.8	31.1	28.8	35.3	50
	果实类	1.2	1.9	4.7	12.3	19.9	32.5	15.8	19.4	100
	水生类	0.1	0.1	1.3	1.5	3.0	3.6	3.4	4.2	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	20.3	24.2	25.6	24.6	35.1	41.3	100
	牛肉	0	0	0.3	0.4	1.0	1.2	0.8	1.0	60
	羊肉	0	0	0.5	0.6	0.8	1.0	0.7	0.9	10
	鸡肉	0.5	0.8	15.5	18.3	10.9	11.3	13.2	14.9	100
	鸭肉	0	0.1	19.5	19.6	15.8	16.3	10.9	13.4	100
	鹅肉	0	0	0.4	0.5	1.2	1.4	1.1	1.3	100

水产品	鱼	3.1	5.1	13.8	15.3	15.6	16.4	31.6	35.6	100
	甲壳类	0.1	0.1	8.8	10.5	10.2	11.3	10.5	12.4	100
	软体类	0.1	0.1	2.0	2.4	3.2	3.9	3.4	4.2	100
	海藻	0	0	2.3	2.8	4.1	4.9	3.0	3.6	40
蛋		3.4	8.1	4.1	4.9	4.3	5.2	6.5	8.0	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	33.2	39.6	20.5	24.6	7.6	8.2	0
水果		2.5	4.1	40.8	48.6	34.6	41.7	30.6	35.1	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-43 厂址半径 5km 范围内重要居民组老村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		4		5		22		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	38.8	64.7	73.3	93.9	129.1	166.7	100
	面	3.1	5.1	9.9	16.5	12.9	20.3	17.5	21	0
	其他主食	6.5	8.3	13.2	15.3	14.3	26.7	33.2	44.7	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	31.2	48.7	38.3	58.7	60.6	75.7	100
	根茎类	0.3	0.5	12.9	14.8	24.1	26.4	22.6	33.9	50
	果实类	1.2	1.9	10.7	19.4	19.7	31.3	15.7	18.5	100
	水生类	0.1	0.1	1.3	2.2	2.4	3.7	0.6	0.9	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	16	23.3	17.7	27.8	21.7	27.2	100
	牛肉	0	0	1.6	2.6	2.8	4.4	1.6	2.4	60
	羊肉	0	0	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3	10
	鸡肉	0.5	0.8	7.5	12.5	11.6	18.2	8	11.9	100
	鸭肉	0	0.1	2.2	5	4.9	8.1	1.3	1.9	100
	鹅肉	0	0	0	0	0	0.1	0	0	100

水产品	鱼	3.1	5.1	11.4	15.7	15.2	17.5	18.6	22.6	100
	甲壳类	0.1	0.1	3.1	5.1	4.3	6.7	2.2	3.2	100
	软体类	0.1	0.1	0.8	1.3	1.5	2.4	0.5	0.8	100
	海藻	0	0	0.4	0.6	0.7	1	0.2	0.4	40
蛋		3.4	8.1	9.8	16.4	10.1	15.9	10.2	15.1	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	38.2	53.6	20.4	32.1	11.9	18.3	0
水果		2.5	4.1	21.9	39.8	28.4	29	29.2	33.6	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-44 厂址半径 5km 范围内重要居民组山窑居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		5		12		75		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	35.6	49.1	70.6	84.1	130.4	156.4	100
	面	3.1	5.1	14	20.2	14	20.2	23.7	28.3	0
	其他主食	6.5	8.3	3.6	7.2	13.6	15.2	28.1	39.7	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	33.7	39.7	43.7	54.7	68.7	81.3	100
	根茎类	0.3	0.5	12.4	24.8	23.4	34.8	36.9	38.2	50
	果实类	1.2	1.9	9.3	13.3	19.3	23.3	24.9	27.8	100
	水生类	0.1	0.1	2	2.9	2	2.9	5.9	7	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	15.5	22.4	15.5	22.4	28.6	34.3	100
	牛肉	0	0	3.1	4.5	3.1	4.5	6.8	8.2	60
	羊肉	0	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.5	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.8	15.6	10.8	15.6	17.5	21	100
	鸭肉	0	0.1	2.2	6.1	5.2	8.1	8.7	10.5	100
	鹅肉	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	100

水产品	鱼	3.1	5.1	11.3	13.3	18.6	23.3	20.6	35	100
	甲壳类	0.1	0.1	4.1	5.9	4.1	5.9	7.3	8.8	100
	软体类	0.1	0.1	1.2	1.7	1.2	1.7	3.2	3.8	100
	海藻	0	0	1	1.4	1	1.4	2.3	2.8	40
蛋		3.4	8.1	9.8	14.1	9.8	14.1	16.9	20.3	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	34.1	40.4	24.1	29.4	11.5	18.2	0
水果		2.5	4.1	25.9	30.3	26.5	34.3	29.9	36.2	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-45 厂址半径 5km 范围内重要居民组东村居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		32		78		425		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	37.9	60.9	61.3	78.1	134.9	175.6	100
	面	3.1	5.1	8.9	14.3	15.6	19.8	16.9	23.9	0
	其他主食	6.5	8.3	10.1	15	14.9	16.2	34.5	38.4	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	27.4	39.9	46.1	56.7	64.3	84.2	100
	根茎类	0.3	0.5	12.7	14.3	25.1	36.5	25.8	28.1	50
	果实类	1.2	1.9	8.8	14.3	20	32.8	25.2	35.9	100
	水生类	0.1	0.1	1.9	3.1	5.9	6.8	6.3	8.7	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	15.2	24.5	23	29.3	24.9	35.1	100
	牛肉	0	0	2.7	4.3	4.1	5.2	5.9	8.3	60
	羊肉	0	0	0.3	0.5	0.5	0.7	0.5	0.8	10
	鸡肉	0.5	0.8	8.2	13.2	12.6	18.1	17.9	25.2	100
	鸭肉	0	0.1	1.6	2.5	3.1	3.9	3.2	4.5	100
	鹅肉	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	100

水产品	鱼	3.1	5.1	11.8	22.1	16.9	25.1	17.8	27.4	100
	甲壳类	0.1	0.1	2.6	4.2	4.7	5.9	6.6	9.4	100
	软体类	0.1	0.1	0.6	1	1.5	1.9	1.7	2.4	100
	海藻	0	0	0.6	1	1.7	2.1	1.1	1.6	40
蛋		3.4	8.1	13.1	21	23.5	30	23.9	33.6	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	24.2	38.9	26	33	14.1	20	0
水果		2.5	4.1	11.3	18.1	23.8	33.6	30.8	41.9	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-46 厂址半径 5km 范围内重要居民组金塘居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		15		41		223		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	41.5	57.7	71.6	85.2	131.4	168.9	100
	面	3.1	5.1	5.2	12.9	11.8	18.3	20.8	25.3	0
	其他主食	6.5	8.3	13.8	15.8	14.4	26.1	35.4	46.6	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	32.9	49.6	46.7	60.7	64.5	81.3	100
	根茎类	0.3	0.5	13.5	20.4	24.6	30.1	34.7	37.9	50
	果实类	1.2	1.9	10.8	16.3	22	36.7	18.5	25.7	100
	水生类	0.1	0.1	0.7	1.1	1.3	1.7	1.8	2.2	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	15.5	23.9	16.6	22.9	28.8	32.9	100
	牛肉	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	60
	羊肉	0	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	10
	鸡肉	0.5	0.8	11.7	17.7	14.6	20.9	18.5	21.1	100
	鸭肉	0	0.1	8.4	12.6	10.5	14.5	12.8	15.5	100
	鹅肉	0	0	0.7	1.1	1.6	2.3	1.9	2.3	100

水产品	鱼	3.1	5.1	4.8	7.3	6	8.2	7.6	9.2	100
	甲壳类	0.1	0.1	4.1	6.2	3.2	4.4	4	4.9	100
	软体类	0.1	0.1	2.3	3.4	2.4	3.3	3	3.6	100
	海藻	0	0	2.1	3.0	3	4.2	4.8	5.9	40
蛋		3.4	8.1	3.8	5.7	8.8	12.2	12.5	15.2	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	33.4	49.6	16.4	18.9	7.9	9.6	0
水果		2.5	4.1	15.3	23.1	16.7	23	19.5	23.6	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-47 厂址半径 5km 范围内重要居民组大番坡居民食物消费量结果

单位: kg/人·a

年龄段		≤1 岁		1~7 岁		7~17 岁		>17 岁		厂址 半径 5km 范围内 比例 (%)
调查人数(人)		71		11		15		100		
食物种类		年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	年平均 消费量	年最大 消费量	
粮食	米	6	9.9	37.9	44.7	71.4	78.8	133.2	179.8	100
	面	3.1	5.1	16.2	20.1	22.9	27	24.5	29.4	0
	其他主食	6.5	8.3	11.6	18.3	13.5	24.1	29.6	41.5	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	29.1	31.3	42.5	54.7	65.3	80.3	100
	根茎类	0.3	0.5	8.3	15.3	4.2	4.9	7.1	8.5	50
	果实类	1.2	1.9	8.1	10.1	19	30.6	25.4	28.5	100
	水生类	0.1	0.1	1.7	2.2	1.9	2.2	4.5	5.4	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	16.9	24.8	25.3	28.1	28.3	33.9	100
	牛肉	0	0	4.8	6	3.8	4.5	3.8	4.6	60
	羊肉	0	0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.9	1.1	10
	鸡肉	0.5	0.8	12.5	15.5	17	20	20.1	24.1	100
	鸭肉	0	0.1	2.4	3	3.2	3.8	7.8	9.4	100
	鹅肉	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	100

水产品	鱼	3.1	5.1	13.1	16.3	17	20.1	23.8	28.5	100
	甲壳类	0.1	0.1	1.6	2	1.9	2.3	3.4	4.1	100
	软体类	0.1	0.1	1.2	1.5	1.6	1.9	3.6	4.3	100
	海藻	0	0	1.6	1.9	1.6	1.9	3.8	4.6	40
蛋		3.4	8.1	10.8	13.5	13.5	16	18	21.6	100
牛奶及奶品		145.8	180.1	39.5	46.7	25.4	31.7	10.3	14.4	0
水果		2.5	4.1	24.2	30.6	29.2	32.7	35.4	40.4	80

注：居民点婴儿样品量太少，采用所有的调查样品量。

表 2.2-48 厂址半径 5km 范围内成年组不同职业人群食物消费量结果（2021）

单位：kg/人·a

职业		城镇居民		农民		渔民		来自厂址半径 5km 范围内比例 (%)
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	94.7	113.4	124.5	178.5	100	94.7	113.4
	面	13.9	16.6	18.2	26.1	0	13.9	16.6
	其他主食	22.0	26.3	33.3	47.8	100	22.0	26.3
蔬菜	叶类菜	73.8	88.6	62.8	90.1	100	73.8	88.6
	根茎类	22.3	26.7	28.8	41.2	50	22.3	26.7
	果实类	16.2	19.4	24.1	34.5	100	16.2	19.4
	水生类	3.2	3.9	0.9	1.3	0	3.2	3.9
肉类	猪肉	36.3	43.5	24.4	35	100	36.3	43.5
	牛肉	0.3	0.3	0.4	0.6	10	0.3	0.3
	羊肉	3.8	4.6	0.4	0.5	60	3.8	4.6
	鸡肉	12.3	14.7	8.1	11.7	100	12.3	14.7
	鸭肉	6.5	8.4	6.9	10	100	6.5	8.4
	鹅肉	0.0	0.0	0.3	0.4	100	0.0	0.0

水产品	鱼	21.7	26.0	21.4	30.4	100	21.7	26.0
	甲壳类	5.4	6.5	9.1	15.4	100	5.4	6.5
	软体类	1.2	1.5	1.1	1.6	100	1.2	1.5
	海藻	0.5	0.6	0.9	1.2	40	0.5	0.6
蛋		8.4	8.4	10.5	8.4	12	100	8.4
牛奶及奶品		15.9	15.9	21.8	8.6	12.3	0	15.9
水果		59.3	59.3	65.1	25.2	38.8	80	59.3

表 2.2-49 厂址半径 5km 范围内不同年龄组人群食物消费量结果（2021 年）

单位：kg/人•a

年龄段		年龄≤1 岁		1 岁<年龄≤7 岁		7 岁<年龄≤17 岁		来自厂址半径 5km 范围内比例 (%)
食物种类		年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量	
粮食	米	6	9.9	38.4	57.2	71.0	86.4	100
	面	3.1	5.1	9.1	14.8	13.6	20.5	0
	其他主食	6.5	8.3	9.9	13.4	16.8	23.8	100
蔬菜	叶类菜	2.8	4.6	31.9	43.6	43.9	58.9	100
	根茎类	0.3	0.5	13.9	18.8	26.0	35.0	50
	果实类	1.2	1.9	9.5	15.1	22.9	34.8	100
	水生类	0.1	0.1	1.6	2.3	3.5	4.5	0
肉类	猪肉	4.1	6.8	17.7	24.0	19.5	24.6	100
	牛肉	0	0	2.1	2.8	2.4	3.1	60
	羊肉	0	0	0.3	0.4	0.4	0.5	10
	鸡肉	0.5	0.8	10.5	14.4	12.8	16.5	100
	鸭肉	0	0.1	8.1	10.1	8.4	10.2	100
	鹅肉	0	0	0.5	0.7	0.7	0.9	100
水	鱼	3.1	5.1	9.8	14.2	13.3	16.9	100

产 品	甲壳类	0.1	0.1	5.1	6.6	6.1	7.3	100
	软体类	0.1	0.1	1.3	1.9	1.8	2.3	100
	海藻	0	0	1.2	1.6	1.7	2.2	40
蛋		3.4	3.4	8.1	6.4	9.2	9.3	12.3
牛奶及奶品		145.8	145.8	180.1	32.5	43.9	19.5	24.9
水果		2.5	2.5	4.1	27.9	38.1	27.3	36.3

表 2.2-50 厂址半径 5km 范围内居民生活习性调查结果（2021 年）

人口构成			岸边活动（小时/人年）			海里游泳（小时/人年）			海上划船（小时/人年）		
年龄	职业	调查人数（人）	活动人数（人）	平均	最大	活动人数（人）	平均	最大	活动人数（人）	平均	最大
≤1 岁	-	47	3	59	142	0	0	0	0	0	0
1~7 岁	-	672	77	103	208	0	0	0	0	0	0
7~17 岁	-	1247	206	181	312	13	10	23	16	24	47
>17 岁	农民	2634	1332	347	1107	159	28	61	142	187	622
	渔民	1460	751	889	2640	77	25	32	789	683	1800
	城镇	873	191	117	150	28	22	60	19	24	33

表 2.2-51 厂址半径 20km 范围内人口分布分类比较

厂址名称	评价方法	评价范围		人口数 (人)	平均人口密度 (人/km ²)	厂址类别
		距离半径	方位			
廉江厂址	环形地带评价	0~2km	--	4127	329	II
		2~5km	--	35805	543	II
		5~10km	--	121921	518	I
		10~20km	--	305058	324	I
	扇形地带评价	2~5km	S	5689	1380	II
			SSE	4312	1046	II
		5~20km	ENE	78632	1068	I
			NNW	70302	955	I

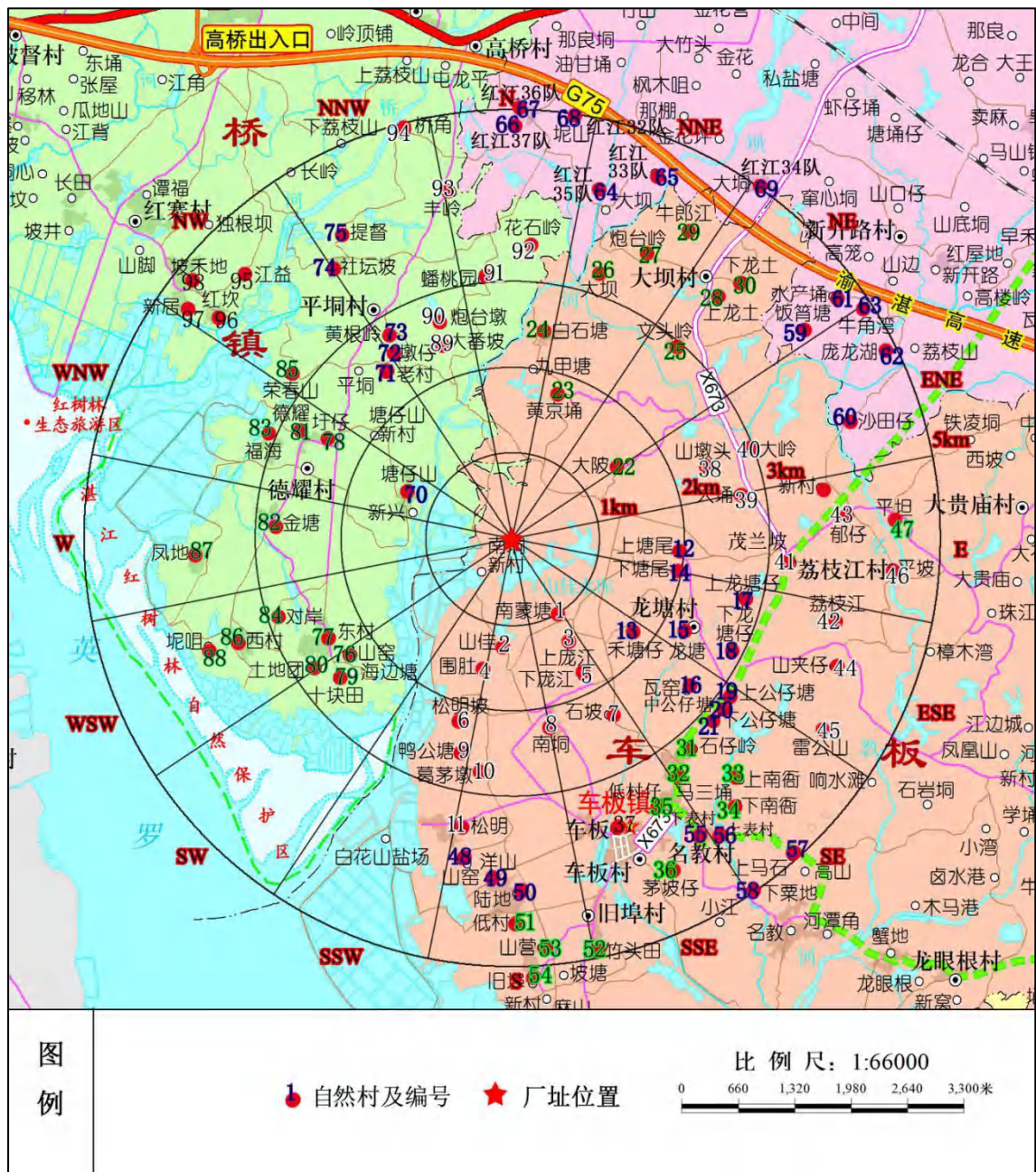


图 2.2-1 厂址半径 5km 范围内自然村（居民点）分布图
 （注：图 2.2-1 中的自然村编号与表 2.2-1 中的序号一致）



图 2.2-2 厂址半径 15km 范围内行政村分布图

(注：图 2.2-2 中的行政村编号与表 2.2-2 中的序号一致)



图 2.2-3 厂址半径 10km 范围内养老院（敬老院）分布图

（注：图 2.2-3 中有入住老人敬老院编号与表 2.2-5 中的序号一致；无入住老人敬老院编号与表 2.2-6 中的序号一致）

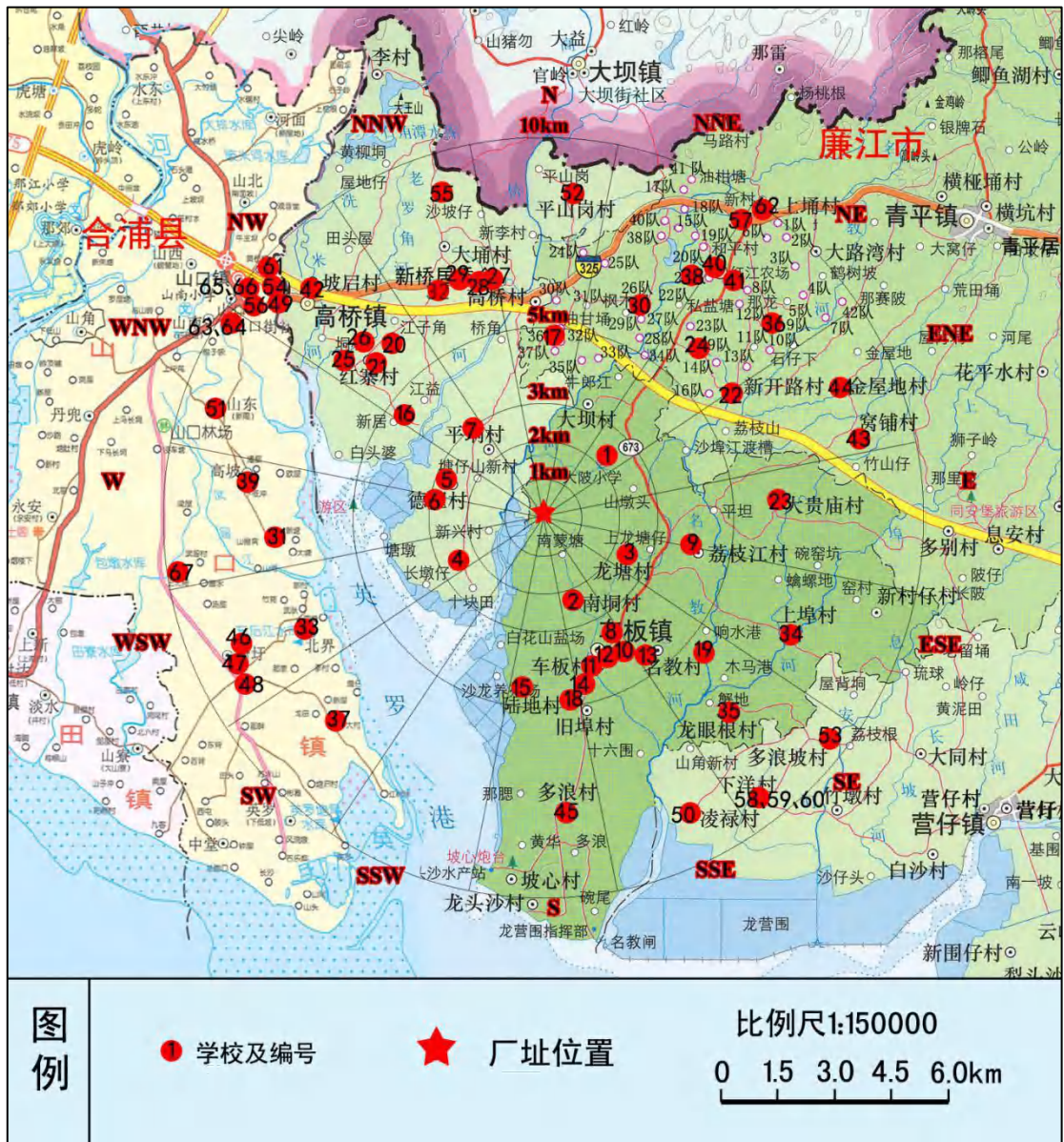


图 2.2-4 厂址半径 10km 范围学校分布图

(注：图 2.2-4 中的学校编号与表 2.2-7 中的序号一致)



图 2.2-5 厂址半径 10km 范围医院分布图

(注：图 2.2-5 中的医院编号与表 2.2-9 中的序号一致)

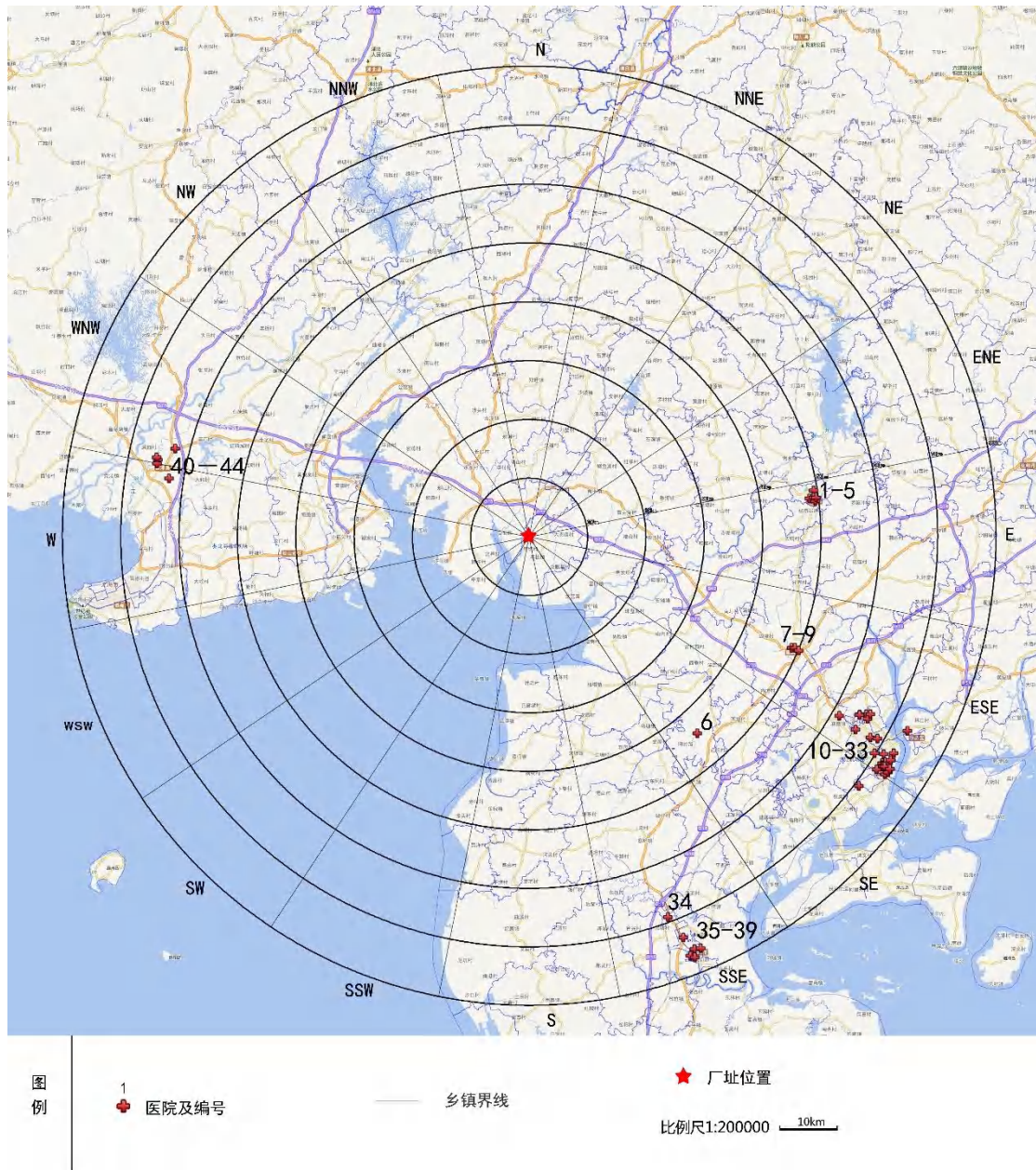


图 2.2-6 所在县市及相邻县市二级以上医院分布图
 (注：图 2.2-6 中的医院编号与表 2.2-10 中的序号一致)



图 2.2-7 厂址半径 10km 范围内事业单位分布图

(注：图 2.2-7 中的事业单位编号与表 2.2-11 中的序号一致)

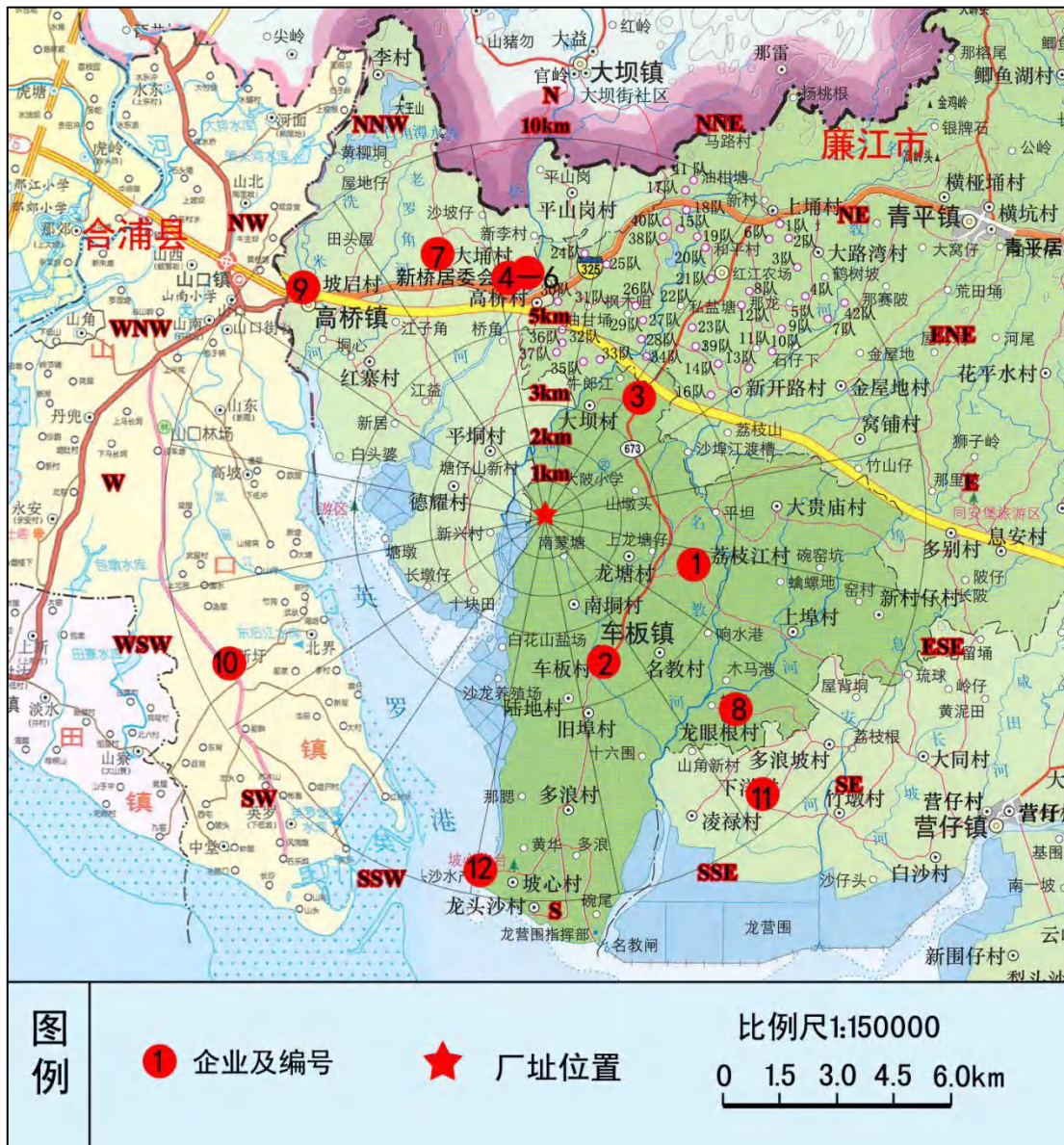


图 2.2-8 厂址半径 10km 范围内企业分布图

(注：图 2.2-8 中的企业单位编号与表 2.2-12 中的序号一致)



图 2.2-9 厂址半径 80km 范围内万人以上城镇分布图

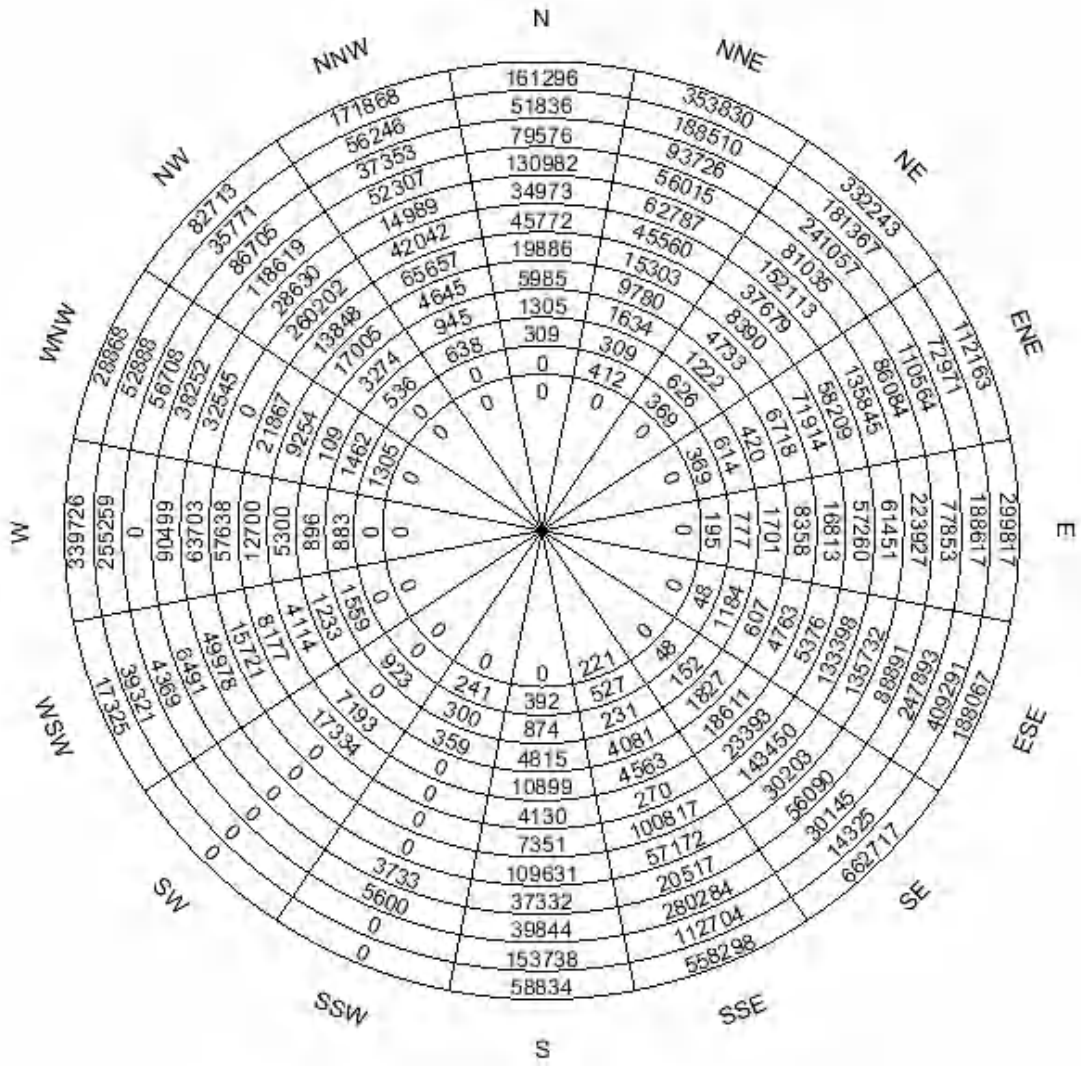


图 2.2-10 厂址半径 80km 范围内总人口子区分布图 (2018 年)

2.3 土地利用和资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

2.3.1.1 土地利用情况

1) 土地利用现状

厂址所在地位于廉江市的车板镇。2018 年廉江市行政区域总面积为 286682.80 公顷，其中水域及水利设施用地为 38630.14 公顷，计算得出廉江市的水域与陆域面积的比例为 1:6.42；2018 年车板镇行政区域总面积为 12032.26 公顷，其中水域及水利设施用地为 3321.77 公顷，计算得出车板镇的水域与陆域面积的比例为 1:2.62。

2018 年廉江市土地总面积为 286682.80 公顷，其中耕地 82916.86 公顷，占土地总面积的 28.92%；园地 34758.9 公顷，占土地总面积的 12.12%；林地 90032.21 公顷，占土地总面积的 31.40%；草地 1493.29 公顷，占土地总面积的 0.52%；城镇村及工矿用地 30328.04 公顷，占土地总面积的 10.58%；交通运输用地 5050.55 公顷，占土地总面积的 1.76%；水域及水利设施用地 38630.14 公顷，占土地总面积的 13.47%；其他土地 3472.81 公顷，占土地总面积的 1.21%。

2018 年车板镇土地总面积为 12032.26 公顷，其中耕地 3465.47 公顷，占土地总面积的 28.80%；园地 619 公顷，占土地总面积的 5.14%；林地 3408.61 公顷，占土地总面积的 28.33%；草地 46.61 公顷，占土地总面积的 0.38%；城镇村及工矿用地 866.69 公顷，占土地总面积的 7.20%；交通运输用地 160.14 公顷，占土地总面积的 1.33%；水域及水利设施用地 3321.77 公顷，占土地总面积的 27.61%；其他土地 143.97 公顷，占土地总面积的 1.20%。

厂址半径 10km 范围涉及广东省廉江市的车板镇、营仔镇、青平镇、高桥镇、红江农场与广西壮族自治区北海市合浦县的三口镇。各镇土地利用情况见表 2.3-1。厂址半径 10km 范围内基本农田保护面积如图 2.3-1 所示。

厂址半径 1km 范围内主要用地类型为林地、耕地、园地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地、城镇村及工矿用地，分别属于车板镇政府、大坝村、德耀村、高桥村、廉江市水务局、南垌村、平垌村、石岭林场。

广东廉江核电项目厂址征地面积约 3624 亩，其中涉及车板镇、高桥镇集体土地约 2085 亩，中林集团雷州林业局有限公司土地约 1539 亩。厂址征地范围内主要为林地，存在部分基本农田。2020 年 12 月，国核湛江核电有限公司与廉江市自然资源

局签订《广东廉江核电项目厂址征地拆迁补偿包干协议书》，正式启动厂址征地拆迁工作。

截止目前，车板镇、高桥镇集体已完成全部征地补偿协议签订，完成青苗补偿协议签订约 1390 亩，已移交土地约 220 亩，计划 2022 年 6 月底完成全部土地移交。廉江市自然资源局于 2022 年 1 月同中林集团雷州林业局有限公司签订《收回土地协议书》，正在开展砍伐清表工作，计划 2022 年 6 月底完成全部土地移交。

2) 土地利用规划

根据《廉江市城市总体规划修编（2010-2020 年）》成果，2020 年廉江市耕地保有量 90169 公顷，基本农田面积 81120 公顷，建设用地总规模 38225 公顷，其中城乡建设用地规模 24614 公顷，城镇工矿用地规模 4510 公顷，交通水利等其他用地规模 13611 公顷。新增建设用地规模 4610 公顷，建设占用农用地规模 4328 公顷，建设占用耕地规模 1092 公顷，土地开发整理补充耕地规模 1092 公顷。廉江市市域土地利用总体规划图如图 2.3-2 所示。

本工程已取得湛江市自然资源局颁发的建设项目用地预审与选址意见书（用字第 440800202000018 号），意见书明确本建设项目符合国土空间用途管制要求。

2.3.1.2 水体利用情况

1) 地表水利用情况

厂址半径 15km 范围涉及广东省湛江市的廉江市、广西壮族自治区玉林市的博白县和北海市的合浦县。廉江市包括车板镇、高桥镇、营仔镇、青平镇；博白县的大坝镇；合浦县包括白沙镇、山口镇和沙田镇。

廉江市境内河流众多，水系散布均匀，没有湖泊。厂址半径 15km 范围内分布的河流主要有高桥河、卖皂河、青平河。高桥河为独流入海河流，发源于广西博白县沙陂镇沙陂村，由北向南经沙陂镇、大坝镇和高桥镇，于高桥镇德耀村注入安铺港，距厂址最近距离为 4.3km，位于厂址的 NW 方向。河流全长 33km，流域面积 163km²；其中在廉江市境内河长 38km。河流中下游多为农用水。卖皂河为独流入海河流，发源于广西博白县沙陂镇八壁村，由北向南经沙陂镇、青平镇和车板镇，于车板镇鸭公塘注入安铺港，距厂址最近距离约 0.8km，位于厂址的 W 方向。河流全长 35km，流域面积 362km²。青平河为独流入海河流，发源于廉江市青平镇横桎埗村，由北向南流经车板镇，于车板镇龙头沙村注入北部湾，距厂址最近距离为 3.8km，位于厂址

的 ENE 方向。河流全长 28km，流域面积 164km²。整条河流水质较好，下游设有车板水厂。

厂址半径 15km 范围内广东部分有一级水功能区 2 个，为高桥河廉江开发利用区和青平河廉江开发利用区。二级功能区在一级开发区进行划分，为高桥河高桥饮用农业用水区、青平河青平饮用农业用水区，详见表 2.3-2 和表 2.3-3。

湛江市级河流一级水功能区划见图 2.3-3、湛江市级河流二级水功能区划见图 2.3-4。

厂址半径 15km 范围内广西部分有一级水功能区一个，为白沙河合浦开发利用区。白沙河合浦开发利用区位于白沙河，起始断面在合浦、博白交界处的博白县龙潭镇白路岭，终止断面在白沙河入海口，全长 18.0km，水质现状 III~IV 级，主要功能为饮用、农业、渔业。该区又分为两个二级水功能区，分别为白沙河白沙饮用水源区和白沙河白沙农业、渔业用水区，白沙河白沙饮用水源区起始断面在合浦、博白交界处的博白县龙潭镇白路岭，终止断面在合浦县白沙镇虎塘村，全长 7.0km，水质现状 III~IV 级，主要功能为饮用、景观、农业，白沙河白沙农业、渔业用水区起始断面在合浦县白沙镇虎塘村，终止断面在白沙河入海口，全长 11.0km，水质现状 III~IV 级，主要功能为农业、渔业。

廉江市级水库水功能一级区划全部为开发利用区，这些水库承担着城镇农村生活用水、农业灌溉用水、工业用水和景观娱乐等多种需求。厂址附近水库共有 2 个一级开发利用区，即过水塘水库和山佳水库。水库的二级功能区划均为农业用水区，详见表 2.3-4 和表 2.3-5。

湛江市级水库一级水功能区划见图 2.3-5，湛江市级水库二级水功能区划见图 2.3-6。

厂址半径 15km 范围内广东省廉江市境内的部分共有水库 29 座，见表 2.3-6，分布见图 2.3-7，主导功能均为农业灌溉与防洪。

表 2.3-7 和表 2.3-8 分别给出了厂址半径 5km 饮用水基本情况和厂址半径 5km 农业用水基本情况。

2) 地下水利用情况

厂址半径 15km 范围内广东省廉江市境内的部分规模以上机电井共有 99 处，主要取水用途以乡村生活用水居多，也有部分用于城镇生活、农业灌溉、工业用水等，具体资料见表 2.3-9。

3) 水域环境功能区划及水质保护目标

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》的内容，厂址排水口位于英罗港-海康港农渔业区，海域使用类型为渔业用海，见图 2.3-8。

根据《广东省人民政府关于承诺广东廉江核电项目一期工程用海需求纳入省国土空间规划的函》（粤府函〔2021〕63号），承诺将本工程用海需求纳入正在编制的《广东省国土空间规划（2020~2035年）》。

根据《广东省生态环境厅关于同意调整湛江市廉江局部岸段近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2020〕556号），调整后，厂址排水口所在海域位于龙头沙三类区，水质保护目标为 III 级，厂址排水口周边的近岸海域环境功能区划见图 2.3-9。

2.3.1.3 自然保护区、历史古迹、风景名胜区等

1) 文物及风景名胜区

厂址半径 15km 范围内省级以上文物保护单位有 1 处，大士阁，全国重点文物保护单位，坐落在广西壮族自治区北海市合浦县山口镇永安村，位于厂址 W 方位 13.5km 处，占地面积为 205.66 平方米。

大士阁位于广西壮族自治区合浦县山口镇永安村内，1988 年被国务院公布为全国重点文物保护单位。本名“永安鼓楼”，为明代抗倭海防要塞永安千户守御所城池指挥中心，伫立在永安古城中央，座北向南，为前后座重檐相连的楼阁式木构架二层建筑。大士阁由四排共 36 根铁木圆柱支撑，柱顶木梁贯穿，穿斗木抬梁升架，具有较高的历史、科学、艺术价值。

厂址半径 15km 范围内旅游风景区主要有高桥红树林生态旅游区，位于廉江市高桥镇，属于国家级，位于厂址 W 方位 5.0km 处。红树林总面积 1202hm²，对环境条件要求为适宜红树林生长的土壤。该风景旅游区与排水口的方位和距离为 N 方位，11.6km，与本工程冷却塔的方位和距离为 W 方位，4.8km。

高桥红树林生态旅游区是中国大陆连片面积最大的海上森林旅游区，是全国著名的“海上森林乐园”、“海洋天然湿地乐园”。高桥沿岸红树林带长达 27 公里，红树林总面积 1202 公顷，景区内还有东坡纪念亭、阿婆庙、松明石井、松明书院、杨家祠等众多古迹。

另外，厂址半径 15km 范围内还拟建龙头沙滨海休闲度假区和广东九洲江红树林生态旅游度假区（见表 2.3-10）。其中龙头沙滨海休闲度假区位于车板镇龙头沙渔港。车板镇龙头沙渔港连结海南、越南、东南亚等地，海上运输条件十分优越。该旅游

区总投资 1.1 亿元，主要用于码头建设、疏浚工程、环港公路、水产品交易市场、渔民新村以及相关配套设施，争取在原渔港的基础上，将其建设成为以海洋产业带动捕捞业、海水养殖业、运输业、鱼需品生产、海产品加工业发展的整体规范的、功能多样的产业园区。目前，目前该景区 40000 平方米基础设施已完成，设有天然虾场对虾养殖场 400 多公顷，其他相关旅游设施在进一步完善中。

广东九洲江红树林生态旅游度假区，北至营仔河，南至九洲江与遂溪县分界线，西面与北部湾海域毗邻，属于国家级，主体位于厂址 SE 方位，距离厂址最近的距离约为 14.0km。总面积 1070hm²，旅客年接待人数预测将达到 100 万，日高峰人数 1.2 万，日高峰出现时间为节假日期间。对环境条件要求为对营仔河、九洲江出海口水域进行全面保护。加快规划区内生态污染治理整顿。

2) 自然保护区

本工程排水口周边保护区主要有国家级自然保护区 3 个，即广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和广西合浦儒艮国家级自然保护区。其中广东湛江红树林国家级自然保护区位于厂址西侧，其边界距离厂址大于 2km，距离排水设施 1.8km。广西山口红树林国家级自然保护区位于厂址西南侧，最近距离约 6.5km，与排水设施距离 1.8km。广西合浦儒艮国家级自然保护区位于厂址西南侧，最近距离约 12km，距离排水设施 2.1km。厂址周边自然保护区情况如表 2.3-11 所示。

(1) 广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，分为 40 余片，成带状分散分布于广东省雷州半岛沿海滩涂，总面积 20278.8hm²（见图 2.3-10）。保护区西北以高桥片为主，地理坐标为东经 109°44'9"—109°56'10"，北纬 21°9'19"—21°34'15"；东北以官渡片为主，地理坐标为东经 110°21'51"—110°38'19"，北纬 21°6'29"—21°27'27"；最东以湖光片为主，地理坐标为东经 110°6'35"—110°30'19"，北纬 20°48'5"—21°7'53"；东南以和安片为主，地理坐标为东经 110°17'49"—110°27'40"，北纬 20°34'11"—20°43'48"；西南片以角尾片为主，地理坐标为东经 109°41'20"—110°12'15"，北纬 20°14'6"—20°52'19"。

保护区总面积为 20278.8hm²，其水域面积大于 30%。保护区分为核心区、缓冲区和试验区，详见图 2.3-11。

保护区核心区主要集中在廉江市高桥德耀、遂溪县北潭、遂溪县界炮安塘、雷州市企水湾、麻章太平镇至东海区民安镇海域。经统计，核心区面积共有 6613.00hm²，占保护区总面积的 32.61%。区内是湛江红树林资源种类最为丰富的区域，最突出的特征是红树林湿地生态系统稳定，均为天然林或天然次生林，红树林种类多、生长茂盛且集中连片，是湛江红树林生态系统的精华所在。区内没有居民点，人为干扰极少。

保护区缓冲区面积 1711.95hm²，占保护区总面积的 8.44%。区内除沿海滩涂外还分布有一定面积的天然或人工更新的有林地，林龄尚幼，树种较单纯，分布较分散，生态功能较脆弱。区内无居民点。

保护区试验区面积为 11953.86hm²，占保护区总面积的 58.95%。实验区的主要功能是人工促进红树林生态系统的修复、恢复，开展科学实验，培育红树苗木，开展森林旅游、多种经营和教学实习活动。

保护区的主要保护对象为：a) 热带红树林湿地生态系统及其生物多样性，包括红树林资源、邻近滩涂、水面和栖息于林内的野生动物，其中鸟类属于国家一级保护有 1 种（国际公约将游隼定为一级保护，我国也将其作为一级保护对待），属于国家二级保护有 32 种；b) 海岸和红树林的典型自然景观。

(2) 广西山口国家级红树林生态自然保护区

广西山口国家级红树林生态自然保护区由广西合浦县东南部沙田半岛的东西两侧海岸及海域组成，东邻广东省湛江红树林保护区，地域跨越合浦县的山口、沙田和白沙三镇。保护区管理处设于广西北海市，保护区管理处在英罗、沙田和白沙设三个保护站。

保护区由沙田半岛东侧和西侧的沿岸陆域和海域组成，分为英罗港分区和丹兜海分区两大部分。英罗港分区位于沙田半岛东侧的英罗港，陆域北起广西广东陆上交界的洗米河口，向南经山口镇的山东、高坡、北界，至英罗村止，跨 4 个村委，海岸线总长 21.7km；海域为广西广东海上分界线以西，向南止于 21° 28' 22" 的海域。丹兜海分区位于沙田半岛西侧的丹兜海湾，陆域东起上新村、向北经永安、丹兜和山角，至白沙镇的那郊后向南经那江、那潭、和荣，最后止于沙尾，跨 11 个村，海岸线总长 19.2km；海域范围为向南止于 21° 31' 40" 的丹兜海域（如图 2.3-12）。

保护区由合浦县沙田半岛东侧的英罗港和西侧的丹兜海两个区域组成，总岸线长 40.9km，其中英罗港 19.2km，丹兜海 21.7km；保护区总面积 8000hm²，其中英罗

港 2865.4hm²，丹兜海 5134.6hm²。各功能区的面积分别是：核心区 824.1hm²，缓冲区 3600.4hm²，实验区 3575.5hm²。保护区总面积中海域面积 4970.5hm²。陆地 3029.5hm²，分别占保护区总面积的 62.1%和 37.9%。保护区各功能区边界及重要拐点情况见图 2.3-13。

保护区的主要保护对象是红树林生态系统。其中最重要的保护对象为：（1）我国连片面积最大、最古老的港湾红海榄林，木榄群林、连片的白骨壤林；（2）经济价值或科研价值较高的底栖动物自然种群，以及全球濒危鸟类黑脸琵鹭和其它珍稀鸟类及其栖息地。其中鸟类列入国家二级保护名录的共有白琵鹭（*Platalea leucorodia*）、黑脸琵鹭（*P. minor*）等 13 种。

（3）广西合浦儒艮国家级自然保护区

1986 年，广西壮族自治区人民政府以桂政办函[1986]122 号文和桂编[1986]192 号文批准成立自治区级合浦儒艮自然保护区；1992 年 10 月，国务院国函[1992]166 号文批准成立广西合浦儒艮国家级自然保护区。保护区位于广西北海市合浦县沙田镇附近海域，东起山口镇英罗港，西至沙田镇海域，海岸线全长 43km，其界线为：地理坐标（109°38'30"，21°30'）、（109°46'30"，21°30'）、（109°34'30"，21°18'）、（109°44'，21°18'）四点连线内的海域。保护区总面积 350km²，其中核心区面积 132km²，缓冲区面积为 110km²，实验区面积 108km²。保护区地理位置及功能区划如图 2.3-14 所示。

保护区的主要保护对象是儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其栖息环境——海草床生态系统。

本项目土地和水体利用现状与选址阶段基本保持一致。

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.2.1 农业概况

厂址所在地为廉江市，相邻市主要为北海市和玉林市。

2018 年廉江市粮食播种面积 76437.8 公顷，总产量 38.98 万吨；水果种植面积 29333.33 公顷，总产量 44.7 万吨；糖蔗种植面积 6633.33 公顷，总产量 40.68 万吨；蔬菜种植面积 35720 公顷，总产量 92.05 万吨；茶叶种植面积 1520 公顷，总产量 5536 吨。

2018年北海市年粮食种植面积 65965 公顷，总产量 30.66 万吨；油料种植面积 14944 公顷，总产量 4.52 万吨；甘蔗种植面积 28977 公顷，总产量 236.13 万吨；蔬菜种植面积 43161 公顷，总产量 101.28 万吨；花卉作物种植面积 1706 公顷；园林水果产量 12.80 万吨。

2018年玉林市粮食播种面积 289530 公顷，总产量 163.27 万吨；油料种植面积 17260 公顷，总产量 5.83 万吨；蔬菜种植面积 126490 公顷，总产量 375.2 万吨；果园面积 144780 公顷；水果产量 108.6 万吨；甘蔗产量 155.69 万吨。

厂址半径 80km 范围评价区域涉及广东省和广西壮族自治区。具体包括广东省湛江市的赤坎区、霞山区、麻章区、开发区、吴川区、雷州市、遂溪县、廉江市；茂名市的化州市；广西壮族自治区玉林市的博白县、陆川县；北海市的海城区、银海区、铁山港区、合浦县；钦州市的浦北县、灵川县。共 5 个市及其下辖的 18 个县、市、区。

厂址半径 80km 范围内涉及到的 18 个县、区、市的粮食播种面积为 555681.6 公顷，总产量 3134816.4 吨；其中稻谷播种面积为 482613.8 公顷，总产量 2702778 吨；旱粮为 35689.3 公顷，总产量 230010 吨；薯类为 72856.1 公顷，总产量 1167653 吨，其他粮食为 5347.4 公顷，总产量 12887 吨；花生播种面积为 90605.7 公顷，总产量 310825 吨；油料作物播种面积为 222619.4 公顷，总产量 194351 吨；糖蔗播种面积为 183279.5 公顷，总产量 14749567 吨；木薯播种面积为 51820.6 公顷，总产量 550725 吨；蔬菜播种面积为 255702.0 公顷，总产量 6426636.18 吨。

厂址半径 80km 范围各县、市、区的农副产品调查结果见表 2.3-12。

厂址半径 10km 范围涉及广东省湛江市下辖廉江市的车板镇、青平镇、营仔镇、高桥镇、红江农场；广西壮族自治区北海市合浦县的山口镇。共 5 个乡镇和 1 个农场。

厂址半径 10km 范围涉及的 5 个乡镇和 1 个农场的粮食播种面积为 19601 公顷，总产量为 145473 吨；油料播种面积 4778 公顷，总产量 13485 吨；蔬菜播种面积为 6027 公顷，总产量为 118301 吨；饲料播种面积为 2199 公顷，总产量为 46686 吨；水果面积为 6783 公顷，总产量为 52355 吨。

厂址半径 10km 范围内各乡镇的农副产品的调查结果见表 2.3-13。

厂址半径 5km 范围涉及的行政村包括高桥镇的德耀村、平垌村、红寨村、高桥村；车板镇的大贵庙村、荔枝江村、车板村、大坝村、旧埠村委、龙塘村、南垌村、名教村、陆地村和车板居委会；青平镇的新开路村；红江农场的 6 个生产队。

厂址半径 5km 粮食播种面积 2775 公顷，总产量为 22539 吨；油料播种面积为 821 公顷，总产量为 2104 吨；蔬菜播种面积为 599 公顷，总产量为 11839 吨；饲料播种面积 41 公顷，总产量 105 吨；水果面积为 593 公顷，总产量为 5140.58 吨。

厂址半径 5km 范围内农副产品的调查结果见表 2.3-14。

廉江市主要粮食和蔬菜的生长期、储存期及去向调查见表 2.3-15。

2.3.2.2 牧业概况

厂址半径 80km 范围评价区域涉及广东省和广西壮族自治区。具体包括广东省湛江市、茂名市；广西壮族自治区玉林市、钦州市、北海市。共计 5 个市及其下辖的 18 个县、市、区。

厂址半径 80km 猪存栏 7200843 头，出栏 10834166 头；牛存栏 525077 头、出栏 288276 头；羊存栏 262650 头、出栏 250679 头；禽肉量 335120 吨、产蛋量 88419 吨；奶产量为 46893 吨。

厂址半径 80km 范围内各县、市、区的家畜、家禽调查结果见表 2.3-16。

厂址半径 10km 范围涉及广东省湛江市下辖廉江市的车板镇、青平镇、营仔镇、高桥镇、红江农场；广西壮族自治区北海市合浦县的山口镇。共计 5 个乡镇和 1 个农场。

厂址半径 10km 猪存栏 278837 头，出栏 183558 头，产肉量 17553 吨；牛存栏 5035 头、出栏 16386 头，产肉量 499 吨；羊存栏 9369 头、出栏 5761 头，产肉量 160 吨；家禽存栏 3690569 只，出栏 1231980 只，产肉量 51387 吨、产蛋量 2000 吨。

厂址半径 10km 范围各乡镇的家畜、家禽的调查结果见表 2.3-17。

厂址半径 5km 范围涉及的行政村包括高桥镇的德耀村、平垌村、红寨村、高桥村；车板镇的大贵庙村、荔枝江村、车板村、大坝村、旧埠村委、龙塘村、南垌村、名教村、陆地村和车板居委会；青平镇的新开路村；红江农场。

厂址半径 5km 猪存栏 43345 头，出栏 38579 头，产肉量 2028 吨；牛存栏 7125 头、出栏 4020 头，产肉量 304.9 吨；羊存栏 3495 头、出栏 1921 头，产肉量 38.9 吨；家禽存栏 1322442 只，出栏 899633 只，产肉量 811.1 吨、产蛋量 85 吨。

厂址半径 5km 范围各乡镇的家畜、家禽的调查结果见表 2.3-18。

对厂址半径 10km 范围内的规模养殖场进行了调查，规模以上（2000 头）猪养殖场有 30 家，猪、牛、羊养殖场基本情况见表 2.3-19。

规模以上鸡、鸭、鹅（2000 只）养殖场有 47 家，见表 2.3-20。

湛江市奶牛养殖情况见表 2.3-21。

家畜、家禽饲养方式、产肉率、屠宰率、储存期等情况见表 2.3-22。

2.3.2.3 林业概况

根据《广东统计年鉴-2018》，广东省 2017 年年底人工造林面积 100660 公顷，实有育苗面积为 6600 公顷。根据《湛江市统计年鉴-2018》湛江市活木蓄积量为 1719.45 万立方米，森林覆盖率为 22.16%。

《廉江林业资源调查报告 2017》中指出廉江市全市土地总面积 290557.87 公顷，其中林业用地面积 110440.19 公顷，占 38.01%；非林业用地面积 180117.68 公顷，占 61.99%。全市森林面积 121393.20 公顷，森林覆盖率 41.78%，林木绿化率 41.79%。全市活立木总蓄积 5831329 立方米，森林蓄积 5822021 立方米。廉江市管辖范围林业部门管理森林面积 84327.97 公顷、蓄积 3817695 立方米，其中乔木林面积 78080.34 公顷，竹林面积 390.83 公顷，红树林面积 3681.66 公顷，国家特别规定灌木林地面积 2175.14 公顷，分别占 92.59%、0.46%、4.37%和 2.58%。按起源统计，天然林面积 4223.34 公顷，占 5.01%；人工林面积 80104.63 公顷，占 94.99%。非林地森林面积 25065.49 公顷、蓄积 1571467 立方米。

廉江市林业部门管理乔木林面积按优势树种（组）统计，按树、荔枝（龙眼）、其它软阔、马尾松（广东松）占优势，面积分别为 65848.62 公顷，12608.73 公顷、2949.5 公顷、1387.06 公顷；非林地乔木林面积按树、荔枝（龙眼）、其它软阔、橡胶占优势，面积分别为 17876.19 公顷、3542.48 公顷、2323.7 公顷、1609.92 公顷。全市林业部门管理乔木林蓄积按优势树种（组）统计按树、其它软阔、马尾松（广东松）、湿地松、其它硬阔占优势蓄积分别为 3834553 立方米、128404 立方米、81851 立方米、63590 立方米、47956 立方米；非林地乔木林蓄积按树、其它软阔、荔枝（龙眼）、马尾松（广东松）、阔叶混林交占优势，蓄积分别为 1392975 立方米、164300 立方米、14079 立方米、9633 立方米、9216 立方米。

2.3.2.4 陆生生态系统状况

以核电厂厂址半径不小于 10km 的陆域调查区大部分范围属于廉江市管辖，廉江市地域幅员宽阔，东西相距 79.5 公里，南北相距 60.2 公里。海岸线长 108 公里，

土地总面积 2867 平方公里。全市地形大致分为三类：北及西北部为丘陵区，东南部及中部属缓坡低丘陵地带，南及西南濒海地带。

廉江境内以泥盆系地层分布最广，次为震旦系、寒武系、志留系、白垩系、第四系地层。主要地质构造有褶皱构造和断裂构造。从印支运动早期到燕山运动晚期，均有不同程度的岩浆岩侵入境内。侵入方式以岩基或岩株为主。其次，为岩墙、岩脉。土壤属长江以南的红壤和黄壤类型。

根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》，统筹山水林田湖草沙系统治理，筑牢廉江北部丘陵山地和雷州半岛中部林地生态屏障，加快推进以鉴江、鹤地水库-九洲江、南渡河、遂溪河等为骨干的绿色生态水网廊道体系建设。以“红树林之城”建设为抓手谋划实施系列重点保护修复工程，开展红树林碳汇监测与交易探索，不断巩固提升雷州半岛生态优势。

廉江市陆域生态红线如图 2.3-15a 所示。根据《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府[2021]30 号），厂址所在区域位于廉江市环境管控单位的重点管控单元内，如图 2.3-15b 所示。厂址周边广西壮族自治区陆域生态红线分布图如图 2.3-16 所示。

厂址半径 10km 范围涉及《广东省海洋生态红线》的琼州海峡—英罗港及周边海域，周边的海洋生态红线区主要有湛江红树林国家级自然保护区禁止类生态红线区、九洲江重要河口生态系统限制类红线区、界炮红树林限制类红线区、遂溪中国鲎县级自然保护区限制类红线区、廉江市沿岸龙头沙人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区、廉江市英罗湾儒艮自然保护区限制类红线区、廉江市英罗湾儒艮自然保护区禁止类红线区，各生态红线区分布见图 2.3-17。

厂址半径 10km 范围涉及《广西海洋生态红线》的铁山港海域，周边的海洋生态红线区主要有广西合浦儒艮保护区禁止类红线区、广西山口红树林保护区禁止类红线区、广西合浦儒艮保护区限制类红线区、广西山口红树林保护区限制类红线区、北海珍珠贝保护区限制类红线区、沙田半岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区、沙田东岸重要滨海旅游区限制类红线区，各生态红线区分布见图 2.3-18。

中国辐射防护研究院于 2019 年 9-10 月对广东廉江核电项目厂址陆生生态情况进行了调查。调查工作以资料收集为主，在资料分析收集的基础上，对厂址半径 10km 范围进行现场动、植物补充调查。

1) 植物调查

植物群落调查主要采用样线、样方等方式。样线的布设原则是选择调查范围内最具代表性的生态系统类型（包括植被、气候、人类干扰程度等）典型地段，布设样线，每个样线长为 1km，用测绳拉一直线作为采样基线，然后沿基线随机选出待测点（起点），由起点沿样线调查，记录沿线分布的群落类型、建群种类、分布特征、生境条件等，并用 GPS 定位，拍照留存。样方调查是为了获得陆生植物的主要群落类型、优势种、物种成份等，并据调查结构分析物种多样性情况。选取群落发育较好，群落结构较完整，生境较一致的样地，设置若干反映群落种类组成和结构特征的样方。根据群落的重要性及生态敏感程度，每个群落设置 3-5 个样方，并根据不同群落类型，以及群落本身的边界大小，确定调查样方面积。通常草本群落为 1m×1m，灌木群落为 10m×10m，人工林和经济林 30m×30m。根据群落类型的不同，设置不同的调查内容，获得群落的垂直结构分布情况。利用 GPS 确定样地位置。

本次调查布设了11个样线，分别在厂址附近N方向（样线1，距离厂址中心点坐标约2.0km，厂址区）、E方向（样线2，厂址附近，距离约2.5km）、S方向（样线3，厂址附近，距离约2.6km）、W方向（样线4，约4.5km，广东湛江国家级红树林自然保护区）、NNE方向（样线5，距离约8.2km），ESE方向（样线6，距离约8.6km），S方向（样线7，距离约7km）、W方向（样线8，距离约8.0km，广西山口红树林自然保护区），在厂址最靠近湛江红树林自然保护区的区域新增一个样线，SW方向（样线9，距离约2.0km），在海水取水管线附近，SSW方向（样线10，距离约5.0km）、在厂址海水补水口附近新增1个样线，S方向（样线11，距离约10.0km），对取排水管线附近及红树林国家自然保护区的区域适当增加样方进行调查，具体参见图2.3-19。

样方调查中根据需要进行标本采集、调查记录整理、统计分析等工作。对样线内的植物，选择典型群落布设样方，每种群落设置 3-5 个样方，布设了 56 个样方（详情见图 2.3-19），测量记录群落每层的高度、多度、盖度以及每个物种的个体数量、群落位置和生境条件，分析调查范围内群落优势种、物种多样性、物种组、群落垂直结构等。

根据实地踏勘、调查统计，厂址周围调查区陆生植物物种多样性较丰富，现场调查结果表明调查区内有维管束植物 86 科 274 属 351 种，其中蕨类植物 11 科 12 属 21 种，裸子植物 1 科 1 属 2 种，被子植物 74 科 261 属 328 种,其中双子叶植物 62 科 211 属 267 种，单子叶植物 12 科 50 属 61 种。

从科的地理成分来看，厂址调查区植物区系具有明显的热带分布性质，其具有热带分布的科达 57 科，占总科数的 64.77%；其中，在热带分布科中又以泛热带分布的科为主，包括 35 科，占总科数的 39.77%，其中许多科包含的种类是本调查区系中的优势种，比如樟科、大戟科、桑科中的不少种类是各群落乔木层的优势种，茄科、芸香科、桃金娘科、锦葵科中的许多种类是各群落灌木层的优势种。此外，由于调查区位于廉江市速生桉种植区，速生桉种植面积巨大，加上城镇和农村建设的大力发展，人为干扰十分严重，各群落均遭受了不同程度的破坏，加上靠近港口区进出口贸易繁忙，导致外来物种频繁出现，因此世界广布种类占有不小比重，含括 15 科，占总科数的 17.05%，其中禾本科、菊科、豆科、莎草科等科均是世界广布的类型。

厂址周围调查区维管束植物包括 366 属 471 种，根据各属所含种数的多寡，可将这些属划分为 3 个等级。5 种以上的优势属仅有 4 属，隶属于 4 个科，占总属数的 1.09%，共有 27 种，占总种数的 5.73%。它们常组成植物群落中的灌木层或草本层的优势成分，分别是凤尾蕨属 (*Pteris*) 5 种，榕属 (*Ficus*) 8 种、茄属 (*Solanum*) 5 种、耳草属 (*Hedyotis*) 8 种，榕属、茄属和耳草属均为热带成分的属。5 种以下的属数量上占绝对优势，共有 362 属，占总属数的 98.91%，共有 444 种，占总种数的 94.27%，其中，含 2~4 种的属有 64 属，占总属数的 17.49%，包含 146 种维管植物，占总种数的 31.00%，单种属（限指调查区内分布科中仅含 1 种的属，并不表示该属在世界范围内仅含 1 种。）比重大，多达 298 属，占总属数的 81.42%，包含 298 种，占总种数的 63.27%。统计结果表明本调查区区系成分复杂多样，较多的类群在该区均有不同程度的分化。

根据构成群落的建群种的不同可以将调查区的植被划分为巨尾桉群系、木麻黄群系、台湾相思群系、鸭脚木群系、木榄群系、白骨壤群系、无瓣海桑群系、苦郎树群系、竹节树群系、山乌柏群系、马尾松群系、潺槁木姜子群系、筋仔树群系、白花鬼针草群系、芒萁群系、土蜜树群系、排钱草群系、白背叶群系、黄槿群系、银海枣群系、华南云实群系、艾胶算盘子群系、银胶菊群系、狗牙根群系、龙珠果群系、雁婆麻群系、蟛蜞菊群系、磨盘草群系、扭肚藤群系、鸡矢藤群系、马缨丹群系、刺蒴麻群系、千里光群系、大叶油草群系、含羞草群系、藿香蓟群系、野牡丹群系、酒饼筋群系、地胆草群系、假杜鹃群系、海刀豆群系、厚藤群系、卤蕨群系、互花米草群系、莲子草群系、鸭跖草群系、四叶萍群系、凤眼蓝群系等 48 群系。此外，人工植被包括果林植被和农作植被，前者主要有荔枝、龙眼、柑橘、芒果等

群系，后者主要有水稻、甘蔗、花生、红薯、淮山以及各种时令蔬菜等 10 个群系，见表 2.3-23。

根据野外调查和历史资料的查证，按照《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(1999 年 8 月 4 日国函 92 号文)，调查区内有珍惜濒危保护植物 4 种，分别是：樟(*Cinnamomum camphora*)、中华结缕草 *Zoysia sinica*、龙眼 *Dimocarpus longan*、苏铁 *Cycas revoluta*。其中，国家 I 级保护植物有苏铁 *Cycas revoluta*，国家 II 级保护植物有樟(*Cinnamomum camphora*)、中华结缕草 *Zoysia sinica*、龙眼 *Dimocarpus longan*。保护植物基本情况见表 2.3-24。从表中可知，这 4 种保护植物均不在厂址范围内。

苏铁为国家 I 级保护植物，位于厂址 NW 方位 4.1km，有 2 株，坐标为 109° 47' 45.37" E，21° 35' 1.17" N。龙眼为国家 II 级保护植物，其中有 3 株位于厂址 WNW 方位 2.5km，坐标为 109° 47' 44.38" E，21° 34' 59.30" N。上述植物通常对盐雾不敏感，建设单位将跟踪关注项目施工和运行对上述保护植物的影响，若有影响，将及时采取相应的保护措施。

2) 野生动物调查

厂址半径 10km 范围，在资料收集分析的基础上，进行现场动物调查和标本采集、观察动物活动痕迹、进行物种鉴定等，给出调查范围内野生动物的种类、分布及活动范围等相关资料，包括两栖类、鸟类、哺乳动物等，重点调查珍稀濒危、法定保护动物和地方特有动物的种类、种群、分布、生活习性、生境条件、繁殖和迁徙行为的规律等。

调查方法为动物样带法，在需要调查的动物群落分布地段内，用测绳拉一直线作为采样基线，然后用随机取样选出起点，沿基线调查两侧宽 25m 范围内动物的种类、种群、分布、生活习性、生境条件等。

在样带调查中，对野生动物，由于动物保护的原因，通常只进行观察记录，不进行标本采集。除了对动物的种类和数量进行调查外，还需要对其生境进行调查，看动物与生境之间的关系如何。

重点调查珍稀濒危、法定保护动物和地方特有动物的种类、种群、分布、生活习性、生境条件、繁殖和迁徙行为的规律等。

调查区域涉及广东湛江和山口国家级红树林自然保护区，保护对象为热带红树林湿地生态系统及其生物多样性，每年有大量候鸟经过或在此越冬，因此根据不同动物类群（两栖、爬行、鸟类和兽类）及其活动规律，选取不同生境（光滩、红树

林、盐田、养殖塘、农田、森林等) 设置调查路线, 并重点调查迁徙候鸟偏好的滩涂、盐田和养殖塘等生境。样线布设如图 2.3-20 所示。

(1) 两栖纲

调查样带区域的两栖动物有 30 种, 分别隶属于 3 目 8 科见表 2.3-25。

数量较多种类有: 黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus*、斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus* 和泽陆蛙 *Fejervarya multistriata* 数量较多为优势种, 沼水蛙 *Hylarana guentheri*、海陆蛙 *Fejervarya cancrivora*、饰纹姬蛙 *Microhyla ornate*、小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*、花姬蛙 *Microhyla pulchra* 和花狭口蛙 *Kaloula pulchra* 等数量较少, 为偶见种。

调查样带区域国家 II 级保护动物有 1 种, 为虎纹蛙 *Hoplobatrachus rugulosus*, 省重点保护动物 6 种, 其中广东省重点保护动物有 1 种, 分别为棘胸蛙 *Quasipaa spinosa*; 广西重点保护动物有 5 种, 分别为黑眶蟾蜍、斑腿泛树蛙、沼水蛙、泽陆蛙和饰纹姬蛙。

(2) 爬行纲

调查样带区域的爬行动物有 2 目 3 亚目 12 科 65 种, 种类组成见表 2.3-26。

爬行类中常见的有中国壁虎 *Gekko chinensis*、变色树蜥、铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*、草腹链蛇 *Amphiesma stolatum*、黑眉锦蛇、灰鼠蛇、渔游蛇 *Xenochrophis piscator*、银环蛇、竹叶青蛇 *Trimeresurus stejnegeri*、舟山眼镜蛇等。

2019 年秋、冬季调查期间没有观察到国家重点保护物种。

(3) 鸟类

本次鸟类调查采用样线法和样点法, 涵盖了调查区内的典型生态环境, 包括灌木混交林、草丛、农田村庄、滩涂湿地、红树林区、人工林等景观。调查区域鸟类种类组成见表 2.3-27。

调查区域分布的鸟类有 18 目 67 科 355 种, 其中, 雀形目鸟类的科、种数最多, 共有 28 科 134 种, 占调查区鸟类总种数的 37.75%, 为优势类群。其次为鸽形目鸟类, 共有 11 科 81 种, 占调查区鸟类总种数的 22.82%。调查区域的鸟类较为常见的有: 小鸬鹚 *Podiceps ruficollis*、苍鹭 *Ardea cinerea jouyi*、白鹭 *Egretta garzetta*、牛背鹭 *Bubulcus ibis*、池鹭 *Ardeola bacchus*、夜鹭 *Nycticorax nycticorax*、黄斑苇鹈 *Ixobrychus sinensis*、赤颈鸭 *Anas Penelope*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、中华鹧鸪 *Francolinus pintadeanus*、白胸苦恶鸟 *Amaurornis phoenicurus*、黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus*、

矶鹬 *Actitis hypoleucos*、环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*、珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、噪鹛 *Eudynamis scolopacea*、普通翠鸟 *Alcedo atthis*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、金腰燕 *Hirundo daurica*、家燕 *Hirundo rustica*、白鹡鸰 *Motacilla alba*、红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*、白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、白喉红臀鹎 *Pycnonotus aurigaster*、棕背伯劳 *Lanius schach*、黑卷尾 *Dicrurus macrocercus*、八哥 *Acridotheres cristatellus*、丝光椋鸟 *Sturnus sericeus*、鹊鸚 *Copsychus saularis*、红尾水鸲 *Rhyacornis fuliginosus*、黑喉石鵒鸟 *Saxicola torquata*、棕颈钩嘴鹟 *Pomatorhinus ruficollis*、纯色山鹡鸰 *Prinia inornata*、黄腹山鹡鸰 *Prinia flaviventris*、长尾缝叶鹩 *Orthotomus sutorius*、暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonicus*、大山雀 *Parus major*、纯色啄花鸟 *Dicaeum concolor*、(树)麻雀 *Passer montanus*、白腰文鸟 *Lonchura striata* 和斑文鸟 *Lonchura punctulata* 等。

调查区域鸟类以候鸟为主，共计 234 种，占总种数的 65.92%，其中冬候鸟 153 种（占总种数的 43.10%）；夏候鸟 43 种（占总种数的 12.11%）；旅鸟 38 种（占总种数的 10.70%）。留鸟 121 种，占总种数的 34.08%。

2019 年秋、冬季调查期间，共记录到国家重点 II 级保护动物 6 种，均为鸟类。

(4) 哺乳动物

调查样带区域由于处在沿海地带，海拔低，人口密度大，人为干扰较严重，分布的植被类型单一，没有发现大型的哺乳动物。分布的小型哺乳动物有 7 目 15 科 36 种。调查区域的哺乳动物种类组成见表 2.3-28。

调查区域的哺乳动物中常见种有：树鼩 *Tupaia belangeri*、臭鼩 *Suncus murinus*、锡兰伏翼 *Pipistrellus ceylonicus*、赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*、褐家鼠 *Rattus flavipectus* 等，但数量不多。调查样带区域的哺乳动物栖息于村庄附近的有臭鼩、锡兰伏翼、黄鼬 *Mustela sibirica*、小家鼠 *Mus musculus*，褐家鼠和屋顶鼠 *Rattus rattus*；栖息于树林的有灰麝鼩 *Crocidura attenuate*、长尾大麝鼩 *Crocidura fuliginosa*、南小麝鼩 *Crocidura indochinensis*、小灵猫 *Viverricula indica*、貉 *Nyctereutes procyonoides*、红腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*、红颊长吻松鼠 *Dremomys rufigenis*；栖息于灌丛、田埂的有板齿鼠 *Bandicota indica*、青毛鼠 *Berylmys bowersi*、巢鼠 *Micromys minutus*、针毛鼠 *Niviventer fulvescens* 和黄胸鼠 *Rattus flavipectus*；洞穴哺乳动物的有中华竹鼠 *Rhizomys sinensis* 和银星竹鼠 *Rhizomys pruinosus*。

2019 年秋、冬季调查期间没有观察到国家重点保护物种。

(5) 参考动物建议

在欧共体的 FASSET 计划中, 陆生生态系统主要考虑了两栖动物、鸟类、鸟卵、食腐类无脊椎动物、飞行类昆虫、腹足类动物、草本植物、苔藓类植物、哺乳动物(鼠)、哺乳动物(鹿)、爬行动物、灌木、土壤无脊椎动物(蠕虫)、乔木等 14 类, 结合厂址区野生动物调查结果, 建议以下种类分别作为辐射影响评价的参考生物, 将来作为重点观测和研究的对象。

两栖类: 斑腿泛树蛙。

鸟类: 白鹭、池鹭、牛背鹭。

鸟卵: 白鹭卵、池鹭卵、牛背鹭卵。

腐食类无脊椎动物: 招潮蟹

飞行类昆虫: 玉带凤蝶、菜粉蝶。

腹足类动物: 福寿螺

草本植物: 五节芒、卤蕨。

苔藓植物: 地钱、葫芦藓。

哺乳类(鼠): 褐家鼠、小家鼠。

哺乳类: 黄鼬。

爬行类: 变色树蜥。

灌木: 酒饼筋、桃金娘、野牡丹。

土壤无脊椎动物: 环毛蚓。

乔木: 木麻黄、湿地松、马尾松。

2.3.2.5 距离反应堆最近的种植区、饲养场、保护区等

距离厂址最近农田见图 2.3-21, 养殖场见图 2.3-22。

厂址半径 10km 范围内 16 个方位距离厂址最近的居民点、菜田、农田、养殖场、自然保护区情况, 见表 2.3-29。

2.3.3 水产资源及生态概况

2.3.3.1 水产资源

1) 概况

据调查统计, 廉江市主要鱼类有: 马鲛、鳙鱼、鲮、多鳞鱮、大黄鱼、鳊鱼、中华青鳞鱼、蓝圆鲹、狗母鱼、海鳗、鲻鱼、银牙鲮、黄鳍鲷、金线鱼、石斑鱼、

鲈、大眼鲷、日本金线鱼、带鱼、大弹涂鱼、鳗鱼、鳎、燕魷、犁头鳐、鲭、马面鲀等，其中以马鲛、石斑鱼、蓝圆鲈、多鳞鱈等鱼类产量较大。

廉江沿海被捕捞的虾类主要有：墨吉明对虾（大虾）、鹰爪虾（硬壳虾）、刀额新对虾（泥虾）、哈氏仿对虾（九虾）、宽沟对虾（兰尾虾）、近缘新对虾（白虾仔）、长毛明对虾、龙虾、赤须虾等。蟹类有：锯缘青蟹（黄蟹）、三疣梭子蟹（花蟹）、红星梭子蟹（三点蟹）、乳斑虎头蟹等。

廉江沿海常见经济贝类主要有文蛤、缢蛏、竹蛏、红螺、栉江珧、牡蛎、东风螺、泥蚶、毛蚶、日月贝、乌贼（墨鱼）、鱿鱼等。

其它还有沙蚕、海蜇、石莼等。

2) 渔业资源调查

2020年11月至2021年8月中国科学院南海海洋研究所对厂址排放口附近海域渔业资源进行了四季调查。调查范围是以厂址排放口为中心，半径30km范围内的海域。包括广东安铺港、英罗港，以及广西铁山港等水域。共布设15个游泳生物调查站位、16个浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼调查站位，调查站位设置详见图2.3-23，2020年秋季、2021年春季、夏季调查期间图中S25站位于军事演习禁区内，删除该站位，并补充新S25站位。

秋季调查，共捕获游泳生物75种。鱼类平均重量密度和平均个体密度分别为 $186.33\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $16050\text{ind.}/\text{km}^2$ 。优势种为短吻蝠、鳗鲡和圆吻海鲷。头足类平均重量密度和平均个体密度分别为 $5.51\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $310\text{ind.}/\text{km}^2$ 。最大重量密度出现在S9站位，为 $16.47\text{kg}/\text{km}^2$ ，最小重量密度为 $0\text{kg}/\text{km}^2$ ，出现在S9、S22、S25站位。最大个体密度为 $1110\text{ind.}/\text{km}^2$ ，出现在S19站位；最小个体密度则出现在S9、S22、S25站位，为 $0\text{ind.}/\text{km}^2$ 。优势种为火枪乌贼。甲壳类平均重量密度和平均个体密度分别为 $47.14\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $7890\text{ind.}/\text{km}^2$ 。最大重量密度出现在S15站位，为 $166.48\text{kg}/\text{km}^2$ ，最小重量密度为 $5.05\text{kg}/\text{km}^2$ ，出现在S19站位。最大个体密度为 $20340\text{ind.}/\text{km}^2$ ，出现在S6站位；最小个体密度则出现在S18、S19站位，为 $740\text{ind.}/\text{km}^2$ 。优势种为须赤虾、锐齿螯和哈氏仿对虾等。

冬季拖网调查共鉴定出游泳动物53种，其中鱼类34种，甲壳类16种，头足类3种。拖网调查渔获物重量密度中，鱼类占88.73%，甲壳类占9.60%，头足类占1.67%；尾数密度中鱼类占54.99%，甲壳类占41.67%，头足类占3.25%。冬季调查渔业资源重量密度平均为 $239.94\text{kg}/\text{km}^2$ ，变化范围为 $164.51\text{kg}/\text{km}^2\sim 342.55\text{kg}/\text{km}^2$ 。渔业资源

尾数密度平均为 $15.40 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $7.59 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 30.04 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。其中鱼类资源重量密度平均为 212.90kg/km^2 ，变化范围为 $138.54 \text{kg/km}^2 \sim 320.66 \text{kg/km}^2$ ；甲壳类资源重量平均密度为 23.03kg/km^2 ，变化范围为 $3.03 \text{kg/km}^2 \sim 67.96 \text{kg/km}^2$ ；头足类重量平均密度为 4.01kg/km^2 ，变化范围为 $0.00 \text{kg/km}^2 \sim 9.79 \text{kg/km}^2$ 。鱼类资源尾数平均密度为 $8.47 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $5.32 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 13.84 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；甲壳类尾数平均密度为 $6.43 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $1.10 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 19.57 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；头足类尾数平均密度值为 $0.50 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $0.00 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 1.01 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。圆吻海鲷、前鳞骨鲷、短吻蝠、哈氏仿对虾、周氏新对虾为冬季调查海区渔获物的优势种。

春季拖网调查共鉴定游泳动物 79 种。其中鱼类 51 种，甲壳类 26 种，头足类 2 种。渔业资源重量密度和尾数密度平均值分别为 298.32kg/km^2 和 $47.91 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，重量密度变化范围为 $102.03 \text{kg/km}^2 \sim 664.26 \text{kg/km}^2$ ；尾数密度变化范围为 $13.08 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 137.27 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。鱼类资源重量密度平均值为 168.19kg/km^2 ，变化范围在 $60.45 \text{kg/km}^2 \sim 424.29 \text{kg/km}^2$ 之间；甲壳类资源重量密度平均值为 122.68kg/km^2 ，变化范围在 $20.47 \text{kg/km}^2 \sim 475.86 \text{kg/km}^2$ 之间；头足类重量密度平均为 7.45kg/km^2 ，变化范围在 $0.00 \text{kg/km}^2 \sim 40.70 \text{kg/km}^2$ 之间。鱼类资源尾数密度平均值为 $12.32 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $6.92 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 31.47 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；甲壳类尾数密度平均值为 $34.93 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $2.95 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 128.92 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；头足类尾数密度均值为 $0.65 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $0.00 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 2.78 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。二长棘鲷、短吻蝠、圆吻海鲷和须赤虾是调查海区春季游泳生物优势种类。

夏季拖网调查共鉴定游泳动物 56 种。其中鱼类 33 种，甲壳类 20 种，头足类 3 种。渔业资源重量密度和尾数密度平均值分别为 253.75kg/km^2 和 $30.65 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，重量密度变化范围为 $55.05 \text{kg/km}^2 \sim 518.99 \text{kg/km}^2$ ；尾数密度变化范围为 $15.10 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 79.39 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。鱼类资源重量密度平均值为 155.69kg/km^2 ，变化范围在 $24.21 \text{kg/km}^2 \sim 490.43 \text{kg/km}^2$ 之间；甲壳类资源重量密度平均值为 94.05kg/km^2 ，变化范围在 $26.22 \text{kg/km}^2 \sim 361.31 \text{kg/km}^2$ 之间；头足类重量密度平均为 4.01kg/km^2 ，变化范围在 $0.00 \text{kg/km}^2 \sim 9.77 \text{kg/km}^2$ 之间。鱼类资源尾数密度平均值为 $18.39 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $2.95 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 52.39 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；甲壳类尾数密度平均值为 $11.76 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $5.32 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 26.83 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ；头足

类尾数密度均值为 $0.50 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ ，变化范围为 $0.00 \times 10^3 \text{ind./km}^2 \sim 1.01 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。鹿斑鳐、丽叶鲹、印度鲷、圆吻海鲷、二长棘鲷、宽突赤虾、日本蟳、口虾蛄和鲜明鼓虾是调查海区春季游泳生物优势种类。根据 2017-2018 年调查中的游泳动物数据，将本次调查的游泳动物结果与历史资料进行一一比较（表 2.3-30）。

2017-2018 年调查的种类数分别为 62 种、68 种、79 种和 68 种。2020-2021 年调查的种类数则分别为 79 种、56 种、75 种和 53 种。

2017-2018 年同期调查分别为 156.52kg/km^2 、 189.24kg/km^2 、 199.38kg/km^2 和 190.72kg/km^2 。2020-2021 年调查则分别为 298.32kg/km^2 、 253.75kg/km^2 、 186.33kg/km^2 和 239.94kg/km^2 。

2017-2018 年同期调查分别为 $15.76 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 、 $21.14 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 、 $16.96 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 和 $10.56 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。2020-2021 年调查则分别为 $47.91 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 、 $30.65 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 、 $16.05 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 和 $15.4 \times 10^3 \text{ind./km}^2$ 。

从游泳动物主要优势种类来比较，2017-2018 年调查为二长棘鲷、短吻鳐、真鲷、黄斑蓝子鱼、丽叶鲹、印度鲷、鹿斑鳐、前鳞骨鲷、鳗鲡、圆吻海鲷、须赤虾、长毛对虾、哈氏仿对虾、锐齿蟳、远海梭子蟹、口虾蛄、火枪乌贼、曼氏无针乌贼。2020-2021 年调查为短吻鳐、鳗鲡、圆吻海鲷、须赤虾、锐齿蟳、哈氏仿对虾、火枪乌贼、前鳞骨鲷、周氏新对虾、二长棘鲷、鹿斑鳐、丽叶鲹、印度鲷、宽突赤虾、日本蟳、口虾蛄和鲜明鼓虾。

2017-2018 年调查与 2020-2021 年调查相比，游泳动物调查无论从种类数、重量和个体渔获率，以及资源密度上来看，数据均比较接近，并无较大变化。

与先前文献已报道的其它物种监测结果比较，调查海域内代表性生物的线粒体基因遗传多样性指标大多处于中等偏上水平，群体内呈均一状态，多样性指标处于线粒体分析指标的正常范围。本海域所有测试物种的遗传多样性指标处于正常水平。

3) 养殖状况及捕捞情况

在厂址及其邻近海域从事海洋渔业生产的主要有廉江市的车板镇、营仔镇和合浦县的山口镇、沙田镇的渔民。厂址附近海域海洋捕捞量统计表见表 2.3-31 所示。厂址邻近海域海水养殖品种、面积和产量详见表 2.3-32 图 2.3-24。

厂址所在乡镇为车板镇，所在市为廉江市。厂址半径 15km 范围涉及的乡镇是廉江市的车板镇、营仔镇、青平镇、高桥镇及红江农场；博白县的大坝镇以及合浦县

的白沙镇、山口镇、沙田镇。以上各地区 2014-2018 年鱼、虾蟹类、贝类及其它水产品捕捞情况见表 2.3-33~表 2.3-37。

厂址半径 15km 范围内水产养殖场分布情况见表 2.3-38。

2.3.3.2 水生生态概况

国家海洋局南海调查技术中心分别于 2020 年 11 月、2021 年 1 月、2021 年 4 月和 2021 年 8 月在厂址排放口周边海域进行了四个季节海洋环境现状调查。

调查范围是以厂址排放口为中心，半径 30km 的扇形范围，按照全面覆盖、重点代表的原则调整站位布设，共布设 33 个大面海水站，17 个生物生态站，4 条潮间带剖面，1 个连续 24 小时观测站。具体的站位如下：

(1) 大面调查站：以厂址排放口为中心，半径 30km 的扇形范围，共布设海水水质 33 个站位、海洋沉积物 14 个站位、生物生态 17 个站位。

(2) 潮间带生物站：共布设 4 条断面共 12 个站，选择不同底质类型的软相（泥、砂）潮间带断面作为调查对象，每条断面分高、中、底潮区设置 3 个调查站。

(3) 污损生物站：取水口附近适宜位置布设 1 个站位。

(4) 定点连续观测站：取水口和排水口附近适宜位置各布设 1 个站位。

详细调查站位布设见图 2.3-25。调查结果总结如下。

1) 水环境

总体上，调查海域 2021 年四季水环境质量较好，符合所属功能区管理要求，本报告根据《海水水质标准》（GB3097-1997）所列指标进行评价。各季水环境具体情况如下：

秋季

2021 年度调查海域秋季 pH、氟化物、活性磷酸盐、硼、溶解氧、盐度、总氮、总磷平面分布基本上都呈现出近岸低远岸高的趋势，而 CODMn、总汞、硅酸盐、硫化物、铅、砷、无机氮、锌、悬浮物、平面分布基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势。

pH、CODMn、石油类、无机氮、硫化物、铅、锌、镉、砷共九项符合水质第一类评价标准；溶解氧和铜两项符合水质第二类评价标准；总汞 1 个站为四类海水水质，其余站均符合二类海水水质；活性磷酸盐有 1 个站超第四类水质标准，其余站均符合。

根据《广东省海洋功能区划》(2011-2020年)和《广西区海洋功能区划》(2011-2020年), 秋季调查站位所属的功能区管理要求中, 位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求; 位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中除 S14 站活性磷酸盐符合水质四类标准和 S24 站超水质四类标准外, 其它各站位各项因子均符合其管理要求; 位于北海珍珠贝海洋保护区的 S5、S6、S7 各项因子均符合其管理要求; 位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站除汞符合水质四类标准外, 其它各项因子均符合其管理要求; 位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S10、S11 站活性磷酸盐符合水质二三类标准, S18、S19 站活性磷酸盐符合水质四类标准, 其余各站各项因子均符合其管理要求; 位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述, 调查海域秋季水质基本符合所属功能区管理要求。

冬季

2021 年度调查海域冬季 pH、盐度、石油类、总氮、总铬、氟化物平面分布基本上都呈现出近岸低远岸高的趋势, 而温度、化学需氧量、悬浮物、活性磷酸盐、硅酸盐、硼平面分布基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势。

pH、化学需氧量、溶解氧、硫化物、铜、锌、镉、汞、砷、总铬共十项符合水质一类评价标准; 无机氮和活性磷酸盐两项符合水质二类评价标准; 石油类符合水质三类标准。

根据《广东省海洋功能区划》和《广西海洋功能区划》(2011-2020年), 冬季调查站位所属的功能区管理要求中, 位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求; 位于英罗港-海康港农渔业区所有站位各项因子均符合其管理要求; 位于北海珍珠贝海洋保护区的 S5、S6、S7 站各项因子均符合其管理要求; 位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站各项因子均符合其管理要求; 位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S18 站石油类符合水质三类标准、铅符合水质二类标准, 其余各站位各项因子均符合其管理要求; 位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述, 调查海域冬季水质符合所属功能区管理要求。

春季

2021 年度调查海域春季 pH、盐度、溶解氧、氟化物、硼、锌平面分布基本上都呈现出近岸低远岸高的趋势, 而温度、化学需氧量、石油类、悬浮物、无机氮、活

性磷酸盐、硅酸盐、总氮、总磷、铜、铅、镉、总汞、砷、锰平面分布基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势。

pH 值、石油类、铜、镉、砷、总铬、硫化物共七项符合水质一类评价标准；溶解氧、铅、锌、总汞四项符合水质二类评价标准；化学需氧量符合水质三类标准；无机氮、活性磷酸盐超四类水质标准。

根据《广东省海洋功能区划》和《广西区海洋功能区划》（2011-2020 年），春季调查站位所属的功能区管理要求中，位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求；位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中 S22 站无机氮，S29 站无机氮、活性磷酸盐，S30 站无机氮、活性磷酸盐，S33 站无机氮、活性磷酸盐超出水质二类标准，其他站位均符合其管理要求；位于北海珍珠贝海洋保护区的除 S5 站无机氮、活性磷酸盐，S7 站无机氮、活性磷酸盐超出水质二类标准，其余均符合其管理要求；位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站除无机氮符合水质二类标准外，其它各项因子均符合其管理要求；位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域春季水质基本符合所属功能区管理要求，春季主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

夏季

2021 年度调查海域夏季 pH、盐度、温度、氟化物、硼平面分布基本上都呈现出近岸低远岸高的趋势，而化学需氧量、石油类、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、硅酸盐、总氮、总磷、硫化物、铜、锌、镉、锰、砷、总汞平面分布基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势。

夏季水质中的 pH、镉、砷、总铬、硫化物五项均符合水质一类标准；化学需氧量、铅、锌、总汞均符合水质二类标准；溶解氧、石油类、无机氮、铜均符合水质三类标准；活性磷酸盐符合水质四类标准。

根据《广东省海洋功能区划》和《广西区海洋功能区划》（2011-2020 年），夏季调查站位所属的功能区管理要求中，位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求；位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中除 S14 站石油类，S23 站溶解氧，S22 站、S23 站和 S28 站铜符合水质三类标准，S29 站无机氮符合水质三类标准，活性磷酸盐符合四类水质标准外，其余均符合其管理要求；位于北海珍珠贝海洋保护区的除 S5 站和 S7 站的无机氮符合水质三类标准，其余各项

因子均符合其管理要求；位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站各项因子均符合其管理要求；位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S10 站、S12 站、S13 站、S18 站和 S19 站溶解氧符合水质二类标准，S12 站的铜符合水质三类标准外，其余各站各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域夏季水质基本符合所属功能区管理要求。

2) 沉积物

沉积物调查结果评价统计显示各站位各评价因子均符合第一类沉积物质量标准，表明调查海域沉积物质量状况良好。

3) 水生生物

2020-2021 年度水生生态调查结果显示，大面积观测站各站叶绿素 a 质量浓度变化于 $(0.08-11.6) \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 3.28 mg/m^3 ，高于 2017 年度平均值 (3.02 mg/m^3) ；脱镁叶绿素质量浓度变化于 $(0.05-9.03) \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 2.59 mg/m^3 ，高于 2017 年度平均值 (2.43 mg/m^3) ；海洋初级生产力变化范围为 $(7.18-683.93) \text{ mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，平均为 $214.25 \text{ mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，等于 2017 年度平均值 $(216.73 \text{ mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}))$ 。

2020-2021 年度调查项目海域共记录到浮游植物 108 种，浮游动物 65 种，底栖生物 48 种，潮间带生物 53 种，鱼卵仔鱼 11 种（含未定种），污损生物 10 种；其中浮游植物个体数量变化范围为 $(228.78 \times 10^4 \sim 249369.32 \times 10^4) \text{ cell/m}^3$ ，平均为 $13375 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，浮游动物生物量属中等水平，分布不均匀，变化幅度为 $(234.03 \sim 2833.56) \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 926.16 mg/m^3 。在密度分布方面，变化幅度为 $(156.28 \sim 535.71) \text{ ind/m}^3$ ，平均密度为 338.97 ind/m^3 ；底栖动物平均栖息密度为 200.01 ind/m^2 ，平均生物量为 23.74 g/m^2 ；潮间带生物平均栖息密度为 155.50 ind/m^2 ，平均生物量为 134.33 g/m^2 ；污损生物平均生物量为 327.90 g/m^2 ，平均栖息密度为 862.67 个/m^2 。

对比 2020-2021 年度和 2017-2018 年度大面调查数据，由表 2.3-39 可知，除鱼卵仔鱼种类从 34 种减少为 11 种和潮间带植物的多样性指数由 2.91 降至 2.46，其他水生生物的多样性相当。

2.3.3.3 经济鱼类和保护性水生生物生活习性及其活动区

1) 主要经济鱼类及三场分布

a) 斑鲹 *Clupanodon punctatus* (Temminck et Schlegel)

斑鲹属于鲱形目，鲱科、鲹属。俗称黄鱼。

地理分布：世界产区有波利尼西亚、中国、日本和印度。在我国分布于黄海、东海和南海。广东、广西沿岸均有分布。

生活习性：斑鲹属于中下层和中上层兼栖型鱼类，白天多在中下层觅食，晚间则上浮至中上层。

洄游移动：斑鲹它不属于长途洄游的鱼类，仅在栖息的海湾内外移动，每年 8 月份陆续从较深的区域集群游向沿岸浅水区域索饵，并选择适当场所产卵。斑鲹分布相对较广，但多分布在一些盐度相对较高的河口、浅海内湾。

b) 二长棘鲷 *Parargyrops edita* Tanaka

二长棘鲷属于鲈形目，鲷科、二长棘鲷属。俗称鱼立鱼、圆头鱼立。

地理分布：世界分布区有日本、朝鲜、中国、印度尼西亚、越南等。我国分布于南海和东海南部，其中南海以北部湾海区为盛产。

生活习性：二长棘鲷属暖温性近底层鱼类，适温范围为 21—27° C，底质以泥和泥沙为适宜，底层盐度范围为 31.0—34.8，但盐度低于 33.2 的海区分布较少。

洄游移动：二长棘鲷喜结群，成鱼平时栖息于较深水域，分布广且移动性不大，其洄游多见于产卵时期。每年 10—11 月份期间，亲鱼性腺逐渐发育，到 12 月份至翌年 2 月份鱼群洄游移动至沿岸一带水域产卵，鱼群产卵结束后，鱼群分散并移至较深一带水域栖息。

c) 长丝鰕虎鱼 *Cryptocentrus filifer* (Cuvier et Valenciennes)

长丝鰕虎鱼隶属于鲈形目、鰕虎鱼科、丝鰕虎鱼属，俗名丝虎鱼。分布于新加坡、印度尼西亚、我国南海、台湾海峡一带、日本以及沿海等。

d) 海鲇 *Ariussinensis lacepede*

海鲇，隶属于鲇形目海鲇科海鲇属的 1 种鱼类，又名赤鱼，青松鱼。体长形，稍粗壮；长 500-800 毫米，重 2-3 千克，最大个体可长 1.5 米。头大且平扁，眼较小，眼间隔宽而平坦、口大。下位，在口角外形成较厚的唇褶。腭骨牙呈绒毛状每侧 3 群。有触须 3 对，上颌 1 对较长，下颌 2 对较短、体裸露无鳞、皮肤光滑侧线明显且平直。体背部深绿色，腹部银白色。背鳍位于胸鳍后上方；背鳍、胸鳍各有一硬棘，棘的前后缘有锯齿；尾鳍深叉形呈灰黄色；其他各鳍均为浅紫色。

地理分布：分布于印度洋和太平洋。我国产于南海和东海，尤以南海产量较多。

生活习性：为暖水性底层鱼类，常在缓流的泥沙底活动，主要以甲壳类、贝类等以及小鱼为食。在生殖季节结成成群，游向沿岸和河口浅水产卵。在北部湾，雷

州半岛西岸外有其主要产卵场。产卵期为 3-6 月。怀卵量 200-300 粒。卵大,直径平均约 12 毫米,重约 1 克,沉性。雄鱼有口内孵卵育仔习性。

e) 短吻鲷 *Leiognathus brevirostris* (Valenciennes)

短吻鲷(学名: *Leiognathus brevirostris*), 为鲈形目、鲷科的其中一个种。体长为体高的 2.7 倍, 头长的 4.3 倍。胸部无鳞, 侧线可达尾柄末端, 背鳍第二硬棘不作丝状延长, 且不及体高的 1/2, 背鳍第三到第四枚硬棘间有一不明显黑斑。背鳍有硬棘 8 枚、软条 16 至 17 枚, 臀鳍有硬棘 3 枚、软条 14 枚。两颌可向前伸出, 形成一向下斜的口管。口裂始于眼下缘水平线上。胸部有鳞。项部有一深蓝色鞍状斑, 背鳍棘上半部有一深黑色斑, 眼上缘至尾基有一黄色纵带。

地理分布: 本鱼分布于印度太平洋区, 包括东非、马达加斯加、毛里求斯、马尔代夫、斯里兰卡、印度、孟加拉湾、泰国、马来西亚、越南、日本、台湾、中国、印尼、澳洲、新几内亚、密克罗尼西亚、帕劳、马绍尔群岛、马里亚纳群岛等海域。

生活习性: 暖水性鱼类。栖息于近岸海区向下至深度大约 40 米, 成群出现。常出现在河口的咸水域, 捕食小型甲壳类、多毛类维生。

f) 长毛明对虾 *Penaeus penicillatus* Alcock

长毛明对虾属十足目, 对虾科、对虾属。属暖水性种类, 是南海北部的重要经济虾类之一。分布于马来西亚、印度尼西亚、缅甸、巴勒斯坦等国家以及我国的福建、台湾、浙江、广东、广西沿岸海域。主要分布于水深 40m 以内, 产卵期向河口移动, 进行产卵繁殖, 幼虾在河口长成后, 移向较深的水域生活。

g) 须赤虾 *Metapenaeopsis barbata* (De Haan)

须赤虾为十足目、赤虾属海洋生物, 俗名铁壳虾。印度尼西亚、日本、朝鲜及我国南海、东海各省区均有分布。栖息于水深 5-220 米之软泥至细砂底海区, 尤以 20-70 米海区为密集, 其对水温和盐度变化有较强的适应能力, 底质自软泥至细沙环境都能适应。除摄食底栖生物外, 还摄食底层游泳生物和游泳动物。系重要经济虾类。

h) 哈氏仿对虾 *Parapenaeopsis hardwickii* (Miers)

哈氏仿对虾, 属十足目, 对虾族, 对虾科, 仿对虾属, 俗称滑皮虾、呛虾。其体形与对虾相似, 且个体较大, 肉鲜美。体长 60—95 毫米, 甲壳较厚而坚硬, 表面陷沟处有软毛。额角长, 末端尖细, 基部上缘微隆起, 中部向下弯曲。眼较大, 腰形, 斜生, 眼柄粗短。

地理分布：中国黄海南部和东海北部均有分布,国外分布于巴基斯坦、印度、新加坡、马来西亚等国。

生活习性：为亚热带、热带暖水种。栖息于水深 70m 以内不同地质的海底,30m 以内的沿岸水域分布较密集。摄食虾类、桡足类、硅藻类、小型鱼类、多毛类、双壳类等 16 个类群。

i) 远海梭子蟹 *Portunus pelagicus* (Linnaeus)

远海梭子蟹属于十足目,梭子蟹科、梭子蟹属。经济价值高的暖水性种,栖息于 5—30m 水深的泥及沙质的浅海海域,分布于日本、塔西提、菲律宾、泰国、马来群岛、澳洲和东非等海域,我国分布于浙江以南海区,包括浙江、福建、台湾、广东、广西等。

j) 火枪乌贼 *Loligo beka* Sasaki

火枪乌贼隶属于枪形目,枪乌贼科、枪乌贼属。火枪乌贼为小型头足类,经济价值高,为沿岸、河口的暖水性种类,春季集群产卵洄游,栖息于 10—30m 水深的浅海海底,分布于日本群岛南部,我国分布于浙江、福建、广东、广西等沿岸海域。

k) 曼氏无针乌贼 *Sepiella maindroni* de Rochebrune

曼氏无针乌贼属于乌贼目,乌贼科。俗称花粒子、麻乌贼、血墨。分布于印度洋、太平洋西部。广温性种类,我国沿海均产,分布中心在我国浙江和闽东海域。中小型乌贼类,为我国沿海产量最大的一种乌贼。喜趋光,具昼夜垂直移动的习性。产卵期为冬、春季。栖息水温为 16.0—24.0° C,适应盐度 30.00—33.00。

根据渔业资源调查专题成果,目前认为厂址排放口邻近海域 15km 范围内无主要经济鱼类的三场分布。根据原中华人民共和国农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》,南海中上层鱼类产卵场及底层、近底层鱼类产卵场均在厂址排水口 30km 以外。

2) 保护区及受保护水生生物状况

(1) 保护区

厂址排放口周边海域保护区主要有国家级自然保护区 3 个,即广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和广西合浦儒艮国家级自然保护区,详见 2.3.1.3 章节。

(2) 保护性水生生物

厂址排放口周边海域保护性水生生物主要是指列入《国家重点保护的野生动物名录》的一级和二级保护动物。根据调查和收集，本工程排放口周边海域主要保护性水生生物有儒艮、中华白海豚、文昌鱼、江豚和中国鲎。

儒艮别名海牛、美人鱼，属哺乳纲海牛目儒艮科，拉丁学名（*Dugong dugon*）。系海生草食性兽类，属国家一级保护动物，其栖息地与水温、海流以及作为主要食物的海草分布有密切关系。多在距海岸 20 米左右的海草丛中出没，有时随潮水进入河口，取食后又随退潮回到海中，很少游向外海。

儒艮行动缓慢，性情温顺，视力差，听觉灵敏，平日呈昏睡状。饱食后除不时出水换气外，爱潜入 30~40 米深的海底，伏于岩礁等处静候，从不远离海岸到大洋深海去。对海温有一定的要求，不去冷海。对冷敏感，水温低于 15℃，易染肺炎死去；水质差也易罹皮肤溃疡、内寄生虫等。儒艮喜成群活动，以 2~3 头的家族群活动，虽然常单独行动，但也会组成 6 头左右的小群体，有时会达数百头以上。在隐蔽条件良好的海草区底部生活，定期浮出水面呼吸。生性害羞，只要稍稍惊吓，就会立即逃避。从不远离海岸。行动速度不快，一般每小时 2 海里左右，在逃跑时也不过 5 海里。一般每 1 至 2 分钟浮至水面一次，但有时会潜水达 8 分钟以上。上浮时仅将吻部尖端露出水面，下潜时会像海豚一般整个身体垂直旋转 1 圈。一般而言每天会游动 25 公里左右的距离。

儒艮仅摄食海床底部生长的植物，深度约在 1 到 5 米左右，以多种海生植物的根、茎、叶，与部分藻类等为食，常会吃掉整株植物。它们不会使用门牙来咬断海草，而是以其大而可抓握的吻来摄食。有时它们会留下一条啃食过的痕迹，当退潮时海草林露出水面即可见到。儒艮一般白天或晚上皆会进食，但在人类活动频繁的地区则多半在晚上觅食。每天要消耗 45 公斤以上的水生植物，有很大一部分时间用在摄食上。觅食海藻的动作酷似牛，一面咀嚼，一面不停地摆动着头部，所以又有“海牛”一名。

本次水生生态四季调查均未发现儒艮分布

中国鲎俗称海怪、三刺鲎。在动物分类学上隶属于节肢动物门 ARTHROPODA，肢口纲 MEROSTOMATA，剑尾目 XIPHOSURA，鲎科 TACHYPLEIDAE，鲎属 *Tachypleus*，拉丁文学名 *Tachypleus tridentatus*（Leach）。

中国鲎一般生活在深海区，主要吃小型无脊椎动物、薄壳小贝类、海豆芽、海葵等。平时生活于水深 40m 以内的泥沙质海底，以蠕虫、环节动物、腕足动物及软体动物为食，昼伏夜出。

由于中国鲎生长周期长，需要近 13 年时间才能繁殖，保护形势严峻，因此我国广东省、广西壮族自治区、福建省和江苏省将其列为重点保护水生野生动物。本次水生生态四季调查均未发现中国鲎分布

本调查期间调查水域均没有发现儒艮和其他珍稀或濒危海洋生物物种。也未出现国家级和省级保护性鱼类。

2.3.4 工业、交通及其它相关设施

2.3.4.1 工业

1) 工业现状

2018 年，廉江市规模以上工业企业 272 家，完成规模以上工业总产值 375.44 亿元。其中，国有企业完成产值 8323 万元，集体企业完成产值 6704 万元，股份制企业完成产值 310.39 亿元，外商及港澳台企业完成产值 58.39 亿元，其他企业完成产值 5.16 亿元。完成规模以上工业增加值 103.6 亿元。全市规模以上工业企业产品销售率 96.9%，经济效益综合指数 306.0%，实现利税总额 11.1 亿元，实现利润总额 6.23 亿元，全员劳动生产率 32.0 万元/人。

2018 年，廉江市实现生产总值（GDP）562.54 亿元。其中，第一产业增加值 109.58 亿元，第二产业增加值 268.23 亿元，第三产业增加值 184.73 亿元。三次产业结构为 19.4：47.8：32.8。在第三产业中，交通运输、仓储和邮政业增加值 31.47 亿元，批发和零售业增加值 32.86 亿元，住宿和餐饮业增加值 9.29 亿元，金融业增加值 5.07 亿元，房地产业增加值 34.61 亿元，其他服务业增加值 68.67 亿元民营经济增加值 350.76 亿元，民营经济增加值占全市生产总值（GDP）的比重 62.3%。全市人均生产总值 37198 元。

廉江市有三家通讯单位，分别为中国电信廉江分公司、中国移动广东公司廉江分公司和中国联通廉江市分公司。其中固话覆盖率 32.96%，通讯基站 766 个。其中车板镇共有 30 个基站、营仔镇共有 25 个基站、高桥镇共有 23 个基站、青平镇共有 52 个基站、红江农场共有 2 个基站。

厂址半径 15km 范围内涉及的行政区域是广东省廉江市车板镇、营仔镇、青平镇、高桥镇和红江农场；广西省合浦县的山口镇、白沙镇和沙田镇，博白县的大坝镇。厂址半径 15km 范围内规模较大企业共 27 家，从业总人数为约 2700 人，主要产业包括：LED 灯具生产、胶合板制造、木材加工、水产品冷冻加工、木质家具制造及生产商品混凝土等。厂址半径 15km 范围内对当地经济起重要作用或规模较大，职工人数较多的主要企业分布情况见表 2.3-40，主要企业分布见图 2.3-26。

厂址半径 15km 范围内的矿产资源共有 10 处，其中青平镇 3 处，为建筑用花岗岩矿；车板镇 2 处，为页岩矿；山口镇 2 处，为砖瓦用页岩矿区；大坝镇 3 处，为砖瓦用页岩矿。

矿产资源分布见表 2.3-41，距离厂址最近的矿产为车板镇大坝村文头岭村页岩矿区，位于厂址 NNE 方位 3.0km 处。

2) 工业发展规划

廉江市工业规划形成“一园四区六大产业集群”的发展格局。一园指佛山顺德（廉江）产业转移园。四区指金山工业区、沙塘工业区、良垌工业区和龙头沙临港产业区。六大产业集群指家电产业、木制品与家具产业、食品加工业、陶瓷建材产业、饲料加工业、能源及重化配套产业集群。

充分利用港口条件和区位优势，大力发展能源、化工、装备制造、海洋生物等临港产业，重点推动湛江-北海粤桂北部湾经济合作区建设，打造廉江临港产业区的支柱产业。2020 年形成能源、重化工业产业链，即海岸线+港口+石化、钢铁下游配套产业+临港产业园（装备制造、塑料、精细化工等）+物流海运。

本工程为廉江核电项目 1、2 号机组工程。从廉江市的工业发展定位看，廉江核电项目属于大力发展的能源项目，与规划相容。

另外，2016 年 2 月，国家电投与广东省签订“十三五”战略合作协议，确定“十三五”期间国家电投在粤开发建设廉江核电项目。2016 年 12 月，国家《能源发展“十三五”规划》发布，廉江田螺岭厂址列入国家“十三五”规划开工备选目录（二类厂址）。2017 年，廉江核电项目先后列入广东省《能源发展“十三五”规划》新开工项目、《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》开工建设项目。2019 年，廉江核电项目列入《中共湛江市委关于加快建设省域副中心城市打造现代化沿海经济带重要发展极的决定》中“能源支撑项目”。因此，从国家层面、广东省层面和湛江市层面，均已经将廉江核电项目列入能源发展规划，满足规划相容性要求。

厂址半径 5km 范围内主要涉及车板镇、青平镇和高桥镇三镇，其中仅车板镇镇区位于 5km 范围内，车板镇围绕三大重点产业发展方向，重点布局三大产业板块，西南部重点布局滨海旅游区，主要以娱乐康体用地为主；南部重点布局港口物流基地，主要以港口用地为主；东部重点布局临港产业区，主要以工业用地为主。厂址半径 5km 范围内无大型工业发展规划。

2.3.4.2 交通

1) 陆上交通

厂址半径 15km 范围内涉及的行政区域是广东省廉江市车板镇、营仔镇、青平镇高桥镇和红江农场；广西壮族自治区北海市合浦县的山口镇、白沙镇和沙田镇；玉林市博白县的大坝镇。

厂址半径 15km 范围内没有铁路线经过。有正在规划设计的合湛高铁，合湛铁路全长 191km，其中，廉江段长 47km，设计行车速度 300km/h，途径廉江市的高桥镇、青平镇、营仔镇、横山镇，设青平站和横山站。规划铁路距离厂址的最近距离为 6.6km，位于厂址的 NE 方向。

陆上公路主要有东西向 G75 渝湛高速公路，廉江境内长 42.5 公里，经高桥、青平、营仔、横山四镇，于 2005 年 12 月 28 日通车，现计划在车板镇增设龙头沙港出入口，青平镇息安村委增设息安出入口。

国道 G228 丹东-东兴线，廉江境内起点为西垌、终点为广西山口，廉江境内 53.746 公里，路基宽度 14.5m，设计时速 80km/h，双向四车道一级公路标准。G325 广州-南宁线：在青平石圭坡至广西山口段与 G228 重合，改为国道 G228 线。

国道 G241，山口—沙田段长 14.49km，双向四车道一级公路标准。

省道 S388 线那霍至界炮 118.776km，将原 X678、X673 县道升级改造为省道，廉江境内始点于石角镇丰满，经和寮、长山、青平、车板、营仔，终点于绥溪界炮镇接遂溪段界，廉江境内长约 106.902 公里。

距离厂址最近的县级以上公路是省道 S388(原县道 X673 处)，最近距离是 2.7km，位于厂址的 ENE 方向。

厂址设置了进厂道路和应急道路。进厂道路从厂区主出入口向南接至县道 X673（二级公路），同时可至车板镇；应急道路从厂区应急出入口接至高速公路 G75，途中与县道 X673 相通。应急道路等级为二级公路。

厂址半径 15km 范围内现有主要陆上交通公路分布情况见表 2.3-42，交通公路分布见图 2.3-27。

厂址半径 5km 范围内主要涉及车板镇、青平镇、高桥镇和红江农场。主要道路有东西向的渝湛高速公路 G75。还有省道 1 条 S388、乡道 16 条，交通便利。距厂址最近道路是车板-车板敬老院乡道 Y857，距厂址最近距离为 0.7km，位于厂址的 SSW 方向。具体见表 2.3-43，分布见图 2.3-28。

2) 水上交通

(a) 码头

厂址半径 15km 范围内的码头有龙头沙码头和营仔港 2 个。其中，龙头沙港口位于厂址 S 方位约 10.0km 处，营仔港位于厂址 SE 方位约 14.0km。

龙头沙码头：是北部湾沿岸天然良港，是湛江市唯一深水渔港。现有 1000 吨级码头 200 米，泊位两个，吞吐量 20 万吨，码头堆场 4 万平方米，护岸堤 1000 米。年平均停靠船只 600 只，主要装卸货物为水产品，无危险品运输。

营仔港：长 618 米，宽 240 米，港区水域面积 15 万平方米，1990 年经农业部批准为营仔渔业港区，属综合性港口，由渔业作业区和商业口岸等部分组成。泊位 5 个，均为 1000 吨以下。主要装卸货物为水产品、煤，无危险品运输。

厂址半径 15km 范围内的码头分布情况，见表 2.3-44。

(b) 水路航线

厂址半径 15km 范围内水路航线有 2 条，分别为安铺（营仔）航道、安铺（龙头沙）航道。安铺（营仔）航道距离厂址 SE 方位的 14.0km，安铺（龙头沙）航道距离厂址 SSW 方位的 6.4km。详见表 2.3-45，分布图见图 2.3-29。

3) 机场及航空线

根据中国民用航空中南地区空中交通管理局提供的相关资料，厂址半径 16km 范围内没有现行的民航运输机场；厂址半径 4km 范围内没有现行民航使用的航路(线)。

距离最近的机场是湛江机场和北海机场，最近距离分别为 68.6km 和 54km。本工程位于湛江机场西北方向，直线距离为 68.6 公里。湛江新机场（湛江吴川机场）已投运，本工程位于湛江新机场西向，直线距离为 81.7 公里。新机场的进离场航线距厂址最近的航段是草塘 VOR/DME 至南康 VOR/DME 的离场航线，最近距离为 5.7km，厂址位于该离场航线的飞行程序保护区内。针对湛江新机场往南康 VOR/DME 离港的航空器与厂址相互影响的问题，建设单位委托北京全顺辅科贸有限公司开展

了相关专题研究。北京全顺辅科贸有限公司于 2020 年 6 月完成了《广东廉江核电项目厂址区域民用飞机坠机概率评估报告》。根据报告结果，厂址区域内坠机概率小于筛选概率水平，根据国家核安全局《核电厂厂址选择的外部人为事件》(HAD101/04)的规定，不必对相关航路航线做进一步地详细评价。中国民用航空中南地区管理局于 2020 年 6 月 29 日复函《民航中南局关于广东廉江核电项目厂址附近民用航线位置及距离等信息的复函》(民航中南局函[2020]178 号)同意报告中的坠机概率分析结论。

4) 廉江市交通发展规划

廉江市交通发展规划是以市域村镇体系规划为基础，以骨干公路网和交通枢纽建设为重点，推进城乡、区域交通协调发展，形成与廉江市城市发展方向相适应的快速、安全、高效的现代化城市综合交通运输体系。

(1) 公路规划

① 高速公路

规划形成“两横两纵”的高速公路格局：“两横”是指已建的沈海高速和建设中的汕湛(云湛)高速--雷州半岛高速公路；“两纵”是指已建的兰海高速和建设中的玉湛高速。G75 渝湛高速公路，现计划在车板镇增设龙头沙港出入口，青平镇息安村委增设息安出入口。

② 干线公路

干线公路网包括“两横一纵”的国道系统、环雷州半岛的沿海公路以及八条放射型干道。其中“两横一纵”的国道系统分别为南北向的 G325-G228(原 G325 国道)以及东西向的 G325 国道(规划新改线)和现状的 G207 国道，八条放射型干道为：廉坡线、廉湛快线、廉湛线、廉安线、廉龙线、廉塘线、廉石线、廉化线。

(2) 铁路规划

积极与铁路部门沟通，加大基础设施投入，提升铁路在区域经济发展中的地位 and 作用。整合河唇站、廉江站，建设新廉江站，提高廉江的区域交通地位；配合龙头沙港口开发，结合合湛铁路建设，规划廉江港(龙头沙)铁路专线；根据国家中长期铁路网规划，积极对接合湛客运专线建设，推动青平站和廉江南站的建设。

(3) 水运规划

加快龙头沙港口建设，改造营仔港。按照将龙头沙港建设成为湛江地区中型综合枢纽港的目标，积极开展龙头沙万吨级深水码头前期勘查工作。同时结合港口开发，建设临港工业区。

（4）航空规划

湛江机场迁建工程基本完成，湛江新机场（湛江吴川机场）已投运。

厂址半径 15km 范围主要交通规划见表 2.3-46，廉江市市域综合交通规划见图 2.3-30，厂址半径 15km 范围内陆上交通规划见图 2.3-31。

5）车板镇陆上交通规划

（1）高速公路

将车板镇渝湛高速公路出入口和连接线征地和建设工作作为近期重点进行推进，出入口的建设将在改善车板对外联系、提升交通区位、带动镇区发展发挥重要作用。

（2）干线公路规划

构建完整的干线公路网系统，与镇域乡村和周边城镇形成良好的交通联系。镇域交通规划形成“四横四纵的干线公路网”。四横：国和二路、车营路、海营路、广东滨海旅游公路（东西向）。四纵：疏港大道、县道 673、国和三路、广东滨海旅游公路（南北向）。

疏港公路：加快建设疏港公路（连接国道 325 至龙头沙港，联系青平、车板、龙头沙港等城镇）作为龙头沙港对外联系的主要道路，按一级公路标准建设，路幅宽度控制在 50 米。

广东滨海旅游公路：抓紧推进广东省确定的沿海公路（联系安铺、营仔、车板、高桥等城镇，衔接湛江市环岛公路）的建设，路幅宽度控制在 45 米。

乡道：乡道远期控制道路宽 10 米，两侧远期控制 5 米绿化隔离带。

（3）交通设施规划

规划在老城区和龙头沙新城各选址一处建设二级汽车客运站，并配置公交首末站，用于老镇区与龙头沙的接驳，加强老镇与园区的交通联系。

客运站场设施规模根据《汽车客运站级别划分和建设要求》（JT/T200—2004），规划车站占地面积按每 100 人次日发送量指标进行控制和预留，一级车站按 360 平方米/百人次计算；二级站按 400 平方米/百人次计算；三、四、五级站按 500 平方米/百人次标准计算。

（4）港口

加快龙头沙国家一级渔港和龙头沙万吨级深水港口建设。按照将龙头沙港建设成为湛江地区中型综合枢纽港的目标，积极开展龙头沙万吨级深水码头前期勘查工作。同时结合港口开发，建设临港工业区。建议设立龙头沙港口工业区管委会，统筹协调渔港改造、深水港建设、临港工业开发、配套设施建设等重大事项；积极与湛江港开展合作，利用湛江港的优势实现廉江港跨越式发展。

(5) 铁路

预留龙头沙港口铁路专用线，往北连接到湛合铁路，为港口物流提供运输支撑。

车板镇镇区道路交通规划见图 2.3-32。

2.3.4.3 危险品设施

1) 固定危险源

厂址半径 15km 范围内危险品生产、贮存企业共有 57 家，其中 21 家为加油站、33 家为烟花爆竹生产或经营企业（4 家为烟花爆竹生产企业，29 家为烟花爆竹经营企业）、2 家液化石油气储配站、1 家为危险品使用企业（乙炔）。

厂址半径 5km 范围内的危险品生产贮存企业有 12 家，其中 2 家为加油站、其余 10 家均为烟花爆竹经营企业，距离厂址最近的危险品生产贮存企业是位于廉江市车板镇龙塘村委会公共服务站旁边的廉江市车板谢石秀爆竹专店，距离 2.4km，方位 ESE，最大贮存烟花爆竹 60kg。

厂址半径 15km 范围内危险品生产、贮存企业详细说明见表 2.3-47。

由表可见，其中有 11 个加油站、18 家烟花爆竹公司及 1 个液化气站位于核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）推荐的 10km 筛选距离值内。

对于烟花爆竹经营企业，距厂址最近的为位于厂址 ESE 方位约 2.4km 处的廉江市车板谢石秀爆竹专店（谢贤林屋），其最大贮存量为 60kg。另外，距离较近且储量较大的烟花爆竹经营企业为位于厂址 ESE 方位约 3.1km 处的廉江市车板现代烟花爆竹专店，其最大贮存量为 250kg。

采用核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）附录 II 中对于 7kPa 压力值（正的入射峰值压力）的建议关系式计算。计算结果表明，上述烟花爆竹经营企业的存在或运行不会影响本工程的建设 and 安全运行。

对于汽油、柴油存储设施，其中距厂址最近的为位于厂址 SE 方位约 3.2km 处的廉江市车板新风加油站。廉江市车板镇新风加油站存储量为汽油 20m³，柴油 20m³，单罐贮存罐（容器）最大贮存量为汽油 20m³，柴油 20m³。单罐储量最大且距离较

近的为位于厂址 NNW 方位约 6.8km 的中石化广东湛江廉江通达 A 加油站，该加油站储存量为汽油 100 吨，柴油 50 吨，单罐贮存罐（容器）最大贮存量为汽油 100 吨，柴油 50 吨。储量最大且距离较近的为位于厂址 NNW 方位约 7.2km 的中石化广东湛江廉江通达北加油站，该加油站储存量为汽油 75 吨，柴油 90 吨，单罐贮存罐（容器）最大贮存量为汽油 45 吨，柴油 45 吨。

采用核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）附录 II 中对于 7kPa 压力值（正的入射峰值压力）的建议关系式计算。计算结果表明，上述油类存储设施的存在或运行不会影响本工程的建设及安全运行。

对于液化气站，根据目前调查结果，位于筛选距离内的液化气站只有 1 家，为位于厂址 NW 方位约 7.9km 的廉江市茂盛石化有限公司（原高桥液化石油气储配站）。该液化气站最大贮存量为 240m³。

采用核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）附录 III 中对于液化气罐破裂后，单一喷放浓度高于点燃极限值距离的计算公式，计算潜在燃烧源和核电厂安全有关物项之间的允许距离。计算结果表明，上述液化气站不会影响本工程的建设及安全运行。

2) 移动危险源

廉江市危险品运输企业的管理，并没有限制运输车辆的运输路线，只是在一定程度上让运输车辆避开人流密集的城市和其他一些保护区。2018 年廉江市运输的危险品主要包括二号岩石乳化炸药、导爆索、雷管、烟花爆竹。厂址附近近年未发生危险品运输事故。

厂址半径 15km 范围内危险品运输经过的道路主要是：国道 G228 线、省道 S388 线（原县道 X673 线）、县道 X674、国道 G241 和县道龙潭一大坝线。运输危险品的线路距离厂址中心最近的是省道 S388 线，距离厂址最近距离约 2.7km，位于厂址的 ENE 方向。

厂址半径 15km 涉及合浦县的危险品运输主要是烟花爆竹和油品，运输路线主要通过 G228（原 G325）—G241 或 G228（原 G325）—G241—Y011 运往白沙镇、山口镇和沙田镇等，距离厂址最近的运输路线是乡道 Y011 线，距离厂址中心最近距离 8.9km，位于厂址的 W 方向。

厂址半径 15km 涉及博白县大坝镇的危险品运输主要是油品，运输路线是县道龙潭一大坝线，距离厂址中心最近距离 12km。

厂址附近公路和铁路危险品运输情况见表 2.3-48。

运输危险品的线路距离厂址中心最近的是省道 S388 线，距离厂址最近距离约 2.7km，位于厂址的 ENE 方向，最大运输量为 10 吨烟花爆竹每车或 22 吨油品每车。

厂址半径 15km 范围内水路航线有 2 条，分别为安铺（营仔）航道、安铺（龙头沙）航道。安铺（营仔）航道距离厂址 SE 方位的 14.0km，安铺（龙头沙）航道距离厂址 SSW 方位的 6.4km。目前上述港口均无危险品运输，主要为渔业码头和杂件运输，唯一运送危险品的船只为加油船，专门为出海打鱼的渔船加油，最大油量为 100m³。

根据《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）推荐的方法可以计算得到，陆上运输炸药和海上运送汽柴油均不会对本工程的建设及安全带来影响。

3) 天然气管线

目前，廉江市及各镇敷设的城市天然气管网主要为中、低压管网。截至 2018 年底，廉江市及镇中低压管网长度共约 120km，DN200 以上约 30km，DN200 以下约 18km，低压管网长度共约 72km；廉江市及各县均无投产运行的天然气门站及区域调压站；廉江市压缩天然气（CNG）供气对象为 CNG 汽车用户及管道没有通达的镇区居民用户、工商业用户；廉江市液化天然气（LNG）供气对象为管网没有通达的居民用户、工商业用户，全市共建有 2 座 LNG 气化站。

据现场调查，厂址半径 15km 范围内有广西液化天然气（LNG）项目粤西支线，支线管道始于广西北海市闸口输气站，终于广东茂名市茂名输气站，全长 205 公里，管径 DN550，设计压力 10Mpa，设计输气量为 23 亿方/年。其中粤西支线广东段总长 155 公里（湛江市境内约 115 公里，茂名市境内约 40 公里），湛江市境内管道经过廉江市、遂溪县、吴川市共三个县市，设置站场 1 座（湛江输气站）、线路截断阀室 5 座（南门垌阀室、上白路岭阀室、鸭菜岭阀室、书房仔阀室、里山尾阀室），茂名市境内管道经过化州市、茂南区共两个区县（市），设置 1 座站场（茂名输气站），线路截断阀室 2 座（东岸阀室、竹山阀室）。

距离厂址最近的管线位于廉江市高桥镇横岭村附近（南门垌阀室所在地），距离厂址中心为 9.1km，NNE 方位。

根据核安全导则《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04），可认为上述天然气管线不会影响本工程的建设及安全运行。

表 2.3-1 厂址半径 10km 范围内土地利用情况表（2018 年）单位：公顷

序号	土地类型	车板镇	营仔镇	青平镇	高桥镇	红江农场	三口镇
1	耕地	3465.47	5542.32	7325.19	2248.96	300.45	3025.41
2	园地	619	738	5791.88	916.16	1907.66	97.59
3	林地	3408.61	4169.24	9160.47	2054.62	382.23	6264.48
4	草地	46.61	153.02	57.21	88.47	12.39	104.91
5	城镇村 及工矿用地	866.69	1609.24	2506.5	786.37	347.31	121.50
6	交通 运输用地	160.14	269.77	432.97	140.5	77.83	426.87
7	水域及 水利设施用 地	3321.77	8751.49	1973.44	2073.01	339.19	1704.68
8	其他土地	143.97	152.84	416.52	132.08	23.38	90.65
9	合计	12032.26	21385.92	27664.18	8440.17	3390.44	12971.37

表 2.3-2 廉江地表水一级环境功能区划表（河流部分）

序号	一级水功能区名称	所在主要行政区			范围		长度 (km)	水质现状	水质管理目标	
		水系	水资源四级区	县级行政区	起始范围	终止范围			2020年	2030年
1	高桥河廉江开发利用区	高桥河	雷州半岛	廉江市	省界下 3 公里	廉江市高桥镇德耀村	9	劣 V	按二级区划	
2	青平河廉江开发利用区	青平河	雷州半岛	廉江市	廉江市青平镇横桎埗村	廉江市车板镇龙头沙村	28	II~III	按二级区划	

表 2.3-3 廉江地表水二级环境功能区划表（河流部分）

序号	水功能二级区名称	所在水功能一级区	所在主要行政区	范围		长度 (km)	主导功能	水质现状	水质管理目标		备注
				起始范围	终止范围				2020年	2030年	
1	高桥河高桥饮用农业用水区	高桥河廉江开发利用区	廉江市	省界下 3 公里	廉江市高桥镇德耀村	9	饮用、农业	劣 V	III	II	高桥水厂
2	青平河车板饮用农业用水区	青平河廉江开发利用区	廉江市	廉江市青平镇横桎埗村	廉江市车板镇龙头沙村	28	饮用、农业	II~III	III	III	车板水厂

表 2.3-4 廉江地表水一级环境功能区划表（水库部分）

序号	水系	水资源四级区	水功能一级区名称	功能区编码	所在行政区	集雨面积(km ²)	总库容(万m ³)	兴利库容(万m ³)	现状水质	水质管理目标	
										2020年	2030年
1	九洲江	雷州半岛	山佳水库开发利用区	H090150C890300	廉江市	1.80	118.0	55.6	IV	IV	III
2	九洲江	雷州半岛	过水塘水库开发利用区	H090150C840300	廉江市	3.00	123.0	90.0	V	IV	III

表 2.3-5 廉江地表水二级环境功能区划表（水库部分）

序号	水系	水资源四级区	水功能二级区名称	功能区编码	所在行政区	集雨面积(km ²)	总库容(万m ³)	兴利库容(万m ³)	主导功能	现状水质	水质管理目标	
											2020年	2030年
1	九洲江	雷州半岛	山佳水库农业用水区	H090150C890313	廉江市	1.80	118.0	55.6	农用	IV	IV	III
2	九洲江	雷州半岛	过水塘水库农业用水区	H090150C840313	廉江市	3.00	123.0	90.0	农用	V	IV	III

表 2.3-6 厂址半径 15km 范围内水库情况表

序号	水库名称	所在地名称	防洪设计标准 (年)	总库容 (万 m ³)	位置		水体 规模等 级	集雨面积 (km ²)	水体功能
					方位	距离 (km)			
1	山佳水库	车板镇南垌村委会南垌新村	20 (设计), 100 年 (校核)	118	SSE	0.5	小一型	1.8	灌溉、防洪
2	车角水库	车板大坝村委会下龙土村	10 (设计), 50 年 (校核)	16	NNE	2	小二型	0.55	灌溉、防洪
3	大贵庙水库	车板镇大贵庙村委会大贵庙村	10 (设计), 50 年 (校核)	15	E	5.9	小二型	0.4	灌溉、防洪
4	大岭水库	车板镇荔枝江村委会大岭村	10 (设计), 50 年 (校核)	25.29	ENE	3.7	小二型	0.68	灌溉、防洪
5	垌尾水库	车板镇旧埠村委会垌尾村	10 (设计), 50 年 (校核)	46	S	6.1	小二型	0.8	灌溉、防洪
6	黄坡塘水库	车板镇车板村委会黄坡塘村	10 (设计), 50 年 (校核)	20	SSE	5.8	小二型	0.8	灌溉、防洪
7	马安岭水库	车板镇大坝村委会文头岭村	10 (设计), 50 年 (校核)	16	NNE	2	小二型	0.65	灌溉、防洪
8	南蒙塘水库	车板镇南垌村委会南蒙塘村	10 (设计), 50 年 (校核)	31	S	3.1	小二型	0.7	灌溉、防洪
9	南牙水库	车板镇车板村委会上南衙村	10 (设计), 50 年 (校核)	20	ESE	4.8	小二型	0.35	灌溉、防洪
10	山背水库	车板镇大贵庙村委会珠江村	10 (设计), 50 年 (校核)	15	E	8.1	小二型	0.32	灌溉、防洪
11	山心水库	车板镇大贵庙村委会山心村	10 (设计), 50 年 (校核)	15	E	8.3	小二型	0.4	灌溉、防洪

序号	水库名称	所在地名称	防洪设计标准（年）	总库容 （万 m ³ ）	位置		水体 规模等 级	集雨面积 （km ² ）	水体功能
					方位	距离 （km）			
12	水鸡垌水库	车板镇大坝村委会炮台岭村	10（设计），50年（校核）	22	NNE	2	小二型	0.8	灌溉、防洪
13	珠江水库	车板镇大贵庙村委会珠江村	10（设计），50年（校核）	14	E	5.9	小二型	0.6	灌溉、防洪
14	陂仔水库	营仔镇营仔村委菠萝埠村	10（设计），50年（校核）	18	SE~ESE	13.3	小二型	0.65	灌溉、防洪
15	岭仔水库	营仔镇大同村委岭仔村	10（设计），50年（校核）	13	ESE	11.9	小二型	0.5	灌溉、防洪
16	山径水库	营仔镇下洋村委山径村	10（设计），50年（校核）	18	SE	10	小二型	0.5	灌溉、防洪
17	上塘仔水库	营仔镇下洋村委上塘仔村	10（设计），50年（校核）	14.64	SE	9.3	小二型	0.7	灌溉、防洪
18	石仔岭水库	营仔镇新村村委夹埇村	10（设计），50年（校核）	16.7	ESE	15	小二型	0.6	灌溉、防洪
19	屋背塘水库	营仔镇多浪坡村委屋背垌村	10（设计），50年（校核）	16.1	S	7.1	小二型	0.5	灌溉、防洪
20	鸭𪔵埇水库	营仔镇多浪坡村委金钗村	10（设计），50年（校核）	16	S	5.9	小二型	0.4	灌溉、防洪
21	长岭塘水库	高桥镇红寨村委长岭村	10（设计），50年（校核）	17	NW	5.9	小二型	0.7	灌溉、防洪
22	车元碑水库	高桥镇红寨村委江角村	10（设计），50年（校核）	11.36	NW	6.2	小二型	0.4	灌溉、防洪
23	大禾塘水库	高桥镇平山岗村委平山岗村	10（设计），50年（校核）	13.2	N	9.1	小二型	0.3	灌溉、防洪
24	大塘水库	高桥镇平山岗村委陂面村东	10（设计），50年（校核）	13.12	NNW	7.8	小二型	0.6	灌溉、防洪

序号	水库名称	所在地名称	防洪设计标准（年）	总库容 （万 m ³ ）	位置		水体 规模等 级	集雨面积 （km ² ）	水体功能
					方位	距离 （km）			
25	炮台墩水库	高桥镇高桥村委炮台墩村	10（设计），50年（校核）	12	WSW	2.6	小二型	0.2	灌溉、防洪
26	西芒水库	高桥镇德耀村委西村	10（设计），50年（校核）	25.3	WSW	3.3	小二型	0.4	灌溉、防洪
27	下荔枝山水库	高桥镇高桥村委下荔枝山村	10（设计），50年（校核）	17	N	5.8	小二型	0.4	灌溉、防洪
28	早禾埃水库	青平镇圆墩村	10（设计），50年（校核）	36	ENE	10.8	小二型	1.4	灌溉、防洪
29	过水塘水库	青平镇	10（设计），50年（校核）	123	NNE	7	小二型	3	灌溉、防洪

表 2.3-7 厂址半径 5km 饮用水基本情况表

行政村	水源地名称	位置	方位	距离 (Km)	年取水量 (吨)	居民数量 (人)	类型
荔枝江村	荔枝江村	荔枝江村	E	3.2	36981.8	596	地表水
	雷公山村	雷公山村	ESE	4.0	28046.6	452	地表水和地下水
	山夹仔村	山夹仔村	ESE	3.9	8811.1	142	地表水
	茂兰坡村	茂兰坡村	E	3.2	13899.2	224	地表水
	平坡村	平坡村	E	4.3	10982.85	177	地表水
	郁仔村	郁仔村	E	3.6	12410	200	地表水
	大埔村	大埔村	E	2.7	25006.15	403	地表水
	山墩头村	山墩头村	ENE	2.3	10672.6	172	地表水
	大岭村	大岭村	ENE	2.8	22275.95	359	地表水
	荔枝江村	荔枝江村	E	3.2	2171.75	35	地下水
	茂兰坡村	茂兰坡村	E	3.2	13899.2	224	地下水
	平坡村	平坡村	E	4.3	4839.9	78	地下水
	郁仔村	郁仔村	E	3.6	1675.35	27	地下水
	大埔村	大埔村	E	2.7	8749.05	141	地下水
	山墩头村	山墩头村	ENE	2.3	1613.3	26	地下水
	大岭村	大岭村	ENE	2.8	2482	40	地下水
大贵庙村	地下水	—	E	4.4	549	4459	地下水
名教村	车板 自来水厂	名教村委	SE	4.1	3540	3833	地表水
		河潭角村	SE	6.0			
龙塘村	龙塘村 自来水公司	龙塘村	ESE	2.3	12614.4	768	地表水
	禾塘仔村	禾塘仔村	ESE	1.8	1724.63	105	地表水
	上塘尾村	上塘尾村	E	1.8	3383.55	206	地表水
	下塘尾村	下塘尾村	E	2.1	3794.2	231	地表水
	上龙塘仔村	上龙塘仔村	ESE	2.8	3597.1	219	地表水
	自来水公司	下龙塘仔村	ESE	2.9	4073.4	248	地表水
	上中公仔塘 村、自来水公 司	上中公仔塘 村	SE	3.1	4911.1	299	地表水
	自来水公司	下公仔塘村	SE	3.1	2053.12	125	地表水
	自来水公司	瓦窑村	SE	2.7	2299.5	140	地表水
陆地村	自来水厂	—	S	4.2	45000	626	地表水
旧埠村	车板自来水 公司	名教河	SSE	4.5	11790	786	地表水
车板村	自来水	车板圩	SSE	4.0	18250	305	地表水
	自来水	低村仔村	SSE	3.5	27830	375	地表水
	自来水	茅坡仔村	SSE	3.9	25550	359	地表水

行政村	水源地名称	位置	方位	距离 (Km)	年取水量 (吨)	居民数量 (人)	类型
	自来水	下南衙村	SE	3.9	10510	152	地表水
	自来水	马三埔村	SE	3.4	6840	107	地表水
	自来水	石仔岭村	SE	3.2	20160	290	地表水
	井水	红坎仔村	SSE	4.0	10490	150	地下水
	井水	上南衙村	SE	3.8	10670	185	地下水
	井水	黄坡塘村	SSE	4.8	30120	467	地下水
	井水	黑围村	SSE	4.7	10530	155	地下水
	井水	十六围村	SSE	4.7	13620	206	地下水
红寨村	井水	—	NW	4.4	52000	8556	地下水
高桥村	井水	—	NNW	2.4	23000	2380	地下水
平桐村	井水	—	NW	2.5	22000	3000	地下水
德耀村	井水	—	SW	2.3	52000	8556	地下水

注：表中车板镇所辖行政村地表水水源地为名教河。

表 2.3-8 厂址半径 5km 农业用水基本情况表

行政村	水源地名称	位置	方位	距离 (Km)	取水方式	年取水量 (吨)	灌溉面积 (亩)	灌溉方式	灌溉作物种类	作物年产量 (吨)	类型
荔枝江村	雷公山池塘	雷公山村	EWE	4.0	机械抽水	—	493.18	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	荔枝江村新塘	荔枝江村	E	3.2	机械抽水	—	686.75	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	茂兰坡村池塘	茂兰坡村	E	3.2	机械抽水	—	403.5	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	郁仔村池塘	郁仔村	E	3.6	机械抽水	—	227	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	平坡村池塘	平坡村	E	4.3	机械抽水	—	296.68	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	山夹仔村池塘	山夹仔村	ESE	3.9	机械抽水	—	124.67	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	山墩头村池塘	山墩头村	ENE	2.3	机械抽水	—	202.5	—	水稻、其他农作物	—	地表水
	大岭村池塘	大岭村	ENE	2.8	机械抽水	—	417.15	—	水稻、其他农作物	—	地表水
大贵庙村	地表水	—	E	4.4	抽水机	3000	4374	—	—	1000	地表水
名教村	名教河	名教村	SE	4.1	自流	2600000	2100	自然	水稻	850	地表水
龙塘村	屋背塘	龙塘村	ESE	2.3	排放	7378	328	排入	水稻、花生	104	地表水
	新塘、面前塘	禾塘仔村	ESE	1.8	排放	4756	113	排入	水稻、花生	36	地表水
	新塘、面前塘	上、下塘尾村	E	1.8-2.1	排放	4378	105	排入	水稻、花生	33.7	地表水
	新塘	下龙塘仔村	ESE	2.9	排放	4913	117	排入	水稻、花生	38	地表水
	大塘	上龙塘仔村	ESE	2.8	排放	4512	108	排入	水稻、花生	37	地表水
	面前塘	瓦窑村	SE	2.7	排放	2478	67	排入	水稻、花生	19	地表水
	新塘、屋背塘、面前塘	上中公仔塘、瓦窑	SE	2.7-3.1	排放	4150	316	排入	甘蔗	995	地表水

陆地村	池塘	—	S	4.2	电抽水	4217	1382	—	水稻	639.5	地表水
	井水	—	S	4.2	机器抽水	6880	2420	—	水果	167	地下水
旧埠村	车板河	竹头田围边	SSE	4.9	沟渠排灌	5200	260	沟渠	水稻、花生、番薯	198	地表水
	沟尾塘	旧埠围	S	5.0	沟渠排灌	12600	700	沟渠	水稻、花生、番薯	388	地表水
	斋堂角机井	斋堂角围	SSE	4.7	电泵抽水	8550	475	沟渠	水稻、花生、番薯	294.5	地下水
	三家村机井	三家村围	SSE	4.7	电泵抽水	4464	248	沟渠	水稻、花生、番薯	164	地下水
车板村	南衙水库	南衙村北	SE	3.8	排放	6500	710	排放	水稻、花生	830	地表水
	黄坡塘水库	黄坡塘西	SSE	4.8	排放	6500	400	排放	水稻、花生	600	地表水
	茅坡仔水塘	茂坡仔东北	SSE	3.9	排放	9300	380	排放	水稻、花生	580	地表水
	低村仔水陂	低村仔西北	SSE	3.5	排放	2000	300	排放	水稻、花生	460	地表水
	车板河	车板西	SSE	3.5	排放	2500	400	排放	水稻、花生	车板河	地表水

表 2.3-9 厂址半径 15km 范围规模以上机电井情况表

序号	机电井名称	地下水类型	所在地名称	位置		年取水量 (万立方米)	主要取水用途	乡村实际供水人口 (人)
				方位	距离 (km)			
1	黄京涌村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇大坝村委会	NNE	2	4.6	乡村生活	1265
2	廉江市车板大坝砖厂取水井	浅层地下水	廉江市车板镇大坝村委会	NNE	2	1	工业	—
3	提督村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇平垌村委会	WNW	2.1	1.4	乡村生活	395
4	塘仔山村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇平垌村委会	WNW	2.1	4	乡村生活	1082
5	德耀村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇德耀村委会	W	2.2	1.2	乡村生活	340
6	圩仔村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇德耀村委会	W	2.2	0.6	乡村生活	189
7	福海村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇德耀村委会	W	2.2	3.8	乡村生活	1109
8	金塘村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇德耀村委会	W	2.2	3	乡村生活	907
9	荣春山村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇德耀村委会	W	2.2	1	乡村生活	315
10	南垌村灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇南垌村委会	S	3.1	0.1	农业灌溉	—
11	下庞江取水井	浅层地下水	廉江市车板镇南垌村委会	S	3.1	5.4	乡村生活	1532
12	上庞江灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇南垌村委会	S	3.1	0.1	农业灌溉	—
13	文头岭村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇荔枝江村委会	ESE	3.7	0.1	农业灌溉	—
14	荔枝江村委会 1 号取水井	浅层地下水	廉江市车板镇荔枝江村委会	ESE	3.7	2.3	乡村生活	800
15	荔枝江村委会 2 号取水井	浅层地下水	廉江市车板镇荔枝江村委会	ESE	3.7	1.7	乡村生活	684
16	大陂头取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	1.4	乡村生活	417
17	横冲村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	1.5	乡村生活	428
18	担水塘村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.7	乡村生活	262

19	平田山村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.8	农业灌溉	—
20	塘尾村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.5	乡村生活	130
21	金平村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.8	乡村生活	249
22	石桥村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	6.4	乡村生活	1998
23	新李村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	1.1	乡村生活	342
24	大冲村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.8	乡村生活	269
25	蓆草陂村 2 号取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	1	乡村生活	266
26	蓆草陂村 1 号取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.5	农业灌溉	—
27	岭顶铺村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇大冲村委会	ESE	4.2	0.9	乡村生活	272
28	蟠桃园村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇高桥村委会	N	4.6	0.4	乡村生活	138
29	下荔枝山取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇高桥村委会	N	4.6	1.1	乡村生活	397
30	桥角村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇高桥村委会	N	4.6	0.3	农业灌溉	—
31	丰埗村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇高桥村委会	N	4.6	0.4	农业灌溉	—
32	大番坡村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇高桥村委会	N	4.6	1	乡村生活	295
33	十六围村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇车板村委会	SSE	4.8	1.3	乡村生活	369
34	黑围村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇车板村委会	SSE	4.8	0.5	乡村生活	159
35	廉江市车板镇砖厂取水井	浅层地下水	廉江市车板镇车板村委会	SSE	4.8	1	工业	—
36	长田村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	0.4	农业灌溉	—
37	江益村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	2	乡村生活	540
38	坡井村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	2	乡村生活	667
39	潭福村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	3.4	乡村生活	1125
40	垌心村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	1	乡村生活	299
41	红坎村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇红寨村委会	WNW	5.5	2	乡村生活	557
42	平坦村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇大贵庙村委会	E	5.9	0.2	乡村生活	74

43	大贵庙村委取水井	浅层地下水	廉江市车板镇大贵庙村委会	E	5.9	6.8	乡村生活	1868
44	大贵庙村灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇大贵庙村委会	E	5.9	0.2	农业灌溉	—
45	陆地村 1 号灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	0.1	农业灌溉	—
46	陆地村 3 号取水井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	5.6	乡村生活	1889
47	山窑村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	0.2	农业灌溉	—
48	斋堂角村 1 号取水井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	2.3	乡村生活	817
49	斋堂角村 2 号灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	0.1	农业灌溉	—
50	旧埠村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	3.4	乡村生活	963
51	陆地村 2 号灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇旧埠村委会	S	6.1	0.2	农业灌溉	—
52	牛栏垌村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇上埠村委会	ESE	7.3	0.1	农业灌溉	—
53	小湾取水井	浅层地下水	廉江市车板镇上埠村委会	ESE	7.3	1.4	乡村生活	585
54	杯较岭村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇上埠村委会	ESE	7.3	4.7	乡村生活	1300
55	龙眼根村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙眼根村委会	SE	7.7	4	乡村生活	1152
56	廉江市车板镇龙眼根砖厂取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙眼根村委会	SE	7.7	1	工业	—
57	江背村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	0.7	乡村生活	238
58	排坡取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	1.3	乡村生活	417
59	李屋村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	0.9	乡村生活	312
60	分刹田村 1 号取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	0.7	乡村生活	266
61	张屋村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	0.6	乡村生活	159
62	分刹田村 2 号取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇坡督村委会	NW	7.9	0.1	农业灌溉	—
63	那腮村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	3.3	乡村生活	1109
64	良田村 2 号灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	0.2	农业灌溉	—
65	下塘村机钻灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	0.5	农业灌溉	—
66	村头村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	3.4	乡村生活	991

67	多浪村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	5.1	乡村生活	1470
68	良田村 1 号灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇多浪村委会	S	8.4	0.1	农业灌溉	—
69	山角取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇凌禄村委会	SSE	9.4	2.5	乡村生活	550
70	方墩村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇凌禄村委会	SSE	9.4	2	乡村生活	500
71	仁灶墩村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	2.6	农业灌溉	—
72	低墩村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	1.5	乡村生活	425
73	华洋围村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	1.6	乡村生活	435
74	豪墩村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	0.3	农业灌溉	—
75	上塘仔村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	0.3	农业灌溉	—
76	里头山村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇下洋村委会	SE	10	5.3	乡村生活	1450
77	廉江市坡心村灌溉井	浅层地下水	廉江市车板镇坡心村委会	S	10.6	0.1	农业灌溉	—
78	碗尾村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	3.6	乡村生活	963
79	高井村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	1.2	乡村生活	358
80	鸡罩塘取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	0.7	乡村生活	215
81	水烈村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	0.1	农业灌溉	—
82	龙头沙村委会新村仔取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	1.1	乡村生活	402
83	龙头沙村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	1.3	乡村生活	380
84	沙仔路村取水井	浅层地下水	廉江市车板镇龙头沙村委会	S	11.2	0.5	乡村生活	200
85	李村村取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇李村村委会	NNW	11.6	2.9	乡村生活	816
86	早禾冲取水井	浅层地下水	廉江市高桥镇李村村委会	NNW	11.6	0.5	农业灌溉	—
87	横桎冲村取水井	浅层地下水	廉江市青平镇横桎冲村委会	NE	12.7	0.1	农业灌溉	—
88	青平一中取水井	浅层地下水	廉江市青平镇青平居委会	ENE	12.8	1.6	乡村生活	470
89	食品站取水井	浅层地下水	廉江市青平镇青平居委会	ENE	12.8	0.6	乡村生活	150
90	青平医院取水井	浅层地下水	廉江市青平镇青平居委会	ENE	12.8	1.4	乡村生活	370

91	新村村委取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇新村村委会	ESE	14.5	0.1	农业灌溉	—
92	十块田取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	0.6	乡村生活	196
93	窑头东取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	0.3	农业灌溉	—
94	山脚村取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	0.2	农业灌溉	—
95	窑头西取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	0.3	农业灌溉	—
96	营仔镇长实高岭土有限公司取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	3	工业	—
97	湛江市新东城矿业有限公司取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营仔村委会	SE	14.7	2.5	工业	—
98	廉江市营仔自来水厂1号取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营圩居委会	SE	14.8	0	城镇生活	—
99	廉江市营仔自来水厂2号取水井	浅层地下水	廉江市营仔镇营圩居委会	SE	14.8	0	城镇生活	—

表 2.3-10 厂址半径 15km 范围内规划或者拟建的旅游风景区的分布情况

旅游区名称	所在地	位置		级别	规模				旅游区类型	对环境条件要求	现状及发展规划
		方位	距离 (km)		占地面积 (hm ²)	旅客年接待人数	日高峰人数	日高峰出现时间			
龙头沙滨海休闲度假区 (拟建)	车板镇龙头沙	S	10.6	省级	167	20-50 万	2 万	节假日期间	休闲旅游	水质干净清澈、空气清新	规划开发中
广东九洲江红树林生态旅游度假区	北至营仔河, 南至九洲江与遂溪县分界线, 西面与北部湾海域毗邻	SE	14.0	国家级	1070	100 万	1.2 万	节假日期间	休闲旅游	对营仔河、九洲江出海口水域进行全面保护	规划中

表 2.3-11 厂址周边自然保护区统计表

序号	名称	距离、方位		备注
		距厂址	距取排水设施	
1	广东湛江红树林国家级自然保护区	厂址西侧，最近距离大于 2km。	排水设施北侧，最近距离约 1.8km。	包括了英罗港海洋保护区
2	广西山口红树林国家级自然保护区	厂址西南侧，最近距离约 6.5km。	排水设施西侧，最近距离约 1.8km。	包括了山口红树林海洋保护区
3	广西合浦儒艮国家级自然保护区	厂址西南侧，最近距离约 12km。	排水设施西南侧，最近距离约 2.1km。	

表 2.3-12 厂址半径 80km 范围内涉及到县、市的农副产品生产情况

单位：公顷、吨

序号	省、市	县、市、区	一、粮食作物		1 稻谷		2 旱粮/玉米		3 薯类		4 其他/大豆		
			播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	
1	广东省	湛江市	赤坎区	501.8	2560.6	427.7	2321	1.3	4	72.8	1178	0	0
2			霞山区	1411.0	7392.8	1289.9	7001	38.2	137	82.9	1274	0	0
3			坡头区	13003.3	59461.2	10503.4	50566	340.6	1127	2126.3	38361	33	96
4			麻章区	9264.1	46892.2	8395.1	42713	474.4	2209	388.9	9761	5.7	18
5			开发区	6822.8	31273.2	4995.9	24259	1318.1	5487	508.8	7636	0	0
6			吴川区	29690.3	156084.6	26997.9	142960	1031.0	4273	1637.7	43913	23.7	69
7			雷州市	63125.8	336330	56532.0	308689	2883.6	11560	3666.9	79770	43.4	127
8			遂溪县	44637.0	224369.8	35985.9	185779	2628.6	11182	5917.3	135569	105.3	295
9			廉江市	76437.8	389868	62101.1	332711	2580.9	9932	10014.4	212040	1741.4	4817
10	广西壮族自治区	北海市	化州市	52014.5	300838	49960.2	291594	2000.2	9079	6248.0	126320	893.9	2556
11			海城区	1235.6	3900	404.2	1550	412.2	1422	419.2	4640	-	-
12			银海区	4702.4	17880	2447.2	10822	898.4	3969	1280.6	14605	66	138
13			铁山港区	5102.6	22798	2992.5	13728	1322.7	6914	628.3	9265	146.1	267

14	自治区		合浦县	5495.7	262033	33091.5	189696	7180.6	39207	13427.7	153168	332.2	620
15		玉林市	博白县	80104.6	404726	55754.2	338080	1191.9	66522	11070.7	116751	564.9	904
16			陆川县	41129.8	236360	34220.8	216853	2132.0	10808	3682.8	32102	381.2	770
17		钦州市	浦北县	46513.2	247844	36748.4	206659	5232.6	26491	3982.0	68277	310.2	616
18			灵山县	74489.2	384205	59765.9	336797	4022.0	19687	7700.8	113023	790.4	1594
合计				555681.6	3134816.4	482613.8	2702778	35689.3	230010	72856.1	1167653	5347.4	12887

注：湛江市 9 各市、区数据来源于湛江市统计局提供，为 2018 年数据；化州市数据来源于化州市统计年鉴，为 2017 年数据。

北海市 3 个区 1 个县数据来源于北海市统计局提供，为 2018 年数据；博白县、陆川县数据来源于统计局提供，为 2018 年数据；浦北县、灵山县数据来源于钦州市统计年鉴，为 2017 年数据。

续表 2.3-10 厂址半径 80km 范围内涉及到县、市的农副产品生产情况

单位：公顷、吨

序号	省、市	县、市、区	二、油料/经济作物		1 花生		2 糖蔗		3 木薯		三、其他作物（蔬菜）		
			播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	播种面积	总产量	
1	广东省	湛江市	赤坎区	65	174	65	174	15	915	5	115	906	19504
2			霞山区	202	819	202	819	24	1688	16	279	964	15000
3			坡头区	3702	10680	3692	10652	252	16390	426	13859	4144	96306
4			麻章区	1558	4619	1553	4587	4806	398007	325	5720	3719	68481
5			开发区	858	2414	858	2414	16	1189	199	3608	2562	32033
6			吴川区	5954	21904	5931	21856	484	35213	204	4187	6683	142521
7			雷州市	14174	52924	13246	50741	57412	4337219	1363	39269	33186	841981
8			遂溪县	13159	52427	12794	52298	48178	4385732	1963	58762	24135	816280
9			廉江市	13764	48390	13527	47836	6630	406851	4465	116685	35717	920503
10	广西壮族自治区	北海市	化州市	21888	—	10654	33302	5630	428640	444	8412	25133	606986
11			海城区	858	—	484	1307	109	9655	432	1630	1794	46825
12			银海区	13263	—	2186	7935	8797	757686	450	20149	4798	139583
13			铁山港区	10845	—	3542	10653	3868	236963	680	30708	4051	85377
14		合浦县	37160	—	10743	30473	17535	1436303	15289	71988	28500	616593	

15	治 区	玉 林 市	博白县	23340	—	4830	17125	4544	462221	6092	47735	36117	957892.18
16			陆川县	6375	—	1682	5876	743	50461	2487	14046	11736	405968
17		钦 州 市	浦北县	19884	—	2721	7602	7351	532763	8027	52175	11555	209954
18			灵山县	35459	—	1851	5175	16795	1251671	8931	61398	19874	404849
合计				222508	194351	90560	31082 5	183188	14749567	51795	550725	255574	6426636

注：湛江市 9 各市、区数据来源于湛江市统计局提供，为 2018 年数据；化州市数据来源于化州市统计年鉴，为 2017 年数据。北海市 3 个区 1 个县数据来源于北海市统计局提供，为 2018 年数据；博白县、陆川县数据来源于统计局提供，为 2018 年数据；浦北县、灵山县数据来源于钦州市统计年鉴，为 2017 年数据。

表 2.3-13 厂址半径 10km 范围内涉及到乡、镇的农副产品生产情况

单位：公顷、吨

乡、镇 农副产品	车板镇	青平镇	营仔镇	高桥镇	红江农场	山口镇	合计
1 粮食播种面积	2578	5976	5188	1349	107	4421	19621
粮食总产量	16003	46992	28508	36278	336	17356	145473
2 油料播种面积	957	1149	1231	304	34	1108	4783
油料总产量	2974	3379	3487	193	229	3223	13485
3 蔬菜播种面积	702	2104	1753	143	7	1325	6033
蔬菜总产量	15128	39165	34797	363	88	28760	118301
4 饲料播种面积	—	—	1699	67	92	343	2201
饲料总产量	—	—	17654	140	80	28812	46686
5 水果播种面积	448	3204	503	1848	787	—	6789
水果总产量	5648	38447	6056	1309	895	—	52355
备注							

注：廉江市 4 个镇和一个农场数据来源于当地各镇、场政府提供；为 2018 年数据。

山口镇数据来源于山口镇政府提供，为 2018 年数据。

山口镇 4 为甘蔗种植面积与甘蔗产量。

表 2.3-14 厂址半径 5km 范围内涉及到行政村的农副产品生产情况

单位：公顷、吨

乡、镇	行政村名称	1 粮食面积	产量	2 油料面积	产量	3 蔬菜面积	产量	4 饲料面积	产量	5 水果面积	产量
高桥镇	德耀村	352	4720	40	19	11	33	12	25	5	21
	平垌村	100	1200	33	20	7	30	3	20	67	100
	红寨村	325	4650	80	41	17	65	23	45	10	32
	高桥村	83	180	20	6	27	10	3	15	80	60
车板镇	车板居委会	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	车板村	144	913	64	197	63	1402	0	0	37	470
	大坝村	187	1100	94	290	59	1276	0	0	49	618
	大贵庙村	307	1760	104	313	66	1380	0	0	53	671
	旧埠村	195	1162	46	144	36	790	0	0	15	199
	荔枝江村	240	1397	63	196	61	1327	0	0	34	436
	龙塘村	117	794	59	190	64	1439	0	0	44	541
	陆地村	147	883	35	110	28	604	0	0	12	167
	名教村	276	1600	95	295	61	1324	0	0	34	420
	南垌村	192	1297	68	222	66	1440	0	0	37	461

青平镇	新开路村	113	883	20	61	36	719	—	—	78	944
红江农场		—	—	—	—	—	—	—	—	39	0.58
合计		2778	22539	822	2104	600	11839	41	105	594	5140.58

注：以上数据来源于高桥镇、青平镇、车板镇及红江农场政府提供，为 2018 年数据。

表 2.3-15 廉江市粮食和蔬菜的生长期、储存期

项目		生长期（天）	含水率（%）	储存期（月）	
粮食	小麦	120	13.8	12	
	玉米	110	13.8	12	
	高粱	0	0	0	
	大豆	100	/	/	
	杂粮	/	/	/	
蔬菜	叶类	白菜	90	/	/
		菠菜	80	/	/
		芹菜	80	/	/
		韭菜	30	/	/
	根茎类	茄子	90	/	/
		辣椒	150	/	/
		西红柿	160	/	/
		黄瓜	70	/	/
	果实类	萝卜	90	/	/
		土豆	120	/	/

表 2.3-16 厂址半径 80km 范围内各县、市畜牧业生产情况

序号	县、市	猪(头)		牛(头)		羊(只)		家禽(吨)		奶产量 (吨)
		存栏	出栏	存栏	出栏	存栏	出栏	禽肉	禽蛋	
1	赤坎区	0	0	59	25	0	38	124	82	0
2	霞山区	0	0	499	18	249	810	614	118	0
3	坡头区	80370	339399	10097	2322	3397	5157	4748	4027	0
4	麻章区	74286	191575	4347	1012	7570	7460	4928	1096	704
5	廉江市	1002000	1407600	86283	30287	34020	28804	27541	7657	0
6	遂溪县	520000	930000	51923	10479	36540	27775	36800	7163	5992
7	雷州市	257138	495236	51878	14055	54088	69059	17113	7846	0
8	吴川市	171129	424843	16575	3788	5202	4841	23233	6573	0
9	开发区	29122	69873	2745	877	4184	4035	2702	187	0
10	化州市	851698	1682140	41871	5513	—	—	26408	5149	—
11	海城区	39200	48200	4400	1000	1100	1600	1005	37	451
12	银海区	89000	103300	15900	5600	2200	4000	5804	1014	540
13	铁山港区	69100	90100	11900	3000	1300	800	3455	150	—
14	合浦县	693000	723100	102000	25700	11000	12600	37259	19197	690
15	博白县	1366000	2135200	52700	26000	12400	12100	40765	4539	419

16	陆川县	869800	1048100	18800	6400	3100	900	36888	7518	124
17	浦北县	557100	506100	11900	25200	25500	23600	19250	4693	707
18	灵山县	531900	639400	41200	127000	60800	47100	46484	11373	37266
合计		7200843	10834166	525077	288276	262650	250679	335120	88419	46893

注：湛江市 9 各市、区数据来源于湛江市统计局提供，为 2018 年数据；化州市数据来源于化州市统计年鉴，为 2017 年数据。

北海市 3 个区 1 个县数据来源于北海市统计年鉴，为 2017 年数据；博白县、陆川县数据来源于统计局提供资料，为 2018 年数据；浦北县、灵山县数据来源于钦州市统计年鉴，为 2017 年数据。

表 2.3-17 厂址半径 10km 范围内各乡、镇畜牧业生产情况

序号	乡、镇	猪(头)			牛(头)			羊(只)			家禽(只)				奶产量 (吨)
		存栏	出栏	产肉量 (吨)	存栏	出栏	产肉量 (吨)	存栏	出栏	产肉量	存栏	出栏	产肉量 (吨)	产蛋量 (吨)	
1	车板镇	20993	26431	1570	828	2166	104	994	2032	16	177455	130467	258	308	—
2	青平镇	140730	70527	10432	1757	5773	221	1064	363	20	1398862	398449	2204	313	—
3	营仔镇	31191	26913	2312	649	3643	81	6596	2397	114	1045768	396975	1532	1193	—
4	高桥镇	30078	35012	2245	621	4709	77	515	969	10	373674	166339	581	186	—
5	红江农场	17445	24675	1194	180	95	16	—	—	—	358810	139750	562	—	—
6	山口镇	38400	—	—	1000	—	—	200	—	—	336000	—	—	—	—
合计		278837	183558	17753	5035	16386	499	9369	5761	160	3690569	1231980	5137	2000	—

注：以上数据来源于廉江市车板镇、青平镇、营仔镇、高桥镇、红江农场及合浦县山口镇政府提供，为 2018 年数据。

表 2.3-18 厂址半径 5km 范围内各乡、镇畜牧业生产情况

序号	行政村	猪(头)			牛(头)			羊(只)			家禽(只)				奶产量 (吨)
		存栏	出栏	产肉量 (吨)	存栏	出栏	产肉量 (吨)	存栏	出栏	产肉量 (吨)	存栏	出栏	产肉量 (吨)	产蛋量 (吨)	
1	车板居委会	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	车板村	1986	1537	111	172	54	7	169	63	1	8240	12201	24.4	—	—
3	大坝村	2153	1584	118	163	56	7	122	50	1	9746	11554	15.4	—	—
4	大贵庙村	2853	2154	157	251	82	10	265	131	3	13136	18765	25.3	—	—
5	旧埠村	1361	1094	79	113	47	6	93	61	1	7146	9830	13	—	—
6	荔枝江村	2268	1708	129	185	71	9	109	70	1	9681	11860	23.4	—	—
7	龙塘村	1914	1494	118	152	64	8	176	70	1	10135	12207	16.4	—	—
8	陆地村	1026	825	62	86	31	4	70	46	1	5385	7401	10.5	—	—
9	名教村	1971	1544	114	162	64	8	169	60	1	8408	12648	17.3	—	—
10	南垌村	1908	1572	122	175	73	9	142	70	1	10912	12291	17.4	—	—
11	新开路村	1105	3987	295	36	10	1	—	—	—	10153	25491	30	3	—
12	德耀村	7500	6100	175	1700	1200	175	650	360	15	350000	260000	15	60	—
13	高桥村	300	1280	38	210	38	1.4	380	280	8.4	3000	12385	8	—	—

14	红寨村	7500	6100	160	1700	1200	35	650	360	3	350000	260000	150	12	—
15	平垌村	8000	5000	150	2000	1000	20	500	300	1.5	300000	200000	160	10	—
16	红江农场	1500	2600	200	20	30	4.5	—	—	—	226500	33000	285	—	—
	合计	43345	38579	2028	7125	4020	304.9	3495	1921	38.9	1322442	899633	811.1	85	—

注：以上数据来源于高桥镇、青平镇、车板镇及红江农场政府提供，为 2018 年数据。

表 2.3-19 厂址半径 10km 范围内猪、牛、羊规模养殖场情况

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	周期饲养	饲料品种	饲料用量公斤/(头·d)	饲料来源
			方位	距离(km)						
1	杨兴养殖场	车板镇大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	猪	280	210	猪饲料	740	企业产品
2	杨复连养殖场	车板镇大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	猪	310	210	猪饲料	740	企业产品
3	杨历升养殖场	车板镇大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	猪	200	210	猪饲料	740	企业产品
4	杨良升养殖场	车板镇大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	猪	250	210	猪饲料	740	企业产品
5	杨德树养殖场	车板镇大坝村委文头岭村	NE	2.8	猪	1200	210	猪饲料	740	企业产品
6	杨家全养殖场	车板镇大坝村委白石塘村	N~NNE	2.32	猪	200	210	猪饲料	740	企业产品
7	杨旦伟养殖场	车板镇大坝村委炮台岭村	NNE	3.55	猪	300	210	猪饲料	740	企业产品
8	杨旦仁养殖场	车板镇大坝村委下龙土村	NE	4.3	猪	200	210	猪饲料	740	企业产品
9	陈木林养殖场	车板镇龙眼根村委埇尾村	SE	7.3	猪	1200	210	猪饲料	740	企业产品
10	曹家云养殖场	车板镇荔枝江村	E	3.7	猪	200	210	猪饲料	740	企业产品
11	李世国养殖场	车板镇龙塘村委会下塘尾村	E	2.05	猪	200	210	猪饲料	740	企业产品
12	关安琼养殖场	青平红江农场横江村	NE~NNE	8	猪	13615	210	猪饲料	740	企业产品

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	周期饲养	饲料品种	饲料用量公斤/ (头·d)	饲料来源
			方位	距离(km)						
13	杨旦尚养殖场	青平红江农场丰岭村	NE~NNE	8	猪	3013	210	猪饲料	740	企业产品
14	揭育和养殖场	青平红江农场	NE~NNE	8	猪	2547	210	猪饲料	740	企业产品
15	杨海青养殖场	青平红江农场坭山村	NE~NNE	8	猪	2376	210	猪饲料	740	企业产品
16	曹光华养殖场	青平红江农场	NE~NNE	8	猪	2229	210	猪饲料	740	企业产品
17	林勇养殖场	青平红江农场31队	NE~NNE	8	猪	1480	210	猪饲料	740	企业产品
18	叶丽凤养殖场	青平红江农场金花村	NE~NNE	8	猪	1034	210	猪饲料	740	企业产品
19	黄忠仁养殖场	青平红江农场五队	NE~NNE	8	猪	960	210	猪饲料	740	企业产品
20	揭毅养殖场	青平红江农场17队	NE~NNE	8	猪	812	210	猪饲料	740	企业产品
21	揭英俊养殖场	青平红江农场	NE~NNE	8	猪	745	210	猪饲料	740	企业产品
22	周燕红养殖场	青平红江农场	NE~NNE	8	猪	500	210	猪饲料	740	企业产品
25	兴旺生猪养殖场	营仔镇多浪坡村	SE	9.2	猪	667	210	猪饲料	740	企业产品
26	万达生猪养殖场	营仔镇新村村委牛埔村	ESE	14.8	猪	2760	160	猪饲料	740	企业产品
27	黄国敏猪养殖场	营仔镇营仔村委窑头村	SE~ESE	13.3	猪	1500	160	猪饲料	740	企业产品
28	何小武猪场	山口镇山北	NW	11.3	土杂猪	200	300	猪饲料	740	企业产品
29	恒隆家庭农场	山口镇	WNW	10.2	土杂猪	202	270	猪饲料	740	企业产品

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	周期饲养	饲料品种	饲料用量公斤/(头·d)	饲料来源
			方位	距离(km)						
30	家丰猪场	山口镇	WNW	10.2	土杂猪	342	270	猪饲料	740	企业产品
31	杨永兴养殖场	车板镇大坝村委文头岭村	NE	2.8	牛	25	-	-	-	企业产品
32	杨德胜养殖场	车板镇大坝村委白石塘村	N~NNE	2.32	牛	35	-	-	-	企业产品
33	詹建来养殖场	车板镇车板村委会低村仔村	SSE	3.51	羊	150	200	-	-	企业产品
34	苏郁养殖场	营仔镇下洋村	SE	9.6	羊	60	200	-	-	企业产品
35	魏荣波养殖场	营仔镇下洋村	SE	9.6	羊	200	200	-	-	企业产品

注：猪 200 头以上；牛 10 头以上；羊 50 头以上。

表 2.3-20 厂址半径 10km 范围内鸡、鸭、鹅规模养殖场情况

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	饲养周期
			方位	距离 (km)			
1	詹冠鸭子养殖场	车板村委会低村仔村	SSE	3.51	鸭	2000	
2	南衙水库鸭子养殖场	车板村委会南衙水库	SE	3.84	鸭	6000	
3	杨德胜养殖场	大坝村委白石塘村	N~NNE	2.32	鸭	1200	
4	杨家全养殖场	大坝村委白石塘村	N~NNE	2.32	鸭	1200	
5	杨豪养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸭	1000	
6	杨兴养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸡	1100	
7	杨历升养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸡	1500	
8	杨复连养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸡	2000	
9	杨兴养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸭	10000	
10	杨良升养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸭	12000	
11	杨复连养殖场	大坝村委大陂村	NE~ENE	1.43	鸭	20000	
12	杨荣升养殖场	大坝村委炮台岭村	NNE	3.55	鸭	2000	
13	杨腾养殖场	大坝村委文头岭村	NE	2.8	鸭	10000	
14	曹树茂鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
15	曹兴明鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
16	曹树溪鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
17	曹树广鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
18	曹树宝鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
19	曹兴贵鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	饲养周期
			方位	距离(km)			
20	曹树胜养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	三黄鸡	10000	
21	黄明强养殖场	荔枝江村委荔枝江村	E	3.22	三黄鸡	12000	
22	周锡军养鸭场	龙塘村委会上龙塘仔村	ESE	2.79	鸭	2000	
23	曹玉祥养鸡场	龙塘村委会下龙塘仔村	ESE	2.88	三黄鸡	1300	
24	曹亚安养鸭场	龙塘村委会下龙塘仔村	ESE	2.88	鸭	3000	
25	黄振伦鸭子养殖场	龙眼根村委龙眼根村	SE	7.3	鸭	7000	
26	黄育富鸭子养殖场	龙眼根村委龙眼根村	SE	7.3	鸭	8000	
27	谭炽强鸭子养殖场	龙眼根村委山猪村	SE	7.3	鸭	1000	
28	谭炽艺鸭子养殖场	龙眼根村委山猪村	SE	7.3	鸭	1500	
29	谭炽福鸭子养殖场	龙眼根村委山猪村	SE	7.3	鸭	1500	
30	曹桂忠鸡子养殖场	龙眼根村委蟹地村	SE	7.3	鸡	1000	
31	曹桂忠鸭子养殖场	龙眼根村委蟹地村	SE	7.3	鸭	5000	
32	曹岳忠鸡子养殖场	龙眼根村委蟹地村	SE	7.3	鸡	10000	
33	曹岳忠鸭子养殖场	龙眼根村委蟹地村	SE	7.3	鸭	10000	
34	陈振成鸭子养殖场	龙眼根村委埗尾村	SE	7.3	鸭	2500	
35	叶炳寿三黄鸡养殖场	名教村委名教村	SE	4.1	三黄鸡	1000	
36	曹丽铭鸭子养殖场	名教村委名教村	SE	4.1	鸭	1000	
37	曹永越三黄鸡养殖场	名教村委名教村	SE	4.1	三黄鸡	2000	
38	曹杰富鸭子养殖场	名教村委名教村	SE	4.1	鸭	2500	
39	曹永耀鸭子养殖场	名教村委名教村	SE	4.1	鸭	10000	
40	陈景智三黄鸡养殖场	名教村委上马石村	SE	4.9	三黄鸡	1200	

序号	养殖场名称	所在地名称	位置		饲养品种	规模	饲养周期
			方位	距离(km)			
41	吴文定鸭子养殖场	南垌村委南垌村	S	2.14	鸭	2000	
42	庞新鸭子养殖场	南垌村委南蒙塘水库	SSE	0.96	鸭	6000	
43	杨五鸭子养殖场	南垌村委山佳水库	S	1.29	鸭	10000	
44	黄树辉鸭子养殖场	南垌村委下庞江村	SSE	1.76	鸭	1000	
45	曹亚德德鸭子养殖场	新村仔村委横岭仔村	ESE	8.9	番鸭	3000	
46	郑富成鸡场	山口镇水东村委	WNW	8.7	蛋鸡	22000	140
47	何汝琼养殖场	山口镇	WNW	10.2	蛋鸭	2000	540

注：鸡、鸭子、鹅规模养殖场在 1000 只以上。

表 2.3-21 湛江市奶牛养殖情况（2018 年）

序号	奶牛 养殖场名称	饲养地	位置		奶牛存栏数 (头)	产奶量 (吨)	饲料用量	饲养 方式	饲料
			方位	距离 (km)					
1	李华新奶牛场	麻章区志满湖光 农场八队	ESE	60.6	15	33	30-40 公斤/头	散养	皇竹草、本地 象草等
2	刘品亦奶牛场	麻章区志满湖光 农场八队	ESE	60.6	8	20	30-40 公斤/头	散养	皇竹草、本地 象草等
3	郑君茂奶牛场	麻章区志满湖光 农场八队	ESE	60.6	23	36	30-40 公斤/头	散养	皇竹草、本地 象草等
4	黄锦发奶牛场	麻章区志满湖光 农场农科所	ESE	60.6	35	37	30-40 公斤/头	散养	皇竹草、本地 象草等
5	利娟奶牛场	麻章区麻章镇古 河村委会	ESE	63.4	18	22	30-40 公斤/头	散养	皇竹草、本地 象草等
合计					99	148			

注：奶牛品种均为荷斯坦奶牛。

表 2.3-22 家畜、家禽饲养方式、产肉率、屠宰率等情况

项目	饲养方式	饲料品种	饲料消耗量[kg/ (头·d)]	鲜饲料份额	饲料的来源
猪	舍饲	全价饲料	2.24	0	购买
牛	舍饲	精料+青料	25	80	种植
	半舍饲	精料+青料	25	90	种植
羊	半舍饲	牧草	2.5	95	种植
		精料	0.1		购买
鸡	舍饲	全价饲料	0.1	0	购买
	放养	全价饲料		0	购买
鸭	放养	全价饲料	0.1	0	购买
鹅	放养	牧草	0.5	100	种植

表 2.3-23 厂址周围调查区的植被及群系类型表

植被	植被型组	植被型	群系	分布范围			
常绿阔叶林	I.季风常绿阔叶林		1 巨尾桉群系	调查区内广泛种植			
			2 木麻黄群系	沿海岸线广泛种植			
			3 台湾相思群系	调查区内广泛种植			
			4 鸭脚木群系	广东廉江市车板镇塘仔山			
			5 木榄群系	广东廉江市车板镇塘仔山附近红树林			
			6 白骨壤群系	广东廉江市车板镇那腮、坡心村，广西合浦县山口镇英罗			
			7 无瓣海桑群系	广东廉江市营仔镇白沙村红树林，广东廉江市车板镇坡心村			
			8 苦郎树群系	广东廉江市车板镇那腮			
			9 竹节树群系	广东廉江市车板镇茂兰坡			
			10 山乌柏群系	广东廉江市车板镇蟠桃园			
			11 马尾松群系	广东廉江市营仔镇光坡			
			12 潺槁木姜子群系	广东廉江市高桥镇横岭			
			暖性针叶林	III.暖性常绿针叶林		13 簕仔树群系	广东廉江市高桥镇坡面
14 白花鬼针草群系	调查区内广泛分布						
常绿阔叶灌丛	IV.丘陵山地常绿阔叶灌丛		15 芒萁群系	调查区内广泛分布			
			16 土蜜树群系	广东廉江市车板镇山墩头			
自然植被			17 排钱草群系	广东廉江市车板镇垌尾			
			18 白背叶群系	广东廉江市青平镇光村仔			
			19 黄槿群系	广西合浦县山口镇丹兜村			
			20 银海枣群系	广东廉江市营仔镇大同村			
			21 华南云实群系	广东廉江市高桥镇坡面			
			22 艾胶算盘子群系	广东廉江市高桥镇横岭			
			疏灌草丛	V暖热性疏灌草丛		23 银胶菊群系	广东廉江市车板镇平坡村旁
						24 狗牙根群系	调查区内广泛分布
						25 龙珠果群系	广东廉江市车板镇社坛坡
						26 雁婆麻群系	广东廉江市高桥镇南和
27 蟛蜞菊群系	调查区内广泛分布						
			28 磨盘草群系	广西合浦县山口镇浸车塘			
			29 扭肚藤群系	广东廉江市车板镇山墩头			

植被	植被型组	植被型	群系	分布范围
			30 鸡矢藤群系	调查区内广泛分布
			31 马缨丹群系	广东廉江市青平镇上大窝
			32 刺蒴麻群系	广东廉江市车板镇垌尾
			33 千里光群系	广东廉江市车板镇文头岭
			34 大叶油草群系	广东廉江市车板镇石坡
			35 含羞草群系	广东廉江市车板镇南垌村
			36 藿香蓟群系	调查区习见
			37 野牡丹群系	调查区习见
			38 酒饼筋群系	广东廉江市车板镇龙眼根村
			39 地胆草群系	广东廉江市车板镇蟹地、山猪窝
			40 假杜鹃群系	广西合浦县山口镇大窑、范屋
			41 海刀豆群系	广西合浦县山口镇沙路
			42 厚藤群系	广西合浦县山口镇丹兜村
			43 卤蕨群系	广东廉江市高桥镇高桥红树林自然保护区
			44 互花米草群系	广西合浦县山口镇丹兜村
	沼泽	VI草本沼泽	45 莲子草群系	广西合浦县山口镇马屋
			46 鸭跖草群系	广东廉江市高桥镇横岭
			47 四叶萍群系	广东廉江市车板镇石坡农田
			48 凤眼蓝群系	广东廉江市营仔镇白沙村
			49 水稻群系	调查区农田广泛种植
		VII水田作物	50 玉米群系	部分园地、山坡可见种植
			51 甘蔗群系	部分园地、山坡可见种植
			52 红薯群系	部分园地、山坡可见种植
			53 淮山群系	部分园地和农田可见种植
		IX旱地作物	54 时令蔬菜	调查区沿线村庄房前屋后的园地和部分农田可见种植
人工植被	农作植被		55 荔枝群系	调查区内部分山坡、园地可见种植
			56 龙眼群系	调查区内部分山坡、园地有种植
		X常绿果林	57 柑橘群系	调查区内部分山坡、园地和农田有种植

植被	植被型组	植被型	群系	分布范围
			58 芒果群系	调查区内部分山坡、园地有种植

表 2.3-24 调查区内分布的重点保护植物情况表

编号	植物名称	保护级别	树高 (m)	株数	地理坐标	与厂址距离 (km)	方位	海拔 (m)	地点
1	樟	II级	7.2	11	109° 51' 25.07" E 21° 30' 45.95" N	7.5	ESE	1	广东廉江市车板镇蟹地
2	中华结缕草	II级	0.25	6 丛	109° 55' 5.01" E 21° 30' 24.17" N	12.0	SE	28	广东廉江市营仔镇大同村
			4.3	3	109° 47' 44.38" E 21° 34' 59.30" N	2.5	WNW	12	广东廉江市车板镇塘仔山
3	龙眼	II级	4.5	4	109° 49' 48.99" E 21° 37' 59.00" N	8.9	N	35	广东廉江市高桥镇坡面
			4.8	7	109° 40' 47.33" E 21° 32' 6.33" N	14.0	WSW	14	广西合浦县山口镇范屋
4	苏铁	I级	2.0	2	109° 47' 45.37" E 21° 35' 1.17" N	4.1	NW	2	广东廉江市车板镇蟠桃园

表 2.3-25 调查样带区域的两栖类种类组成

目名	科名	种数	占总数的%
无尾目	蟾蜍科	1	3.33
	树蛙科	3	10
	蛙科	13	43.33
	姬蛙科	7	23.33
	锄足蟾科	1	3.33
	雨蛙科	2	6.67
有尾目	蝶螈科	2	6.67
蚓螈目	鱼螈科	1	3.33
合计	8 科	30 种	100

表 2.3-26 调查样带区域的爬行类种类组成

目名	亚目名	科名	种数	占总数的%
		壁虎科	3	4.62
		鬣蜥科	3	4.62
	蜥蜴亚目	蜥蜴科	2	3.08
		石龙子科	4	6.15
有鳞目		巨蜥科	1	1.54
		盲蛇科	1	1.54
	蛇亚目	游蛇科	36	55.38
		眼镜蛇科	6	9.23
		蝰科	2	3.08
		龟科	4	6.15
龟鳖目	潜颈龟亚目	平胸龟科	1	1.54
		鳖科	2	3.08
合计		12 科	65 种	100

表 2.3-27 调查样带区域的鸟类种类组成

目	科	种数	占总数的%
潜鸟目	潜鸟科	1	0.28
鸬鹚目	鸬鹚科	1	0.28
	鸬鹚科	2	0.57
鸬鹚形目	鸬鹚科	2	0.57
	军舰鸟科	1	0.28
	鹭科	19	5.40
鸬鹚形目	鸬鹚科	1	0.28
	鸬鹚科	3	0.85
雁形目	鸭科	23	6.53
	鸬鹚科	1	0.28
隼形目	鹰科	14	3.98
	隼科	6	1.70
鸡形目	雉科	6	1.70
	三趾鹑科	3	0.85
鹤形目	鹤科	1	0.28
	秧鸡科	13	3.69
	水雉科	2	0.57
	彩鹬科	1	0.28
	蛎鹬科	1	0.28
	反嘴鹬科	2	0.57
	燕鹩科	1	0.28
鸬鹚形目	鸬鹚科	11	3.13
	鸬鹚科	37	10.51
	贼鸥科	3	0.85
	鸥科	13	3.69
	燕鸥科	9	2.56
	剪嘴鸥科	1	0.28

鸽形目	鸠鸽科	4	1.14	
鹃形目	杜鹃科	12	3.41	
鸚形目	草鸚科	1	0.28	
	鸚科	7	1.99	
夜鷹目	夜鷹科	1	0.28	
雨燕目	雨燕科	3	0.85	
佛法僧目	翠鳥科	5	1.42	
	蜂虎科	1	0.28	
戴胜目	戴胜科	1	0.28	
	须鸞科	1	0.28	
鷲形目	啄木鳥科	3	0.85	
	八色鸚科	1	0.28	
	百灵科	2	0.57	
	燕科	3	0.85	
	鵲鸚科	8	2.27	
	山椒鳥科	2	0.57	
	鸚科	7	1.99	
	伯勞科	7	1.99	
	盔鸚科	1	0.28	
	黃鸚科	1	0.28	
	雀形目	卷尾科	3	0.85
		棕鳥科	5	1.42
		燕鸚科	1	0.28
		鴉科	6	1.70
鸚科		22	6.25	
鶇科		13	3.69	
王鶇科		3	0.85	
画眉科		12	3.41	
	鴉雀科	2	0.57	

	扇尾莺科	5	1.42
	莺科	13	3.69
	绣眼鸟科	1	0.28
	长尾山雀科	1	0.28
	山雀科	1	0.28
	啄花鸟科	1	0.28
	花蜜鸟科	2	0.57
	雀科	1	0.28
	梅花雀科	2	0.57
	燕雀科	1	0.28
	鹀科		2.27
合计	67 科	355	100

表 2.3-28 调查样带区域的哺乳动物种类组成

目名	科名	种数	占总数的%
食虫目	鼯鼯科	5	13.89
攀鼯目	树鼯科	1	2.78
	狐蝠科	1	2.78
翼手目	菊头蝠科	3	8.33
	蹄蝠科	2	5.56
	蝙蝠科	3	8.33
鳞甲目	鲛鲤科	1	2.78
	灵猫科	1	2.78
食肉目	猫科	1	2.78
	犬科	1	2.78
	鼬科	1	2.78
	松鼠科	2	5.56
啮齿目	竹鼠科	2	5.56
	鼠科	11	30.56
偶蹄目	猪科	1	2.78
合计	15 科	36	100

表 2.3-29 厂址半径 10km 范围内各方位最近菜田、农田、养殖场、自然保护区、珍稀动植物栖息

方位	菜田				农田			
	距离 (km)	面积(公顷)	品种	年产量 (吨)	距离 (km)	面积(公顷)	主要作物名称	年产量 (吨) *
N	无	—	—	—	0.5	20.0	水稻	107.1
NNE	无	—	—	—	1	6.7	水稻	35.7
NE	无	—	—	—	0.5	13.3	水稻	71.4
ENE	无	—	—	—	0.5	4.0	水稻	21.4
E	无	—	—	—	0.8	66.6	香蕉	2224.0
ESE	0.63	3.3	冬瓜、白菜、 豆角等	67.7	2.79	26.6	水稻	142.8
SE					2.47	45.3	甘蔗	242.8
SSE	无	—	—	—	2.68	66.6	香蕉	1290.5
S	无	—	—	—				
SSW	无	—	—	—				
SW	2.15	30.0	冬瓜、哈密 瓜等	609.3				
WSW								
W								
WNW	无	—	—	—	1.42	99.9	水稻、香蕉	1935.7
NW	无	—	—	—				
NNW	无	—	—	—				

注：*年产量：是根据廉江市 2018 年统计年鉴中的产量（水稻 5360.4 公斤/公顷、香蕉 19376.9 公斤/公顷、其他杂果 20328.8 公斤/公顷）估算得出。

续表 2.3-29 厂址半径 10km 范围内各方位最近菜田、农田、养殖场、自然保护区、珍稀动植物栖息地

方位	家禽养殖场					家畜养殖场				
	名称	距离 (km)	饲养品种	年家禽上市量 (吨)	年禽蛋上市量 (吨)	名称	距离 (km)	饲养品种	年存栏量 (头)	年上市量 (头)
N	杨德胜养殖场	2.32	鸭	24	—	杨家全养殖场	2.32	猪	200	290
NNE	杨荣升养殖场	3.55	鸭	4	—	杨旦伟养殖场	3.55	猪	300	435
NE	杨腾养殖场	2.8	鸭	20	—	杨德树养殖场	2.8	猪	1200	1742
ENE	杨复连养殖场	1.43	鸭	40	—	杨复连养殖场	1.43	猪	311	451
E	黄明强养殖场	3.22	三黄鸡	24	—	李世国养殖场	2.05	猪	200	290
ESE	周锡军养鸭场	2.79	鸭	4	—	—	—	—	—	—
SE	南衡水库鸭子养殖场	3.84	鸭	12	—	陈木林养殖场	7.3	猪	1200	1742
SSE	庞新鸭子养殖场	0.91	鸭	12	—	詹建来养殖场	3.51	羊	151	219
S	杨五鸭子养殖场	1.29	鸭	20	—	无	—	—	—	—
SSW	无	—	—	—	—	无	—	—	—	—
SW	无	—	—	—	—	无	—	—	—	—
WSW	无	—	—	—	—	无	—	—	—	—
W	无	—	—	—	—	无	—	—	—	—
WNW	杨振鸭场	4.7	鸭	19000	—	无	—	—	—	—
NW	陈良升鸭场	4.7	鸭	10000	—	杨树春羊场	2.2	羊	110	60
NNW	无	—	—	—	—	无	—	—	—	—

* 计量单位根据养殖品种确定。肉鸭上市量是按照肉鸭的平均重量（4.0 公斤/只）乘以年上市量（只）计算获得。

续表 2.3-29 半径厂址 10km 范围内各方位最近菜田、农田、养殖场、自然保护区、珍稀动植物栖息地

方位	自然保护区						珍稀动植物生长、栖息地					
	名称	距离 (km)	保护区名称	保护对象	面积、范围	保护区等级	名称	距离 (km)	珍稀动植物种类	面积、范围	生长、繁殖期	珍稀动植物量*
N	无	—	—	—	—	—						
NNE	无	—	—	—	—	—						
NE	无	—	—	—	—	—						
ENE	无	—	—	—	—	—						
E	无	—	—	—	—	—						
ESE	无	—	—	—	—	—						
SE	湛江国家级红树林自然保护区	>2	湛江国家级红树林自然保护区	红树林生态系统、野生动植物	1200 公顷、岸线全长 27 公里	国家级	英罗港保护区、北部湾附近海域	15	红树林、中华白海豚、鸚鵡螺、大珠母贝（白蝶贝）、文昌鱼、中国鲎等珍稀动物一定概率下会活动到该区域	北部湾附近		
SSE												
S												
SSW												
SW												
WSW												
W												
WN												
W												
NW	无	—	—	—	—	—						
NNW	无	—	—	—	—	—						

* 计量单位根据珍稀动植物品种确定

表 2.3-30 游泳动物的历史比较

季节	内容	2017-2018 年调查	2020-2021 年调查
春季	种类组成	62	79
	平均重量资源密度	156.52 kg/km ²	298.32 kg/km ²
	平均个体资源密度	15.76 × 10 ³ ind./ km ²	47.91 × 10 ³ ind./ km ²
	优势种	二长棘鲷、短吻鳐、真鲷、须赤虾、锐齿螯、远海梭子蟹、火枪乌贼、曼氏无针乌贼	二长棘鲷、短吻鳐、圆吻海鲶、须赤虾
夏季	种类组成	68 种	56 种
	平均重量资源密度	189.24 kg/km ²	253.75kg/km ²
	平均个体资源密度	21.14 × 10 ³ ind./km ²	30.65 × 10 ³ ind./km ²
	优势种	黄斑蓝子鱼、丽叶鲶、印度鳎、短吻鳐、长毛对虾、须赤虾、远海梭子蟹、口虾蛄	鹿斑鳐、丽叶鲶、印度鳎、圆吻海鲶、二长棘鲷、宽突赤虾、日本螯、口虾蛄和鲜明鼓虾
秋季	种类组成	79 种	75 种
	平均重量资源密度	199.38 kg/km ²	186.33 kg/km ²
	平均个体资源密度	16.96 × 10 ³ ind./ km ²	16.05 × 10 ³ ind./ km ²
	优势种	短吻鳐、鳗鲡、圆吻海鲶、须赤虾、锐齿螯、哈氏仿对虾、火枪乌贼	短吻鳐、鳗鲡、圆吻海鲶、须赤虾、锐齿螯、哈氏仿对虾、火枪乌贼

冬季	种类组成	68 种	53 种
	平均重量资源密度	190.72 kg/km ²	239.94 kg/km ²
	平均个体资源密度	10.56×10 ³ ind./ km ²	15.4×10 ³ ind./ km ²
	优势种	短吻鳐、鹿斑鳐、前鳞骨鲛、圆吻海鲼、锐齿螞、长毛对虾、火枪乌贼、曼氏无针乌贼	圆吻海鲼、前鳞骨鲛、短吻鳐、哈氏仿对虾、周氏新对虾

表 2.3-31 厂址附近海域海洋捕捞量统计表（单位：吨）

年份	地点	海洋捕捞	鱼类	甲壳类	贝类	藻类	头足类	其他
2017	湛江	253580	178813	43939	13935	733	9431	6729
2018	湛江	234803	165226	38609	13194	673	9683	7418
2019	湛江	224250	159053	38026	12177	641	9033	5320

表 2.3-32 厂址邻近海域养殖情况调查表

地区	年份	浅海养殖			滩涂养殖			池塘养殖		
		产量 (吨)	面积 (公顷)	劳力 (个)	产量 (吨)	面积 (公顷)	劳力 (个)	产量 (吨)	面积 (公顷)	劳力 (个)
廉江市	2019	160129	8369	15063	79263	5029	15436	101061	9989	2073
	2018	160006	8306	15052	79152	5023	15432	101026	9978	2071
	2017	159915	8287	15016	79063	4949	15428	100949	9923	2067
合浦县	2019	113268	5497	7985	58786	3004	10532	71107	7498	618
	2018	113026	5469	7956	58623	2983	10502	71052	7426	605
	2017	112653	5398	7932	58496	2956	10421	70963	7409	599

表 2.3-33 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇、县市及相邻县市水产品捕捞情况

单位：吨

品种 地区	合计	1.鱼类	2.虾类	3.蟹类	4.贝类	5.其他 类	备注
廉江市							2014 年
车板镇	33896	31600	789	407	650	450	2014 年
营仔镇	11333	7238	2782	258	910	145	2014 年
高桥镇	244	134	48	-	62	-	2014 年
青平镇	47	44	-	3	-	-	2014 年
红江农 场	-	-	-	-	-	-	2014 年
山口镇	7185	2950	643	1184	1036	1372	2014 年
沙田镇	26140	14409	3706	2764	499	4762	2014 年
白沙镇	3921	1438	951	622	689	221	2014 年
大坝镇	-	-	-	-	-	-	2014 年

表 2.3-34 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇、县市及相邻县市水产品捕捞情况

单位：吨

品种 地区	合计	1.鱼类	2.虾类	3.蟹类	4.贝类	5.其他 类	备注
廉江市	49390	41246	5385		2148	611	2015 年
车板镇	33666	31463	715	400	641	447	2015 年
营仔镇	11206	7187	2765	244	888	122	2015 年
高桥镇	175	63	50		62	-	2015 年
青平镇	50	47	-	3	-	-	2015 年
红江农 场	-	-	-	-	-	-	2015 年
山口镇	6994	2852	644	1186	938	1374	2015 年
沙田镇	24175	13240	3508	2524	498	4405	2015 年
白沙镇	3826	1340	951	623	690	222	2015 年
大坝镇	-	-	-	-	-	-	2015 年

表 2.3-35 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇、县市及相邻县市水产品捕捞情况

单位：吨

品种 地区	合计	1.鱼类	2.虾类	3.蟹类	4.贝类	5.其他 类	备注
廉江市		40347	5605		2059	593	2016 年
车板镇	32776	30462	825	421	628	440	2016 年
营仔镇	17943	6962	2843	228	7792	118	2016 年
高桥镇	233	138	43	4	48	-	2016 年
青平镇	46	46	-	-	-	-	2016 年
红江农 场	-	-	-	-	-	-	2016 年
山口镇	6963	3725	654	1236	1262	86	2016 年
沙田镇	27020	17159	3888	2634	2497	842	2016 年
白沙镇	2295	556	562	523	640	14	2016 年
大坝镇	-	-	-	-	-	-	2016 年

表 2.3-36 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇、县市及相邻县市水产品捕捞情况

单位：吨

品种 地区	合计	1.鱼类	2.虾类	3.蟹类	4.贝类	5.其他 类	备注
廉江市							2017 年
车板镇	27033	24715	875	416	580	447	2017 年
营仔镇	10051	6075	2982	246	648	100	2017 年
高桥镇	195	113	34		48		2017 年
青平镇	48	48	-	-	-	-	2017 年
红江农 场	-	-	-	-	-	-	2017 年
山口镇	6324	3254	661	1041	1368	0	2017 年
沙田镇	27110	17250	3922	2551	3087	300	2017 年
白沙镇	2583	760	566	498	759	0	2017 年
大坝镇	-	-	-	-	-	-	2017 年

表 2.3-37 厂址半径 15km 范围涉及的乡镇、县市及相邻县市水产品捕捞情况

单位：吨

品种 地区	合计	1.鱼类	2.虾类	3.蟹类	4.贝类	5.其他 类	备注
廉江市							2018 年
车板镇	33896	31600	789	407	650	450	2018 年
营仔镇	11333	7238	2782	258	910	145	2018 年
高桥镇	244	134	48	-	62	-	2018 年
青平镇	47	44	-	3	-	-	2018 年
红江农 场	-	-	-	-	-	-	2018 年
山口镇	5713	3222	673	1046	772	0	2018 年
沙田镇	26263	17097	3946	3088	1758	374	2018 年
白沙镇	2194	752	552	488	402	0	2018 年
大坝镇	-	-	-	-	-	-	2018 年

表 2.3-38 厂址半径 15km 范围内水产养殖场分布情况

序号	淡水养殖场名称	位置		规模	品种和产量							
		方位	距离(km)	水域面积(公顷)	鱼类		无脊椎					
							虾类		贝类		蟹类	
					饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量
1	南塘围养殖场	S	2.14	20.0	-	-	2 亿万尾	11 万斤	-	-	30 万只	1.3 万斤
2	曹树茂养殖场	ENE	2.83	0.5	3000 尾	-	-	-	-	-	-	-
3	曹兴明养殖场	ENE	2.83	0.7	5000 尾							
4	曹树溪养殖场	ENE	2.83	0.3	2000 尾							
5	曹树成养殖场	ENE	2.83	0.5	4000 尾							
6	曹树广养殖场	ENE	2.83	0.3	2000 尾							
7	曹培养殖场	ENE	2.83	0.5	4000 尾							
8	曹树宝养殖场	ENE	2.83	0.4	3000 尾							
9	曹兴文养殖场	ENE	2.83	0.2	2000 尾							
10	田永胜养殖场	ESE	4.01	1.2	1 万尾							
11	梁文洪养殖场	E	3.2	0.3	3000 尾							
12	沙龙围养殖场	S	5	26.6			63 吨		20 吨		13 吨	
13	新塘养殖养殖场	ESE	8.9	1.1	4 万尾							

序号	淡水养殖场名称	位置		规模	品种和产量							
		方位	距离(km)	水域面积(公顷)	鱼类		无脊椎					
							虾类		贝类		蟹类	
					饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量
14	周锡军养殖场	ESE	2.79	0.7			1.5 吨					
15	屋背塘养殖场	ESE	2.32	1.3	2.8 吨							
16	黄坡塘围养殖场	SSE	4	6.7	1 万尾	1.5 万斤	6 万斤					
17	覃村后塘养殖场	ESE	14.8	1.2	3500 尾	4.1 吨						
18	后背山新塘养殖场	ESE	14.8	1.3	2000 尾	2.8 吨						
19	白沙围养殖场	ESE	13.2	混合	46.6 公顷	175 吨						
20	红寨村养殖场 1	NW	5.9	139.9			7 亿条	1500 万斤			340 万斤	3 万斤
21	红寨村养殖场 2	NW	5.9	23.3	1520 万斤	115 万斤						
22	下荔枝山村养殖场	N	5.8	3.3	51 万斤	2 万斤						
23	炮台墩村养殖场	NNW	2.6	2.0	38 万斤	1.5 万斤						
24	平垌村养殖场 1	WNW	1.4	133.2			5 亿条	1000 万斤			300 万斤	2 万斤
25	平垌村养殖场 2	WNW	1.4	33.3	1000 万斤	100 万斤						
26	平山岗养殖场	N	9.1	79.9	30 万斤	4 万斤						
27	横桎埗村养殖场	NE	13.3	5.0	89 吨							

序号	淡水养殖场名称	位置		规模	品种和产量								
		方位	距离(km)	水域面积(公顷)	鱼类		无脊椎						
							虾类		贝类		蟹类		
					饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	饲养量	捕捞量	
28	花平水村养殖场	ENE	13.9	6.0	127 吨								
29	窝甫村养殖场	NE	8.3	4.0	49 吨								
30	息安村养殖场	E	12	3.0	58 吨								
31	新楼村养殖场	E	13.7	3.0	56 吨								
32	多别村养殖场	E	10.8	4.0	47 吨								
33	横坑村养殖场	ENE	14	6.0	45 吨								
34	金屋地村养殖场	ENE	8.5	5.0	61 吨								
35	大路湾村养殖场	NE	10.5	3.0	31 吨								
36	上埔村养殖场	NE	9.8	3.0	29 吨								
37	新开路村养殖场	ENE	6	2.0	34 吨								

表 2.3-39 海洋生物生态 2020-2021 年度调查与 2017-2018 年度调查结果对比

序号	项目	2020-2021 年 均 值	2017-2018 年 均 值	显著高于	显著低于	差异不大	
1	叶绿素 a (mg/m ³)	3.28	3.06			√	
2	初级生产力 mgC/ (m ² ·d)	214.25	216.73			√	
3	浮游 植物	种类	108	82	√		
		密度 (×10 ⁴ cells/m ³)	13337.5	338	√		
		多样性 <i>H'</i>	2.12	2.19			√
		均匀度 <i>J</i>	0.40	0.45			√
4	浮游 动物	种类	65	41	√		
		密度 (ind./m ³)	338.97	181.56	√		
		生物量 (mg/m ³)	926.16	163.63	√		
		多样性 <i>H'</i>	3.04	3.04			√
		均匀度 <i>J</i>	0.74	0.87		√	
5	鱼卵 仔鱼	种类	11	34		√	
		平拖鱼卵密度 (个 /1000m ³)	665.50	—			
		平拖仔鱼密度 (尾 /1000m ³)	12.03	—			
		垂拖鱼卵密度 (个 /1000m ³)	1656.14	1088.10	√		

		垂拖仔鱼密度 (尾/1000m ³)	108.89	204.81		√	
6	底栖生物	种类	48 种	76 种		√	
		密度 (ind./m ²)	200.01	131.25	√		
		生物量 (g/m ²)	23.74	25.88			√
		多样性 H'	1.94	2.72		√	
		均匀度 J	0.83	0.82			√
7	潮间带	种类	54 种	48 种	√		
		平均密度 (ind./m ²)	155.50	928		√	
		平均生物量 (g/m ²)	134.44	375.11		√	
		多样性指数	2.46	2.91		√	
		均匀度	0.64	0.76		√	

表 2.3-40 厂址半径 15km 范围内工业企业分布情况

序号	单位名称	所在地名称	位置		主要生产经营品种	年产值（万元）	职工人数
			方位	距离（km）			
1	廉江市欢裕建筑材料有限公司	廉江市车板镇荔枝江村	ESE	3.6	粘土砖瓦及建筑砌块制造	10000-11000	30-40
2	廉江市车板食品站	车板镇车板居委会	SSE	3.7	禽畜屠宰	4492	29
3	广东湛龙光电有限公司	廉江市车板镇下龙土村新塘岭（白车公路东侧）27号	NE	4.3	生产 LED 灯具	1000-2000	120-130
4	廉江市佛宁木业有限公司	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	胶合板	1000-2000	10-20
5	廉江市三友木业有限公司	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	胶合板单板	3000-4000	190-200
6	廉江市嘉丰木材加工厂	廉江市高桥镇新桥居委会	N	6.2	旋切板	3000-4000	50-60
7	廉江市茂盛石化有限公司	廉江市高桥镇大冲村	NNW	7	石化气供应	13000-14000	20-30
8	廉江涛洲食品有限公司	廉江市车板镇龙眼根村委会埗尾村	SE	8.2	提供食物加工冷藏	4000-5000	40-50
9	廉江市日溢贝壳钮扣厂	高桥镇坡督村委会	NW	8.7	贝壳钮扣生产	635.6797	20
10	北海市通泰烟花厂有限公司	山口镇新圩村委（生产区、总仓库区）	NW	9.3	烟花、爆竹	10195	50
11	广东深科新能源有限公司	廉江市营仔镇下洋村委营下公路东第三幢 201 室	SE	9.4	太阳能发电	5000-6000	200-300
12	广东金谷建材实业有限公司	廉江市车板镇龙头沙渔港码头内北侧	S	9.5	其他玻璃制品制造	3000-4000	30-40
13	合浦县山口金龙烟花厂	山口镇河面村委望海岭（一区、二区、爆竹工区、总仓库区）	WSW	10.5	烟花、爆竹	9694.5	78
14	合浦县山口宝树烟花炮竹厂	山口镇亚姨岭（生产区、总仓库区）	NW	11.3	烟花		50

序号	单位名称	所在地名称	位置		主要生产经营品种	年产值（万元）	职工人数
			方位	距离（km）			
15	廉江市深羽新型建材有限公司	营仔镇大同村委会	ESE	11.9	生产批发销售环保砖	1715.238	50
16	博白县大坝镇骏华胶板厂	博白县大坝镇	N	12	林产品加工，刨花板	2550	56
17	华缅林产有限公司	博白县大坝镇	N	12.2	林产品加工，木片	2600	58
18	恒鑫木片厂	博白县大坝镇	N	12.3	林产品加工，木片	2820	65
19	廉江市粤信矿业有限公司	廉江市青平镇横桎埗村（325国道旁）	NE	13.2	建筑装饰用石开采	5000-6000	60-70
20	廉江纵宇工艺品有限公司	营仔镇营仔村委会	SE	13.8	木制家具	40000-50000	900-1000
21	廉江市营仔自来水厂	营仔镇营圩居委会	ESE	14.2	自来水生产	349	21
22	廉江市营仔食品站	营仔镇营圩居委会	ESE	14.2	生猪屠宰	2957	33
23	廉江市青平食品站	青平镇青平居委会	ESE	14	生猪屠宰	4381	16
24	廉江市恒辉木业有限公司	廉江市青平圩鸡场后背	NE	14.2	胶合板、木片	3000-4000	70-80
25	廉江市横森木业有限公司	廉江市青平镇横坑村炮头岭	NE	14.4	木片加工	3000-4000	80-90
26	廉江市鸿溢水产有限公司	廉江市营仔镇（廉江市养虾集团公司营仔冷冻加工厂内）	ESE	14.6	水产品冷冻加工	6000-7000	100-200
27	广东粤桂鹏港新型建材有限公司	廉江市青平镇上高垌村山岭	ENE	14.9	生产商品混凝土	5000-6000	70-80

表 2.3-41 厂址半径 15km 范围矿产资源情况

序号	矿产名称	位置	
		方位	距离 (km)
1	建筑用花岗岩矿规划片区	NE	13.3
2	建筑用花岗岩矿规划片区	E	14.8
3	建筑用花岗岩矿规划片区.	ENE	13.8
4	页岩矿区	SE	4.3
5	页岩矿区	NNE	3.0
6	合浦县山口镇勒竹塘砖瓦用页岩矿区	NW	12.7
7	合浦县山口镇弯工岭砖用页岩矿区	NW	12.7
8	砖挖用页岩	NNE	12.7
9	砖挖用页岩	N	12
10	砖挖用页岩	N	12

表 2.3-42 厂址半径 15km 范围内主要陆上公路分布情况（2018 年）

序号	公路名称	编号	公路等级	起讫点名称	距厂址最近距离 (km)
1	G75 渝湛高速公路	G75	一级	高桥至莫北	4.4
2	国道 G228 (原 G325)	G228	一级	西埗至广西山口	5.8
3	国道 G241 山口—沙田	G241	一级	山口至沙田	9.1
4	省道 S388 (原 X673、X678 升级为国道)	S388	二级	那霍至界炮	2.7
5	县道 X674 杨村—营仔	X674	二级	杨村至营仔	14
6	县道龙潭—大坝线		县道	龙潭镇至大坝镇	12.1

表 2.3-43 厂址半径 5km 范围内现有陆上公路分布情况

序号	公路、铁路名称	编号	公路等级	起讫点名称	距厂址最近距离 (km)
1	G75 渝湛高速公路	G75	一级	高桥至莫北	4.4
2	省道 S388 (原 X673、X678 升级为国道)	S388	二级	那霍至界炮	2.7
3	乡道车板-车板敬老院	Y857	四级	车板、车板敬老院	0.7
4	乡道车板-冲尾村	Y860	四级	车板、冲尾村	3.4
5	乡道龙塘仔-凌禄路口	Y861	四级	龙塘仔、凌禄路口	3.1
6	乡道荔枝江-山心	Y862	四级	荔枝江、山心	3.2
7	乡道白车线-龙塘塘尾村	Y907	四级	白车线、龙塘塘尾村	1.8
8	乡道文头岭-黄京冲	Y863	四级	文头岭、黄京冲	1.7
9	乡道车板砖厂-大碑	Y864	四级	车板砖厂、大碑	1.5
10	乡道红岭-南蒙塘村	Y303	四级	红岭、南蒙塘村	1.1
11	乡道红岭-村头村	Y975	四级	红岭、村头村	3
12	乡道旧埠路口-旧埠村	Y162	四级	旧埠路口、旧埠村	4.1
13	乡道高桥-德耀	Y778	三级	高桥、德耀	2.4
14	乡道德耀路口-东村	Y979	四级	德耀路口、东村	2.1
15	乡道德耀村委-对岸村	Y417	四级	德耀村委、对岸村	2.2
16	乡道高桥-坡禾地	Y782	四级	高桥、坡禾地	3.8
17	乡道红江六小学-三十五队	Y432	四级	红江六小学、三十五队	3.8
18	乡道四公石-新开路村委	Y855	四级	四公石、新开路村委	3.8

表 2.3-44 厂址半径 15km 范围内码头分布情况

码头名称	位置		停泊船只最大吨位	年平均停靠船只	主要装卸货物	危险品数量和安全措施
	方位	距离 (km)				
龙头沙码头	S	10.0	1000 吨级	600	水产品	无危险品
营仔港	SE	14.0	700 吨级	330	水产品、煤	无危险品

表 2.3-45 厂址半径 15km 范围内水路航线分布情况

序号	航道名称	起点名称	终点名称	航道里程(km)	设标里程(km)	通航船舶(t)	位置	
							方位	距离(km)
1	安铺(营仔)航道	安铺1号标	营仔河口灯桩	39	39	100	SE	14.0
2	安铺(龙头沙)航道	安铺4号标	龙头沙港	13	13	100	SSW	6.4

表 2.3-46 厂址半径 15km 主要陆上交通规划表

道路类型	公路名称	改、新建规划时间	原有公路等级	改、新建后公路等级	距厂址最近距离(km)
铁路	合湛铁路	2014年	无(新建)	国铁一级	6.6
	博白县沙河至山口铁路(龙潭产业园区铁路支线)二级单线铁路全长54km(新建)	待定	无(新建)	二级	11
高速公路	渝湛高速公路龙头沙港互通式立交及连接路	2019年	四级	二级	5.5
	渝湛高速公路息安互通立交线	2019年	四级	二级	13
公路	S388(省道S388线石角萧屋至车板多浪段改建工程)	2019年	三、四级	一级	5.1
	G325(国道G325线廉江红丽村至青平段改建工程)	2019年	一、二、三级	一级	5.8
	博白大坝经大益村泥江至广东青平横江路口接325(现228)国道道路改建为二级路建设路程为博白段10km。(改建)	待定	三级	二级	9.5
	博白县沙陂镇至大坝镇公路升级改造二级路约33km(改建)	待定	三级	二级	12.5

表 2.3-47 厂址半径 15km 范围内易燃、易爆、有毒、有害危险品生产、贮存企业分布情况

序号	生产、贮存危险品企业名称	所在地区名称	位置		贮存和使用危险品名称	最大贮存量	单罐贮存罐(容器)最大贮存量	运输方式及单次最大运输量
			方位	距离(km)				
1	廉江市车板谢石秀爆竹专卖店(谢贤林屋)	廉江市车板镇龙塘村委会公共服务站旁边	ESE	2.4	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg
2	廉江市高桥杨叔爆竹专卖店	廉江市高桥镇德耀乡村(杨杰平屋)	WSW	2.7	烟花爆竹	80kg	不涉及单罐	货运 80kg
3	廉江市车板锡高烟花爆竹专卖店	廉江市车板林队侧边上龙塘仔村周锡军屋内	ESE	2.8	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg
4	廉江市车板现代烟花爆竹专卖店	廉江市车板镇上埠路口车板县道 X673 线公路边(曹玉艺屋)	ESE	3.1	烟花爆竹	250kg	不涉及单罐	货运 250kg
5	廉江市车板新风加油站	廉江市车板镇新兴路(苏焯光地)	SE	3.2	贮存汽油、柴油	汽油 20m ³ 柴油 20m ³	汽油 20m ³ 柴油 20m ³	货运 12 吨
6	廉江市车板田永胜爆竹专卖店	廉江市车板镇石仔岭路口(田王金屋)	SE	3.3	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg
7	廉江市车板魏维珍爆竹专卖店	廉江市车板镇西街 25 号(李国良屋)	SSE	3.5	烟花爆竹	80kg	不涉及单罐	货运 80kg
8	廉江市车板曹永全爆竹专卖店	廉江市车板镇名龙路下南街村边曹忠诚房屋	SE	3.9	烟花爆竹	80kg	不涉及单罐	货运 80kg
9	廉江市车板红岭爆竹专卖店	廉江市车板镇西区红岭河堤路(庞祥房屋)	SSE	3.9	烟花爆竹	80kg	不涉及单罐	货运 80kg
10	廉江市车板家家旺烟花爆竹专卖店	廉江市车板镇名教村委下表村(曹练明屋)	SE	4.1	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg
11	廉江市车板上龙土烟花爆竹专卖店	廉江市车板镇大坝村委会上龙土村李庆文屋内	NE	4.4	烟花爆竹	200kg	不涉及单罐	货运 200kg
12	廉江市车板镇东风加油站	廉江市车板镇车板圩	SSE	4.6	贮存汽油、柴油	汽油 10m ³ 柴油 20m ³	汽油 10m ³ 柴油 20m ³	货运 12 吨
13	廉江市高桥罗家寿爆竹专卖店	廉江市高桥镇上荔枝村(黄秀珍屋)	NNW	5.6	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg

14	中石化广东湛江廉江通达 A 加油站	廉江市高桥镇	NNW	6.8	贮存汽油、柴油	汽油 100 吨柴油 50 吨	汽油 100 吨柴油 50 吨	货运 20 吨
15	廉江市高桥梁显成爆竹专卖店	廉江市高桥镇红寨垌心村路段 (姚礼芳屋)	NW	6.9	烟花爆竹	180kg	不涉及单罐	货运 180kg
16	中石化广东湛江廉江通达北加油站	廉江市高桥镇高桥圩	NNW	7.2	贮存汽油、柴油	汽油 75 吨柴油 90 吨	汽油 45 吨柴油 45 吨	货运 20 吨
17	廉江市高桥广茂加油站	廉江市高桥镇老罗角村牛尾岭公路旁	NW	7.8	贮存汽油、柴油	汽油 35m ³ 柴油 45m ³	汽油 35m ³ 柴油 45m ³	货运 13.5 吨
18	廉江市红江农场邱文发爆竹专卖店	廉江市红江农场场部 (邱发春屋)	NNE	7.8	烟花爆竹	70kg	不涉及单罐	货运 70kg
19	廉江市茂盛石化有限公司 (原高桥液化石油气储配站)	廉江市高桥镇	NW	7.9	液化石油气	240 m ³	240 m ³	
20	廉江市高桥红日爆竹专卖店	廉江市高桥镇坡督村委会 325 国道 (食品站屋)	NW	8.5	烟花爆竹	180kg	不涉及单罐	货运 180kg
21	廉江市红江林明善爆竹专卖店	廉江市红江农场 20 队路口 (杨选升屋)	NNE	8.5	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg
22	廉江市红江农场杨玉萍爆竹专卖店	廉江市红江农场 20 队路口 (吕国文屋)	NNE	8.5	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg
23	廉江市高桥刘昌权爆竹专卖店	廉江市高桥镇 325 国道高桥桥头 (廖世文屋)	NW	8.8	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg
24	中石化广东湛江廉江高桥加油站	廉江市高桥镇山口交界处	NW	9.1	贮存汽油、柴油	汽油 60 吨柴油 50 吨	汽油 30 吨柴油 50 吨	货运 22 吨
25	合浦县山口红林加油站	合浦县山口镇新圩村委会那北路	WSW	9.1	贮存汽油、柴油	汽油 60m ³ 柴油 30m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
26	合浦县山口新圩加油站	合浦县山口镇新圩村	WSW	9.1	贮存汽油、柴油	汽油 60m ³ 柴油 30m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
27	北海市通泰烟花厂有限公司	山口镇新圩村委 (生产区、总仓库区)	WSW	9.3	烟花、爆竹	未确定	不涉及单罐	货运
28	中国石油化工股份有限公司广西北海合浦山口加油站	合浦县山口镇北大道	NW	9.4	贮存汽油、柴油	汽油 60m ³ 柴油 60m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
29	中石化广东湛江廉江港业加油	廉江市青平镇红江农场路口	NNE	9.5	贮存汽	汽油 100 吨柴	汽油 50 吨柴油	货运 22 吨

	站				油、柴油	油 50 吨	50 吨	
30	中国石油加油站（龙头沙码头）	廉江市车板镇龙头沙码头	S	9.7	贮存汽油、柴油			
31	合浦县山口金龙烟花厂	山口镇河面村委望海岭（一区、二区、爆竹工区、总仓库区）	NW	10.2	烟花、爆竹	93 吨（药物质 量）	不涉及单罐	货运
32	廉江市车板莫春兰烟花爆竹专卖店	廉江市车板镇龙头沙公路 86 号（张汝禄屋）	S	10.3	烟花爆竹	50kg	不涉及单罐	货运 50kg
33	合浦县山口山南加油站	合浦县山口山南村	WNW	10.4	贮存汽油、柴油	汽油 40m ³ 柴油 40m ³	汽油 30m ³ 柴油 40m ³	货运-
34	中国石油天然气股份有限公司北海销售分公司山口加油站	合浦县山口镇高速路出入口旁	NW	11.1	贮存汽油、柴油	汽油 90m ³ 柴油 90m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
35	合浦县山口宝树烟花炮竹厂	山口镇亚姨岭（生产区、总仓库区）	NW	11.3	烟花	未确定	不涉及单罐	货运
36	廉江市青平黄仁礼爆竹专卖店	廉江市青平镇 325 国道边五里山新村黄诚胜屋	NE	11.8	烟花爆竹	70kg	不涉及单罐	货运 130kg
37	中国石油化工股份有限公司广西北海合浦山口第二加油站	合浦县山口镇山北路	NW	11.9	贮存汽油、柴油	汽油 90m ³ 柴油 30m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
38	大坝镇国营农机加油站	博白县大坝镇前进街	N	12.3	贮存汽油、柴油	80m ³	40m ³	
39	廉江市青平标哥爆竹专卖店	廉江市青平镇大石头村边（吴秀琴屋）	ENE	12.7	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg
40	廉江市青平梁桂春爆竹专卖店	廉江市青平横桠埇村委大石头村（梁石刚屋）	ENE	12.7	烟花爆竹	180kg	不涉及单罐	货运 180kg
41	廉江市青平七哥爆竹专卖店	廉江市青平镇大石头村村道路段旁（梁华荣屋）	ENE	12.7	烟花爆竹	130kg	不涉及单罐	货运 130kg
42	廉江市青平艺珍爆竹专卖店	廉江市青平镇横桠埇村（林水强屋）	NE	13.1	烟花爆竹	90kg	不涉及单罐	货运 90kg
43	廉江市黄海芹爆竹专卖店	廉江市青平镇 325 国道横桠埇村林析善屋	NE	13.1	烟花爆竹	130kg	不涉及单罐	货运 130kg
44	廉江市青平九叔爆竹专卖店	廉江市青平镇横桠埇村委会横桠埇村边 325 国道旁边的铁架屋	NE	13.3	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg

		(林安善屋)						
45	合浦县沙田范屋加油站	合浦县沙田镇新村委范屋	W	13.7	贮存汽油、柴油	汽油 60m ³ 柴油 60m ³	汽油 30m ³ 柴油 30m ³	货运-
46	廉江市粤信矿业有限公司	廉江市青平镇横桠埗(325 国道旁)	NE	13.7	使用乙炔	乙炔 0.1 吨	乙炔 0.1 吨	货运 0.1 吨
47	沙田范屋液化气站	合浦县沙田镇范屋路口	W	14	液化气	80m ³	40m ³	
48	广西合浦县山口出口烟花厂	山口镇三公里(三公里生产区及总仓库区)、山口镇清水湾(清水湾生产区及总仓库区)、山口镇永安村委(永安生产区及总仓库区)	W	14	烟花、爆竹	49.2 吨(药物质量)	不涉及单罐	货运
49	中石化广东湛江廉江营仔加油站	廉江市营仔镇营仔圩北大番坡岭	ESE	14.2	贮存汽油、柴油	汽油 52 吨, 柴油 26 吨	汽油 26 吨, 柴油 26 吨	货运 18 吨
50	廉江市营仔苏永烟花爆竹专卖店	廉江营仔镇通海路医药二门市斜对面(全篷屋)	ESE	14.2	烟花爆竹	100kg	不涉及单罐	货运 100kg
51	廉江市营仔陈少芬烟花爆竹专卖店	廉江市营仔镇人民路 50 号(黄进庆屋)	ESE	14.2	烟花爆竹	80kg	不涉及单罐	货运 80kg
52	廉江市营仔润达加油站	廉江市营仔镇波罗埠	ESE	14.4	贮存汽油、柴油	汽油 10m ³ 柴油 10m ³	汽油 10m ³ 柴油 10m ³	货运 13 吨
53	合浦县沙田镇对达加油站	合浦县沙田镇对达村	WSW	14.4	汽油、柴油	1、汽油(2*30 立方); 2、柴油(1*30 立方)		车辆运输, 最大运输量不确定
54	廉江市营仔钟广禄烟花爆竹专卖店	廉江市营仔镇东桥路 27 号(陈养屋)	ESE	14.4	烟花爆竹	130kg	不涉及单罐	货运 130kg
55	廉江市国生实业有限公司国生加油站	廉江市青平镇青长路	ENE	14.5	贮存汽油、柴油	汽油 20m ³ 柴油 30m ³	汽油 20m ³ 柴油 30m ³	货运 6 吨
56	廉江市营仔苏檬爆竹专卖店	廉江市营仔镇东桥路波罗埠路口(苏檬屋)	ESE	14.8	烟花爆竹	150kg	不涉及单罐	货运 150kg
57	中石化广东湛江廉江青平加油站	廉江青平镇人民路	ENE	15	贮存汽油、柴油	汽油 100 吨 柴油 50 吨	汽油 50 吨 柴油 50 吨	货运 22 吨

表 2.3-48 厂址半径 15km 范围内运输危险品情况

危险品名称	运输路线	运输工具	一次最大运输量 (t) (单车最大装载量)	距厂址最近距离 (km)
二号岩石乳炸药	1、廉江市区→新民镇→横山镇→青平镇 (S287 (原 X680) —G228 或 S287 (原 X680) —汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228) ;	危险品运输汽车	9360kg/车	13.6
导爆索			2 万米/次	13.6
雷管	2、廉江市区→新民镇→横山镇→营仔镇 (X680—G228—X674 或 S287—汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228—X674)		15000 发/车	13.6
烟花爆竹、油品	1、廉江市区→新民镇→横山镇→青平镇 (S287 (原 X680) —G228 或 S287 (原 X680) —汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228) ; 2、廉江市区→新民镇→横山镇→青平镇→红江农场 (S287 (原 X680) —G228—S388 或 S287 (原 X680) —汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228—S388) ; 3、廉江市区→新民镇→横山镇→青平镇→红江农场→车板镇 (S287 (原 X680) —G228—S388 或 S287 (原 X680) —汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228—S388) ; 4、廉江市区→新民镇→横山镇→青平镇→红江农场→高桥镇 (S287 (原 X680) —G228 或 S287 (原 X680) —汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228) ; 5、廉江市区→新民镇→横山镇→营仔镇 (X680—G228—X674 或 S287—汕湛高速兰海联络线 (化廉高速) —G228—X674)	危险品运输汽车	10 吨/车 (烟花爆竹) 22 吨/车 (油品)	2.7
烟花爆竹、油品	合浦市区→石康镇→闸口镇→公馆镇→白沙镇→山口镇→沙田镇 (G228—G241 或 G75—G228—G241) 合浦市区→石康镇→闸口镇→公馆镇→白沙镇→山口镇→新圩 (G228—G241—Y011 或 G75—G228—G241—Y011)	危险品运输汽车	10 吨/车 (烟花爆竹) 22 吨/车 (油品)	9
油品	县道龙潭→大坝线	危险品运输汽车	22 吨/车 (油品)	12

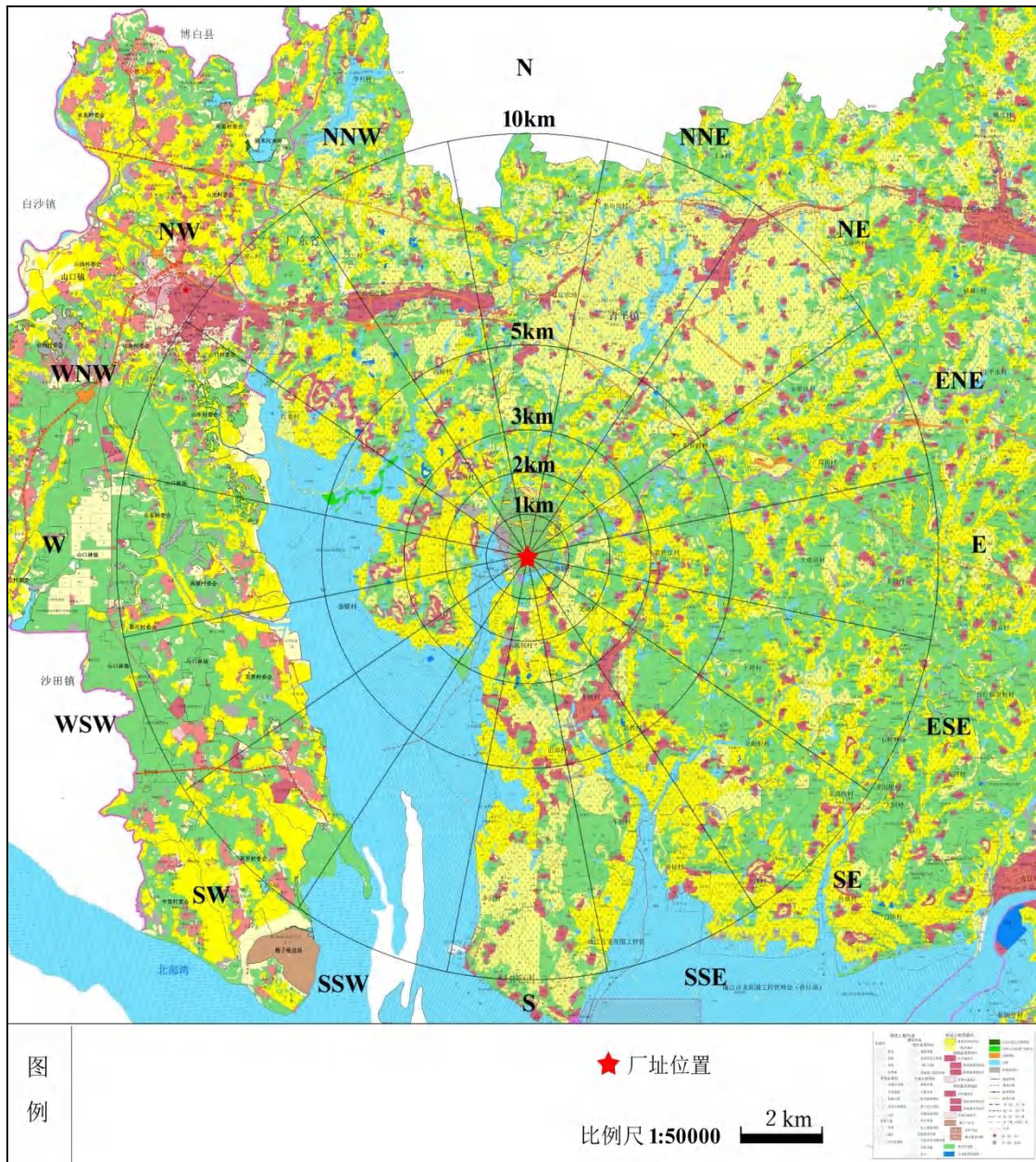


图 2.3-1 厂址半径 10km 基本农田保护面积

廉江市城市总体规划修编（2010-2020年）



图 2.3-2 廉江市总体规划-市域土地利用总体规划图

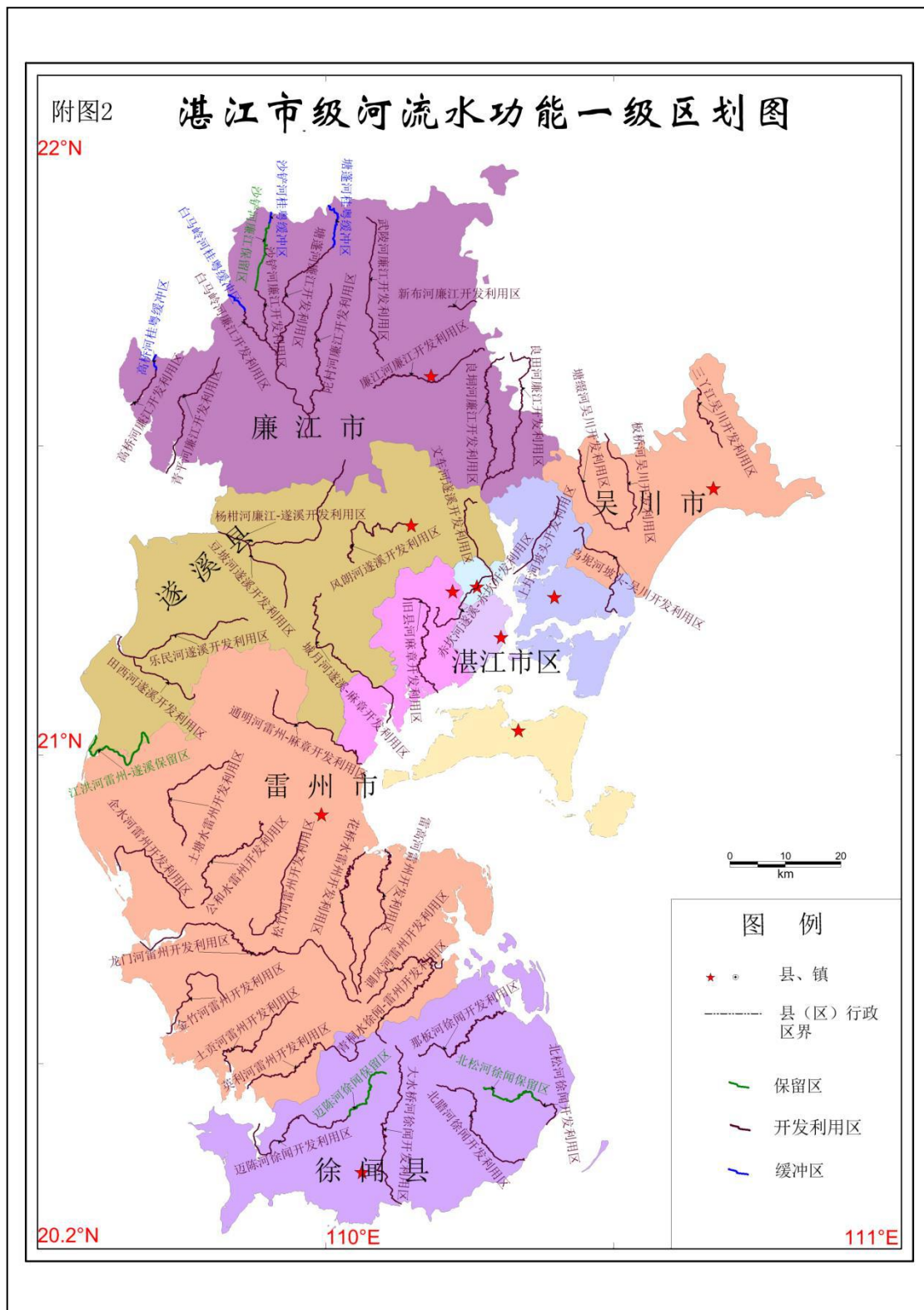


图 2.3-3 湛江市级河流一级水功能区划

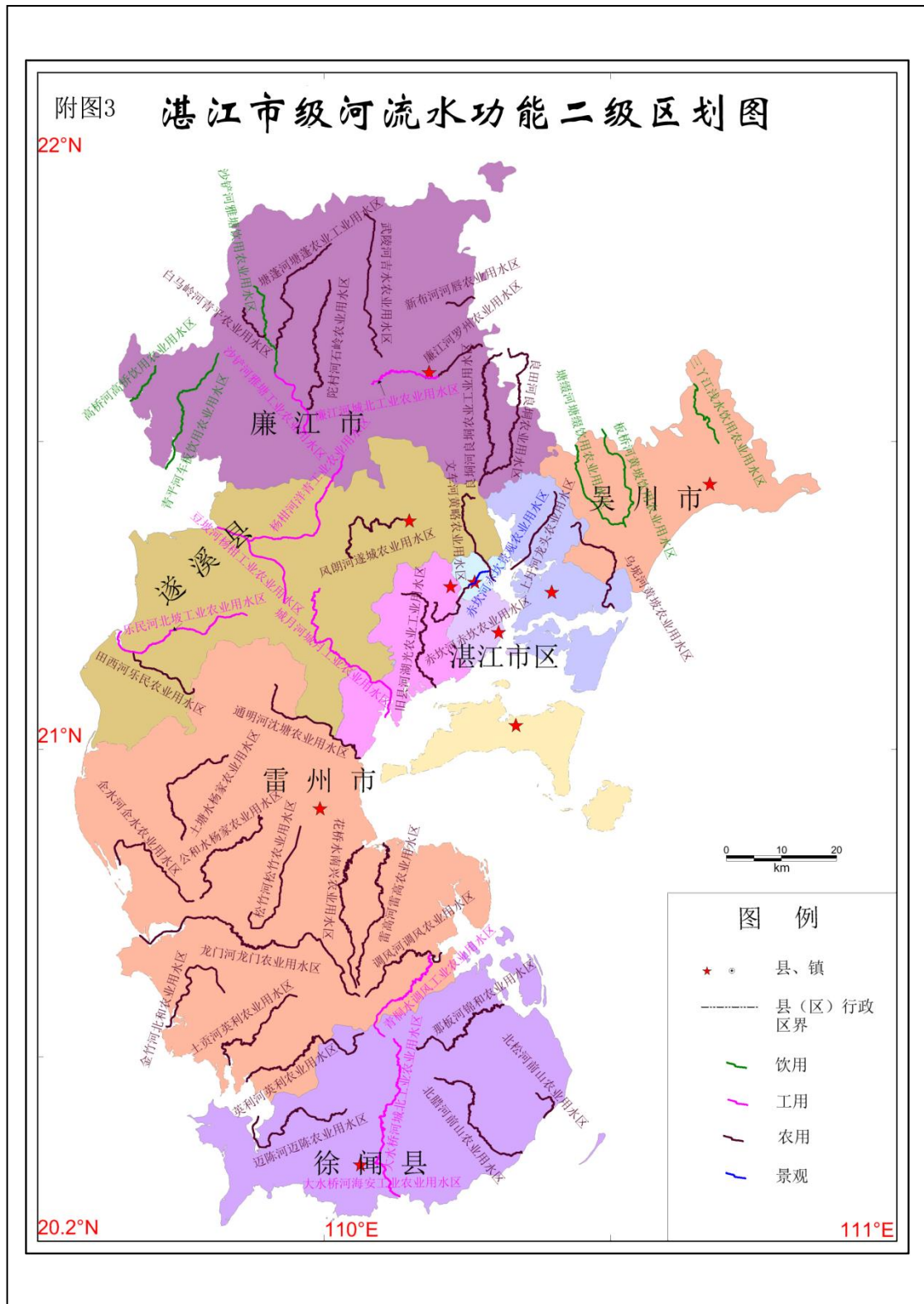


图 2.3-4 湛江市级河流二级水功能区划图

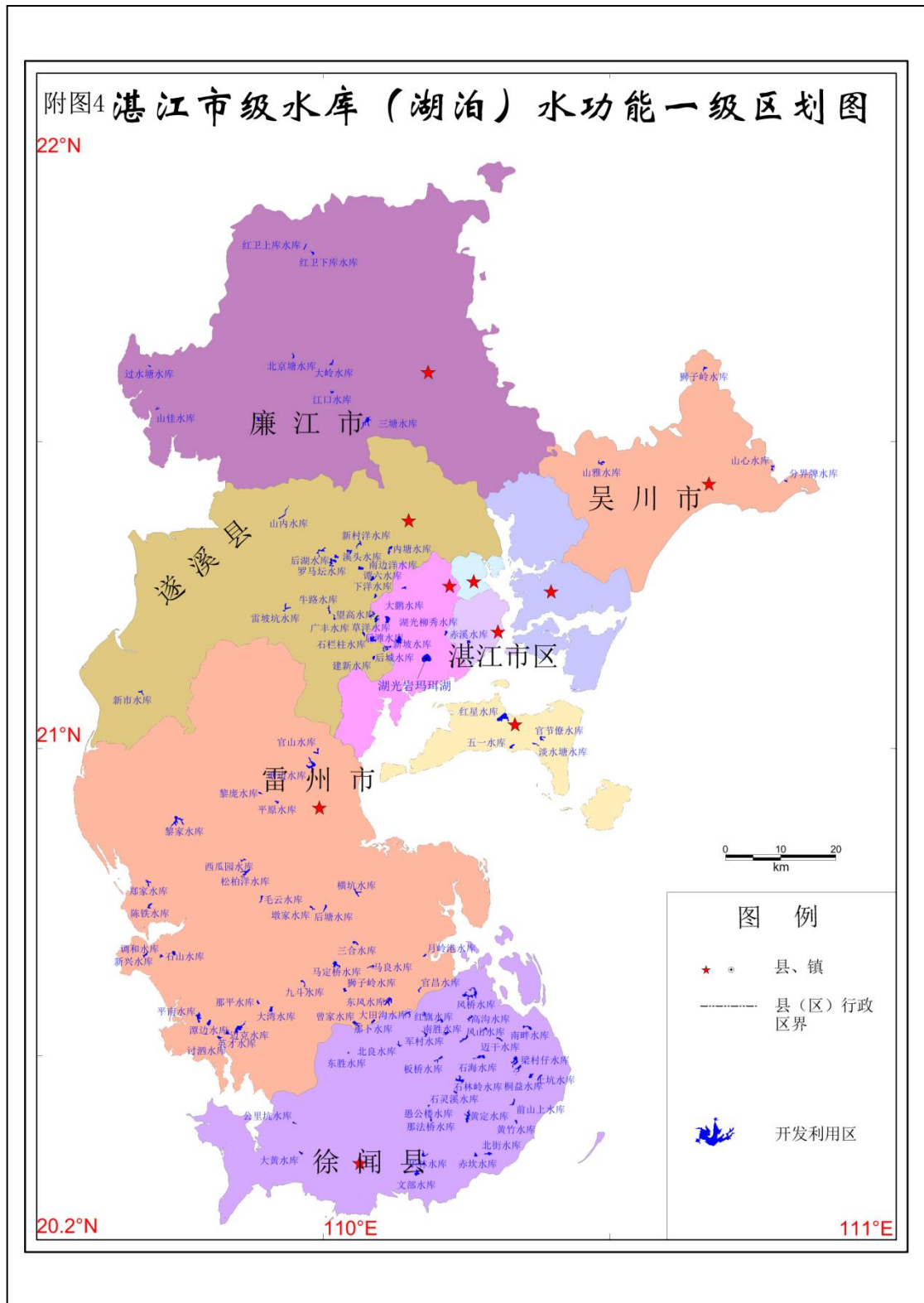


图 2.3-5 湛江市级水库一级水功能区划

附图5 湛江市级水库（湖泊）水功能二级区划图

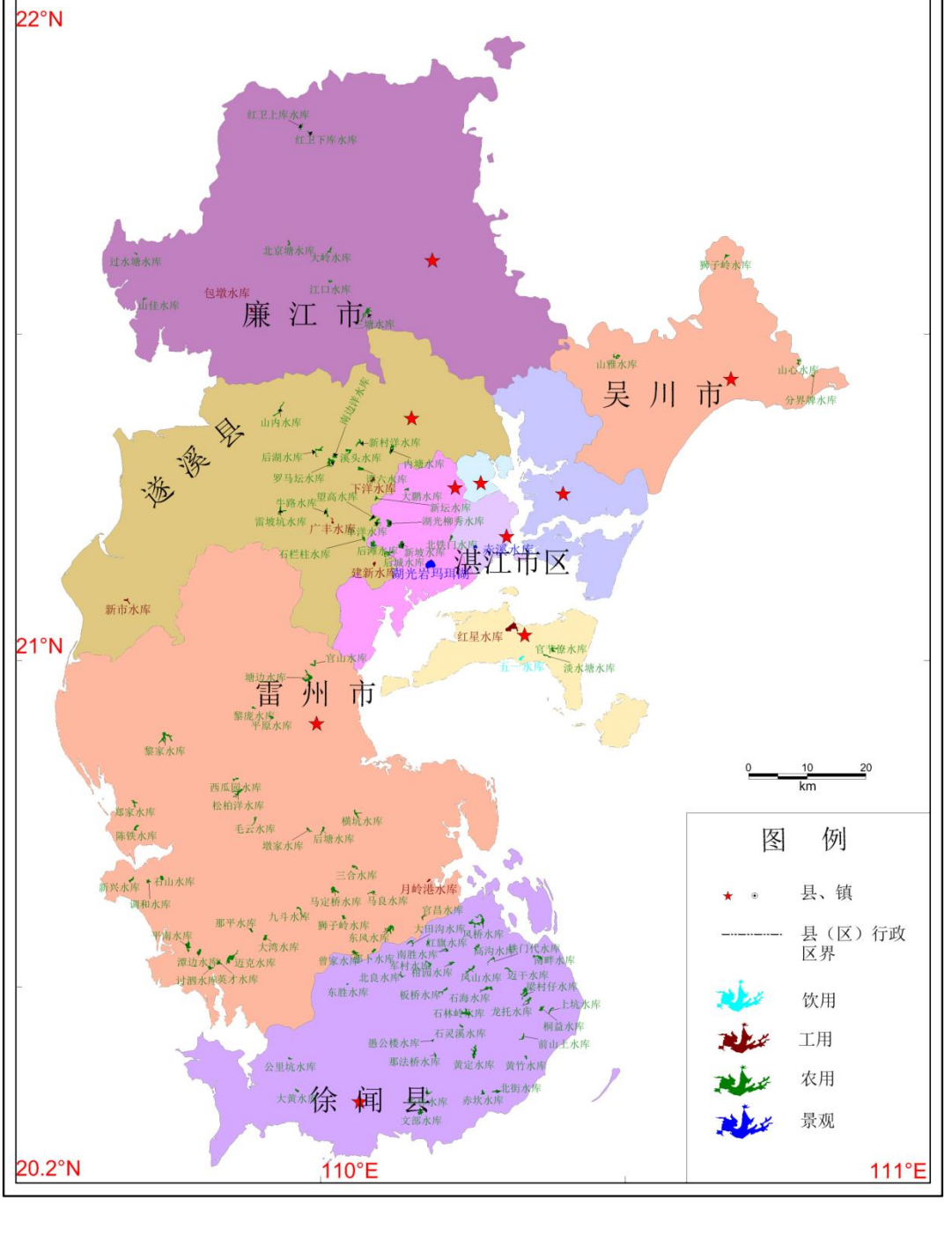


图 2.3-6 湛江市级水库二级水功能区划



图 2.3-7 厂址半径 15km 范围内水库分布情况

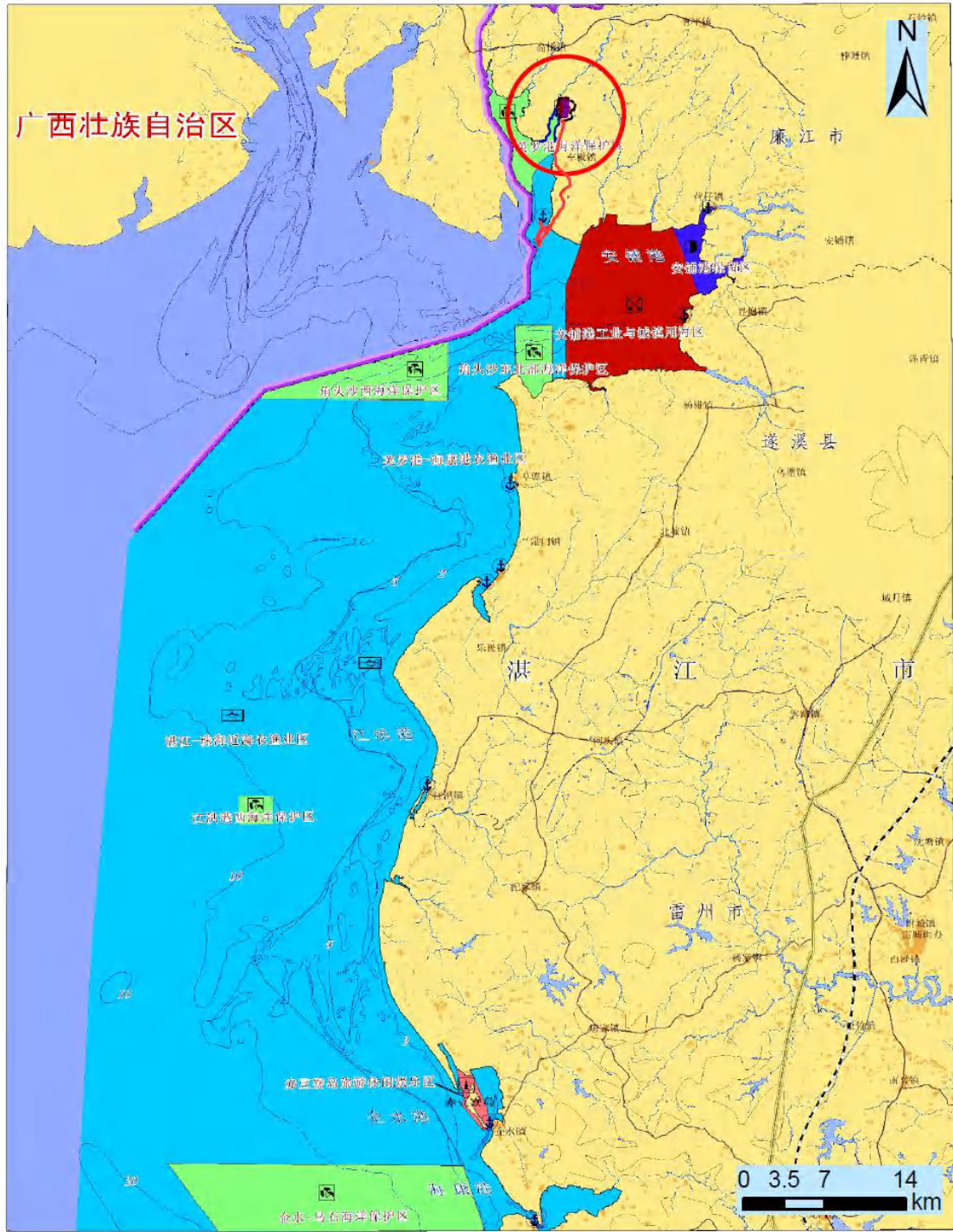


图 2.3-8 厂址附近海洋功能区示意图

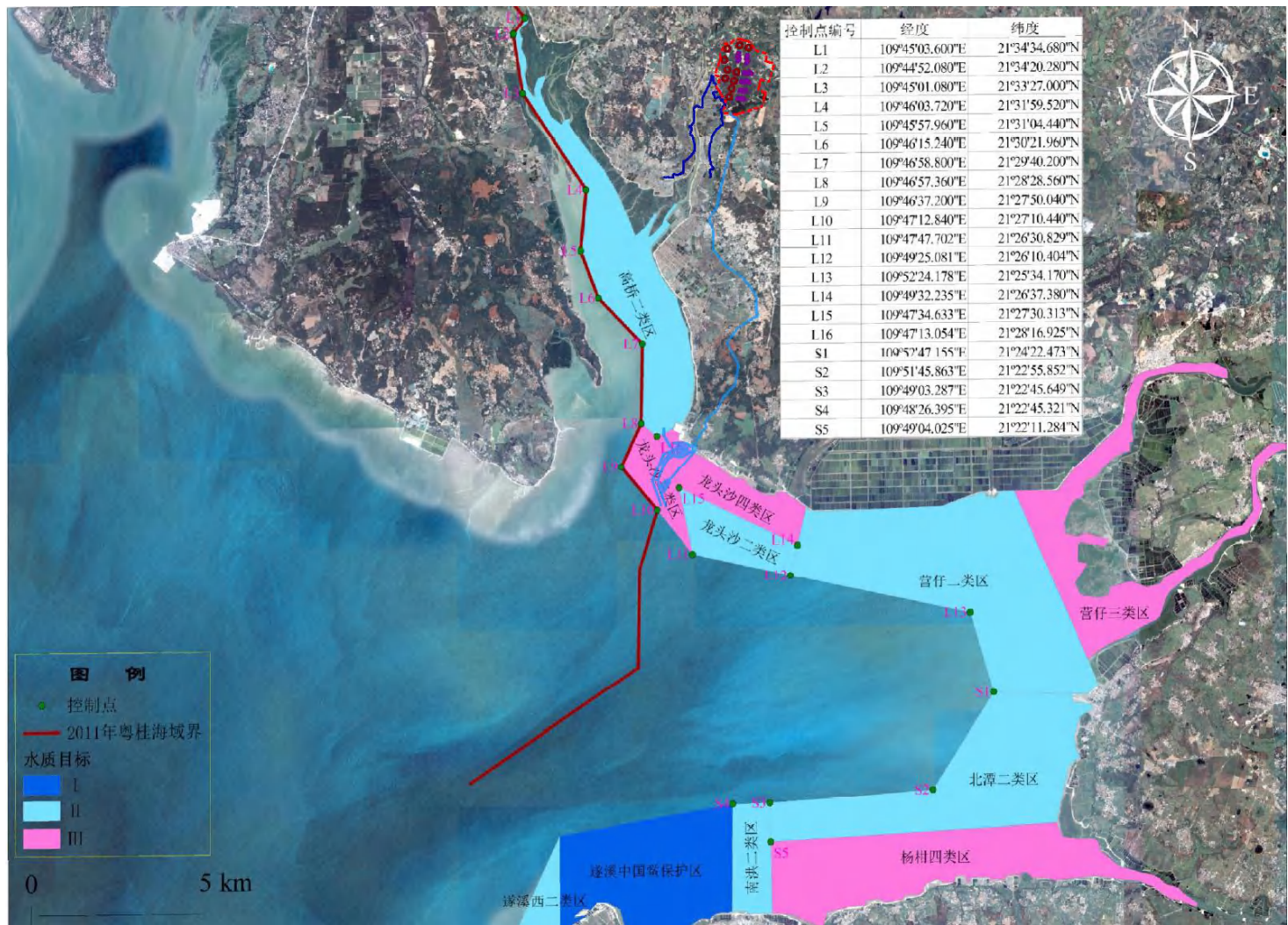


图 2.3-9 厂址近岸海域环境功能区划

湛江市红树林资源分布示意图

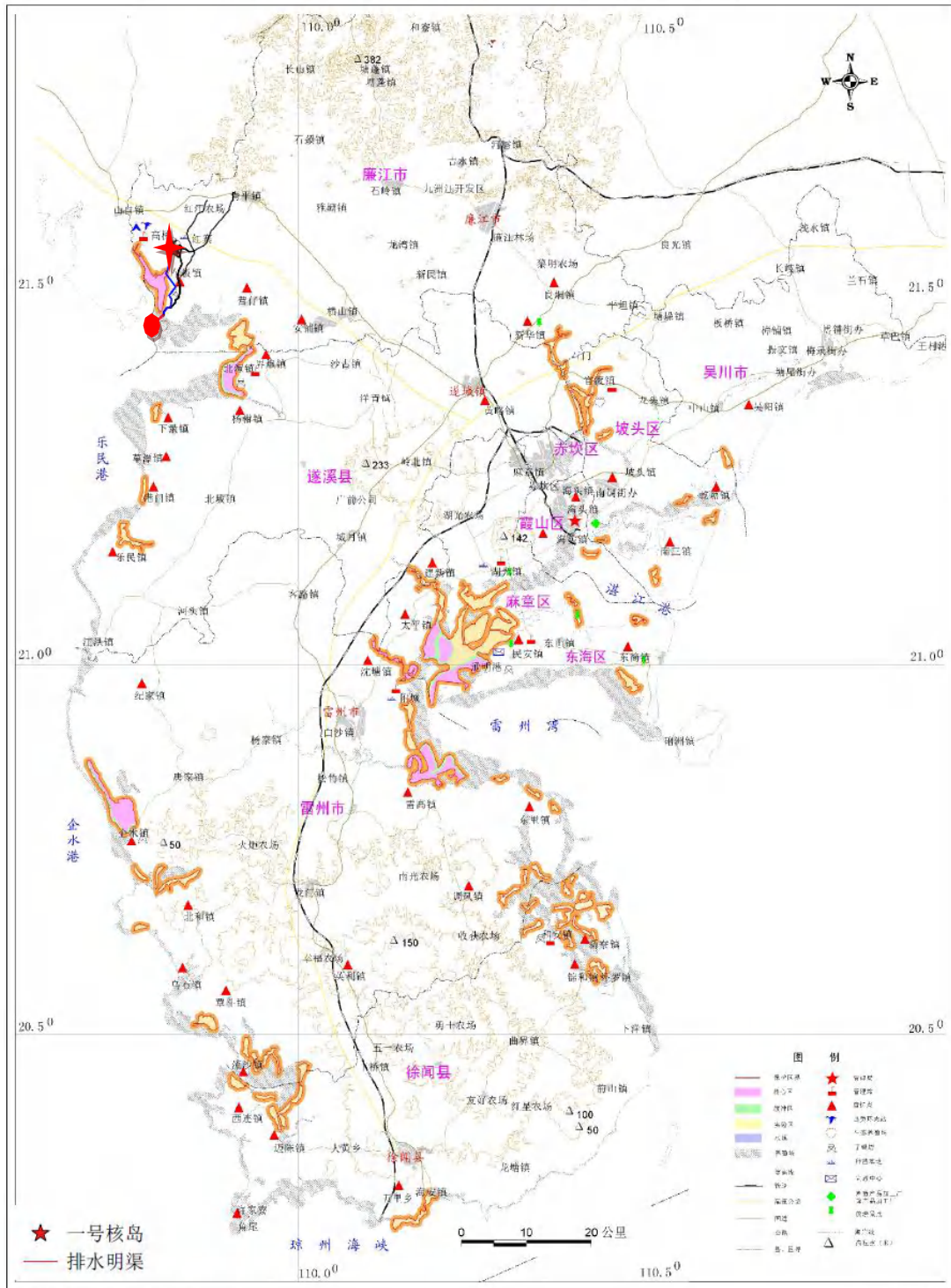
Distribution map of mangrove resource of Zhanjiang City



★ 为厂址位置 ● 为排水口位置

图 2.3-10 湛江红树林分布示意图

广东湛江红树林国家级自然保护区总体规划图



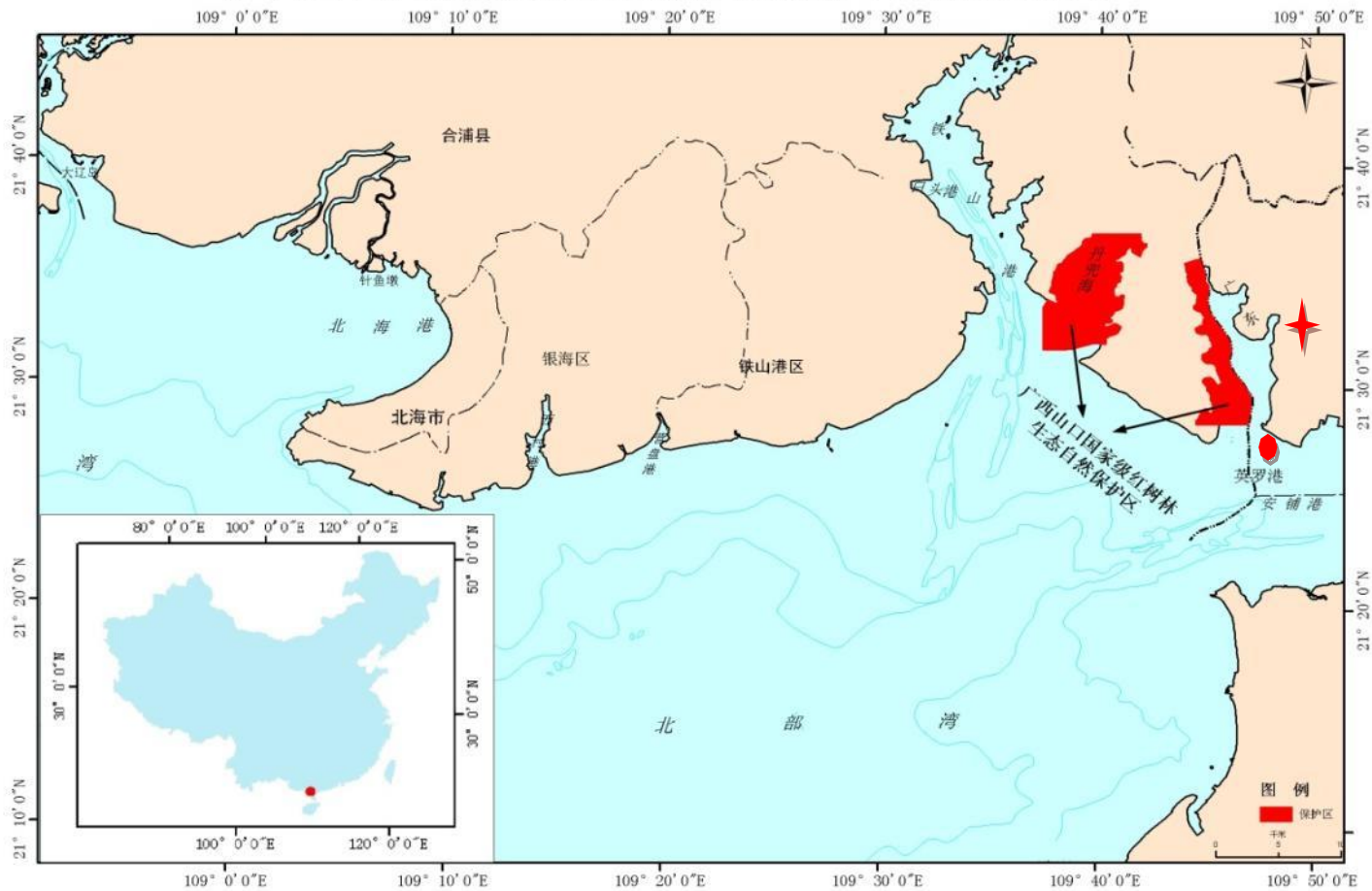
国家林业局调查规划设计院

2002年8月

★ 为厂址位置 ▲ 为排水口位置

图 2.3-11 湛江红树林功能区划图

广西山口国家级红树林生态自然保护区位置示意图



 为厂址位置

 为排水口位置

图 2.3-12 广西山口国家级红树林生态自然保护区地理位置图

广西山口国家级红树林生态自然保护区功能区划图

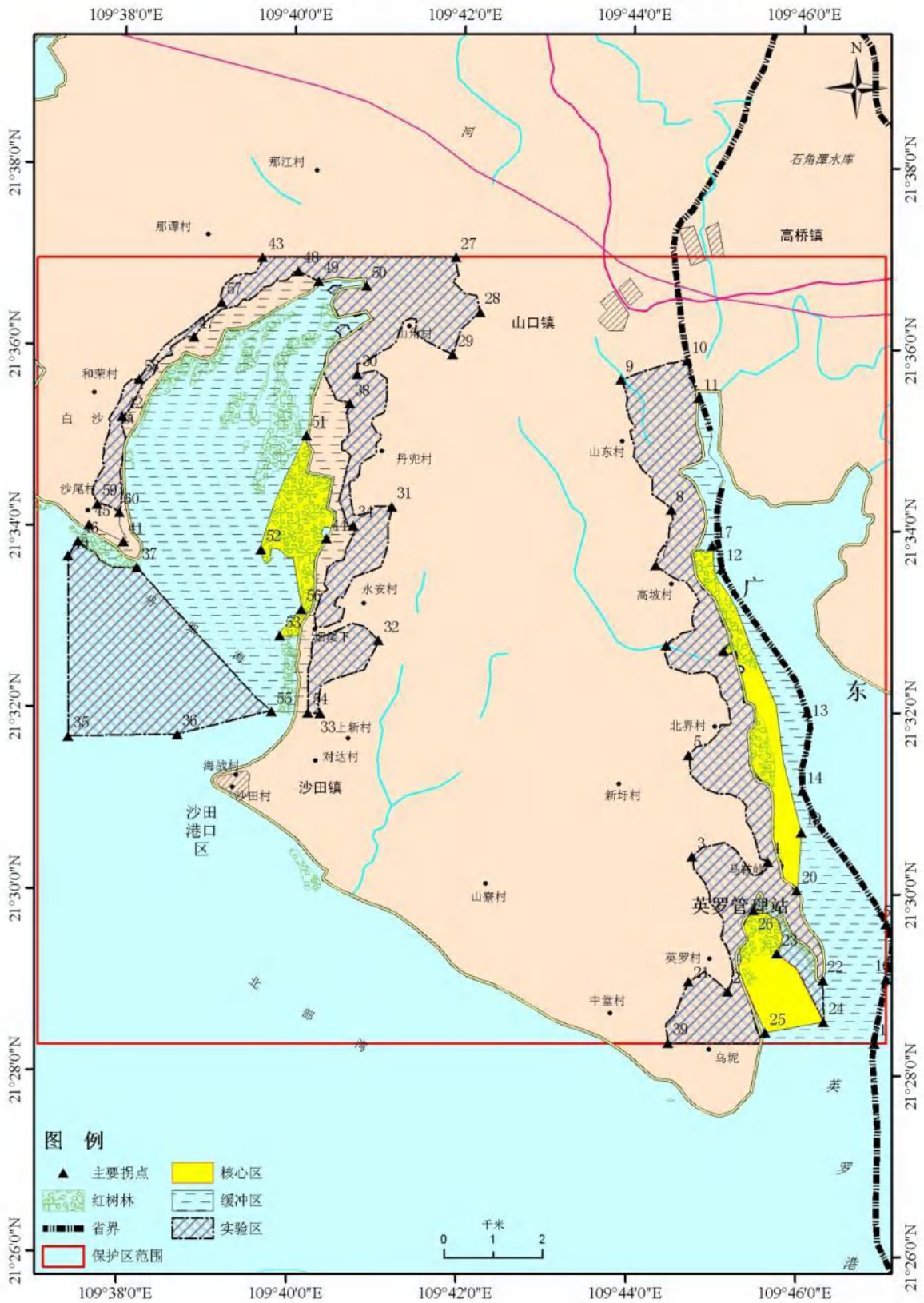
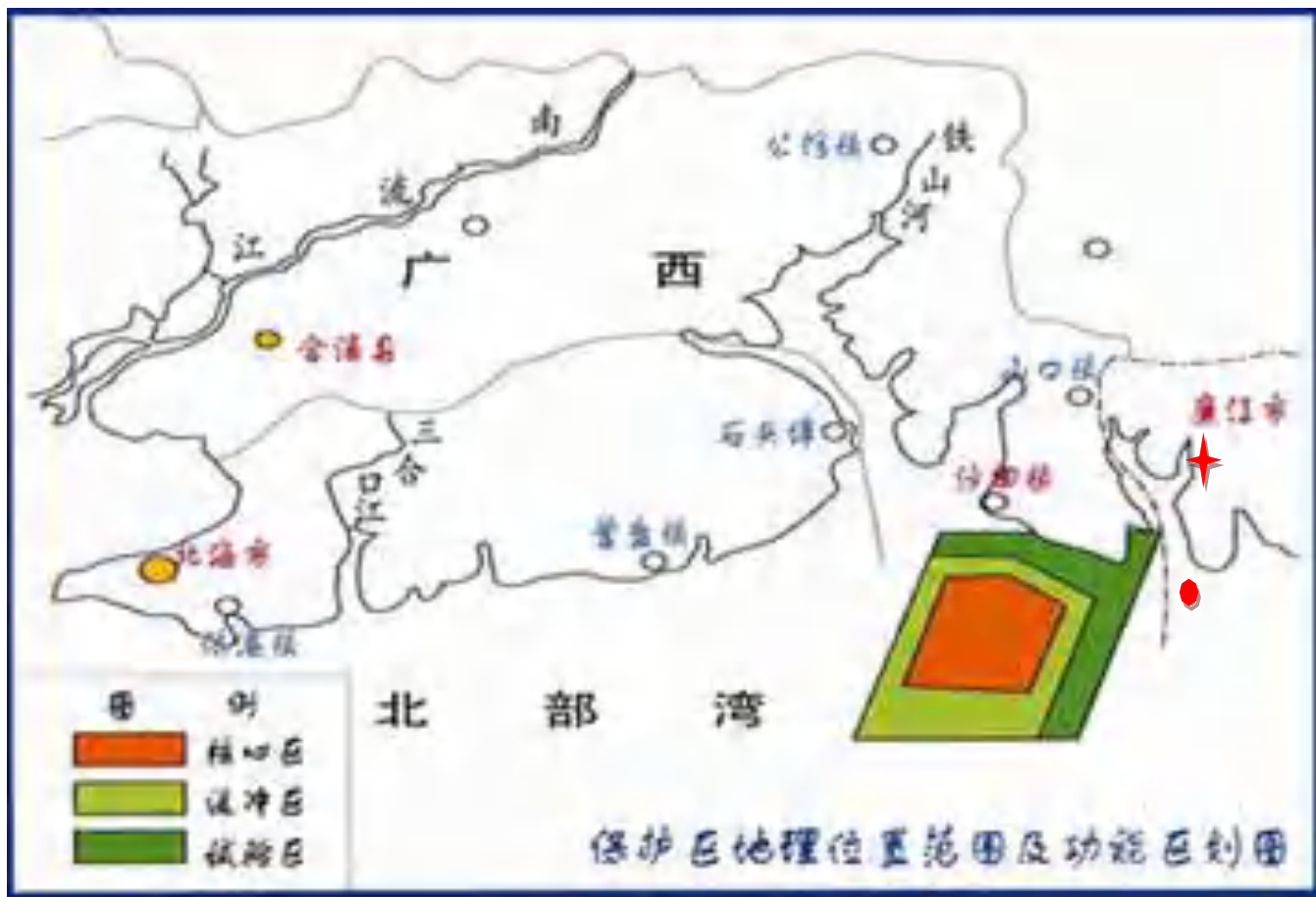


图 2.3-13 广西山口国家级红树林生态自然保护区功能区划图



为厂址位置



为排水口位置

图 2.3-14 广西合浦儒艮国家级自然保护区地理位置与功能区划图

廉江市陆域红线分布图

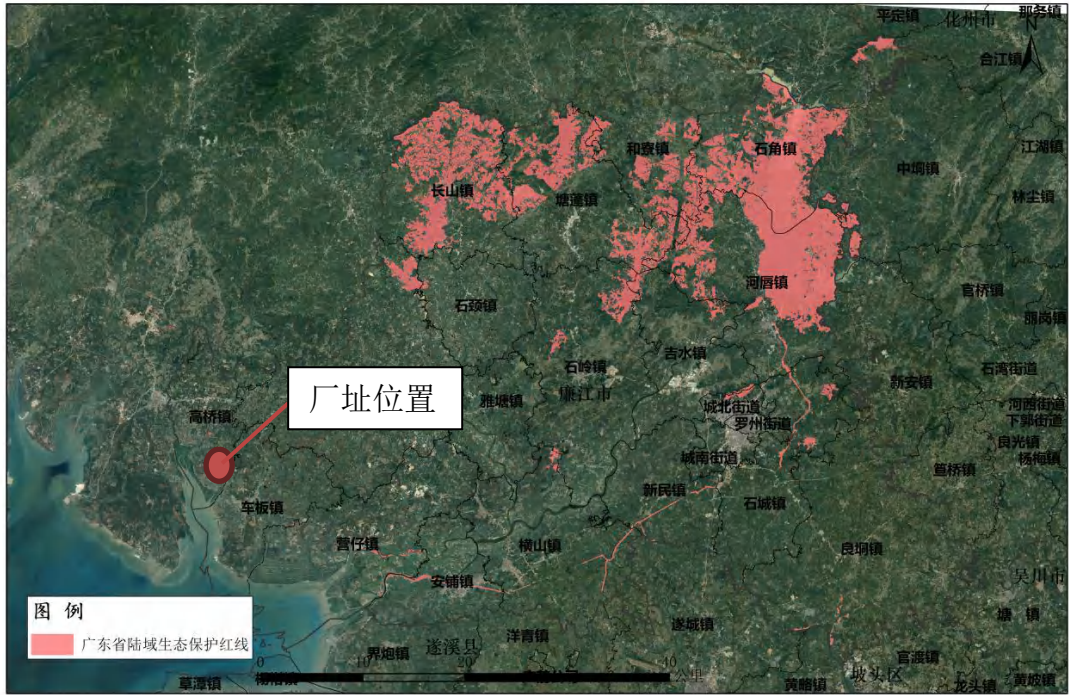


图 2.3-15a 廉江市陆域生态红线

廉江市环境管控单元图

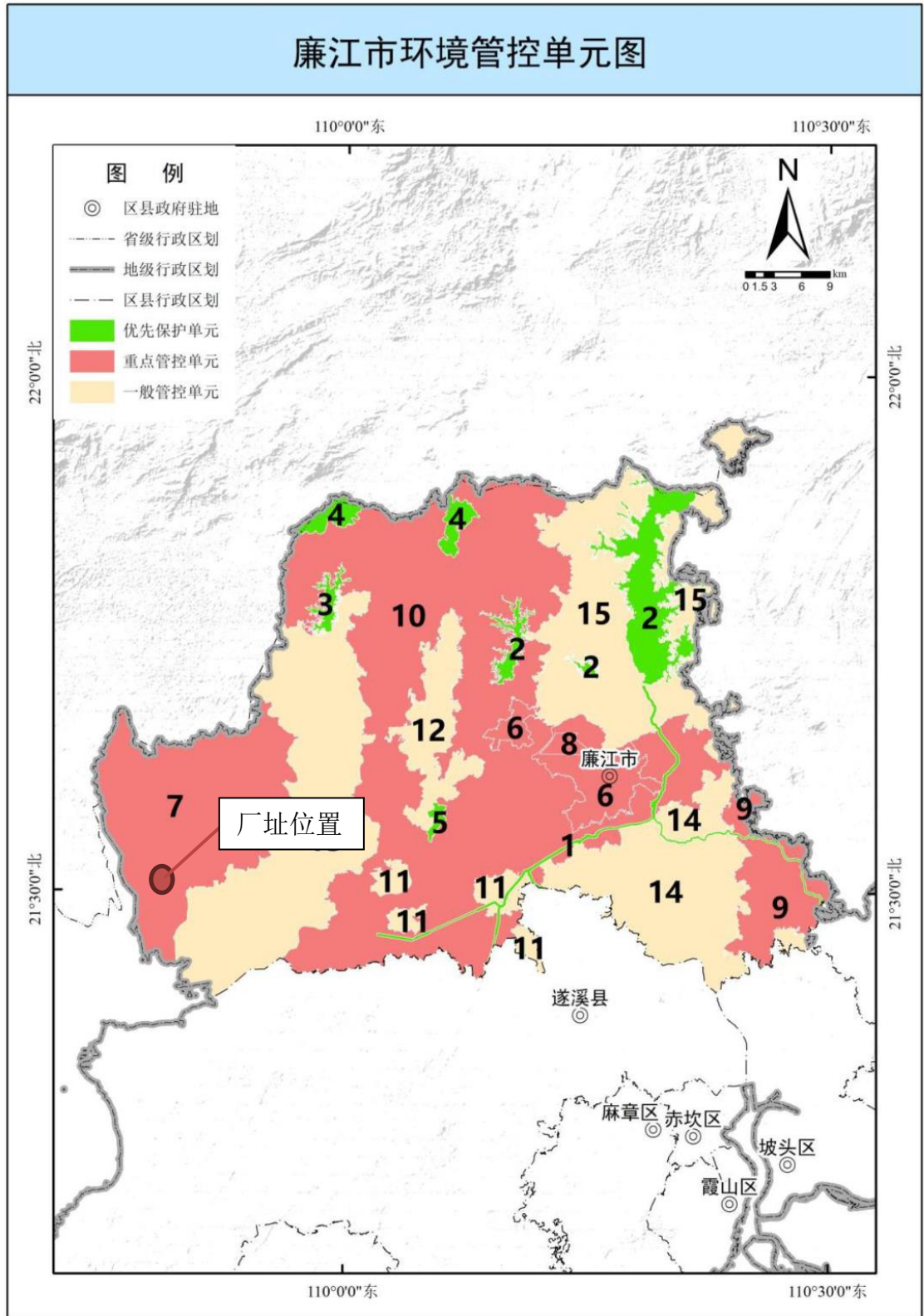


图 2.3-15b 廉江市环境管控单元图

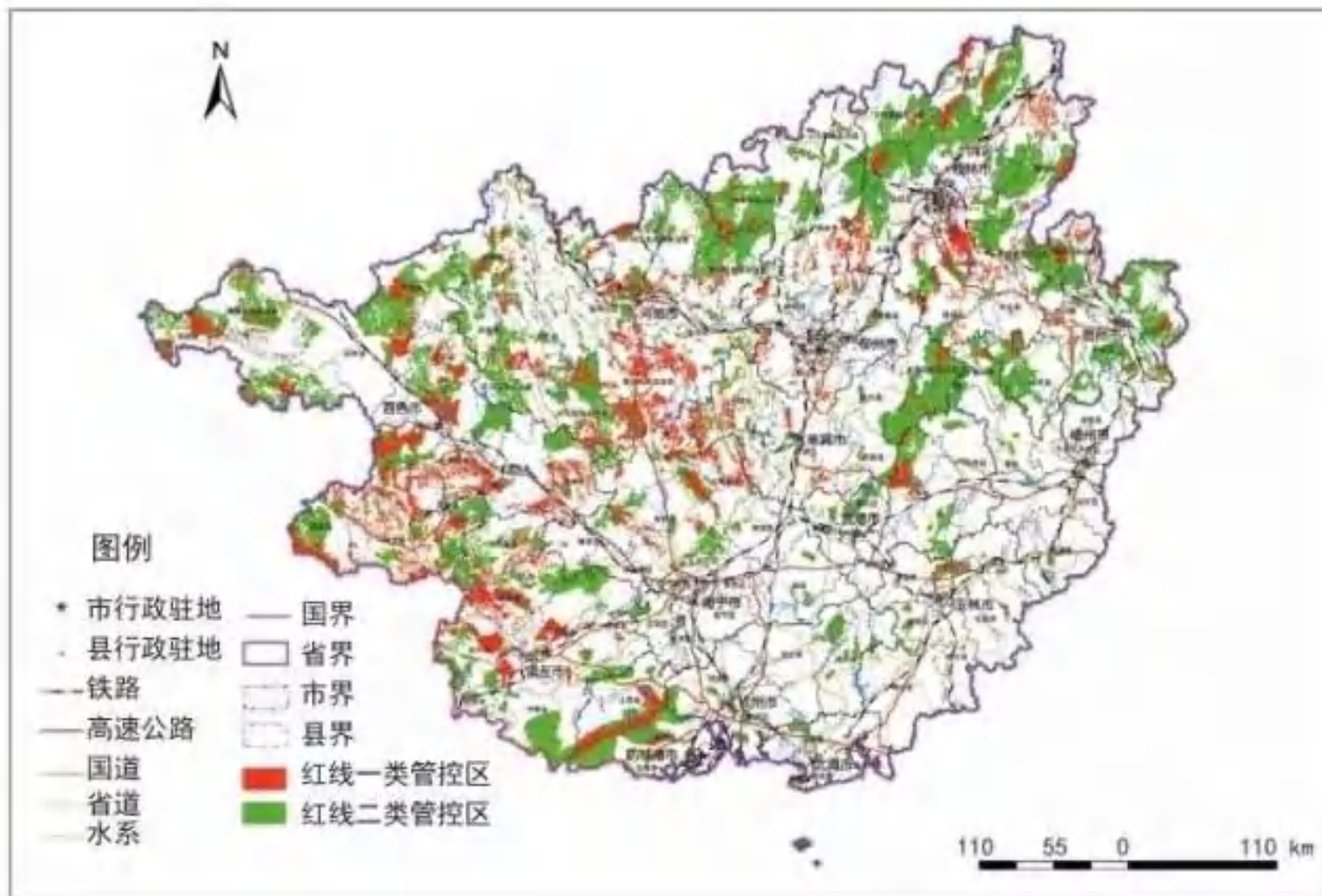


图 2.3-16 广西壮族自治区陆域生态红线管控区

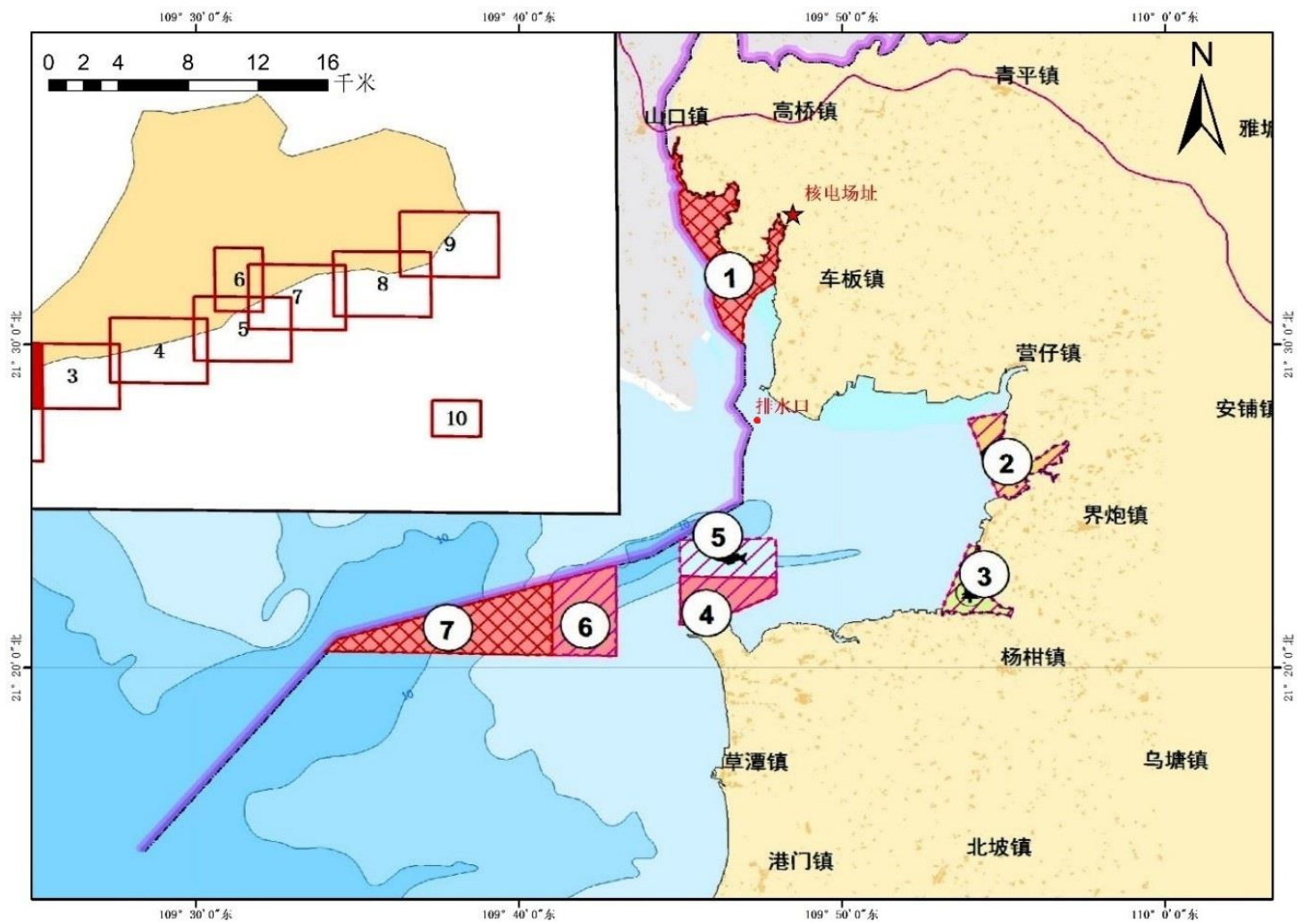


图 2.3-17 厂址周边的生态红线区（广东省）

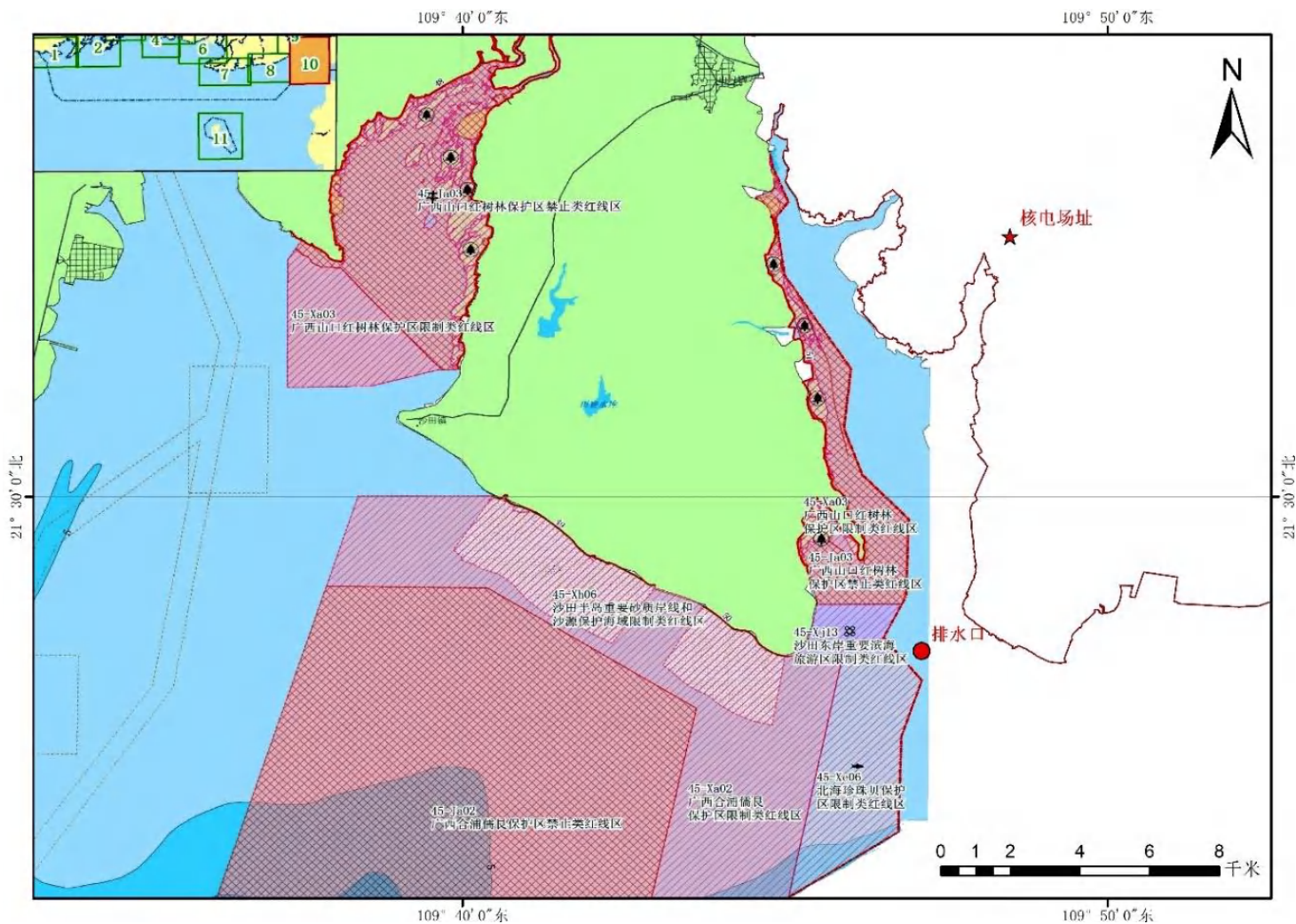


图 2.3-18 厂址周边的生态红线区（广西壮族自治区）

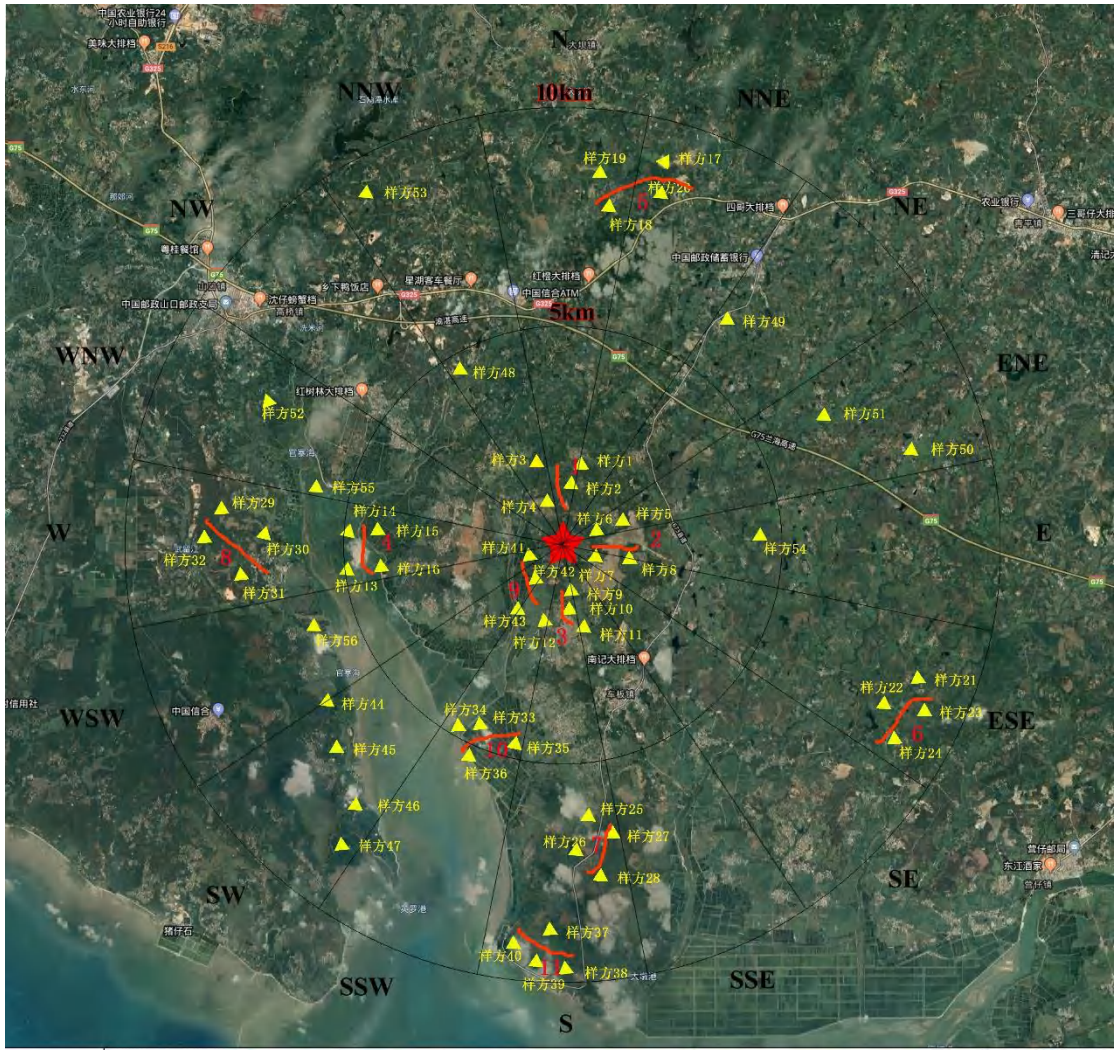


图 2.3-19 现场调查样方分布图

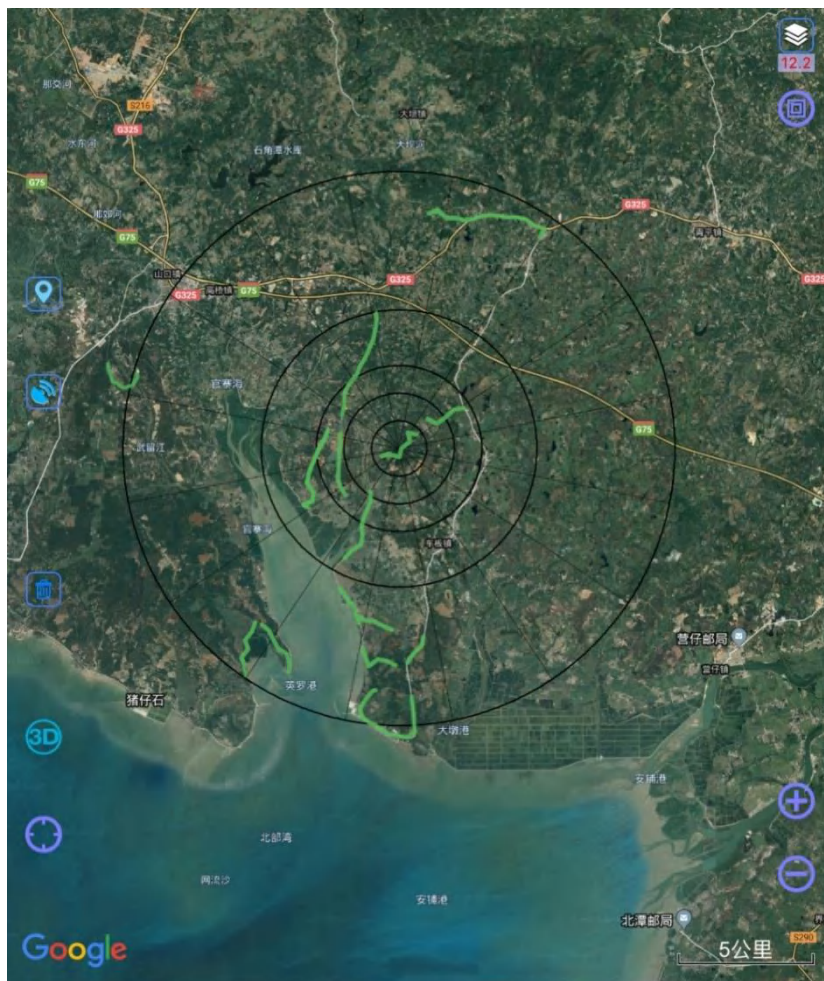


图 2.3-20 调查范围内野生动物调查样线布设图

注：黑色圆圈分别指距离厂址中心 1、2、3、5、10 km 的范围；绿色线条表示调查样线

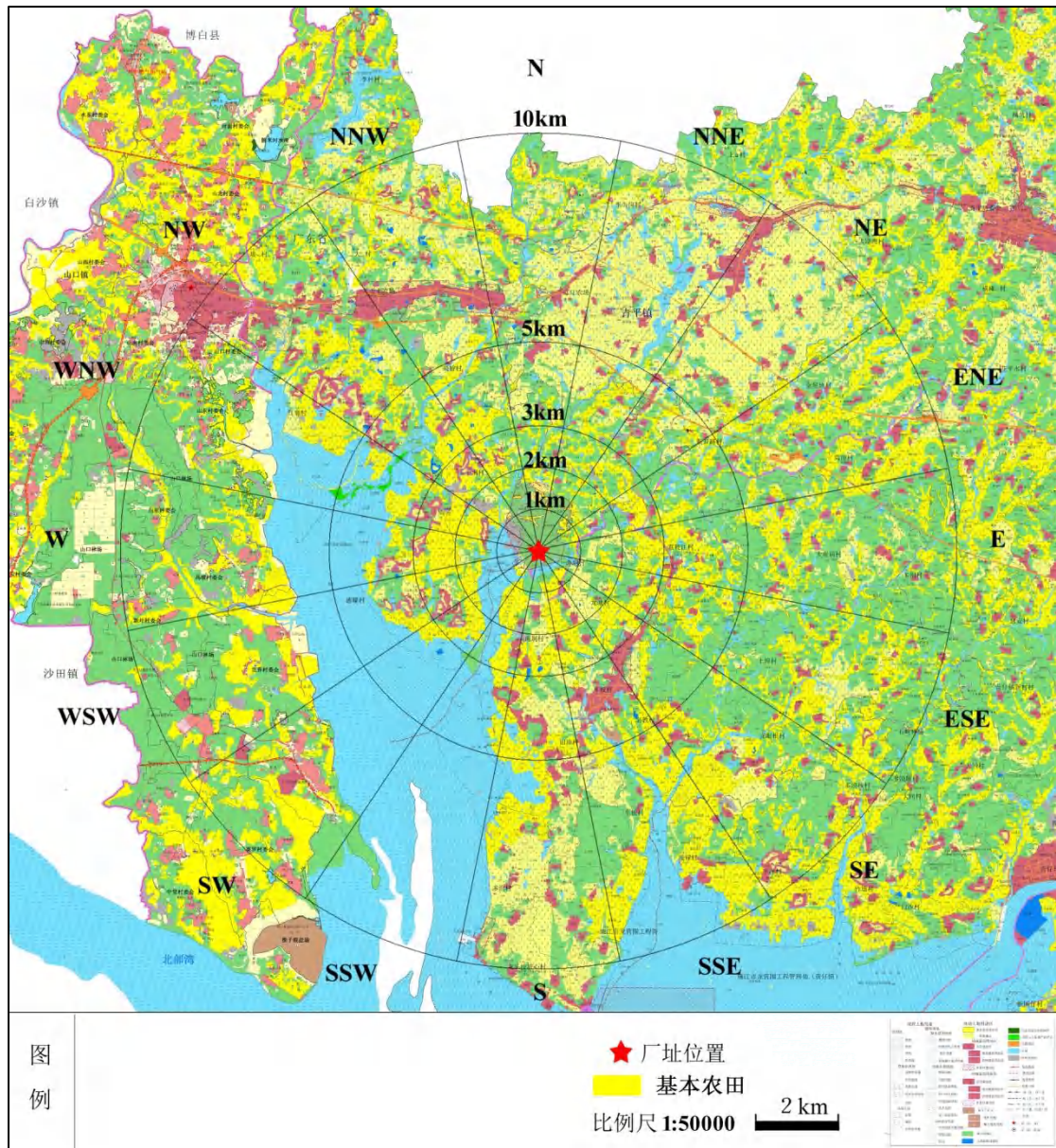


图 2.3-21 厂址附近最近农田



图 2.3-22a 厂址附近最近家畜养殖场



图 2.3-22b 厂址附近最近家禽养殖场

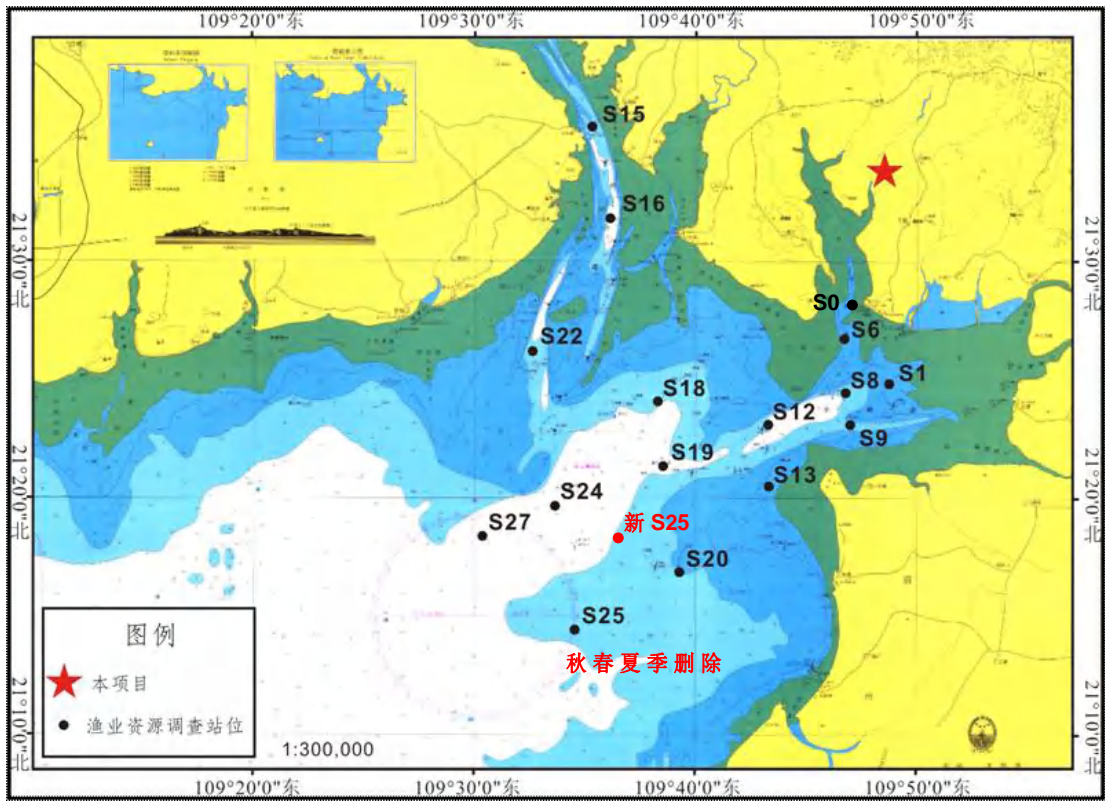


图 2.3-23 调查站位图

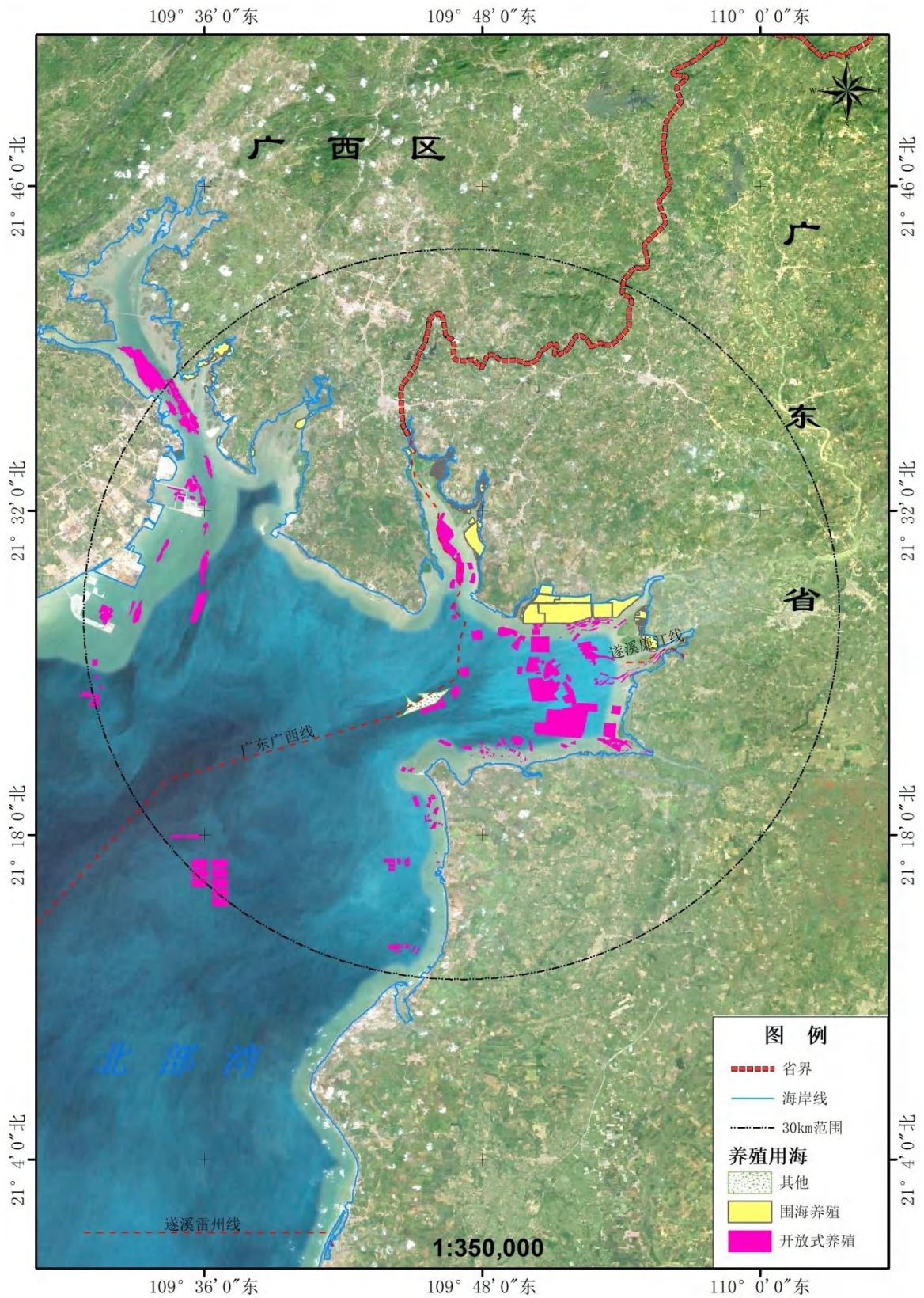


图 2.3-24 邻近海域养殖情况示意图

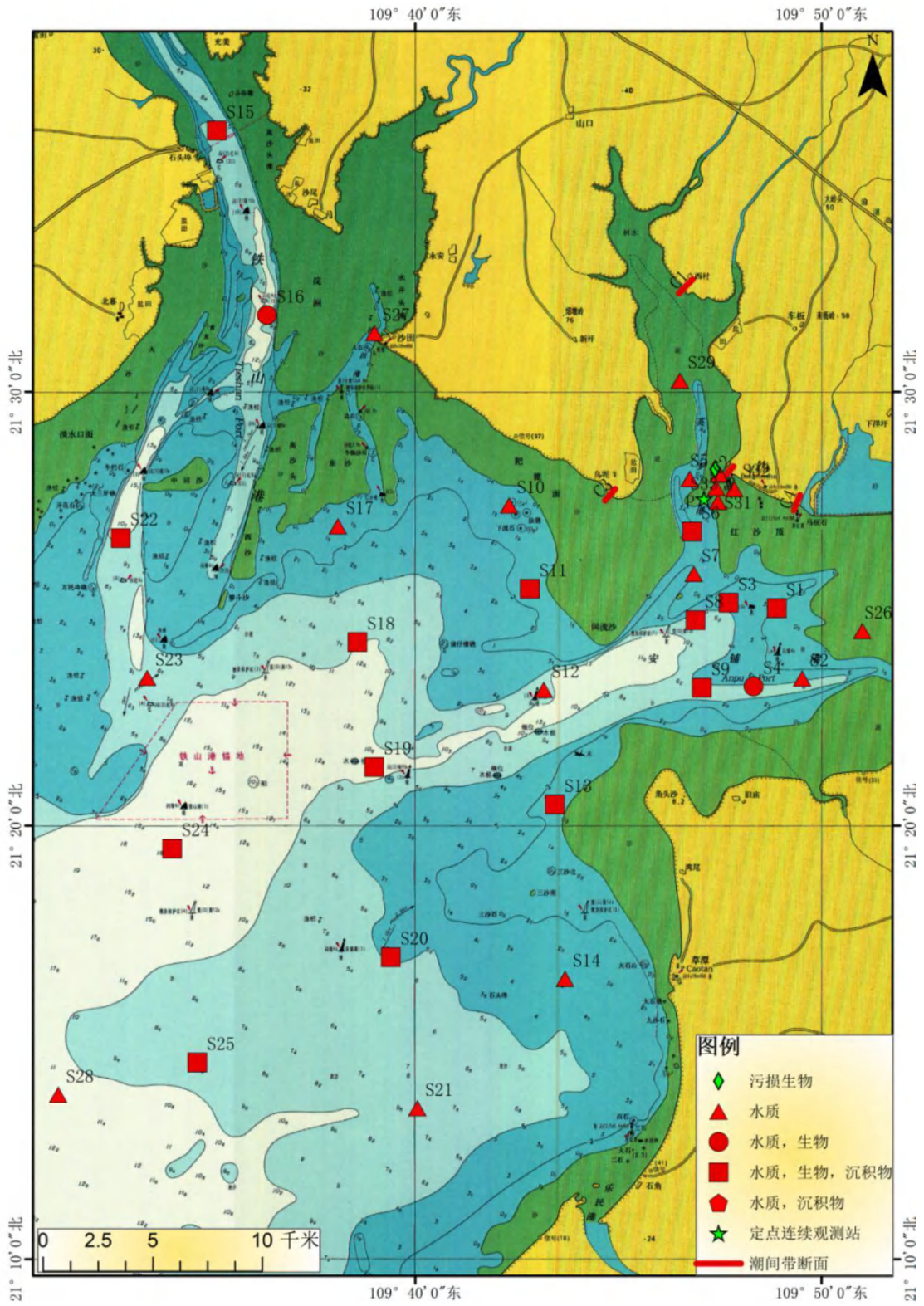


图 2.3-25 环境因子和生物调查站位分布图

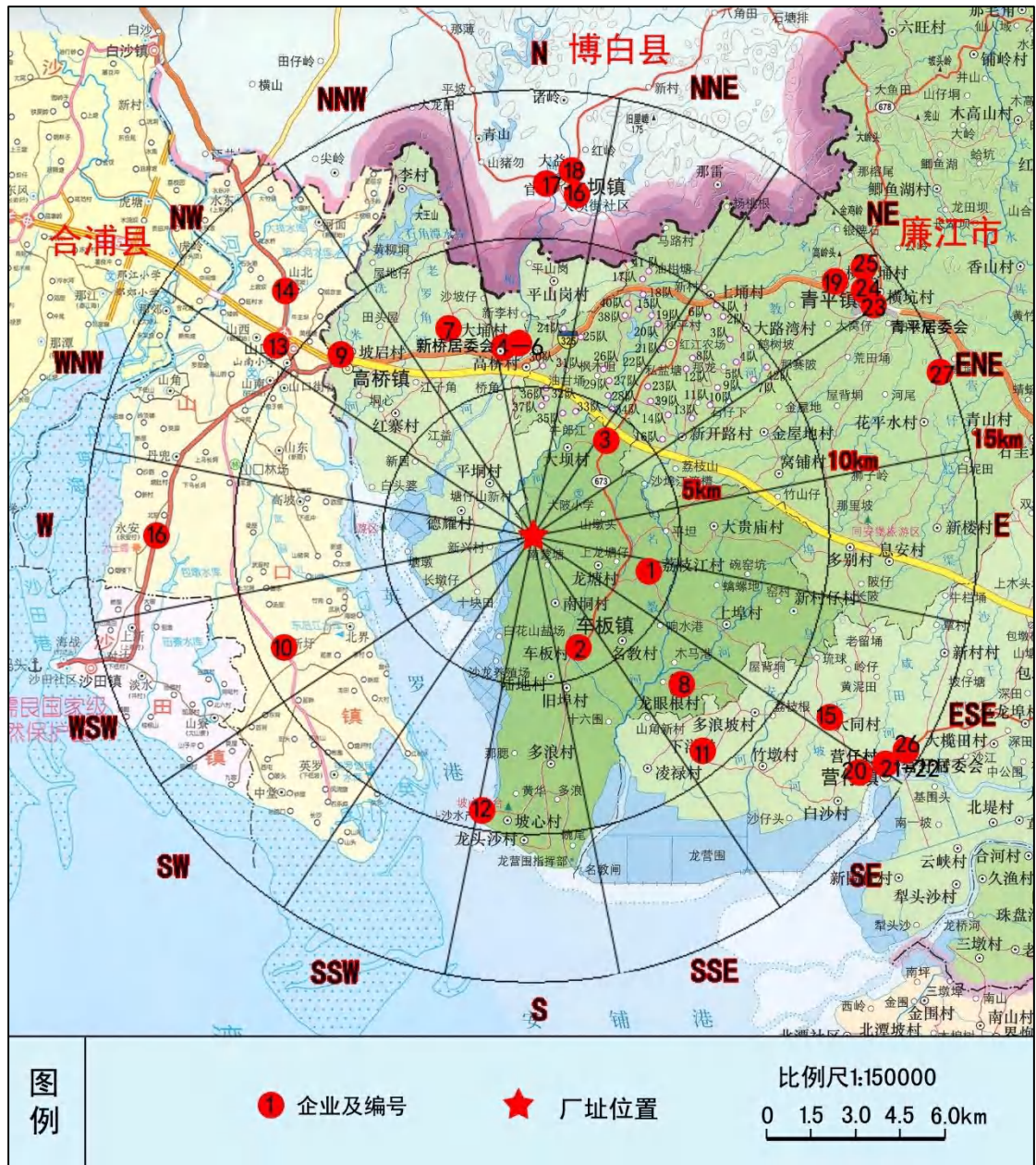


图 2.3-26 厂址半径 15km 范围内工业企业分布图



图 2.3-27 厂址半径 15km 范围内现有主要陆上交通公路分布情况



图 2.3-28 厂址半径 5km 范围内陆上公路分布图

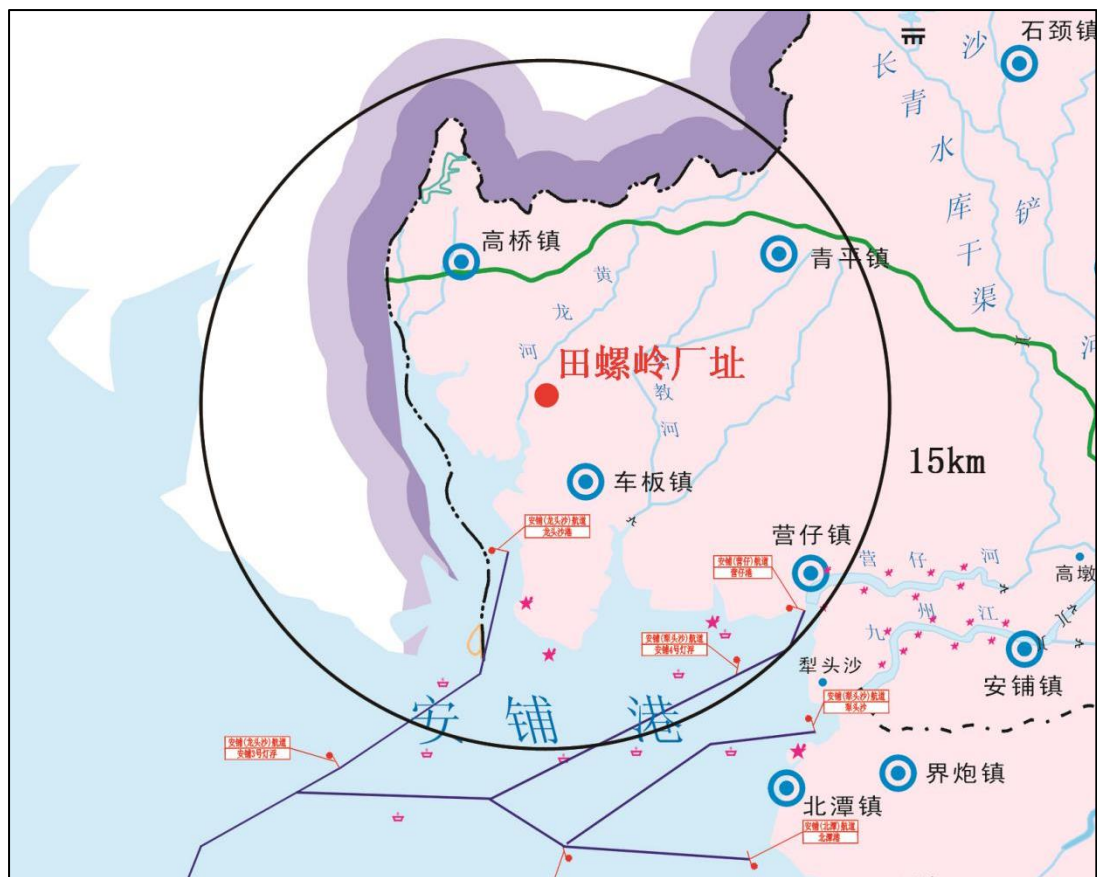
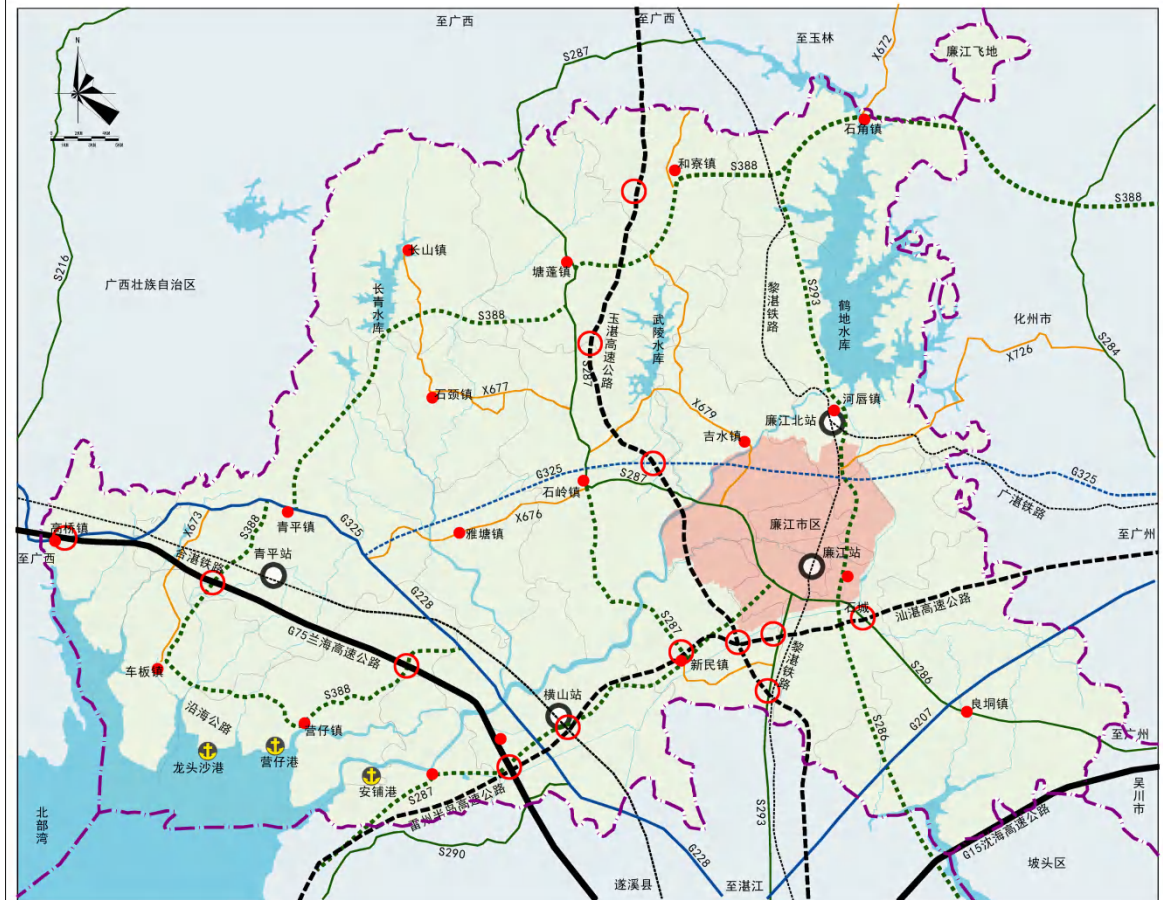


图 2.3-29 厂址附近水路航线分布情况

廉江市城市总体规划（2010-2020年）



图例		现状高速公路		铁路		水域
		规划高速公路		铁路站		规划区
		现状国道		港口		市域界限
		规划国道		建制镇		
		现状省道				
		规划省道				
		县道				
		立体交叉				

市域综合交通规划图

图 2.3-30 廉江市市域综合交通规划图



图 2.3-31 厂址半径 15km 范围内陆上交通规划图

廉江市车板镇总体规划（2016-2035年）

镇区道路交通规划图



图 2.3-32 车板镇区道路交通规划图

2.4 气象

2.4.1 区域气候

2.4.1.1 区域气候特征

厂址位于粤西沿海，属于亚热带海洋性季风气候，夏季炎热漫长，冬季无严寒，没有气候意义上的冬季。冬半年受西伯利亚吹来的冷高压影响，该地处于冷高压的东南缘，东北季风气流越过南岭后南下影响到本地。由于冷高压南移是周期性的，一旦南下的冷高压东移出海减弱，本地处于脊后槽前天气形势，就会转吹偏东南风，因此冬半年常出现 NE 与偏 SE 风交替，但主导风向为 NE 风。夏半年冷高压开始减弱，太平洋副热带高压加强，NE 风频率减少。夏季本地处于西南季风与副热带风暴（台风）的影响和侵袭，随着西太平洋副热带高压的周期性东退和西进，出现了两种气流的交替影响，同时南海的热带辐合带和台风活动有时也带来大风暴雨的天气。秋季东北季风开始强盛，出现了东北季风与东南季风交替的天气现象，偶有台风影响，带来一些风雨，但以秋高气爽的晴朗天气为主。

2.4.1.2 气象代表站的选取

本工程搜集了厂址附近 80km 范围内的廉江、博白、湛江和北海 4 个气象台站（见图 2.4-1）历年常规气象观测资料进行统计分析，各气象台站的背景和观测沿革见表 2.4-1，各气象站与厂址的相对位置见表 2.4-2。

1) 可靠性分析

廉江、湛江、北海和博白气象站是国家气象站，所有地面气象要素均按《地面气象观测规范》的规定观测，观测仪器也定期进行检定，因此，气象资料的来源是可靠的。

2) 地形比较分析

廉江核电厂址和廉江、湛江、博白、北海 4 个气象站均位于北部湾沿海。从距离厂址的远近而言，廉江站最近。

从地形而言，厂址为临海的丘陵地区，从距离海岸线远近程度来看，北海站距离海岸线与厂址更为接近，但厂址区域南临雷州半岛，四周只有西南小部分毗邻北部湾，雷州半岛的存在必然对当地海陆风等产生影响；而北海站以观测场为中心，东面 50km 范围内均以农田为主，南面 10km 范围内以农田为主，10km 以外是海洋，西面 10km 以内是城区，10~20km 范围是农田及北海市最高的一座山

岭——冠头岭，20km 以外是海洋，北面 10km 范围内以城区为主，近处有部分农田，10km 以外是海洋，整体上属于半岛地形。对比两地的地形可见，两地局地海陆风环流可能存在较大差异。廉江、湛江和博白气象站都属于内陆气象站，与厂址地形较为相似。

3) 代表站的选取

地形比较分析结果表明，北海与厂址存在着环流特征差异，而且廉江距离厂址最近。综合以上分析结果，最后确定廉江气象站作为厂址代表站。

2.4.1.3 区域气象的平均值和极端值

根据厂址气象代表站廉江站 1957~2020 年的气象资料，统计区域常规气象参数如下：

1) 气温

廉江站累年平均气温 23.1℃，最热月 7 月平均气温 28.6℃，最冷月 1 月平均气温 15.4℃。平均湿球温度为 20.9℃。

极端最高温度为 38.0℃，出现在 2005 年 7 月 19 日；极端最低温度为 1.5℃，出现于 1963 年 1 月 15 日。

2) 气压

廉江站 1965~2020 年累年平均气压为 1009.3hPa，月平均气压最低为 1001.8hPa 出现在 7 月，最高为 1017hPa，出现在 12 月。

廉江站 1980~2013 年极端最高气压为 1031.7hPa，出现在 2005 年；极端最低气压为 965.1hPa，出现在 2008 年。

3) 水汽压

廉江站累年平均水汽压为 23.9hPa。最高月平均水汽压为 32.2hPa，出现在 7 月；最低为 13.9hPa，出现在 1 月。极端最高值为 37.8hPa，出现于 2004 年 7 月；极端最低值为 3.1hPa，出现于 1999 年 12 月。

4) 相对湿度

廉江站累年平均相对湿度为 81%。平均相对湿度最高为 6 月的 85%，极端最小相对湿度出现于 1981 年 1 月，为 8%。

5) 蒸发量

廉江站累年平均蒸发量有 1628.9mm。月平均蒸发量最大值为 173.7mm，出现在 7 月；最小值平均为 83.3mm，出现在 2 月。月蒸发量最大值为 235.9mm，出现于 1966 年 9 月；月蒸发量最小值为 41.6mm，出现于 1985 年 2 月。

6) 日照

廉江站累年平均日照时数为 1795.6h。月平均日照时数最多为 207.7h，出现在 7 月；最少为 69.2h，出现在 3 月。月累计日照时数最多为 299.1h，出现于 1966 年 9 月；最少为 5.1h，出现于 1985 年 2 月。

7) 降水

廉江站累年平均降水量为 1746.6mm。最大年降水量为 2539.7mm，出现在 1985 年。最大月降水量为 982.4mm，出现在 1985 年 8 月。

一日最大降水量最大值出现在 6 月（523.5mm）。

8) 风向、风速

根据廉江站建站以来各月及年平均风速与 1980~2020 年最大风速统计，年平均风速为 2.4m/s，10 分钟最大风速月最大值为 28.3m/s，出现于 2015 年 10 月；极端最大风速为 44.1m/s，出现日期为 2015 年 10 月 4 日，当时风向为 ENE。2010~2020 年持续时间最长的风向是 NWN，出现日期为 2017.11.20 07:00~2017.11.21 09:00，持续 27h。当时风速 1.7~4.7m/s，平均风速 3.3m/s。

全年主导风向为 E~ESE~SE，风频为 33%；全年静风频率为 15%。

2.4.2 设计基准气象参数

本报告设计基准气象参数资料年限均至 2020 年。

2.4.2.1 热带气旋

热带气旋的调查范围为以厂址为圆心 400km 半径的区域，如图 2.4-2 所示。根据 1949~2004 年共 56 年台风年鉴（热带气旋年鉴）资料以及 2005~2020 年电子版热带气旋资料，影响广东廉江划定区域（厂址周边半径 400km 范围）的热带气旋共 352 个。

影响划定区域的 352 个热带气旋中，大部分是来自西北太平洋地区（120° E 以东），有 215 个，约占总数的 61.1%，年平均 3.0 个。在南海（120° E 以西）生成的南海热带气旋有 137 个，约占 38.9%，年平均 1.9 个。热带气旋由于生成的区域不同其强度有较大的差异，在西北太平洋生成的影响本地区的热带低压 6

个，热带风暴 20 个，强热带风暴为 49 个，台风 63 个，强台风有 38 个，超强台风 39 个。在南海生成的影响本地区的热带气旋，台风强度以上共有 25 个，其余的都在热带风暴强度以下。在西北太平洋生成的较强的热带气旋远远高于南海生成的热带气旋。

根据 HAD101/11 要求，确定厂址设计基准热带气旋（PMTC）的各气象参数为：

中心气压 P_0 :	894hPa
边缘气压 P_n :	1010hPa
最大风速半径 R_0 :	30km
气旋平移速度 V_d :	25km/h
气旋移动方向:	N、NNW、NW、WNW、W

2.4.2.2 龙卷风

本工程的调查区域为厂址周边经纬宽 3° ，区域跨越广东、广西两省市。调查区域见图 2.4-3，总面积达到 90779km^2 。

资料收集了历史以来有记录灾情和个例。调查区域 1950~2020 年共出现 129 次龙卷风的记录，其中 F2 级 33 次，F1 级 56 次，F0 级 40 次。厂址设计基准龙卷风为 F3 级。

厂址区域龙卷风主要出现在 2~9 月，其中 48.8%集中在 4、5 月，最多的是 5 月份（34 次），其次是 4 月份（29 次）。

根据 HAD101/10 的要求，厂址设计基准龙卷风为 F3 级。设计基准特征参数值如下：

最大风速:	80m/s
最大旋转风速:	64.5m/s
最大平移速度:	15.5m/s
总压降:	5.38kPa
最大压降速率:	1.67kPa/s

2.4.2.3 设计基准风

根据《核电厂厂址选择的极端气象事件》（HAD101/10）附录推荐的方法，利用耿贝尔分布对所选 4 个气象站进行最大风速（10min）和极大风速（3s 阵风）的统计分析，推荐计算结果较保守的气象站作为极端风的代表站。

厂址 10m 高度处百年一遇 10min 最大风速值为 36.2m/s。

按照幂次律的换算，各高度的 100 年一遇的 10 分钟平均最大风速列于表 2.4-3。其中高度换算的幂指数取值 0.13。

厂址 10m 高度处百年一遇极大风速 58.3m/s。

各高度极大风速设计基准的推荐值列于表 2.4-4。高度换算方法和值大小同最大风速。

2.4.2.4 设计基准气温

根据《核电厂厂址选择的极端气象事件》导则（HAD101/10）附录推荐的方法，利用耿贝尔分布对所选 4 个气象站进行年极端最高温度与极端最低温度的统计分析，推荐计算结果较保守的气象站作为设计基准气温的代表站。再根据厂址的实测最高、最低温度与代表站的对比分析，推荐最终设计基准气温。

经计算和比较得出：

极端最高温度以博白站实测资料为基础的估计值比其它三站值高。博白站和厂址站全年最高温度分别为 36.3℃和 36.1℃，可见以博白站的计算结果作为最高设计基准气温是合理保守的。推荐厂址极端最高温度 50 年重现期值为 38.8℃，100 年重现期值为 39.3℃。

极端最低温度也以博白站的估计值最低，100 年重现期估计值为-1.7℃，1000 年的重现期值为-4.7℃。博白站和厂址站全年最低温度分别为 2.2℃和 1.0℃，从偏保守的角度考虑，在博白站的计算结果上减去 1.2℃的量差作为推荐的设计基准极端最低温度。推荐厂址极端最低温度 50 年重现期值为-2.0℃，100 年重现期值为-2.9℃。

2.4.2.5 设计基准降水

对廉江、湛江、北海和博白四个气象站 30 年以上的降水资料进行 P-III 型曲线拟合，具体数值见表 2.4-5。从保守的角度，采用各历时计算结果最大值作为厂区设计基准降水值。

厂址 10min、30min、1h、24h 百年一遇最大降雨分别为 42.6mm、100.8mm、178.5mm、543.4mm，千年一遇最大降雨分别为 51.4mm、126.4mm、241.4mm、754.8mm。

2.4.2.6 其他极端气象现象

1) 爬线

自建站至 2014 年分别出现飏线：湛江站共出现 85 次；廉江站 25 次；北海出现最多，为 88 次；博白出现最少，只有 11 次。

2) 大风

从湛江气象站的统计结果看，大风多发生于秋季，其次为春季；廉江主要发生在 2~3 月份；北海主要发生在 2~4 月份；博白大风主要发生在春季。从建站至 2013 年湛江共出现大风 356 天，廉江 131 天，北海 515 天，博白 110 天。由统计结果看，北海出现大风天数最多，廉江相对较少，博白最少。

3) 冰雹

厂址区域很少出现冰雹天气，各站冰雹天气主要集中在春夏季。自建站至 2020 年湛江、廉江、北海和博白出现冰雹的日数依次为 23、11、6、9 天。

4) 雷暴和闪电

自建站以来，湛江市出现雷暴天气 5040 次，闪电 5081 次；廉江出现雷暴天气 5287 次，闪电 3297 次。北海出现雷暴天气 4614 次，闪电 5727 次；博白出现雷暴天气 5233 次，闪电 3546 次。4 个站从 1 月份到 12 月份均可能出现雷暴天气，但雷暴天气多出现在 4~9 月，依次占总数的 92.0%、92.7%、91.2%、91.6%。廉江 7 月份出现雷暴最多，为 1017 次；其它 3 个站月份出现雷暴最多。

5) 暴雨

湛江、廉江、北海及博白自建站至 2020 年的暴雨数依次为 395、376、395 及 371 天；大暴雨数依次为 133、90、171 和 86 天；特大暴雨数依次为 4、5、13 和 2 天。

2.4.3 当地气象条件

根据厂址 2019~2020 年度（2019 年 10 月~2020 年 9 月）的观测资料，计算分析厂址区域的气温、气压、湿度、风速、风向、降水、蒸发等气象参数值。

1) 气温

年平均气温 24.0℃，最热月 7 月平均气温 29.8℃，最冷月 2 月平均气温 18.2℃，年最高气温 36.2℃，年最低气温 8.2℃。

2) 气压

年平均气压为 1009.4hPa，极端最高气压 1025.4hPa，极端最低气压 994.3hPa。

3) 水汽压

年平均水汽压为 25.5hPa, 极端最高水汽压 48.2hPa, 极端最低水汽压 3.9hPa。

4) 相对湿度

年平均相对湿度 82.1%, 极端最低湿度为 18%。

5) 蒸发量

年蒸发量为 1494.5mm, 夏秋季蒸发量较大, 冬春季蒸发量较小。

6) 降水
年降水 1281.8mm, 一日最大降水量为 56.4mm, 出现在 2020 年 4 月 22 日; 最长连续降水日数为 14d, 出现在 2020 年 9 月; 最长连续无降水日数为 40d; 1 小时最大降水量为 30.3mm, 出现在 2020 年 4 月 22 日 15 时, 最大过程降水量 167.2mm, 降雨持续时间 149 小时。

7) 风向、风速

根据地面自动气象站 10m 高度风速风向观测结果: 年平均风速为 1.8m/s, 最大风速 9.2m/s, 极大风速 19.2m/s。年主导风向 E, 频率 19.2%, 次主导风向 N, 频率 12.5%。年静风频率 2.6%。

根据气象铁塔同期观测数据: 铁塔 10m、30m、50m、70m、100m 年平均风速分别为 1.9m/s、2.6m/s、3.2m/s、3.7m/s 和 4.2m/s; 铁塔 10m、30m、50m、70m、100m 年静风频率分别为 2.6%、1.4%、0.9%、0.6%、0.7%。

地面气象站及铁塔各层全年的风玫瑰图见图 2.4-4。

2.4.4 大气稳定度

根据厂址气象观测站 2019 年 10 月~2020 年 9 月一整年的逐时刻气象观测资料, 利用 $\Delta T-u$ 法得到的厂址地区大气稳定度分类参见表 2.4-6。其中不稳定类(A、B、C 类) 占 30.4%, 中性类(D 类) 占 47.3%, 稳定类(E、F 类) 占 22.3%。

2.4.5 联合频率

根据厂址气象观测站 2019 年 10 月~2020 年 9 月一整年的逐时刻气象观测资料, 统计厂址地区 10m 高度风向、风速、大气稳定度三维联合频率以及 10m 高度风向、风速、大气稳定度、降雨(有雨、无雨) 四维联合频率, 分别见表 2.4-7-表 2.4-9。

可以看出，厂址地区 10m 高度的主导风向和次主导风向分别为 E 方位和 N 方位，风频分别为 19.8% 和 13.4%，静风频率为 2.6%。厂址地区的大气弥散条件较好。

2.4.6 混合层高度及扩散参数

2.4.6.1 大气边界层观测

近地面释放的污染物在大气中的扩散和输送主要受边界层和温度层结等气象条件影响，其中风、温廓线又在很大程度上影响边界层和湍流状态。为研究厂址地区大气边界层风温特征，中国辐射防护研究院于 2013 年 12 月 27 日~2014 年 1 月 16 日，2014 年 7 月 31 日~8 月 20 日分别开展了冬、夏两季的低空探空探测。

冬季观测点位置在厂址，有效观测时间 21 天，每天观测 8 次，分别是 02、05、08、11、14、17、20、23h。

夏季观测点位置在厂址、沙仔路和靶朋村，有效观测时间 21 天，每天观测 8 次，观测时间与冬季相同。

1) 边界层风廓线

通过观测得到了厂址区域以下特征：

从风向上看，冬季 50m 以下主导风向为 NE-E；50m 以上最大频率风向随高度由偏 N 风逐渐转为偏 W 风，主导风向也由偏 N 风逐渐转为偏 W 风；1000m 以下存在主导风向和次主导风向；夏季边界层各层风场以 SSW-WSW 为主导风向，25m-100m 存在次主导风向，风向为 SE-S。

从日平均风速来看，冬季 400m 以下风速均随高度的增加而增大，450m-1300m 风速随高度增加而减小，1300m 以上到 2000m 风速随高度增加而增大。夏季风速基本随高度增加而增大。

冬夏两季在 300m 以下风速随高度分布都可以用幂函数来做经验描述。冬季厂址测点的幂指数与夏季基本相当，这说明冬夏季地表状况变化不大，风廓线特征相近。总体上该厂址周边下垫面特征比较平坦。在不区分来流风向的情况下，幂指数推荐值是：A-B 类稳定度 $P=0.09$ ；C 类稳定度 $P=0.12$ ；D 类稳定度 $P=0.17$ ；E-F 类稳定度 $P=0.25$ 。

2) 边界层逆温

根据观测结果, 冬季逆温出现较多, 而且出现多层逆温现象, 1000m 以上逆温出现频率较高, 逆温厚度较大; 夏季逆温出现较少, 多数时次 (占观测次数的 63.7%) 在整个观测高度内温度随高度递减。冬季出现逆温频率最多的情形是大于 1000m 的逆温, 频率为 56.7%, 其次是接地逆温, 频率为 30.3%。夏季出现逆温频率最多的情形是 0-300m 的逆温, 频率为 46.4%。

冬季, 在整个观测层中, 逆温厚度最大的为大于 1000m 的逆温, 为 1054.2m; 出现逆温频率最多的情形是大于 1000m 的逆温, 频率为 47.2%, 其次是接地逆温, 频率为 17.7%; 逆温强度最大值出现在接地逆温中, 为 5.6°C/100m。

夏季, 在整个观测层中, 逆温厚度最大的为大于 1000m 逆温, 为 391m; 出现逆温频率最多的情形是 0-300m 的逆温, 频率为 46.4%; 500-1000m 逆温平均强度最大, 为 3.2°C/100m; 逆温强度最大值出现在接地逆温中, 为 5.4°C/100m。

3) 热内边界层

夏季设置的三个测点观测到出现热内边界层事实, 热内边界层高度变化规律基本一致, 厂址测点、沙仔路测点、靶朋村三个测点出现热内边界层的频率分别为: 16.9%、16.3%、18.1%。SW 风向下, 靶朋村测点和厂址测点边界层告诉变化规律基本一致: 距海岸线越近, 内边界层高度越低, 平均而言, 高度分别为 113.4m 和 153.2m。SE 风向下, 沙仔路测点和厂址测点边界层告诉变化规律基本一致: 距海岸线越近, 内边界层高度越低, 平均而言, 高度分别为 89.4m, 142.4m。通过与经验公式比较, 靶朋村测点和沙仔路测点的结果基本上都在 Hsu 公式的曲线上方。

通过对厂址地区热内边界层特征进行的模拟分析发现: 热内边界层并不总是出现, 在春夏季出现的频率最高 (在 2014 年 7 月达到最大值 61.3%), 而冬季出现的频率最低 (2013 年 12 月未出现)。

综合现场观测和数值模拟结果, 厂址区域热内边界层高度随距离变化的关系推荐估算公示为: $h=0.777X^{0.558}$ 。

4) 混合层高度

根据边界层观测结果, 混合层高度变化情况如下:

混合层高度具有明显的日变化。混合层高度中午前后较大, 17 时后混合层高度逐渐减小。观测期间混合层高度随大气层结变得稳定而降低。经综合分析, 从保守角度出发, 取同稳定度下, 厂址冬、夏两季混合层高度的平均值的较小值

作为该稳定度下混合层高度的推荐值：658m（A-B 类稳定度）、260m（C 类稳定度）、244m（D 类稳定度）。

2.4.6.2 扩散参数

根据中国辐射防护研究院编制的《中电投广东湛江核电项目大气扩散试验研究总报告》，通过野外示踪、数值模拟、湍流观测的结果，综合推荐了厂址的大气扩散参数，参见表 2.4-10。

其中，六氟化硫（SF₆）示踪试验于 2014 年 8 月 5 日~12 日开展，期间共进行了 15 次有效示踪实验，其中 14 次释放高度为 70m，1 次释放高度 30m。15 次实验中，D 类稳定度占 9 次，C 类稳定度占 4 次，B 类稳定度占 2 次。最终结合 P-G 曲线外推的方法，给出了 6 类稳定度条件下的扩散参数。

数值模拟共开展了 27 组模拟，其中包括 15 次示踪实验。由于野外示踪仅在夏季开展，涉及到的稳定度有限，因此补充模拟 12 组，以关注其他季节不同风向、稳定度的情况。

湍流观测分别于 2014 年 7 月 30 日~8 月 24 日和 2015 年 2 月 12 日~3 月 7 日进行，观测高度分别为 30m 和 100m。

从理论上讲，三种方法获得的扩散参数精度为：示踪试验>数值模拟>湍流试验。三种方法可以互为验证，湍流试验可以获得湍流强度数据，示踪试验数据可以用于数值模拟结果验证，数值模拟则可以模拟更多种气象条件和更广区域的扩散情形。总之三种方法获得的扩散参数略有差异，从不同侧面反映厂址特征，需要综合分析获得厂址推荐的扩散参数。

湍流观测将天气类型区分为不稳定、中性和稳定类三类，给出的扩散参数也为三类；SF₆现场试验中只出现了 C、D 两类天气，拟合的扩散参数也只有这两类；数值模拟则给出了六类稳定度的扩散参数拟合结果。这里先将三种方法拟合的 C、D 类扩散参数平均值作为厂址 C、D 类扩散参数推荐值，之后以三种方法获得的 C、D 类扩散参数对数值间的平均差值为基准，类比各类 P-G 扩散曲线的间距外推得到其它类别的扩散参数系数。

推荐的扩散参数一方面能保证保守性，另一方面也能充分反应厂址扩散的实际情形。

2.4.7 运行前的厂址气象观测

本工程运行前的气象观测包括气象梯度观测和厂址专用地面气象站观测。

1) 站址选择

按照核电工程可行性研究阶段工作要求,厂址建设现场气象观测站和百米铁塔进行厂址区域的气象观测工作。厂址气象观测站于 2013 年底正式启动气象观测工作,至今已经完成 2014 和 2015 年两年的气象观测工作。通过气象观测资料分析,厂址观测资料存在 10m 风速偏小、静风频率偏高、气象观测铁塔不同高度气象资料差异较大等现象,其原因是气象观测站及气象观测铁塔位于低洼林地,气象观测受地形及周边桉树林的影响。根据“国核廉江核电厂址气象观测成果及观测设施整改方案专家咨询会咨询意见”,需要重新选取对核电厂区有代表性的场所,并将原气象站和百米铁塔等观测设施迁移到新址进行观测。新气象站迁建站址为距原气象站东北方约 1.8km 的一个废弃砖厂的场地(地理位置为 21° 34' 5" N, 109° 49' 39" E)。新场地海拔约为 29m(厂坪设计标高为 18m),地形平坦,环境开阔,气象站观测环境较好。场地位于厂址计划征地边界之外,不影响核电厂建设期间施工;附近无陡坡或高压输电线路等高大建筑物,地形起伏落差小;远离城市或乡村等人群聚居区域,无地方性雾、烟等大气污染。新气象站于 2016 年投入使用。

2) 厂址气象梯度观测系统

气象塔 10m、30m、50m、75m 和 100m 进行风向、风速、温度的逐时观测,100m 高度层还设置湿度观测。

所有传感器和设备均具备鉴定证书或标定报告,仪器参数符合 HAD101/02 表 I 中仪器灵敏度和准确度的要求。具体参数参见表 2.4-11。

3) 厂址地面气象站

厂址地面气象站的观测项目包括:气压、风速、风向、温度、湿度、雨量、

所有传感器和设备均具备鉴定证书或标定报告,仪器参数符合 HAD101/02 表 I 中仪器灵敏度和准确度的要求。具体参数参见表 2.4-12。

4) 数据采集和存储

通道采样方式可以对一个通道或多个通道的任意组合进行实时命令采样,可预置多个采样任务,对一个或多个通道组合任务进行定时采样。

5) 定标和维修

观测仪器进入现场安装之前，由国家计量机构授权的气象计量检定单位对仪器进行标定；依照相关规范要求，对现场仪器进行安装、调试；采集的数据采用无线远程传输方式每天一次定时自动传输到数据采集中心，技术人员可进行即时处理，并实时监控现场仪器运行情况，发现问题维护人员 24 小时内赶赴现场对设备进行检修，在恶劣天气前、后加强对所有设备进行检查和维护，发现问题或出现故障及时处理并填写故障记录单。

6) 数据获取率

2019~2020 年一整年气象数据的联合获取率为 100%，满足 HAD101/02 不低于 90%的要求。

表 2.4-1 各气象站的海拔高度和经纬度和类型

站名	经纬度		观测场海拔 高度 (m)	气象站 类型	站点变动信息		
	纬度 (度.分)	经度 (度.分)			建站 时间	迁站 次数	现址开始 工作时间
湛江	21°09'	110°18'	25.3	基本站	1950/6/3	2	2004/1/1
廉江	21°38'	110°18'	22.6	一般站	1952/9/1	4	2007/1/1
北海	21°27'	109°08'	12.8	基本站	1952/8/3	3	1994/1/1
博白	22°18'	109°59'	85.9	一般站	1956-11-1	1	2010-1-1

表 2.4-2 各气象站与厂址的相对位置

站名	与厂址相对位置	与厂址距离	自动站单轨运行 日期
湛江	东南	73km	2006-1-1
廉江	东偏北	50km	2010-1-1
北海	西偏南	71km	2006-1-1
博白	北偏东	80km	2010-1-1

表 2.4-3 厂址各高度最大风速的设计基准值 (m/s)

高度 (m)	10	20	30	50	70	100	120	150	200
50 年一遇	30.9	33.8	35.6	38.1	39.8	41.7	42.7	43.9	45.6
100 年一遇	36.2	39.6	41.8	44.6	46.6	48.8	50.0	51.5	53.4

表 2.4-4 厂址各高度极大风速的设计基准值 (m/s)

高度 (m)	10	20	30	50	70	100	120	150	200
50 年一遇	53.2	58.2	61.4	65.6	68.5	71.8	73.5	75.6	78.5
100 年一遇	58.3	63.8	67.3	71.9	75.1	78.6	80.5	82.9	86.1

表 2.4-5 厂址中心各种历时设计暴雨成果

频率 时段	千年 一遇	百年 一遇	50年 一遇	20年 一遇	10年 一遇	5年 一遇	1年 一遇
5min	32.7	26.9	25.1	22.7	20.7	18.5	10.3
10min	51.4	42.6	39.8	35.9	32.8	29.3	16.7
30min	126.4	100.8	92.8	81.9	73.3	64.1	32.3
1h	241.4	178.5	159.3	133.6	115.0	96.1	45.0
24h	754.8	543.4	479.4	398.7	336.4	272.3	103.6

表 2.4-6 不同稳定度分类方法得到的稳定度分类结果

稳定度	A	B	C	D	E	F
$\Delta T-u$ 法	3.78%	13.49%	13.17%	47.26%	3.17%	19.14%

表 2.4-7 厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率 (%) (2019.10~2020.9)

稳定度	风速档 (m/s)	平均风速 (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.46	0.10	0.22	0.27	0.10	0.13	0.09	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.02	0.05	0.10
	2.0~2.9	2.46	0.21	0.49	0.36	0.18	0.29	0.24	0.14	0.08	0.03	0.02	0.03	0.08	0.02	0.01	0.05	0.07
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	C	0.30	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.35	0.62	1.09	1.15	0.71	1.21	0.64	0.41	0.25	0.10	0.07	0.24	0.24	0.19	0.14	0.21	0.24
	2.0~2.9	2.44	0.29	0.34	0.31	0.15	0.27	0.16	0.31	0.14	0.05	0.07	0.10	0.16	0.05	0.00	0.00	0.05
	3.0~4.9	3.65	0.18	0.36	0.29	0.21	0.47	0.73	0.91	0.17	0.03	0.00	0.02	0.06	0.03	0.00	0.02	0.03
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	C	0.23	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.32	0.85	0.89	0.65	0.76	0.97	0.29	0.18	0.09	0.02	0.03	0.06	0.03	0.07	0.10	0.21	0.29
	2.0~2.9	2.42	0.23	0.66	0.52	0.35	0.65	0.73	0.32	0.18	0.05	0.05	0.06	0.08	0.01	0.01	0.01	0.08
	3.0~4.9	3.64	0.08	0.09	0.16	0.22	0.51	1.28	0.81	0.17	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
	4.9~5.9	5.28	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	C	0.26	0.13	0.13	0.03	0.19	0.13	0.05	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.02	0.09	0.05
	0.5~1.9	1.29	3.65	2.65	2.81	3.06	6.38	1.84	0.67	0.31	0.14	0.05	0.29	0.11	0.23	0.40	0.60	0.85
	2.0~2.9	2.40	1.81	1.53	1.06	1.36	3.85	1.91	0.54	0.15	0.03	0.01	0.05	0.01	0.07	0.14	0.41	0.58
	3.0~4.9	3.60	1.72	0.48	0.39	0.47	1.08	1.72	0.65	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.29	0.43	0.97
	4.9~5.9	5.30	0.17	0.00	0.01	0.02	0.01	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.07
	6.0~	6.25	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

E	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0~2.9	2.36	0.46	0.19	0.32	0.35	0.63	0.26	0.16	0.03	0.07	0.07	0.17	0.14	0.05	0.08	0.03	0.15
	3.0~4.9	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	C	0.25	0.14	0.09	0.07	0.11	0.15	0.08	0.09	0.00	0.02	0.01	0.00	0.03	0.07	0.10	0.05	0.14
	0.5~1.9	1.13	2.66	1.53	2.04	2.10	3.04	1.87	0.90	0.43	0.38	0.18	0.21	0.16	0.32	0.46	0.63	0.91
	2.0~2.9	2.16	0.02	0.02	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 2.4-8 厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率（无雨）（%）（2019.10~2020.9）

稳定度	风速档 (m/s)	平均风速 (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.46	0.10	0.22	0.27	0.10	0.13	0.08	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.02	0.05	0.10
	2.0~2.9	2.46	0.21	0.48	0.36	0.18	0.29	0.24	0.14	0.08	0.03	0.02	0.03	0.08	0.02	0.01	0.05	0.07
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	C	0.33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.35	0.55	1.06	1.10	0.67	1.15	0.63	0.41	0.25	0.10	0.07	0.23	0.24	0.19	0.14	0.17	0.21
	2.0~2.9	2.43	0.29	0.34	0.31	0.15	0.27	0.16	0.30	0.14	0.05	0.07	0.10	0.16	0.05	0.00	0.00	0.03
	3.0~4.9	3.65	0.17	0.35	0.27	0.19	0.46	0.73	0.90	0.17	0.03	0.00	0.02	0.06	0.03	0.00	0.02	0.03
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	C	0.23	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.33	0.75	0.76	0.58	0.72	0.87	0.29	0.18	0.09	0.02	0.03	0.06	0.03	0.07	0.10	0.15	0.23
	2.0~2.9	2.44	0.18	0.62	0.49	0.31	0.58	0.71	0.32	0.18	0.05	0.05	0.05	0.08	0.01	0.01	0.01	0.07
	3.0~4.9	3.65	0.06	0.09	0.11	0.22	0.49	1.24	0.79	0.17	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
	4.9~5.9	5.28	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	C	0.26	0.11	0.11	0.03	0.18	0.09	0.05	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.02	0.08	0.05
	0.5~1.9	1.28	3.29	2.28	2.58	2.72	5.72	1.80	0.66	0.30	0.14	0.03	0.23	0.10	0.21	0.40	0.52	0.72
	2.0~2.9	2.39	1.59	1.39	0.81	1.05	3.47	1.84	0.51	0.15	0.03	0.01	0.05	0.01	0.06	0.13	0.31	0.40
	3.0~4.9	3.58	1.56	0.36	0.18	0.19	0.75	1.64	0.64	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.25	0.33	0.85
	4.9~5.9	5.32	0.16	0.00	0.01	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05
	6.0~	6.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

E	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0~2.9	2.34	0.33	0.19	0.23	0.26	0.54	0.21	0.13	0.03	0.06	0.06	0.16	0.11	0.02	0.06	0.03	0.14
	3.0~4.9	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	C	0.26	0.14	0.09	0.07	0.11	0.15	0.08	0.09	0.00	0.02	0.01	0.00	0.03	0.07	0.10	0.05	0.13
	0.5~1.9	1.12	2.61	1.42	1.90	1.84	2.74	1.80	0.89	0.39	0.35	0.16	0.17	0.16	0.31	0.43	0.62	0.88
	2.0~2.9	2.16	0.02	0.02	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 2.4-9 厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率（有雨）（%）（2019.10~2020.9）

稳定度	风速档 (m/s)	平均风速 (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0~2.9	2.90	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	C	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.37	0.07	0.03	0.05	0.03	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
	2.0~2.9	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	3.0~4.9	3.53	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	C	0.25	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.25	0.10	0.13	0.07	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06
	2.0~2.9	2.27	0.05	0.05	0.03	0.05	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	3.0~4.9	3.56	0.02	0.00	0.05	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	C	0.30	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	0.5~1.9	1.33	0.36	0.38	0.23	0.34	0.66	0.05	0.01	0.01	0.00	0.01	0.06	0.01	0.02	0.00	0.08	0.14
	2.0~2.9	2.41	0.22	0.14	0.25	0.31	0.38	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.10	0.18
	3.0~4.9	3.71	0.16	0.11	0.21	0.27	0.33	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.10	0.11
	4.9~5.9	5.17	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	6.0~	6.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

E	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.0~2.9	2.43	0.13	0.00	0.09	0.09	0.09	0.06	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	C	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	0.5~1.9	1.25	0.06	0.10	0.14	0.25	0.30	0.07	0.01	0.05	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.03
	2.0~2.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.0~4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.9~5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 2.4-10 扩散参数推荐值数 $\sigma_y = ax^b$, $\sigma_z = cx^d$

稳定 度类	扩散参数系数				取值方法
	a	b	c	d	
A	1.133	0.810	0.046	1.413	类比外推
B	0.737	0.820	0.544	0.819	
C	0.484	0.829	0.600	0.718	
D	0.287	0.866	0.386	0.731	三种方法获得结果的平均值
E	0.211	0.862	0.467	0.641	同 A、B
F	0.147	0.862	0.274	0.655	

表 2.4-11 气象塔观测仪器参数

仪器	产地	量程	分辨率	准确度	单位	数采方式
风速	美国	0~75	0.1	$\pm(0.3+0.03V)$	m/s	远程无线传输
风向	美国	0~360	1	± 3	°	
温度	中国	-40~+60	0.1	± 0.2	°C	
相对湿度	中国	0~100	1	$\pm 3 (t>0^{\circ}\text{C})$ $\pm 5 (t\leq 0^{\circ}\text{C})$	RH%	

表 2.4-12 地面气象站观测仪器参数

要素	测量范围	分辨率	准确度	单位	型号
气温	-40~+60	0.1	± 0.2	°C	HMP45D
相对湿度	0~100	1	$\pm 3 (t>0^{\circ}\text{C})$ $\pm 5 (t\leq 0^{\circ}\text{C})$	RH%	
风向	0~360	1	± 3	°	EL15-2
风速	0~75	0.1	$\pm (0.3+0.03V)$	m/s	EL15-1
降水量	0~999.9	0.1	$\pm 0.3 (\leq 10\text{mm})$ $\pm 3\% (>10\text{mm})$	mm	SL3
气压	450-1060	0.01	± 0.15	hPa	PTB220
总辐射	0~1500	1	$\pm 5\%$	w/m ²	TBQ-2
净辐射	0~1500	1	$\pm 5\%$	w/m ²	TBB-1
日照	0~24	0.1	± 0.1	h	DSU12 (SD4)
蒸发	0~100	0.1	$\pm 1.5\%$	mm	AG1-1

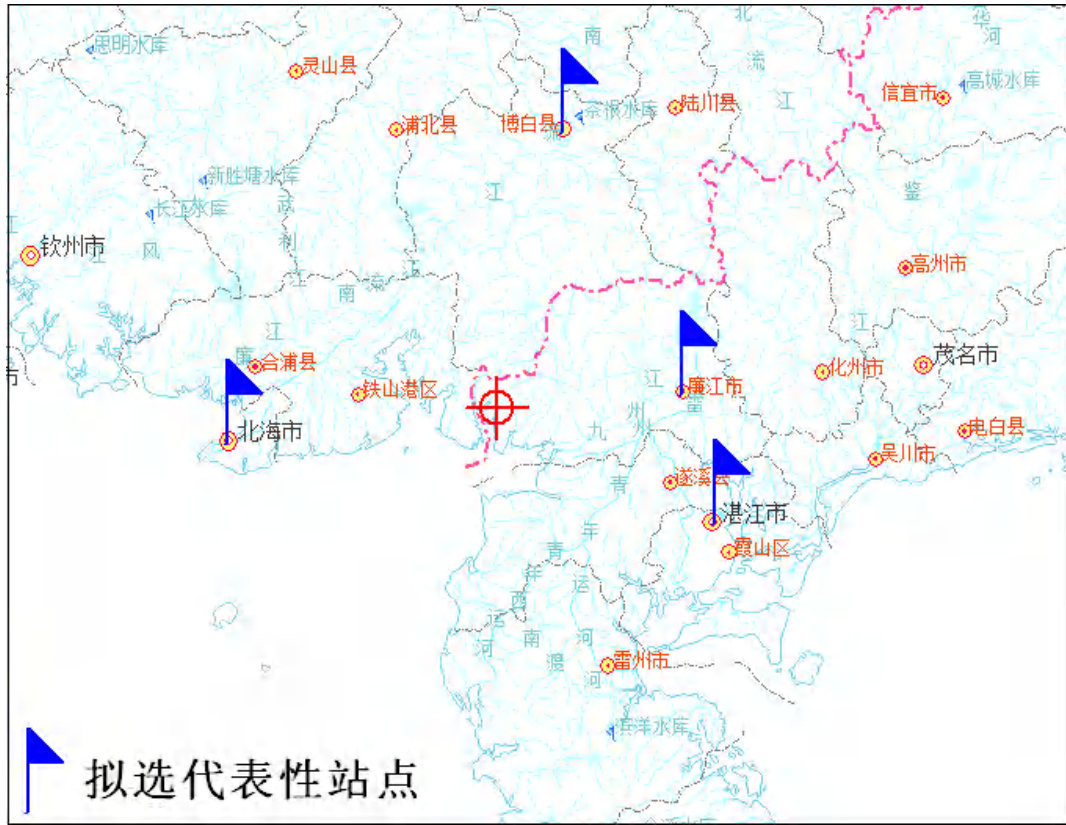


图 2.4-1 厂址周围 80km 气象站分布图

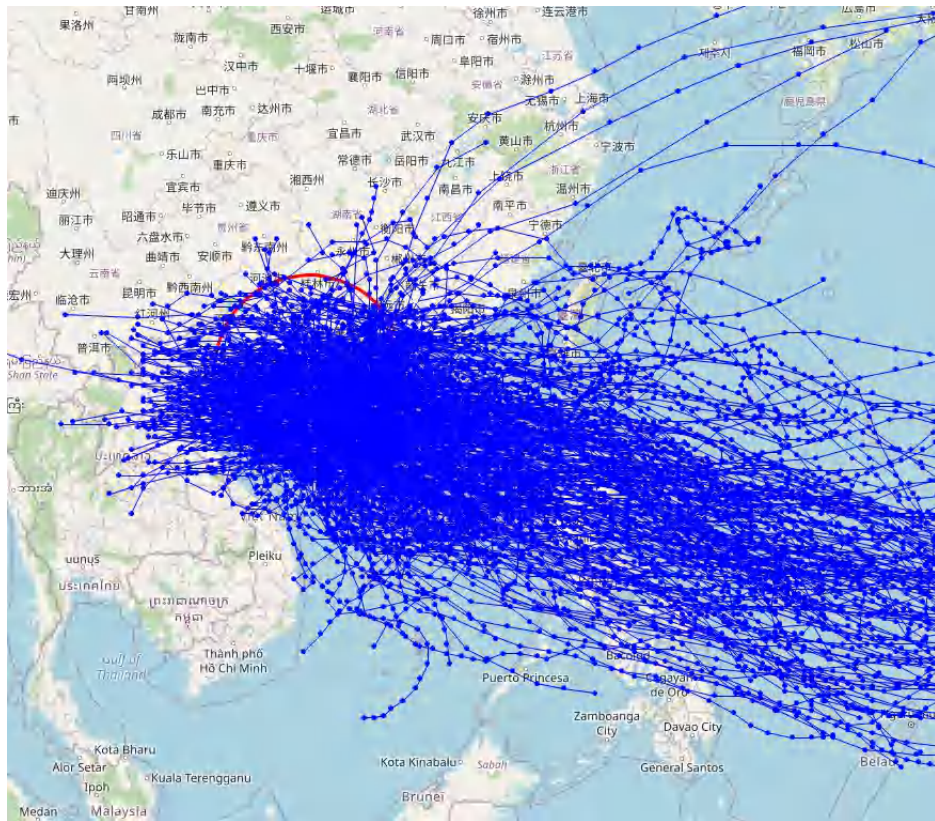


图 2.4-2 以厂址为中心 400km 半径的年极值台风路径

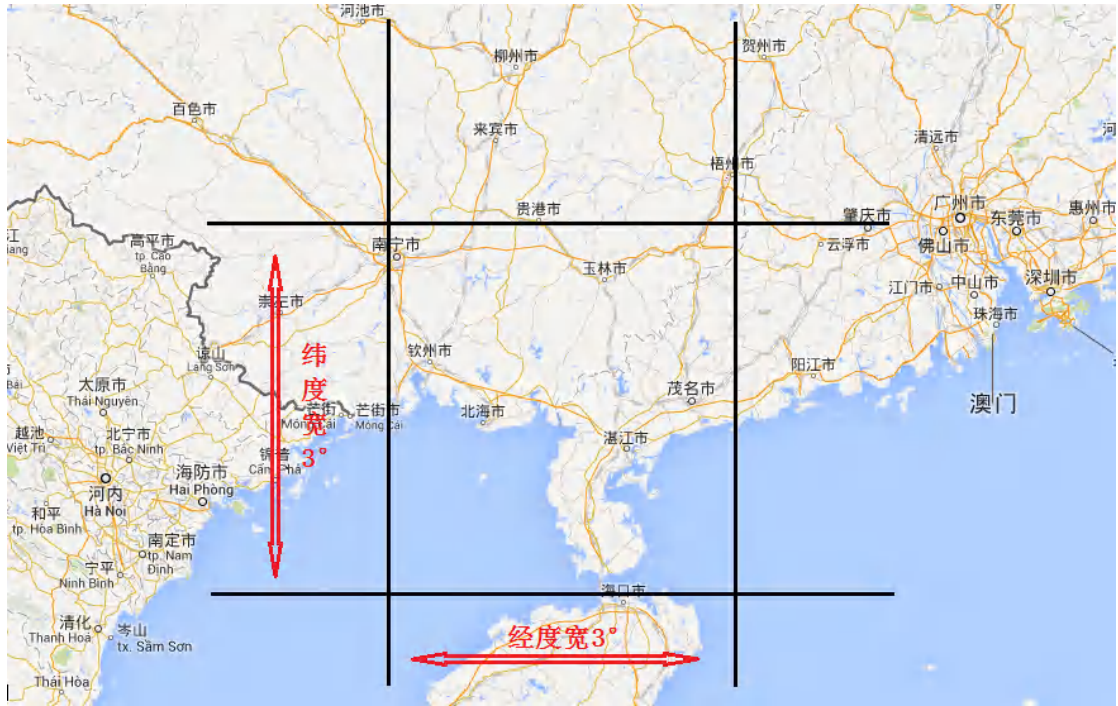


图 2.4-3 广东廉江核电站龙卷风调查范围经纬跨度 3° 示意图

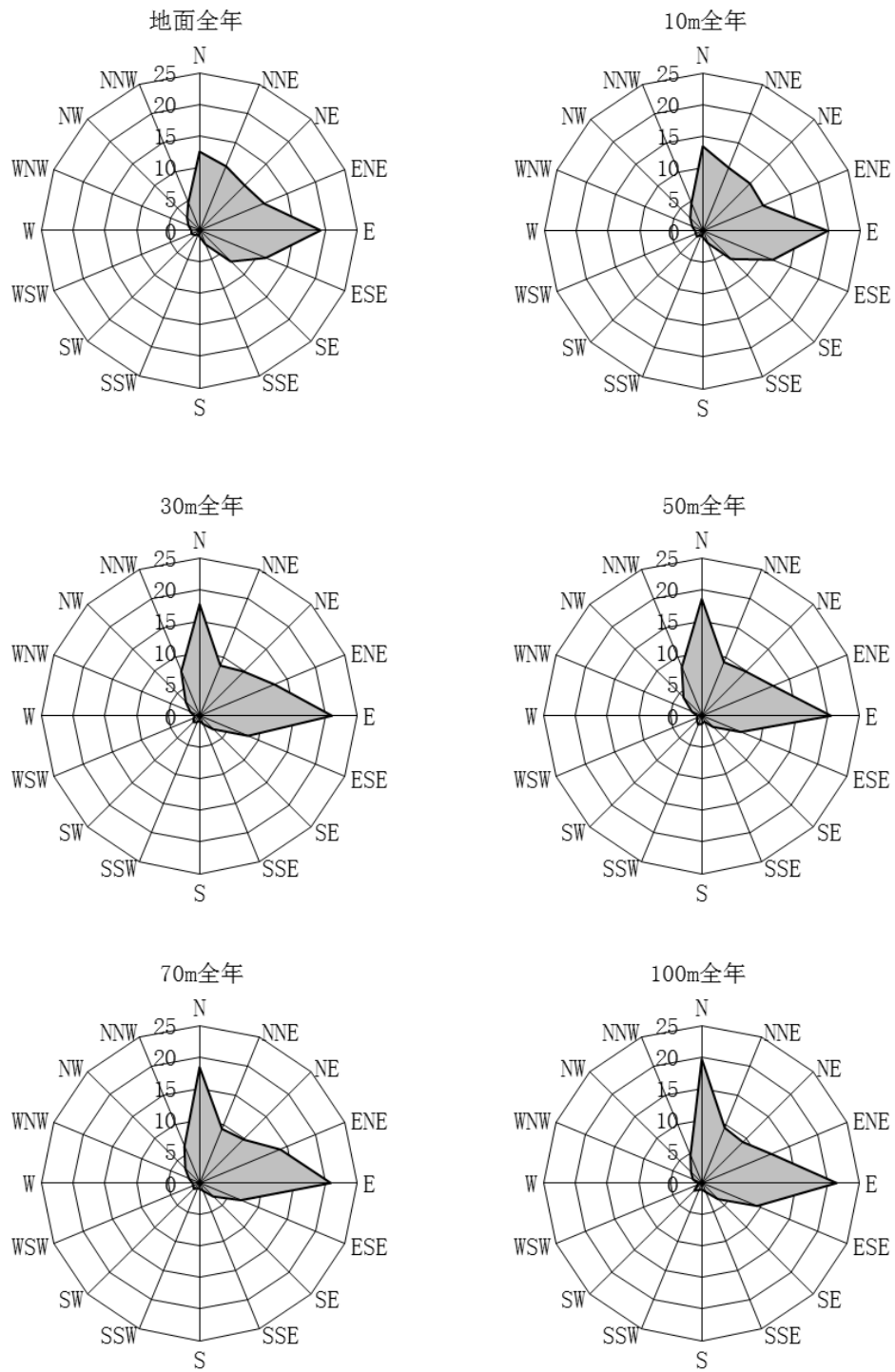


图 2.4-4 厂址地面气象站及铁塔各层风玫瑰 (2019 年 10 月~2020 年 9 月)

2.5 水文

2.5.1 地表水

2.5.1.1 海洋水文

广东廉江核电项目田螺岭厂址位于英罗湾湾顶区域。拟建厂址周边海域水深介于 2~15m，近岸滩涂宽阔，海底表层沉积物为粘土质砂和砂-粉砂-粘土，沿岸有九洲江及其支流入海。

根据《中电投广东湛江核项目厂址水文站观测专题周年观测和统计分析报告》，厂址设置核电项目周年水文观测站（W1 站），另外厂址周边有石头埠水文站、北海海洋站和涠洲海洋站。测站位置参见图 2.5-1，具体情况如下：

W1 站为由国家海洋局南海工程勘察中心承建并实施观测。测站位于北部湾东北、安铺湾海域，地理坐标为：21° 23′ 57.18″ N、109° 44′ 52.68″ E。观测起始时间为 2013 年 11 月 1 日 0 时，止于 2014 年 10 月 31 日 23 时。厂址海洋水文站观测内容包括潮位、潮流、波浪等。

石头埠水文站位于铁山港内，地理坐标为 21° 35′ N、109° 35′ E，与上述厂址 W1 站同处北部湾东北海区，隶属于国家基本水文站网，现由广西壮族自治区水文水资源局管辖。自 1967 年建站至今，资料基本连续、完整。观测要素有水位、水温、雨量、蒸发、风速、风向、气压、气温等。

北海海洋站位于广西海岸东部岸段，距离工程区域约 80km，地理坐标为 21° 24.0′ N、109° 08′ E。始建于 1954 年，但是由于种种原因，早年的观测资料不甚完整，1965 年以后数据观测比较完备，观测要素有：水位、水温、风速、风向、气压、气温等。

涠洲海洋站位于北部湾中部的涠洲岛，位于岛东南侧南港湾，距离工程海域约 85km，地理坐标为 21° 01.0′ N、109° 07.0′ E。观测要素有：水位、水温、波浪、风速、风向、气压、气温等。

1) 海流

a) 潮流

厂址附近海域于 2018 年 8 月 3 日~2018 年 8 月 10 日和 2018 年 12 月 17 日~2018 年 12 月 26 日开展了冬夏季同步水文测验工作，测验站位见图 2.5-2。冬夏季大、中、小潮期间各站垂向平均海流平面分布图见图 2.5-3~图 2.5-8。

调查海区潮流类型主要为不正规半日潮流，潮流运动以往复流为主，流态分明。从表层到底层，各站各层海流形态较为相似，流向基本与岸线平行，主要为 NE-SW 流。理论最大可能潮流流速的最大值冬季为 115cm/s，夏季达 158.6cm/s，流向均为 ENE 向。最大可能潮流流向基本为 NE-SW 向。

冬季观测期间，大潮观测期间最大流速为 112cm/s；中潮观测期间最大流速为 121cm/s；小潮观测期间最大流速为 56cm/s。从平均流速来看，各站落潮流普遍大于涨潮流。调查海区涨、落潮流历经时间不等，大潮期涨潮流的历经时间为 5~15 小时，落潮流的历经时间为 6~8.5 小时；中潮期涨潮流的历经时间为 4.5~8 小时，落潮流的历经时间为 5.5~9 小时；小潮期涨潮流的历经时间为 4~10 小时，落潮流的历经时间为 5~11 小时。

夏季观测期间，大潮观测期间最大流速为 87cm/s；中潮观测期间最大流速为 94cm/s；小潮观测期间最大流速为 79cm/s。从平均流速来看，各站落潮流普遍大于涨潮流。调查海区涨、落潮流历经时间不等，大潮期涨潮流的历经时间为 4.5~16 小时，落潮流的历经时间为 6~10 小时；中潮期涨潮流的历经时间为 5~10 小时，落潮流的历经时间为 5~10 小时；小潮期涨潮流的历经时间为 4.5~9 小时，落潮流的历经时间为 4~9 小时。

b) 余流

冬、夏季测验期间余流的平面分布图分别见图 2.5-9~2.5-11 和图 2.5-12~2.5-14。冬季测验期间，调查海区余流主要介于 0.6cm/s~17.2cm/s。夏季测验期间，调查海区余流主要介于 0.4cm/s~21.7cm/s。表层余流流速普遍大于中层余流和底层余流。余流方向基本上是表层余流为 SW 向或 NW 向，中底层为 NE 向或 SW 向。

2) 潮汐

根据厂址水文站（W1 站）周年（2013.11~2014.10）水文观测资料，分析工程海域潮位特征值如下：

潮汐性质：3.26（不规则全日潮）

最高潮位：3.59m

最低潮位：-2.03m

年平均高潮位：1.79m

年平均低潮位：-0.59m

年平均潮位：0.61m

年最大潮差：5.42m

年平均潮差：2.38m

年平均涨潮历时：7h49min

年平均落潮历时：7h29min

此外，根据 2018 年夏季、冬季开展同步水文测验潮位观测结果及周边石头埠（铁山港）海洋站、北海海洋站同期潮位资料进行统计，结果表明：

夏季观测期间（2018 年 7 月 18 日~8 月 18 日），潮汐类型为不正规全日潮，廉江站月最高潮位为 318cm，月最低潮位为-162cm。此外，调查海区的月平均潮差均超过 200cm，廉江站月最大潮差为 479cm，月最小潮差 30cm，月平均潮差为 249cm。廉江站月平均海面为 63cm（1985 国家高程基准，下同）。观测期间，石头埠（铁山港）站的大潮、中潮和小潮的潮差最大，北海站的大潮、中潮和小潮的潮差最小，总体而言，小潮潮差<中潮潮差<大潮潮差。平均涨潮历时略长于平均落潮历时。

冬季观测期间（2018 年 12 月 4 日~2019 年 1 月 3 日），潮汐类型为不正规全日潮，廉江站月最高潮位为 361cm，月最低潮位为-132cm。此外，调查海区的月平均潮差均超过 200cm，廉江站月最大潮差为 492cm，月最小潮差 13cm，月平均潮差为 251cm。廉江站月平均海面为 61cm。观测期间，石头埠（铁山港）站的大潮、中潮和小潮的潮差最大，北海站的大潮、中潮和小潮的潮差最小，总体而言，小潮潮差<中潮潮差<大潮潮差。平均涨潮历时略长于平均落潮历时。

3) 波浪

根据厂址水文站 2013 年 11 月 1 日~2014 年 10 月 31 日的波浪观测资料，分析如下：

a) 观测期间年最大波高 H_{max} 、十分之一大波波高 $H_{1/10}$ 、三分之一大波波高 $H_{1/3}$ 、平均波高 H_{ave} 分别为 508cm、315cm、260cm、165cm。年平均 $H_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 和 H_{ave} 分别为 28cm、22cm 和 14cm。

b) 全年来看，波周期主要集中在不大于 5.0s 区间范围内。秋冬季节（9 月~翌年 2 月），受东北季风影响，主要以短周期风浪为主，波周期主要分布在 2.0s~2.9s，出现频率均接近或高于 60%；春夏季，东北季风逐渐转为 E 向风和 SW 向

风，随少量外海涌浪的传入，波周期范围增大，但是总体来说，大周期波浪频率仍然较小，从波周期频率分布来看，春夏季的主要波周期为 3.0s~4.9s。

c) 厂址水文专用站观测期间的全年常浪向为 WSW 向，次常浪向为 E 向，常浪向季节变化明显，5 月~9 月以 SW~WSW 向浪为主，10 月~翌年 4 月以 NNE~E 向浪为主，WSW 向浪为辅；厂址水文专用站观测期间的全年强浪向为 E 向，各月强浪向以 E 和 SW~WSW 向为主。

d) 观测海区的常风向与常浪向并不完全一致。11 月、12 月、3 月、4 月和 6 月，这几个月的常风向与常浪向完全或大致相同；2 月、5 月、7~10 月，这几个月的常浪向与次常风向相同；1 月的次常浪向与次常风向一致，而常浪向与常风向相反。

e) 全年有效波高-波向联合分布情况见图 2.5-15。

4) 海水温度

根据冬夏季同步水文测验的成果，工程海域的海水温度特征为：

a) 水温特征值

冬季大潮期表层水温变化范围为 19.28℃~21.31℃，日平均水温最大值出现在 L1 号站，为 20.72℃，最小值出现在 L8 号站，为 19.63℃；冬季大潮期中层（0.6H，下同）水温变化范围为 19.21℃~21.30℃，日平均水温最大值出现在 L1 号站，为 20.71℃，最小值出现在 L8 号站，为 19.51℃；冬季大潮期底层水温变化范围为 18.97℃~21.30℃，日平均水温最大值出现 L1 号站，为 20.70℃，最小值出现在 L8 号站，为 19.39℃。

冬季中潮期表层水温变化范围为 18.34℃~21.27℃，日平均水温最大值出现在 L1 号站，为 20.32℃，最小值出现在 L10 号站，为 18.92℃；冬季中潮期中层水温变化范围为 18.24℃~21.29℃，日平均水温最大值出现在 L1 号站，为 20.20℃，最小值出现在 L10 号站，为 18.68℃；冬季中潮期底层水温变化范围为 18.22℃~21.24℃，日平均水温最大值出现 L1 号站，为 20.11℃，最小值出现在 L10 号站，为 18.62℃。

冬季小潮期表层水温变化范围为 17.05℃~20.31℃，日平均水温最大值出现在 L7 号站，为 17.52℃，最小值出现在 L1 号站，为 17.41℃；冬季小潮期中层水温变化范围为 17.11℃~19.51℃，日平均水温最大值出现在 L6 号站，为 19.32℃，最小值出现在 L1 号站，为 17.44℃；冬季小潮期底层水温变化范围为 17.10℃

~19.49℃,日平均水温最大值出现 L6 号站,为 19.32℃,最小值出现在 L10 号站,为 17.44℃。

夏季大潮期表层水温变化范围为 30.26℃~31.72℃,日平均水温最大值出现在 L10 号站,为 31.19℃,最小值出现在 L6 号站,为 30.61℃;夏季大潮期中层水温变化范围为 30.28℃~31.51℃,日平均水温最大值出现在 L10 号站,为 31.14℃,最小值出现在 L7 号站,为 30.46℃;夏季大潮期底层水温变化范围为 30.27℃~31.50℃,日平均水温最大值出现 L10 号站,为 31.11℃,最小值出现在 L7 号站,为 30.42℃。

夏季中潮期表层水温变化范围为 29.97℃~32.80℃,日平均水温最大值出现在 L1 号站,为 31.39℃,最小值出现在 L6 号站,为 30.60℃;夏季中潮期中层水温变化范围为 29.64℃~32.08℃,日平均水温最大值出现在 L1 号站,为 31.27℃,最小值出现在 L5 号站,为 30.15℃;夏季中潮期底层水温变化范围为 29.63℃~32.09℃,日平均水温最大值出现 L1 号站,为 31.16℃,最小值出现在 L5 号站,为 29.91℃。

夏季小潮期表层水温变化范围为 29.45℃~31.67℃,日平均水温最大值出现在 L1 号站,为 31.82℃,最小值出现在 L7 号站,为 29.78℃;夏季小潮期中层水温变化范围为 29.25℃~31.72℃,日平均水温最大值出现在 L1 号站,为 30.81℃,最小值出现在 L7 号站,为 29.35℃;夏季小潮期底层水温变化范围为 29.29℃~31.82℃,日平均水温最大值出现 L1 号站,为 30.70℃,最小值出现在 L7 号站,为 29.35℃。

b) 水温的垂向分布特征

冬季各站位水温垂向梯度强度绝对值最大为 0.142℃/m,低于浅海温跃层标准(0.2℃/m),表明冬季工程海域表、中、底层之间无温度跃变。

夏季各站位水温垂向梯度强度绝对值最大为 0.260℃/m,出现在中潮期间 L8 站中、底层之间,次最大为 0.207℃/m,出现在小潮期间 L9 站中、底层之间,其余水温垂向梯度均小于 0.2℃/m。

c) 水温的周日变化

冬夏季全潮观测期间水温日变化主要受太阳辐射及水体运动的影响,中午太阳辐射最强,在其影响下,表层最高水温通常出现在每天中午以后。另外,由于涨落潮带来的水体交换,也会造成各站水温的日变化。

以夏季小潮期水温周日变化为例：水温变化以双峰为主，表层水温在午后逐渐升高，17 时以后达到最大，然后逐渐回落，22 时达到最低值。除了 L6 站，其余站位的中、底层水温主要随着潮位的涨落而变化，涨潮时，外海低温水涌入近岸，测点水温逐渐降低，落潮时，近岸高温水流向外海，测点水温逐渐升高。水温的最高值基本出现在落憩阶段。各测站中层、底层水温相对于表层变化幅度小，比较平稳。

d) 水温的平面分布特征

冬季测验期间大中小潮水温平面分布见图 2.5-16~图 2.5-18。大潮期间，水温总体从东到西方向逐渐减小；中潮期间，L10 站和 L8 站所在西北海域水温较低，L1 站和 L9 站所在的东北海域水温较高，另外，从 L8 站到外海方向水温也是逐渐增加；小潮期间，水温从东北到西南方向逐渐增加，近岸平均水温低于外海平均水温。

夏季测验期间大中小潮水温平面分布见图 2.5-19~图 2.5-21。由图可见，夏季工程海域总体上近岸平均水温高于外海平均水温。

此外，搜集厂址周边石头埠（铁山港）水文站 1984~2014 年水温实测资料进行统计，结果表明，多年平均水温 24.4℃；月平均最高水温 30.3℃，出现在 8 月；月平均最低水温 16.4℃，出现在 1 月；累年观测到的最高水温为 35.3℃，出现在 1989 年 8 月 20 日；最低水温为 7.5℃，出现在 1996 年 2 月 20 日。月温差较大的月份发生在 12 月至翌年的 3 月份，夏季月温差变化最小，详见表 2.5-1。

5) 海水盐度

根据冬夏季同步水文测验的成果，工程海域的海水盐度特征为：

a) 盐度特征值

冬季大潮期表层盐度变化范围为 21.96‰~30.75‰，日平均盐度最大值出现在 L6、L7 站，为 30.49‰，最小值出现在 L9 号站，为 26.71‰；冬季大潮期中层盐度变化范围为 21.96‰~30.75‰，日平均盐度最大值出现在 L7 号站，为 30.51‰，最小值出现在 L9 号站，为 26.82‰；冬季大潮期底层盐度变化范围为 21.95‰~30.75‰，日平均盐度最大值出现 L7 号站，为 30.53‰，最小值出现在 L9 号站，为 26.87‰。

冬季中潮期表层盐度变化范围为 25.29‰~30.69‰，日平均盐度最大值出现在 L7 号站，为 30.49‰，最小值出现在 L9 号站，为 26.76‰；冬季中潮期中层

盐度变化范围为 25.19‰~30.65‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 30.59‰,最小值出现在 L9 号站,为 26.81‰;冬季中潮期底层盐度变化范围为 25.15‰~30.66‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 30.59‰,最小值出现在 L9 号站,为 26.87‰。

冬季小潮期表层盐度变化范围为 25.26‰~30.69‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 30.59‰,最小值出现在 L9 号站,为 28.07‰;冬季小潮期中层盐度变化范围为 25.54‰~30.62‰,日平均盐度最大值出现在 L6 号站,为 30.58‰,最小值出现在 L9 号站,为 27.55‰;冬季小潮期底层盐度变化范围为 26.17‰~30.66‰,日平均盐度最大值出现在 L6 号站,为 30.59‰,最小值出现在 L9 号站,为 27.66‰。

夏季大潮期表层盐度变化范围为 19.73‰~31.39‰,日平均盐度最大值出现在 L6 号站,为 30.49‰,最小值出现在 L1 号站,为 24.94‰;夏季大潮期中层盐度变化范围为 19.28‰~31.96‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.43‰,最小值出现在 L1 号站,为 25.16‰;夏季大潮期底层盐度变化范围为 19.12‰~31.98‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.62‰,最小值出现在 L1 号站,为 25.39‰。

夏季中潮期表层盐度变化范围为 19.71‰~31.21‰,日平均盐度最大值出现在 L6 号站,为 29.88‰,最小值出现在 L1 号站,为 22.78‰;夏季中潮期中层盐度变化范围为 20.14‰~31.86‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.51‰,最小值出现在 L1 号站,为 23.29‰;夏季中潮期底层盐度变化范围为 20.69‰~31.91‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.79‰,最小值出现在 L1 号站,为 23.88‰。

夏季小潮期表层盐度变化范围为 18.91‰~30.80‰,日平均盐度最大值出现在 L6 号站,为 30.03‰,最小值出现在 L1 号站,为 21.62‰;夏季小潮期中层盐度变化范围为 19.52‰~31.33‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.04‰,最小值出现在 L1 号站,为 21.92‰;夏季小潮期底层盐度变化范围为 19.68‰~31.36‰,日平均盐度最大值出现在 L7 号站,为 31.20‰,最小值出现在 L1 号站,为 22.38‰。

b) 盐度的垂向分布特征

冬季测验期间，除了小潮期间的 L2 站、L3 站、L4 站和 L9 站，中潮期间的 L2 站、L3 站和 L4 站，大潮期间的 L3 站之外，其余站位的分层系数（测点底层与表层之间的盐度差与平均盐度之比值，下同）均小于 0.01，表明冬季期间本海区海水垂向混合强烈。

夏季测验期间，大部分测站的分层系数在 0.015~0.12 之间，仅 L9 站大潮期分层系数小于 0.01，表明夏季工程海域海水以缓混合型为主。

c) 盐度的周日变化

冬、夏两季观测期间，深水站盐度较大，周日变化幅度较小，浅水站盐度值略小，周日盐度变化幅度较大。

以冬季小潮期盐度周日变化为例：各站各层水的盐度周日变化受海水涨落潮的影响较大，盐度最低值出现在落憩时刻（21 时附近），盐度最高值出现在涨憩时刻（12 时附近）。

d) 盐度的平面分布特征

冬、夏季测验期间大中小潮盐度平面分布见图 2.5-22~图 2.5-27。由图可见，盐度从东北到西南方向逐渐增加，外海平均盐度高于近岸平均盐度。

此外，根据厂址周边北海海洋站多年盐度资料，周边海域表层平均盐度偏低，变幅较大；年平均盐度 27.8‰；盐度年变化呈单峰形态；峰值出现于雨季来临前的 3 月，平均盐度 30.0‰；谷值出现于雨量峰值的 8 月，平均盐度 24.5‰；年内较差约 5.5‰，见表 2.5-2。冬、春季盐度相对较高，夏、秋季盐度较低。

6) 泥沙

a) 悬沙含量及分布特征

冬季观测期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量分别为 0.0073kg/m^3 、 0.0075kg/m^3 、 0.0083kg/m^3 ，调查区属低悬沙浓度海区，底层>中层>表层，表、中、底层最大算术平均含沙量分别为 0.0119kg/m^3 （L9 站，大潮）、 0.0117kg/m^3 （L1 站，大潮）、 0.0140kg/m^3 （L9 站，中潮）。各测站悬沙含量在小潮和中潮较为接近，大潮略大。悬沙含量高值区位于调查区的 L1、L2、L3、L9、L10 站一带。L5~L8 站的悬沙含量相对较小。调查期间各站最大含沙量主要分布在底层。整体来看，垂线平均含沙量在大潮期较大，小潮期次之，中潮期最小。

夏季观测期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量分别为 0.0081kg/m^3 、 0.0084kg/m^3 、 0.0102kg/m^3 ，调查区属低悬沙浓度海区，底层>中层>表层，表、

中、底层最大算术平均含沙量分别为 0.0149kg/m^3 (L1 站, 小潮)、 0.0144kg/m^3 (L2 站, 中潮)、 0.0220kg/m^3 (L1 站, 大潮)。各测站悬沙含量在小潮和中潮较为接近, 大潮最小。悬沙含量高值区位于调查区的 L1、L2、L3、L9、L10 站一带。L5~L8 站的悬沙含量相对较小。整体来看, 垂线平均含沙量时均值在小潮和中潮期较大, 大潮期较小。

b) 悬沙中值粒径大小及其分布特征

对全潮 L1~L10 等 10 个站位表、中、底层悬沙的混合样品进行粒度测定实验, 分析得出不同航次和站位的泥沙中值粒径 d (单位: mm), 根据公式:

$$\Phi = -\log_2 d$$

求解出 Φ 值, Φ 值愈大, 表示泥沙中值粒径愈小。

冬季观测期间, 小、中、大潮期悬沙中值粒径 Φ 值的平均值分别为 5.84Φ (0.0175mm)、 5.94Φ (0.0163mm) 和 6.26Φ (0.0130mm), 悬沙平均中值粒径 d 对应的 Φ 值的平均值分别为 5.80Φ (0.0179mm)、 5.91Φ (0.0166mm) 和 6.22Φ (0.0134mm), 表明小潮和中潮期悬沙粒径基本一致, 而大潮期的悬沙粒径较小。调查期间各站各层悬沙混合样品中砂的平均含量为 15.37%, 粉砂的平均含量为 65.96%, 粘土的平均含量为 18.67%, 调查海区悬沙组成主要为粘土质粉砂。

夏季观测期间, 小、中、大潮期悬沙中值粒径 Φ 值的平均值分别为 6.02Φ (0.0154mm)、 6.03Φ (0.0153mm) 和 5.79Φ (0.0181mm), 悬沙平均中值粒径 d 对应的 Φ 值的平均值分别为 5.93Φ (0.0164mm)、 5.94Φ (0.0163mm) 和 5.69Φ (0.0194mm), 表明小潮和中潮期悬沙粒径基本一致, 而大潮期的悬沙粒径较大。调查期间各站各层悬沙混合样品中砂的平均含量为 18.53%, 粉砂的平均含量为 63.37%, 粘土的平均含量为 18.10%, 调查海区悬沙组成主要为砂质粉砂。

c) 悬沙运移及来源分析

表 2.5-3、表 2.5-4 和图 2.5-28、图 2.5-29 分别列出了冬、夏两季观测期间, 大、中、小潮周日单宽净输沙量和方向。周日单宽净输沙量方向与余流方向基本一致。

冬季观测期间, 各站平均周日单宽净输沙量从小潮到大潮期间呈现递增趋势, 小潮期为 $155.4\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$, 中潮期为 $288.3\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$, 大潮期为 $349.9\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$ 。

•d)。最大周日单宽净输沙量为 914.4kg/(m·d)，输沙方向为 292°，发生在中潮期 L4 站；其次为 883.9kg/(m·d)，输沙方向为 257°，发生在大潮期 L6 站；最小值为 36.1kg/(m·d)，输沙方向为 288°，出现在小潮期 L8 站。

夏季观测期间，各站平均周日单宽净输沙量从小潮到大潮期间呈现递增趋势，小潮期为 259.2kg/(m·d)，中潮期为 330.0kg/(m·d)，大潮期为 344.7kg/(m·d)。最大周日单宽净输沙量为 938.6kg/(m·d)，输沙方向为 6°，发生在大潮期 L10 站；其次为 781.7kg/(m·d)，输沙方向为 23°，发生在小潮期 L4 站；最小值为 53.2kg/(m·d)，输沙方向为 125°，出现在小潮期 L9 站。

7) 岸滩稳定性分析

a) 工程海域等高线变化

图 2.5-30、图 2.5-31 和图 2.5-32 为工程附近区域 1984-2013 年 -3m、-5m、-10m、-13m 和 -15m 等高线变化情况（1985 高程基准）。可以看出近 30 年来，工程海域 -3m、-5m、-10m、-13m 等高线均在向岸推进，-15m 等高线的变化主要位于安铺港深槽中部，从等高线的变化来看，安铺港深槽在扩张。工程海域在过去 30 年中的海床演变趋势以海床冲刷、深槽发育、浅滩萎缩为主。

b) 工程海域地形变化对比

图 2.5-33 为工程海域 1984 年的地形分布，图 2.5-34 为工程海域 2013 年的地形分布。对比可发现近 30 年来工程海域水下地形几个比较明显的变化特征：一是安铺港东部南、北两汊深槽发育明显；二是英罗湾内的深槽也逐步发育成明显的东、西两汊；三是安铺港主槽进一步刷深，同时主槽深泓有北移趋势，受其影响网流沙浅滩逐步萎缩。

c) 工程海域地形冲淤变化

图 2.5-35 为工程海域 1984~2013 年的地形冲淤变化分布图，从图中可以看出，工程海域近 30 年来海床演变的趋势以冲刷为主，局部小块区域有小幅度的淤积。工程海域 30 年来的冲刷厚度主要在 1m~2m 之间，其中冲刷幅度在 1m 以内的区域占了研究海域的 60% 左右，冲刷幅度最大区域出现在网流沙浅滩南侧及西南侧，最大冲刷幅度达到 8m 左右，主要原因是深槽深泓逐步北移，浅滩南侧逐渐演变成深槽。工程海域主要的淤积区域出现在研究海域的北部（英罗湾北部）、东南部（安铺港东部深槽南汊）及西南部。安铺港东部深槽南汊附近的淤积与南汊深槽的南移有关。

2.5.1.2 陆域水文

1) 河流水系及水利工程

广东廉江核电厂址位于廉江市境内，厂址附近区域河流众多，附近区域水系图见图 2.5-36。

厂址 15km 半径范围涉及广东省湛江市的廉江市、广西壮族自治区玉林市的博白县和北海市的合浦县。廉江市包括车板镇、高桥镇、营仔镇、青平镇；博白县的大坝镇；合浦县包括白沙镇、山口镇和沙田镇。上述区域含河流、水库，无湖泊。

廉江市境内河流众多，水系散布均匀，没有湖泊。和厂址相关的主要有高桥河、青平河。高桥河（又名卖皂河、江益河或大坝河）为独流入海河流，发源于广西博白县沙陂镇沙陂村，由北向南经沙陂镇、大坝镇和高桥镇，于高桥镇德耀村注入北部湾，距厂址最近距离为 4.3km，位于厂址的 NW 方向。河流全长 33km，流域面积 163km²，其中在廉江市境内河长 38km。青平河为独流入海河流，发源于廉江市青平镇横桠埗村，由北向南流经车板镇，于车板镇龙头沙村注入北部湾，距厂址最近距离为 3.8km，位于厂址的 ENE 方向。河流全长 28km，流域面积 164km²。整条河流水质较好，下游设有车板水厂。

厂址半径 15km 范围内广西部分有一级水功能区一个，为白沙河合浦开发利用区，白沙河距离厂址最近距离为 13.6km，位于厂址的 WNW 方向。

厂址半径 15km 范围内广东省廉江市境内的部分共有水库 29 座，见表 2.3-6，分布见图 2.3-7，主导功能均为农业灌溉与防洪。厂址南侧两座水库分别为山佳水库和南蒙塘水库，其位置分布见图 2.5-37。

此外，广东廉江核电项目 1、2 号机组工程调试阶段和运行阶段淡水水源为九洲江。九洲江发源于广西壮族自治区陆川县的大化顶，在廉江市的东北石角圩入境，经河唇、吉水、龙湾、横山的温村一分为二，一条向西流经营仔圩（名营仔河）入英罗港，另一条向南经安铺、黎头沙（名安铺河）入英罗港。河流全长 162km，集雨面积 3311km²，其中广西占 1/3，廉江市占 2/3。石角以下至鹤地为丘陵地区带有突起的山岭，沿江两岸均为平地；鹤地以下至龙湾为低丘陵地区，沿江两岸为宽阔平地；龙湾以下至沿海一带属冲积平原，整个河流的地势东、北高，慢慢向西南部沿海倾斜。

2) 淡水水源

广东廉江核电项目的淡水主要用于核电厂的生活用水、生产用水、除盐水原水、消防用水和绿化、洗车、浇洒用水等，在施工阶段还需要供应施工用水。1、2号机组工程施工期（土建安装阶段）的年最大取水量约为48.54万 m^3 ，设计取水保证率为80%；施工期（调试阶段）的年最大取水量约为136.44万 m^3 ，设计取水保证率为90%。两台机组正常运行期年取水量约231.27万 m^3 ，设计取水保证率为97%。

广东廉江核电项目1、2号机组工程两台机组土建安装阶段施工淡水水源为大坝河，调试阶段和运行阶段的淡水水源为九洲江。1、2号机组工程已于2019年取得水利部珠江水利委员会准予取水行政许可。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 厂区水文地质条件

2.5.2.1.1 水文地质单元特征

厂址附近范围邻近英罗港，区域上位于区域水文地质单元的径流区和排泄区。根据收集的地质资料、地形图及现场调查，厂址附近范围可划分为三个水文地质单元（见图2.5-38），分别为高桥河水文地质单元（ I_1 ）、大坝河水文地质单元（ I_2 ）和名教河水文地质单元（ I_3 ）。厂址位于大坝河水文地质单元（ I_2 ）中。

根据工程地质测绘和水文地质调查结果，各水文地质单元以分水岭为界进行划分，分水岭沿山脊线分布，呈北东走向。厂址区全部位于大坝河水文地质单元（ I_2 ）东侧，水文地质条件相对简单，可不进行进一步的细分。

各水文地质单元特征如下：

1) 高桥河水文地质单元（ I_1 ）

本单元总体呈北北东走向，为非完整水文地质单元。区内面积约19.56 m^2 ，其大半面积于北部和西北部延出区外。其东部以高岭—荣春山—标高25.50m高地—标高25.80m为界与大坝河水文地质单元为邻，分水岭较明显，高程较缓，多在20~31.60m之间。地貌类型以低缓丘陵和冲积平原为主，主干水系为高桥河，呈北北东向展布。区内分布的地层为第四系海相层、河流冲积层、北海组、湛江组、泥盆系杨溪组、志留系连滩组下段，北部局部分布有晚白垩世花岗岩。岩石的风化深度较大，断裂不发育。地下水主要依靠降水补给，由两侧丘陵向中

部高桥河径流，排泄于高桥河，并最终排泄于西南部西海，部分地段地下水以民井抽取排泄为主。该单元与其东侧相邻大坝河水文地质单元之间有完整的分水岭，在调查范围内两水文地质单元仅大坝河下游与高桥河流下游河流交汇处存在水力联系。调查范围内其他区域两个水文地质单元无水力联系。

2) 大坝河水文地质单元 (I₂)

本单元总体呈北北东向展布，为非完整水文地质单元，面积约 49.32km²。北部延出区外，西部边界与高桥河水文地质单元相邻，东部以望观岭—文头岭—大岭头—山墩头—厂址南部丘陵山脊为界与名教河水文地质单元相邻，分水岭较明显，高程多在 20~40m。地貌类型属低缓丘陵和冲积平原。主干水系大坝河，呈北北东向展布，将本水文地质单元分为东西两部分。厂址位于该水文地质单元东侧，区内分布的地层为第四系海相层、河流冲积层、北海组、湛江组、泥盆系杨溪组、志留系连滩组下段，北部局部分布有晚白垩世花岗岩。地下水主要依靠降水补给，北部还接受上游地下水侧向补给。地下水总体流向由北东向西南，局部由两侧丘陵向中部大坝河径流，排泄于大坝河，并最终排泄于西南部英罗港。大坝河水文地质单元东侧与其相邻名教河水文地质单元之间有完整的分水岭，西侧与其相邻高桥河水文地质单元之间有完整分水岭。在调查范围内大坝河水文地质单元与高桥河水文地质单元仅大坝河下游与高桥河流下游河流交汇处存在水力联系。调查范围内其他区域大坝河水文地质单元与高桥河水文地质单元无水力联系。大坝河水文地质单元与名教河水文地质单元之间在调查范围内无水力联系。

3) 名教河水文地质单元 (I₃)

本单元总体呈南北向展布，为非完整水文地质单元，面积约 46.20km²，其北部和东部延出区外。西部边界与大坝河水文地质单元相邻，分水岭较明显，高程多在 12~37.5m。地貌类型属低缓丘陵和冲积平原。主干水系为名教河，呈近南北向分布。区内分布的地层为第四系海相层、河流冲积层、北海组、湛江组、泥盆系杨溪组和老虎头组、志留系连滩组中段和下段，北部局部分布有晚白垩世花岗岩。岩石的风化深度较大，断裂不发育。地下水主要依靠降水补给，北部还接受上游地下水侧向补给。地下水总体流向由北向南，局部由两侧丘陵向中部名教河径流，排泄于名教河，并最终排泄于南部海域，部分地段地下水以民井抽取

排泄为主。该单元与其西侧相邻大坝河水文地质单元之间有完整的分水岭，两水文地质单元之间在调查范围内无水力联系（见图 2.5-39）。

2.5.2.1.2 地下水赋存条件

根据地下水的形成条件和赋存特征，将厂址区地下水类型分为第四系松散岩类孔隙水和碎屑岩类裂隙水（见图 2.5-40）。

1) 第四系松散岩类孔隙水

主要赋存于全新世海陆交互沉积层（Qmc）、全新世冲积层(Qal)砂、砂砾孔隙中，海陆交互沉积与河流冲积粘土以及第四系坡残积层(Q^{edl})含少量地下水。地下水以潜水为主。

（1）海陆交互沉积层孔隙水

主要分布于厂址区外西南部一带，分布于入海口，含水层由砂、砂砾等组成，砂层松散，颗粒均匀，一般处于潮间带。海陆交互沉积层孔隙水除接受大气降水补给外，还接受碎屑岩类裂隙水补给，其排泄则直接入海。据 1:20 万合浦幅水文地质普查报告，海陆交互沉积层孔隙水为微弱—中等富水性。矿化度较高，与海水、河水有密切的水力联系。

（2）冲积层孔隙水

分布于低缓丘陵间小冲沟中，多呈长条形分布，堆积物主要为砂土、粘土和粉质粘土，厚度变化大，为 1~8m。根据本次野外调查和测绘，水位埋深 1.25~4.20m，地下水以潜水为主。根据抽水试验结果，最大涌水量为 6.49~17.35m³/d，水量贫乏。根据本次水质分析结果，该类地下水化学类型为 HCO₃·Cl-Na 和 SO₄-Na 型，矿化度为 111.0~179.0mg/L，pH 值为 5.25~6.89，为弱酸性水。

（3）残坡积潜水

厂址区残积层广泛发育，分布于区内大部，地貌上为低缓丘陵及坡地。堆积物主要为粉质粘土、砂质粘土和砾质粘土。上部细粒土为弱透水层，下部粗粒土层为透水性相对较强，水力坡度较小，向小冲沟谷下游方向倾斜。根据钻孔资料，地下水静止水位埋深 1.80~9.60m。残坡积层含水量贫乏。

2) 碎屑岩类裂隙水

厂址区碎屑岩类裂隙水主要赋存于泥盆纪杨溪组及老虎头组岩层的裂隙中，含水岩层为泥质板岩、泥质粉砂岩、石英砂岩、粉砂质泥岩等，以风化裂隙水为。地下水属潜水型。

厂址内岩体节理裂隙较发育，但多以闭合裂隙为主，局部为泥质充填，因此岩层的透水性较弱。根据本次钻孔抽水和压水试验结果，岩体的透水性较弱，钻孔最大涌水量为 3.66~11.51m³/d，水量贫乏。根据本次水质分析结果，地下水类型为 Cl-Na、HCO₃⁻-Ca·Na、HCO₃⁻·Cl-Ca 及 HCO₃⁻·Cl-Na·Ca 型，矿化度 20.6~351.0mg/L，pH 值为 5.00~7.55。

根据现场试验以及当地类似工程相关经验，各岩土层渗透系数值详见表 2.5-5。根据厂址区可行性研究阶段勘察钻孔地下水位测量获得的等水位线图（见图 2.5-41）估算厂区各地区水力梯度，再根据 Darcy 定律（地下水渗透流速=渗透系数×水力梯度）估算得到地下水渗透流速。厂址区东南部冲沟段地下水水力梯度为 0.013~0.037；东北部冲沟段水力梯度为 0.009~0.037；中部丘陵山坡段水力梯度为 0.010~0.062，渗透速度为 9.10E-07~2.60E-06cm/s；南部丘陵山坡段水力梯度为 0.010~0.113，渗透速度为 7.17E-07~7.94E-06cm/s；北部丘陵山坡段水力梯度为 0.011~0.015，渗透速度为 7.41E-07~1.04E-06cm/s；西部丘陵山坡段水力梯度为 0.045~0.133，渗透速度为 3.16E-06~9.31E-06cm/s；西部冲沟段水力梯度为 0.004~0.027，渗透速度为 2.66E-07~8.01E-05cm/s；西部冲积平原段水力梯度为 0.003~0.011，渗透速度为 5.22E-06~2.19E-05cm/s。总体上，丘陵山坡段地下水水力梯度最大，冲沟段次之，冲积平原段最小。厂址区地下水依地势由丘陵流向周边沟谷、平原等地势低洼地带，总体上由东向西、由北向南径流。

2.5.2.1.3 地下水的补给、径流、排泄条件

厂址区地下水的补给来源主要为大气降水垂直渗入补给，厂址区的年均降雨量为 1767.9mm，为渗入补给地下水提供了充足来源。

低缓丘陵区残坡积层及碎屑岩类裂隙水主要接受大气降水入渗补给；松散岩类孔隙水除接受大气降水垂直入渗补给和溪沟水补给外，同时接受低缓丘陵区碎屑岩类裂隙水侧向迳流补给。地下水径流、排泄条件，受地形地貌影响较大，低缓丘陵区碎屑岩类裂隙水径流途径短，其流向基本与地形一致，补给区与排泄区相接近，碎屑岩类裂隙水以溪沟排泄为主，一部分补给深部裂隙水或侧向补给平原区松散岩类孔隙水；平原区地形平坦，地下水水力坡度平缓，地下径流缓慢，地下水主要以潜流或越流形式向海边排泄。

2.5.2.1.4 厂区地下水影响评价

根据水文地质调查结果可知，厂址区范围内未发现大的地表水体、河流，地表水体为厂区南侧山佳水库和东南侧的南蒙塘水库，以及零星分布一些小型池塘。场地平整后，南蒙塘水库位于厂区上游，厂区地下水对南蒙塘水库没有影响。

场地平整后，场地地下水位总体上呈下降趋势，西部、西北部冲沟及西海东岸回填地段地下水位略微上升，场地平整后，水力梯度下降，厂区地下水径流速度总体减缓，但地下水流向总体上仍由北向南、由西向东。山佳水库虽然位于厂区下游，由于厂区水力梯度较小，厂区地下水流速较慢，对山佳水库影响较小。

厂址附近范围内未见较大规模的取水点及工、矿业等工业用水，区内地下水开采利用程度较低。厂址下游地下水用户主要是英罗港东岸村庄密集区，厂址东西两面及下游英罗港西岸民井相对较少，村庄民井距离厂址较远，厂址区地下水向南径流途径较长，且厂址区南部岩土层透水性较弱，厂址区地下水径流速度总体较缓。电厂对周围地下水的影响很小。

2.5.2.1.5 厂区地下水质量现状

厂址内岩体节理裂隙较发育，但多以闭合裂隙为主，局部为泥质充填，因此岩层的透水性较弱。根据本次钻孔抽水和压水试验结果，岩体的透水性较弱，钻孔最大涌水量为 $1.01\sim 34.96\text{m}^3/\text{d}$ ，水量贫乏。经调查，厂址区旱季地下水化学类型为 $\text{Cl}-\text{Na}$ 型、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Ca}$ （或 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Na} \cdot \text{Ca}$ ）型、 $\text{SO}_4 \text{HCO}_3-\text{Na Mg Ca}$ 型以及 SO_4-Cl 型，矿化度多为 $20.6\sim 351.0\text{mg/L}$ ，pH 值 $5.00\sim 7.55$ ，总硬度 $1.4\sim 124.0\text{mg/L}$ ，侵蚀性 CO_2 为 $2.0\sim 37.7\text{mg/L}$ ，属微硬、弱酸~中性~弱碱性的淡水。厂址区雨季地下水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Ca}$ （或 $\text{SO}_4 \text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Na}$ 、 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$ ）型、 $\text{HCO}_3 \text{SO}_4-\text{Na Ca}$ 型、 $\text{SO}_4 \text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Mg}$ 型以及 $\text{Na}-\text{Cl}$ 型，矿化度为 $19.2\sim 246.0\text{mg/L}$ ，pH 值 $4.30\sim 7.69$ ，总硬度 $2.4\sim 117.0\text{mg/L}$ ，侵蚀性 CO_2 为 $0.0\sim 76.3\text{mg/L}$ ，属微硬、弱酸~中性~弱碱性的淡水。

2.5.2.1.6 厂区地下水的腐蚀性

厂区属湿润区，评价条件按 II 类场地环境类型。厂区共采取了 9 组地下水，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001（2009 年版））有关规定进行腐蚀性评价，水样分析结果见表 2.5-6~8。根据分析，厂址区地下水在强透水层中对混凝土结构具中等腐蚀性，腐蚀介质为侵蚀性 CO_2 、 HCO_3^- 以及地下水具弱酸性造成；在弱透水层中对混凝土结构具弱腐蚀性，腐蚀介质为侵蚀性 CO_2 以及地下水具弱酸性造成；地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

2.5.2.2 厂址附近范围以及排水管线附近水文地质条件

排水管线附近水文地质调查范围包含了厂区附近调查范围，因此合并描述。

2.5.2.2.1 地下水性质

本工程取排水管线采用共线敷设。液态流出物掺入其中 1 根冷却塔排水管排放。该方案 1、2 号机组工程拟采用 2 根 DN1200 的 HDPE 管道进行排水。排水管线经龙头沙渔港码头，沿沙龙围、北府围等围堤以东，斋塘角、新村、低村、松明、北松村以西陆域布置，自厂区西侧进入核电厂，管线总长约 11km。根据前期水文地质调查的成果，排水管线附近范围可以划分为三个水文地质单元，分别为高桥河水文地质单元（ I_1 ）、大坝河水文地质单元（ I_2 ）和名教河水文地质单元（ I_3 ）。拟建的排水管线全部位于大坝河水文地质单元（ I_1 ）下游，英罗港东岸（见图 2.5-42）。各水文地质单元特征见 2.5.2.1.1 节。

根据前期多次调查资料，依据含水介质岩类和含水空隙特征，将取排水管线附近的地下水类型划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙水和火山岩类孔洞裂隙水三种类型。

1) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水沿河流两岸冲积阶地及西部和南部冲积平原分布，地下水贮存于第四系海相沉积层、海相层、河流冲积层、北海组和湛江组土层孔隙中。

第四系海相沉积层、海相层该地段主要在西部和南部近海地段，主要包括老围仔、围墩、长墩仔、红东围、鸭公塘、沙龙围、沙头一带。主岩土层分布情况：岩土层分布情况：该地段岩土层由上而下主要为人工素填土（层号为①）、海积粉质黏土（层号为③₂）、砂（层号为③₃）、北海组粉质黏土（层号为④₁）、砂（层号为④₂）、粉土（层号为④₃），局部地段素填土下部分布薄层淤泥质土（层号为②₁），砂层中夹薄层黏土（层号为④₄）。含孔隙潜水。该地段主要含水层为砂层（层号为③₃、④₂），勘探深度范围内，厚度约 1~22m，地下水以潜水为主，局部上部分布厚层素填土、粉质黏土。上部粉质黏土、砂层中所夹薄层黏土为隔水层。根据抽水试验结果、水质分析结果以及本次勘察和区域水文地质资料，区内砂、砾石分布地段水量中等，单位涌水量为最大为 0.791L/(s·m)，富水性中等。上部分布厚层素填土、粉质黏土。上部粉质黏土、砂层中所夹薄层黏土层富水性弱，水量贫乏。

河流冲积层地段包括大坝河、金花坪、炮台岭、白石塘、龙塘、石坡、南蒙

塘一带。地段岩土层由上而下主要为人工素填土(层号为①)、冲积粉质黏土(层号为②₂)、砂(层号为②₃)。该地段主要含水层为砂层(层号为②₃)，厚度约1~5m，地下水以潜水为主，局部上部分布厚层粉质黏土。粉质黏土为相对隔水层。

北海组地层分布地段包括厂址西部德耀村~东村以及厂址南部山佳~斋堂角一带。该地段岩土层由上而下主要为人工素填土(层号为①)、北海组粉质黏土(层号为④₁)、砂(层号为④₂)、粉土(层号为④₃)、黏土(层号为④₄)。该地段主要含水层为砂层(层号为④₂)，勘探深度范围内，厚度约1~22m，地下水以潜水为主。粉质黏土、粉土、黏土为隔水层。地下水为孔隙潜水。根据抽水试验结果和水质分析结果，该地下水含水层单位涌水量为0.105~0.730L/(s·m)，富水性中等，水量中等。

湛江组地层分布地段包括厂址东部三墩头、上塘尾、荔枝江一带，以及厂址附近范围西北角台地边缘和东南角山猪窝一带。该地段岩土层由上而下主要为人工素填土(层号为①)、湛江组粉质黏土(层号为⑤₁)、黏土(层号为⑤₂)，黏土质砂(层号为⑤₃)、砂(层号为⑤₄)和砂砾(层号为⑤₅)等。多呈互层形式分布。该地段主要含水层为黏土质砂(层号为⑤₃)、砂(层号为⑤₄)和砂砾(层号为⑤₅)，厚度约2~25m。地下水以潜水为主，局部为承压水。粉质黏土、黏土为相对隔水层。地下水为孔隙潜水。根据前期民井抽水试验结果和水质分析结果，民井(井54+1、井111+1及井113)涌水量为3.38~18.77m³/d，单位涌水量为1.18~13.16L/(min·m)，水量贫乏。

根据前期及本次水文地质调查，松散岩类孔隙水水位埋深0.10~15.00m，标高0.20~22.54m。

2) 碎屑岩类裂隙水

碎屑岩类裂隙水主要分布于厂址附近范围北部和东部泥盆系中下统和志留系下统地层出露一带。

调查区内泥盆纪地层由杨溪组和老虎头组组成，岩性主要为砂岩、页岩、砂砾岩等，含裂隙水，以构造裂隙水为主，地下水常富集于碎屑岩层间裂隙及节理裂隙中。根据区域水文地质资料，泉流量0.005~0.869L/s，水量贫乏。

调查区内志留纪地层主要为连滩组，岩性主要为砂岩、页岩、泥质页岩、片岩等，含裂隙水，以构造裂隙水为主，地下水常富集于碎屑岩层间裂隙及节理裂

隙中。根据区域水文地质资料，泉流量 0.007~2.53L/s，水量贫乏。

根据前期调查，碎屑岩类裂隙水水位埋深 0.15~10.00m，标高 4.20~20.30m。

该地段岩土层透水性普遍较弱，含水量贫乏，富水性相对较好的岩土层主要为裂隙发育的强风化~中等风化岩层，厚度约 5~30m。地下水以潜水为主。除裂隙发育段的强风化~中等风化岩层外，其余岩土层均为隔水层。

3) 火山岩类孔洞裂隙水

火山岩类孔洞裂隙水分布于取排水管线南端，含水岩组为第四系下更新统玄武岩。地下水主要赋存于玄武岩气孔、孔洞和裂隙中，为孔洞裂隙水。该类岩石的富水性受岩石本身的孔洞、裂隙发育程度和规模所控制。其中气孔状、渣状及蜂窝状玄武岩的富水性较强，而微孔状、杏仁状玄武岩富水性较弱。

根据区域水文地质资料，该类地下水含水层单位涌水量小于 0.1 L/(s·m)，富水性弱，水量贫乏。

该地段岩土层透水性普遍较弱，含水量较贫乏，富水性相对较好的岩土层主要为裂隙发育的强风化~中等风化岩层，厚度约 8~30m。地下水以承压水为主。除裂隙发育段的强风化~中等风化岩层外，其余岩土层均为隔水层。

根据现场试验以及当地类似工程相关经验，各岩土层渗透系数值详见表 2.5-5。根据排水管线勘察钻孔地下水位测量以及调查范围内水井调查获得的等水位线图（见图 2.5-43）估算各地区水力梯度，再根据 Darcy 定律（地下水渗透流速=渗透系数×水力梯度）估算得到地下水渗透流速。排水管线平缓地区沿线水力梯度为 0.0004~0.002，渗流速度 1.26E-05~5.33E-05cm/s；排水管线山坡附近水力梯度为 0.003~0.008，渗流速度 1.68E-07~2.40E-04cm/s。总体上，丘陵山坡段地下水水力梯度最大，冲沟段次之，冲积平原段最小。

2.5.2.2.2 地下水的补给、径流、排泄条件

取排水管线地处亚热带海洋季风性气候区，每年的 6~9 月份是本区的雨季，降雨量大于蒸发量。附近地下水的补给来源主要为大气降水垂直渗入补给，调查区的年均降雨量为 1767.9mm，为渗入补给地下水提供了充足来源。

低缓丘陵区残坡积层、碎屑岩类裂隙水和火山岩类孔洞裂隙水主要接受大气降水入渗补给；松散岩类孔隙水除接受大气降水垂直入渗补给和溪沟水补给外，同时接受低缓丘陵区碎屑岩类裂隙水和火山岩类孔洞裂隙水侧向迳流补给。调查区地下水迳流、排泄条件，受地形地貌影响较大，低缓丘陵区碎屑岩类裂隙水和

火山岩类孔洞裂隙水迳流途径短，其流向基本与地形一致，补给区与排泄区相接近，碎屑岩类裂隙水和火山岩类孔洞裂隙水以溪沟泉水排泄为主，一部分则以潜流形式补给深部裂隙水或侧向补给冲积平原区松散岩类孔隙水；平原区和海陆交互地带地形平坦，地下水水力坡度平缓，地下迳流缓慢，地下水主要以潜流或越流形式向海边排泄。

2.5.2.2.3 地下水影响评价

大坝河水文地质单元（ I_2 ）与高桥河水文地质单元（ I_1 ）、名教河水文地质单元（ I_3 ）有完整的分水岭。核电厂以及排水管线施工过程中及施工后电厂的运营阶段对高桥河水文地质单元（ I_1 ）和名教河水文地质单元（ I_3 ）无影响。

大坝河水文地质单元内存在居民点，居民主要从事种植业，个别村民从事畜牧养殖业，没有较大型厂矿企业，地下水以分散开采为主，且地下水利用方式以生活和农业生产用水为主，核电厂没有利用地下水的计划，区内未见较大规模的取水点及工、矿业等工业用水，区内地下水开采利用程度较低。排水管线附近调查范围内共调查民井 147 个。地下水井基本情况详见图 2.5-44 和表 2.5-9~10。根据调查情况绝大部分民井位于排水管线上游。排水管线施工与运行对上游地下水无影响。那霸村与独田村附近排水管线，位于地下水水位以上，管线穿越地段主要岩性为粉质粘土，渗透性弱，富水性差，水量贫乏，管线对周围地下水的的影响很小。排水管线沿线设有监测井和巡检路线，定期巡检并进行取样监测，确保管线泄漏后能及时发现并处理。

2.5.2.2.4 管线附近地下水水质评价

根据调查区水样筒分析结果，地下水化学类型为 Cl-Na（或 Cl- Ca · Na）型、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Na}$ （或 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ ）型、Cl $\text{SO}_4\text{-Na Mg}$ 型以及 $\text{CO}_3\text{-Na}$ 型；矿化度一般为 66~304mg/L，最大为 4424 mg/L；pH 值 6.0~7.9，总硬度 46.45~928.93mg/L，侵蚀性 CO_2 为 0~37.77mg/L，属微硬、弱酸~中性~弱碱性的淡水。

2.5.3 洪水

2.5.3.1 厂址海域基准洪水

厂址海域基准洪水位考虑天文高潮位、海平面上升和可能最大风暴潮增水，即海域基准洪水位（DBF）=10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴增水+海平面上升=3.74+4.58+0.18=8.50m。

2.5.3.2 厂址最大可能洪水

厂址位于卖皂河流域内，当卖皂河可能最大洪水（PMF）叠加上游水库溃坝洪峰，下游边界水位采用海域的设计基准洪水位（8.50m）时，厂址处可能最大洪水位约为 10.88m。

2.5.3.3 厂址周边小水库溃坝洪水

厂址南侧和东南侧的山佳水库和南蒙塘水库属于小型水库，洪水设计标准较低，需要考虑两座水库的溃坝洪水风险。计算结果表明，当南蒙塘水库和山佳水库发生溃坝时，厂址断面处产生的最高洪水位为 17.56m。

经综合分析，从合理偏保守角度考虑，推荐 17.56m 作为本厂址的设计基准洪水位。广东廉江核电项目主厂房区室外地坪设计标高 19.0m，高于设计基准洪水水位（17.56m），可确保核电厂防洪安全，满足有关核安全法规的要求。

表 2.5-1 石头埠站累年各月平均、极值水温统计表 (°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	16.4	16.9	19.3	23.7	27.9	29.7	30.2	30.3	29.6	27.0	23.1	18.8	24.4
最高	25.8	26.4	28.0	30.4	33.5	33.7	34.4	35.3	34.3	32.3	29.0	25.8	35.3
最低	8.0	7.5	7.8	15.0	19.5	22.5	24.0	25.2	21.0	20.2	14.8	9.0	7.5

表 2.5-2 北海站累年累年各月盐度特征值表 (‰)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	28.3	29.0	30.0	29.7	29.0	27.1	25.9	24.5	26.4	27.8	27.8	28.5	27.8
最高	33.4	33.5	33.4	33.5	35.4	33.4	32.9	32.7	32.1	33.0	32.7	33.0	35.4
最低	16.8	17.9	20.8	9.20	8.80	5.20	3.00	2.60	2.60	16.0	15.4	11.2	2.60

表 2.5-3 冬季各站周日单宽输沙量和方向

站号	大潮		中潮		小潮	
	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)
L1	150.6	250	392.7	207	416.8	218
L2	79.3	185	71.3	66	193.7	335
L3	91.5	98	228.8	147	229.8	164
L4	173.2	301	914.4	292	824.2	336
L5	173.3	171	184.6	231	84.0	235
L6	163.7	216	469.1	269	883.9	257
L7	407.6	48	276.8	288	365.3	291
L8	36.1	288	56.1	46	45.7	296
L9	106.9	253	117.5	130	210.5	145
L10	171.4	352	171.4	26	245.4	19

表 2.5-4 夏季各站周日单宽输沙量和方向

站号	大潮		中潮		小潮	
	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)	输沙量 (kg/(m·d))	方向 (°)
L1	89.2	273	160.0	284	257.1	346
L2	214.2	141	610.2	89	534.1	65
L3	101.3	138	405.5	139	122.7	166
L4	781.7	23	361.6	235	251.7	213
L5	184.5	327	283.0	13	305.9	242
L6	333.5	265	216.2	44	130.4	286
L7	173.9	329	406.5	27	558.2	31
L8	152.1	73	216.9	66	211.1	59
L9	53.2	125	68.2	152	137.5	97
L10	508.0	19	572.1	42	938.6	7

表 2.5-5 各岩土层渗透系数范围

岩土层定名	渗透系数范围 (cm/s)
冲积和海陆交互沉积粉质粘土	7.48E-06~ 6.14 E -05
冲积细砂	2.01E-03
冲积和海陆交互沉积中粗砂	6.58E-04~2.29E-02
冲积碎石土	2.48E-03
海陆交互沉积和北海组粉土	2.74E-04~5.93E-04
全风化砂岩	2.47E-05
强风化砂岩	6.19E-06~ 1.40E-04
中风化砂岩	2.35E-05~ 2.50E-04
全风化粉砂质泥岩	--
强风化粉砂质泥岩	1.35E-05~ 8.53E-05
中等风化粉砂质泥岩	.69E-05~ 3.33E-04
中等风化玄武岩	5E-04

注：中等风化玄武岩：由于区内中等风化玄武岩孔洞裂隙发育，漏水严重，无法进行压水试验。中风化玄武岩的渗透系数主要依据工程经验。

表 2.5-6 厂址区地下水腐蚀性分析评价表 1

取样地点		KT002 钻孔	KT012 钻孔	KT055 钻孔	
水质类型		Cl-Na	Cl-Na	SO ₄ -Na	
对混凝土结构的腐蚀性	按环境类型 II	SO ₄ ²⁻ (mg / L)	36.62	3.80	62.29
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		OH(mg / L)	0.00	0.00	0.00
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		Mg ²⁺ (mg / L)	0.28	0.00	3.12
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		总矿化度(mg / L)	247.47	20.63	110.76
	腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	
	按地层渗透性	pH 值	5.27	5.00	5.25
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	弱腐蚀	弱腐蚀	弱腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	弱腐蚀	微腐蚀
		侵蚀性 CO ₂ (mg / L)	24.75	12.81	37.69
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	弱腐蚀	微腐蚀	中等腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	弱腐蚀
HCO ₃ ⁻ (mmol / L)		0.09	0.03	0.11	
在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	--	中等腐蚀	--		
对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	Cl(mg / L)	112.31	7.30	7.16	
	在长期浸水环境的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	
	在干湿交替环境的腐蚀等级	弱腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	

表 2.5-7 厂址区地下水腐蚀性分析评价表 2

取样地点		KT060 钻孔	KT066 钻孔	KT071 钻孔	
水质类型		HCO ₃ -Ca Na	HCO ₃ Cl-Ca	HCO ₃ Cl-Na Ca	
对混凝土结构的腐蚀性	按环境类型 II	SO ₄ ²⁻ (mg / L)	2.00	3.44	1.50
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		OH ⁻ (mg / L)	0.00	0.00	0.00
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		Mg ²⁺ (mg / L)	0.05	2.31	0.46
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		总矿化度(mg / L)	215.01	146.89	351.20
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
	按地层渗透性	pH 值	7.39	7.19	7.55
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		侵蚀性 CO ₂ (mg / L)	3.01	4.40	2.01
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		HCO ₃ ⁻ (mmol / L)	2.52	1.31	2.63
在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀		
对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	Cl ⁻ (mg / L)	3.23	25.97	80.72	
	在长期浸水环境的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	
	在干湿交替环境的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	

表 2.5-8 厂址区地下水腐蚀性分析评价表 3

取样地点		KBK02 钻孔	KBK07 钻孔	KBK23 钻孔	
水质类型		Cl SO ₄ -Na Ca	Cl SO ₄ -Na Mg	Cl SO ₄ -Na	
对混凝土结构的腐蚀性	按环境类型 II	SO ₄ ²⁻ (mg / L)	10.89	18.23	7.71
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		OH ⁻ (mg / L)	0.00	0.00	0.00
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		Mg ²⁺ (mg / L)	0.12	4.37	0.00
		腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀
		总矿化度(mg / L)	37.98	82.04	40.4
	腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	
	按地层渗透性	pH 值	5.16	6.07	4.74
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	弱腐蚀	弱腐蚀	中等腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	弱腐蚀
		侵蚀性 CO ₂ (mg / L)	31.75	17.62	43.98
		在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	中等腐蚀	弱腐蚀	中等腐蚀
		在弱透水层中的腐蚀等级	弱腐蚀	微腐蚀	弱腐蚀
HCO ₃ ⁻ (mmol / L)		0.09	0.27	0.07	
在直接临水或强透水层中的腐蚀等级	中等腐蚀	中等腐蚀	中等腐蚀		
对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	Cl ⁻ (mg / L)	10.79	23.03	14.39	
	在长期浸水环境的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	
	在干湿交替环境的腐蚀等级	微腐蚀	微腐蚀	微腐蚀	

表 2.5-9 厂址附近范围（5km）民井调查一览表

序号	民井编号	井口高程（m）	水位埋深（m）	水位标高（m）	取水层位	用途	与厂址的相对位置
1	井 1	7.10	0.50	6.60	冲积砂层、泥盆系中下统老虎头组粉砂质泥岩风化层	南东新村村民集体生活用水	厂址下游西海东岸
2	井 2	16.60	3.60	13.00	黄白色冲积黏土、砂层和含黏性土砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）南蒙塘村
3	井 4	16.10	8.20	7.90	第四系北海组黏性土和砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸山佳村
4	井 5	17.50	7.45	10.05	第四系北海组黏性土和砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸山佳村
5	井 6	12.90	5.30	7.60	第四系北海组黏性土和砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸围肚村
6	井 7	9.10	5.40	3.70	第四系北海组黏性土和砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸围肚村
7	井 8	18.00	5.50	12.50	第四系冲积黏性土及含砂黏性土	村民个人生活用水	厂址下游（南面）下庞江村
8	井 9	19.50	6.30	13.20	第四系冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）下庞江村
9	井 10	15.60	4.20	11.40	第四系冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）上庞江村
10	井 11	17.70	4.85	12.85	第四系黄白色冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）石坡村
11	井 13	19.10	9.40	9.70	第四系北海组黄白色黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）南峒村
12	井 14	12.30	1.40	10.90	第四系黄白色冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）南峒村村外
13	井 15	14.80	9.30	5.50	第四系黄白色冲积黏性土、含砂黏性土	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸松明村
14	井 16	5.60	1.40	4.20	第四系冲积黏性土、强风化粉砂质泥岩。	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸松明村
15	井 17	17.30	9.50	7.80	第四系北海组黄白色黏性土及砂层	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸松明坡村
16	井 18	10.50	2.15	8.35	第四系北海组黄白色细砂和少量粗砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸鸭公塘村
17	井 20	23.10	15.00	8.10	第四系北海组黄白色黏性土及细砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸松明坡村
18	井 21	16.00	9.10	6.90	第四系北海组黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸割麻墩村
19	井 22	17.00	5.00	12.00	第四系冲积黏土质砂	村民个人生活用水	厂址南面车板镇西面猪场村
20	井 24	7.80	1.70	6.10	第四系北海组黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸羊山村
21	井 24+1	8.00	1.50	6.50	第四系北海组黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸羊山村
22	井 25	4.30	0.70	3.60	第四系海积黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸山窑村
23	井 26	13.80	8.70	5.10	第四系北海组黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸禄地村
24	井 28	9.70	0.70	9.00	第四系北海组黄白色黏性土、砂层	坡塘村村民集体生活用水	厂址南面坡塘村东面
25	井 29	10.20	5.30	4.90	第四系北海组黄白色黏性土、细砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸旧埠新村
26	井 30	12.50	6.40	6.10	第四系北海组黏性土及粗砂	村民个人生活用水	厂址下游（南面）西海东岸麻山村
27	井 31	12.60	2.40	10.20	第四系北海组黏性土和薄层砂	村民个人生活用水	厂址南面竹头田村县道边
28	井 32	4.00	0.95	3.05	第四系北海组黏性土、黏土质砂	附近村民生活用水	厂址南面红坎村
29	井 33	7.80	2.70	5.10	第四系湛江组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址东南面龙眼村

30	井 34	7.20	2.80	4.40	第四系海积粉细砂、黏性土和乳白色残积土	村民个人生活用水	厂址东南面河潭角村
31	井 35	4.00	1.20	2.80	第四系海积粉细砂、黏性土和乳白色细砂岩残积土	村民个人生活用水	厂址东南面名教村
32	井 36	7.10	1.00	6.10	第四系海积粉细砂、黏性土和乳白色细砂岩残积土	村民个人生活用水	厂址东南面下粟地村
33	井 37	12.10	9.10	3.00	第四系白色海积粉细砂、黏性土	村民个人生活用水	厂址东南面小江村
34	井 40	11.50	0.15	11.35	第四系砂岩残积土和砂岩强风化层	村民个人生活用水	厂址东南面高山村
35	井 41	12.50	4.80	7.70	志留系系统连滩组强风化板岩及褐黄色坡残积粉质黏土	附近 4 户村民集体生活用水	厂址东南面木马港村
36	井 42	12.00	0.40	11.60	泥盆系中下统老虎头组强风化砂岩及坡残积粉质黏土	村民个人生活用水	厂址东南面南衙村
37	井 43	14.60	1.00	13.60	第四系冲积含粗砂卵砾石、泥盆系中下统老虎头组全~强风化泥质粉砂岩	附近 5 户村民集体生活用水	厂址东南面石仔岭村边
38	井 44	18.00	4.80	13.20	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东南面雷公山村
39	井 45	17.80	3.70	14.10	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东南面山夹仔村
40	井 46	8.80	4.60	4.20	第四系北海组粉砂、黏性土	村民个人生活用水	厂址东南面响水港村
41	井 47	17.00	1.20	15.80	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化泥岩	村民个人生活用水	厂址东南面荔枝江村
42	井 48	11.60	2.80	8.80	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化泥岩	村民个人生活用水	厂址东南面坎仔村
43	井 49	20.00	2.95	17.05	第四系北海组乳白色黏土质砂	村民集体生活用水	厂址东南面龙塘仔村
44	井 50	13.00	0.40	12.60	第四系北海组乳白色黏土质砂	村民个人生活用水	厂址东南面龙塘村
45	井 51	21.00	1.70	19.30	第四系冲积乳白色砂质黏土	村民个人生活用水	厂址东面下塘尾村
46	井 52	24.00	2.20	21.80	第四系湛江组含砂黏性土	村民个人生活用水	厂址东面上塘尾村
47	井 53	24.30	7.30	17.00	第四系湛江组含砂黏性土	村民个人生活用水	厂址东面荔枝江村
48	井 54	14.00	0.95	13.05	第四系湛江组含砂黏性土	村民个人生活用水	厂址东面茂兰坡村
49	井 54+1	21.00	5.80	15.20	第四系湛江组黏性土、砂层	村民个人生活用水	厂址东面大江坡村
50	井 55	14.10	3.00	11.10	第四系冲积黏性土、砂层、残积粉质黏土和泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东面郁仔村
51	井 56	12.00	4.30	7.70	第四系冲积黏性土、粉细砂、残积粉质黏土和泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东面平坡村
52	井 57	13.00	1.70	11.30	第四系冲积黏性土、粉细砂、残积粉质黏土和泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东面平坦村
53	井 58	11.50	2.10	9.40	第四系冲积黏性土、粉细砂、残积粉	村民个人生活用水	厂址东南面樟木湾村

					质黏土和泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩		
54	井 60	20.50	0.50	20.00	第四系湛江组黄色黏性土、淤泥、砂和全~强风化粉砂岩	村民个人生活用水	厂址东面孔子坡村
55	井 61	13.00	2.50	10.50	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址上游（北面）黄京涌村
56	井 62	11.00	1.70	9.30	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址上游（北面）白石塘村
57	井 62+1	11.50	2.90	8.60	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址上游（北面）白石塘村
58	井 63	20.50	1.20	19.30	第四系湛江组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址东面山墩头村
59	井 64	22.50	5.50	17.00	第四系湛江组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址东面大涌村
61	井 65	21.50	2.70	18.80	第四系湛江组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址东面大岭村
62	井 68	23.50	3.20	20.30	第四系残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东北面水铲涌村
63	井 69	28.00	4.70	23.30	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址东北面山口仔村
64	井 70	24.90	7.00	17.90	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东北面高笼村
65	井 71	17.00	4.00	13.00	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东北面长山仔村
66	井 73	16.60	0.95	15.65	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东北面山边村
67	井 74	19.10	7.20	11.90	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统老虎头组全~强风化泥质粉砂岩	村民个人生活用水	厂址东面龙湖村
68	井 75	18.50	1.80	16.70	第四系坡残积粉质黏土、泥盆系中下统老虎头组全~强风化泥质粉砂岩	村民个人生活用水	厂址东面荔枝山村
69	井 76	18.00	1.85	16.15	第四系残积粉质黏土、泥盆系中下统杨溪组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东面牛角湾村
70	井 77	21.80	4.70	17.10	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址东北面大坝村
71	井 78	24.00	4.60	19.40	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址东北面下龙土村
72	井 79	20.50	4.60	15.90	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面炮台岭村
73	井 80	12.00	3.60	8.40	第四系冲积粉质黏土、薄层砂	村民个人生活用水	厂址北面大坝圩村
74	井 81	19.10	4.30	14.80	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面牛郎江村
75	井 82	25.00	4.40	20.60	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址北面帘心垌村

76	井 83	29.50	7.00	22.50	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址北面大垌村
77	井 84	18.50	4.40	14.10	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址北面金花坪村
78	井 85	22.00	6.50	15.50	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面那棚村
79	井 86	21.00	4.30	16.70	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面粟木村
80	井 87	15.00	8.50	6.50	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面大坝村
81	井 88	21.00	4.70	16.30	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面旧岭村
82	井 89	15.50	2.50	13.00	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面花石岭村
83	井 90	23.50	3.30	20.20	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民集体生活用水	厂址北面坭山村
84	井 91	19.40	6.90	12.50	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民集体生活用水	厂址北面丰涌村
85	井 92	19.00	1.70	17.30	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面丰岭村
86	井 93	18.00	4.50	13.50	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面扫杆岭村
87	井 94	12.20	4.00	8.20	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面蟠桃园村
88	井 95	13.00	1.00	12.00	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面炮台墩村
89	井 96	13.60	4.70	8.90	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址北面大番坡村
90	井 97	20.00	5.00	15.00	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址西北面黄根岭村
91	井 98	12.10	1.50	10.60	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址西北面平垌村
92	井 99	11.80	1.00	10.80	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址西北面墩仔村
93	井 100	17.30	10.00	7.30	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址西北面揭督村
94	井 101	16.50	4.40	12.10	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~强风化砂岩	村民个人生活用水	厂址西北面社坡村
95	井 102	11.00	3.80	7.20	第四系残积粉质黏土、泥盆系中下统老虎头组全~强风化泥质粉砂岩	村民个人生活用水	厂址西面荣春山村

96	井 103	7.00	0.50	6.50	第四系北海组黏性土、黏土质砂、泥盆系中下统老虎头组全~强风化泥质粉砂岩	村民个人生活用水	厂址西面塘仔山村水田
97	井 104	28.00	10.80	17.20	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址西面德耀村（圩仔）
98	井 105	22.00	12.10	9.90	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸对岸村
99	井 106	21.00	11.20	9.80	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸西村
100	井 107	9.80	3.50	6.30	第四系北海组白色黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸坭咀村
101	井 108	20.30	9.60	10.70	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸凤地村
102	井 109	23.50	8.10	15.40	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址西面金塘村
103	井 110	24.00	13.50	10.50	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸东村
104	井 111	13.50	5.30	8.20	第四系湛江组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸山窑村
105	井 111+1	12.80	5.70	7.10	第四系湛江组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸山窑村
106	井 107	12.50	6.20	6.30	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水	厂址下游（西南面）西海西岸十块田
107	井 108	8.20	0.55	7.65	第四系湛江组中细砂、黏性土	村民个人生活用水	厂址西北面独竹根村
108	井 109	5.30	1.10	4.20	第四系湛江组中细砂、黏性土	村民个人生活用水	厂址西北面独根坎村
109	井 110	5.00	0.40	4.60	第四系湛江组黏性土夹薄层砂、全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址西北面坡禾地村
110	井 111	3.70	0.75	2.95	第四系海积黏性土、砂	村民个人生活用水	厂址西北面坡禾地村南
111	井 112	5.80	0.45	5.35	第四系海积黏性土、砂	村民个人生活用水	厂址西北面江益村
112	井 113	4.20	0.90	3.30	第四系海积黏性土、砂	村民个人生活用水	厂址西北面坡井村
113	井 114	5.80	1.50	4.30	第四系海积黏性土、砂	村民个人生活用水	厂址西北面红寨村
114	井 115	9.90	3.13	5.77	第四系北海组黏性土、黏土质砂	村民个人生活用水和	厂址西北面荔枝山村
115	井 116	14.50	2.45	12.05	第四系残积砂质黏性土、燕山五期全~强风化花岗岩	村民个人生活用水	厂址西北面长岭村
116	SW01	23.00	/	/	第四系湛江组黏性土、砂层、泥盆系中下统杨溪组全~微风化砂岩	机钻深井，村民生活用水集中供水点	厂址东面荔枝江大队
117	SW02	21.00	/	/	第四系残积粉质黏土、志留系下统连滩组全~微风化砂岩	机钻深井，村民生活用水集中供水点	厂址东北面文头岭村

表 2.5 -10 取排水管线附近范围民井调查一览表

序号	民井编号	井口高程 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)	取水层位	用途	与取排水管线的相对位置
1	SD01	11.00	9.40	1.60	第四系海积砂、黏性土	村民个人生活用水	管线东面十六围
2	SD02	7.00	6.40	0.60	第四系北海组黏性土、砂层	村民个人生活用水	管线东面斋堂角村
3	SD03	4.00	2.70	1.30	第四系海积砂、黏性土	村民个人生活用水	管线东面斋堂角村
4	SD04	12.00	3.20	8.80	第四系海积砂、黏性土	村民个人生活用水	管线东面村下
5	SD06	25.00	15.50	9.50	第四系北海组黏性土和砂层	村民个人生活用水	管线东面多浪村
6	SD07	19.00	4.30	14.70	第四系北海组砂、含砂黏土、黏性土	村民个人生活用水	管线西面独田
7	SD08	16.00	5.00	11.00	第四系北海组砂、含砂黏土、黏性土	村民个人生活用水	管线西面那腮
8	SD09	2.20	2.00	0.20	第四系海积砂、淤泥及含砂黏性土	村民个人生活用水	管线西面近西海东岸
9	SD10	32.00	8.90	23.10	第四系北海组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	管线东面下塘村
10	SD11	13.00	7.85	5.15	第四系北海组黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	管线东面良田村
11	SD12	14.50	11.59	2.91	第四系黄白色冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	管线东面高井村
12	SD13	23.10	20.00	3.10	第四系黄白色冲积黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	管线东面多浪村南
13	SD14	28.00	22.62	5.38	第四系北海组黄白色黏性土夹薄层砂	村民个人生活用水	管线东面多浪村
14	SD15	27.40	8.30	19.10	第四系残积粉质黏土、全~强风化玄武岩	村民个人生活用水	管线东侧水烈村
15	SD16	33.20	24.85	8.35	第四系残积粉质黏土、全~强风化玄武岩	村民个人生活用水	管线东面新村仔北
16	SD17	32.50	27.24	5.26	第四系残积粉质黏土、全~强风化玄武岩	村民个人生活用水	管线东面石头基
17	SD18	24.50	12.00	12.50	第四系残积粉质黏土、全~强风化玄武岩	村民个人生活用水	管线东面鸡罩塘西北
18	SD19	27.50	9.00	18.50	第四系残积粉质黏土、全~强风化玄武岩	村民个人生活用水	管线东面鸡罩塘东北
19	SD20	13.00	1.00	12.00	第四系北海组浅黄色细砂	村民个人生活用水	管线东面碗尾村
20	SD21	38.50	35.00	3.50	第四系北海组黄白色黏性土及细砂	村民个人生活用水	管线东面坡心北
21	SD23	8.60	2.15	6.45	第四系北海组黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面山角村
22	SD24	21.50	10.48	11.02	第四系北海组砂、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面山角村
23	SD25	11.50	2.50	9.00	第四系北海组砂及含砂黏性土	村民个人生活用水	管线东面西凌禄
24	SD26	14.00	4.55	9.45	第四系北海组砂、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面东凌禄
25	SD27	8.00	2.00	6.00	第四系北海组砂、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面东凌禄
26	SD28	2.00	2.00	0.00	第四系海积砂、淤泥、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面江河墩
27	SD29	2.00	1.50	0.50	第四系海积砂、淤泥、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面方墩
28	SD30	16.00	16.00	0.00	第四系北海组砂、黏土质砂	村民个人生活用水	管线东面下塘仔
29	SD31	5.50	2.00	3.50	第四系北海组黄白色黏性土、砂层	村民个人生活用水	管线东面沙塘角
30	SD32	3.60	0.80	2.80	第四系海积砂、砂砾、黏土	村民个人生活用水	管线东面仁灶墩

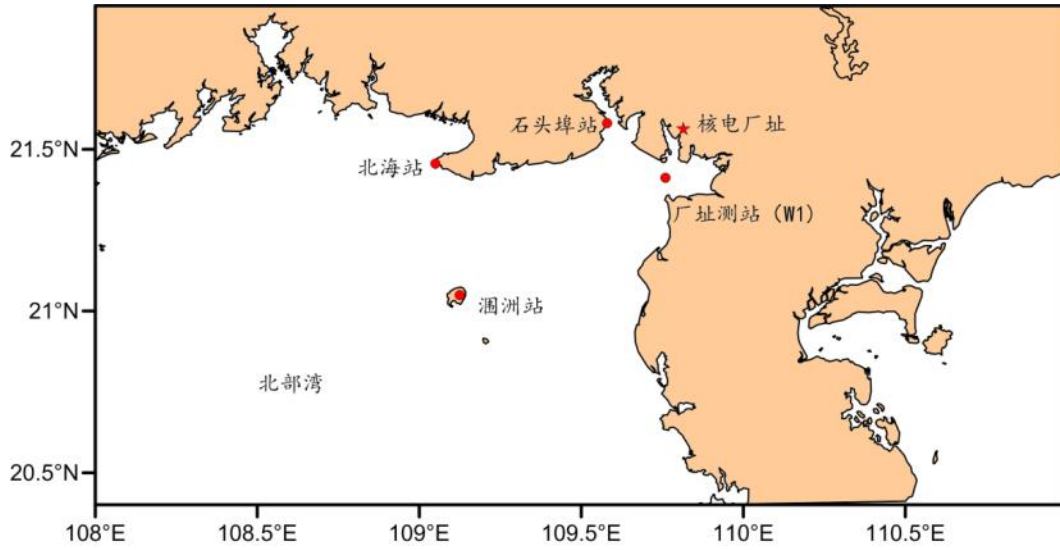


图 2.5-1 厂址附近海洋水文站位置示意图

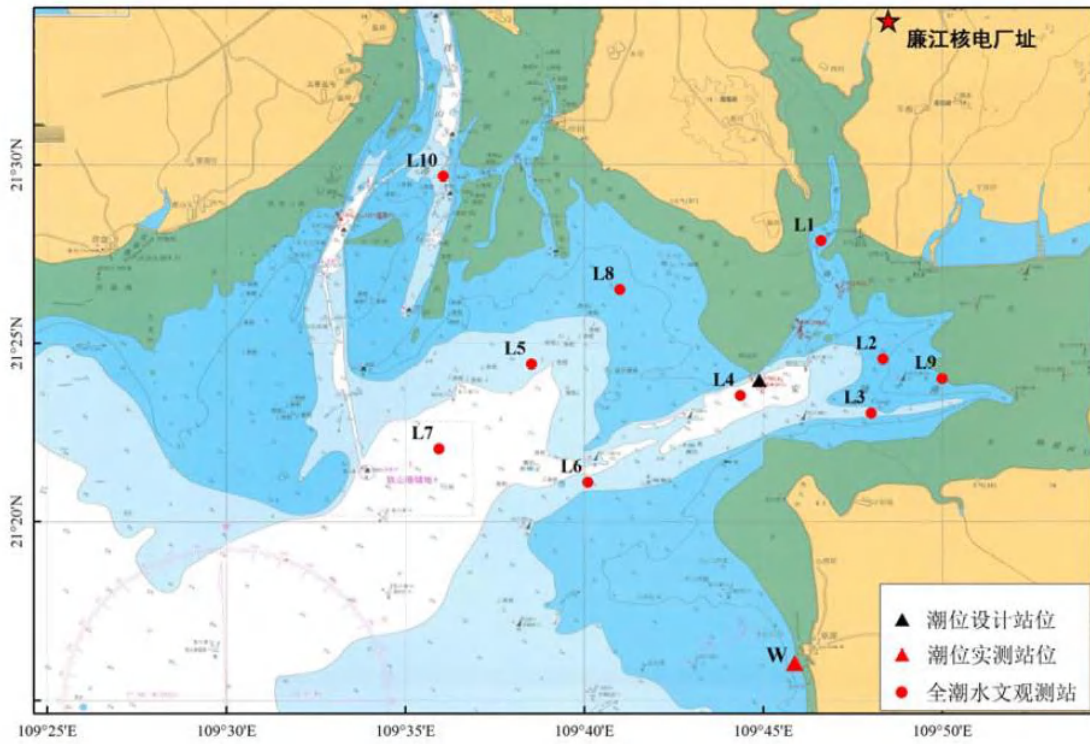


图 2.5-2 全潮观测站位分布示意图

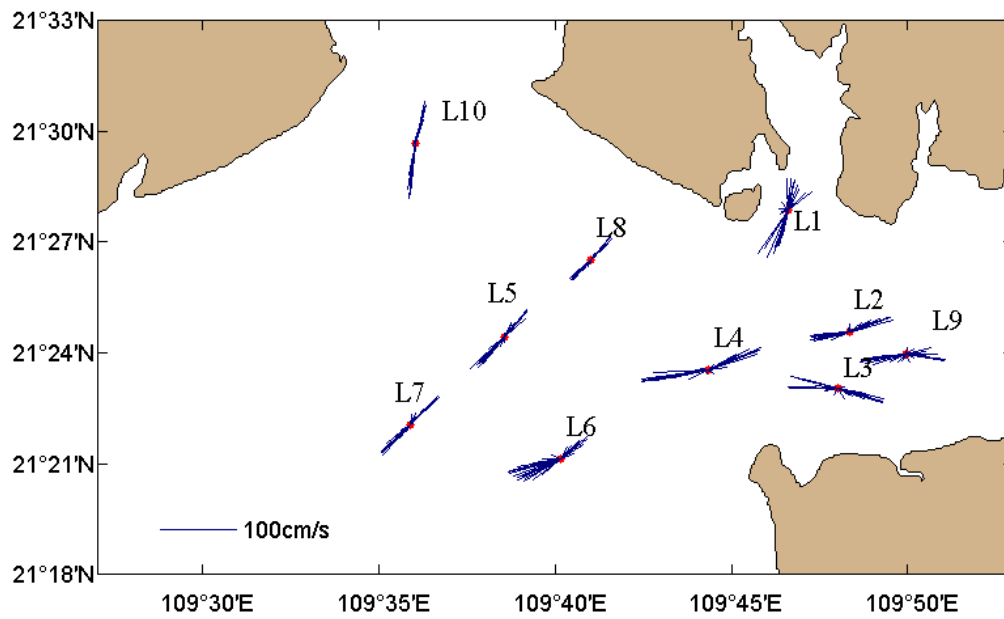


图 2.5-3 冬季大潮垂向平均海流平面分布图

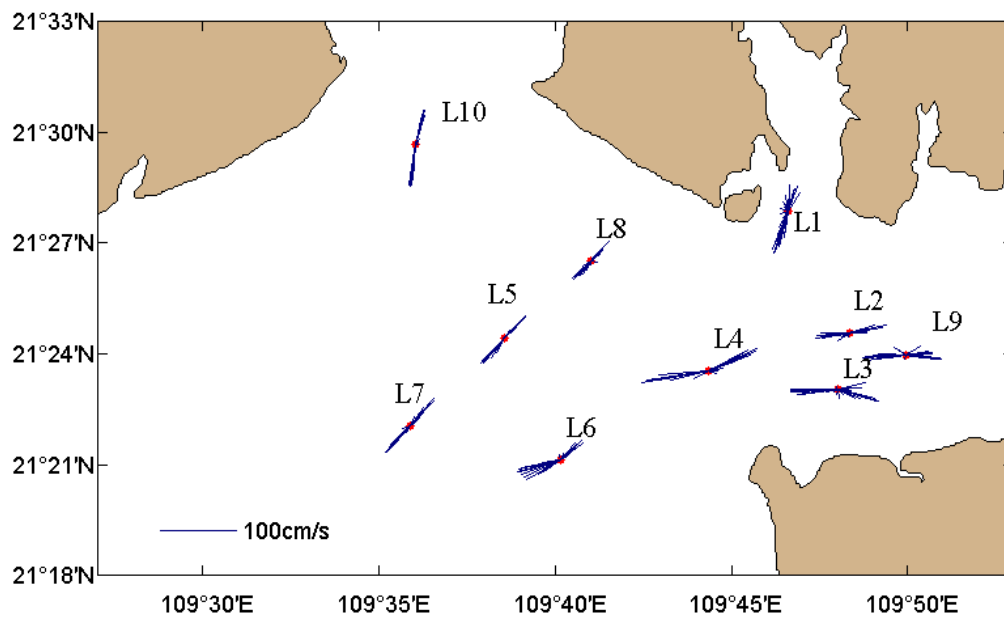


图 2.5-4 冬季中潮垂向平均海流平面分布图

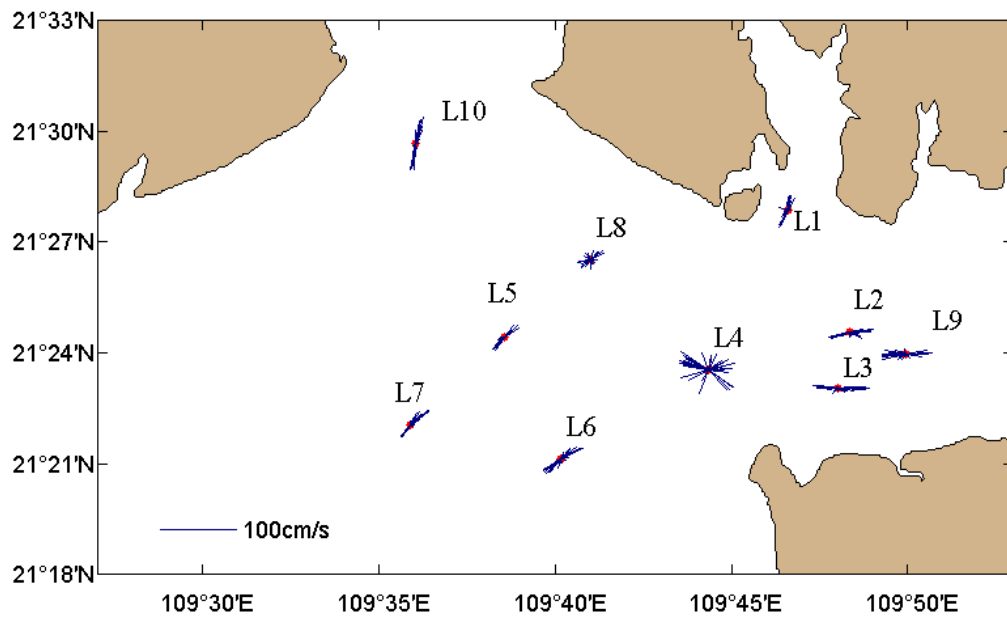


图 2.5-5 冬季小潮垂向平均海流平面分布图

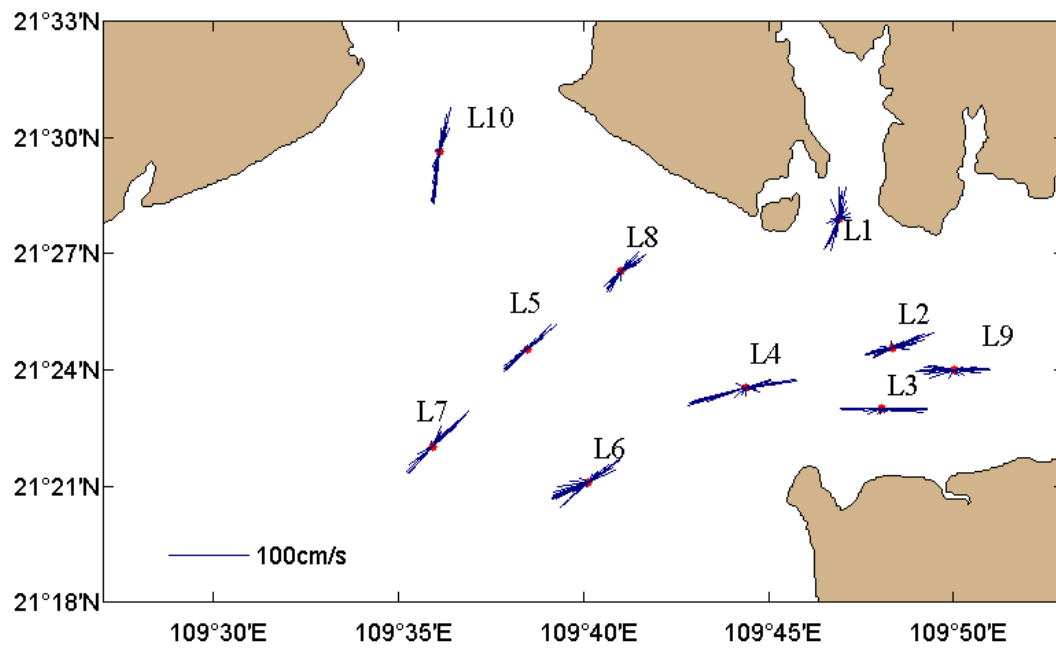


图 2.5-6 夏季大潮垂向平均海流平面分布图

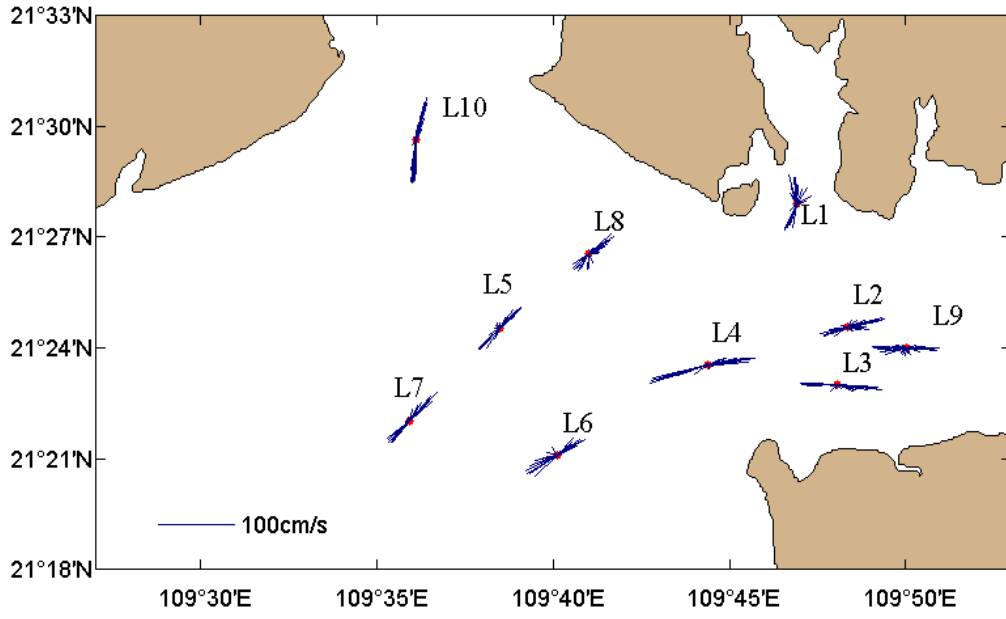


图 2.5-7 夏季中潮垂向平均海流平面分布图

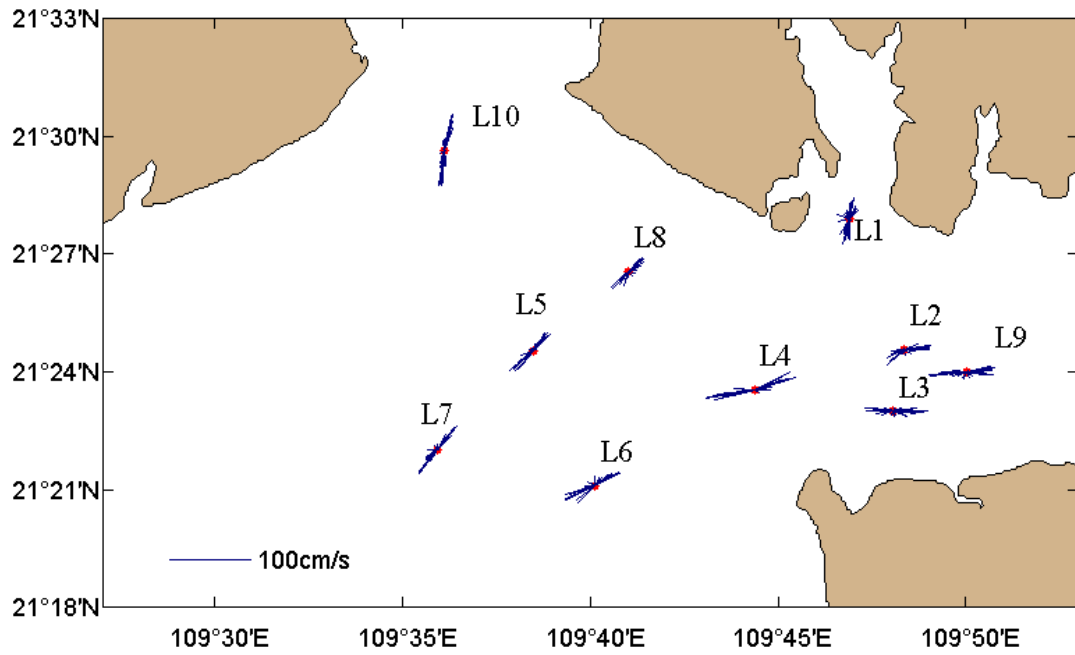


图 2.5-8 夏季小潮垂向平均海流平面分布图

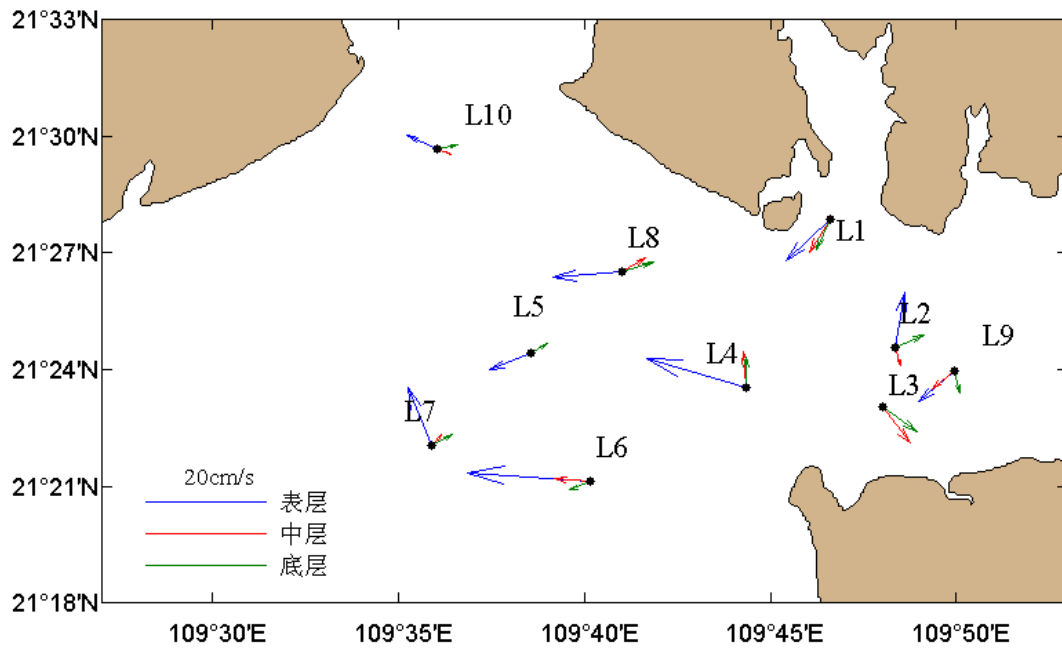


图 2.5-9 冬季大潮期余流分布图

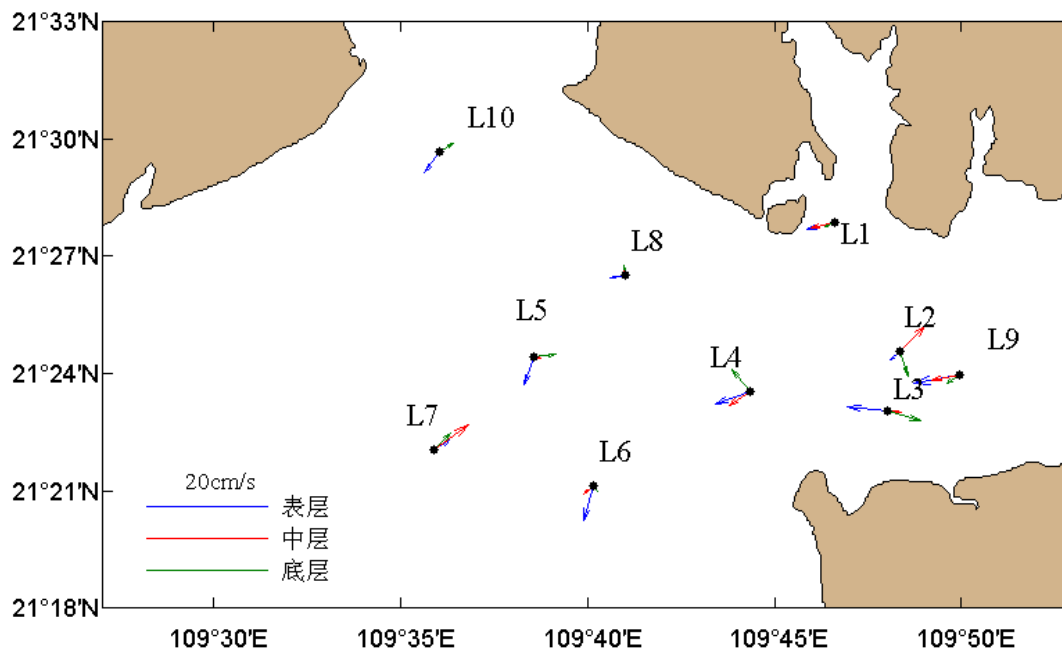


图 2.5-10 冬季中潮期余流分布图

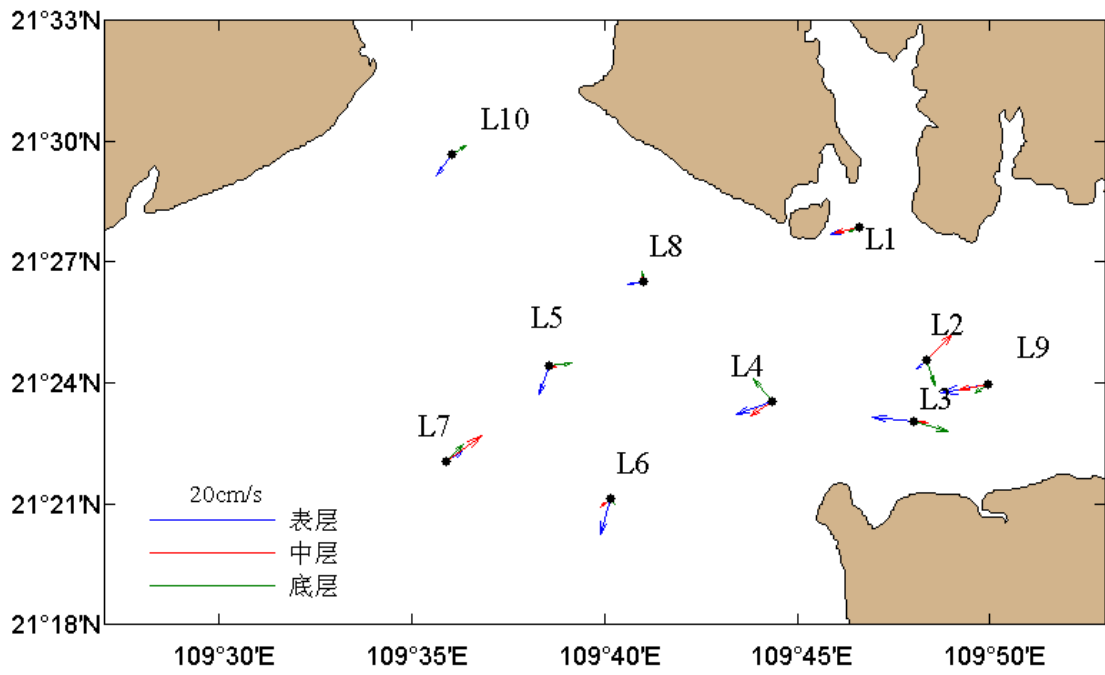


图 2.5-11 冬季小潮期余流分布图

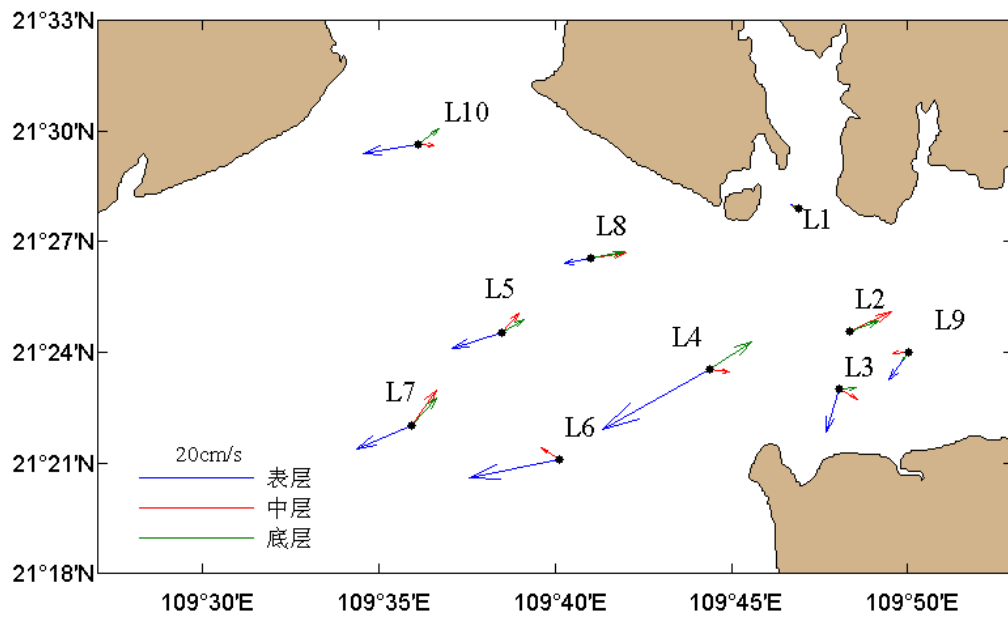


图 2.5-12 夏季大潮期余流分布图

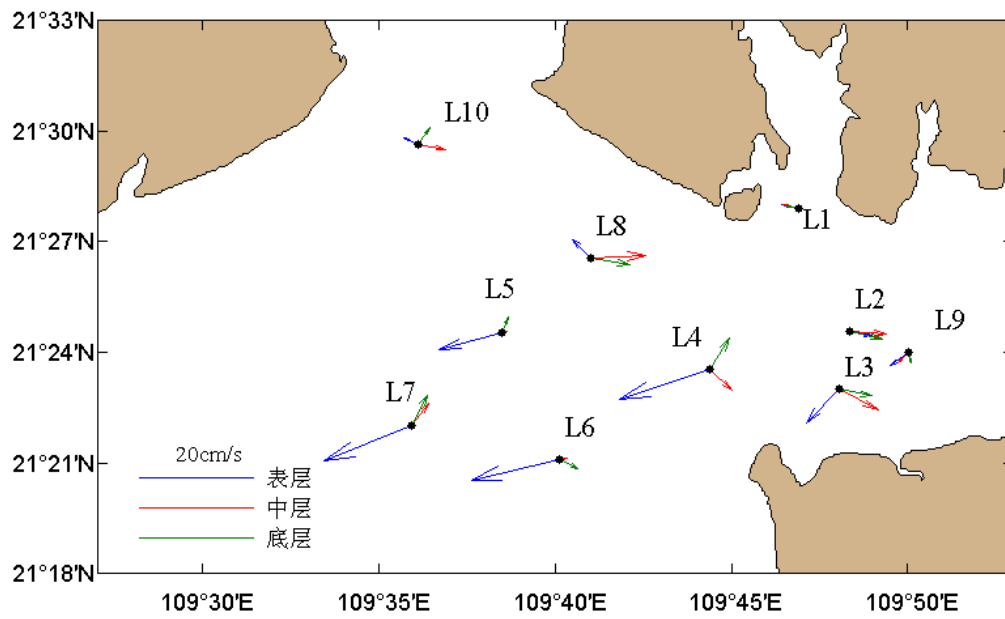


图 2.5-13 夏季中潮期余流分布图

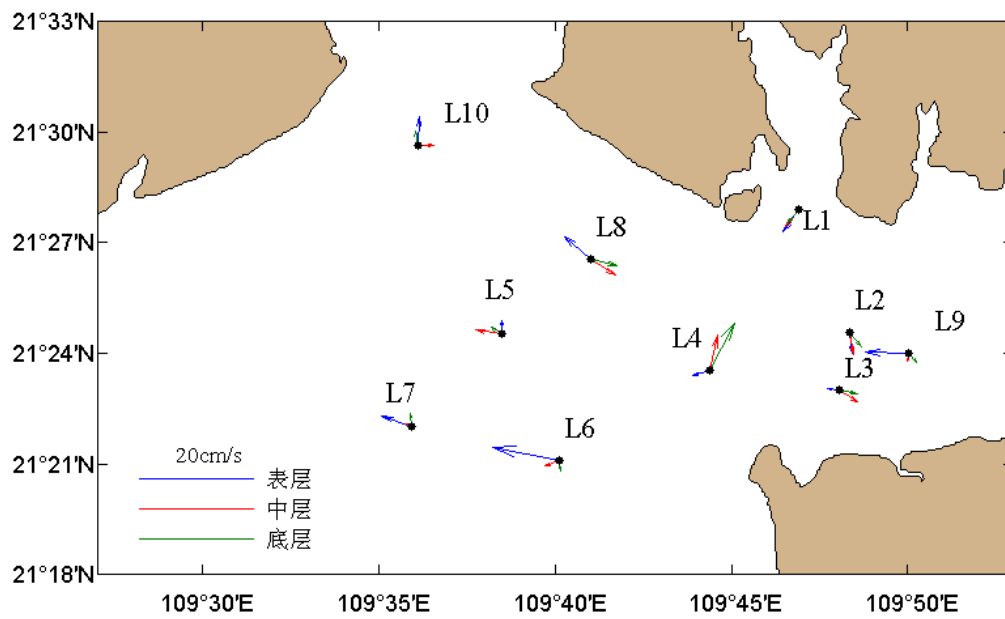


图 2.5-14 夏季小潮期余流分布图

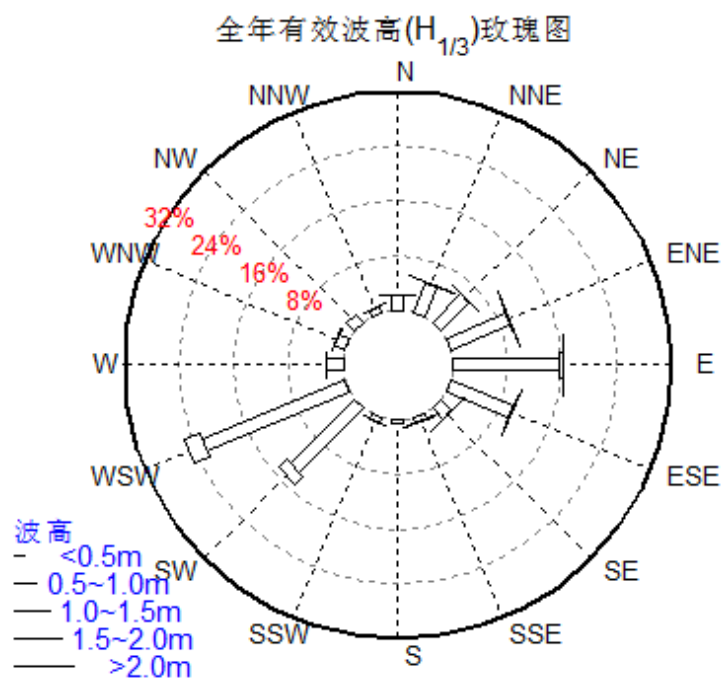


图 2.5-15 全年有效波高-波向联合分布玫瑰图

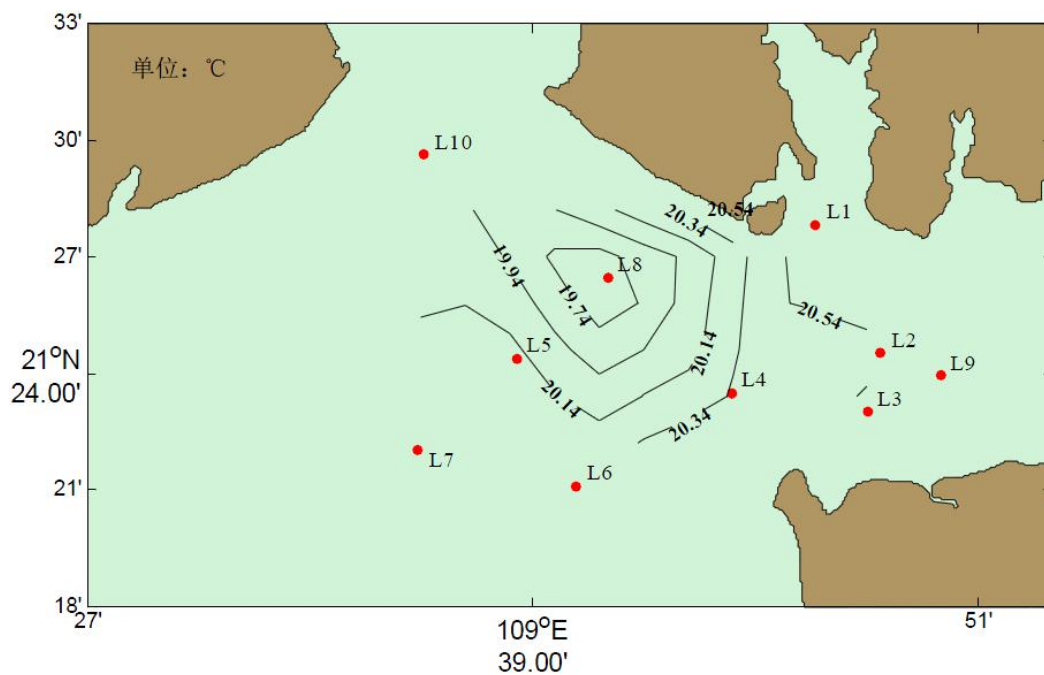


图 2.5-16 冬季大潮期水温平面分布图

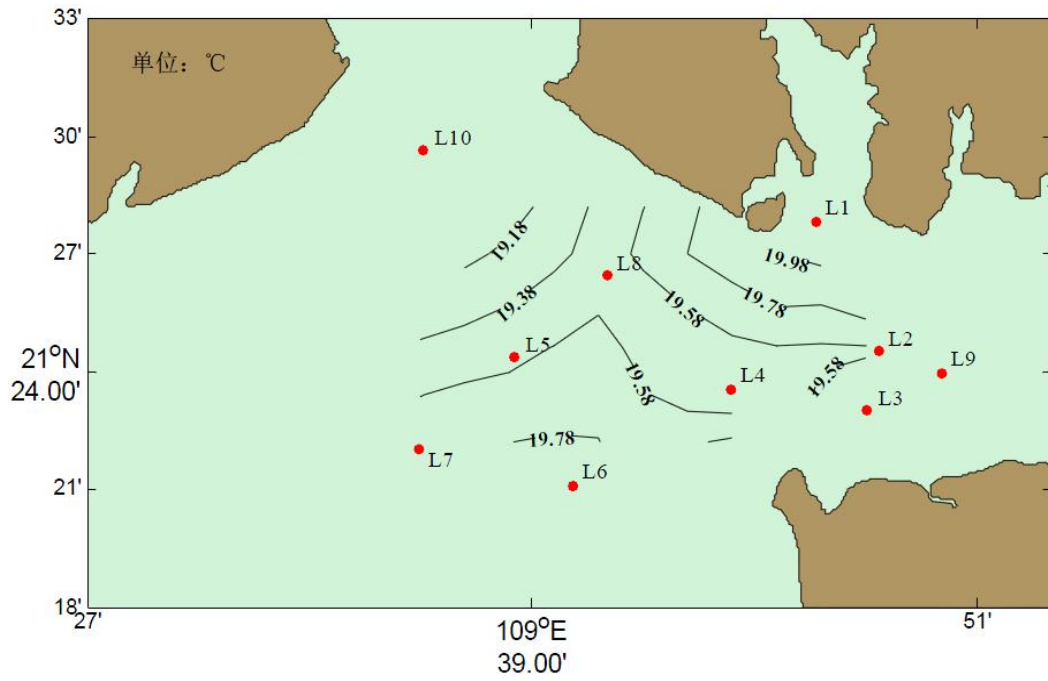


图 2.5-17 冬季中潮期水温平面分布图

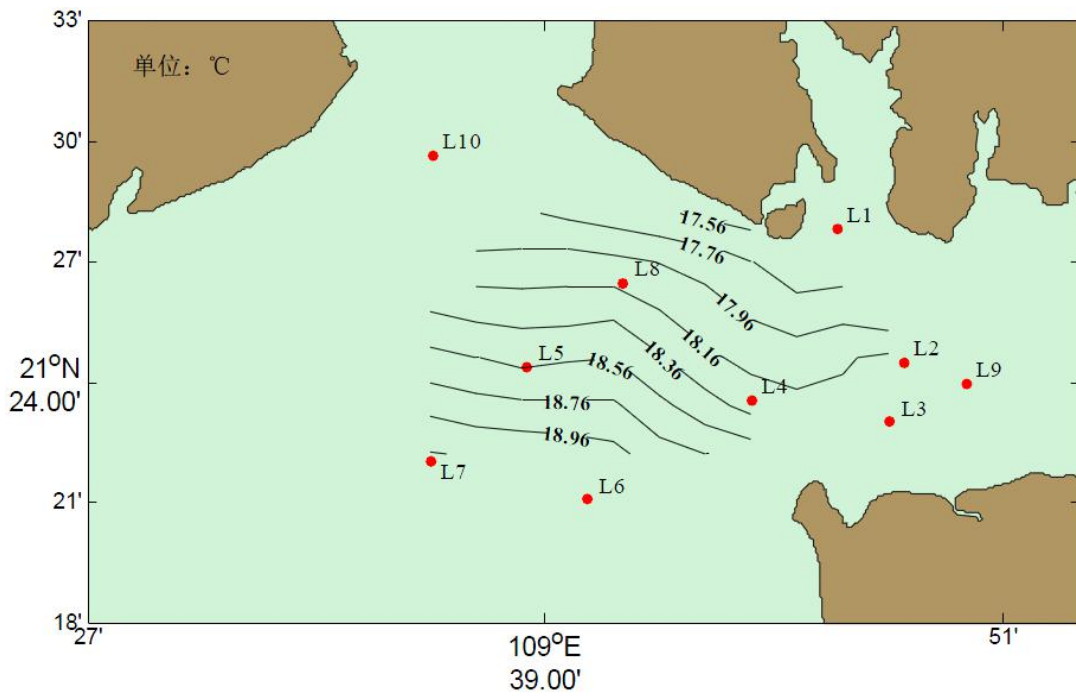


图 2.5-18 冬季小潮期水温平面分布图

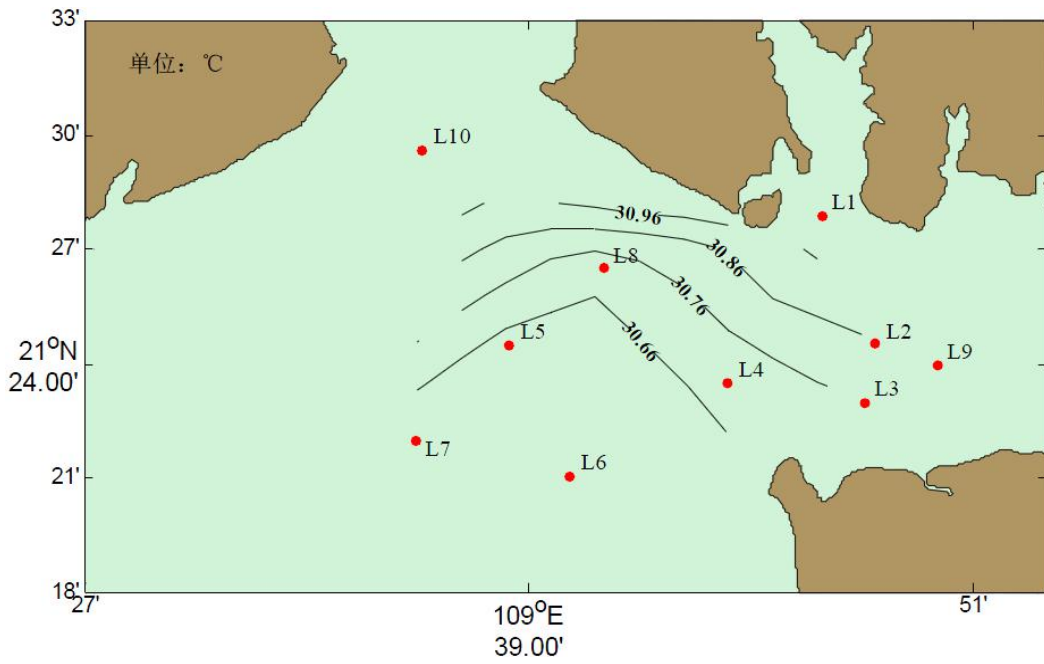


图 2.5-19 夏季大潮期水温平面分布图

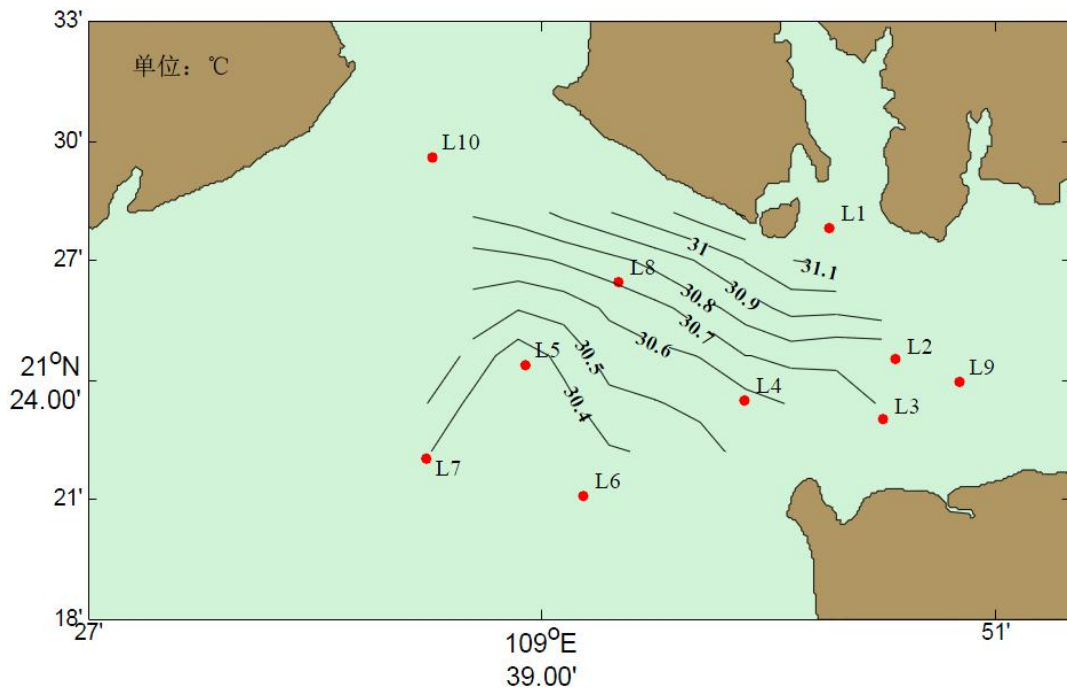


图 2.5-20 夏季中潮期水温平面分布图

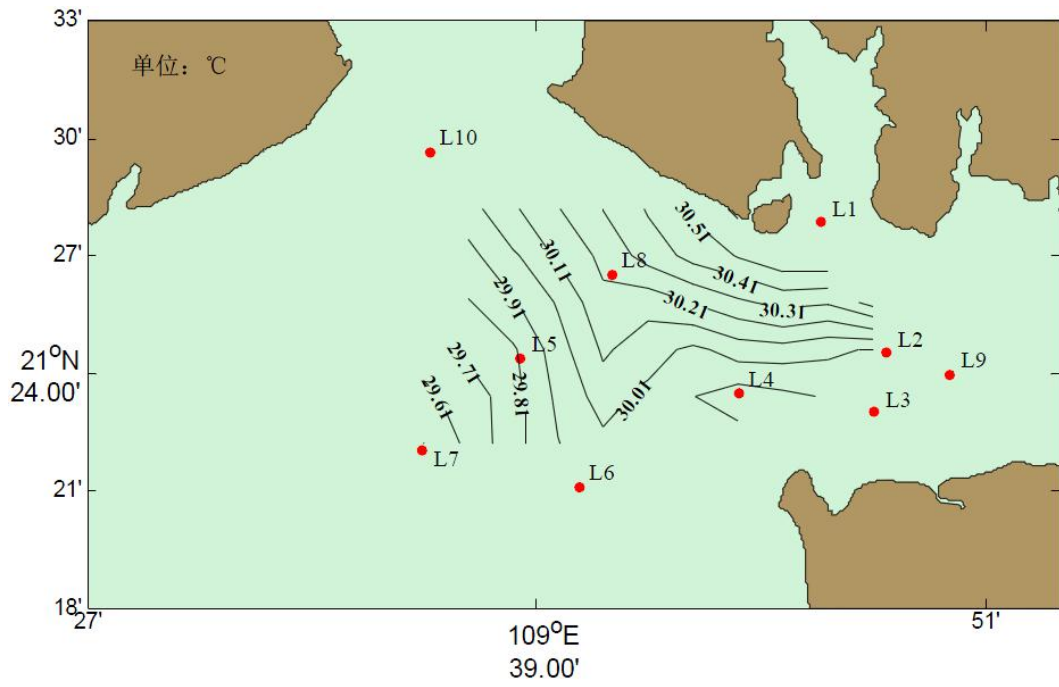


图 2.5-21 夏季小潮期水温平面分布图

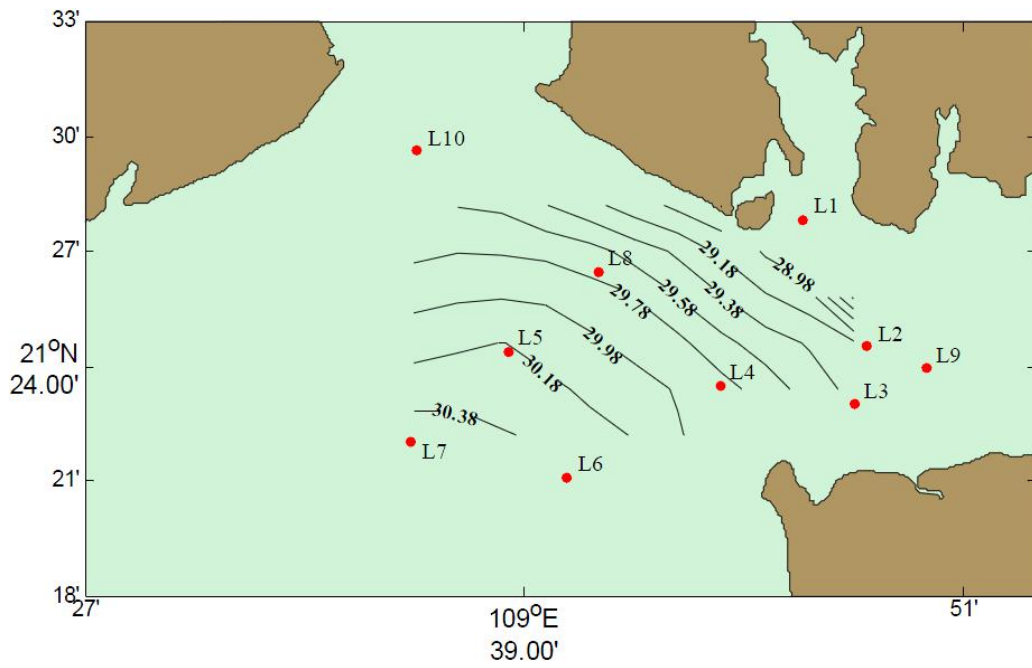


图 2.5-22 冬季大潮期盐度平面分布图

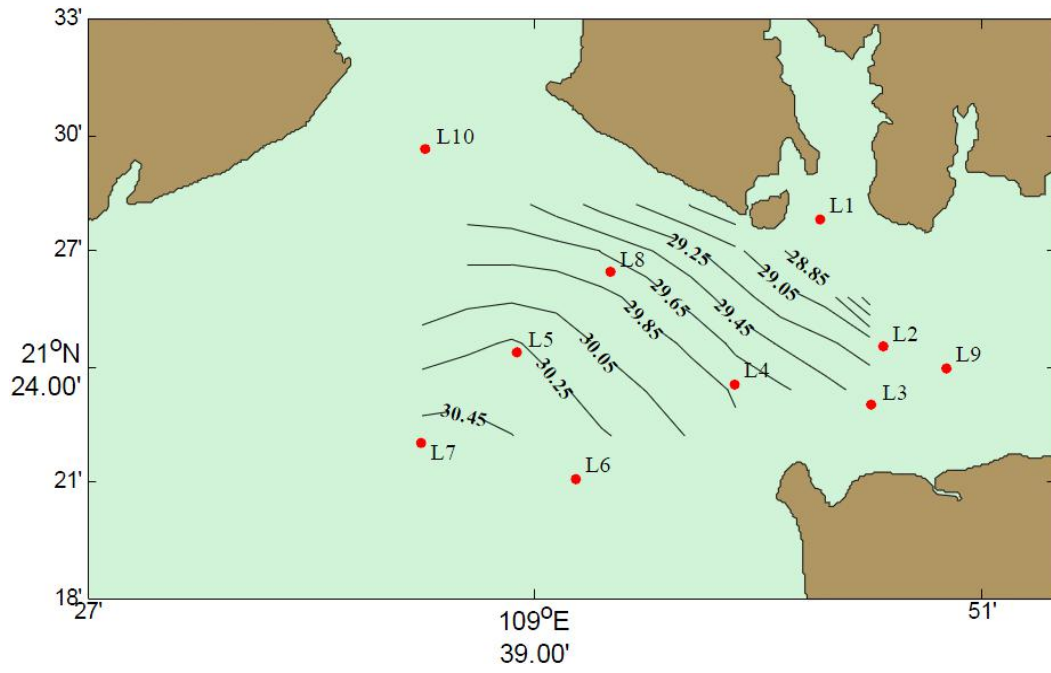


图 2.5-23 冬季中潮期盐度平面分布图

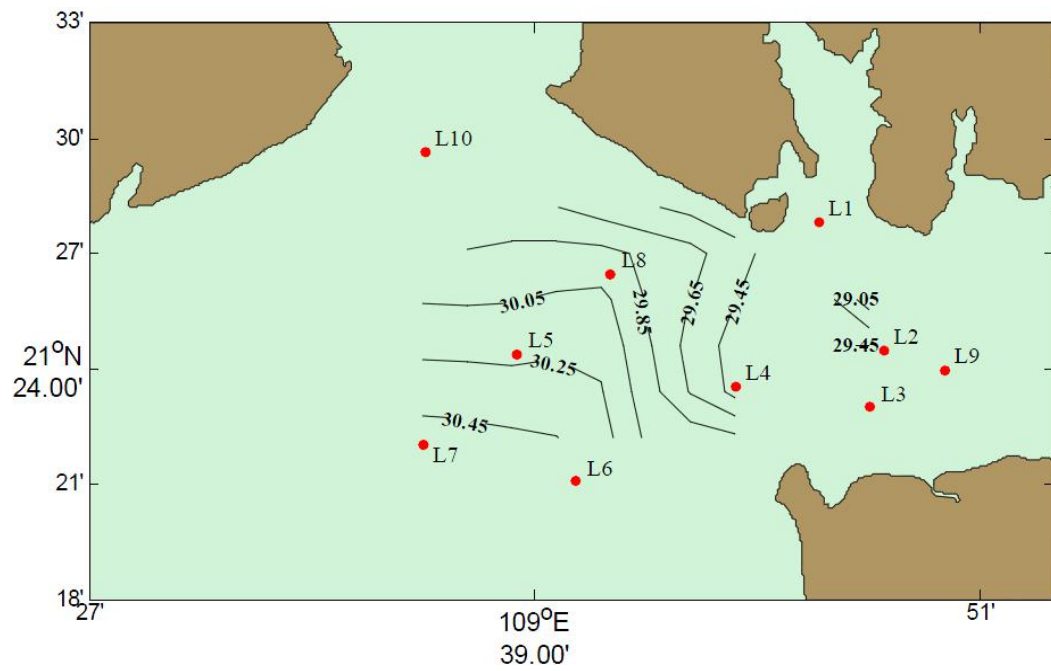


图 2.5-24 冬季小潮期盐度平面分布图

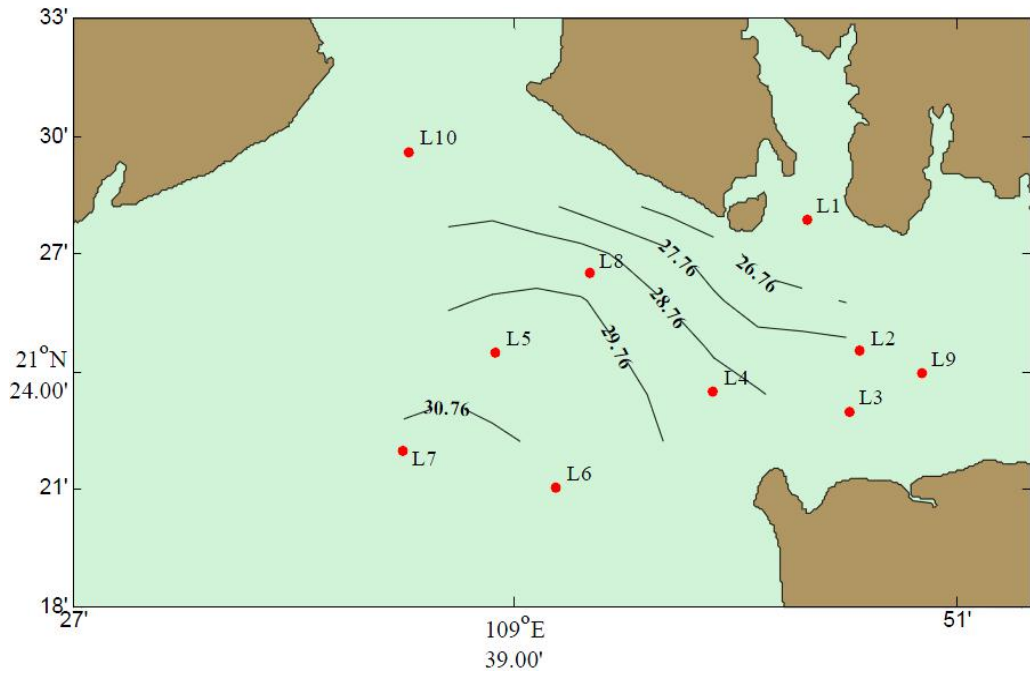


图 2.5-25 夏季大潮期盐度平面分布图

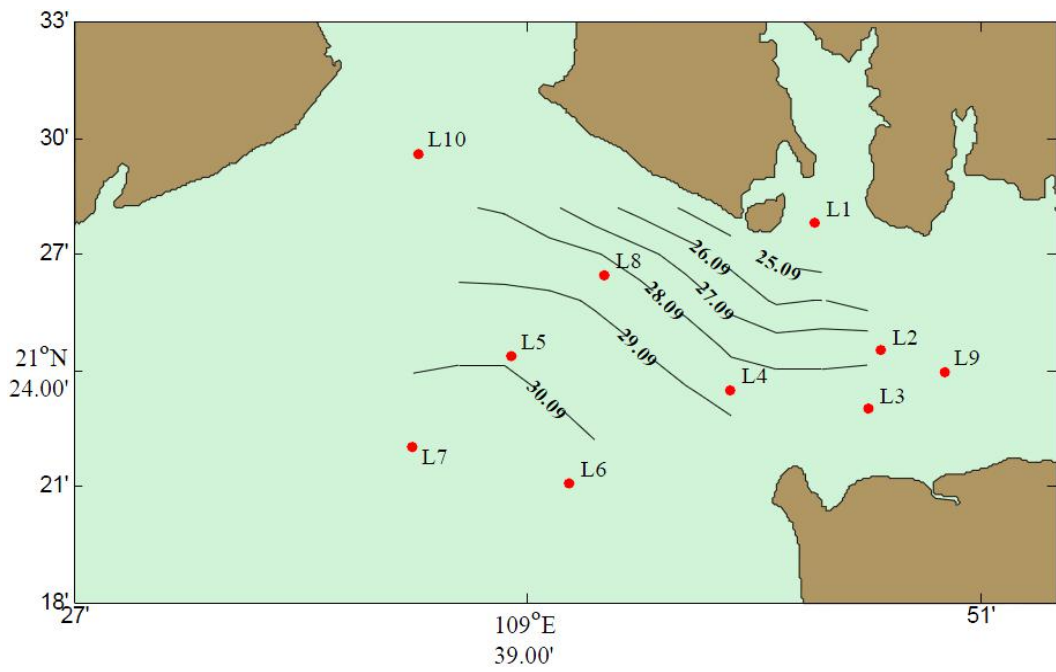


图 2.5-26 夏季中潮期盐度平面分布图

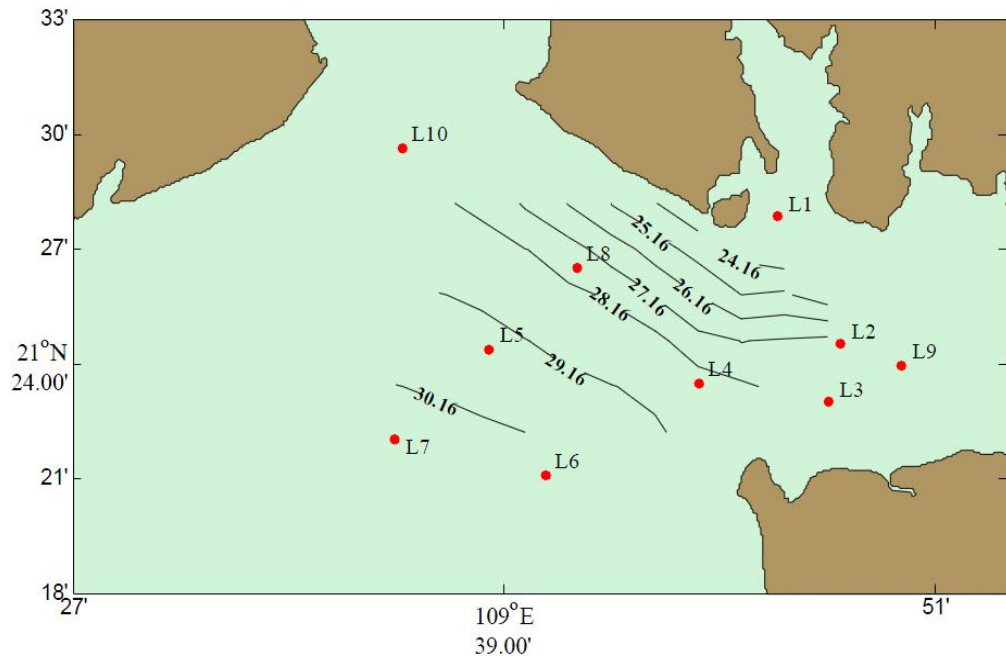
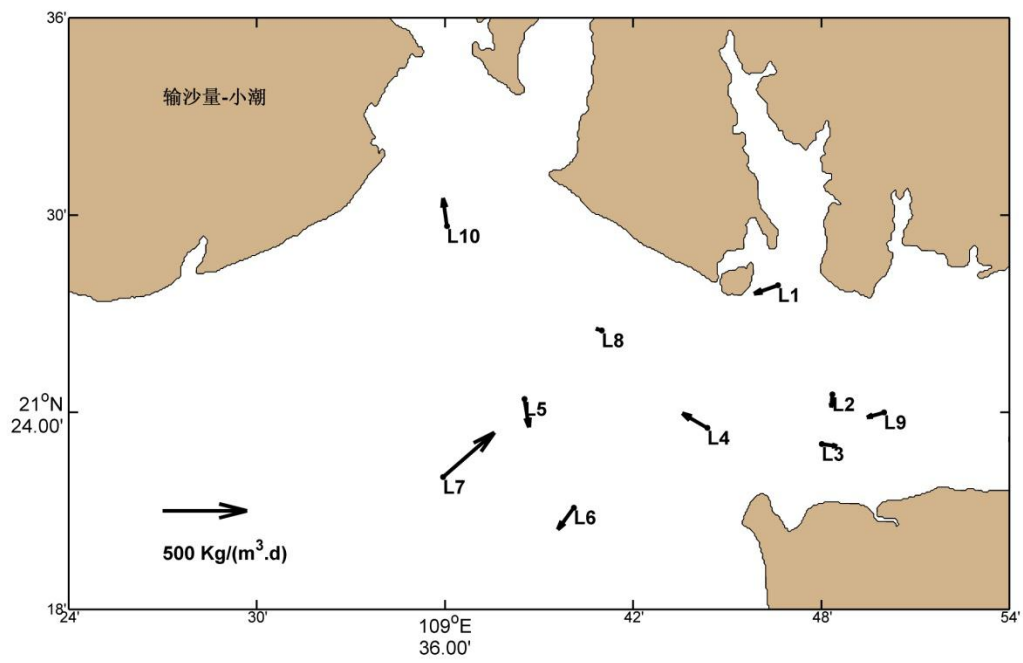


图 2.5-27 夏季小潮期盐度平面分布图



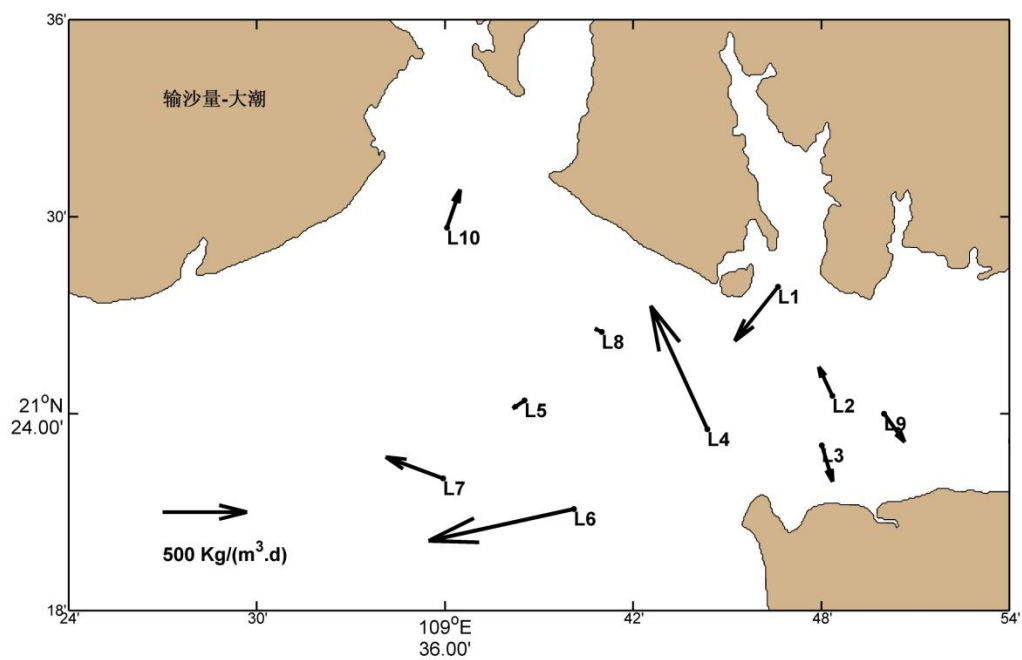
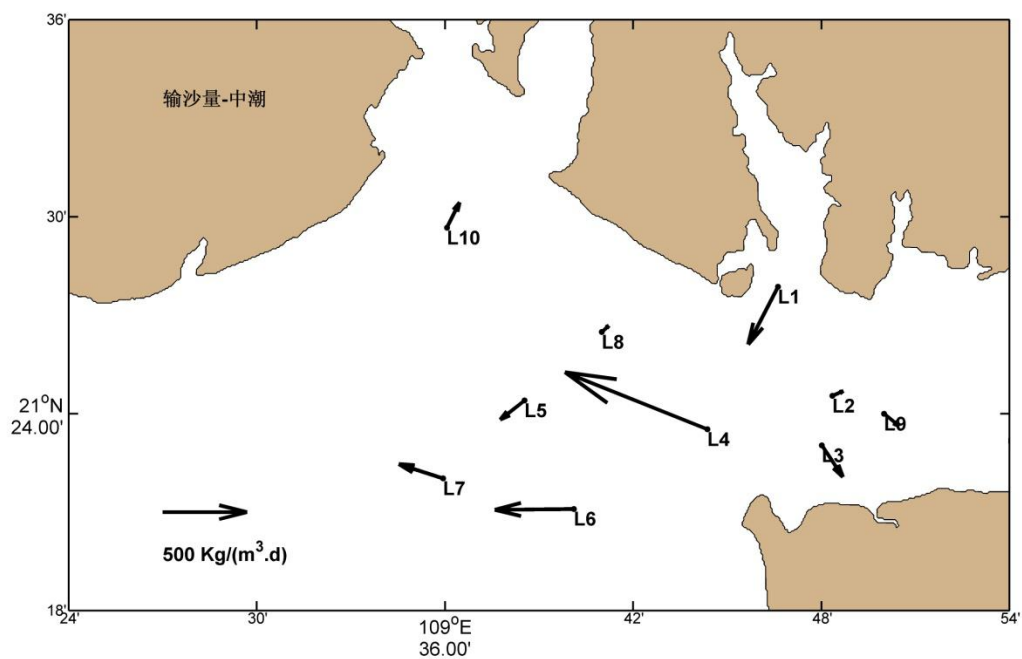
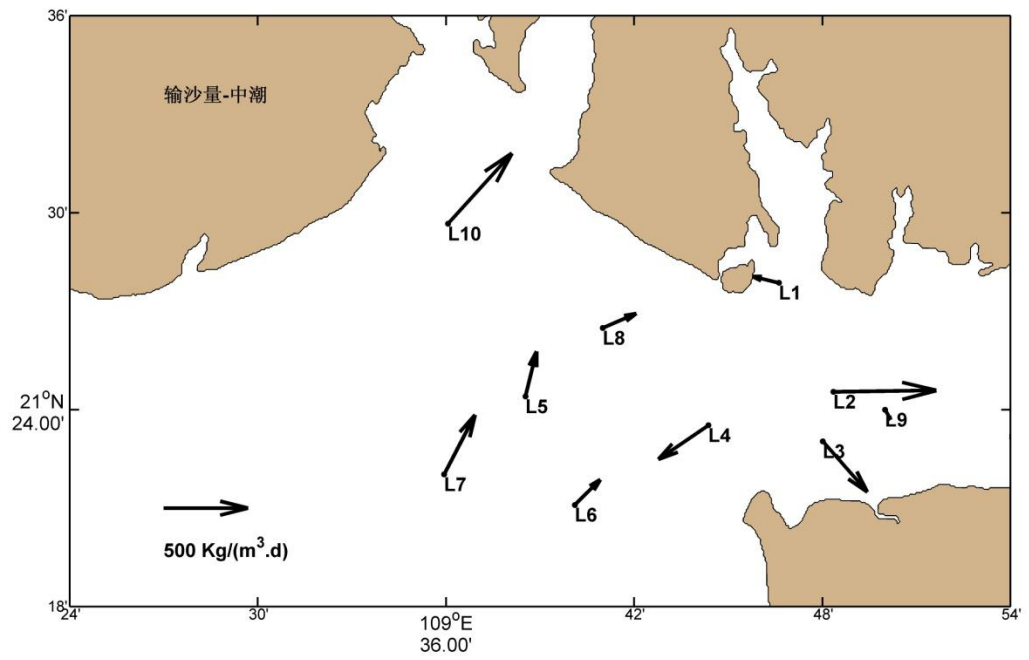
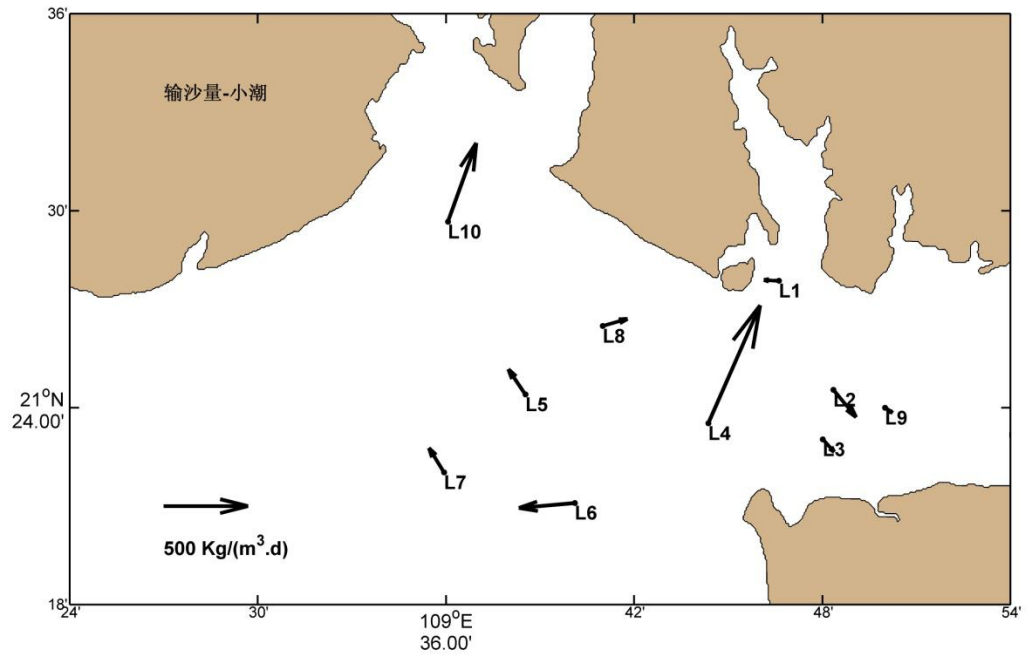


图 2.5-28 冬季周日单宽悬沙输运通量示意图



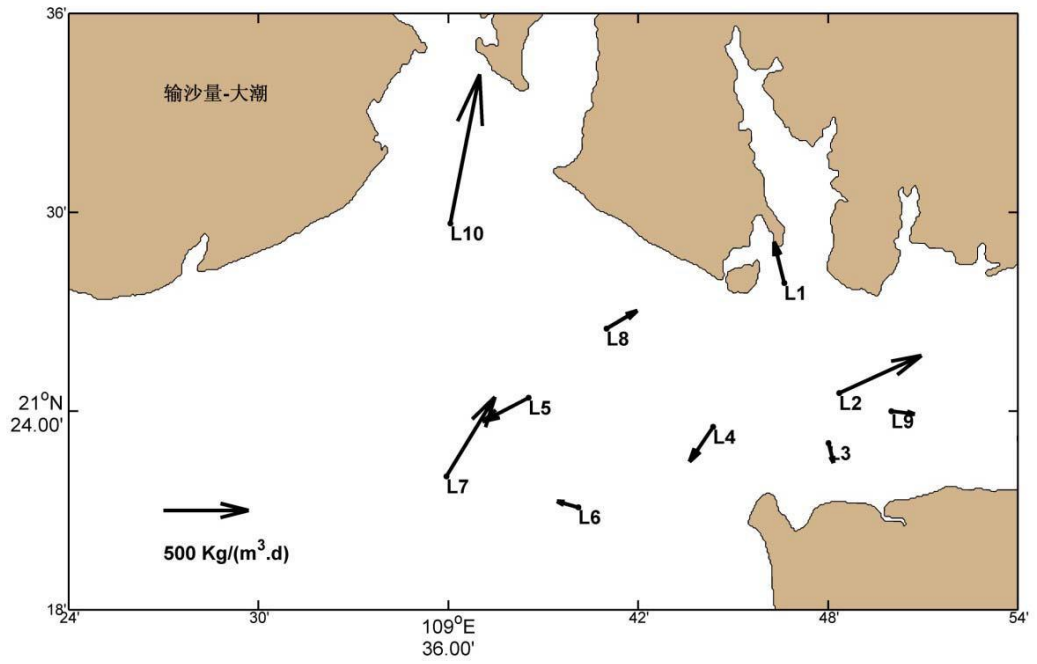


图 2.5-29 夏季周日单宽悬沙输运通量示意图

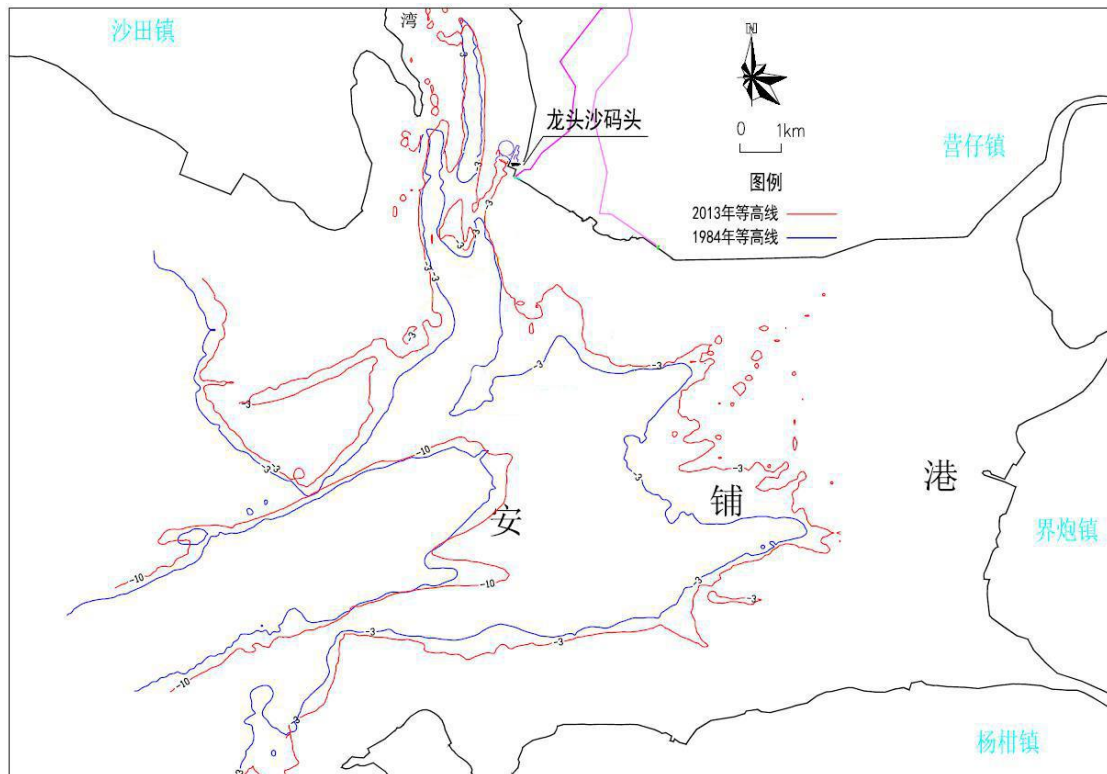


图 2.5-30 工程海域 1984-2013 年-3m、-10m 等高线变化

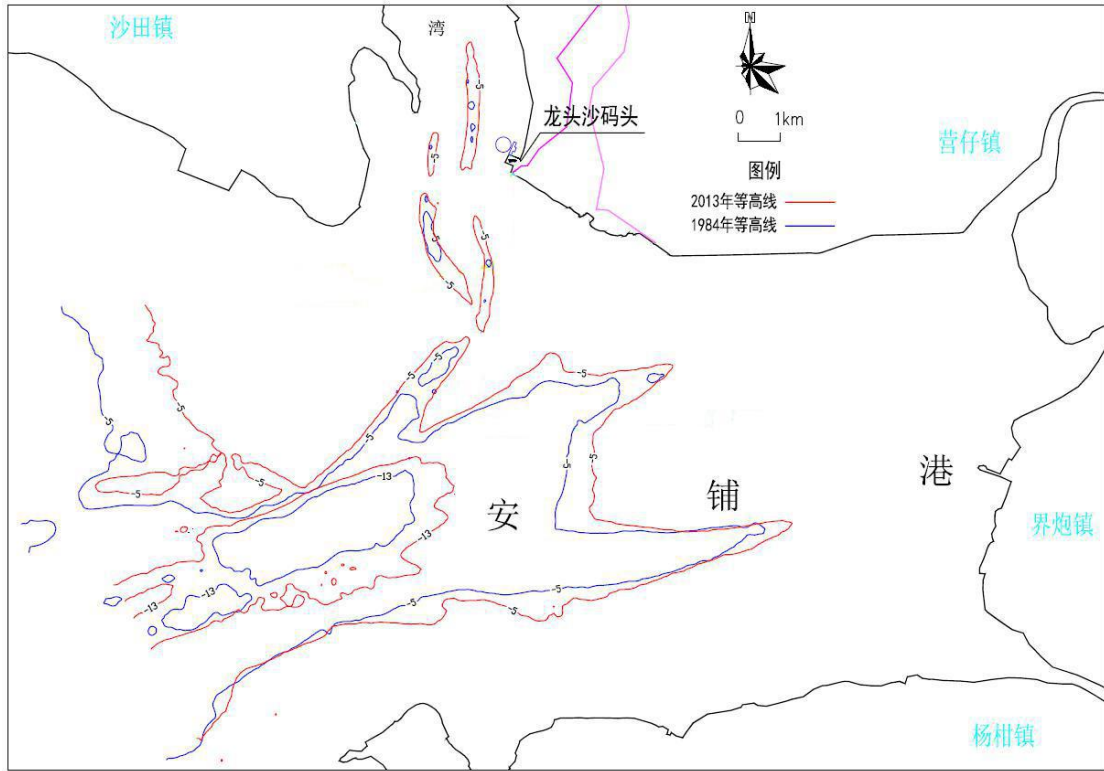


图 2.5-31 工程海域 1984-2013 年-5m、-13m 等高线变化

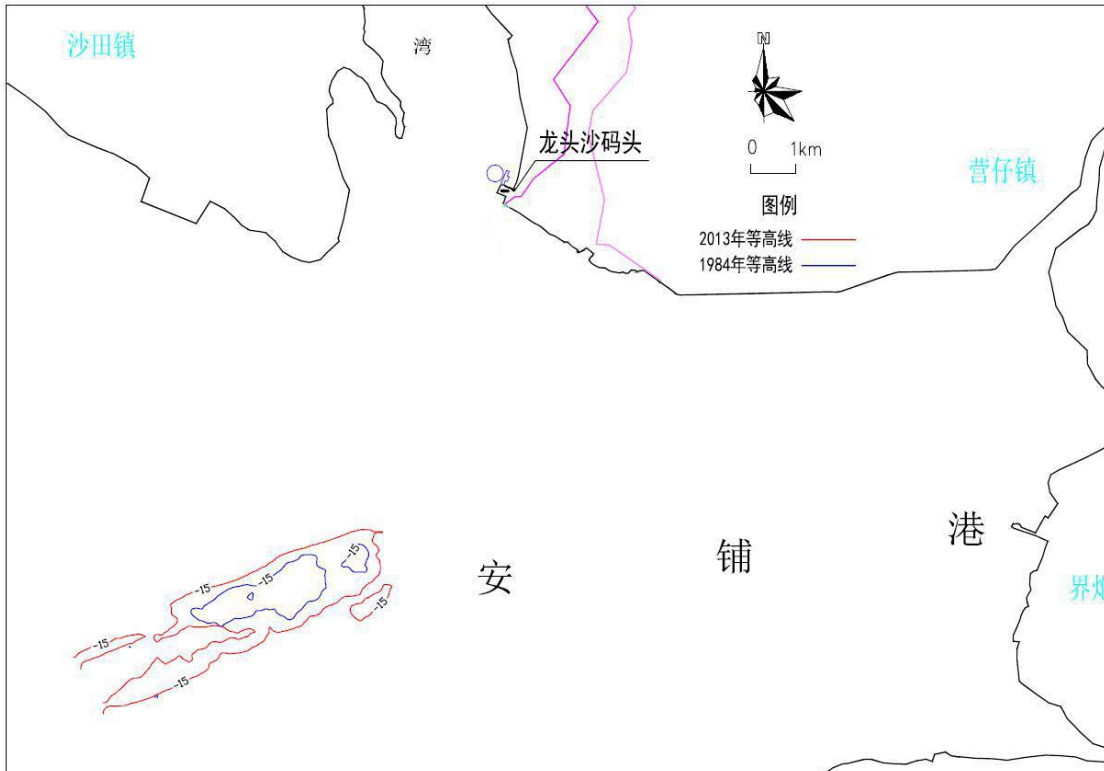


图 2.5-32 工程海域 1984-2013 年-15m 等高线变化

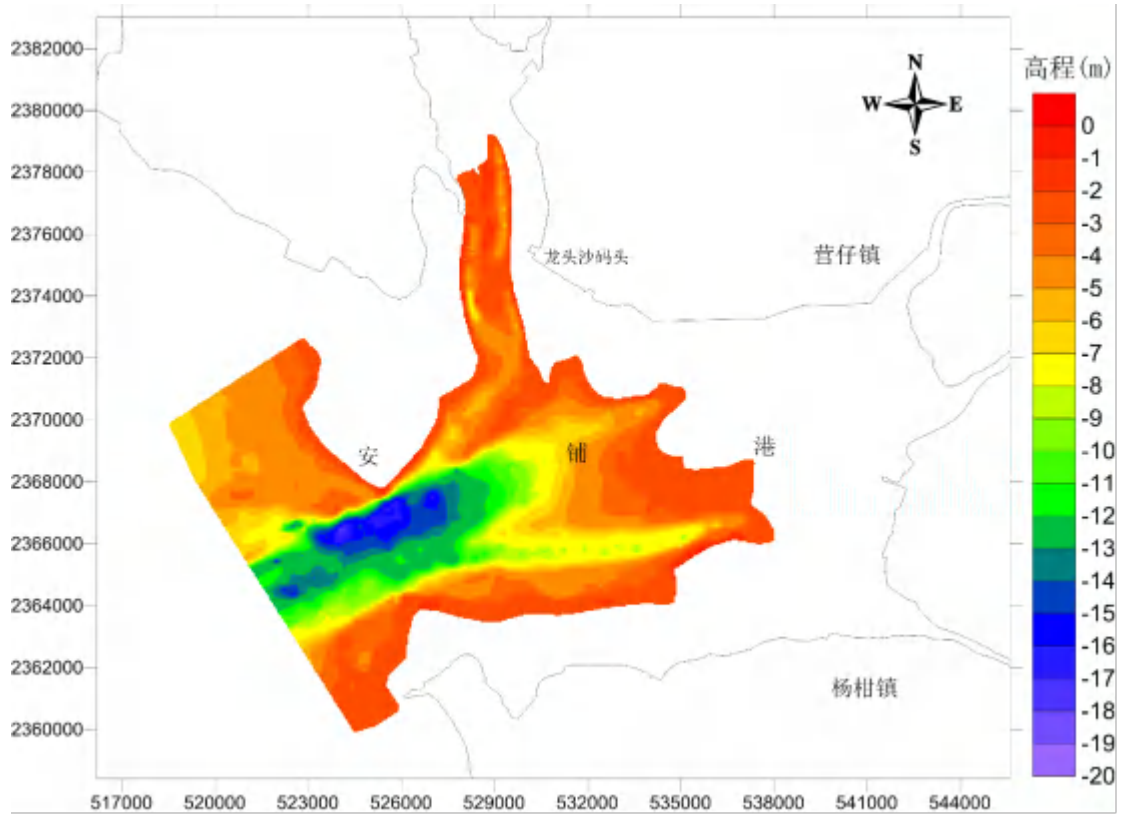


图 2.5-33 工程海域 1984 年地形分布

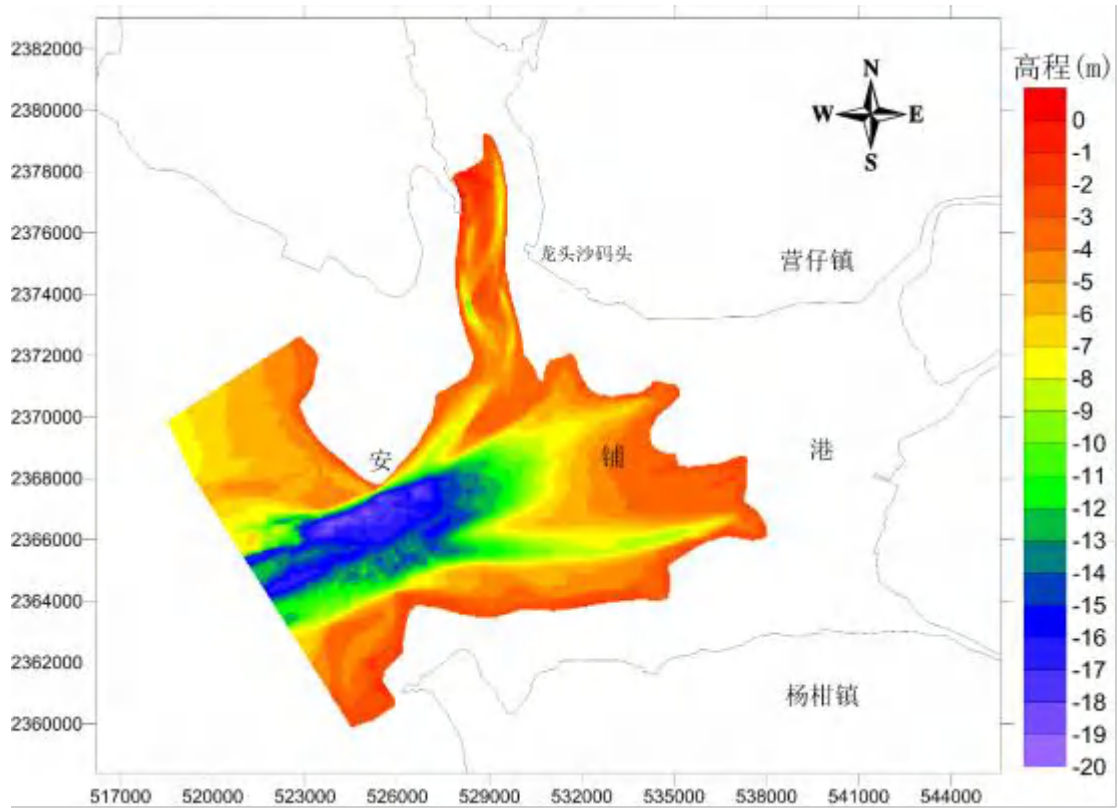


图 2.5-34 工程海域 2013 年地形分布

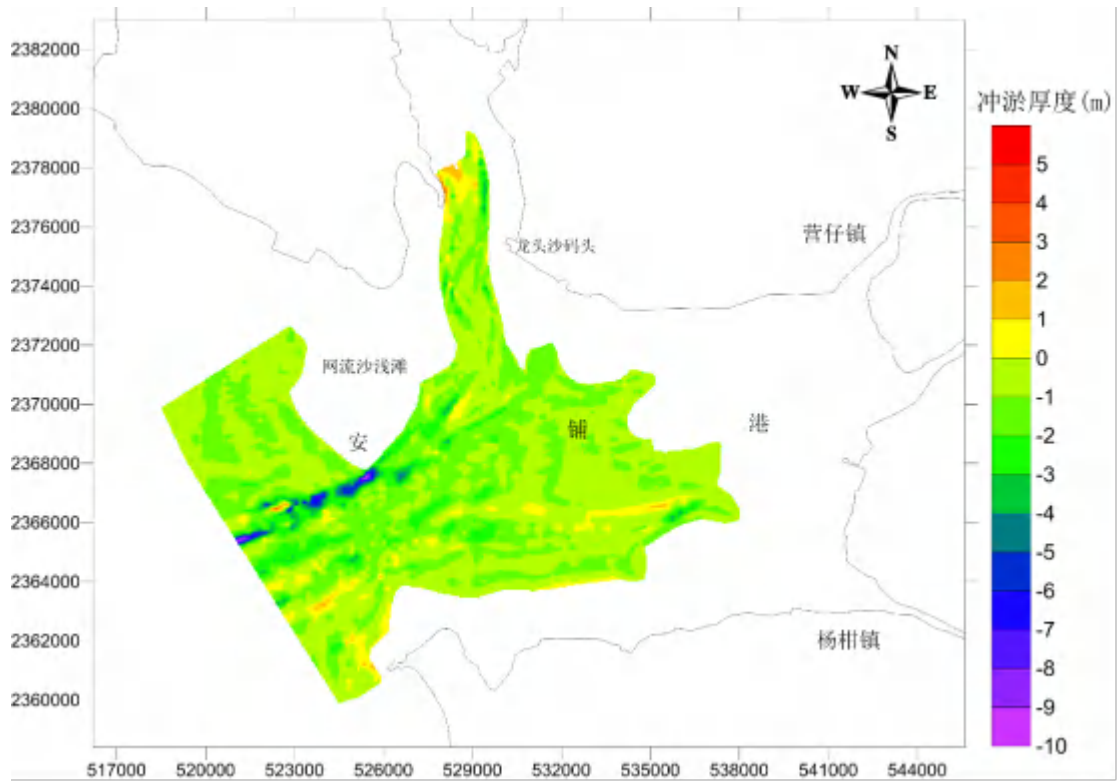


图 2.5-35 工程海域 1984-2013 年地形冲淤变化分布 (正为淤积, 负为冲刷)

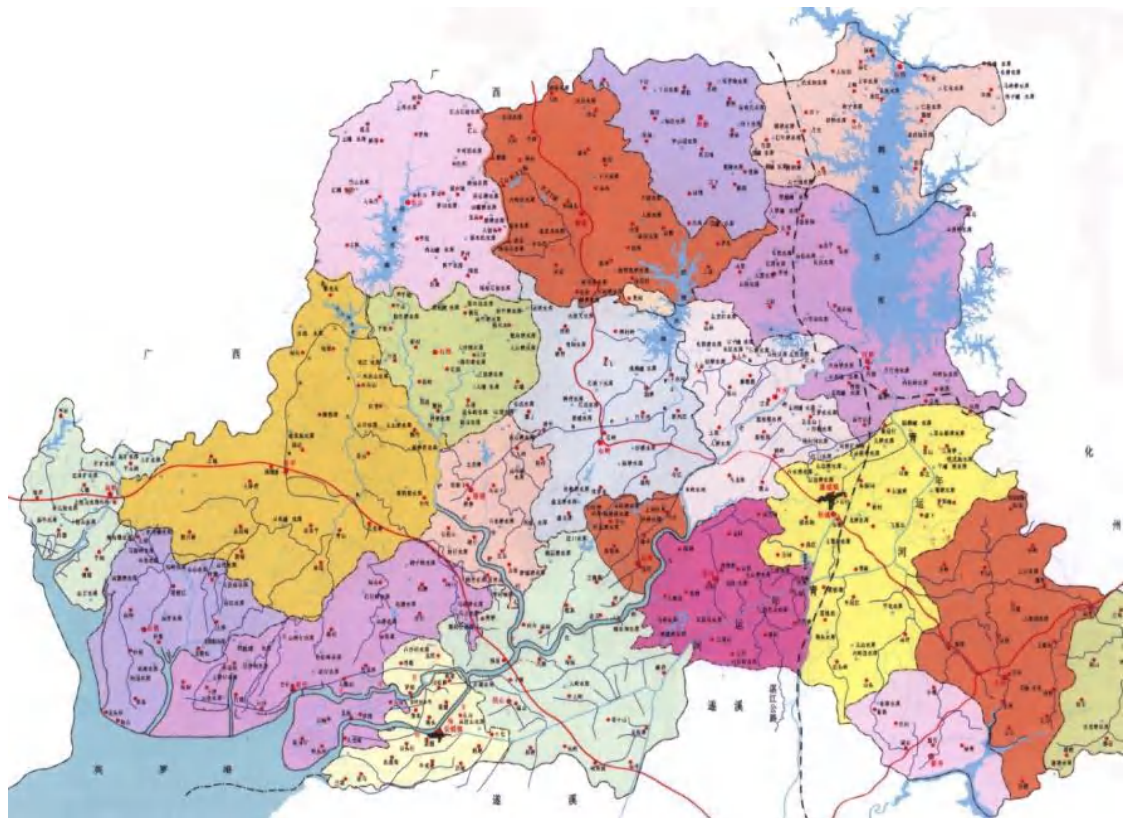
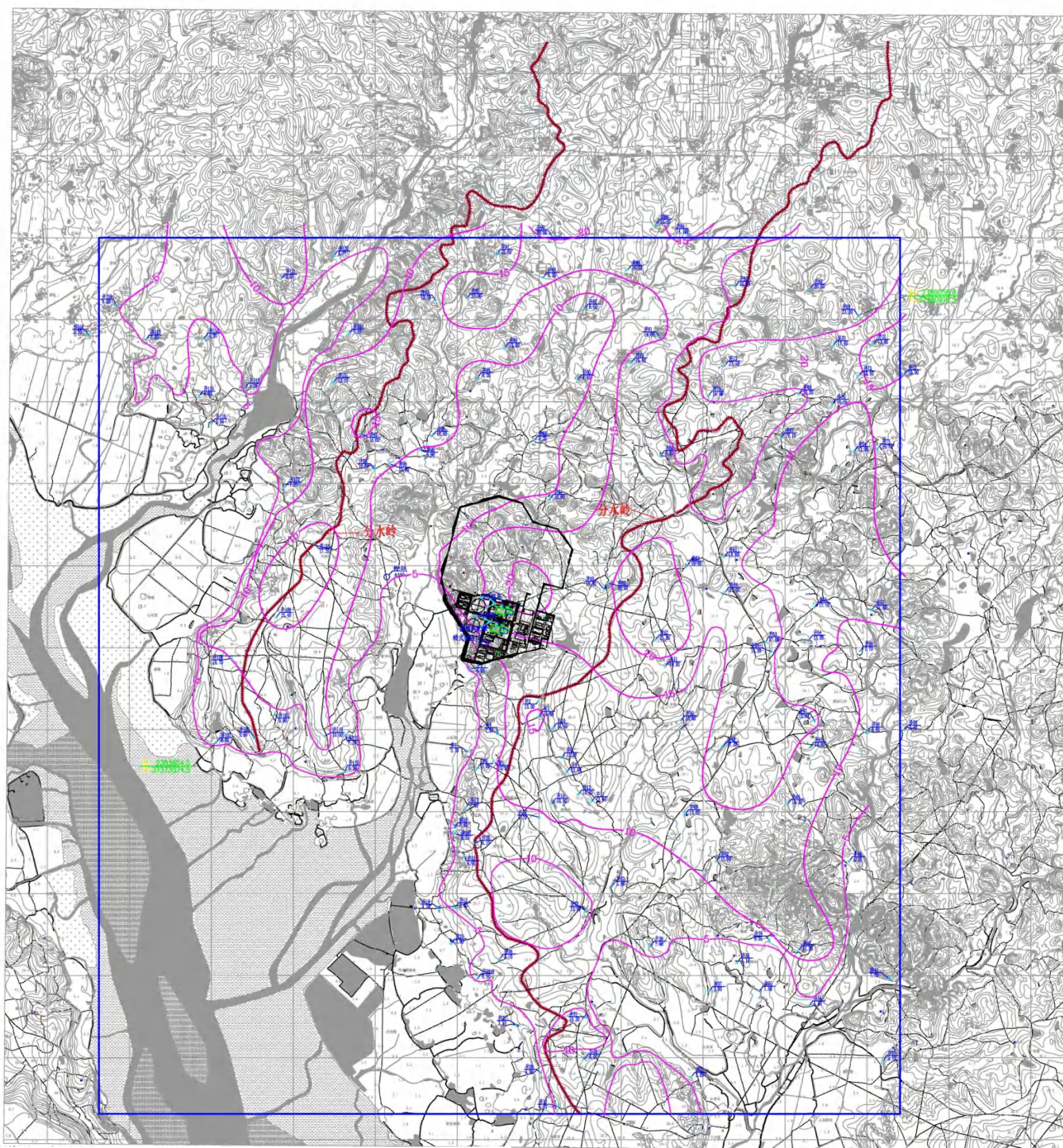


图 2.5-36 厂址附近区域河流水系图



图 2.5-37 山佳水库和南蒙塘水库位置示意图



比例尺: 1:25000
400m 0 400 800m

图例







- | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|-----------------|--|-----------------|
|  厂址范围 |  水文地质调查范围 |  地下水/地表水分水岭 |  地下水等水位线及水位标高(m) |  民井位置 | 民井编号
水位标高(m) |  钻孔位置 | 钻孔编号
水位标高(m) |
|--|--|--|---|--|-----------------|--|-----------------|

图 2.5-39 厂址附近范围地下水等水位线图

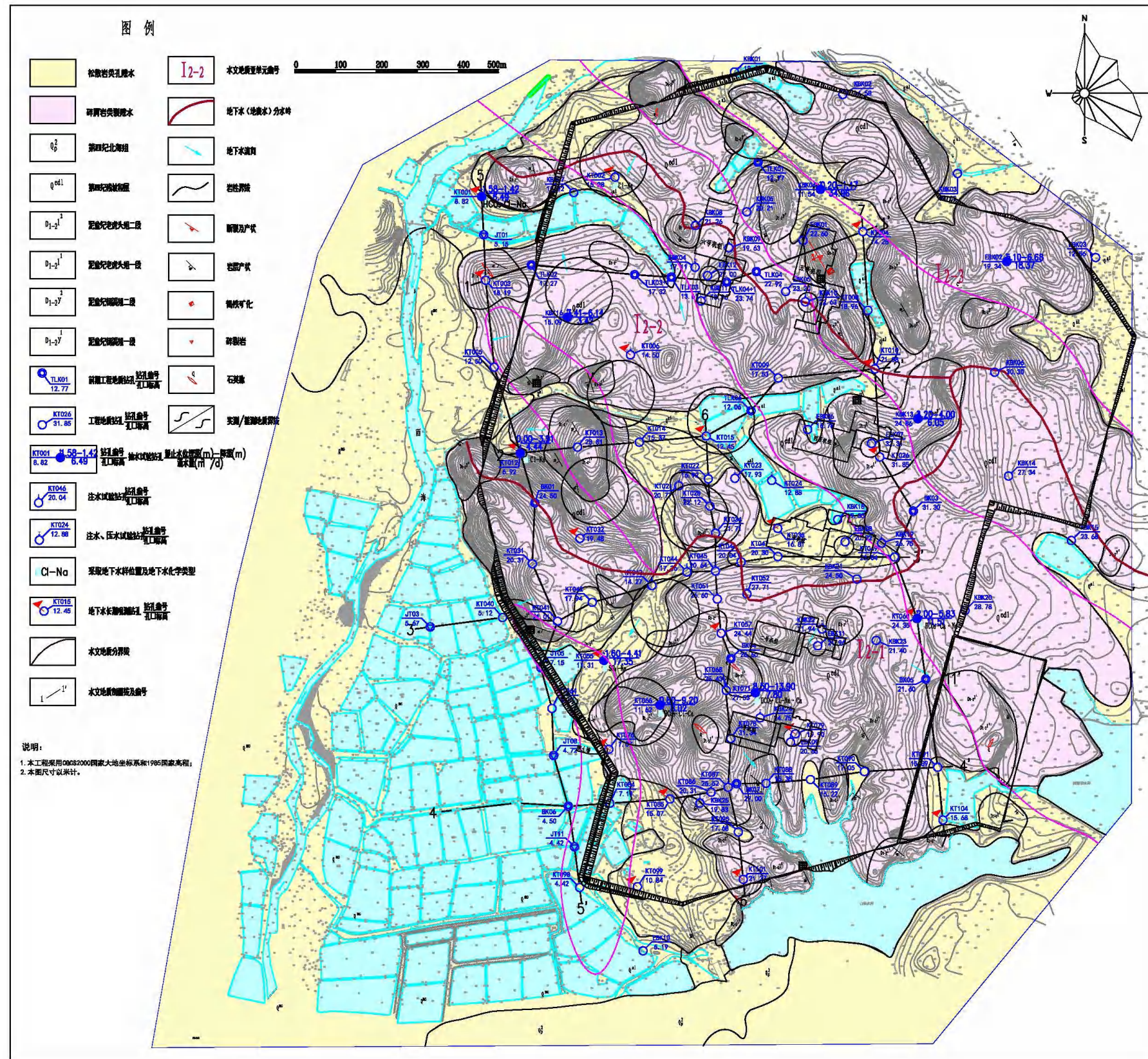


图 2.5-40 厂区综合水文地质图

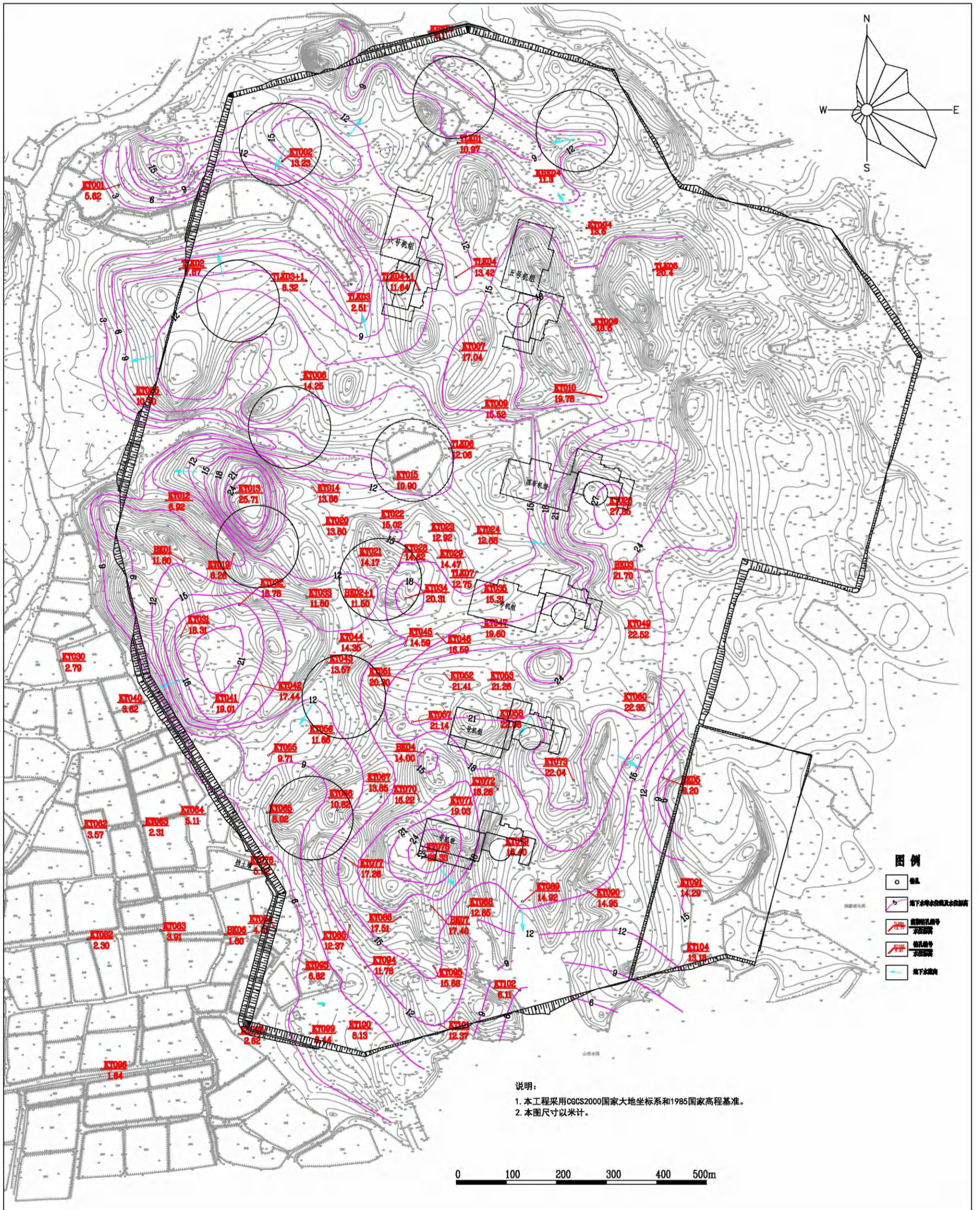


图 2.5-41 厂区地下水等水位线图

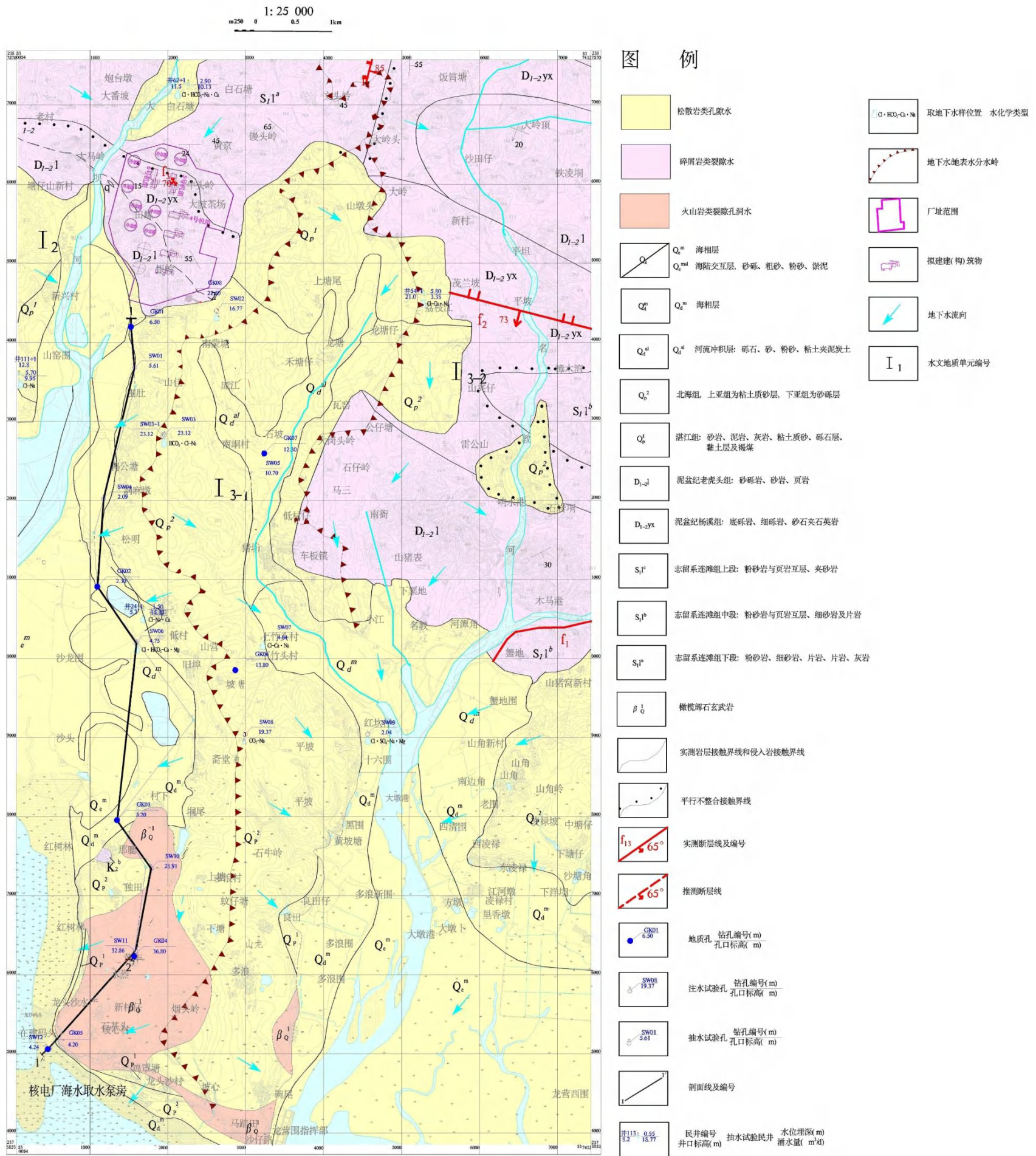


图 2.5-42 排水管线附近综合水文地质图

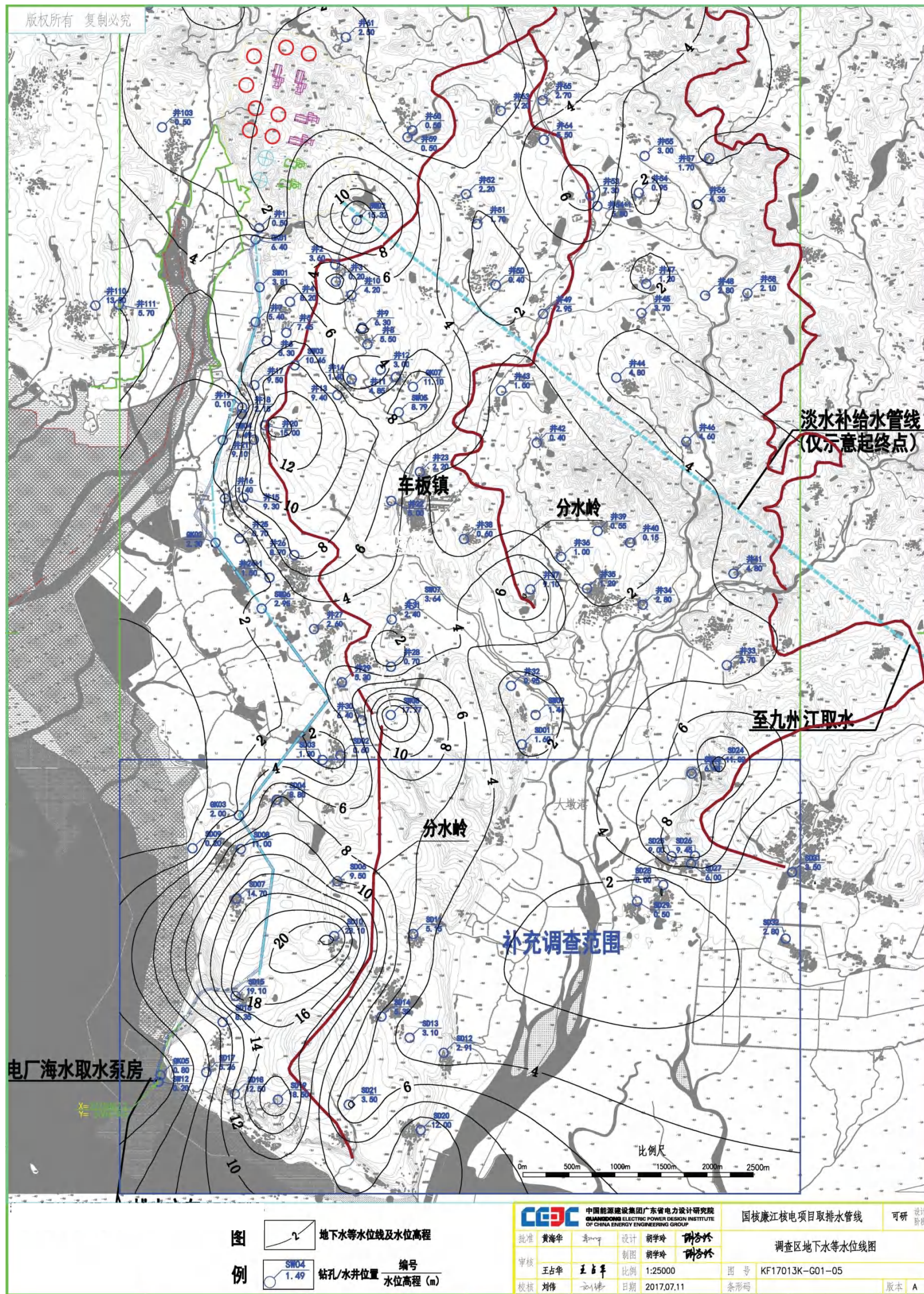


图 2.5-43 排水管线附近地下水等水位线图

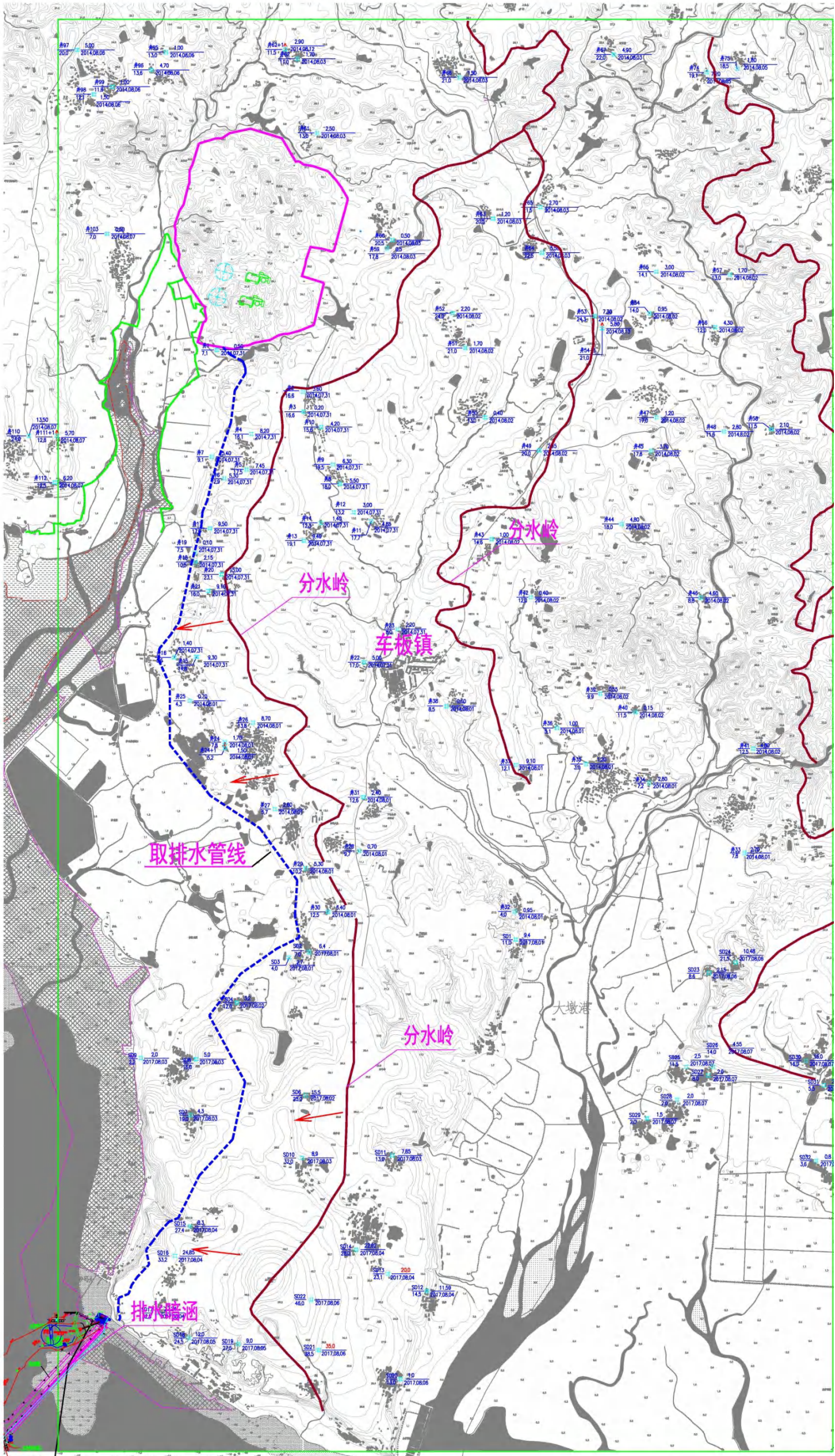


图 2.5-44 排水管线附近实际情况图

2.6 地形地貌

厂址地貌总体以侵蚀丘陵地貌为主,包括低丘、冲沟等类型,地形起伏不大,地形坡度一般为 $5\sim 15^{\circ}$,局部达到 25° 。低丘海拔高程 $20.00\sim 38.10\text{m}$ (1985国家高程基准,下同),相对高度 $10.00\sim 18.00\text{m}$ 。区内冲沟切割深度 $5.0\sim 15.0\text{m}$ 不等,冲沟下游沟底平缓,见第四系冲洪积物和坡残积物发育,冲沟上游沟底较陡,接近丘坡坡度。残丘坡地主要种植有桉树林,丘间洼地主要种植经济作物和桉树林。厂址区西南侧有大坝河在塘仔山村东侧入海口处形成的向海缓倾的较平坦的冲积平原(海拔 $3.10\sim 6.60\text{m}$)。堆积物主要为灰白色微带褐黄色中细砂、粉细砂、砂砾及砂砾质粘土组成,含少量的贝壳。核电厂厂坪开挖工作已于2022年4月20日开始,基坑负挖尚未开始。

厂址原始地形地貌情况如图 2.6-1 和图 2.6-2 所示。

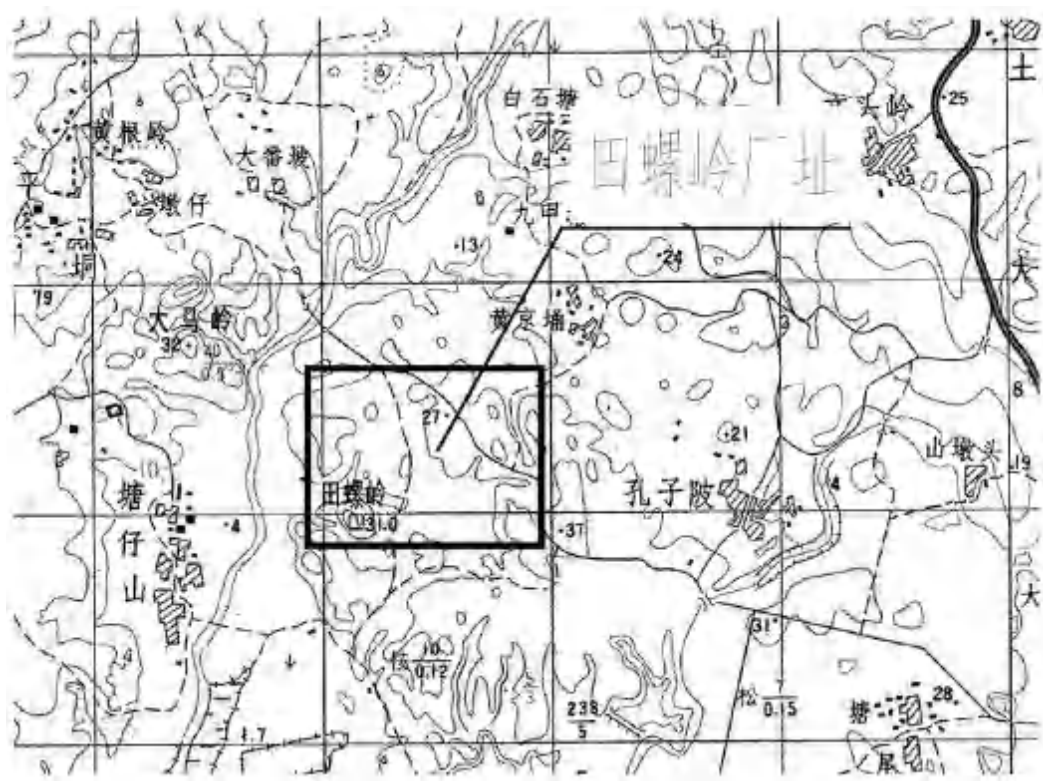


图 2.6-1 厂址所在地形地貌图



图 2.6-2 厂址所在原始地貌图

第三章 环境质量现状

3.1 辐射环境质量现状

3.1.1 辐射环境本底（现状）调查

环境辐射本底调查的承担单位——中国原子能科学研究院辐射安全研究所于2019年10月至2020年2月对广东廉江厂址开展了环境辐射本底调查。

3.1.1.1 监测项目及范围

根据《核动力厂运行前本底调查技术规范》（HJ969-2018），广东廉江厂址环境辐射本底调查陆地环境 γ 辐射的调查范围取以核电厂反应堆为中心半径20km；环境介质（气溶胶、土壤、水体等）的调查范围取以核设施为中心半径5~10km，重点为半径5km。监测对象为陆地环境 γ 辐射（包括 γ 辐射剂量率、累积剂量和 γ 辐射剂量率连续监测）以及环境介质放射性核素活度浓度（所监测的环境介质包括：气溶胶、土壤、饮用水、地下水、地表水、地表水沉积物、海水和海水沉积物）。

具体监测项目如下：

1) 陆地环境 γ 辐射水平

监测项目包括环境 γ 辐射剂量率、环境 γ 累积剂量和剂量率连续监测。调查范围如下：

（1）环境 γ 辐射剂量率和环境 γ 累积剂量：调查范围为20km，测量点的设置按照均匀布点，近密远疏，方位交错的原则，以反应堆为中心半径2km、5km、10km、20km与16个方位角形成的扇形区域内布点（2km范围内的布点兼顾考虑厂界和区域内），在关键居民组、主导风下风向、烟羽最大浓度落点处、环境敏感区等增加针对性监测点位。陆地环境 γ 辐射剂量率和累积剂量分别设置100个监测点位，其中道路12个监测点，陆地环境 γ 辐射水平对照点设在鹤地水库。仪器对宇宙射线的响应测量点选择在鹤地水库，测量点为水域中心点，距陆地距离大于1km，水深大于3m，满足仪器对宇宙射线的响应测量要求。陆地 γ 辐射剂量率监测2次， γ 累积剂量监测1次。具体布点见图3.1-1~图3.1-4，监测点位信息和统计见表3.1-1和表3.1-2。

（2）环境 γ 辐射剂量率连续监测：该点位设于气象站，进行为期2个月的连续监测，与两次环境 γ 辐射剂量率的间隔时间以及环境 γ 累积剂量测量时间同步。气象站海拔约为23m，地形平坦，环境开阔，无地方性雾、烟等大气污染，

气象站 E 侧是湖，空旷无遮挡，W 侧 200m 处有个小山坡，N 侧 100m 为些许桉树，S 面 200m 以外是桉树林。 γ 辐射剂量率连续监测 1 次（不少于 2 个月），监测点位见图 3.1-1。

2) 土壤

监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U ）、 ^{90}Sr 。

调查范围如下：在以核电厂反应堆为中心半径 10km 与 8 个方位角形成的扇形区域内布点，主要考虑最大风频下风向、人口稠密区和关键居民组，并尽可能与累积剂量测量点、剂量率测量点重合，监测点位共 24 个。对照点设在鹤地水库，见表 3.1-3 以及图 3.1-5~图 3.1-6，监测频次为 1 次。

3) 气溶胶

监测项目包括： ^{90}Sr 和 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^7Be ），监测频次为 1 次。

调查点位设在平垌村和气象站，采样点统计信息见表 3.1-4，采样点位置示意图见图 3.1-7。

4) 非受纳水体

监测项目综合考虑可能受到影响的陆地水体，主要包括饮用水、地下水、地表水和沉积物，具体监测项目和频次如下：

(1) 饮用水：监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs ）、总 α 、总 β 、 ^3H 和 ^{90}Sr ，监测频次为 1 次。

(2) 地下水：监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs ）、总 α 、总 β 、 ^3H 和 ^{90}Sr ，监测频次为 1 次。

(3) 地表水和沉积物：地表水的监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs ）、 ^3H 和 ^{90}Sr ；沉积物的监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{238}U ）和 ^{90}Sr 。地表水和沉积物的监测频次均为 1 次。

调查范围为厂址 10km 范围内（地表水 30km 范围内），监测点位信息统计见表 3.1-5~表 3.1-7，布点示意图见图 3.1-8，具体点位布设如下：

(1) 饮用水：设置 2 个采样点，分别为平垌村委塘仔山村和旧埠村。

(2) 地下水：地下水设置 3 个采样点，分别为平垌村、旧埠村和德耀村。

(3) 地表水和沉积物：地表水和沉积物设置点位相同，共 4 个采样点，分别为沙帽江（高桥镇）、九洲江（营仔镇）、长青水库和石角潭水库，对照点为鹤地水库。

5) 受纳水体

受纳水体主要包括海水和沉积物（底泥和潮间带），具体监测项目和频次如下：

(1) 海水：监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru ）、总 α 、总 β 、 ^3H 和 ^{90}Sr ，监测频次为 1 次。

(2) 沉积物：监测项目包括 γ 能谱（主要分析 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U ）和 ^{90}Sr ，监测频次为 1 次。

受纳水体的具体布点示意图见图 3.1-9，监测点位信息统计见表 3.1-8。具体点位布设如下：

(1) 海水：设置 2 个采样点，分别为取水口和排水口（循环水补给水源取自北部湾，排至北部湾）。

(2) 沉积物：共设置 4 个采样点，底泥取样点与海水取样点相同，设置在取水口和排水口；岸边沉积物（潮间带）选取渔民等人群的主要岸边活动场所，为中堂村和龙头沙码头。

3.1.1.2 样品的采集和预处理

1) γ 辐射瞬时剂量率和累积剂量

(1) γ 辐射瞬时剂量率： γ 辐射瞬时剂量率点位距附近高大建筑物的距离大于 30m，测量时仪器的有效中心离地面 1m 高。宇宙射线测点处水深大于 3m，距岸边距离大于 1km。

(2) 累积剂量：累积剂量采用标准为《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》（GB/T10246-2014），现场布设热释光剂量计（TLD：解放军防化研究院生产的型号：GR-200A，材料为 $\text{LiF}(\text{Mg}, \text{Cu}, \text{P})$ ）的方式监测，选择的剂量片分散性 $\leq 3\%$ ，每一监测点布设两个，作为平行样。本次调查中热释光环境 γ 累积剂量测量的主要步骤为选片、包装、布设、测度和计算，TLD 的布放高度一般约为 1m，但为了提高回收率，部分布样点增加了布放高度，并做好隐蔽。为了便于回取，在布放时还采取拍照、GPS 定位等方式做好标识。在放置期间由于有 4 个样品丢失，回收率 96%。现场放置时间见表 3.1-9。

2) 土壤及底泥

(1) 土壤：使用土壤采集器，在 $10\times 10\text{m}^2$ 范围内，采用梅花五点法采集。条件不具备时用蛇型布样采集。每点采 $10\times 10\text{cm}^2$ 的表层土样（1~5cm），在现场充分混合，去除石头、草根等杂物后取 3kg 装入双层聚乙烯塑料袋内保存。采集的土壤样品主要为不被耕种的表层土壤、草地和树林等受人类活动影响较小的区域的土壤和不发生水土流失的田间土壤等，每个样品的采样量一般为 3kg。

(2) 底泥：底泥样品采集水体底部泥土，将采集到的底泥剔除明显的石子、草根等杂物后装入聚乙烯塑料袋内，写明样品名称、编号和采样时间等信息，并进行如下处理：（a）剔除草根等杂物，样品量取约 3kg；（b）将样品倒在托盘中晾干；（c）在干燥箱中经 105°C 烘干；（d）用粉碎机将样品进行粉碎，粉碎过的样品过筛（60-80 目），充分混合均匀后装入 $\Phi 70\text{mm}\times 70\text{mm}$ 的聚乙烯塑料盒中，称重；（e）用胶带密封样品，放置 3 周后进行 γ 谱测量；其余样品放置在干燥器内，供放化分析。

3) 气溶胶

气溶胶样品使用崂应 2031 型 TSP 大流量空气采样器，滤材选用对直径 $0.5\mu\text{m}$ 粒子捕集效率 99.95% 以上的 TD/G-99B 聚丙烯滤膜（可完全灰化）。采样器的采样口高出基础面 1.5m，以 $1\text{m}^3/\text{min}$ 的流量采样，每个采样点采集时间约为 7 天（168 小时），采集总量大于 10000m^3 。每隔 2 天更换一次滤膜。每次采样详细记录开关机时间及相关环境数据，详细记录样品详细信息。并在样品袋上注明样品编号，以便样品交接。采集后样品送回实验室进行分析。

4) 饮用水、地下水、地表水

地下水采集的均是井水，饮用水采集的均是自来水管中的水。对于放射性测量，地表水、地下水和饮用水每次每个样品采集 100L 左右，对于分析 ^3H 的样品采集 1L，采集好的样品用玻璃瓶保存。

现场采集水样使用聚乙烯桶保存，取样前先用待取水样冲洗采样桶 2~3 次，除监测 ^3H 外的水样品，取样时往盛水容器中按 10mL 酸/L 水样加入浓 HNO_3 使水样 pH 为 1.5 左右，避免器壁对放射性的吸附。

在实验室内对于分析 ^3H 的样品采用电解浓集的方法处理样品，用超低本底液闪谱仪测量。

5) 海水和海洋沉积物

租用当地渔民的渔船采集。海水直接用水桶采集表层水，沉积物用海底泥取样器勾取，潮间带土用土壤采集工具进行采样。采集到的海水清澈透明无杂质，沉积物混有少量的碎裂贝壳。海水现场预处理方法与饮用水等水体相同；沉积物剔除明显的杂质后，装入聚乙烯塑料袋运回，之后的处理方法与底泥相同。

3.1.1.3 样品的分析

环境辐射本底监测对象中的分析核素、分析方法和标准、分析仪器见表 3.1-10。

环境辐射本底环境介质样品分析中所采用的 γ 谱仪分析测量参数（最小探测限）见表 3.1-11，放化分析测量参数（分析样品量、最小探测限）表 3.1-12。

3.1.1.4 调查结果

1) 资料调查结果

(1) 现有环境辐射本底资料调查

表 3.1-13 给出了湛江和原广东省（其范围包括现在的海南省） γ 辐射水平，资料来源于 1980 年代原国家环保总局组织的全国天然辐射水平调查，相应监测数据已经扣除了宇宙射线响应。

湛江和原广东省（其范围包括现在的海南省）土壤中放射性核素活度浓度水平见表 3.1-14，资料来源于 1980 年代原国家环保总局组织的全国土壤中天然放射性核素含量调查。

广东省水中氚放射性核素活度浓度水平见表 3.1-15，资料来源于 1990 年代原卫生部开展的全国环境氚浓度调查，根据氚的物理衰变进行修正得到结果。该次调查共涉及水蒸汽（HTO）、降水、江河水等 8 种水体。

广东省沿海海水中放射性核素活度浓度水平见表 3.1-16，资料来源于 1980 年代原国家环保总局组织的全国天然辐射水平调查。

(2) 现有电离辐射污染源调查

经与湛江市生态环境局廉江分局、广东省环境辐射监测中心及生态环境部核与辐射安全中心进行资料核实，厂址半径 30km 范围内无非密封放射性同位素使用，半径 10km 范围内无密封源使用，半径 30km 范围内无燃煤电厂。

2) 现场调查结果

(1) 环境 γ 辐射水平

(a) 瞬时 γ 辐射剂量率

监测结果见表 3.1-17~表 3.1-18。所有剂量率测量均已扣除宇宙射线成分。

仪器对宇宙射线的响应的测量在鹤地水库进行，鹤地水库位于廉江市城西北 14 公里的河唇镇，集水面积 1440km²，总库容 11.51 亿 m³，是以灌溉为主，结合防洪、发电和航运等综合利用的大型水库，正常高水位 40.5m，水面宽度为 7km，水面海拔高度 37m。采用 RSS-131 高气压电离室，测量点为水域中心点（大于 5km），水深约 8m，测量值范围为 31.5~35.1nGy/h，响应值为 33.6nGy/h）。

由结果可见，厂址半径 20km 范围内 88 个原野 γ 辐射剂量率测量值范围为 12.9~89.1nGy/h，监测平均值范围为 13.6~78.9nGy/h。其中，监测均值最低的点位是中堂村（距离厂址 SW 方位 11.7km，草地），为 13.6 \pm 1.1nGy/h；监测均值最高的点位是红江农场（距离厂址 NE 方位 7.4km，农田），为 78.9 \pm 0.3nGy/h。12 个道路测量点中，测量值范围为 43.7~60.6nGy/h（不含沥青路面），各点平均值范围为 53.1~74.1nGy/h，监测均值最低的点位是荔枝江小学（距离厂址 E 方位 3.6km），为 53.1 \pm 0.7nGy/h；监测均值最高的点位是车板镇（距离厂址 S 方位 5km），为 74.1 \pm 2.3nGy/h。

(b) TLD 累积剂量

表 3.1-19~表 3.1-20 为累积剂量换算出的原野 γ 辐射剂量率和道路 γ 辐射剂量率结果（未扣除宇宙射线响应值），从测量结果可见，原野 γ 累积剂量（按小时平均）范围为 48.4~122.5nGy/h；最低值出现在武留村（距离厂址 W 方位 9.4km，树林），为 48.4 \pm 7.3nGy/h，最高值出现在厂址 SE 方位 1.0km 处（草地），值为 122.5 \pm 1.6nGy/h。道路 γ 累积剂量（按小时平均）为 54.6~117.6nGy/h；最低值出现在龙头沙码头（距离厂址 S 方位 9.4km），为 54.6 \pm 0.1nGy/h，最高值出现在垌口村（距离厂址 E 方位 21.6km），为 117.6 \pm 7.5nGy/h。

(c) γ 辐射连续监测

γ 辐射连续监测的分析结果见表 3.1-21（均已扣除宇宙射线成分）。监测结果表明，监测点 γ 辐射剂量率测量日均值及其标准偏差为：55.6 \pm 1.9nGy/h，日均值变化范围为 51.8~60.4nGy/h。

(2) 土壤

监测结果见表 3.1-22~表 3.1-23。

由结果可见，人工放射性核素 ¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁵⁴Mn 测量结果均低于探测限。天然放射性核素 ²²⁶Ra、²³²Th、²³⁸U、⁴⁰K 活度浓度范围和均值分别

为: 12.8~65.9 Bq/kg 和 28.2Bq/kg、10.5~85.2Bq/kg 和 35.7Bq/kg、32.0~96.2Bq/kg 和 56.1Bq/kg、9.66~515Bq/kg 和 122.5Bq/kg。⁹⁰Sr 活度浓度范围为: $\leq 1.8E-01 \sim 1.69Bq/kg$ 。

对照点鹤地水库 ²²⁶Ra、²³²Th、²³⁸U、⁴⁰K 活度浓度分别为: 21.9Bq/kg、49.4Bq/kg、54.7Bq/kg、302Bq/kg, 人工放射性核素 ⁹⁰Sr 活度浓度 $\leq 1.8E-01$ Bq/kg。

(3) 气溶胶

气溶胶具体测量结果见表 3.1-24, 由结果可见, 气溶胶中 γ 谱分析结果中放射性核素 ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁵⁴Mn 和 ¹³¹I 测量结果均低于探测限。气象站和平垌村气溶胶中 ⁷Be 活度浓度分别为 $(6.13 \pm 0.92) E-03 Bq/m^3$ 和 $(1.02 \pm 0.15) E-02 Bq/m^3$ 。

(4) 饮用水、地下水、地表水

饮用水的测量结果见表 3.1-25~表 3.1-26。饮用水中 γ 谱分析结果中放射性核素 ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁵⁴Mn 和总 α 测量结果均低于探测限。旧埠村饮用水中 ⁹⁰Sr 活度浓度为 $(3.85 \pm 0.26) E-04 Bq/L$, 塘仔山村饮用水中未检出 ⁹⁰Sr。旧埠村和塘仔山村饮用水中 ³H 活度浓度分别为: $(3.41 \pm 0.25) E-01 Bq/L$ 和 $(5.14 \pm 0.43) E-01 Bq/L$ 。

地下水的测量结果见表 3.1-27~表 3.1-28。地下水中 γ 谱分析结果中放射性核素 ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁵⁴Mn 测量结果均低于探测限。旧埠村、塘仔山村和德耀村地下水中 ⁹⁰Sr 活度浓度为: $(7.99 \pm 0.10) E-03 Bq/L$ 、 $(1.52 \pm 0.10) E-03 Bq/L$ 和 $(3.48 \pm 0.02) E-03 Bq/L$; 旧埠村、塘仔山村和德耀村地下水中 ³H 活度浓度为: $(4.12 \pm 0.43) E-01 Bq/L$ 、 $(2.42 \pm 0.17) E-01 Bq/L$ 和 $(3.21 \pm 0.25) E-01 Bq/L$ 。其中旧埠村点位位于液态流出物的排放管线路径附近。

地表水的测量结果见表 3.1-29~表 3.1-30。地表水中 γ 谱分析结果中放射性核素 ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁵⁴Mn 测量结果均低于探测限。沙帽江、九洲江、长青水库和石角潭水库地表水中 ⁹⁰Sr 活度浓度分别为: $(2.16 \pm 0.22) E-04 Bq/L$ 、 $(3.67 \pm 1.00) E-04 Bq/L$ 、 $\leq 2.8E-04 Bq/L$ 和 $\leq 6.6E-05 Bq/L$; 对照点鹤地水库地表水 ⁹⁰Sr 活度浓度为 $\leq 2.3E-04 Bq/L$ 。沙帽江、九洲江、长青水库和石角潭水库地表水 ³H 活度浓度分别为: $(2.32 \pm 0.21) E-01 Bq/L$ 、 $(3.46 \pm 0.29) E-01 Bq/L$ 、 $(3.26 \pm 0.27) E-01 Bq/L$ 和 $(4.39 \pm 0.43) E-01 Bq/L$; 对照点鹤地水库地表水 ³H 活度浓度为 $(2.83 \pm 0.29) E-01 Bq/L$ 。

(5) 地表水沉积物

具体测量结果见表 3.1-31~表 3.1-32。根据结果可知， γ 谱分析结果中放射性核素 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 和 ^{54}Mn 测量结果均低于探测限。天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 、 ^{40}K 活度浓度范围和均值为分别为：15.3~62.6Bq/kg 和 37.7Bq/kg；11.7~98.3Bq/kg 和 53.8Bq/kg、19.2~72.7Bq/kg 和 47.4Bq/kg、114~208Bq/kg 和 156.6Bq/kg。人工放射性核素 ^{90}Sr 活度浓度范围为： $\leq 1.8\text{E}-01 \sim (9.20 \pm 0.79) \text{E}-01 \text{Bq/kg}$ 。对照点鹤地水库 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 、 ^{40}K 活度浓度分别为：23.1Bq/kg、30.9Bq/kg、42.4 Bq/kg、233Bq/kg，人工放射性核素 ^{90}Sr 活度浓度为 $\leq 0.18 \sim 0.92 \text{Bq/kg}$ 。

(6) 海水

分析结果见表 3.1-33~表 3.1-34。由结果可见，海水中 γ 谱分析结果中放射性核素 (^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru) 和总 α 测量结果均低于探测限。取水口和排水口海水中总 β 的放射性核素活度浓度分别为： $(2.02 \pm 0.19) \text{E}+01 \text{Bq/L}$ 和 $1.70 \pm 1.30 \text{Bq/L}$ 。取水口和排水口海水中总 β 相差较大可能是由于取水口距岸边相对较近，水体受人类活动影响较大。取水口和排水口海水中 ^{90}Sr 放射性核素活度浓度分别为： $(6.21 \pm 0.78) \text{E}-04 \text{Bq/L}$ 和 $(8.31 \pm 0.95) \text{E}-04 \text{Bq/L}$ 。取水口和排水口海水中 ^3H 放射性核素活度浓度分别为： $(4.62 \pm 0.48) \text{E}-01 \text{Bq/L}$ 和 $(2.98 \pm 0.45) \text{E}-01 \text{Bq/L}$ 。

(7) 海水沉积物

分析结果见表 3.1-35~表 3.1-36。由结果可知 γ 谱分析结果中放射性核素 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 和 ^{54}Mn 测量结果均低于探测限。天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 、 ^{40}K 活度浓度范围和均值分别为：9.0~51.8Bq/kg 和 28.2Bq/kg；5.61~85.9Bq/kg 和 40.6Bq/kg、10.2~69.7Bq/kg 和 31.2Bq/kg、9.21~208Bq/kg 和 143.4Bq/kg。 ^{90}Sr 活度浓度范围为： $3.15\text{E}-01 \sim 8.13\text{E}-01 \text{Bq/kg}$ 。本次调查结果属于环境本底水平。

3.1.1.4 质量保证

1) 量值溯源和仪器检定

(1) 标准物质的控制

专题承担单位开展本底调查监测工作所用的标准物质是有证书的标准物质，且在有效期内。监测人员领用的标准物质必须妥善保管并做好标识，在有效期内

使用。过期的标准物质应报质量负责人批准后核销。专题承担单位实验室部分标准物质见表 3.1-37。

(2) 仪器设备的检定

参与本底调查的仪器设备，按照量值溯源关系，定期经计量部门检定，保证检定/校准结果能够溯源到国家计量基准，检定合格后方可使用。无法直接溯源的设备，可参加实验室间比对。本次调查涉及的主要仪器设备详见表 3.1-38，所有仪器均在检定的合格期内。

(3) 仪器设备的性能检验

低水平放射性测量装置泊松分布检验、本底质控图是检查仪器状态是否正常的常用手段。在实验室分析测量中涉及到的主要仪器有：BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪、QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪、BE6530 型高纯锗 γ 谱仪。

以上四种仪器的本底质量控制图见图 3.1-10~图 3.1-19。由控制图可见仪器状态正常。

2019 年对 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪进行了泊松分布检验，总 α 和总 β 连续测量 10 个周期，每个周期测量 1h，泊松分布检验结果（示例）见表 3.1-39。从表 3.1-39 中可以看出，总 α 和总 β 检验均满足泊松分布，BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪稳定。

2) 样品的质量控制

(1) 采样的质量控制

对各类样品的采集和预处理，制定操作程序，要求参加采样的人员在实施采样前充分了解，并在采样过程中严格执行。

(2) 样品的标识

采样人员负责对样品编号，加贴唯一性识别标志，注明样品的详细信息。样品管理员在接收样品时，应及时登记后保存。

(3) 样品的流转

本底调查的样品按照分析顺序流转，交接签收时应检查样品的状况。分析人员对分析完毕的样品，加贴状态标识以免发生混淆，使样品具有可追溯性。

本底调查的样品在制备、测试、传递过程中应加以防护，严格遵守有关样品的程序，避免受到非正常损坏。样品如遇意外损坏或丢失，应详细记录其情况，及时采取补救措施。

(4) 样品的贮存

分析完成后的样品应及时通知样品管理员送回样品库保存，为了避免分析的样品在存储、处置和监测过程中发生非正常损坏，样品分类存放，以保证分析结果的准确可靠。

(5) 环境条件的控制

对用于本底调查的设施和环境条件应按照设施和环境控制程序进行有效的控制，以保证调查结果有效。

(6) 数据处理质量控制

依据“质量记录控制程序”的要求，专题承担单位制定关于原始数据记录、数据处理、检测结果报告与审核程序。针对不同的检测项目，编制专用的原始记录单（包括采样记录，分析测量记录等），检测结果报告单。要求检测人员严格按照分析测量程序规定，真实、准确、完整地记录分析测量过程中的相关信息。在对原始数据进行必要的整理之前，逐一检查原始记录是否按规定的要求填写完全、正确。检测人员要按规范的检测结果报告单及时写出检测报告，项目负责人审核原始记录及运算过程是否规范、完整、准确。质量管理人组织质保人员和部分专家对各分项目组的报告数据进行核实评审。

3) 样品测量的质量控制

空白样品的分析测量：为检查实验用水和化学试剂的放射性本底水平及分析人员的操作能力，在样品分析过程中插入空白样品分析。抽取样品总数的 10%~20% 进行质保样的测定。实验室按照实验室体系运行的要求，积极参加了能力验证和实验室间比对工作，质控结果合格，质量受控。

陆地 γ 辐射空气吸收剂量率采用复测。质保样比例 20%，质保测量情况见表 3.1-40，从表中可以看出：质保样的相对偏差在 10% 以内，质保控制情况良好。环境 γ 累积剂量采用布设平行样，取其平均值作为环境 γ 累积剂量测量值。

环境介质样品分析：质控数据分析结果见表 3.1-41，由结果可以看出：质保样的相对偏差在 30% 以内，质保控制情况良好。

4) 组织机构和人员

(1) 组织机构和职责

本次环境本底调查工作由中国原子能科学研究院辐射安全研究所具体执行，由研究所主任进行领导，由技术负责人和质量负责人进行直接管理。项目实施过程中各部门职责如下：

项目负责人：领导实施项目工作，监督本次调查的《工作大纲》实施；指定相关人员在工作中的权利和责任；参与管理和协调项目。

质量负责人：负责组织、建立、实施项目的质量管理体系；监督本次调查的《质保大纲》实施；定期组织内部审查、检查质控实施情况。

技术负责人：编制和实施项目的本次调查的《工作大纲》；负责各专业组之间的接口，负责与外单位的协作接口；聘任项目内各专业组的负责人和工作人员；审核各专业组提交的工作计划、阶段成果和最终成果；负责编写和签署有关项目报告；负责项目的进度和项目成果的质量。

项目组工作人员：遵守实验室质量手册和程序文件，严格执行本次调查的《质保大纲》；严格执行项目的操作规程，保证数据的真实性和判断的独立性。

资料管理组：负责项目的管理；负责资料、质量文件管理；负责工作人员的技术培训活动。

质保组：检查和监督项目的整个工作过程；负责质量工作协调；负责项目实施过程中的质量管理工作；审查与质量活动有关的质量文件。

(2) 人员配备

项目负责人及所有工作人员由有相关资质的人员承担。

调查人员：具有初级及以上职称，所拥有的专业技术知识和经历与从事的监测工作相适应，持有上岗操作资格证和监测项目合格证，能独立地完成从事的监测工作。

报告审核人：具有中级及以上技术职称，从事监测工作 5 年以上，具有丰富的专业知识和经验，拥有的专业技术知识和经历与报告审核范围相对应。

报告签发人：具有高级工程师及以上技术职称，从事监测工作 5 年以上，掌握所授权范围的专业知识，熟悉监测方法，能正确评判报告的规范性和准确性，有一定的组织管理能力。

质量监督员：具有工程师及以上专业技术职称，对质量管理体系及环境本底调查工作比较全面，熟悉质量控制和全过程管理相关知识。

3.1.2 辐射环境质量评价

辐射环境质量评价主要结论如下：

1) 环境 γ 辐射水平

(1) 瞬时 γ 辐射剂量率测量值范围（已扣除宇宙射线对仪器的响应值）分别为：原野测量值范围为 12.9~89.1nGy/h，道路（不含沥青路面）测量值范围为 43.7~60.6nGy/h。

(2) 贯穿辐射累积剂量（按小时平均）范围（未扣除宇宙射线对仪器的响应）分别为：贯穿辐射（原野）范围为 48.4~122.5nGy/h，贯穿辐射（道路）累积剂量测量值范围为 54.6~117.6nGy/h。 γ 辐射剂量率与累积剂量（按小时平均）在一定范围内波动，主要是因为累积剂量未扣除宇宙射线响应。此外， γ 辐射剂量率为瞬时测量，选择天气均为晴朗天气，选取的测量点位一般是在比较平均开阔的地方，离地面约 1m；累积剂量的测量是 2 个月的累积量，除以时间之后得到的平均值，受天气、周围环境（例如工程建设、车辆等）影响较多，同时剂量片的布样高度也不同。

(3) γ 辐射剂量率连续监测（已扣除宇宙射线对仪器的响应值）日均值及其标准偏差为：55.6±1.9nGy/h，日均值变化范围为 51.8~60.4nGy/h。

本次调查结果与湛江和原广东省 γ 辐射水平比较，本次调查的 γ 辐射在其测量范围内波动，未见明显异常点位。

2) 陆地环境介质

(1) 气溶胶调查结果中 γ 谱分析除检出 ^7Be 外，其他核素放射性核素 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 和 ^{131}I 测量结果均低于探测限， ^7Be 活度浓度在环境本底正常范围波动。

(2) 土壤和地表水沉积物 γ 谱分析结果中放射性核素 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 测量结果均低于探测限，其中天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 和 ^{40}K 均与湛江和原广东省土壤中的天然放射性核素处于同一水平，属于环境本底水平；人工放射性核素 ^{90}Sr 处于环境本底水平，未发现异常。

(3) 非受纳水体中饮用水、地下水、地表水 γ 谱分析 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 和 ^{54}Mn 测量结果均低于探测限， ^{90}Sr 和 ^3H 的活度浓度水平一致，处于环境本底水平，未发现异常。

3) 受纳水体

(1) 海水中 γ 放射性核素 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru 测量结果低于探测限， ^{90}Sr 和 ^3H 的活度浓度水平均处于环境本底水平，未发现异常。

(2) 沉积物中 γ 放射性核素 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 和 ^{54}Mn 测量结果低于探测限。天然放射性核素 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{238}U 和 ^{40}K 活度浓度范围和均值分别为： $9.0\sim 51.8\text{Bq/kg}$ 和 28.2Bq/kg ； $5.61\sim 85.9\text{Bq/kg}$ 和 40.6Bq/kg 、 $10.2\sim 69.7\text{Bq/kg}$ 和 31.2Bq/kg 、 $9.2\sim 208\text{Bq/kg}$ 和 143.4Bq/kg 。 ^{90}Sr 活度浓度范围分别为： $3.15\text{E-}01\sim 8.13\text{E-}01\text{Bq/kg}$ 。均属于环境本底水平，未发现异常。

综上所述根据广东廉江厂址辐射本底调查结果，厂址及附近区域未发现电离辐射异常情况。

表 3.1-1 陆地 γ 辐射剂量率和累积剂量点位统计表

序号	测量范围	γ 辐射剂量率	累积剂量
1	0~1km	28	28
2	1km~2km	5	5
3	2km~5km	24	24
4	5km~10km	25	25
5	10km~20km	16	16
6	>20km	2	2
7	合计	100	100

表 3.1-2 陆地 γ 辐射剂量率和累积剂量点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	备注
1	W1	W	0.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
2	NW1	NW	0.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
3	SW1	SW	0.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
4	NE1	NE	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
5	S1	S	0.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
6	N1	N	0.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
7	气象站	E	2.7	γ 辐射剂量率和累积剂量、剂量率连续监测	原野
8	E1	E	0.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
9	NE1-1	NE	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
10	E1-1	E	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
11	N1-1	N	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
12	N1-2	N	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
13	SE1	SE	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
14	北边界	N	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂界
15	SW2	SW	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
16	W2	W	1.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
17	E2	E	0.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
18	N2	N	1.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
19	围肚	S	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	备注
20	SE2	SE	2.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
21	NW2	NW	1.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
22	孔子坡	NE	1.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
23	南垌村	S	3.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
24	SE2-1	SE	2.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
25	金塘	W	2.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
26	对岸	W	2.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
27	塘尾	E	2.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
28	德耀村	W	2.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
29	东村小学	SW	3.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
30	海边塘	SW	3.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
31	大岭头	NE	2.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
32	平垌村	NW	1.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
33	德耀村北	NW	2.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
34	N5	N	2.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
35	荔枝江小学	E	3.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
36	陆地	S	5.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
37	文头岭	NE	2.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
38	社坛坡	NW	2.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
39	车板镇东	SE	4.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
40	茂兰坡	E	3.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	备注
41	车板镇	S	5.0	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
42	S2	S	4.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
43	坝仔	E	4.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
44	W5	W	4.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
45	丰埗	N	3.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
46	旧埠村	S	6.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
47	红树林	W	5.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
48	旧埠村南	S	7.0	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
49	屯龙平	N	5.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
50	NW10	NW	5.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
51	望观岭	NE	5.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
52	西坡	E	5.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
53	凤凰山	SE	7.0	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
54	那良垌	N	5.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
55	中间村	E	6.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
56	丰田埗	E	6.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
57	九一新村	N	5.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
58	金平	N	5.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
59	高桥镇	NW	6.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
60	塘尾	SE	8.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
61	大村	SW	7.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	备注
62	下塘村	S	9.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
63	红江农场	NE	7.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
64	山口镇	NW	8.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
65	那畔	SW	9.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
66	武留村	W	9.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
67	龙头沙码头	S	9.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
68	上北背	W	9.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
69	坡心	S	11.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
70	谢山	NW	10.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
71	小山寮	SW	11.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
72	中堂村	SW	11.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
73	丹兜小学	W	12.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
74	鸡心岭	NE	11.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
75	大坝镇	N	12.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
76	SW1-2	S	11.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
77	ES1-2	E	18.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
78	NE1-3	E	15.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
79	沙田镇	W	13.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
80	关塘	N	12.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
81	营仔镇	SE	16.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
82	合山	NW	15.0	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野

序号	点位名称	方位	距离 (km)	监测项目	备注
83	石圭坡村	E	16.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
84	垌口村	E	21.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
85	鹤地水库	E	53.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、对照点
86	大贵庙小学	E	6.2	γ 辐射剂量率和累积剂量	道路
87	陆地-1	S	4.7	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
88	厂址南 62m	S	0.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
89	厂址北 60m	N	0.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
90	厂址东 97m	E	0.1	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
91	厂址东南 0.8km	E	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
92	厂址东南 1.0km	E	1.0	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
93	SE1-2	SE	15.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野
94	S1-1	S	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
95	S1-3	S	0.6	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
96	S1-4	S	0.4	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
97	W1-1	SW	0.3	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
98	W2-1	W	0.5	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
99	E2-2	E	0.8	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野、厂址区域
100	NW1-2	NW	0.9	γ 辐射剂量率和累积剂量	原野

表 3.1-3 土壤采集点统计信息表

序号	地点名称	方位	备注
1	九一新村	N	
2	丰埭	N	
3	金平	N	
4	平垌村	NW	
5	高桥镇	NW	
6	山口镇	NW	
7	金塘	W	
8	对岸	W	
9	武留村	W	
10	海边塘	SW	
11	大村	SW	
12	那畔	SW	
13	围肚	S	
14	下塘村	S	
15	旧埠村	S	
16	车板镇东	SE	
17	凤凰山	SE	
18	塘尾	SE	
19	坝仔	E	
20	气象站	E	
21	丰田埭	E	
22	文头岭	NE	
23	红江农场	NE	
24	望观岭	NE	
25	鹤地水库	E	对照点

表 3.1-4 气溶胶采集点统计信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	气象站	E	2.7	
2	平垌村	NW	1.2	

表 3.1-5 饮用水点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	旧埠村	S	6.0	
2	塘仔山村	NW	1.2	平垌村下属村

表 3.1-6 地下水点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	旧埠村	S	6.0	井深 30m, 水深 4m
2	塘仔山村	NW	1.2	井深 5m, 水深 2m
3	德耀村	W	2.3	井深 11m, 水深 6m

表 3.1-7 地表水点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	沙帽江	N	4.8	
2	九洲江	SE	15.5	
3	长青水库	NE	29.9	
4	石角潭水库	NW	9.9	
5	鹤地水库	NE	55.1	对照点

表 3.1-8 沉积物点位信息表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	备注
1	取水口	SW	10	
2	排水口	SW	12	距离岸边 2km
3	中堂村	SW	11.7	
4	龙头沙码头	S	9.4	

表 3.1-9 累积剂量片布置时间

序号	点位名称	布样时间（年月日）	取样时间（年月日）	累积时间（天）
1	W1	2019.11.03	2020.01.09	67
2	NW1	2019.11.03	2020.01.09	67
3	SW1	2019.11.03	2020.01.10	68
4	NE1	2019.11.07	2020.01.07	61
5	S1	/	/	/
6	N1	2019.11.03	2020.01.09	67
7	气象站	2019.10.31	2020.01.07	68
8	E1	2019.11.03	2020.01.07	65
9	NE1-1	2019.11.07	2020.01.07	61
10	E1-1	2019.11.08	2020.01.07	60
11	N1-1	2019.11.08	2020.01.07	60
12	N1-2	2019.11.08	2020.01.09	62
13	SE1	2019.11.02	2020.01.10	69
14	北边界	2019.11.03	2020.01.09	67
15	SW2	2019.10.30	2020.01.08	70
16	W2	2019.11.01	2020.01.09	69
17	E2	2019.10.30	2020.01.08	70
18	N2	2019.11.03	2020.01.09	67
19	围肚	2019.11.02	2020.01.10	69
20	SE2	2019.11.02	2020.01.10	69
21	NW2	2019.11.01	2020.01.09	69
22	孔子坡	2019.11.02	2020.01.07	66
23	南垌村	2019.11.02	2020.01.10	69
24	SE2-1	2019.11.02	2020.01.10	69
25	金塘	2019.11.01	2020.01.09	69
26	对岸	2019.11.01	2020.01.09	69
27	塘尾	2019.10.31	2020.01.10	71
28	德耀村	/	/	/
29	东村小学	2019.11.01	2020.01.09	69
30	海边塘	2019.11.01	2020.01.09	69
31	大岭头	2019.10.31	2020.01.07	68
32	平垌村	2019.11.01	2020.01.09	69

序号	点位名称	布样时间（年月日）	取样时间（年月日）	累积时间（天）
33	德耀村北	2019.11.01	2020.01.09	69
34	N5	2019.11.01	2020.01.09	69
35	荔枝江小学	2019.10.31	2020.01.09	70
36	陆地	2019.10.30	2020.01.08	70
37	文头岭	2019.11.02	2020.01.07	66
38	社坛坡	2019.11.01	2020.01.09	69
39	车板镇东	2019.11.02	2020.01.10	69
40	茂兰坡	2019.10.31	2020.01.10	71
41	车板镇	2019.11.02	2020.01.10	69
42	S2	2019.11.02	2020.01.10	69
43	坝仔	2019.10.31	2020.01.10	71
44	W5	2019.11.01	2020.01.09	69
45	丰埭	2019.11.01	2020.01.08	68
46	旧埠村	2019.11.02	2020.01.10	69
47	红树林	2019.11.01	2020.01.08	68
48	旧埠村南	2019.11.02	2020.01.10	69
49	屯龙平	2019.11.01	2020.01.08	68
50	NW10	2019.11.01	2020.01.08	68
51	望观岭	2019.11.02	2020.01.08	67
52	西坡	2019.11.02	2020.01.10	69
53	凤凰山	2019.11.02	2020.01.10	69
54	那良垌	2019.11.01	2020.01.09	69
55	中间村	2019.11.02	2020.01.10	69
56	丰田埭	2019.11.02	2020.01.10	69
57	九一新村	2019.11.01	2020.01.08	68
58	金平	2019.11.01	2020.01.08	68
59	高桥镇	2019.10.30	2020.01.08	70
60	塘尾	2019.11.10	2020.01.10	61
61	大村	2019.10.30	2020.01.08	70
62	下塘村	2019.11.02	2020.01.10	69
63	红江农场	2019.11.02	2020.01.08	67
64	山口镇	2019.10.30	2020.01.08	70
65	那畔	2019.10.30	2020.01.08	70

序号	点位名称	布样时间（年月日）	取样时间（年月日）	累积时间（天）
66	武留村	2019.10.30	2020.01.08	70
67	龙头沙码头	2019.11.02	2020.01.10	69
68	上北背	2019.10.30	2020.01.08	70
69	坡心	/	/	/
70	谢山	2019.10.30	2020.01.08	70
71	小山寮	2019.10.30	2020.01.08	70
72	中堂村	2019.10.30	2020.01.08	70
73	丹兜小学	2019.10.30	2020.01.08	70
74	鸡心岭	2019.11.03	2020.01.09	67
75	大坝镇	2019.11.03	2020.01.08	66
76	SW1-2	2019.11.10	2020.01.10	61
77	ES1-2	2019.11.03	2020.01.09	67
78	NE1-3	2019.11.03	2020.01.09	67
79	沙田镇	2019.10.30	2020.01.08	70
80	关塘	2019.10.30	2020.01.08	70
81	营仔镇	2019.11.03	2020.01.10	68
82	合山	2019.10.30	2020.01.08	70
83	石圭坡村	2019.11.03	2020.01.09	67
84	垌口村	2019.11.03	2020.01.09	67
85	鹤地水库	2019.11.06	2020.01.11	66
86	大贵庙小学	/	/	/
87	陆地-1	2019.11.02	2020.01.10	69
88	厂址南 62m	2019.11.03	2020.01.07	65
89	厂址北 60m	2019.11.03	2020.01.07	65
90	厂址东 97m	2019.11.02	2020.01.10	69
91	厂址东南 0.8km	2019.11.10	2020.01.10	61
92	厂址东南 1.0km	2019.11.03	2020.01.07	65
93	SE1-2	2019.11.01	2020.01.09	69
94	S1-1	2019.11.07	2020.01.11	65
95	S1-3	2019.11.07	2020.01.11	65
96	S1-4	2019.11.07	2020.01.11	65

序号	点位名称	布样时间（年月日）	取样时间（年月日）	累积时间（天）
97	W1-1	2019.11.07	2020.01.11	65
98	W2-1	2019.11.07	2020.01.11	65
99	E2-2	2019.11.08	2020.01.07	60
100	NW1-2	2019.11.03	2020.01.09	67
丢失样品个数		4		
回收率		96%		

注：/样品丢失

表 3.1-10 采用的仪器及测量方法依据

序号	监测项目	仪器设备	测量方法依据
1	环境 γ 辐射剂量率 ¹⁾	RSS131 高压电离室 (瞬时) YB-IV 型高压电离室 (连续)	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-1993)
2	累积剂量	RGD-3A 型热释光剂量仪	《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》 (GB/T10246-2014)
3	总 α	BH1227 型 α/β 测量仪	《水中总 α 放射性浓度的测量厚源法》 (EJ/T1075-1998) 《水质 总 α 放射性的测定厚源法》 (HJ898-2017)
4	总 β		《水中总 β 放射性测定蒸发法》 (EJ/T900-1994) 《水质 总 β 放射性的测定厚源法》 (HJ899-2017)
5	水、土壤、沉积物 ^{90}Sr		《土壤中锶-90 的分析方法》 (EJ/T1035-2011) 《水和生物样品灰中锶-90 的放射化学分析方法》 (HJ815-2016)
6	水、土壤、沉积物、气溶胶 γ 能谱	BE6530 型高纯锗 γ 谱仪 GEM-S7030-LB-C 型高纯锗 γ 谱仪	《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 (GB/T16140-2018) 《土壤中放射性核素 γ 能谱测定》 (GB11743-2013) 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》 (GB/T11713-2015)
7	水中 ^3H (HTO)	QUANTULUS1220 超低水平液闪谱仪	《水中氚的分析方法》 (GB12375-1990)
8	气溶胶	崂应 2031 型智能大流量 TSP (PM10) 采样器 BE6530 型高纯锗 γ 谱仪 GEM-S7030-LB-C 型高纯锗 γ 谱仪	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》 (GB/T11713-2015)
9	电场强度、磁场强度	NBM-550、SRM3006	《高压架空送电线、变电站无线电干扰测量方法》 (GB/T 7349-2002) 《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》 (DL/T 988-2005)
9	电场强度、磁场强度		《辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》 (HJ/T10.2-1996) 《电磁环境控制限值》 (GB 8702-2014) (评价标准) 《交流输变电工程电磁环境监测方法》 (HJ681-2013)

注：1) YB-IV 电离室测量范围 10nGy/h~10⁷nGy/h，能量响应：65keV~3MeV；RSS131 测量范围 0~100mR/hr (0~1mGy/h)，能量响应：70keV~10MeV。

表 3.1-11 γ 谱仪分析测量参数

测量仪器：HPGe γ 谱仪相对效率 38%

样品几何尺寸： $\Phi 70\text{mm} \times 70\text{mm}$

测量时间：86400s

环境介质	核素	能量(keV)	发射几率	探测效率	最小探测限	最小探测限单位	参考标准 ¹⁾
土壤	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	1.90E-02	2.36E-01	Bq/kg	5.0E-01Bq/kg
气溶胶	¹³¹ I	364.5	0.811	4.50E-02	3.80E-06	Bq/m ³	1.0E-05Bq/m ³
	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	3.00E-02	3.00E-06		5.0E-06Bq/m ³
饮用水	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	3.20E-02	6.91E-04	Bq/L	2.0E-03Bq/L
地下水	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	3.20E-02	6.91E-04	Bq/L	2.0E-03Bq/L
地表水	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	3.20E-02	6.91E-04	Bq/L	2.0E-03Bq/L
地表水沉积物	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	1.90E-02	2.36E-01	Bq/kg	5.0E-01Bq/kg
海水	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	3.20E-02	6.43E-04	Bq/L	2.0E-03Bq/L
海水底泥	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	1.90E-02	2.36E-01	Bq/kg	5.0E-01Bq/kg
岸边沉积物	¹³⁷ Cs	661.7	0.8521	1.90E-02	2.36E-01	Bq/kg	5.0E-01Bq/kg

注：1)参考标准《核动力厂运行前辐射环境现状调查技术规范》（HJ969-2018）。

表 3.1-12 放化分析测量参数

分析项目	环境介质	样品 采集量	本底 (cpm)	测量时间 (min)	探测效率 (%)	化学回收率 (%)	探测下限	参考标准 ²⁾
总 α	水	2.5L	0.045	600	3	100	9.0mBq/L	20.0mBq/L
总 β	水	2.5L	1.02	600	28	100	4.6mBq/L	50.0mBq/L
⁹⁰ Sr	水	50L	0.91	600	33	72	0.3mBq/L	0.3mBq/L
	土壤	50g	0.82	600	33	60	0.2Bq/kg	0.2Bq/kg
³ H	水 ¹⁾	250ml	1.0	600	26	100	0.1Bq/L	0.5Bq/L

注：1)电解浓缩倍数 20。

2)参考标准《核动力厂运行前辐射环境现状调查技术规范》（HJ969-2018）。

表 3.1-13 湛江和原广东省 γ 辐射水平 (nGy/h)

序号	位置	原野			道路			备注
		平均值	标准偏差	范围	平均值	标准偏差	范围	
1	湛江	45.8	14.8	17.7-120.3	51.5	19.4	26-103.6	25km×25km 网格按点平均 已扣除宇宙射线响应
2	广东	85.3	27.4	17.7-193.1	91.0	29.6	26.9-178.8	

表 3.1-14 湛江和原广东省土壤放射性核素活度浓度 (Bq/kg)

序号	位置	核素	平均值	标准偏差	范围	备注
1	湛江	²³⁸ U	82.7	10.9	47.8-185.8	按面积加权
		²²⁶ Ra	42.2	4.8	10.0-75.6	
		²³² Th	35.5	5.3	11.6-145.0	
		⁴⁰ K	213	43.9	35.8-699.6	
2	广东	²³⁸ U	71.2	3.6	12.4-186.8	
		²²⁶ Ra	50.8	2.2	2.4-134.6	
		²³² Th	57.2	2.6	1.0-152.7	
		⁴⁰ K	414.5	20.6	35.8-1131.5	

表 3.1-15 广东省水中氡活度浓度 (Bq/L)

序号	类别	报道值	修正值	备注
1	空气水蒸汽	4.62	1.34	按衰变因子 $2^{-(t/12.33)}$ 计算， 其中 t 为 1993 年至 2015 年的时间，取 22 年。
2	降水	2.45	0.71	
3	江河水	3.2	0.93	
4	湖库水	2.14	0.62	
5	井水	4.25	1.23	
6	海水	1.27	0.37	

注：数据源于 1990 年卫生部组织全国环境氡浓度调查。参考文献：中国环境水中氡浓度及其变化，任天山等，中华放射医学与防护杂志，2001-10，21 卷 5 期

表 3.1-16 广东省和全国四大海域海水中放射性核素活度浓度 (mBq/L)

序号	核素	平均值	范围	备注
广东省	^{238}U	30	0.86-30.7	按样品数平均 资料来源于 1980 年代 原国家环保总局组织的 全国天然辐射水平调查
	^{226}Ra	5.87	4.31-7.1	
	^{232}Th	1.45	0.44-3.15	
	^{40}K	9830	2772-12514	
全国	^{238}U	27	0.86-63.6	资料来源于 2015 年环境保护部发布的 《2014 中国辐射环境质量报告》
	^{226}Ra	11.7	1.6-46	
	^{232}Th	2.14	<0.04-23.9	
	^{40}K	10320	2500-21600	
	^{137}Cs	1.2	0.3-2.5	
	^{90}Sr	2.2	0.79-4.9	

表 3.1-17 原野 γ 辐射剂量率测量结果

单位: nGy/h (扣除仪器对宇宙射线响应值)

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量结果			备注
				2019.11	2020.1	均值及偏差	
1	W1	W	0.2	16.2	19.3	17.7 \pm 2.2	原野、厂址区域
2	NW1	NW	0.9	56.5	54.3	55.4 \pm 1.6	草地、厂址区域
3	SW1	SW	0.2	21.9	22.3	22.1 \pm 0.3	草地、厂址区域
4	NE1	NE	0.8	71.6	57.8	64.7 \pm 9.8	草地
5	S1	S	0.7	35.9	39.9	37.9 \pm 2.8	原野
6	N1	N	0.7	53.7	63.6	58.7 \pm 7.0	原野
7	气象站	E	2.7	41.1	45.2	43.1 \pm 2.9	草地
8	E1	E	0.7	65.0	57.7	61.4 \pm 5.2	草地
9	NE1-1	NE	0.8	73.8	68.6	71.2 \pm 3.7	原野
10	E1-1	E	0.6	55.3	37.7	46.5 \pm 12.5	草地
11	N1-1	N	0.8	16.0	23.5	19.7 \pm 5.4	原野
12	N1-2	N	0.6	35.6	35.1	35.4 \pm 0.4	原野
13	SE1	SE	0.8	27.1	21.7	24.4 \pm 3.8	草地
14	北边界	N	0.8	34.5	44.1	39.3 \pm 6.8	林地、厂界
15	SW2	SW	0.6	36.8	37.8	37.3 \pm 0.7	草地
16	W2	W	1.5	68.5	68.7	68.6 \pm 0.2	草地
17	E2	E	0.5	77.3	62.8	70.0 \pm 10.2	林地
18	N2	N	1.6	59.0	89.1	74.0 \pm 21.3	草地
19	围肚	S	0.6	17.5	14.5	16.0 \pm 2.2	草地
20	SE2	SE	2.6	34.5	33.2	33.9 \pm 0.9	草地
21	NW2	NW	1.1	36.4	55.7	46.0 \pm 13.6	林地
22	孔子坡	NE	1.5	33.5	38.9	36.2 \pm 3.9	草地
23	南垌村	S	3.3	50.9	40.5	45.7 \pm 7.4	草地
24	SE2-1	SE	2.8	27.8	38.1	32.9 \pm 7.3	草地
25	金塘	W	2.7	19.4	16.7	18.0 \pm 1.9	草地
26	对岸	W	2.9	52.0	48.4	50.2 \pm 2.5	林地

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量结果			备注
				2019.11	2020.1	均值及偏差	
27	塘尾	E	2.5	41.3	39.2	40.3±1.5	林地
28	德耀村	W	2.4	47.3	46.9	47.1±0.3	沙土
29	海边塘	SW	3.3	63.6	53.0	58.3±7.4	草地
30	大岭头	NE	2.7	55.1	58.9	57.0±2.7	草地
31	平垌村	NW	1.5	44.1	36.0	40.1±5.8	草地
32	德耀村北	NW	2.5	22.0	20.1	21.1±1.4	草地
33	N5	N	2.1	36.4	37.8	37.1±1.0	林地
34	陆地	S	5.1	55.8	57.1	56.4±0.9	草地
35	文头岭	NE	2.8	54.6	53.8	54.2±0.5	草地
36	社坛坡	NW	2.3	57.1	59.4	58.3±1.7	草地
37	车板镇东	SE	4.8	49.9	50.6	50.2±0.5	林地
38	茂兰坡	E	3.7	37.9	46.2	42.1±5.8	草地
39	S2	S	4.4	49.4	48.9	49.2±0.4	草地
40	坝仔	E	4.7	60.1	59.1	59.6±0.7	草地
41	W5	W	4.2	32.1	24.9	28.5±5.0	原野
42	丰埇	N	3.7	34.8	51.3	43.0±11.7	草地
43	旧埠村	S	6.1	27.8	28.8	28.3±0.7	农田
44	红树林	W	5.4	50.4	48.5	49.4±1.4	红树林
45	旧埠村南	S	7	42.9	55.7	49.3±9.1	草地
46	屯龙平	N	5.1	57.3	55.0	56.1±1.6	草地
47	NW10	NW	5.1	66.9	63.8	65.3±2.2	草地
48	望观岭	NE	5.1	41.6	49.5	45.6±5.6	农田
49	西坡	E	5.9	50.1	49.6	49.8±0.4	草地
50	凤凰山	SE	7	56.4	52.3	54.4±2.9	林地
51	那良垌	N	5.1	65.1	60.4	62.7±3.3	林地
52	中间村	E	6.5	56.4	68.0	62.2±8.2	草地
53	丰田埇	E	6.8	49.1	47.4	48.3±1.2	草地
54	九一新村	N	5.7	54.9	60.0	57.5±3.6	农田
55	金平	N	5.5	76.7	69.0	72.9±5.4	林地

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量结果			备注
				2019.11	2020.1	均值及偏差	
56	塘尾	SE	8.5	50.3	44.6	47.5±4.0	沙土
57	大村	SW	7.9	27.1	24.4	25.7±1.9	草地
58	下塘村	S	9.4	57.2	69.2	63.2±8.5	草地
59	红江农场	NE	7.4	78.7	79.1	78.9±0.3	农田
60	那畔	SW	9.2	57.7	57.6	57.7±0.0	泥土
61	武留村	W	9.4	50.1	43.9	47.0±4.4	树林
62	上北背	W	9.8	35.2	28.3	31.8±4.9	红土
63	坡心	S	11.6	49.2	60.8	55.0±8.2	农田
64	小山寮	SW	11.3	35.2	24.5	29.8±7.6	草地
65	中堂村	SW	11.7	14.4	12.9	13.6±1.1	草地
66	鸡心岭	NE	11.2	77.1	65.7	71.4±8.0	草地
67	SW1-2	S	11.9	59.0	56.4	57.7±1.8	草地
68	ES1-2	E	18.6	76.4	79.8	78.1±2.4	草地
69	NE1-3	E	15.3	46.1	42.9	44.5±2.2	草地
70	沙田镇	W	13.5	53.7	49.6	51.7±2.9	红土
71	关塘	N	12.8	36.6	37.3	37.0±0.5	林地
72	合山	NW	15	42.3	40.4	41.4±1.3	草地
73	石圭坡村	E	16.8	63.8	62.2	63.0±1.2	山坡
74	鹤地水库	E	53.7	48.2	46.7	47.5±1.0	草地、对照点
75	陆地-1	S	4.7	40.7	30.4	35.6±7.3	草地
76	厂址南 62m	S	0.1	20.0	22.8	21.4±2.0	草地、厂址区域
77	厂址北 60m	N	0.1	19.6	21.9	20.7±1.6	草地、厂址区域
78	厂址东 97m	E	0.1	47.8	25.6	36.7±15.7	草地、厂址区域
79	厂址东南 0.8km	E	0.8	74.7	43.5	59.1±22.1	草地、厂址区域
80	厂址东南 1.0km	E	1	75.3	66.2	70.8±6.4	草地
81	SE1-2	SE	15.5	54.4	52.2	53.3±1.5	草地
82	S1-1	S	0.6	61.9	41.6	51.7±14.3	草地、厂址区域
83	S1-3	S	0.6	35.0	43.2	39.1±5.8	草地、厂址区域

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量结果			备注
				2019.11	2020.1	均值及偏差	
84	S1-4	S	0.4	24.4	29.3	26.9±3.4	草地、厂址区域
85	W1-1	SW	0.3	45.5	56.8	51.1±8.0	草地、厂址区域
86	W2-1	W	0.5	45.5	25.2	35.3±14.4	草地、厂址区域
87	E2-2	E	0.8	45.3	44.1	44.7±0.8	草地、厂址区域
88	NW1-2	NW	0.9	41.5	37.9	39.7±2.5	草地

表 3.1-18 道路 γ 辐射剂量率测量结果

单位：nGy/h（扣除仪器对宇宙射线响应值）

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量结果			备注
				2019.11	2020.1	均值及偏差	
1	东村小学	SW	3.3	57.1	59.0	58±1.4	道路
2	荔枝江小学	E	3.6	52.6	53.6	53.1±0.7	道路
3	车板镇	S	5	72.4	75.7	74.1±2.3	道路
4	高桥镇	NW	6.1	64.6	65.6	65.1±0.7	道路
5	山口镇	NW	8.4	43.7	62.8	53.2±13.5	道路
6	龙头沙码头	S	9.4	55.8	61.9	58.9±4.3	道路
7	谢山	NW	10.5	65.1	69.5	67.3±3.1	道路
8	丹兜小学	W	12.2	56.8	56.6	56.7±0.1	道路
9	大坝镇	N	12.2	63.8	55.3	59.5±6.0	道路
10	营仔镇	SE	16.2	57.3	68.2	62.7±7.7	道路
11	垌口村	E	21.6	65.0	63.7	64.3±0.9	道路
12	大贵庙小学	E	6.2	58.5	49.9	54.2±6.0	道路

表 3.1-19 原野累积剂量（按小时平均）结果

单位：nGy/h（未扣除宇宙射线响应）

序号	点位名称	方位	距离 km	测量值及偏差	备注
1	W1	W	0.4	83.1±0.8	原野、厂址区域
2	NW1	NW	0.9	84.9±1.0	草地、厂址区域
3	SW1	SW	0.3	83.8±12.1	草地、厂址区域
4	NE1	NE	0.8	92.5±0.3	草地
5	N1	N	0.7	81.6±5.4	原野
6	气象站	E	2.7	64.5±2.7	草地
7	E1	E	0.7	81.4±2.1	草地
8	NE1-1	NE	0.8	96.0±4.7	原野
9	E1-1	E	0.6	73.1±3.3	草地
10	N1-1	N	0.8	100.8±1.4	原野
11	N1-2	N	0.6	71.4±2.6	原野
12	SE1	SE	0.8	57.3±1.5	草地
13	北边界	N	0.8	85.9±7.7	林地、厂界
14	SW2	SW	2.4	55.4±1.6	原野
15	W2	W	1.5	73.1±3.6	草地
16	E2	E	0.5	57.7±1.9	林地
17	N2	N	1.6	83.4±20.0	草地
18	围肚	S	2.8	54.1±5.5	草地
19	SE2	SE	2.6	60.4±3.2	草地
20	NW2	NW	1.1	62.5±2.5	林地
21	孔子坡	NE	1.5	81.3±1.3	草地
22	南垌村	S	3.3	65.3±0.2	草地
23	SE2-1	SE	2.8	53.7±1.0	草地
24	金塘	W	2.7	58.8±1.1	草地
25	对岸	W	2.9	54.3±2.2	林地
26	塘尾	E	2.5	53.4±0.6	林地
27	海边塘	SW	3.3	62.0±3.6	草地

序号	点位名称	方位	距离 km	测量值及偏差	备注
28	大岭头	NE	2.7	79.8±4.1	草地
29	平垌村	NW	1.5	66.4±2.0	草地
30	德耀村北	NW	2.5	57.4±1.9	草地
31	N5	N	2.1	80.3±4.6	林地
32	陆地	S	5.1	61.6±1.6	草地
33	文头岭	NE	2.8	64.4±2.5	草地
34	社坛坡	NW	2.3	80.6±0.2	草地
35	车板镇东	SE	4.8	55.9±1.1	林地
36	茂兰坡	E	3.7	85.4±3.2	草地
37	S2	S	4.4	58.4±3.8	草地
38	坝仔	E	4.7	69.4±8.0	草地
39	W5	W	4.2	77.1±1.0	泥土地
40	丰埇	N	3.7	78.9±6.3	草地
41	旧埠村	S	6.1	63.9±2.8	农田
42	红树林	W	5.4	77.2±0.1	红树林
43	旧埠村南	S	7	53.9±1.4	草地
44	屯龙平	N	5.1	87.3±2.1	草地
45	NW10	NW	5.1	76.2±0.1	草地
46	望观岭	NE	5.1	80.2±2.6	农田
47	西坡	E	5.9	69.2±0.6	草地
48	凤凰山	SE	7	84±28.6	林地
49	那良垌	N	5.1	86.5±11.9	林地
50	中间村	E	6.4	91.7±9.7	草地
51	丰田埇	E	6.8	56.4±5.2	草地
52	九一新村	N	5.7	73.9±1.4	农田
53	金平	N	5.5	80.0±3.2	林地
54	塘尾	SE	8.5	83.9±5.8	沙土
55	大村	SW	7.8	63.9±2.3	草地
56	下塘村	S	9.4	86.9±1.4	草地
57	红江农场	NE	7.4	83.6±4.0	农田

序号	点位名称	方位	距离 km	测量值及偏差	备注
58	那畔	SW	9.2	63.3±2.3	泥土
59	武留村	W	9.4	48.4±7.3	树林
60	上北背	W	9.8	53.7±6.2	红土
61	小山寮	SW	11.3	64.9±0.7	草地
62	中堂村	SW	11.7	54.4±1.8	草地
63	鸡心岭	NE	11.2	72.5±3.9	草地
64	SW1-2	SW	11.9	90.5±0.1	草地
65	ES1-2	ES	18.6	94.4±1.2	草地
66	NE1-3	NE	15.3	84.9±0.9	草地
67	沙田镇	W	13.5	60.0±3.9	红土
68	关塘	N	12.8	75.2±5.8	林地
69	合山	NW	15	71.4±0.7	草地
70	石圭坡村	E	16.8	80.2±0.5	山坡
71	鹤地水库	E	53.7	71.2±8.1	草地、对照点
72	陆地-1	S	4.7	54.2±2.5	草地
73	厂址南 62m	S	0.06	75.3±0.9	草地、厂址区域
74	厂址北 60m	N	0.06	61.1±0.3	草地、厂址区域
75	厂址东 97m	E	0.1	67.5±2.1	草地、厂址区域
76	厂址东南 0.8km	SE	0.8	102.8±8.1	草地、厂址区域
77	厂址东南 1.0km	SE	1	122.5±1.6	草地
78	SE1-2	SE	12.4	69.9±1.5	草地
79	S1-1	S	0.6	76.2±5.4	草地、厂址区域
80	S1-3	S	0.6	72.3±1.6	草地、厂址区域
81	S1-4	S	0.4	68.9±2.1	草地、厂址区域
82	W1-1	W	0.3	90.2±7.9	草地、厂址区域
83	W2-1	W	0.5	72.4±1.2	草地、厂址区域
84	E2-2	E	0.8	85.1±5.2	草地、厂址区域
85	NW1-2	NW	0.9	84.9±1.0	草地

表 3.1-20 道路累积剂量（按小时平均）结果

单位：nGy/h（未扣除宇宙射线响应）

序号	点位名称	方位	距离 km	测量值及偏差	备注
1	东村小学	SW	3.3	70.8±2.6	道路
2	荔枝江小学	E	3.6	60.7±0.9	道路
3	车板镇	S	5	73.5±2.7	道路
4	高桥镇	NW	6.1	85.1±4.3	道路
5	山口镇	NW	8.3	80.8±4.7	道路
6	龙头沙码头	S	9.4	54.6±0.1	道路
7	谢山	NW	10.5	85.8±3	道路
8	丹兜小学	W	12.2	75.6±1.7	道路
9	大坝镇	N	12.2	91.5±0.3	道路
10	营仔镇	SE	16.2	84.6±4.8	道路
11	垌口村	E	21.6	117.6±7.5	道路

表 3.1-21 γ 辐射剂量率连续监测数据日均值

单位：nGy/h（已扣除仪器对宇宙射线响应值）

时间	日均值	时间	日均值	时间	日均值	时间	日均值
2019/10/31	57.8	2019/11/17	52.1	2019/12/4	56.9	2019/12/21	58.6
2019/11/1	55.6	2019/11/18	53.0	2019/12/5	56.5	2019/12/22	60.4
2019/11/2	54.3	2019/11/19	56.6	2019/12/6	55.8	2019/12/23	57.3
2019/11/3	56.2	2019/11/20	57.0	2019/12/7	55.8	2019/12/24	53.3
2019/11/4	55.5	2019/11/21	56.6	2019/12/8	57.2	2019/12/25	52.8
2019/11/5	56.2	2019/11/22	57.5	2019/12/9	57.1	2019/12/26	55.2
2019/11/6	56.6	2019/11/23	55.5	2019/12/10	57.1	2019/12/27	57.7
2019/11/7	56.7	2019/11/24	52.9	2019/12/11	57.4	2019/12/28	57.1
2019/11/8	55.8	2019/11/25	53.8	2019/12/12	57.2	2019/12/29	56.3
2019/11/9	55.9	2019/11/26	55.6	2019/12/13	54.8	2019/12/30	54.6
2019/11/10	55.8	2019/11/27	54.8	2019/12/14	53.4	2019/12/31	58.0
2019/11/11	55.4	2019/11/28	58.0	2019/12/15	53.8	2020/1/1	54.8
2019/11/12	53.1	2019/11/29	56.6	2019/12/16	52.5	2020/1/2	53.3
2019/11/13	51.8	2019/11/30	55.7	2019/12/17	52.0	2020/1/3	53.8
2019/11/14	55.0	2019/12/1	58.0	2019/12/18	51.9	2020/1/4	53.3
2019/11/15	55.5	2019/12/2	56.4	2019/12/19	57.4	2020/1/5	53.7
2019/11/16	53.8	2019/12/3	56.2	2019/12/20	59.5	2020/1/6	53.7

表 3.1-22 土壤放射性核素测量结果 (一)

单位: Bq/kg (干样)

序号	样品名称	采样时间	采样量 (kg)	方位	距离 (km)	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
1	九一新村	2019.11.1	3	N	5.7	(3.99±0.60) E+01	(3.67±0.55) E+01	(1.61±0.24) E+02	(6.90±1.04) E+01
2	丰埗	2019.11.1	3	N	3.7	(2.96±0.44) E+01	(6.41±0.96) E+01	(1.72±0.26) E+02	(5.66±0.85) E+01
3	金平	2019.11.1	3	N	5.5	(3.00±0.45) E+01	(4.59±0.69) E+01	(4.42±0.66) E+01	(5.85±0.88) E+01
4	平垌村	2019.10.29	3	NW	1.5	(3.02±0.45) E+01	(3.36±0.50) E+01	(6.59±0.99) E+01	(3.82±0.57) E+01
5	高桥镇	2019.10.30	3	NW	6.1	(3.70±0.56) E+01	(4.50±0.68) E+01	(2.93±0.44) E+02	(7.08±0.11) E+01
6	山口镇	2019.10.30	3	NW	8.3	(6.59±0.90) E+01	(8.52±1.28) E+01	(5.15±0.77) E+02	(9.62±1.44) E+01
7	金塘	2019.11.1	3	W	2.7	(2.70±0.41) E+01	(1.73±0.26) E+01	(9.66±1.45) E+00	(6.45±0.97) E+01
8	对岸	2019.11.1	3	W	2.9	(1.28±0.19) E+01	(1.05±0.16) E+01	(1.16±0.17) E+01	(2.17±0.33) E+01
9	武留村	2019.10.30	3	S	2.8	(1.85±0.28) E+01	(2.18±0.33) E+01	(4.17±0.63) E+01	(3.10±0.46) E+01
10	海边塘	2019.11.1	3	SW	3.3	(2.98±0.45) E+01	(1.88±0.28) E+01	(1.93±0.29) E+01	(7.19±1.08) E+01
11	大村	2019.10.30	3	SW	7.8	(1.51±0.23) E+01	(4.11±0.62) E+01	(1.50±0.23) E+02	(3.47±0.52) E+01
12	那畔村	2019.10.29	3	SW	9.2	(2.75±0.41) E+01	(3.24±0.49) E+01	(4.69±0.70) E+01	(5.64±0.85) E+01
13	围肚	2019.11.2	3	S	2.8	(2.35±0.35) E+01	(1.51±0.23) E+01	(1.35±0.20) E+01	(3.38±0.51) E+01
14	下塘村	2019.11.2	3	S	9.4	(2.38±0.36) E+01	(3.74±0.56) E+01	(3.69±0.55) E+01	(6.50±0.97) E+01
15	旧埠村	2019.11.2	3	S	6.1	(2.62±0.39) E+01	(1.56±0.23) E+01	(1.55±0.23) E+01	(5.92±0.89) E+01
16	车板镇东	2019.11.2	3	S	2.8	(2.00±0.30) E+01	(1.45±0.22) E+01	(3.52±0.53) E+01	(3.35±0.50) E+01
17	凤凰山	2019.11.2	3	SE	7.0	(3.35±0.50) E+01	(8.20±1.23) E+01	(3.71±0.56) E+02	(7.14±0.11) E+01
18	埗尾	2019.11.2	3	E	2.5	(3.69±0.55) E+01	(2.45±0.37) E+01	(1.16±0.17) E+01	(8.94±1.34) E+01
19	坝仔	2019.10.31	3	E	4.7	(2.33±0.35) E+01	(3.82±0.57) E+01	(2.29±0.34) E+02	(5.11±0.77) E+01

序号	样品名称	采样时间	采样量 (kg)	方位	距离(km)	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
20	气象站	2019.10.29	3	E	2.7	$(3.88\pm0.58) \text{E}+01$	$(4.73\pm0.71) \text{E}+01$	$(3.53\pm0.53) \text{E}+02$	$(4.88\pm0.73) \text{E}+01$
21	丰田埔	2019.11.2	3	E	6.8	$(1.28\pm0.19) \text{E}+01$	$(3.56\pm0.53) \text{E}+01$	$(1.24\pm0.19) \text{E}+02$	$(3.20\pm0.48) \text{E}+01$
22	文头岭	2019.11.2	3	NE	2.8	$(2.66\pm0.40) \text{E}+01$	$(2.33\pm0.35) \text{E}+01$	$(2.08\pm0.31) \text{E}+01$	$(6.69\pm1.00) \text{E}+01$
23	红江农场	2019.11.1	3	NE	7.4	$(2.07\pm0.31) \text{E}+01$	$(3.34\pm0.50) \text{E}+01$	$(1.53\pm0.23) \text{E}+02$	$(4.76\pm0.71) \text{E}+01$
24	望观岭	2019.11.2	3	NE	5.1	$(3.07\pm0.46) \text{E}+01$	$(3.76\pm0.56) \text{E}+01$	$(4.16\pm0.62) \text{E}+01$	$(7.43\pm1.12) \text{E}+01$
25	鹤地水库	2019.11.2	3	S	2.8	$(2.19\pm0.33) \text{E}+01$	$(4.94\pm0.74) \text{E}+01$	$(3.02\pm0.45) \text{E}+02$	$(5.47\pm0.82) \text{E}+01$

表 3.1-23 土壤放射性核素测量结果 (二)

单位: Bq/kg (干样)

序号	样品名称	采样时间	采样量 (kg)	方位	距离(km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co	^{90}Sr
1	九一新村	2019.11.1	3	N	5.7	$\leq 2.8\text{E-}01$	$\leq 3.8\text{E-}01$	$\leq 3.0\text{E-}01$	$\leq 4.3\text{E-}01$	$\leq 3.8\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$
2	丰埭	2019.11.1	3	N	3.7	$\leq 2.7\text{E-}01$	$\leq 4.1\text{E-}01$	$\leq 2.9\text{E-}01$	$\leq 3.7\text{E-}01$	$\leq 3.3\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$
3	金平	2019.11.1	3	N	5.5	$\leq 2.4\text{E-}01$	$\leq 3.2\text{E-}01$	$\leq 2.5\text{E-}01$	$\leq 3.4\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$(8.14\pm 0.8)\text{E-}01$
4	平垌村	2019.10.29	3	NW	1.5	$\leq 3.8\text{E-}01$	$\leq 4.1\text{E-}01$	$\leq 3.3\text{E-}01$	$\leq 4.0\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$(2.13\pm 0.24)\text{E-}01$
5	高桥镇	2019.10.30	3	NW	6.1	$\leq 2.6\text{E-}01$	$\leq 3.2\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$(5.54\pm 0.05)\text{E-}01$
6	山口镇	2019.10.30	3	NW	8.3	$\leq 4.9\text{E-}01$	$\leq 4.9\text{E-}01$	$\leq 4.5\text{E-}01$	$\leq 5.8\text{E-}01$	$\leq 5.6\text{E-}01$	$(8.66\pm 0.47)\text{E-}01$
7	金塘	2019.11.1	3	W	2.7	$\leq 2.0\text{E-}01$	$\leq 3.0\text{E-}01$	$\leq 1.9\text{E-}01$	$\leq 2.4\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$(6.85\pm 0.89)\text{E-}01$
8	对岸	2019.11.1	3	W	2.9	$\leq 1.6\text{E-}01$	$\leq 2.9\text{E-}01$	$\leq 3.1\text{E-}01$	$\leq 2.3\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$(6.87\pm 0.71)\text{E-}01$
9	武留村	2019.10.30	3	S	2.8	$\leq 1.7\text{E-}01$	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 3.2\text{E-}01$	$\leq 4.6\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$(5.51\pm 0.04)\text{E-}01$
10	海边塘	2019.11.1	3	SW	3.3	$\leq 2.0\text{E-}01$	$\leq 2.5\text{E-}01$	$\leq 1.9\text{E-}01$	$\leq 2.3\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$(7.37\pm 0.4)\text{E-}01$
11	大村	2019.10.30	3	SW	7.8	$\leq 2.6\text{E-}01$	$\leq 3.6\text{E-}01$	$\leq 2.5\text{E-}01$	$\leq 4.1\text{E-}01$	$\leq 3.4\text{E-}01$	$(3.42\pm 0.04)\text{E-}01$
12	那畔村	2019.10.29	3	SW	9.2	$\leq 2.4\text{E-}01$	$\leq 4.2\text{E-}01$	$\leq 2.6\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$(4.33\pm 0.03)\text{E-}01$
13	围肚	2019.11.2	3	S	2.8	$\leq 1.8\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 3.3\text{E-}01$	$\leq 2.8\text{E-}01$	$\leq 2.9\text{E-}01$	1.69 ± 0.05
14	下塘村	2019.11.2	3	S	9.4	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$\leq 2.3\text{E-}01$	$(6.34\pm 0.35)\text{E-}01$
15	旧埠村	2019.11.2	3	S	6.1	$\leq 2.0\text{E-}01$	$\leq 2.6\text{E-}01$	$\leq 1.7\text{E-}01$	$\leq 2.4\text{E-}01$	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$
16	车板镇东	2019.11.2	3	S	2.8	$\leq 1.8\text{E-}01$	$\leq 2.6\text{E-}01$	$\leq 4.2\text{E-}01$	$\leq 2.8\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$(3.17\pm 0.4)\text{E-}01$
17	凤凰山	2019.11.2	3	SE	7.0	$\leq 2.9\text{E-}01$	$\leq 3.7\text{E-}01$	$\leq 3.0\text{E-}01$	$\leq 4.3\text{E-}01$	$\leq 3.8\text{E-}01$	$(3.35\pm 0.64)\text{E-}01$
18	埭尾	2019.11.2	3	E	2.5	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 3.5\text{E-}01$	$\leq 1.9\text{E-}01$	$\leq 2.5\text{E-}01$	$\leq 2.0\text{E-}01$	$(2.04\pm 0.28)\text{E-}01$
19	坝仔	2019.10.31	3	E	4.7	$\leq 1.7\text{E-}01$	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 2.3\text{E-}01$	$(5.81\pm 0.04)\text{E-}01$

序号	样品名称	采样时间	采样量 (kg)	方位	距离(km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co	^{90}Sr
20	气象站	2019.10.29	3	E	2.7	$\leq 3.4\text{E-}01$	$\leq 3.7\text{E-}01$	$\leq 3.1\text{E-}01$	$\leq 4.0\text{E-}01$	$\leq 3.8\text{E-}01$	1.36 ± 0.05
21	丰田埗	2019.11.2	3	E	6.8	$\leq 2.3\text{E-}01$	$\leq 3.2\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 3.1\text{E-}01$	$\leq 2.9\text{E-}01$	1.35 ± 0.10
22	文头岭	2019.11.2	3	NE	2.8	$\leq 1.9\text{E-}01$	$\leq 3.8\text{E-}01$	$\leq 1.7\text{E-}01$	$\leq 2.4\text{E-}01$	$\leq 2.4\text{E-}01$	$(6.22\pm 0.78)\text{E-}01$
23	红江农场	2019.11.1	3	NE	7.4	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$\leq 2.1\text{E-}01$	$\leq 2.8\text{E-}01$	$\leq 2.6\text{E-}01$	$(7.48\pm 1.1)\text{E-}01$
24	望观岭	2019.11.2	3	NE	5.1	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 3.4\text{E-}01$	$\leq 2.2\text{E-}01$	$\leq 3.2\text{E-}01$	$\leq 2.5\text{E-}01$	$\leq 1.8\text{E-}01$
25	鹤地水库	2019.11.2	3	S	2.8	$\leq 2.3\text{E-}01$	$\leq 3.1\text{E-}01$	$\leq 5.6\text{E-}01$	$\leq 2.7\text{E-}01$	$\leq 4.8\text{E-}01$	$\leq 1.80\text{E-}01$

表 3.1-24 气溶胶放射性核素测量结果

单位: Bq/m³

序号	点位名称	采样时间	采样量, m ³	方位	距离 (km)	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³¹ I	⁷ Be	⁵⁴ Mn
1	气象站	2019.11	13616.8	E	2.7	≤3.8E-06	≤6.1E-06	≤3.5E-06	≤3.5E-06	3.2E-06	(6.13±0.92) E-03	≤2.8E-06
2	平垌村	2019.11	13166.9	NW	1.2	≤2.5E-06	≤5.0E-06	≤2.8E-06	≤3.6E-06	3.5E-06	(1.02±0.15) E-02	≤2.8E-06

表 3.1-25 饮用水放射性核素测量结果（一）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co
1	旧埠村	2019.11	200	S	6.0	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 5.7\text{E-}04$	$\leq 9.1\text{E-}04$	$\leq 5.9\text{E-}04$	$\leq 1.0\text{E-}03$
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 6.7\text{E-}04$	$\leq 1.0\text{E-}03$	$\leq 6.7\text{E-}04$	$\leq 1.1\text{E-}03$

表 3.1-26 饮用水放射性核素测量结果（二）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	总 α	总 β	^{90}Sr	^3H
1	旧埠村	2019.11	200	S	6.0	$\leq 5.1\text{E-}02$	$(1.30 \pm 0.07) \text{E-}01$	$(3.85 \pm 0.26) \text{E-}04$	$(3.41 \pm 0.25) \text{E-}01$
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	$\leq 7.3\text{E-}02$	$(1.39 \pm 0.07) \text{E-}01$	$\leq 6.2\text{E-}05$	$(5.14 \pm 0.43) \text{E-}01$

表 3.1-27 地下水放射性核素测量结果（一）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co
1	旧埠村	2019.11	200	S	6.0	≤8.1E-04	≤1.1E-03	≤2.0E-03	≤8.1E-04	≤1.8E-03
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	≤4.6E-04	≤5.6E-04	≤9.3E-04	≤4.6E-04	≤1.0E-03
3	德耀村	2019.11	200	W	2.3	≤3.3E-03	≤4.9E-03	≤6.5E-03	≤3.3E-04	≤4.6E-03

表 3.1-28 地下水放射性核素测量结果（二）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	⁹⁰ Sr	³ H
1	旧埠村	2019.11	200	S	6.0	(7.99±0.10) E-03	(4.12±0.43) E-01
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	(1.52±0.10) E-03	(2.42±0.17) E-01
3	德耀村	2019.11	200	W	2.3	(3.48±0.02) E-03	(3.21±0.25) E-01

表 3.1-29 地表水放射性核素测量结果（一）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co
1	沙帽江	2019.11	200	N	4.8	$\leq 3.8\text{E-}04$	$\leq 4.5\text{E-}04$	$\leq 6.0\text{E-}04$	$\leq 4.0\text{E-}04$	$\leq 8.4\text{E-}04$
2	九洲江	2019.11	200	SE	15.5	$\leq 1.1\text{E-}03$	$\leq 1.9\text{E-}03$	$\leq 2.4\text{E-}03$	$\leq 2.0\text{E-}03$	$\leq 2.7\text{E-}03$
3	长青水库	2019.11	200	NE	29.9	$\leq 4.9\text{E-}04$	$\leq 6.4\text{E-}04$	$\leq 8.5\text{E-}04$	$\leq 5.8\text{E-}04$	$\leq 1.2\text{E-}03$
4	石角潭水库	2019.11	200	NW	9.9	$\leq 3.3\text{E-}04$	$\leq 4.8\text{E-}04$	$\leq 8.3\text{E-}04$	$\leq 5.2\text{E-}04$	$\leq 9.8\text{E-}04$
5	鹤地水库	2019.11	200	NE	55.1	$\leq 3.8\text{E-}04$	$\leq 4.5\text{E-}04$	$\leq 8.8\text{E-}04$	$\leq 3.8\text{E-}04$	$\leq 1.0\text{E-}03$

表 3.1-30 地表水放射性核素测量结果（二）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	^{90}Sr	^3H
1	沙帽江	2019.11	200	N	4.8	$(2.16\pm 0.22)\text{E-}04$	$(2.32\pm 0.21)\text{E-}01$
2	九洲江	2019.11	200	SE	15.5	$(3.67\pm 1.00)\text{E-}04$	$(3.46\pm 0.29)\text{E-}01$
3	长青水库	2019.11	200	NE	29.9	$\leq 2.8\text{E-}04$	$(3.26\pm 0.27)\text{E-}01$
4	石角潭水库	2019.11	200	NW	9.9	$\leq 6.6\text{E-}05$	$(4.39\pm 0.43)\text{E-}01$
5	鹤地水库	2019.11	200	NE	55.1	$\leq 2.3\text{E-}04$	$(2.83\pm 0.29)\text{E-}01$

表 3.1-31 地表水沉积物放射性核素测量结果 (一)

单位: Bq/kg (干样)

序号	点位名称	采样时间	采样量, kg	方位	距离 (km)	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
1	沙帽江	2019.11	3	N	4.8	(1.53±0.23) E+01	(1.17±0.18) E+01	(1.77±0.27) E+02	(1.92±0.29) E+01
2	九洲江	2019.11	3	SE	15.5	(3.93±0.59) E+01	(6.66±1.00) E+01	(2.08±0.31) E+02	(5.15±0.77) E+01
3	长青水库	2019.11	3	NE	29.9	(6.26±0.94) E+01	(9.83±1.47) E+01	(1.14±0.17) E+02	(7.27±1.09) E+01
4	石角潭水库	2019.11	3	NW	9.9	(3.37±0.51) E+01	(3.86±0.58) E+01	(1.27±0.19) E+02	(4.63±0.69) E+01
5	鹤地水库	2019.11	3	NE	55.1	(2.31±0.35) E+01	(3.09±0.46) E+01	(2.33±0.35) E+02	(4.24±0.64) E+01

表 3.1-32 地表水沉积物放射性核素测量结果（二）

单位：Bq/kg（干样）

序号	点位名称	采样时间	采样量, kg	方位	距离(km)	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co
1	沙帽江	2019.11	3	N	4.8	≤2.7E-01	≤2.6E-01	≤2.6E-01	≤2.6E-01	≤3.1E-01
2	九洲江	2019.11	3	SE	15.5	≤4.1E-01	≤4.7E-01	≤3.5E-01	≤4.9E-01	≤4.0E-01
3	长青水库	2019.11	3	NE	29.9	≤3.9E-01	≤4.5E-01	≤3.4E-01	≤4.9E-01	≤3.7E-01
4	石角潭水库	2019.11	3	NW	9.9	≤2.3E-01	≤4.8E-01	≤5.3E-01	≤5.4E-01	≤4.6E-01
5	鹤地水库	2019.11	3	NE	55.1	≤2.5E-01	≤3.8E-01	≤5.7E-01	≤3.7E-01	≤5.3E-01

表 3.1-33 海水放射性核素测量结果（一）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co
1	取水口	2019.11	200	SW	10	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 5.7\text{E-}04$	$\leq 9.1\text{E-}04$	$\leq 5.9\text{E-}04$	$\leq 1.0\text{E-}03$
2	排水口	2019.11	200	SW	12	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 6.7\text{E-}04$	$\leq 1.0\text{E-}03$	$\leq 6.7\text{E-}04$	$\leq 1.1\text{E-}03$

表 3.1-34 海水放射性核素测量结果（二）

单位：Bq/L

序号	点位名称	采样时间	采样量, L	方位	距离 (km)	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	^{106}Ru	总 β	^{90}Sr	^3H
1	取水口	2019.11	200	SW	10	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 5.7\text{E-}04$	(2.0 ± 0.19) E+01	(6.21 ± 0.78) E-04	(4.62 ± 0.48) E-01
2	排水口	2019.11	200	SW	12	$\leq 4.1\text{E-}04$	$\leq 6.7\text{E-}04$	1.70 \pm 1.30	(8.31 ± 0.95) E-04	(2.98 ± 0.45) E-01

表 3.1-35 沉积物放射性核素测量结果 (一)

单位: Bq/kg (干样)

序号	点位名称	采样时间	采样量, kg	方位	距离 (km)	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
1	取水口	2019.11	3	SW	10	$(1.48 \pm 0.22) \text{E}+01$	$(1.09 \pm 0.16) \text{E}+01$	$(1.84 \pm 0.28) \text{E}+02$	$(2.10 \pm 0.32) \text{E}+01$
2	排水口	2019.11	3	SW	12	$(3.73 \pm 0.56) \text{E}+01$	$(6.00 \pm 0.90) \text{E}+01$	$(1.73 \pm 0.26) \text{E}+02$	$(4.79 \pm 0.72) \text{E}+01$
3	中堂村	2019.11	3	SW	11.7	$(9.01 \pm 1.35) \text{E}+00$	$(5.61 \pm 0.84) \text{E}+00$	$(9.21 \pm 1.38) \text{E}+00$	$(1.02 \pm 0.15) \text{E}+01$
4	龙头沙码头	2019.11	3	S	9.4	$(5.18 \pm 0.78) \text{E}+01$	$(8.59 \pm 1.29) \text{E}+01$	$(2.08 \pm 0.31) \text{E}+02$	$(6.97 \pm 0.10) \text{E}+01$

表 3.1-36 沉积物放射性核素测量结果 (二)

单位: Bq/kg (干样)

序号	点位名称	采样时间	采样量, kg	方位	距离 (km)	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{54}Mn	^{60}Co	^{90}Sr
1	取水口	2019.11	3	SW	10	$\leq 2.7\text{E}-01$	$\leq 3.1\text{E}-01$	$\leq 2.3\text{E}-01$	$\leq 3.2\text{E}-01$	$\leq 3.8\text{E}-01$	$(4.28 \pm 0.50) \text{E}-01$
2	排水口	2019.11	3	SW	12	$\leq 4.6\text{E}-01$	$\leq 4.9\text{E}-01$	$\leq 4.2\text{E}-01$	$\leq 5.8\text{E}-01$	$\leq 5.0\text{E}-01$	$(6.10 \pm 0.92) \text{E}-01$
3	中堂村	2019.11	3	SW	11.7	$\leq 1.9\text{E}-01$	$\leq 1.8\text{E}-01$	$\leq 1.5\text{E}-01$	$\leq 1.7\text{E}-01$	$\leq 2.0\text{E}-01$	$(3.15 \pm 0.41) \text{E}-01$
4	龙头沙码头	2019.11	3	S	9.4	$\leq 4.0\text{E}-01$	$\leq 4.9\text{E}-01$	$\leq 3.6\text{E}-01$	$\leq 4.9\text{E}-01$	$\leq 4.1\text{E}-01$	$(8.13 \pm 0.71) \text{E}-01$

表 3.1-37 标准物质列表

标准物质名称	生产单位	形态（固、液、气）	定值日期	检定/校准证书编号
Co-60 溶液	中国原子能科学研究院	液体	2016.3.8	JZ-A21-160308A202
Cs-137 溶液	中国原子能科学研究院	液体	2016.3.14	JZ-A21-160308A203
土壤样品	中国原子能科学研究院	固体	2017.12.18	JZ-A21-171214A201
水样品	中国原子能科学研究院	液体	2017.12.19	JZ-A21-171214A204
水样品	中国原子能科学研究院	液体	2017.12.19	JZ-A21-171214A205
水样品	中国原子能科学研究院	液体	2017.12.25	JZ-A21-171214A202
水样品	中国原子能科学研究院	液体	2017.12.28	JZ-A21-171214A203
气溶胶样品	中国原子能科学研究院	固体	2017.12.29	JZ-A21-171214A210
平面源	中国原子能科学研究院	固体	2018.6.11	DYhd2018-2059
平面源	中国原子能科学研究院	固体	2018.6.11	DYhd2018-2059
粉末	中国原子能科学研究院	粉末	2018.5.31	JZ-A21-180531A202
粉末	中国原子能科学研究院	粉末	2018.5.31	JZ-A21-180531A202
平面源	中国原子能科学研究院	固体	2018.6.5	JZ-A01-180528A302
平面源	中国原子能科学研究院	固体	2018.6.5	JZ-A01-180528A302

表 3.1-38 主要仪器设备列表

名称	型号	检定周期 (月)	最近检定日期	证书编号	检定单位
高气压电离室	RSS131	12	2019/10/31	GFJGJL1005190005407	国防科技工业一级计量站
高气压电离室	YB-IV	12	2019/1/23	GFJGJL1005190000176	
热释光测量仪	RGD-3A	12	2019/2/27	GFJGJL1005190000337	
低本底 α 、 β 测量仪	BH1227	24	2019/5/30	DYhd2019-1609	中国计量院
超低本底液闪谱仪	QUANTUL US 1220	24	2018/11/7	GFJGJL1005190004012	国防科技工业一级计量站
高纯锗 γ 谱仪	BE6530	24	2018/6/26	GFJGJL1005190002030	
高纯锗 γ 谱仪	GEM-S7030- LB-C	24	2019/9/11	GFJGJL1005190004906	
智能大流量TSP (PM10) 采样器	崂应 2031	12	2019/1/3	EC192-EC000012	北京计量院
电子天平	HZT-A	12	2019/3/14	T2019031404	中国原子能科学研究院 计量室
电子天平	AE240	12	2019/3/18	T2019031801	

表 3.1-39 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪泊松分布检验结果

测量序号	α	β
1	4	54
2	1	52
3	5	50
4	5	58
5	3	75
6	4	63
7	2	55
8	3	64
9	6	49
10	8	64
标准偏差, S	2.02	8.2
平均值, N	4.1	58.5
df 自由度	9	9
χ^2	8.96	10.34
α 显著水平	0.05	
$\chi^2_{(1-\alpha/2),df}$	2.7	
$\chi^2_{\alpha/2,df}$	19.2	
α 检验结果	8.96 \leq 8.96 \leq 19.20	
β 检验结果	8.96 \leq 10.34 \leq 19.20	

表 3.1-40 陆地 γ 辐射空气吸收剂量率质保样测量结果统计表

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量时间	测量结果		相对偏差, %
					测量值 1	测量值 2	
1	NE1	NE	0.8	2019.11	71.6	74.34	1.9
2	SE1	SE	0.8		27.1	29.8	4.7
3	SW1	SW	0.2		21.9	23.96	4.5
4	E1	E	0.7		65	67.07	1.6
5	SE2	SE	2.6		34.5	38.1	5.0
6	南垌村	S	3.3		50.9	57.21	5.8
7	N2	N	1.6		59	52.38	5.9
8	NW2	NW	1.1		36.4	35.24	1.6
9	南垌村	S	3.3		50.9	59.03	7.4
10	SE2-1	SE	2.8		27.8	32.1	7.2
11	N5	N	2.1		36.4	33.93	3.5
12	茂兰坡	E	3.7		37.9	36.41	2.0
13	丰埆	N	3.7		34.8	29.35	8.5
14	那畔	SW	9.2		57.7	51.08	6.1
15	厂址东南 0.8km	E	0.8		74.7	70.31	3.0
16	坡心	S	11.6	49.2	47.65	1.6	
17	SW1-2	S	11.9	2019.11	59	57.36	1.4
18	ES1-2	E	18.6		76.4	74.2	1.5
19	关塘	N	12.8		36.6	39.02	3.2

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量时间	测量结果		相对偏差, %
					测量值 1	测量值 2	
20	陆地-1	S	4.7	2020.01	40.7	38.46	2.8
23	E1-1	E	0.6		37.7	31.99	8.2
24	E2	E	0.5		62.8	60.04	2.2
25	E2-2	E	0.8		44.1	42.65	1.7
26	ES1-2	E	18.6		79.8	79.27	0.3
27	N1	N	0.7		63.6	60.44	2.5
28	N1-2	N	0.6		35.1	38.88	5.1
29	N2	N	1.6		89.1	86.01	1.8
30	N5	N	2.1		37.8	33.68	5.8
31	NE1	NE	0.8		57.8	48.49	8.8
32	NE1-1	NE	0.8		68.6	67.2	1.0
33	NE1-3	E	15.3		42.9	44.2	1.5
34	NW1	NW	0.9		54.3	45.51	8.8
35	NW10	NW	5.1		63.8	65.76	1.5
36	NW1-2	NW	0.9		37.9	38.49	0.8
37	NW2	NW	1.1		55.7	55.25	0.4
38	S1	S	0.7		2020.01	39.9	40.31
39	S1-1	S	0.6	41.6		38.75	3.5
40	S1-3	S	0.6	43.2		37.58	7.0
41	S1-4	S	0.4	29.3		33.67	6.9
42	S2	S	4.4	48.9		43.95	5.3
合计	测量量				200		

序号	点位名称	方位	距离 (km)	测量时间	测量结果		相对偏差, %
					测量值 1	测量值 2	
	质保样测量量				40		
	质保样比例				20		

表 3.1-41 环境介质质保样品测量结果统计表

样品名称	样品类型	核素	测量结果		相对偏差, %	监测量	质保样测量	质保样比例, %
			测量值 1	测量值 2				
旧埠村	地表土	²²⁶ Ra	(2.53±0.38) E+01	(2.62±0.39) E+01	1.74	31	4	12.9
		²³² Th	(1.58±0.24) E+01	(1.56±0.23) E+01	0.64			
		⁴⁰ K	(1.37±0.21) E+01	(1.55±0.23) E+01	6.16			
		²³⁸ U	(5.99±0.90) E+01	(5.92±0.89) E+01	0.59			
		⁹⁰ Sr	≤1.8E-01	0.185	/			
平垌村	地表土	²²⁶ Ra	(3.02±0.45) E+01	(2.89±0.43) E+01	2.2			
		²³² Th	(3.36±0.50) E+01	(3.38±0.51) E+01	0.3			
		⁴⁰ K	(6.59±0.99) E+01	(7.04±1.06) E+01	3.3			
		²³⁸ U	(3.82±0.57) E+01	(4.21±0.63) E+01	4.86			
		⁹⁰ Sr	2.46±0.05	2.13±0.04	7.19			
取水口底泥	海洋底泥	²²⁶ Ra	(1.48±0.22) E+01	(1.34±0.20) E+01	4.96			
		²³² Th	(1.09±0.16) E+01	(1.16±0.17) E+01	3.11			
		⁴⁰ K	(1.84±0.28) E+02	(1.91±0.29) E+02	1.87			
		²³⁸ U	(2.10±0.32) E+01	(2.29±0.34) E+01	4.33			
		⁹⁰ Sr	(4.28±0.50) E-01	(4.21±0.54) E-01	0.82			
沙帽江	地表水沉积物	²²⁶ Ra	(1.46±0.22) E+01	(1.53±0.23) E+01	2.34			
		²³² Th	(1.13±0.17) E+01	(1.17±0.18) E+01	1.74			
		⁴⁰ K	(1.79±0.27) E+02	(1.77±0.27) E+02	0.56			
沙帽江	地表水沉积物	²³⁸ U	(1.89±0.28) E+01	(1.92±0.29) E+01	0.79			
		⁹⁰ Sr	(3.09±0.62) E-01	(3.83±0.40) E-01	10.69			

样品名称	样品类型	核素	测量结果		相对偏差, %	监测量	质保样测量	质保样比例, %			
			测量值 1	测量值 2							
塘仔山村	地下水	⁹⁰ Sr	(2.31±0.11) E-03	(1.52±0.10) E-03	20.6	12	4	33.3			
		³ H	(2.42±0.17) E-01	(2.12±0.19) E-01	6.6						
沙帽江	地表水	⁹⁰ Sr	(2.16±0.22) E-04	(1.22±0.21) E-04	27.8						
		³ H	(2.32±0.21) E-01	(2.56±0.23) E-01	4.1						
旧埠村	饮用水	⁹⁰ Sr	(3.85±0.26) E-04	≤3.2E-04	/						
		³ H	(3.41±0.25) E-01	(4.12±0.36) E-01	9.4						
		总 β	(1.30±0.07) E-01	(1.39±0.07) E-01	3.35						
龙头沙码头	海水	⁹⁰ Sr	(6.21±0.78) E-04	(7.45±0.9) E-04	9.1						
		³ H	(4.62±0.48) E-01	(3.56±0.41) E-01	13						
		总 β	(2.02±0.19) E+01	15.9±±1.50	11.9						
气象站	气溶胶	⁷ Be	(6.13±0.92) E-03	(6.30±0.94) E-03	1.4				3	1	33.3



图 3.1-1 厂址 5km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

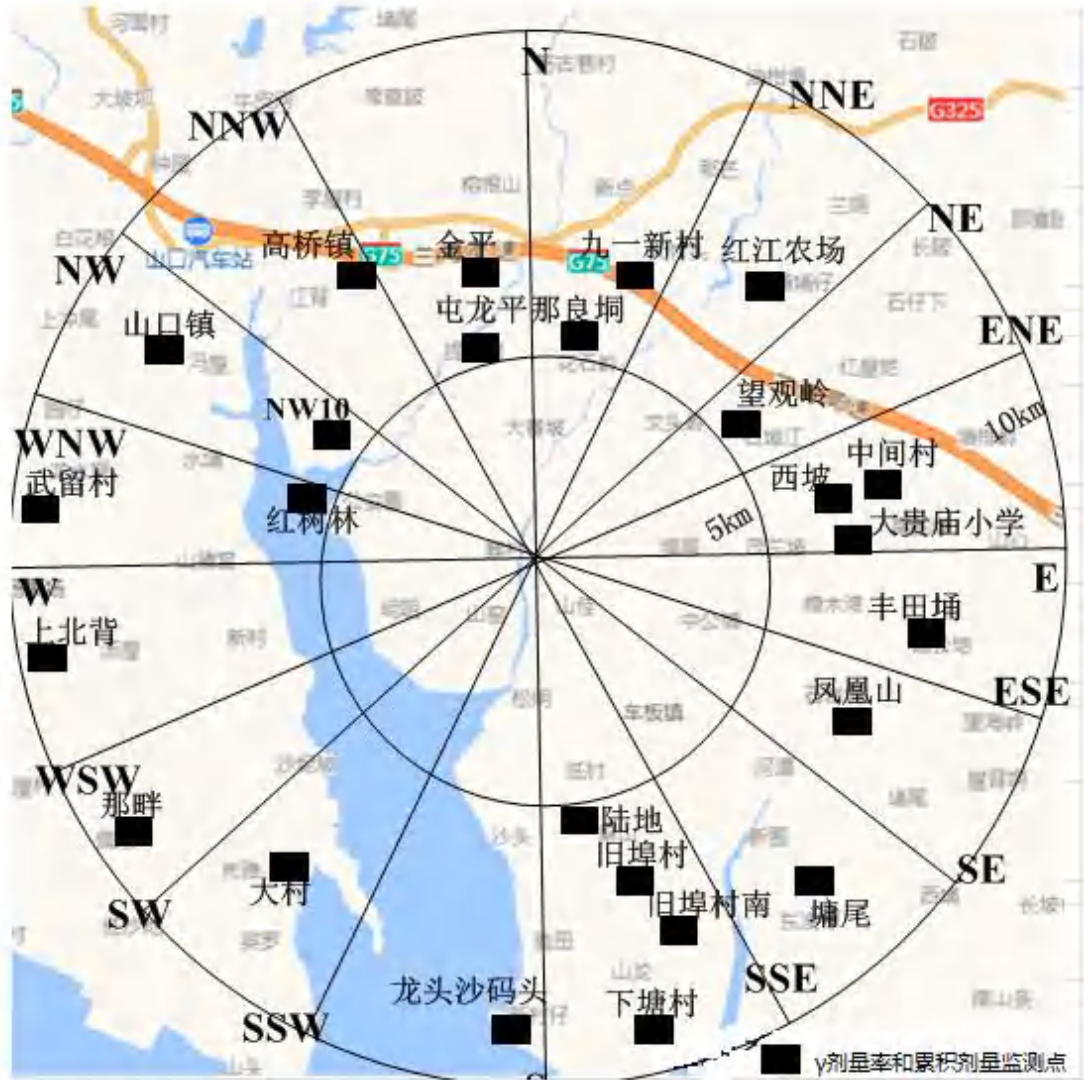


图 3.1-2 厂址 5~10km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

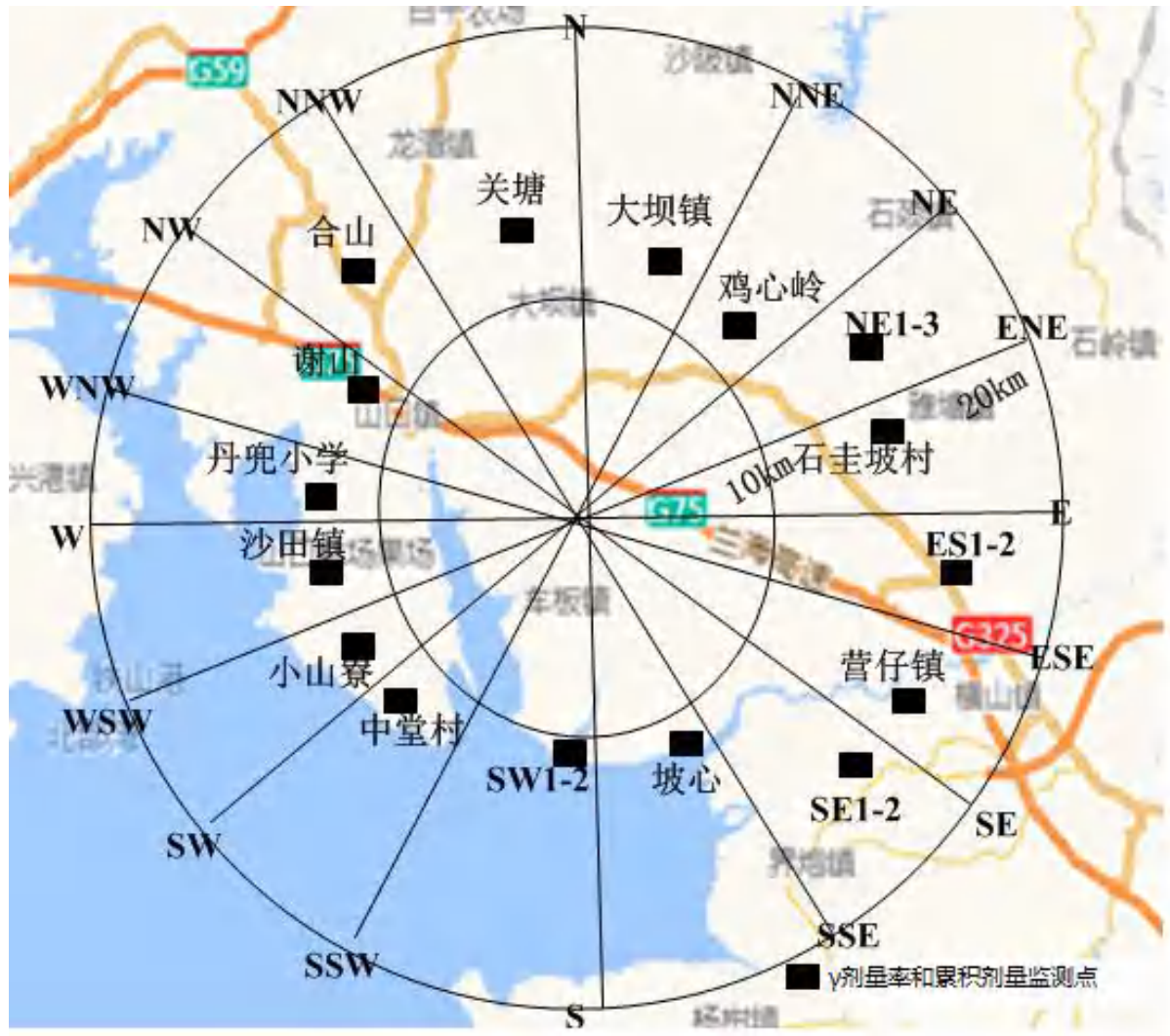


图 3.1-3 厂址 10~20km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

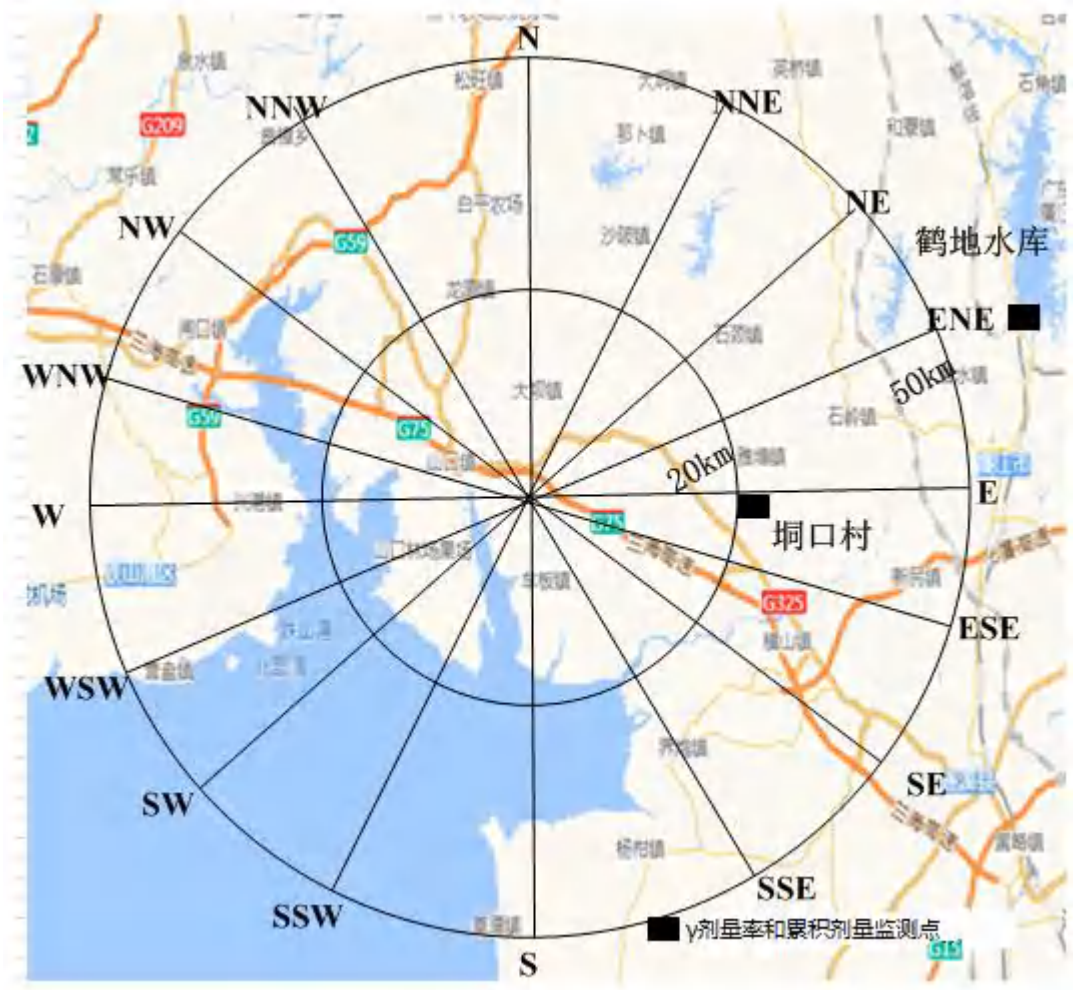


图 3.1-4 陆地环境贯穿辐射对照点示意图

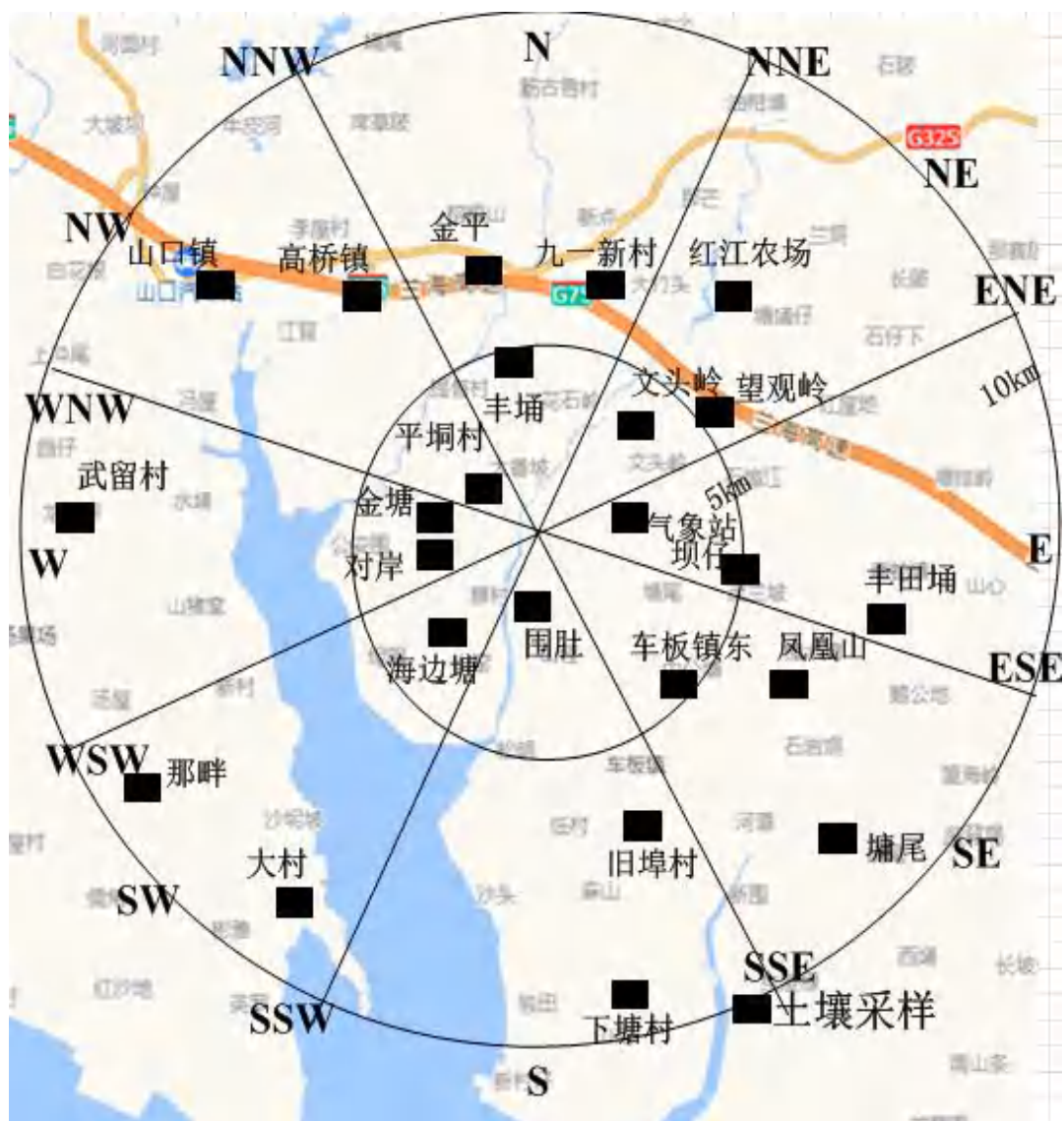


图 3.1-5 10km 范围内土壤采样点示意图



图 3.1-6 土壤对照点示意图

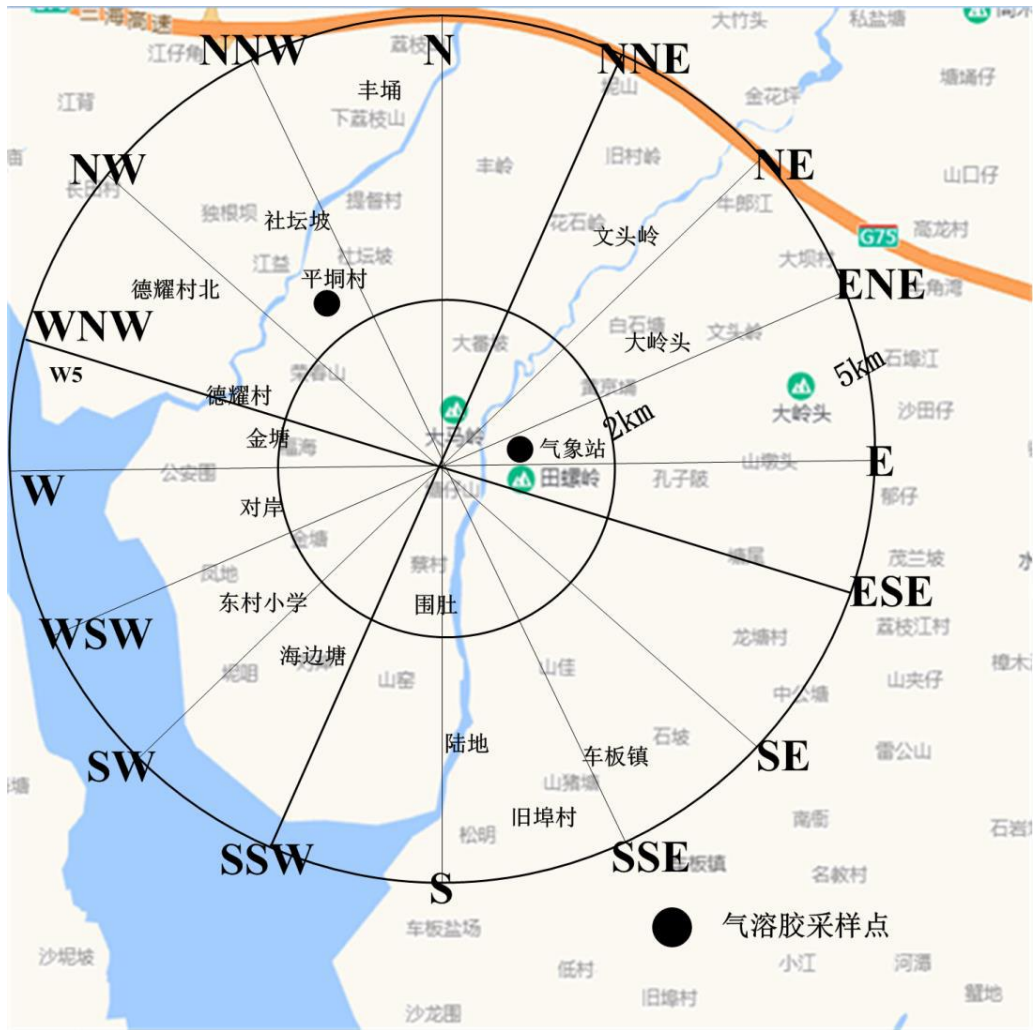


图 3.1-7 气溶胶采样点示意图



图 3.1-8 非受纳水体取样点示意图



图 3.1-9 接纳水体采样点示意图

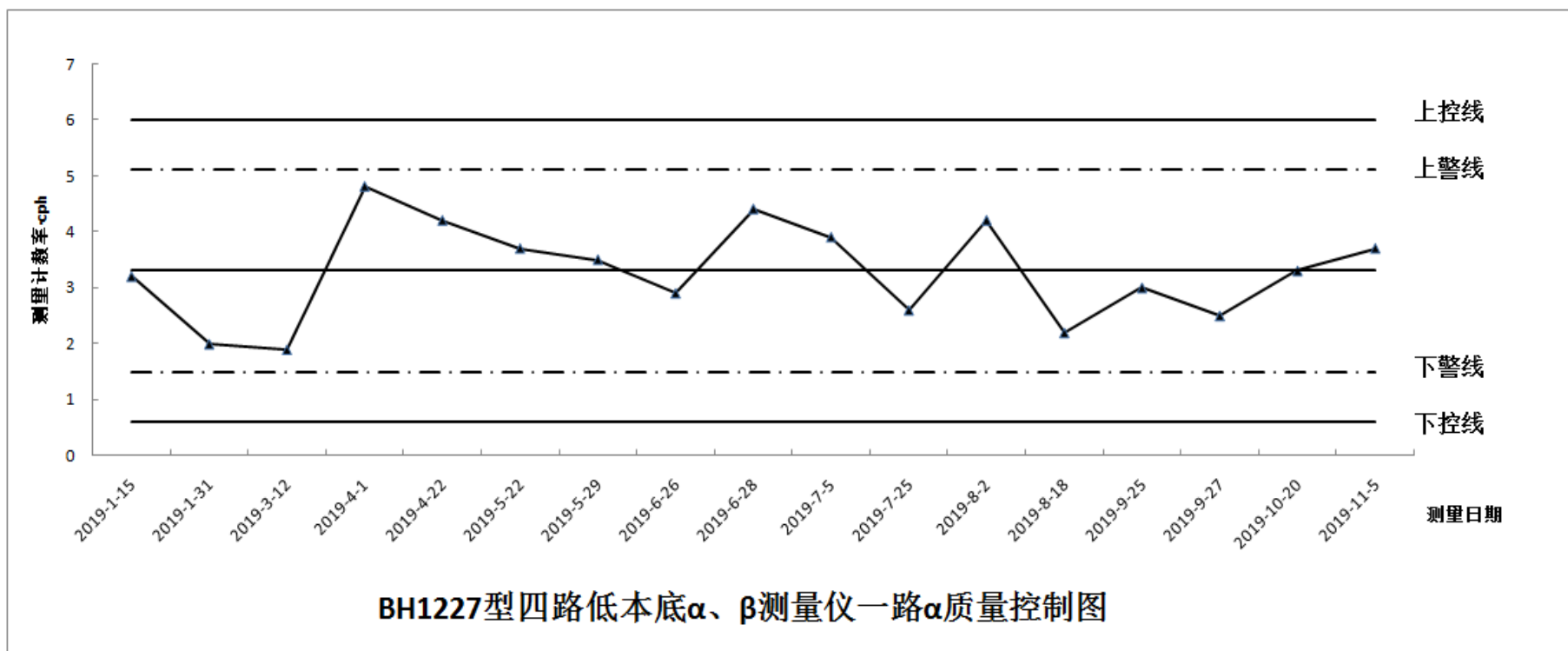


图 3.1-10 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第一路 α 本底质量控制图

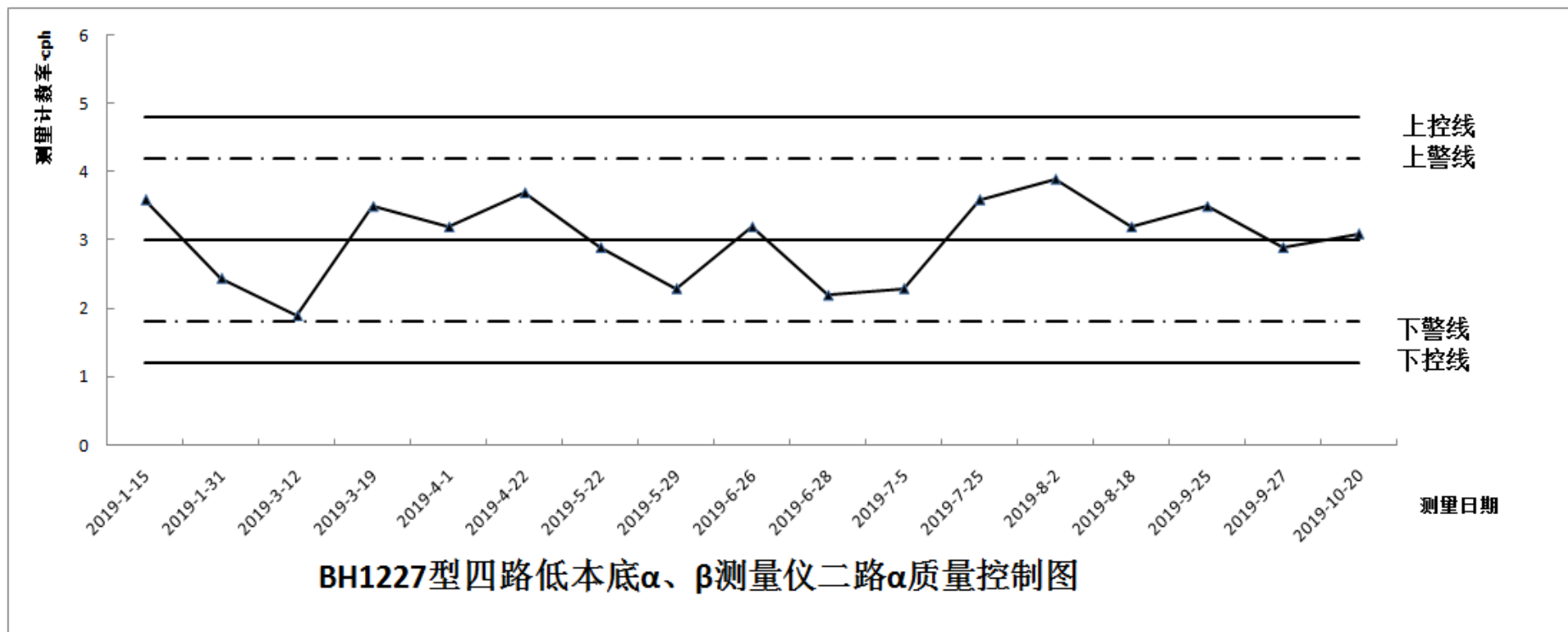


图 3.1-11 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第二路 α 本底质量控制图

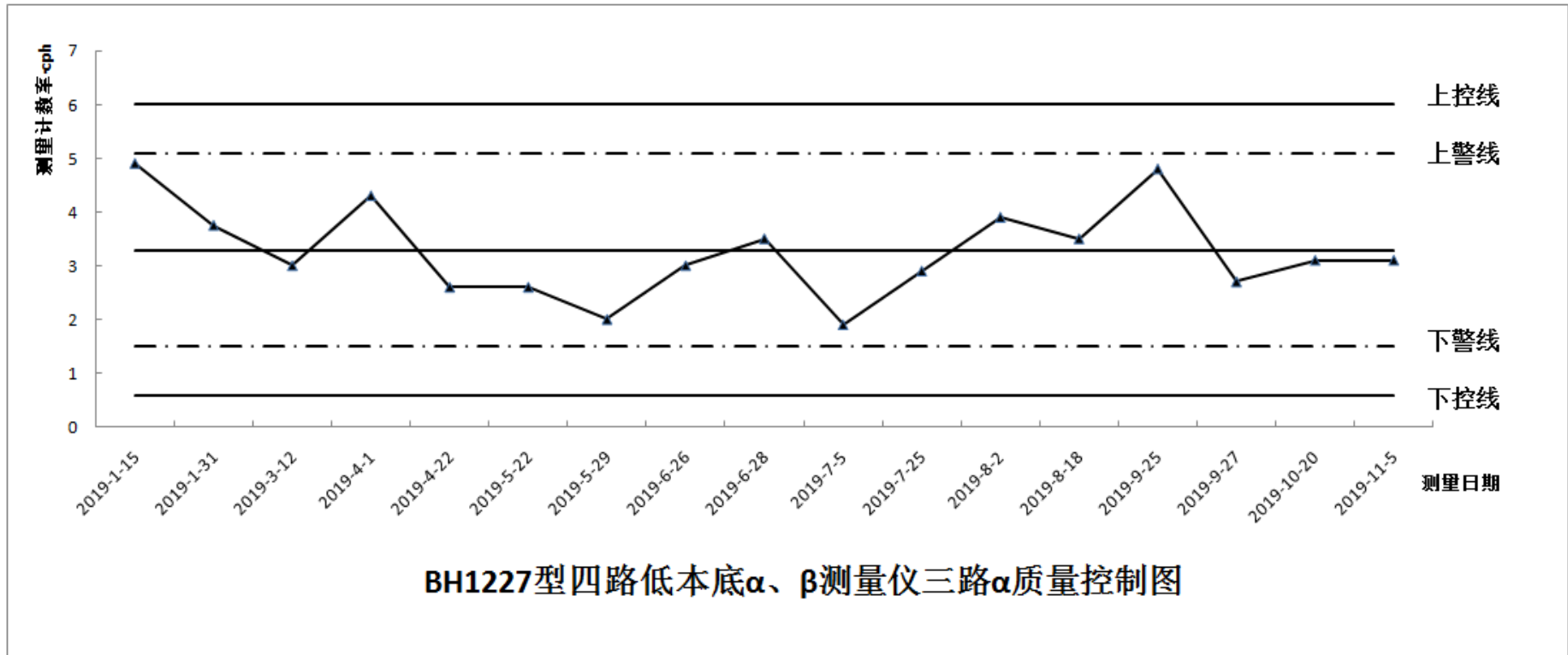


图 3.1-12 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪三路 α 本底质量控制图

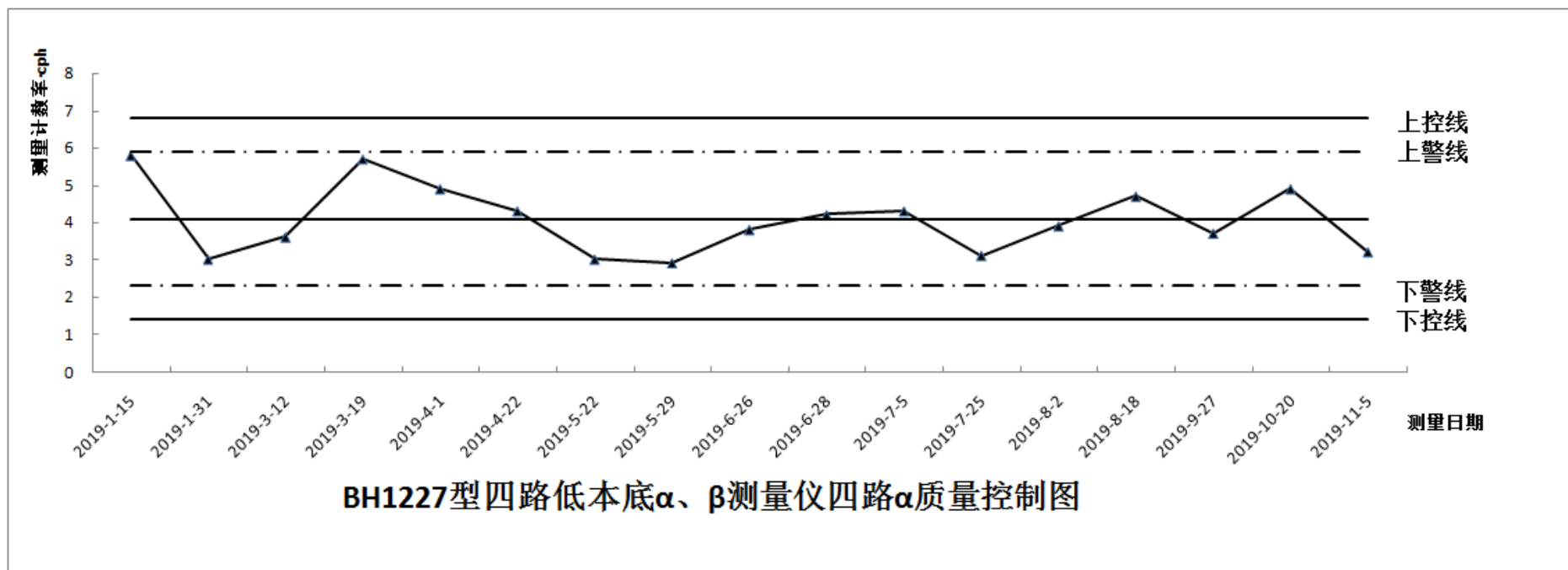


图 3.1-13 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第四路 α 本底质量控制图

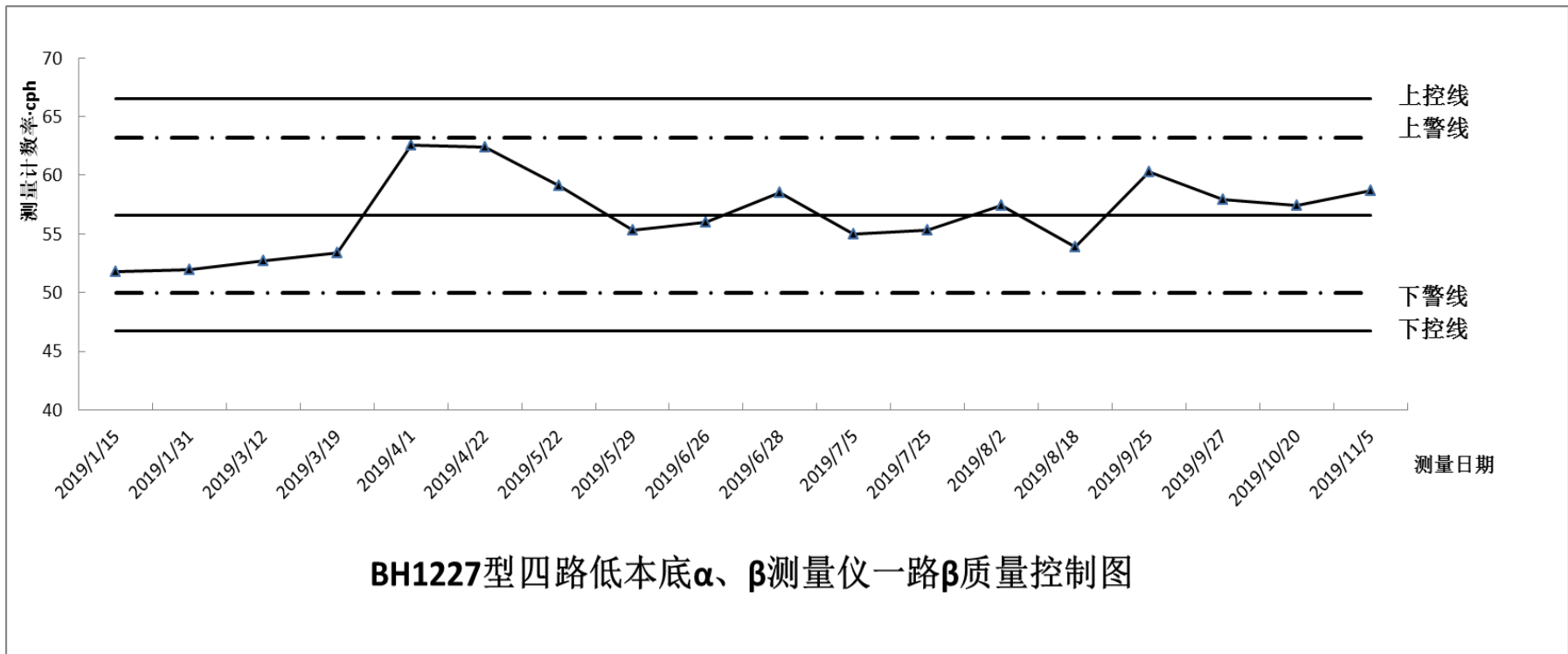


图 3.1-14 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第一路 β 本底质量控制图

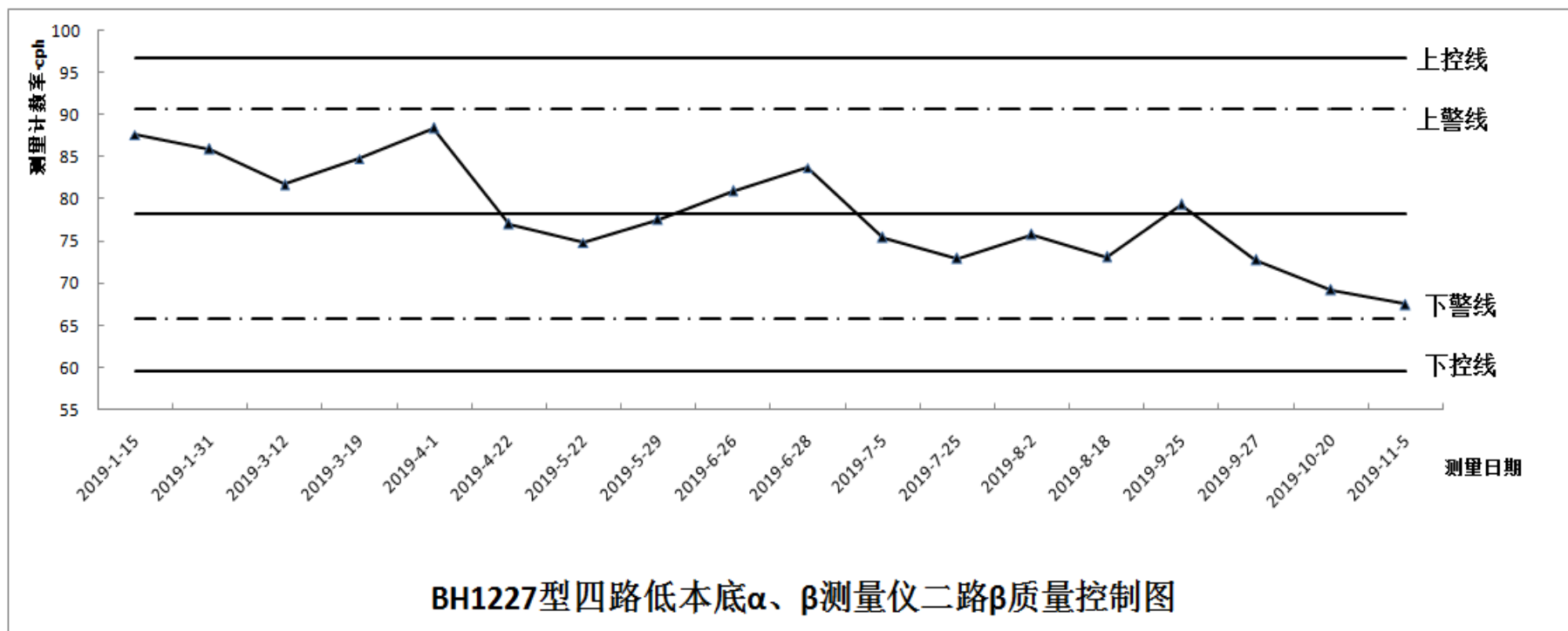


图 3.1-15 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪二路 β 本底质量控制图

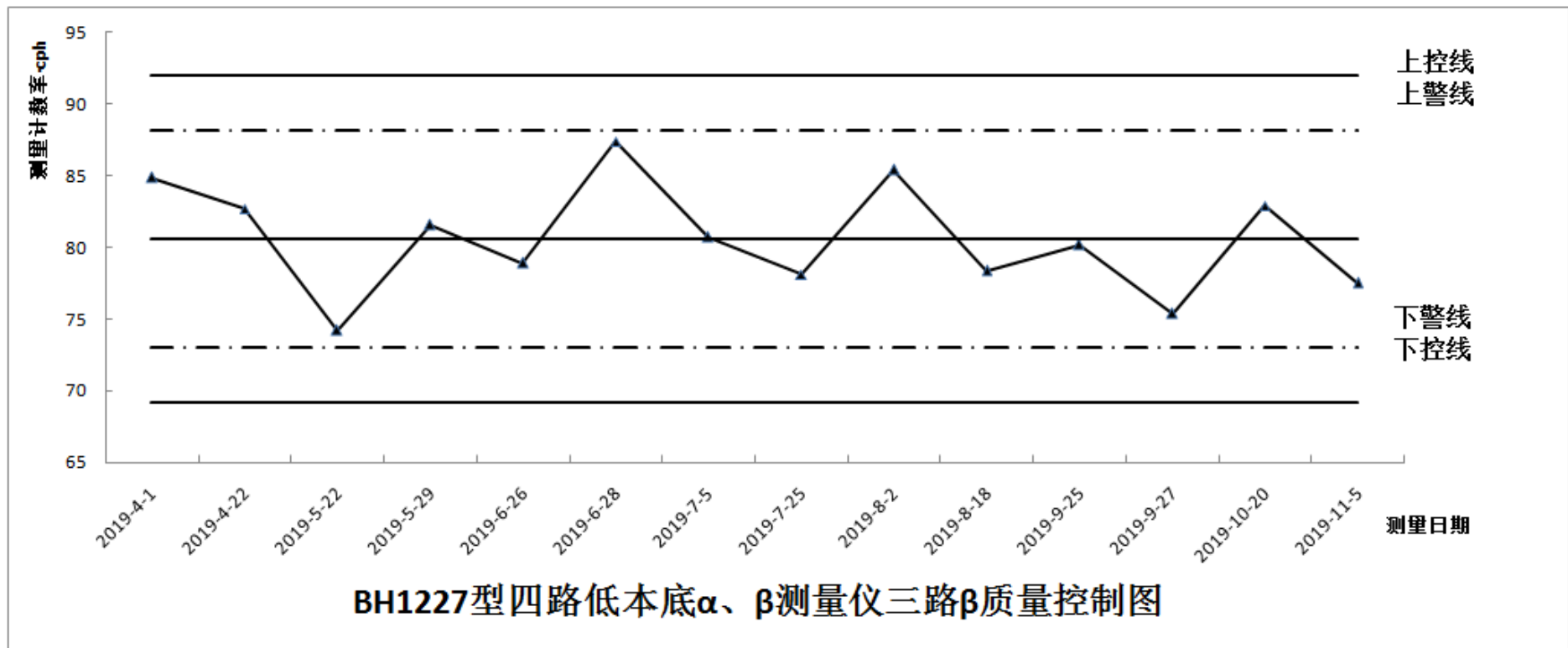


图 3.1-16 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第三路 β 本底质量控制

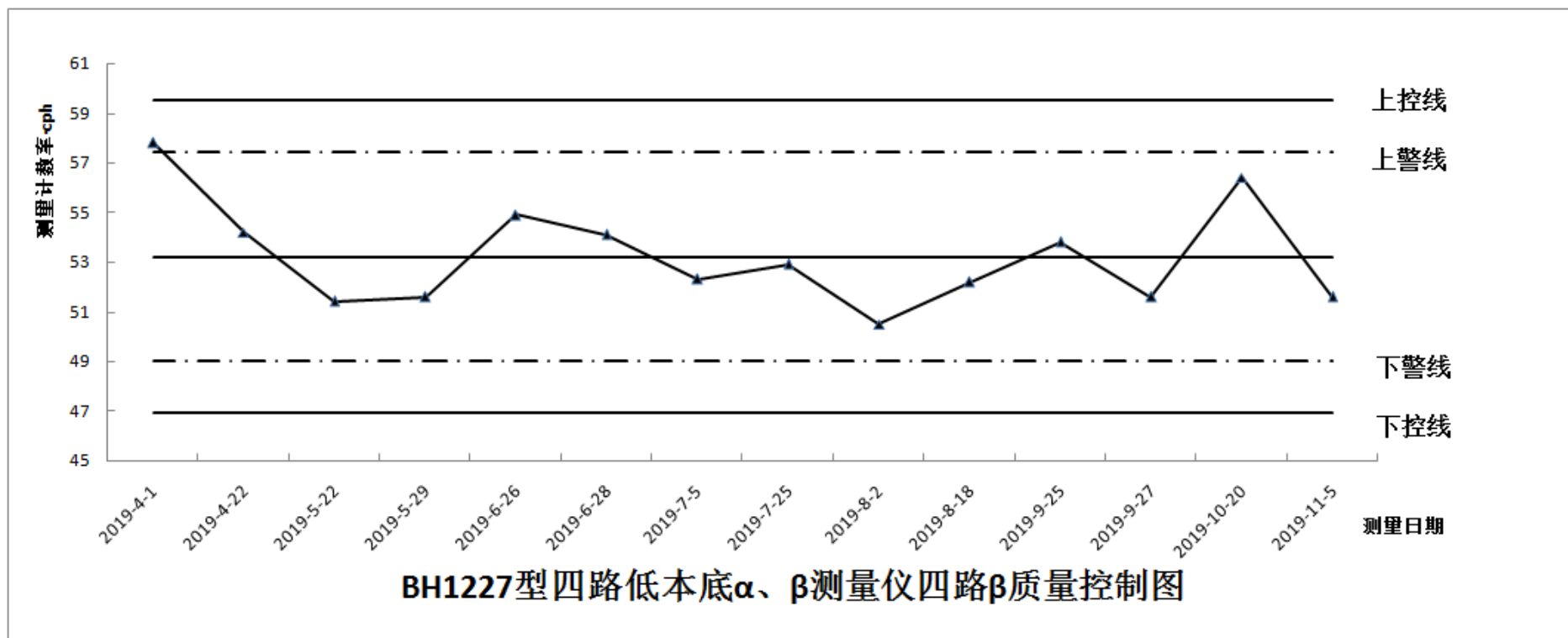


图 3.1-17 BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第四路 β 本底质量控制图

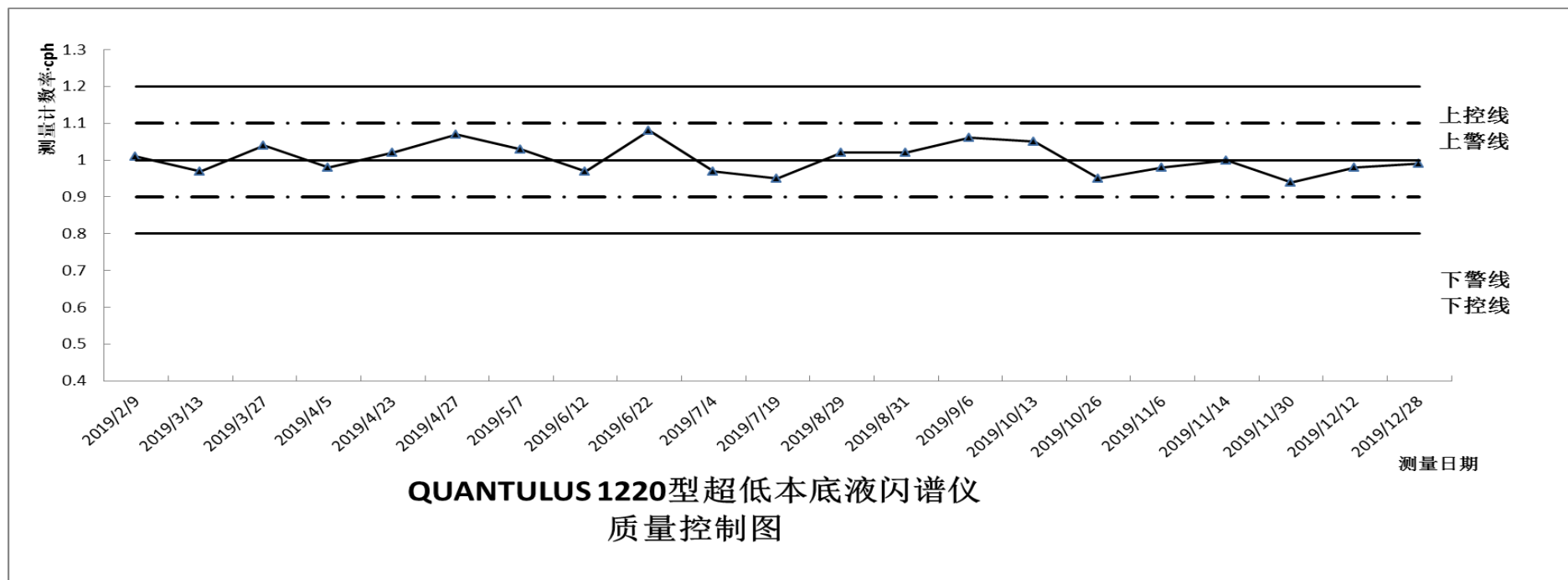


图 3.1-18 QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪本底质量控制图

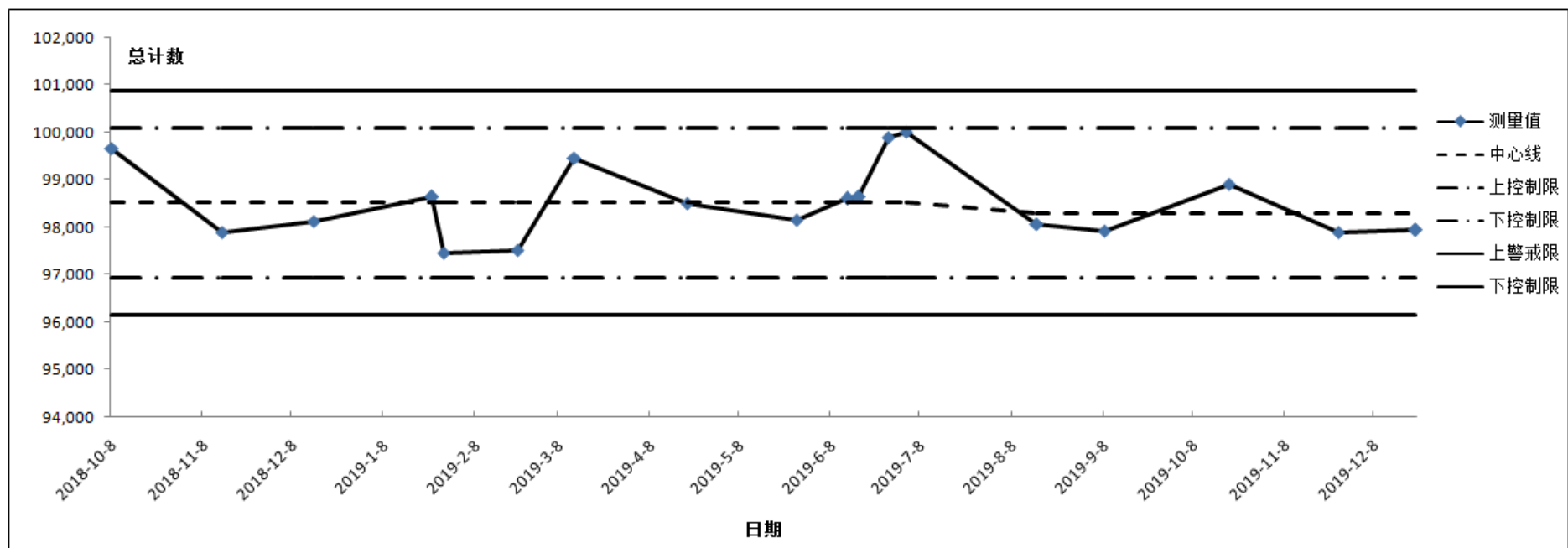


图 3.1-19 BE6530 型高纯锗 γ 谱仪本底质量控制图

3.2 非辐射环境质量现状

生态环境部华南环境科学研究所于 2021 年 5 月上旬在广东廉江核电厂厂址周围对大气环境、水环境、电磁辐射和声环境进行了调查和监测工作，并完成了《广东廉江核电项目非放射性环境本底监测报告》。国家海洋局南海调查技术中心于 2020~2021 对厂址周围海水环境进行调查和监测工作。本节根据上述成果对本工程所在区域目前的非辐射环境质量现状进行描述和评价。

3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

3.2.1.1 监测范围和项目

本项目环境空气监测范围确定为以厂址反应堆为中心，半径 5 km 范围内。

监测项目包括二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、臭氧（O₃）、颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）等。

3.2.1.2 监测时段

本项目所在地区属于亚热带海洋性季风气候，4~9 月多东及东南风，10 月~次年 3 月盛行北及东北风。热带风暴一般发生于 5~11 月，以 7~9 月居多。根据任务书要求，监测期定为 2021 年 5 月 12 日~19 日进行监测；监测周期为连 7 天。

3.2.1.3 布点方案

监测布点在充分考虑项目所在区域的环境条件和气象条件，依据《广东廉江核电项目非放射性环境本底监测技术任务书》及《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ 664-2013），确定为 4 个采样点，其中，拟建厂址设 1 个，厂址上风向设 1 个监测点，厂址下风向居民点设 1 个监测点，进场道路沿线设 1 个监测点。

具体监测点位见表 3.2-1 和图 3.2-1。

3.2.1.4 采样和监测方法

监测项目为 PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO 和 O₃。

PM₁₀、PM_{2.5} 只监测 24 小时平均浓度，PM₁₀、PM_{2.5} 每日至少有 20 小时的采样时间。

SO₂ 和 NO₂ 分别监测 24 小时平均浓度和 1 小时平均浓度，CO 只监测 1 小时平均浓度。对于 24 小时平均浓度，每日至少有 20 小时的采样时间；对于 1

小时平均浓度，分别监测 02:00、08:00、14:00、20:00 时 4 个时间段质量浓度值，每个时段的采样时间不少于 45 min。

O₃ 监测 8 小时平均浓度值，每天采集 3 次。

采样期间记录 02:00、08:00、14:00、20:00 的气温、气压、风向、风速等有关气象资料。采样时间及频率见表 3.2-2。

采样环境、采样高度要求按《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194-2005）执行，监测分析执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）规定的分析方法，见表 3.2-3。

对 PM₁₀、PM_{2.5} 项目采用现场采样、实验室分析的方法进行。将空白滤膜平衡处理至恒重后，称量、编号、登记，放在样品袋中备用。现场采样时，将已称重的空白滤膜用镊子放入洁净采样夹内的滤网上，滤膜毛面应朝进气方向。将滤膜牢固压紧至不漏气。用相应切割特性的采样器，恒速抽取定量体积的空气。采样结束后，将滤膜用镊子取出，将有尘面两次对折，放入采样袋中，并做好采样记录。将滤膜带回实验室进行分析称重，根据采样前后滤膜的重量之差及采样体积，计算 PM₁₀、PM_{2.5} 的浓度。

对 SO₂、NO₂、O₃ 项目采用现场采样、现场实验室分析的方法进行。将配制好的吸收液装多孔玻板吸收管中，编号。现场采样时，将吸收管与空气采样器连接，以恒定流量进行采样，并做好采样记录。将样品带回现场实验室，用分光光度法进行比色分析，根据采样体积计算 SO₂、NO₂、O₃ 的浓度。

对 CO 项目采用现场采样与检测。

3.2.1.5 监测结果

本项目环境大气质量监测时间是 2021 年 05 月 12 日至 19 日，监测周期内取得有代表性的 7 天有效数据。采样期间同时记录 02:00、08:00、14:00、20:00 的气温、气压、风向、风速等有关气象资料，见表 3.2-4。具体监测结果见表 3.2-5。

3.2.1.6 监测结果与标准比较

本项目 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 和 CO 的现状监测结果与《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）（表 3.2-6）进行比较。

从廉江市环保局调查了解，厂址区域环境空气质量评价执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的二级标准。经过计算，监测周期内 4 个监测点 SO₂、

NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 和 CO 污染指数均小于 1，监测结果均满足《环境空气质量标准》二级标准值。

通过查询“中华人民共和国环境保护部数据中心”湛江市环境空气质量数据，在本项目监测时间段内 2021 年 05 月 12 日至 17 日之间湛江市空气质量情况见表 3.2-7。可知 2021 年 05 月 12 日至 17 日环境空气质量优，污染物浓度较低，与本项目监测结果一致。

3.2.1.7 本次调查结果与 2017 年结果比较

2017 年，上海核工程研究设计院有限公司委托中国辐射防护研究院承担《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测》工作。监测范围为厂址反应堆为中心，半径 5 km 范围内的区域。区域内共布设 3 个监测点位，拟建厂址设 1 个（黄京涌），厂址上风向设 1 个监测点（花石岭村），厂址下风向居民点设 1 个监测点（南垌村）。监测项目为二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）、一氧化碳（CO）。监测时段为 2017 年 12 月 09 日至 12 月 15 日连续 7 天。

本次调查范围与 2017 年调查范围基本一致，共布设 4 个采样点，拟建厂址设 1 个（黄京涌），厂址上风向设 1 个监测点（花石岭村），厂址下风向居民点设 1 个监测点（南垌村），进场道路沿线 1 个监测点（大坝河）。其中有 3 个监测点（黄京涌、花石岭村和南垌村）与 2017 年点位相同。监测项目为二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）、一氧化碳（CO）与 2017 年相同。监测时段为 2021 年 05 月 12 日至 19 日，连续 7 天。

2017 年，二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）、一氧化碳（CO）监测结果均满足《环境空气质量标准》二级标准值，而 PM_{2.5} 污染指数均大于（或等于）1，环境空气质量超过二级标准限值。本次监测 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 和 CO 污染指数均小于 1，监测结果均满足《环境空气质量标准》二级标准值。

相对于 2017 年，环境空气质量有所改善。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.2.1 调查和监测对象

与非放射性大气环境本底监测同步，选择 5 月份开展声环境本底监测。监测因子为连续等效 A 声级 L_{eq} 、最大 A 声级 L_{max} 、 L_N (L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90}) 及昼间的 L_d 和夜间的 L_n 。

3.2.2.2 布点方案

(1) 监测范围

以厂址反应堆为中心 5km 半径范围内陆域。

(2) 监测布点原则

监测布点在充分考虑项目所在区域的环境条件和气象条件，依据《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ 2.4-2009) 进行布点。

厂区：在厂区边界的东、西、南、北侧各布设 1 个测量点；在厂区拟建的施工区、生活区和办公区各布设 1 个测量点；在反应堆和海水冷却塔位置处各布设 1 个定点噪声测量点，共 9 个监测点。

厂址半径 5km 范围陆域：以 1km×1km 网格进行布点。对于重点地区如较大的集中居民点处、交通道路的道口和两侧、固定噪声源等位置布点适当加密布点，增加测量次数。网格要完全覆盖住被划定的区域。每个网格中的工厂、道路及非建成区的面积之和不得大于网格面积的 50%，否则视为该网格无效。测点布在每一个网格的中心，若网格中心不宜测量(如为建筑物、沟、工厂区内等)，应将测点移动到距离中心最近的可测量的位置上进行测量。

在居民区、交通干线、冷却塔补水取水口、厂址附近工业企业、网格区域等布点 75 个，共计布设 84 个噪声测量点。具体布点情况见图 3.2-2 至图 3.2-4。

3.2.2.3 监测方法

测量依据：依据《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 和社会生活环境噪声排放标准(GB 22337-2008)。声级计和校准仪器应定期检定合格，并在有效使用期内使用。每次测量前、后必须在现场进行声学校准，其前后校准的测量仪器示值偏差不得大于 0.5 dB(A)。

测量仪器：测量仪器为 AWA6228+多功能声级计和 AWA6291 噪声分析仪。校准器为 AWA6221A 声校准器。

气象条件：测量应在无雨雪、无雷电天气，风速 5 m/s 以下时进行。

方法简述：测量点选在居住或工作建筑物外，离任一建筑物的距离不小于 1 m，传声器距地面的垂直距离不小于 1.2~1.5 m，测量时传声器加风罩。在规定的测量时间内，每次每个测点测量 10 min 连续等效 A 声级 L_{eq} 、 L_N (L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90}) 和 SD。对于定点测量点，进行 24 小时连续测量。测量每小时的 L_{eq} 、 L_N (L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90}) 和 SD 及昼间的 L_d 和夜间的 L_n 。

3.2.2.4 监测结果

本项目声环境本底监测与大气环境本底监测现场同步进行，测量时间为 2021 年 05 月 12 日至 17 日，测量期间为无雨天，风力小于 5 m/s。监测结果见表 3.2-8~表 3.2-10。

3.2.2.5 监测结果与标准比较

本项目厂外环境敏感点声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类声环境功能区限值(表 3.2-11)；电厂施工期间建筑施工厂界噪声执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的相应标准(表 3.2-12)；电厂运行期间厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)规定的“工业企业厂界环境噪声排放限值”3 类声环境功能区限值(表 3.2-13)。

监测数据表明，本项目运行厂区厂界噪声的监测结果(L_{eq})除厂界东(57.8 dB)夜间噪声超标外，其他厂界噪声的监测结果均低于“工业企业厂界环境噪声排放限值”3 类声环境功能区限值昼间(70 dB)和夜间(55 dB)。

厂区内施工区的昼间(54.7 dB)和夜间(51.0 dB)的噪声监测结果(L_{eq})满足《声环境质量标准》3 类声环境功能区规定环境噪声昼间 65dB、夜间 55 dB 的限值；除生活区(59.6 dB)昼间噪声超标外，生活区、办公区的其余的监测结果均低于《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 1 类声环境功能区规定环境噪声昼间 55 dB、夜间 45 dB 的限值。

厂区附近集中居民点、陆域网格、定点噪声的 73 个监测点位的监测结果中，有 28 个点位的昼间噪声和 56 个点位的噪声监测结果超过《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 1 类声环境功能区规定环境噪声昼间 55dB、夜间 45dB 的限值，昼间和夜间超标点位的比例分别为 38.4%和 74.7%；冷却塔补水取水口(48.1 dB)

夜间噪声超标，超过《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类声环境功能区规定环境噪声夜间 45dB 的限值；交通噪声（高速渝湛线）监测点夜间（66.1 dB）噪声监测结果超过《声环境质量标准》4a 类声环境功能区规定的夜间 55dB 的限值，昼间噪声监测结果低于规定昼间 70dB 的限制。

居民点噪声超标原因为：每个噪声监测数据 Leq 值为测量 10min 连续等效 A 声级，在 10min 的测量时间段内，有飞机、车辆及村民经过测量点，说话声、狗叫声、虫鸣、飞机声及其他交通噪声等都会造成噪声测量值偏高。

3.2.2.6 噪声污染源资料

经向厂址所在广东省廉江市环保局调查了解，厂址区域内和厂址周围敏感区附近无其他固定的或移动的噪声污染源。

3.2.2.7 本次调查结果与 2017 年结果比较

2017 年，上海核工程研究设计院有限公司委托中国辐射防护研究院承担《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测》工作。监测范围为厂址反应堆为中心，半径 5 km 范围内的区域。监测项目包括昼间等效声级 Ld、夜间等效声级 Ln、最大 A 声级 Lmax 和累积百分声级 LN（L10、L50、L90）。

本次调查范围与 2017 年调查范围基本一致。2017 年，厂址区域内噪声、厂址附近集中居民点、陆域网格、定点环境噪声监测结果（Leq）均低于 GB 3096-2008《声环境质量标准》1 类声环境功能区规定环境噪声昼间 55dB、夜间 45dB 的限值；厂界噪声均低于“工业企业厂界环境噪声排放限值”3 类声环境功能区限值昼间（65 dB）和夜间（55 dB）。厂址 5km 范围内有 1 家工业企业，厂区噪声监测结果（Leq）满足《声环境质量标准》3 类声环境功能区规定环境噪声昼间 65dB、夜间 55dB 的排放限值；4 个交通噪声点，其中 G75 国道昼间噪声、G325 国道高峰时段昼间噪声及 G75 国道夜间噪声超标，其余监测点监测结果（Leq）均低于《声环境质量标准》4a 类声环境功能区规定昼间 70dB、夜间 55dB 的限值。

本次监测结果与 2017 年对比，厂界东夜间噪声超标，厂址区域内噪声、厂址附近集中居民点、陆域网格、定点环境噪声监测超标点位较 2017 年明显增加，环境噪声有增高趋势。

3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

3.2.3.1 海水环境质量现状调查与评价

本核电项目的排水的受纳水体为北部湾。国家海洋局南海调查技术中心于2020~2021对厂址周围海域水环境进行调查和监测工作，共进行了秋、冬、春、夏四季调查，共测试了36项水质指标。

3.2.3.1.1 海水环境质量现状初步调查

《湛江市生态环境质量年报简报》（2020年）显示，2020年，湛江市近岸海域海水水质监测点位34个。采用点位法，34个国控点位优良水质比例为82.3%；采用面积法评价，优良（一、二类）面积占比94.1%，非优良点位主要分布在湛江港、安铺港和通明港。

34个海水监测点位中一类19个（占比55.9%）、二类9个（占比26.5%）、三类1个（占比2.9%）、四类1个（占比2.9%）、劣四类4个（占比11.8%）。优良点位（一、二类）共28个，优良点位比例为82.4%。非优良点位主要分布在湛江港、安铺港和通明港，超标因子为活性磷酸盐（5个）、无机氮（6个）、石油类（1个）。

一类海水面积占比72.0%，二类占比22.1%，三类占比1.9%，四类占比1.9%，劣四类占比2.1%。优良（一、二类）面积占比为94.1%。

对照《广东省海洋功能区划》（2011-2020年）和《广西区海洋功能区划》（2011-2020年）中各个海洋功能区内的环境保护要求，将站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表3.2-14。

3.2.3.1.2 海水环境质量监测方案

1) 调查范围

调查范围是以核电厂取排水口为中心，半径30km范围内的海域，按照全面覆盖、重点代表的原则调整站位布设，站位布设采用5条主辐射式断面，根据实际情况，在预选取、排水口和其它环境敏感目标处适当加密调查站位，调查范围位于21°10'N~21°36'N，109°30'~110°00'E之间的海域。

总共采集了33个调查站的水样，监测采样点位示意图见图3.2-5。

2) 调查项目

共调查水温、盐度、水色、透明度、水深、pH、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD_{Mn}）、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、总氮、总磷、硅酸盐、活性

磷酸盐、氰化物、硫化物、氟化物、挥发性酚、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、总汞（Hg）、总铬（Cr）、砷（As）、硼（B）、六价铬、锰、铁、硒、余氯、多环芳烃（PAHs）、多氯联苯（PCBs）共 36 项。

3) 调查时间

秋季：2020 年 11 月 17 日至 11 月 22 日的进行；

冬季：2021 年 01 月 19 日至 01 月 23 日的进行；

春季：2021 年 04 月 20 日至 04 月 24 日的进行；

夏季：2021 年 08 月 24 日至 08 月 27 日的进行。

4) 采样方法

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，生物生态站进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）的要求采集水样，水深<10m 时，采表层水样；水深 10m≤水深<25m 时，采表层和底层水样。其中表层为距表面 0.1-1m，底层为离底 2 m，并进行分装、预处理、编号记录、保存。

5) 分析方法和检出限

样品的分析严格按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，规范未涉及的项目参照其他国标或行业标准测试，各项目的分析方法见表 3.2-15。

3.2.3.1.3 海水环境质量监测结果

2020~2021 年秋、冬、春、夏四季各断面的水化学监测成果见表 3.2-16~表 3.2-41。36 项水质指标中氰化物、硒、六价铬、多氯联苯、多环芳烃五项四季全部未检出，挥发酚只有夏季少部分站位检出，其余指标监测结果描述如下：

1) 水深：调查海域四季海水水深平均值为 8.6m，最大值 23m，最小值 0.3m。

2) 透明度：调查海域四季海水透明度平均值为 1.4m，最大值 3.6m，最小值 0.3m。

3) 水色：调查海域四季海水水色平均值为 15 号，最大值 21 号，最小值 8 号。

4) 水温：调查海域四季海水温度平均值为 24.8℃，最大值 32.7℃，最小值 14.5℃。

- 5) 盐度: 调查海域四季海水盐度平均值为 30.19, 最大值 32.35, 最小值 17.50。
- 6) pH 值: 调查海域四季海水 pH 平均值为 8.10, 最大值 8.34, 最小值 7.68。
- 7) 悬浮物: 调查海域四季海水悬浮物平均值为 12.3mg/L, 最大值 39.4 mg/L, 最小值 2.6mg/L。
- 8) 溶解氧 (DO): 调查海域四季海水溶解氧平均值为 7.02mg/L, 最大值 9.47 mg/L, 最小值 5.22 mg/L。
- 9) 化学需氧量 (COD_{Mn}): 调查海域四季海水化学需氧量平均值为 0.89mg/L, 最大值 3.46 mg/L, 最小值 0.05mg/L。
- 10) 石油类: 调查海域四季海水石油类平均值为 0.020mg/L, 最大值 0.067 mg/L, 最小值为未检出。
- 11) 无机氮: 指亚硝酸盐、铵盐和硝酸盐的总和, 调查海域四季海水无机氮平均值为 0.141mg/L, 最大值 0.626 mg/L, 最小值 0.029mg/L。
- 12) 活性磷酸盐: 调查海域四季海水磷酸盐平均值为 0.013mg/L, 最大值 0.62 mg/L, 最小值 0.001 mg/L。
- 13) 硅酸盐: 调查海域四季海水硅酸盐平均值为 0.283mg/L, 最大值 1.584 mg/L, 最小值 0.034 mg/L 。
- 14) 总氮: 调查海域四季海水总氮平均值为 0.43mg/L, 最大值 0.93mg/L, 最小值 0.13mg/L。
- 15) 总磷: 调查海域四季海水总磷平均值为 0.022mg/L, 最大值 0.060mg/L, 最小值 0.004mg/L。
- 16) 铜: 调查海域四季海水铜平均值为 1.92μg/L, 最大值 13.38μg/L, 最小值为 0.38μg/L。
- 17) 铅: 调查海域四季海水铅平均值为 0.33μg/L, 最大值 4.58μg/L, 最小值未检出。
- 18) 镉: 调查海域四季海水镉平均值为 0.43μg/L, 最大值 0.36μg/L, 最小值未检出。
- 19) 锌: 调查海域四季海水锌平均值为 9.3μg/L, 最大值 49.9μg/L, 最小值未检出。

20) 总铬: 调查海域四季海水总铬平均值为 0.282 $\mu\text{g/L}$, 最大值 1.721 $\mu\text{g/L}$, 最小值未检出。

21) 总汞: 调查海域四季海水总汞平均值为 0.017 $\mu\text{g/L}$, 最大值 0.227 $\mu\text{g/L}$, 最小值未检出。

22) 砷: 调查海域四季海水砷平均值为 0.86 $\mu\text{g/L}$, 最大值 1.16 $\mu\text{g/L}$, 最小值 0.6 $\mu\text{g/L}$ 。

23) 锰: 调查海域四季海水锰质量浓度平均值为 31.3 $\mu\text{g/L}$, 最大值 301 $\mu\text{g/L}$, 最小值为 1.73 $\mu\text{g/L}$ 。

24) 氟化物: 调查海域四季海水氟化物平均值为 1.05 mg/L, 最大值 1.46mg/L, 最小值 0.50mg/L。

25) 硼: 调查海域四季海水硼平均值为 3.04mg/L, 最大值 3.84mg/L, 最小值 2.02mg/L。

26) 硫化物: 调查海域四季海水硫化物平均值为 0.0012mg/L, 最大值 0.0020 mg/L, 最小值 0.0004 mg/L。

27) 铁: 调查海域四季海水铁质量浓度平均值为 0.05 mg/L, 最大值 1.72 mg/L, 最小值为未检出。

28) 余氯: 调查海域四季海水余氯质量浓度平均值为 0.02mg/L, 最大值 0.09mg/L, 最小值为未检出。

3.2.3.1.4 海水环境质量现状评述

参照海水水质标准(GB 3097-1997), 对 pH 等水质现状进行了评价。水质现状评价采用单项指数法进行。

秋季海水调查监测结果进行评价, 结果详见表 3.2-42~表 3.2-43。结果表明: 根据《广东省海洋功能区划》和《广西区海洋功能区划》(2011-2020 年), 秋季调查站位所属的功能区管理要求中, 位于安铺港工业与城镇用海区的各站各项因子均符合其管理要求; 位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中除 S14 站活性磷酸盐符合水质四类标准和 S24 站超水质四类标准外, 其它各站位各项因子均符合其管理要求; 位于北海珍珠贝海洋保护区的 S5、S6、S7 各项因子均符合其管理要求; 位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站除汞符合水质四类标准外, 其它各项因子均符合其管理要求; 位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S10、

S11 站位活性磷酸盐符合水质二三类标准，S18、S19 站位活性磷酸盐符合水质四类标准，其余各站各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域秋季水质基本符合所属功能区管理要求。秋季调查海域主要超标因子为活性磷酸盐。

冬季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-44~表 3.2-45。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》和《广西海洋功能区划》（2011-2020 年），冬季调查站位所属的功能区管理要求中，位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求；位于英罗港-海康港农渔业区所有站位各项因子均符合其管理要求；位于北海珍珠贝海洋保护区的 S5、S6、S7 站位各项因子均符合其管理要求；位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站位各项因子均符合其管理要求；位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S18 站位石油类符合水质三类标准、铅符合水质二类标准，其余各站位各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域冬季水质很好。18 站的石油类和铅超标可能是由于过往船舶偶然污染所导致暂时短暂性的超标。

春季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-46~表 3.2-47。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》和《广西区海洋功能区划》（2011-2020 年），春季调查站位所属的功能区管理要求中，位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求；位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中 S22 站无机氮，S29 站 pH、无机氮、活性磷酸盐，S30 站无机氮、活性磷酸盐，S33 站无机氮、活性磷酸盐超出水质二类标准，其他站位均符合其管理要求；位于北海珍珠贝海洋保护区的除 S5 站 pH、无机氮、活性磷酸盐，S7 站无机氮、活性磷酸盐超出水质二类标准，其余均符合其管理要求；位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站除无机氮符合水质二类标准外，其它各项因子均符合其管理要求；位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域春季水质基本符合所属功能区管理要求，春季主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

夏季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-48~表 3.2-49。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》和《广西区海洋功能区划》（2011-2020 年），夏季调查站位所属的功能区管理要求中，位于安铺港工业与城镇用海区的 S1、

S2 和 S26 站各项因子均符合其管理要求；位于英罗港-海康港农渔业区所有站位中除 S14 站石油类，S22 站、S23 站、S28 站铜符合水质三类标准，S29 站无机氮符合水质三类标准，活性磷酸盐符合四类水质标准外，其余均符合其管理要求；位于北海珍珠贝海洋保护区的除 S5 站和 S7 站的无机氮符合水质三类标准，其余各项因子均符合其管理要求；位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站各项因子均符合其管理要求；位于合浦儒艮海洋保护区的所有站位中除 S12 站的铜符合水质三类标准外，其余各站各项因子均符合其管理要求；位于铁山港港口航运区所有站位各项因子均符合其管理要求。综上所述，调查海域夏季水质基本符合所属功能区管理要求。

3.2.3.2 地表水环境质量现状调查与评价

3.2.3.2.1 地表水环境质量监测方案

(1) 监测点位

本项目选取南蒙塘水库、山佳水库、大坝河三个监测点。具体见表 3.2-50 和图 3.2-6。

(2) 监测项目和频次

监测项目为 pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD₅、氨氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总磷、水温以及悬浮物。需调查一个水文年的丰水期、平水期和枯水期。

本次地表水监测时间为：2021 年 05 月 17（丰水期）。每期每个监测点各取一次水样。

(3) 采样和分析方法

采样和分析方法按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）要求的方法进行。现场监测分析方法依据及检出限见表 3.2-51。

3.2.3.2.2 地表水环境质量监测结果

对南蒙塘水库、山佳水库进行了取样检测，监测项目为 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD₅、氨氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总磷、水温以及悬浮物，具体检测结果见表 3.2-52。

经向廉江市环保局调查了解，地表水水质控制目标为Ⅲ类。《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中，水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD₅、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总磷、氨氮等参数为基本项目，有标准限值规定。悬浮物为非基本项目，未规定标准限值。

根据检测结果，3 个地表水监测点位中，高锰酸盐指数、BOD₅ 均超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类标准限值的规定；大坝河的溶解氧和南蒙塘水库的总磷超过Ⅲ类标准限值的规定。

分析高锰酸盐指数、BOD₅、溶解氧、总磷超标的可能原因：

一、高锰酸盐指数代表水样中可被高锰酸钾氧化的还原性物质（主要是有机污染物）的总量，高锰酸盐指数越高，说明水体受到有机物污染的程度越严重。

南蒙塘水库、山佳水库两个水库中有养殖户在养殖鸭子，投放的饲料、动物粪便都会造成高锰酸盐指数超标。

二、养殖者投喂饲料中富含的磷等营养元素，会使水体中总磷含量增加。

三、BOD₅、高锰酸盐指数等超标说明水体中需氧有机物多，这些有机物在腐败分解过程中消耗氧气、恶化水质。

3.2.3.2.3 地表水污染源调查

经向查阅资料及现场调查了解，大坝河（广东廉江市辖河段）、南蒙塘水库、山佳水库均无水体污染源。

廉江市辖区地表水饮用水源地共 6 个，分别为雷州青年运河、九州江（吉水水厂江段）、长青水库、武陵水库、青健岭水库、大坝河。廉江市环境监测站在大坝河流域监测点水质监测情况见表 3.2-53。

分析可能超标原因：大坝河发源于广西玉林市博白县，全长 40 公里，其中广东省境内 16 公里。大坝河高桥水厂断面监测点位于大坝河下游，受上游广西省入水水质影响，溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、高锰酸盐指数等超标说明水体中需氧有机物多，这些有机物在腐败分解过程中消耗氧气、恶化水质。

2017 年 10 月-2018 年 3 月，国核湛江核电有限公司委托湛江粤西地质工程勘察院和广东海洋大学海洋资源与环境监测中心对大坝河水质进行 3 次取样分析，结果显示总磷和 BOD₅ 超标，造成超标的原因可能为：

大坝河总磷超标可能原因为：上游农业施肥中含磷肥料或者生活洗涤污水中含磷洗涤剂的排放；

大坝河 BOD₅ 超标原因可能为：水体中需氧有机物多，这些有机物在腐败分解过程中消耗氧气、恶化水质。

南蒙塘水库、山佳水库由于规模较小，廉江市环境监测站未设置日常监测点。

3.2.3.2.3 本次调查结果与 2017 年结果比较

2017 年的调查结果，南蒙塘水库、山佳水库两个水库的高锰酸盐指数、挥发酚、汞、总磷四项参数均超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 III 类标准限值的规定；大坝河监测点位总磷和 BOD₅ 两项参数超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 III 类标准限值的规定。

本次调查监测中，南蒙塘水库、山佳水库、大坝河三个监测点位的高锰酸盐指数和 BOD_5 超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中III类标准限值的规定；南蒙塘水库的总磷和大坝河的溶解氧指标也超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中III类标准限值的规定。

和 2017 年的调查结果相比，南蒙塘水库、山佳水库、大坝河三个监测点位的污染物情况如下：

南蒙塘水库：高锰酸盐指数、总磷依然是主要污染物， BOD_5 的含量有增加的趋势，汞、挥发酚的检测浓度降低。

山佳水库：高锰酸盐指数依然是主要污染物， BOD_5 的含量有增加的趋势，汞、挥发酚和总磷的检测浓度降低。

大坝河： BOD_5 依然是主要污染物，溶解氧含量降低，可能与水中需氧有机物多，这些有机物在腐败分解过程中消耗氧气、恶化水质；总磷的检测浓度降低。

3.2.3.3 地下水环境质量现状调查与评价

3.2.3.3.1 地下水环境质量监测方案

调查范围为厂址周边及排水管线沿线的居民点、环境敏感目标区域的地下水开展一次调查。

(1) 监测点位

本项目选取围肚村、松明村、低村、村头村、独田村、石基头村 6 个监测点位。具体见表 3.2-54 和图 3.2-7。

(2) 监测项目和频次

监测项目为 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化氢、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、总大肠菌群、细菌总数。

本次地下水监测时间为：2021 年 05 月 17。每个监测点各取一次水样。

(3) 采样和分析方法

采样和分析方法按《地下水环境质量标准》（GB14848-2017）和《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）要求的方法进行。现场监测分析方法依据及检出限见表 3.2-55。

3.2.3.3.2 地下水环境质量监测结果

对 6 个地下水监测点位的 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化氢、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、总大肠菌群、细菌总数进行检测，具体检测结果见表 3.2-56。

根据监测结果，6 个监测点位中，pH 值、总大肠菌群、和细菌总数超过《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III 类水质限值。

pH 值：围肚村、低村、村头村、独田村四个监测点位的超过《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III 类水质限值。

总大肠菌群：松明村、村头村、独田村超过《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III 类水质限值。

细菌总数：围肚村、松明村、村头村、独田村、石基头村超过《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III 类水质限值。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 电磁环境质量监测方案

与非放射性环境本底监测同步，选择 5 月份开展辐射环境本底监测。监测因子为电场和磁场。

(1) 监测范围

调查厂址边界 5km 范围内的主要电磁辐射污染源，如雷达、微波站、通讯基站和变电站等，注明位置、规模并监测电磁辐射泄漏水平。

(2) 监测布点原则

选择代表性监测点，主要为：厂址拟建主厂房区、变电站区、附近居民点的电磁辐射水平。

①选择有代表性的主厂房区、变电站监测工频电场强度、磁感应强度、无线电干扰强度；

②重点调查核电厂周围的村庄的电磁辐射环境现状，对平垌村和南蒙塘进行电磁辐射环境现状监测。

厂址拟建主厂房区、变电站区、附近居民点等布点 24 个。具体布点情况见图 3.2-8 和图 3.2-9。

3.2.4.2 电磁环境质量监测方法

测量依据：依据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）和《移动通信基站电磁辐射环境监测方法》（HJ972-2018）。

测量仪器：测量仪器为电磁辐射分析仪 8053B/EP300、8053B/EHP-50C。测定仪器均经过计量校准。

测量环境条件应符合行业标准和仪器标准中规定的适用条件，即无雪、无雨、无雾、无冰雹。测量记录表应注明环境温度、相对湿度及天气状况。

在实际考察监测点时，选择空旷地形，无高层建筑、树木等，监测时每个测点测量 5 次，每次测量时间不小于 15 秒，并读取稳定状态的最大值。遇到读数起伏较大时，还适当延长测量时间。

3.2.4.3 电磁环境质量监测结果

本项目辐射环境本底监测与大气环境本底监测现场同步进行，测量时间为 2021 年 05 月 14 日至 15 日，测量期间为无雨天。监测结果见表 3.2-57~表 3.2-58。

3.2.4.4 电磁环境质量监测结果分析

本次调查现场查勘发现厂址半径 5 km 范围内主要民用电磁辐射源(如雷达、高压线、中/微波站、移动通讯基站和变电站等)及其位置、规模与原调查期间未见明显变化。

厂址周围电磁辐射本底调查主要在厂址主厂房区、变电站区、环境敏感点(南垌村、南蒙塘、车板镇、平垌村、德耀村)等 13 个点进行工频电场强度、磁感应强度、无线电干扰强度检测;同时,对 11 个通讯基站的工频电场强度进行检测。

主要检测结论为:

(一)工频电场:工频电场最大值为 7.875 V/m,所有检测点位的工频电场检测值均符合《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定的公众曝露控制限值的要求(对于 0.05 kHz 频率,公众曝露限值为 4000 V/m)。

(二)工频磁场:工频磁场最大值为 0.036 μ T,所有检测点位的工频磁场检测值均符合《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定的公众曝露控制限值的要求(对于 0.05 kHz 频率,公众曝露限值为 100 μ T)。

3.2.5 环境质量现状监测质量保证

3.2.5.1 大气环境和噪声质量现状监测质量保证

大气环境、声环境、水环境及电磁环境质量现状监测工作由生态环境部华南环境科学研究所承担,该单位在承担该项工作的质量保证如下:

- 1) 配备有资质的人员参与该项工作。
- 2) 对于采样和分析仪器,使用前进行检定并在有效期内使用。采样、样品保存和监测方法按照国家相关规定执行。
- 3) 对数据的记录、检查、复审、保存进行全过程控制。

3.2.5.2 海水环境质量现状监测质量保证

海水环境质量现状监测工作由国家海洋局南海调查技术中心承担,该单位在承担本项工作的质量保证如下:

- 1) 本项目所使用的调查船只符合国家有关安全导则和规定的精度要求。所使用的调查仪器设备都经过具有国家检定资质的检定单位进行检定,并在有效期

内使用。各种调查仪器设备都制定了完善的工作程序，严格按工作程序操作，确保仪器设备和人员的安全及资料与数据的正确性。

2) 所有调查的人员均经培训考核合格并取得上岗证书，为推进本项目开展，保证项目质量，对参与本项目的人员进行相关培训。

3) 调查、监测、检测数据实行三级审核制度。

4) 采样、样品保存和监测方法按照国家相关规定执行。

5) 固定实验室、固定观测场的环境条件应根据实验室和观测场内的仪器设备调查（检验）工作的要求进行布置，配备各类所需能源，避免机械、电磁、热、化学等的交叉干扰和污染；在船舶等其他非固定实验室进行检测工作时，仪器设备应远离船舶的排气、排污口；尽量安放在船舶的中部，以减少震动影响；仪器设备应不受船舶上雷达、电台等无线设备所产生的电磁干扰。

表 3.2-1 环境空气监测布点

编号	监测点位	相对于反应堆位置		布点理由
		方位	距离 (km)	
1	黄京埗 (厂址)	NE	0.775	距离厂址中心点较近
2	花石岭村	N	2.3	厂址上风向
3	南垌村	S	3.5	厂址下风向居民点
4	大坝村	ENE	2.1	进场道路沿线

表 3.2-2 环境空气监测采样时间及频率

污染物	采样时间	采样频率 (次/天)	开机时间
SO ₂	日均: 24h	1	8:00
	时段: 1h	4	02:00、08:00、14:00、20:00
NO ₂	日均: 24h	1	8:00
	时段: 1h	4	02:00、08:00、14:00、20:00
CO	时段: 1h	4	02:00、08:00、14:00、20:00
PM ₁₀	日均: 24h	1	8:00
PM _{2.5}	日均: 24h	1	8:00
O ₃	8h	3	8:00、16:00、0:00

表 3.2-3 监测分析方法依据及检出限

检测对象	检测项目	检出限	检测依据	仪器名称及型号
环境空气	PM ₁₀	0.010mg/m ³	环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定重量法 (HJ 618-2011 及修改单)	天平 CPA225D
	PM _{2.5}	0.010mg/m ³		
	二氧化硫	0.004mg/m ³	环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺 分光光度法 (HJ 482-2009 及修改单)	分光光度计 S22PC
	二氧化氮	0.003mg/m ³	环境空气 氮氧化物 (一氧化氮和二氧化氮) 的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法 (HJ 479-2009 及修改单)	
	臭氧	0.010mg/m ³	环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法 (HJ 504-2009 及修改单)	
	一氧化碳	0.3mg/m ³	《空气质量 一氧化碳的测定 分散红外法》 (GB/T 9801-1988)	非 便携式红外线气体分析器 (CO) GXH-3011A

表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
黄京埗	2021/05/12 ~ 2021/05/19	A210512 廉江黄京埗-1	8:00 ~ 次日 8:00	晴	31.5	100.3	135°	1.5
		A210513 廉江黄京埗-1		晴	30.0	100.2	135°	2.0
		A210514 廉江黄京埗-1		晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210515 廉江黄京埗-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210516 廉江黄京埗-1		晴	33.0	100.4	135°	1.5
		A210517 廉江黄京埗-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210518 廉江黄京埗-1		晴	32.0	100.3	135°	2.0
花石岭	2021/05/12 ~ 2021/05/19	A210512 廉江 花石岭-1	8:00 ~ 次日 8:00	晴	31.5	100.3	135°	1.5
		A210513 廉江 花石岭-1		晴	30.0	100.2	135°	2.0
		A210514 廉江 花石岭-1		晴	32.0	100.3	135°	2.0
		A210515 廉江 花石岭-1		晴	32.0	100.4	135°	1.5
		A210516 廉江 花石岭-1		晴	33.0	100.4	135°	1.5
		A210517 廉江 花石岭-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210518 廉江 花石岭-1		晴	32.0	100.3	135°	1.5

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(°C)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
南垌村	2021/05/12 ~ 2021/05/19	A210512 廉江南垌村-1	8:00 ~ 次日 8:00	晴	31.5	100.3	135°	1.5
		A210513 廉江南垌村-1		晴	30.0	100.2	135°	2.0
		A210514 廉江南垌村-1		晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210515 廉江南垌村-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210516 廉江南垌村-1		晴	33.0	100.4	135°	2.0
		A210517 廉江南垌村-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210518 廉江南垌村-1		晴	32.0	100.3	135°	2.0
大坝村	2021/05/12 ~ 2021/05/19	A210512 廉江大坝村-1	8:00 ~ 次日 8:00	晴	31.5	100.3	135°	1.5
		A210513 廉江大坝村-1		晴	30.0	100.2	135°	2.0
		A210514 廉江大坝村-1		晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210515 廉江大坝村-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210516 廉江大坝村-1		晴	33.0	100.4	135°	2.0
		A210517 廉江大坝村-1		晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210518 廉江大坝村-1		晴	32.0	100.3	135°	1.5

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
黄京埗	2021/05/12 ~ 2021/05/13	A210512 廉江 黄京埗-1-1	8:00-9:00	晴	30.0	100.7	90°	1.0
		A210512 廉江 黄京埗-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.5
		A210512 廉江 黄京埗-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210512 廉江 黄京埗-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
黄京埗	2021/05/13 ~ 2021/05/14	A210513 廉江 黄京埗-1-1	8:00-9:00	晴	29.0	100.5	135°	1.5
		A210513 廉江 黄京埗-1-2	14:00-15:00	晴	34.0	99.8	135°	1.5
		A210513 廉江 黄京埗-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.2	160°	2.5
		A210513 廉江 黄京埗-1-4	次日 2:00-3:00	晴	27.0	100.3	135°	2.0
黄京埗	2021/05/14 ~ 2021/05/15	A210514 廉江 黄京埗-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.5	135°	1.5
		A210514 廉江 黄京埗-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.0
		A210514 廉江 黄京埗-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.3	135°	2.0
		A210514 廉江 黄京埗-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
黄京埗	2021/05/15 ~ 2021/05/16	A210515 廉江 黄京埗-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	135°	2.0
		A210515 廉江 黄京埗-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.0	135°	1.5
		A210515 廉江 黄京埗-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	120°	1.5
		A210515 廉江 黄京埗-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.3	135°	2.0

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
黄京埕	2021/05/16 ~ 2021/05/17	A210516 廉江 黄京埕-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	120°	1.5
		A210516 廉江 黄京埕-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.0
		A210516 廉江 黄京埕-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.4	135°	1.5
		A210516 廉江 黄京埕-1-4	次日 2:00-3:00	晴	29.0	100.5	135°	2.0
黄京埕	2021/05/17 ~ 2021/05/18	A210517 廉江 黄京埕-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	120°	1.5
		A210517 廉江 黄京埕-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	120°	1.5
		A210517 廉江 黄京埕-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.4	140°	2.0
		A210517 廉江 黄京埕-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0
黄京埕	2021/05/18 ~ 2021/05/19	A210518 廉江 黄京埕-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.6	135°	1.5
		A210518 廉江 黄京埕-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	120°	1.5
		A210518 廉江 黄京埕-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	2.0
		A210518 廉江 黄京埕-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
花石岭	2021/05/12 ~ 2021/05/13	A210512 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	30.0	100.7	135°	1.0
		A210512 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.0
		A210512 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	2.0
		A210512 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	1.5

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
花石岭	2021/05/13 ~ 2021/05/14	A210513 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	29.0	100.5	135°	1.5
		A210513 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	34.0	99.8	135°	1.5
		A210513 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.2	135°	2.5
		A210513 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	27.0	100.3	135°	2.0
花石岭	2021/05/14 ~ 2021/05/15	A210514 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.5	135°	1.5
		A210514 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	2.0
		A210514 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.3	135°	2.0
		A210514 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.5
花石岭	2021/05/15 ~ 2021/05/16	A210515 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	135°	1.5
		A210515 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.0	135°	2.0
		A210515 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	120°	1.5
		A210515 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0
花石岭	2021/05/16 ~ 2021/05/17	A210516 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	135°	1.5
		A210516 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.0
		A210516 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.4	110°	1.5
		A210516 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	29.0	100.5	135°	2.0

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
花石岭	2021/05/17 ~ 2021/05/18	A210517 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	120°	1.5
		A210517 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.5
		A210517 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210517 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0
花石岭	2021/05/18 ~ 2021/05/19	A210518 廉江 花石岭-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.6	135°	1.0
		A210518 廉江 花石岭-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	110°	1.5
		A210518 廉江 花石岭-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210518 廉江 花石岭-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
南垌村	2021/05/12 ~ 2021/05/13	A210512 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	30.0	100.7	135°	1.0
		A210512 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	90°	1.0
		A210512 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	1.5
		A210512 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
南垌村	2021/05/13 ~ 2021/05/14	A210513 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	29.0	100.5	135°	1.0
		A210513 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	34.0	99.8	135°	2.0
		A210513 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.2	160°	2.0
		A210513 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	27.0	100.3	135°	2.5

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
南垌村	2021/05/14 ~ 2021/05/15	A210514 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.5	160°	1.0
		A210514 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.5
		A210514 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.3	135°	2.0
		A210514 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
南垌村	2021/05/15 ~ 2021/05/16	A210515 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	120°	1.5
		A210515 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.0	135°	1.5
		A210515 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210515 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0
南垌村	2021/05/16 ~ 2021/05/17	A210516 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	120°	1.0
		A210516 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.5
		A210516 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.4	135°	2.0
		A210516 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	29.0	100.5	135°	2.0
南垌村	2021/05/17 ~ 2021/05/18	A210517 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	135°	1.5
		A210517 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	120°	2.0
		A210517 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.4	135°	2.0
		A210517 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
南垌村	2021/05/18 ~ 2021/05/19	A210518 廉江 南垌村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.6	135°	1.5
		A210518 廉江 南垌村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	110°	2.0
		A210518 廉江 南垌村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	2.0
		A210518 廉江 南垌村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0
大坝村	2021/05/12 ~ 2021/05/13	A210512 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	30.0	100.7	90°	1.0
		A210512 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.0
		A210512 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.3	135°	2.5
		A210512 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	1.5
大坝村	2021/05/13 ~ 2021/05/14	A210513 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	29.0	100.5	135°	1.5
		A210513 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	34.0	99.8	135°	2.0
		A210513 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.2	160°	2.0
		A210513 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	27.0	100.3	135°	2.5
大坝村	2021/05/14 ~ 2021/05/15	A210514 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.5	160°	1.0
		A210514 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	135°	1.5
		A210514 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.3	135°	1.5
		A210514 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0

(续)表 3.2-4 环境空气采样期间气象资料

采样点名称	采样日期	采样编号	采样时间	天气	气温(℃)	气压(Kpa)	风向	风速(m/s)
大坝村	2021/05/15 ~ 2021/05/16	A210515 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	135°	1.5
		A210515 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.0	120°	1.5
		A210515 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210515 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.5
大坝村	2021/05/16 ~ 2021/05/17	A210516 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	32.0	100.7	110°	1.5
		A210516 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.0
		A210516 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	33.0	100.4	135°	2.0
		A210516 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	29.0	100.5	135°	2.0
大坝村	2021/05/17 ~ 2021/05/18	A210517 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.7	120°	1.5
		A210517 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	37.0	100.1	135°	1.5
		A210517 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	32.0	100.4	135°	2.0
		A210517 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.5	135°	2.0
大坝村	2021/05/18 ~ 2021/05/19	A210518 廉江 大坝村-1-1	8:00-9:00	晴	31.0	100.6	135°	1.5
		A210518 廉江 大坝村-1-2	14:00-15:00	晴	36.0	99.9	120°	1.5
		A210518 廉江 大坝村-1-3	20:00-21:00	晴	31.0	100.3	135°	1.5
		A210518 廉江 大坝村-1-4	次日 2:00-3:00	晴	28.0	100.4	135°	2.0

表 3.2-5 环境空气监测结果 单位: mg/m³

点位	日期	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂ 日均	NO ₂ 日均	O ₃ 日均	SO ₂ 时段				NO ₂ 时段				CO			
							8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00
黄京埔	2021/05/12	0.025	0.014	ND	0.021	0.144	ND	ND	ND	ND	0.017	0.036	0.027	0.014	ND	ND	ND	ND
	2021/05/13	0.034	0.013	ND	0.011	0.128	ND	ND	ND	ND	0.016	0.012	0.021	0.015	ND	ND	ND	ND
	2021/05/14	0.027	0.016	ND	0.018	0.105	ND	ND	ND	ND	0.010	0.020	0.023	0.013	ND	ND	ND	ND
	2021/05/15	0.028	0.013	ND	0.012	0.136	0.007	ND	ND	ND	0.028	0.015	0.010	0.013	ND	ND	ND	ND
	2021/05/16	0.035	0.018	ND	0.027	0.100	ND	ND	ND	ND	0.034	0.059	0.011	0.032	ND	ND	ND	ND
	2021/05/17	0.032	0.015	ND	0.021	0.143	ND	ND	ND	ND	0.030	0.036	0.025	0.020	ND	ND	ND	ND
	2021/05/18	0.029	0.013	ND	0.016	0.112	ND	ND	ND	ND	0.016	0.044	0.022	0.014	ND	ND	ND	ND
花石岭	2021/05/12	0.032	0.017	ND	0.021	0.126	ND	ND	ND	ND	0.029	0.012	0.017	0.010	ND	ND	ND	ND
	2021/05/13	0.028	0.010	ND	0.017	0.110	ND	ND	ND	ND	0.042	0.049	0.031	0.014	ND	ND	ND	ND
	2021/05/14	0.024	0.015	ND	0.010	0.131	0.008	ND	ND	ND	0.012	0.016	0.024	0.011	ND	ND	ND	ND
	2021/05/15	0.025	0.014	ND	0.019	0.120	ND	ND	ND	ND	0.013	0.018	0.030	0.018	ND	ND	ND	ND
	2021/05/16	0.027	0.013	ND	0.021	0.130	ND	ND	0.007	ND	0.048	0.042	0.014	0.024	ND	ND	ND	ND
	2021/05/17	0.028	0.013	ND	0.018	0.104	ND	ND	ND	ND	0.009	0.025	0.041	0.008	ND	ND	ND	ND
	2021/05/18	0.025	0.012	ND	0.019	0.138	ND	ND	ND	ND	0.012	0.013	0.025	0.017	ND	ND	ND	ND

(续)表 3.2-5 环境空气监测结果 单位: mg/m³

点位	日期	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂ 日均	NO ₂ 日均	O ₃ 日均	SO ₂ 时段				NO ₂ 时段				CO			
							8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00
南 垌 村	2021/05/12	0.042	0.022	ND	0.019	0.112	ND	ND	0.007	0.008	0.016	0.012	0.020	0.008	ND	ND	ND	ND
	2021/05/13	0.026	0.012	ND	0.011	0.143	ND	ND	ND	ND	0.004	0.011	0.020	0.011	ND	ND	ND	ND
	2021/05/14	0.028	0.016	ND	0.013	0.111	ND	ND	ND	ND	0.012	0.016	0.019	0.016	ND	ND	ND	ND
	2021/05/15	0.034	0.012	ND	0.026	0.108	ND	ND	ND	ND	0.012	0.037	0.054	0.032	ND	ND	ND	ND
	2021/05/16	0.030	0.016	ND	0.014	0.108	ND	ND	ND	ND	0.020	0.019	0.016	0.016	ND	ND	ND	ND
	2021/05/17	0.035	0.017	ND	0.022	0.133	ND	ND	ND	ND	0.023	0.014	0.044	0.020	ND	ND	ND	ND
	2021/05/18	0.036	0.015	ND	0.018	0.107	ND	ND	ND	ND	0.029	0.025	0.027	0.021	ND	ND	ND	ND
大 坝 村	2021/05/12	0.029	0.011	ND	0.022	0.135	ND	ND	ND	ND	0.020	0.016	0.019	0.023	ND	ND	ND	ND
	2021/05/13	0.034	ND	ND	0.016	0.123	ND	ND	ND	ND	0.012	0.030	0.019	0.036	ND	ND	ND	ND
	2021/05/14	0.030	ND	ND	0.017	0.124	ND	ND	ND	ND	0.016	0.014	0.011	0.015	ND	ND	ND	ND
	2021/05/15	0.034	ND	ND	0.015	0.113	ND	ND	ND	ND	0.032	0.014	0.011	0.008	ND	ND	ND	ND
	2021/05/16	0.033	ND	ND	0.018	0.121	ND	ND	ND	ND	0.042	0.016	0.015	0.013	ND	ND	ND	ND
	2021/05/17	0.035	ND	ND	0.029	0.113	ND	ND	ND	ND	0.034	0.056	0.054	0.029	ND	ND	ND	ND
	2021/05/18	0.031	ND	ND	0.021	0.122	ND	ND	ND	ND	0.024	0.034	0.029	0.015	ND	ND	ND	ND

表 3.2-6 环境空气污染物浓度限值 (mg/m³)

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
1	SO ₂	24 小时平均	0.050	0.150
		1 小时平均	0.150	0.500
2	NO ₂	24 小时平均	0.080	0.080
		1 小时平均	0.200	0.200
3	CO	1 小时平均	10	10
4	PM ₁₀	24 小时平均	0.050	0.150
5	PM _{2.5}	24 小时平均	0.035	0.075
6	O ₃	8 小时平均	0.100	0.160

表 3.2-7 湛江市环境空气质量详细列表

日期	AQI 指数	空气质量级别	首要污染物
2021/05/12	42	优	-
2021/05/13	26	优	-
2021/05/14	25	优	-
2021/05/15	29	优	-
2021/05/16	34	优	-
2021/05/17	27	优	-
2021/05/18	32	优	-

表 3.2-8 检测结果（噪声）

采样日期		2021/05/14								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210514 廉江 1#-1	厂界东	57.9	61.4	54.6	42.8	68.7	6.6	16:17	飞机声	1.0
N210514 廉江 1#-2		57.8	46.8	45.4	41.8	72.1	2.1	22:38	飞机声	1.0
N210514 廉江 2#-1	厂界南	50.4	32.4	25.2	23.8	82.4	6.3	15:20	自然声	1.5
N210514 廉江 2#-2		47.5	48.6	47	46.2	65.8	1.1	23:32	自然声	1.5
N210514 廉江 3#-1	厂界西	50.0	53.6	48.4	46.0	65.2	2.6	14:44	自然声	1.5
N210514 廉江 3#-2		47.5	49.0	46.2	44.0	68.7	2.3	22:58	自然声	1.5
N210514 廉江 4#-1	厂界北	51.4	54.2	48.6	44.6	68.2	3.9	17:05	自然声	2.0
N210514 廉江 4#-2		47.1	47.4	46.4	45.6	73.0	1.0	0:20	自然声	2.0
N210514 廉江 5#-1	施工区	54.7	56.8	54.4	50.0	64.4	2.6	16:42	自然声	1.5
N210514 廉江 5#-2		51.0	51.2	49.8	48.8	64.8	1.8	23:44	自然声	1.0
N210514 廉江 6#-1	生活区	59.6	60.0	52.2	49.0	80.1	5.0	11:13	飞机声	2.5
N210514 廉江 6#-2		42.8	43.6	42.6	42.0	51.6	0.7	22:33	自然声	1.5
N210514 廉江 7#-1	办公区	45.6	48	44.6	42.8	57.7	2.2	10:48	自然声	2.0
N210514 廉江 7#-2		37.8	37.0	35.6	35.0	65.2	1.0	22:12	自然声	1.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/12								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210512 廉江 10#-1	花石岭	61.9	66.0	55.8	52.2	72.2	5.4	10:50	交通	1.5
N210512 廉江 10#-2		42.9	44.0	42.8	41.6	47.8	0.9	0:01	自然声	1.5
N210512 廉江 11#-1	丰埗小学	54.4	58.4	50.0	39.8	70.8	6.7	11:49	自然声	1.0
N210512 廉江 11#-2		41.7	42.8	40.6	39.4	54.1	1.8	23:43	自然声	1.5
N210512 廉江 12#-1	油甘埗	50.1	48.4	42.0	38.2	72.4	5.0	12:17	自然声	1.0
N210512 廉江 12#-2		43.9	43.6	41.2	40	62.1	2.6	23:33	自然声	1.0
N210512 廉江 13#-1	枫木咀	50.4	52.6	49.8	47.0	59.3	2.2	12:35	自然声	1.0
N210512 廉江 13#-2		53.3	57.4	50.6	48.6	63.4	3.2	23:18	自然声	1.5
N210512 廉江 14#-1	白石塘	64.3	67.2	63.4	59.2	68.7	2.9	13:50	交通	1.5
N210512 廉江 14#-2		51.1	53.8	50.0	48.2	60.7	2.0	22:28	自然声	2.0
N210512 廉江 15#-1	大坝圩	57.2	62.4	48.6	43.2	66.4	7.3	14:22	交通	1.5
N210512 廉江 15#-2		54.4	54.2	53.6	52.8	74.8	1.3	22:43	自然声	1.5
N210512 廉江 16#-1	炮台岭	52.6	55.0	49.0	47.4	71.8	3.2	15:57	自然声	1.0
N210512 廉江 16#-2		56.7	53.0	49.6	48.2	82.0	3.5	22:52	交通	1.5

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/12								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210512 廉江 17#-1	牛郎江	49.5	52.2	44.4	42.4	67.4	4.1	16:28	自然声	1.5
N210512 廉江 17#-2		49.5	50.4	48.0	45.8	70.9	2.2	23:06	自然声	1.0
N210512 廉江 18#-1	九甲塘	60.9	64.4	58.8	55.2	68.8	3.6	17:18	交通	1.5
N210512 廉江 18#-2		50.3	52.4	49.6	47.8	57.4	1.7	22:05	自然声	1.0
N210512 廉江 19#-1	文头岭	58.4	60.0	58.6	54.6	66.7	2.0	13:23	交通	1.0
N210512 廉江 19#-2		50.1	51.2	49.6	48.0	64.1	1.6	22:28	自然声	1.5
N210512 廉江 20#-1	上龙土村	51.4	54.6	49.8	44.8	72.5	3.6	13:55	自然声	1.0
N210512 廉江 20#-2		65.7	64.4	60.0	57.2	90.0	3.8	22:06	交通	1.0
N210512 廉江 21#-1	下龙土村	59.3	65.4	50.8	44.8	74.2	7.3	14:14	交通	1.5
N210512 廉江 21#-2		47.4	47.0	44.6	42.8	65.4	2.7	23:23	自然声	1.5
N210512 廉江 22#-1	饭笕塘村	40.8	43.6	38.8	36.0	58.8	3.0	14:41	自然声	2.0
N210512 廉江 22#-2		47.9	51.0	43.6	42.6	60.0	3.8	22:57	自然声	1.5
N210512 廉江 23#-1	牛角湾	63.0	65.4	60.6	57.0	77.5	3.6	15:02	交通	1.0
N210512 廉江 23#-2		51.6	53.2	51.2	49.8	57.4	1.3	23:48	自然声	2.0

(续)表 3.2-8 检测结果(噪声)

采样日期		2021/05/12~2021/05/13								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210512 廉江 24#-1	大坝村村委	51.6	54.0	49.2	45.6	66.3	3.5	15:23	自然声	1.5
N210512 廉江 24#-2		54.4	54.2	53.6	52.8	74.8	1.3	22:43	交通	1.5
N210517 廉江 25#-1	高速渝湛线	69.4	72.4	63.6	56.4	79.8	6.3	16:44	交通	1.5
N210517 廉江 25#-2		66.1	70.6	62.4	52.8	80.7	6.6	0:15	交通	2.0
N210512 廉江 26#-1	大坝小学	58.5	62.4	50.4	42.4	83.5	7.5	16:02	交通	1.5
N210512 廉江 26#-2		49.5	50.4	48.0	45.8	70.9	2.2	23:06	自然声	1.5
N210512 廉江 27#-1	黄京埗	49.1	52.6	45.2	41.2	65.9	4.3	17:28	自然声	1.0
N210512 廉江 27#-2		46.3	48.6	44.8	42.6	69.1	2.1	23:29	自然声	1.5
N210513 廉江 28#-1	蟠桃园	61.1	63.2	60.0	56.8	68.3	2.8	10:05	交通	1.0
N210513 廉江 28#-2		48.3	47.4	44.0	41.8	69.2	3.3	22:25	自然声	1.5
N210513 廉江 29#-1	大番坡	57.1	61.2	53.0	46.4	70.0	5.4	10:41	交通	1.0
N210513 廉江 29#-2		53.8	54.8	53.6	52.6	60.3	0.9	22:09	交通	1.5
N210513 廉江 30#-1	社坛坡	57.4	61.4	55.2	53.6	69.6	2.8	11:01	交通	1.5
N210513 廉江 30#-2		47.3	46.2	44.8	43.8	67.6	2.1	22:31	自然声	2.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/13								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210513 廉江 31#-1	提督村	51.7	55.0	46.2	41.4	68.6	5.3	11:20	自然声	1.0
N210513 廉江 31#-2		45.4	45.2	43.8	42.6	62.2	2.0	22:47	自然声	1.0
N210513 廉江 32#-1	扫杆岭	59.8	61.6	59.8	56.4	66.8	1.9	11:43	交通	1.5
N210513 廉江 32#-2		54.1	55.6	54.0	51.6	58.1	1.5	22:49	交通	1.0
N210513 廉江 33#-1	桥角	61.4	64.2	61.2	55.2	72.9	3.5	12:02	交通	1.0
N210513 廉江 33#-2		51.8	54.4	51.2	49.4	56.5	1.8	23:08	交通	1.5
N210513 廉江 34#-1	屯龙平	57.5	61.2	54.0	49.6	70.9	4.5	12:21	交通	1.0
N210513 廉江 34#-2		57.5	60.2	56.2	52.2	72.9	3.0	23:14	交通	1.5
N210513 廉江 35#-1	上荔枝山	54.9	58.6	49.4	43.8	75.3	5.7	14:12	交通	1.5
N210513 廉江 35#-2		55.5	57.0	55.4	53.8	63.2	1.2	23:41	交通	2.0
N210513 廉江 36#-1	下荔枝山	52.1	55.2	49.0	46.6	66.9	3.6	14:32	自然声	1.5
N210513 廉江 36#-2		47.7	48.8	47.6	46.4	54.9	0.9	0:15	自然声	1.5
N210513 廉江 37#-1	长岭	46.7	48.2	45.6	44.0	57.8	2.0	14:57	自然声	1.0
N210513 廉江 37#-2		56.1	58.2	55.6	53.0	63.3	2.0	0:30	交通	1.5

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/13								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210513 廉江 38#-1	孔子陂	56.8	61.0	53.6	51.4	64.0	3.7	10:01	交通	1.0
N210513 廉江 38#-2		57.4	60.2	56.0	53.6	62.8	2.4	22:13	虫鸣、交通	1.5
N210513 廉江 39#-1	山埭头	54.2	55.2	53.4	52.2	66.1	1.7	10:22	自然声	1.5
N210513 廉江 39#-2		54.0	55.7	53.5	51.6	71.2	3.1	22:02	交通	1.5
N210513 廉江 40#-1	大岭	61.9	64.2	60.4	57.8	77.1	2.6	10:52	交通	1.0
N210513 廉江 40#-2		48.3	49.2	48.2	46.2	65.9	2.0	22:23	自然声	2.0
N210513 廉江 41#-1	沙田仔	53.1	54.2	47.6	43.0	71.0	4.9	11:28	交通	1.0
N210513 廉江 41#-2		46.0	48.4	44.9	43.9	60.7	2.9	23:41	自然声	1.5
N210513 廉江 42#-1	庞龙湖	51.4	55.8	47.4	44.4	71.0	4.2	11:48	自然声	1.0
N210513 廉江 42#-2		54.0	54.8	54.0	52.6	62.6	0.9	22:32	交通	1.0
N210513 廉江 43#-1	郁仔	50.0	42.6	36.0	32.6	81.8	5.5	12:10	自然声	1.0
N210513 廉江 43#-2		51.9	53.6	51.8	49.6	61.5	1.5	23:05	自然声	2.0
N210513 廉江 44#-1	茂兰坡	58.2	59.8	57.8	56.6	66.3	1.2	15:41	交通	1.5
N210513 廉江 44#-2		49.8	50.1	47.9	44.3	77.0	3.5	22:48	自然声	1.5

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/13、2021/05/15								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210513 廉江 45#-1	平坡	61.3	63.8	60.6	57.6	68.2	2.4	15:20	交通	2.0
N210513 廉江 45#-2		52.2	53.8	51.8	50.4	57.3	1.3	23:27	交通	1.5
N210513 廉江 46#-1	平坦	53.8	50.0	43.6	38.6	77.1	5.3	17:09	交通	2.0
N210513 廉江 46#-2		51.5	54.4	49.8	48.6	58.1	2.2	23:50	自然声	1.0
N210513 廉江 47#-1	荔枝江村	52.1	46.6	42.6	40.6	84.1	3.5	17:34	交通	1.5
N210513 廉江 47#-2		46.2	47.1	45.5	44.5	66.1	2.1	23:19	自然声	2.0
N210515 廉江 48#-1	龙塘村	42.0	44.4	39.8	37.2	58.8	3.1	9:57	自然声	2.0
N210515 廉江 48#-2		48.0	49.8	48.0	38.8	67.9	4.0	22:31	虫鸣、狗叫	1.0
N210515 廉江 49#-1	塘尾村	46.9	42.2	31.8	29.0	78.3	6.0	10:18	自然声	2.5
N210515 廉江 49#-2		44.3	45.2	44.2	43.0	57.3	0.9	22:46	虫鸣	1.0
N210515 廉江 50#-1	上龙塘仔	40.2	39.0	35.2	32.6	71.9	2.9	10:48	自然声	1.5
N210515 廉江 50#-2		41.1	42.2	40.8	39.6	54.1	1.1	22:52	虫鸣	1.0
N210515 廉江 51#-1	上龙塘	50.4	50.6	40.4	38.6	64.8	5.8	11:32	自然声	2.0
N210515 廉江 51#-2		49.5	50.4	49.2	48.4	58.5	0.9	23:03	虫鸣	1.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/15、2021/05/16								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210515 廉江 52#-1	公仔塘	65.8	58.4	49.6	41.2	87.6	8.2	11:50	飞机	1.5
N210515 廉江 52#-2		54.4	56.0	54.4	51.8	60.4	2.3	22:07	交通声	1.0
N210515 廉江 53#-1	禾塘仔	51.2	54.0	50.8	45.6	58.4	2.9	16:02	交通声	1.5
N210515 廉江 53#-2		51.9	53.6	51.6	49.6	65.7	1.5	22:26	交通声	1.0
N210515 廉江 54#-1	下庞江	44.0	46.6	41.4	35.8	68.8	4.1	16:23	自然声	1.0
N210515 廉江 54#-2		45.7	46.6	45.2	44.2	55.4	1.3	23:21	虫鸣	1.5
N210515 廉江 55#-1	南蒙塘	41.1	43.8	38.6	34.6	59.8	3.7	16:51	自然声	1.0
N210515 廉江 55#-2		41.9	43.6	39.8	35.8	57.8	3.5	23:58	虫鸣	1.0
N210515 廉江 56#-1	庞江	46.5	51.2	34.6	30.8	62.8	7.7	17:15	自然声	1.5
N210515 廉江 56#-2		45.0	45.0	43.4	42.0	67.2	2.1	23:36	虫鸣	1.5
N210515 廉江 57#-1	石坡	49.0	46.6	42.4	39.2	78.9	3.4	17:34	自然声	1.0
N210515 廉江 57#-2		44.5	45.4	44.2	43.4	57.5	0.9	23:22	虫鸣	1.0
N210516 廉江 58#-1	独根坝	47.6	50.0	42.4	39.8	66.1	4.3	10:14	自然声	1.5
N210516 廉江 58#-2		48.2	50.6	47.2	44.8	59.6	2.3	22:03	自然声	1.5

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/16								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210516 廉江 59#-1	坡禾地	52.7	51.0	43.6	39.8	73.1	5.4	10:32	交通声	1.5
N210516 廉江 59#-2		48.8	49.8	48.2	47.2	61.9	1.4	22:15	自然声	1.5
N210516 廉江 60#-1	红坎	63.9	67.8	62.4	59.0	70.8	2.9	10:51	交通声	2.0
N210516 廉江 60#-2		48.3	49.8	48.0	46.2	59.7	1.5	23:02	自然声	2.0
N210516 廉江 61#-1	江益	50.2	51.0	47.8	45.8	70.5	2.8	11:10	自然声	1.5
N210516 廉江 61#-2		47.4	47.8	46.6	45.8	68.1	1.4	22:29	自然声	2.0
N210516 廉江 62#-1	德耀村	55.8	62.0	46.6	42.6	69.9	6.7	15:09	交通声	1.0
N210516 廉江 62#-2		49.6	50.6	47.8	45.0	71.8	2.7	22:36	自然声	2.5
N210516 廉江 63#-1	塘仔村	46.5	49.8	39.4	34.0	60.4	6.2	15:27	自然声	1.0
N210516 廉江 63#-2		43.1	45.2	41.4	39.4	62.0	2.4	22:20	自然声	2.5
N210516 廉江 64#-1	荣春山	69.6	67.2	46.6	38.6	88.4	11.7	15:48	飞机	1.0
N210516 廉江 64#-2		49.2	51.2	48.6	45.8	67.4	2.1	22:59	自然声	1.5
N210516 廉江 65#-1	平垌村	59.2	64.2	47.6	40.6	68.6	9.0	16:40	交通声	1.5
N210516 廉江 65#-2		46.0	47.6	45.0	43.6	59.1	1.8	23:42	自然声	2.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/16								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210516 廉江 66#-1	墩仔村	55.6	57.0	43.8	40.2	74.3	6.8	16:08	交通声	1.5
N210516 廉江 66#-2		49.3	50.4	49.2	47.2	63.5	1.3	22:47	交通声	2.5
N210516 廉江 67#-1	黄根岭	58.5	48.8	42.4	38.0	72.4	7.3	16:24	交通声	2.0
N210516 廉江 67#-2		48.7	52.2	46.8	45.2	63.5	2.7	23:19	交通声	2.5
N210516 廉江 68#-1	山猪塘	47.7	51.4	43.0	37.0	64.8	5.5	10:16	自然声	2.0
N210516 廉江 68#-2		44.0	46.4	43.6	39.2	54.5	2.9	22:25	自然声	1.0
N210516 廉江 69#-1	松明坡	45.5	44.8	35.0	31.6	66.6	5.9	10:34	自然声	1.0
N210516 廉江 69#-2		44.5	46.0	44.6	40.0	55.6	2.1	22:51	自然声	1.5
N210516 廉江 70#-1	鸭墟塘	50.7	55.2	49.6	42.6	58.4	4.1	10:59	交通	1.0
N210516 廉江 70#-2		45.0	47.1	44.1	43.4	52.0	2.6	22:36	自然声	1.0
N210516 廉江 71#-1	北府围	54.0	57.6	52.2	49.8	61.2	2.8	11:17	交通	1.0
N210516 廉江 71#-2		47.2	48.2	47.0	45.2	66.8	1.3	23:35	自然声	1.0
N210516 廉江 72#-1	围肚	40.9	43.4	39.8	37.2	58.6	2.4	11:35	自然声	1.0
N210516 廉江 72#-2		43.7	44.7	43.5	42.4	53.0	1.9	22:56	自然声	1.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/16、2021/05/17								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210516 廉江 73#-1	山佳	47.0	53.0	38.6	33.6	63.2	6.8	15:16	自然声	1.5
N210516 廉江 73#-2		43.4	44.1	42.8	41.9	58.4	2.6	23:19	自然声	1.5
N210516 廉江 74#-1	割麻墩	50.1	54.0	44.8	37.6	67.5	6.5	16:05	交通	1.0
N210516 廉江 74#-2		45.7	46.4	45.5	44.8	52.6	1.8	22:08	自然声	1.0
N210516 廉江 75#-1	南垌村	43.8	48.4	37.0	31.6	59.5	6.4	16:40	自然声	1.5
N210516 廉江 75#-2		43.8	44.8	43.8	42.8	48.7	0.8	23:09	自然声	1.0
N210516 廉江 76#-1	瓦窑	61.0	62.2	61.4	58.8	69.4	1.3	17:40	蝉鸣	1.0
N210516 廉江 76#-2		51.2	52.2	51.0	50.0	57.5	0.7	23:58	交通	1.0
N210517 廉江 77#-1	海边塘	43.1	48.0	36.6	32.2	58.9	5.7	13:03	自然声	1.5
N210517 廉江 77#-2		42.1	43.0	41.6	40.6	55.7	1.1	23:32	自然声	1.0
N210517 廉江 78#-1	东村	43.9	46.4	40.4	35.4	67.9	4.4	11:37	自然声	1.5
N210517 廉江 78#-2		44.2	44.2	42.8	41.2	59.7	2.1	23:09	自然声	1.5
N210517 廉江 79#-1	对岸	79.3	52.8	43.2	40.4	63.4	4.9	11:17	交通声	1.0
N210517 廉江 79#-2		53.0	53.2	49.6	48.2	70.9	3.1	22:49	交通声	1.0

(续)表 3.2-8 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/17								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210517 廉江 80#-1	西村	43.6	46.8	40.6	37.2	59.7	3.8	10:49	自然声	1.5
N210517 廉江 80#-2		42.5	43.2	42.0	41.0	54.3	1.3	23:32	自然声	1.0
N210517 廉江 81#-1	坭咀	45.1	47.6	43.4	39.2	69.8	3.4	10:50	自然声	2.0
N210517 廉江 81#-2		47.2	49.0	47.6	42.2	52.6	2.6	22:02	自然声	1.5
N210517 廉江 82#-1	凤地	45.8	50.2	40.6	37.6	60.4	4.8	12:06	自然声	2.0
N210517 廉江 82#-2		43.8	44.0	43.0	41.2	58.3	1.9	22:51	自然声	1.5
N210517 廉江 83#-1	金塘	46.3	47.0	37.6	33.0	68.4	6.0	12:03	自然声	2.0
N210517 廉江 83#-2		53.0	53.2	49.6	48.2	70.9	3.1	22:49	交通	1.5
N210517 廉江 84#-1	冷却塔补水取水口	49.0	49.2	44.8	43.6	69.4	3.3	16:45	交通	2.0
N210517 廉江 84#-2		48.1	49.0	48.0	47.2	56.3	0.8	22:05	交通	2.5

表 3.2-9 检测结果（噪声）

采样日期		2021/05/15								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210515 廉江 8#	反应堆	58.6	61.7	57.6	49.0	71.0	5.5	15:15 ~ 次日 15:15	自然声	1.2~2.5
		53.0	57.9	47.2	41.4	63.3	6.4			
		45.1	48.8	42.9	39.7	55.7	3.4			
		46.6	48.3	46.3	43.9	51.6	2.5			
		52.4	55.1	51.7	47.0	60.5	3.2			
		58.4	59.8	57.5	53.5	76.4	3.0			
		46.4	48.6	45.4	43.0	56.5	3.3			
		47.8	48.8	47.3	46.2	56.5	2.3			
		48.3	49.7	48.1	46.1	52.2	2.3			
		67.5	48.6	41.7	39.7	81.4	10.1			
		46.0	48.2	42.4	39.6	64.8	3.8			
		67.1	74.0	39.6	36.1	80.1	12.2			
		40.5	44.9	35.8	31.0	54.3	5.6			
		65.5	64.3	45.1	42.0	79.0	9.6			

续表 3.2-9 检测结果（噪声）

采样日期		2021/05/15								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210515 廉江 8#	反应堆	64.6	47.3	38.8	34.1	78.6	9.9	15:15 ~ 次日 15:15	自然声	1.2~2.5
		53.5	55.1	50.1	44.8	79.7	4.6			
		41.3	44.2	40.0	36.6	49.8	3.5			
		44.0	45.8	39.4	34.5	61.3	4.8			
		43.2	46.0	41.6	38.5	61.1	3.5			
		50.7	54.3	48.4	40.4	59.1	5.9			
		63.9	68.7	58.7	50.0	70.4	7.7			
		68.1	69.4	68.7	61.1	70.5	3.7			
		61.8	66.2	58.7	48.6	68.2	6.9			
		50.1	52.2	48.7	46.1	63.7	2.7			
		Ld: 62.0 Ln: 55.9 Ldn: 63.9								

表 3.2-10 检测结果（噪声）

采样日期		2021/05/14								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210514 廉江 9#	海水冷却塔	47.9	49.3	47.5	46.3	50.5	2.1	14:24 ~ 次日 14:24	自然声	1.0~2.5
		48.6	49.7	48.6	47.0	50.9	1.3			
		46.2	47.8	45.8	44.3	49.1	1.5			
		44.9	46.2	44.6	43.3	47.9	2.2			
		48.3	52.1	46.4	43.0	53.8	3.5			
		55.3	57.4	55.0	49.7	59.1	3.2			
		51.3	53.0	50.5	49.2	57.5	2.0			
		70.2	71.1	69.7	69.3	71.9	2.0			
		77.5	84.4	62.2	61.4	85.7	9.2			
		63.3	68.1	51.7	47.3	69.4	8.8			
		56.0	61.2	53.9	53.1	62.6	2.3			
		42.4	44.4	42.0	39.4	46.2	2.7			
		38.2	39.5	37.5	36.3	42.0	1.3			
		57.1	57.7	56.9	56.5	60.0	1.3			

(续)表 3.2-10 检测结果 (噪声)

采样日期		2021/05/14								
测点编号	监测点位名称	Leq 值, dB(A)	L10	L50	L90	Lmax	SD	监测时间	主要声源	风速 (m/s)
N210514 廉江 9#	海水冷却塔	54.0	55.4	53.8	52.3	57.0	1.4	14:24 ~ 次日 14:24	自然声	1.0~2.5
		62.8	63.4	62.7	61.5	67.2	2.8			
		53.1	55.0	52.7	50.2	59.0	2.7			
		82.7	85.4	84.1	45.3	86.0	17.4			
		42.1	45.3	41.1	39.4	48.3	2.4			
		69.2	70.7	69.3	66.8	71.6	2.6			
		52.2	53.6	52.3	49.5	54.5	2.9			
		49.4	50.9	49.1	47.4	52.4	2.0			
		48.2	49.3	48.0	46.8	50.8	1.5			
		48.1	49.7	47.8	46.2	51.3	2.0			
		Ld: 71.9 Ln: 49.2 Ldn: 70.3								

表 3.2-11 环境噪声限值 等效声级 Leq 值: dB(A)

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

表 3.2-12 建筑施工厂界环境噪声排放限值

单位: dB(A)

昼间	夜间
70	55

表 3.2-13 工业企业厂界环境噪声排放限值

单位: dB(A)

厂界外声环境功能区类别		昼间	夜间
类别			
	0 类	50	40
	1 类	55	45
	2 类	60	50
	3 类	65	55
	4 类	70	55

表 3.2-14 海洋功能区及其环境保护要求

功能区名称	对应站位	海洋环境保护要求
安铺港工业与城镇用海区	S1、S2、S26	海水水质执行三类类标准，海洋沉积物质量二类标准和海洋生物执行二类类标准。
英罗港-海康港农渔业区	S3、S4、S8、S14、S20、S21、S22、S23、S24、S25、S28、S29、S30、S31、S32、S33、P	海水水质执行二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
角头沙东北部海洋保护区	S9	海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
北海珍珠贝海洋保护区	S5、S6、S7	海水水质执行二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
合浦儒艮海洋保护区	S10、S11、S12、S13、S18、S19	海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
铁山港港口航运区	S15、S16、S17、S27	海水水质执行四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不低于三类标准。

表 3.2-15 水质测定项目分析方法一览表

序号	监测项目	测定方法	检出限	
一	水文			
1	水深	GB/T 12763.2/4.8-2007 水深测量	/	
2	水温	GB/T 12763.2/5-2007 水温观测	/	
3	盐度	GB17378.4/29-2007 盐度计法	/	
4	水色	GB/T12763.2/10-2007 海水透明度、水色和海发光观测	/	
5	透明度	GB/T12763.2/10-2007 海水透明度、水色和海发光观测	/	
二	水化学			
1	pH	GB17378.4/26-2007 pH 计法	/	
2	溶解氧(DO)	GB17378.4/31-2007 碘量法	/	
3	化学需氧量 (COD _{Mn})	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	/	
4	悬浮物	GB17378.4/27-2007 重量法	/	
5	氰化物	GB17378.4/20.1-2007 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.5μg/L	
6	硫化物	GB17378.4/18.1-2007 亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L	
7	营养盐	亚硝酸盐 (NO ₂ -N)	0.35μg/L	
8		硝酸盐 (NO ₃ -N)	0.60μg/L	
9		氨盐 (NH ₄ -N)	HY-T 147.1-2013 (7.1、8.1、9.1、10.1、 11、12、13) 流动分析法	1.08μg/L
10		活性磷酸盐 (PO ₄ -P)		0.72μg/L
11		活性硅酸盐		2.8μg/L
12		总氮		/
13		总磷		/
14	油类	GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法	3.5μg/L	
15	挥发性酚	GB17378.4/19-2007 4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L	

16	氟化物	水和废水监测分析方法（第四版） 离子选择电极法	0.05mg/L
17	余氯	HJ 586-2010 N,N-二乙基-1,4-苯二胺 (DPD) 分光光度法 现场测定	0.04mg/L
18	硼	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 776-2015	0.01mg/L
19	重金属	铜 (Cu) GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
20		铅 (Pb) GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
21		镉 (Cd) GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
22		锌 (Zn) GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
23		总铬 (Cr) GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
24		六价铬 《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T 7467-1987	0.004mg/L
25		锰 (Mn) 《海洋监测技术规程 第 1 部分：海水》 HY/T 147.1-2013 电感耦合等离子体质谱法 5	0.01μg/L
26		铁 (Fe) 《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989	0.030mg/L
27		总汞 (Hg) GB17378.4/5.1-2007 原子荧光法	0.007μg/L
28		砷 (As) GB17378.4/11.1-2007 原子荧光法	0.5μg/L
29	多环芳烃 (PAHs)	《海水中 16 种多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法》GB/T 26411-2010	0.001μg/L
30	多氯联苯 (PCBs)	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 气相色谱法 (15)	5×10 ⁻⁶ mg/L
31	硒	《近岸海域环境监测规范》HJ 442-2008 原子荧光法测定近岸海域海水中的硒 (附录 K)	0.0002mg/L

表 3.2-16 四季海水水深、透明度和水色统计表

站位	水深 (m)					透明度 (m)					水色 (m)				
	秋	冬	春	夏	平均	秋	冬	春	夏	平均	秋	冬	春	夏	平均
最小值	2.5	1.5	0.3	1.2	-	0.4	0.3	0.5	0.5	-	8	12	14	8	-
最大值	23.0	19.0	21.5	20.8	-	3.0	3.6	2.8	1.8	-	16	21	20	20	-
平均值	9.9	8.6	7.5	8.4	8.60	1.4	2.1	1.2	1.0	1.4	14	15	16	15	15

表 3.2-17 四季海水温度 (°C) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	23.5	14.5	26.6	27.6	-
最大值	25.3	17.9	28.5	32.7	-
平均值	24.4	16.1	27.3	31.2	24.8

表 3.2-18 四季海水盐度平均值统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	28.28	30.03	17.50	23.35	-
最大值	31.88	32.35	31.93	32.12	-
平均值	30.54	31.61	29.80	28.80	30.19

表 3.2-19 四季海水 pH 值统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	7.84	8.13	7.68	7.83	-
最大值	8.23	8.34	8.16	8.17	-
平均值	8.09	8.27	7.98	8.07	8.10

表 3.2-20 四季海水悬浮物质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	3.0	5.0	2.6	4.8	-
最大值	33.8	19.8	90.0	39.4	-

平均值	10.2	10.6	15.6	12.8	12.3
-----	------	------	------	------	------

表 3.2-21 四季海水溶解氧质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	5.66	8.00	5.22	5.65	-
最大值	7.08	9.47	8.15	8.14	-
平均值	6.42	8.47	6.40	6.78	7.02

表 3.2-22 四季海水化学需氧量质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.21	0.05	0.21	0.58	-
最大值	1.54	1.11	3.46	2.19	-
平均值	0.66	0.48	1.08	1.33	0.89

表 3.2-23 四季海水石油类质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	0.009	0.002	0.014	-
最大值	0.049	0.067	0.032	0.057	-
平均值	0.017	0.023	0.016	0.023	0.020

表 3.2-24 四季海水无机氮质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.029	0.029	0.033	0.049	-
最大值	0.189	0.291	0.626	0.390	-
平均值	0.088	0.087	0.194	0.196	0.141

表 3.2-25 四季海水活性磷酸盐质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.007	0.002	0.006	0.001	-

最大值	0.048	0.022	0.062	0.034	-
平均值	0.020	0.006	0.018	0.008	0.013

表 3.2-26 四季海水硅酸盐质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.041	0.034	0.118	0.044	-
最大值	0.422	0.285	1.584	1.418	-
平均值	0.198	0.102	0.457	0.375	0.283

表 3.2-27 四季海水总氮质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.23	-	0.13	0.22	-
最大值	0.52	-	1.09	0.93	-
平均值	0.39	-	0.44	0.46	0.43

表 3.2-28 四季海水总磷质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.013	-	0.006	0.004	-
最大值	0.059	-	0.057	0.060	-
平均值	0.025	-	0.022	0.019	0.022

表 3.2-29 四季海水铜质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.83	0.45	0.72	0.38	-
最大值	6.76	4.54	3.72	13.38	-
平均值	2.06	0.89	1.87	2.85	1.92

表 3.2-30 四季海水铅质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
--	----	----	----	----	-----

最小值	ND	0.10	ND	ND	-
最大值	0.87	1.25	2.92	4.58	-
平均值	0.30	0.35	0.37	0.30	0.33

表 3.2-31 四季海水镉质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	0.035	ND	0.010	-
最大值	0.021	0.360	0.254	0.172	-
平均值	0.003	0.062	0.070	0.038	0.043

表 3.2-32 四季海水锌质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	ND	6.5	-
最大值	11.7	7.0	39.1	49.9	-
平均值	6.2	1.1	9.6	20.2	9.3

表 3.2-33 四季海水总铬平均值 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	0.52	ND	ND	-
最大值	0.636	1.02	ND	1.721	-
平均值	0.112	0.78	ND	0.137	0.282

表 3.2-34 四季海水总汞质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	ND	0.012	-
最大值	0.227	0.032	0.055	0.056	-
平均值	0.024	0.005	0.015	0.023	0.017

表 3.2-35 四季海水砷质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
--	----	----	----	----	-----

最小值	0.60	0.60	0.84	0.78	-
最大值	1.03	1.11	1.15	1.16	-
平均值	0.80	0.77	0.92	0.96	0.86

表 3.2-36 四季海水锰质量浓度 ($\mu\text{g/L}$) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	2.9	1.7	7.5	8.4	-
最大值	141.0	301.0	166.0	44.1	-
平均值	20.6	42.3	43.9	18.5	31.3

表 3.2-37 四季海水氟化物质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	1.27	1.02	0.50	1.05	-
最大值	1.46	1.20	0.66	1.19	-
平均值	1.35	1.11	0.61	1.14	1.05

表 3.2-38 四季海水硼质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	2.49	2.60	2.02	2.93	-
最大值	2.77	2.93	3.45	3.84	-
平均值	2.68	2.80	3.16	3.50	3.04

表 3.2-39 四季海水硫化物质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.0011	0.0010	0.0008	0.0004	-
最大值	0.0020	0.0018	0.0013	0.0005	-
平均值	0.0017	0.0014	0.0011	0.0004	0.0012

表 3.2-40 四季海水铁质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	ND	ND	-
最大值	0.11	0.67	1.72	0.163	-
平均值	0.01	0.07	0.08	0.035	0.05

表 3.2-41 四季海水余氯质量浓度 (mg/L) 统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	ND	ND	-
最大值	0.09	0.08	0.06	0.04	-
平均值	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02

表 3.2-42 秋季水质评价指数表

站位	层次	pH	COD	溶解氧		油类	无机氮	活性磷酸盐			硫化物	铜		铅	锌	镉	汞			砷
		一二类	一类	一类	二类	一二类	一类	一类	二三类	四类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	四类
S1	0.5	0.25	0.49	0.92	0.65	0.17	0.39	0.87	0.43	0.29	0.10	0.33	0.16	0.61	0.15	0.003	0.86	0.22	0.086	0.042
S2	0.5	0.33	0.31	0.99	0.69	0.22	0.52	1.00	0.50	0.33	0.07	0.45	0.22	0.67	0.34	0.003	1.26	0.32	0.126	0.041
S3	0.5	0.03	0.43	0.77	0.54	0.19	0.41	1.47	0.73	0.49	0.09	0.28	0.14	0.29	0.34	0.003	0.78	0.20	0.078	0.038
S4	0.5	0.29	0.24	0.96	0.68	0.12	0.38	0.80	0.40	0.27	0.10	0.36	0.18	0.50	0.06	0.003	1.36	0.34	0.136	0.040
S5	0.5	0.79	0.53	0.85	0.60	0.41	0.38	1.13	0.57	0.38	0.08	0.25	0.13	0.43	0.31	0.012	0.25	0.06	0.025	0.038
S6	0.5	0.70	0.77	0.56	0.40	0.97	0.42	0.80	0.40	0.27	0.10	0.34	0.17	0.74	0.23	0.003	0.07	0.02	0.007	0.039
S7	0.5	0.03	0.31	0.80	0.57	0.15	0.19	0.83	0.42	0.28	0.07	0.62	0.31	0.33	0.35	0.003	0.51	0.13	0.051	0.036
S8	0.5	0.06	0.25	0.84	0.60	0.67	0.45	1.33	0.67	0.44	0.07	0.38	0.19	0.31	0.28	0.003	0.92	0.23	0.092	0.042
	11.0	0.05	0.30	0.94	0.67		0.46	1.60	0.80	0.53	0.10	0.62	0.31	0.87	0.58	0.003	0.54	0.14	0.054	0.035
S9	0.5	0.31	0.30	0.95	0.67	0.04	0.48	0.73	0.37	0.24	0.06	0.32	0.16	0.46	0.35	0.003	4.54	1.14	0.454	0.042
S10	0.5	0.04	0.30	0.78	0.55	0.39	0.38	1.93	0.97	0.64	0.09	0.34	0.17	0.10	0.26	0.003	0.14	0.04	0.014	0.037
S11	0.5	0.06	0.25	0.64	0.45	0.52	0.37	1.60	0.80	0.53	0.10	0.32	0.16	0.18	0.13	0.003	0.07	0.02	0.007	0.039
S12	0.5	0.20	0.30	0.76	0.53	0.12	0.33	0.67	0.33	0.22	0.08	0.21	0.10	0.46	0.44	0.003	0.07	0.02	0.007	0.043
	11.0	0.22	0.39	0.98	0.69		0.35	0.80	0.40	0.27	0.10	0.17	0.08	0.40	0.26	0.003	0.72	0.18	0.072	0.042
S13	0.5	0.01	0.32	0.70	0.49	0.11	0.21	0.80	0.40	0.27	0.07	0.19	0.09	0.37	0.34	0.003	0.07	0.02	0.007	0.037
S14	0.5	0.14	0.28	0.76	0.52	0.28	0.51	2.47	1.23	0.82	0.09	0.33	0.17	0.02	0.17	0.003	1.08	0.27	0.108	0.048
S15	0.5	0.87	0.47	1.35	0.76	0.41	0.67	1.07	0.53	0.36	0.09	0.33	0.17	0.12	0.37	0.003	0.12	0.03	0.012	0.051
	10.0	0.87	0.37	1.51	0.80		0.86	1.40	0.70	0.47	0.08	0.36	0.18	0.11	0.34	0.003	0.04	0.01	0.004	0.051
S16	0.5	0.49	0.51	0.97	0.68	0.45	0.38	0.73	0.37	0.24	0.10	0.73	0.36	0.51	0.49	0.003	0.06	0.02	0.006	0.047
	11.5	0.48	0.30	1.02	0.70		0.55	1.13	0.57	0.38	0.08	0.73	0.37	0.18	0.45	0.003	0.56	0.14	0.056	0.046
S17	0.5	0.02	0.26	0.65	0.46	0.68	0.24	1.27	0.63	0.42	0.10	0.37	0.19	0.33	0.26	0.003	0.58	0.15	0.058	0.036
S18	0.5	0.14	0.23	0.65	0.45	0.48	0.47	2.33	1.17	0.78	0.06	0.70	0.35	0.35	0.52	0.003	0.14	0.04	0.014	0.032
	13.0	0.14	0.22	0.70	0.49		0.39	1.73	0.87	0.58	0.09	0.33	0.16	0.39	0.43	0.003	0.34	0.09	0.034	0.035
S19	0.5	0.09	0.36	0.74	0.52	0.45	0.42	1.80	0.90	0.60	0.08	0.54	0.27	0.08	0.31	0.003	0.68	0.17	0.068	0.037
	14.0	0.06	0.39	0.78	0.55		0.54	2.73	1.37	0.91	0.09	0.30	0.15	0.21	0.49	0.003	0.38	0.10	0.038	0.038
S20	0.5	0.10	0.30	0.75	0.52	0.23	0.46	1.33	0.67	0.44	0.08	0.18	0.09	0.02	0.38	0.003	0.07	0.02	0.007	0.030
S21	0.5	0.06	0.35	0.70	0.48	0.36	0.44	1.73	0.87	0.58	0.10	0.26	0.13	0.20	0.18	0.003	0.07	0.02	0.007	0.038
	12.0	0.03	0.25	0.76	0.53		0.50	1.67	0.83	0.56	0.09	0.38	0.19	0.07	0.20	0.003	1.12	0.28	0.112	0.041
S22	0.5	0.26	0.31	0.97	0.68	0.16	0.95	1.60	0.80	0.53	0.08	0.85	0.43	0.63	0.46	0.003	0.10	0.03	0.010	0.045
	15.0	0.27	0.23	0.95	0.67		0.53	1.07	0.53	0.36	0.10	0.36	0.18	0.18	0.39	0.003	0.04	0.01	0.004	0.044
S23	0.5	0.08	0.12	0.74	0.52	0.26	0.15	0.47	0.23	0.16	0.07	0.48	0.24	0.16	0.26	0.003	0.18	0.05	0.018	0.039
	14.5	0.07	0.31	0.73	0.51		0.25	1.13	0.57	0.38	0.10	0.26	0.13	0.06	0.23	0.003	0.04	0.01	0.004	0.039
S24	0.5	0.23	0.11	0.64	0.45	0.78	0.39	1.80	0.90	0.60	0.06	0.71	0.36	0.16	0.25	0.003	0.07	0.02	0.007	0.039
	17.0	0.17	0.32	0.71	0.50		0.58	3.20	1.60	1.07	0.06	0.25	0.12	0.02	0.19	0.003	0.38	0.10	0.038	0.035
S25	0.5	0.11	0.23	0.59	0.41	0.54	0.47	1.60	0.80	0.53	0.09	0.19	0.09	0.32	0.48	0.003	0.07	0.02	0.007	0.044

	13.0	0.06	0.39	0.81	0.57		0.34	1.13	0.57	0.38	0.10	0.26	0.13	0.02	0.40	0.003	1.28	0.32	0.128	0.044
S26	0.5	0.41	0.29	1.02	0.71	0.12	0.52	1.13	0.57	0.38	0.09	0.20	0.10	0.50	0.50	0.003	0.28	0.07	0.028	0.040
S27	0.5	0.25	0.21	0.74	0.51	0.48	0.27	1.33	0.67	0.44	0.07	0.42	0.21	0.20	0.19	0.003	0.07	0.02	0.007	0.039
S28	0.5	0.23	0.53	0.66	0.46	0.38	0.57	1.80	0.90	0.60	0.10	1.06	0.53	0.28	0.37	0.003	0.07	0.02	0.007	0.042
	21.0	0.20	0.20	0.54	0.38		0.41	1.80	0.90	0.60	0.06	0.25	0.12	0.02	0.12	0.003	0.07	0.02	0.007	0.033
S29	0.5	0.39	0.45	0.86	0.62	0.19	0.53	0.93	0.47	0.31	0.09	0.18	0.09	0.38	0.30	0.003	0.34	0.09	0.034	0.040
S30	0.5	0.49	0.29	0.97	0.68	0.09	0.48	1.00	0.50	0.33	0.10	0.25	0.13	0.35	0.40	0.003	0.07	0.02	0.007	0.040
S31	0.5	0.43	0.32	0.92	0.65	0.04	0.35	0.93	0.47	0.31	0.09	0.49	0.24	0.52	0.50	0.003	0.07	0.02	0.007	0.041
S32	0.5	0.39	0.24	0.94	0.66	0.36	0.45	0.87	0.43	0.29	0.08	0.26	0.13	0.10	0.12	0.003	0.27	0.07	0.027	0.042
S33	0.5	0.43	0.59	1.02	0.71	0.33	0.53	1.80	0.90	0.60	0.09	1.35	0.68	0.24	0.08	0.003	0.22	0.06	0.022	0.042
最小值		0.01	0.11	0.54	0.38	0.04	0.15	0.47	0.23	0.16	0.06	0.17	0.08	0.02	0.06	0.003	0.04	0.01	0.004	0.030
最大值		0.87	0.77	1.51	0.80	0.97	0.95	3.20	1.60	1.07	0.10	1.35	0.68	0.87	0.58	0.012	4.54	1.14	0.454	0.051
超标率 (%)		0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	63.3	8.2	2.0	0.0	4.1	0.0	0.00	0.0	0.0	12.2	2.0	0.0	0.0

表 3.2-43 秋季水质评价结果表

功能区名称	海洋环境保护要求	站位	pH	COD	溶解氧	油类	无机氮	活性磷酸盐	硫化物	铜	铅	锌	镉	汞	砷		
安铺港工业与城镇用海区	水质执行三类类标准	S1	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S2	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	一类	
		S26	一二类	一类	二类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
英罗港-海康港农渔业区	水质执行二类标准	S3	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S4	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	一类
		S8	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S14	一二类	一类	一类	一二类	一类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	一类
		S20	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S21	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	一类
		S22	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S23	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S24	一二类	一类	一类	一二类	一类	超四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S25	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	一类
		S28	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S29	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S30	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S31	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S32	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
S33	一二类	一类	二类	一二类	一类	二三类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
北海珍珠贝海洋保护区	水质执行二类标准	S5	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S6	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S7	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
角头沙东北部海洋保护区	水质执行一类标准	S9	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类	一类		
合浦儒艮海洋保护区	水质执行一类标准	S10	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S11	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S12	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S13	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S18	一二类	一类	一类	一二类	一类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
S19	一二类	一类	一类	一二类	一类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类			
铁山港港口航运区	水质执行四类标准	S15	一二类	一类	二类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S16	一二类	一类	二类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S17	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S27	一二类	一类	一类	一二类	一类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	

表 3.2-44 冬季水质评价指数表

站位	层次	pH	COD	溶解氧	油类		无机氮		活性磷酸盐		硫化物	铜	铅		锌	镉	汞	砷	总铬
		一二类	一类	一类	一二类	三类	一类	二类	一类	二三类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
S1	0.5	0.29	0.53	0.27	0.51	0.09	0.35	0.23	0.53	0.27	0.06	0.11	0.10	0.02	0.04	0.050	0.04	0.031	0.014
S2	0.5	0.34	0.45	0.22	0.43	0.07	0.33	0.22	0.33	0.17	0.06	0.11	0.17	0.03	0.04	0.047	0.04	0.034	0.017
S3	0.5	0.34	0.35	0.26	0.45	0.07	0.15	0.10	0.27	0.13	0.08	0.20	0.17	0.03	0.04	0.054	0.04	0.030	0.010
S4	0.5	0.31	0.43	0.24	0.84	0.14	1.46	0.97	0.40	0.20	0.06	0.12	0.23	0.05	0.04	0.050	0.04	0.031	0.014
S5	0.5	0.17	0.25	0.26	0.23	0.04	0.40	0.26	0.67	0.33	0.07	0.11	0.17	0.03	0.04	0.048	0.04	0.042	0.020
S6	0.5	0.23	0.31	0.37	0.43	0.07	0.26	0.17	0.47	0.23	0.09	0.13	0.30	0.06	0.04	0.054	0.04	0.036	0.019
S7	0.5	0.20	0.41	0.35	0.55	0.09	0.29	0.19	0.30	0.15	0.07	0.52	0.28	0.06	0.04	0.046	0.04	0.031	0.013
S8	0.5	0.29	0.27	0.34	0.48	0.08	0.23	0.15	0.27	0.13	0.06	0.24	0.54	0.11	0.04	0.077	0.04	0.034	0.013
	8.2	0.31	0.33	0.38			0.19	0.12	0.27	0.13	0.07	0.13	0.22	0.04	0.04	0.043	0.04	0.034	0.011
S9	0.5	0.29	0.48	0.26	0.45	0.07	0.84	0.56	0.33	0.17	0.06	0.19	0.37	0.07	0.04	0.066	0.04	0.034	0.019
	8	0.29	0.29	0.40			0.24	0.16	0.33	0.17	0.08	0.11	0.19	0.04	0.04	0.068	0.04	0.036	0.016
S10	0.5	0.37	0.22	0.42	0.43	0.07	0.53	0.35	0.30	0.15	0.08	0.18	0.21	0.04	0.04	0.041	0.13	0.037	0.013
S11	0.5	0.26	0.25	0.40	0.42	0.07	0.28	0.18	0.40	0.20	0.07	0.26	0.40	0.08	0.04	0.049	0.04	0.033	0.013
S12	0.5	0.37	0.23	0.38	0.40	0.07	0.46	0.30	0.33	0.17	0.08	0.09	0.20	0.04	0.04	0.044	0.04	0.043	0.017
	13	0.37	0.20	0.44			0.27	0.18	0.53	0.27	0.08	0.09	0.15	0.03	0.04	0.035	0.04	0.043	0.017
S13	0.5	0.31	0.25	0.44	0.30	0.05	0.37	0.24	0.33	0.17	0.05	0.12	0.54	0.11	0.04	0.055	0.04	0.033	0.015
S14	0.5	0.43	0.13	0.37	0.53	0.09	0.33	0.22	0.27	0.13	0.09	0.23	0.32	0.06	0.18	0.051	0.04	0.056	0.016
S15	0.5	0.40	0.28	0.25	0.37	0.06	0.24	0.16	0.20	0.10	0.08	0.30	0.42	0.08	0.04	0.090	0.04	0.047	0.013
	10.5	0.40	0.32	0.21			0.29	0.19	0.27	0.13	0.09	0.25	0.30	0.06	0.04	0.045	0.04	0.047	0.014

S16	0.5	0.37	0.27	0.30	0.41	0.07	0.51	0.34	0.40	0.20	0.06	0.21	0.31	0.06	0.22	0.072	0.04	0.040	0.016
	17	0.40	0.21	0.34			0.77	0.51	0.33	0.17	0.06	0.28	0.63	0.13	0.04	0.052	0.04	0.038	0.016
S17	0.5	0.37	0.09	0.40	0.49	0.08	0.36	0.24	0.27	0.13	0.06	0.22	1.18	0.24	0.04	0.051	0.47	0.050	0.016
S18	0.5	0.31	0.18	0.37	1.34	0.22	0.25	0.16	0.40	0.20	0.09	0.19	1.25	0.25	0.04	0.074	0.04	0.045	0.018
	13	0.37	0.12	0.39			0.20	0.13	0.33	0.17	0.09	0.91	0.41	0.08	0.04	0.050	0.22	0.046	0.015
S19	0.5	0.54	0.15	0.43	0.49	0.08	0.50	0.33	0.40	0.20	0.09	0.13	0.30	0.06	0.04	0.058	0.04	0.038	0.016
	12	0.54	0.14	0.41			0.21	0.14	0.20	0.10	0.07	0.12	0.27	0.05	0.04	0.064	0.04	0.037	0.016
S20	0.5	0.49	0.08	0.45	0.45	0.07	0.32	0.21	0.20	0.10	0.09	0.14	0.35	0.07	0.04	0.065	0.04	0.036	0.018
S21	0.5	0.49	0.08	0.41	0.47	0.08	0.29	0.19	0.27	0.13	0.06	0.16	0.64	0.13	0.35	0.059	0.04	0.035	0.013
	12.5	0.49	0.08	0.42			0.53	0.35	0.27	0.13	0.05	0.09	0.51	0.10	0.04	0.044	0.63	0.036	0.019
S22	0.5	0.31	0.18	0.32	0.34	0.06	0.46	0.30	0.33	0.17	0.06	0.24	0.33	0.07	0.04	0.048	0.04	0.047	0.019
	17	0.31	0.14	0.43			0.30	0.20	0.13	0.07	0.09	0.13	0.20	0.04	0.04	0.046	0.04	0.038	0.015
S23	0.5	0.29	0.28	0.32			0.40	0.27	0.33	0.17	0.06	0.12	0.35	0.07	0.04	0.360	0.04	0.040	0.014
	16	0.31	0.17	0.34			0.16	0.11	0.20	0.10	0.07	0.12	0.30	0.06	0.04	0.057	0.04	0.037	0.017
S24	0.5	0.49	0.03	0.41	0.49	0.08	0.62	0.41	0.47	0.23	0.07	0.12	0.26	0.05	0.04	0.101	0.04	0.041	0.014
	17	0.51	0.13	0.46			1.02	0.68	0.47	0.23	0.08	0.16	0.26	0.05	0.20	0.039	0.04	0.043	0.016
S25	0.5	0.49	0.11	0.43	0.64	0.11	0.45	0.30	0.20	0.10	0.09	0.10	0.59	0.12	0.04	0.064	0.62	0.036	0.018
	11	0.49	0.09	0.45			0.37	0.25	0.20	0.10	0.06	0.17	0.20	0.04	0.04	0.046	0.04	0.037	0.014
S26	0.5	0.29	0.56	0.03	0.59	0.10	0.57	0.38	0.53	0.27	0.07	0.14	0.17	0.03	0.04	0.049	0.04	0.031	0.011
S27	0.5	0.34	0.20	0.41	0.40	0.07	0.25	0.16	0.27	0.13	0.05	0.19	0.23	0.05	0.04	0.052	0.26	0.037	0.014
S28	0.5	0.51	0.03	0.35	0.53	0.09	0.78	0.52	0.27	0.13	0.09	0.17	0.52	0.10	0.04	0.051	0.65	0.039	0.016
	12.5	0.54	0.07	0.29			0.71	0.47	0.40	0.20	0.09	0.12	0.44	0.09	0.04	0.046	0.04	0.041	0.016
S29	0.5	0.06	0.50	0.40	0.26	0.04	0.62	0.41	1.27	0.63	0.07	0.12	0.53	0.11	0.04	0.108	0.04	0.034	0.020
S30	0.5	0.14	0.32	0.38	0.26	0.04	0.56	0.37	1.47	0.73	0.07	0.09	0.20	0.04	0.04	0.038	0.04	0.042	0.018
S31	0.5	0.20	0.36	0.27	0.38	0.06	0.54	0.36	0.53	0.27	0.09	0.09	0.13	0.03	0.04	0.038	0.15	0.041	0.014

S32	0.5	0.17	0.30	0.34	0.29	0.05	0.37	0.25	0.33	0.17	0.09	0.10	0.21	0.04	0.04	0.047	0.04	0.042	0.016
S33	0.5	0.17	0.40	0.42	0.17	0.03	0.48	0.32	0.73	0.37	0.06	0.10	0.16	0.03	0.04	0.049	0.04	0.041	0.016
最小值		0.06	0.03	0.03	0.17	0.03	0.15	0.10	0.13	0.07	0.05	0.09	0.10	0.02	0.04	0.035	0.04	0.030	0.010
最大值		0.54	0.56	0.46	1.34	0.22	1.46	0.97	1.47	0.73	0.09	0.91	1.25	0.25	0.35	0.360	0.65	0.056	0.020
超标率 (%)		0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	4.3	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 3.2-45 冬季季水质评价结果表

功能区名称	海洋环境保护要求	站位	pH	化学需氧量	溶解氧	油类	无机氮	活性磷酸盐	硫化物	铜	铅	锌	镉	汞	砷	总铬
安铺港工业与城镇用海区	水质执行三类标准	S1	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S2	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S26	一二类	一类	二类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
英罗港-海康港农渔业区	水质执行二类标准	S3	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S4	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S8	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S14	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S20	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S21	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S22	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S23	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S24	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S25	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S28	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S29	一二类	一类	一类	一二类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S30	一二类	一类	一类	一二类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S31	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
S32	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
S33	一二类	一类	二类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
北海珍珠贝海洋保护区	水质执行二类标准	S5	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S6	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S7	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	

角头沙东北部 海洋保护区	水质执行一类标准	S9	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
合浦儒艮海洋 保护区	水质执行一类标准	S10	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S11	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S12	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S13	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S18	一二类	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
		S19	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
铁山港港口航 运区	水质执行四类标准	S15	一二类	一类	二类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S16	一二类	一类	二类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S17	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S27	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	

表 3.2-46 春季水质评价指数表

站位	层次	pH		COD			溶解氧		油类	无机氮				活性磷酸盐			硫化物	铜	铅		锌		镉	汞		砷	总铬
		一二类	三四类	一类	二类	三类	一类	二类	一二类	一类	二类	三类	四类	一类	二三类	四类	一类	一类	一类	二类	一类	二类	一类	一类	二三类	一类	一类
S1	0.5	0.66	0.12	1.07	0.71	0.53	0.84	0.55	0.45	1.07	0.71	0.54	0.43	0.71	0.36	0.24	0.06	0.42	0.27	0.053	0.08	0.03	0.071	0.07	0.02	0.045	0.002
S2	0.5	0.54	0.16	0.23	0.16	0.12	0.64	0.41	0.18	1.64	1.10	0.82	0.66	0.55	0.27	0.18	0.05	0.37	0.50	0.101	0.08	0.03	0.130	0.18	0.05	0.042	0.002
S3	0.5	0.60	0.14	0.78	0.52	0.39	0.90	0.60	0.35	1.13	0.75	0.57	0.45	0.94	0.47	0.31	0.05	0.26	0.06	0.011	0.08	0.03	0.037	0.72	0.18	0.043	0.002
S4	0.5	0.43	0.20	0.60	0.40	0.30	0.74	0.48	0.34	1.37	0.92	0.69	0.55	0.96	0.48	0.32	0.05	0.30	0.45	0.090	0.08	0.03	0.069	0.07	0.02	0.043	0.002
S5	0.5	1.20	0.07	0.40	0.27	0.20	1.57	0.78	0.13	2.42	1.61	1.21	0.97	3.20	1.60	1.07	0.05	0.52	0.62	0.123	0.33	0.13	0.254	0.38	0.10	0.044	0.002
S6	0.5	0.94	0.02	0.92	0.61	0.46	1.27	0.72	0.29	1.43	0.95	0.71	0.57	1.87	0.94	0.62	0.06	0.40	0.02	0.003	1.21	0.49	0.072	0.20	0.05	0.046	0.002
S7	0.5	0.94	0.02	0.70	0.47	0.35	1.21	0.71	0.39	1.56	1.04	0.78	0.63	2.31	1.16	0.77	0.05	0.41	0.23	0.046	0.38	0.15	0.068	0.36	0.09	0.043	0.002
S8	0.5	0.63	0.13	0.59	0.40	0.30	0.90	0.60	0.33	1.32	0.88	0.66	0.53	1.40	0.70	0.47	0.04	0.35	0.33	0.065	0.08	0.03	0.049	0.56	0.14	0.044	0.002
S9	0.5	0.40	0.21	0.56	0.37	0.28	0.76	0.50	0.21	1.04	0.69	0.52	0.41	0.96	0.48	0.32	0.06	0.32	0.79	0.158	0.43	0.17	0.055	0.07	0.02	0.044	0.002
S10	0.5	0.37	0.22	0.43	0.29	0.22	0.76	0.50	0.25	0.78	0.52	0.39	0.31	0.82	0.41	0.27	0.05	0.46	0.48	0.096	0.31	0.12	0.045	0.07	0.02	0.043	0.002
S11	0.5	0.26	0.26	0.46	0.31	0.23	0.66	0.44	0.09	0.27	0.18	0.14	0.11	0.63	0.31	0.21	0.05	0.23	0.22	0.045	0.40	0.16	0.039	0.17	0.04	0.045	0.002
S12	0.5	0.26	0.26	0.75	0.50	0.37	0.69	0.46	0.41	0.35	0.23	0.17	0.14	0.73	0.36	0.24	0.04	0.22	0.04	0.008	0.49	0.20	0.140	0.18	0.05	0.044	0.002
	12.5	0.23	0.27	0.41	0.27	0.21	0.93	0.84		0.28	0.18	0.14	0.11	0.85	0.42	0.28	0.05	0.22	0.16	0.031	0.29	0.11	0.031	0.07	0.02	0.044	0.002
S13	0.5	0.17	0.29	0.22	0.15	0.11	0.52	0.33	0.34	0.26	0.17	0.13	0.10	0.45	0.23	0.15	0.06	0.43	0.43	0.086	0.08	0.03	0.020	0.07	0.02	0.042	0.002
S14	0.5	0.03	0.36	0.50	0.34	0.25	0.65	0.44	0.43	0.20	0.13	0.10	0.08	0.57	0.28	0.19	0.05	0.27	0.16	0.033	0.85	0.34	0.029	0.07	0.02	0.043	0.002
S15	0.5	1.31	0.11	0.63	0.42	0.31	1.83	0.85	0.64	2.19	1.46	1.10	0.88	2.67	1.34	0.89	0.05	0.29	0.02	0.003	0.44	0.17	0.090	0.07	0.02	0.058	0.002
	8.9	1.34	0.12	0.56	0.37	0.28	2.18	0.93		2.13	1.42	1.06	0.85	2.93	1.47	0.98	0.05	0.34	0.02	0.003	0.52	0.21	0.094	0.07	0.02	0.056	0.002
S16	0.5	0.94	0.02	0.49	0.33	0.25	0.88	0.59	0.39	1.59	1.06	0.80	0.64	1.59	0.80	0.53	0.06	0.36	0.09	0.018	0.20	0.08	0.074	0.78	0.20	0.049	0.002
	12	1.06	0.02	0.62	0.41	0.31	1.86	0.86		1.60	1.06	0.80	0.64	1.94	0.97	0.65	0.05	0.39	0.02	0.003	0.61	0.24	0.048	0.52	0.13	0.052	0.002
S17	0.5	0.46	0.19	0.58	0.39	0.29	0.80	0.53	0.33	0.56	0.37	0.28	0.22	1.02	0.51	0.34	0.05	0.65	0.75	0.149	0.47	0.19	0.057	0.22	0.06	0.057	0.002
S18	0.5	0.14	0.30	0.25	0.16	0.12	0.74	0.50	0.30	0.16	0.11	0.08	0.07	0.43	0.21	0.14	0.07	0.19	0.15	0.030	0.30	0.12	0.052	0.07	0.02	0.043	0.002
	12	0.14	0.30	0.32	0.21	0.16	0.77	0.52		0.17	0.11	0.08	0.07	0.52	0.26	0.17	0.06	0.30	0.09	0.018	0.47	0.19	0.017	0.07	0.02	0.042	0.002
S19	0.5	0.06	0.33	0.38	0.25	0.19	0.75	0.50	0.33	0.20	0.13	0.10	0.08	0.56	0.28	0.19	0.06	0.31	0.02	0.003	0.49	0.20	0.023	0.07	0.02	0.045	0.002
	13	0.09	0.32	0.48	0.32	0.24	0.81	0.54	0.00	0.19	0.12	0.09	0.07	0.72	0.36	0.24	0.06	0.28	0.16	0.033	0.38	0.15	0.035	0.52	0.13	0.045	0.002
S20	0.5	0.00	0.35	0.56	0.37	0.28	0.72	0.48	0.39	0.22	0.15	0.11	0.09	0.80	0.40	0.27	0.06	0.55	0.36	0.073	0.83	0.33	0.086	0.07	0.02	0.046	0.002
S21	0.5	0.06	0.33	0.49	0.32	0.24	0.85	0.57	0.24	0.21	0.14	0.11	0.09	0.57	0.29	0.19	0.06	0.35	0.15	0.030	0.57	0.23	0.005	0.07	0.02	0.043	0.002
S22	0.5	0.57	0.15	0.53	0.35	0.27	0.94	0.63	0.38	1.54	1.03	0.77	0.62	1.14	0.57	0.38	0.07	0.39	0.04	0.008	0.27	0.11	0.058	0.52	0.13	0.051	0.002
	14.5	0.69	0.11	0.58	0.39	0.29	1.09	0.69		1.26	0.84	0.63	0.50	1.48	0.74	0.49	0.06	0.51	0.10	0.021	0.44	0.17	0.049	1.02	0.26	0.046	0.002
S23	0.5	0.26	0.26	0.31	0.21	0.16	0.73	0.48	0.54	0.28	0.19	0.14	0.11	0.48	0.24	0.16	0.05	0.72	1.30	0.259	0.91	0.36	0.142	0.92	0.23	0.045	0.002
	15.9	0.31	0.24	0.37	0.25	0.18	0.88	0.59		0.39	0.26	0.19	0.15	0.58	0.29	0.19	0.07	0.37	0.37	0.073	0.47	0.19	0.139	0.80	0.20	0.045	0.002
S24	0.5	0.06	0.33	0.10	0.07	0.05	0.76	0.50	0.32	0.23	0.15	0.11	0.09	0.51	0.26	0.17	0.05	0.22	0.23	0.046	1.95	0.78	0.005	0.07	0.02	0.044	0.002
	16.3	0.06	0.33	0.19	0.13	0.10	0.95	0.85		0.24	0.16	0.12	0.10	0.43	0.22	0.14	0.05	0.33	0.24	0.048	1.08	0.43	0.055	0.62	0.16	0.044	0.002
S25	0.5	0.06	0.33	0.41	0.27	0.20	0.70	0.46	0.40	0.22	0.15	0.11	0.09	0.56	0.28	0.19	0.05	0.65	0.55	0.109	1.20	0.48	0.056	0.16	0.04	0.049	0.002
	9.2	0.06	0.33	0.27	0.18	0.14	0.79	0.53		0.26	0.18	0.13	0.11	0.47	0.23	0.16	0.06	0.22	0.11	0.021	0.44	0.17	0.040	0.07	0.02	0.042	0.002

S26	0.5	0.57	0.15	1.73	1.15	0.86	0.13	0.08	0.38	1.38	0.92	0.69	0.55	1.21	0.60	0.40	0.06	0.24	0.07	0.013	0.08	0.03	0.151	0.07	0.02	0.049	0.002
S27	0.5	1.11	0.04	0.71	0.47	0.36	0.19	0.12	0.32	2.34	1.56	1.17	0.94	2.31	1.16	0.77	0.05	0.74	0.65	0.131	0.47	0.19	0.096	0.07	0.02	0.056	0.002
S28	0.5	0.03	0.34	0.29	0.19	0.14	0.72	0.48	0.28	0.20	0.13	0.10	0.08	0.43	0.21	0.14	0.05	0.19	0.02	0.003	0.61	0.24	0.018	0.30	0.08	0.044	0.002
	19.5	0.00	0.35	0.15	0.10	0.08	0.75	0.51		0.22	0.15	0.11	0.09	0.47	0.23	0.16	0.06	0.14	0.07	0.015	1.05	0.42	0.016	0.07	0.02	0.045	0.002
S29	0.5	1.34	0.12	1.42	0.94	0.71	1.95	0.87	0.45	3.13	2.09	1.56	1.25	4.15	2.08	1.38	0.05	0.48	0.39	0.078	0.17	0.07	0.034	0.14	0.04	0.050	0.002
S30	0.5	0.63	0.13	0.57	0.38	0.29	0.85	0.54	0.06	1.54	1.03	0.77	0.62	2.06	1.03	0.69	0.05	0.39	0.54	0.108	0.08	0.03	0.180	0.50	0.13	0.046	0.002
S31	0.5	0.40	0.21	0.27	0.18	0.14	0.38	0.25	0.11	1.19	0.79	0.60	0.48	1.35	0.67	0.45	0.06	0.53	2.92	0.584	0.36	0.14	0.074	0.58	0.15	0.046	0.002
S32	0.5	0.34	0.23	0.67	0.44	0.33	0.13	0.09	0.14	1.28	0.85	0.64	0.51	1.57	0.79	0.52	0.05	0.41	0.53	0.106	0.34	0.14	0.124	1.10	0.28	0.048	0.002
S33	0.5	0.60	0.14	0.61	0.41	0.31	0.69	0.44	0.04	1.59	1.06	0.80	0.64	2.02	1.01	0.67	0.06	0.35	1.31	0.261	0.28	0.11	0.087	0.40	0.10	0.048	0.002
最小值		0.00	0.02	0.10	0.07	0.05	0.13	0.08	0.00	0.16	0.11	0.08	0.07	0.43	0.21	0.14	0.04	0.14	0.02	0.003	0.08	0.03	0.005	0.07	0.02	0.02	0.002
最大值		1.34	0.36	1.73	1.15	0.86	2.18	0.93	0.64	3.13	2.09	1.56	1.25	4.15	2.08	1.38	0.07	0.74	2.92	0.584	1.95	0.78	0.254	1.10	0.28	0.058	0.002
超标率 (%)		14.0	0.0	7.0	2.3	0.0	18.6	0.0	0.0	51.2	27.9	11.6	2.3	41.9	18.6	4.7	0.0	0.0	7.0	0.0	11.6	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0

表 3.2-47 春季水质评价结果表

功能区名称	海洋环境保护要求	站位	pH	化学需氧量	溶解氧	油类	无机氮	活性磷酸盐	硫化物	铜	铅	锌	镉	汞	砷	总铬		
安铺港工业与城镇用海区	水质执行三类类标准	S1	一二类	二类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S2	一二类	一类	一类	一二类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S26	一二类	三类	一类	一二类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
英罗港-海康港农渔业区	水质执行二类标准	S3	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S4	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S8	一二类	一类	一类	一二类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S14	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S20	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S21	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S22	一二类	一类	二类	一二类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	
		S23	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S24	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S25	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S28	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S29	三四类	二类	二类	一二类	超四类	超四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S30	一二类	一类	一类	一二类	三类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S31	一二类	一类	一类	一二类	二类	二类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
S32	一二类	一类	一类	一二类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类			
S33	一二类	一类	一类	一二类	三类	四类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类			
北海珍珠贝海洋保护区	水质执行二类标准	S5	三四类	一类	二类	一二类	四类	超四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S6	一二类	一类	二类	一二类	二类	二类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类		
		S7	一二类	一类	二类	一二类	三类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
角头沙东北部海洋保护区	水质执行一类标准	S9	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
合浦儒艮海洋保护区	水质执行一类标准	S10	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S11	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S12	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S13	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S18	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
S19	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类				
铁山港港口航运区	水质执行四类标准	S15	三四类	一类	二类	一二类	四类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S16	三四类	一类	二类	一二类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S17	一二类	一类	一类	一二类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S27	三四类	一类	一类	一二类	四类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		

表 3.2-48 夏季水质评价指数表

站位	水深	层次	pH		COD		溶解氧		油类			无机氮			活性磷酸盐			硫化物		铜			铅		锌		镉		汞		砷		总铬	
			一二类	一类	二类	一类	二类	一二类	三类	一类	二类	三类	一类	二三类	四类	一类	一类	二类	三四类	一类	二类	一类	二类	一类	一类	二三类	一类	一类						
S1	4.1	0.5	0.31	0.83	0.55	0.51	0.30	0.51	0.08	1.53	1.02	0.77	1.04	0.52	0.35	0.03	0.23	0.12	0.02	0.01	0.002	0.91	0.36	0.037	0.48	0.12	0.045	0.002						
S2	5.0	0.5	0.26	0.74	0.49	0.60	0.36	0.30	0.05	1.61	1.07	0.80	0.88	0.44	0.29	0.02	0.49	0.24	0.05	0.01	0.002	1.15	0.46	0.035	0.48	0.12	0.042	0.002						
S3	7.0	0.5	0.14	0.73	0.49	0.30	0.18	0.40	0.07	1.11	0.74	0.56	0.52	0.26	0.17	0.02	0.32	0.16	0.03	0.01	0.002	0.80	0.32	0.035	0.50	0.13	0.044	0.002						
S4	7.1	0.5	0.06	0.49	0.33	0.17	0.10	0.38	0.06	1.32	0.88	0.66	0.42	0.21	0.14	0.02	0.37	0.19	0.04	0.01	0.002	1.66	0.67	0.172	0.54	0.14	0.039	0.002						
S5	4.0	0.5	0.43	0.54	0.36	0.64	0.42	0.37	0.06	1.66	1.10	0.83	1.40	0.70	0.47	0.02	0.36	0.18	0.04	0.01	0.002	0.86	0.34	0.037	0.52	0.13	0.047	0.002						
S6	5.0	0.5	0.40	0.71	0.48	0.92	0.56	0.52	0.09	1.48	0.99	0.74	0.99	0.49	0.33	0.02	0.24	0.12	0.02	0.01	0.002	0.84	0.34	0.029	0.62	0.16	0.048	0.002						
S7	4.9	0.5	0.31	0.48	0.32	0.42	0.25	0.59	0.10	1.55	1.03	0.77	1.01	0.51	0.34	0.02	0.25	0.12	0.02	0.01	0.002	1.45	0.58	0.031	0.78	0.20	0.050	0.002						
S8	9.7	0.5	0.23	0.56	0.38	0.76	0.44	0.37	0.06	1.21	0.80	0.60	0.79	0.39	0.26	0.02	0.19	0.09	0.02	0.01	0.002	2.08	0.83	0.028	0.24	0.06	0.044	0.002						
S9	9.7	0.5	0.11	0.75	0.50	0.48	0.29	0.44	0.07	1.21	0.81	0.61	0.42	0.21	0.14	0.02	0.45	0.22	0.04	0.01	0.002	1.31	0.52	0.037	0.44	0.11	0.042	0.002						
S10	4.5	0.5	0.14	0.89	0.59	0.30	0.18	0.46	0.08	1.00	0.67	0.50	0.47	0.23	0.16	0.02	0.28	0.14	0.03	0.01	0.002	1.04	0.42	0.026	0.31	0.08	0.045	0.002						
S11	5.5	0.5	0.06	0.59	0.40	0.29	0.17	0.33	0.05	0.58	0.39	0.29	0.20	0.10	0.07	0.02	0.53	0.26	0.05	0.01	0.002	1.51	0.60	0.026	0.46	0.12	0.044	0.002						
S12	14.8	0.5	0.03	1.00	0.66	0.44	0.25	0.32	0.05	0.73	0.48	0.36	0.18	0.09	0.06	0.03	0.17	0.08	0.02	0.01	0.002	0.63	0.25	0.029	0.50	0.13	0.050	0.002						
		12.8	0.26	0.77	0.51	0.89	0.52			0.69	0.46	0.34	0.36	0.18	0.12	0.02	2.55	1.28	0.26	0.67	0.134	0.97	0.39	0.060	0.72	0.18	0.045	0.002						
S13	5.9	0.5	0.17	0.67	0.45	0.17	0.10	0.33	0.05	0.41	0.28	0.21	0.19	0.10	0.06	0.02	0.26	0.13	0.03	0.01	0.002	0.86	0.34	0.020	0.62	0.16	0.047	0.002						
S14	5.3	0.5	0.06	0.60	0.40	0.34	0.20	1.14	0.19	0.44	0.29	0.22	0.12	0.06	0.04	0.02	0.29	0.15	0.03	0.01	0.002	0.66	0.26	0.047	0.27	0.07	0.042	0.002						
S15	11.0	0.5	0.69	0.79	0.53	0.58	0.34	0.66	0.11	1.85	1.23	0.92	0.97	0.48	0.32	0.02	0.51	0.25	0.05	0.12	0.024	1.49	0.60	0.078	0.24	0.06	0.056	0.002						
		9	0.91	0.72	0.48	1.52	0.73			1.95	1.30	0.97	1.41	0.71	0.47	0.02	0.36	0.18	0.04	0.01	0.002	0.98	0.39	0.036	0.24	0.06	0.056	0.002						
S16	17.5	0.5	0.63	1.10	0.73	0.70	0.41	0.46	0.08	1.69	1.13	0.85	0.89	0.45	0.30	0.02	1.20	0.60	0.12	0.66	0.133	1.60	0.64	0.048	0.24	0.06	0.051	0.002						
		15.5	0.71	0.49	0.33	0.14	0.09			1.71	1.14	0.85	0.98	0.49	0.33	0.02	0.30	0.15	0.03	0.01	0.002	1.33	0.53	0.033	0.24	0.06	0.054	0.002						
S17	4.7	0.5	0.03	0.38	0.25	0.16	0.09	0.34	0.06	0.70	0.47	0.35	0.26	0.13	0.09	0.02	0.48	0.24	0.05	0.01	0.002	0.98	0.39	0.027	0.24	0.06	0.044	0.002						
S18	12.5	0.5	0.06	0.72	0.48	0.38	0.22	0.30	0.05	0.44	0.29	0.22	0.16	0.08	0.05	0.02	0.41	0.21	0.04	0.01	0.002	0.33	0.13	0.016	0.34	0.09	0.053	0.002						
		10.5	0.17	0.65	0.43	0.54	0.31			0.29	0.20	0.15	0.12	0.06	0.04	0.03	0.64	0.32	0.06	0.13	0.026	0.54	0.22	0.025	0.38	0.10	0.051	0.002						
S19	14.5	0.5	0.09	0.68	0.45	0.02	0.01	0.41	0.07	0.24	0.16	0.12	0.16	0.08	0.05	0.02	0.32	0.16	0.03	0.01	0.002	0.51	0.20	0.015	0.66	0.17	0.048	0.002						
		12.5	0.11	0.67	0.45	0.46	0.27			0.24	0.16	0.12	0.17	0.08	0.06	0.03	0.25	0.12	0.02	0.01	0.002	0.52	0.21	0.017	0.50	0.13	0.048	0.002						
S20	7.3	0.5	0.00	0.37	0.24	0.69	0.41	0.50	0.08	0.32	0.21	0.16	0.11	0.05	0.04	0.02	0.23	0.12	0.02	0.01	0.002	0.79	0.31	0.022	0.24	0.06	0.047	0.002						
S21	11.7	0.5	0.03	0.31	0.21	0.67	0.39	0.33	0.05	0.35	0.23	0.18	0.19	0.09	0.06	0.02	0.71	0.36	0.07	0.01	0.002	0.84	0.33	0.010	0.24	0.06	0.058	0.002						
		9.7	0.00	0.51	0.34	0.75	0.45			0.55	0.37	0.28	0.14	0.07	0.05	0.02	0.55	0.27	0.05	0.06	0.011	1.15	0.46	0.025	0.24	0.06	0.046	0.002						
S22	19.0	0.5	0.49	0.98	0.65	0.59	0.35	0.54	0.09	1.14	0.76	0.57	0.24	0.12	0.08	0.03	2.64	1.32	0.26	4.58	0.915	1.97	0.79	0.078	0.24	0.06	0.045	0.002						
		17	0.37	0.91	0.61	0.64	0.38			1.09	0.73	0.55	0.35	0.18	0.12	0.02	1.46	0.73	0.15	1.98	0.395	1.58	0.63	0.050	0.24	0.06	0.045	0.002						
S23	16.5	0.5	0.06	0.84	0.56	0.56	0.32	0.59	0.10	0.66	0.44	0.33	0.11	0.05	0.04	0.02	0.08	0.04	0.01	0.01	0.002	0.33	0.13	0.029	0.54	0.14	0.051	0.002						
		14.5	0.20	0.66	0.44	0.50	0.29			0.45	0.30	0.23	0.19	0.09	0.06	0.02	2.68	1.34	0.27	4.21	0.842	2.50	1.00	0.138	0.24	0.06	0.053	0.034						
S24	20.0	0.5	0.03	0.50	0.33	0.30	0.17	0.37	0.06	0.41	0.28	0.21	0.14	0.07	0.05	0.03	0.25	0.12	0.02	0.01	0.002	0.48	0.19	0.016	0.46	0.12	0.049	0.002						
		18	0.09	0.51	0.34	0.82	0.48			0.40	0.27	0.20	0.22	0.11	0.07	0.02	0.24	0.12	0.02	0.27	0.053	0.39	0.15	0.030	0.60	0.15	0.051	0.002						
S25	12.7	0.5	0.00	0.76	0.51	0.77	0.45	0.56	0.09	0.26	0.17	0.13	0.08	0.04	0.03	0.02	0.18	0.09	0.02	0.01	0.002	0.52	0.21	0.039	0.36	0.09	0.050	0.002						
		10.7	0.03	0.29	0.19	0.84	0.49			0.36	0.24	0.18	0.18	0.09	0.06	0.02	0.12	0.06	0.01	0.07	0.015	0.66	0.26	0.022	0.32	0.08	0.049	0.002						
S26	1.5	0.5	0.46	0.63	0.42	0.33	0.20	0.28	0.05	1.92	1.28	0.96	1.42	0.71	0.47	0.03	0.21	0.10	0.02	0.01	0.002	0.94	0.37	0.045	1.12	0.28	0.047	0.002						
S27	6.5	0.5	0.63	0.71	0.48	0.42	0.24	0.50	0.08	1.28	0.85	0.64	0.53	0.27	0.18	0.02	0.34	0.17	0.03	0.01	0.002	1.30	0.52	0.035	0.84	0.21	0.051	0.002						

S28	20.8	0.5	0.06	0.63	0.42	0.37	0.22	0.38	0.06	0.31	0.21	0.16	0.19	0.09	0.06	0.02	0.12	0.06	0.01	0.01	0.002	0.50	0.20	0.025	0.44	0.11	0.048	0.002
		18.8	0.17	0.62	0.41	0.72	0.42			0.33	0.22	0.17	0.16	0.08	0.05	0.02	2.14	1.07	0.21	0.01	0.002	0.45	0.18	0.017	0.50	0.13	0.046	0.002
S29	2.5	0.5	0.83	0.77	0.51	0.92	0.60	0.34	0.06	1.95	1.30	0.97	2.27	1.13	0.76	0.02	0.24	0.12	0.02	0.01	0.002	0.99	0.39	0.037	0.66	0.17	0.049	0.002
S30	2.2	0.5	0.29	0.60	0.40	0.71	0.47	0.52	0.09	1.32	0.88	0.66	0.87	0.43	0.29	0.02	0.57	0.28	0.06	0.01	0.002	1.19	0.48	0.028	0.32	0.08	0.052	0.002
S31	1.5	0.5	0.23	0.59	0.39	0.33	0.20	0.70	0.12	1.48	0.99	0.74	0.87	0.43	0.29	0.02	0.15	0.07	0.01	0.01	0.002	0.72	0.29	0.026	0.40	0.10	0.048	0.002
S32	1.2	0.5	0.26	0.77	0.52	0.56	0.33	0.62	0.10	1.48	0.98	0.74	0.80	0.40	0.27	0.02	0.36	0.18	0.04	0.01	0.002	0.92	0.37	0.024	0.84	0.21	0.049	0.002
S33	2.0	0.5	0.29	0.84	0.56	0.45	0.27	0.51	0.09	1.49	0.99	0.74	0.74	0.37	0.25	0.02	0.41	0.20	0.04	0.01	0.002	1.17	0.47	0.026	0.74	0.19	0.051	0.002
最小值			0.00	0.29	0.19	0.02	0.01	0.28	0.05	0.24	0.16	0.12	0.08	0.04	0.03	0.02	0.08	0.04	0.01	0.01	0.002	0.33	0.13	0.010	0.24	0.06	0.039	0.002
最大值			0.91	1.10	0.73	1.52	0.73	1.14	0.19	1.95	1.30	0.97	2.27	1.13	0.76	0.03	2.68	1.34	0.27	4.58	0.915	2.50	1.00	0.172	1.12	0.28	0.058	0.034
超标率 (%)			0.0	2.3	0.0	2.3	0.0	2.3	0.0	52.3	22.3	0.0	13.6	2.3	0.0	0.0	13.6	9.1	0.0	6.8	0.0	38.6	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0

表 3.2-49 夏季水质评价结果表

功能区名称	海洋环境保护要求	站位	pH	化学需氧量	溶解氧	油类	无机氮	活性磷酸盐	硫化物	铜	铅	锌	镉	汞	砷	总铬		
安铺港工业与城镇用海区	水质执行三类类标准	S1	一二类	一类	一类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
		S2	一二类	一类	一类	一二类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S26	一二类	一类	一类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	
英罗港-海康港农渔业区	水质执行二类标准	S3	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S4	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S8	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
		S14	一二类	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S20	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S21	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
		S22	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	三四类	二类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
		S23	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	三四类	二类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
		S24	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S25	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S28	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	三四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S29	一二类	一类	一类	一二类	三类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S30	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类
		S31	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
S32	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
S33	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类		
北海珍珠贝海洋保护区	水质执行二类标准	S5	一二类	一类	一类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S6	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S7	一二类	一类	一类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	
角头沙东北部海洋保护区	水质执行一类标准	S9	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类		
合浦儒艮海洋保护区	水质执行一类标准	S10	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S11	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S12	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	三四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S13	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S18	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
S19	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类		
铁山港港口航运区	水质执行四类标准	S15	一二类	一类	二类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S16	一二类	二类	一类	一二类	三类	一类	一类	二类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	
		S17	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S27	一二类	一类	一类	一二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类

表 3.2-50 地表水监测布点

序号	监测点位	相对于厂址位置	
		方位	距离 (km)
1	南蒙塘水库	S	2.4
2	山佳水库	S	3.4
3	大坝河	NNE	2.1

表 3.2-51 监测分析方法依据及检出限

检测对象	检测项目	检出限	检测依据	仪器名称及型号
地表水	悬浮物	4 mg/L	水质 悬浮物的测定 重量法 (GB 11901-1989)	天平 ME204E
	汞	4×10^{-5} mg/L	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法(HJ 694-2014)	原子荧光 BAF-2000
	砷	3×10^{-4} mg/L		
	水温	/	水质 水温的测定 温度计或颠倒 温度计测定法(GB/T 13195-1991)	表层水温表 SW-1
	pH 值	/	水质 pH 值的测定 玻璃电极法(GB/T 6920-1986)	pH 计 PHS-3E
	溶解氧	/	水质 溶解氧的测定电化学探头法(HJ 506-2009)	便携式溶氧仪 HQ30D
	高锰酸盐 指数	0.5 mg/L	水质 高锰酸盐指数的测定 (GB/T 11892-1989)	/
	五日生化 需氧量	0.5 mg/L	水质 五日生化需氧量(BOD5)的测定稀释与接种法(HJ 505-2009)	生化培养箱 SPX-150B-Z

	氨氮	0.025 mg/L	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法(HJ 535-2009)	紫外可见分光光度计 L5
	总磷	0.01 mg/L	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 (GB 11893-1989)	紫外可见分光光度计 L5
	六价铬	0.004 mg/L	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法(GB 7467-1987)	紫外可见分光光度计 L5
	氰化物	0.004 mg/L	水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法(异烟酸-吡啶啉酮分光光度法)(HJ 484-2009)	紫外可见分光光度计 L5
	挥发酚	3×10^{-4} mg/L	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 (HJ 503-2009)	紫外可见分光光度计 L5

表 3.2-52 地表水监测结果（2021 年 5 月）

检测项目	监测点位			标准	单位	是否超标
	南蒙塘水库	山佳水库	大坝河			
pH 值	7.81	6.92	7.03	6~9	无量纲	达标
溶解氧	6.00	6.20	3.91	5	mg/L	大坝河超标
高锰酸盐指数	22.2	8.7	7.6	6	mg/L	超标
BOD ₅	14.9	7.7	4.3	4	mg/L	超标
氨氮	0.859	0.475	0.439	1.0	mg/L	达标
挥发酚	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	0.005	mg/L	达标
氰化物	0.004L	0.005	0.004L	0.2	mg/L	达标
汞	4×10^{-5} L	4×10^{-5} L	4×10^{-5} L	1×10^{-4}	mg/L	达标

砷	3.1×10^{-3}	7×10^{-4}	1.0×10^{-3}	0.05	mg/L	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.007	0.05	mg/L	达标
总磷	0.90	0.16	0.12	0.2	mg/L	南蒙塘水库超标
水温	33.5	32.5	31.0	/	℃	/
悬浮物	24	18	7	/	mg/L	/

表 3.2-53 大坝河流域监测点水质监测情况

监测时间	监测点	监测项目	水质目标	水质状况	水质评价	超标污染物
2017年3月	大坝河高桥水厂断面水质	pH、电导率、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总磷、石油类和六价铬	III类	劣V类	超标	氨氮、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、高锰酸盐指数、总磷、石油类
2020年5月	高桥河高桥镇水厂	pH、电导率、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总磷	II类	IV类	超标	高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷

表 3.2-54 地下水监测布点

序号	监测点位
1	围肚村
2	松明村
3	低村
4	村头村

5	独田村
6	石基头村

表 3.2-55 监测分析方法依据及检出限

检测对象	检测项目	检出限	检测依据	仪器名称及型号
地下水	溶解性总固体	2 mg/L	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标(8.1 溶解性总固体 称重法)(GB/T 5750.4-2006)	天平 ME204E
	汞	4×10^{-5} mg/L	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法(HJ 694-2014)	原子荧光 BAF-2000
	砷	3×10^{-4} mg/L		
	K+	0.01 mg/L	水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法(GB 11904-1989)	火焰原子吸收 PE PinAAcle 900F
	Na+	0.01 mg/L		
	Ca ²⁺	0.02 mg/L		
	Mg ²⁺	0.002 mg/L	水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法(GB 11905-1989)	
	铅	0.09 μg/L	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法(HJ 700-2014)	ICP-MS DRCe
	镉	0.05 μg/L		
	铁	0.82 μg/L		
	锰	0.12 μg/L		
	氟化物	0.05 mg/L	水质 氟化物的测定 离子选择电极法(GB 7484-1987)	离子选择电极 PXSJ-226
	pH 值	/	《水和废水监测分析方法》 (第四版增补版)国家环境保护总局 (2002 年)便携式 pH 计法(B)3.1.6(2)	笔式 pH 计 PH5
耗氧量	0.05 mg/L	生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标(GB/T 5075.7-2006)(1)	/	
氨氮	0.025 mg/L	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法(HJ 535-2009)	紫外可见分光光度计 L5	

	总硬度	5.0 mg/L	水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法(GB/T 7477-1987)	/
	亚硝酸盐氮	0.003 mg/L	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法(GB/T 7493-1987)	紫外可见分光光度计 L5
	硝酸盐氮	0.08 mg/L	水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法(试行)(HJ/T 346-2007)	紫外可见分光光度计 L5
	挥发酚	3×10^{-4} mg/L	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 (HJ 503-2009)	紫外可见分光光度计 L5

(续) 表 3.2-55 监测分析方法依据及检出限

检测对象	检测项目	检出限	检测依据	仪器名称及型号
地下水	氰化物	0.002 mg/L	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标(GB/T 5075.5-2006)(4)	紫外可见分光光度计 L5
	六价铬	0.004 mg/L	生活饮用水标准检验方法 金属指标(GB/T 5075.6-2006)(10)	紫外可见分光光度计 L5
	总大肠菌群	/	生活饮用水标准检验方法 微生物指标(GB/T 5075.12-2006)(2)	生化培养箱 SPX-150B-Z
	细菌总数	/	水质 细菌总数的测定 平皿计数法 (HJ 1000-2018)	生化培养箱 SPX-150B-Z
	碳酸根*	/	地下水水质检验方法 滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根(DZ/T 0064.49-1993)	/
	重碳酸根*	/		
	氯离子*	0.007 mg/L	水质 无机阴离子(F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)的测定 离子色谱法 (HJ 84-2016)	/
	硫酸根*	0.018 mg/L		

表 3.2-56 检测结果（地下水）

采样日期	2021/05/17								
检测项目	采样点位						标准	单位	
	围肚村	松明村	低村	村头村	独田村	石基头村			
溶解性总固体	235	373	240	174	434	178	≤1000	mg/L	
汞	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	≤0.001	mg/L	
砷	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	≤0.01	mg/L	
K ⁺	11.2	10.7	8.77	4.35	1.22	1.28	/	mg/L	
Na ⁺	12.9	18.6	41.5	13.5	50.3	14.5	≤200	mg/L	
Ca ²⁺	21.4	53.7	14.8	12.1	26.4	10.7	/	mg/L	
Mg ²⁺	5.18	8.00	6.48	3.75	43.7	11.2	/	mg/L	
铅	1.34	0.36	1.54	2.79	0.09L	0.11	≤10	μg/L	
镉	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤5	μg/L	
铁	96.0	432	92.8	72.8	229	77.8	≤300	μg/L	
锰	10.2	20.1	24.0	12.3	2.41	13.6	≤100	μg/L	
pH 值	6.01	6.79	5.27	5.60	6.44	6.58	6.5~8.5	无量纲	
耗氧量	0.88	1.61	0.64	0.46	0.46	0.53	3	mg/L	
氨氮	0.187	0.263	0.311	0.114	0.066	0.059	0.5	mg/L	
总硬度	73	168.3	59.4	51.2	250.5	63.5	450	mg/L	
亚硝酸盐氮	0.003L	0.01	0.003	0.003L	0.003L	0.004	1	mg/L	

硝酸盐氮	14.83	23.05	12.52	11.22	6.83	3.21	20	mg/L
挥发酚	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	3×10^{-4} L	0.002	mg/L
氰化物	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.05	mg/L
六价铬	0.004L	0.008	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.05	mg/L
总大肠菌群	未检出	9.2×10^2	2	9.2×10^2	1.6×10^3	2	3	MPN/100mL
细菌总数	6.0×10^2	1.3×10^3	69	1.3×10^2	2.3×10^2	1.4×10^2	100	CFU/mL
碳酸根*	<5	<5	<5	<5	<5	<5	/	mg/L
重碳酸根*	14	93	6	20	147	39	/	mg/L
氯离子*	21.2	28.8	41.3	21.4	64.9	31.5	250	mg/L
硫酸根*	25.6	29.9	18.7	4.9	22.1	0.824	250	mg/L

表 3.2-57 检测结果（电磁辐射）

采样日期		2021/05/14~2021/05/15											
检测项目		电场 (V/m)						磁场 ^① (μT)					
测点编号	监测点位名称	N1	N2	N3	N4	N5	平均值	N1	N2	N3	N4	N5	平均值
R210514 廉江 1#	厂区 1	0.132	0.134	0.133	0.136	0.138	0.135	0.015	0.016	0.010	0.011	0.009	0.012
R210514 廉江 2#	厂区 2	2.863	2.996	2.893	3.001	2.986	2.948	0.010	0.010	0.008	0.009	0.011	0.010
R210514 廉江 3#	厂区 3	0.027	0.029	0.030	0.033	0.031	0.030	0.009	0.008	0.010	0.009	0.010	0.009
R210514 廉江 4#	厂区 4	0.025	0.024	0.030	0.025	0.025	0.026	0.013	0.011	0.014	0.012	0.014	0.013
R210514 廉江 5#	厂区 5	0.028	0.030	0.025	0.033	0.033	0.030	0.009	0.010	0.010	0.011	0.010	0.010
R210514 廉江 6#	厂区 6	0.026	0.025	0.024	0.027	0.029	0.026	0.008	0.011	0.009	0.009	0.008	0.009
R210514 廉江 7#	厂区 7	0.026	0.028	0.029	0.026	0.031	0.028	0.011	0.010	0.011	0.008	0.010	0.010
R210514 廉江 8#	厂区 8	0.032	0.031	0.028	0.031	0.030	0.030	0.010	0.011	0.013	0.010	0.010	0.011
R210515 廉江 9#	南桐村	0.622	0.632	0.633	0.632	0.629	0.630	0.009	0.010	0.012	0.014	0.013	0.012
R210515 廉江 10#	南蒙塘	1.555	1.535	1.534	1.556	1.558	1.548	0.011	0.010	0.011	0.012	0.012	0.011
R210515 廉江 11#	车板镇	0.126	0.112	0.114	0.113	0.107	0.114	0.006	0.008	0.009	0.008	0.007	0.008
R210515 廉江 12#	平垌村	1.532	1.529	1.532	1.508	1.516	1.523	0.011	0.009	0.008	0.012	0.009	0.010
R210515 廉江 13#	德耀村	7.868	7.875	7.888	7.874	7.872	7.875	0.035	0.036	0.034	0.037	0.039	0.036

注：①磁场强度为矢量，其计量单位为 A/m，在空气介质中，1μT 相当于 0.8 A/m。

表 3.2-58 检测结果（电磁辐射）

采样日期		2021/05/15							基站类型
检测项目		电场（V/m）						平均值	
测点编号	监测点位名称	N1	N2	N3	N4	N5			
R210515 廉江 14#	松明坡基站	0.87	0.83	0.95	0.92	1.07	0.93	移动	
R210515 廉江 15#	车板镇中心小学基站	2.06	2.03	2.26	2.25	2.27	2.17	移动/联通	
R210515 廉江 16#	车板镇基站 2	0.75	0.76	0.80	0.78	0.88	0.79	移动	
R210515 廉江 17#	车板镇基站 3	1.05	1.12	1.14	1.03	1.10	1.09	联通	
R210515 廉江 18#	南衙岭基站	0.88	0.78	0.82	0.81	0.80	0.82	移动	
R210515 廉江 19#	孔子陂基站	0.84	0.71	0.83	0.85	0.80	0.81	移动	
R210515 廉江 20#	金花坪基站	0.71	0.68	0.72	0.74	0.81	0.73	联通	
R210515 廉江 21#	龙头山基站	0.45	0.46	0.48	0.47	0.47	0.47	移动	
R210515 廉江 22#	社坛坡基站	0.78	0.81	0.90	0.84	0.85	0.84	电信/移动	
R210515 廉江 23#	凤地基站	0.82	0.81	0.76	0.78	0.86	0.81	联通/移动	
R210515 廉江 24#	福耀村基站 (乡道 778)	0.78	0.84	0.81	1.06	1.17	0.93	联通	



图 3.2-1 环境空气布点示意图

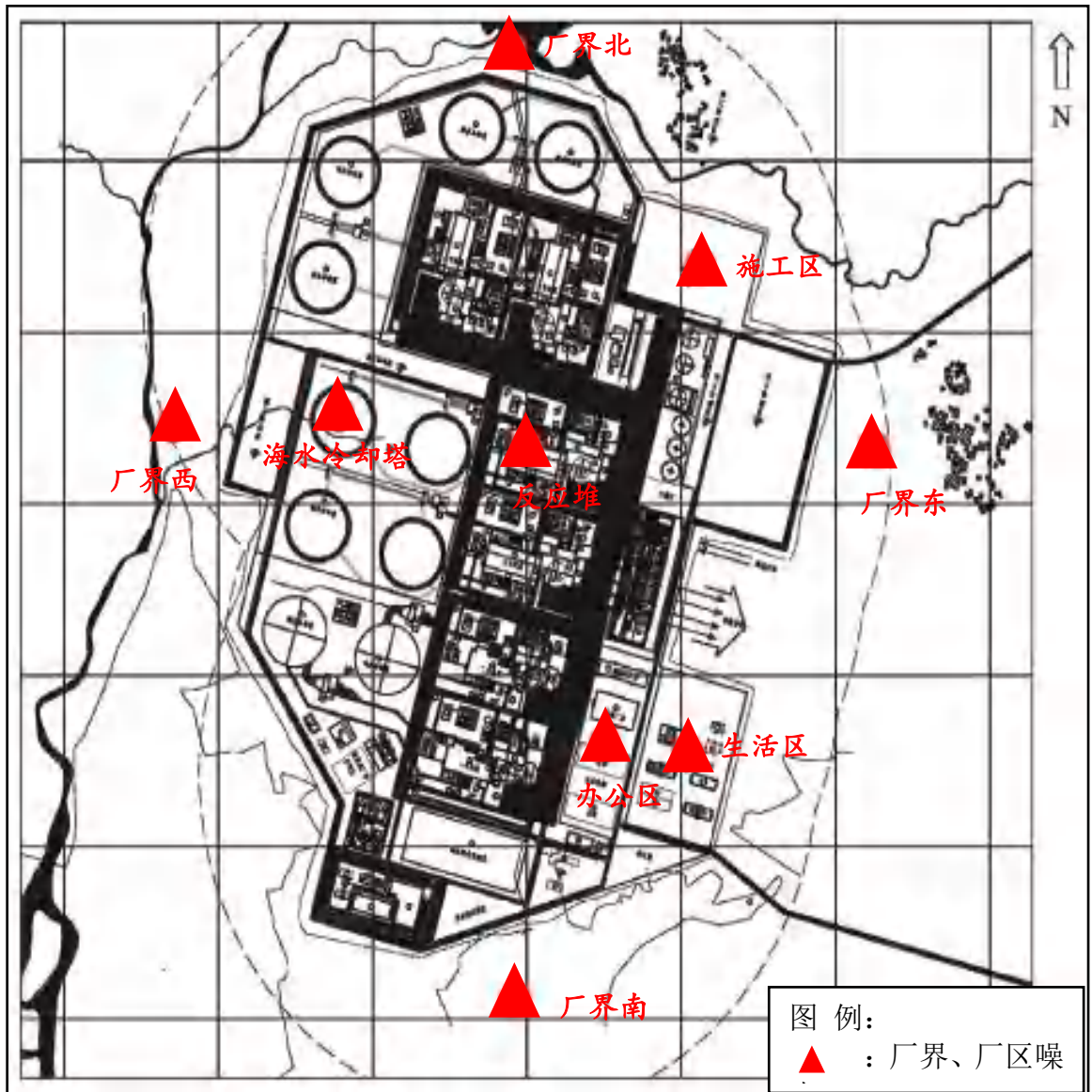


图 3.2-2 厂址区域噪声采样点示意图

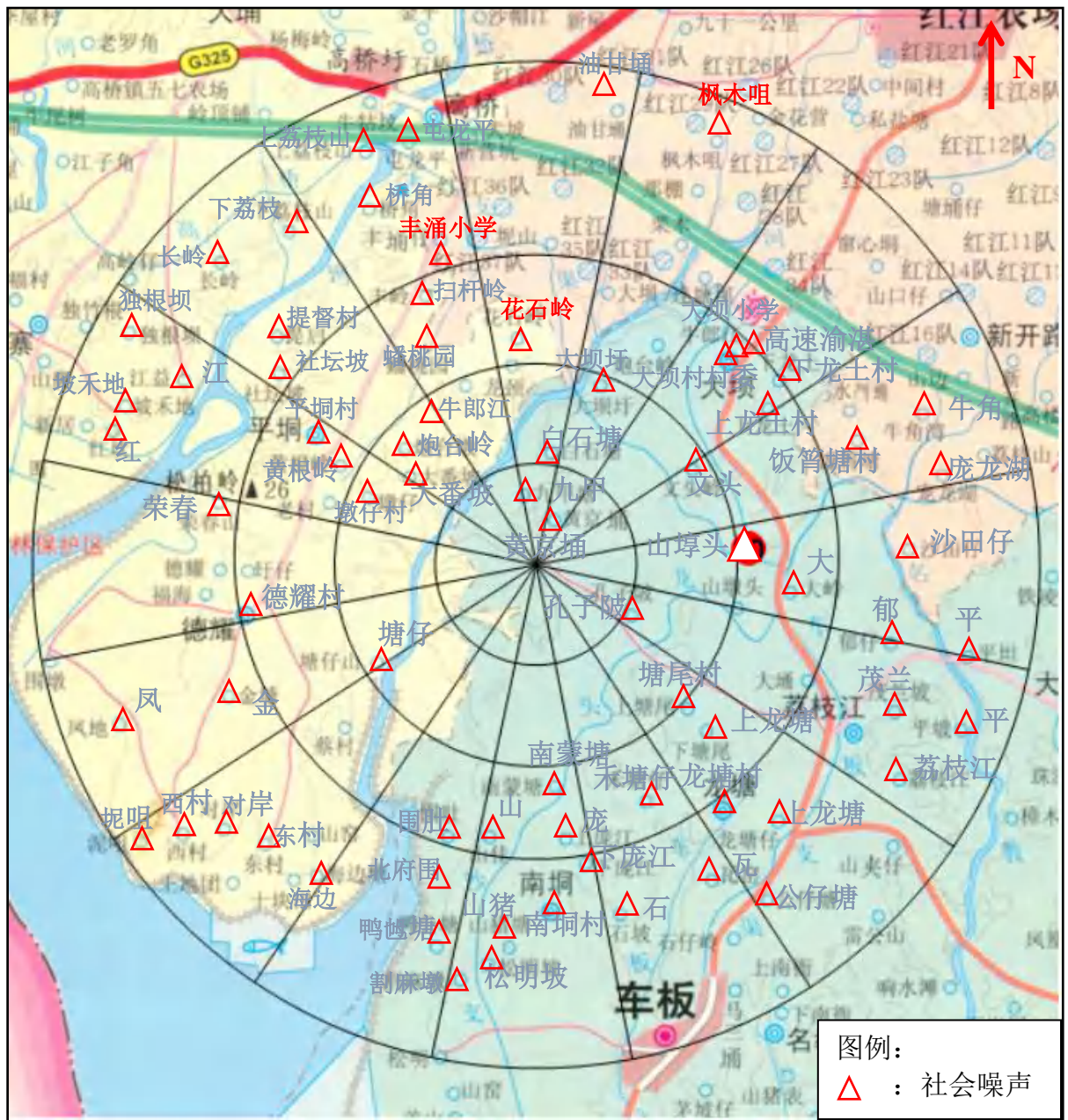


图 3.2-3 噪声采样点示意图

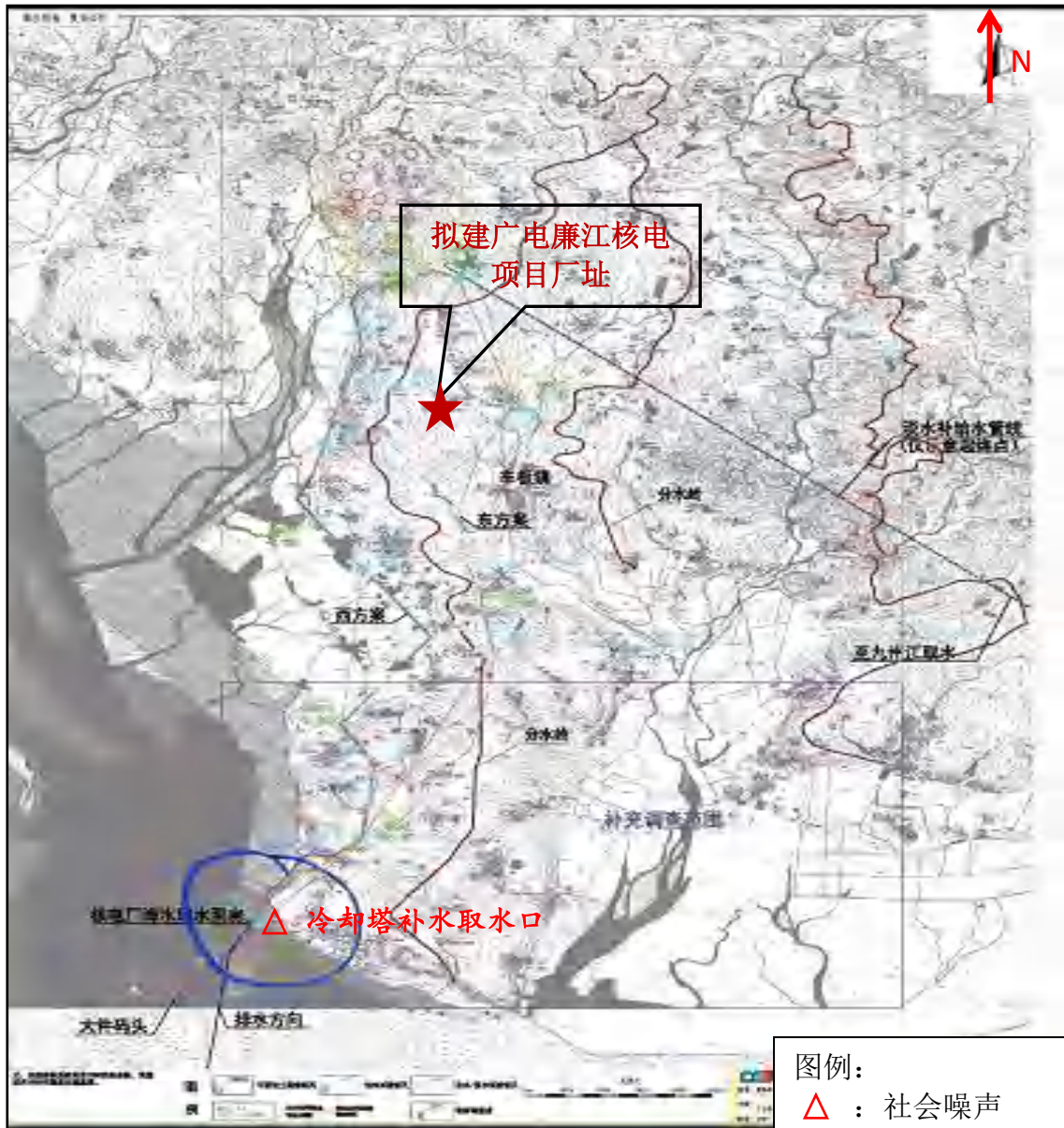


图 3.2-4 噪声采样点示意图

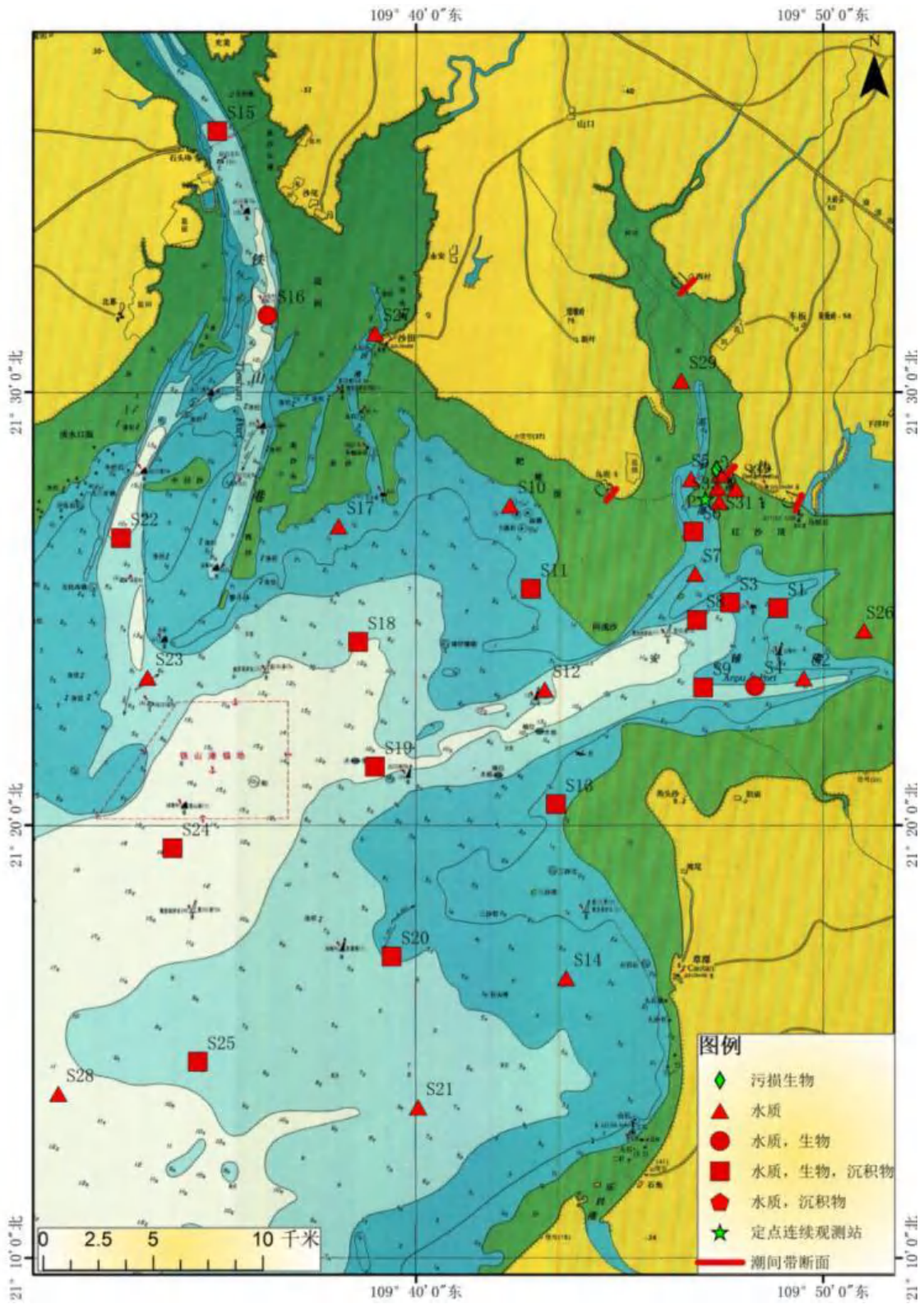


图 3.2-5 海水监测点站位图



图 3.2-6 地表水采样点示意图

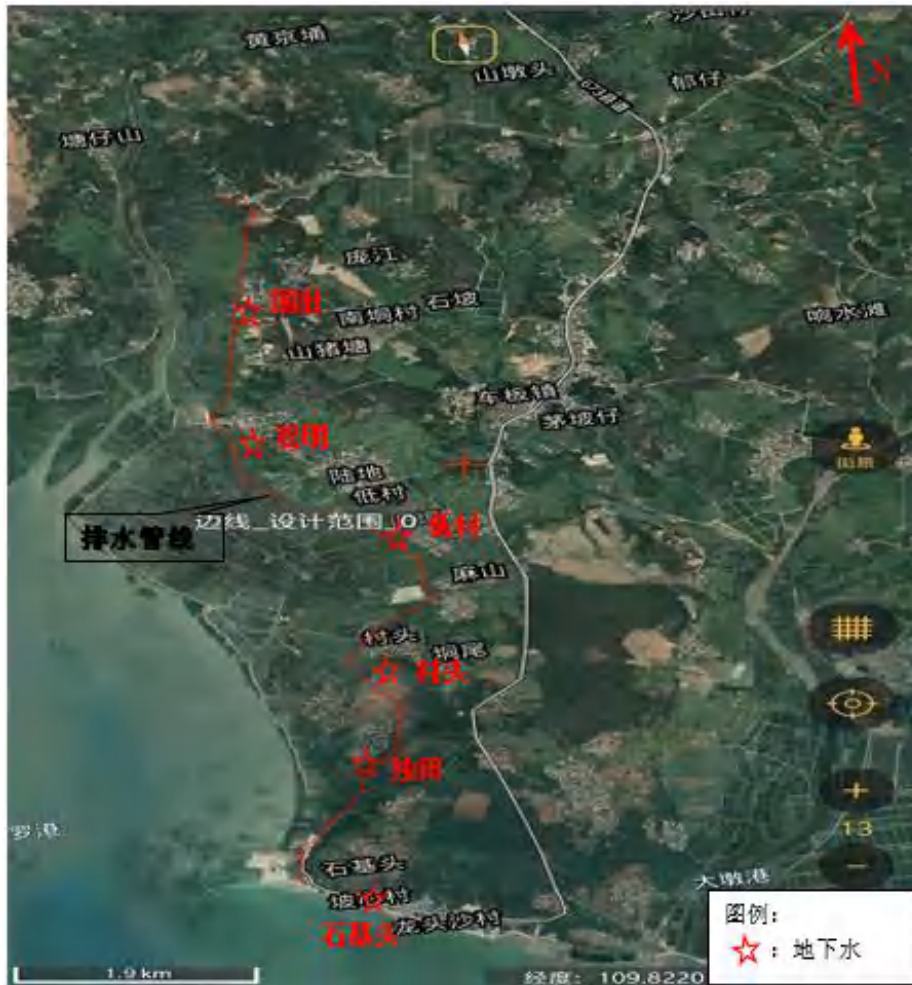


图 3.2-7 地下水采样点示意图

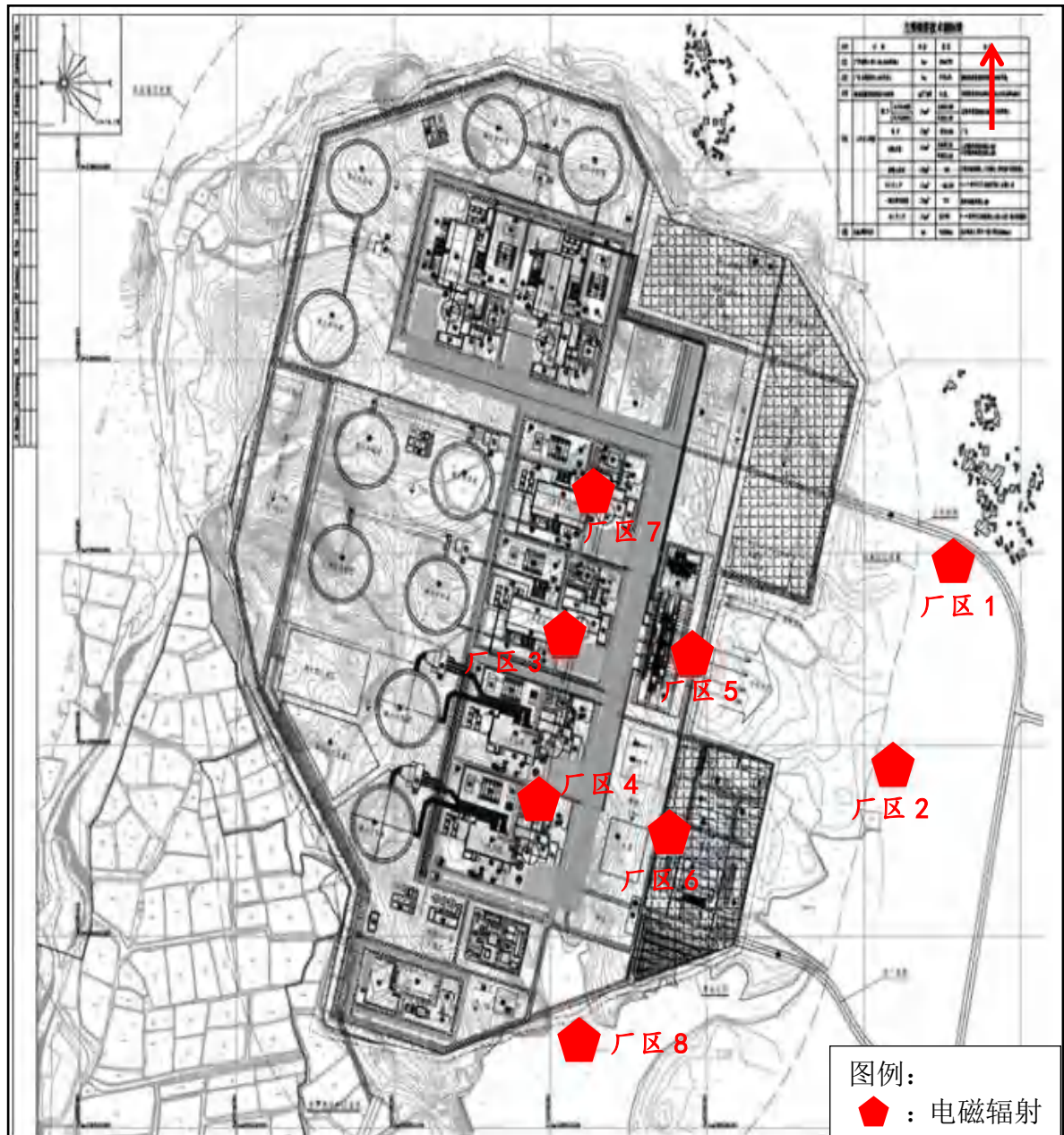


图 3.2-8 电磁辐射采样点示意图

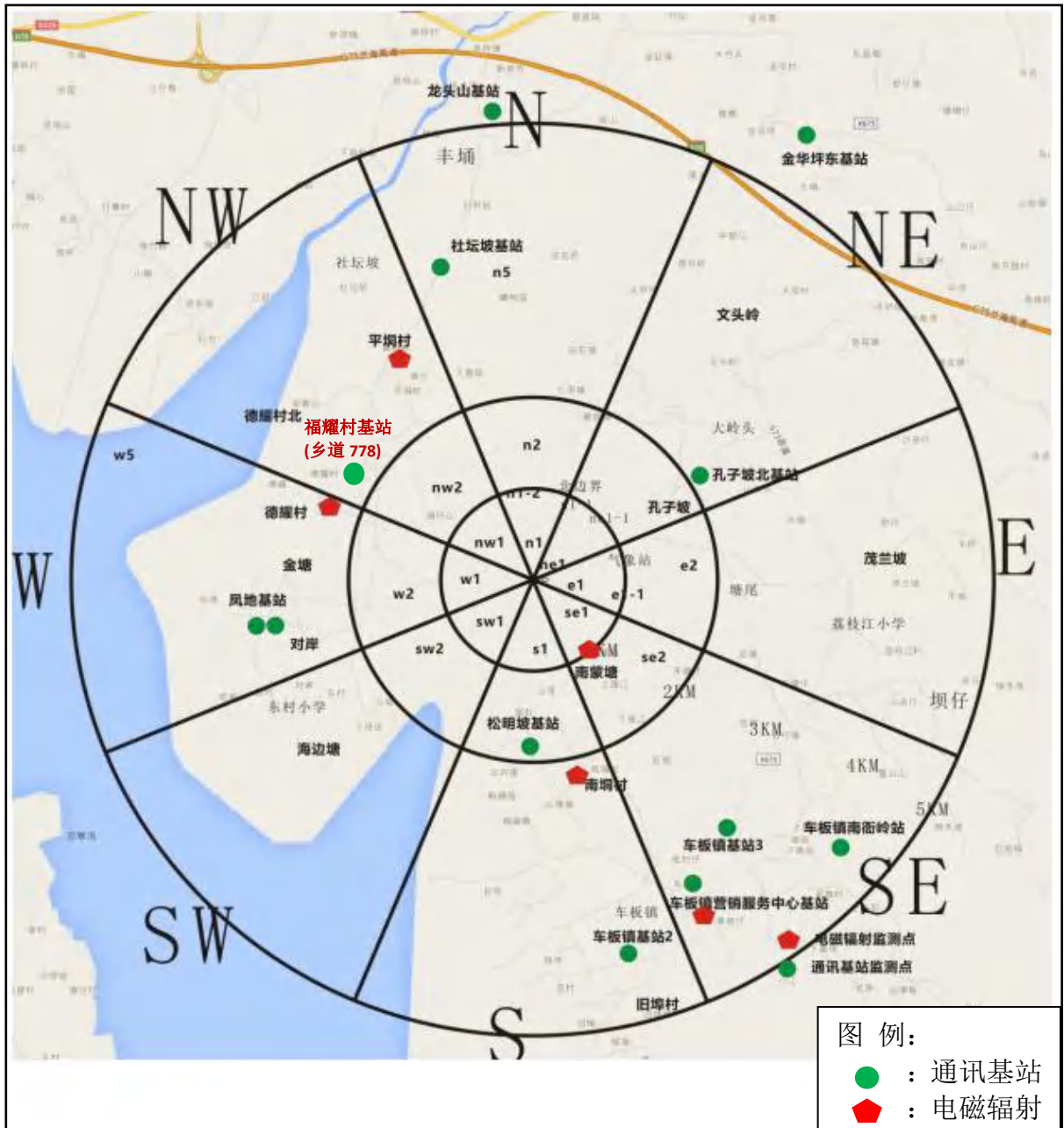


图 3.2-9 电磁辐射采样点示意图

湛江市生态环境局廉江分局

廉环函[2020]187号

关于确认广东廉江核电项目环境影响评价 执行标准的复函

国核湛江核电有限公司：

贵公司送来《湛江核电关于恳请确认广东廉江核电项目环境影响评价执行标准的函》（国家电投湛核函[2020]28号）收悉，经核对，现对相关执行标准确认如下：

一、环境质量现状评价标准

（一）厂址区域环境空气质量评价执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；

（二）厂址区域海水质量评价按厂址附近近岸海域环境功能区划的要求执行《海水水质标准》（GB3097-1997）；

（三）厂外环境敏感点声环境质量评价执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准；

（四）厂址区域电磁辐射环境现状评价执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

（五）厂址区域地表水质量评价按厂址附近地表水体环境功能区划的要求执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）。

二、污染物排放及环境影响评价标准

（一）电厂施工期间和运行期间的生活污水经处理后执

行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A标准;

(二) 电厂施工期间和运行期间的非放射性生产废水执行广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)一级标准;

(三) 电厂施工期间建筑施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的相应标准;

(四) 电厂运行期间厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)规定的“工业企业厂界环境噪声排放限值”3类声环境功能区限值;

(五) 电厂运行期间海水质量按厂址附近近岸海域环境功能区划的要求执行《海水水质标准》(GB3097-1997);

(六) 电厂施工期的大气污染物排放执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中的第二时段二级标准。

此复。

湛江市生态环境局廉江分局

2020年6月15日

第四章 核电厂

4.1 厂区规划和总平面布置

4.1.1 厂区规划

4.1.1.1 规划原则

- 总体规划选用技术先进、符合我国核电发展的第三代非能动压水堆核电机组；
- 核岛和常规岛应布置在地基承载力满足要求、均匀稳定的基岩上；
- 充分结合地形、地质条件，尽可能减少土石方开挖、回填工程量以及其它工程量，降低工程投资和缩短工期；
- 厂区总平面规划应满足生产流程和运输的要求；
- 循环冷却水供水系统应尽可能靠近汽轮发电机厂房，以缩短循环冷却水管线和降低运行费用；
- 合理布置汽轮发电机厂房、主变压器和开关站三者之间的平面位置，应尽可能使输电线路出线方便；
- 在满足生产流程的前提下注意功能分区，合理区划放射性厂房和非放射性厂房的位置；
- 总平面布置必须符合核安全要求，如与核安全有关的建筑物和构筑物应尽量避开汽轮机飞射物的影响区；
- 道路布置应短捷，人车分流，以满足生产、大件运输、消防和安全等要求；
- 厂区场地的设计标高应适宜，既满足核安全要求，又合理降低汽轮机厂房的标高以降低运行费用；
- 在满足生产流程前提下紧凑布置，使生产管理方便、用地少、道路和工程管线短捷；
- 主厂房群四周应留足够的场地，以满足工程管线布置和施工等需要。

4.1.1.2 工程建设规模与核电机组选型

广东廉江核电项目拟规划建设 6 台压水堆核电机组（2 台 CAP1000 机组+4 台 CAP1400 机组），一次规划，分期建设；1、2 号机组工程拟建设 2 台 CAP1000 核电机组。电厂总体规划详见图 4.1-1。

4.1.1.3 主厂房建筑群位置的确定

广东廉江核电项目规划容量为 6 台机组，每一台机组由核岛与常规岛组成。核岛根据工艺要求，主要包括：反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、放射性废物厂房；常规岛建构物包括：汽机厂房和变压器区域构筑物。每一期工程的核岛、常规岛及其密切相关的辅助厂房（如核岛除盐水储存箱、硼酸箱等）有机地组成一个综合体，这个综合体即为本期工程的主厂房建筑群。

核电厂的主厂房建筑群是整个厂区最核心和最重要的部分，所以主厂房建筑群位置的确定对整个核电厂的总体规划和厂区的总平面布置都是非常关键的。主厂房建筑群位置主要是依据《核电厂厂址选择安全规定》、《核电厂设计安全规定》等法规、导则和规范，充分考虑地形特征、地下岩土层的适宜性、地基条件及主厂房与循环水冷却系统、电力出线、BOP 设施区的工艺联系，并综合生产运行、交通运输、实物保护等多方面因素最终确定的。

下面主要从厂址地形条件、地基岩土层的适宜性、工艺流程要求、冷却塔布置方案、厂外交通流向和人口搬迁等多个方面来论述主厂房建筑群位置的确定。

1) 地形条件

田螺岭厂址区域主要由剥蚀残丘及丘间洼地组成，地形起伏不大，地形坡度一般为 5~15°，局部达 25°。南侧贴临山佳水库，西、北两侧靠近大坝河，北侧地势较高，区域内地面高程为 7.5m~38.1m。由于细流冲蚀，多冲沟、洼地，地形较为破碎。据此，主厂房建筑群宜尽可能紧凑地布置在南侧的残丘上，西侧河谷地带作为土石方回填区域，以平衡土石方挖填量，减少土石方外运，从而减少工程投资。

2) 地基岩土层的适宜性

根据初步的总平面布置方案，当拟建场地开挖到基础底面设计标高后，主厂房区地基主要为中等风化基岩，部分核岛基底以下，局部存在视厚度 0.5~3m 的强风化夹层。由于强风化夹层埋深较深，厚度不大，经分析对核岛地基无影响。中风化砂岩的剪切波速平均值为 1227m/s，地基承载力特征值为 1.5MPa。中等风化粉砂质泥岩的剪切波速平均值为 1138m/s，地基承载力特征值为 1.2MPa。中等风化岩石中不存在可供滑移的缓倾角连续软弱结构面，无采矿和其它地下采空区，主厂房区不存在可溶岩体，无地基塌陷或倾覆的潜在危险，核岛主厂房可采用中等风化岩石作为天然地基。

3) 工艺流程要求

本工程的生产工艺流程，主要是主厂房建筑群与自然通风海水冷却塔、循环水泵房、开关站之间的工艺联系，其它各辅助生产设施与主厂房之间也有较密切的工艺联

系。在考虑主厂房位置确定时,应使上述各种工艺联系尽量便捷,管线连接尽量短捷、顺畅。

根据厂址的地形特征及区域电网规划,本项目以东南方向为主出线方向,开关站宜布置在厂区的东侧。

结合取排水工程设想,循环水补水拟在龙头沙渔港以南侧海域取水,冷却塔排水通过管道输送排放至北部湾海域。

4) 厂址取、排水方案

(1) 补给水系统:廉江核电项目考虑采用带海水冷却塔的二次循环冷却方式,循环水补充水拟在龙头沙渔港以南侧海域取水。

(2) 厂用水系统:本工程采用机械通风海水冷却塔与大气进行换热,将热量消散在大气中,冷却后的水由冷却塔集水池收集,供再循环冷却使用。冷却塔补给水与循环水系统冷却塔补给水相同,均由厂外补给水泵房提供。

(3) 淡水水源:九洲江下游取水点可设置在营仔水闸库区,营仔河水闸靠近出海口,能充分汇集流域来水;水闸库区有一定的蓄水库容和水深,取水保证率较高。在取水口处设置淡水取水泵房 1 座,通过水泵加压将淡水输送至厂区淡水处理厂。

(4) 冷却塔及液态流出物排水设施:冷却塔排水通过管道输送排放至北部湾海域。海域排水工程考虑采用暗涵排水,排水暗涵出口远离大件码头港池布置。排水箱涵与陆域海水排水管设有陆域联络井和衔接段共壁排水箱涵;排水口布置在大件码头进港航道附近,采用顶部出水的分散式排水口。

5) 厂外交通

厂址附近的主要城市廉江市位于厂址的东北侧,职工倒班宿舍初步规划位于厂区周边。根据《对《关于建议对总平面推荐方案调整厂外道路规划的函》的回函》(LJG-SNZN-VSNE-000057),生产运行人员进入厂区主要为从职工倒班宿舍区经大件运输道路进入厂区。

根据厂址附近的交通现状和规划,其进厂交通路线为:县道 X673(二级公路)→车板镇→大件运输道路→进厂道路。

6) 人口搬迁和其他环境特征

主厂房的位置决定了非居住区的范围,从而影响到居民搬迁的数量,因此主厂房位置的确定,应使居民搬迁数量尽量少,考虑后续核电机组工程非居住区范围,则有一个居民点大坝村黄京埗,位于厂址北侧,人口为 412 人,今后需考虑搬迁。

综合考虑上述各方面因素，厂址的主厂房建筑群宜布置在丘陵的中部、北部。根据规划容量，本项目 1、2 号机组工程建设 2 台 CAP1000 机组，并列布置，两台机组反应堆厂房中心间距为 230m；二、三期工程建设 4 台 CAP1400 机组，并列布置，其中，3 号与 4 号、5 号与 6 号机组的反应堆厂房中心间距均为 250m。6 台机组整体呈 L 型布置。

4.1.1.4 厂区扩建方向

考虑到厂址的取水方向、主要交通流向和扩建条件，厂址的工程扩建方向建议由南向北。

4.1.1.5 供排水方案

综合考虑厂址周边的海洋功能区划和水深条件，本项目拟采用二次循环冷却供水方式，配逆流式自然通风冷却塔，循环水补给水源取自北部湾，排至北部湾。

厂址与英罗港较近，英罗港内水深不足 4m，水面宽度约 1.5km 左右，取水条件差；并且英罗港内为国家级湛江红树林保护区，不能建设取、排水设施。综合考虑，全厂海水取水水源取自厂址附近的廉江港区龙头沙海域。

4.1.1.5.1 冷却水供水系统

1) 循环水泵房

1、2 号机组工程两台机组，每台机组分别设置 1 座循环水泵房。

2) 冷却塔配置方案

单台 CAP1000 核电机组考虑配置一座自然通风冷却塔（简称一机一塔），单台 CAP1400 核电机组初步考虑配置两座自然通风冷却塔（简称一机二塔）。

一机一塔，设置 1 座淋水面积 20000m² 自然通风冷却塔（高位塔）。冷却塔高度为 218.70m，进风口高 16.28m，零米直径 174.552m（不考虑逆温）。

一机二塔，初步考虑设置 2 座淋水面积 17000m² 自然通风冷却塔（高位塔）。冷却塔高度为 215m，进风口高 17m，零米底部直径 164.39m，出口直径约 97.85m。

3) 冷却塔及液态流出物排水设施

冷却塔排水设施的功能是将冷却塔排污水输送排放至北部湾海域。陆域排水管道与补给水水管道共线敷设；海域排水工程考虑采用暗涵排水，排水暗涵出口远离大件码头港池布置。排水箱涵与陆域海水排水管设有陆域联络井和衔接段共壁排水箱涵；排水口布置在大件码头进港航道附近，采用顶部出水的分散式排水口。

4.1.1.5.2 冷却塔补给水系统

1) 补给水系统：廉江核电项目考虑采用带海水冷却塔的二次循环冷却方式，循环水补充水拟在龙头沙渔港以南侧海域取水。

2) 循环水补充水的取水考虑暗涵取水方案，按照规划容量 6 台机组建设，一次建成。取水区位于大件码头东北区，底部标高-6.30m。取水口采用喇叭口式取水口，按规划容量取水量 $18.5\text{m}^3/\text{s}$ 一次建设完成。

3) 补给水泵房

本工程设置一座补给水泵房，土建一次施工，设备分期安装。

4) 补给水管

本工程一期补给水管按 4 台机组容量一次建设考虑，采用 2 根 DN2000mm 的压力供水管。规划容量下共设置 3 根 DN2000 管道向厂区供水。

4.1.1.5.3 厂用水系统

CAP1000 和 CAP1400 核电机组具有非能动的安全特性，使核电站安全性能显著提高。其非能动安全壳冷却包括两个过程，即：安全壳外壁面的水膜冷却和安全壳与混凝土屏蔽厂房之间的空气自然对流冷却。事故工况下，钢安全壳本身也用作传热界面。安全壳内的蒸汽由安全壳的内壁面冷却，凝结水则流回安全壳底部，以实现反应堆的再循环冷却。安全壳的外壁面由冷却水箱重力排水在安全壳穹顶上形成的水膜和安全壳外自然对流的空气进行冷却，最后将反应堆的衰变热排入最终热阱——大气。

核电厂设置有两个独立的 100% 容量的厂用水系列，每个系列设置 1 台 100% 容量的厂用水泵，该系统经厂用水泵升压后，将水输送到用户热交换器。厂用水采用带机力通风冷却塔二次循环冷却水系统。根据专题 16FW034-水-KY-BG01 厂用水冷却方式研究，确定采用海水循环冷却方案（海水作为厂用水系统的补充水源）。

4.1.1.5.4 厂区雨排水系统

厂区建构筑物建成后，各建构筑物旁及各功能区域均设计为有组织的管系排洪系统。厂址所在汇水区域内暴雨形成的洪水，可以通过管系、沟渠等迅速排出，故不存在洪水对厂址的威胁。

4.1.1.6 电力出线规划

根据本项目接入系统专题报告（初稿）：电气出线拟以 500kV 等级出线，1、2 号机组工程采用 2 回 500kV 线路出线，1 回接入芷寮站，1 回接入茂名站。

4.1.1.7 交通运输规划

4.1.1.7.1 交通运输要求

核电厂对外交通运输包括施工安装期间的运输、生产运行期间的日常运输、新/乏燃料运输、放射性固体废物运输以及应急计划等。

1) 施工安装期间的运输

施工安装期间的运输主要包括设备及建筑材料的运输，其运量大、品种多，并有大量的超大、超重设备（以下简称为大件设备）运输，其运输、装卸要求严格，需确保大件设备运输的安全性和可靠性。此外还有大量中小型设备、材料，如钢材、水泥、砖、瓦、砂、石以及施工机械的运输。

CAP1000 机组施工安装期间需要运输的大件设备中的控制性设备如下：最重的控制性设备为蒸汽发生器，净重 630t，设备净尺寸为高 24.239m，上部外径 5.58m，上部管嘴外缘的最大直径 6.68m；最长的控制性设备为常规岛汽机厂房的主吊车梁，尺寸约为 46m×4.3m×3.4m，重量约为 180t。

根据《大件码头工程可行性研究专题技术任务书》，CAP1400 机组施工安装期间需要运输的大件设备中的控制性设备包括蒸汽发生器、压力容器和汽机厂房主吊车梁，其中蒸汽发生器净重 838t（含泵壳），高约 26m，最大直径 7.5m，压力容器净重 449t，最大外径 6.8m，高约 12.6m；汽机厂房主吊车梁，其重约 215t，长约 55m。

2) 生产运行期间的运输

生产运行期间的运输主要包括生产和生活运输。

生产运输包括新、乏燃料运输、放射性固体废物运输以及核电厂生产运行中所需的备品备件、设备及维修材料的运输。

生活运输包括职工上下班交通和生活用品的运输等。

3) 应急计划要求

根据《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD 002/01）对核电厂的应急要求，核电厂应有两个不同方向对外联系的交通路线，以确保在应急状态下的人员安全撤离。

4.1.1.7.2 对外交通运输方案

核电项目按照核电厂建设、运行和应急响应要求建设专门的进厂道路和应急道路。

1) 施工安装期间的运输

根据核电厂对外交通运输要求和厂址的交通条件，在施工安装期间，施工人员、建筑材料和中小型设备主要通过公路、部分通过公路与水路或铁路联运，运输至施工现场。大件设备拟通过水路运至核电厂的大件码头。

大件码头布置在龙头沙渔港防波堤南侧约300m处，码头布置于离岸约300m的-1.5m等深线处，码头采用连片式布置，码头总长138m，宽35m，顶高程为7.5m。码头上配置一台额定起重能力550t的全回转固定式起重机，用于吊装部分重件上岸，超过该吊机额定起重能力的重件，采用1000t浮吊船吊装上岸。码头平台通过栈桥与后方陆域重件道路相连，栈桥长356m，宽11m，由三段组成，其中接码头的栈桥一段长228m，顶高程为7.5m；栈桥二段为放坡段，长104m，顶高程为7.5~5.0m，坡度为2.4%；栈桥三段为接岸段，长24m，顶高程为5.0m。

停泊水域位于码头平台前方，长138m，宽44m，底标高-5.3m，回旋水域布置于停泊水域前方，回旋圆直径为165m，考虑浮吊作业要求，回旋水域底标高取为-5.3m。

新建大件运输道路，连接现有县道 X673 及厂区进厂道路或应急道路，大件设备通过水路运至核电厂大件码头上岸，再用大型液压平板车运至施工现场。大件运输道路长度约 11.3km。

2) 生产运行期间的运输

核电厂投入运行后，日常的对外交通（包括职工上下班、普通货物的运输等）均采用公路运输。

新燃料组件由专用的运输容器通过铁路运到核电厂附近的铁路中转站（廉江站），再由专用燃料运输车运至核电厂厂区的核岛厂房内。

核电厂乏燃料采用专用的乏燃料运输容器，考虑陆路运输方案或海陆联运方案运至国家规定的专用乏燃料后处理基地，具体运输方案待乏燃料运输专题研究后确定。

核电厂放射性废物经专用厂房处理后，贮存在厂内废物暂存库，暂存库设计暂存能力为 5 年。最终固体废物桶用专用车辆运至处置场做最终处置。

3) 职工上下班的交通运输

职工上下班的对外交通依靠厂外道路，主要通过进厂道路。

厂址设置了进厂道路和应急道路。进厂道路从厂区主出入口向南接至县道 X673（二级公路），同时可至车板镇；应急道路从厂区应急出入口接至高速公路 G75，途中与县道 X673 相通。应急道路等级为二级公路。

4.1.1.8 厂前区及非核配套设施区规划

为满足核电厂生产运行要求，厂前区拟规划综合行政办公楼、档案楼、食堂以及厂前停车场。厂前区靠近进厂道路布置。

其他非核配套设施包括职工倒班公寓、消防站、武警营房、气象站和环境监测站

等，其中职工倒班公寓可就近安排在车板镇或厂区附近；消防站和武警营房位于进厂道路出入口附近；气象观测站和环境监测站初步考虑设在厂区外。

4.1.1.9 施工场地规划

施工场地包括施工临建区和施工力能准备区。施工临建区包括核岛土建区、核岛安装区、常规岛土建区、常规岛安装区、BOP 施工区、混凝土搅拌站及砂石料场、大件设备周转场地及堆场等。

施工力能准备区包括施工供水设施和施工供电所，根据水源和电源情况，施工供电所布置在厂区西侧，施工供水设施考虑永临结合布置在水处理厂（30 子项）内部。

1、2 号机组工程施工时，二、三期工程的厂区用地可作为施工临时用地。

4.1.1.10 主要技术经济指标表

本项目主要技术经济指标见表 4.1-1。

4.1.2 总平面设计

4.1.2.1 总平面布置

广东廉江核电项目田螺岭厂址位于廉江市车板镇北约 4km 处，东距廉江市约 48km，东南距湛江市约 65km；本工程规划容量为 2 台 CAP1000 和 4 台 CAP1400 压水堆核电机组，其中 1、2 号机组工程建设 2 台 CAP1000 压水堆核电机组。总平面布置详见图 4.1-2。

4.1.2.1.1 总平面布置原则

- 厂区总平面布置要满足总体规划布置要求；
- 主厂房核电机型以 CAP1000 核电机组和 CAP1400 核电机组进行总平面布置；
- 核岛和常规岛应尽量坐落在均匀和稳定的基岩上；
- 避免汽轮机飞射物危及与核安全有关的建构筑物；
- 功能分区明确，合理划分放射区和非放射区；
- 循环冷却水供水和排水管线力求短捷；
- 因采用二次循环冷却方式，因此冷却塔宜靠近汽机厂房；
- 电力出线力求短捷；
- 厂区总平面布置应充分结合地形地貌，尽量使土石方工程量既小又平衡；
- 满足运输、防火、卫生、安全、管网布置及施工安装等要求；
- 配套辅助设施一次规划，分期实施，对类似功能的设施在符合规范和安全的的前提下，宜相对集中或组成联合体；
- 满足分期建设的要求，1、2 号机组工程集中布置，并为二期工程预留发展用地和共用设施。同时应减少二期工程施工对 1、2 号机组工程运行的影响。

4.1.2.1.2 建设规模及项目组成

本工程拟规划建设 6 台压水堆核电机组(2 台 CAP1000 机组+4 台 CAP1400 机组)，一次规划，分期建设；1、2 号机组工程拟建设 2 台 CAP1000 核电机组。具体子项组成详见表 4.1-2。

4.1.2.1.3 厂区总平面布置

1) 主厂房区的布置

1、2 号机组主厂房并列布置在田螺岭南侧山体，靠近水库布置，核岛朝向东布置、常规岛朝向西布置，固定端在南侧，扩建方向为由南向北。3、4 号机组主厂房依次和 1、2 号机组主厂房并列布置在田螺岭南侧山体位于 1、2 号机组工程北侧，5、6 号机组布置在田螺岭北侧山体，核岛向南、常规岛向北布置，与 1~4 号机组主厂房呈倒“L”型布置。

1~6 号机组核岛地基为中等风化~微风化的粉砂质泥岩、砂岩，1~4 号核岛基底以下局部夹有强风化粉质泥岩。1~6 号机组常规岛基础均位于基岩上，整个主厂房区地基条件较好。

2) 电气设施布置

本方案 500kV 开关站采用屋内配电装置。开关站布置在厂区的东侧，出线方向为东南方向。考虑到本工程地处粤西沿海地区，高潮湿、高盐雾、夏季台风频繁，出现雷击、污闪的可能性偏高，因此，由主变至 500kV 配电装置的连接，采用 GIL 廊道连接，由主厂房辅助变压器至 220kV 开关站采用电缆沟连接。

4) 冷却塔区布置

1、2 号机组每台 CAP1000 核电机组暂按配置 1 座零米直径为 174.552m（不考虑逆温），塔高为 218.70m，淋水面积约为 20000m² 的自然通风海水冷却塔考虑，1 座冷却塔配 1 座循环水泵房。冷却塔区布置在主厂房区的西侧。

3~6 号机组每台 CAP1400 核电机组暂按配置 2 座零米直径为 164.39m，塔高为 215.00m，淋水面积约为 17000m² 的逆流式自然通风海水冷却塔考虑，2 座冷却塔配 1 座循环水泵房。5 号机组冷却塔区布置在主厂房区的北侧，其他机组的冷却塔区均布置在主厂房区的西侧。

每期工程的冷却塔均尽可能靠近汽机厂房，使循环水管线布置尽量短捷。

每台机组的厂用水系统设计为 2 个系列的设备和管道，每个系列含有一台厂用水泵、一座机械通风冷却塔、一个过滤器及相关的阀门和仪表。1~4 号机组厂用水系统均位于常规岛北侧，5、6 号机组的厂用水系统布置在常规岛东侧，厂用水供排水线路均比较短捷，节约运行费用。

按照目前的布置 1~6 号机组的冷却塔均有塔群效应。在后续设计时可采用数值模拟计算和风洞模型试验，研究塔群阻力以及风压分布，在冷却塔结构设计时考虑塔群效应带来的不利影响，保证冷却塔结构安全。

4) 辅助设施区布置

动力辅助设施等相对集中布置并尽量靠近主厂房，以缩短动力管线的长度。1、2 号机组工程海水预处理设施、海水淡化厂房和除盐水泵房集中布置在厂区南侧，水处理厂布置在 1、2 号机组工程主厂区的东南侧。三废区布置在 1、2 号机组工程主厂区的南侧，放射性废液排放方便，便于 1、2 号机组工程先行使用，同时兼顾二期工程的使用。

5) 厂前办公区布置

考虑将厂前办公区(主要建构物为综合办公楼、食堂、培训中心和应急中心等)布置在厂区的东南角,靠近水库布置,视野和景观环境较好,并靠近进厂道路出入口,交通便捷。

6) 厂区总平面技术经济指标

厂区总平面技术经济指标见表 4.1-3。

4.1.2.2 厂区竖向布置

1) 厂坪标高

厂坪标高按厂址考虑。

主厂房区的地面标高对核电厂的安全和运营至关重要。如果与核安全有关的厂房的地面标高太低则影响核电厂的安全,相反,如果核电厂的地面标高太高则将增加核电厂的运营费用。

结合场地平整情况,厂区与核安全有关的区域,其室外地面设计标高定为 19.00m;道路中心线标高比室外地面设计标高略低;其他部分区域室外地面设计标高略低于 19.00m,初步定为 18.70m;厂前区部分,进厂道路厂内段及其南侧区域室外地面设计标高定为 20.00m,进厂道路北侧区域标高由南向北随地势逐渐变高,由 20.00m 渐变至 24.00m。

2) 在竖向设计中考虑将厂区地坪设计一定的坡度。将厂区地面上雨水汇流到路边(厂内道路采用城市型道路),通过道路的纵、横坡度将雨水汇集到雨水口,再经雨水管网排除厂区地表雨水。

4.1.2.3 厂区交通运输设计

4.1.2.3.1 核电厂的运输特点

核电厂施工安装期间运输主要包括设备运输及大量建筑材料的运输,其特点是运量大、品种多,并有大量的超大件、超重件的运输,运输装卸要求严格并需确保大型设备运输的安全性、可靠性。

核电厂生产运行期间,核燃料运量很少,每台百万千瓦级机组新燃料年运量不超过 30t,其他维修材料运量也不多。乏燃料在核电厂运行 10 至 15 年后需运往后处理厂处理。乏燃料运量虽不大,但其具有放射性,必须采用特殊容器运输,并采取相应安全措施,确保运输安全。

核电厂职工生活区一般距厂区较远,因而要求厂区对外交通方便快捷。

4.1.2.3.2 核电厂对外交通

厂址设置了进厂道路和应急道路。

(1) 进厂道路

进厂道路从厂区主出入口向南接至县道 X673（二级公路），同时可至车板镇；进厂道路等级为二级公路。

(2) 应急道路

应急道路从厂区应急出入口接至高速公路 G75，途中与县道 X673 相通。应急道路等级为二级公路。

4.1.2.3.3 厂内道路设计

4.1.2.3.3.1 厂内道路设计要求

(1) 厂内道路布置应符合下列要求：

- a) 满足生产、运输、安装、检修、消防及环境等要求；
- b) 有利于各建筑群的功能分区；
- c) 符合物料流程的要求，使厂内各建筑物、构筑物之间物料运输顺直、短捷；
- d) 宜平行或垂直于主要建、构筑物；
- e) 主厂房建筑群四周应设环形道路，其它区域的道路设置也应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》的有关规定；
- f) 人员交通、一般物流与放射性物流不宜混行；
- g) 与竖向设计相协调，有利于场地及道路的雨水排除。

(2) 厂内道路根据使用要求分为主干道、次干道、支道、车间引道和人行道。根据设备运输要求，路面结构分为重型路和轻型路两种，运输大型设备必须走重型路。

主干道为连接厂区主要出入口的道路，或交通运输繁忙的全厂性主要道路及大件设备运输的道路。本工程主厂房四周环形道路、连接控制区和保护区出入口的道路、各功能区之间的连接道路为主干道。

次干道为连接厂区次要出入口的道路，或厂内车间、仓库、码头等之间运输较繁忙或有特殊需要的道路。本工程各功能区内部的道路、连接应急出入口的道路均按次干道标准设置。

支道为车辆和人行都较少的道路以及消防道路等。本工程在区域内行车和行人较少的区域设置支道，大部分按照环形道路设置。

车间引道为车间、仓库等出入口与主、次干道或支道相连接的道路。

(3) 厂内道路主要技术标准见表 4.1-4。

4.1.2.3.3.2 厂内道路设计

(1) 厂内道路平面设计

根据上述要求，进厂道路厂内段和大件运输道路厂内段、主厂区内四周道路按照主干道考虑；进厂道路厂内段和大件运输道路厂内段宽度同厂外段，双向 4 车道，其与厂内重件道路连接；主厂区内四周道路宽度为 9m，双向 2 车道；重件道路为永临结合主干道，宽度约 34m；道路转弯半径按标准要求进行设置。

其他功能区之间的连接道路为主干道，宽度为 7m；功能区内部主要道路为次干道或支道，次干道宽度为 7m 和 6m，均为双向 2 车道；支道宽度为 4m，单向 1 车道；环厂道路为次干道，宽度为 7m，双向 2 车道；车辆和人行都较少的道路以及消防道路为支道，宽度为 4m，单向 1 车道；道路转弯半径按标准要求进行设置。

根据建构筑物的坡道或台阶，对应设置车间引道和人行道，原则上车间引道或人行道宽度同建构筑物坡道或台阶相适应。

(2) 厂内道路竖向设计

厂内道路竖向设计结合室外地面标高考虑，一般道路中心标高略低于室外地面标高，道路纵坡按标准要求进行设置；一般大于等于 6m 宽道路，道路横坡考虑双面坡；4m 宽道路，道路横坡采用单面坡。

(3) 厂内道路型式和做法

厂内道路采用城市型道路，道路做法建议采用沥青混凝土道路；沥青路面具有表面平整、无接缝、行车舒适、耐磨、振动小、噪声低、施工期短、养护维修简便，适宜分期修建等优点，因而获得越来越广泛的应用；故建议采用沥青混凝土道路。

4.1.2.4 厂区实物保护规划布置

厂区实物保护系统主要是防破坏、防盗窃、防非法转移核材料，预防和制止上述敌对分子或团伙对核电厂的各类入侵、威胁、破坏及犯罪活动，为核电厂提供安全可靠的运行环境。

实物保护系统主要包括众多技防子系统。在核电厂的初期规划阶段，主要是根据总平面布置图，将整个实物保护系统的安保区域规划确定下来，便于以后的进一步实施。所以 1、2 号机组工程的实物保护系统规划不但需要符合现行法规的要求，还要兼顾二期工程的总体规划。

核电厂的整个区域，按照保卫程度的重要性，可依次分为三个区域：控制区、保

护区、要害区，其安保要求逐级加强。

1) 控制区

本区域即核电厂厂区周界的一个封闭区域。控制区分别由围墙、铁栅栏、铁丝网等共同组成第一道封闭的实体屏障。

2) 保护区

本区域为控制区和要害区之间的区域，它包围核电厂的主厂房区、厂址废物处理设施、热检修车间、特种汽车库、厂用水泵房和机械通风冷却塔等一些子项。

保护区屏障为双层铁丝网，高度为 2.5m。两层铁丝网之间的隔离带，其宽度约为 6m 左右，隔离带内设置静电场等探测报警系统。

在保护区内侧设有一条机动车道，供安保人员巡逻监视用。

在正常情况下，凡进出本区域的人员或车辆必须通过保护区人员及车辆出入口。

3) 要害区

在保护区之内沿反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房和放射性废物厂房等重要建筑物周界设置。

要害区实体屏障以一道张力铁丝和一层铁丝网组成，张力铁丝既可作为一道实体屏障又可作为周界探测报警系统，并在张力铁丝前设置一排防撞立柱。两层屏障之间的间距不小于 1.0m。

要害区内的设施与核安全有关，进入该区域的人员和车辆应受到严格的限制，由于采用了设置周界屏障的方法，可减少要害区的出入口，便于管理。

在设置实体屏障基础上，还将进一步从技术防范措施上加以完善。以上三个区域的围栏（包括出入口装置）组成了完整、严密的实体屏障，达到了层层设防、纵深防御的保卫目的。

4.1.2.5 厂区主要管沟规划布置

4.1.2.5.1 厂区管线布置原则

1) 厂区管线综合布置应根据总平面布置、管线性质、管内介质、布置要求和施工维修等因素确定。尽可能使管线之间及管线与建筑物、构筑物、道路、绿化和其他设施之间，在平面与竖向布置上安全、合理和协调。

2) 管线布置应短捷、顺直、适当集中，管线与建筑物、构筑物、道路应平行布置，减少交叉，当交叉时，宜垂直交叉，不应小于 45 度交叉。干管宜靠近主要用户或支管多的一侧布置。

- 3) 各种管线, 在符合安全、辐射、卫生和检修条件下, 宜共沟敷设。
- 4) 在确定各管线敷设方式时, 应考虑厂容的要求。
- 5) 管线不应穿过建筑物、构筑物及预留发展用地。
- 6) 相邻管线的附属构筑物如阀门井、检查井等应相互交错布置或有条件时宜合并成一个综合井。
- 7) 管线综合布置过程中发生矛盾时, 在满足生产、安全和有关规范条件下, 按下列原则处理:

压力流的让重力流的。

易弯曲的让不易弯曲的。

工程量小的让工程量大的。

管径小的让管径大的。

施工检修方便的让施工检修不方便的。

无放射性的让有放射性的。

新设计的让既有的。

4.1.2.5.2 管线(沟)的种类与敷设方式

- 1) 管线(沟)的种类如表 4.1-5 所示。
- 2) 敷设方式

根据管线的种类、数量及总平面布置, 同时考虑到管线的集中布置原则, 管线综合设计选择管沟布置为主, 直埋为辅的布置方式, 故地下管线有三种布置方式, 即可通行管廊、不通行地沟和直埋管线。

4.1.2.5.3 室外主要管线布置

经分析主厂房周围的管线最为集中也最为重要, 故本次室外管线布置主要考虑循环水压力供水管、循环水压力排水管、主变至开关站的电力电缆、控制电缆、综合管廊等在平面、竖向方面的综合布置。

根据工艺流程布置, 循环水压力供水管从循环水泵房进入汽机厂房; 再由汽机厂房出来进入自然通风冷却塔, 然后再到循环水泵房, 完成一次循环。循环水压力供水管和循环水压力排水管的管径均较大, 但因埋深较深, 不易与其他管线在交叉时相碰, 但需注意它施工时的开挖对其他管线、建构筑物和设备基础的影响。

500kV 考虑采用 GIL 方式, 从 220kV 开关站到起备变的 220kV 的连线考虑采用电缆沟的敷设方式。GIL 和 220kV 电缆沟与综合管廊相互之间会有交叉, 但可通过

标高变化来解决此问题，尽量避免 GIL 或者 220kV 电缆沟与综合管廊和重力流管线（如雨污水管）产生三层交叉，否则不利于管线的竖向综合设计。

主厂房周围的管线种类多、数量大，占用的空间很大，故应该在主厂房周围设置综合管廊来解决这一问题。综合管廊分别围绕两期工程的四台机组呈“日”字形布置，其中主要包含厂用水管、消防水管、工业水环网管、生活水环网管、工艺管线以及供动力电缆和控制电缆使用的电缆桥架等。综合管廊内管线最为集中的是在两台机组之间的位置，此处断面尺寸也是最大的。

气体管线主要是氢气管、氮气管、二氧化碳和压缩空气管，氢气管线采用直埋的敷设方式，压缩空气管可在综合管廊内设置母管，各用户点通过直埋的支管输送压缩空气。

供热管线主要是从辅助锅炉房至汽机厂房的蒸汽管线，主要采用架空或者热力管沟敷设方式。

雨水管道与污水管道均根据道路均匀布设。

4.1.2.6 厂区绿化及景观设计

核电厂厂区由于有剂量防护、卫生防火、安全保卫等方面的特殊要求，对厂区绿化的要求不同于一般的电厂。核电厂的绿化布置首先必须保证核电厂的安全和环境保护，即厂区核岛四周环形道路内和带有放射性物质的厂房等区域不宜绿化，同时厂区有瞭望要求的围墙内外 6m 以内禁止种植乔木和灌木，保护区实物保护隔离带内严禁种植乔木和灌木。行政管理设施区和员工活动较多的室外场所是核电厂的重点绿化地段；其它对环境洁净要求高的或噪声大的车间、站房附近要加强绿化。

在保证核电厂安全的前提下应尽量提高厂区的绿地率，以美化厂区。

4.1.3 排放口布置

1、2 号机组工程两台机组产生的放射性废气经处理达标后通过各自位于辅助厂房顶部的烟囱排入环境。电厂烟囱的高度约为 75m，烟囱内径约为 1.8m×2.2m。烟气出流速度约 11.3m/s。厂址气象参考站的常年主导风向为 N 风和 SE~ESE 风，厂前办公区（主要建构物为综合办公楼、食堂、培训中心和应急中心等）布置在厂区的东南角，靠近水库布置。烟囱位于厂前办公区的下风向，因此气载流出物排放口设置为合理。

产生的低放废液经过放射性废液系统（WLS）处理经监测符合排放控制标准后，与循环冷却水混合后排入北部湾海域，或进入该系统的厂区废液大贮罐暂存。1、2

号机组工程两台机组的冷却塔排水量为 $3.5\text{m}^3/\text{s}$ 。循环冷却水排水口设置在厂区西南角，距离海域较近，同时离厂前办公区位置较远，因此排放口设置较为合理。

本项目生活污水全部回用，不设计排放口，仅有雨水排放口。

气载和液态流出物及污染物排放口位置示意详见图 4.1-2。

表 4.1-1 主要技术经济指标表

序号	项目	单位	方案	备注
1	工程总用地	ha	241.68	不包括职工倒班公寓、气象站、环境监测站、进厂道路、应急道路、取水泵房、取排水管线等厂外用地
2	厂区工程用地	ha	197.46	指规划容量控制区围墙内的用地
3	进厂道路	m	672	
4	应急道路	m	6200	
5	厂外大件运输道路长度	m	11331	
6	循环水补给水线路长度	km	10.9	
7	循环水排水线路长度	km	10.9	
9	淡水管线	km	26.4	九州江取水
10	搬迁人口数量	人	412	

表 4.1-2 子项组成一览表

子项代码	名称	备注
00	室外工程	-
001	厂内道路	全厂共用
002	综合管廊和管沟	双堆共用
003	独立管廊和管沟	单堆/双堆共用
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
007	大件运输道路	全厂共用
01	开关站和变电所	-
011	500kV 开关站	全厂共用
012	220kV 开关站	全厂共用
015	变压器区域构筑物	单堆设置
02	水工设施	-
021	重件码头	全厂共用
022	淡水取水泵房	全厂共用
023	厂外海水取水设施	全厂共用
024	厂外海水排水设施	全厂共用
027	厂外淡水取水设施	全厂共用
028	厂内海水预处理及储存设施	双堆共用
029	海水取水泵房	全厂共用
02A	海水排水混合池与泵房	双堆共用
02B	厂外海水取排水管线	全厂共用
03	化学、燃料、气体处理和贮存	-
031	化学品库及油脂库	全厂共用
033	制氢站及氢气升压站	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
039	气体厂房	单堆设置
04	不同规格的电电缆沟/架空线	-
041	500kV GIL 沟	单堆设置
042	220kV 电缆沟	单堆设置

子项代码	名称	备注
043	其它等级电缆沟	全厂共用
045	厂外 500kV 架空线	全厂共用
046	厂外 220kV 架空线	全厂共用
05	保卫控制中心	全厂共用
051	公安保卫楼	全厂共用
06	应急指挥中心	全厂共用
061	移动泵和移动电源储存间	全厂共用
09	办证中心、出入口、警卫室	-
091	控制区出入口及办证中心	全厂共用
092	主厂区保护区出入口	全厂共用
093	厂用水泵房保护区出入口	
095	厂区大门、警卫室	全厂共用
10	核岛	-
11	反应堆厂房	单堆设置
12	辅助厂房	单堆设置
13	除盐水贮箱	单堆设置
14	硼酸贮存箱	单堆设置
15	非能动安全壳冷却辅助水箱	单堆设置
16	凝结水贮箱	单堆设置
20	汽机厂房	单堆设置
22	润滑油贮油箱	单堆设置
25	辅助锅炉房	全厂共用
26	柴油驱动消防泵泵房	单堆设置
27	第一消防水箱	单堆设置
28	第二消防水箱	单堆设置
271	消防稳压罐	单堆设置
30	淡水处理厂	双堆共用
31	海水淡化厂房	双堆共用
32	除盐水处理厂	双堆共用
37	生活污水处理设施	双堆共用
38	非放射性生产废水处理厂 房	双堆共用
381	含油废水处理厂房	双堆共用

子项代码	名称	备注
40	附属厂房	单堆设置
41	生产技术支持楼	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
516	液态流出物储罐区	全厂共用
53	去污和热检修车间及特种汽车库	全厂共用
56	综合实验室和放射源库	全厂共用
60	柴油发电机厂房	单堆设置
61	燃油贮存罐	单堆设置
611	轻水泡沫站	单堆设置
65	综合办公楼	全厂共用
651	培训中心	全厂共用
653	食堂	全厂共用
655	宣传和接待中心	全厂共用
66	永久仓库	-
661	永久仓库 A、B 级库	全厂共用
662	永久仓库 C 级库	全厂共用
67	检修厂房（永久）	-
671	综合检修厂房	全厂共用
673	模拟体厂房	全厂共用
69	其他永久性服务设施	-
694	警卫营房	全厂共用
695	消防站	全厂共用
696	环境监测站	全厂共用
697	气象观测站	全厂共用
71	循环水泵房	单堆设置
72	循环水管	单堆设置
73	循环水回水沟	单堆设置
74	循环水处理车间（循环水药品储存区）	双堆共用
75	厂用水泵房	单堆设置
78	机械通风冷却塔及水池	单堆设置
79	大型冷却塔	单堆设置

子项代码	名称	备注
80	临时施工设施	-
802	110kV施工变电站	全厂共用
809	重件道路	全厂共用（包括吊装场地）
82	模块拼装场地	全厂共用（包括 CA/IHP/CR10 拼装场地）
87	混凝土搅拌站	全厂共用
871	沙石料堆场及加工厂	全厂共用
88	安全壳拼装场地	全厂共用
891	混凝土/钢筋实验室	全厂共用
90	厂外设施	
901	核电厂辐射环境现场监督站	全厂共用
657	职工现场倒班宿舍	全厂共用

表 4.1-3 厂区总平面技术经济指标

序号	名称		单位	数量	备注
01	工程总用地		ha	241.68	不包括职工倒班公寓、进厂道路、应急道路、厂外管线、取水设施等厂外用地
02	厂区工程用地		ha	197.46	指规划容量控制区围墙内的用地
03	规划容量单位容量占地面积		m ² /kW	0.23	考虑建设 2 台 CAP1000+4 台 CAP1400
04	循环水道	供水管	m	2404	指 6 台机组，其中 1、2 号机组工程 654
		排水管	m	3616	指 6 台机组，其中 1、2 号机组工程 586
05	电气廊道	500kV GIL廊道	m	5084	其中 1、2 号机组工程 1480m
		220kV 电缆沟	m	5668	其中 1、2 号机组工程 1320m
06	综合管廊长度		m	5697	指 6 台机组
07	围栏长度	控制区	m	5933	指 6 台机组
		保护区	m	4774	指 6 台机组
08	挖方	土占比 43%	万 m ³	土 262.56	总挖方量 610.61 (实方)
		石占比 57%		石 348.05	
	填方		万 m ³	527.16	厂区
	松散方量		万 m ³	土 267.81	土方最终松散系数拟取 1.02；石方最终松散系数拟取 1.09；岩石基本为强风化岩石，极少部分为中风化岩石
				石 379.37	
表层腐植土、树根和树桩等		万 m ³	84	腐殖土部分可作为厂区绿化用土 (15.4)，堆砌在三期工程冷却塔区；剩余部分厂外处理；其中树根和树桩等预估 33.6，厂外处理	
余欠方		万 m ³	36.02	综合利用	

		1、2号机组工程负挖量	万 m ³	54.5	综合利用
		二、三期工程负挖量	万 m ³	87.10	二三期工程启动前，建设方考虑综合利用

表 4.1-4 厂内道路主要技术标准

路面宽度(m)		主干道	7~9
		次干道	6~7
		支道	3.5~4.0
		车间引道	与车间大门宽度相适应
		人行道	1.5~2.0
转弯半径(m)	最小圆曲线半径	行驶单辆汽车时	不宜小于 15
		行驶拖挂车时	不宜小于 20
	交叉口路面内边缘最小转弯半径	主干道	12
		次干道	9
支道		6	
最大纵坡(%)		主干道	4
		次干道	6
		支道	8
		车间引道	9
计算行车速度(km/h)		主干道、次干道	15
最小视距(m)		停车视距	15
		会车视距	30
		交叉口停车视距	20

注：1、主要进厂干道的道路宽度取上限。

2、车间引道及场地条件困难的主、次干道和支道。除陡坡处外，表列路面内边缘最小转弯半径可减少 3m（6m 半径除外）。

3、通行电瓶车的道路最大纵坡不宜大于 4%。

4、一般情况下，重型路最大纵坡不宜大于 4%，宽度不宜小于 9m，转弯内半径不宜小于 25m。

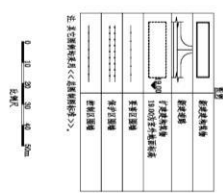
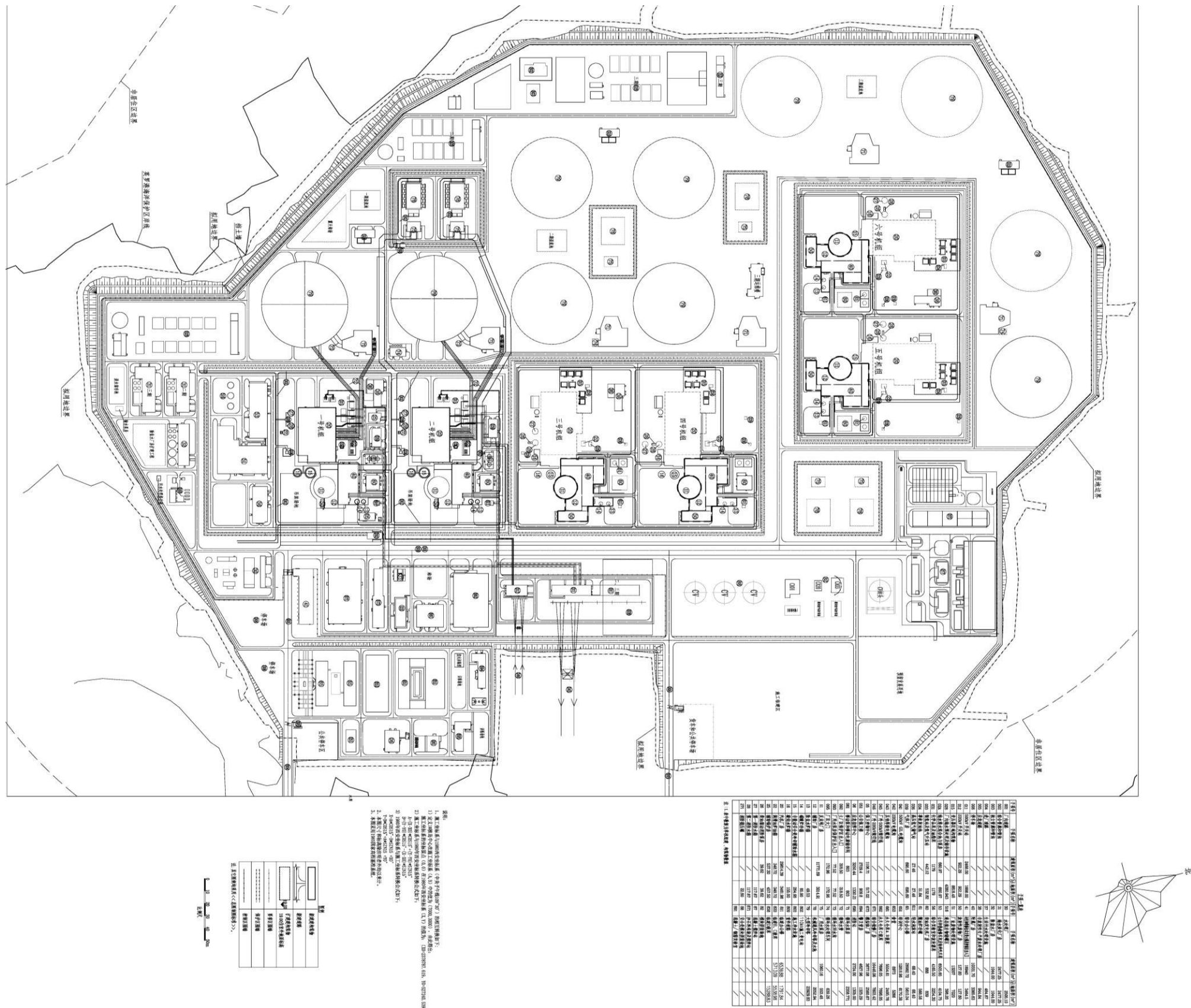
5、本表参考了《核电厂总平面及运输设计规范》表 8.4.8 厂内道路主要技术指标。

表 4.1-5 主要管线（沟）名称及敷设方式表

序号	名称	敷设方式	备注
1	循环水供排水管	直埋	
2	厂用水供水管	管沟	
3	厂用水排水管	管沟	
4	氮气管	直埋或管沟	
5	生活水管	直埋或管沟	
6	生产水管	直埋或管沟	
7	消防水管	直埋或管沟	
8	废水管	直埋或管沟	
9	辅助蒸汽供汽母管	不通行管沟或架空	
10	除盐水管	直埋或管沟	
11	压缩空气管	直埋或管沟	
12	热力管	热力管沟	
13	生活污水管	直埋	
14	雨水管	直埋	
15	不同规格电缆	直埋或管沟	
16	辅助锅炉房补水管	不通行管沟或架空	



图 4.1-1 总体规划图



说明:

1. 本图系根据《XX大学总体规划》(2010-2020年)编制,所有建筑均按总体规划要求进行设计。
2. 本图系根据《XX大学总体规划》(2010-2020年)编制,所有建筑均按总体规划要求进行设计。
3. 本图系根据《XX大学总体规划》(2010-2020年)编制,所有建筑均按总体规划要求进行设计。
4. 本图系根据《XX大学总体规划》(2010-2020年)编制,所有建筑均按总体规划要求进行设计。
5. 本图系根据《XX大学总体规划》(2010-2020年)编制,所有建筑均按总体规划要求进行设计。

序号	名称	面积 (m²)	层数	备注
1	主楼	12000	4	
2	二号楼	8000	3	
3	三号楼	6000	3	
4	图书馆	15000	3	
5	报告厅	3000	2	
6	阶梯教室	4000	2	
7	普通教室	20000	2	
8	办公室	10000	2	
9	实验室	5000	2	
10	宿舍	30000	3	
11	食堂	4000	2	
12	运动场	10000	1	
13	道路	20000	1	
14	围墙	1000	1	
15	绿化	5000	1	

图 4.1-2 总平面布置图

4.2 反应堆和蒸汽-电力系统

4.2.1 概述

根据我国已有的核电设计、制造、建设和运行技术水平及能力，并满足核电设计自主化和设备本地化的要求，本项目采用 CAP1000 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。

本项目每台机组的核蒸汽供应系统（NSSS）的额定功率为 3415MWt，反应堆堆芯额定功率为 3400MWt，机组电功率(毛)约 1224MWe；堆芯热工裕量 > 15%，堆芯损伤频率为 < 1E-6/堆年；机组设计寿命为 60 年，机组平均可利用率 93%。主要设计性能参数见表 4.2-1。

4.2.2 核岛

核岛由一个独立的钢安全壳结构、一个混凝土屏蔽建筑和一个核辅助厂房建筑组成，安全壳/屏蔽/核辅助厂房的基础是一个整体。核岛厂房布置示意图见图 4.2-1~4.2-10。

4.2.2.1 堆芯

廉江核电厂 1、2 号机组反应堆堆芯装载 157 组 AP1000 型燃料组件。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。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。燃料组件简图见图 4.2-1。

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、下轴向低富集度区，减少中子轴向泄漏从而改善中子利用；
- 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，并有效降低燃料

棒内压；

- 采用 ZIRLO 合金作为包壳和结构件材料；
- 组件上半部装有四层搅混格架（IFM），提高堆芯热工安全性能；
- 导向管壁厚增加，提高组件整体刚度，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及弹簧的接触面积，采用优化搅混翼布置形式，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；
- 14 英尺（4.27m）活性段燃料组件有丰富运行使用经验。

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

反应堆冷却剂系统（RCS）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、一条热段主管道和两条冷段主管道。系统还包括一台稳压器、相关连接管道、阀门和用于运行控制和专设驱动的仪表。系统的主要功能包括：

- 维持反应堆冷却剂压力边界，限制放射性向安全壳的释放，限制一次侧系统向非放二次侧系统和大气泄漏。
- 循环冷却剂，排出显热和衰变热，提供均匀的温度分布和化学性，补偿控制棒插入引起的负反应性。
- 监测反应堆冷却剂压力边界内的过程参数，向保护和安全监测系统（PMS）和操纵员提供所需信号。
- 在小破口失水事故时自动卸压，使非能动堆芯冷却系统（PXS）可以充分地冷却堆芯。
- 提供应急下泄以防止事故期间稳压器液位升高引起的长期满溢。
- RCS 能够排出可能聚集在稳压器和反应堆压力容器上封头的不凝性气体，以增强事故后的堆芯冷却能力。
- 在事故工况下，将其产生的热量传递给蒸汽发生器系统（SGS），避免非能动余热排出系统启动。
- 通过稳压器喷雾和电加热器控制系统压力，有助于阻止非能动安全系统的启动。

- 在所有电厂运行工况下，监测反应堆冷却剂压力边界内的过程参数，向多样化驱动系统（DAS）和操纵员提供所需的信号。
- 手动可控卸压以缓解蒸汽发生器传热管破裂（SGTR），并防止多重失效状况下的高压熔堆。
- 在电厂功率运行、热备用、电厂冷却第一阶段时，循环冷却剂，将热量传递给 SGS 以冷却堆芯，正常运行时保证 RCS 温度的均匀分布和反应堆冷却剂中化学物质的均匀性，功率运行期间维持堆芯的中子链式反应和功率分布均匀并提供反应性控制，停堆运行期间补偿控制棒插入带来的负反应性，在电厂冷却第二阶段、冷停堆、换料和启动前期阶段，RCS 通过正常余热排出系统（RNS）排出堆芯衰变热。
- 除开盖换料外的电厂所有正常运行期间，控制系统压力，冷停堆模式至热备用模式期间控制系统压力和温度，向电厂控制系统（PLS）提供各种信号以控制 RCS 平均温度和控制棒、RCS 压力和稳压器液位等。
- 在电厂所有正常运行工况、电厂冷却和启动运行期间，监测反应堆冷却剂压力边界内的参数。

反应堆冷却剂系统流程简图见图 4.2-12。

4.2.2.3 辅助系统

1) 化学和容积控制系统

化学和容积控制系统(CVS)由再生和下泄热交换器、树脂床和过滤器、补水泵、水箱和相关阀门、管道以及仪表组成。系统的主要功能包括：

- 净化：维持冷却剂纯度和活化程度在一个可接受的水平。
- 控制和补充反应堆冷却剂装量：维持 RCS 要求的冷却剂装量；电厂正常运行时维持设定的稳压器水位。
- 化学补偿和化学控制：在电厂启动时维持反应堆冷却剂的化学性能、正常稀释以补偿燃料消耗的反应性效应，以及停堆后的硼化，并通过维持合适的氢氧化锂浓度来控制 RCS 的 pH 值。
- 氧含量控制：在功率运行期间提供维持冷却剂中合适的氧浓度的手段，并在每次停堆后使氧浓度达到启动前合适的浓度。

- **RCS 充满和压力试验：**为 RCS 充满和压力试验提供手段。CVS 补水泵用于执行维修换料后的 RCS 水压试验，但不执行 RCS 的初始水压试验，CVS 可提供临时水压试验泵接口以支持该功能。
- **向辅助设备补充硼酸溶液：**向需要硼化水的一次侧系统补充硼化水。
- **稳压器辅助喷淋—**提供稳压器辅助喷淋以帮助降压。

化学和容积控制系统流程简图见图 4.2-13。

2) 正常余热排出系统

正常余热排出系统(RNS)由两个机械序列组成，每个系列包含一台泵和一台热交换器以及相关的阀门、管道和仪表，两个系列共用一根连接到 RCS 的入口母管以及一根出口母管。系统的主要功能包括：

- **停堆热量排出：**在电厂冷停堆期间排出堆芯衰变热和 RCS 显热。
- **停堆净化：**换料期间提供从 RCS 到 CVS 的净化流。
- **安全壳内换料水箱(IRWST)冷却：**对 IRWST 进行冷却，保证 RNS 长期运行期间 IRWST 水温低于 100℃，正常运行期间水温不大于 49℃。
- **低压 RCS 补水和冷却：**从 IRWST 或装料池向 RCS 提供低压补水，为堆芯冷却提供额外裕量。
- **低温超压保护：**在启堆和停堆操作期间为 RCS 提供低温超压保护。
- **事故后安全壳水装量长期补充通道：**在假想的安全壳泄漏事故情况下，为事故后安全壳水装量的长期补给提供通道。
- **事故后恢复：**在 PXS 成功缓解事故后，从堆芯和 RCS 排出热量。

乏燃料池冷却：提供备用的乏燃料池冷却。正常余热排出系统流程简图见图 4.2-14。

3) 乏燃料池冷却系统

乏燃料池冷却系统(SFS)由两个机械系列组成，每个系列包括一台泵、一台热交换器、一台除盐床、一台过滤器以及相关的阀门、管道和仪表，两个系列共用入口母管和回流母管。系统的主要功能包括：

- **乏燃料池冷却：**运行期间从乏燃料池中排出衰变热，以维持其温度在可接受限值内。
- **乏燃料池净化：**运行期间对乏燃料池水进行净化。

- 换料水池净化：换料操作期间对换料水池进行净化。
- 转运水：换料期间在 IRWST 和换料水池之间转运水。
- IRWST 净化：正常运行期间对 IRWST 进行净化和冷却。

乏燃料池冷却系统流程简图见图 4.2-15。

4) 设备冷却水系统

设备冷却水系统(CCS)由两个机械系列组成，每个系列包括一台泵和一台热交换器、一台波动箱以及相关的阀门、管道和仪表。各系列单独设置供水/回水管道。两个波动箱分别连接在两个系列的设备冷却水回水管上。系统的主要功能包括：

- 在正常停堆时，向 RNS 的热交换器及泵提供冷却。
- 在换料和半充水运行时，向 RNS 的热交换器及泵提供冷却。
- 向化学和容积控制系统补水泵的小流量热交换器提供冷却。
- 向乏燃料池热交换器提供冷却。
- 在非能动余热排出热交换器运行时，向 RNS 热交换器提供冷却水以冷却 IRWST 的水。

在 PXS 缓解事故后的电厂恢复阶段，向 RNS 提供冷却水带走堆芯热量。设备冷却水系统流程简图见图 4.2-16。

5) 蒸汽发生器系统

蒸汽发生器系统包括两个相同的系列，每台蒸汽发生器对应一个系列。每个系列包括四个主要的部分：安全有关主蒸汽管道及其相关管道、安全有关主给水管道、安全有关启动给水管道和安全有关蒸汽发生器排污管道。

蒸汽发生器系统执行以下功能：

蒸汽发生器系统（SGS）包括两个相同的系列，每台蒸汽发生器对应一个系列。每个系列包括四个主要的部分：安全有关主蒸汽管道及其相关管道、安全有关主给水管道、安全有关启动给水管道和安全有关蒸汽发生器排污管道。系统的主要功能包括：

- 安全壳内的 SGS 管道与蒸汽发生器壳侧，以及传热管，形成隔离屏障，分隔工艺流体与安全壳大气。同时，系统为贯穿安全壳的主给水、启动给水、主蒸汽以及蒸汽发生器排污管道提供安全壳隔离，限制厂外辐射量。

- 发生蒸汽、主给水、启动给水、排污管道破裂、任一台主蒸汽安全阀或大气释放阀误开或卡开后，通过提供隔离措施，限制超过一台蒸汽发生器失控排放，维持反应堆压力容器完整性，避免燃料损坏。
- 蒸汽管道破裂事故后，通过隔离给水和启动给水，限制向安全壳的质能释放，限制厂外辐射量。
- 通过主蒸汽安全阀为蒸汽发生器二次侧和主蒸汽管道提供超压保护。
- 监测蒸汽发生器液位、蒸汽管线流量、蒸汽管线压力、启动给水流量等工艺参数，并提供 PMS 所必需的信号。
- 特定事故后，将 RCS 产生的热量通过蒸汽发生器、主蒸汽系统输送至二回路或将蒸汽排至大气，释放衰变热。
- 监测蒸汽发生器、主蒸汽和给水的工艺参数，向 DAS 和操纵员提供蒸汽发生器宽量程液位信号。
- 利用大气释放阀提供蒸汽发生器二次侧超压保护。
- 正常运行期间，将加热的给水从主给水系统输送到蒸汽发生器，并将蒸汽发生器内产生的蒸汽输送到主蒸汽系统，供汽轮机发电。
- 功率运行期间连续运行，带走 RCS 产生的热量，并由蒸汽发生器传递至二次侧。
- 提供蒸汽发生器内、主蒸汽隔离阀上游的蒸汽管道以及蒸汽发生器给水的工艺参数监测。
- 在主给水流量和启动给水流量之间提供可靠稳定的自动切换，防止低功率运行时反应堆的不必要停堆，并避免启动给水管嘴处的热冲击。
- 正常停堆工况下提供非安全有关衰变热导出功能。
- 在电站启动、停堆和正常功率运行时，提供二次侧连续排污。
- 提供主蒸汽管道暖管、疏水、取样。

蒸汽发生器系统流程简图见图 4.2-17。

6) 蒸汽发生器排污系统

蒸汽发生器排污系统 (BDS) 设有两个系列，每个系列包括一台再生热交换器、一个隔离阀、一个流量控制阀、一套电离除盐装置以及其他相关的阀门、管道和仪表等。系统的主要功能包括：

- 正常运行期间，BDS 通过排出蒸汽发生器二次侧的排污流对蒸汽发生器二次侧的水化学性质进行控制。
- 停堆期间，BDS 通过再循环运行进行蒸汽发生器湿保养。
- 停堆期间，BDS 为蒸汽发生器设置疏水通道，排空蒸汽发生器以进行检查和维修。
- BDS 通过从蒸汽发生器管板上部冲入二次侧水，带走淤积在管板上的淤泥。
- 恢复异常的蒸汽发生器水化学特性。

蒸汽发生器排污系统流程简图见图 4.2-18。

7) 启动给水系统

启动给水系统由并联的两台启动给水泵以及相应的阀门、管道和仪表等组成。

系统的主要功能包括：

- 为 SGS 提供备用的给水隔离功能。
- 在某些设计基准事件中，向蒸汽发生器提供启动给水，执行排出 RCS 热量的纵深防御功能，防止非能动安全有关衰变热排出系统动作。
- 在热备用、启动、低功率运行和停堆冷却工况下，向蒸汽发生器提供所需压力和流量的给水并维持蒸汽发生器的液位。
- 为 PLS 提供每个蒸汽发生器的主给水流量信号。

启动给水系统流程简图见图 4.2-19。

4.2.3 常规岛

常规岛工艺系统主要由蒸汽系统和给水系统两大部分组成。核岛蒸汽发生器二次侧产生的饱和蒸汽通过主蒸汽系统输送到汽轮机，汽轮机将蒸汽热能转化为机械能并继而通过发电机转化为电能。做完功的排汽经凝汽器凝结成水，由凝结水泵经低压加热器送入除氧器除氧，此后再由给水泵经高压加热器加热后送回蒸汽发生器二次侧，带走反应堆冷却剂热量转变成饱和蒸汽，如此往复构成了汽-水-汽不断转换的二回路系统。常规岛系统及其辅助系统主要包括：主蒸汽系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、主给水系统、汽轮机抽汽系统、汽机旁路系统和其它辅助系统。

本工程主机拟采用单轴、半速、三缸四排汽、凝汽式汽轮发电机组，每台机

组配有两台卧式汽水分离和两级再热装置。汽轮发电机组机转速1500rpm，机组出力为1250MWe等级。

1) 主汽轮机

主汽轮机包括一个高中压合缸、两个低压缸及其附属设备，包括阀门、盘车装置、带顶轴系统的润滑油系统、仪表和控制系统等。

汽轮机的设计特点如下：

- 选用最佳的成型末叶片
- 高效反动式叶片
- 双分流设计，推力平衡
- 二级再热提高机组效率
- 冗余的进汽口和再热阀
- 高压主汽阀，高压调节阀
- 再热主汽阀、再热调节阀
- 焊接高中压和低压转子
- 改进的汽轮机数字电液控制系统（DEH）系统

汽轮机低压部分采用专门针对大容积流量设计的末级长叶片，以适应核电汽轮机特点。这是因为与火电厂相比核电汽轮机进汽温度和进汽压力低，焓降小。低压模块采用成熟的末叶片，叶片长度和排汽口数量综合考虑后最优化的方案。

汽轮机的主要设计参数

形式	单轴四排汽再热凝汽式
出力	1223.66MWe（电机输出功率减掉励磁损失）
转速	1500 转/分钟
旋转方向（从调端看）	顺时针
设计工况（主汽阀前压力）进口压力	5.38MPa (abs)
进汽（进口）温度	268.6℃
湿度	0.45%
再热温度	255.3℃
背压	6.9kPa（平均背压）
抽汽级数	7
叶片级数	高压缸 9 级、中压缸 4 级；低压缸 20 级。

2) 凝汽器

凝汽器作为换热器，用来凝结汽轮机低压缸排放的蒸汽、汽轮机旁路蒸汽、低压抽汽和饱和液态疏水闪蒸产生的蒸汽，凝结水通过凝汽器热井进行收集。在正常运行工况下，来自 1 号低压加热器的逐级疏水排入凝汽器；来自所有加热器和 MSR 疏水罐的危急疏水排入凝汽器，蒸汽管道的疏水也排入凝汽器。

低压加热器起到冷凝抽汽的作用，在加热器中被凝结的蒸汽和疏水由加热器疏水系统（HDS）进行控制。在除氧器中，蒸汽与凝结水进行混合式换热。

凝汽器位于汽轮机的两个低压缸排汽口下面，具有两个壳体，每个凝汽器壳体包括两条并列的循环冷却水管路。在凝汽器壳体中凝结的凝结水被收集到热井的底部。

凝汽器具有足够的换热面积，在循环水入口温度为 25.92℃、汽轮机平均背压为 6.9kPa（a）的设计工况下运行。当凝汽器管道发生泄漏时，需在机组运行期间部分隔离凝汽器循环水，即通过停运对应的循环水泵和关闭该侧凝汽器循环水出入口隔离阀实现。凝汽器的热性能受凝汽器换热管束内污垢的影响，为降低污垢，需对循环水进行化学处理，并提供凝汽器胶球清洗系统（CES）。凝汽器的有关参数见表 4.2-2。

表 4.2-1 核电机组的主要设计参数

参数名称	单位	参数值
NSSS 额定功率	MWt	3415
堆芯额定功率	MWt	3400
机组电功率（毛）	MWe	~1250
反应堆冷却剂环路数	个	2
压力容器入口温度	℃	280.7
压力容器出口温度	℃	321.1
系统运行压力	MPa(g)	15.4
负荷跟踪能力		有
机组平均可利用率	%	93
换料周期	月	18
燃料组件平均批卸料燃耗	MWd/tU	~50000
机组设计寿命	年	60

表 4.2-2 冷凝器的有关参数

序号	名称	技术参数(设计工况)
1	型式	卧式、表面式
2	数量	每台机每个凝汽器含 2 个壳体
3	背压 (kPa. a)	6.9
4	热负荷 (KJ/s)	2198000
5	循环水流量 (m ³ /s)	45.2 (2 个壳体总量)
6	循环水入口温度 (°C)	25.92
7	循环水出口温度 (°C)	37.85
8	循环水温升 (°C)	11.93
9	冷却管规格 mm	OD25×0.5 (凝结区) OD25×0.7 (外围)
10	壳体材料	碳钢
11	冷却管材料	钛
12	管板材料	碳钢-钛复合
13	水室材料	碳钢
14	凝汽器面积 (m ²)	105000
15	管内平均流速 (m/s)	2.4
16	清洁度系数 (%)	0.9
17	管束清洁度为 90%的绝对压力	6.9
18	管束清洁度为 100%的绝对压力	6.6
19	循环水温 6.3~33°C时压力范围	3.0~9.8
20	凝结水过冷度 (°C)	0
21	凝汽器水阻 (KPa)	不大于 110 (见水阻曲线)
22	热井容积 (m ³)	345
23	热井储水量 (min)	5

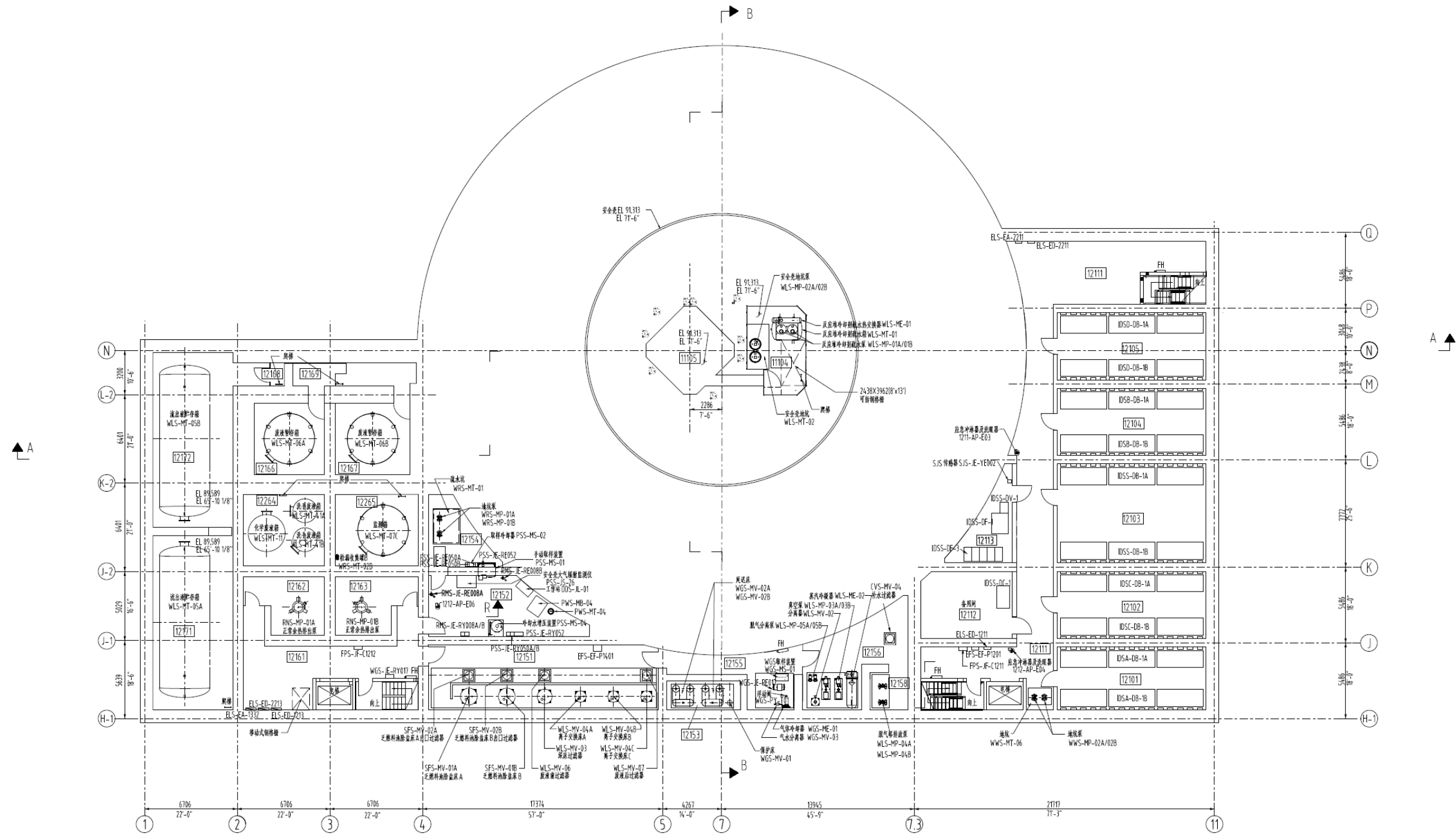


图 4.2-1 核岛厂房布置示意图 89.789m

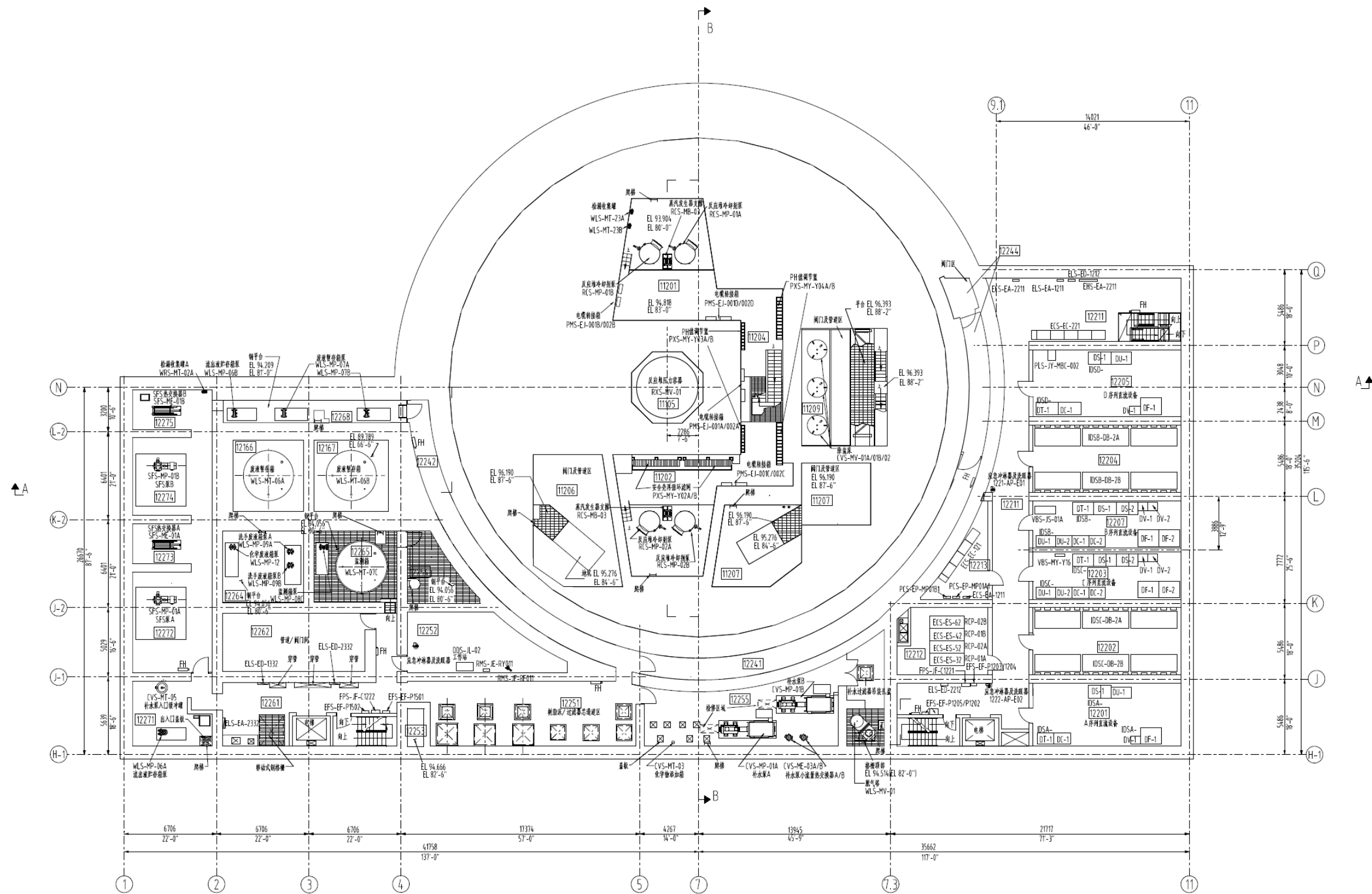


图 4.2-2 核岛厂房布置示意图 94.666m

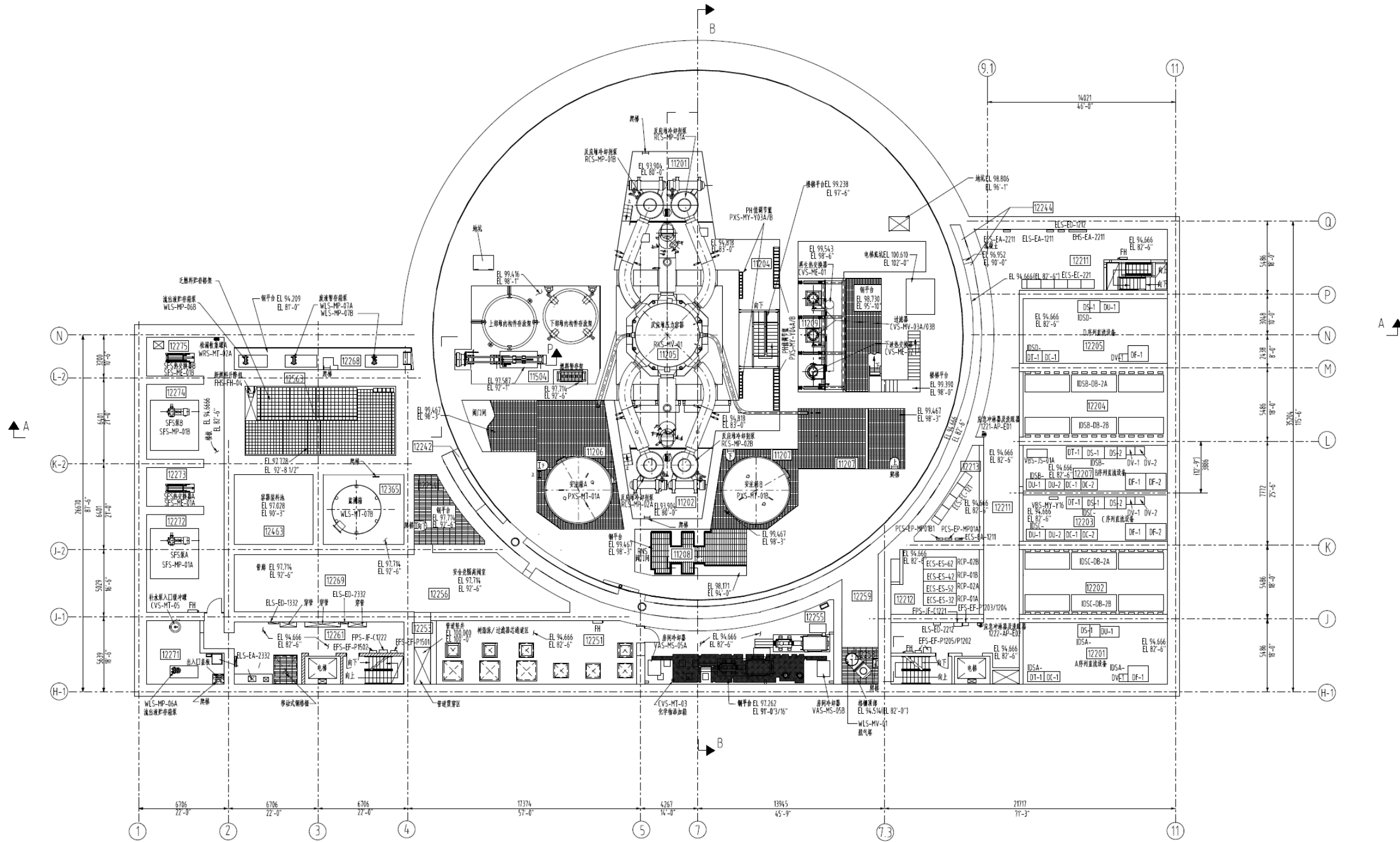


图 4.2-3 核岛厂房布置示意图 98.933m

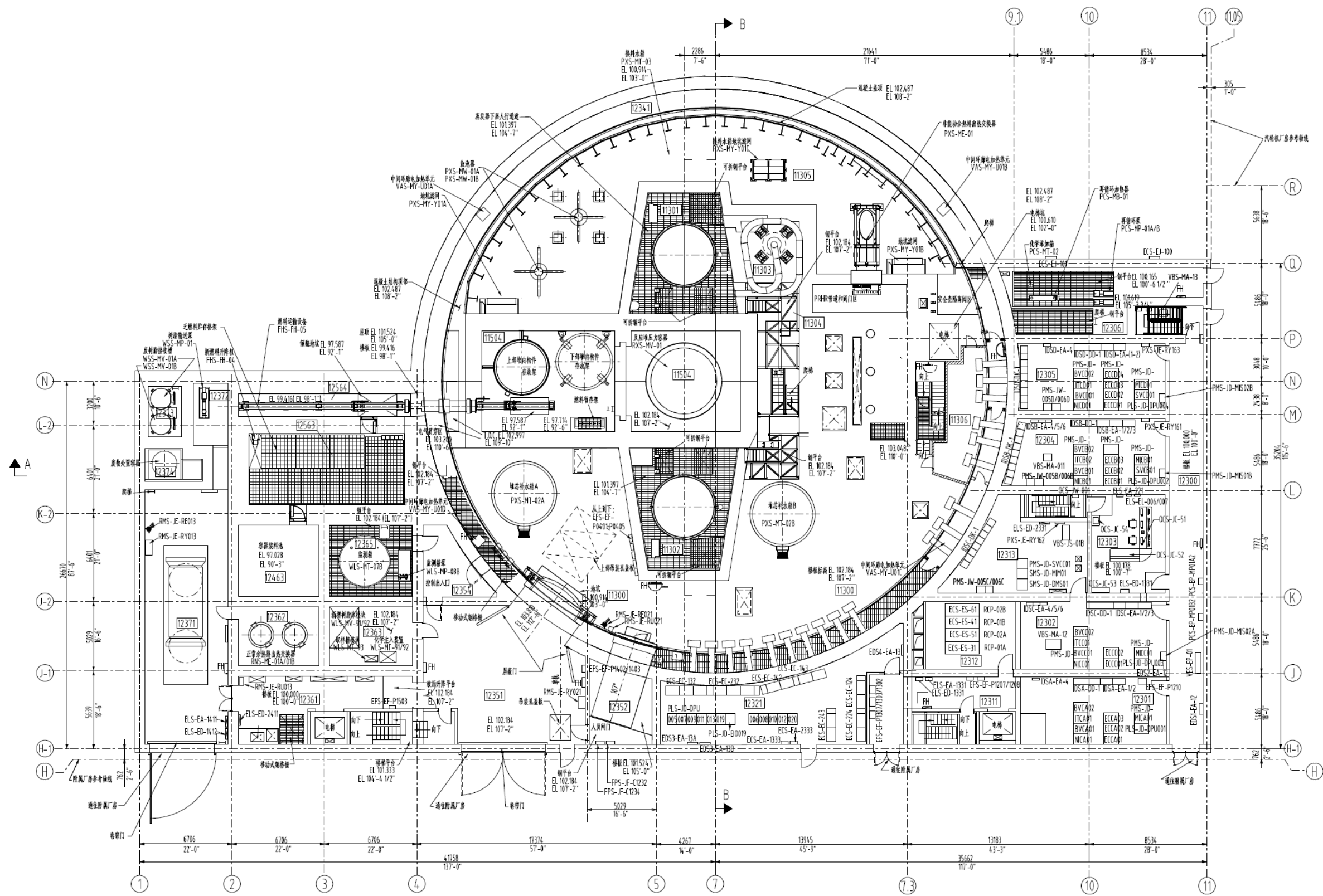


图 4.2-4 核岛厂房布置示意图 100.000m 及 102.184m

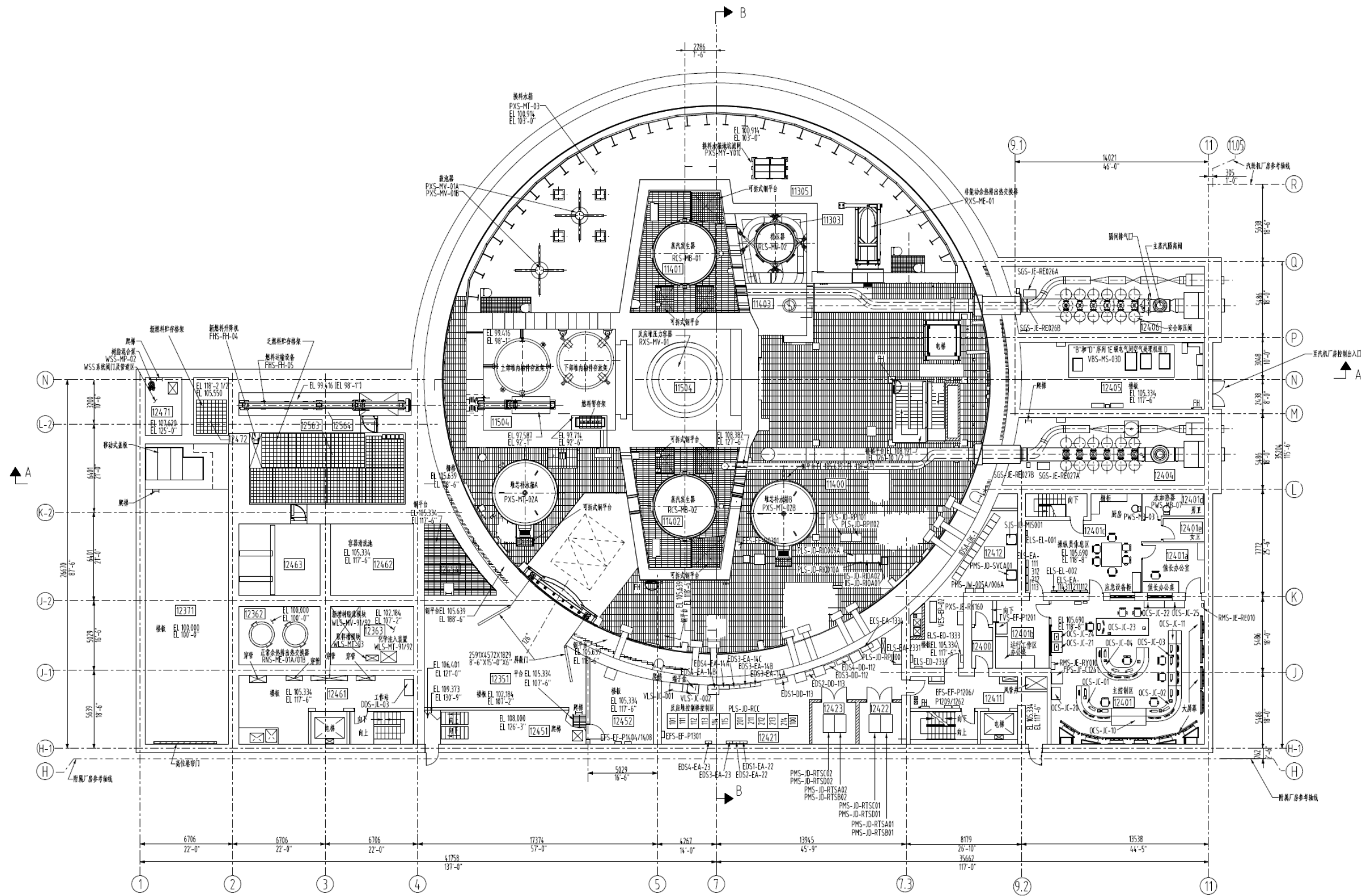


图 4.2-5 核岛厂房布置示意图 105.334m

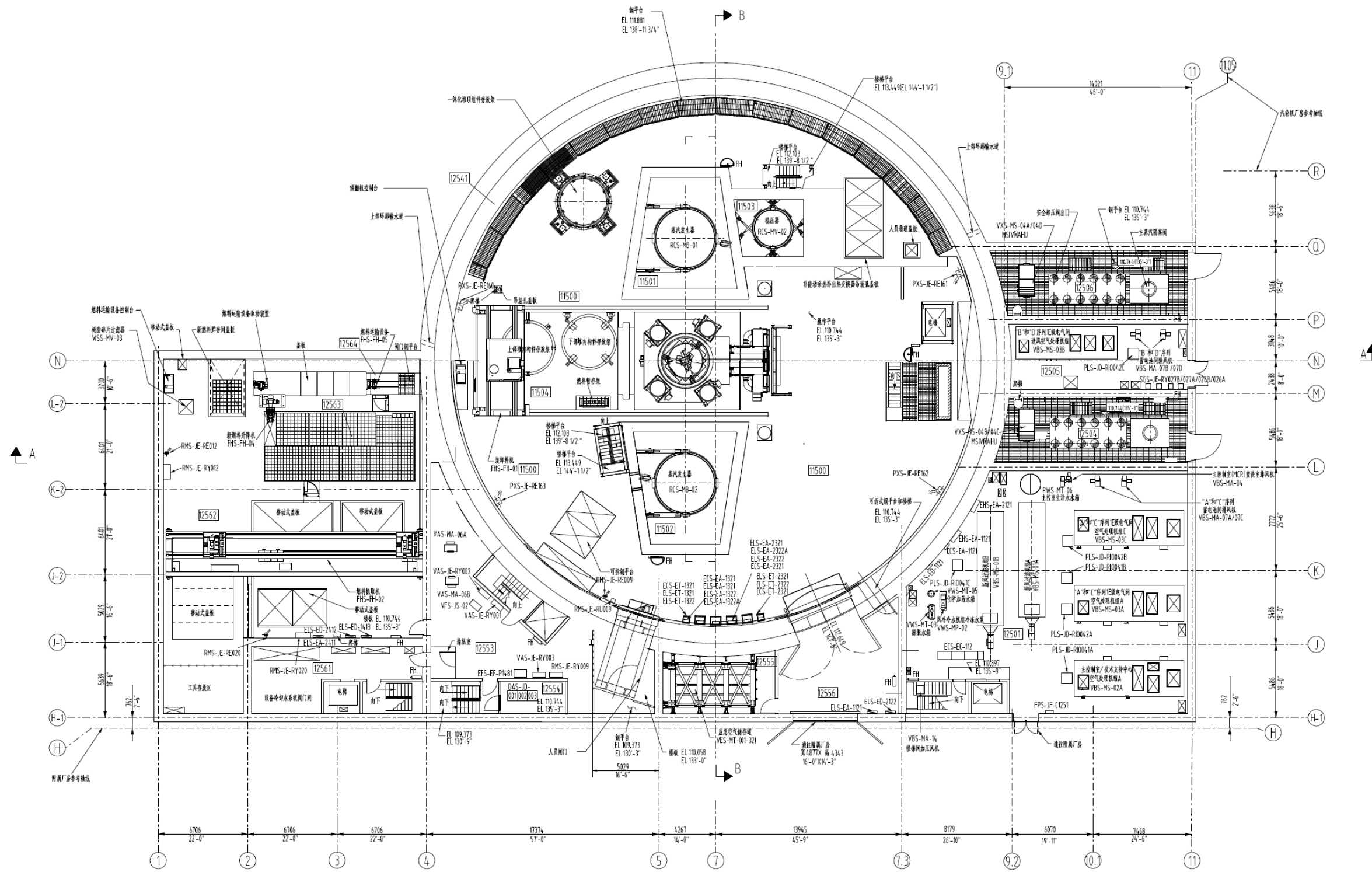


图 4.2-6 核岛厂房布置示意图 110.744m

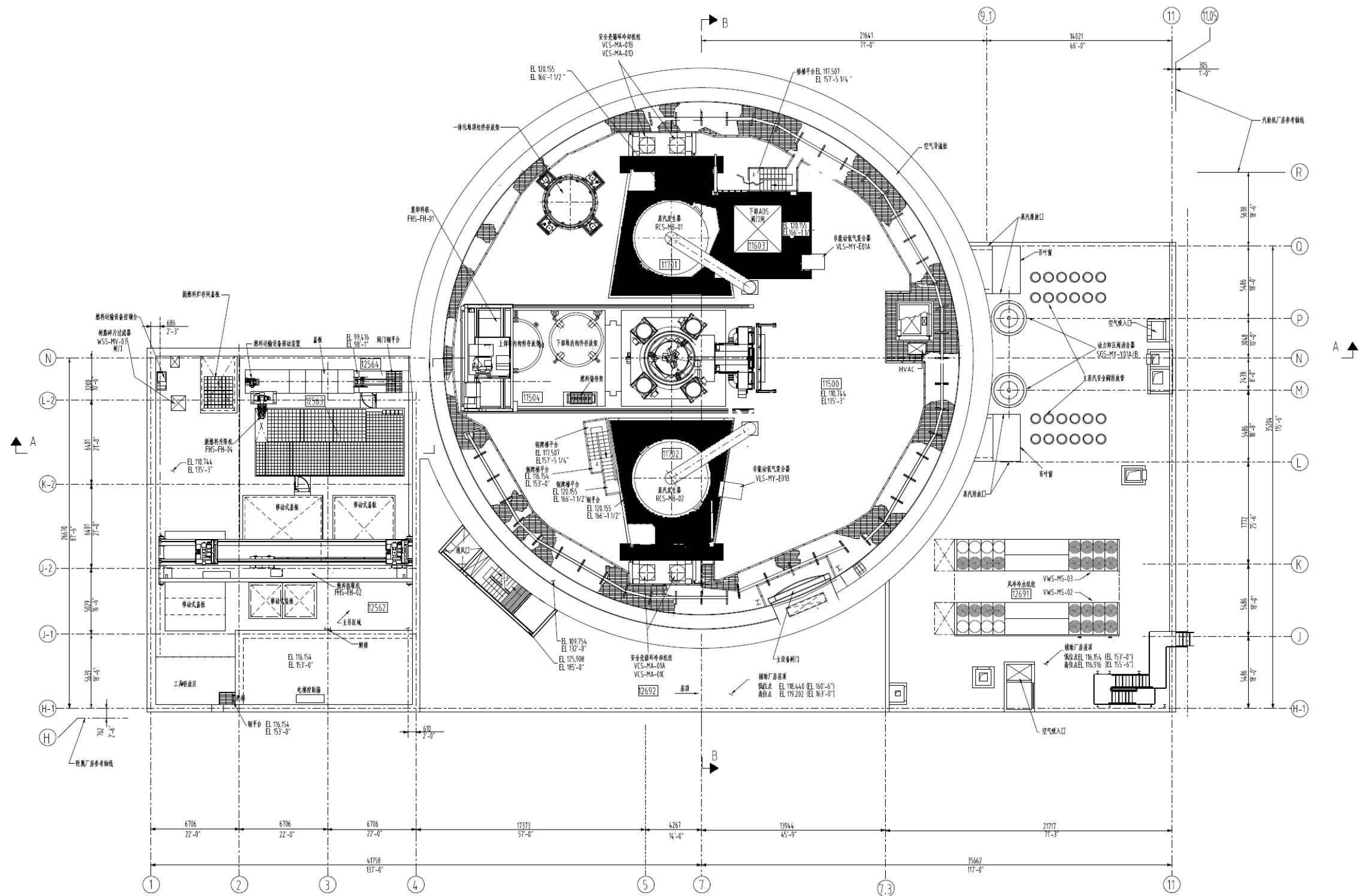


图 4.2-7 核岛厂房布置示意图 116.154m 及 118.440m

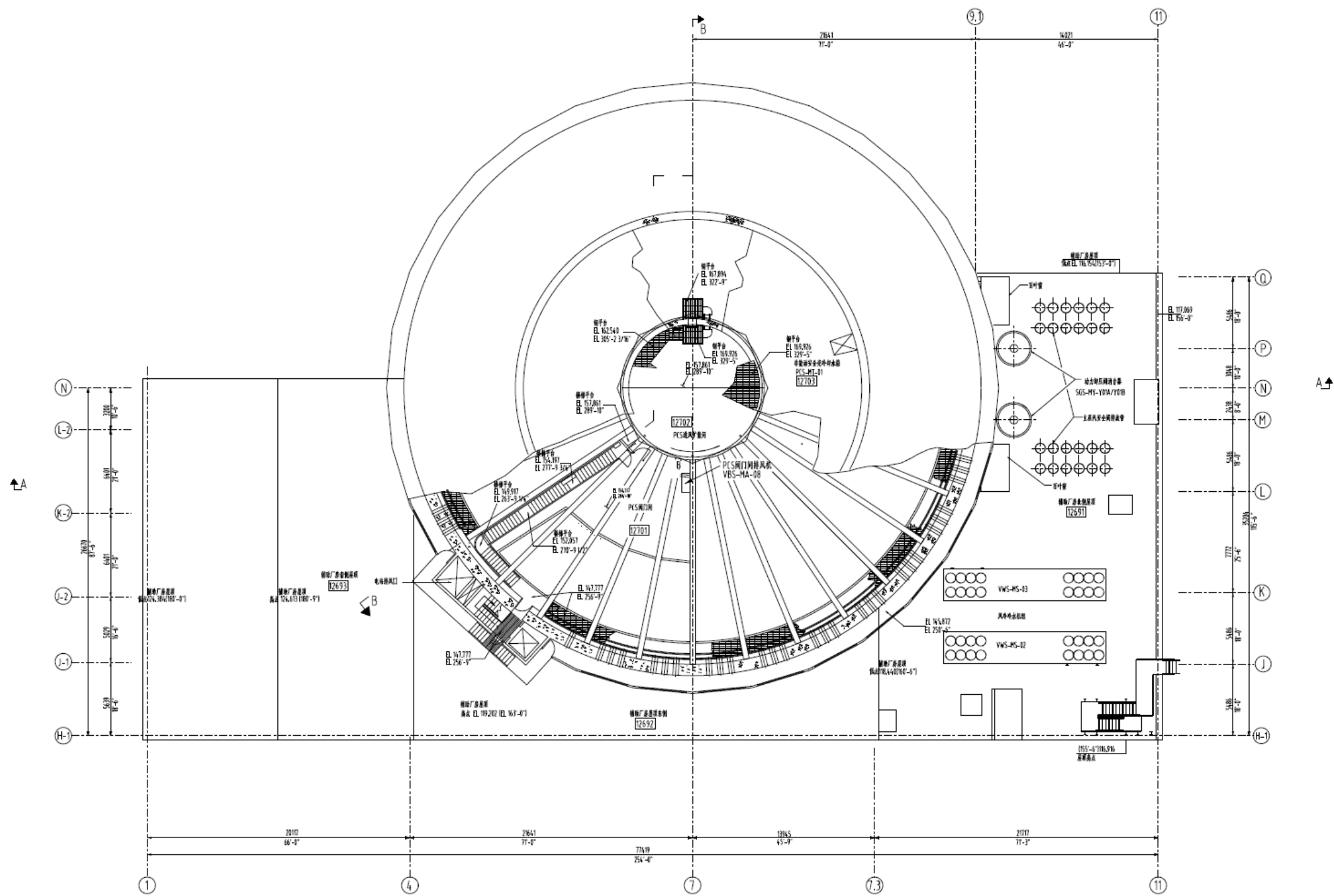


图 4.2-8 核岛厂房布置示意图屋顶平面

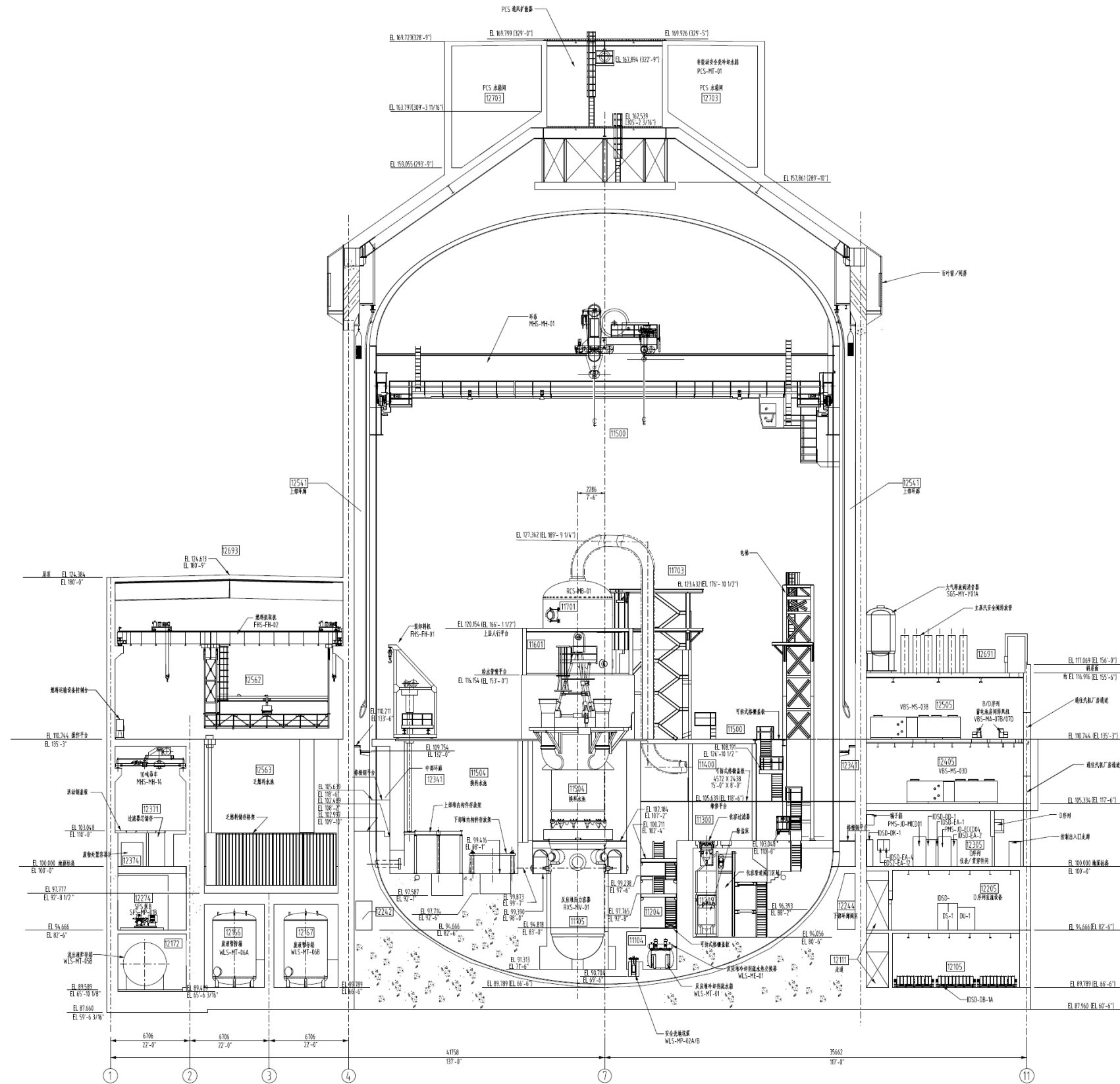


图 4.2-9 核岛厂房布置示意图 A-A 剖面

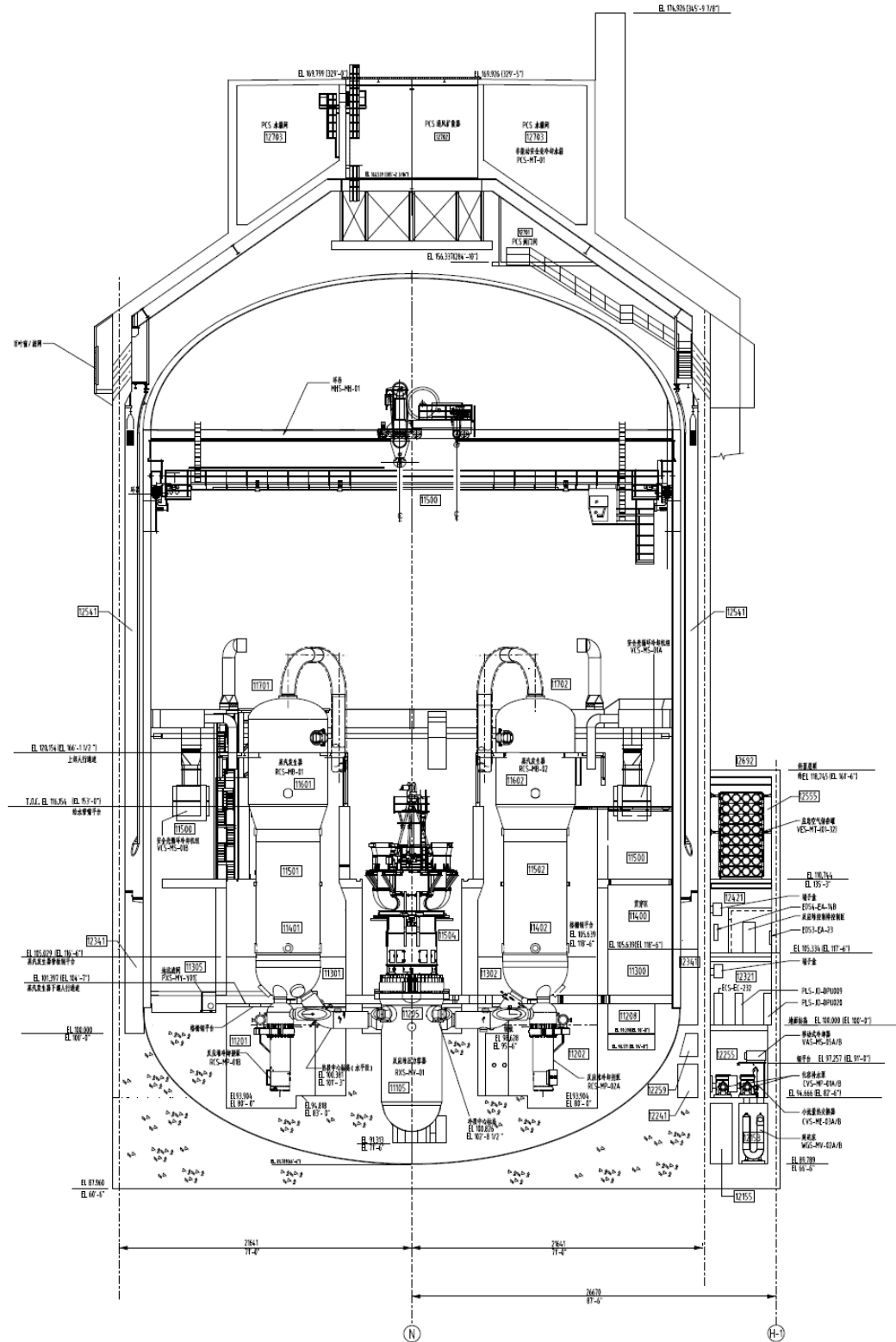


图 4.2-10 核岛厂房布置示意图 B-B 剖面

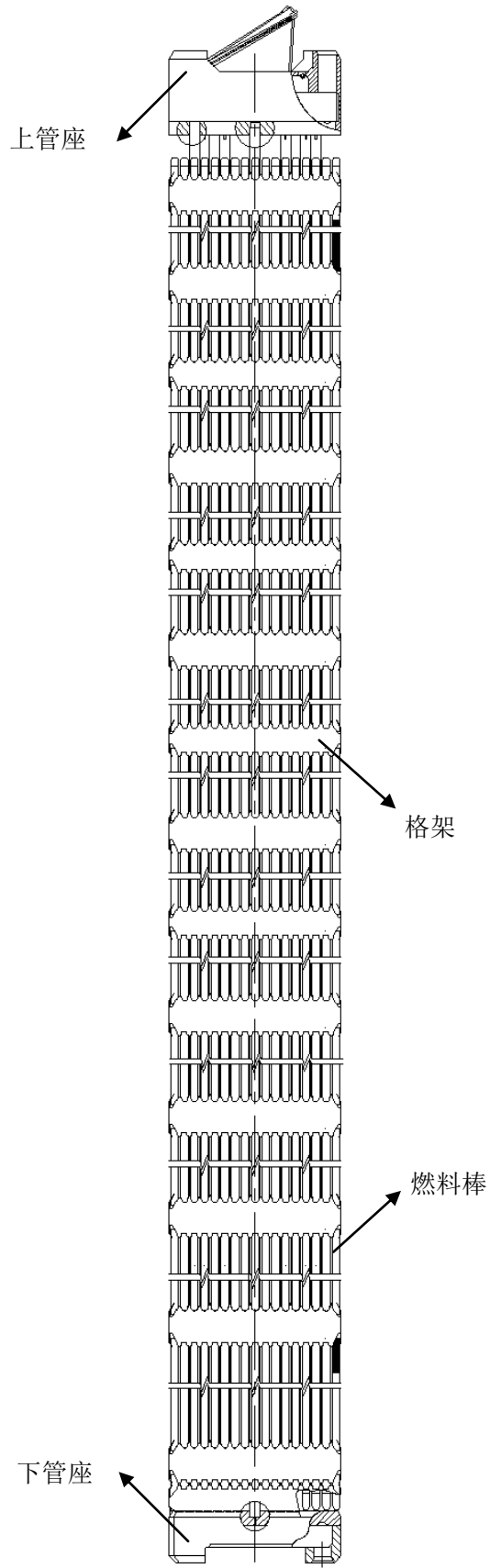


图 4.2-11 燃料组件简图

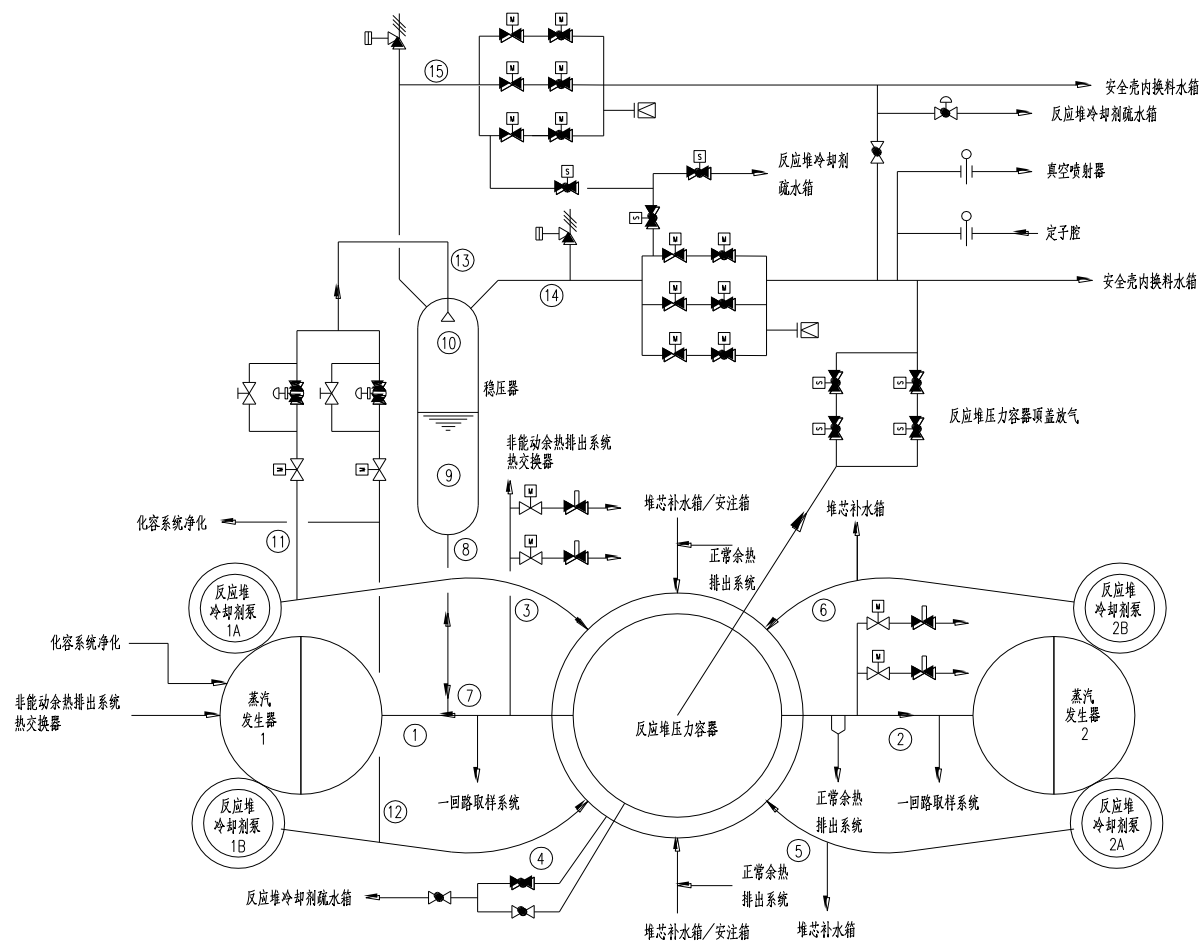


图 4.2-12 反应堆冷却剂系统流程简图

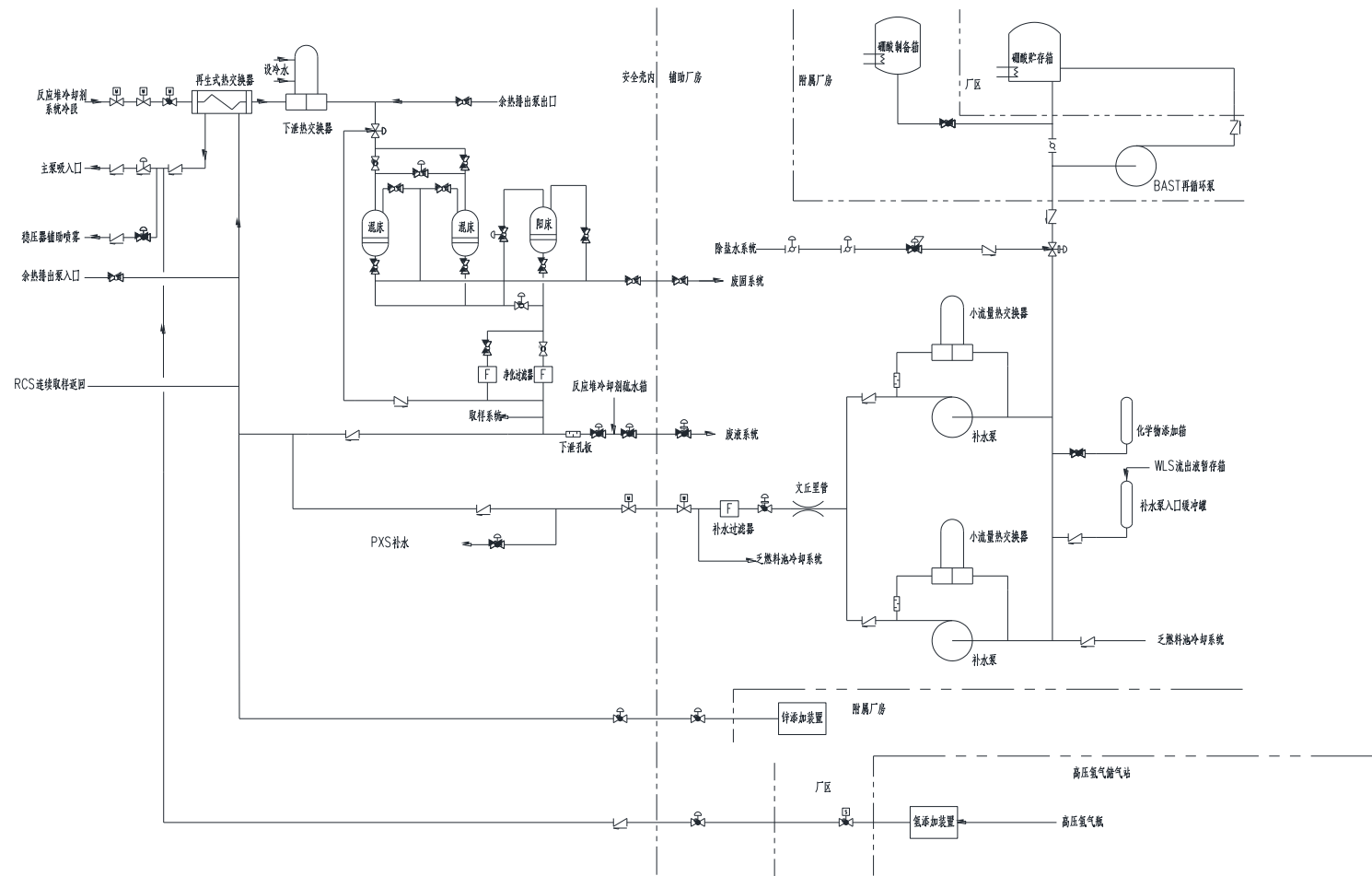


图 4.2-13 化学和容积控制系统流程简图

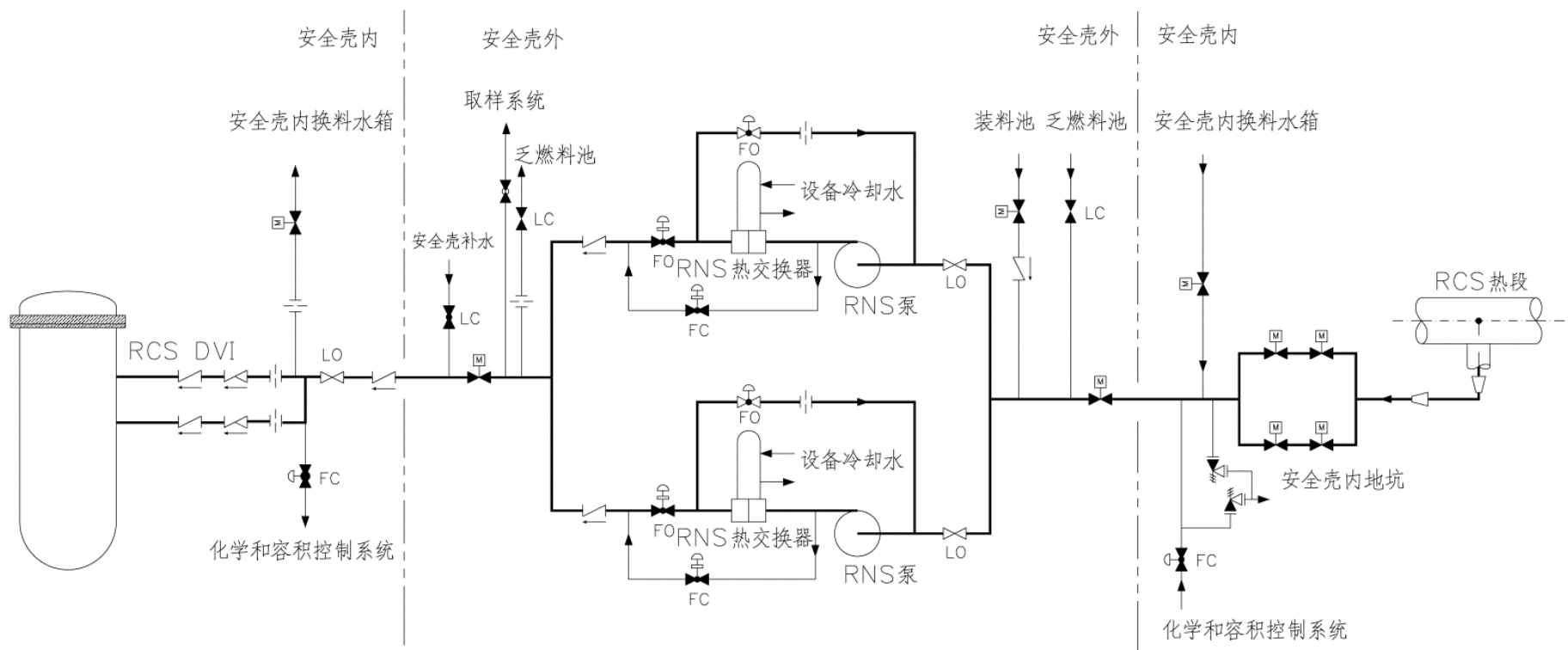


图 4.2-14 正常余热排出系统流程简图

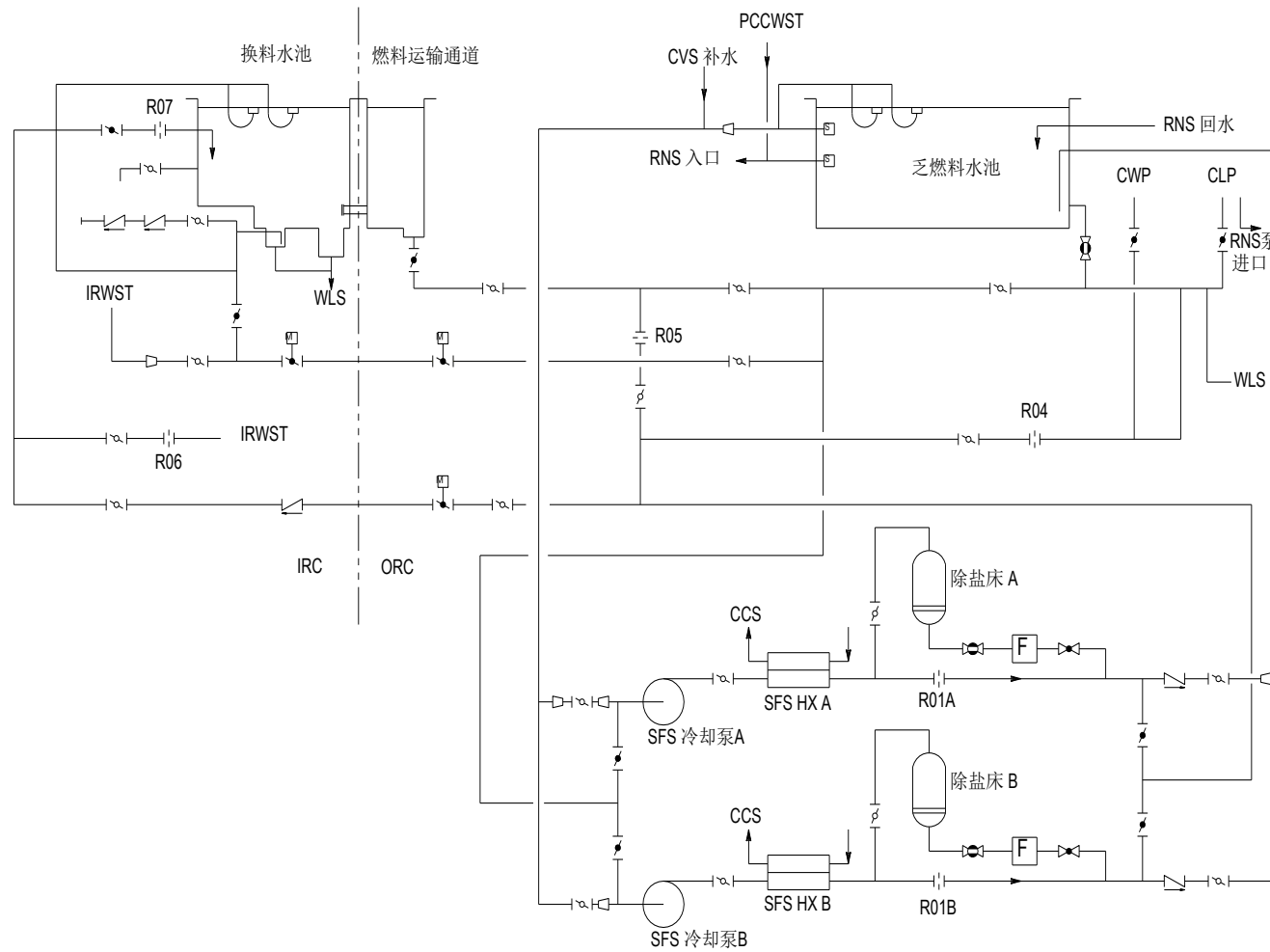


图 4.2-15 乏燃料池冷却系统流程简图

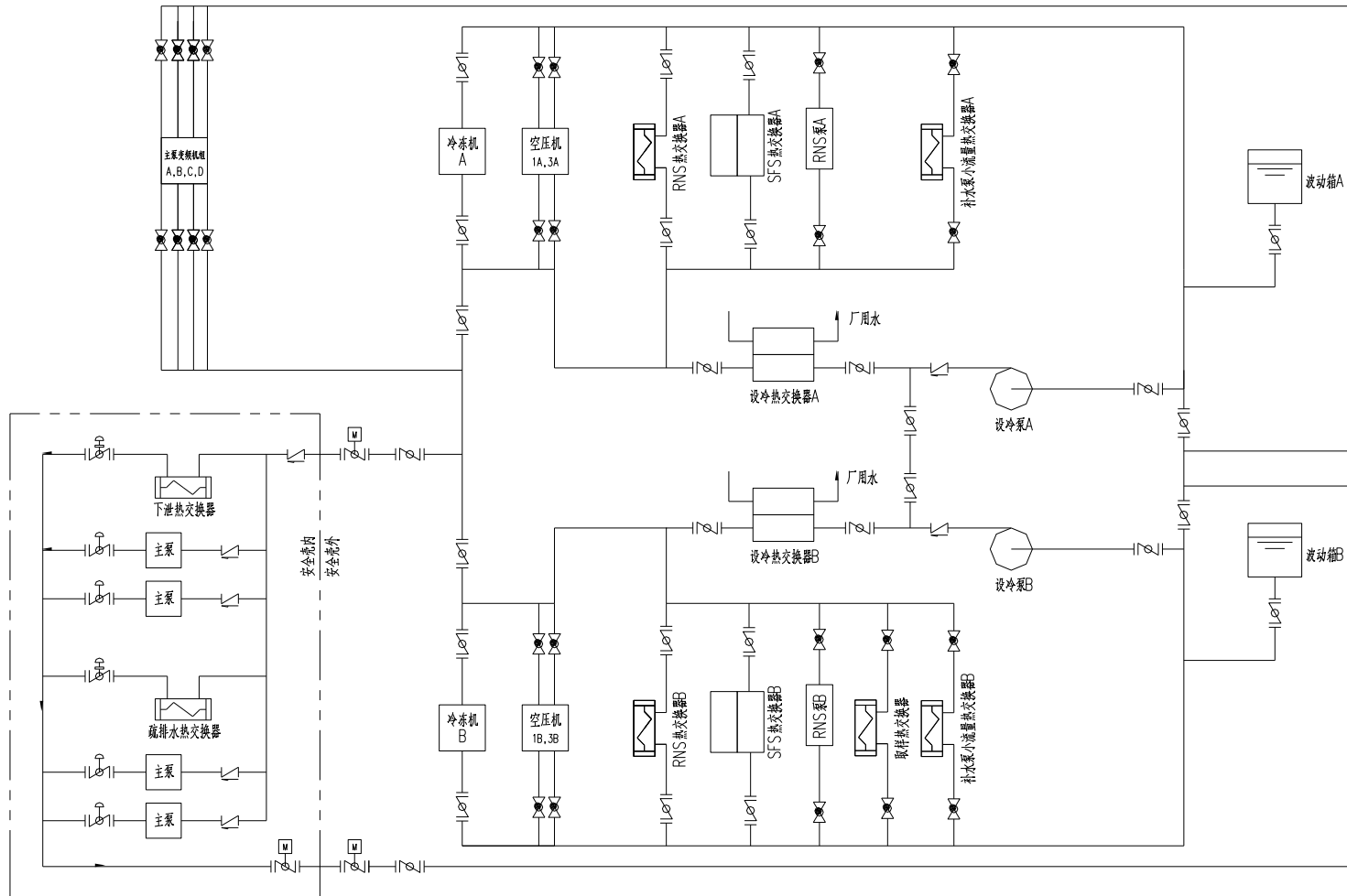


图 4.2-16 设备冷却水系统流程简图

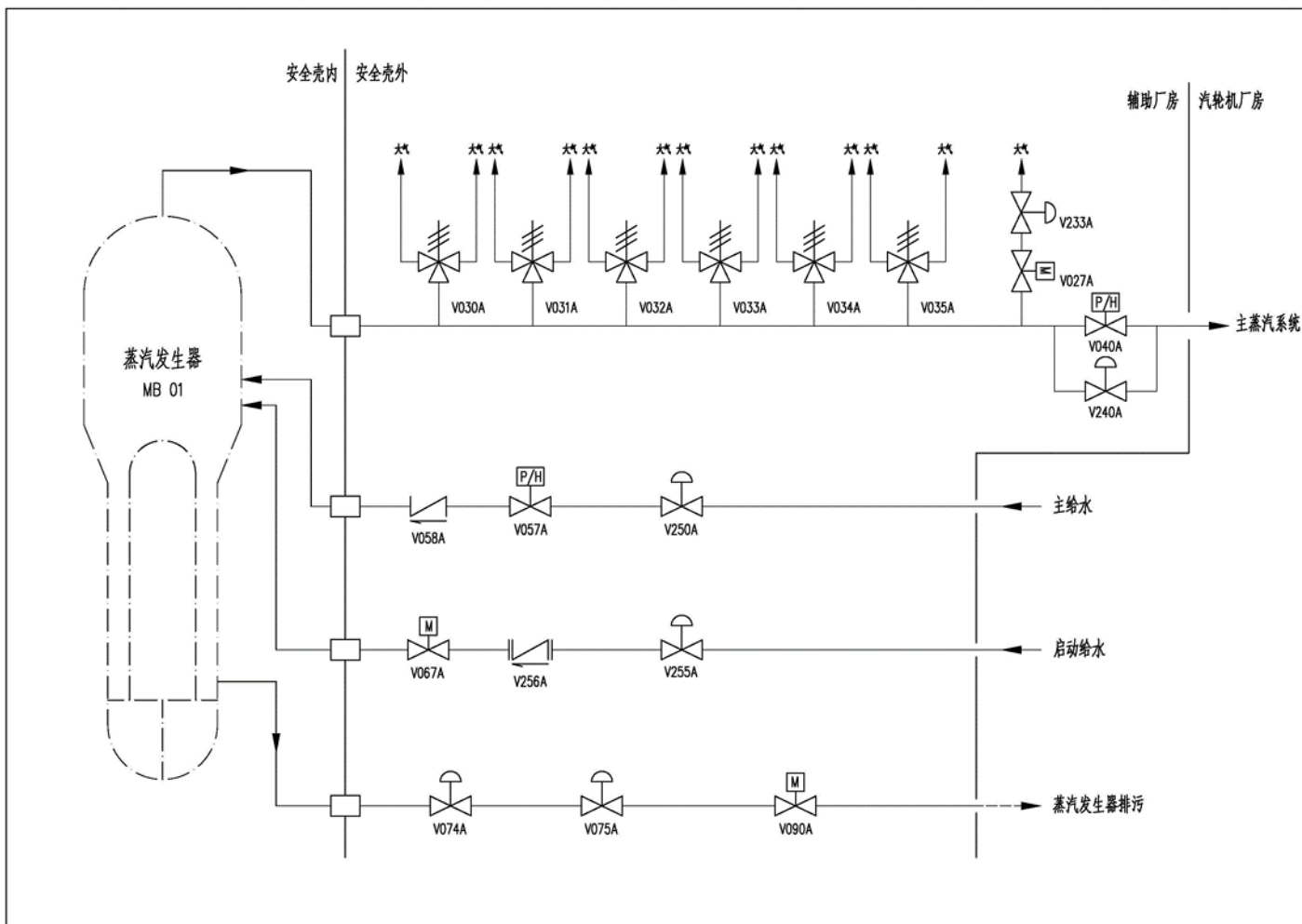


图 4.2-17 蒸汽发生器系统流程简图

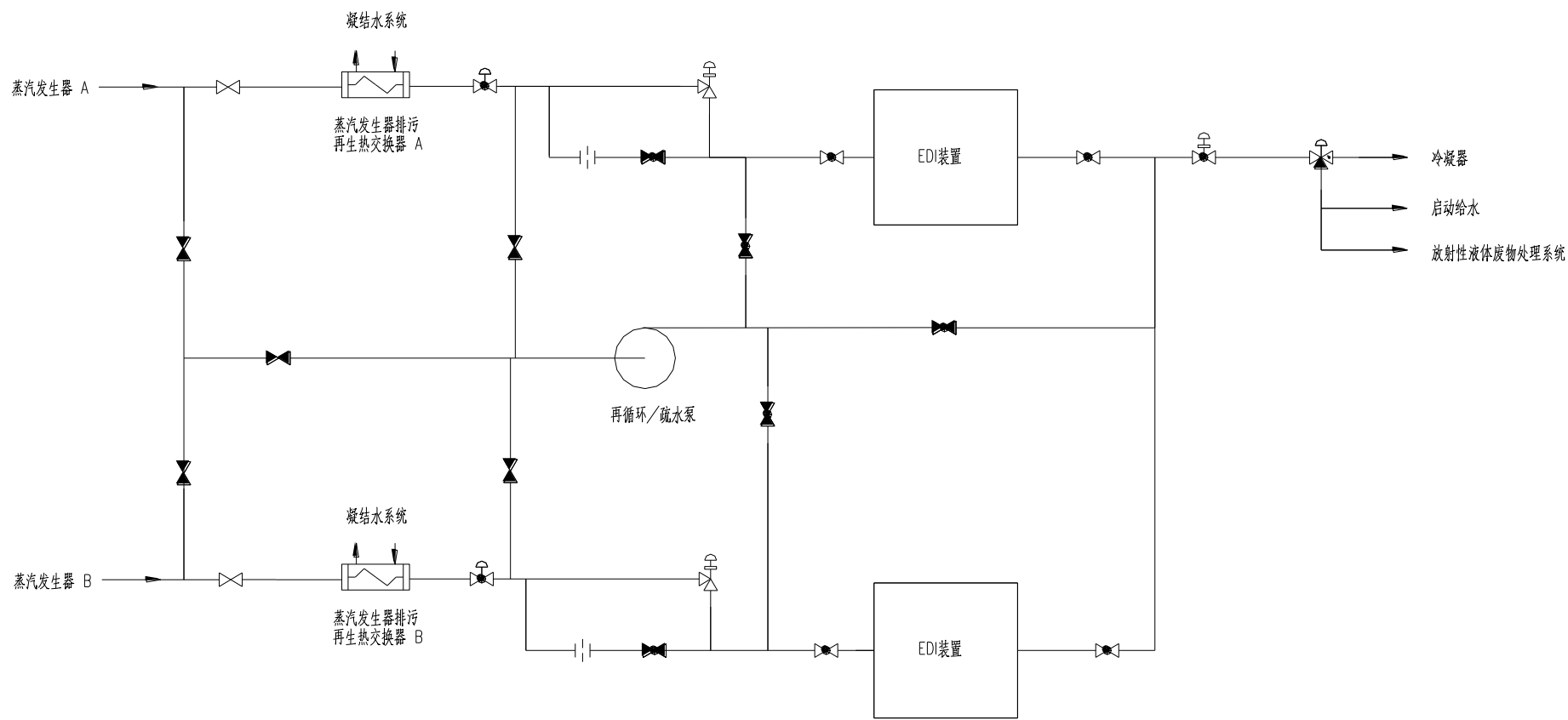


图 4.2-18 蒸汽发生器排污系统流程简图

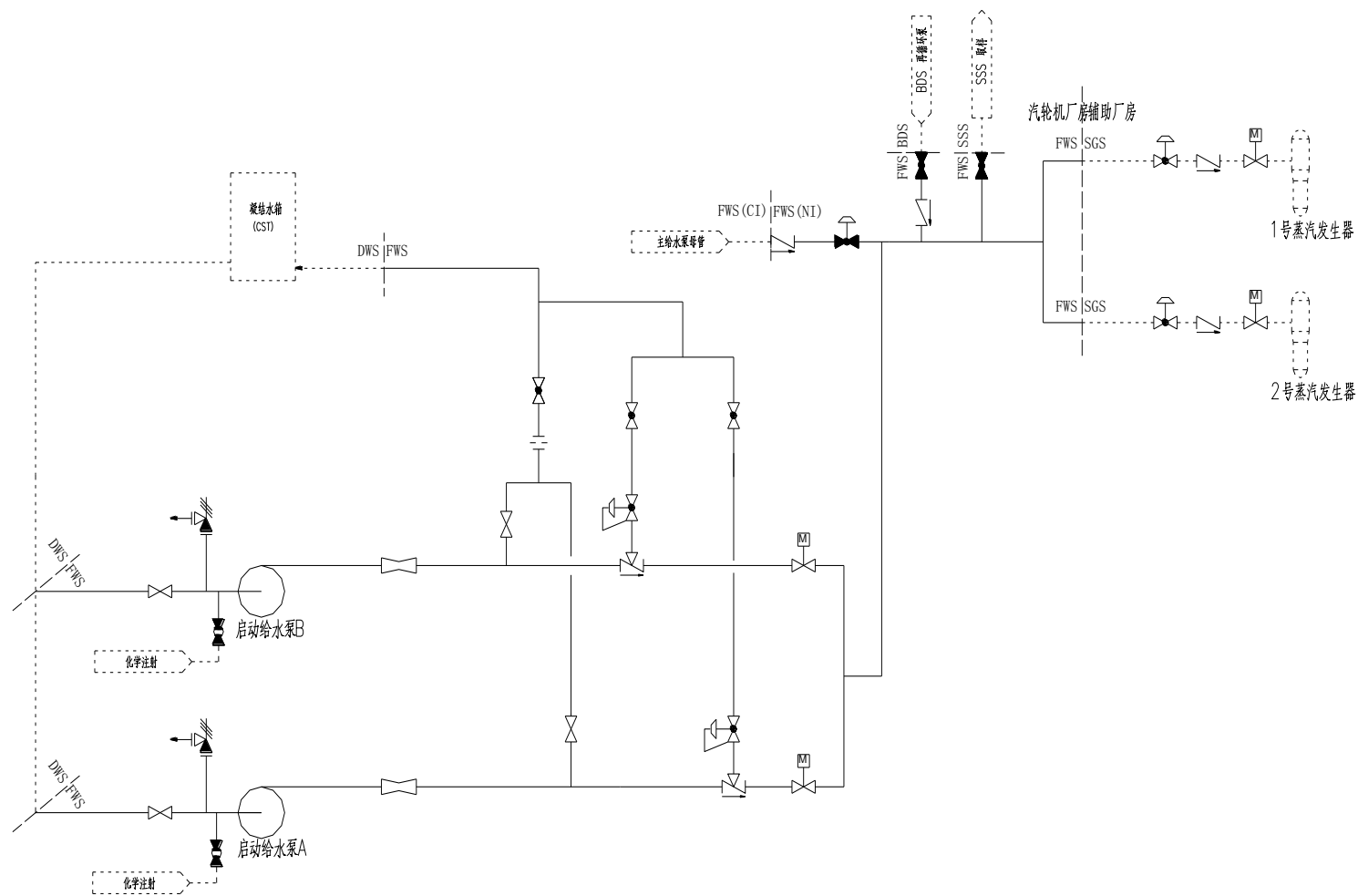


图 4.2-19 启动给水系统流程简图

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

4.3.1.1 用水量

1) 淡水用水量

广东廉江核电项目 1、2 号机组工程 2 台 CAP1000 核电机组所用淡水包括施工期和运行期用水。施工期（土建安装阶段）年最大取水量约为 41.73 万 m^3 ，日最大取水量 2826 m^3 ，设计取水保证率为 80%；施工期（调试阶段）的年最大取水量约为 131.18 万 m^3 ，设计取水保证率为 90%。两台机组正常运行期年取水量约 229.79 万 m^3 ，日最大取水量 7776 m^3 ，设计取水保证率为 97%。广东廉江核电项目 1、2 号机组工程已于 2021 年取得水利部珠江水利委员会准予取水行政许可。

本工程施工期淡水来源于大坝河，设 1 座取水泵房，敷设厂外输水管线约 360m；运行期淡水来源于九洲江，设置取水泵房 1 座，设置厂外输水管线长 27.2km。

2) 海水用水量

本工程循环冷却水系统采用带自然通风海水冷却塔的循环冷却系统，循环水系统补水水源为海水，不消耗淡水资源。厂用水系统采用机械通风海水冷却塔，补水水源为海水，不消耗淡水资源。电厂海水用水量如表 4.3-1 所示。

4.3.1.2 水量平衡

水量平衡图如图 4.3-1 所示。本工程单位发电量取水量为 $0.12\text{m}^3/(\text{MW}\cdot\text{h})$ ，装机取水量为 $0.034\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ 。施工期：施工期生活污水处理达标后回用，采用合理的开挖和回填工艺，稳妥堆放建筑材料和土石方，设置合理的排水导流和沉淀设施，及时补充绿化和增加护坡等有效措施。运行期：建立和完善核电厂废污水处理措施，提高水的重复利用率，建立和完善取用水过程的计量监控，建立环境监测机构，采取取水水源保护措施。

4.3.1.3 大坝河取水工程

大坝河取水工程的取水头部采用矩形钢笼式取水头，位于大坝河。取水头部平面尺寸为 $4.00\text{m}\times 1.3\text{m}$ ，钢笼框架采用槽钢焊接，四周及顶面设置钢丝网。取水头部底部浇筑水下混凝土作为基础。基础平面尺寸约为 $5.00\text{m}\times 2.00\text{m}$ ，厚度约

为 1.00m，具体形状根据河床地貌及地质条件确定。取水头部取水后通过钢管将水引入江边取水泵房。引水管采用开挖放管，引水管中部根据需要设置水下支墩，支墩型式为钢筋混凝土。

新建一座取水泵房，位于大坝河岸边。泵房分为地上及地下部分。地下部分为钢筋混凝土箱形结构，平面尺寸为 8.5m×7.5m，深度约 4.5m。地上部分为钢筋混凝土框架结构，平面尺寸为 15.5m×7.5m，高度约 7.0m。

取水泵房地下部分采用大开挖现浇施工。根据现场水深条件，泵房靠河侧应考虑设置施工围堰。围堰建议采用袋装砂，外侧坡度 1:2.5。在不需设置围堰的范围设置一圈高压旋喷桩作为止水帷幕。

4.3.1.4 九洲江取水工程

九洲江取水工程取水口设在九洲江营仔水闸上游约 1.6km 处，取水头部采用菱形取水头部，为预制钢筋混凝土结构。取水头部采用陆上预制，水上吊装，放置于抛石所成的护底基层上。拟将取水头伸入到河床-1.0m 高程处的深水区，采用淹没式顶部进水窗四周进水形式。取水头长 6m，进水窗高 0.70m，进水窗格栅间距采用 200mm，过栅流速约 0.25m/s。进水窗顶标高为 0.70m，比设计低水位低 0.90m；进水窗底标高为 0.00m，距自然河床底 1.00m

为避免水葫芦在取水头部处堆积影响取水安全，在取水头部外设置浮筒式拦污网，拦截漂浮的水葫芦等水生植物。引水管采用顶管施工，引水管中部根据需要设置水下支墩，支墩型式为现浇钢筋混凝土。

取水头部后接 2 根 DN500 自流引水管。自流引水管采用焊接钢管，上游接取水头部，下游穿河堤后接入取水泵房进水间，正常工况下引水管流速 $v=0.45\text{m/s}$ 。

为避免水葫芦在取水头部处堆积影响取水安全，在取水头部外设置浮筒式拦污网，拦截漂浮的水葫芦等水生植物。

新建一座取水泵房，位于九洲江岸堤外侧，取水量 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。泵房分为地上及地下部分。下部水池为钢筋混凝土箱形结构，半地下式布置，平面尺寸为 15.25m×7.00m，深度约 12.50m。水泵间运行层标高为 10.00m，比自然地面标高（约 4.70m）高出约 5.30m；水泵间水泵层标高为-2.50m，比自然地面标高（约 4.50m）低了约 7.00m。水泵间上部结构平面尺寸为长×宽=20.0m×8.0m，高 7.9m。由于受征地范围限制，九洲江取水泵房配套的配电间和控制间布置在水泵间出水

侧，配电间和控制间平面尺寸为长×宽=17.75m×7.4m，高 5.0m；配电间和控制间下部为架空布置。配电间和控制间上部设有值班休息室和卫生间，平面尺寸为长×宽=7.75m×7.4m，高 3.0m；从水泵间 10.00 层设有爬梯到值班休息室。

九洲江取水泵房进水间包括公共吸水池和 2 条进水流道。公共吸水池内壁平面尺寸为长×宽（水流方向）=15.25m×2.5m，净深 13.2m。公共吸水池前为 2 条进水流道，每条进水流道宽为 2.0m，长为 6.05m，深为 12.30m，每条进水流道依次布置有钢闸门、拦污栅（与钢闸门同槽布置）、旋转滤网等设施。流道内宽度和深度可以满足最低水位下拦污栅的过栅流速和旋转滤网的过网流速要求不大于 0.70m/s 的要求。

4.3.1.5 输水工程

大坝河输水管线设计流量为 170m³/h，采用单级加压的输水方式，输水管线总长为 2530m，其中厂外管线约 360m。

九洲江输水管线路径沿途经过下湾、紧水仔、水入围、两桥、东洋垌沿灌溉水渠布置，在东洋垌以北沿 674 县道布置；至营仔镇东后拐向铁路山，沿乡道布置，经西塘灶、光坡、上大垌、四块田、荔枝根、多浪坡、土地山、牛栏垌、上埠、山夹仔、龙塘仔，在龙塘仔沿 673 县道布置，在茂兰坡以西沿进场道路布置进入厂区，管线全长约 27.2km。淡水输水管线沿已建的乡道与县道布置，基本避开了较大的居民点与乡镇，主要沿建筑密度较低的乡道布置，一方面可利用已建的道路作为施工与运行维护道路，另一方面也减少了拆迁的数量。

厂外淡水供水管共 3 根 DN350，管线布置分为埋地和架空两种形式。埋地段沿地面向下敷设，输水管线采用放坡开挖，穿越河流采用顶管地下穿越的施工方式。埋地敷设单线管道长约为 26.3km，管顶覆土为 1.3m。架空段长度约 1000m。

4.3.1.6 水处理厂

经水处理厂处理后的淡水，主要供应核电厂施工期与运行期的淡水用水。不同阶段的水量，其中施工期用水量为 167 m³/h（4000m³/d），运行期用水量为 400m³/h，水厂出水水质按《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的要求。

根据水源水质的特点，水处理厂采用“接触絮凝斜板沉淀池+空气擦洗重力式滤池”处理工艺，主要工艺流程如下：

原水→接触絮凝斜板沉淀池→空气擦洗重力式滤池→工业、化学、生活清水池→综合水泵房→用户。

4.3.2 核电厂散热系统

4.3.2.1 循环水

本工程拟采用带海水冷却塔的二次循环冷却方案，1、2号机组工程2台机组共布置2座自然通风海水冷却塔，单个海水冷却塔的淋水面积为 20000m^2 ，塔高218.7m。海水补充水拟取自距离厂址约10km的龙头沙海域。

大件码头东侧局部开挖并抛石护底作为取水区，取水区底部标高-6.30m，与回旋水域相接。本方案引水箱涵长度短，且取水口布置在码头回旋水域旁边，引水箱需穿过防浪堤，为了避免扩建机组施工时对取水口安全和码头安全，避免扩建时重复破堤和扩建时再破堤影响泵房安全，所以本方案取水口及引水箱涵按规划容量6台机组的总取水量 $18.5\text{m}^3/\text{s}$ 一次建设完成，取水口采用喇叭口式取水口，正面进水，取水口进水侧内壁断面尺寸为 $B\times H=34\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，出水侧外壁断面尺寸为 $B\times H=10\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，出水侧与3孔取水暗涵连接，喇叭口式取水口沿水流方向长为27m。喇叭口式取水口正面进水的进水窗共3个，每个进水窗尺寸 $B\times H=11.0\text{m}\times 1.5\text{m}$ 。规划容量取水量下进水窗的进水流速 $0.5\text{m}/\text{s}$ 。

本方案排水工程中，液态流出物与循环水排水合流排放，循环水排水采用暗涵排水，排水暗涵出口远离大件码头港池布置，排水口距离取水口约1000m，排水口距离省界约为680m，排水口距离现状岸线约1160m。排水口与航运道的距离约为300m。

本期水箱涵共2孔（1用1备），共壁设置，长1270m（至与陆域共壁排水箱涵处），单孔断面尺寸 $1.8\text{m}\times 1.8\text{m}$ 。本方案本期排水箱涵疏浚量约12.6万立方米。陆域海水排水管与海域排水箱涵之间设有陆域联络井和衔接段共壁排水箱涵。排水闸门井后的现状陆域排水箱涵及穿堤排水箱涵段长度约为70m，底标高为-4.60m，顶部覆土约为6.8m~7.3m；穿堤后布置在现状海域的排水箱涵段长约为1200m，底标高不变，也为-4.60m，顶部覆土（含保护块石层）约为1.6m~1.2m。为满足远期工程施工条件，并综合考虑减小用海面积和分期施工的条件，扩建排水暗涵间距可按20m考虑。

本工程取排水管线采用共线敷设。管线经龙头沙渔港码头，沿沙龙围、北府围等围堤以东，斋塘角、新村、低村、松明、北松村以西陆域布置，自厂区西侧进入核电厂，管线总长约11km。海水补给水管线与海水排水管线按1、2号机组

工程和二期工程 4 台机组容量一次建设考虑，设置 2 根海水补给水管和 2 根海水排水管，2 根海水补给水管和 2 根海水排水管之间在管道起点和终点两端均设置联络管和电动联络阀，管道沿线 2 根管之间设有联络管和手动联络阀。厂外海水排水管管材推荐方案采用 2 根 DN1200 HDPE 塑料给水管，核电厂一期和二期的海水排水管按分期建设考虑，一期敷设 2 根 DN1200 HDPE 塑料给水管，可以满足一期海水排水能力和排水安全的要求，并可减小 1、2 号机组工程投资。

管线沿线没有重大跨越和居民点，管道从厂区往外海方向约占总长约 2/3 的管道沿线地形标高在 2m~10m 左右，管道后段靠近海域的约占总长约 2/3 管道沿线地形标高在 20m~35m 左右，管道长度地面总体起伏不大，沿途土地现状基本为稻田和旱地，并有少量鱼塘。

4.3.2.2 厂用水

1) 厂用水系统

厂用水系统（SWS）是一个非安全有关、开式海水循环冷却系统，把设备冷却水系统（CCS）热交换器收集的热负荷输送到热阱，即机械抽风冷却塔，在那里将热量消散在大气中，冷却后的海水由冷却塔水池收集，供再循环冷却使用。

每个机组的厂用水系统设计为两个系列的设备和管道，每个系列含有一个厂用水泵、五个冷却塔单元、一个过滤器及相关的阀门和仪表。在电厂正常运行时，每个系列提供 100% 容量的冷却水。在 CCS 热交换器的上游和下游管道，两个系列之间接有连通管，可以允许任何一台泵提供冷却水给任何一个热交换器，以及允许经过任何一个热交换器出水排放到任何一个系列的冷却塔。流程图见 4.3-2。

厂用水泵房靠近冷却塔布置，厂用水泵从冷却塔水池吸水，冷却水经过自动反冲过滤器进入 CCS 热交换器以排除核岛设备的热量，升温后的冷却水籍余压进入机械抽风冷却塔，将热量消散在大气中，冷却水降温后集中在冷却塔水池内，经过滤网后循环使用。

2) 厂用水机械冷却塔工艺参数

冷却塔机组设置在室外，冷却塔底部为钢筋混凝土水池。本设备是为厂用水系统（SWS）配套的逆流鼓风式冷却塔。每台机组厂用水系统设置两个系列，每系列包括 5 个冷却塔格间，共 10 个格间。SWS 冷却塔为双系列背向布置，主体

为钢筋混凝土结构。其功能是将设备冷却水系统（CCS）热交换器传递到厂用水系统的热量散发到大气中，保证设备在不同机组运行条件及气象条件下出塔水温满足设计要求。

4.3.3 码头工程

码头工程布置在离岸约 300m 的-1.5m 等深线处，泊位总长 138m，包含码头平台、联系桥和系缆墩，码头通过栈桥与后方陆域相连，该方案装卸设备采用全回转固定起重机+浮吊。大件码头总平面布置图如图 4.3-3 所示，大件码头平面布置图如图 4.3-4 所示。

表 4.3-1 夏季海水用水量表

单位: m^3/h

序号	装机容量 用水项目	本期工程 2×1250MW	二期工程 2×1400MW	三期工程 2×1400MW
1	循环水自然塔补充水	18090	21380	21380
2	厂用水机械通风冷却塔补充水	600	1350	1350
4	用水量合计	18690	22730	22730

考虑厂外管线的渗漏等损失, 规划容量下取水工程按 $18.50\text{m}^3/\text{s}$ 的规模进行设计, 其中

1、2 号机组工程取水量 $5.50\text{m}^3/\text{s}$, 二期工程取水量 $6.50\text{m}^3/\text{s}$, 三期工程取水量 $6.50\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 4.3-2 不同电厂运行模式下，厂用水系统流量和带走热量负荷

工况	CCS系统运行水泵和热交换器	厂用水系统运行水泵	流量 (m ³ /h)	热负荷 (MW)
正常运行 (满功率)	1	1	3150	30.50
电站停堆 4 小时	2	2	6300	89.90
电站停堆 96 小时	2	2	6300	33.30
换料 (整堆芯卸料)	2	2	6300	28.70
电站启动	2	2	6300	28.10

表 4.3-3 冷却塔设计工况

序号	工况	设计热负荷 (MW)	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	冷却塔运行格数	SWS 总水量 (m ³ /h)	出水温度 (°C)
1	正常运行 (极端气象)	30.50	32.9	30.0	5	3000	35.3
2	正常运行 (1%不保证气象条件)	30.50	32.6	28.6	5	3000	32.5

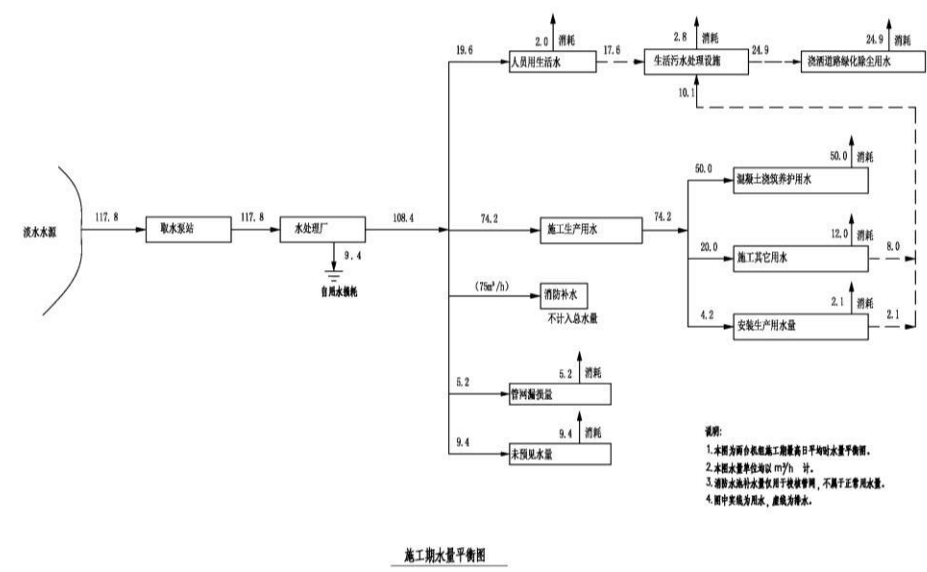
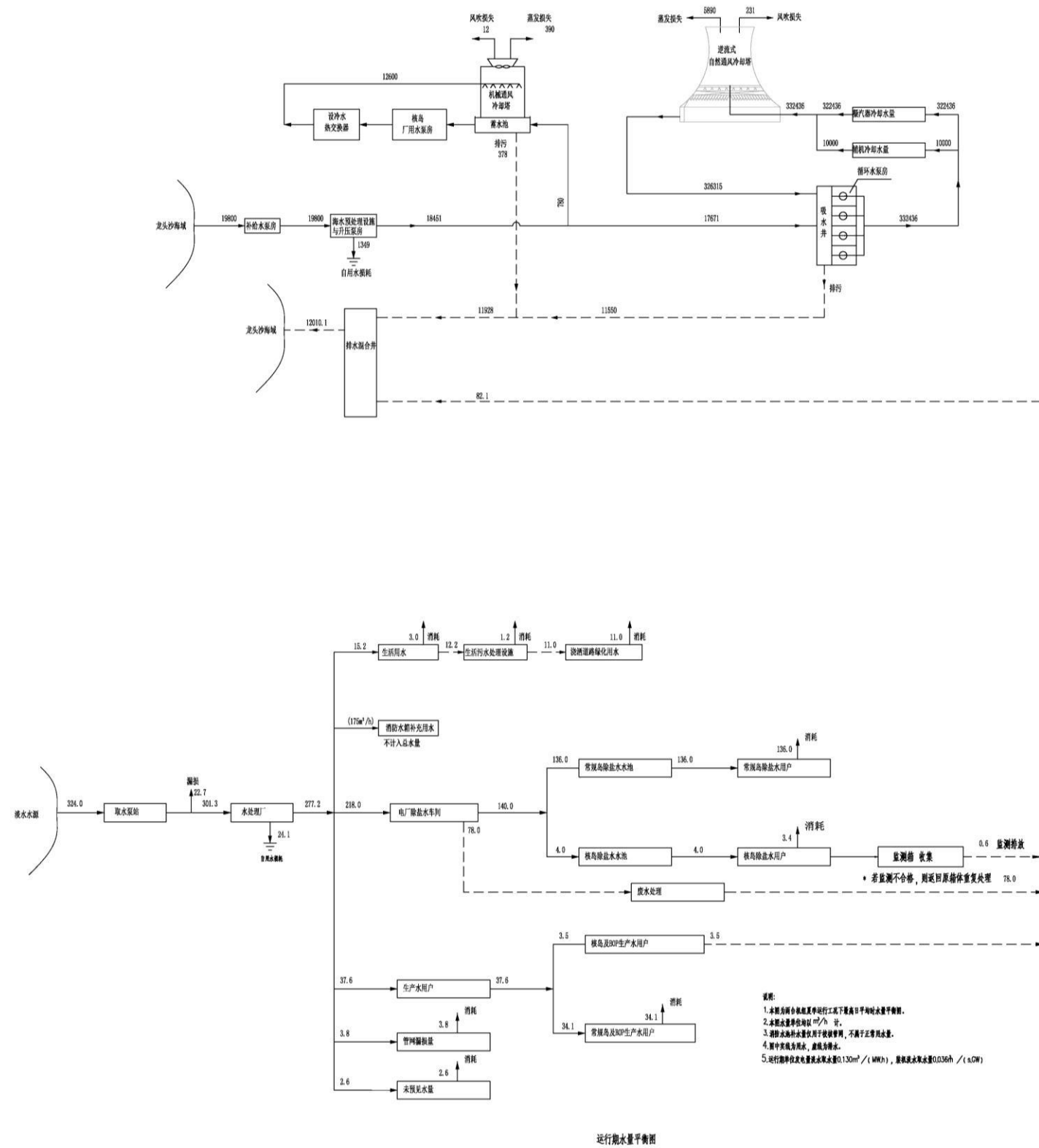


图 4.3-1 水量平衡图

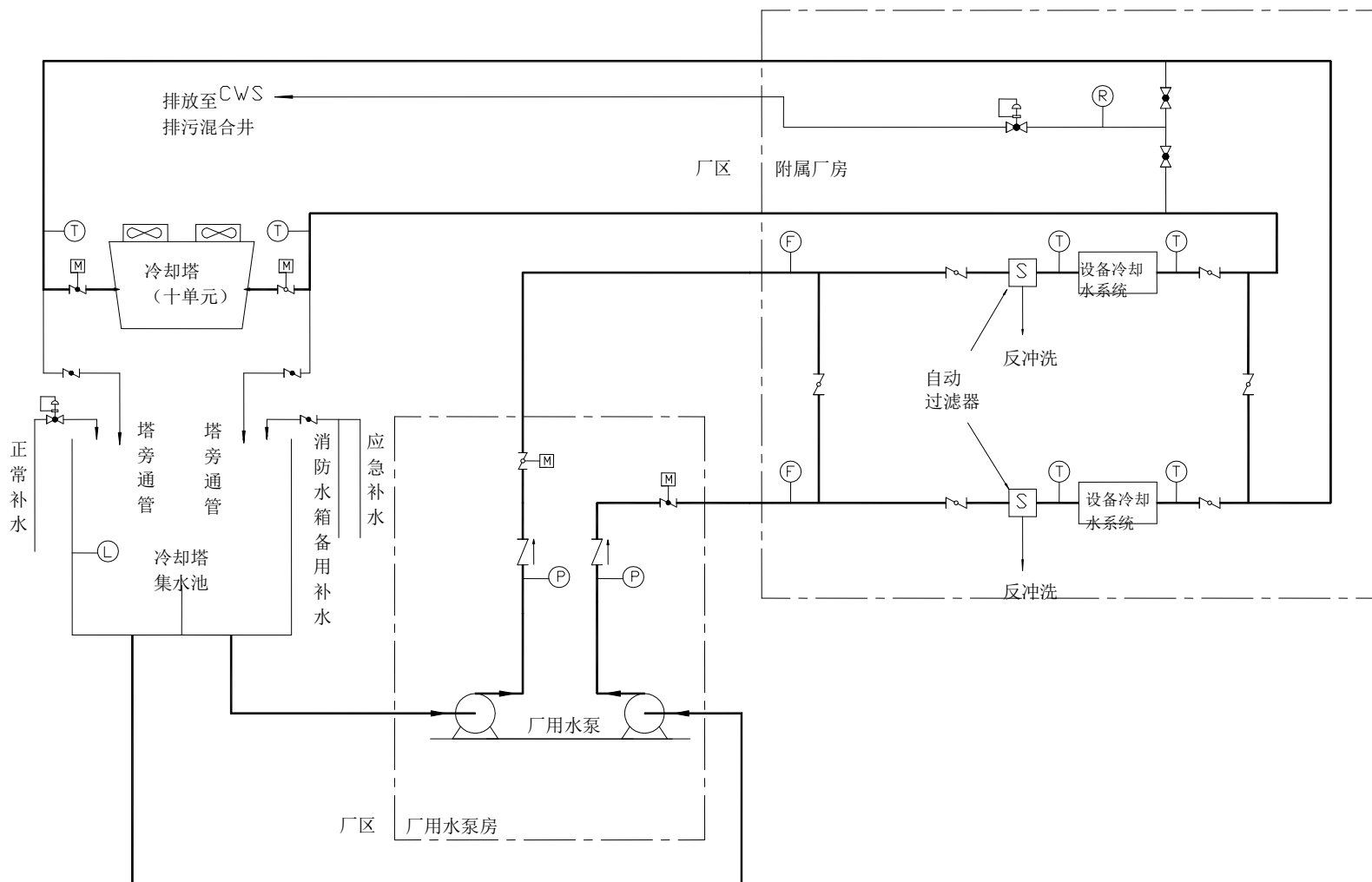


图 4.3-2 厂用水系统流程图

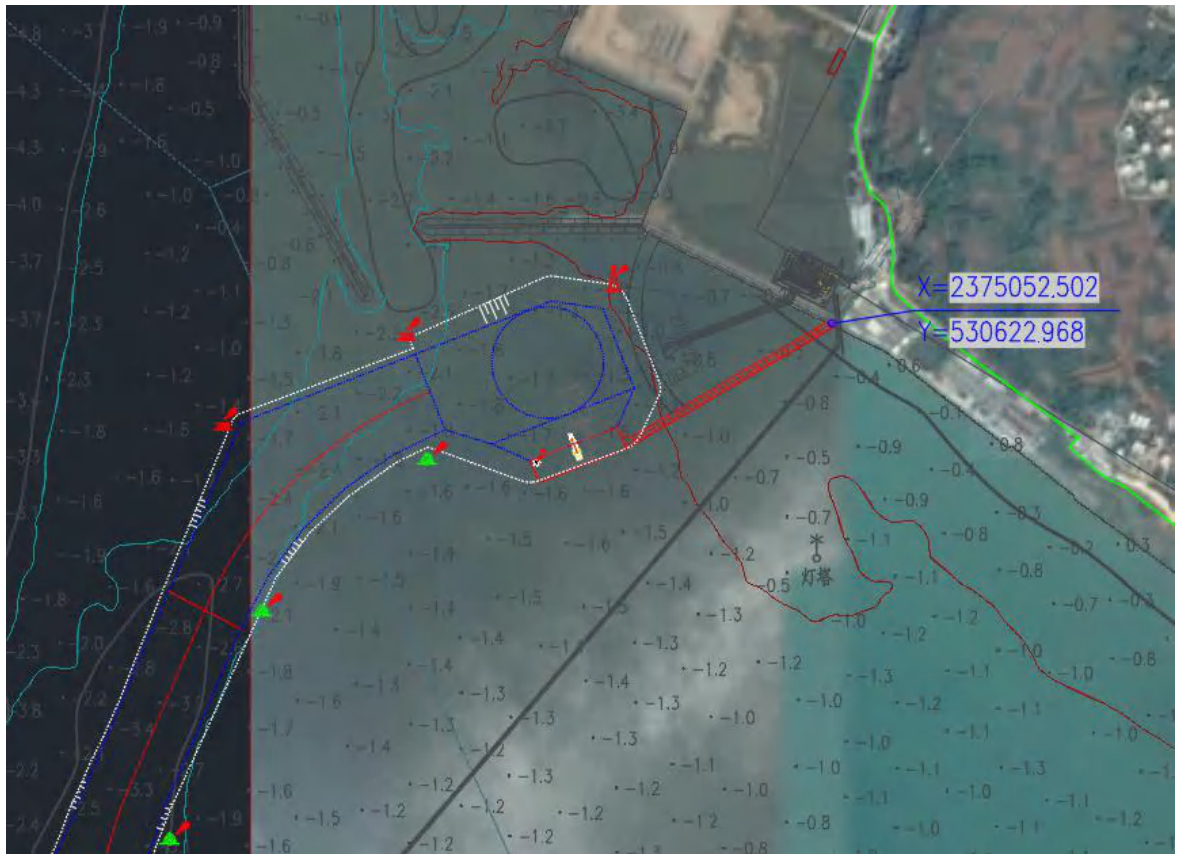
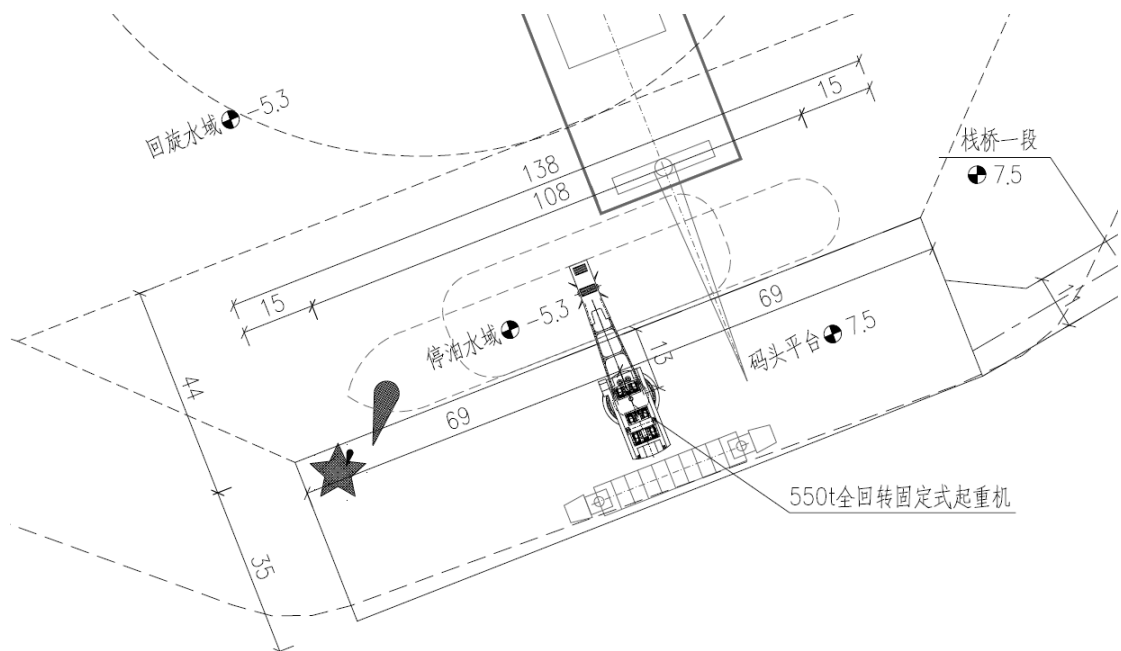


图 4.3-3 大件码头总平面布置图



码头平面布置图 1:1000

图 4.3-4 大件码头平面布置图

4.4 输电系统

4.4.3 接入系统方案

4.4.3.1 接入系统电压等级

《电力系统技术导则（GB/T 38969-2020）》6.1 节指出：“主力电源宜接入最高电压等级。单机容量为 600MW 及以上机组，可直接接入 500kV 及以上电压等级电网……”。

廉江核电 1、2 号机组工程规划建设 2 台机组，单机容量 1250MW，电站 1、2 号机组总装机容量为 2500MW，电站 1、2 号机组投产初期，粤西地区基本不具备消纳本项目 1、2 号机组两台机组电力空间的能力，本项目大部分电力考虑送往珠西南、珠西北等珠三角负荷中心消纳。本项目送电距离较远，单机规模较大，综合考虑电站单机容量及最终规模，廉江核电站宜接入电网最高一级电压等级电网。广东电网最高电压等级为 500kV，电网规模较大，安全可靠较高。同时根据中国南方电网有限责任公司关于《广东廉江核电一期接入系统方案的批复》中相关要求，“廉江核电一期 2 台 125 万千瓦机组以 500 千伏一级电压接入系统……”。因此，廉江核电站 1、2 号机组采用 500kV 一级电压等级接入系统。

4.4.3.2 接入系统方案

根据中国南方电网有限责任公司关于《广东廉江核电一期接入系统方案的批复》要求，廉江核电 1、2 号机组接入系统方案为：

本期新建 500kV 线路 2 回，分别至芷寮站 1 回、至茂名站 1 回。

4.4.4 电源方案

根据业主计划，为满足施工用电的需要，规划 2 台 10MVA 施工变压器。两台核电机组需相应投产 4 台 88MVA 辅助变压器。根据《广东廉江核电项目一期 220kV 备用电源接入系统专题研究（系统一次部分）》最新研究成果，推荐廉江核电 1、2 号机组 220kV 备用电源开关站新建 1 回 220kV 线路至亭仔站，新建线路长约 26km，导线截面暂按 $2 \times 300\text{mm}^2$ 考虑，配套在亭仔站扩建 1 个 220kV 出线间隔。备用电源接入系统报告目前正在送审阶段，推荐方案以接入系统最终审查意见和批复为准。

本期工程建设的两台百万千瓦级核电机组，分别以发电机—双卷变压器组单元接线升压至 500kV 接入系统。廉江核电站 500KV 升压站的电气主接线建议采

用一个半断路器接线。每台机组和 1 回出线线路组成 1 串，每一回路由两台断路器供电，发生母线故障时，只跳开与此母线有关的断路器，任何回路不停电，具有高度可靠性。本期 2 个完整串，500kV 配电装置采用户内 GIS 型式。#1~#6 机组共用一个户内 GIS。

发电机和主变压器之间装设发电机出口断路器。主变和高压厂用变内部故障时，发电机断路器立即动作跳闸，迅速隔离故障元件，不致对发电机造成损伤。同时也避免了无出口断路器时由于发电机还提供残余故障电流对故障变压器造成的进一步损伤。

高压厂用变压器从主变压器低压侧和发电机出口断路器之间引接，机组正常起动和停机时，电源从系统到送电取得。每台机组设置 2 台三绕组高压厂用变压器，分别为高厂变 A 和高厂变 B。

每台机组设置两台 220kV 辅助变，规划建设 6 台核电机组考虑设置一座 220kV 辅助开关站。开关站拟采用双母线接线方式，220kV 配电装置采用屋内 GIS 型式。220kV 配电装置规划共 11 个间隔，其中 6 个备变进线间隔，2 个出线间隔，2 个母线设备间隔，1 个母联断路器间隔。

4.5 专设安全设施

4.5.1 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、主控制室应急可居留系统。

4.5.2 非能动堆芯冷却系统

4.5.2.1 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。

4.5.2.2 系统组成

PXS是一个抗震I类安全系统。系统包括一个非能动余热排出热交换器、两个安注箱、两个堆芯补水箱、一个IRWST、两个鼓泡器、五个pH调节篮、三个IRWST滤网、两个安全壳再循环滤网和相关的阀门、管道及仪表组成。属于RCS一部分的自动卸压系统的管道及阀门，也提供重要的非能动堆芯冷却功能。

4.5.2.3 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，PXS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RCS注入含硼水，当RCS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RCS。当RCS压力降到IRWST注射压力以下时，IRWST依靠重力向RCS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RCS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IRWST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4.5-1。

4.5.3 非能动安全壳冷却系统

4.5.3.1 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。
- 提供一个安全级乏燃料池补水源。

4.5.3.2 系统组成

PCS为安全有关系统，由一台与屏蔽厂房结构为一体的非能动安全壳冷却水箱(PCCWST)、向安全壳输水的冷却水输送流道、位于屏蔽厂房内绕安全壳一周的空气流道、用于安全壳水分配的围堰和分水斗、非能动安全壳冷却辅助水箱

(PCCAWST)、再循环回路(包括两台再循环泵、一台化学添加箱等)、移动式应急柴油机补水泵机组以及相关的仪表、管道及阀门组成。

4.5.3.3 工艺流程

PCS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安全壳。加热的安全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PCCWST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天内不需要操纵员干预的要求。PCS利用了钢制安全壳、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4.5-2。

4.5.4 安全壳氢气控制系统

4.5.4.1 系统功能

安全壳氢气控制系统（VLS）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，利用安全级非能动氢气复合器（PAR）防止安全壳氢浓度达到可燃限值；
- 利用氢气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。

4.5.4.2 系统组成

位于安全壳内的两台安全级PAR能在设计基准事故后维持安全壳总体氢气浓度在较低水平。安全壳内安装了66台氢气点火器，在严重事故后，通过燃烧（爆燃）相对低浓度的氢气，以防止氢气浓度达到爆炸水平。三台氢浓度监测仪表分布在安全壳内，为操纵员提供安全壳大气氢气浓度的连续指示。

4.5.4.3 工艺流程

两台安全级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，氢气点火器启动以促进氢的燃烧。在较低氢可燃范围燃烧氢气可防止在较高氢浓度时发生事故性氢燃烧。这可确保氢燃烧期间维持安全壳的完整性，并且保证氢燃烧期间及以后安全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气浓度，从而防止氢气爆炸的发生。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。

分布在安全壳内的氢浓度监测仪表为操纵员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。这些监控能力为操纵员监控和开始事故后缓解措施提供参考信息。

4.5.5 安全壳和安全壳隔离系统

4.5.5.1 系统功能

安全壳和安全壳隔离系统（CNS）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。

4.5.5.2 系统组成和工艺流程

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

4.5.6 主控制室应急可居留系统

4.5.6.1 系统功能

主控制室应急可居留系统（VES）为主控制室提供可呼吸空气并防止气溶胶进入，保证主控制室的可居留性。在设计基准事故下本系统也用来限制电厂特定区域内的温度上升。系统的主要功能包括：

- 为主控制室人员提供可呼吸空气。
- 维持主控制室相对周围区域为正压，以防止气溶胶污染物进入。
- 利用构筑物的蓄热能力，为设计基准事故后仍需保持功能的电厂部分区域的设备提供非能动冷却。
- 为主控制室提供非能动再循环过滤气流，在本系统运行期间维持主控制室剂量低于允许水平。

4.5.6.2 系统组成

系统由应急空气储存罐和相关的管路，阀门以及仪表等组成，系统利用辅助厂房钢筋混凝土墙体、地板以及附带散热片的顶板的蓄热能力，来保证相关设备和人员停留房间的温度维持在可接受水平内。

4.5.6.3 工艺流程

系统包括四个压缩空气储存罐模块（共 32 个罐），每个模块包括 8 个独立的空气罐，空气罐内装有可供呼吸的压缩空气。每个模块的储存罐连接至一根集管，四根模块集管再连接至一根公用集气母管。公用集气母管上接出通往主控制室的两根管路，分别为主送风管路和备用送风管路。两根管路在主控制室内合并为一根供气管后连接至非能动过滤管线上的喷射器，通过喷射器诱导一定量的室内空气进入非能动过滤机组，以保证主控制室的人员剂量低于允许水平。非能动过滤机组包括 HEPA 过滤器，活性炭吸附器和后置高效过滤器。

在核岛非放射性通风系统（VBS）不可运行后，本系统利用非能动热阱，限制主控制室、仪控间和和直流设备间内的空气温度不超过相应的设计限值。

主控制室应急可居留系统流程简图见图 4.5-3。

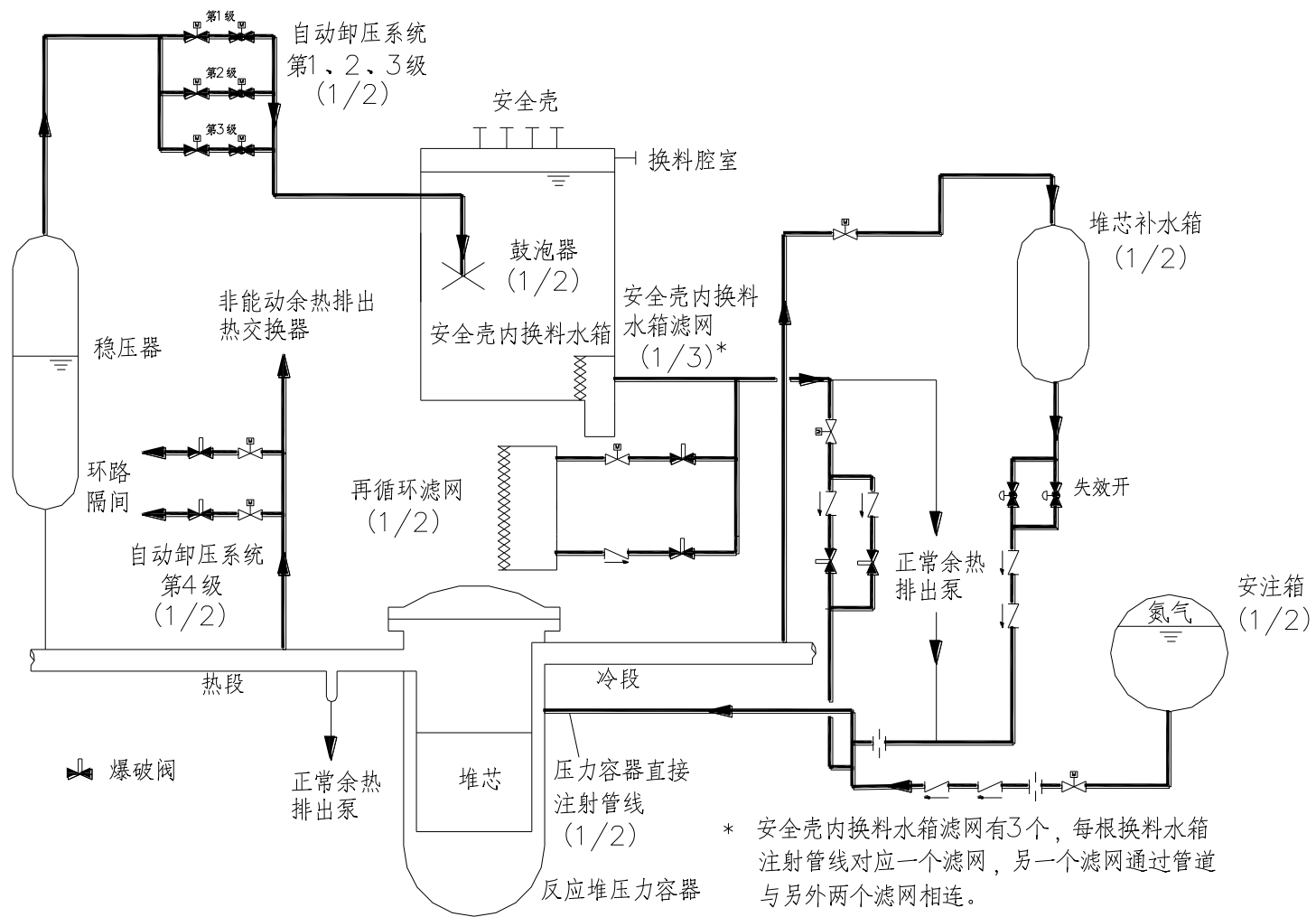


图 4.5-1 (1/2) 非能动堆芯冷却系统流程简图

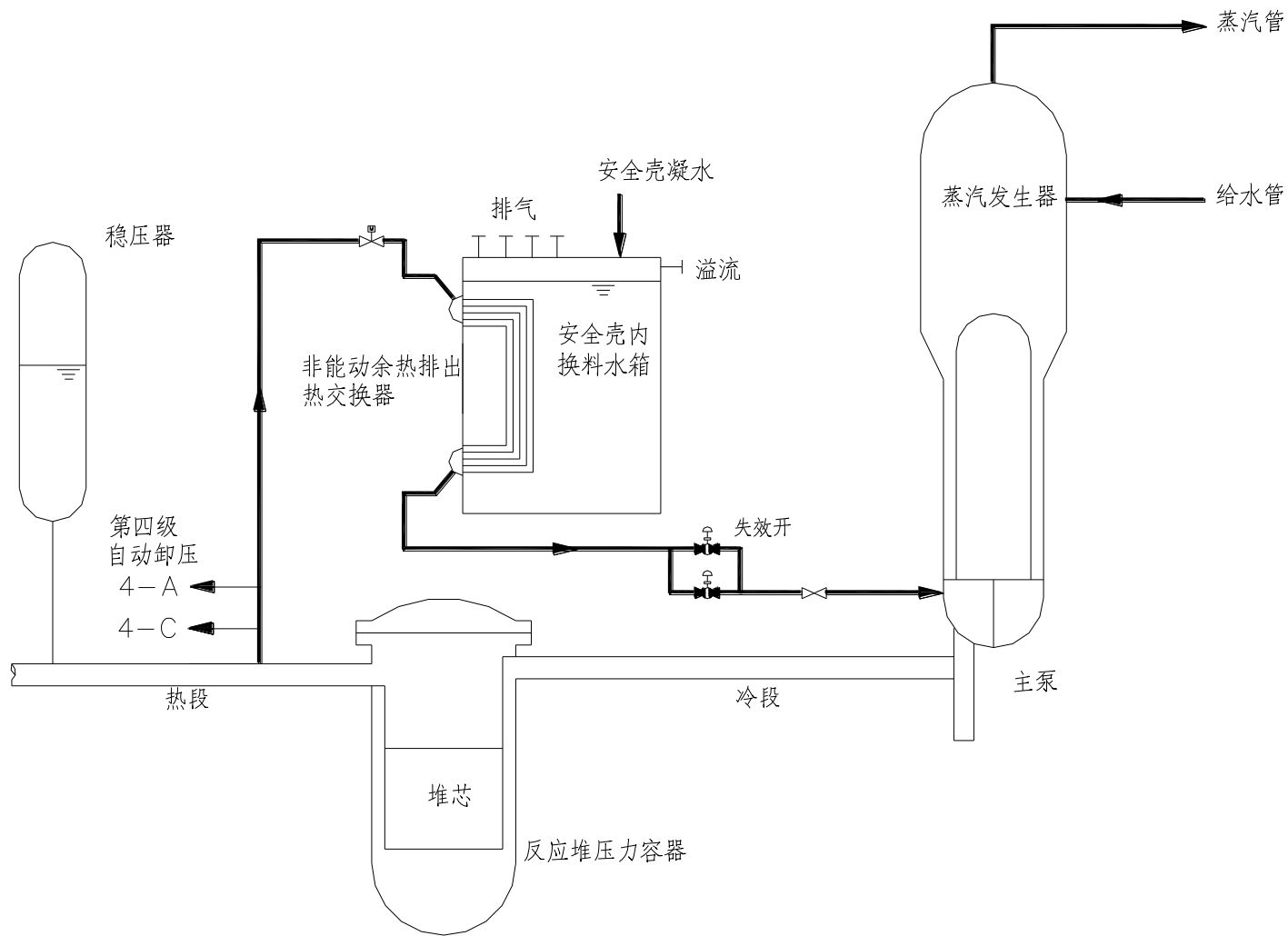


图 4.5-1 (2/2) 非能动堆芯冷却系统流程简图

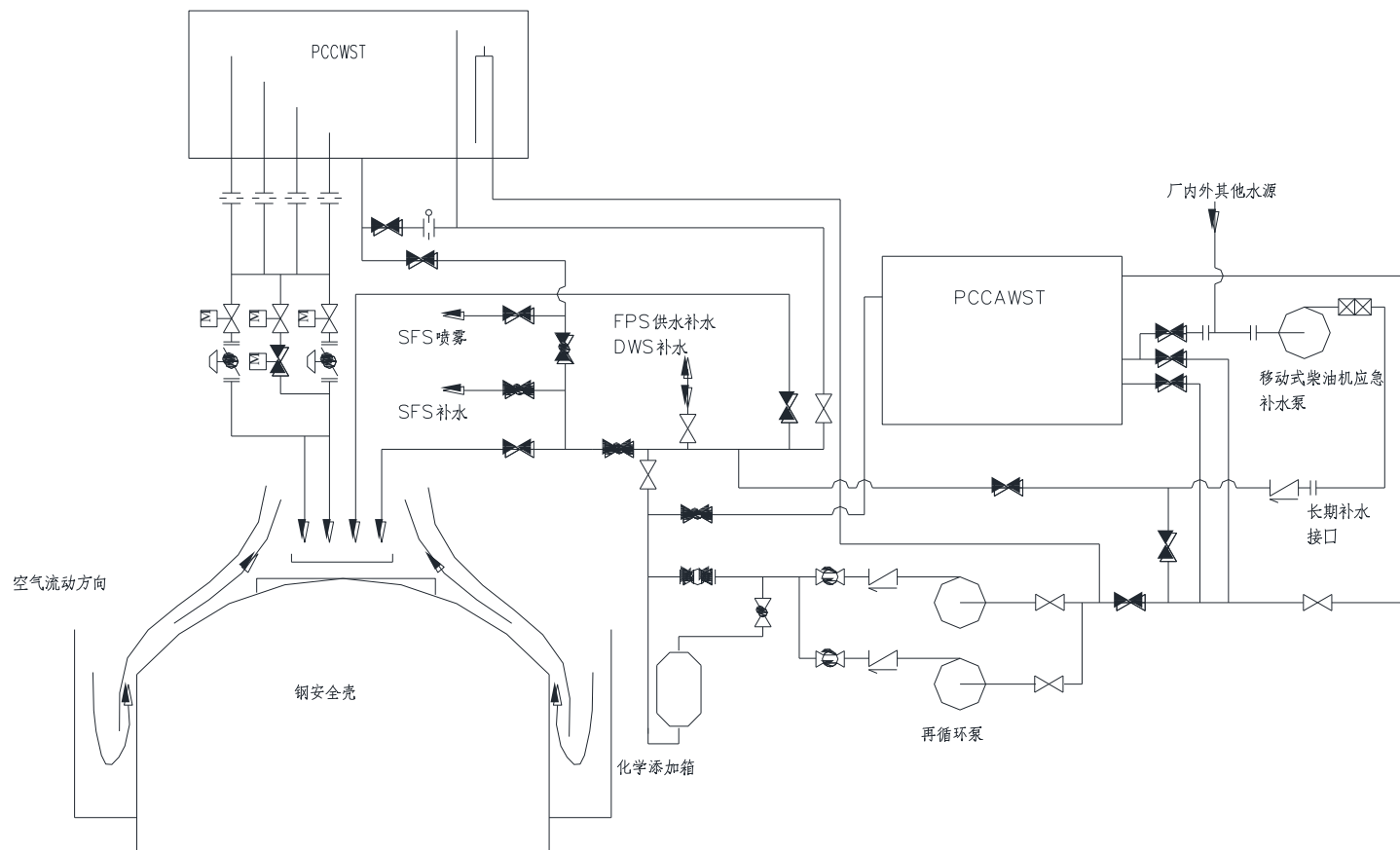


图 4.5-2 非能动安全壳冷却系统流程图

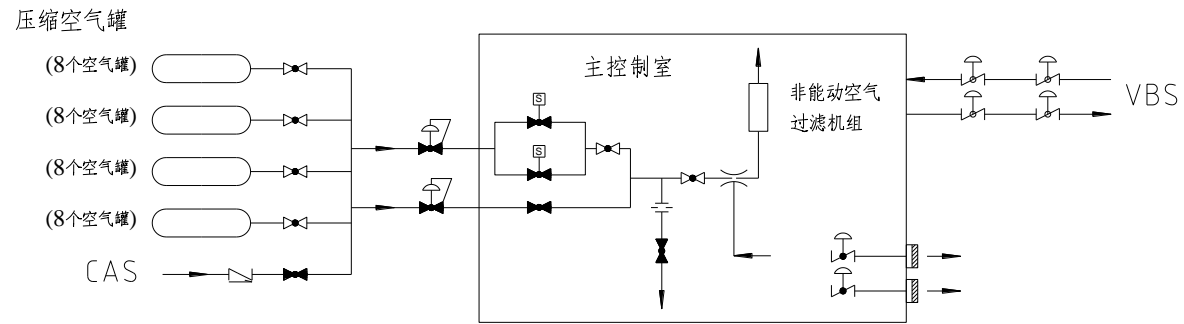


图 4.5-3 主控制室应急可居留性系统流程简图

4.6 放射性废物系统和源项

本节对核电厂中放射性废物处理系统和放射性源项进行描述。放射性源项主要包括堆芯放射性积存量、一回路及二回路放射性核素的活度浓度。放射性废物处理系统主要包括放射性液体、气体和固体废物处理系统，同时给出了液体和气载流出物的释放量、固体放射性废物的产生量。

4.6.1 放射性源项

本节阐述由放射性液体及气体废物处理系统处理的放射性源项。在燃料芯块内产生的放射性物质(裂变产物)可能通过破损的燃料包壳泄漏进入到反应堆冷却剂系统中。堆芯辐射场导致了冷却剂中的物质活化后形成 C-14 以及氚，而且反应堆冷却剂系统材料表面的腐蚀产物也被活化成为具有放射性的活化腐蚀产物。

4.6.1.1 堆芯放射性积存量

采用 ORIGEN 程序（版本 2.1）计算得到了本项目平衡循环寿期末的堆芯放射性积存量，并考虑了燃料管理方案变化及反应堆热功率测量的不确定性。用于计算堆芯放射性积存量的主要参数见表 4.6-1，计算结果见表 4.6-2。

4.6.1.2 反应堆冷却剂源项

(1) 裂变产物

对于设计基准源项，假设存在较大的燃料包壳破损率。假设燃料包壳破损存在于能产生 0.25% 的堆芯功率输出的燃料棒中(也称之为 0.25% 燃料包壳破损率)，并且破损燃料棒均匀分布在整个堆芯中。

用来计算设计基准反应堆冷却剂裂变产物活度浓度的参数，包括裂变产物逃脱率系数、冷却剂净化率及除盐床去除效率等相关的数据，列在表 4.6-3 中。因为假设破损的燃料棒在堆芯中均匀分布，因此裂变产物的逃脱率系数是基于燃料的平均温度。

设计基准反应堆冷却剂中裂变产物活度浓度的确定以随时间变化的堆芯积存量为基础。

采用如下的微分方程来计算设计基准反应堆冷却剂中裂变产物的浓度。

对于冷却剂中的母核：

$$\frac{dN_{cp}}{dt} = \frac{F \times R_p \times N_{Fp}}{M_c} - \left[\lambda_p + D_p + \frac{Q_L}{M_c} \times \left(\frac{DF_p - 1}{DF_p} \right) \right] \times N_{cp}$$

对于冷却剂中的子核：

$$\frac{dN_{cd}}{dt} = \frac{F \times R_d \times N_{Fd}}{M_c} + f_p \times \lambda_p \times N_{c_p} - \left[\lambda_d + D_d + \frac{Q_L}{M_c} \times \left(\frac{DF_d - 1}{DF_d} \right) \right] \times N_{cd}$$

其中：

N_c = 设计基准反应堆冷却剂中核素的浓度(原子数/g)；

N_F = 燃料中核素的数目(原子数)；

t = 运行时间(s)；

F = 燃料棒包壳破损率；

R = 核素的逃脱率系数(s^{-1})；

M_c = 反应堆冷却剂质量(g)；

λ = 核素衰变常数(s^{-1})；

$$D = \text{冲排水所致的稀释系数}(1/s) = \frac{\beta}{B_0 - \beta \times t} \times \frac{1}{DF} ;$$

B_0 = 初始硼浓度(ppm)；

β = 硼浓度下降速率(ppm/s)；

DF = 除盐床对核素的去污因子；

Q_L = 净化或下泄质量流量(g/s)；

f = 母核产生子核的衰变分支比。

下标 p 适用于母核，下标 d 适用于子核。

采用以上方法计算得到平衡循环裂变产物的最大活度浓度，并考虑了以下变化对结果的影响：

- a) 燃料管理方案的变化；
- b) 反应堆冷却剂质量减少 3%；
- c) 反应堆冷却剂下泄净化流量减少 10%；
- d) 反应堆热功率测量的不确定性。

在表 4.6-4 中给出了基于 0.25% 包壳破损率计算得到的设计基准反应堆冷却剂中主要裂变产物核素的活度浓度。该值为反应堆从启动到平衡循环的整个燃料循环过程中核素活度浓度的最大值。因此，该源项不代表燃料循环中任何特定时间点的值，但它是保守值。

用于设计排放源项分析的反应堆冷却剂剂量等效 I-131 活度浓度为 5GBq/t, 该源项是在参考核电厂运行经验数据的基础上, 又保守考虑了电厂运行中可能的各种瞬态情况而确定的。用于现实排放源项分析的反应堆冷却剂剂量等效 I-131 活度浓度为 0.1GBq/t, 该源项是在国内核电厂正常运行经验数据统计的基础上确定的。上述反应堆冷却剂源项通过对设计基准源项按照剂量等效 I-131 活度浓度的比例调整得到, 结果见表 4.6-5 和表 4.6-6。

(2) 腐蚀产物

反应堆冷却剂中的活化腐蚀产物来自两方面: 一方面是堆内部件, 另一方面是堆外的主回路管道和主回路设备。前者在发生腐蚀并释放到冷却剂中之前已经受到中子照射而具有放射性; 后者产生的腐蚀产物流经堆芯时受到堆芯及其附近区域中子照射之后才具有放射性。

反应堆冷却剂中腐蚀产物活度浓度的确定以运行电厂数据为基础, 并且与燃料包壳破损率无关。用于计算设计基准腐蚀产物源项的输入参数见表 4.6-7, 设计基准腐蚀产物的活度浓度同样在表 4.6-4 中列出。

对于腐蚀产物, 考虑到本电厂采取了一系列降低腐蚀产物的措施, 比如从电厂开堆时起, 即向反应堆冷却剂中注入贫化锌; 减少钴含量; 主冷却剂的 pH 值控制; 材料表面处理及减少设备数量等, 以上措施预期会降低反应堆冷却剂中腐蚀产物的活度浓度。其中, 根据 EPRI 等国际机构提供的经验数据, 加锌电厂材料腐蚀释放速率降低为未加锌电厂的三分之一。同时根据国际上压水堆的运行经验, 预期采取以上控制腐蚀产物措施将使反应堆冷却剂中腐蚀产物的活度浓度至少降低二分之一, 因此本文假设腐蚀产物的现实源项为设计基准腐蚀产物源项的二分之一, 用于设计排放源项分析的腐蚀产物源项与设计基准腐蚀产物源项相同, 结果同样见表 4.6-5 和表 4.6-6。

(3) 氚

反应堆冷却剂中主要的产氚途径如下:

- 燃料裂变(三元裂变)产生的氚通过燃料包壳扩散或燃料包壳破损处泄漏进入反应堆冷却剂中;
- 在反应堆冷却剂中可溶硼与中子的反应;
- 可燃的中子吸收体中产生的氚通过扩散或包壳破损进入反应堆冷却剂中;

- 在反应堆冷却剂中可溶锂与中子的反应；
- 反应堆冷却剂中氚与中子的反应；
- 次级源棒产生的氚通过扩散或包壳破损处泄漏进入主冷却剂中。

前两种途径为反应堆冷却剂中氚的主要来源。

计算时考虑了如下的假设条件：

- 设计产生量计算时，假设了通过燃料棒包壳和可燃毒物棒包壳的氚释放份额为 1%。在计算现实产生量时，假设为 0.5%。

- 主冷却剂中采用 LiOH 作为 pH 值控制剂，Li 的最大浓度为 3.5ppm，平均浓度为 3.0ppm。设计产生量计算时，假设了 pH 值控制剂 LiOH 的 Li-7 浓度为 99.96%，现实产生量计算时则采用了 99.98%。

- 在计算设计产生量时，假定电厂可利用因子为 1.0。计算现实产生量时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

用于计算氚产生量的主要参数见表 4.6-8。表 4.6-9 列出了平衡循环反应堆冷却剂中各种途径每年氚的设计产生量和现实产生量。

反应堆冷却剂中的氚主要以氚化水的形态存在(一个氚原子取代了水分子中的一个氢原子)，因此不能轻易通过一般的处理方法把它分离出来。

(4) C-14

C-14 主要是反应堆冷却剂水中的 O-17 和溶解在反应堆冷却剂中的 N-14 分别通过 O-17(n,α)C-14 和 N-14(n,p)C-14 反应生成的。由于 C-14 的半衰期非常长，为 5730 年，在核电厂运行期间内可以不考虑 C-14 的衰减。因此，在计算 C-14 源项时不考虑 C-14 的衰变量。

计算时考虑了如下的假设条件：

- 用于设计和现实排放源项对应的产生量计算时，假设循环平均氮浓度为 15ppm；

- 在计算设计产生量时，假定电厂可利用因子为 1.0；计算现实产生量时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

反应堆冷却剂中每年 C-14 的设计产生量和现实产生量见表 4.6-10。

4.6.1.3 二回路冷却剂源项

以表 4.6-4 中给出了设计基准反应堆冷却剂中核素的活度浓度等为基础计算得到的设计基准蒸汽发生器二次侧水和蒸汽中放射性核素的活度浓度。主要计算

输入参数见表 4.6-11，设计基准二回路源项见表 4.6-12 及表 4.6-13。

在计算用于设计排放源项分析的二回路源项时，假定二回路总的活度浓度水平为 450Bq/L。用于设计排放源项分析的二回路源项核素谱与设计基准二回路源项的核素谱保持一致，结果见表 4.6-14 及表 4.6-15。

考虑到现实情况下二回路活度水平非常低，因此不对二回路的现实源项进行分析。

4.6.2 放射性废液管理系统及排放源项

4.6.2.1 放射性液态流出物排放源项

液体废物的放射性来自于反应堆冷却剂（主要来自于反应堆冷却剂调硼排水和反应堆冷却剂的泄漏）、二回路冷却剂（主要来自于蒸汽发生器排污流的处理和二回路的泄漏）和 SRTF 的排放（主要来自于洗衣废液、各种冷凝液以及设备/地面疏水）。

液态流出物向环境排放前，操作员会对废液监测箱内的液体进行取样分析，确定其放射性浓度在控制值范围内（GB6249-2011）后进行排放，同时取样结果在放射性废液计划排放记录内登记。若取样结果发现废液放射性活度浓度超过排放控制值，则将监测箱内的废液返回至废液暂存箱，进行再处理。同时，排放管线设有辐射监测仪表，达到报警值时排放管线隔离阀自动关闭，中止废液系统排放，防止系统误排放。通过上述措施可以确保运行过程中废液的排放浓度不会超过 GB6249-2011 中的排放控制值 1000Bq/L（氚和碳 14 除外）。

本文分析得到了放射性液态流出物的两套排放源项，包括设计排放源项和现实排放源项。基于反应堆冷却剂剂量等效 I-131 活度浓度为 5GBq/t 时的源项，经过废液处理系统的处理，结合核岛废液的排放量（调硼排水、设备疏水和脏废液）以及废液的处理量，得到槽式排放口处的排放浓度约为 347.2Bq/L。核岛槽式排放口液态流出物现实排放量计算时，以各类废液的产生量为基础，同时考虑了废液处理系统对各类废液中不同核素的去污因子。

在计算液态流出物现实排放源项时，假定反应堆冷却剂中裂变产物的剂量等效 I-131 活度浓度为 0.1GBq/t。该源项是在核电厂正常运行经验数据的基础上确定的，通过对设计基准源项按照剂量等效 I-131 活度浓度的比例调整得到。对于腐蚀产物，考虑其反应堆冷却剂源项为设计基准源项的一半。

对于二回路设计排放源项，保守认为二回路冷却剂的总活度水平为 450Bq/L，并考虑二回路的排污流量后得到。分析时不考虑二回路排污系统的净化作用，并保守假定二回路排污流的排放份额为 10%。由于二回路现实源项的活度水平非常低，因此不对现实排放源项进行分析。

在计算本项目 SRTF 的排放源项时，对于洗衣废液，单机组每年产生的洗衣废液量取为 3000m³，该值为单台机组每年的预期最大洗衣废液产生量，考虑了正常运行及停堆检修情况下的洗衣废液量。根据电厂运行经验，洗衣废液的排放浓度保守取为 100Bq/L，同时参考了 NUREG-0017 中参考电厂运行经验数据的核素谱，计算得到洗衣废液的废液排放量。对于 SRTF 的冷凝液，单机组每年产生的冷凝液废液量为 20m³，保守假定其核素谱与设计基准反应堆冷却剂的核素谱一致。对于 SRTF 的设备/地面疏水，单机组每年产生的废液量约为 5m³，并保守假定其核素谱与设计基准反应堆冷却剂的核素谱一致。

除氚和 C-14 外的其它核素设计和现实排放源项计算所需的主要参数见表 4.6-16。除氚和 C-14 外的其它核素通过液态途径的排放量衡算图见图 4.6-1。

单机组液态氚年设计排放量为 42.0TBq/a，年现实排放量为 36.7TBq/a。氚的放射性排放量的衡算图见图 4.6-2。

单机组液态 C-14 年设计排放量为 43.8GBq/a，年现实排放量为 40.7GBq/a。C-14 的放射性排放量的衡算图见图 4.6-3。

单台机组的液态流出物年设计排放量和现实排放量分别见表 4.6-17 和表 4.6-18。在表 4.6-19 给出了单台机组的液态流出物年排放量与 GB 6249-2011 中控制值的比较。可以看出，单台机组的液态流出物年排放量均能满足 GB 6249-2011 规定的排放量控制值要求。

4.6.2.2 放射性废液处理系统

1) 系统概述

放射性液体废物处理系统（WLS）设计用于控制、收集、处理、输送、贮存和处置正常运行及预期运行事件下产生的放射性废液，并可控制地向环境排放。处理后的液态流出物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。

2) 系统功能

WLS 执行的安全有关功能主要包括安全壳隔离和防止事故工况下安全壳内水淹倒流至不允许水淹的隔间。该系统的非安全有关功能为：

- 分类收集不同类型的放射性废液；
- 通过固定式处理设备（过滤器/化学絮凝处理装置/离子交换床），处理电厂预期产生的废液，使其可控制地向环境达标排放；
- 能够承受处理设备故障情况下的预期废液量和由于过量泄漏可能导致的波动量；
- 考虑到在电厂寿期内可预见的技术革新，保留接口使更为先进的工艺通过移动式设备的方式与WLS固定式设备串联使用。

3) 系统描述

WLS 系统放射性污废液分成四类：

- 反应堆冷却剂流出液（含硼废液）

反应堆冷却剂流出液（含硼废液）来自化容系统（CVS）下泄的反应堆冷却剂系统流出液、取样系统取样疏水以及设备引漏水和疏水。反应堆冷却剂流出液通过真空脱气塔去除溶解氢和裂变废气。脱气塔排放泵将脱气后废液输送至指定的流出液暂存箱。

- 地面疏水和含较多颗粒杂质的废液

地面疏水来自可能受污染地面疏水地坑的废液和其他含高颗粒物废液，收集在废液暂存箱中。

- 洗手废液

洗手废液为放射性热淋浴水、洗手水和附属厂房内相应房间的地面疏水。这类废液放射性水平较低，收集在两个洗手废液箱内。

- 化学废液

化学废液来自放化实验室、可能含有大量化学物质的废液。它可能含危险性和放射性废物或其他高溶解性固体杂质的放射性废物，收集在化学废液箱中。

电厂正常运行期间，反应堆冷却剂流出液、地面疏水和含较多颗粒杂质的废液经由过滤器、化学絮凝处理装置、深床过滤器和离子交换床处理。

第一台床体（深床过滤器）的顶部通常装有活性炭起到过滤吸附作用，用于去除经上游化学絮凝处理装置在废水中形成的絮凝体，此外还可用于去除地面疏水中可能存在的杂质和少量油。这台床体比下游的树脂床略大。其它五台床体（离

子交换树脂床)设计相同,但可根据电厂情况选择性的装填不同类型树脂。

经离子交换处理后,废液经过一台后过滤器,截留水中残留的放射性颗粒和碎树脂。处理后的废液进入一台监测箱。当一台监测箱充满时,系统会自动切换将废液转送至另一个监测箱。

此外,为了保证电厂废液排放连续的稳定性,本项目了设置3台液态流出物大贮罐,在机组大修时放射性废液产生量较大的情况下进行废液暂存。

图4.6-4给出了WLS的系统流程图。WLS预计流出液和处理见表4.6-20,WLS去污因子见表4.6-21。

4) 部件描述

WLS的主要部件包括泵、热交换器、箱体、过滤器、化学絮凝处理装置、深床过滤器、离子交换床、厂区废液大贮罐、移动式加药装置等。表4.6-22给出了WLS的主要设备参数。

● 泵

- 2台反应堆冷却剂疏水箱泵,可循环箱内的流出液,将其排至脱气塔或流出液暂存箱;
- 2台安全壳地坑泵,将安全壳地坑内的废液排至废液暂存箱;
- 2台脱气塔真空泵,维持脱气塔内的低压,以保证有效脱气;
- 2台脱气塔分离器泵,回收从脱气塔分离器排放的水,并送回真空泵;
- 气动双隔膜泵,包括2台脱气塔排放泵、2台流出液暂存箱泵、2台废液暂存箱泵、5台监测箱泵、1台化学废液箱泵、2台洗手废液箱泵;

● 热交换器

- 1台反应堆冷却剂疏水箱热交换器,为卧式U型管式热交换器,热交换器的设计防止反应堆冷却剂疏水箱内收集的高温泄漏水沸腾;
- 1台蒸汽冷凝器,为卧式U型管式热交换器,辅助真空泵分离气水,将气体送入放射性气体废物处理系统中;
- 1台真空泵工作液冷却器,为板式热交换器,用于冷却真空泵的工作液。

● 箱体

- 1台反应堆冷却剂疏水箱,卧式圆筒形箱体;

- 1 台安全壳地坑，嵌入混凝土中的矩形不锈钢地坑水箱；
- 2 台流出液暂存箱，卧式圆筒形箱体；
- 2 台废液暂存箱，立式圆筒形箱体；
- 5 台监测箱，立式圆筒形箱体；
- 1 台化学废液箱，立式圆筒形箱体；
- 2 台洗手废液箱，立式圆筒形箱体；
- 1 台脱气塔，单级（净化）不锈钢脱气塔，流出液呈喷雾状进入脱气塔的顶部，并分为小股水流沿壁面流下，低压脱出的不凝性气体经真空接口排出；
- 1 台脱气塔分离器，不锈钢材质，从真空泵排放流中分离出压缩液回用。
- 3 台厂区废液大贮罐，立式圆筒形箱体；
- 化学絮凝处理装置
 - 1 套，包括化学添加箱、化学添加泵、管道混合器等。
- 过滤器
 - 1 台前过滤器，收集工艺流中的杂质颗粒；
 - 1 台后过滤器，收集碎树脂等。
- 深床过滤器
 - 1 台。床体顶部活性炭用于截留絮凝体与杂质颗粒，单独更换活性炭时可避免影响床体下层沸石，可有效减少固体放射性废物的产生量。
- 离子交换床
 - 5 台串联的离子交换床，设有工艺流进出口以及用于树脂添加、排出和疏水的接口。工艺流出口、冲洗水出口和溢流口都装有树脂截流滤网。

5) 系统运行

● 反应堆冷却剂流出液

流出液子系统接收两个来源的含硼和含氢废液：反应堆冷却剂疏水箱以及化学和容积控制系统。该类废液通常含氢和裂变气体。因此，废液在进入流出液暂存箱之前，需先经过脱气塔、蒸汽冷凝器、脱气塔分离器等设备，将含氢和裂变气体分离且送往 WLS。一台脱气塔排放泵将液体输送至指定的流出液暂存箱。

如果化容下泄流的管线和反应堆冷却剂疏水箱同时疏水至脱气塔，则优先处理下泄流，疏水箱疏水自动暂缓处理。

该系统设置两台流出液暂存箱。一个水箱接收废液，当箱内的液体装到适当液位时，向操纵员发出该水箱已满，准备进行处理的报警。在水箱发出高高液位报警时，自动切换阀门，将流出液排往另一个水箱。

反应堆冷却剂流出液通常经由过滤器、化学絮凝处理装置、深床过滤器、离子交换床处理。

反应堆冷却剂流出液先通过化学絮凝处理装置注入化学添加剂，使其利于深床过滤器和离子交换床处理。流经废液前过滤器的流出液再经深床过滤器和离子交换床进一步过滤和除盐处理。系统共设有 6 台串连的处理床体，包括 1 台深床过滤器和 5 台离子交换床。

经除盐和过滤后的废液送入监测箱。当其中一个监测箱充满时，触发报警，警告操纵员某监测箱已满需要排放。在出现高高液位报警时，自动切换阀门，将液体转送至另一个监测箱。

在确认监测箱内的废液在排放限值范围之内之后，操纵员准备将其排往冷却水排水管线。对于机组大修期间将产生的大量放射性废液，监测箱内的废液经处理后排往液态流出物大贮罐暂存以待适时排放。在排放液态流出物时，操纵员启动液态流出物大贮罐泵，打开远距离控制排放阀。在受控排放期间，对液态流出物进行循环并充分混合，就地取样进行实验室分析并记录排放情况。

液态流出物通过排放泵以 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的流量送至 1、2 号机组工程两根循环冷却水排放管线中的任一管线内，使液态流出物与循环冷却水一起排放入海，尽可能降低排放管线内水中的氚以及其它核素的浓度。

如果排放管线的放射性监测仪监测到较高的放射性，排放阀将自动关闭，并向操纵员发出高放射性报警，要求采取纠正措施。操纵员必须在确认低放射性后才能将其排出。

在 RCS 脱气期间，流出液暂存箱泵将液体排至化容系统补水泵吸入口。该运行模式适用于反应堆冷却剂脱气运行工况。化容系统的反应堆冷却剂下泄流在脱气塔中脱气后，收集在一台流出液暂存箱内，由泵不断地输送回化容系统补水泵入口。补水泵再将脱气后的冷却剂送回主系统。

- 地面疏水和含较多颗粒杂质的废液

类废液通常包括放射性地面疏水、设备疏水和辅助厂房地坑收集水以及放射性固体废物处理系统的过剩排水。该废液收集到两个废液暂存箱中。当一个水箱充满，需准备处理时，向操纵员发出水箱高液位报警。在出现高高液位报警时，入口管转换阀自动将液体转送至另一个废液暂存箱。废液暂存箱泵启动，循环水箱内废液，并进行取样。在废液暂存箱内可以按需加入添加剂，优化过滤和离子交换处理工艺。

来自安全壳地坑的地面疏水也排入废液暂存箱。地坑液位高时，自动打开安全壳隔离阀，启动一台地坑泵输送地坑内的废液。地坑液位低时，自动停泵，关闭隔离阀。安全壳地坑液位出现异常高液位时，向操纵员发出报警，并自动启动备用泵。由于该类废液的放射性水平低于冷却剂类废液，一般情况下可以旁路化学絮凝处理装置。废液通过前过滤器处理，去除大量颗粒杂质，再通过一台或几台离子交换床和后过滤器处理后，进入监测箱。对监测箱内的废液进行取样，如果放射性活度浓度超过限值，则需要将其送回废液暂存箱重新处理。满足排放要求的废液通过放射性监测仪表后排放。

- 洗手废液

核岛厂房洗手废液由人员洗手产生。这类废液通常不适用上述离子交换方法处理，收集在两个洗手废液箱内。通常此类废液的放射性水平较低，可不经处理直接监测排放。

- 化学废液

化学废液产生量小，通常核岛内只作收集，不处理。但可在化学废液箱中添加化学试剂用以调节 pH 和其它化学性质等。化学废液可通过来自厂址废物处理设施的化学废液屏蔽转运装置运至厂址废物处理设施进行处理。

- 蒸汽发生器排污

正常运行工况下，蒸汽发生器排污水不送往 WLS 系统处理。如果蒸汽发生器传热管发生泄漏导致蒸汽发生器排污水出现放射性高报时，排污水则需送往 WLS。在该工况下，一台废液暂存箱排空用于接收排污水。排污水可由离子交换床处理。经处理后的排污水收集在监测箱内，取样并进行监测排放。系统描述参见 4.2.2.3 节。

4.6.3 放射性废气管理系统及排放源项

4.6.3.1 放射性气载流出物排放源项

放射性气载流出物主要通过下列途径，向环境大气排放：

- 从反应堆冷却剂系统泄漏到安全壳大气中的放射性核素通过安全壳通风向环境的释放；
- 工艺流体泄漏的放射性核素通过辅助厂房向环境的释放；
- 燃料操作区域的通风导致的放射性核素的释放；
- 放射性核素通过放射性废气处理系统的释放；
- 通过二回路系统的释放。

在计算放射性气载流出物设计排放源项时，保守假定反应堆冷却剂中裂变产物的剂量等效 I-131 活度浓度为 5GBq/t。该源项保守考虑了电厂运行中可能的各种瞬态情况导致的反应堆冷却剂中核素活度浓度的增加，通过对设计基准源项按照剂量等效 I-131 活度浓度的比例调整得到。对于腐蚀产物，则保守考虑其冷却剂源项与设计基准源项相同。

在计算放射性气载流出物现实排放源项时，假定反应堆冷却剂中裂变产物的剂量等效 I-131 活度浓度为 0.1GBq/t。该源项是在核电厂正常运行经验数据的基础上确定的，通过对设计基准源项按照剂量等效 I-131 活度浓度的比例调整得到。对于腐蚀产物，考虑其冷却剂源项为设计基准源项的一半。

通过以上各途径的气态流出物排放量的分析过程如下：

1) 反应堆厂房

反应堆厂房的气载放射性主要来自反应堆厂房设备的泄漏液，由于反应堆厂房泄漏液的压力和温度相对较高，泄漏液以一定的闪蒸份额变为蒸气后进入反应堆厂房气空间，然后经过通风过滤系统中的活性炭过滤器和高效过滤器的净化后排入环境中。

2) 辅助厂房

辅助厂房的气载放射性主要来自辅助厂房设备的泄漏液，由于辅助厂房冷却剂泄漏液的温度较低，泄漏液以一定的气水分配变为蒸气后进入辅助厂房气空间，然后通过厂房通风系统进入环境中。分析时，保守假设冷却剂泄漏到辅助厂房中的气载放射性核素没有衰变和沉积，直接释放到环境中。

3) 燃料操作区域

换料期间，换料通道将乏燃料池和反应堆压力容器连通，因此，反应堆冷却剂水将与乏燃料池水、燃料运输通道中的水（包括门和连接体积）和换料腔中的

水混合，冷却剂水的活度被稀释。同时，乏燃料池中存放的破损乏燃料组件中的核素也会以一定的释放份额进入冷却剂中。以上两部分是乏燃料水池放射性的主要来源，池水的放射性通过蒸发的形式进入燃料操作区域气空间，通过厂房通风系统进入环境中。

4) 放射性废气处理系统

在计算放射性废气处理系统的气态放射性流出物排放量时，考虑了化学与容积控制系统下泄流和反应堆冷却剂疏水箱中废液脱气产生的废气。根据反应堆冷却剂源项，并考虑了延迟床对氦和氩的延迟作用后，得到废气处理系统处理后的放射性废气的排放量。

5) 二回路

对于二回路系统，未经冷凝的放射性气体主要是通过真空泵的抽气释放进入环境。计算时，以二回路气态源项为基础，保守考虑放射性废气的排放流量为二回路蒸汽流量，同时考虑一定的气水分配系数后得到通过二回路系统释放的气载放射性流出物排放量。由于二回路现实源项的活度水平非常低，因此不对二回路的气态现实排放源项进行分析。

用于计算除氦和 C-14 外其他核素气态排放量的输入参数同样列在表 4.6-16 中。惰性气体、碘和其他粒子的气态排放量衡算图见图 4.6-5~图 4.6-7。

单机组气态氦年设计排放量为 2.21TBq/a，年现实排放量为 1.93TBq/a。

单机组气态 C-14 年设计排放量为 394GBq/a，年现实排放量为 367GBq/a。

单机组气载流出物年设计排放量和现实排放量分别列在表 4.6-23 和表 4.6-24 中。

在表 4.6-25 中给出了单台机组的气载流出物年设计排放量与 GB 6249-2011 中规定的年排放量控制值的比较。可以看出，单台机组的气载流出物年设计排放量均能满足 GB 6249-2011 规定的排放量控制值要求。

4.6.3.2 系统概述及组成

在反应堆运行期间，会裂变产生放射性同位素氩、氦和碘。因为少量燃料包壳的破损，部分核素会释放到反应堆冷却剂中。反应堆冷却剂的泄漏又导致放射性惰性气体释放到安全壳内大气中。通过严格限制反应堆冷却剂泄漏和限制反应堆冷却剂系统内惰性气体和碘的放射性浓度，可控制气载放射性释放。

除放射性气体废物处理系统（WGS）释放途径以外，各厂房通风系统也是向环境释放气载放射性物质的途径。

1) 放射性气体废物处理系统（WGS）

（1）系统功能

WGS 的主要功能是接收系统运行期间产生的含氢气体和放射性气体，并对其进行处理和排放，使电厂气载放射性释放量低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的限值。WGS 不执行安全有关功能，其非安全有关功能为：

- 收集含氢气体和放射性气体；
- 处理和排放废气，保持厂外放射性释放在可接受的限值以内；
- 排放管线上设置辐射监测仪表连续监测WGS的放射性释放。系统还可对释放流进行取样分析。

（2）废气来源

WGS 接收工艺系统运行期间产生的含氢气体和放射性气体。运行的设计基准时段为燃料周期末 45 天。在该时段内，排入 WLS 的 RCS 稀释流量和 CVS 下泄流量达到最大值。WGS 输入如下：

- RCS调硼时的下泄流。含有少量放射性气体的含氢气体以 $0.99\text{m}^3/\text{h}$ 的输入流量进入WGS。
- RCS脱气时的下泄流。含有少量放射性气体的含氢气体以 $0.99\text{m}^3/\text{h}$ 的输入流量进入WGS。
- 维持反应堆冷却剂疏水箱液位。间歇产生 $0.85\text{m}^3/\text{h}$ 含有少量放射性气体的氢气和氮气。
- 反应堆冷却剂疏水箱排气。

WGS 的系统设计参数见表 4.6-26，工艺流程图见图 4.6-8。

（3）部件描述

WGS 是一个直流常温活性炭延迟处理系统，包括一台气体冷却器、一台气水分离器、一台活性炭保护床、两台活性炭延迟床、一套气体取样装置等。WGS 的主要设备参数见表 4.6-27。

- 气体冷却器

气体冷却器将废气冷却至接近冷冻水温度，以便有效除湿。

- 气水分离器

去除气体冷却形成的水分。

- 活性炭保护床

活性炭保护床防止活性炭延迟床因过高水汽受到损害。正常运行时，活性炭保护床可增加氙和氡的延迟处理时间。

- 活性炭延迟床

系统设置两台活性炭延迟床串联运行。由于气流进出延迟床都是在其顶部，所以延迟床不需要活性炭截流筛网。

- 取样装置

提供两台取样泵。通常一台取样泵连续运行输送废气至氢气、氧气分析仪。另一台泵将各取样点的废气定期送至取样筒内，并作为向氢气、氧气分析仪输送废气的备用泵。

(4) 系统运行

WGS 为间歇运行。没有废气进入 **WGS** 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** 处于正压，防止废气流量低时空气进入系统。

WGS 为非能动运行，借助气体输入源的压力，使废气通过本系统。进气先通过气体冷却器，由冷冻水对废气进行冷却。气水分离器去除由气体冷却形成的水分。气水分离器的疏水排往 **WLS** 脱气塔分离器。

放射性气体流经保护床，去除多余的水分。然后，放射性气体流经两台活性炭延迟床，通过动态吸附过程使氙、氡得以延迟衰变。离开 **WGS** 的废气在排往电厂通风系统前先经过一个辐射监测仪表。该仪表在放射性高整定值时联锁关闭 **WGS** 出口控制/隔离阀。出口隔离阀也在通风系统低流量时关闭，防止氢气在通风管道内的累积。

放射性气体在延迟床的吸附不需能动设备或运行人员操作。运行人员误操作或能动设备失效不会引起放射性向环境的非受控释放。若由于失去冷冻水或其他原因，废气进入延迟床之前未能去除水分，将导致 **WGS** 性能逐渐下降。

WGS 设置独立、冗余的监测仪进行连续氧含量分析。系统氧含量过高时，将向运行人员发出警报。当氧含量在操纵员可调控范围内的高值时，**WLS** 脱气塔真空泵自动停泵，防止可能含氧的气流进入 **WGS**，同时自动打开氮气阀门，使用氮气吹扫。系统出口隔离阀前用氮气连续加压，防止出口管路空气倒灌入系

统。

2) 供暖、通风与空气调节 (HVAC)

供暖、通风与空气调节系统的功能是：

- 对每个房间进行供暖、通风和空气处理以提供一个良好的环境，确保操作人员的舒适、安全、健康以及设备的有效运行；
- 控制空气气流从污染低的区域流向污染高的区域，并使各厂房内可能被污染区域的排风经监测后，通过烟囱排放；
- 对相关系统的排风进行过滤和吸附处理，以减少气载放射性物质向大气环境的释放。

HVAC 系统中对于未带放射性污染的排风可以从排风口直接排入大气；对于可能污染区域的通风气体经过监测后，通过电厂烟囱排入大气。HVAC 系统中排放放射性空气的子系统主要包括：

- 放射性控制区通风系统 (VAS)；
- 安全壳空气过滤系统 (VFS)；
- 放射性废物厂房通风空调系统 (VRS)；
- 核岛保健物理和热机修车间通风空调系统 (VHS)。

4.6.4 放射性固体废物管理系统及废物量

放射性固体废物处理系统 (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 (水) 过滤器滤芯、放射性干废物和混合固体废物。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 (SRTF) 进一步处理和中间贮存。SRTF 的描述参见第4.6.6节。

4.6.4.1 系统功能

WSS 系统的主要功能包括：

- 输送和贮存来自WLS、CVS和、SFS的废树脂和深床过滤器过滤介质；
- 提供混合、取样、输送废树脂和深床过滤器过滤介质的手段；
- 更换、输送、收集废 (水) 过滤器滤芯时，降低对人员的放射性照射和污染扩散；
- 收集电厂废通风过滤器滤芯；

- 根据放射性水平对固体废物进行分类和临时贮存；
 - 收集含有害物质的放射性废物；
 - 分类收集放射性控制区（RCA）产生的废物；
 - 在废物送往厂址废物处理设施前（运输设备由厂址废物处理设施提供）可提供至少6个月的贮存时间；
 - 向辅助厂房有轨车平台和放射性废物厂房移动设备提供所需的空间和辅助服务；
 - 将废树脂接收槽内废液送回WLS进行再处理后，监测排放；
- 提供核岛与厂址废物处理设施之间的接口。

4.6.4.2 废物产生量

预期的放射性废物产生量计算依据如下：

- 每个换料周期更换的离子交换树脂床废树脂（包含深床过滤器过滤介质）；
- 每个换料周期更换WGS活性炭保护床内的活性炭；
- 每十年更换WGS活性炭延迟床内的活性炭；
- 每个换料周期更换全部水过滤器的滤芯；
- 使用电厂历史运行数据估计的可压实废物、不可压实废物和混合废物总量。

放射性废物最大产生量的计算依据如下：

- 处理的离子交换树脂床在0.25%燃料包壳破损率下运行；
- 每个换料周期更换两次WGS活性炭保护床内的活性炭；
- 每五年更换WGS活性炭延迟床内的活性炭；
- 所有更换的水过滤器滤芯在0.25%燃料包壳破损率下运行；
- 预期可压实废物、不可压实废物、混合固体废物量增加约50%；
- 更换受污染的凝结水精处理系统和排污系统的树脂和膜。
- 废物的年预期产生量和最大产生量见表4.6-28。

4.6.4.3 部件描述

WSS 系统的设备设计参数见表 4.6-29。

- 箱体
- 2 台废树脂接收槽，每台废树脂接收槽内的树脂通过混合喷射器进行混合，

此外废树脂接收槽还具有脱水、气体鼓泡和疏水功能。

- 泵

1 台树脂混合泵，为废树脂接收槽内树脂的流动和混合提供动力，在废树脂槽之间进行水流输送，将槽内多余的水排至放射性液体废物处理系统，以及冲洗树脂输送管线。

1 台树脂输送泵，为废树脂接收槽内的废树脂循环混合和取样提供动力。树脂输送泵也用于向位于辅助厂房有轨车平台的屏蔽转运装置输送废树脂。

- 过滤器

1 台树脂碎片过滤器，树脂碎片过滤器将最大限度地防止树脂碎片的扩散，并过滤掉管线冲洗水或废树脂接收槽向 WLS 的排放水中的杂质颗粒。

- 树脂取样装置

树脂取样装置在废树脂循环时进行取样。设备配置一个移动式屏蔽桶用于取样后样品的输送。

- 废过滤器滤芯更换、运输装置

废过滤器滤芯屏蔽运输容器便携式操作工具（MH60）及废过滤器滤芯屏蔽桶（MR40）能够远距离更换废（水）过滤器滤芯，无泄漏输送至辅助厂房滤芯贮存区，将滤芯装入或取出临时贮存格架，吊入屏蔽转运装置内。

4.6.4.4 系统运行

- 废树脂的装运

在输送前先检查用于接收的废树脂接收槽，并确认有足够容量接收树脂床的废树脂。此外，还需确认系统已设置废树脂混合泵将过量的转运水通过树脂碎片过滤器排放至 WLS。

在树脂混合工况时，废树脂接收槽通过树脂截流滤网向外疏水。疏水通过混合喷射器再回到槽内。在该运行模式下，（废树脂接收槽内）废树脂层产生局部流态化。在循环或屏蔽转运装置装填工况时，运行树脂取样装置可获取有代表性的树脂样品。

开启屏蔽转运装置填充阀开始废物装填。冲排水回流至废树脂接收槽内，由此保持系统的水装量，并截留下系统中树脂碎片，去除杂质颗粒。

当装填操作完成时，手动开启管线冲洗控制器，自动运行泵和阀门，冲洗树脂输送管线，冲洗水再回流至废树脂接收槽。废树脂接收槽充填阀短时间开启，

将残余树脂冲洗入接收槽内。废树脂混合泵输送废树脂接收槽内过滤后的冲洗水。

- 废（水）过滤器滤芯的处理操作

废过滤器滤芯屏蔽运输容器便携式操作工具（MH60）及废过滤器滤芯屏蔽桶（MR40）用于 CVS、SFS、WLS 和 WSS 放射性过滤器滤芯的更换。当更换废过滤器滤芯时，先将滤芯吊入 MR40 中，然后转运至辅助厂房滤芯贮存区进行临时贮存。待滤芯贮存一段时间后，再利用 MR40 将滤芯转运至屏蔽转运装置中。放射性（水）过滤器滤芯通过屏蔽转运装置运往厂址废物处理设施处理。暖通设备的放射性过滤器滤芯装袋后和其他放射性干废物一起运往厂址废物处理设施处理。

- 干废物的处理操作

来自放射性控制区域表面污染区的废物打包或装入容器，在废物产生地点标注放射性水平、废物类型和处理地点的信息。废物袋或容器运至放射性废物厂房，使用合适屏蔽措施，分类存放在中、低放射性水平区域内。待累积到足够废物量后，再转运至厂址废物处理设施进行稳定化处理。在放射性控制区的表面污染区域以外产生的其他放射性废物装袋或装桶后运送到放射性废物厂房内临时贮存场所。通常这些废物通过便携式放射性监测装置确认其放射性水平并进行对应处理。

4.6.5 乏燃料贮存系统

反应堆换料时，从堆芯卸出的乏燃料组件贮存在核岛辅助厂房的燃料操作区域的乏燃料水池中，采用水下布置和贮存的方式。贮存设施包括乏燃料水池和乏燃料贮存格架。乏燃料贮存格架位于乏燃料水池内，乏燃料水池是池底和四壁衬有不锈钢覆面的钢筋混凝土结构，与辅助厂房构成整体结构。池内充以含硼去离子水，池水水质由乏燃料水池冷却系统保持。乏燃料组件贮存在格架的贮腔内。

乏燃料贮存格架的临界设计遵循 HAD102-15《核动力厂燃料装卸和贮存系统设计》有关要求。乏燃料贮存格架由 I 区格架、II 区格架以及破损燃料组件贮腔组成。I 区贮存格架可以贮存最大设计基准富集度的燃料组件，II 区贮存格架可以贮存满足燃耗要求的乏燃料组件。

反应堆正常运行期间，每次平衡换料卸出乏燃料组件 64 组。乏燃料贮存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) 乏燃料贮存格架的设计，应保证在正常工况和特殊工况下燃料组件都处于次临界状态。
- 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；应能承受一个燃料组件从抓取机上的最高工位上掉落时的冲击能量；应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) 乏燃料水池的深度和水层高度具有足够的屏蔽防护能力，允许操作人员不受限制地接近池区而不受辐射危害。
- 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、防止燃料组件不适当的插入及具有保护组件不受损伤的措施、有专门贮存破损或泄漏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水池的环境条件相容。
- 6) 乏燃料贮存格架为非安全级，设备分级为 D 级，抗震分类为 I 类。
- 7) 乏燃料贮存格架的设计，应使贮存水池中的冷却水能够在贮存格架内自由循环，以冷却贮存的乏燃料组件。
- 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) 乏燃料水池有足够的密封性，使冷却水泄漏保持在可接受的限值内。

从堆芯卸出的乏燃料组件转运至燃料操作区后，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由围板构成方形的截面，贮存腔外围包覆有中子吸收材料。

乏燃料水池中的水为含硼去离子水，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，同时，限制放射性水平在规定的范围内。

乏燃料水池还设有水位、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，系统能及时净化燃料贮存区域的空气。

乏燃料贮存区域还设置有辐照剂量监测点，以保证操作人员的辐射安全。

4.6.6 厂址废物处理设施

厂址废物处理设施（SRTF）是一个集中式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放射性废液与放射性固体废物。根据该设施执行的功能，可划分为：废物处理厂房、洗衣房、废物暂存库三大区域。厂房部分墙体和楼板厚度除需满足结构要求外还需满足屏蔽要求。废物暂存库为单层单跨钢筋混凝土排架结构，局部有夹层。洗衣房为单层现浇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（200L钢桶）进行包装，并送往设施内的废物暂存库进行暂存。

4.6.6.1 设计基准

SRTF不执行安全有关基准，但其放射性排放应符合对应的法规要求。其设计时考虑了如下基准：

- 6台机组采用错峰停堆换料模式；
- 换料时间约为17天（每18个月）；
- 废物处理采用成熟减容工艺，充分贯彻“废物最小化”理念；
- SRTF职业照射剂量不超过核电厂的剂量约束值，且可合理达到尽量低；
- 洗衣房的处理容量依据换料大修期间员工1000人/机组*天，正常运行期间员工100人/机组*天的基准来设计；
- 各类废物都通过屏蔽转运装置和专用车辆转运至厂址废物处理设施；
- 废物暂存库按照暂存全厂6台机组5年产生的放射性废物总量设计；
- SRTF内产生的所有废物均在SRTF内完成处理，无须再回到核岛或其它设施进行再处理。SRTF处理合格的废液将通过SRTF排放总管槽式监测排放，并汇入全厂指定排放区域。

4.6.6.2 总体描述

核岛的各类废物流通过屏蔽转运装置和专用车辆送往SRTF。除一回路废树脂、水过滤器滤芯的收集在核岛辅助厂房中，其余固体废物都先从核岛各区域集中至放射性废物厂房临时暂存，随后送往SRTF。

1) 废物处理厂房

废物处理厂房分三层布置，设有局部二层，局部地下层。其中废液、废固处理工艺主要布置在底层。废物处理厂房包含了废液、废固处理工艺以及配套辅助

系统，如：厂址废物处理设施水过滤器滤芯处理系统（FCS）、厂址废物处理设施通风过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统（HVS）、厂址废物处理设施废树脂处理系统（RES）、厂址废物处理设施化学废液处理系统（CTS）等。表4.6-30给出了主要子系统的设备参数。

（1）厂址废物处理设施水过滤器滤芯处理系统（FCS）

屏蔽转运装置在核岛辅助厂房卡车区接收来自核岛的废水过滤器滤芯，随后运送至SRTF。

在SRTF指定区域，由SRTF专用抓具将200L钢桶从屏蔽转运装置内吊出。装有废水过滤器滤芯的200L钢桶通过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。工艺流程归纳如下：

水过滤器滤芯 → SRTF 指定区域 → 卸出钢桶 → 灌浆 → 检测 → 中间贮存

（2）厂址废物处理设施通风过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统（HVS）

核岛产生的通风过滤器滤芯/干废物/混合废物等由专用车辆运送至SRTF。

可作为待豁免废物的通风过滤器滤芯将运往待豁免废物库等待豁免。其他通风过滤器滤芯使用转运车辆运往SRTF。通风过滤器滤芯通过一套专用的预压装置进行预处理，再送往超级压实机进行超压处理。其中湿的可压实干废物装入压实桶后，送往十二桶干燥装置进行烘干处理，随后再送往干废物分拣装置进行预压实；干的干废物/混合废物则通过分拣、切割后装入压实桶或200L钢桶内。其中装入压实桶内的可压实废物经预压实处理后，随后再送超级压实机进行超压处理。装入200L钢桶内的不可压实废物则直接送水泥灌浆固定。

经超压形成的压实饼通过测高、测重、测剂量率，在指定区域集中存放，并通过优选组合的方式装桶（200L钢桶）。压实饼在200L钢桶内由水泥灌浆固定，最终送往废物暂存库存放。

通风过滤器滤芯处理的工艺流程归纳如下：

通风过滤器滤芯 → SRTF 指定区域 → 通风过滤器滤芯预压装置 → 装桶（压实桶） → 超压 → 装桶（200L 钢桶） → 灌浆 → 检测 → 中间贮存

干废物/混合废物处理的工艺流程归纳如下：

干废物（不可压实） → 装桶（200L 钢桶） → 灌浆 → 检测 → 中间贮存

干废物（可压实，不含水） → 装桶（压实桶） → 超压 → 装桶（200L 钢桶）
→ 灌浆 → 检测 → 中间贮存

干废物（可压实，含水） → 装桶（压实桶） → 含水干废物多桶干燥装置 → 超
压 → 装桶（200L 钢桶） → 灌浆 → 检测 → 中间贮存

(3) 厂址废物处理设施废树脂处理系统（RES）

核岛产生的废树脂由废树脂屏蔽转运装置接收，并转运至SRTF的废树脂缓冲罐内。废树脂缓冲罐内的废树脂通过废树脂转运泵送往废树脂计量罐。经计量后，由废树脂计量罐送至废树脂干燥装置。废树脂干燥装置的夹套通过160℃的热油加热。其外壳设有保温隔层，使夹套的外表面温度不超过40℃。运行真空泵产生负压，使干燥器内的废树脂在一个比较低的温度下（30~67℃）蒸发水分，提高干燥速率。干燥过程中产生的蒸汽，先经由干燥器顶部的可再清洗型过滤器过滤，然后送往冷凝器和二次冷凝器中冷凝。干燥完成之后，废树脂装入200L钢桶并加盖，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。

废树脂处理系统（RES）的工艺流程归纳如下：

核岛废树脂 → 废树脂屏蔽转运装置 → SRTF 废树脂缓冲罐 → 废树脂干燥装置 → 装桶（200L 钢桶） → 检测 → 中间贮存

(4) 厂址废物处理设施化学废液处理系统（CTS）

核岛产生的化学废液由屏蔽转运装置运送至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，并随蒸残液去化学废液烘干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化学废液烘干装置。化学废液烘干装置内的干燥容器直接采用200L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。干燥后的盐桶加盖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。化学废液处理系统的工艺流程归纳如下：

化学废液（浓缩液） → SRTF 化学废液缓冲罐 → 蒸发装置 → 化学废液烘干装置（200L 钢桶） → 检测 → 中间贮存

蒸发装置 → 水泥固化

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和工作鞋等衣物。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:脏工作服接收间、洗衣间、烘干间、平整间、工具洗涤剂存放间、废液暂存间及相关配套设施。

3) 废物暂存库

废物暂存库用于贮存全厂各机组五年产生的(200L钢桶)桶装放射性废物。废物桶由SRTF废物处理厂房经相关工艺处理产生。废物暂存库设有两个贮存区,其中贮存I区(包含贮存I-a区和I-b区)用于存放放射性较低的废物桶(表面剂量率 $\leq 2\text{mSv/h}$),贮存II区用于存放放射性较高的废物桶(表面剂量率 $> 2\text{mSv/h}$)。贮存II区的废物桶按4层竖直堆叠,设有混凝土楼板和屏蔽塞,减少对厂房上部空间的辐射。贮存I区废物桶按照5层竖直堆叠,废物桶周围设置专用钢结构框架进行支撑,维持桶体堆叠的安全性与稳定性,防止废物桶倾倒。

厂址废物处理设施(SRTF)处理废物流见表4.6-31。

4.6.6.3 放射性释放和监测

SRTF的放射性废液经处理后送往监测箱内进行槽式排放。每次排放前,监测箱内的废液循环后取送化学分析室分析,取样结果符合排放标准后进行排放。排放管上设置有流出液辐射监测通道,连续测量SRTF向环境排放的液态流出物的放射性水平,并保证流出液排放符合标准要求。当流出液放射性活度浓度超过设定值时,自动关闭排放阀并停泵,停止对外排放,发出报警。来自SRTF排放管的液态流出物将送往临近机组的排放总管。

SRTF内设置了必要的设备和仪表,能对处理过程中的固体废物进行检测和控制,为SRTF的正常运行提供必要的依据。固体包装废物将采用统一的200L钢桶作为包装容器,200L钢桶入库前会对放射性核素及比活度进行测量和记录。

SRTF的工艺及暖通排气经高效过滤器过滤后对外排放。排放总管上设有辐射监测措施及流量计,监测SRTF对外排气的放射性活度浓度及总量。

4.6.7 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和活度的量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。本项目在设计时将考虑如下因素：
 - 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它放射性核素）；
 - 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。

表 4.6-1 堆芯放射性积存量计算所需参数

参数	数值		单位
	H1 组件	H2 组件	
平均富集度	4.344	4.795	w/o
一个组件中 U 的质量	0.53505	0.53722	t
一区比功率	53.840	45.988	MW/tU
二区比功率	39.016	45.931	MW/tU
三区比功率	12.960	15.023	MW/tU
平衡循环换料组件数目	36	28	
平衡循环长度	507.6		EFPD
平衡循环换料方案	28 盒 H1 组件和 8 盒 H2 组件燃耗 2 个循环周期, 8 盒 H1 组件和 20 盒 H2 组件燃耗 3 个循环周期		
中心组件富集度	1.580		w/o
中心组件 U 的质量	541.3		kg
中心组件换料方案	首循环比功率 38.662MW/tU, 卸出后零功率衰变 2208 天后, 放入平衡循环, 平衡循环比功率 25.886MW/tU		

表 4.6-2 平衡循环堆芯放射性积存量

	核素	堆芯积存量 (Bq)		核素	堆芯积存量 (Bq)
碘	I-130	1.15E+17	惰性气体	Kr-85m	9.48E+17
	I-131	3.55E+18		Kr-85	3.73E+16
	I-132	5.17E+18		Kr-87	1.82E+18
	I-133	7.28E+18		Kr-88	2.56E+18
	I-134	8.03E+18		Xe-131m	3.96E+16
	I-135	6.84E+18		Xe-133m	2.26E+17
铯组	Cs-134	6.21E+17		Xe-133	7.18E+18
	Cs-136	1.84E+17		Xe-135m	1.43E+18
	Cs-137	4.04E+17		Xe-135	1.95E+18
	Cs-138	6.70E+18		Xe-138	6.05E+18
	Rb-86	7.06E+15	Ce-141	5.96E+18	
碲组	Te-127m	4.84E+16	钷组	Ce-143	5.54E+18
	Te-127	3.78E+17		Ce-144	4.48E+18
	Te-129m	1.65E+17		Pu-238	1.08E+16
	Te-129	1.12E+18		Pu-239	1.07E+15
	Te-131m	5.12E+17		Pu-240	1.33E+15
	Te-132	5.06E+18		Pu-241	4.84E+17
	Sb-127	3.73E+17		Np-239	6.78E+19
	Sb-129	1.14E+18		Y-90	3.04E+17
铷组	Ru-103	5.40E+18	镧组	Y-91	4.48E+18
	Ru-105	3.72E+18		Y-92	4.69E+18
	Ru-106	1.81E+18		Y-93	5.41E+18
	Rh-105	3.32E+18		Nb-95	6.07E+18
	Mo-99	6.72E+18		Zr-95	6.03E+18
	Tc-99m	5.97E+18		Zr-97	6.01E+18
钡和锶组	Sr-89	3.48E+18		La-140	6.48E+18
	Sr-90	2.94E+17		La-142	5.76E+18
	Sr-91	4.32E+18		Pr-143	5.40E+18
	Sr-92	4.67E+18		Nd-147	2.38E+18
	Ba-139	6.54E+18		Am-241	5.49E+14
	Ba-140	6.29E+18		Cm-242	1.54E+17
				Cm-244	1.21E+16

表 4.6-3 计算设计基准反应堆冷却剂裂变产物活度浓度所需参数

堆芯热功率(MWt)	3400
反应堆冷却剂液相质量(kg)	2.029E+05
正常净化流量(m ³ /h)	22.71
阳床等效流量, 年平均(m ³ /h)	2.27
核素释放率系数(燃料破损份额和裂变产物逃脱率系数的乘积)	
含有少量包壳破损的燃料棒产生的等效功率份额(燃料份额)	0.0025
满功率运行期间裂变产物的逃脱率系数(s ⁻¹):	
Kr 和 Xe 同位素	6.5E-08
Br、Rb、I 和 Cs 同位素	1.3E-08
Mo、Tc 和 Ag 同位素	2.0E-09
Te 同位素	1.0E-09
Sr 和 Ba 同位素	1.0E-11
Y、Zr、Nb、Ru、Rh、La、Ce 和 Pr 同位素	1.6E-12
化学和容积控制系统混床的同位素去污因子:	
Kr 和 Xe 同位素	1
Br 和 I 同位素	10
Sr 和 Ba 同位素	10
其它同位素	1
化学和容积控制系统阳床的同位素去污因子:	
Kr 和 Xe 同位素	1
Sr 和 Ba 同位素	1
Rb-86、Cs-134 和 Cs-137	10
Rb-88、Rb-89、Cs-136 和 Cs-138	1
其它同位素	1
其它同位素的去除机理	见注(1)
初始硼浓度(ppm)	1504.34
运行时间(等效满功率小时)	12182.4

注:

1. 对于除 Kr、Xe、Br、I、Rb、Cs、Sr 和 Ba 以外的所有同位素, 其去污因子假定是 1, 以便考虑除离子交换以外的其它去除机制, 例如沉积或过滤。此去污因子适用于正常净化下泄流。

表 4.6-4 0.25%包壳破损率对应的反应堆冷却剂中核素的活度浓度

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
Kr-83m	6.50E+03	Y-92	1.12E+01
Kr-85m	2.97E+04	Y-93	3.86E+00
Kr-85	9.62E+04	Zr-95	5.06E+00
Kr-87	1.68E+04	Nb-95	5.07E+00
Kr-88	5.28E+04	Mo-99	6.91E+03
Kr-89	1.24E+03	Tc-99m	6.38E+03
Xe-131m	4.68E+04	Ru-103	4.39E+00
Xe-133m	6.07E+04	Rh-103m	4.35E+00
Xe-133	4.37E+06	Ru-106	1.47E+00
Xe-135m	6.07E+03	Rh-106	1.47E+00
Xe-135	1.28E+05	Te-127m	2.44E+01
Xe-137	2.39E+03	Te-129m	8.38E+01
Xe-138	8.78E+03	Te-129	1.30E+02
Br-83	1.05E+03	Te-131m	2.23E+02
Br-84	5.33E+02	Te-131	1.50E+02
Br-85	6.30E+01	Te-132	2.57E+03
I-129	4.73E-04	Te-134	3.78E+02
I-130	3.17E+02	Ba-137m	1.53E+04
I-131	2.25E+04	Ba-140	3.31E+01
I-132	3.25E+04	La-140	9.56E+00
I-133	4.27E+04	Ce-141	4.97E+00
I-134	7.70E+03	Ce-143	4.80E+00
I-135	2.66E+04	Pr-143	4.80E+00
Cs-134	1.94E+04	Ce-144	3.67E+00
Cs-136	2.98E+04	Pr-144	3.70E+00
Cs-137	1.54E+04	Cr-51	8.51E+01
Cs-138	1.31E+04	Mn-54	4.37E+01
Rb-88	5.40E+04	Fe-55	3.28E+01
Rb-89	2.47E+03	Fe-59	8.21E+00
Sr-89	3.45E+01	Co-58	1.26E+02
Sr-90	1.58E+00	Co-60	1.45E+01
Sr-91	5.87E+01	Zn-65	1.39E+01
Sr-92	1.41E+01	Sb-124	1.11E+01
Y-90	3.80E-01	Ag-110m	4.81E+01
Y-91m	3.07E+01	剂量等效 I-131	3.20E+04
Y-91	4.16E+00		

表 4.6-5 用于设计排放源项分析的反应堆冷却剂源项

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
Kr-83m	1.03E+03	Y-92	1.78E+00
Kr-85m	4.71E+03	Y-93	6.12E-01
Kr-85	1.53E+04	Zr-95	8.03E-01
Kr-87	2.67E+03	Nb-95	8.04E-01
Kr-88	8.38E+03	Mo-99	1.10E+03
Kr-89	1.97E+02	Tc-99m	1.01E+03
Xe-131m	7.43E+03	Ru-103	6.96E-01
Xe-133m	9.63E+03	Rh-103m	6.90E-01
Xe-133	6.93E+05	Ru-106	2.33E-01
Xe-135m	9.63E+02	Rh-106	2.33E-01
Xe-135	2.03E+04	Te-127m	3.87E+00
Xe-137	3.79E+02	Te-129m	1.33E+01
Xe-138	1.39E+03	Te-129	2.06E+01
Br-83	1.67E+02	Te-131m	3.54E+01
Br-84	8.46E+01	Te-131	2.38E+01
Br-85	1.00E+01	Te-132	4.08E+02
I-129	7.50E-05	Te-134	6.00E+01
I-130	5.03E+01	Ba-137m	2.43E+03
I-131	3.57E+03	Ba-140	5.25E+00
I-132	5.16E+03	La-140	1.52E+00
I-133	6.77E+03	Ce-141	7.89E-01
I-134	1.22E+03	Ce-143	7.62E-01
I-135	4.22E+03	Pr-143	7.62E-01
Cs-134	3.08E+03	Ce-144	5.82E-01
Cs-136	4.73E+03	Pr-144	5.87E-01
Cs-137	2.44E+03	Cr-51	8.51E+01
Cs-138	2.08E+03	Mn-54	4.37E+01
Rb-88	8.57E+03	Fe-55	3.28E+01
Rb-89	3.92E+02	Fe-59	8.21E+00
Sr-89	5.47E+00	Co-58	1.26E+02
Sr-90	2.51E-01	Co-60	1.45E+01
Sr-91	9.31E+00	Zn-65	1.39E+01
Sr-92	2.24E+00	Sb-124	1.11E+01
Y-90	6.03E-02	Ag-110m	4.81E+01
Y-91m	4.87E+00	剂量等效 I-131	5.00E+03
Y-91	6.60E-01		

表 4.6-6 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-83m	2.06E+01	Y-92	3.55E-02
Kr-85m	9.42E+01	Y-93	1.22E-02
Kr-85	3.05E+02	Zr-95	1.61E-02
Kr-87	5.33E+01	Nb-95	1.61E-02
Kr-88	1.68E+02	Mo-99	2.19E+01
Kr-89	3.93E+00	Tc-99m	2.02E+01
Xe-131m	1.49E+02	Ru-103	1.39E-02
Xe-133m	1.93E+02	Rh-103m	1.38E-02
Xe-133	1.39E+04	Ru-106	4.66E-03
Xe-135m	1.93E+01	Rh-106	4.66E-03
Xe-135	4.06E+02	Te-127m	7.74E-02
Xe-137	7.58E+00	Te-129m	2.66E-01
Xe-138	2.79E+01	Te-129	4.13E-01
Br-83	3.33E+00	Te-131m	7.08E-01
Br-84	1.69E+00	Te-131	4.76E-01
Br-85	2.00E-01	Te-132	8.15E+00
I-129	1.50E-06	Te-134	1.20E+00
I-130	1.01E+00	Ba-137m	4.85E+01
I-131	7.14E+01	Ba-140	1.05E-01
I-132	1.03E+02	La-140	3.03E-02
I-133	1.35E+02	Ce-141	1.58E-02
I-134	2.44E+01	Ce-143	1.52E-02
I-135	8.44E+01	Pr-143	1.52E-02
Cs-134	6.16E+01	Ce-144	1.16E-02
Cs-136	9.46E+01	Pr-144	1.17E-02
Cs-137	4.89E+01	Cr-51	4.26E+01
Cs-138	4.16E+01	Mn-54	2.19E+01
Rb-88	1.71E+02	Fe-55	1.64E+01
Rb-89	7.84E+00	Fe-59	4.11E+00
Sr-89	1.09E-01	Co-58	6.30E+01
Sr-90	5.01E-03	Co-60	7.25E+00
Sr-91	1.86E-01	Zn-65	6.95E+00
Sr-92	4.47E-02	Sb-124	5.55E+00
Y-90	1.21E-03	Ag-110m	2.41E+01
Y-91m	9.74E-02	剂量等效 I-131	1.00E+02
Y-91	1.32E-02		

表 4.6-7 反应堆冷却剂中腐蚀产物活度浓度计算所需参数

参数	单位	参考电厂	本项目
热功率	MWt	3400	3400
反应堆冷却剂系统中的水装量	kg	2.49E+05	2.03E+05
反应堆冷却剂下泄流量	kg/h	1.68E+04	2.27E+04
年平均调硼排水流量	kg/h	2.27E+02	6.88E+01
通过化学和容积控制系统阳床的流量	kg/h	1.68E+03	2.27E+03
化学和容积控制系统阳床对腐蚀产物的去除系数	---	0.9	0.9
化学和容积控制系统混床对腐蚀产物的去除系数	---	0.98	0.98

表 4.6-8 主回路氙产生量计算所需主要参数

参数	单位	平衡循环
整体型可燃毒物棒 (IFBA) 数量	个	7616(换料组件) 7616(一次料) 2784(二次料)
所有 IFBA 中 ^{10}B 总质量	g	2185.6
湿式环状离散型可燃毒物 (WABA) 数量	个	0
所有 WABA 中 ^{10}B 总质量	g	0
等效满功率天数	EFPD	507.6
初始硼浓度	ppm	1873.6
硼去除率	ppm/s	4.178E-05
锂浓度	ppm	3.0
主回路水装量	g	2.03E+08
堆芯活性区水质量	g	1.30E+07
次级源棒参数		
单根次级源棒中的 Sb-Be 芯块质量	kg	0.338
Sb-Be 芯块密度	g/cm^3	4.27
首循环堆芯次级源棒数量	个	12
次级源棒计算时采用的堆芯平均热中子通量	$\text{n cm}^{-2} \text{s}^{-1}$	3.77E+13

表 4.6-9 平衡循环主回路中氚的年产生量

主要产生途径	设计值(Bq/a)	现实值(Bq/a)
燃料中三元裂变	4.60E+12	2.14E+12
可燃毒物棒中 $^{10}\text{B}(n,2\alpha)\text{T}$ 反应	2.02E+11	9.39E+10
可燃毒物棒内 $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ 反应	5.02E+11	2.33E+11
次级源棒的贡献	3.61E+11	3.36E+11
主冷却剂中 $^{10}\text{B}(n,2\alpha)\text{T}$ 反应	3.61E+13	3.36E+13
主冷却剂中 $^7\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ 反应	3.87E+11	3.60E+11
主冷却剂中 $^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ 反应	1.95E+12	1.82E+12
主冷却剂中 $^2\text{H}(n,\gamma)\text{T}$ 反应	1.15E+11	1.07E+11
总量	4.42E+13	3.87E+13

注：（1）在现实排放源项计算时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

表 4.6-10 主回路中 C-14 的年产生量

反应类型	C-14 的年产生量(Bq/a)
设计值	
O-17(n, α)C-14	3.88E+11
N-14(n,p)C-14	4.99E+10
总计	4.38E+11
现实值	
O-17(n, α)C-14	3.61E+11
N-14(n,p)C-14	4.64E+10
总计	4.07E+11

注：（1）在现实排放源项计算时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

表 4.6-11 计算设计基准二回路冷却剂活度浓度所需的参数

二次侧水总质量(kg)	1.63E+05
蒸汽发生器蒸汽份额	0.060
总蒸汽流量(kg/h)	6.79E+06
蒸汽中水夹带率(%)	0.3
总补给水流量(kg/d)	8.14E+03
总排污率(m ³ /min)	6.91E-01
一次侧向二次侧的总泄漏率(m ³ /d)	1.14
碘分配因子(基于质量)	100

注:

- 1.根据最佳估算 0%堵管和 100%满功率工况获得该结果;
- 2.蒸汽中水夹带率限值为 0.3%，设计目标值为 0.1%。

表 4.6-12 设计基准二回路冷却剂液相核素的活度浓度

核素	活度浓度(Bq/g)	核素	活度浓度(Bq/g)
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
Cr-51	7.76E-02	Te-129	6.88E-02
Mn-54	4.00E-02	Te-131m	1.86E-01
Fe-55	3.00E-02	Te-131	5.28E-02
Fe-59	7.50E-03	Te-132	2.27E+00
Co-58	1.15E-01	Te-134	6.49E-02
Co-60	1.33E-02	Ba-137m	2.38E+01
Zn-65	1.27E-02	Ba-140	3.00E-02
Sb-124	2.46E-02	La-140	1.02E-02
Sr-89	5.72E-02	Ce-141	4.52E-03
Sr-90	2.59E-03	Ce-143	4.03E-03
Sr-91	6.15E-02	Ce-144	3.36E-03
Sr-92	7.73E-03	Pr-143	4.40E-03
Y-90	4.50E-04	Pr-144	3.36E-03
Y-91m	3.40E-02		

表 4.6-13 设计基准二回路蒸汽侧的核素活度浓度

核素	活度浓度(Bq/g)
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

表 4.6-14 用于设计排放源项分析的二回路冷却剂液相源项

核素	活度浓度 (Bq/g)	核素	活度浓度 (Bq/g)
Br-83	7.99E-04	Y-92	1.73E-05
Br-84	1.38E-04	Y-93	5.14E-06
Br-85	1.70E-06	Zr-95	8.79E-06
I-129	8.09E-10	Nb-95	8.81E-06
I-130	4.37E-04	Mo-99	1.15E-02
I-131	3.78E-02	Tc-99m	1.07E-02
I-132	2.66E-02	Ru-103	7.63E-06
I-133	6.36E-02	Rh-103m	7.61E-06
I-134	3.09E-03	Ru-106	2.54E-06
I-135	3.13E-02	Rh-106	2.54E-06
Rb-88	8.79E-03	Ag-110m	2.05E-05
Rb-89	3.46E-04	Te-127m	4.23E-05
Cs-134	6.04E-02	Te-129m	1.45E-04
Cs-136	9.13E-02	Te-129	1.31E-04
Cs-137	4.80E-02	Te-131m	3.53E-04
Cs-138	3.68E-03	Te-131	1.00E-04
Cr-51	1.47E-04	Te-132	4.31E-03
Mn-54	7.59E-05	Te-134	1.23E-04
Fe-55	5.70E-05	Ba-137m	4.52E-02
Fe-59	1.42E-05	Ba-140	5.70E-05
Co-58	2.18E-04	La-140	1.94E-05
Co-60	2.52E-05	Ce-141	8.58E-06
Sr-89	1.09E-04	Ce-143	7.65E-06
Sr-90	4.92E-06	Ce-144	6.38E-06
Sr-91	1.17E-04	Pr-143	8.35E-06
Sr-92	1.47E-05	Pr-144	6.38E-06
Y-90	8.54E-07	Zn-65	2.41E-05
Y-91m	6.45E-05	Sb-124	4.68E-05
Y-91	7.42E-06		

表 4.6-15 用于设计排放源项分析的二回路冷却剂气相源项

核素	活度浓度 (Bq/g)
Kr-83m	6.97E-05
Kr-85m	2.85E-04
Kr-85	9.23E-04
Kr-87	1.61E-04
Kr-88	5.07E-04
Kr-89	1.17E-05
Xe-131m	4.47E-04
Xe-133m	5.83E-04
Xe-133	4.19E-02
Xe-135m	3.73E-04
Xe-135	1.28E-03
Xe-137	2.26E-05
Xe-138	8.38E-05
I-129	1.01E-11
I-130	5.44E-06
I-131	4.72E-04
I-132	3.32E-04
I-133	7.93E-04
I-134	3.85E-05
I-135	3.91E-04

表 4.6-16 除氙和 C-14 外其他核素气液态排放量计算所需输入参数

参数及量纲	数值
热功率水平 (MWt)	3400
主冷却剂质量 (kg)	2.03E+05
主系统下泄流量 (m ³ /h)	22.7
下泄去污阳离子床流量, 年平均 (m ³ /h)	2.27
蒸汽发生器数目	2
总蒸汽流量 (kg/h)	6.79E+06
在每个蒸汽发生器中液体质量 (kg)	7.97E+04
总排污流量 (kg/s)	5.76
调硼排水释放	
现实排水流量 (m ³ /d)	1.65
设计排水流量 (m ³ /d)	3.13
收集时间 (d)	30
处理及排放时间 (d)	0
排放份额	1.0
设备疏水	
设备疏水流量 (m ³ /d)	1.1
反应堆冷却剂活度份额	0.3679
收集时间 (d)	30
处理及排放时间 (d)	0
排放份额	1.0
脏废液	
脏废液输入流量 (m ³ /d)	4.69
反应堆冷却剂活度份额	0.0013
收集时间 (d)	10
处理及排放时间 (d)	0
排放份额	1.0

注: [1]基于上述数据得到的废液年产生量约为 2717m³, 该值用于正常运行现实排放源项的计算。在计算设计排放源项时, 考虑每年运行时的极端工况 (90%寿期停堆+启堆+停堆) 以及洗手废液的贡献, 总废液量取为 3600 m³。

表 4.6-16 气液态排放量计算所需输入参数(续)

参数	值
反应堆厂房	
反应堆冷却剂泄漏率 (m ³ /d)	0.063
闪蒸份额	
•惰性气体	1
•碘和其它粒子	0.4
通风系统过滤效率	
•惰性气体	0
•碘	90%
•其它粒子	99%
沉积去除常数 (h ⁻¹)	
•碘	1
辅助厂房	
冷却剂泄漏率 (m ³ /d)	0.30
气水分配因子	
•碘	0.01
•其它粒子	0.005
通风系统过滤效率	
•惰性气体	0
•碘和其它粒子	0
燃料操作区	
换料期间水的净总体积 (m ³)	2807.76
燃料操作区的通风流量 (m ³ /s)	5.39
燃料操作区自由容积 (m ³)	6099.95
乏燃料池过滤除盐床流量 (m ³ /s)	0.01577
换料期间乏燃料池水蒸发率 (g/s)	230.87
燃料破损率	
设计排放源项	3.968E-04
现实排放源项	7.937E-06
废气处理系统	
设计输入流量 (m ³ /d)	3.13
现实输入流量 (m ³ /d)	1.65
延迟床延迟时间 (d)	
•氦	2
•氩	38
二回路	
蒸汽流量 (kg/h)	6.79E+06
气水分配系数	
•碘和粒子	0.0001
•惰性气体	1

表 4.6-16 气液态排放量计算所需输入参数(续)

废液处理系统对各类废液核素的去污因子				
I-131 活度浓度水平	废液类别	I	Cs/Rb	其他 ^[1]
5GBq/t	调硼排水	1100	25000	25000
	设备疏水	1100	25000	25000
	脏废液	200	50	200
0.1GBq/t	调硼排水	22	2500	500
	设备疏水	22	2500	500
	脏废液	2	25	20

注：[1] 在计算活化腐蚀产物现实排放源项时，仍假设采用同计算设计排放源项时相同的去污因子。

表 4.6-17 单台机组液态流出物年设计排放量

核素	核岛废液 (Bq/a)	二回路 (Bq/a)	SRTF 释放 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
活化腐蚀产物				
Cr-51	2.46E+06	2.67E+06	2.12E+07	2.63E+07
Mn-54	1.49E+06	1.38E+06	1.48E+07	1.76E+07
Fe-55	1.14E+06	1.04E+06	2.55E+07	2.77E+07
Fe-59	2.55E+05	2.58E+05	8.25E+06	8.76E+06
Co-58	4.04E+06	3.96E+06	3.87E+07	4.67E+07
Co-60	4.97E+05	4.58E+05	5.50E+07	5.59E+07
Zn-65	4.70E+05	4.38E+05	4.92E+02	9.09E+05
Ag-110m	1.65E+06	8.51E+05	4.25E+06	6.75E+06
Sb-124	3.80E+05	3.73E+05	1.52E+06	2.27E+06
裂变产物				
Br-83	2.10E+05	1.45E+07	4.35E+04	1.48E+07
Br-84	2.51E+04	2.51E+06	2.21E+04	2.56E+06
Br-85	2.60E+02	3.09E+04	2.62E+03	3.35E+04
Rb-88	1.74E+06	1.60E+08	2.24E+06	1.64E+08
Sr-89	1.73E+05	1.98E+06	4.01E+05	2.55E+06
Sr-90	8.57E+03	8.95E+04	3.67E+04	1.35E+05
Sr-91	1.55E+04	2.13E+06	5.40E+02	2.15E+06
Sr-92	1.03E+03	2.67E+05	2.07E+03	2.70E+05
Y-90	6.94E+03	1.55E+04	4.73E+02	2.29E+04
Y-91m	9.82E+03	1.17E+06	2.67E+02	1.18E+06
Y-91	2.29E+04	1.35E+05	2.85E+05	4.43E+05
Y-92	2.11E+03	3.15E+05	2.31E+02	3.17E+05
Y-93	1.10E+03	9.35E+04	4.03E+02	9.50E+04
Zr-95	2.59E+04	1.60E+05	3.90E+06	4.09E+06
Nb-95	2.79E+04	1.60E+05	6.74E+06	6.93E+06
Mo-99	1.18E+07	2.09E+08	2.71E+05	2.21E+08
Tc-99m	1.14E+07	1.95E+08	2.83E+05	2.07E+08
Ru-103	2.12E+04	1.39E+05	1.24E+06	1.40E+06
Rh-103m	2.12E+04	1.38E+05	1.82E+02	1.59E+05

表 4.6-17 单台机组液态流出物年设计排放量(续)

核素	核岛废液 (Bq/a)	二回路 (Bq/a)	SRTF 释放 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
Ru-106	8.00E+03	4.62E+04	6.12E+01	5.43E+04
Rh-106	8.00E+03	4.62E+04	6.12E+01	5.43E+04
Te-127m	1.39E+05	7.69E+05	1.01E+03	9.09E+05
Te-129m	4.08E+05	2.64E+06	3.48E+03	3.05E+06
Te-129	2.61E+05	2.38E+06	5.42E+03	2.65E+06
Te-131m	1.83E+05	6.42E+06	9.26E+03	6.61E+06
Te-131	3.36E+04	1.82E+06	6.23E+03	1.86E+06
Te-132	3.89E+06	7.84E+07	1.07E+05	8.24E+07
Te-134	7.17E+03	2.24E+06	1.57E+04	2.26E+06
I-129	1.55E+01	1.47E+01	1.96E-02	3.02E+01
I-130	3.27E+05	7.95E+06	1.32E+04	8.29E+06
I-131	2.90E+08	6.87E+08	6.71E+06	9.84E+08
I-132	1.97E+07	4.84E+08	1.35E+06	5.05E+08
I-133	7.31E+07	1.16E+09	1.77E+06	1.23E+09
I-134	5.70E+05	5.62E+07	3.20E+05	5.71E+07
I-135	1.46E+07	5.69E+08	1.11E+06	5.85E+08
Cs-134	4.19E+08	1.10E+09	3.98E+07	1.56E+09
Cs-136	4.74E+08	1.66E+09	2.55E+06	2.14E+09
Cs-137	3.49E+08	8.73E+08	5.74E+07	1.28E+09
Cs-138	7.70E+05	6.69E+07	5.45E+05	6.82E+07
Ba-137m	1.16E+08	8.22E+08	6.38E+05	9.38E+08
Ba-140	1.28E+05	1.04E+06	3.23E+06	4.40E+06
La-140	1.16E+05	3.53E+05	3.97E+02	4.70E+05
Ce-141	2.37E+04	1.56E+05	8.15E+05	9.95E+05
Ce-143	4.31E+03	1.39E+05	1.99E+02	1.44E+05
Pr-143	2.05E+04	1.52E+05	1.99E+02	1.73E+05
Ce-144	2.06E+04	1.16E+05	1.38E+07	1.39E+07
Pr-144	2.06E+04	1.16E+05	1.54E+02	1.37E+05
总量	1.80E+09	8.18E+09	3.15E+08	1.03E+10
液态氙: 4.20E+13Bq/a				
液态 C-14: 4.38E+10Bq/a				

表 4.6-18 单台机组液态流出物年现实排放量

核素	核岛废液 (Bq/a)	SRTF 排放量 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
活化腐蚀产物			
Cr-51	2.75E+05	2.12E+07	2.15E+07
Mn-54	1.85E+05	1.48E+07	1.49E+07
Fe-55	1.41E+05	2.55E+07	2.56E+07
Fe-59	2.96E+04	8.25E+06	8.28E+06
Co-58	4.81E+05	3.87E+07	3.92E+07
Co-60	6.05E+04	5.50E+07	5.50E+07
Zn-65	5.98E+04	4.92E+02	6.03E+04
Ag-110m	2.00E+05	4.25E+06	4.45E+06
Sb-124	4.63E+04	1.52E+06	1.57E+06
裂变产物			
Br-83	1.67E+05	4.35E+04	2.10E+05
Br-84	2.00E+04	2.21E+04	4.21E+04
Br-85	2.07E+02	2.62E+03	2.83E+03
Rb-88	4.50E+04	2.24E+06	2.29E+06
Sr-89	4.03E+04	4.01E+05	4.42E+05
Sr-90	2.11E+03	3.67E+04	3.88E+04
Sr-91	2.35E+03	5.40E+02	2.89E+03
Sr-92	1.57E+02	2.07E+03	2.22E+03
Y-90	2.04E+03	4.73E+02	2.51E+03
Y-91m	1.50E+03	2.67E+02	1.77E+03
Y-91	5.59E+03	2.85E+05	2.91E+05
Y-92	3.19E+02	2.31E+02	5.49E+02
Y-93	1.67E+02	4.03E+02	5.70E+02
Zr-95	6.14E+03	3.90E+06	3.91E+06
Nb-95	7.00E+03	6.74E+06	6.75E+06
Mo-99	1.83E+06	2.71E+05	2.10E+06
Tc-99m	1.76E+06	2.83E+05	2.04E+06
Ru-103	4.91E+03	1.24E+06	1.25E+06
Rh-103m	4.91E+03	1.82E+02	5.09E+03

表 4.6-18 单台机组液态流出物年现实排放量(续)

核素	调硼释放 (Bq/a)	SRTF 排放量 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
Ru-106	1.97E+03	6.12E+01	2.03E+03
Rh-106	1.97E+03	6.12E+01	2.03E+03
Te-127m	3.39E+04	1.01E+03	3.49E+04
Te-129m	9.08E+04	3.48E+03	9.42E+04
Te-129	5.83E+04	5.42E+03	6.37E+04
Te-131m	2.74E+04	9.26E+03	3.66E+04
Te-131	5.15E+03	6.23E+03	1.14E+04
Te-132	6.26E+05	1.07E+05	7.32E+05
Te-134	1.08E+03	1.57E+04	1.68E+04
I-129	1.20E+01	1.96E-02	1.20E+01
I-130	2.58E+05	1.32E+04	2.71E+05
I-131	2.28E+08	6.71E+06	2.35E+08
I-132	1.54E+07	1.35E+06	1.67E+07
I-133	5.92E+07	1.77E+06	6.10E+07
I-134	4.63E+05	3.20E+05	7.83E+05
I-135	1.15E+07	1.11E+06	1.26E+07
Cs-134	1.60E+07	3.98E+07	5.58E+07
Cs-136	1.53E+07	2.55E+06	1.78E+07
Cs-137	1.33E+07	5.74E+07	7.07E+07
Cs-138	1.98E+04	5.45E+05	5.65E+05
Ba-137m	3.67E+07	6.38E+05	3.74E+07
Ba-140	2.57E+04	3.23E+06	3.26E+06
La-140	2.54E+04	3.97E+02	2.57E+04
Ce-141	5.29E+03	8.15E+05	8.20E+05
Ce-143	6.51E+02	1.99E+02	8.50E+02
Pr-143	4.19E+03	1.99E+02	4.38E+03
Ce-144	5.03E+03	1.38E+07	1.38E+07
Pr-144	5.03E+03	1.54E+02	5.18E+03
总量	4.02E+08	3.15E+08	7.17E+08
液态氙: 3.67E+13Bq/a			
液态 C-14: 4.07E+10Bq/a			

表 4.6-19 单机组液态年设计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(Bq/a)	单机组排放量计算值 (Bq/a)
除氚和 C-14 外的 其余核素	5.00E+10	1.03E+10
氚	7.50E+13	4.20E+13
C-14	1.50E+11	4.38E+10

表 4.6-20 放射性液体废物处理系统（WLS）预计流出液和处理

收集水箱和废液来源	预期输入量	放射性活度浓度	依据	处理方式
1. 流出液暂存箱				脱气、过滤、化学絮凝、离子交换、监测、排放
CVS下泄流	601.88m ³ /年(159000 gal/year)	100%反应堆冷却剂	电厂水量计算 ⁽¹⁾	
安全壳内泄漏（排至反应堆冷却剂疏水箱）	0.04 m ³ /天(10 gal/day)	167%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
安全壳外泄漏（排至流出液暂存箱）	0.30 m ³ /天(80 gal/day)	100%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
取样疏水	0.76 m ³ /天(200 gal/day)	5%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
2. 废液暂存箱				过滤、离子交换（如需要）、监测、排放
反应堆安全壳冷却	1.89 m ³ /天(500 gal/day)	0.1%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
乏燃料池衬里泄漏	0.09 m ³ /天(25 gal/day)	0.1%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
其他疏水	2.56 m ³ /天(675 gal/day)	0.1%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
设备和区域去污	0.15 m ³ /天(40 gal/day)	0.1%反应堆冷却剂	ANSI/ANS-55.6	
3. 洗手废液				收集、监测、排放。
热淋浴器	0 m ³ /天	3.7 Bq/kg	ANSI/ANS-55.6	
洗手水	0.76 m ³ /天(200 gal/day)	3.7 Bq/kg	ANSI/ANS-55.6	
洗衣房洗衣废水				全厂共用的SRTF洗衣房
4. 化学废液	0.0076m ³ /天（2gal/day）	≤5%反应堆冷却剂	估计	由屏蔽转运装置送至SRTF处理

(1) 正常反应堆燃料循环运行时平均下泄；启动升温，稀释和硼化

表 4.6-21 放射性液体废物处理系统 (WLS) 去污因子

去污因子如下：(注 1)			
树脂类型/设备	碘	铯/铷	其他
深床过滤器 (活性炭/沸石)	1.1 [1.1]	100 [100]	25 [15]
阳床/废液离子交换树脂床 A	1 [1]	25 [25]	10 [10]
混床/废液离子交换树脂床 B	100 [50]	5 [10]	100 [10]
混床/废液离子交换树脂床 C	20 [20]	10 [10]	10 [10]
混床/废液离子交换树脂床 D	[10]	[5]	[10]
混床/废液离子交换树脂床 E	[5]	[2]	[5]
其他不直接影响厂外排放的设备：			
脱气塔对氢的去除因子为 40 (假设进口废液流量为 22.7 m ³ /h, 温度为 54.4℃)			

注：

1. []内为发生设计基准源项的预期运行事件时的设备去污因子。

表 4.6-22 放射性液体废物处理系统（WLS）的主要设备

泵	
安全壳地坑泵	
数量	2
类型	离心式潜水泵
设计压力	1.03 MPa
设计温度	121℃
设计流量	22.7 m ³ /h
材料	不锈钢
反应堆冷却剂疏水箱泵	
数量	2
型号	立式地坑泵，离心式
设计压力	0.86 MPa
设计温度	121℃
设计流量	22.7 m ³ /h
材料	不锈钢
脱气塔分离泵	
数量	2
型号	离心泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	93℃
设计流量	3.2m ³ /h
材料	不锈钢
液态流出物大贮罐泵	
数量	2
型号	离心泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	66℃
设计流量	3~5m ³ /h
材料	不锈钢

表 4.6-22 放射性液体废物处理系统（WLS）的主要设备（续）

液态流出物大贮罐循环泵	
数量	2
型号	离心泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	66℃
设计流量	~300m ³ /h
气动双隔膜泵	
名称	数量
脱气塔排放泵	2
流出液暂存箱泵	2
废液暂存箱泵	2
监测箱泵	5
化学废液箱泵	1
洗手废液箱泵	2
型号	气动，双隔膜泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	93℃
设计流量	22.7 m ³ /h（随空气供入量不同而变）
材料	泵体不锈钢，隔膜为 Buna N 材料
脱气塔真空泵	
数量	2
型号	液体环式
设计压力	1.46 MPa
设计温度	93℃
设计流量	163.6 m ³ /h(稳定)、254.9m ³ /h(最大)
材料	不锈钢

表 4.6-22 放射性液体废物处理系统（WLS）的主要设备（续）

过滤器	
废液前过滤器	
数量	1
型号	可更换式
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66 ℃
设计流量	17 m ³ /h
颗粒尺寸 (98% 截留)	25 微米
材料	
壳体	不锈钢
过滤介质	聚丙烯/褶皱纸
废液后过滤器	
数量	1
型号	可更换式
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66 ℃
设计流量	17 m ³ /h
颗粒尺寸 (98% 截留)	0.5 微米
材料	
壳体	不锈钢
过滤介质	聚丙烯/褶皱纸

表 4.6-22 放射性液体废物处理系统（WLS）的主要设备（续）

热交换器	
反应堆冷却剂疏水箱热交换器	
数量	1
型号	卧式 U 型管式
设计压力	1.38 MPa 管侧
设计温度	121℃管侧
设计流量	22090 kg/h 管侧
进口温度	79.4℃管侧
出口温度	61.7℃管侧
材料	管侧不锈钢，壳侧碳钢
蒸汽冷凝器	
数量	1
型号	卧式 U 型管式
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66℃
设计流量	56783 kg/h 管侧
进口温度	4.4℃管侧
出口温度	13.2℃管侧
材料	不锈钢
WLS 真空泵工作液冷却器	
数量	1
型号	板式热交换器
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66℃
设计流量	5520kg/h 工艺流侧
进口温度	40.3℃工艺流侧
出口温度	28.9℃工艺流侧
材料	不锈钢

表 4.6-22 放射性液体废物处理系统（WLS）的主要设备（续）

床体	
深床过滤器	
数量	1
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66℃
设计流量	17.0 m ³ /h
名义装填容量	1.6 m ³
材料	不锈钢
介质型号	活性炭装填在沸石上
处理去污因子	见表 11.2-3
离子交换床	
数量	5
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66℃
设计流量	17.0 m ³ /h
名义树脂容量	0.75 m ³
材料	不锈钢
树脂型号	一台阳床，四台混床
化学絮凝处理装置	
数量	1
设计温度	66℃
主要部件	化学添加箱、化学添加泵等
移动式加药装置	
数量	3
设计温度	66℃
设计流量	15~30L/h
主要部件	加药箱、加药泵、过滤器

表 4.6-23 单台机组气载放射性年设计排放量

惰性气体	废气处理系统 (Bq/a)	厂房通风区域				总量 (Bq/a)
		安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	二回路 (Bq/a)	
Kr-83m	1.52E+04	2.37E+10	1.13E+11	0.00E+00	4.15E+09	1.41E+11
Kr-85m	3.25E+09	1.08E+11	5.16E+11	2.27E+00	1.70E+10	6.44E+11
Kr-85	1.77E+13	3.52E+11	1.68E+12	2.58E+08	5.49E+10	1.98E+13
Kr-87	1.34E+01	6.14E+10	2.92E+11	5.87E-18	9.58E+09	3.63E+11
Kr-88	8.61E+07	1.93E+11	9.18E+11	4.27E-04	3.02E+10	1.14E+12
Kr-89	0.00E+00	4.53E+09	2.16E+10	0.00E+00	6.96E+08	2.68E+10
Xe-131m	9.17E+11	1.71E+11	8.14E+11	4.22E+07	2.66E+10	1.93E+12
Xe-133m	6.66E+07	2.21E+11	1.05E+12	1.86E+07	3.47E+10	1.31E+12
Xe-133	5.31E+12	1.59E+13	7.59E+13	2.44E+09	2.49E+12	9.96E+13
Xe-135m	0.00E+00	2.21E+10	1.05E+11	9.78E-02	2.22E+10	1.49E+11
Xe-135	0.00E+00	4.67E+11	2.22E+12	2.89E+05	7.61E+10	2.76E+12
Xe-137	0.00E+00	8.72E+09	4.15E+10	0.00E+00	1.34E+09	5.16E+10
Xe-138	0.00E+00	3.20E+10	1.52E+11	0.00E+00	4.98E+09	1.89E+11
总量	2.39E+13	1.76E+13	8.38E+13	2.76E+09	2.77E+12	1.28E+14

表 4.6-23 单台机组气载放射性年设计排放量(续)

碘	厂房/区域通风				总量 (Bq/a)
	燃料操作区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	二回路 (Bq/a)	
I-129	5.40E+02	8.60E+00	8.46E+00	6.01E-02	5.57E+02
I-130	9.23E+03	5.75E+06	5.67E+06	3.24E+04	1.15E+07
I-131	1.98E+09	4.09E+08	4.03E+08	2.81E+06	2.79E+09
I-132	2.95E-06	5.85E+08	5.82E+08	1.97E+06	1.17E+09
I-133	2.09E+07	7.75E+08	7.64E+08	4.72E+06	1.56E+09
I-134	1.38E-28	1.37E+08	1.38E+08	2.29E+05	2.75E+08
I-135	3.10E+03	4.82E+08	4.76E+08	2.33E+06	9.60E+08
总量	2.00E+09	2.39E+09	2.37E+09	1.21E+07	6.78E+09

表 4.6-23 单台机组气载放射性年设计排放量 (续)

核素	厂房/区域通风			总量 (Bq/a)
	安全壳(Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作区域 (¹) (Bq/a)	
Zn-65	1.28E+06	8.37E+05	9.84E+06	1.20E+07
Cr-51	7.83E+06	5.13E+06	2.10E+07	3.40E+07
Mn-54	4.02E+06	2.63E+06	3.12E+07	3.79E+07
Fe-55	3.02E+06	1.98E+06	2.36E+07	2.86E+07
Fe-59	7.55E+05	4.94E+05	3.38E+06	4.63E+06
Co-58	1.16E+07	7.59E+06	8.45E+07	1.04E+08
Co-60	1.33E+06	8.73E+05	1.04E+07	1.26E+07
Sb-124	1.02E+06	6.68E+05	4.27E+06	5.96E+06
Ag-110m	4.42E+06	2.90E+06	3.41E+07	4.14E+07
Br-83	1.54E+07	9.42E+06	3.81E-08	2.48E+07
Br-84	7.78E+06	4.77E+06	0.00E+00	1.26E+07
Br-85	9.20E+05	5.64E+05	0.00E+00	1.48E+06
Rb-88	7.88E+08	2.19E+09	1.57E-96	2.98E+09
Rb-89	3.61E+07	1.00E+08	0.00E+00	1.36E+08
Sr-89	5.03E+05	3.29E+05	2.58E+06	3.41E+06
Sr-90	2.31E+04	1.51E+04	1.81E+05	2.19E+05
Sr-91	8.56E+05	5.61E+05	2.36E+01	1.42E+06
Sr-92	2.06E+05	1.35E+05	1.80E-08	3.41E+05
Y-90	5.55E+03	3.63E+03	5.37E+02	9.72E+03
Y-91m	4.48E+05	2.93E+05	0.00E+00	7.41E+05
Y-91	6.07E+04	3.97E+04	3.63E+05	4.63E+05
Y-92	1.64E+05	1.07E+05	7.63E-06	2.71E+05
Y-93	5.63E+04	3.69E+04	3.03E+00	9.32E+04
Zr-95	7.39E+04	4.84E+04	4.85E+05	6.07E+05
Nb-95	7.40E+04	4.84E+04	2.55E+05	3.77E+05
Mo-99	1.01E+08	6.62E+07	1.04E+07	1.78E+08
Tc-99m	9.29E+07	6.08E+07	2.31E+01	1.54E+08
Ru-103	6.40E+04	4.19E+04	2.51E+05	3.57E+05
Rh-103m	6.35E+04	4.16E+04	0.00E+00	1.05E+05

表 4.6-23 单台机组气载放射性年设计排放量 (续)

核素	厂房/区域通风			总量 (Bq/a)
	安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	
Ru-106	2.14E+04	1.40E+04	8.48E+05	8.83E+05
Rh-106	2.14E+04	1.40E+04	8.48E+05	8.83E+05
Te-127m	3.56E+05	2.33E+05	2.72E+06	3.41E+06
Te-129m	1.22E+06	8.01E+05	4.04E+06	6.42E+06
Te-129	1.89E+06	1.24E+06	0.00E+00	3.68E+06
Te-131m	3.26E+06	2.13E+06	4.30E+04	6.38E+06
Te-131	2.19E+06	1.43E+06	0.00E+00	4.26E+06
Te-132	3.75E+07	2.46E+07	5.39E+06	7.84E+07
Te-134	5.52E+06	3.61E+06	0.00E+00	1.07E+07
Cs-134	2.83E+08	7.86E+08	2.21E+09	3.25E+09
Cs-136	4.35E+08	1.21E+09	4.86E+08	2.08E+09
Cs-137	2.24E+08	6.23E+08	1.76E+09	2.58E+09
Cs-138	1.91E+08	5.31E+08	0.00E+00	7.00E+08
Ba-137m	2.24E+08	1.46E+08	0.00E+00	4.36E+08
Ba-140	4.83E+05	3.16E+05	5.28E+05	1.47E+06
La-140	1.40E+05	9.15E+04	4.48E+03	2.76E+05
Ce-141	7.26E+04	4.75E+04	2.32E+05	3.73E+05
Ce-143	7.01E+04	4.59E+04	1.26E+03	1.38E+05
Pr-143	7.01E+04	4.59E+04	8.26E+04	2.19E+05
Ce-144	5.35E+04	3.51E+04	4.15E+05	5.19E+05
Pr-144	5.40E+04	3.54E+04	0.00E+00	1.05E+05
总量	2.49E+09	5.79E+09	4.71E+09	1.29E+10
气态氙: 2.21E+12Bq/a				
气态 C-14: 3.94E+11Bq/a				

注: (1) 燃料操作区域在辅助厂房内, 但被分开考虑。

(2) 二回路粒子的排放量相比其他区域要小很多, 因此本文未考虑粒子二回路的排放。

表 4.6-24 单台机组气载放射性年现实排放量

惰性气体	废气系统 (Bq/a)	厂房通风区域			总量 (Bq/a)
		安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作区 域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	
Kr-83m	1.61E+02	4.74E+08	2.26E+09	0.00E+00	2.73E+09
Kr-85m	3.46E+07	2.17E+09	1.03E+10	4.55E-02	1.25E+10
Kr-85	1.88E+11	7.01E+09	3.34E+10	5.16E+06	2.28E+11
Kr-87	1.43E-01	1.23E+09	5.84E+09	1.17E-19	7.07E+09
Kr-88	9.19E+05	3.86E+09	1.84E+10	8.54E-06	2.23E+10
Kr-89	0.00E+00	9.04E+07	4.30E+08	0.00E+00	5.20E+08
Xe-131m	9.79E+09	3.43E+09	1.63E+10	8.44E+05	2.95E+10
Xe-133m	7.11E+05	4.44E+09	2.11E+10	3.72E+05	2.55E+10
Xe-133	5.67E+10	3.20E+11	1.52E+12	4.87E+07	1.90E+12
Xe-135m	0.00E+00	4.44E+08	2.11E+09	1.95E-03	2.55E+09
Xe-135	1.74E-19	9.34E+09	4.45E+10	5.77E+03	5.38E+10
Xe-137	0.00E+00	1.74E+08	8.30E+08	0.00E+00	1.00E+09
Xe-138	0.00E+00	6.42E+08	3.06E+09	0.00E+00	3.70E+09
总量	2.55E+11	3.53E+11	1.68E+12	5.51E+07	2.29E+12

表 4.6-24 单台机组气载放射性年现实排放量 (续)

碘	厂房/区域通风			总量 (Bq/a)
	燃料操作区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	
I-129	1.08E+01	1.72E-01	2.51E-01	1.12E+01
I-130	1.85E+02	1.16E+05	1.69E+05	2.85E+05
I-131	3.95E+07	8.19E+06	1.20E+07	5.97E+07
I-132	5.89E-08	1.17E+07	1.73E+07	2.90E+07
I-133	4.16E+05	1.55E+07	2.26E+07	3.85E+07
I-134	2.76E-30	2.74E+06	4.09E+06	6.83E+06
I-135	6.20E+01	9.63E+06	1.41E+07	2.37E+07
总量	3.99E+07	4.79E+07	7.03E+07	1.58E+08

表 4.6-24 单台机组气载放射性年现实排放量 (续)

核素	厂房/区域通风			总量 (Bq/a)
	安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作 区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	
Zn-65	6.39E+05	6.05E+05	4.92E+06	6.16E+06
Cr-51	3.92E+06	3.71E+06	1.05E+07	1.81E+07
Mn-54	2.01E+06	1.91E+06	1.56E+07	1.95E+07
Fe-55	1.51E+06	1.43E+06	1.18E+07	1.47E+07
Fe-59	3.78E+05	3.58E+05	1.69E+06	2.43E+06
Co-58	5.79E+06	5.48E+06	4.23E+07	5.36E+07
Co-60	6.67E+05	6.31E+05	5.22E+06	6.52E+06
Sb-124	5.10E+05	4.83E+05	2.14E+06	3.13E+06
Ag-110m	2.22E+05	2.10E+05	1.71E+07	1.75E+07
Br-83	3.06E+05	2.79E+05	7.60E-10	5.85E+05
Br-84	1.55E+05	1.42E+05	4.15E-55	2.97E+05
Br-85	1.84E+04	1.68E+04	0.00E+00	3.52E+04
Rb-88	1.57E+07	4.40E+07	0.00E+00	5.97E+07
Rb-89	7.21E+05	2.02E+06	0.00E+00	2.74E+06
Sr-89	1.00E+04	9.49E+03	5.14E+04	7.09E+04
Sr-90	4.61E+02	4.36E+02	3.61E+03	4.51E+03
Sr-91	1.71E+04	1.62E+04	4.72E-01	3.33E+04
Sr-92	4.11E+03	3.89E+03	3.59E-10	8.00E+03
Y-90	1.11E+02	1.05E+02	1.08E+01	2.27E+02
Y-91m	8.96E+03	8.48E+03	0.00E+00	1.74E+04
Y-91	1.21E+03	1.15E+03	7.25E+03	9.61E+03
Y-92	3.27E+03	3.09E+03	1.52E-07	6.36E+03
Y-93	1.12E+03	1.06E+03	6.04E-02	2.18E+03
Zr-95	1.48E+03	1.40E+03	9.72E+03	1.26E+04
Nb-95	1.48E+03	1.40E+03	5.11E+03	7.99E+03
Mo-99	2.01E+06	1.91E+06	2.07E+05	4.13E+06
Tc-99m	1.86E+06	1.76E+06	4.62E-01	3.62E+06
Ru-103	1.28E+03	1.21E+03	5.02E+03	7.51E+03
Rh-103m	1.27E+03	1.20E+03	0.00E+00	2.47E+03

表 4.6-24 单台机组气载放射性年现实排放量（续）

核素	厂房/区域通风			总量 (Bq/a)
	安全壳 (Bq/a)	辅助厂房 (Bq/a)	燃料操作 区域 ⁽¹⁾ (Bq/a)	
Ru-106	4.29E+02	4.06E+02	5.02E+04	5.10E+04
Rh-106	4.29E+02	4.06E+02	5.02E+04	5.10E+04
Te-127m	7.12E+03	6.74E+03	5.43E+04	6.82E+04
Te-129m	2.45E+04	2.32E+04	8.07E+04	1.28E+05
Te-129	3.80E+04	3.60E+04	0.00E+00	7.40E+04
Te-131m	6.51E+04	6.16E+04	8.60E+02	1.28E+05
Te-131	4.38E+04	4.14E+04	0.00E+00	8.52E+04
Te-132	7.50E+05	7.09E+05	1.08E+05	1.57E+06
Te-134	1.10E+05	1.04E+05	1.62E-41	2.14E+05
Cs-134	5.67E+06	1.51E+07	4.42E+07	6.50E+07
Cs-136	8.70E+06	2.32E+07	9.71E+06	4.16E+07
Cs-137	4.50E+06	1.20E+07	3.52E+07	5.17E+07
Cs-138	3.83E+06	1.02E+07	0.00E+00	1.40E+07
Ba-137m	4.46E+06	4.22E+06	0.00E+00	8.68E+06
Ba-140	9.66E+03	9.14E+03	1.06E+04	2.94E+04
La-140	2.79E+03	2.64E+03	8.93E+01	5.52E+03
Ce-141	1.45E+03	1.38E+03	4.64E+03	7.47E+03
Ce-143	1.40E+03	1.32E+03	2.51E+01	2.75E+03
Pr-143	1.40E+03	1.32E+03	1.65E+03	4.37E+03
Ce-144	1.07E+03	1.01E+03	8.27E+03	1.04E+04
Pr-144	1.08E+03	1.02E+03	0.00E+00	2.10E+03
总量	6.47E+07	1.31E+08	2.01E+08	3.96E+08
气态氙排放量：1.93E+12Bq/a				
气态 C-14 排放量：3.67E+11Bq/a				

注：（1）燃料操作区域在辅助厂房内，但被分开考虑。

表 4.6-25 单机组气载放射性年设计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(Bq/a)	单机组排放量计算值(Bq/a)
惰性气体	6.00E+14	1.28E+14
碘	2.00E+10	6.78E+09
粒子(半衰期≥8d)	5.00E+10	1.29E+10
氚	1.50E+13	2.21E+12
C-14	7.00E+11	3.94E+11

表 4.6-26 放射性气体废物处理 (WGS) 系统参数

设计运行压力 (MPa 表压)	0.014
设计进口流量 (m ³ /hr)	0.85
活性炭床设计运行温度 (℃)	25.0
活性炭床设计运行露点温度 (℃)	4.4
延迟床活性炭 (平均) 质量 (混合总量) (kg)	2091
氚滞留时间 (天)	38
氡滞留时间 (天)	2

表 4.6-27 放射性气体废物处理系统（WGS）设备参数

泵		
取样泵		
数量	2	
类型	隔膜泵	
热交换器		
气体冷却器		
数量	1	
类型	双盘管式	
设计压力 (MPa)	1.03	1.96
设计温度 (°C)	94	94
设计流量 (m ³ /h)	1.84	0.03
进口温度 (°C)	52.7	4.4
出口温度 (°C)	4.5	5.2
材料	不锈钢	不锈钢
箱体		
(活性炭) 保护床		
数量	1	
类型	立管式	
有效容积 (m ³)	0.21	
设计压力 (MPa)	1.03	
设计温度 (°C)	94	
材料	不锈钢	
(活性炭) 延迟床		
数量	2	
类型	弯曲立管式	
有效容积 (m ³)	0.21	
设计压力 (MPa)	1.03	
设计温度 (°C)	94	
材料	不锈钢	

表 4.6-27 放射性气体废物处理系统（WGS）设备参数（续）

气水分离器	
数量	1
类型	立式
有效容积 (m ³)	0.01
设计压力 (MPa)	1.03
设计温度 (℃)	94
材料	不锈钢

表 4.6-28 预期固体废物量（单机组）

湿废物		
一回路树脂（包括废树脂和湿活性炭）	10.2 ⁽²⁾	35.2 ⁽⁴⁾
化学废液	9.91	19.82
冷凝液精处理树脂 ⁽¹⁾	0	5.83 ⁽⁵⁾
蒸汽发生器排污 ⁽¹⁾⁽⁵⁾ 介质（树脂和过滤膜）	0	15.30 ⁽⁵⁾
一回路过滤器（包括中、低放过滤器滤芯）	0.06 ⁽³⁾	0.06 ⁽³⁾
湿废物总量	20.17	76.21
干废物		
可压实干废物	134.5	205.58
不可压实干废物	6.63	13.26
混合固体废物	0.14	0.28
干废物总量	141.28	219.12
干、湿废物总量	161.45	295.33

注:

1. 由一回路向二回路泄漏（如蒸汽发生器传热管泄漏）产生的二回路放射性树脂和过滤膜。
2. 预期活度基于 ANSI 18.1 中的反应堆冷却剂源项。
3. 预期活度是基于上游离子交换器中 10% 的树脂破碎和迁移到滤芯上。
4. 相当于燃料元件包壳破损率 0.25% 时的反应堆冷却剂源项。
5. 估计的体积和活性是保守的。树脂和膜随同电离除盐装置一起去除，不作为湿废物贮存。

表 4.6-29 放射性固体废物处理系统（WSS）的主要设备

贮槽	
废树脂接收槽	
数量	2
总容积	8.6 m ³
类型	立式、圆锥形底部、碟型封头
设计压力	0.1 MPa
设计温度	66 ℃
材料	不锈钢
泵	
树脂混合泵	
数量	1
类型	气动隔膜式
设计压力	0.86 MPa
设计温度	66 ℃
设计流量	22.7 m ³ /h
设计扬程	48.8 m
供气压力	0.69 MPa
耗气量	3.75 m ³ /min
材料	泵体为不锈钢，隔膜为 Buna N 材料
树脂输送泵	
数量	1
类型	螺杆自吸容积泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	66 ℃
设计流量	22.7 m ³ /h
材料	泵体为不锈钢

表 4.6-29 放射性固体废物处理系统（WSS）的主要设备(续)

过滤器	
树脂碎片过滤器	
数量	1
类型	自内向外流经滤芯
设计压力	1.03 MPa
设计温度	66 ℃
设计流量	27.3 m ³ /h
过滤效率	10 微米
材料	不锈钢壳体的褶皱聚丙烯滤芯
取样装置	
树脂取样装置	
数量	1
类型	直列式取样装置，正排量取样收集和便携式取样瓶
材料	不锈钢和 EPDM 湿性材料

表 4.6-30 SRTF 主要系统设备清单

水过滤器滤芯处理系统(FCS)设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	屏蔽转运装置	1 个, $\phi 1050 \times 1580$
2	挂车	1 辆
3	直立单臂吊车	1 台, 载重 2t
4	远距离控制单轨吊车	1 台, 载重 3t
5	200L 桶专用抓具	1 个

通风过滤器滤芯/干废物/混合废物处理系统 (HVS) 设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	干废物分拣装置	1 台尺寸: 11m \times 3.3m \times 2.6m 预压吨位: 8t
2	通风过滤器滤芯 预压实装置	1 套 每小时至少处理 5 个
3	含水干废物多桶 干燥装置	3 套蒸发速率: 6L/h
4	壁式悬臂起重机	2t
5	钢桶推车	3 辆
6	超级压实机 (合用)	1 套 超压吨位: 2000t (可调节)
7	灌浆站 (合用)	1 套 每小时至少处理一个 200L 桶
8	优选站 (合用)	1 个
9	放射性剂量检测装置(合用)	1 套

表 4.6-30 SRTF 主要系统设备清单（续）

废树脂处理系统（RES）设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	屏蔽转运装置	1 个（自带脱水泵） 容积：1 m ³ /个
2	废树脂缓冲罐	2 个，容积：6 m ³ /个
3	废树脂计量罐	2 个，容积：0.6 m ³ /个
4	废树脂冲排水罐	2 个，容积：8 m ³ /个
5	废树脂转运泵	2 个，流量：12 m ³ /h 扬程：40m
6	废树脂干燥装置	1 套，容积：500L 工作压力：30~ 6 kPa 加热温度：~160 ℃
7	200L 桶加盖装置（合用）	1 个

表 4.6-30 SRTF 主要系统设备清单（续）

化学废液处理系统（CTS）设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	屏蔽转运装置	1 个容积：10 m ³
2	化学废液缓冲罐	2 个容积：20 m ³
3	化学废液烘干装置	1 套蒸发速率：4L/h
4	蒸发装置	1 套，蒸发速率：70L/h
5	蒸残液箱	1 个，容积：2.4m ³
6	给料箱	1 个，容积：2.0m ³
7	蒸发冷凝液箱	1 个，容积：1.0m ³
8	自清洗过滤器	1 个
9	化学添加装置	3 套
10	固化站（合用）	1 套

表 4.6-30 SRTF 主要系统设备清单 (续)

洗衣房系统设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	洗衣机	5 台, 容量: 100kg
2	洗衣机	1 台, 容量: 50kg
3	洗鞋机	3 台, 容量: 100kg
4	烘干机	6 台, 容量: 100kg
5	烘干机	2 台, 容量: 50kg
6	烘鞋机	4 台, 容量: 72 双
7	洗衣废水箱	3 台, 容量: 60m ³
8	废水排放泵	2 台, 流量: 30m ³ /h 扬程: 38m

废物暂存库设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	3t 遥控起重机	1 台, 3t
2	20t 遥控起重机	1 台, 20t
3	钢桶支架	若干
4	支撑钢架	若干
5	200L 桶专用抓具	1 个

表 4.6-31 厂址废物处理设施（SRTF）处理单机组废物流表

废物流	每机组 每年废物产生量	1 级处理	2 级处理	包装/灌浆	每年产生 200L 桶数量	减容 因子	送至处置场包 装体形式	最终包装 体体积	预期表面剂量率
过滤器滤芯	0.06m ³ (6 个)	将过滤器滤芯装入 200L 钢桶	×	是	6	1 ^[1]	200L 钢桶	1.2 m ³	>2mSv/h
通过滤芯滤芯	3.59 m ³ ^[2]	破碎、预压装入压实桶	超压	是	2	3.2	200L 钢桶	0.4 m ³	≤2mSv/h
可压实废物	130.92 m ³	分拣、预压装入压实桶	超压	是	128	5.13	200L 钢桶	25.6 m ³	≤2mSv/h
不可压实废物	6.63 m ³	分拣装入 200L 钢桶	×	是	35	0.75	200L 钢桶	7.0 m ³	≤2mSv/h
废树脂（一回路）	10.2 m ³	脱水、干燥装入 200L 钢桶	×	否	26	1.41	混凝土容器 ^[3]	13.8 m ³	>2mSv/h
化学废液（核岛）	9.91 m ³	蒸发+烘干（假设 1% 固体含量）	×	否	1	75	混凝土容器 ^[3]	0.6 m ³	>2mSv/h
化学废液（SRTF）	3.33 m ³	蒸发+烘干（假设 1% 固体含量）	×	否					
化学废液（热车间）	7.5 m ³	蒸发+烘干（假设 1% 固体含量）	×	否					
预期工况下每年每机组的总桶装量（200L 钢桶）约：198 桶 预期工况下每年每机组的总废物量约：48.6m ³									

注： [1] 该减容比指一个 200L 钢桶内装的滤芯数量。

[2] 通过滤芯滤芯清洁解控比例按 80% 考虑。

[3] 混凝土容器为方形容器，可装入 4 个 200L 钢桶，体积约为 2.13m³。

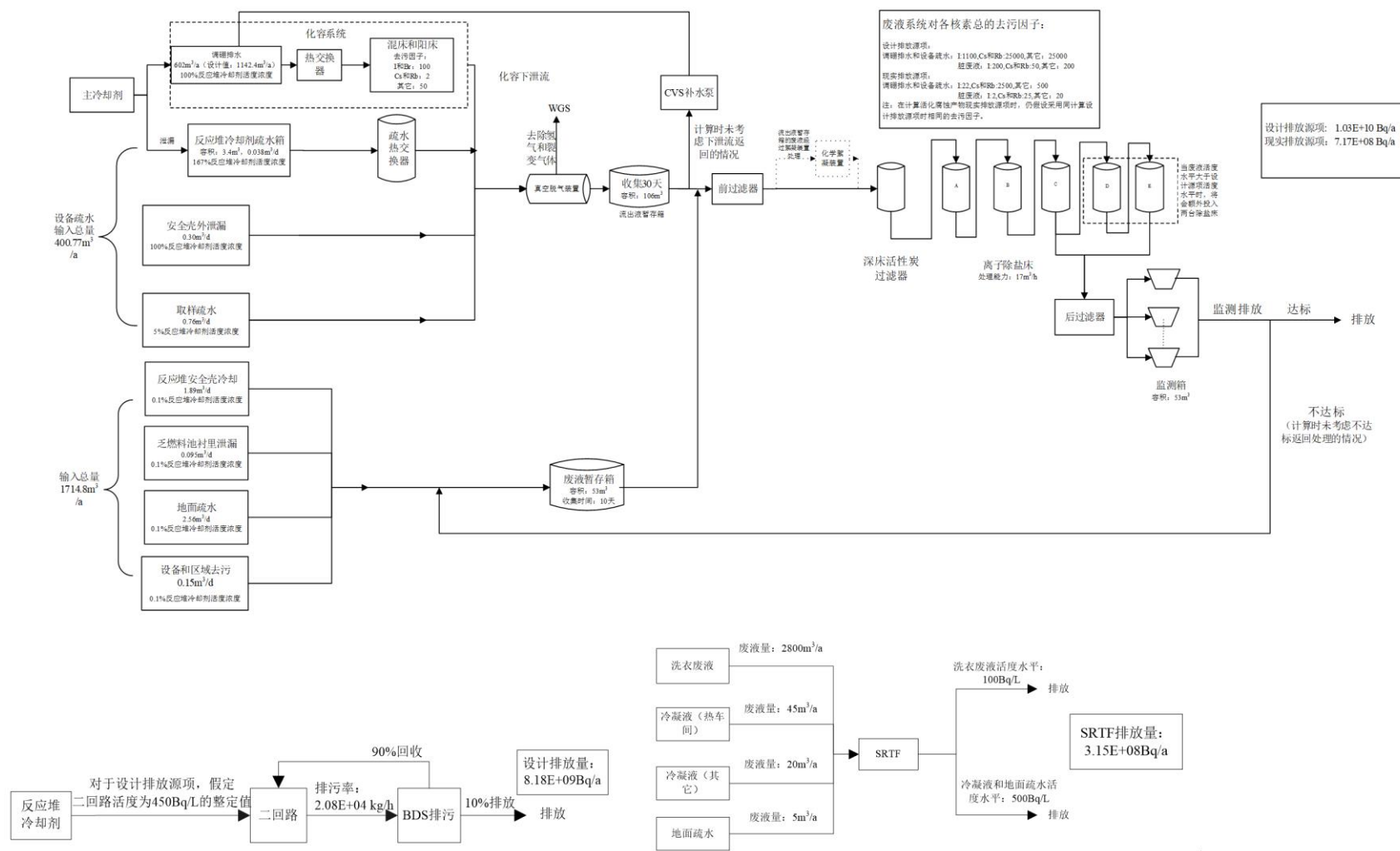
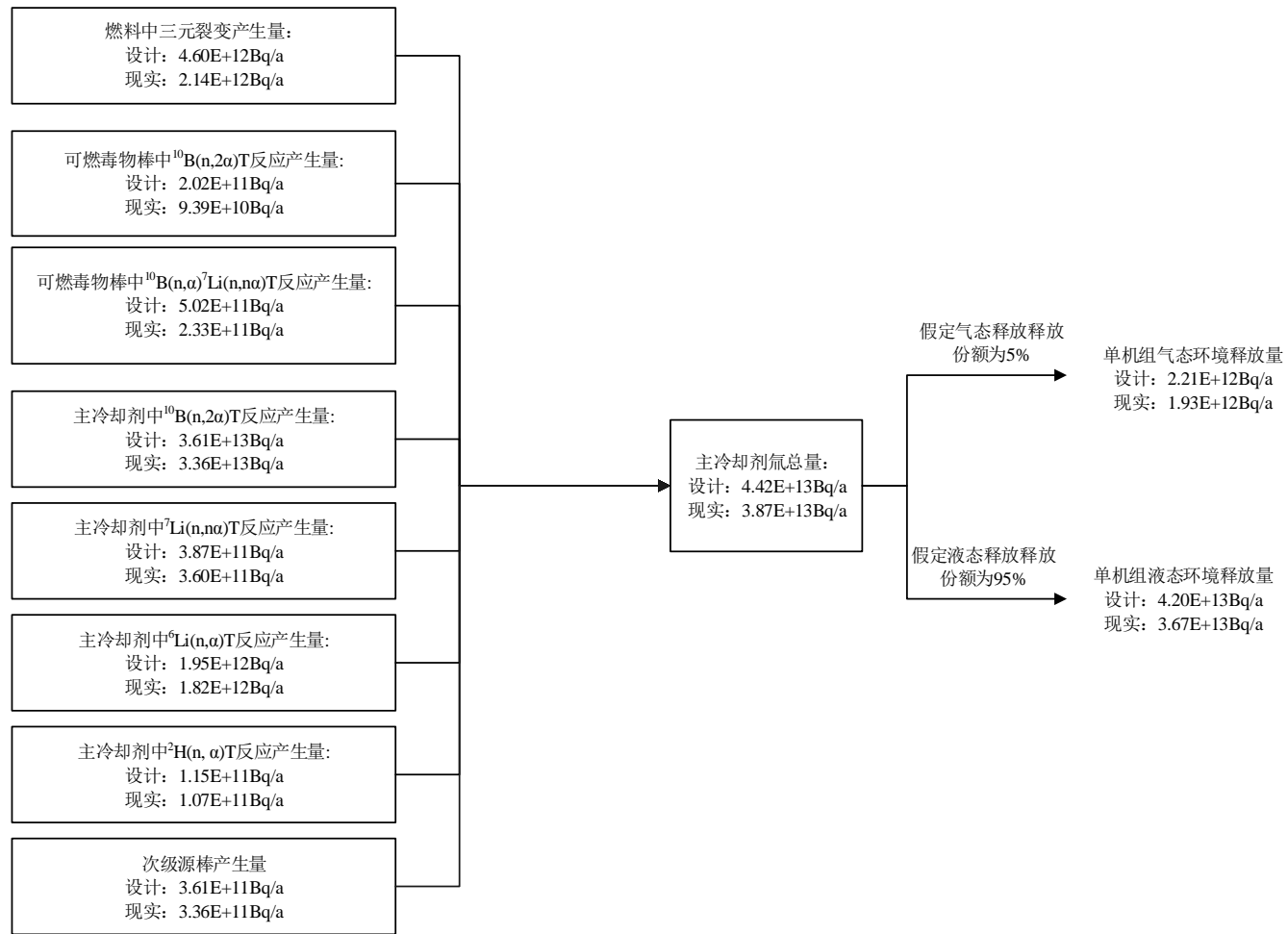


图 4.6-1 除氬和 C-14 外其它核素通过液态途径的排放量衡算图



注：在计算氡的现实源项时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

图 4.6-2 氡的放射性排放量衡算图

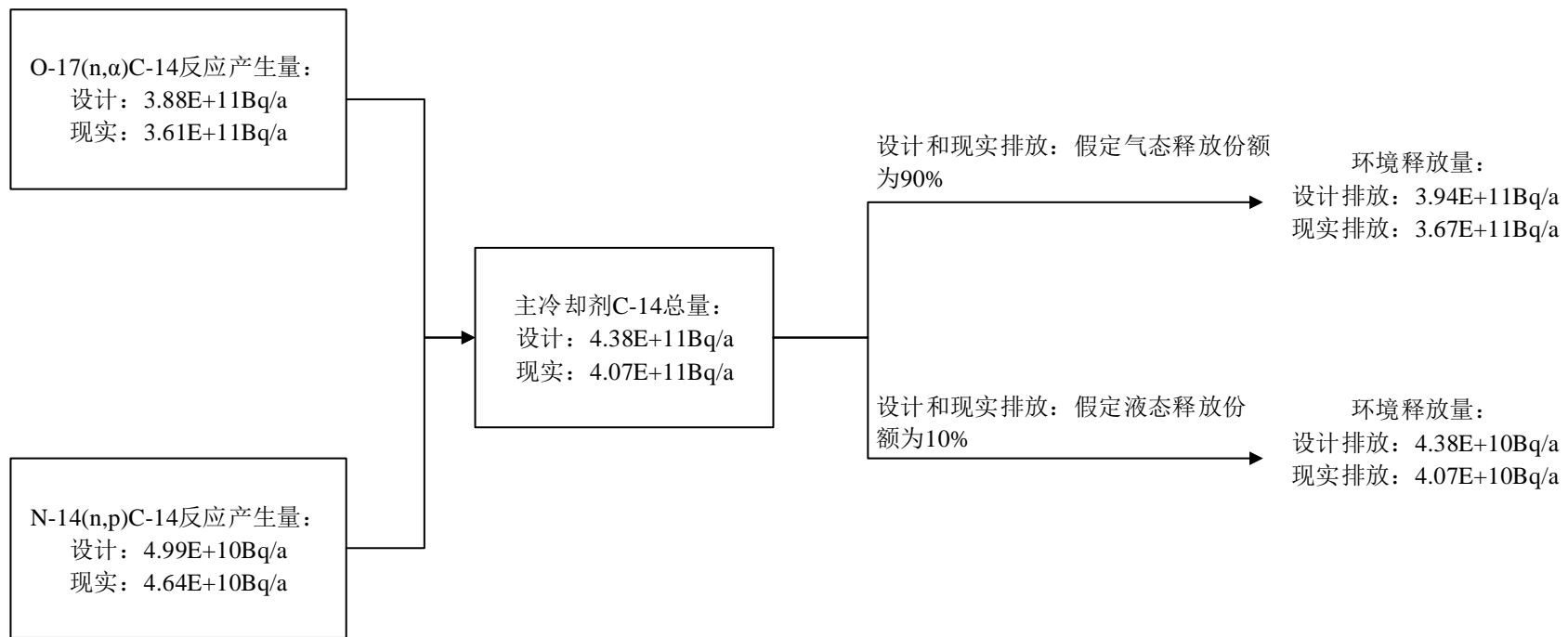


图 4.6-3 C-14 的放射性排放量衡算图

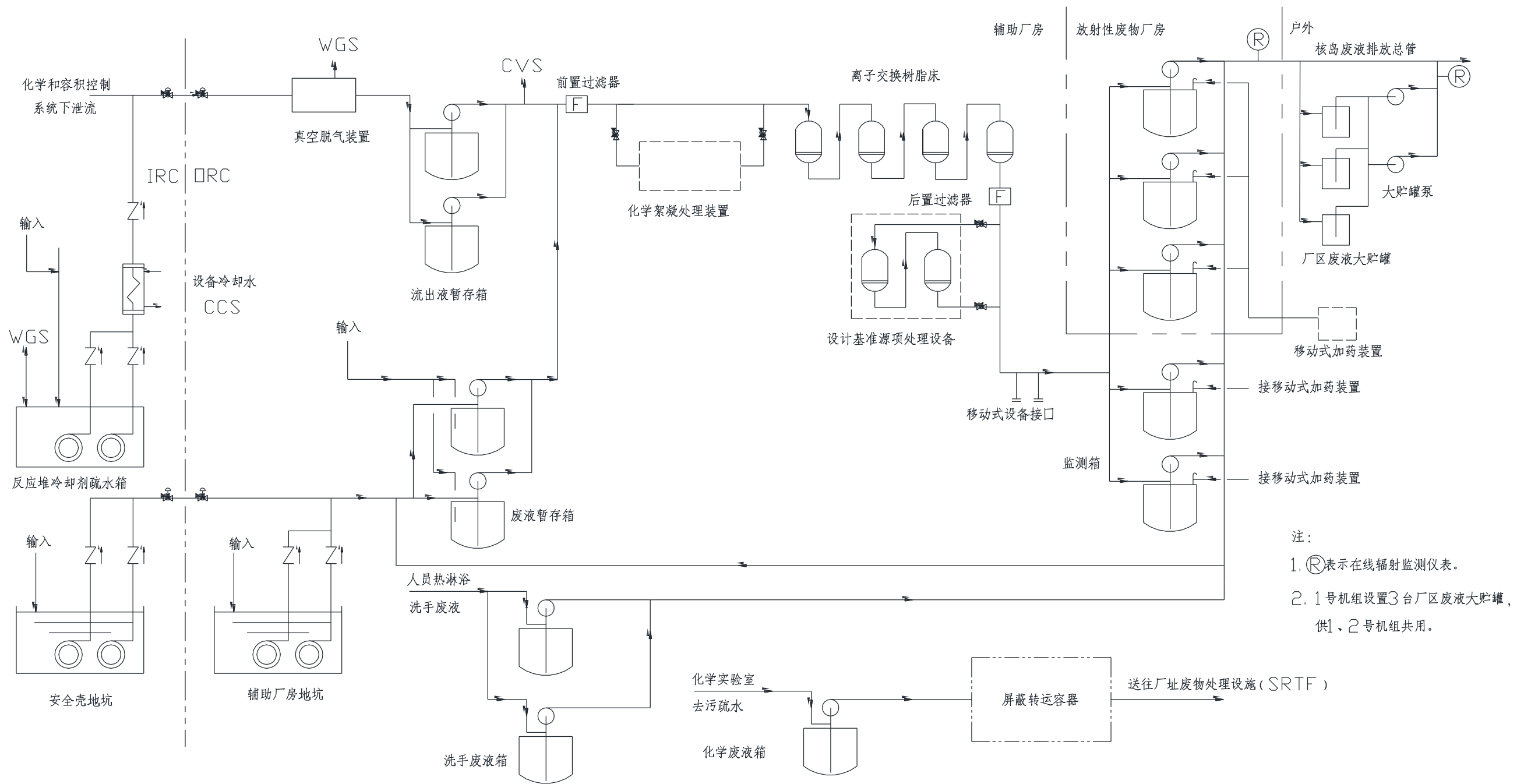


图 4.6-4 放射性液体废物处理系统 (WLS) 流程简图

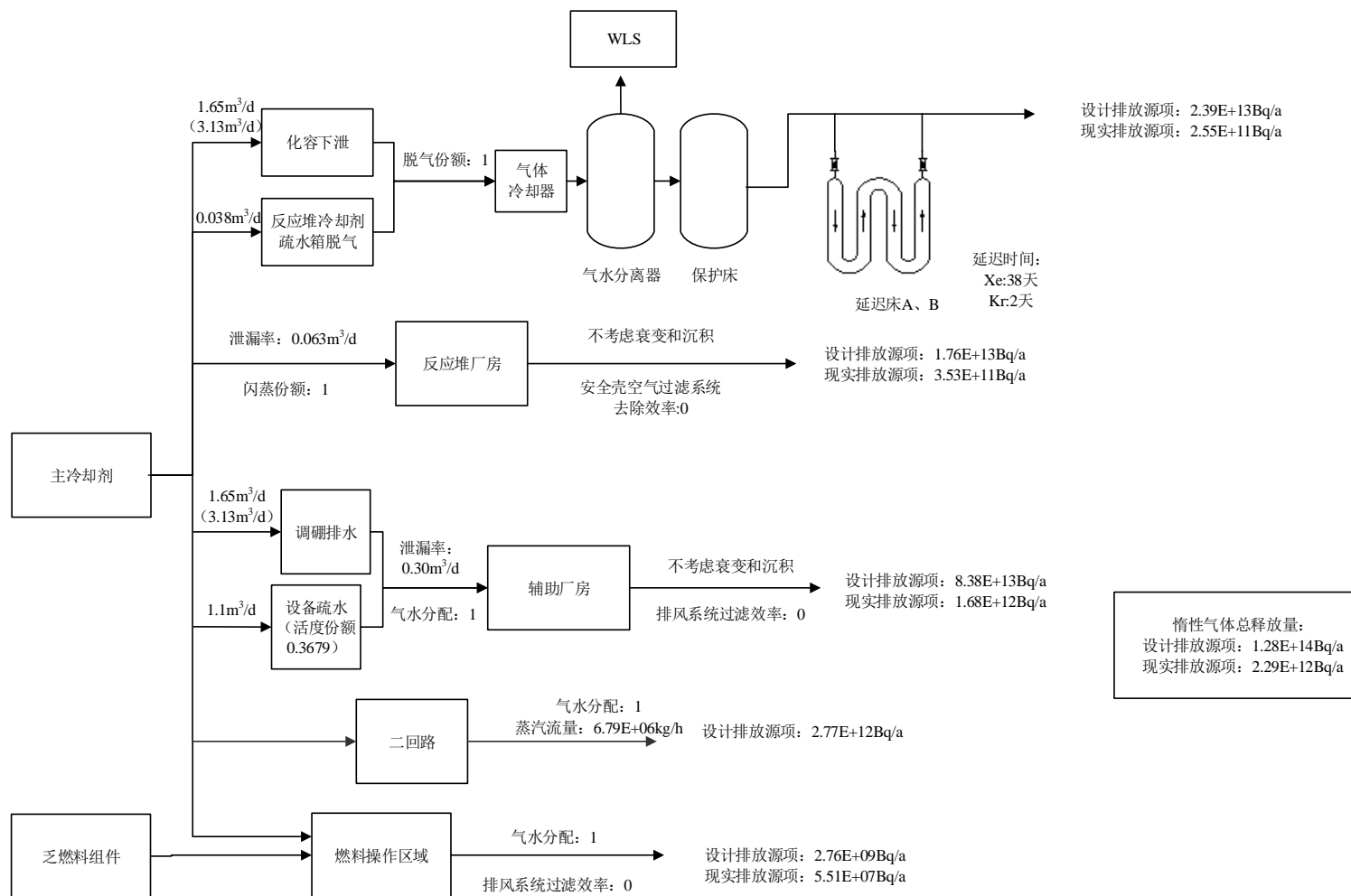


图 4.6-5 惰性气体的放射性排放量衡算图

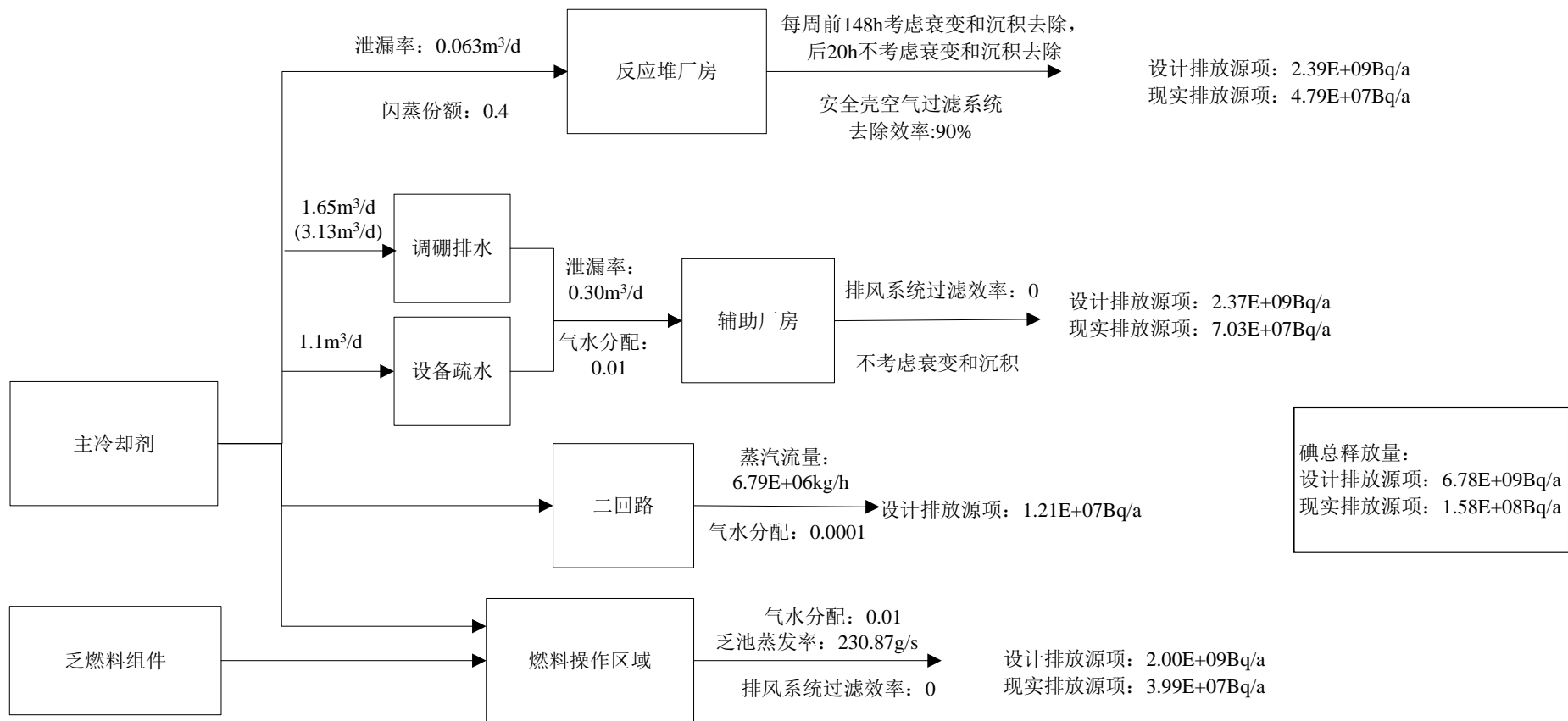


图 4.6-6 碘通过气态途径的排放量衡算图

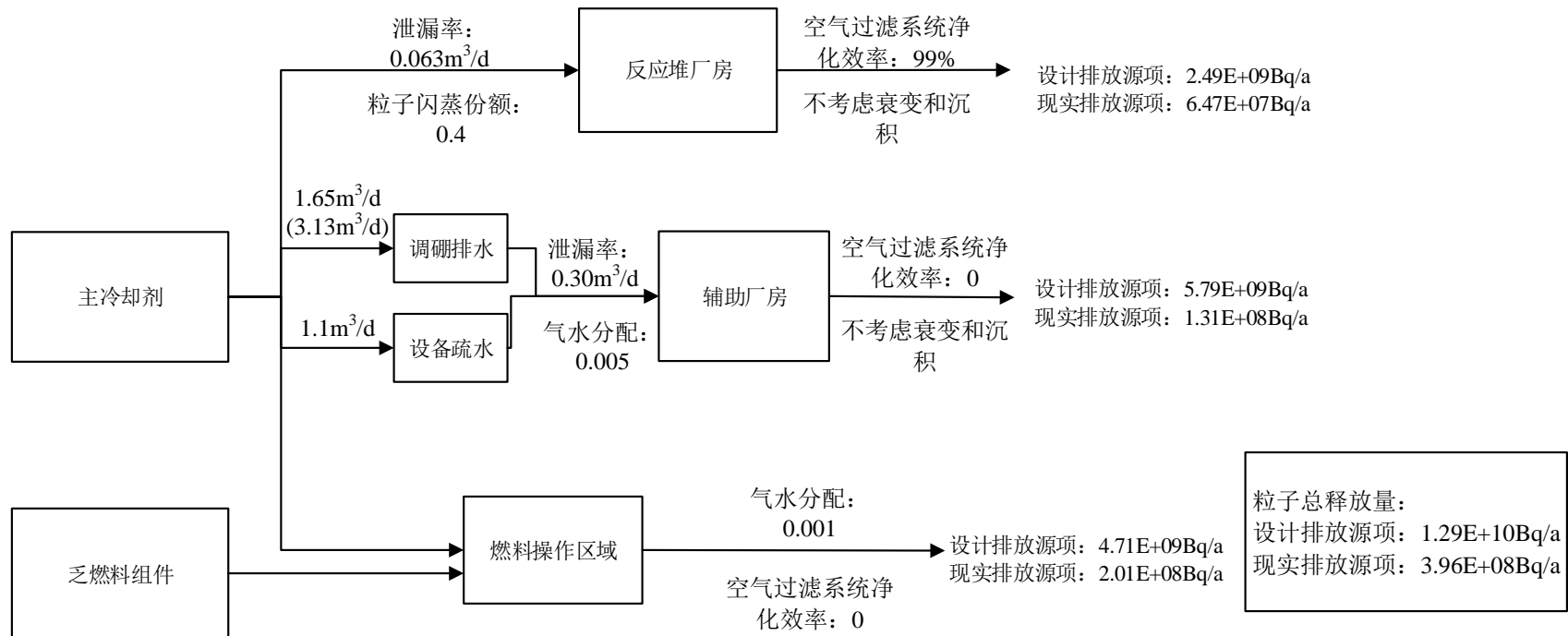


图 4.6-7 粒子的气态放射性排放量平衡图

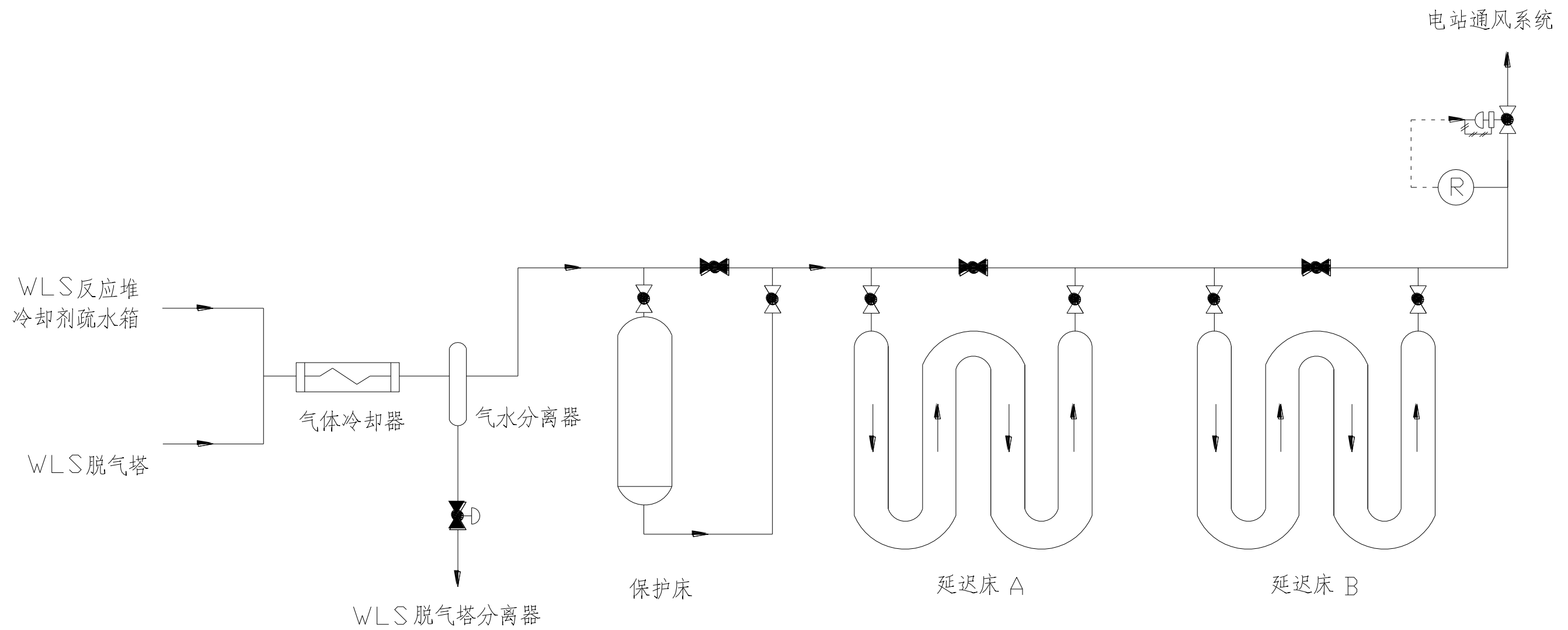


图 4.6-8 放射性气体废物处理系统（WGS）流程简图

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

广东廉江核电项目1、2号机组工程2台CAP1000核电机组在运行期间排入环境的主要化学物质的名称、用途、年平均和最大使用量、排放方式、排放浓度及年排放总量，见表4.7-1。

电厂在凝结水精处理、海水淡化、除盐水处理、循环水加药、常规岛化学药剂供给等系统运行过程中将使用化学物质。各系统工艺及化学物质使用情况如下：

(1) 凝结水精处理系统

凝结水精处理系统在机组启停及异常运行期间能从凝结水中除去微量的离子态杂质和腐蚀产物，缩短机组启动时间，维持正常运行以及在凝汽器管材泄漏时确保在一定时间内有计划地停机。工艺流程为：凝结水泵→阳床→树脂捕捉器→混床→树脂捕捉器→升压泵→凝结水系统。

该系统中使用的化学物质是盐酸和氢氧化钠，主要用于树脂再生，其排放物为再生过程产生的酸碱性废水，酸碱性废水经过曝气中和处理后pH=6~9，排入生产废水系统（WWS）统一排放，曝气中和处理流程图见图4.7-1。每台机组凝结水精处理系统的再生废水池容积为600m³，混凝土制，共配置2台出力为200m³/h的废水中和泵。

按凝结水精处理系统连续运行计算，年使用30%盐酸约2130t，30%氢氧化钠852t。

(2) 海水淡化系统

海水淡化系统用于将海水转化为淡水，提供核电厂运行期间生活水、消防水、生产正常用水等。结合水质分析资料、全厂用水量，并经过综合比较后，海水淡化系统暂按膜法工艺设计，具体工艺流程如下：经过预处理的海水→海水超滤给水泵→海水自清洗过滤器→海水超滤装置→超滤水箱→海水反渗透给水泵→海水反渗透保安过滤器→海水反渗透高压泵→海水反渗透装置→咸水箱→淡水反渗透给水泵→淡水反渗透保安过滤器→淡水反渗透高压泵→淡水反渗透装置→工业水池。

海水淡化系统设计出力为400t/h。海水反渗透膜的脱盐率99.3%（一年内），99.0%（三年内），回收率45%；淡水反渗透膜的脱盐率98%（一年内），95%（三年内），回收率85%。

该系统中使用的化学物质有凝聚剂、助凝剂、次氯酸钠、阻垢剂，主要用于海水预处理的絮凝、阻垢和杀菌过程，以及防止反渗透膜结垢，其加入系统后随着处理工艺消耗，无外排。按海水淡化系统连续运行计算，年使用100%凝聚剂约640.5t，100%助凝剂8.48t，100%阻垢剂34t，10%的次氯酸钠溶液约1708m³。此外，NaHSO₃投加在反渗透装置前除去水中余氯，按10%的NaHSO₃溶液计算，年最大用量约为41m³。系统还使用酸、碱类药剂作为化学清洗剂，超滤、反渗透装置化学清洗废水量约0.5m³/h，采用淡水进行冲洗，单次化学清洗最大产生废水量约40m³。

(3) 除盐水处理系统

除盐水处理系统的功能是处理来自淡水供应系统的水，为常规岛、核岛和BOP等项目提供符合水质和水量要求的除盐水，处理后的除盐水输送至除盐水储存和分配系统及凝结水精处理系统。

本工程淡水水源为九州江地表水，由于1、2号机组九州江取水率的可靠性不高，所以本期同步建设的海水淡化系统除为二期工程2台机组提供正常运行的淡水水源之外，同时作为1、2号机组工程的备用淡水水源。除盐水处理系统采用超滤+反渗透+一级除盐+混床的处理工艺。具体工艺流程为：水工原水预处理站来水→超滤给水泵→超滤装置→超滤水箱→RO给水泵→RO保安过滤器→RO高压泵→RO装置→RO水箱→逆流再生阳离子交换器→除二氧化碳器→中间水箱→逆流再生阴离子交换器→混床→除盐水箱→除盐水管自流或除盐水泵→主厂房及其它除盐水用户。

该系统中使用的化学物质是盐酸和氢氧化钠，主要用于树脂再生，其排放物为再生过程产生的酸性废水，酸性废水经过曝气中和处理后pH=6~9，排入WWS统一排放。除盐水处理系统的再生废水池容积为150m³，混凝土制，设为2座，共配置2台出力为100m³/h的废水中和泵，设备布置在除盐电站外。

按除盐水处理系统连续运行计算，年使用30%盐酸约33t，30%氢氧化钠53t。

(4) 循环水加药系统

循环水加药系统采用电解海水的方式制取次氯酸钠，用以抑制藻类、贻贝的生长，保证凝汽器和热交换器良好的传热性能。工艺流程为：循环水泵出水母管来海水→海水预过滤器→海水升压泵→自动冲洗过滤器→次氯酸钠发生器→次氯酸钠贮存罐→循环水泵进水流道。贮罐内的次氯酸钠溶液靠重力自流至循环水

泵房前池。

该系统中使用的化学物质主要是次氯酸钠溶液，主要用于海水杀菌灭藻，其加入系统后随循环水外排至大海。按循环水加药系统连续运行计算，年产生1.6g/L的次氯酸钠溶液约 $3.53 \times 10^6 \text{m}^3$ 。

(5) 常规岛化学药剂供给系统

常规岛化学药剂供给系统将所需的化学药品注入凝结水、给水、闭式水以及蒸汽发生器排污系统，维持系统的合适水化学工况，以使这些系统腐蚀和结垢倾向减至最低。

系统包括加氨装置一套，用于给水、凝结水、闭式水和湿保养期间的加药；加联氨装置一套，用于给水、凝结水、闭式水和湿保养期间的加药，氨水和联氨加入系统后随着处理工艺消耗，无外排。

该系统中使用的化学物质主要是氨水和联氨，年使用25%氨水约400t，40%联氨约50t。

(6) 硼酸的排放

本项目没有硼回收系统，但放射性液体废物处理系统（WLS）设计预留了硼处理接口。由于调硼动作造成的化学和容积控制系统下泄流以及泄漏出的反应堆冷却剂中的硼进入放射性液体废物处理系统（WLS），并最终随液态流出物一起与循环水排水掺混后排放。预计本项目单台机组每年排放的硼质量约为2吨。

4.7.2 生活废物

核电厂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分类收集处理。在核电厂非控制区及厂外附属、辅助区产生的非放射性固体生活垃圾应按规定收集暂存并送到指定的垃圾场处理。

核电厂产生的生活污水由生活污水处理设施处理。

4.7.3 其他废物

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，其中常规岛及 BOP 部分使用的非放树脂总量约为 470t，这些树脂根据使用情况约 3~5 年更换一次，平均每年产生废物约 100t。

危险废物贮存设施目前考虑布置在厂区化学品库。目前危险废物贮存设施正在设计，将在厂区内建设，危险废物贮存设施的设计将参照 GB18597-2001 要求

及修改单中的相关规定开展，其中包括：危险废物贮存于专用厂房内；各类危险废物分类存放并置于符合规定的容器内；厂房内加装排风机以保持厂房内通风良好，以减少挥发出的有害气体积聚；地面水泥硬化，并考虑防渗措施。

表 4.7-1 电厂各系统主要化学物质

系统	主要化学物质	药品浓度	主要用途	年平均使用量	年最大使用量	排放方式	年排放量
凝结水精处理系统 (CPS)	盐酸	31%	精处理系统阳树脂再生	/	约 2130t (按 CPS 连续运行计, 年利用小时数为 7000h 计)	使用过的酸碱经过中和后, 成为 pH=6~9 的酸碱废水 (主要成分为 NaCl, NaOH 等)	废水量约为 $2.1 \times 10^5 \text{m}^3$
	氢氧化钠	32%	精处理系统阴树脂再生	/	约 852t (按 CPS 连续运行计, 年利用小时数为 7000h 计)		
海水淡化系统 (WDS)	凝聚剂	100%	絮凝	/	640.5t	加入系统后随处理工艺消耗, 无外排; 浓盐水含盐量约为 54.7g/L, 超滤、反渗透装置化学清洗废水量约 $0.5 \text{m}^3/\text{h}$ 。	浓盐水年排放量约为 $4.03 \times 10^6 \text{m}^3$
	助凝剂	100%	絮凝	/	8.48t		
	次氯酸钠	10%	杀菌	/	1708m^3		
	阻垢剂	100%	阻垢	/	34t		
	NaHSO_3	10%	去除余氯	/	41t		
	酸、碱类药剂	/	化学清洗	/	/		
除盐水处理系统 (DTS)	盐酸	30%	阳、混床再生	/	约 33t	使用过的酸碱经过中和后, 成为 pH=6~9 的酸碱废水 (主要成分为 NaCl, NaOH 等)	废水均回用至海水预处理系统斜板沉淀池的入口, 无外排
	氢氧化钠	30%	阴、混床再生	/	约 53t		
	阻垢剂	100%	阻垢	/	13t		
	NaHSO_3	10%	去除余氯	/	16t		
	酸、碱类药剂	/	化学清洗	/	/		
循环水加药系统 (WIS)	次氯酸钠	1.6g/L	循环水杀菌	/	次氯酸钠溶液: 约 $3.53 \times 10^6 \text{m}^3$	由于海水排水管线长度约 11.5km, 距离很长, 次氯酸	循环水系统排入大海的

						钠已消耗，所以循环水系统 排入大海的余氯约为 0mg/L	余氯约为 0mg/L
常规岛化学药 剂供给系统 (CFS)	氨水	25%	维持 水化学工况	/	约 400t	加入系统后随 处理工艺消耗，无外排	/
	联氨	40%		/	约 50t		

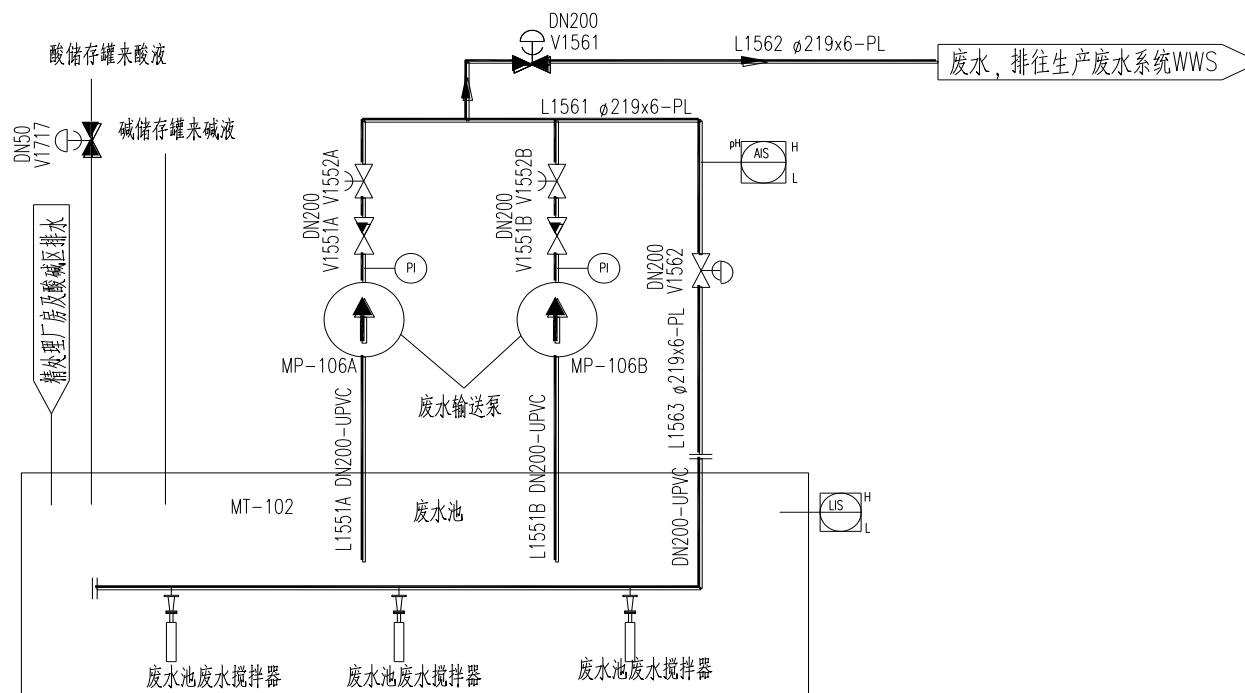


图 4.7-1 酸碱性废水曝气中和处理流程图

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

本工程的首炉和换料组件将由国核铀业发展有限责任公司供货，国核铀业委托中核包头核燃料元件股份有限公司开展燃料组件制造活动，该燃料厂具备每年约 740 组燃料组件的制造能力，能够满足本工程需求。

4.8.1.1 新燃料运输容器

新燃料组件在运输过程中应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国际运输管理导则的要求，并应满足《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》（国家环保部令 第 11 号令）和《放射性物质安全运输规程》（GB 11806-2019）的规定。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， $k_{\text{eff}} < 0.95$ 。

新燃料组件和相关组件存放在专用的新燃料组件和相关组件运输容器内运输。运输容器起减震、防止受外界碰撞等保护作用，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。

4.8.1.2 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、公路等不同的组合方案运至本核电厂现场，可选取全程公路运输或“铁路+公路”联运的方案，其中前者为优先考虑方案。

4.8.1.3 新燃料的厂内运输

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运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（借助于新燃料组件操作工具）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水池底部，再用燃料抓取机（借助于乏燃料组件操作工具）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。

新燃料的接收操作在核岛辅助厂房的新燃料接收和检查区进行。

现场接收新燃料运输容器后，首先进行外部检查，并确认商标、标记以及安全铅封均完好。当容器打开后，检查安装在其内部的震动监视器，确认运输过程中的震动没有超过设计限值。

从运输容器中取出燃料组件时，借助于新燃料开箱操作台，检查其塑料包装，确认没有受损。然后，去掉包装材料，对整个新燃料组件进行目测检查。

根据设计的详细步骤，用燃料抓取机将新燃料组件逐一转运至新燃料贮存格架中或转运到新燃料升降机里，经升降机下降到乏燃料水池中，然后转运并存放在乏燃料贮存格架中，或转运至燃料运输设备的燃料篮内。

重复上述贮存操作过程，直至所有新燃料组件全部放入贮存格架内。

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。

4.8.2 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水池旁。

乏燃料组件通常贮存在乏燃料水池中，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。卸掉容器外盖，给容器充水排气。
- 3) 将乏燃料运输容器吊运至充满水的装料池中，先在中转平台换钩再下放到装料池底部，卸掉容器内盖。
- 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) 重复上述两步步骤直至装满乏燃料运输容器，将运输容器内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，进行内盖密封，充气排水、干燥、充氦气和外表面冲洗等处理措施，安装外盖并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。

4.8.3 放射性固体废物的转运

4.8.3.1 放射性固体废物的场内转运

核岛无法直接处理的各类放射性废物，将根据其废物类型，采用适宜的运输形式，转运至厂址废物处理设施（SRTF）进行处理。废物类型主要包括废树脂、水过滤器滤芯、化学废液及其他废物。每台机组废物厂内运输方式、单批次转运量及转运次数的信息，参见表 4.8-1。

放射性各类废物转运至 SRTF 后，通过对应的处理工艺，最终以 200L 钢桶的包装形式在厂址废物处理设施的废物暂存库内进行中间贮存，暂存期间废物桶外不另设屏蔽外包装，在外运送至最终处置场时再根据废物表面剂量水平加装外屏蔽桶。

废物暂存库内放射性废物分区储存。废物暂存库具有暂存全厂址 5 年内产生的放射性废物的能力。电厂处理产生的最终废物包装体符合 GB 9132-2018《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》。这些废物桶最终将运至国家区域处置场作最终处置。

废物暂存库内废物经过 5 年暂存后，最终根据我国低、中放废物近地表处置场规划，由转运卡车运至相应国家区域处置场设施进行集中处置。整个废物转运过程遵照 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》执行，保证转运工作人员的安全，并尽量避免核废物运输对公众的影响。

4.8.3.2 放射性固体废物的厂外运输

各类放射性废物转运至厂址废物处理设施（SRTF）后，通过对应的处理工艺，以 200L 钢桶的包装形式，在 SRTF 的废物暂存库内进行中间贮存，期间不另设屏蔽外包装。在外运送至最终处置场时，根据废物表面剂量水平，加装屏蔽外包装，符合《GB 9132-2018 低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》的要求后，运至国家区域处置场作最终处置。

关于本项目低、中水平放射性固体废物的最终处置，拟从以下三个方向开展工作：

（一）国家规划层面

国内核电业主（包括中国核工业集团有限公司、中国广核集团有限公司、国家电力投资集团有限公司）以及甘肃省拟共同出资成立合资公司在甘肃金塔新建一座低中放固体废物处置场，处置全国范围内产生的中低放废物，处置场前

期工作由中核清原环境技术工程有限责任公司负责。根据《龙和近地表处置场一期一阶段建设项目环境影响报告书（申请建造阶段）》（2021.3），龙和近地表处置场（以下简称“龙和处置场”）位于甘肃省酒泉市核技术产业园的核技术产业生产区（低污低放类），主要服务于我国核电厂和其他领域产生的低放固体废物集中处置。处置场拟采用近地表面单元格处置形式，规划总处置容量 100 万立方米，拟分五期建设（一期处置容量 24 万立方米，二期处置容量 24 万立方米，三期处置容量 20 万立方米，四期处置容量 18 万立方米，五期处置容量 14 万立方米），并形成低放废物接收与贮存能力 4000 立方米。其中一期一阶段规划处置容量 4 万立方米。

龙和处置场作为全国范围低水平放射性废物处置的兜底方案，可以作为本项目低、中水平放射性固体废物的最终处置去向之一。

（二）省级规划层面

广东北龙处置场于 2000 年在广东省建成，规划容量 24 万立方米，首期建成 8800 立方米，目前主要用于大亚湾核电基地的核电废物暂存。公司拟准备与北龙处置场运营方沟通，研究其作为本项目低、中水平放射性固体废物最终处置去向的可行性。

（三）国家电投集团层面：

国家电投集团也在积极谋划布局国内低、中水平放射性固体废物集中处置场址，并与山东省有关部门进行了初步接洽，研究将其作为本项目低、中水平放射性固体废物最终处置去向的可行性。

后续将根据《放射性废物安全管理条例》（2011 年 12 月 20 日中华人民共和国国务院令第 612 号）的要求，结合现有放射性固体废物处置场所和选址规划的实际况，确定本工程的放射性废物最终处置的方案和计划，并论证运输方式和路线的可行性。

表 4.8-1 单机组放射性废物厂内运输相关信息

废物类型	运输容器	单批次转运量	转运次数/一个燃料周期
废树脂	废树脂屏蔽转运装置	0.8m ³	约 15 次
水过滤器滤芯	废滤芯转运装置	1 个滤芯	约 6 次
化学废液	化学废液屏蔽转运装置	10m ³	约 1 次
其他废物	集装箱	12m ³	1 次

第五章 核电厂施工建设过程的环境影响

5.1 土地利用

5.1.1 工程用地概况

厂址拟建6台压水堆核电机组，一次规划，分期建设；本工程为一期工程，拟建设2台CAP1000核电机组。

5.1.1.1 用地概况

本工程厂区建设用地面积约为241.68ha（六台机组，用地面积不包括取排水工程、大件码头、厂外大件运输道路、进厂道路和应急道路等建设用地）。1、2号机组总用地面积约219.40ha，其中拟征地面积约107.68ha，拟租地约111.72ha（包含厂外取排水管线等租地）。用地范围内无工业、商业和矿产资源，也无公共娱乐设施、无名胜古迹及风景旅游区，西南侧的广东湛江红树林国家级自然保护区边界距离厂区边界大于2km。

本项目1、2号机组工程永久占地面积107.6829公顷，包括核岛及常规岛区、BOP 厂房区、升压站、行政管理区、冷却塔区和环境监测站等厂外子项，均为永久占地，占用土地类型（见表5.1-1）主要为农用地（林地），少量建设用地和部分未利用用地；施工临建区（图5.1-1）为临时占地。

5.1.1.2 土石方平衡

本工程厂址的设计基准洪水位为 17.56m，综合考虑地基条件和土石方平衡，本工程厂区与核安全有关的区域，其室外地面设计标高定为 19.00m；道路中心线标高比室外地面设计标高略低；其他部分区域室外地面设计标高略低于 19.00m，初步定为 18.70m；厂前区部分，进厂道路厂内段及其南侧区域室外地面设计标高定为 20.00m，进厂道路北侧区域标高由南向北随地势逐渐变高，由 20.00m 渐变至 24.00m。

据此计算，本工程规划容量（6台机组）内的厂区建设用地（不考虑取排水工程、大件码头、厂外大件运输道路、进厂道路、应急道路和职工倒班宿舍等建设用地）挖方量（实方）为 610.61 万 m^3 （正挖量），填方量为 527.16 万 m^3 ，表层腐殖土工程量估计约 84 万 m^3 ，考虑场地平整工程后，厂区余方约 36.02 万 m^3 ，考虑厂外综合利用。

一期工程厂区建设用地范围内，挖方量（实方）为 329.13 万 m^3 （正挖量），

填方量为 165 万 m^3 ，表层腐殖土工程量估计约 40 万 m^3 ，考虑场地平整工程后，厂区余方 141.13 万 m^3 。

5.1.1.3 施工场地规划

施工生产区包括各类施工生产临建区（核岛土建临建区、核岛安装临建区、常规岛土建临建区、常规岛安装临建区、BOP 施工临建区和冷却塔施工临建区）、砂石料加工厂、砂石料堆场、混凝土搅拌站、大件设备周转场地、安全壳模块拼装场地（以下简称 CV 模块拼装场地）、结构模块拼装场地（以下简称 CA 模块拼装场地）和施工力能区等。

本工程的施工场地主要布置在厂区二、三期工程区域。混凝土搅拌站、砂石料加工厂和堆场布置在厂区东北角、CA、CV 模块拼装场地位于厂区东北侧，主要靠近二、三期工程 4#~6# 机组。施工力能准备区包括施工供水设施和施工供电所，根据水源和电源情况，施工供电所布置在厂区西侧，施工供水设施考虑永临结合布置在水处理厂（30 子项）内部。

5.1.2 主体工程（厂区）施工活动对环境的影响

本节将对本工程主体工程（厂区）施工活动期间的环境影响进行分析。

5.1.2.1 社会环境及环境敏感区域影响

核电厂的建设将永久占用土地。厂址非居住区边界范围内有部分常住居民需搬迁，搬迁完成后，核电厂建设占地将对社会环境的影响十分有限。

本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。

本工程厂址半径 5km 范围内无市级以上历史古迹和风景名胜区，电厂施工不会对本工程所在区域的市级以上历史古迹和风景名胜区产生影响。广东湛江红树林国家级自然保护区影响分析见 5.1.2.6 节。

5.1.2.2 大气环境影响

本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。

1) 工程场地平整阶段

采用山东石岛湾厂址国核压水堆示范工程作为类比厂址。本工程一期工程建设的2台CAP1000机组与山东石岛湾厂址国核压水堆示范工程1、2号CAP1400机组属于同类型机组，工程组成、建设工序基本相同；本工程位于廉江近海区域，地形平坦，与山东石岛湾厂址所在胶东沿岸区域地形相似，且本工程为南方厂址，周边植被分布区域范围大于山东石岛湾厂址所在胶东沿岸区域，有利于阻隔扬尘。因此本工程以山东石岛湾厂址国核压水堆示范工程场地平整阶段施工期环境监测结果开展类比分析是合理的。

类比山东石岛湾厂址国核压水堆示范工程场地平整阶段的监测结果，国核压水堆示范工程场地平整工程于2013年6月1日开工，2014年4月30日完成。根据《山东省环境监测中心站监测报告》（鲁环监（委）字[2014]第74号），2014年3月19日山东省环境监测中心对厂界TSP无组织排放监测结果最大值为 $0.333\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物（TSP）无组织排放监控浓度限值 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

2) 主体工程施工阶段

采用山东海阳核电厂作为类比厂址。本工程为一期工程，建设的2台CAP1000机组与山东海阳核电厂1、2号AP1000机组属于同类型机组，工程组成、建设工序基本相同；本工程位于廉江近海区域，地形平坦，与山东海阳核电厂所在胶东沿岸区域地形相似，且本工程为南方厂址，周边植被分布区域范围大于山东海阳核电厂所在胶东沿岸区域，有利于阻隔扬尘。因此本工程以山东海阳核电厂施工期环境监测结果开展类比分析是合理的。

山东海阳核电厂于2010年第四季度至2011年第三季度开展了施工期环境监测，根据《山东海阳核电厂一期工程施工期监测报告》，厂区无组织废气排放监测结果如下：

1) 2010年第四季度厂区无组织废气排放中 SO_2 、 NO_x 小时值的最大浓度分

别为 $0.041\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.021\text{mg}/\text{m}^3$ ，日均值的最大浓度分别为 $0.041\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.028\text{mg}/\text{m}^3$ ，TSP、PM₁₀ 日均值的最大浓度分别为 $0.362\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.155\text{mg}/\text{m}^3$ ，均符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值的要求；

2) 2011 年第一季度厂区无组织废气排放中 SO₂、NO_x 小时值的最大浓度分别为 $0.017\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.056\text{mg}/\text{m}^3$ ，日均值的最大浓度分别为 $0.010\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.040\text{mg}/\text{m}^3$ ，TSP 日均值的最大浓度为 $0.410\text{mg}/\text{m}^3$ ，均符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值的要求；

3) 2011 年第二季度厂区无组织废气排放中 SO₂、NO_x、TSP 的最大浓度分别为 $0.020\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.052\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.267\text{mg}/\text{m}^3$ ，均符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值的要求。

4) 2011 年第三季度厂区无组织废气排放中 SO₂、NO_x、TSP 的最大浓度分别为 $0.026\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.044\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $0.287\text{mg}/\text{m}^3$ ，均符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值的要求。

《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中表 2 第二时段 SO₂、NO_x、TSP 无组织排放监控浓度限值与《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源 SO₂、NO_x、TSP 无组织排放监控浓度限值相同。厂区无组织废气排放的情况与施工方施工工艺与施工管理方式密切相关。核电厂将严格遵循施工管理的有关要求，加强施工管理，尽可能减少厂区无组织废气的排放。在满足以上条件的情况下，厂区无组织废气排放能满足《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）达标排放的要求。

山东海阳核电厂 2010 年第四季度至 2011 年第三季度的环境敏感点的 TSP 监测值超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，PM₁₀ 等监测值符合标准。由于本项目由于本项目部分居民点、农田、水库距离厂址边界在 300~500m 范围内，因此可能存在施工期间部分时段 TSP 超标情况。对此，本项目建设单位将采取更为严格的大气污染控制措施，进一步减少扬尘对周围环境敏感点的大气影响，确保监测达标。

本工程扬尘影响与工程进度和强度相关，为避免出现厂界 TSP 无组织排放超标，应采取隔板、浇洒（除冬季外）等防尘措施。参考《广东粤电茂名博贺电厂 2*100 万千瓦“上大压小”工程环境影响报告书》施工期扬尘分析，通过减少堆料迎风面积、表面适时洒水或加防护围栏等方式减少堆料场及物料装卸期间的扬尘，

通过对车辆行驶路面适时洒水、物料运输车辆密封等方式减少汽车行驶扬尘，其中对车辆行驶路面洒水4~5次/天，可将汽车行驶产生的扬尘（总扬尘中占比50%以上）减少70%左右且将扬尘污染范围缩小至20~50m。

5.1.2.3 水环境影响

核电厂建设期间对地表水环境（厂区附近水体）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，核电厂建设期间对海洋环境（受纳水体）的污染主要来自于施工期间取排水构筑物的施工影响。后者见 5.2.2.1 节的描述，本节主要针对前者进行分析。

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，其中部分将落入厂址附近的水体，污染水环境，将造成厂址附近水体的地表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。

（1）生活污水：根据《关于确认国核廉江核电项目环评执行标准的函》（廉环函[2017]187号），本工程施工期间生活污水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

根据本工程场平阶段总包方关于场地平整工程施工组织设计的描述，本工程场平期间，设置有办公临建区和生产临建区，其中生产临建区主要有现场办公室、加工车间、仓库、材料堆场、设备停放场、水池、消防沙池和厕所等，生产临建区用水在附近供水网点接驳供水，现场施工用水用洒水车供水；饮用水均采用桶装矿泉水。对于卫生间用水，在卫生间旁修建化粪池，定期请专业人员抽排，做到无生活污水外排。

电厂将在施工期设置生活污水处理装置，用于处理施工建设期间产生的生活污水。电厂主体工程施工期间，厂区将建设专门的生活污水处理站，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》（GB18918-2002）中一级 A 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。生活污水处理站建设完工前，厂区内将建设地埋式临

时生活污水处理设施，用于处理施工人员产生的生活污水，本项目地埋式临时生活污水处理设施投运后，将尽可能用于厂界四周、进厂道路沿线区域浇洒抑制扬尘、绿化浇洒等用途，无法全部回用时不向周边地表水体排放，通过当地环卫部门采用车载方式运送至生活污水集中处理设施处置。

施工单位主要租赁当地民居作为施工临时住所的，生活污水通过当地现有的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。

(2) 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，经处理后达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)中的一级排放标准后部分回用，其余基本消耗，不进行排放。

因此，施工期间产生的水土和材料流失、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。随着施工的结束，水环境质量将得到恢复。

5.1.2.4 噪声影响

1) 施工期施工机械噪声影响分析

本工程建设期间的主要噪声污染源为不同施工阶段所使用的各类施工机械设备运行噪声和运输车辆的交通噪声。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，其中主要噪声源为打桩机，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)，取排水构筑物、管线工程施工的主要噪声源为施工开挖机械等，其声级为70-75dB(A)。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，叠加后的噪声增值约3-8dB(A)，一般不超过10dB(A)。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)无指向性点源几何发散衰减模式：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20 \lg(r / r_0) \quad (5.1-1)$$

式中：

$L_p(r)$ ——距声源 r 处的 A 声级，dB

$L_p(r_0)$ ——声源噪声功率级，dB

r——受声点与声源距离，m

点声源距离衰减情况见表 5.1-2。

项目施工机械最大声功率级按 105dB(A)计算，衰减至 70dB(A)时需要满足的衰减距离为 100m；衰减至 55dB(A)时需要满足的衰减距离为 400m。

本工程东侧的大陂村距离厂址边界最近处约 240m，本工程南侧的南蒙塘距离厂址边界最近处约 600m，本工程西侧的塘仔山村距离厂址边界最近处约 380m，本工程北侧的黄京埔距离北侧施工临建区边界最近处约 140m，距离厂址边界最近处以及临时堆土场边界最近处约 450m。

由于本工程大陂村、塘仔山村、黄京埔等部分居民点距离厂址边界较近，所以在严格控制夜间施工不使用高噪声设备的前提下，为确保本工程昼间施工期产生的噪声不会对周围环境敏感点造成影响，应在厂址边界建立隔声屏障以确保施工场界声环境满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

厂址东侧边界靠近大陂村处设置的隔声屏障的隔声降噪效果建议达到 20dB(A)以上，厂址西侧边界靠近塘仔山村处设置的隔声屏障的隔声降噪效果建议达到 10dB(A)以上，厂址北侧边界靠近黄京埔处设置的隔声屏障的隔声降噪效果建议达到 25dB(A)以上。

隔声屏障的选择和设置将根据现场施工区域特点、施工机械特性等合理选择，确保上述距离厂址边界较近的居民点声环境符合要求。

2) 施工期交通噪声影响分析

运送材料的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)。由于是间断运输，对交通噪声贡献量较小，但为减少道路附近居民点受到噪声影响，本工程施工期车辆运输将合理选择运输时段避开道路高峰时段以及夜间（22:00~6:00）运输，途径居民点等敏感区域时限速行驶，无特殊或紧急情况时禁止鸣笛。

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。

5.1.2.5 固体废物影响

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。

1) 弃土：部分弃土综合利用处理后，厂区内的土石方基本能够平衡，少量弃土堆放至施工场地。

2) 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。

3) 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。

4) 建筑垃圾：施工现场设有建筑垃圾集中堆放场，由施工单位自行运至建筑垃圾集中堆放场堆放。建筑垃圾集中堆放场内的建筑垃圾将集中运往当地垃圾处理场处理。

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。

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。

5.1.2.6 生态环境影响

本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。根据现场踏勘结果及陆生生态调查，厂区内的植被以人工林（桉树）为主，人为活动扰动大，没有名贵的动植物资源。

广东湛江红树林国家级自然保护区位于厂址以西，与厂址最近距离大于 2km。

1) 大气环境影响：施工期大气扬尘影响范围主要在厂址半径 1km 范围内，自然保护区与厂址最近距离大于 2km，基本不受施工期大气扬尘影响。

2) 水环境影响：本项目生产废经处理后达到广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中的一级排放标准后部分回用，其余基本消耗，不进行排放；生活污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，尽可能进行中水回用。本项目严禁污水向自然保护区区域直排，因此不会对自然保护区水环境产生影响。

3) 声环境影响：施工期噪声影响范围主要在厂址半径 1km 范围内，自然保护区与厂址最近距离大于 2km，基本不受施工期噪声影响。

本工程施工期间将采取建筑材料堆放等场所的面源排放控制，合理安排爆破

施工作业以缩小地表振动影响范围等措施，以此避免对广东湛江红树林国家级自然保护区产生影响。总体而言，本工程的建设不会对当地的陆生生态环境造成不良影响。

本工程建设各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。

5.1.2.7 水土流失影响

国核湛江核电有限公司委托中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司编制《国核廉江核电项目（一期工程）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 5.3.3 节的描述内容，均主要依据上述水土保持方案报告书。

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。

5.1.3 主体工程（厂外）施工活动对环境的影响

本节对本工程主体工程（厂外）施工活动期间的环境影响进行分析。

5.1.3.1 施工临建区影响

核电厂为新建核电工程项目，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，此外部分车间开展管件喷漆、上漆等作业。核电厂施工用管件喷漆、上漆等作业时会产生 VOCs 气体，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：开展管件喷漆、上漆等作业的车间采用负压集气罩收集 VOCs 气体并通过废气处理装置吸附过滤后高空排放，车间四周及顶棚做好密封密闭；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）》（GB18483-2001），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》（GB3095-2012）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广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中的一级排放标准后部分回用，其余基本消耗，不进行排放。生活污水经施工临建区设置的生活污水处理装置处理后，其水质满足中水回用要求后，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》（GB18918-2002）中一级 A 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的运输产生的噪声。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》（GB12523-2011）（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、酸洗钝化车间产生的废酸液、加工车间的金属粉屑、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，废酸液、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。

5.1.3.2 取排水管线建设影响

取排水管线建设过程中涉及施工作业带清理、管沟开挖和回填、管道穿越、防腐及铺设的施工作业，以及施工便道、防渗监控等辅助配套工程。由于取排水管线距离广东湛江红树林国家级自然保护区边界大于 1km，取排水管线建设过程中应采取如下措施：

- 1) 生态保护措施：做到分层开挖、分层回填、做好表土保存和回填工作；剥离的地表植被采用本地物种进行生态恢复。
- 2) 污染防治措施：施工期间产生的泥浆、弃渣等运输至核电厂临建区以及弃渣场统一处理。
- 3) 施工工艺措施：施工沿线禁止采用施工爆破方式，避免施工区域地下水环境出现较大变化，甚至引起局部地质问题；同时避免对广东湛江红树林国家级自然保护区造成影响。

5.1.3.3 取排水构筑物建设影响

取排水构筑物建设环境影响分析具体见 5.2.2.1 节相关章节。

5.1.4 淡水工程施工活动对环境的影响

本节对本工程淡水工程施工活动期间的环境影响进行分析。

淡水工程水资源利用分析具体见 5.2.1 节，水土流失分析见 5.3.3 节。

5.1.4.1 施工期水环境影响分析

淡水工程施工期废水主要来自施工人员的生活污水和施工生产废水，其中施工生产废水主要包括施工冲洗废水、管道试水废水、围堰基坑废水、雨季径流排水等。

1) 施工人员生活污水

淡水工程项目分区、分段施工，各工段因地制宜统筹安排施工营地，尽可能租用周边截污管网已完成或有农村污水处理设施的区域作为施工营地，减少施工期生活污水对周边河流的影响。

2) 施工生产废水

(1) 施工冲洗废水

淡水工程沿线不设机修设施，需要维修的车辆及设备依靠沿线各城镇的维修商铺进行，不会产生机修含油废水。施工车辆和机械在施工现场作业后，驶出施

工现场前要冲洗车身及轮胎携带的泥土,这个过程会产生施工车辆和机械冲洗废水,废水量为 $13.5\text{m}^3/\text{d}$,主要水污染物及浓度分别为 SS: $2000\text{mg}/\text{L}$ 、石油类: $20\text{mg}/\text{L}$ 。为减少对周围环境的影响,施工单位拟在施工车辆和机械冲洗场地设置隔油沉淀池对冲洗废水进行处理,冲洗废水经收集后自流进隔油沉淀池,停留 2h 进行隔油沉淀后进入回用水池,继续回用于施工车辆和机械的冲洗,不外排,不会对当地水体产生影响。

(2) 管道试水废水

管道敷设完毕后,需通入清水进行管道试水,会产生试水废水,试水作业 1 个月完成,废水日产生量为 $47.3\text{m}^3/\text{d}$,废水主要含少量泥沙等悬浮物,SS 浓度低于 $400\text{mg}/\text{L}$,经沉淀池处理后,回用于场地洒水,不会对当地水体产生影响。

(3) 围堰基坑废水

围堰基坑废水主要来自施工导流工程、管线工程围堰基坑内积聚的雨水和地下渗水,淡水工程工段单元围堰基坑渗水量约 $0.5\text{m}^3/\text{d}$,围堰基坑水主要污染物为 SS,含量约为 $4000\text{mg}/\text{L}$ 。围堰基坑废水采用自然沉淀法处理,仅在围堰基坑内开挖沉淀池,必要时投加絮凝剂,围堰基坑废水静置 2h 后,经静置沉淀后的上清液可回用于施工用水和工地洒水,不会对当地水体产生影响。

(4) 雨季径流排水

施工作业带的平均宽度按 3m 考虑,工程采取分段施工,施工场作业带汛期初期雨水量约为 30m^3 。雨水冲刷施工场地产生的废水主要污染物为含有大量泥沙、粉状建筑材料中的物料等形成的悬浮物污染,悬浮颗粒物浓度可达 $7000\text{mg}/\text{L}$ 以上。经过集中汇集和静置沉淀处理后,大部分颗粒物可以有效去除,其 SS 浓度可降至 $100\text{mg}/\text{L}$ 以下,上清液排入周边河流,对水质影响不大。

3) 取水口施工期对大坝河、九洲江(营仔河)的水质影响

淡水工程主要对大坝河和九洲江(营仔河)设置取水口,取水管顶管穿堤设置,取水泵房位于河边一侧。若环保防护措施不当或不足时,施工过程中的土石等有可能进入沿线水体,将会使水体悬浮物(SS)大量增加,水体浊度大大增加,对河段内水质造成一定污染。并可能对大坝河和九洲江(营仔河)下游出海口的红树林保护区等滨海湿地和人工湿地等生态敏感区产生影响。

为保证大坝河和九洲江(营仔河)取水口河段水质,根据施工进度安排,建设单位和施工单位于枯水期进行取水口及取水泵房施工,施工工期不超过 3 个月,

尽量避开丰水期。施工期间，建设单位和施工单位根据工程结构平面布置及现场实际情况，分别设置施工导流和修建施工围堰。围堰基坑侧采用自备排涝水泵、柴油发电机解决片区渗水及降雨的情况。围堰基坑废水用泵抽出后用于施工场地、道路洒水降尘等，不排入周边水体，对周围地表水体无影响。取水口范围内不设弃渣场，施工过程中弃渣做到日产日清，禁止倒入河流。施工单位在施工过程中按水土保持方案落实相关措施，工程雨天不施工。淡水工程取水口工程量较小，且两个取水口下游均有拦河建筑物（塘仔山水陂和营仔闸），施工期影响仅局限在取水口到下游拦河建筑的局部区域，取水口施工影响范围、时间和程度都相对较小。价值采取前述环保措施，淡水工程取水口及取水泵站施工期对大坝河和九洲江（营仔河）水质及下游生态敏感区的影响较小。

5.1.4.2 施工期大气环境影响预测与评价

1) 施工期扬尘影响分析

淡水工程施工期扬尘污染主要来自旧建筑物拆除、场地平整和基础处理、材料装卸及运输、物料堆放等方面。影响扬尘产生量的因素主要有：

- 土壤和材料中的含水量，含水量高的材料不易产生扬尘污染。
- 土壤和材料的粒径大小，颗粒粒径越大，越不易产生扬尘污染。在没有风或风力很小时，粒径 $\leq 0.015\text{mm}$ 的颗粒物能够飞扬，当风速为 $3\sim 5\text{m/s}$ 时，粒径为 $0.015\text{mm}\sim 0.030\text{mm}$ 的颗粒物能够飞扬。
- 气象条件，风速越大，越易产生扬尘，一般情况下，当风速 $>3\text{m/s}$ 时，就会产生明显的扬尘污染。
- 运输车辆和施工机械的行驶速度，行驶速度越快越易产生扬尘污染。

（1）交通运输扬尘

淡水工程施工期运输车辆在临时路面和临时水泥路行驶时产生的粉尘排放较为显著，在同样路面清洁情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水4、5次，可使扬尘减少70%左右，并可将TSP污染距离缩小到 $20\sim 50\text{m}$ 范围。

（2）风力侵蚀扬尘

淡水工程施工期风力侵蚀扬尘主要是由于施工活动造成，如一些建筑材料需露天堆放，部分作业点表层土壤需人工开挖且临时堆放，在气候干燥又有风的天气情况下会产生扬尘，起尘风速与粒径和含水率有关，因此减少露天堆放和保证一定的含水率及减少裸露地面是减少风力起尘的有效手段。

（3）施工土方扬尘环境影响分析

淡水工程施工期土方施工扬尘的主要影响因素是风速和土壤的含水率，因此在土方施工作业阶段尽量增加作业面的土壤含水率可有效地降低扬尘污染的产生，此外施工单位应合理安排施工工期，及时了解天气预报，在风速大于 5m/s 的天气情况下，尽量减少土方施工等易产生扬尘的作业。

（4）对敏感点的影响分析

淡水工程输送管线工程周围敏感点较多，部分输水管线距离村庄敏感点约 5-10m，在距离敏感点小于 50m 的管线施工时，应避免把施工工区、施工物料堆场等安置在以上区域，做好施工围闭，减少施工扬尘对周边居民的影响；建设单位及施工单位还需要加强施工管理，合理安排施工时间，中午、夜间禁止施工。

综上所述，施工期扬尘对环境的影响具有短期、暂时性的特性，随着施工期的结束影响也随之消失。故采取上述措施，并安装挡风板、洒水、严格物料运输管理、施工车辆减速运行等措施后，施工期扬尘对周边环境影响能够保证在可接受范围内。

2) 车辆燃油尾气影响分析

淡水工程涉及的车辆燃油尾气主要来自施工中以燃油为动力的运输车辆、施工机械等作业期间产生的废气，主要污染物为 CO、SO₂ 和 NO₂。运输车辆、施工机械在运行过程中产生的废气应按相应国标达标排放。同时，淡水工程地处沿海区域，地域比较开阔，空气扩散条件较好，运输车辆运输频次较小，施工机械设备分布比较分散，污染物排放强度很小，其产生的废气对周围环境造成影响不大。且上述废气造成的污染仅是短期的、局部的，施工结束，这种影响就随之消失。

5.1.4.3 施工期噪声环境影响预测与评价

评价标准采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），该标准规定了施工阶段作业所产生的施工噪声在其施工场界处的标准限值。

淡水工程施工作业带主要集中在取水口河流沿岸、输水管道施工带沿岸等，施工和运输机械主要在施工作业带沿线行驶和运转，噪声评价范围为作业带向外延伸 200m 范围以内的区域、施工工区和施工营造区边界外 200m 范围以内的区域。由于淡水工程施工作业区域周边涉及村镇等声环境敏感点，因此施工期间噪声影响评价的重点是工程施工对周边敏感点的影响情况。

淡水工程施工期作业主要包括土石方开挖、管沟开挖施工、泵站等其他构筑物建设，所使用的常见施工机械主要有推土机、挖掘机、载重车、自卸汽车、装载机等，主要施工机械噪声源强见表 5.1-2。

淡水工程施工施工过程中，每个施工单元有挖掘机、装载机、自卸汽车等设备，几台或十几台机械同时操作，各类噪声源辐射相互叠加。按多台设备叠加的综合噪声分贝为 105dB(A)进行预测，则可参考 5.1.2.4 节采用的点声源噪声预测模式及预测结果，衰减至 70dB(A)时需要满足的衰减距离为 100m；衰减至 55dB(A)时需要满足的衰减距离为 400m。由于淡水工程距离部分环境敏感目标较近，因此施工单位应严禁在夜间施工，昼间施工时应采用隔声屏障（隔声降噪效果需达到 20dB(A)以上）以确保环境敏感目标处的声环境满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

考虑淡水工程施工设备较多，施工单位应严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，采取下述措施尽可能减少施工对周边环境影响。

1) 合理安排施工计划和施工机械设备组合，严禁在夜间（22:00~6:00）施工，中午休息时间（12:00~14:00）施工应禁止使用高噪声设备，避免在同一时间内集中使用大量的动力机械设备。

2) 选用低噪声设备，加强声源噪声控制。加强施工管理，落实各项减振降噪措施。

3) 动力机械设备适时维修，特别对因松动部件的振动或降低噪声部件的损坏而产生很强噪声的设备，更应经常检查维护。

5) 高噪声施工机械布置应远离环境敏感目标，避免多台施工机械在距离环境敏感目标较近区域同时施工。若必须在距离环境敏感点较近的施工作业带开展施工作业时，应设置移动式隔声屏障，隔声量在 20dB(A)以上。建设单位及施工

单位应与周边居民做好沟通与交流，以取得居民的谅解。一旦发生噪声扰民，应重视群众的反映意见，与受扰群众协商措施。

6) 淡水工程施工运输车辆经过时，运输车辆对公路两侧近距离（60m 范围内）的声环境的贡献值较大，应加强对物料运输车辆的管理，车辆路过村庄应慢速运行，禁止鸣笛；车辆不得超重装载；合理调配运输时间，运输尽量避开村民的休息时间，特别是在夜间应停止运输，同时项目应配备性能良好的运输车辆并保养好车辆，从源强上降低噪声，以降低项目物料运输汽车噪声对道路两侧敏感点的影响。

综上所述，淡水工程施工期对声环境的影响主要表现为各种施工机械产生的噪声，在确保噪声防治措施落实的前提下，上述影响可接受，且随着施工结束将自动消除，其影响时间有限。

5.1.4.4 施工期固体废物环境影响分析

淡水工程施工期间的主要固体废物污染源包括土石方开挖等施工活动中产生的弃渣、施工人员产生的生活垃圾及路面拆除产生的建筑垃圾等，若处置不当导致上述固体废物进入周边河道，将对河道水质产生污染，对周边流域水体环境造成不利影响。

1) 弃方及建筑垃圾

根据《国核廉江核电项目（一期工程）水土保持方案报告书》，淡水工程挖填平衡（ 34.78m^3 ），不产生余方，其中不可利用方纳入整体工程，由廉江市欢裕建筑材料有限公司综合利用。施工单位对产生的建筑垃圾应确保其得到妥善处置，将建筑垃圾送达至具有相应资质的处置单位或以其他法律允许的方式进行处置，并在其运输、处置各环节实现全程管理。

2) 施工人员生活垃圾

淡水工程分段施工，计划施工人数共 150 人，生活垃圾预计产生量为 75kg/d 。各施工营地将生活垃圾集中收集，定期由环卫部门统一清运，只要加强施工管理，不会对环境造成明显影响。

5.1.4.5 施工期生态环境影响与分析

淡水工程的生态影响是以占用土地导致一定数量的植被损耗及短期的水土流失为基本特征。

1) 施工期陆生生态环境影响与评价

（1）对物种及植物群落的影响

据调查，淡水工程所在区域乔木和灌木的科属较分散，草本植物则以菊科和禾本科为多，所见植物均为华南地区常见种和广布种，未发现国家重点保护的珍稀濒危植物或地方特有种。淡水工程占地涉的植物群落，均为华南地区常见的群落类型，在淡水工程沿线广泛分布。淡水工程占地破坏部分植物群落，会造成沿线征地范围内的植物数量减少，但受到影响的这些植物种类不属于珍稀濒危的保护植物种类，在周边地区极为常见，不会引起物种和植物群落在区域内的消失。

（2）对区域生物量和生产力的影响

根据《国核廉江核电项目（一期工程）水土保持方案报告书》，淡水工程总占地面积为 19.2hm^2 ，其中永久占地 6.46hm^2 ，临时占地 12.74hm^2 ，永久占地和施工期间临时占地将破坏占地范围内的植被，从而影响区域的生物量 and 生产力。淡水工程共占用植被面积约 14.4hm^2 ，主要为林地和草地，将使得生物量和净生产量出现暂时损失。淡水工程占用的植被面积大部分临时占用，施工结束后，对临时占用的土地进行复耕复绿，可以减缓工程施工对生态环境的影响。淡水工程地处亚热带，水热条件良好，植物生长迅速，临时占地的植被恢复难度不大，经过一定的生长时间后，区域损失的生物量可以恢复到原有水平。

（3）对生态系统的影响

淡水工程对各生态系统的影响主要是由工程占地及施工活动而引起的。工程占地侵占生态系统的空间，引发各生态系统空间缩小、物种损失等问题。施工活动可能影响生物的生长繁殖，引发水土流失，植被破坏等，影响生态系统固碳释氧、涵养水源、保持水土等服务功能。

淡水工程包括取水工程及输水管线，取水工程所在区域及输水管线沿线的陆生生态系统主要是林地生态系统、草地生态系统和农业生态系统。由于人类活动的影响，淡水工程用地大部分区域原生植被已不复存在，现存植被以人工种植的植被为主，林地生态系统以尾叶核群落为主。淡水工程所占林地不涉及珍稀濒危物种，不涉及地方特有种。淡水工程的取水工程所在区域主要采用顶管穿堤的施工方法，取水泵站占地小工期短，对滨海湿地和人工湿地的环境影响较小，施工结束后临时用地可恢复同类植被，区域生物量可以得到补偿，因此淡水工程占地不会对生态系统造成不可逆的影响。淡水工程的输水管道沿线主要为农业生态系统，植被类型以人工种植的水稻、甘蔗、瓜菜为主。输水管道主要是临时占地，

建成后输水管道位于地下，不会对农业生态环境造成干扰和破坏，不会减少农业用地面积，施工扬尘可能会对农作物生长造成一定影响，这种影响随着施工结束而结束，影响较小。

综上所述，淡水工程对区域生态系统不产生阻隔、切割和不可逆的影响，不影响物种和群落的组成；施工期间区域生物量有所下降，但施工结束后随着临时占地复耕复绿，生物量将得到补偿，因此，区域生态系统不会发生大的变化。

（4）对陆生动物及其生境的影响

淡水工程主要为取水口、泵站及埋地式输水管线的建设，其施工规模不会永久阻隔管线两边爬行类、两栖类和鼠类陆生动物的迁移通道，也不会破坏其生存空间。淡水工程施工期作业机械产生的噪声、振动以及施工人员人为活动产生的灯光、射线、尘土和水体扰动可能导致淡水工程施工区域及其附近的陆地动物、湿地两栖生物、鸟类等暂时迁移到离施工区域较远处。根据调查，淡水工程沿线区域没有陆地野生动物保护区。在采取生态保护措施和污染防治措施结合，采取先进技术降低施工噪声和振动，控制施工人员人为活动，减少施工对陆地生态系统的影响的前提下，一般的陆生动物会随着项目建设的结束逐渐回迁，淡水工程施工产生的生态影响有限。

2) 施工期水生生态环境影响与评价

淡水工程取水工程临近河段为大坝河、九洲江（营仔河），其中，大坝河出海口分布有红树林保护区，九洲江（营仔河）取水河道属于滨海湿地和人工湿地，下游出海口分布有红树林保护区；淡水工程输水管线穿越主要河流为：清平河、营仔河排干渠及部分无名沟渠、河流，不涉及饮用水源保护区。

淡水工程输水管线采用顶管施工从地下穿越沿线的小型河流，不会影响被穿越河流水生生态环境。淡水工程取水工程对水生生态环境影响分析如下：

（1）对浮游生物的影响

淡水工程施工期间的生产、生活废水经过处理后尽量回用，固体废弃物等也集中收集和处置，上述废水、弃渣等经妥善处理后对周边水域水质影响较小，对围堰设施区域以外的浮游生物不会造成明显的影响。但是取水口围堰施工期间，将对涉及水体产生一定扰动，导致施工河段水体 SS 上升；在基础开挖过程中将产生少量围堰基坑废水，在围堰基坑排水设沉淀池后对水质影响总体较小，因此，临时围堰、开挖等区域浮游生物的生物量将有所下降，但将随施工结束而恢复。

（2）对浮游动物的影响

淡水工程施工期间的生产、生活废水经过处理后尽量回用，固体废弃物等也集中收集和处置，上述废水、弃渣等经妥善处理后对周边水域水质影响较小，对围堰设施区域以外的浮游动物不会造成明显的影响。但是由于取水口施工期间围堰施工必然导致局部水域变浑浊或 pH 改变，这些区域浮游动物的生物量将有所下降，但将随施工结束而恢复。

（3）对两栖动物、底栖动物的影响

淡水工程施工期间的生产、生活废水经过处理后尽量回用，固体废弃物等也集中收集和处置，上述废水、弃渣等经妥善处理后对周边水域水质影响较小，对围堰设施区域以外的两栖动物、底栖动物不会造成明显的影响。但是淡水工程施工导致的水体混浊和可能的水体污染可能使那些喜洁净水体的两栖动物、底栖动物逃离施工水域，影响其生存和繁衍，并导致其种群密度下降。淡水工程竣工后，经过一定时间的自然恢复，两栖动物、底栖生物的资源将逐步得到恢复。

（4）对鱼类的影响

淡水工程施工期间的生产、生活废水经过处理后尽量回用，固体废弃物等也集中收集和处置，上述废水、弃渣等经妥善处理后对周边水域水质影响较小，对鱼类不会造成明显的影响。根据调查，淡水工程施工区域周边未发现鱼类“三场”，因此除淡水工程实施过程中的短期间接影响，外淡水工程基本不会对鱼类产生直接影响，对渔业资源的影响较小。

（5）对保护区的影响

淡水工程取水工程施工量较小，两个取水口下游均有拦河建筑物（塘仔山水陂和营仔闸），其施工期的生态影响仅局限在取水口到下游拦河建筑的局部区域，其影响范围、时间和程度都相对较小，对滨海湿地和人工湿地河下游较远的红树林影响较小。

5.1.5 大件码头施工活动对环境的影响

大件码头环境影响分析具体见 5.2.2.1 节相关章节。

表5.1-1 一期工程项目用地土地利用情况表

地类名称		面积 (ha)	比例 (%)
农用地	林地	76.17	76.17
	耕地	6.91	6.91
	园地	4.2	4.2
	其它农用地	5.8	5.8
建设用地		0.2922	0.28
未利用地		6.9354	6.64
合计		104.4459	100

表5.1-2 淡水工程主要施工机械噪声源强

单位: dB(A)

机械名称	距声源的距离 m	作业噪声值 dB(A)	机械名称	距声源的距离 m	作业噪声值 dB(A)
装载机	10	76	自卸汽车	5	84
载重车	10	78	推土机	10m, 1min	83
挖掘机	3m, 10s	83	钻机	5	92
胶轮车	10	72	潜水泵	5	80



图5.1-1 本项目一期工程施工临建布置图

5.2 水的利用

5.2.1 水资源利用

本项目一期工程2台CAP1000核电机组所用淡水包括施工期和运行期用水。施工期（土建安装阶段）的最高日取水量为 2826m^3 ，年最大取水量约为41.73万 m^3 ，设计取水保证率为80%；施工期（调试阶段）的年最大取水量约为131.18万 m^3 ，设计取水保证率为90%。两台机组正常运行期最高日用水量为 7776m^3 ，年取水量约229.79万 m^3 ，设计取水保证率为97%。

本项目一期工程土建安装阶段施工淡水水源为大坝河，调试阶段和运行阶段的淡水水源为九洲江。大坝河位于廉江核电项目厂址西侧约1.0km处，总集雨面积 33.67km^2 ，河流长度约20.5km，河流比降 $i=0.001276$ ，大坝河河床宽度在100~200m之间。九洲江干流全长162km，其中廉江境内89km，自鹤地水库至出海口河长65km，流域集雨面积 3337km^2 。大坝河取水口布置在大坝河塘仔山水陂上游约30m处深槽内，距离厂址约100m；九洲江淡水取水口考虑布置在营仔河水闸上游右岸约1.6km处，淡水取水管线长度约26km。

本项目一期工程已于2021年12月取得水利部珠江水利委员会准予取水行政许可——《珠江委关于广东廉江核电项目一期工程取水许可申请准予水行政许可决定书》（珠许可决[2021]74号）。

5.2.2 取排水建造施工活动对环境的影响

5.2.2.1 取排水构筑物工程

本工程取排水构筑物工程施工内容包括取排水构筑物、取水泵房、大件码头。

本工程取排水构筑物结构设计及施工工程如下：

海水取水采用“喇叭口式取水头部+取水箱涵”的方案，均为钢筋混凝土结构，C45混凝土，预制吊装，水下拼接。为了保证取水箱涵完整性，相邻两端箱涵采用承插式连接，接口内设置球型止水带。排水采用“排水箱涵+排水口”的方案，施工工艺与取水相同。主要施工工序如下：

取水头部陆上预制→取水头部海床开挖疏浚→底部抛石整平→取水头部吊装→抛石反压；

引水箱涵陆上分段预制→箱涵沿线海床开挖疏浚→底部抛石整平→箱涵分段沉管施工→箱涵两侧及顶部抛石反压；

排水口及箱涵陆上预制→海床开挖疏浚→底部抛石整平→排水口及排水箱涵吊装→抛石反压回填。

本工程水泵房施工采用围堰方式进行。

本工程大件码头施工主要涉及水域疏浚、桩基施工、桩梁等结构组件浇筑以及起重机等设施设备安装等。

1) 施工期主要污染源和污染物

(1) 悬浮泥沙入海污染：主要是水下开挖悬浮泥沙。

(2) 施工船舶舱底含油污水和施工人员生活污水：施工船舶产生的舱底含油污水以及施工人员生活污水。主要污染物有悬浮物、油和溶解性氮、磷等有机物。

(3) 粉尘：施工过程中产生的主要大气污染物是粉尘，主要来自施工过程中自卸汽车、装载机等机械作业时起尘，砂石料在空气动力下起尘，以及汽车在运送砂石料过程中，由于振动和自然力等因素引起的物料洒落起尘和道路二次扬尘等。

(4) 噪声：主要来自施工船舶、机械、车辆以及水下爆破等。

(5) 建筑垃圾：施工期产生的建筑垃圾主要成分为无机物。

2) 对海洋海水环境的影响

(1) 悬浮泥沙影响

取排水工程建设施工阶段对取排水工程施工区附近海域的水质环境主要来自于取、排水混合井、排水箱涵建设期（海岸、近岸施工）以及取排水暗管建设期（大开挖、管线敷设）的基础抛石、基槽开挖、吹填等施工作业带来的悬浮泥沙影响。取排水工程建设过程中会导致取排水工程施工区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。

本工程悬浮物扩散影响预测引用本工程施工期悬沙及船舶溢油扩散数值模拟研究专题成果。

本工程取排水口附近海域由于没有较大河流注入，含沙量的来源、分布及变化取决于风、浪、流及地形等。据悬沙分析资料，含沙量的分布表、底层较为均匀，为 0.05kg/m^3 ，且工程范围内平均水深较浅，故计算采用二维数值模拟软件，预测工程施工产生的悬浮物随流扩散对周围海域水质的影响。

本工程施工期悬浮物扩散所涉及的施工环节为疏浚、抛石、打桩、填方等，本工程进港航道疏浚源强为 0.56~1.13kg/s，港池疏浚为 2.25kg/s，排水暗涵施工取基槽开挖源强 0.42~1.41kg/s，取水暗涵施工取基槽开挖源强 1.41kg/s，桩基础打桩源强为 0.22kg/s。

根据海上施工作业不同阶段计算结果，统计得不利风况下本工程整个施工阶段悬浮物最大影响范围包络线图，如图 5.2-1 所示，最大影响面积见表 5.2-1。

不利风况下施工阶段在敏感目标处的最大悬浮物增量模型计算结果见表 5.2-2。模型计算结果显示：广西境内北海珍珠贝海洋保护区最大悬浮物增量约 10.3mg/L，保护区内大于 10mg/L 的影响面积面积约 0.002km²，其余敏感目标的悬浮物最大增量值均小于 10mg/L。

(2) 施工船舶污水影响

本工程海上施工期间生活污水产生量约为 6.4m³/d，生活污水中含有较高浓度的 N、P 等物质；海上船舶生活污水经统一收集运至岸上处理，避免直接排海，不会对海洋环境造成影响。陆域施工期生活污水产生量为 18.0m³/d，经施工污废水收集和处理系统处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》后回用，不会对陆域环境造成影响。

本工程施工船舶含油污水的产生总量约为 1.2t/d。根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交通部，2007），禁止向沿海海域排放油类污染物，船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。除机舱通岸接头管系外，船舶油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封，以保证船舶污水不排放入海。本工程施工船舶在执行上述铅封规定，船舶含油污水定期排至岸上交由相应资质单位处理后，船舶含油污水不会对工程海域造成影响。

3) 对海洋沉积物环境的影响

(1) 栈桥和码头施工对沉积物环境的影响

施工悬浮物泥沙进入水体中，其中颗粒较大的悬浮物泥沙会直接沉降在工程区附近海域，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮物泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉积在工程区周围的海底，将原有表层沉积物覆盖，引起局部海域表层沉积物环境的变化。由于施工期间产生悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物，一般情况下疏浚对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质改

变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉积物环境质量的变化。

(2) 航道及港池疏浚对沉积物环境的影响

本工程航道和港池总疏浚量为 108.3 万 m^3 ，拟外抛至广西自治区拟设的铁山港外远海倾倒区。由本工程周边沉积物质量调查结果可知，各站位各评价因子总体符合第一类沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。疏浚过程不会引起沉积物内源污染物释放，不会引起疏浚区和外抛区总体沉积物环境质量的变化。因此，航道及港池疏浚对沉积物环境的影响较小。

(3) 施工船舶污废水及固废对沉积物环境的影响

施工期由于大型施工船舶在工程海域集结，船舶生活污水禁止排海，经收集后运回陆上处理；船舶生活垃圾靠岸后定点集中收集，由环卫部门清运处置。在采取上述处理措施后，施工船舶污废水及固废对沉积物环境基本无影响。此外要严格做好施工期管理、监理和监测的工作，保护沉积物环境。

3) 对海洋生态环境的影响

(1) 对浮游生物的影响

航道疏浚、大件码头建设、取排水施工等会使海底泥沙再悬浮，造成工程周围一定范围海域的含沙量暂时上升，进而降低海洋中浮游植物生产力，对海洋生态系统带来影响；同时悬浮泥沙的扩散会对鱼卵、仔稚鱼的生境产生影响，进而对鱼卵仔鱼资源量造成影响。

工程施工造成悬浮泥沙对海洋生物将产生一定的影响。经采取环保措施后，数值模拟计算工程施工造成悬浮物最大扩散面积如下：

人为 SS 增量 10~20mg/L，1.47km²；

人为 SS 增量 20~50mg/L，1.04km²；

人为 SS 增量 50~100mg/L，0.61km²；

人为 SS 增量 >100mg/L，0.91km²。

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物毒性效应的试验结果表明：当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。东海水产所曾做过疏浚泥沙对海洋生态系统的影响实验，实

验结果表明虽然疏浚泥沙对海洋生态系统无显著影响,但却会引起浮游动植物生物量有所下降。东海水产所对长江口疏浚泥沙所做的不同暴露时间动态悬沙对微绿球藻和牟氏角毛藻的生长影响试验结果,进行统计回归分析,结果表明海水中的悬沙浓度的增加对浮游植物的生长有明显的抑制作用。施工期间对浮游动物的相对损失率 1~3 月约 5%,在 4 月份浮游动物旺发期可达 20%以上,其它月份大约在 8-13%之间,各月平均损失率为 12%。同时会降低水体的透明度,影响浮游植物的光合作用继而导致初级生产力下降,大量的悬浮物出现在局部水域可能会堵塞仔幼鱼的鳃部造成窒息死亡,在自然环境中,悬沙量的增加会影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度,间接影响蚤状幼体和大眼幼体的摄食率,最终影响其正常发育。

本工程航道疏浚、大件码头建设、取排水施工等施工期间产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大,透明度降低,引起浮游植物的光合作用的减少,同样会对浮游动物产生一定的影响和破坏作用。但由于悬浮沙排放的时间相对较短,随着施工作业结束,停止悬浮沙的排放,其影响将会逐渐减轻。

根据渔业水质标准,第一、二类海水水质人为增加悬浮物浓度应 $\leq 10\text{mg/L}$,悬浮物浓度增量大于 10mg/L ,可能对鱼类生长造成影响。根据环保措施后数模预测结果,本施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为 4.03km^2 。

按在本工程施工影响范围内(悬浮物浓度 $>10\text{mg/L}$)影响面积 4.03km^2 ,浮游植物平均生长速率降低 10%,浮游动物平均 30%受损,平均水深 4m,浮游植物数量四季平均为 3.38×10^6 个/ m^3 ,浮游动物生物量四季平均为 $163.63\text{mg}/\text{m}^3$ 估算,则受影响的浮游植物数量 5.4×10^{12} 个、受影响的浮游动物生物量为 0.79t。

(2) 对底栖生物及潮间带生物的影响

航道疏浚、大件码头建设、取排水施工阶段,由于土石方的填充或流失,会造成海水的含沙量和浊度有所增加,并使部分泥沙沉积于附近的底栖及潮间带生物上,造成一些底栖及潮间带生物的生物量减少和损失。然而本工程的海上施工时间很短,淤积范围也仅限于取排水工程施工区附近海域,施工完毕,随着海洋潮流的流动自净功能,海底干扰因素消除,底栖生物栖息地会逐步恢复,生物量也将逐渐恢复到原有水平,上述影响是可逆的。

本工程航道疏浚、大件码头建设、取排水暗涵施工造成底栖生境破坏面积约 30.5hm^2 ,潮间带生境破坏面积约 1hm^2 。

2017年秋季~2018年夏季的4次海洋生态现状调查的底栖生物平均生物量为 $25.88\text{g}/\text{m}^2$ ，2017年秋季和2018年春季的2次海洋生态现状调查的潮间带生物平均生物量为 $375.11\text{g}/\text{m}^2$ ，以此作为评估依据。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)项目占用年限低于3年的，按3年补偿，底栖动物经济价值以每吨1.0万元计，计算得航道疏浚、大件码头建设、取排水暗涵施工等导致底栖生物经济损失为23.67万元，导致潮间带生物经济损失为11.25万元，合计为34.92万元，见表5.2-3。

(3) 对渔业资源的影响

航道疏浚、大件码头建设、取排水施工对渔业资源的影响主要表现在对开挖区附近高浓度悬浮物水域中的海洋生物的仔幼体可能造成的伤害。

根据渔业水质标准，第一、二类海水水质人为增加悬浮物浓度应 $\leq 10\text{mg}/\text{L}$ ，悬浮物浓度增量大于 $10\text{mg}/\text{L}$ ，可能对鱼类生长造成影响。采取环保措施后，本工程悬浮物浓度增量大于 $10\text{mg}/\text{L}$ 的最大包络线面积为 4.03km^2 ，该水域范围内，鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生死亡，在该范围内成鱼可以回避，但幼体由于缺乏足够的游泳能力将出现部分死亡。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中关于污染物对各类生物损失率的描述(见表5.2-4)，依据本报告增量悬沙扩散面积计算的结果，悬沙扩散过程中浓度迅速衰减，因此高浓度面积大大低于低浓度面积，而且高浓度面积随着扩散以几何级数递减。故在 $1 < B_i \leq 4$ 倍水平上，也就是增量悬沙在 $10\sim 50\text{mg}/\text{L}$ 区间扩散中，面积主要是 $10\sim 20\text{mg}/\text{L}$ ，因此 $10\sim 50\text{mg}/\text{L}$ 影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取15%是偏保守的。基于上述分析以及《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中关于污染物对各类生物损失率的描述，本报告中悬浮泥沙扩散浓度为 $10\sim 20\text{mg}/\text{L}$ 、 $20\sim 50\text{mg}/\text{L}$ 、 $50\sim 100\text{mg}/\text{L}$ 、 $>100\text{mg}/\text{L}$ 的影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取为5%、20%、30%和50%，幼鱼、幼虾和幼蟹的损失率分别取5%、15%、20%和30%。

以本工程海域鱼卵四季总平均密度 1.34 粒/ m^3 、仔鱼四季总平均密度 0.9 尾/ m^3 作为评估依据，工程海域平均水深约 4.0m 。

按“幼体数=总体数 \times 幼体比”计算，以4次调查的鱼、虾、蟹类平均幼体尾数密度为 5.20 ($10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)、 2.07 ($10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)和 1.00 ($10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)作为评估依据。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 鱼卵折成鱼苗按 1%成活率计, 仔鱼折成鱼苗按 5%成活率计; 从幼体长成鱼虾蟹的成熟的个体均按 50%成活率计, 成鱼和成蟹按 100g/尾计, 成虾按 7g/尾计, 经济损失按 3 年计算, 则本工程施工期渔业资源直接经济损失总计为 10.57 万元, 具体见表 5.2-5。

同时, 上述渔业资源生物量损失随着施工的开始, 可以逐渐得到恢复, 因此施工对渔业资源的影响是暂时的、可逆的。

(4) 对渔业生产的影响

本工程排水口东侧 3.6km 处有贝类、江鳎海水养殖场, 该养殖场位于岸上。根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果可知, 施工期间 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围未到达邻近养殖区, 施工阶段对养殖场取水影响较小。但由于距离较近, 风况等不利情况下可能会有少量悬沙到达邻近养殖区。宜合理安排施工时间, 控制施工强度, 疏浚施工避开养殖场取水时段。建设单位要加强施工组织管理, 采取工程措施(如设置防污帘), 将悬浮泥沙扩散对取水口水质的影响降到最低。

本工程建设一定程度上影响了渔民的捕鱼作业和养殖范围, 对渔业经济产生负面作用。针对这一问题, 应注意施工时间避开海洋鱼类产卵高峰期, 严格限制工程施工区域在其用海范围内。

(5) 施工期噪声对海洋生态环境的影响

海洋工程噪声污染可能同时对水面和水下的声环境敏感目标产生影响。由于工程施工中的时间有限, 施工中打桩作业产生的水下噪声具有不连续、持续时间有限、无多声源叠加等特点, 但打桩施工噪声将对临近的海洋生物资源造成一定的影响。

虽然相关测量数据及研究表明中小幅度的撞击式桩基施工不会对一定距离外(如 200m 左右)的鲸豚类动物及海洋鱼类造成直接致死或致伤, 但长时间较高声压水平的桩基施工对海洋鱼类的累积效应可能造成慢性影响。研究表明: 长时间水下噪声对鲸豚类动物可能造成的慢性威胁包括: 遮蔽效应和听力损失, 行为模式改变和紧张等。

施工期噪声可能会对鱼类的交流、行为、觅食和避敌产生短期的有害影响, 如可造成成年海豹与幼崽的隔离 (David Kastak et al. 1999)。施工船将会对在这一带水域活动的鱼类、特别是石首科鱼类造成滋扰, 受影响的鱼类将因回避而离

开施工区。但像许多其它哺乳动物一样，环境滋扰消失或较少时会恢复其原来的生活状态，当航道施工作业完成或滋扰减少时，部分海洋生物，如中华白海豚等会恢复其原来的活动范围，迁移到较远水域的个体一般还会回迁。

本工程的其他水下施工噪声，如船舶，噪声声源级可达到 150dB，可能对该海域中的儒艮的行为产生某些干扰；施工船将会对在这一带水域活动的鱼类、特别是石首科鱼类造成滋扰，受影响的鱼类将因回避而离开施工区。但像许多其它哺乳动物一样，环境滋扰消失或较少时会恢复其原来的生活状态，当航道施工作业完成或滋扰减少时，部分海洋生物，如中华白海豚等会恢复其原来的活动范围，迁移到较远水域的个体一般还会回迁。

在施工海域需对中华白海豚的活动进行观测并及时驱赶。

4) 对其他环境的影响

(1) 施工期固体废弃物影响分析

本工程海工工程施工期间固体废弃物主要为海床开挖疏浚产生的淤泥弃方、施工人员生活垃圾和船舶生活垃圾等。施工期施工人员生活垃圾总产生量为 0.3t/d，其中陆上施工人员的生活垃圾产生量约 0.18t/d，船舶作业人员生活垃圾产生量为 0.12t/d，船舶生活垃圾靠岸后定点集中收集，陆上施工人员生活垃圾在施工区集中收集，收集后均由环卫部门定时清运，对周围环境影响不大。本工程水域疏浚量为 108.3 万 m³，疏浚物由当地政府指定的单位接收利用。经妥善处置后，对工程海域周围环境影响不大。

(2) 施工期大气环境影响分析

本工程施工期大气污染源主要物料运输、混凝土搅拌产生的粉尘，各类施工车辆、机械设备等产生的废气和海上施工区域施工船舶、机械在运行中排放的废气。各类机械设备均以柴油或汽油为燃料，主要污染物质包括 NO_x、CO、SO₂ 等，均为无组织排放，扩散面积大、污染物排放总量小。上述施工影响都是暂时性的，且建设单位和施工单位在核电厂建设过程中加强大气环境保护工作，通过洒水抑尘、冲洗车辆、硬化路面、优化施工方式等措施，将施工过程造成的大气污染影响程度降到最低。

5.2.2.2 建造施工期排水工程

施工期生产废水主要来源是混凝土浇筑养护水等。施工期的生产废水部分回用，其余基本消耗，不进行排放。

在施工阶段所产生的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。核电厂施工期将设置生活污水处理装置，用于处理施工建设期间产生的生活污水。

核电厂厂区建设过程中将建设在电厂运行期使用的永久污水站，主要处理厂区生活污水排放，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。

表5.2-1 不利风况下施工阶段悬浮物增量值最大可能影响范围

单位：km²

悬浮物增量值	>150mg/L	>100 mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
影响总面积	0.46	0.91	1.52	2.56	4.032
广东省境影响面积	0.46	0.91	1.52	2.56	4.03
广西壮族自治区境影响面积	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002

表5.2-2 不利风况下施工阶段在敏感目标处的最大悬浮物增量

敏感目标	点号	最大悬浮物增量 (mg/L)	悬浮物增量大于 10mg/L 面积 (km ²)
广东湛江红树林国家级自然保护禁止类红线/英罗港海洋保护区	1	0.2	-
广东湛江红树林国家级自然保护区	2	4.4	-
九洲江重要河口生态系统限制类红线区	3	<0.1	-
界炮红树林限制类红线区	4	<0.1	-
遂溪中国鲎县级自然保护区限制类红线区	5	<0.1	-
廉江市沿岸龙头沙人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区	6	<0.1	-
廉江市英罗湾儒艮自然保护区限制类红线区	7	0.1	-
廉江市英罗湾儒艮自然保护区禁止类红线区	8	<0.1	-
乐民镇重要滨海湿地限制类红线区	9	<0.1	-
遂溪真鲷和二长棘鲷幼鱼自然保护区禁止类红线区	10	<0.1	-
遂溪江洪人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区	11	<0.1	-
赤豆寮沙源保护海域限制类红线区	12	<0.1	-
山口红树林海洋保护区	13	1.2	-
北海珍珠贝海洋保护区	14	10.3	0.002
角头沙西海洋保护区	15	<0.1	-
角头沙东北部海洋保护区	16	<0.1	-
合浦儒艮海洋保护区	17	0.1	-
沙田东岸旅游休闲娱乐区	18	5.6	-
铁山港港口航运区	19	<0.1	-
*贝类、江蟮海水养殖场	20	<0.1	-

*注：该养殖场位于岸上，悬浮浓度增量选取点为该处沿海水质点

表5.2-3 底栖生物及潮间带生物的影响损失估算表.

生物类型	破坏面积 (m ²)	生物量 (g/m ²)	底栖生物 直接损失量 (t)	经济损失 (万元)	影响 年限	累计经济损失 (万元)
底栖生物	305000	25.88	7.89	7.89	3	23.67
潮间带生物	10000	375.11	3.75	3.75	3	11.25
合计						34.92

表5.2-4 工程施工对渔业资源损失评估

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注：1. 污染物 *i* 的超标倍数 (B_i)，指超出《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据；
 2. 损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数；
 3. 本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
 4. 本表对 pH、溶解氧参数不适用。

表5.2-5 本工程施工对渔业资源损失评估

	渔业资源	资源密度	损失率	损失量 (尾)	折成鱼苗等存活率	折算成鱼苗等损失 (尾)	商品规格重量 (g/尾)	单价	经济损失 (万元)	
悬浮物 扩散浓度为 10~20mg/L (1.47km ²)	鱼卵	1.34ind./m ²	5%	98490	1%	985		0.5 元/粒	0.05	
	仔鱼	0.9ind./m ²	5%	66150	5%	3308		0.5 元/尾	0.17	
	幼鱼(尾数)	5.20×10 ³ ind./km ²	5%	382	50%	191	100	10000 元/t	0.02	
	幼蟹(尾数)	1.00×10 ³ ind./km ²	5%	74	50%	37	100	10000 元/t	0.00	
	幼虾(尾数)	2.07×10 ³ ind./km ²	5%	152	50%	76	7	10000 元/t	0.00	
	小计									0.24
悬浮物 扩散浓度为 20~50mg/L (1.04km ²)	鱼卵	1.34ind./m ²	20%	278720	1%	2787		0.5 元/粒	0.14	
	仔鱼	0.9ind./m ²	20%	187200	5%	9360		0.5 元/尾	0.47	
	幼鱼(尾数)	5.20×10 ³ ind./km ²	15%	811	50%	406	100	10000 元/t	0.04	
	幼蟹(尾数)	1.00×10 ³ ind./km ²	15%	156	50%	78	100	10000 元/t	0.01	
	幼虾(尾数)	2.07×10 ³ ind./km ²	15%	323	50%	161	7	10000 元/t	0.00	
	小计									0.66
悬浮物 扩散浓度为 50~100mg/L (0.61km ²)	鱼卵	1.34ind./m ²	30%	245220	1%	2452		0.5 元/粒	0.12	
	仔鱼	0.9ind./m ²	30%	164700	5%	8235		0.5 元/尾	0.41	
	幼鱼(尾数)	5.20×10 ³ ind./km ²	20%	634	50%	317	100	10000 元/t	0.03	
	幼蟹(尾数)	1.00×10 ³ ind./km ²	20%	122	50%	61	100	10000 元/t	0.01	
	幼虾(尾数)	2.07×10 ³ ind./km ²	20%	253	50%	126	7	10000 元/t	0.00	
	小计									0.57
悬浮物 扩散浓度 >100mg/L (0.91km ²)	鱼卵	1.34ind./m ²	50%	609700	1%	6097		0.5 元/粒	0.30	
	仔鱼	0.9ind./m ²	50%	409500	5%	20475		0.5 元/尾	1.02	
	幼鱼(尾数)	5.20×10 ³ ind./km ²	30%	14196	50%	7098	100	10000 元/t	0.71	
	幼蟹(尾数)	1.00×10 ³ ind./km ²	30%	273	50%	137	100	10000 元/t	0.01	
	幼虾(尾数)	2.07×10 ³ ind./km ²	30%	565	50%	283	7	10000 元/t	0.00	
	小计									2.05
合计									3.52	
合计									3 年	10.57

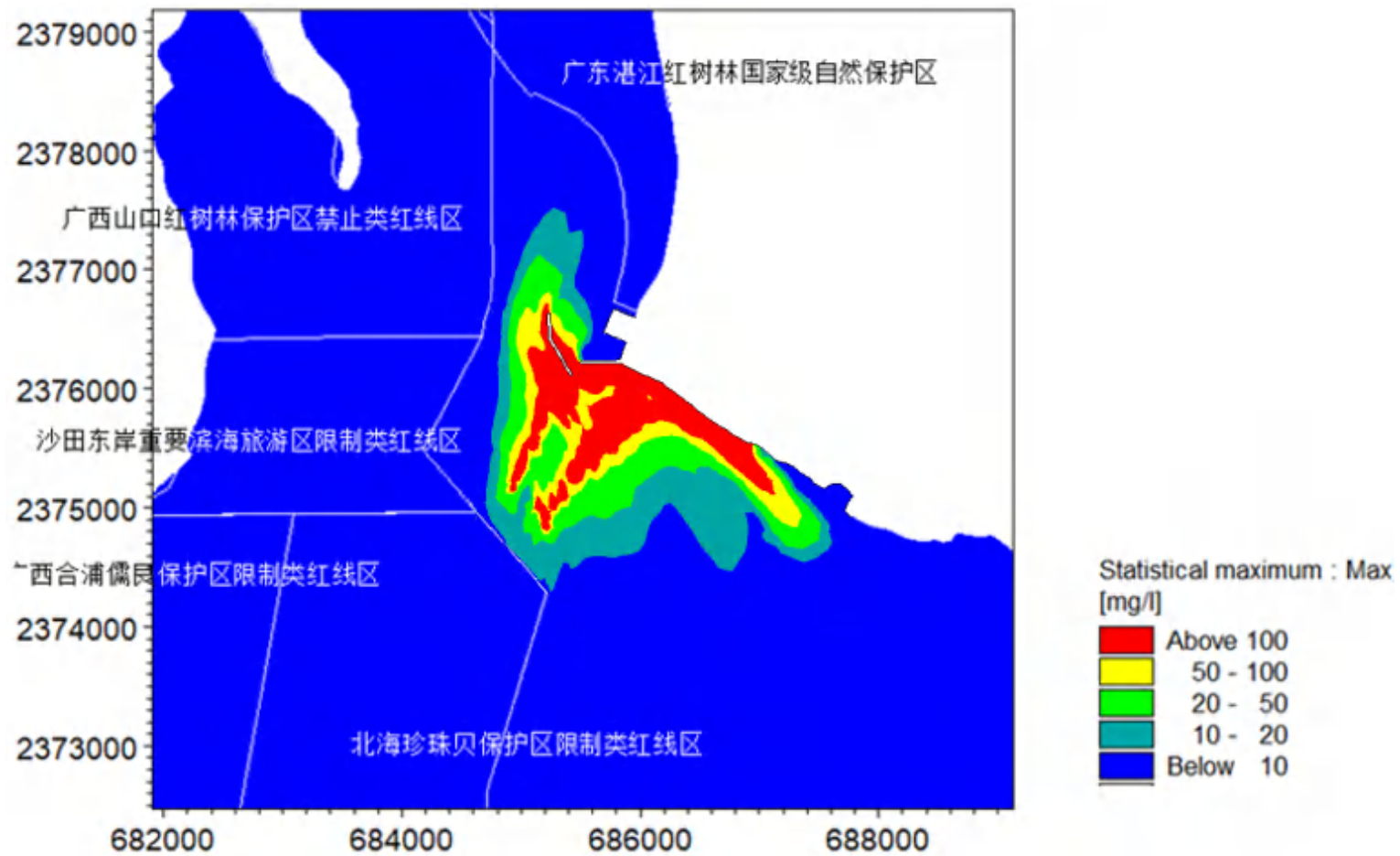


图5.2-1 不利风况下施工阶段悬浮物最大影响范围包络线图

5.3 施工影响控制

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。

5.3.1 施工污染控制

5.3.1.1 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，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。

5.3.1.2 水污染的控制

电厂施工期间对水环境的污染主要考虑对取排水工程施工区附近海域的海水水质的影响以及厂址附近水体的地表水水质的影响，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。水污染防治措施主要包括：

- 海工工程（主要为取排水构筑物及泵房等）建设施工应采用合理可行的方法，尽量减少建设施工对取排水工程施工区附近海域的海水水质的影响。
- 施工材料妥善保管，堆放地宜远离厂址附近水体和取排水工程所邻海岸，且需采取一定的防护措施。
- 加强对车辆、设备使用的油品的管理，防止油品进入施工生产废水，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放入厂址邻近水体。

5.3.1.3 生态污染的控制

1) 陆生生态污染的控制

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。

对距离厂区西南侧 2km 以外的广东湛江红树林国家级自然保护区，本工程施工期间将做好建筑材料堆放等场所的面源排放控制，合理安排爆破施工作业以缩小地表振动影响范围等，以此避免对该国家级自然保护区产生影响。

2) 海洋生态污染的控制

电厂施工期间的取排水构筑物建设施工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：

- 取排水构筑物建设施工采用开挖疏浚等方式，不涉及水下爆破作业。大件码头施工所在海域大部分区域不涉及水下爆破作业，若部分区域需采用水下爆破作业，则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、爆破次数以及增加单次爆破或爆夯之间的时间间隔，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。
- 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。

5.3.1.4 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。

5.3.1.5 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。
- 设置专门的贮存设施(如危险品库、危险废物库等)贮存剩余燃料、润滑剂、含油废物及其他化学废物等废弃物质。

5.3.1.6 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照射,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。

5.3.2 施工建设监控计划

本工程将在开工建设后开展厂址施工期环境监测,厂址施工期环境监测方案见表 5.3-1,具体如下:

1) 大气环境

监测因子包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、NO_x、CO 等指标。依据厂址施工活动以及所在地的气象条件,结合大气环境本底监测点位布设情况,在厂区、临时堆土场、厂址附近居民点、敏感点布设大气环境监测点,进行施工期大

气环境监测。其中，本工程施工期间产生的余方堆放在临时堆土场内，再由廉江市欢裕建筑材料有限公司综合利用（用于环保建材生产原材料及租赁用地填埋平整），临时堆土场布置于厂区预留场地范围内，即位于厂区内部区域。拟设置大气环境监测点 14 个，监测点位布置情况见图 5.3-1~图 5.3-2。

本工程施工期大气环境监测点位考虑了场界边界外 300~500 米处可能存在部分时段 TSP 超标的居民点。

此外，取排水工程施工运输道路根据不同时段施工区域相邻道路分布情况，选择相应的运输道路开展大气扬尘监测作业。

2) 噪声

监测因子包括 L_{eq} 、 L_N (L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90}) 和最大声级 L_{max} 等指标。根据施工活动状况、敏感区分布等情况，在施工场界、临时堆土场场界、厂区内明显噪声源处，同时在厂区外敏感区和噪声源处设置监测点。拟设置噪声监测点 13 个，监测点位布置情况见图 5.3-3~图 5.3-4。

本工程施工期噪声监测点位考虑了场界边界外 300~500 米处可能存在部分时段噪声超标的居民点。

此外，取排水工程施工运输道路根据不同时段施工区域相邻道路分布情况，选择相应的运输道路开展噪声监测作业。

3) 地表水环境

(1) 监测目的

掌握施工过程中的地表水环境质量现状及变化，有效监督施工期地表水生态环境保护措施的落实情况，及时准确地掌握地表水环境质量和污染源动态和发现问题，以便进一步修正、改进地表水生态环境保护措施，

控制施工活动对周边地表水环境的影响，使施工行为对周边地表水环境的影响减低到最小，符合地表水生态环境法律法规和标准规范要求，切实保护地表水环境资源和环境质量，实现经济建设和生态环境的协调发展。

(2) 监测主要区域

一期工程建筑施工建造厂区邻近地表水体，大坝河流域。考虑厂址 10m 高度主导风向和次主导风向分别为 E 和 ESE，因此选择一期工程建筑施工建造厂区和堆土场以北大坝河水体作为对照断面，一期工程堆土场 W 方位大坝河水体作为监测断面，塘仔山村附近的大坝河水体作为控制断面（位于塘仔山村排污口上游）。

自然保护区边界地表水体。

监测点位布置情况见图 5.3-5~图 5.3-6。

(3) 监测因子

监测因子包括地表水水质（水温、pH 值、溶解氧、高锰酸钾指数、NH₄-N、石油类、总悬浮物、铜、锌、铅、汞、镉、铬、砷、总磷、总氮、化学需氧量、五日生化需氧量、阴离子表面活性剂、挥发酚、氰化物）、底质（粒度、有机质、氧化-还原电位、pH 值、锌、铅、铜、镉、汞）等。

4) 海洋环境

监测范围为取排水工程施工区附近海域并兼顾周边保护区和水产养殖区等敏感目标，监测因子包括海水水质（悬浮物质、水温、pH 值、化学需氧量、生化需氧量、无机氮、非离子氮、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、石油类）、底质（汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、有机碳、石油类）、海洋生物（浮游植物、浮游动物、污损生物、底栖动物、微生物、叶绿素 a 及脱镁叶绿素、游泳动物、鱼类）等。布点应符合近密远疏的原则。

5) 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》（GB10070-1988）的相关要求进行布设。

6) 生产和生活污水

对于施工期的生活废水，监测因子包括化学需氧量（COD_{cr}）、生化需氧量（BOD₅）、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、粪大肠菌群数等指标。在生活废水排放口应设置监测点位。

施工期的生产废水部分回用，其余基本消耗，不进行排放，因此不需要进行监测。

5.3.3 水土保持方案

5.3.3.1 水土流失现状

本工程所在厂址位于廉江市车板镇北约4km处，东距廉江市市区约48km，东南距湛江市市区约65km。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防

区和重点治理区复核划分成果>的通知》(办水保[2013]188号)和《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，本工程所在地廉江市不属于国家级和省级水土流失重点预防区和重点治理区。项目区为南方红壤丘陵区，水土流失以轻度水力侵蚀为主。根据土壤侵蚀强度分级和土壤侵蚀容许量标准，项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据2013年8月广东省水利厅发布的《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》，廉江市水土流失面积共 62.64km^2 ，其中自然侵蚀 20.60km^2 ，人为侵蚀 42.04km^2 。人为侵蚀中坡耕地侵蚀面积最大，为 31.87km^2 。

厂址地貌总体以低丘为主，地形起伏不大，地形坡度一般为 $5\sim 15^\circ$ ，局部达到 25° ；原始高程 $1\sim 38.3\text{m}$ 。西南至东北方向的山体长度约 1475m ，其余为零星山体，原始地形标高一般为 $38.3\text{m}\sim 18.7\text{m}$ ，西侧、西北侧和西南侧为低洼区域，原始地形标高约 $1\text{m}\sim 18.7\text{m}$ 。残丘坡地主要种植有桉树林，丘间洼地主要种植经济作物和桉树林。海水取排水管线和淡水取水管线沿线地形平缓，起伏较小，沿线主要为其他草地、耕地、林地、水域及水利设施用地以及交通运输用地等。厂外附属设施包括倒班宿舍、环境监测站和气象站等，整体地形平坦，以林地、草地、园地为主。项目建设区水土流失背景值为 $260\sim 1020\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

5.3.3.2 水土流失的影响

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) 施工生产生活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) 循环水补给水线路、循环水排水线路、淡水管线等线性工程，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。同时，还会淤积沟渠，影响周围农田灌溉和排水。

4) 由于工程取排水口、码头等工程位于海边，施工期间如果不采取措施进行防护，势必会造成泥沙冲到海里，造成海边泥沙淤积，影响海边水质和水产养殖。

2) 水土流失预测

(1) 扰动地表、损毁植被面积预测：根据本工程的主体工程设计资料及实地查勘，结合征用地使用范围，对项目建设期开挖扰动地表、占压土地和破坏林草植被面积进行测算统计，本工程建设将扰动地表面积 299.36hm^2 、损毁植被面积 255.62hm^2 （林地、草地）。

(2) 损坏水土保持设施数量和面积预测：本工程影响区内目前尚未建有专项水土保持设施。因此，本工程建设损坏的水土保持设施仅考虑由于原地貌和植被破坏而使水土保持功能降低甚至丧失的部分。据调查，本工程建设扰动占用的土地中有林地和草地具有一定的水土保持功能，根据调查测算，本工程施工损坏的水土保持设施面积为 255.62hm^2 。据《水土保持补偿费征收使用管理办法》（财综[2014]8号）的通知，参照《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》（粤府[1995]95号），对于地面坡度为5度以上，林草覆盖率为50%以上的区域从事工程建设，造成土壤流失量 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 以上的，必须缴纳水土保持补偿费，本项目需要缴纳补偿费的面积为 166.81hm^2 。

(3) 弃土弃渣量预测：本项目经土石方调配利用后，产生余方总量为 164.46万m^3 ，其中陆域土石余方 89.49万m^3 、钻渣 0.32万m^3 、建筑垃圾 14.65万m^3 ，共 104.46万m^3 拟由廉江市欢裕建筑材料有限公司综合利用（用于环保建材生产原材料及租赁用地填埋平整）。弃土弃渣全部为海底疏浚物，共 60万m^3 ，拟抛至钦州港30万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区A区，不上岸。

(4) 土壤流失量预测：经预测，本工程建设可能造成水土流失总量为 111197t ，其中施工期 108269t ，自然恢复期 2928t ；新增水土流失总量约 105860t ，其中施工期 104351t ，自然恢复期 1509t 。从预测结果看，新增水土流失时段主要集中在本工程厂区。水土流失预测成果见表5.3-2。

3) 防治责任范围及防治分区

依据本工程所处的地貌类型，主体工程建设时序、布局，新增水土流失的特点，以及防治责任范围的划分，并考虑与本工程的主体工程相衔接以便于水土保

持方案的组织实施等主导性因素，进行水土流失防治分区。本工程水土保持方案将本工程建设区划分为核电厂区、码头工程区、海水取排水工程区、厂外淡水工程区和弃渣场区等5个一级防治分区，同时将核电厂区进一步划分为一期工程区、预留场地区和边坡及厂外排水区等3个二级防治分区。工程防治分区工程占地情况详见表5.3-3。

5.3.3.3 水土保持投资估算

本项目水土保持估算总投资14536.81万元，其中：工程措施2708.83万元、植物措施4758.53万元、临时措施4257.76万元、独立费用1910.16万元（其中建设管理费234.50万元、科研勘测设计费448.27万元、水土保持监理费511.50万元、水土保持监测费565.89万元、水土保持设施验收费150.00万元）、基本预备费为818.12万元、水土保持补偿费83.41万元。

5.3.3.4 水土保持效益分析

1) 基础效益

依据本工程水土保持方案编制提出的各项目标，重点计算以下项目：水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率。

(1) 水土流失治理度

项目建设区总用地面积为300.22hm²，扣除码头工程的海域面积，实际水土流失面积为299.36hm²，水土流失治理达标面积为299.36hm²，其中永久建筑物、道路硬化面积87.56hm²，水土保持措施面积为211.80hm²（工程措施面积23.06hm²，植物措施面积188.74hm²）。经计算，本方案实施后水土流失治理度可达100%。

(2) 水土流失控制比

本工程的水土保持措施实施后，本工程所在区域的土壤侵蚀模数降到500t/(km² a)，允许土壤侵蚀模数为500t/(km² a)，因此，水土流失模数的控制比限制在1.0。

(3) 渣土防护率

本工程陆上临时堆土全部采取防护措施，渣土防护率可达100%。

(4) 表土保护率

本项目可剥离表土量为61.43万m³，方案设计剥离表土量为59.71万m³，铺垫保护量1.72万m³，表土保护量共计61.43万m³，表土保护率100%。

(5) 林草植被恢复率

项目扰动范围内林草类植被面积为 188.74hm^2 ，可恢复林草植被面积为 188.74hm^2 ，项目区林草植被恢复率可达100%。

(6) 林草覆盖率

项目区扰动范围内林草类植被面积为 188.74hm^2 ，项目建设区总面积为 300.22hm^2 ，林草覆盖率可达62.87%。

综上分析，本工程水土保持效益六项指标，均达到或超过了本工程水土保持方案制定的目标值，满足防治目标的要求。

2) 生态效益

本工程水土保持方案实施后，本工程防治责任范围内的生态环境将得到明显改善。随着林草的逐年长大，郁闭度的不断提高，侵蚀强度不断降低，根系逐步伸长，拦截降雨能力和固土作用在逐渐增强，能从根本上遏制因本工程建设起的水土流失，改善区域生态环境。

3) 社会效益

本工程水土保持方案设计的临时措施、工程措施与植物相结合的综合治理措施，可有效拦蓄地表径流和泥沙，保证了在进行本工程建设的同时周围群众生产生活及交通安全。

4) 损益分析

通过实施本工程水土保持方案，按照方案设计的目标和要求，对本工程建设引起的水土流失得到有效控制，完工后裸露面得到及时，有效的防护。

(1) 对土地资源及环境承载力的影响

本工程所在区域植被长势良好，通过水土保持措施的实施，因本工程建设形成的裸露土地得以恢复林草植被，可有效减少水土流失现象的发生，使土壤养分流失得到有效缓解。另一方面，本工程水土保持方案的实施可使本工程建设区的自然景观得到最大程度的恢复，将本工程建设造成的水土流失控制在最小的程度，提高环境容量。

(2) 对本工程所在区域水土保持功能的影响

工程施工破坏的水土保持设施中无工程设施，主要为草地，项目区气候温暖湿润，降雨充沛，植物生长的基质条件好，植被可恢复性好，对项目区整体的水土保持功能无实质性影响；但需加强工程完工后的植被恢复力度。

表5.3-1 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 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、NO _x 、CO	每季度一次，每次7天，根据现场施工活动及其对环境影响的程度做灵活安排。	厂界东侧、厂界南侧、进厂道路、应急道路、南蒙塘、黄京埗、大陂村、塘仔山村、冷却塔、厂前区、办公区、堆土场西边界、堆土场北边界、自然保护区最近陆域边界各1个，共15个。
2	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	日常监测每日进行，定期监测每月一次	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	厂界东侧、厂界南侧、进厂道路、应急道路、南蒙塘、黄京埗、大陂村、塘仔山村、厂前区、办公区、堆土场西边界、堆土场北边界、自然保护区最近陆域边界分别设置监测点，共14个。
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	厂界四周、进厂道路、大陂村分别设置监测点，共6个。

表5.3-1续 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
5	地表水水质	水温、pH值、溶解氧(DO)、高锰酸钾指数、NH ₄ -N、石油类、总悬浮物、铜(Cu)、锌(Zn)、铅(Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr)、砷(As)、总磷、总氮、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD ₅)、阴离子表面活性剂(LAS)、挥发酚、氰化物	2次/年(丰水期、枯水期各一次)	厂区邻近地表水体,自然保护区边界地表水体
6	地表水底质	粒度、有机质、氧化-还原电位、pH值、锌(Zn)、铅(Pb)、铜(Cu)、镉(Cd)、汞(Hg)		
7	海水水质	悬浮物质(SS)、水温、pH值、化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD ₅)、无机氮、非离子氮、活性磷酸盐、汞(Hg)、镉(Cd)、铅(Pb)、六价铬(Cr ⁶⁺)、总铬、砷(As)、石油类	2次/年(大潮期、小潮期各一次)	取排水工程施工区附近海域,自然保护区边界海域
8	海水底质	汞(Hg)、镉(Cd)、铅(Pb)、锌(Zn)、铜(Cu)、铬(Cr)、砷(As)、有机碳、石油类		
9	海洋生物	浮游植物、浮游动物、污损生物、底栖动物、微生物、叶绿素a及脱镁叶绿素、游泳动物、鱼类,鱼类体内重金属含量		

表5.3-2 水土流失量预测表

预测单元		侵蚀数背景值 (t/km ² .a)	扰动后侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景侵蚀量 (t)	预测侵蚀量 (t)	新增侵蚀量 (t)	
一、施工期									
核电厂区	一期工程区		330	8450	95.21	7	2199	56317	54118
	预留场地区	临时堆土场	330	15500	17.04	6.5	366	17168	16802
		其他区域	330	8450	99.33	2.5	819	20983	20164
	边坡及 厂外排水区	挖方边坡	1020	13400	5.23	2.5	133	1752	1619
		填方边坡	420	16800	14.33	2.5	150	6019	5869
		厂外排水区	420	8450	10.54	2.5	111	2227	2116
	小计				241.68		3778	104466	100688
海水取排水工程区	取水泵房		260	5560	1.17	1	3	65	62
	管线		320	9050	28.95	0.5	46	1310	1264
厂外淡水工程区	取水泵房		260	5560	0.37	1	1	21	20
	管线		320	9050	18.83	0.5	30	852	822
厂外附属设施区	倒班宿舍		330	8450	6.84	2.5	56	1445	1389
	环境监测站		330	8450	1.29	1	4	109	105
	气象观测站		330	840	0.23	0.5	0	1	1
总计					299.36		3918	108269	104351

表5.3-2 续 水土流失量预测表

预测单元		侵蚀数背景值 (t/km ² .a)	扰动后侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景侵蚀量 (t)	预测侵蚀量 (t)	新增侵蚀量 (t)	
二、自然恢复期									
核电厂区	一期工程区		330	680	14.41	2	95	196	101
	预留场地区	临时堆土场	330	680	17.04	2	112	232	120
		其他区域	330	680	99.33	2	656	1351	695
	边坡及 厂外排水区	挖方边坡	1020	1120	5.23	2	107	117	10
		填方边坡	420	1170	14.33	2	120	335	215
	小计				150.34		1090	2231	1141
海水取排水工程区	管线		320	680	28.95	2	185	394	209
厂外淡水工程区	管线		320	680	18.83	2	121	256	135
厂外附属设施区	倒班宿舍		330	680	2.60	2	17	35	18
	环境监测站		330	680	0.75	2	5	10	5
	气象观测站		330	680	0.15	2	1	2	1
总计				201.62		1419	2928	1509	
合计 (施工期+自然恢复期)						5337	111197	105860	

表5.3-3 水土流失防治分区划分

防治分区		占地面积 (hm ²)	分区组成
核电厂区	一期工程区	95.21	一期工程构筑物、道路、绿地等
	预留场地区	116.37	二三期扩建预留用地
	边坡及厂外排水区	30.10	场地四周边坡及排水区域
码头工程区		0.86	码头、栈桥
海水取排水工程区		30.12	海水取水泵房、取排水管线
厂外淡水工程区		19.20	淡水取水泵房、淡水管线
厂外附属设施区	倒班宿舍区	6.84	倒班宿舍
	环境监测站区	1.29	环境监测站
	气象观测站区	0.23	气象观测站
合计		300.22	

说明：厂区施工营地和临时堆土场布置于预留场地范围内，厂外附属设施施工营地、临时堆土场布置于永久征地范围内。

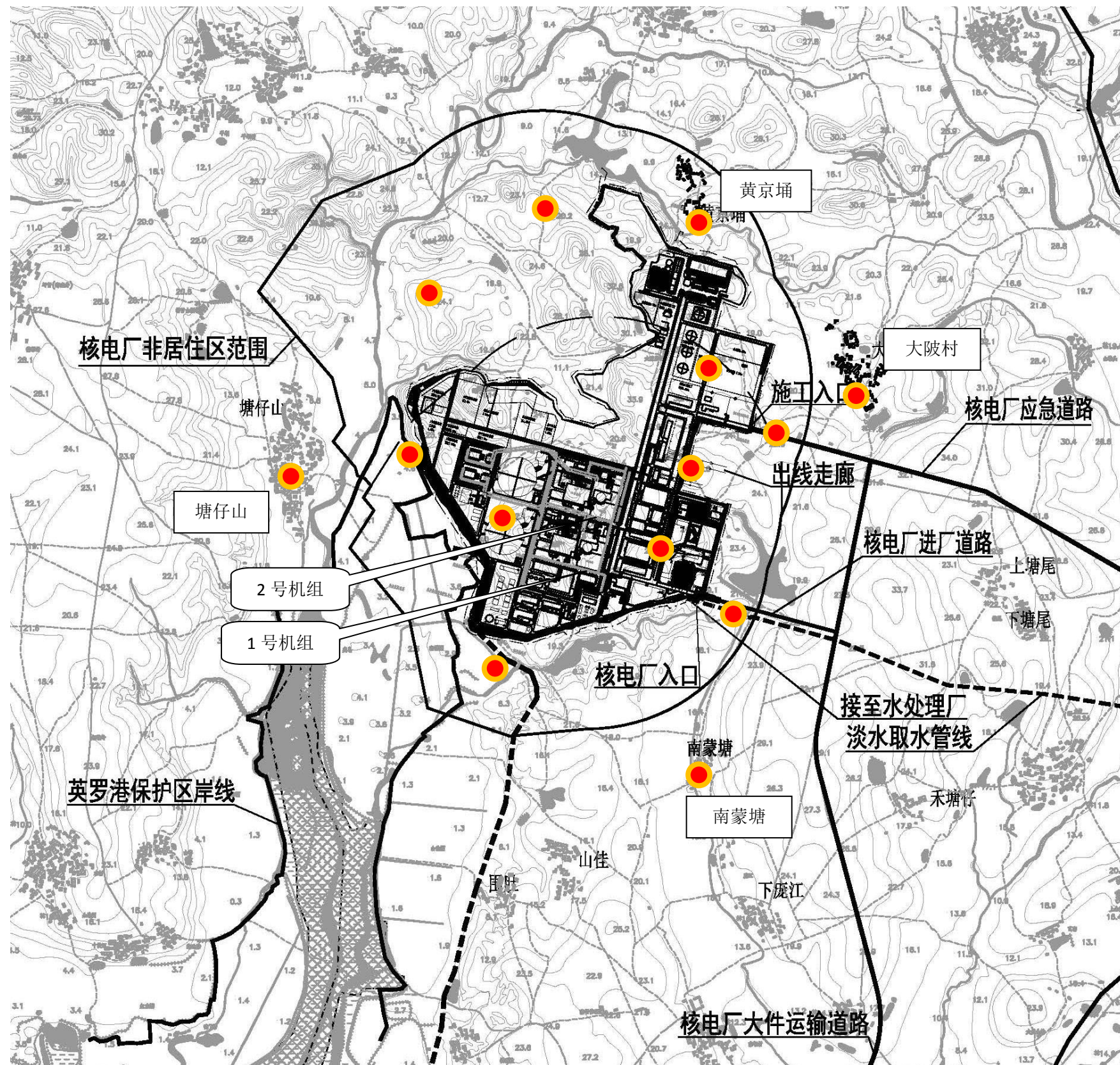


图 5.3-1 施工建造期大气环境监测布点（厂址半径 1km 区域）

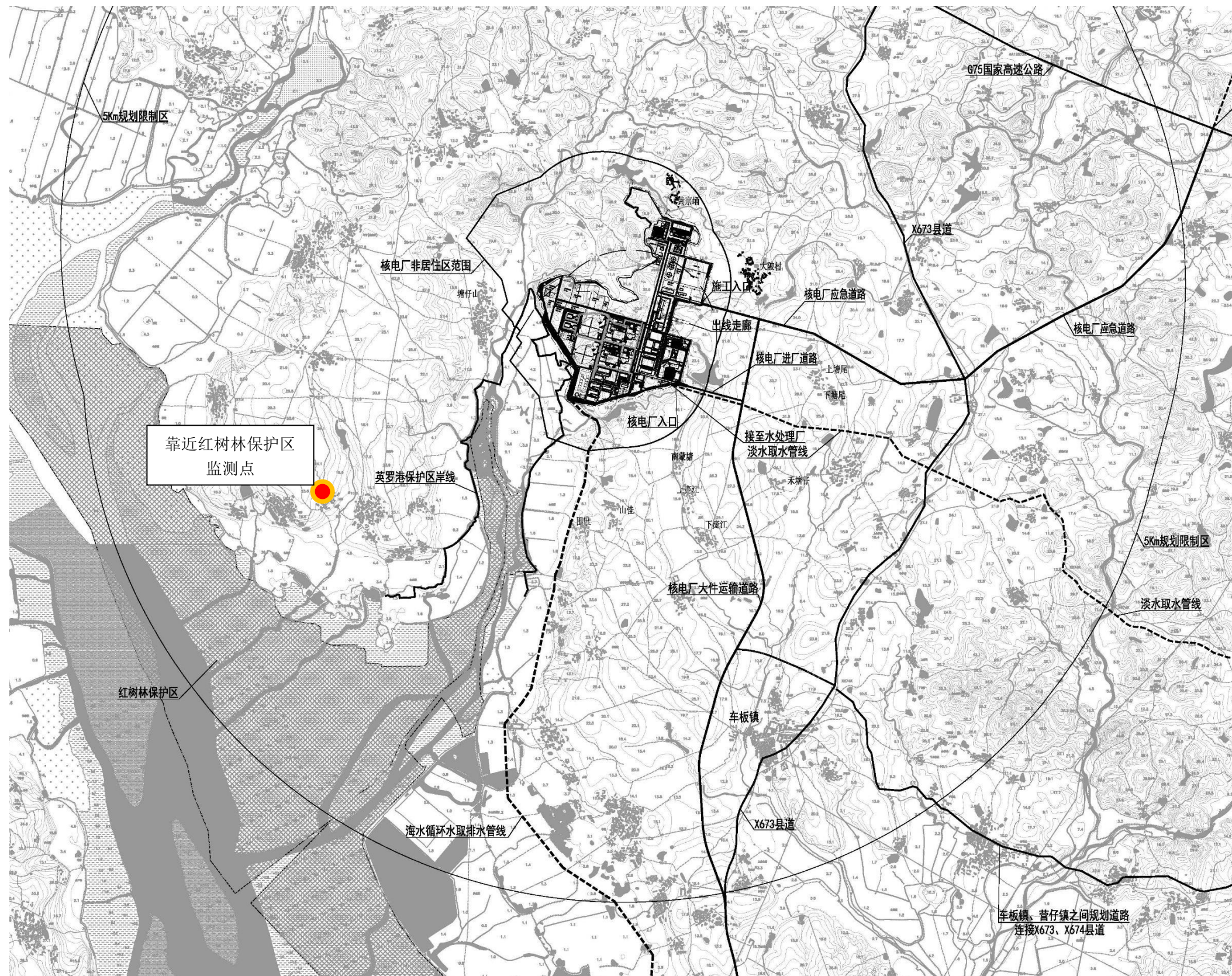


图 5.3-2 施工建造期大气环境监测布点（厂址半径 5km 区域）

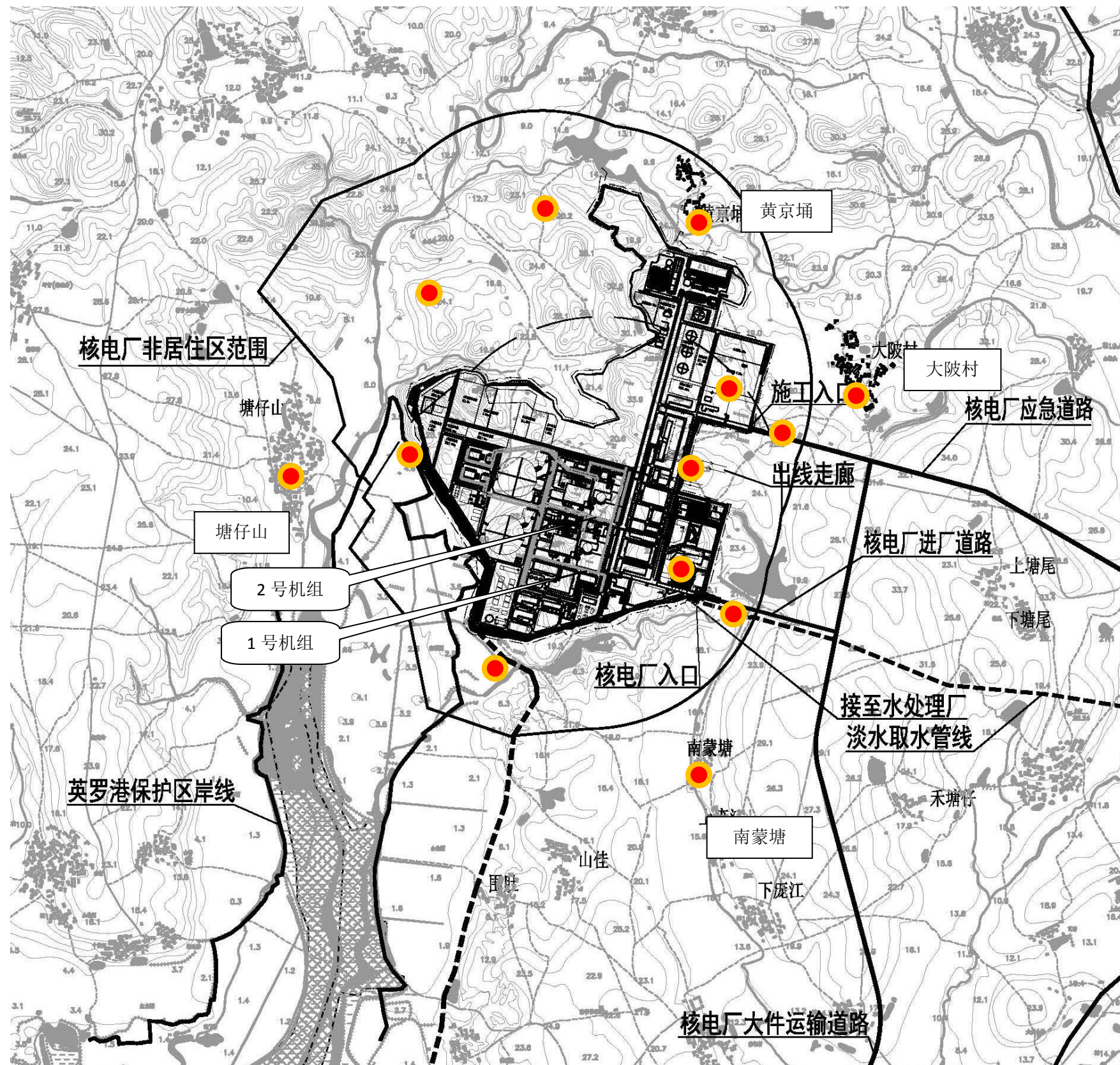


图 5.3-3 施工建造期噪声监测布点（厂址半径 1km 区域）

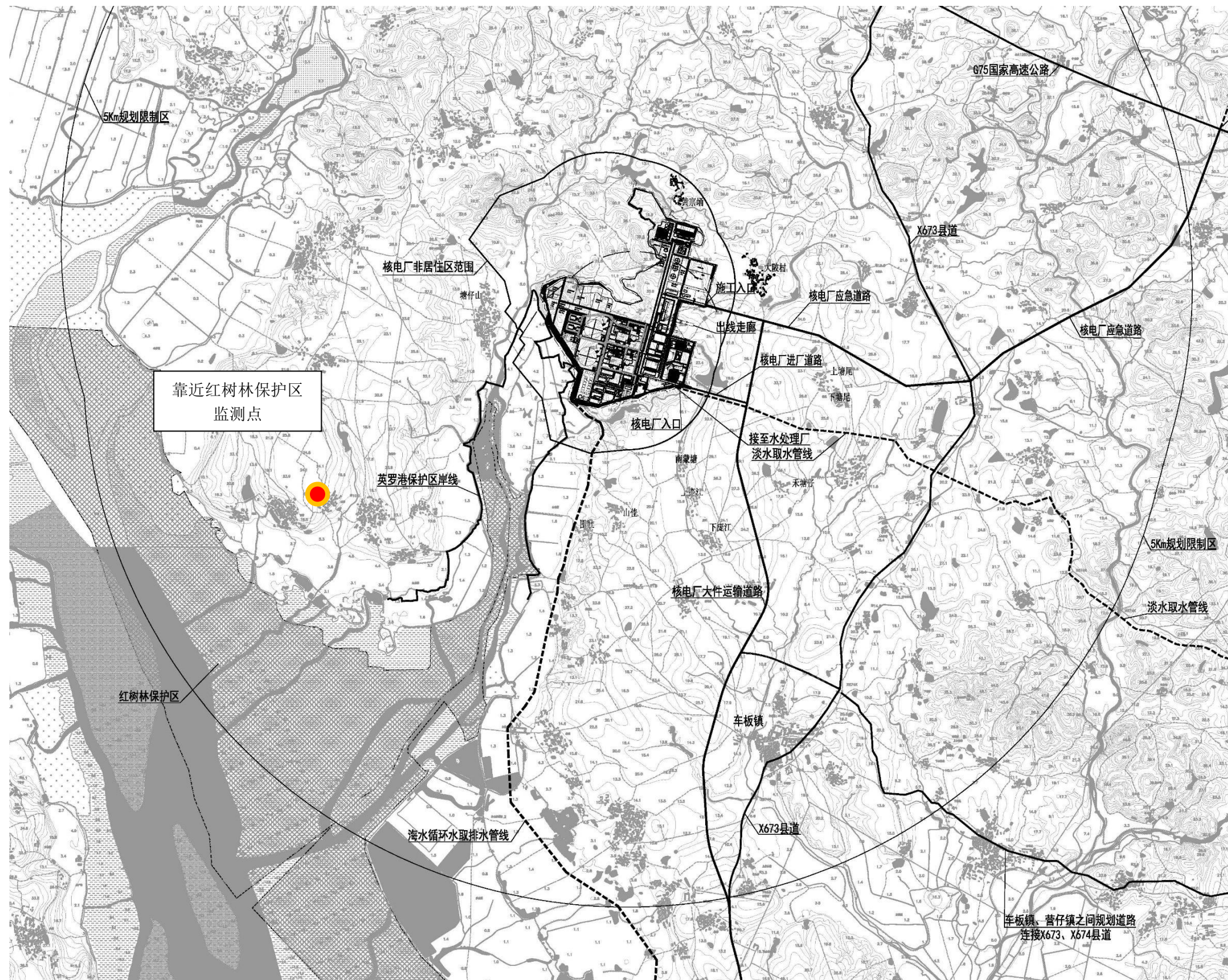


图 5.3-4 施工建造期噪声环境监测布点（厂址半径 5km 区域）

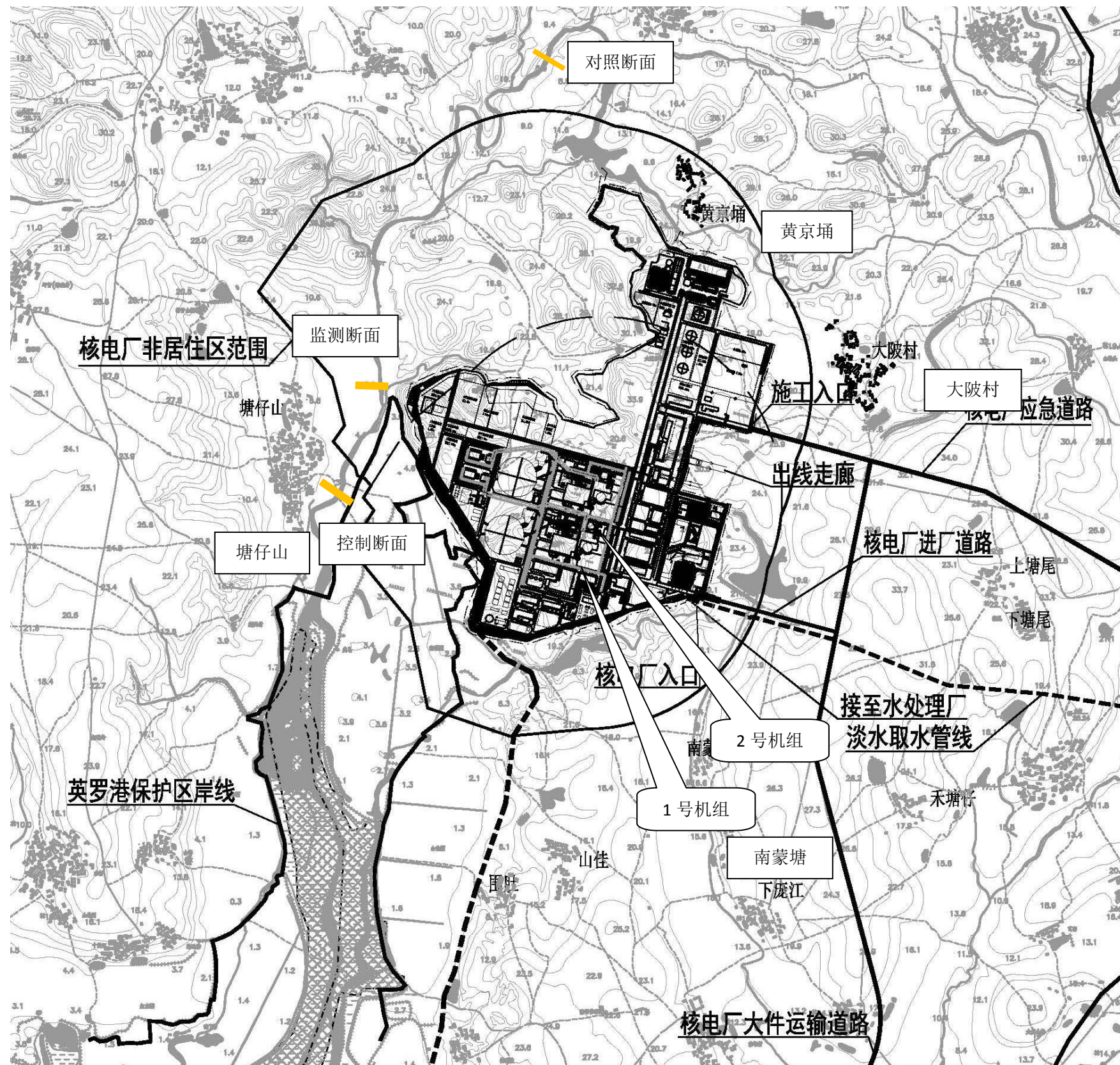


图 5.3-5 施工建造期水环境监测布点 (厂址半径 1km 区域)

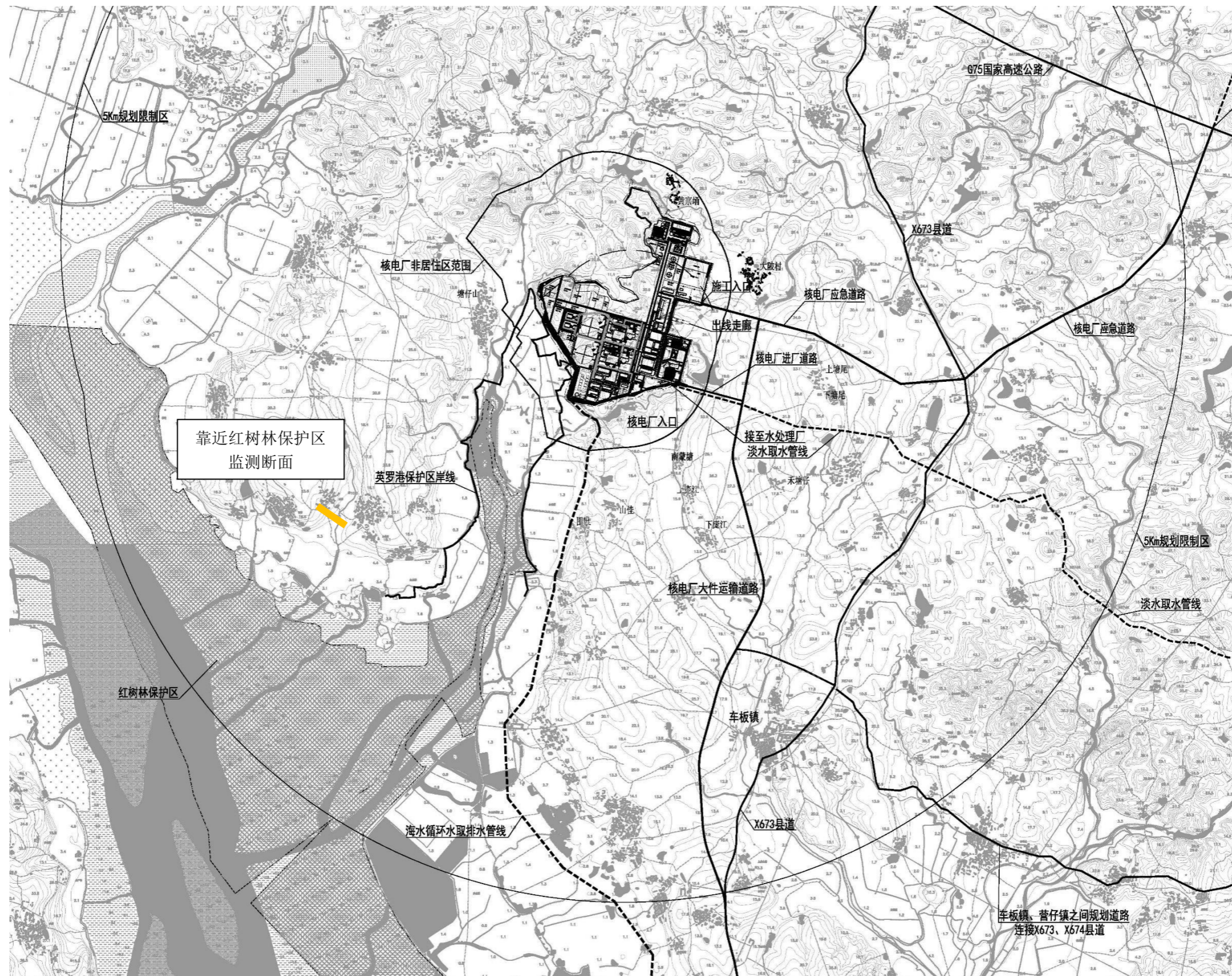


图 5.3-6 施工建造期水环境监测布点 (厂址半径 5km 区域)

第六章 核电厂运行的环境影响

6.1 散热系统的环境影响

6.1.1 散热系统方案

6.1.1.1 散热系统

本工程所在厂址距离龙头沙渔港岸线直线距离约11.5km，取排水管线过长限制了海水直流循环冷却方式的使用。根据中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司提供的《国家电投广东廉江核电项目冷却水供排水方案比较专题报告（可行性研究阶段）》，本工程散热系统方案对比情况如下：

1) 方案介绍

本工程采用直流供水系统时，取水口考虑设置在英罗港内，通过将英罗港内水道疏浚后引水，并设置取水隧洞将海水引至厂区，供给凝汽器冷却用水。由于英罗港内水域面积小，为避免温排水对取水温升以及海域环境的影响，排水采用远排方案，将排水口设置在龙头沙海域，冷却水排水通过隧洞排往排水口。

主厂区距离目前海域约5km，若将循环水泵房布置在岸边，会导致循环水管沟过长，水力损失大，影响电厂的经济运行，另外循环水泵房和循环水管沟是核电厂重要的BOP厂房，与主厂区脱开布置会给电厂的运行维护、安全防护带来不利影响。因此，本工程不考虑将循环水泵房布置在厂外岸边。

当本工程采用带自然通风海水冷却塔的循环供水系统时，供水系统采用单元制供水方式，每台机组设置循环水泵4台，冷却塔1座，循环水进排水管各2根及循环水回水沟1组。

2) 技术可行性分析

两方案技术上均有可行性。对于直流循环，国内滨海电厂多采用直流供水系统，采用隧洞供水在核电工程中已有工程实例，方案可行。对于二次循环，国内已有13000m²海水冷却塔工程实例，与本方案冷却面积接近，方案可行。

3) 环境相容性分析

从水文水动力看，与直流循环相比，二次循环取排水量要小一个量级，因此，其取排水过程对邻近海域水文水动力影响较小。从水生生物看，与直流循环相比，取水量小也减少了水生生物的卷吸和卷载作用。

从温升看，采用直流循环的温升在8-10℃左右，且排水量大，海域4℃的温

升范围将近几个平方公里。而采用二次循环冷却方式，本工程的冬季排水温升在1.92℃左右，夏季温升在0.7℃左右，且排水量小，排水温升可明显低于直流循环的温升，同时也没有海域4℃的温升范围。因此，从温升看，采用二次循环冷却可以明显减少温排水对受纳海域水生生态的影响。同时考虑到排水口周边保护区的存在，也需要采用二次循环冷却方式。

4) 经济合理性分析

从经济比较的结果来看，直流供水方案由于取排水距离长、厂址地坪高等因素，导致厂外取排水工程以及循环水泵房的静态投资明显高于循环供水方案。虽然直流供水冷却水温低，机组微增出力费用明显优于循环供水冷却方案，但综合考虑固定费用投资分摊后，循环供水方案年费用比直流供水方案少9亿元/年左右，循环供水方案经济性明显优于直流供水方案。

综上，相较直流循环，二次循环冷却方式取排水对邻近海域、水生生物及保护区的影响较小，具有良好的环境相容性、技术可行性和经济性，属于最佳实践技术。因此，本工程采用二次循环冷却供水方式，散热系统采用逆流式海水自然通风冷却塔方案，以大气为最终热阱。循环水补给水源取自北部湾，排至北部湾。本报告第四章4.1节厂区总平面布置图中给出了冷却塔布置方案。

本工程2台CAP1000核发电机组冷却塔采用“一机一塔”方案，每台核发电机组常规岛冷却水系统配一座逆流式海水自然通风冷却塔。根据选址阶段环评报告批复意见，冷却塔设计单位对海水自然通风冷却塔进行了优化设计，优化后的每座冷却塔的设计参数如表6.1-1所示。

本工程采用二次循环冷却方式可有效降低散热系统运行对排水管道沿线及受纳水体的影响。

6.1.1.2 取水方案

本工程取水采用大件码头东侧局部开挖并抛石护底作为取水区，取水区底部标高-6.30m，与回旋水域相接。取水口采用喇叭口式取水口，取水口按规划容量取水量18.5m³/s一次建设完成。取水口后接共壁3孔取水暗涵，单孔内净尺寸B×H=3.0m×2.0m，孔底标高-5.50m。

6.1.1.3 排水方案

工程排水海域距厂址较远，为降低出厂管线内放射性物质浓度，根据设计方案，本工程考虑在主厂区内将液态流出物与冷却塔排污水掺混后再统一经冷却塔

排污管线输送至排放海域。

由于冷却塔排污水内掺混有液态流出物排放，因此排水口位置的选择应充分考虑受纳水体的环境容量、功能以及生态特征等因素，避开集中式取水水源保护区、经济鱼类产卵场、洄游路线、水生生物养殖场等环境敏感点，同时还应该避开受纳水体中悬浮沉积物较多的区域，以降低排放口附近放射性物质的沉积积累。根据选址环评批复意见，经多方案比选结果，本工程推荐采用近岸码头港池取水及排水暗涵排水的方案（见图 6.1-1）。

根据工程所在海域特点，为减少温排水对周边保护区的影响，避免排水回流对取水产生影响，同时满足深水排放的要求，拟将排水口远离大件码头港池布置，并采用排水暗涵方案。排水暗涵拟采用分期建设的方案，预留扩建排水箱涵位置的原则考虑。

本期排水箱涵共 2 孔（1 用 1 备），共壁设置，长 1270m（至与陆域共壁排水箱涵处，至现状岸线处约 1160m），单孔断面尺寸 1.8m×1.8m。陆域海水排水管与海域排水箱涵之间设有陆域联络井和衔接段共壁排水箱涵。为满足远期工程施工条件，并综合考虑减小用海面积和分期施工的条件，扩建排水暗涵间距可按 20m 考虑。本次评价仅针对本期建设方案开展。

排水口位置考虑布置在核电厂大件码头航道边，排水口距离取水口约 1000m，距离广西广东两省省界约 680m，排水口与航道的最近距离约为 300m，满足航道管理部门要求的排水口与航道的距离不小于航道底宽（本工程大件码头航道底宽约 120m）的一半的要求。排水口拟采用正面出水的喇叭口式排水口，以利于排水在海域内扩散。排水口出水侧内壁断面尺寸为 $B \times H = 12.4\text{m} \times 1.8\text{m}$ ，进水侧外壁断面尺寸为 $B \times H = 4\text{m} \times 1.8\text{m}$ ，进水侧与 2 孔排水箱涵连接，喇叭口式排水口沿水流方向长为 8.65m；排水喇叭口段进水侧与排水箱涵连接，底标高均为 -4.60m。排水喇叭口段共设 2 个上部出水窗（1 用 1 备），每个出水窗净宽 6.0m，出水窗净高 0.8m，出水窗顶标高 -2.80m、底标高为 -3.60m，排水窗排水设计最大流速约 0.90m/s，出水窗顶在 97% 低潮位（-2.76m）以下约 0.04m，在 97% 低潮位时也保证是淹没出水，且远大于《核电厂水工设计规范》（NB/T25046-2015）第 7.4.3 条“……淹没式排水口上沿标高宜低于平均低潮位 0.50m……”的要求。排水口上方及两侧设有块石压护，防止海浪冲击；排水口下部及排水口前沿排水槽底部设有防冲刷块石保护。排水口上方设有警示标志，防止小型船舶靠近。

海水排水口后需开挖排水槽与航道水下地面衔接，排水槽按核电厂规划 6 台机组最大海水排水量考虑。排水槽底标高为-4.10m，保证排水窗底有约 0.50m 的防淤高度；为了避免排水槽受泥沙淤积而靠成漫滩排水，排水槽底宽适当加大，起点处排水槽（排水口处）底宽为 40m，末端与航道衔接处底宽约为 185m，排水槽底部总长约为 300m，由水下开挖而成，开挖边坡为 1:10，开挖量约为 13.6 万 m³。排水槽在 97%低潮位（-2.76m）时水深约为 1.34m，此时规划 6 台机组排水量时对应的排水槽起端最大排水流速约为 0.17m/s，在排水槽末端排水流速衰减到最大流速不超过 0.04m/s，97%低潮位时排水槽内的排水流速远低于潮流流速，而其他潮位时排水槽内的排水流速更低，所以排水槽的排水流速不会影响航道船舶航行，并且排水槽在 97%低潮位时近岸航道水深仅为 1.34m，水深浅，此时基本没有船舶航行。

6.1.1.4 取排水量

本工程 2 台机组取排水量见表 6.1-2。

6.1.1.5 排水温升

根据选址阶段环评报告批复意见，冷却塔设计单位对海水自然通风冷却塔进行了优化设计，并结合厂址附近气象条件，细化了冷却塔排水温升和取排水量等参数。经过优化，冬季冷却水排水温升为 1.92℃左右，夏季冷却水温升为 0.7℃。

6.1.2 散热系统对水体的物理影响

6.1.2.1 散热系统设施对水体的物理影响

由于取排水工程取排水量较小，海域工程施工量不大，且取排放口附近海域水深较深。因此工程对水体岸线侵蚀、底部冲刷、泥沙淤积以及工程附近水体的水动力条件基本没有影响。

6.1.2.2 冷却塔排水对水体的物理影响

本工程循环冷却方式为二次循环冷却方案，取排水量较小，排水温升较低，冬季冷却水排水温升为 1.92℃左右，夏季冷却水温升为 0.7℃。2 台机组运行期间取排水流量：补充水量 5.5m³/s，排水量约为 3.5m³/s。

本工程委托中国辐射防护研究院开展本工程温排水排放数值模拟研究。

1) 模型介绍

采用通用的平面二维数学模型，从不可压缩流体运动的基本方程忽略物理量

沿水深方向的变化，沿水深方向积分，即求得深度平均的平面二维水流运动方程为：

连续性方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0$$

运动方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + fv - \frac{gu}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} + \frac{\tau_{sx}}{\rho H} + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE_y \frac{\partial u}{\partial y}) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - fu - \frac{gv}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} + \frac{\tau_{sy}}{\rho H} + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE_y \frac{\partial v}{\partial y}) \end{aligned}$$

温度方程：

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HD_x \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HD_y \frac{\partial T}{\partial y}) - \frac{K_S T}{\rho C_p H}$$

其中： ζ 为相对基准面水位，m；H 为水深，m；t 为时间，s； ρ 为水的密度， kg/m^3 ；g 为重力加速度， m/s^2 ；T 为水体温升， $^{\circ}\text{C}$ ；C 为谢才系数， $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ ；f 为柯氏力系数， s^{-1} ； τ_{sx}, τ_{sy} 为风生应力； E_x, E_y 为 x, y 方向广义的涡粘性系数， m^2/s ； φ ，液态流出物浓度， D_x, D_y 为 x, y 方向扩散系数， m^2/s ；u, v 为水深平均流速， m/s ；q 为排放量， m^3/s ； K_S 为水面综合散热系数， $\text{W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ ； C_p 为定压比热， $\text{W}\cdot\text{s}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ 。

2) 参数情况

根据厂址附近夏季和冬季气象水文条件，在相同条件下采用《工业循环水冷却设计规范》推荐公式，等效计算出冬季和夏季综合散热系数取值分别为 $30.81 \text{W m}^{-2} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 和 $41.16 \text{W m}^{-2} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

其他参数糙率系数、水平粘滞系数、扩散系数、柯氏力系数等见液态流出物的计算模型描述。

3) 模拟结果

考虑到从核电厂厂址到北部湾排水管线长约 10km，其温升有一定的降低。取冬季排水温升为 1.92°C 左右，夏季排水温升为 0.7°C 左右，根据中国辐射防护研究院针对本工程进行的温排水排放数值模拟结果（见图 6.1-2）， $2 \times 1250 \text{MW}$ 机组正常运行后，冬季各潮型 2°C 温升包络范围面积可忽略不计。夏季排水最大

温升不超过 1℃。因此，本工程排水不会对受纳海域产生明显的温升影响。

根据广东省海洋功能区划（湛江市）的内容，厂址排水口位于英罗港-海康港农渔业区，海域使用类型为渔业用海。广东省人民政府已出函《广东省人民政府关于承诺广东廉江核电项目一期工程用海需求纳入省国土空间规划的函》（粤府函〔2021〕63号），承诺将本工程用海需求纳入正在编制的《广东省国土空间规划（2020~2035年）》。

根据《广东省生态环境厅关于同意调整湛江市廉江局部岸段近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2020〕556号），调整后，厂址排水口位于龙头沙三类区，水质保护目标为 III 级，项目建设与近岸海域环境功能区划相符。

6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

6.1.3.1 取排水工程对水生生物的影响

本工程取排水系统对水生生物的影响主要包括取水卷吸影响及排水中投放含氯物质的化学因素的危害。化学因素危害一般是含氯物质使用期间起作用；而取水卷吸的机械损伤是最经常和最主要的危害因素。

由于本工程采用二次循环方式，取水流量较小，两台机组也仅为 5.5m³/s。本工程取水口引起的最大水流流速（对应 99%低潮位时）约为 0.14m/s，小于潮流流速，且随潮位水深的加大，引水流速快速减小，对本工程取水口附近海域流场基本没影响，不会导致海洋生物随海域流场聚集到取水口。本工程拟尽可能降低取水口的取水流速，因此不会对水生生物产生明显的卷吸碰撞影响。

同时，本工程海水取水系统采取如下阻截海洋生物的措施：

1) 拦污设施：海水取水口外设有 2 道拦鱼拦污网，拦污网采用全断面梯级设计。海水取水口的入水口处设有格栅。

2) 过滤设备：海水取水泵房每条流道设有格栅清污机和旋转滤网，旋转滤网配有冲洗水泵和冲洗水管网。

3) 取水泵吸水液位控制与监测：海域水位、泵房公共前池水位、每个水泵流道的格栅清污机前后和旋转滤网前后和吸水池的水位等都设有水位计进行水位实时监测，有效预判水泵吸水安全风险。取水泵采用正压进水，水泵淹没水深留有约 1.0m 安全水深裕量。

4) 提高取水泵水量调节能力：海水取水泵配套电动机采用变频控制，可以

按吸水池水位、需水量调整水泵运行工况。

5) 监测预警系统设计：泵房进水流道的格栅清污机、旋转滤网设置有压差报警和自动运行、冲洗系统，取水口区域拟设置水下摄像、声呐，监视海洋生物情况，提升监测能力。运行期考虑采用无人机巡航等多种方式，扩大监测范围，并同气象、海洋等相关部门建立长期稳定的合作关系，及时、准确获得气象海洋及鱼汛虾汛、大面积浮游物等预报信息，全面提升监测和预警能力。

6.1.3.2 冷却塔排水对水生生物的影响

本工程采用二次循环冷却方式，排水温升较低，冬季排水温升为 1.92℃左右，夏季排水温升为 0.7℃。再经过长约 11km 的排水管线输送，最终进入水体，其温升也会有一定的降低。根据中国辐射防护研究院针对本工程进行的温排水排放数值模拟结果，冬季各潮型 2℃温升包络范围面积可忽略不计。夏季排水温升不超过 1℃。该温升范围基本在海水本底温度波动范围之内，因此从温升看，本工程的冷却塔排水对水生生物的影响是可以接受的。

本工程取排水系统周边的自然保护区主要为广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和广西合浦儒艮国家级自然保护区。从保护区的分布位置看，广东湛江红树林国家级自然保护区距离项目取排水工程最近，位于 NNE 方位约 1.8km。由于本工程采用二次循环冷却方式，排水温升较低，1、2 号机组工程排水温升影响范围很小，不影响上述保护区，因此预计电厂冷却塔排水不会对保护区内海洋生物及其栖息环境造成不良影响。

同样，对于取排水系统周边的水产养殖区域，从目前的调查结果看，电厂冷却塔排水对养殖的影响是有限的。

6.1.3.3 取排水系统对水生生态的影响

核电厂对浮游生物的机械损伤主要表现在浮游生物随水流经过核电厂冷却系统时，由于机械冲击作用而受到不同程度的损伤。由于本工程取水量较小，且水流流速较低，在取水口周围设置合适的防护网后，这种卷吸影响很小。

从渔业调查结果看，本工程取水口附近海域无重要海洋生物的产卵场，也不涉及重要海洋生物的洄游路线，预计取水造成的卷吸对海洋生物的影响很小。

核电厂运行排水中余氯进入水体，会使近岸水体的余氯浓度有轻微的增大，但本工程中环境水体对余氯的稀释能力较强，在排放口附近形成的余氯影响范围将较小，因此排水中余氯对鱼类产生的不利影响较小。

电厂排水中的余氯是损害浮游植物的主要因素，但是浮游植物具有较强的恢复潜能，余氯对浮游植物的损伤能得到较快恢复。浮游动物对氯较敏感，较低浓度的氯即可对浮游动物产生明显的影响，但同样浮游动物也具有较强的恢复潜能，余氯对浮游动物的损伤也能得到较快恢复。本工程中环境水体对余氯的稀释能力较强，余氯影响范围也仅在排放口附近区域，因此，排水中余氯对浮游生物基本不会有明显的影响。

由上述分析可知，取排水系统工程量较小，对河床形态，水流状况，水体理化条件均影响较小。同时，工程取排水量较小，排水温升较低，经一定距离输送后，排水温升影响也基本可以忽略。因此，取排水系统对水生生态的影响在可接受范围之内。

6.1.4 散热系统对声环境的影响

冷却塔噪声源主要是水滴下落时所产生的连续性噪声，即水滴在水池、淋水构架板、梁柱等各个表面上产生的冲击噪声。另一小部分是配水喷头喷洒产生的噪声。

本工程冷却塔采用一机一塔的高位收水塔，该塔形相较常规塔可以明显降低淋水噪声。常规冷却塔中，冷却水能够对水池中的水及淋水构架板、梁柱等大面积连续性直接撞击。由于其声源庞大、频带宽，因此声效等级强，传播距离远。冷却塔落水频谱特性与冷却塔集水池的水深有关，水池水越深，水落声音的低频成分越强，噪声传得越远。而高位集水冷却塔，冷却塔下部无集水水池，相对来说噪声较常规冷却塔小。

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ 2.4-2009)，本次评价范围为满足1类声环境功能区标准值的距离范围。《环境影响评价技术导则声环境》(HJ 2.4-2009)中提到：当声波波长比声源尺寸大得多或是预测点离开声源距离比声源本身尺寸超过2倍时，声源可当作点声源处理。考虑到本工程冷却塔声源(淋水面积)面积大，约 20000m^2 ，将其直接简化为点声源处理是不合适的。文献¹研究了国内多座逆流式自然通风冷却塔的噪声衰减规律。研究显示，电厂冷却塔噪声通过冷却塔下部吸风口传出。落水噪声的声源为内置的一片圆形水面，腔体内

¹倪季良，冷却塔的落水噪声及其防治措施，工业用水与废水，2003

声波通过进风口向外传播，所以可将进风口视为声源边缘，其庞大特殊的弧面出声口使“附近区域”内的声波并不立即按“点声源”的距离衰减规律衰减，在这个由近及远的“附近区域”内存在一个按“面声源”（声波不衰减）及至“线声源”（距离每增加一倍声能衰减 3dB（A））的距离衰减规律的过渡区域，只有当受声点（测点）外移至可将冷却塔的环形进风口视为一个“点”以外的后方，声波才开始按“点声源”的距离衰减规律衰减。

视冷却塔为“点声源”的起始位置 D 可用下式估算：

$$D=A^{1/2}/4$$

A 冷却塔集水池面积，m²。

在距离塔边界 D 距离以外声源的衰减服从点声源衰减规律。此处的衰减规律仅是近似规律，在实际厂况环境中，受池水水位变化、淋水密度变化、地表地形、障碍物分布、风向风力、气候气温及其它声源的影响，冷却塔噪声的实际衰减规律将会有所出入。

根据常规岛电力设计院提供的资料，本工程冷却塔声源（淋水面积）面积约 20000m²，据此计算得到可将冷却塔视为点源的起始位置约为 35.4m。

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ 2.4-2009），本次计算考虑了点声源的几何发散衰减、空气吸收引起的衰减和地面效应引起的附加衰减。

几何发散衰减：

$$A_{div}=20\lg \frac{r_1}{r_2}$$

空气吸收引起的衰减：

$$A_{octatm} = \frac{a(r - r_0)}{1000}$$

公式中：a=4.1dB/km（1/3 倍频带中心频率为 1000Hz，相对湿度为 80%，平均气温为 15℃）

地面效应引起的附加衰减：

$$A_{exc} = 5\lg(r/r_0)$$

地面效应引起的附加衰减的上限为 10dB。

根据文献²，冷却塔噪声虽然是高频声，但因体积庞大，呈立体分布，距离衰减接近线声源特性。另根据文献³，超大型常规自然通风冷却塔（淋水面积大于 10000m²）进风口处的噪声约 86dB（A），声级比较稳定。其自由跌落和非自由跌落的淋水声是噪声的主要来源。高位收水塔自由跌落高度仅为常规塔的 25% 左右，而且其自由跌落区均在塔的筒壁之内，相当跌落于天然隔声墙内，故其噪声可降低 8-10dB（A）。

根据《国核廉江核电项目超大型高位集水海水冷却塔塔芯设备技术规范书》中要求，进风口外 1m 处的噪音保证值（在最大水量条件下）应不大于 76dB（离地 1.5m 高）。因此本工程保守取距冷却塔 35.4m 处的声级为 76dB（A），计算中同时考虑了本工程 2 座冷却塔在受声点处的叠加，公式如下：

$$L_p = 10 \lg \left| \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right|$$

L_p 叠加后受声点噪声，dB

L_{pi} 第 i 个噪声源在受声点的声级，dB

本工程所在厂址厂界处噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准：昼间 65dB（A）；夜间 55dB（A）。厂址最近的居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类标准：昼间 55dB（A）；夜间 45dB（A）。

根据前文所述的衰减规律及本工程 2 座冷却塔的平面布置，冷却塔噪声预测分布图如图 6.1-3 所示。本工程 2 座冷却塔边缘距离厂址边界的最近距离分别为 35m 和 220m 左右。从图中可以看出，厂址最近边界处噪声大于 65dB（A），不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 3 类标准，因此后续需对冷却塔开展降噪防治优化设计工作，确保冷却塔实际运行时满足标准要求。

厂址周边距离冷却塔最近的居民点为塘仔山村，距离冷却塔大约在 900 米左右，根据冷却塔噪声预测结果，其声环境能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 1 类标准。

²吕玉恒,郁慧琴,黄平等.特大型双曲线自然通风冷却塔噪声治理设计及效果.噪声与振动控制[J].2004,1:45-48.

³蔡兴初,朱一鸣,顾勇.某 1000MW 级火电厂自然通风冷却塔造型.给水排水[J].2016,42(10):85-87.

本工程冷却塔距离广东湛江红树林保护区边界的最近距离约为 2.3km，冷却塔噪声经距离衰减后，对保护区边界处的贡献值非常小，根据噪声叠加原理，不会引起红树林保护区声环境质量发生变化。因此冷却塔噪声不会对位于保护区内野生动物（包括水鸟）产生影响。

本工程 2 座冷却塔运行时在厂界引起的噪声不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 3 类标准，因此，后续需要对冷却塔开展降噪防治优化设计工作，确保冷却塔实际运行时满足标准要求。冷却塔对厂址周边居民点引起的噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 1 类标准。

目前冷却塔设计尚未定型，各项参数也没有最终确定，冷却塔设计单位正在开展优化设计及降噪防治工作，后续以厂界和厂址周围居民点的噪声控制值为目标，通过噪声模拟计算确定，确保噪声达标。

6.1.5 散热系统对大气环境的影响

本工程所在厂址为近海厂址，厂址距离英罗港岸线直线距离约 4.5km，距离龙头沙渔港岸线直线距离约 11.5km，取水管线过长限制了海水直流循环冷却方式的使用，散热系统采用逆流式自然通风冷却塔方案，以大气为最终热阱。

目前国内运行和在建的核电厂均分布于沿海地区，采用海水直流循环冷却方式。火电厂冷却塔的环境影响研究目前仅限于冷却塔排污水的温升影响和冷却塔运行噪声的影响，对于电厂冷却塔散热装置对局地气候和盐沉积影响尚未开展。

本工程冷却塔运行散热水汽对环境的影响，采用《核电厂冷却塔环境影响评价技术规范》（NB/T20307-2014）的推荐方法进行评价。

本工程大型自然通风冷却塔塔高 218.7m，出口直径 96.8m，采用一机一塔的方案进行布置，具体参见本报告第四章中的厂区总平面图。

6.1.5.1 雾羽和荫屏

电厂湿式冷却塔内在水、气交换的过程中产生大量热水汽，水汽排出后与周围空气混合，其中一部分可能冷凝形成白色的羽状雾气，即称“雾羽”。雾羽中的雾滴由于粒径小，重量轻，可以在自然风的吹送下达到一定距离，并在一定范围内影响太阳辐射，形成阴影，即称“荫屏”，从而减弱到达地面的太阳辐射的能量。

根据本工程所在厂址 2019~2020 年的逐时厂址气象资料和参考电厂的冷却

塔设计参数，计算在全年正常工况下冷却塔雾羽和荫屏造成的太阳辐射损失量。荫屏的覆盖范围由雾羽扩散范围、抬升高度结合当时太阳高度角计算得到。

表 6.1-3~表 6.1-5 分别给出了冷却塔雾羽长度、高度及半径在各个方位上的频率分布，雾羽的分布主要受厂址地区风向影响。表 6.1-6 给出了全年中雾羽造成冷却塔周围地面“荫屏”小时数，表 6.1-7 给出了冷却塔周围各距离上和区域内全年太阳辐射累积损失量及其分布。雾羽长度频率和辐射损失率分布参见图 6.1-4 和图 6.1-5。

本工程 2 台机组正常运行时，在冷却塔附近区域：

- 最大的阴影时间位于冷却塔 WNW 方位约 400m 处，全年最大阴影时间约为 880.2h，相应减少的太阳辐射能量约为 $738.1\text{MJ}/\text{m}^2$ ，辐射能量损失率为 13.8%。
- 800m 处，平均太阳辐射损失为 $97.9\text{J}/\text{m}^2$ ，辐射能量损失率为 1.8%。
- 在 2000m 处，平均太阳辐射损失约为 $21.4\text{MJ}/\text{m}^2$ ，辐射能量损失率为 0.4%。
- 在 5000m 处，平均太阳辐射损失约为 $1.6\text{MJ}/\text{m}^2$ ，辐射能量损失率约为 0。

太阳辐射量的自然年际波动范围约为 1%~10%。本工程正常运行时冷却塔雾羽引起的荫屏主要集中在冷却塔近区核电厂厂区内，厂区外辐射能量损失基本处于太阳辐射量的自然年际波动范围内。因此，预计本工程冷却塔形成雾羽“荫屏”不会对周围环境（包括红树林保护区）和陆生生态产生明显影响。

6.1.5.2 飘滴和沉降

核电厂循环冷却水在冷却塔内溅落过程中，产生大量的细小水滴，被上升气流顶托带出塔外，形成飘滴。飘滴不但损失了循环水，而且可能对局地环境造成一定的影响。飘滴的环境影响和气象条件密切相关，环境气温高或湿度低，小粒径飘滴容易蒸发消失，对环境影响明显减少；在温度低或湿度大时，则影响加强。

表 6.1-8 给出了本工程 2 台机组正常运行，冷却塔引起附近局地范围内的水沉积量的计算预测结果。

- 地面沉积水量最大值出现在冷却塔 W 方位 6400~6600m 附近，约为 $4.4\text{E}+04\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，相当于增加 0.53mm/年的降水量。
- 在 800m 处，地面平均沉积水量 $4.6\text{E}+0.3\text{kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，相当于全年增加降水 0.055mm。
- 在 5000m 处，地面平均沉积水量为 $1.4\text{E}+03\text{ kg}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，相当于全年

增加降水约 0.017mm。

核电厂址区域年平均降水量超过 1000mm，冷却塔飘滴引起的降水量远低于自然降水量。因此，本工程 2 台机组冷却塔引起的降水不会对周围环境造成明显影响。

6.1.5.3 盐份沉积

电厂冷却塔的循环冷却水一般包含有各类杂质，包括各类可溶固体、悬浮物及其它化合物。这些物质会随飘滴降落在冷却塔周边区域，在地面上产生相应的沉积。本工程拟采用海水进行冷却，表 6.1-9 和图 6.1-6 给出了电厂附近地面盐沉积量的计算预测结果。

美国核管委 NUREG-1555 第 5.3.3.2 节提供了盐沉积率对植物影响的评价准则：当飘滴中盐沉积率在 1~2kg/(ha·月)的情况下，不会对植物产生危害；当盐沉积率在植物的生长期接近或超过 10kg/(ha·月)时(相当于 1000kg/km²·月)，可能会对植物的叶片产生危害。

根据初步计算结果，冷却塔周围盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值（1000kg/km²·月），可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响；超出 200 kg/km²·月的范围集中在冷却塔 S~W 方位 500m~2.1km 的有限范围内。湛江红树林保护区距厂址较远（约 2.3km），且红树林对盐碱有较好的耐受性，因此盐沉积也不会对红树林产生不良影响。

6.1.5.4 下雾与结冰

本工程拟采用的自然通风冷却塔高度达到 200m 以上，具有较高的排放高度。雾羽在排出冷却塔后，由于动量和浮力作用还要向上抬升一段高度。在国外的实测和相关研究中，自然通风冷却塔的雾羽到达地面可能性是相当小的，不会导致地面结雾现象。在美国核管委 NUREG-1555 推荐的冷却塔环境影响计算模式中，也认为自然通风冷却塔不会对地面下雾和结冰产生明显影响。另外，厂址所在区域属于亚热带海洋气候，气温较高不利用结冰。综上所述，本工程冷却塔不会导致下雾和道路结冰。

因此初步分析认为，本工程冷却塔对于周围大气环境不会有明显影响。

表 6.1-1 冷却塔基本参数表

参数	塔型	1 机 1 塔 (高位收水塔)
	淋水面积 (m ²)	20000
	塔总高 (m)	218.7
	零米底部直径 (m)	174.552
	喉部直径 (m)	89.150
	进风口高度 (m)	16.28

表 6.1-2 本工程取排水量

装机容量	取水量 m ³ /s	排水量			液态流出物排水量 m ³ /h
		常规冷却塔排水 量 m ³ /h	厂用水排水 量 m ³ /h	合计 m ³ /h	
1、2 号机组工程 (2×1250MW)	5.5	11894	720	12614	5

表 6.1-3 冷却塔周边不同方位雾羽长度频率分布 (%)

雾羽长度 (m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	SUM
100	15.45	9.74	10.43	11.58	18.89	11.33	5.70	2.06	0.89	0.69	1.27	1.31	1.19	1.83	3.19	4.48	100.0
200	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
300	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
400	11.60	7.85	8.80	10.45	17.86	10.58	5.42	1.56	0.46	0.31	0.58	0.98	0.92	1.29	2.98	3.79	85.44
500	11.25	7.64	8.33	9.54	16.30	9.30	4.86	1.56	0.40	0.30	0.50	0.54	0.64	1.11	2.39	3.79	78.46
600	8.60	6.62	6.77	8.22	15.29	8.85	3.96	1.02	0.35	0.23	0.31	0.33	0.45	0.62	1.48	3.12	66.21
700	7.34	5.64	6.46	7.48	14.23	8.65	3.71	0.90	0.30	0.17	0.25	0.19	0.35	0.58	1.35	1.86	59.47
800	6.79	5.64	6.34	7.19	13.55	8.32	3.50	0.83	0.27	0.17	0.22	0.17	0.34	0.55	1.32	1.76	56.98
900	6.79	5.30	6.03	6.82	12.99	8.04	3.12	0.79	0.27	0.14	0.21	0.13	0.32	0.54	1.19	1.66	54.31
1000	6.38	4.78	5.66	6.54	12.42	7.66	2.93	0.73	0.23	0.13	0.16	0.11	0.31	0.45	1.10	1.58	51.17
2000	2.71	2.08	2.66	3.31	6.22	4.08	1.45	0.22	0.10	0.03	0.05	0.00	0.13	0.16	0.64	0.74	24.57
3000	1.50	1.10	1.19	1.21	2.32	1.14	0.37	0.09	0.06	0.02	0.03	0.00	0.06	0.08	0.17	0.33	9.66
4000	0.40	0.30	0.21	0.42	1.00	0.19	0.08	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.19	2.96
5000	0.40	0.30	0.21	0.42	1.00	0.19	0.08	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.19	2.96

表 6.1-4 冷却塔周边不同方位雾羽抬升高度频率分布 (%)

抬升高度 (m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	SUM
10	15.45	9.74	10.43	11.58	18.89	11.33	5.70	2.06	0.89	0.69	1.27	1.31	1.19	1.83	3.19	4.48	100.0
20	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
30	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
40	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
50	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
60	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
70	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
80	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
90	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
100	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
200	14.58	9.52	10.22	11.36	18.48	11.07	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.76	3.09	4.48	97.51
300	14.58	9.52	9.81	11.33	18.46	11.06	5.54	2.04	0.89	0.69	1.19	1.27	1.19	1.74	3.00	4.18	96.47
400	11.21	8.20	9.32	9.65	17.01	10.14	4.84	1.87	0.79	0.57	1.07	0.94	0.92	1.30	2.25	3.11	83.18
500	3.43	2.44	3.08	2.96	5.54	2.51	1.50	0.19	0.14	0.05	0.08	0.00	0.13	0.25	0.89	0.69	23.86
700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 6.1-5 冷却塔周边不同方位雾羽半径频率分布 (%)

雾羽半径 (m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	SUM
5	15.45	9.74	10.43	11.58	18.89	11.33	5.70	2.06	0.89	0.69	1.27	1.31	1.19	1.83	3.19	4.48	100.0
10	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
15	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
20	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
25	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
30	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
35	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
40	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
45	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
50	15.21	9.57	10.30	11.36	18.48	11.09	5.58	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.78	3.09	4.48	98.30
75	14.58	9.52	10.24	11.36	18.46	11.06	5.54	2.04	0.89	0.69	1.27	1.29	1.19	1.74	3.00	4.48	97.34
100	11.80	7.91	8.96	11.20	18.30	10.95	5.42	1.75	0.64	0.37	0.64	1.19	1.14	1.44	2.59	3.77	88.07
150	9.73	6.83	8.31	9.38	17.75	10.73	5.05	1.54	0.39	0.24	0.50	0.48	0.58	1.22	2.15	2.64	77.52
200	5.55	4.56	5.35	6.22	12.98	7.66	2.93	0.75	0.19	0.10	0.16	0.09	0.27	0.45	1.10	1.55	49.93
300	0.82	0.59	0.53	0.90	1.60	1.14	0.23	0.06	0.02	0.01	0.02	0.00	0.03	0.08	0.13	0.27	6.44

表 6.1-6 冷却塔周边不同方位和距离处的荫屏小时数 (h)

距离 (M)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	平均值
200	287.0	344.0	434.0	577.0	651.0	692.0	654.0	604.0	526.0	457.0	414.0	378.0	315.0	292.0	279.0	270.0	448.4
400	100.0	124.0	169.0	456.0	760.0	880.2	585.2	359.2	253.2	214.2	188.2	208.0	229.0	172.0	102.0	98.0	306.2
600	84.0	97.0	145.0	330.0	731.0	709.2	332.2	155.2	104.2	94.2	113.2	144.2	185.0	130.0	65.0	63.0	217.7
800	64.0	88.0	145.0	262.5	606.6	533.2	178.2	76.2	45.2	36.2	69.5	86.2	137.0	88.0	55.0	48.0	157.4
1000	48.0	77.0	123.5	253.1	511.1	441.0	90.2	40.0	20.0	21.2	38.5	69.4	92.5	62.0	50.0	42.0	123.7
2000	16.0	30.5	76.8	130.4	283.4	132.4	12.4	7.0	2.2	3.2	3.9	28.5	43.9	25.1	22.3	17.0	52.2
3000	8.0	16.9	41.9	74.7	174.4	61.0	5.4	2.0	0.0	3.2	0.0	11.7	22.2	6.2	14.0	12.0	28.4
4000	4.0	8.9	23.5	48.1	100.8	28.2	2.4	1.0	0.0	2.2	0.0	6.9	11.8	6.1	4.3	4.0	15.8
5000	4.0	6.4	13.5	35.9	55.6	13.4	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2	6.5	0.9	3.3	2.0	9.0

表 6.1-7 冷却塔周边不同方位和距离处的辐射损失量 (MJ/m²)

距离 (M)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	平均值
200	292.4	355.7	448.3	576.6	637.8	667.1	626.9	580.4	491.2	422.3	359.5	320.6	259.1	252.4	255.6	260.4	425.4
400	88.4	106.4	143.4	387.6	625.9	738.1	511.1	313.7	207.5	156.7	122.0	129.0	136.6	110.5	75.2	79.0	245.7
600	67.0	80.0	103.3	212.9	509.9	519.1	287.6	137.7	80.9	60.6	56.2	65.7	82.2	67.2	41.4	43.0	150.9
800	48.1	71.8	91.3	137.5	381.7	353.9	154.7	66.7	33.2	20.6	33.9	30.3	50.0	32.1	30.8	30.1	97.9
1000	37.7	58.9	70.9	114.2	303.5	263.4	82.4	35.4	13.9	11.5	19.1	19.0	29.5	17.1	25.1	25.2	70.4
2000	15.6	17.2	30.9	47.5	118.3	61.6	11.6	4.6	1.1	1.5	1.0	4.2	5.7	5.3	8.6	7.7	21.4
3000	7.0	6.7	9.8	21.2	56.1	23.8	2.9	1.3	0.0	1.5	0.0	1.5	1.5	0.4	5.7	5.8	9.1
4000	2.7	1.5	2.4	3.3	11.5	1.9	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.9	1.3	1.6
5000	292.4	355.7	448.3	576.6	637.8	667.1	626.9	580.4	491.2	422.3	359.5	320.6	259.1	252.4	255.6	260.4	425.4

表 6.1-8 冷却塔周边不同方位和距离处的水沉积量 (Kg/m²/月)

距离 (m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	AVG
100	9.90E+02	6.30E+02	6.90E+02	7.70E+02	1.20E+03	7.40E+02	3.80E+02	1.40E+02	6.80E+01	4.80E+01	9.00E+01	9.20E+01	8.80E+01	1.20E+02	2.00E+02	2.60E+02	4.10E+02
200	9.90E+02	6.30E+02	6.90E+02	7.70E+02	1.20E+03	7.40E+02	3.80E+02	1.40E+02	6.80E+01	4.80E+01	9.00E+01	9.20E+01	8.80E+01	1.20E+02	2.00E+02	2.60E+02	4.10E+02
300	1.40E+03	8.60E+02	9.40E+02	1.00E+03	1.40E+03	8.00E+02	4.50E+02	2.20E+02	1.30E+02	1.10E+02	2.20E+02	2.20E+02	1.80E+02	1.90E+02	2.90E+02	3.80E+02	5.50E+02
400	2.60E+03	1.60E+03	1.70E+03	1.90E+03	2.50E+03	1.20E+03	7.60E+02	4.40E+02	3.00E+02	2.40E+02	4.80E+02	4.80E+02	4.00E+02	4.00E+02	6.00E+02	7.60E+02	1.00E+03
500	6.40E+03	4.00E+03	4.40E+03	4.90E+03	7.80E+03	4.40E+03	2.30E+03	9.70E+02	4.40E+02	3.50E+02	6.90E+02	6.70E+02	6.00E+02	7.30E+02	1.30E+03	1.70E+03	2.60E+03
600	7.90E+03	5.10E+03	5.50E+03	6.10E+03	9.70E+03	5.70E+03	2.90E+03	1.20E+03	5.20E+02	4.20E+02	8.10E+02	7.90E+02	7.10E+02	9.20E+02	1.60E+03	2.20E+03	3.20E+03
700	9.80E+03	6.20E+03	6.80E+03	7.50E+03	1.20E+04	7.00E+03	3.70E+03	1.40E+03	6.20E+02	4.70E+02	8.90E+02	8.90E+02	8.20E+02	1.00E+03	1.90E+03	2.60E+03	4.00E+03
800	1.20E+04	7.50E+03	8.20E+03	9.30E+03	1.30E+04	6.60E+03	4.60E+03	1.60E+03	6.60E+02	4.40E+02	7.90E+02	8.30E+02	8.70E+02	1.10E+03	2.30E+03	3.20E+03	4.60E+03
900	1.10E+04	7.10E+03	7.60E+03	8.20E+03	1.30E+04	6.40E+03	4.20E+03	1.30E+03	5.50E+02	3.80E+02	6.60E+02	6.20E+02	6.70E+02	1.20E+03	2.00E+03	3.00E+03	4.20E+03
1000	8.10E+03	5.30E+03	5.30E+03	4.80E+03	1.30E+04	5.90E+03	3.90E+03	8.70E+02	3.80E+02	2.70E+02	4.50E+02	5.70E+02	5.10E+02	9.50E+02	1.80E+03	1.80E+03	3.40E+03
2000	2.60E+03	1.80E+03	2.10E+03	2.50E+03	5.10E+03	3.00E+03	1.20E+03	2.80E+02	1.00E+02	5.60E+01	8.20E+01	6.00E+01	1.20E+02	2.20E+02	4.80E+02	6.90E+02	1.30E+03
3000	1.30E+03	6.60E+02	7.00E+02	9.60E+02	2.00E+03	1.20E+03	3.40E+02	9.10E+01	4.80E+01	1.60E+01	2.50E+01	1.40E+01	4.50E+01	9.90E+01	1.70E+02	2.90E+02	4.90E+02
4000	2.10E+03	1.10E+03	9.60E+02	1.70E+03	3.70E+03	1.30E+03	4.40E+02	1.60E+02	6.70E+01	1.30E+01	2.20E+01	8.10E+00	6.20E+01	1.20E+02	2.80E+02	6.30E+02	7.90E+02
5000	2.90E+03	2.00E+03	1.60E+03	3.10E+03	7.10E+03	2.20E+03	7.00E+02	2.90E+02	8.90E+01	1.30E+01	2.40E+01	5.60E+00	9.70E+01	2.40E+02	5.00E+02	1.20E+03	1.40E+03
6000	9.90E+02	6.30E+02	6.90E+02	7.70E+02	1.20E+03	7.40E+02	3.80E+02	1.40E+02	6.80E+01	4.80E+01	9.00E+01	9.20E+01	8.80E+01	1.20E+02	2.00E+02	2.60E+02	4.10E+02
7000	9.90E+02	6.30E+02	6.90E+02	7.70E+02	1.20E+03	7.40E+02	3.80E+02	1.40E+02	6.80E+01	4.80E+01	9.00E+01	9.20E+01	8.80E+01	1.20E+02	2.00E+02	2.60E+02	4.10E+02
8000	1.40E+03	8.60E+02	9.40E+02	1.00E+03	1.40E+03	8.00E+02	4.50E+02	2.20E+02	1.30E+02	1.10E+02	2.20E+02	2.20E+02	1.80E+02	1.90E+02	2.90E+02	3.80E+02	5.50E+02

表 6.1-9 冷却塔周边不同方位和距离处的盐沉积量 (Kg/m²/月)

距离 (m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	平均值
100	34.91	22	24.32	26.87	42.7	25.46	13.18	5.05	2.44	1.74	3.26	3.32	3.18	4.18	6.92	9.17	14.29
200	34.91	22	24.32	26.87	42.7	25.46	13.18	5.05	2.44	1.74	3.26	3.32	3.18	4.18	6.92	9.17	14.29
300	51.02	31.87	34.66	36.82	50.49	28.27	16.17	8.44	4.98	4.28	8.96	8.83	7.03	7.21	11.04	14.1	20.26
400	105.4	65.87	68.73	74.83	92.54	45.73	29.33	18.5	12.75	10.7	21.41	21.4	17.13	16.54	24.62	30.58	41
500	256	159.85	175.22	190.51	288.69	163.17	89.13	40.6	20.07	16.33	32.87	31.87	27.04	31.01	51.72	69.36	102.71
600	341.76	214.54	229.7	248.42	372.66	216.08	116.66	52.57	26.1	22.24	44.63	43.28	35.93	42.46	71.45	96.72	135.95
700	440.2	272.96	294.29	319.18	468.14	273.77	153.63	67.04	32.96	26.77	51.73	51.39	44.17	49.14	90.96	121.32	172.35
800	557.63	339.74	364.54	403.25	533.65	271.63	199.55	77.12	37.45	26.09	48.05	51.08	49.13	53.62	110.46	150.52	204.6
900	523.85	328.51	342.33	358.47	564.96	281.5	180.56	65.36	32.52	24.14	43.17	42.34	40.44	66.72	102.58	147.7	196.57
1000	418.96	264.15	257.21	264.42	557.53	265.32	175.47	49.4	25.7	19.33	34.71	63.5	50.3	55.31	100	101.79	168.94
2000	159.27	107.31	119.87	137.56	254.88	153.21	68.91	20.52	7.2	5.04	8.69	8.3	9.64	17.33	31.2	44.48	72.09
3000	73.34	41.69	46.59	53.65	97.26	63.51	25.18	7.99	3.64	2.32	3.98	3.65	4.19	7	11.84	17.26	28.94
4000	63.87	32.92	35.01	44.67	85.01	47.18	19.09	5.83	2.76	1.48	2.6	2.29	3	5.1	9.27	14.51	23.41
5000	47.48	30.13	31.59	41.57	81.45	43.72	16.79	4.93	1.99	1.16	1.99	1.52	2.41	4.45	8.35	13.41	20.81

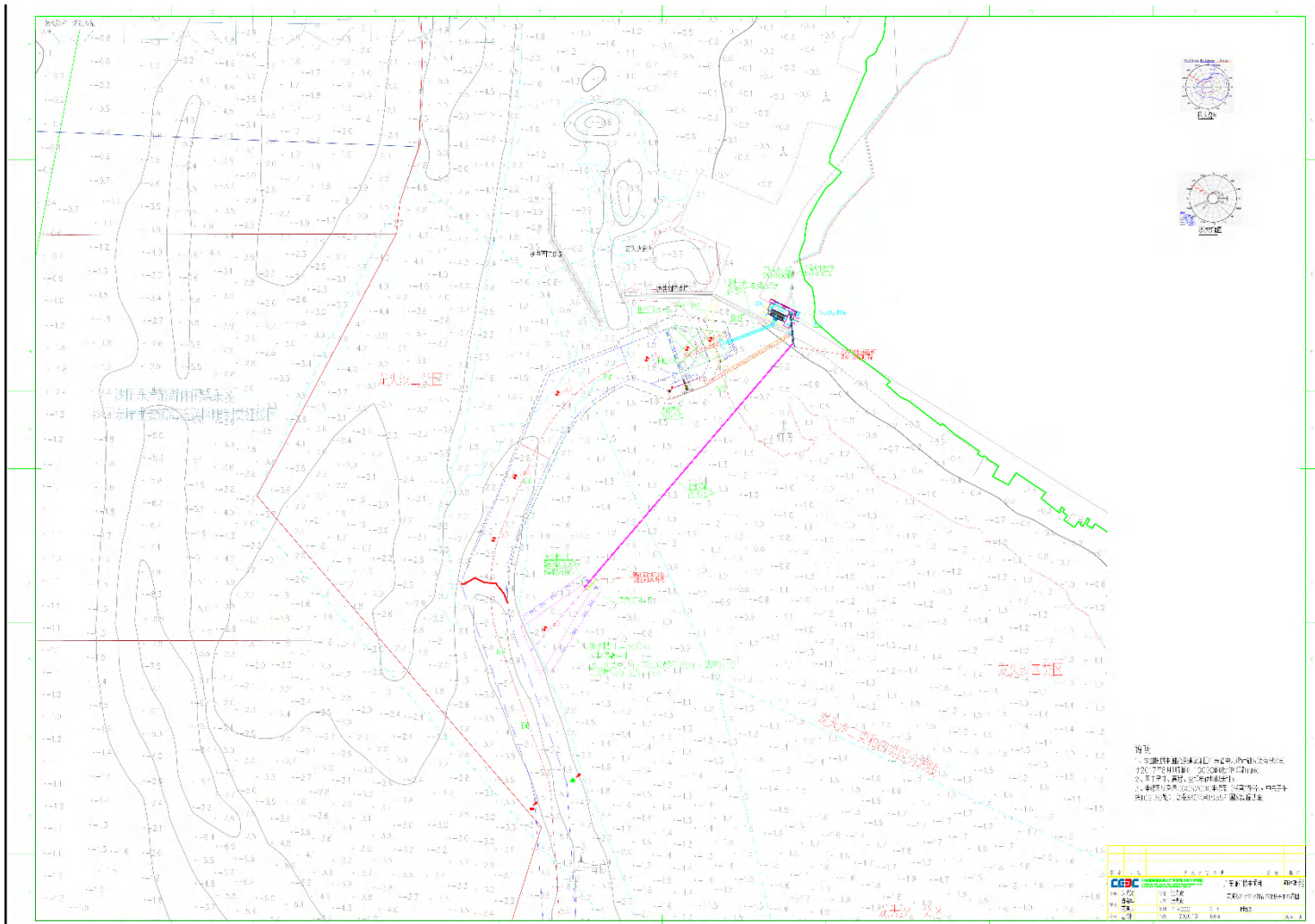


图 6.1-1 取排水方案平面布置图

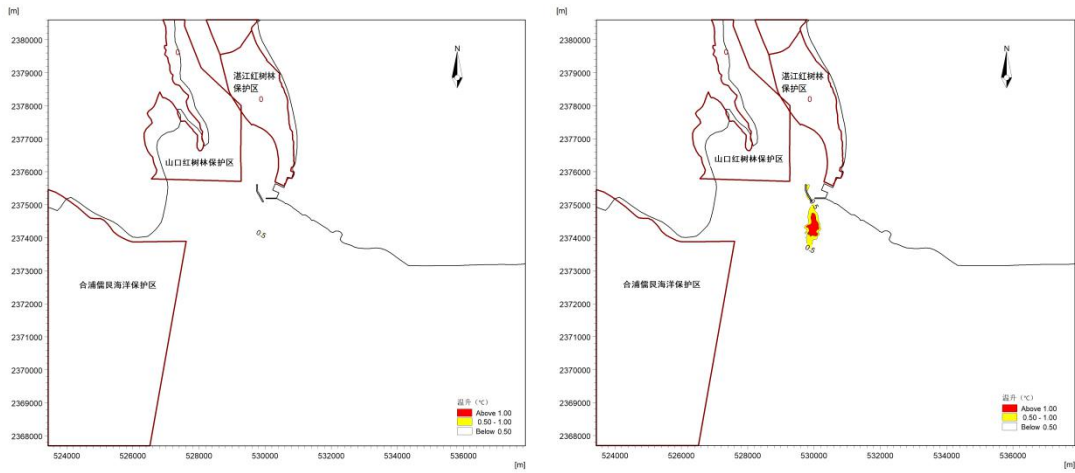


图 6.1-2a 温排水平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW, 冬季半月潮)

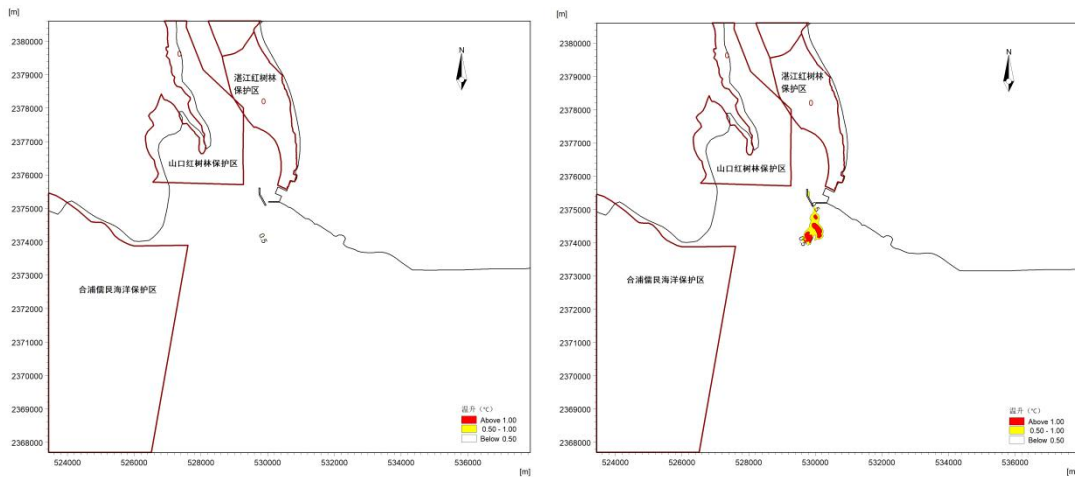


图 6.1-2b 温排水平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW, 冬季典型大潮)

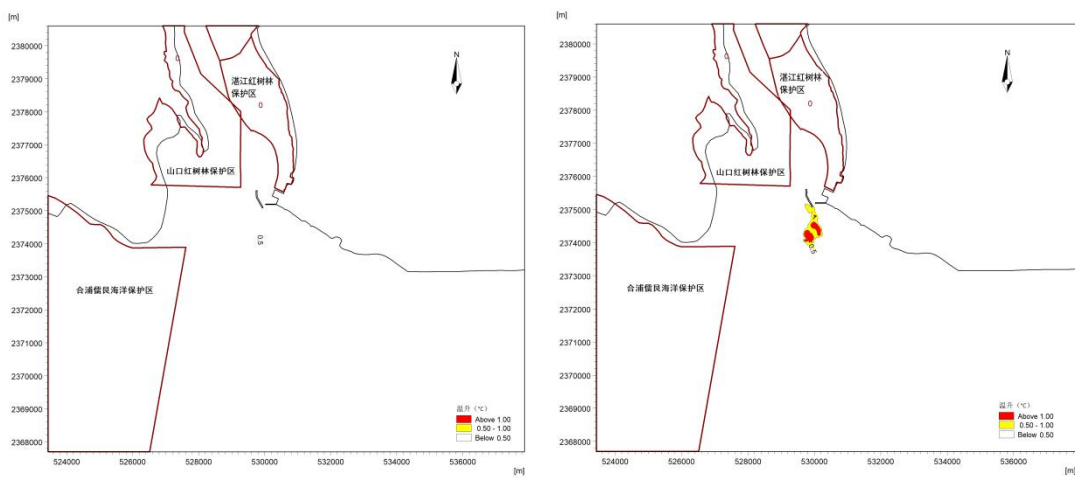


图 6.1-2c 温排水平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW, 冬季典型中潮)

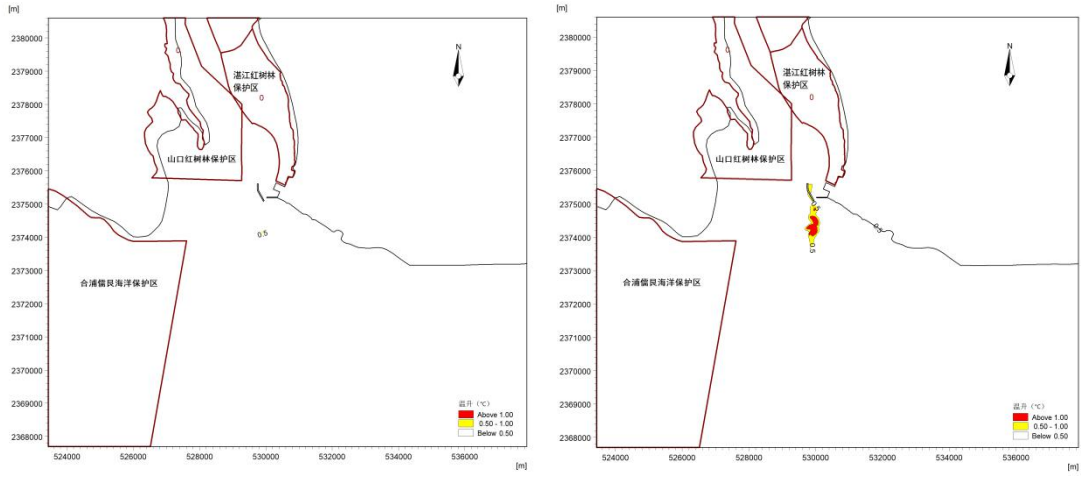


图 6.1-2d 温排水平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW, 冬季典型小潮)



图 6.1-3 本工程冷却塔噪声分布图

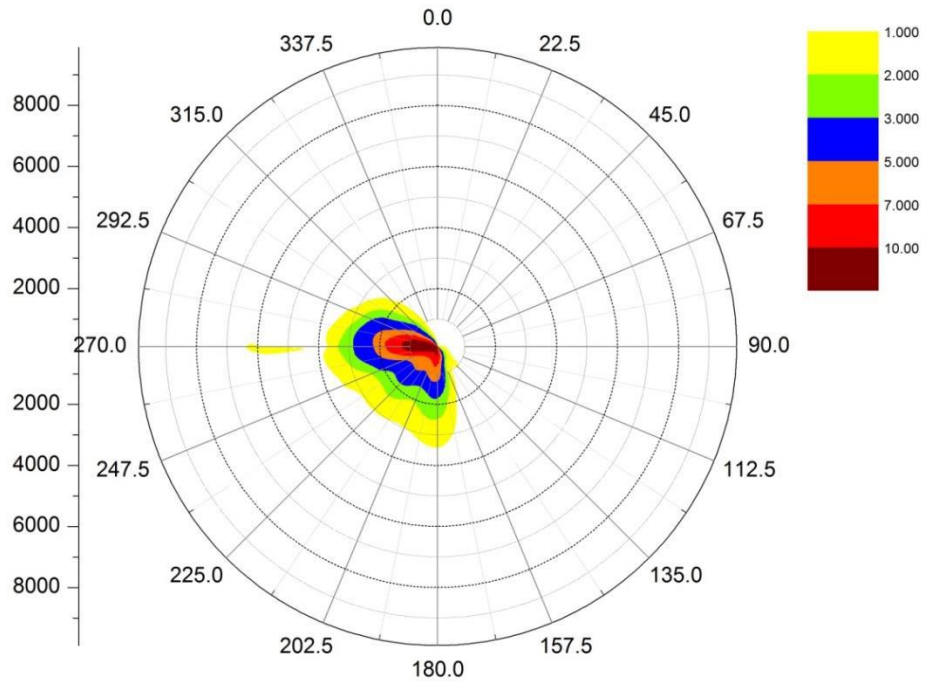


图 6.1-4 雾羽长度频率分布图

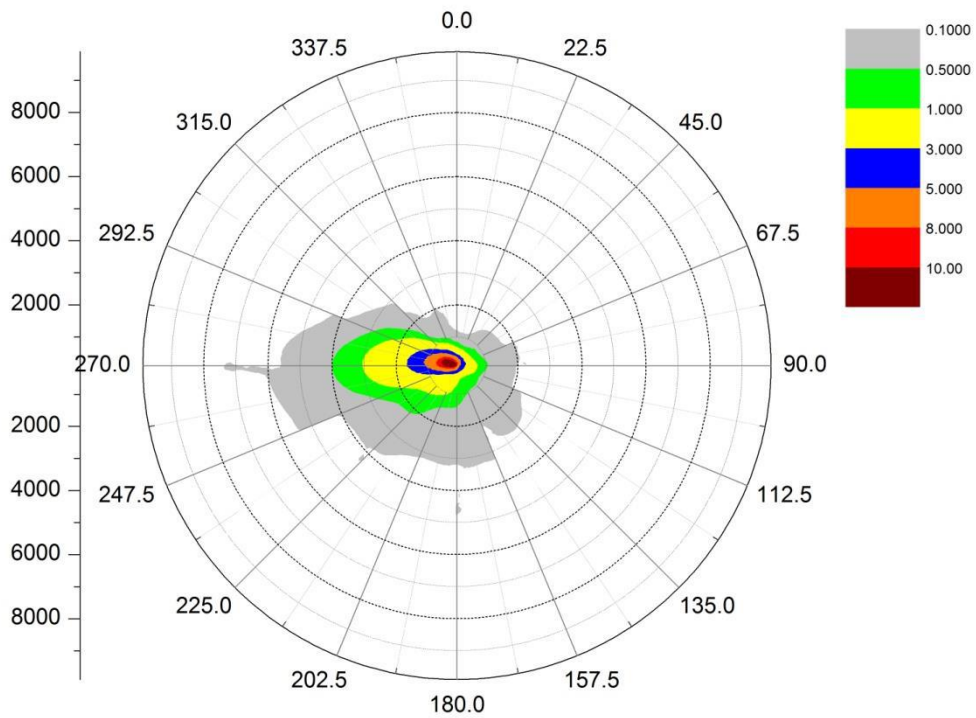


图 6.1-5 辐射损失率分布图

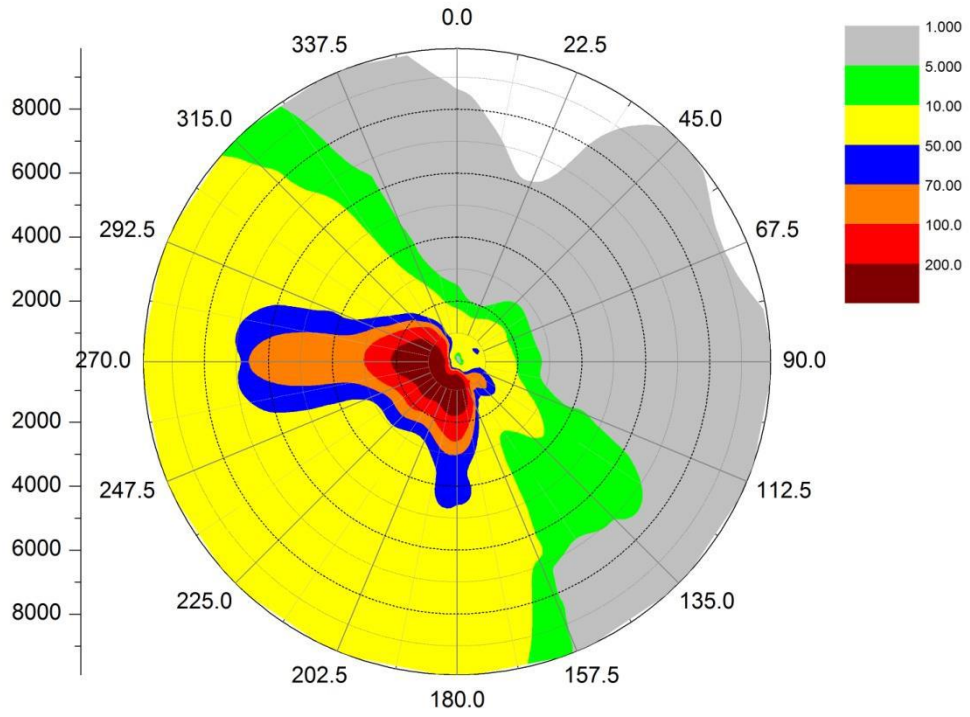


图 6.1-6 盐沉积分布图

6.2 正常运行的辐射影响

本节将对本工程 2 台机组正常运行工况下气态和液态流出物所造成的辐射影响进行估算及评价。

6.2.1 流出物排放源项

核电厂正常运行状态下的气、液态流出物的设计排放量和现实排放量、计算方法及相关输入参数可见第四章 4.6 节的相关描述。

本次估算环境介质中的放射性核素浓度、公众的最大个人剂量和非人类生物的辐射剂量时，采用流出物的设计排放源项；在分析关键人群组、关键核素、关键照射途径时，采用流出物的现实排放源项。

6.2.2 照射途径

6.2.2.1 气态途径

本工程在正常运行工况下，通过气态途径释放到大气中的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 6.2-1 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。

6.2.2.2 液态途径

本工程在正常运行工况下，经处理合格后排放的液态流出物排入北部湾。在辐射环境影响评价中，液态流出物对人造成辐射影响的途径如图 6.2-2 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；
- 岸边沉积的流出物对岸边活动公众所造成的外照射。

6.2.2.3 其它途径

根据目前调查情况看，厂址周围区域不存在其它可导致个人有效剂量显著增加的照射途径。

6.2.3 计算模式与参数

6.2.3.1 气态途径

1) 弥散因子计算模式

混合层厚度是大气环境评价的重要参数之一。厂址地区，夏季和冬季均呈现早晨混合层厚度一般较低；日出后混合层厚度逐渐增大，在午后混合层厚度达到最大值。由于混合层底面对烟气的向上扩散起到抑制作用，故混合层越低越不利于污染物的扩散。根据上述冬夏两季的混合层观测结果，从保守的角度出发，取同稳定度下，厂址冬、夏两季混合层高度的平均值的较小值作为该稳定度下混合层高度的推荐值。最终推荐的不同稳定度条件下的混合层高度为 A-B 类 658m，C 类 260m，D 类 244m。

大气弥散参数 σ_y 、 σ_z 是进行大气弥散计算的基本参数，根据厂址大气扩散试验得到的结果进行修正，获得厂址地区的大气水平弥散参数和垂直弥散参数，见第二章 2.4 节。

本电厂烟囱几何高度为 75m，安全壳高度为 55.5m，安全壳上水箱高度为 70m，对烟囱释放的气态流出物按混合释放考虑。

在大气弥散因子计算中考虑了建筑物尾流影响，以及混合层高度的修正，同时也考虑了干、湿沉积损耗，核素衰变损耗的修正。

计算年均扩散因子的计算模式及参数如下描述：

◆ 气载流出物在大气中弥散

(1) 烟云抬升

计算中考虑了动力抬升，对于高架排放，根据下式确定有效烟囱高度：

$$h_e = h_s + \Delta h \quad (6.2-1)$$

式中：

h_e ：有效烟羽高度，m。

h_s ：烟囱高度，m。

Δh ：烟羽抬升高度，m。

对于中性和不稳定条件，分别由下面两式计算 ΔH 值，取其最小值为抬升值：

$$\Delta H = 1.44D \left(\frac{W_0}{u} \right)^{2/8} \left(\frac{x}{D} \right)^{1/8} - C \quad (6.2-2)$$

$$\Delta H = 3 \frac{W_0}{u} D \quad (6.2-3)$$

式中：

W_0 ：烟气出口处烟气流速，m/s。

D ：烟囱出口处内径，m。

χ ：下风向距离，m。

u ：烟囱顶部处的风速，m/s。

C ： $W_0 < 1.5u$ 时的下洗校正因子（ $W_0 \geq 1.5u$ ，不作下洗校正，取 $C=0$ ），

$$C = 3 \left(1.5 - \frac{W_0}{u} \right) D_0。$$

对于稳定条件，比较由式（6.2-2）和下述两式计算的 ΔH 值，取它们中的最小值为抬升值：

$$\Delta H = 4 \left(\frac{F_m}{S} \right)^{1/4} \quad (6.2-4)$$

$$\Delta H = 1.5S^{-1/6} \left(\frac{F_m}{S} \right)^{1/3} \quad (6.2-5)$$

式中：

F_m ：动量通量参数，其值为 $F_m = W_0^2 \left(\frac{D}{2} \right)^2$ 。

s ：稳定度参数。其值为 $S = \begin{cases} 8.7 \times 10^{-4} - \text{对 E 类天气} \\ 1.75 \times 10^{-3} - \text{对 F 类天气} \end{cases}$ 。

（2）烟云的扩散

程序计算高架和地面连续排放导致的浓度，如果是混合排放，需要同时计算高架和地面排放，计算结果根据排放类型发生的时间分配比相加。

地面释放条件下大气弥散因子基本公式由下式给出：

$$(\chi/Q)_G = \frac{2.032}{X \cdot U_G \cdot \sum_z} \cdot f_{Gd} \cdot f_{Gw} \cdot f_{GR} \quad (6.2-6)$$

式中：

$(\chi/Q)_G$ ：地面释放条件下的大气弥散因子， s/m^3 。

X ：计算点与释放点之间的距离，m。

U_G ：地面 10m 高度风速，m/s。

\sum_z ：经建筑物尾流校正后的垂直扩散参数，m。

f_{Gd} : 地面释放条件下干沉降引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

f_{Gw} : 地面释放条件下湿沉降引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

f_{GR} : 地面释放条件下核素衰变引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

地面释放条件下, 应考虑建筑物的下风向尾流效应对各类大气稳定度下的垂直扩散参数进行修正, 修正方法由下式给出:

$$\sum z = \min \left(\left(\sigma_z^2 + \frac{0.5}{\pi} D_z^2 \right)^{0.5}, \sqrt{3} \sigma_z \right) \quad (6.2-7)$$

式中:

D_z : 邻近建筑物的高度, m。

σ_z : 厂址垂直扩散参数, m。

高架释放应考虑混合层的反射作用, 根据 $H_e + 2.15\sigma_z(x) = H_m$ 确定混合层对烟羽影响的起始距离 X_b , 并根据计算点 X 与 X_b 的距离关系, 按以下计算模型确定高架释放条件下的大气弥散因子:

当 $X < X_b$ 时, 假定混合层对烟羽扩散没有影响, 大气弥散因子由下式给出:

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{X \cdot U_H \sigma_z} \cdot f_{Hd} \cdot f_{Hw} \cdot f_{HR} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] \quad (6.2-8)$$

当 $X_b \leq X < 2X_b$ 时, 假定烟羽在地面与混合层之间进行多次反射, 大气弥散因子由下式给出:

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{X \cdot U_H \sigma_z} \cdot f_{Hd} \cdot f_{Hw} \cdot f_{HR} \cdot \sum_{n=2}^{\infty} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{2nH_m - H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] \quad (6.2-9)$$

当 $X \geq 2X_b$ 时, 假定烟羽在地面与混合层之间已均匀混合, 大气弥散因子由下式给出:

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{\sqrt{2/\pi} \cdot X \cdot U_H \cdot H_m} \cdot f_{Hd} \cdot f_{Hw} \cdot f_{HR} \quad (6.2-10)$$

式中:

$(x/Q)_H$: 高架释放条件下的大气弥散因子, s/m^3 。

U_H : 烟羽有效高度处的风速, m/s。

f_{Hd} : 高架释放条件下干沉降引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

f_{Hw} : 高架释放条件下湿沉降引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

f_{HR} : 高架释放条件下核素衰变引起的烟羽耗减校正因子, 无量纲。

其中:

$$U_H = U_{10} \cdot \left(\frac{H_g}{10} \right)^m \quad (6.2-11)$$

U_{10} : 为 10m 高度的风速, m/s。

H_g : 烟囱几何释放高度, m。

m : 风廓线指数, 无量纲。

(3) 沉积

● 干沉积

干沉积地面放射性物质的干沉积速率可以用下式表示:

$$A_p = V_d \chi \quad (6.2-12)$$

式中

A_p : 干沉积速率, (Bq/s) /m²。

χ : 地面空气浓度, Bq/m³。

V_d : 沉积速度, m/s, 对于碘取 0.01m/s, 对于其他粒子取 0.001m/s。

● 湿沉积

引入湿沉积校正因子 F_w , 来修正在实际降雨期间湿沉积造成烟羽浓度的损耗, 即:

$$\hat{\chi} = \chi F_w \quad (6.2-13)$$

$$F_w = \exp\left(-\Lambda \frac{\chi}{u}\right) \quad (6.2-14)$$

式中:

χ , $\hat{\chi}$: 校正前后的浓度。

Λ : 冲洗系数, 1/s。通常假定 Λ 近似于降雨率 I (mm/h) 成正比: $\Lambda = \alpha I$ 。

(4) 高、低架排放的时间分配

当烟囱高度高于邻近建筑物, 且低于其 2.5 倍时, 视为混合排放, 即部分时间为高架排放, 部分时间为地面源排放, 两者的分配由计算值 E_i 决定。

按如下关系式确定烟羽高架排放和地面排放的份额：

$$\begin{aligned}
 E_t &= 1.0 \text{ 当 } W_0 / \bar{u} \leq 1.0 \\
 E_t &= 2.58 - 1.58(W_0 / \bar{u}) \text{ 当 } 1.0 < W_0 / \bar{u} \leq 1.5 \\
 E_t &= 0.3 - 0.06(W_0 / \bar{u}) \text{ 当 } 1.5 < W_0 / \bar{u} \leq 5.0 \\
 E_t &= 0.0 \text{ 当 } W_0 / \bar{u} \geq 5.0
 \end{aligned}
 \tag{6.2-15}$$

式中：

E_t ：排放为地面的时间份额。

W_0 ：烟羽排出速度，m/s。

\bar{u} ：出口处平均风速，m/s。

◆ 气载流出物剂量模式

本工程正常运行时，按照图 6.2-1 所示照射途径计算流出物通过气态途径释放对人的受照剂量。

气态流出物对居民所致的剂量计算模式描述如下：

(1) 空气浸没外照射剂量

$$D_{Bi} = 3.15 \times 10^7 S_F \dot{Q} \left(\frac{\bar{x}}{\dot{Q}} \right)_i g_B \tag{6.2-16}$$

式中：

D_{Bi} ：对应风向的下风向扇形的年有效剂量，Sv/a。

S_F ：建筑物屏蔽产生的剂量减弱因子，根据文献的推荐，对于个人，取 $S_F=0.7$ ，对于群体，取 $S_F=0.5$ 。

g_B ：烟云浸没外照射剂量转换因子，(Sv/s) / (Bq/m³)。

\dot{Q} ：释放源项，Bq/a。

$(\bar{x}/\dot{Q})_i$ ：大气弥散因子，s/m³。

(2) 地面沉积外照射剂量

$$D_{B_i}^G = 3.15 \times 10^7 S_F C_i^G g_B^G \tag{6.2-17}$$

式中：

$D_{B_i}^G$ ：沉积外照射的年有效剂量，Sv/a。

g_B^G ：污染地表面上的外照射剂量转换因子，(Sv/s) / (Bq/m²)。

C_i^G : i 方向下风向扇形内地表面的放射性核素浓度, Bq/m²。 C_i^G 由下式计算:

$$C_j^G = \frac{3.15 \times 10^7 (\bar{W}_{D_i} + \bar{W}_{W_i})}{\lambda_e^s} (1 - e^{-\lambda_e^s t_b}) \quad (6.2-18)$$

式中:

\bar{W}_{D_i} , \bar{W}_{W_i} : 分别为 i 风向下风向的年平均干沉积因子和湿沉积因子, 1/m²。

t_b : 放射性核素在地面的累积时间 (近似取核设施开始气载流出物释放至待计算年份的时间), 1/a。

λ_e^s : 放射性核素由地表清除的有效速率常数, 1/a。 $\lambda_e^s = \lambda + \lambda_s$, λ 为物理衰变参数, λ_s 为除衰变外其他清除过程的速率常数。

$$\lambda_s = \begin{cases} 1 \times 10^{-1} a^{-1} & (\text{对于碘}) \\ 1 \times 10^{-2} a^{-1} & (\text{对于其他粒子}) \end{cases}$$

(3) 吸入内照射剂量

$$D_{A_i}^a = R_a \dot{Q} \left(\frac{\bar{X}}{\bar{Q}} \right)_i g_{A_a} \quad (6.2-19)$$

式中,

$D_{A_i}^a$: i 风向下风向扇形内 a 年龄组个人的年吸入产生的待积有效剂量当量或器官的剂量当量, Sv/a。

R_a : a 年龄组个人的年空气摄入量, 1/ (m³·a)。

g_{A_a} : 对应 a 年龄组的吸入剂量因子, Sv/Bq。

(4) 食入陆地动植物内照射剂量

因食入污染的食物产生的待积有效剂量当量为:

$$D_{D_i}^a = g_{D_a} \sum_P U_a^P f_P C_i^P \quad (6.2-20)$$

式中:

$D_{D_i}^a$: i 风向下风向扇形内 a 年龄组的个人因食入污染食物产生的待积有效剂量当量, Sv/a。

g_{D_a} : a 年龄组的食入剂量因子, Sv/Bq。

U_a^P : a 年龄组的个人对 P 类农产品的年摄入量, kg/a 或 1/a。

f_P : 食入有关地区产生的 P 类农产品的份额, %。

C_i^P : P 类农产品中的放射性核素浓度, Bq/kg 或 Bq/L。

a) 蔬菜、谷类、水果、饲料等农作物中的核素浓度 (不包括 ³H 和 ¹⁴C)

$$C_i^P = 3.15 \times 10^7 \dot{Q} (\bar{W}_{Di} + \bar{W}_{wi}) \left\{ \frac{RT_{iv}[1-\exp(-\lambda_c^v t_c)]}{Y_v \lambda_c^v} + \frac{B_v[1-\exp(-\lambda_e^s t_b)]}{P \lambda_c^s} \right\} \times \exp(-\lambda t_h) \quad (6.2-21)$$

式中：

R：滞留份额，即沉积放射性保留在植物中的份额。

T_{iv} ：易位因子，即沉积于植物外部的放射性核素向植物食用部分的易位因子，无量纲。

λ_c^v ：放射性核素由植物中清除的有效速率， $1/a$ ， $\lambda_c^v = \lambda + \lambda_w$ ，其中 λ_w 是风化产生的物理消除速率常数。

t_c ：农作物在生长季节受污染的时间，a。

Y：收获时农作物的有效生物质量，即单位面积产量， kg/m^2 。

B_v ：农作物食用部分从土壤摄入核素的浓集因子， $[\text{Bq}/\text{kg}(\text{鲜作物})]/[\text{Bq}/\text{kg}(\text{干土壤})]$ 。

t_b ：核素在土壤中的累积时间，a。

P：土壤的有效表面密度， $\text{kg}(\text{干土壤})/\text{m}^2$ 。

t_h ：农作物由收获到消费的时间，a。

b) 植物中 ^3H 的浓度

$$C_i^T = 10^3 \dot{Q}_T (\bar{\chi}/\dot{Q})_i (0.75)(0.5/H) = 3.8 \times 10^2 \dot{Q}_T (\bar{\chi}/\dot{Q})_i \frac{1}{H} \quad (6.2-22)$$

式中：

C_i^T ：i风向下风向扇形内植物中的 ^3H 浓度， Bq/kg 。

H：评价点的年平均绝对湿度， g/m^3 。

\dot{Q}_T ： ^3H 的释放率， Bq/a 。

0.5：植物中水的氚浓度与大气水中 ^3H 浓度之比。

0.75：水在植物中总质量中的份额。

c) 植物中 ^{14}C 的浓度

$$C_{14}^T = \frac{1}{3.15 \times 10^4} \cdot Q_{14} \cdot (\chi/Q)_i \cdot p \cdot 0.11/0.16 \quad (6.2-23)$$

式中：

C_{14}^T ：i风向下风向扇形区内农作物中 ^{14}C 浓度， Bq/kg 。

Q_{14} ： ^{14}C 的年释放率， Bq/a 。

p: 相对平衡比。

$(x/Q)_i$: i 风向下风向扇形区内在 x 距离处的大气弥散因子, s/m^3 。

0.11: 植物总量中天然碳所占的份额。

0.16: 大气中天然碳的浓度, g/m^3 。

$1/(3.5 \times 10^4)$: 单位转换系数。

d) 奶、肉和蛋中的核素浓度

$$C_i^m = F_m C_i^a Q_F \exp(-\lambda t_F) \quad (6.2-24)$$

式中:

C_i^m : i 风向下风向扇形内奶中的核素浓度, Bq/L。

C_i^a : 动物饲料中的核素比活度, Bq/kg (干重)。

F_m : 动物每天摄入的放射性核素出现在每升奶中的平均份额, d/L。

Q_F : 动物每天消耗的饲料量, kg (干重) /d。

t_F : 放射性核素由奶到人的平均迁移时间, a。

肉中的核素浓度同样可表示为

$$C_i^f = F_f C_i^a Q_F \exp(-\lambda t_f) \quad (6.2-25)$$

式中:

C_i^f : 肉中的核素比活度, Bq/kg。

F_f : 动物每天摄入的放射性核素出现在每公斤肉中的份额, d/kg。

t_f : 屠宰到消费的时间, a。

关于蛋中的核素浓度的表达式及各参数的含义, 完全类同于奶中核素浓度的计算。

动物饲料核素浓度 C_i^a 由下式计算:

$$C_i^a = f_p f_s C_i^p + (1 - f_p) C_i^s + f_p (1 - f_s) C_i^s \quad (6.2-26)$$

式中:

C_i^p : 生长中的牧草的核素比活度, Bq/kg (干重)。

C_i^s : 贮存饲料的核素比活度, Bq/kg (干重)。

f_p : 动物每年放牧于牧场的时间份额。 f_s 为放牧期间饲料中鲜草的份额。

式 (6.2-26) 也可以表示为

$$C_i^a = \hat{f}_p C_i^p + \hat{f}_s C_i^s \quad (6.2-27)$$

式中： $\hat{f}_p = f_p f_s$ ，为饲料中鲜牧草的份额。

$\hat{f}_s = 1 - \hat{f}_p$ ，为饲料中贮存牧草的份额。

e) 食入剂量

因食入污染的食物产生的待积有效剂量当量为：

$$D_{Di}^a = g_{D_a} \sum_P U_a^P f_P C_i^P \quad (6.2-28)$$

式中：

D_{Di}^a ：i 风向下扇形内 a 年龄组的个人因食入污染食物产生的待积有效剂量当量，Sv/a。

g_{D_a} ：a 年龄组的食入剂量因子，Sv/Bq。

U_a^P ：a 年龄组的个人对 P 类农产品的年摄入量，kg/a 或 1/a。

f_P ：食入有关地区产生的 P 类农产品的份额，%。

C_i^P ：P 类农产品中的放射性核素浓度，Bq/kg 或 Bq/L。

(6) 气载流出物释放对公众群体的集体剂量

$$D = \sum_k D_{ek} \cdot P_k \quad (6.2-29)$$

式中：

D ：评价区域内公众群体受到的集体有效剂量，人·Sv/a。

D_{ek} ：第 k 子区中公众个人受到的有效剂量，Sv/a。

P_k ：评价区域内第 k 子区中公众人口数，人。

6.2.3.2 液态途径

1) 水体扩散计算模式

(1) 模型方程

采用通用的平面二维数学模型，从不可压缩流体运动的基本方程忽略物理量沿水深方向的变化，沿水深方向积分，即求得深度平均的平面二维水流运动方程为：

连续性方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (6.2-30)$$

运动方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + fv - \frac{gu}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} + \frac{\tau_{sx}}{\rho H} + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE_y \frac{\partial u}{\partial y}) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - fu - \frac{gv}{C^2 H} \sqrt{u^2 + v^2} + \frac{\tau_{sy}}{\rho H} + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} (HE_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} (HE_y \frac{\partial v}{\partial y}) \end{aligned} \quad (6.2-31)$$

物质传输方程:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial \varphi}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial \varphi}{\partial y}) - kH\varphi + q\varphi_0 \quad (6.2-32)$$

其中: ζ 为相对基准面水位, m; H 为水深, m; t 为时间, s; ρ 为水的密度, kg/m^3 ; g 为重力加速度, m/s^2 ; C 为谢才系数, $\text{m}^{1/2}/\text{s}$; f 为柯氏力系数, s^{-1} ; τ_{sx}, τ_{sy} 为风生应力; E_x, E_y 为 x, y 方向广义的涡粘性系数, m^2/s ; φ , 液态流出物浓度。 φ_0 , 排放初始浓度。 D_x, D_y 为 x, y 方向扩散系数, m^2/s ; u, v 为水深平均流速, m/s; k 为降解系数, d^{-1} ; q 为源项。

(2) 模拟范围和计算网格

模拟范围及水下地形情况见图 6.2-3 所示, 数学模型范围外海边界北侧至北海市犀牛脚镇, 南侧边界至雷州市企水镇, 宽约 101km, 包括 2018 年水文测验的所有测点, 面积约 8862km^2 。模型采用三角形网格剖分单元, 在工程海域和排放口进行了局部加密, 如图 6.2-4, 最小网格尺度控制在 13m, 最大网格尺度约 3934m, 总网格数约 36372 个。时间步长 60s。

水下地形资料的来源包括两个部分, 工程重点关心海域的水下地形资料为本工程所在厂址附近 1:1000 水下地形实测值, 外海区域水下地形资料为 2013 版的 1:30000 海图。

(3) 数值离散与求解

采用分步杂交法求解深度平均的水流运动控制方程。首先计算该水域的流速场, 明确其潮流的运动特性, 作为液态流出物数模计算的基础, 然后进行各种工况下浓度场的模拟计算。

(4) 模型参数选择

a) 糙率系数 n

糙率系数按下列公式取值。

$$n = \begin{cases} 0.014 & h + \zeta \leq 1.0m \\ 0.013 + \frac{0.012}{h + \zeta} & h + \zeta > 1.0m \end{cases}$$

b) 粘滞系数及扩散系数

水平粘滞系数采用 Smagorinsky formulation 模型计算。扩散系数采用涡粘系数比例 Scaled eddy viscosity formulation 模型，取值 1。

c) 柯氏力系数及表面风应力

工程海域位于北纬 21° 20' 附近，柯氏力系数 $f=2 \omega \sin \phi \approx 5.1 \times 10^{-5}$ 。

表面风应力按下列公式计算：

$$\tau_s = \rho_{air} C_D V_w^2 \quad (6.2-33)$$

ρ_{air} 为空气密度， V_w 为海面上方 10m 处风速， C_D 为系数。

d) 核素衰减系数

不同核素半衰期如表 6.2-1 所示，余氯半衰期取为 1.5h，衰减系数为 0.00013/s。

(5) 模型边界条件

a) 流场边界条件：岸边界为固定壁面，开边界采用潮位控制，分别采用夏季和冬季典型大、中、小潮和半月潮潮型，初始按静流起算。边界潮位采用潮汐调和常数软件计算，后通过验证点潮位、流速验证调试，最终确定边界处潮位过程。

b) 浓度场边界条件：开边界上采用自由流出边界方式。初始条件：采用零浓度（即环境本底浓度）起算。

c) 源项处理

排水口液态流出物浓度按归一化处理。

(6) 模型验证

依据项目水文资料，选取廉江、北海、铁山港三个潮位站 2018.12 和 2018.7-2018.8 冬、夏两季实测半月潮作为模型潮位验证的资料，潮位观测资料全部换算到 1985 国家高程基准面。各观测站位置见图 6.2-5。计算潮位与验证资料潮位过程线的比较如图 6.2-6~6.2-7 所示，由图看出，3 个潮位站的计算潮位与实测潮位吻合良好，计算所得潮位与实测结果的最大绝对偏差控制在 0.2m。

本工程工程海域范围内共布置了 10 个全潮水文观测站，见图 6.2-8。相对大潮、中潮，小潮的模拟结果往往误差较大，因此选取工程海域 L1、L2、L3、L4、

L5、L6、L7、L8、L9、L10 共 10 个潮流站 2018.12 和 2018.8 冬、夏两季小潮的实测流速和流向数据作为模型流速、流向验证的资料。各测站冬、夏两季小潮流速流向验证结果如图 6.2-9~6.2-10 所示。

从验证结果可以看出：大部分测站的流速、流向与实测资料吻合较好，除近岸测点在部分转潮时段与实测值存在一定差异，整体计算流速、流向与原形观测的流速、流向资料对比分析，计算结果偏差满足相关规范对于潮流模拟精度的要求。可作为温排水和液态流出物排放计算的水力基础。

2) 液态途径剂量计算模式

液态途径剂量计算采用《滨海核电厂液态流出物辐射环境影响评价技术规范》(NB/T20199-2013) 推荐的计算模式。

本工程液态流出物释放对附近居民中个人造成的受照剂量和集体剂量的计算模式如下：

(1) 海产品食入内照射

海产品一般分为海鱼、甲壳类、软体类和海藻四大类，公众食入海产品造成的内照射剂量计算公式：

$$D_{EP} = \sum_i C_{PKi} \cdot U_p \cdot e^{(-\lambda_i T_p)} \cdot Df_{EEi} \quad (6.2-34)$$

式中：

D_{EP} ——通过食入途径造成的公众个人年有效剂量 (Sv/a)；

C_{PKi} ——海产品中放射性核素 i 的浓度，单位为贝可每千克 (Bq/kg)；

U_p ——公众个人的海产品消费量 (kg/a)；

λ_i ——核素 i 的衰变常数，单位为每小时 (h^{-1})；

T_p ——海产品从捕捞到被消费的时间间隔 (h)；

Df_{EEi} ——食入放射性核素 i 对人体的有效剂量转换因子 (Sv/Bq)。

海产品中放射性核素 i 的浓度基于下式计算：

$$C_{PKi} = C_{WKi} \cdot B_{Pi} \quad (6.2-35)$$

式中：

C_{PKi} ——海产品 P 中放射性核素 i 的浓度, 单位为贝可每千克 (Bq/kg);

C_{WKi} ——海水中放射核素 i 的浓度, 单位为贝可每升 (Bq/L);

B_{Pi} ——海产品 P 对放射性核素 i 的浓集因子, 单位为贝可升每贝可千克 (Bq/kg) / (Bq/L)。

(2) 岸边沉积外照射

岸边沉积外照射剂量基于下式计算:

$$D_{ES} = \sum_i C_{Bi} \cdot W \cdot Df_{ESi} \cdot T_S \quad (6.2-36)$$

式中:

D_{ES} ——通过岸滩沉积物途径造成的公众个人年有效剂量, 单位为希沃特每年 (Sv/a);

C_{Bi} ——岸边放射性核素 i 的沉积量, 单位为贝可每平方米 (Bq/m²);

W ——岸宽因子 (无量纲);

Df_{ESi} ——岸边沉积物中核素 i 对人体的有效剂量转换因子, 单位为希沃特平方米每贝可小时 (Sv/h) / (Bq/m²);

T_S ——每年公众在岸边的活动时间, 单位为小时每年 (h/a)。

岸边放射性核素 i 的沉积量基于下式计算:

$$C_{Bi} = \frac{(0.1)(0.001) \cdot K_{di} \cdot D_S \cdot C_{wi} \cdot (1 - e^{-\lambda_i \cdot T_e})}{1 + (0.001) S_s \cdot K_{di} \cdot \lambda_i \cdot T_e} \quad (6.2-37)$$

式中:

C_{Bi} ——岸边放射性核素 i 的沉积量, 单位为贝可每平方米 (Bq/m²);

C_{wi} ——海水中放射性核素的浓度, 单位为贝可每立方米 (Bq/m³);

D_S ——悬浮物在岸边的有效沉积密度, 单位为千克每平方米 (kg/m²);

S_s ——海水中悬浮物的浓度, 单位为千克每立方米 (kg/m³);

K_{di} ——海水中悬浮物对核素 i 的吸附分配因子, 单位为升每千克 (L/kg);

λ_i ——放射性核素 i 的衰变常数，单位为每小时 (1/h)；

T_e ——沉积物中放射性累积时间，单位为小时 (h)；

0.1 ——底部沉积物吸附分配因子与悬浮物吸附分配因子之比；

0.01 ——体积转换系数，单位为立方米每升 (m^3/L)。

(3) 海水浸没外照射

海水浸没（包括游泳、水下作业等）外照射剂量基于下式计算：

$$D_{EWS} = \sum_i C_{wi} \cdot T_s \cdot Df_{EWi} \quad (6.2-38)$$

式中：

D_{EWS} ——游泳或海中作业时海水中放射性核素对公众个人产生的有效剂量，单位为希沃特每年 (Sv/a)；

C_{wi} ——水中放射性核素 i 的浓度，单位为贝可每立方米 (Bq/m^3)；

T_s ——每年公众个人游泳或海水中作业的时间，单位为小时每年 (h/a)；

Df_{EWi} ——放射性核素 i 对人体的水体浸没有效剂量转换因子，单位为希沃特立方米每贝可小时 ($\text{Sv}/\text{h}) / (\text{Bq}/\text{m}^3)$ 。

(4) 海上活动外照射

公众划船、捕捞等海上活动受到的外照射剂量：

$$D_{EWF} = \sum_i C_{wi} \cdot g \cdot T_f \cdot Df_{EWi} \quad (6.2-39)$$

式中：

D_{EWF} ——海上作业时海水中放射性核素对公众个人产生的有效剂量，单位为希沃特每年 (Sv/a)；

C_{wi} ——水中放射性核素 i 的浓度，单位为贝可每立方米 (Bq/m^3)；

T_f ——每年公众个人在海面上作业的时间，单位为小时每年 (h/a)；

Df_{EWi} ——浸没于无限大水体中放射性核素 i 对人体的有效剂量转换因子，单位为希沃特立方米每贝可小时 ($\text{Sv}/\text{h}) / (\text{Bq}/\text{m}^3)$ ；

g ——海上作业的几何因子，无量纲，取 0.5。

(5) 集体剂量

子区域内的永久居住和暂时居住人口受到子区域内平均放射性核素浓度的照射。公众年集体剂量的估算如下：

$$D^P = \sum_d P_d \sum_a D_{da} f_{da} \quad (6.2-40)$$

D^P ——公众成员年集体有效剂量，单位为人希沃特每年 ((人 Sv)/a)；

P_d ——子区域 d 内的人口数，单位为人；

D_{da} ——子区域 d 内年龄组 a 的年平均个人有效剂量，单位为希沃特每年 (Sv/a)；

f_{da} ——子区域 d 内年龄组 a 的人口数占子区域 d 内人口数的份额，无量纲。

6.2.4 大气弥散和水体稀释

6.2.4.1 大气弥散

表 6.2-2~6.2-7 分别列出了本工程所在厂址半径 80km 范围内各子区代表性放射性核素 ^{85}Kr 、 ^{133}Xe 、 ^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{14}C 和 ^3H 混合释放情况下年均长期大气弥散因子值。本工程所在厂址半径 80km 范围因干、湿沉积所致的元素碘和粒子态核素年均沉积因子见表 6.2-8~表 6.2-9。

6.2.4.2 水体稀释

液体流出物在受纳水体中的稀释扩散，与受纳水体的水文气象条件、取排水构筑物的形式以及废水排放方式有密切关系。

为减少液态流出物排放对受纳海域环境与水生态的影响，考虑将处理排放合格并达到排放标准后的流出物与二次循环冷却塔排水混合后排入北部湾海域。

为了预测液态流出物对北部湾海域造成的影响，建设单位委托中国辐射防护研究院针对本工程进行了液态流出物排放的数值模拟研究工作。本工程在 1、2 号机组工程 $2 \times 1250\text{MW}$ 情况下，所有核素考虑衰变，计算了冬、夏季半月潮条件下各种污染物的平均、最大包络线范围，计算结果见表 6.2-10 和表 6.2-11。从结果分析，液态流出物输移扩散一方面受潮流运动影响，另一方面受自身衰减影响，高浓度区主要分布于排水口所在的安铺湾。对比冬夏季半月潮模拟结果可以看出，冬季半月潮在各稀释倍率下包络面积都较夏季半月潮大，因此冬季半月潮稀释扩散条件相对较差。

对于水体稀释因子，这里考虑平均包络面积，并以半衰期最长的⁶⁰Co 结果进行分析，其夏季半月潮和冬季半月潮模拟结果见图 6.2-11 和图 6.2-12。根据数模计算结果，距离排放口最近的居民点龙头沙村（约 2km）的稀释因子为 0.05，距离排放口最近的围堤养殖区（约 5km 处）的稀释因子为 0.01。在后续计算本工程 2 台核电机组正常运行期间厂址附近居民个人最大有效剂量时，近区食入水生生物途径、岸边活动、游泳等途径的稀释因子取 0.05（稀释 20 倍）；在计算 80km 范围内的集体有效剂量时，稀释因子取 0.01（稀释 100 倍）。不同分区稀释倍数结果见表 6.2-12。

6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

6.2.5.1 大气中主要核素浓度

表 6.2-13~6.2-18 分别列出了本工程所在厂址半径 80km 范围内各子区代表性放射性核素 ⁸⁵Kr、¹³³Xe、¹³¹I、¹³⁷Cs、³H 和 ¹⁴C 混合释放情况下空气中的平均活度浓度。由表可见，各核素浓度最大值出现在 W 方位 0~1km 处。

6.2.5.2 海水中主要放射性核素浓度

《海水水质标准》（GB3097-1997）中规定了 5 种放射性核素的限值。本工程液态流出物以 5m³/h 流量送至循环冷却水排放管线中，使液态流出物与循环冷却水充分掺混排放，尽可能降低排放管线中水中的氡以及其它核素的浓度。本工程单台 CAP1000 核电机组的废液年排放量保守按 3000m³ 左右考虑，冷却水排水量约为 1.7m³/s。保守考虑两台机组一台机组正常运行，一台机组大修，因此液态流出物排放量按两台考虑，排放流量按 5m³/h 控制，但冷却水量按一台机组 1.7 m³/s 考虑。根据 5 种核素的年排放量计算得到本工程总排放口各核素的浓度见表 6.2-19。由表 6.2-19 可见，总排放口处 5 种核素的浓度均小于《海水水质标准》（GB 3097-1997）中规定的限值。因此，液态流出物的排放能满足标准要求。本工程液态流出物排放流量会控制在 5m³/h 以下，并用流量监测措施，确保排放流量稳定。

6.2.6 公众的最大个人剂量

6.2.6.1 气态途径

根据单台 CAP1000 核电机组在正常运行工况下气载放射性核素的设计源项

(见第四章)、各种放射性核素的平均长期大气弥散因子、地面沉积因子、食物摄入量、剂量转换因子(见表 6.2-20)等数据,计算了本工程 2 台机组在正常运行工况下由气态途径对厂址周围居民可能造成的最大个人(成人)有效剂量。

根据气态途径剂量计算结果,本工程 2 台机组由气态途径所致婴儿、儿童、青少年、成人和渔民的最大个人剂量分别为 $3.61\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $9.51\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $7.28\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $6.20\text{E-}03\text{mSv/a}$ 和 $6.20\text{E-}02\text{mSv/a}$ 。

6.2.6.2 液态途径

为了计算人体通过食用水生生物、在厂址附近被放射性物质污染的岸滩上活动等水环境途径所致的内外照射剂量,本报告采用《滨海核电厂液态流出物辐射环境影响评价技术规范》(NB/T20199-2013)推荐的计算模式,剂量转换因子采用我国国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和美国联邦导则 12 号报告《空气、水和土壤中核素导致的外照射》和国际原子能机构 BSS 的推荐值,见表 6.2-21。用于计算本工程所在厂址附近居民中个人最大受照有效剂量和居民集体剂量的居民食谱及生活习性见第二章 2.2 节。计算采用 2 台 CAP1000 核电机组的液态途径设计源项,其中单台机组液态途径设计源项见第四章。

根据液态途径剂量计算结果,本工程 2 台机组由液态途径所致厂址附近的婴儿、儿童、青少年、成人和渔民的最大有效剂量为 $7.68\text{E-}04\text{mSv/a}$ 、 $7.68\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $4.31\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $3.86\text{E-}03\text{mSv/a}$ 和 $4.12\text{E-}03\text{mSv/a}$ 。

6.2.6.3 剂量汇总

国家标准 GB6249-2011 规定:正常运行工况下,每座核电厂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,每年应小于 0.25mSv 。

本工程正常运行工况下剂量汇总见表 6.2-22。计算中考虑了当地居民的生活习惯,并采用了偏保守的假设条件(保守认为厂址附近居民食用的海产品来自液态流出物排放口附近海域)。

由表 6.2-22 可知:本工程 2 台 CAP1000 核电机组在正常运行期间放射性物质由气态途径和液态途径排放所致婴儿、儿童、青少年、成人和渔民的最大个人剂量分别为 $4.38\text{E-}03\text{mSv/a}$ 、 $1.72\text{E-}02\text{mSv/a}$ 、 $1.16\text{E-}02\text{mSv/a}$ 、 $1.01\text{E-}02\text{mSv/a}$ 和 $1.03\text{E-}02\text{mSv/a}$,儿童的个人受照剂量最大,其受照总有效剂量为 $1.72\text{E-}02\text{mSv/a}$,为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 6.88%。

本工程气态途径排放所致厂址半径 80km 范围内居民集体有效剂量 6.18E-01 人 Sv/a。液态途径排放所致厂址半径 80km 范围内居民集体有效剂量 1.71E+00 人 Sv/a。厂址半径 80km 范围内集体有效剂量为 2.33 人·Sv/a。

6.2.7 非人类生物的辐射剂量

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态流出物，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。

欧共体非人类生物辐射评价模式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：

$$RQ = \frac{\text{预测的生物剂量率}}{\text{认定安全的剂量率基准值}} \quad (6.2-41)$$

由上述公式可知，如果危害商小于 1，说明不可能对环境产生危害。

欧共体非人类生物辐射评价模式由三级筛选组成：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）。

欧共体非人类生物辐射评价模式对本工程所在厂址排放口海域的水生生物

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参数默认值。模式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

$$\text{浓度平衡比 } CR = \frac{\text{放射性核素在生物体中的浓度}(Bq/kg\text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)} \quad (6.2-42)$$

$$\text{分配系数 } K_d = \frac{\text{放射性核素在沉积物中的浓度}(Bq/kg\text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)} \quad (6.2-43)$$

具体分配系数、浓度平衡比见表 6.2-23、表 6.2-24。

2) 剂量转换因子

➤ 对于单能源的剂量转换因子

内照射剂量转换因子

$$DCC_{int} = 5.77 \times 10^{-4} \times E \times \Phi_E \quad (6.2-44)$$

外照射剂量转换因子

$$DCC_{ext} = 5.77 \times 10^{-4} \times E \times (1 - \Phi_E) \quad (6.2-45)$$

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。

➤ 对于多能源的剂量转换因子

$$DCC_{int} = wf_{low\beta} \times DCC_{int,low\beta} + wf_{\beta+\gamma} \times DCC_{int,\beta+\gamma} + wf_{\alpha} \times DCC_{int,\alpha} \quad (6.2-46)$$

$$DCC_{ext} = wf_{low\beta} \times DCC_{ext,low\beta} + wf_{\beta+\gamma} \times DCC_{ext,\beta+\gamma} \quad (6.2-47)$$

式中 wf 是各能源源的权重因子 (β , $\beta+\gamma$ 和 α)

3) 水生生物辐射剂量

➤ 内照射剂量率

$$D_{int}^b = \sum_i C_i^b \times DCC_{int,i}^b \quad (6.2-48)$$

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。

➤ 外照射剂量率

$$D_{ext}^b = \sum_z V_z \sum_i C_{zi}^{ref} \times DCC_{ext,Zi}^b \quad (6.2-49)$$

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。

➤ 总照射剂量

总照射剂量

$$D = D_{int} + D_{ext} \quad (6.2-50)$$

表 6.2-25~表 6.2-27 分别给出了本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行时 31 种核素对受纳海域中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 6.2-28 给出了厂址受纳海域代表性生物及本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行时液态流出物排放对受纳海域中水生生物造成的危害商, 本次评价保守的采用欧共体非人类生物辐射评价模式中默认的剂量率基准值: $10\mu\text{Gy/h}$ 。考虑到液态流出物进入受纳海域后会马上被海水所稀释, 同时各类生物也会具有一定的移动能力, 因此计算时各核素浓度考虑 10 倍的稀释倍数。

由表 6.2-28 可知, 本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行时液态流出物排放对受纳海域中水生生物造成的危害商最大为多毛类, 其值为 0.25, 小于 1, 无需进一步开展三级筛选评价, 且二级筛选评价模式评价使用的参数具有保守性。因此, 可以认为, 本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行工况下, 液态流出物排放不会对受纳海域中的水生生物产生影响。

6.2.8 辐射影响评价

6.2.8.1 排放量和排放浓度评价

在本报告第四章中给出了槽式排放口处液态流出物排放浓度及与国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)中规定的控制值的比较。同时,

本报告第四章 4.6 节给出了本工程 2 台机组的气载流出物和液态流出物设计排放量与国家标准《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的比较。从表中可以看出，本工程 2 台机组气载和液体流出物的年排放量及槽式排放口处排放浓度能满足标准要求。

6.2.8.2 辐射剂量评价

1) 公众

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定：正常运行工况下，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，每年应小于 0.25mSv 的剂量约束值。

考虑当地居民的生活习惯，并采用偏保守的假设条件，本工程 2 台机组在正常运行期间所致最大个人的有效剂量为 1.72E-02mSv/a，为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 6.88%。因此，本工程正常运行期间对环境的辐射影响是可以接受的。

2) 非人类生物

本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行时液态流出物排放对受纳海域中水生生物造成的危害商如表 6.2-29 所示。从表中可以看出本工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行工况下，液态流出物排放不会对受纳海域中的水生生物的产生影响。

6.2.9 排水管线正常运行可能渗漏的辐射影响评价

本工程液态流出物采用槽式排放。经检测达标后的液态流出物与海水冷却塔排水参混，通过排水管线排至北部湾海域。厂外排水管线长度约 11km。经过比选论证，排水管线采用高密度聚乙烯（HDPE）管，通过电热熔连接。根据管材特性和厂家提供资料，正常情况下排水管线不会发生泄漏。

保守考虑排水管线出现“跑冒滴漏”的辐射环境影响。主要考虑排水管线可能的“跑冒滴漏”产生渗漏量很小，且不被排水管线泄漏监测设施发现。因此，需要评估排水管线中液态流出物“跑冒滴漏”导致长期缓慢渗入土壤和地下水所致附近居民直接或间接利用受污染的地下水所致的人员剂量。分为以下两种情景进行分析。

6.2.9.1 暴露情景假设 1

- 1) 排水管线“跑冒滴漏”总量很小；
- 2) 排水管线泄漏监测设施不能发现“跑冒滴漏”；
- 3) “跑冒滴漏”导致排水管线附近地下水长期受液态流出物影响；
- 4) 排水管线周边有供居民直接饮用的地下水井。

根据中国辐射防护研究院 2018 年完成的《国核廉江核电项目可行性研究阶段核素在地下水中迁移初步分析报告》，应用地下水模拟软件 FEFLOW 建立三维地质和水文地质概念模型并采用嵌套模式开展排水管线泄漏情景模拟。泄漏情景参照《给水排水管道工程施工及验收规范》中压力管道水压试验的渗水量计算，计算渗水量保守取 5.6L/min km，核素浓度参考排水管线液态流出物的实际排放源项。

专题中采用的液态流出物排放源项按 ^3H 排放浓度 $1.10\text{E}+04\text{Bq/L}$ ， ^{14}C 排放浓度 $9.57\text{E}+00\text{Bq/L}$ 进行模拟。保守假设这种渗漏是全线均匀且持续的，模拟结果表明：

1) ^3H 不被吸附，迁移速度基本上与地下水流速一致，距离西线排水管线最近的井，第 74 天时井水中的浓度为 5.48Bq/L ，第 7000 天时达到 39.41Bq/L ，之后趋于稳定。

2) ^{90}Sr 的吸附性能相对较弱，60 年后 $1.00\text{E}-08\text{Bq/L}$ 浓度线向西方向最大迁移了约 85m。

3) ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru 吸附能力较强，会被滞留在管线附近，且 ^{54}Mn 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{106}Ru 半衰期短，认为均不会影响到水井。

根据上述模拟结果，则 ^3H 从泄漏点到水井处的稀释比例为 $1.10\text{E}+04/39.41=279.1$ ， ^{14}C 保守按 ^3H 的稀释比例计算。

考虑本工程 2 台机组源项，采用 ^3H 和 ^{14}C 的设计源项，即 ^3H 排放浓度为 $1.13\text{E}+04\text{Bq/L}$ ， ^{14}C 排放浓度为 $1.22\text{E}+01\text{Bq/L}$ 。则 ^3H 在井水中浓度为 $1.13\text{E}+04/279.1=40.5\text{Bq/L}$ ， ^{14}C 在井水中浓度为 $1.22\text{E}+01/279.1=4.37\text{E}-02\text{Bq/L}$ 。

采用如下公式计算该居民（按成人计算）所致的辐射剂量：

$$R = \sum_{i=1}^N C_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot e^{-\lambda t}$$

R：个人所受剂量（mSv/yr）。

N：为核素数量，这里取 ^3H 和 ^{14}C 两个核素。

C_i: 核素 i 的浓度 (Bq/L)。

U_i: 核素 i 的饮水消耗量 (L/yr)。

D_i: 核素 i 的个人剂量转化因子 (mSv/Bq)。

λ: 核素半衰期 (h⁻¹)。

t: 核素衰变时间 (h)。

保守假设居民全年全部饮用该井水, 通过计算, 则居民所致的辐射剂量计算如表 6.2-29 所示。

本工程正常运行状态(包括预计运行事件)的剂量约束值要求小于 0.07mSv/a。取液态流出物排放途径的剂量约束值为小于 0.035mSv/a。

从计算结果表明, 液态流出物渗漏时进入地下水所致的周边居民辐射剂量为 5.51E-04mSv/a, 满足上述剂量约束值的要求。

6.2.9.2 暴露情景假设 2

- 1) 排水管线“跑冒滴漏”总量很小;
- 2) 排水管线泄漏监测设施不能发现“跑冒滴漏”;
- 3) “跑冒滴漏”导致排水管线附近地下水长期受液态流出物影响;
- 4) 排水管线周边有地下水井, 居民会直接饮用该地下水;
- 5) 周边地下水还涉及灌溉等间接使用。

为了计算人体通过食入饮用水、灌溉作物等途径所致的内照射剂量, 本报告采用下述计算模式进行分析, 剂量转换因子采用我国国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和美国联邦导则 12 号报告《空气、水和土壤中核素导致的外照射》和国际原子能机构 BSS 的推荐值。

对附近居民中个人造成的受照剂量的计算模式如下:

- 1) 饮用井水所致的个人内照射剂量

$$R_{aip} = 1100 \frac{U_{ap} \cdot M_p}{F} \sum_i Q_i \cdot D_{aip} \cdot \exp(-\lambda_i t_p)$$

式中:

R_{aip}—核素 i 经途径 p 对年龄组 a 所致的年剂量, mSv/a;

M_p—排出流与接纳水体的混合比, 即稀释倍数的倒数;

U_{ap}—年龄组 a 在途径 p 中的利用因子, 1/a;

F—排出流的流量, 1/a;

Q_i —核素 i 的年释放率, Bq/a;

D_{aip} —核素 i 经途径 p 对年龄组 a 所致的剂量转换因子, mSv/Bq;

λ_i —核素 i 的衰变常数, h^{-1} ;

t_p —从取水至饮用的间隔时间, $t_p=12h$ 。

3) 污染水灌溉而生长的陆地食物所致的剂量

a) 植物

植物中放射性物质浓集是因沉积在植物叶子上的放射性及从土壤中吸收沉积在地面上的放射性所致。在 V 类庄稼可食部分中核素 i 的浓度 C_{iv} 由下式得出:

$$C_{iv} = d_i \left[\frac{r[1 - \exp(-\lambda_{Ei}t_e)]}{Y_V \lambda_{Ei}} + \frac{f_l B_{iv}[1 - \exp(-\lambda_i t_b)]}{P \lambda_i} \right] \exp(-\lambda_i t_h)$$

式中各符号的物理意义同上列方程式。

b) 动物制品

像肉类和牛奶一类动物制品中放射性核素的浓度取决于动物吃污染食物或饲料量以及饮污染水的量。

$$C_{iA} = F_{iA} [C_{iF} Q_F + C_{iW} Q_{AW}]$$

式中各符号的物理意义同上列方程式。

c) 生长在陆地上农作物的总剂量

灌溉农作物与动物制品的总剂量 R_{ap} (不包括氡) 由下式得出:

$$R_{ap} = U_{ap}^{\text{植物}} \sum_i C_{iv} D_{aip} + U_{ap}^{\text{动物}} \sum_i C_{iA} D_{aip}$$

动物制品 (牛奶或肉类) 中的氡的浓度由下列方程式得出:

$$C_A = F_a [C_V Q_F + C_{AW} Q_{AW}]$$

式中各符号的物理意义同上列方程式。

从表 6.2-31 中可知, 考虑灌溉途径的间接用水, 且综合考虑核素转移途径及过程, 其所致居民的最大剂量仅为 $2.61E-05mSv/a$, 满足剂量约束值小于 $0.035 mSv/a$ 的要求。

6.2.9.2 结论

排水管线正常运行可能渗漏情景对周边居民影响较小。

经过实地调查, 排水管线周边民井数量较少, 并且涌水量小, 后期可以考虑水源置换等方案避免从民井中取水饮用, 能够有效截断可能的放射性物质进入人

体的途径，降低对周边居民的潜在辐射影响。

表 6.2-1 不同放射性核素衰变系数

核素	¹³¹ I	⁵⁸ Co	^{110m} Ag	⁶⁰ Co
半衰期	8.07d	70.78d	249.9d	5.27a
λ_i (/s)	1.00×10^{-6}	1.15×10^{-7}	3.21×10^{-8}	4.40×10^{-9}

表 6.2-2 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素： ^{85}Kr (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.80E-08	1.99E-08	1.50E-08	1.04E-08	5.39E-09	2.27E-09	1.16E-09	7.51E-10	5.44E-10	4.22E-10	3.42E-10	2.86E-10
NNE	3.41E-08	1.58E-08	1.21E-08	8.33E-09	4.26E-09	1.77E-09	9.03E-10	5.81E-10	4.19E-10	3.25E-10	2.63E-10	2.20E-10
NE	7.45E-08	3.00E-08	1.87E-08	1.15E-08	5.82E-09	2.56E-09	1.39E-09	9.36E-10	6.99E-10	5.56E-10	4.60E-10	3.91E-10
ENE	8.92E-08	2.97E-08	1.86E-08	1.15E-08	5.83E-09	2.49E-09	1.32E-09	8.67E-10	6.38E-10	5.01E-10	4.10E-10	3.47E-10
E	6.75E-08	3.13E-08	2.26E-08	1.50E-08	7.87E-09	3.33E-09	1.78E-09	1.19E-09	8.78E-10	6.93E-10	5.70E-10	4.83E-10
ESE	8.81E-08	4.45E-08	3.21E-08	2.16E-08	1.11E-08	4.77E-09	2.51E-09	1.65E-09	1.21E-09	9.48E-10	7.75E-10	6.54E-10
SE	1.58E-07	7.97E-08	5.24E-08	3.35E-08	1.71E-08	7.12E-09	3.84E-09	2.57E-09	1.92E-09	1.52E-09	1.25E-09	1.06E-09
SSE	2.26E-07	1.04E-07	6.73E-08	4.27E-08	2.17E-08	9.51E-09	5.12E-09	3.43E-09	2.55E-09	2.02E-09	1.66E-09	1.41E-09
S	7.68E-07	3.66E-07	2.35E-07	1.49E-07	7.58E-08	3.24E-08	1.76E-08	1.19E-08	8.86E-09	7.04E-09	5.83E-09	4.96E-09
SSW	4.84E-07	2.35E-07	1.43E-07	8.73E-08	4.46E-08	1.94E-08	1.09E-08	7.48E-09	5.67E-09	4.55E-09	3.80E-09	3.26E-09
SW	5.52E-07	2.49E-07	1.58E-07	9.94E-08	5.09E-08	2.27E-08	1.25E-08	8.47E-09	6.36E-09	5.08E-09	4.22E-09	3.60E-09
WSW	5.73E-07	2.96E-07	1.88E-07	1.19E-07	6.12E-08	2.69E-08	1.49E-08	1.01E-08	7.62E-09	6.09E-09	5.06E-09	4.33E-09
W	9.01E-07	4.75E-07	2.98E-07	1.90E-07	9.71E-08	4.33E-08	2.39E-08	1.63E-08	1.23E-08	9.80E-09	8.14E-09	6.96E-09
WNW	6.11E-07	2.48E-07	1.44E-07	8.85E-08	4.47E-08	1.97E-08	1.08E-08	7.27E-09	5.45E-09	4.34E-09	3.60E-09	3.07E-09
NW	3.17E-07	1.23E-07	7.25E-08	4.43E-08	2.24E-08	9.83E-09	5.38E-09	3.63E-09	2.72E-09	2.17E-09	1.80E-09	1.53E-09
NNW	1.25E-07	4.60E-08	2.86E-08	1.81E-08	9.32E-09	4.07E-09	2.19E-09	1.46E-09	1.08E-09	8.54E-10	7.03E-10	5.97E-10

表 6.2-3 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素： ^{133}Xe (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.80E-08	1.99E-08	1.49E-08	1.03E-08	5.31E-09	2.20E-09	1.10E-09	6.99E-10	4.97E-10	3.78E-10	3.01E-10	2.48E-10
NNE	3.41E-08	1.58E-08	1.20E-08	8.27E-09	4.20E-09	1.72E-09	8.61E-10	5.43E-10	3.85E-10	2.92E-10	2.32E-10	1.90E-10
NE	7.45E-08	2.99E-08	1.86E-08	1.15E-08	5.76E-09	2.50E-09	1.34E-09	8.86E-10	6.51E-10	5.09E-10	4.15E-10	3.47E-10
ENE	8.92E-08	2.97E-08	1.85E-08	1.14E-08	5.74E-09	2.42E-09	1.25E-09	8.10E-10	5.85E-10	4.51E-10	3.63E-10	3.02E-10
E	6.74E-08	3.12E-08	2.25E-08	1.48E-08	7.69E-09	3.19E-09	1.67E-09	1.08E-09	7.85E-10	6.06E-10	4.87E-10	4.04E-10
ESE	8.80E-08	4.44E-08	3.20E-08	2.15E-08	1.10E-08	4.65E-09	2.40E-09	1.55E-09	1.12E-09	8.60E-10	6.92E-10	5.74E-10
SE	1.58E-07	7.95E-08	5.21E-08	3.32E-08	1.69E-08	6.95E-09	3.69E-09	2.43E-09	1.78E-09	1.39E-09	1.13E-09	9.44E-10
SSE	2.25E-07	1.04E-07	6.70E-08	4.24E-08	2.14E-08	9.25E-09	4.90E-09	3.23E-09	2.37E-09	1.85E-09	1.50E-09	1.26E-09
S	7.68E-07	3.65E-07	2.34E-07	1.48E-07	7.48E-08	3.16E-08	1.69E-08	1.12E-08	8.23E-09	6.44E-09	5.24E-09	4.39E-09
SSW	4.84E-07	2.34E-07	1.42E-07	8.67E-08	4.39E-08	1.89E-08	1.05E-08	7.06E-09	5.27E-09	4.16E-09	3.42E-09	2.89E-09
SW	5.52E-07	2.48E-07	1.57E-07	9.87E-08	5.03E-08	2.21E-08	1.20E-08	7.98E-09	5.90E-09	4.63E-09	3.78E-09	3.17E-09
WSW	5.73E-07	2.95E-07	1.87E-07	1.18E-07	6.04E-08	2.62E-08	1.43E-08	9.54E-09	7.07E-09	5.55E-09	4.54E-09	3.82E-09
W	9.00E-07	4.74E-07	2.97E-07	1.88E-07	9.59E-08	4.23E-08	2.30E-08	1.54E-08	1.14E-08	9.00E-09	7.36E-09	6.20E-09
WNW	6.11E-07	2.47E-07	1.44E-07	8.80E-08	4.42E-08	1.93E-08	1.04E-08	6.96E-09	5.16E-09	4.06E-09	3.33E-09	2.80E-09
NW	3.17E-07	1.23E-07	7.22E-08	4.40E-08	2.22E-08	9.62E-09	5.19E-09	3.46E-09	2.56E-09	2.01E-09	1.65E-09	1.39E-09
NNW	1.25E-07	4.59E-08	2.85E-08	1.80E-08	9.19E-09	3.96E-09	2.09E-09	1.37E-09	9.99E-10	7.77E-10	6.30E-10	5.26E-10

表 6.2-4 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素: ^{131}I (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.56E-08	1.75E-08	1.27E-08	8.25E-09	4.00E-09	1.55E-09	6.92E-10	3.97E-10	2.53E-10	1.86E-10	1.39E-10	1.02E-10
NNE	3.24E-08	1.39E-08	1.02E-08	6.63E-09	3.16E-09	1.21E-09	5.41E-10	3.10E-10	1.97E-10	1.44E-10	1.08E-10	7.91E-11
NE	7.07E-08	2.63E-08	1.58E-08	9.17E-09	4.32E-09	1.75E-09	8.31E-10	4.98E-10	3.27E-10	2.46E-10	1.88E-10	1.40E-10
ENE	8.47E-08	2.61E-08	1.57E-08	9.09E-09	4.28E-09	1.68E-09	7.64E-10	4.44E-10	2.85E-10	2.10E-10	1.58E-10	1.16E-10
E	6.40E-08	2.74E-08	1.91E-08	1.18E-08	5.75E-09	2.22E-09	1.02E-09	5.97E-10	3.84E-10	2.84E-10	2.13E-10	1.57E-10
ESE	8.36E-08	3.91E-08	2.73E-08	1.72E-08	8.30E-09	3.30E-09	1.52E-09	8.97E-10	5.83E-10	4.35E-10	3.31E-10	2.46E-10
SE	1.50E-07	7.01E-08	4.44E-08	2.67E-08	1.28E-08	4.94E-09	2.35E-09	1.41E-09	9.33E-10	7.05E-10	5.43E-10	4.08E-10
SSE	2.14E-07	9.13E-08	5.71E-08	3.41E-08	1.62E-08	6.60E-09	3.13E-09	1.89E-09	1.25E-09	9.43E-10	7.26E-10	5.46E-10
S	7.29E-07	3.22E-07	1.99E-07	1.19E-07	5.66E-08	2.25E-08	1.08E-08	6.53E-09	4.33E-09	3.29E-09	2.54E-09	1.91E-09
SSW	4.60E-07	2.06E-07	1.21E-07	6.97E-08	3.33E-08	1.35E-08	6.66E-09	4.11E-09	2.77E-09	2.13E-09	1.65E-09	1.25E-09
SW	5.24E-07	2.19E-07	1.34E-07	7.93E-08	3.80E-08	1.57E-08	7.63E-09	4.65E-09	3.10E-09	2.36E-09	1.83E-09	1.38E-09
WSW	5.44E-07	2.60E-07	1.59E-07	9.50E-08	4.57E-08	1.87E-08	9.10E-09	5.56E-09	3.72E-09	2.84E-09	2.20E-09	1.66E-09
W	8.55E-07	4.18E-07	2.53E-07	1.51E-07	7.25E-08	3.00E-08	1.46E-08	8.93E-09	5.96E-09	4.55E-09	3.52E-09	2.66E-09
WNW	5.80E-07	2.18E-07	1.23E-07	7.07E-08	3.34E-08	1.37E-08	6.60E-09	4.01E-09	2.67E-09	2.04E-09	1.58E-09	1.19E-09
NW	3.02E-07	1.08E-07	6.15E-08	3.53E-08	1.68E-08	6.82E-09	3.29E-09	2.00E-09	1.33E-09	1.01E-09	7.81E-10	5.89E-10
NNW	1.19E-07	4.05E-08	2.43E-08	1.44E-08	6.93E-09	2.80E-09	1.32E-09	7.86E-10	5.15E-10	3.87E-10	2.96E-10	2.21E-10

表 6.2-5 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素： ^{137}Cs (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.56E-08	1.75E-08	1.27E-08	8.26E-09	4.00E-09	1.55E-09	6.93E-10	3.98E-10	2.54E-10	1.86E-10	1.39E-10	1.02E-10
NNE	3.24E-08	1.39E-08	1.02E-08	6.63E-09	3.16E-09	1.22E-09	5.42E-10	3.11E-10	1.98E-10	1.45E-10	1.09E-10	7.97E-11
NE	7.07E-08	2.63E-08	1.58E-08	9.17E-09	4.32E-09	1.75E-09	8.30E-10	4.96E-10	3.26E-10	2.45E-10	1.87E-10	1.39E-10
ENE	8.47E-08	2.61E-08	1.57E-08	9.08E-09	4.27E-09	1.67E-09	7.56E-10	4.38E-10	2.80E-10	2.05E-10	1.54E-10	1.12E-10
E	6.40E-08	2.74E-08	1.90E-08	1.18E-08	5.72E-09	2.20E-09	1.01E-09	5.88E-10	3.77E-10	2.77E-10	2.08E-10	1.52E-10
ESE	8.37E-08	3.91E-08	2.73E-08	1.73E-08	8.33E-09	3.32E-09	1.54E-09	9.08E-10	5.92E-10	4.44E-10	3.39E-10	2.53E-10
SE	1.50E-07	7.02E-08	4.45E-08	2.68E-08	1.28E-08	4.97E-09	2.37E-09	1.43E-09	9.50E-10	7.21E-10	5.57E-10	4.20E-10
SSE	2.14E-07	9.14E-08	5.72E-08	3.41E-08	1.63E-08	6.65E-09	3.17E-09	1.92E-09	1.27E-09	9.67E-10	7.48E-10	5.64E-10
S	7.30E-07	3.22E-07	1.99E-07	1.19E-07	5.68E-08	2.27E-08	1.09E-08	6.63E-09	4.42E-09	3.37E-09	2.61E-09	1.98E-09
SSW	4.60E-07	2.07E-07	1.21E-07	6.98E-08	3.34E-08	1.36E-08	6.74E-09	4.18E-09	2.83E-09	2.18E-09	1.70E-09	1.30E-09
SW	5.25E-07	2.19E-07	1.34E-07	7.94E-08	3.81E-08	1.58E-08	7.71E-09	4.72E-09	3.16E-09	2.42E-09	1.88E-09	1.42E-09
WSW	5.44E-07	2.60E-07	1.59E-07	9.52E-08	4.58E-08	1.88E-08	9.20E-09	5.65E-09	3.79E-09	2.91E-09	2.26E-09	1.72E-09
W	8.55E-07	4.18E-07	2.53E-07	1.51E-07	7.27E-08	3.02E-08	1.48E-08	9.04E-09	6.06E-09	4.64E-09	3.60E-09	2.73E-09
WNW	5.81E-07	2.18E-07	1.23E-07	7.07E-08	3.35E-08	1.38E-08	6.65E-09	4.06E-09	2.71E-09	2.07E-09	1.61E-09	1.22E-09
NW	3.02E-07	1.08E-07	6.16E-08	3.54E-08	1.68E-08	6.85E-09	3.31E-09	2.02E-09	1.35E-09	1.03E-09	7.96E-10	6.02E-10
NNW	1.19E-07	4.05E-08	2.43E-08	1.44E-08	6.94E-09	2.81E-09	1.33E-09	7.92E-10	5.20E-10	3.92E-10	3.00E-10	2.25E-10

表 6.2-6 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素： ^3H (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.80E-08	1.99E-08	1.50E-08	1.04E-08	5.39E-09	2.27E-09	1.16E-09	7.51E-10	5.44E-10	4.22E-10	3.42E-10	2.86E-10
NNE	3.41E-08	1.58E-08	1.21E-08	8.33E-09	4.26E-09	1.77E-09	9.03E-10	5.81E-10	4.19E-10	3.25E-10	2.63E-10	2.20E-10
NE	7.45E-08	3.00E-08	1.87E-08	1.15E-08	5.82E-09	2.56E-09	1.39E-09	9.36E-10	6.99E-10	5.56E-10	4.60E-10	3.91E-10
ENE	8.92E-08	2.97E-08	1.86E-08	1.15E-08	5.83E-09	2.49E-09	1.32E-09	8.67E-10	6.38E-10	5.01E-10	4.10E-10	3.47E-10
E	6.75E-08	3.13E-08	2.26E-08	1.50E-08	7.87E-09	3.33E-09	1.78E-09	1.19E-09	8.78E-10	6.93E-10	5.70E-10	4.83E-10
ESE	8.81E-08	4.45E-08	3.21E-08	2.16E-08	1.11E-08	4.77E-09	2.51E-09	1.65E-09	1.21E-09	9.48E-10	7.75E-10	6.54E-10
SE	1.58E-07	7.97E-08	5.24E-08	3.35E-08	1.71E-08	7.12E-09	3.84E-09	2.57E-09	1.92E-09	1.52E-09	1.25E-09	1.06E-09
SSE	2.26E-07	1.04E-07	6.73E-08	4.27E-08	2.17E-08	9.51E-09	5.12E-09	3.43E-09	2.55E-09	2.02E-09	1.66E-09	1.41E-09
S	7.68E-07	3.66E-07	2.35E-07	1.49E-07	7.58E-08	3.24E-08	1.76E-08	1.19E-08	8.86E-09	7.04E-09	5.83E-09	4.96E-09
SSW	4.84E-07	2.35E-07	1.43E-07	8.73E-08	4.46E-08	1.94E-08	1.09E-08	7.48E-09	5.67E-09	4.55E-09	3.80E-09	3.26E-09
SW	5.52E-07	2.49E-07	1.58E-07	9.94E-08	5.09E-08	2.27E-08	1.25E-08	8.47E-09	6.36E-09	5.08E-09	4.22E-09	3.60E-09
WSW	5.73E-07	2.96E-07	1.88E-07	1.19E-07	6.12E-08	2.69E-08	1.49E-08	1.01E-08	7.62E-09	6.09E-09	5.06E-09	4.33E-09
W	9.01E-07	4.75E-07	2.98E-07	1.90E-07	9.71E-08	4.33E-08	2.39E-08	1.63E-08	1.23E-08	9.80E-09	8.14E-09	6.96E-09
WNW	6.11E-07	2.48E-07	1.44E-07	8.85E-08	4.47E-08	1.97E-08	1.08E-08	7.27E-09	5.45E-09	4.34E-09	3.60E-09	3.07E-09
NW	3.17E-07	1.23E-07	7.25E-08	4.43E-08	2.24E-08	9.83E-09	5.38E-09	3.63E-09	2.72E-09	2.17E-09	1.80E-09	1.53E-09
NNW	1.25E-07	4.60E-08	2.86E-08	1.81E-08	9.32E-09	4.07E-09	2.19E-09	1.46E-09	1.08E-09	8.54E-10	7.03E-10	5.97E-10

表 6.2-7 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素： ^{14}C (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.80E-08	1.99E-08	1.50E-08	1.04E-08	5.39E-09	2.27E-09	1.16E-09	7.51E-10	5.44E-10	4.22E-10	3.42E-10	2.86E-10
NNE	3.41E-08	1.58E-08	1.21E-08	8.33E-09	4.26E-09	1.77E-09	9.03E-10	5.81E-10	4.19E-10	3.25E-10	2.63E-10	2.20E-10
NE	7.45E-08	3.00E-08	1.87E-08	1.15E-08	5.82E-09	2.56E-09	1.39E-09	9.36E-10	6.99E-10	5.56E-10	4.60E-10	3.91E-10
ENE	8.92E-08	2.97E-08	1.86E-08	1.15E-08	5.83E-09	2.49E-09	1.32E-09	8.67E-10	6.38E-10	5.01E-10	4.10E-10	3.47E-10
E	6.75E-08	3.13E-08	2.26E-08	1.50E-08	7.87E-09	3.33E-09	1.78E-09	1.19E-09	8.78E-10	6.93E-10	5.70E-10	4.83E-10
ESE	8.81E-08	4.45E-08	3.21E-08	2.16E-08	1.11E-08	4.77E-09	2.51E-09	1.65E-09	1.21E-09	9.48E-10	7.75E-10	6.54E-10
SE	1.58E-07	7.97E-08	5.24E-08	3.35E-08	1.71E-08	7.12E-09	3.84E-09	2.57E-09	1.92E-09	1.52E-09	1.25E-09	1.06E-09
SSE	2.26E-07	1.04E-07	6.73E-08	4.27E-08	2.17E-08	9.51E-09	5.12E-09	3.43E-09	2.55E-09	2.02E-09	1.67E-09	1.41E-09
S	7.68E-07	3.66E-07	2.35E-07	1.49E-07	7.58E-08	3.24E-08	1.76E-08	1.19E-08	8.86E-09	7.04E-09	5.83E-09	4.96E-09
SSW	4.84E-07	2.35E-07	1.43E-07	8.73E-08	4.46E-08	1.94E-08	1.09E-08	7.48E-09	5.67E-09	4.55E-09	3.80E-09	3.26E-09
SW	5.52E-07	2.49E-07	1.58E-07	9.94E-08	5.09E-08	2.27E-08	1.25E-08	8.47E-09	6.37E-09	5.08E-09	4.22E-09	3.60E-09
WSW	5.73E-07	2.96E-07	1.88E-07	1.19E-07	6.12E-08	2.69E-08	1.49E-08	1.01E-08	7.62E-09	6.09E-09	5.06E-09	4.33E-09
W	9.01E-07	4.75E-07	2.98E-07	1.90E-07	9.71E-08	4.33E-08	2.39E-08	1.63E-08	1.23E-08	9.80E-09	8.14E-09	6.96E-09
WNW	6.11E-07	2.48E-07	1.44E-07	8.85E-08	4.47E-08	1.97E-08	1.08E-08	7.27E-09	5.45E-09	4.34E-09	3.60E-09	3.07E-09
NW	3.17E-07	1.23E-07	7.25E-08	4.43E-08	2.24E-08	9.83E-09	5.38E-09	3.63E-09	2.72E-09	2.17E-09	1.80E-09	1.53E-09
NNW	1.25E-07	4.60E-08	2.86E-08	1.81E-08	9.32E-09	4.07E-09	2.19E-09	1.46E-09	1.08E-09	8.54E-10	7.04E-10	5.97E-10

表 6.2-8 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均沉积因子（干湿沉积所致）

元素碘 ($1/m^2$)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	5.55E-10	2.25E-10	1.65E-10	1.13E-10	5.90E-11	2.52E-11	1.31E-11	8.59E-12	6.28E-12	4.90E-12	4.00E-12	3.37E-12
NNE	4.28E-10	1.87E-10	1.38E-10	9.41E-11	4.83E-11	2.06E-11	1.08E-11	7.05E-12	5.16E-12	4.03E-12	3.29E-12	2.78E-12
NE	9.29E-10	3.61E-10	2.23E-10	1.38E-10	7.05E-11	3.17E-11	1.76E-11	1.20E-11	9.03E-12	7.22E-12	6.01E-12	5.14E-12
ENE	1.05E-09	3.49E-10	2.16E-10	1.34E-10	6.85E-11	3.00E-11	1.62E-11	1.09E-11	8.08E-12	6.40E-12	5.28E-12	4.49E-12
E	1.04E-09	4.35E-10	2.99E-10	1.96E-10	1.03E-10	4.55E-11	2.52E-11	1.71E-11	1.29E-11	1.03E-11	8.53E-12	7.28E-12
ESE	1.10E-09	5.18E-10	3.66E-10	2.44E-10	1.26E-10	5.51E-11	2.95E-11	1.96E-11	1.46E-11	1.15E-11	9.45E-12	8.01E-12
SE	1.98E-09	9.32E-10	6.04E-10	3.85E-10	1.98E-10	8.47E-11	4.65E-11	3.15E-11	2.36E-11	1.88E-11	1.56E-11	1.33E-11
SSE	3.30E-09	1.39E-09	8.82E-10	5.58E-10	2.87E-10	1.30E-10	7.22E-11	4.92E-11	3.71E-11	2.97E-11	2.47E-11	2.11E-11
S	9.37E-09	4.22E-09	2.68E-09	1.70E-09	8.71E-10	3.81E-10	2.10E-10	1.43E-10	1.07E-10	8.58E-11	7.13E-11	6.09E-11
SSW	6.32E-09	2.84E-09	1.72E-09	1.06E-09	5.44E-10	2.43E-10	1.38E-10	9.59E-11	7.31E-11	5.89E-11	4.93E-11	4.24E-11
SW	7.69E-09	3.21E-09	2.01E-09	1.27E-09	6.54E-10	2.99E-10	1.68E-10	1.16E-10	8.78E-11	7.05E-11	5.88E-11	5.04E-11
WSW	9.10E-09	4.08E-09	2.55E-09	1.61E-09	8.37E-10	3.81E-10	2.16E-10	1.49E-10	1.14E-10	9.16E-11	7.66E-11	6.58E-11
W	1.20E-08	5.75E-09	3.58E-09	2.27E-09	1.17E-09	5.33E-10	2.99E-10	2.06E-10	1.56E-10	1.25E-10	1.04E-10	8.95E-11
WNW	6.67E-09	2.66E-09	1.56E-09	9.55E-10	4.84E-10	2.15E-10	1.19E-10	8.07E-11	6.07E-11	4.85E-11	4.03E-11	3.44E-11
NW	3.42E-09	1.31E-09	7.75E-10	4.74E-10	2.41E-10	1.07E-10	5.87E-11	3.99E-11	3.00E-11	2.40E-11	1.99E-11	1.70E-11
NNW	1.30E-09	4.74E-10	2.95E-10	1.86E-10	9.60E-11	4.21E-11	2.27E-11	1.52E-11	1.13E-11	8.93E-12	7.36E-12	6.25E-12

表 6.2-9 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均沉积因子（干湿沉积所致）

粒子态核素 ($1/m^2$)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.61E-10	5.77E-11	3.77E-11	2.46E-11	1.30E-11	6.05E-12	3.43E-12	2.37E-12	1.80E-12	1.45E-12	1.21E-12	1.04E-12
NNE	1.64E-10	5.92E-11	3.81E-11	2.46E-11	1.29E-11	6.11E-12	3.50E-12	2.44E-12	1.87E-12	1.51E-12	1.26E-12	1.09E-12
NE	3.50E-10	1.22E-10	7.37E-11	4.59E-11	2.42E-11	1.17E-11	6.89E-12	4.87E-12	3.76E-12	3.06E-12	2.58E-12	2.23E-12
ENE	3.19E-10	1.06E-10	6.46E-11	4.03E-11	2.12E-11	1.02E-11	5.92E-12	4.15E-12	3.20E-12	2.59E-12	2.18E-12	1.88E-12
E	6.18E-10	2.15E-10	1.33E-10	8.38E-11	4.46E-11	2.17E-11	1.28E-11	9.05E-12	6.99E-12	5.70E-12	4.80E-12	4.15E-12
ESE	4.20E-10	1.55E-10	9.85E-11	6.31E-11	3.33E-11	1.58E-11	9.15E-12	6.39E-12	4.90E-12	3.96E-12	3.33E-12	2.87E-12
SE	7.63E-10	2.82E-10	1.73E-10	1.09E-10	5.75E-11	2.73E-11	1.60E-11	1.12E-11	8.64E-12	7.02E-12	5.91E-12	5.10E-12
SSE	1.80E-09	6.28E-10	3.82E-10	2.39E-10	1.27E-10	6.19E-11	3.65E-11	2.59E-11	2.00E-11	1.63E-11	1.38E-11	1.19E-11
S	3.30E-09	1.21E-09	7.42E-10	4.66E-10	2.45E-10	1.17E-10	6.84E-11	4.81E-11	3.71E-11	3.01E-11	2.53E-11	2.19E-11
SSW	2.70E-09	9.73E-10	5.86E-10	3.64E-10	1.92E-10	9.32E-11	5.52E-11	3.91E-11	3.03E-11	2.47E-11	2.08E-11	1.80E-11
SW	3.81E-09	1.33E-09	8.08E-10	5.06E-10	2.68E-10	1.31E-10	7.76E-11	5.50E-11	4.25E-11	3.47E-11	2.92E-11	2.53E-11
WSW	5.63E-09	1.98E-09	1.20E-09	7.52E-10	3.99E-10	1.96E-10	1.16E-10	8.24E-11	6.38E-11	5.21E-11	4.40E-11	3.81E-11
W	5.39E-09	1.97E-09	1.20E-09	7.50E-10	3.96E-10	1.93E-10	1.14E-10	8.04E-11	6.21E-11	5.06E-11	4.27E-11	3.69E-11
WNW	1.45E-09	5.27E-10	3.12E-10	1.93E-10	1.01E-10	4.76E-11	2.75E-11	1.93E-11	1.48E-11	1.20E-11	1.01E-11	8.66E-12
NW	6.91E-10	2.48E-10	1.47E-10	9.09E-11	4.73E-11	2.23E-11	1.29E-11	8.97E-12	6.87E-12	5.57E-12	4.67E-12	4.02E-12
NNW	1.89E-10	6.72E-11	4.13E-11	2.60E-11	1.36E-11	6.19E-12	3.45E-12	2.36E-12	1.79E-12	1.43E-12	1.19E-12	1.02E-12

表 6.2-10 夏季核素浓度平均值包络线范围 (km²)

名称		稀释 5 倍	稀释 10 倍	稀释 20 倍	稀释 50 倍	稀释 100 倍	稀释 200 倍	稀释 500 倍	稀释 1000 倍
¹³¹ I	夏季半月潮	0.002	0.027	2.748	12.982	22.972	38.171	77.424	116.173
⁵⁸ Co	夏季半月潮	0.002	0.057	8.018	25.444	49.475	107.368	159.237	217.477
^{110m} Ag	夏季半月潮	0.002	0.073	9.119	28.572	57.050	119.549	175.279	234.137
⁶⁰ Co	夏季半月潮	0.002	0.083	9.512	29.899	60.483	123.543	183.885	240.193

表 6.2-11 冬季核素浓度平均值包络线范围 (km²)

名称		稀释 5 倍	稀释 10 倍	稀释 20 倍	稀释 50 倍	稀释 100 倍	稀释 200 倍	稀释 500 倍	稀释 1000 倍
¹³¹ I	冬季半月潮	0.003	0.037	3.610	13.015	22.190	37.120	82.623	118.596
⁵⁸ Co	冬季半月潮	0.004	0.188	9.004	24.435	50.995	109.388	163.651	222.265
^{110m} Ag	冬季半月潮	0.004	0.238	9.908	27.388	63.239	121.309	188.535	235.223
⁶⁰ Co	冬季半月潮	0.005	0.263	10.301	28.647	67.669	125.181	195.716	240.193

表 6.2-12 不同分区稀释倍数结果

稀释倍数	近区 (个人最大剂量计算)	远区 (集体有效剂量计算)
	20	100

表 6.2-13 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素： ^{85}Kr (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	6.05E-02	2.51E-02	1.89E-02	1.31E-02	6.80E-03	2.86E-03	1.47E-03	9.46E-04	6.85E-04	5.31E-04	4.31E-04	3.61E-04
NNE	4.30E-02	1.99E-02	1.52E-02	1.05E-02	5.36E-03	2.23E-03	1.14E-03	7.32E-04	5.28E-04	4.09E-04	3.31E-04	2.77E-04
NE	9.39E-02	3.78E-02	2.35E-02	1.45E-02	7.34E-03	3.23E-03	1.75E-03	1.18E-03	8.81E-04	7.00E-04	5.79E-04	4.93E-04
ENE	1.12E-01	3.75E-02	2.34E-02	1.45E-02	7.34E-03	3.14E-03	1.66E-03	1.09E-03	8.03E-04	6.31E-04	5.17E-04	4.37E-04
E	8.50E-02	3.95E-02	2.85E-02	1.89E-02	9.91E-03	4.19E-03	2.25E-03	1.49E-03	1.11E-03	8.73E-04	7.19E-04	6.09E-04
ESE	1.11E-01	5.60E-02	4.05E-02	2.72E-02	1.40E-02	6.01E-03	3.16E-03	2.08E-03	1.52E-03	1.19E-03	9.77E-04	8.24E-04
SE	1.99E-01	1.00E-01	6.60E-02	4.22E-02	2.16E-02	8.97E-03	4.84E-03	3.24E-03	2.41E-03	1.91E-03	1.58E-03	1.34E-03
SSE	2.84E-01	1.31E-01	8.48E-02	5.38E-02	2.74E-02	1.20E-02	6.45E-03	4.32E-03	3.21E-03	2.54E-03	2.10E-03	1.78E-03
S	9.68E-01	4.61E-01	2.95E-01	1.87E-01	9.55E-02	4.08E-02	2.22E-02	1.49E-02	1.12E-02	8.87E-03	7.34E-03	6.25E-03
SSW	6.10E-01	2.96E-01	1.80E-01	1.10E-01	5.61E-02	2.44E-02	1.37E-02	9.42E-03	7.14E-03	5.74E-03	4.79E-03	4.10E-03
SW	6.96E-01	3.13E-01	1.98E-01	1.25E-01	6.41E-02	2.86E-02	1.57E-02	1.07E-02	8.02E-03	6.40E-03	5.31E-03	4.53E-03
WSW	7.22E-01	3.73E-01	2.36E-01	1.50E-01	7.71E-02	3.39E-02	1.87E-02	1.28E-02	9.60E-03	7.68E-03	6.38E-03	5.45E-03
W	1.13E+00	5.99E-01	3.75E-01	2.39E-01	1.22E-01	5.46E-02	3.02E-02	2.05E-02	1.54E-02	1.23E-02	1.03E-02	8.76E-03
WNW	7.70E-01	3.12E-01	1.82E-01	1.11E-01	5.63E-02	2.48E-02	1.36E-02	9.17E-03	6.87E-03	5.47E-03	4.53E-03	3.87E-03
NW	4.00E-01	1.55E-01	9.13E-02	5.58E-02	2.83E-02	1.24E-02	6.77E-03	4.58E-03	3.43E-03	2.73E-03	2.27E-03	1.93E-03
NNW	1.58E-01	5.80E-02	3.60E-02	2.28E-02	1.17E-02	5.13E-03	2.75E-03	1.84E-03	1.36E-03	1.08E-03	8.86E-04	7.52E-04

表 6.2-14 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素： ^{133}Xe (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	3.03E-01	1.26E-01	9.44E-02	6.51E-02	3.36E-02	1.39E-02	6.98E-03	4.42E-03	3.14E-03	2.39E-03	1.90E-03	1.56E-03
NNE	2.15E-01	9.95E-02	7.60E-02	5.22E-02	2.65E-02	1.09E-02	5.44E-03	3.43E-03	2.43E-03	1.85E-03	1.47E-03	1.20E-03
NE	4.71E-01	1.89E-01	1.17E-01	7.24E-02	3.64E-02	1.58E-02	8.45E-03	5.60E-03	4.11E-03	3.22E-03	2.62E-03	2.19E-03
ENE	5.64E-01	1.87E-01	1.17E-01	7.20E-02	3.63E-02	1.53E-02	7.91E-03	5.12E-03	3.70E-03	2.85E-03	2.30E-03	1.91E-03
E	4.26E-01	1.97E-01	1.42E-01	9.37E-02	4.86E-02	2.02E-02	1.05E-02	6.85E-03	4.96E-03	3.83E-03	3.08E-03	2.55E-03
ESE	5.56E-01	2.80E-01	2.02E-01	1.36E-01	6.95E-02	2.94E-02	1.52E-02	9.79E-03	7.06E-03	5.44E-03	4.37E-03	3.63E-03
SE	9.99E-01	5.03E-01	3.29E-01	2.10E-01	1.07E-01	4.39E-02	2.33E-02	1.54E-02	1.13E-02	8.78E-03	7.14E-03	5.97E-03
SSE	1.42E+00	6.55E-01	4.24E-01	2.68E-01	1.35E-01	5.85E-02	3.10E-02	2.04E-02	1.50E-02	1.17E-02	9.49E-03	7.94E-03
S	4.85E+00	2.31E+00	1.48E+00	9.33E-01	4.72E-01	2.00E-01	1.07E-01	7.08E-02	5.20E-02	4.07E-02	3.31E-02	2.78E-02
SSW	3.06E+00	1.48E+00	8.97E-01	5.48E-01	2.78E-01	1.20E-01	6.60E-02	4.46E-02	3.33E-02	2.63E-02	2.16E-02	1.82E-02
SW	3.49E+00	1.57E+00	9.92E-01	6.24E-01	3.18E-01	1.40E-01	7.57E-02	5.04E-02	3.73E-02	2.92E-02	2.39E-02	2.00E-02
WSW	3.62E+00	1.87E+00	1.18E+00	7.47E-01	3.81E-01	1.66E-01	9.01E-02	6.03E-02	4.47E-02	3.51E-02	2.87E-02	2.41E-02
W	5.69E+00	3.00E+00	1.87E+00	1.19E+00	6.06E-01	2.67E-01	1.45E-01	9.75E-02	7.22E-02	5.68E-02	4.65E-02	3.92E-02
WNW	3.86E+00	1.56E+00	9.09E-01	5.56E-01	2.80E-01	1.22E-01	6.59E-02	4.40E-02	3.26E-02	2.56E-02	2.10E-02	1.77E-02
NW	2.00E+00	7.77E-01	4.57E-01	2.78E-01	1.40E-01	6.08E-02	3.28E-02	2.19E-02	1.62E-02	1.27E-02	1.04E-02	8.77E-03
NNW	7.91E-01	2.90E-01	1.80E-01	1.14E-01	5.81E-02	2.50E-02	1.32E-02	8.65E-03	6.32E-03	4.91E-03	3.98E-03	3.32E-03

表 6.2-15 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素: ^{131}I (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	8.06E-06	3.10E-06	2.25E-06	1.46E-06	7.07E-07	2.74E-07	1.22E-07	7.03E-08	4.48E-08	3.28E-08	2.46E-08	1.80E-08
NNE	5.73E-06	2.45E-06	1.81E-06	1.17E-06	5.59E-07	2.15E-07	9.57E-08	5.48E-08	3.49E-08	2.55E-08	1.91E-08	1.40E-08
NE	1.25E-05	4.66E-06	2.80E-06	1.62E-06	7.65E-07	3.10E-07	1.47E-07	8.81E-08	5.79E-08	4.35E-08	3.32E-08	2.48E-08
ENE	1.50E-05	4.62E-06	2.78E-06	1.61E-06	7.58E-07	2.97E-07	1.35E-07	7.86E-08	5.05E-08	3.72E-08	2.79E-08	2.05E-08
E	1.13E-05	4.86E-06	3.37E-06	2.09E-06	1.02E-06	3.93E-07	1.81E-07	1.06E-07	6.80E-08	5.02E-08	3.77E-08	2.77E-08
ESE	1.48E-05	6.92E-06	4.83E-06	3.05E-06	1.47E-06	5.84E-07	2.70E-07	1.59E-07	1.03E-07	7.70E-08	5.86E-08	4.36E-08
SE	2.66E-05	1.24E-05	7.87E-06	4.73E-06	2.26E-06	8.75E-07	4.16E-07	2.50E-07	1.65E-07	1.25E-07	9.61E-08	7.21E-08
SSE	3.79E-05	1.62E-05	1.01E-05	6.03E-06	2.87E-06	1.17E-06	5.55E-07	3.34E-07	2.21E-07	1.67E-07	1.29E-07	9.66E-08
S	1.29E-04	5.70E-05	3.52E-05	2.10E-05	1.00E-05	3.99E-06	1.91E-06	1.16E-06	7.67E-07	5.82E-07	4.49E-07	3.38E-07
SSW	8.14E-05	3.65E-05	2.14E-05	1.23E-05	5.89E-06	2.39E-06	1.18E-06	7.28E-07	4.90E-07	3.76E-07	2.93E-07	2.22E-07
SW	9.28E-05	3.87E-05	2.37E-05	1.40E-05	6.73E-06	2.79E-06	1.35E-06	8.23E-07	5.49E-07	4.18E-07	3.23E-07	2.44E-07
WSW	9.63E-05	4.61E-05	2.82E-05	1.68E-05	8.08E-06	3.30E-06	1.61E-06	9.84E-07	6.58E-07	5.02E-07	3.89E-07	2.94E-07
W	1.51E-04	7.40E-05	4.47E-05	2.68E-05	1.28E-05	5.32E-06	2.59E-06	1.58E-06	1.06E-06	8.05E-07	6.23E-07	4.70E-07
WNW	1.03E-04	3.85E-05	2.17E-05	1.25E-05	5.91E-06	2.42E-06	1.17E-06	7.10E-07	4.73E-07	3.60E-07	2.79E-07	2.10E-07
NW	5.34E-05	1.92E-05	1.09E-05	6.25E-06	2.96E-06	1.21E-06	5.82E-07	3.53E-07	2.35E-07	1.79E-07	1.38E-07	1.04E-07
NNW	2.11E-05	7.16E-06	4.29E-06	2.55E-06	1.23E-06	4.96E-07	2.33E-07	1.39E-07	9.12E-08	6.85E-08	5.24E-08	3.91E-08

表 6.2-16 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素： ^{137}Cs (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	7.47E-06	2.87E-06	2.08E-06	1.35E-06	6.55E-07	2.54E-07	1.14E-07	6.53E-08	4.16E-08	3.05E-08	2.29E-08	1.68E-08
NNE	5.31E-06	2.27E-06	1.68E-06	1.09E-06	5.19E-07	1.99E-07	8.89E-08	5.10E-08	3.25E-08	2.38E-08	1.78E-08	1.31E-08
NE	1.16E-05	4.32E-06	2.59E-06	1.50E-06	7.08E-07	2.87E-07	1.36E-07	8.14E-08	5.34E-08	4.01E-08	3.06E-08	2.28E-08
ENE	1.39E-05	4.28E-06	2.57E-06	1.49E-06	7.00E-07	2.73E-07	1.24E-07	7.18E-08	4.59E-08	3.37E-08	2.52E-08	1.84E-08
E	1.05E-05	4.50E-06	3.12E-06	1.94E-06	9.39E-07	3.61E-07	1.66E-07	9.65E-08	6.19E-08	4.55E-08	3.41E-08	2.49E-08
ESE	1.37E-05	6.41E-06	4.48E-06	2.83E-06	1.37E-06	5.44E-07	2.52E-07	1.49E-07	9.72E-08	7.28E-08	5.56E-08	4.15E-08
SE	2.46E-05	1.15E-05	7.30E-06	4.39E-06	2.10E-06	8.15E-07	3.89E-07	2.35E-07	1.56E-07	1.18E-07	9.13E-08	6.88E-08
SSE	3.51E-05	1.50E-05	9.38E-06	5.60E-06	2.67E-06	1.09E-06	5.20E-07	3.14E-07	2.09E-07	1.59E-07	1.23E-07	9.25E-08
S	1.20E-04	5.28E-05	3.27E-05	1.95E-05	9.32E-06	3.72E-06	1.79E-06	1.09E-06	7.25E-07	5.53E-07	4.28E-07	3.24E-07
SSW	7.54E-05	3.39E-05	1.99E-05	1.15E-05	5.48E-06	2.22E-06	1.10E-06	6.85E-07	4.63E-07	3.57E-07	2.79E-07	2.13E-07
SW	8.60E-05	3.59E-05	2.19E-05	1.30E-05	6.25E-06	2.60E-06	1.26E-06	7.74E-07	5.19E-07	3.97E-07	3.08E-07	2.34E-07
WSW	8.93E-05	4.27E-05	2.61E-05	1.56E-05	7.52E-06	3.08E-06	1.51E-06	9.26E-07	6.22E-07	4.76E-07	3.71E-07	2.81E-07
W	1.40E-04	6.86E-05	4.15E-05	2.48E-05	1.19E-05	4.95E-06	2.42E-06	1.48E-06	9.94E-07	7.60E-07	5.91E-07	4.47E-07
WNW	9.52E-05	3.57E-05	2.01E-05	1.16E-05	5.49E-06	2.26E-06	1.09E-06	6.65E-07	4.45E-07	3.39E-07	2.64E-07	1.99E-07
NW	4.94E-05	1.78E-05	1.01E-05	5.80E-06	2.75E-06	1.12E-06	5.43E-07	3.31E-07	2.21E-07	1.68E-07	1.31E-07	9.87E-08
NNW	1.95E-05	6.64E-06	3.98E-06	2.37E-06	1.14E-06	4.61E-07	2.17E-07	1.30E-07	8.53E-08	6.42E-08	4.92E-08	3.68E-08

表 6.2-17 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素： ^3H (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	6.72E-03	2.79E-03	2.10E-03	1.45E-03	7.55E-04	3.17E-04	1.63E-04	1.05E-04	7.61E-05	5.90E-05	4.79E-05	4.01E-05
NNE	4.78E-03	2.21E-03	1.69E-03	1.17E-03	5.96E-04	2.48E-04	1.26E-04	8.13E-05	5.87E-05	4.54E-05	3.68E-05	3.08E-05
NE	1.04E-02	4.20E-03	2.61E-03	1.61E-03	8.15E-04	3.58E-04	1.95E-04	1.31E-04	9.79E-05	7.78E-05	6.43E-05	5.48E-05
ENE	1.25E-02	4.16E-03	2.60E-03	1.61E-03	8.16E-04	3.49E-04	1.84E-04	1.21E-04	8.93E-05	7.01E-05	5.74E-05	4.85E-05
E	9.44E-03	4.38E-03	3.16E-03	2.10E-03	1.10E-03	4.66E-04	2.49E-04	1.66E-04	1.23E-04	9.70E-05	7.98E-05	6.77E-05
ESE	1.23E-02	6.22E-03	4.50E-03	3.02E-03	1.56E-03	6.68E-04	3.51E-04	2.31E-04	1.69E-04	1.33E-04	1.09E-04	9.15E-05
SE	2.21E-02	1.12E-02	7.33E-03	4.69E-03	2.40E-03	9.97E-04	5.38E-04	3.60E-04	2.68E-04	2.12E-04	1.75E-04	1.49E-04
SSE	3.16E-02	1.45E-02	9.42E-03	5.97E-03	3.04E-03	1.33E-03	7.17E-04	4.80E-04	3.57E-04	2.82E-04	2.33E-04	1.98E-04
S	1.08E-01	5.12E-02	3.28E-02	2.08E-02	1.06E-02	4.54E-03	2.47E-03	1.66E-03	1.24E-03	9.86E-04	8.16E-04	6.94E-04
SSW	6.78E-02	3.29E-02	2.00E-02	1.22E-02	6.24E-03	2.72E-03	1.52E-03	1.05E-03	7.94E-04	6.37E-04	5.32E-04	4.56E-04
SW	7.73E-02	3.48E-02	2.21E-02	1.39E-02	7.12E-03	3.17E-03	1.75E-03	1.19E-03	8.91E-04	7.11E-04	5.90E-04	5.04E-04
WSW	8.02E-02	4.14E-02	2.63E-02	1.67E-02	8.56E-03	3.76E-03	2.08E-03	1.42E-03	1.07E-03	8.53E-04	7.09E-04	6.06E-04
W	1.26E-01	6.65E-02	4.17E-02	2.65E-02	1.36E-02	6.06E-03	3.35E-03	2.28E-03	1.72E-03	1.37E-03	1.14E-03	9.74E-04
WNW	8.56E-02	3.47E-02	2.02E-02	1.24E-02	6.26E-03	2.76E-03	1.51E-03	1.02E-03	7.63E-04	6.08E-04	5.04E-04	4.30E-04
NW	4.44E-02	1.72E-02	1.01E-02	6.20E-03	3.14E-03	1.38E-03	7.53E-04	5.09E-04	3.81E-04	3.04E-04	2.52E-04	2.15E-04
NNW	1.75E-02	6.44E-03	4.00E-03	2.53E-03	1.30E-03	5.70E-04	3.06E-04	2.04E-04	1.51E-04	1.20E-04	9.85E-05	8.35E-05

表 6.2-18 本工程所在厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素： ^{14}C (s/m^3)

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	1.20E-03	4.99E-04	3.75E-04	2.60E-04	1.35E-04	5.67E-05	2.91E-05	1.88E-05	1.36E-05	1.05E-05	8.55E-06	7.16E-06
NNE	8.53E-04	3.95E-04	3.02E-04	2.08E-04	1.06E-04	4.42E-05	2.26E-05	1.45E-05	1.05E-05	8.11E-06	6.57E-06	5.49E-06
NE	1.86E-03	7.50E-04	4.67E-04	2.88E-04	1.46E-04	6.40E-05	3.48E-05	2.34E-05	1.75E-05	1.39E-05	1.15E-05	9.78E-06
ENE	2.23E-03	7.44E-04	4.64E-04	2.87E-04	1.46E-04	6.23E-05	3.29E-05	2.17E-05	1.59E-05	1.25E-05	1.03E-05	8.67E-06
E	1.69E-03	7.83E-04	5.65E-04	3.75E-04	1.97E-04	8.32E-05	4.46E-05	2.97E-05	2.20E-05	1.73E-05	1.43E-05	1.21E-05
ESE	2.20E-03	1.11E-03	8.04E-04	5.40E-04	2.79E-04	1.19E-04	6.27E-05	4.12E-05	3.02E-05	2.37E-05	1.94E-05	1.63E-05
SE	3.95E-03	1.99E-03	1.31E-03	8.37E-04	4.28E-04	1.78E-04	9.61E-05	6.43E-05	4.79E-05	3.79E-05	3.13E-05	2.66E-05
SSE	5.64E-03	2.60E-03	1.68E-03	1.07E-03	5.43E-04	2.38E-04	1.28E-04	8.57E-05	6.37E-05	5.05E-05	4.16E-05	3.54E-05
S	1.92E-02	9.15E-03	5.86E-03	3.72E-03	1.89E-03	8.11E-04	4.41E-04	2.97E-04	2.22E-04	1.76E-04	1.46E-04	1.24E-04
SSW	1.21E-02	5.87E-03	3.56E-03	2.18E-03	1.11E-03	4.85E-04	2.72E-04	1.87E-04	1.42E-04	1.14E-04	9.50E-05	8.14E-05
SW	1.38E-02	6.21E-03	3.94E-03	2.48E-03	1.27E-03	5.67E-04	3.12E-04	2.12E-04	1.59E-04	1.27E-04	1.05E-04	9.00E-05
WSW	1.43E-02	7.40E-03	4.69E-03	2.98E-03	1.53E-03	6.72E-04	3.72E-04	2.53E-04	1.91E-04	1.52E-04	1.27E-04	1.08E-04
W	2.25E-02	1.19E-02	7.45E-03	4.74E-03	2.43E-03	1.08E-03	5.99E-04	4.07E-04	3.07E-04	2.45E-04	2.04E-04	1.74E-04
WNW	1.53E-02	6.19E-03	3.61E-03	2.21E-03	1.12E-03	4.92E-04	2.69E-04	1.82E-04	1.36E-04	1.09E-04	9.00E-05	7.67E-05
NW	7.94E-03	3.08E-03	1.81E-03	1.11E-03	5.61E-04	2.46E-04	1.34E-04	9.09E-05	6.81E-05	5.42E-05	4.50E-05	3.83E-05
NNW	3.13E-03	1.15E-03	7.15E-04	4.53E-04	2.33E-04	1.02E-04	5.46E-05	3.64E-05	2.70E-05	2.14E-05	1.76E-05	1.49E-05

表 6.2-19 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	5.59E+07	1.52E-02
⁹⁰ Sr	4	1.35E+05	3.67E-05
¹⁰⁶ Ru	0.2	5.43E+04	1.48E-05
¹³⁴ Cs	0.6	1.56E+09	4.24E-01
¹³⁷ Cs	0.7	1.28E+09	3.48E-01

表 6.2-20 用于计算气体辐射剂量的有关参数

核素名称	衰变常数 (s ⁻¹)	空气浸没 ^(a) (Sv/s) / (Bq/m ³)	沉积 ^(c) (Sv/s) / (Bq/m ²)	吸入 (Sv/Bq) ^(b)				食入 (Sv/Bq) ^(b)			
				婴儿	儿童	青少年	成人	婴儿	儿童	青少年	成人
^{83m} Kr	1.49E-04	2.43E-18	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{85m} Kr	4.30E-05	6.83E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁵ Kr	2.09E-09	2.55E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁷ Kr	1.52E-04	3.94E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁸ Kr	6.78E-05	9.72E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁹ Kr	5.43E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{131m} Xe	6.81E-07	3.70E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{133m} Xe	3.55E-06	1.27E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹³³ Xe	1.53E-06	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{135m} Xe	7.55E-04	1.85E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹³⁵ Xe	2.15E-05	1.11E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹³⁷ Xe	4.36E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹³⁸ Xe	1.20E-03	5.44E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹²⁹ I	1.40E-15	3.81E-16	2.63E-17	7.20E-08	8.60E-08	6.70E-08	3.60E-08	1.80E-07	2.20E-07	1.90E-07	1.10E-07
¹³⁰ I	2.26E-05	1.40E-13	2.10E-15	8.20E-09	7.40E-09	1.60E-09	6.70E-10	2.10E-08	1.80E-08	4.60E-09	2.00E-09
¹³¹ I	9.98E-07	1.84E-14	3.81E-16	7.20E-08	7.20E-08	1.90E-08	7.40E-09	1.80E-07	1.80E-07	5.20E-08	2.20E-08
¹³² I	8.37E-05	1.14E-13	2.28E-15	1.10E-09	9.60E-10	2.20E-10	1.10E-10	3.00E-09	2.40E-09	6.20E-10	2.90E-10
¹³³ I	9.25E-06	3.01E-14	6.34E-16	1.90E-08	1.80E-08	3.80E-09	1.50E-09	4.90E-08	4.40E-08	1.00E-08	4.30E-09
¹³⁴ I	2.20E-04	1.33E-13	6.34E-16	4.80E-10	3.70E-10	1.10E-10	5.50E-11	1.10E-09	7.50E-10	2.10E-10	1.10E-10
¹³⁵ I	2.91E-05	8.24E-14	1.52E-15	4.10E-09	3.70E-09	7.90E-10	3.20E-10	1.00E-08	8.90E-09	2.20E-09	9.30E-10
⁶⁵ Zn	4.75E-08	2.92E-14	5.71E-16	1.50E-08	1.00E-08	3.80E-09	2.20E-09	3.60E-08	1.60E-08	6.40E-09	3.90E-09
⁵¹ Cr	2.89E-07	1.52E-15	3.11E-17	2.60E-10	2.10E-10	6.60E-11	3.70E-11	3.50E-10	2.30E-10	7.80E-11	3.80E-11
⁵⁴ Mn	2.57E-08	4.12E-14	8.24E-16	7.50E-09	6.20E-09	2.40E-09	1.50E-09	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10
⁵⁵ Fe	1.17E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-09	3.20E-09	1.40E-09	7.70E-10	7.60E-09	2.40E-09	1.10E-09	3.30E-10
⁵⁹ Fe	1.80E-07	6.02E-14	1.14E-15	2.10E-08	1.30E-08	5.80E-09	4.00E-09	3.90E-08	1.30E-08	4.70E-09	1.80E-09
⁵⁸ Co	1.13E-07	4.76E-14	9.51E-16	9.00E-09	7.50E-09	3.10E-09	2.10E-09	7.30E-09	4.40E-09	1.70E-09	7.40E-10
⁶⁰ Co	4.17E-09	1.27E-13	2.38E-15	9.20E-08	8.60E-08	4.00E-08	3.10E-08	5.40E-08	2.70E-08	1.10E-08	3.40E-09
¹²⁴ Sb	1.92E-07	9.20E-14	1.78E-15	3.90E-08	3.10E-08	1.30E-08	8.60E-09	2.50E-08	1.60E-08	5.20E-09	2.50E-09
^{110m} Ag	4.62E-08	1.36E-13	2.70E-15	4.60E-08	4.10E-08	1.80E-08	1.20E-08	2.40E-08	1.40E-08	5.20E-09	2.80E-09
⁸³ Br	1.18E-04	3.82E-16	8.13E-18	3.50E-10	2.30E-10	7.70E-11	4.80E-11	5.30E-10	3.00E-10	8.30E-11	4.30E-11
⁸⁴ Br	5.26E-04	9.41E-14	1.60E-15	3.70E-10	2.40E-10	7.70E-11	3.70E-11	1.00E-09	5.80E-10	1.60E-10	8.80E-11
⁸⁵ Br	5.56E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁸ Rb	9.36E-04	3.36E-14	5.95E-16	1.90E-10	1.20E-10	3.20E-11	1.60E-11	1.10E-09	6.20E-10	1.70E-10	9.00E-11
⁸⁹ Rb	1.10E-03	1.06E-13	1.91E-15	1.40E-10	9.30E-11	2.70E-11	1.40E-11	5.40E-10	3.00E-10	8.60E-11	4.70E-11
⁸⁹ Sr	1.59E-07	4.44E-16	6.98E-17	3.90E-08	3.00E-08	1.20E-08	7.90E-09	3.60E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09
⁹⁰ Sr	7.67E-10	9.83E-17	1.11E-16	4.20E-07	4.00E-07	1.80E-07	1.60E-07	2.30E-07	7.30E-08	6.00E-08	2.80E-08
⁹¹ Sr	2.86E-05	3.45E-14	6.77E-16	3.50E-09	2.50E-09	7.70E-10	4.10E-10	5.20E-09	4.00E-09	1.20E-09	6.50E-10
⁹² Sr	1.03E-04	6.79E-14	1.25E-15	2.20E-09	1.50E-09	4.50E-10	2.30E-10	3.40E-09	2.70E-09	8.20E-10	4.30E-10
⁹⁰ Y	4.33E-06	8.24E-16	1.11E-16	1.30E-08	8.80E-09	2.70E-09	1.50E-09	3.10E-08	2.00E-08	5.90E-09	2.70E-09
^{91m} Y	3.31E-04	2.55E-14	5.23E-16	7.40E-11	5.90E-11	2.00E-11	1.10E-11	9.20E-11	6.00E-11	2.10E-11	1.10E-11
⁹¹ Y	1.98E-07	6.34E-16	7.61E-17	4.30E-08	3.40E-08	1.30E-08	8.90E-09	2.80E-08	1.80E-08	5.20E-09	2.40E-09
⁹² Y	7.94E-05	1.30E-14	2.53E-16	1.90E-09	1.20E-09	3.50E-10	1.80E-10	5.90E-09	3.60E-09	1.00E-09	4.90E-10
⁹³ Y	2.75E-05	4.80E-15	9.12E-17	4.60E-09	3.00E-09	8.50E-10	4.20E-10	1.40E-08	8.50E-09	2.50E-09	1.20E-09

⁹⁵ Zr	1.25E-07	3.49E-14	1.49E-15	2.40E-08	1.90E-08	8.30E-09	5.90E-09	8.50E-09	5.60E-09	1.90E-09	9.50E-10
⁹⁵ Nb	2.29E-07	3.81E-14	7.61E-16	7.70E-09	5.90E-09	2.50E-09	1.80E-09	4.60E-09	3.20E-09	1.10E-09	5.80E-10
⁹⁹ Mo	4.20E-06	1.27E-14	2.92E-16	6.90E-09	4.80E-09	1.70E-09	9.90E-10	5.50E-09	3.50E-09	1.10E-09	6.00E-10
^{99m} Tc	4.61E-05	6.02E-15	1.24E-16	1.30E-10	1.00E-10	3.50E-11	2.00E-11	2.00E-10	1.30E-10	4.30E-11	2.20E-11
¹⁰³ Ru	2.04E-07	2.28E-14	4.76E-16	1.30E-08	1.00E-08	4.20E-09	3.00E-09	7.10E-09	4.60E-09	1.50E-09	7.30E-10
^{103m} Rh	2.97E-04	8.80E-18	1.25E-18	2.00E-11	1.30E-11	4.30E-12	2.70E-12	4.70E-11	2.70E-11	7.40E-12	3.80E-12
¹⁰⁶ Ru	2.18E-08	1.14E-14	3.49E-16	2.60E-07	2.30E-07	9.10E-08	6.60E-08	8.40E-08	4.90E-08	1.50E-08	7.00E-09
¹⁰⁶ Rh	1.25E-04	1.04E-14	2.12E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{127m} Te	1.06E-07	1.55E-16	2.22E-17	4.10E-08	3.30E-08	1.40E-08	9.80E-09	4.10E-08	1.80E-08	5.20E-09	2.30E-09
^{129m} Te	3.39E-07	1.71E-15	6.02E-17	3.80E-08	2.90E-08	1.20E-08	7.90E-09	4.40E-08	2.40E-08	6.60E-09	3.00E-09
¹²⁹ Te	2.42E-04	2.75E-15	6.01E-17	3.50E-10	2.30E-10	6.90E-11	3.90E-11	7.50E-10	4.40E-10	1.20E-10	6.30E-11
^{131m} Te	9.26E-06	7.93E-14	1.55E-15	8.70E-09	7.60E-09	2.00E-09	9.40E-10	2.00E-08	1.40E-08	4.30E-09	1.90E-09
¹³¹ Te	6.72E-04	2.04E-14	4.10E-16	2.60E-10	2.00E-10	5.30E-11	2.80E-11	9.00E-10	6.60E-10	1.90E-10	8.70E-11
¹³² Te	3.56E-06	1.05E-14	2.51E-15	2.20E-08	1.80E-08	4.20E-09	2.00E-09	4.80E-08	3.00E-08	8.30E-09	3.80E-09
¹³⁴ Te	3.97E-04	4.24E-14	8.67E-16	5.60E-10	4.00E-10	1.30E-10	6.80E-11	1.10E-09	7.50E-10	2.20E-10	1.10E-10
¹³⁴ Cs	1.07E-08	7.61E-14	1.55E-15	7.00E-08	6.30E-08	2.80E-08	2.00E-08	2.60E-08	1.60E-08	1.90E-08	1.90E-08
¹³⁶ Cs	6.12E-07	1.08E-13	2.12E-15	1.50E-08	1.10E-08	4.10E-09	2.80E-09	1.50E-08	9.50E-09	4.40E-09	3.00E-09
¹³⁷ Cs	7.32E-10	2.76E-14	5.71E-16	1.10E-07	1.00E-07	4.80E-08	3.90E-08	2.10E-08	1.20E-08	1.30E-08	1.30E-08
¹³⁸ Cs	5.19E-04	1.21E-13	2.19E-15	4.20E-10	2.80E-10	8.20E-11	4.30E-11	1.10E-09	5.90E-10	1.70E-10	9.20E-11
^{137m} Ba	6.53E-03	2.88E-14	5.86E-16	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹⁴⁰ Ba	6.32E-07	8.58E-15	1.80E-16	2.90E-08	2.20E-08	8.60E-09	5.80E-09	3.20E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09
¹⁴⁰ La	6.90E-06	1.17E-13	2.16E-15	8.80E-09	6.30E-09	2.00E-09	1.10E-09	2.00E-08	1.30E-08	4.20E-09	2.00E-09
¹⁴¹ Ce	2.47E-07	3.49E-15	7.61E-17	1.60E-08	1.20E-08	5.30E-09	3.80E-09	8.10E-09	5.10E-09	1.50E-09	7.10E-10
¹⁴³ Ce	8.42E-06	1.29E-14	2.79E-16	5.90E-09	4.10E-09	1.40E-09	8.30E-10	1.20E-08	8.00E-09	2.40E-09	1.10E-09
¹⁴³ Pr	8.52E-07	2.10E-17	7.01E-19	1.30E-08	9.20E-09	3.60E-09	2.40E-09	1.40E-08	8.70E-09	2.60E-09	1.20E-09
¹⁴⁴ Ce	4.07E-08	3.49E-15	1.81E-16	3.60E-07	2.70E-07	7.80E-08	5.30E-08	6.60E-08	3.90E-08	1.10E-08	5.20E-09
¹⁴⁴ Pr	9.63E-04	1.95E-15	3.78E-17	1.90E-10	1.20E-10	3.40E-11	1.80E-11	6.40E-10	3.50E-10	9.50E-11	5.00E-11
³ H	1.79E-09	3.31E-19	0.00E+00	3.40E-10	2.70E-10	8.20E-11	4.50E-11	6.40E-11	4.80E-11	2.30E-11	1.80E-11
¹⁴ C	3.84E-12	2.24E-19	0.00E+00	1.90E-08	1.70E-08	7.40E-09	5.80E-09	1.40E-09	1.60E-09	8.00E-10	5.80E-10

注：（a）取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（18871-2002）、IAEA19号报告、美国联邦导则12号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》；
（b）取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（18871-2002）。对于³H和¹⁴C的剂量转换因子单位为Sv·m³/Bq·a，取自IAEA19号报告；
（c）取自IAEA19号报告、美国联邦导则12号报告（1993）《空气、水和土壤中核素导致的外照射》。

表 6.2-21 计算液态辐射途径所用的剂量转换因子

核素	淹没在水体 ^a (Sv/h/Bq/m ³)	岸边沉积 ^a (Sv/h/Bq/m ²)	食入 ^b (Sv/Bq)			
			婴儿	儿童	青少年	成人
⁵¹ Cr	1.12E-13	1.19E-14	3.50E-10	2.30E-10	7.80E-11	3.80E-11
⁵⁴ Mn	2.97E-12	3.20E-13	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10
⁵⁵ Fe	0.00E+00	0.00E+00	7.60E-09	2.40E-09	1.10E-09	3.30E-10
⁵⁹ Fe	4.11E-12	4.17E-13	3.90E-08	1.30E-08	4.70E-09	1.80E-09
⁵⁸ Co	3.42E-12	3.41E-13	7.30E-09	4.40E-09	1.70E-09	7.40E-10
⁶⁰ Co	8.56E-12	8.79E-13	5.40E-08	2.70E-08	1.10E-08	3.40E-09
⁶⁵ Zn	1.99E-12	2.26E-13	3.60E-08	1.60E-08	6.40E-09	3.90E-09
^{110m} Ag	9.70E-12	3.33E-13	2.40E-08	1.40E-08	5.20E-09	2.80E-09
¹²⁴ Sb	6.39E-12	7.13E-13	2.50E-08	1.60E-08	5.20E-09	2.50E-09
⁸³ Br	2.93E-14	2.97E-15	5.30E-10	3.00E-10	8.30E-11	4.30E-11
⁸⁴ Br	5.76E-12	7.34E-13	1.00E-09	5.80E-10	1.60E-10	8.80E-11
⁸⁵ Br	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
⁸⁸ Rb	2.14E-12	2.61E-13	1.10E-09	6.20E-10	1.70E-10	9.00E-11
⁸⁹ Sr	2.51E-13	5.36E-16	3.60E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09
⁹⁰ Sr	4.00E-13	5.26E-17	2.30E-07	7.30E-08	8.00E-08	2.80E-08
⁹⁰ Y	4.00E-13	1.31E-15	3.10E-08	2.00E-08	5.90E-09	2.70E-09
⁹¹ Sr	2.44E-12	2.69E-13	5.20E-09	4.00E-09	1.20E-09	6.50E-10
^{91m} Y	0.00E+00	0.00E+00	9.20E-11	6.00E-11	2.10E-11	1.10E-11
⁹¹ Y	2.74E-13	1.96E-15	2.80E-08	1.80E-08	5.20E-09	2.40E-09
⁹² Sr	4.50E-12	5.29E-13	3.40E-09	2.70E-09	8.20E-10	4.30E-10
⁹² Y	9.11E-13	1.01E-13	5.90E-09	3.60E-09	1.00E-09	4.90E-10
⁹³ Y	3.28E-13	3.71E-14	1.40E-08	8.50E-09	2.50E-09	1.20E-09
⁹⁵ Zr	5.37E-12	2.82E-13	8.50E-09	5.60E-09	1.90E-09	9.50E-10
⁹⁵ Nb	2.74E-12	2.92E-13	4.60E-09	3.20E-09	1.10E-09	5.80E-10
⁹⁹ Mo	1.05E-12	5.69E-14	5.50E-09	3.50E-09	1.10E-09	6.00E-10
^{99m} Tc	4.45E-13	4.72E-14	2.00E-10	1.30E-10	4.30E-11	2.20E-11
¹⁰³ Ru	1.71E-12	1.76E-13	7.10E-09	4.60E-09	1.50E-09	7.30E-10
^{103m} Rh	4.50E-15	7.45E-17	4.70E-11	2.70E-11	7.40E-12	3.80E-12
¹⁰⁶ Ru	1.26E-12	1.40E-13	8.40E-08	4.90E-08	1.50E-08	7.00E-09
¹⁰⁶ Rh	7.63E-13	8.06E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{127m} Te	0.00E+00	0.00E+00	4.10E-08	1.80E-08	5.20E-09	2.30E-09
^{129m} Te	0.00E+00	0.00E+00	4.40E-08	2.40E-08	6.60E-09	3.00E-09
¹²⁹ Te	2.16E-13	2.16E-14	7.50E-10	4.40E-10	1.20E-10	6.30E-11
^{131m} Te	5.59E-12	5.47E-13	2.00E-08	1.40E-08	4.30E-09	1.90E-09
¹³¹ Te	1.48E-12	1.60E-13	9.00E-10	6.60E-10	1.90E-10	8.70E-11
¹³² Te	9.02E-12	8.21E-14	4.80E-08	3.00E-08	8.30E-09	3.80E-09
¹³⁴ Te	3.12E-12	3.33E-13	1.10E-09	7.50E-10	2.20E-10	1.10E-10
¹²⁹ I	9.29E-14	3.21E-15	1.80E-07	2.20E-07	1.90E-07	1.10E-07
¹³⁰ I	7.56E-12	8.10E-13	2.10E-08	1.80E-08	4.60E-09	2.00E-09
¹³¹ I	1.37E-12	1.43E-13	1.80E-07	1.80E-07	5.20E-08	2.20E-08
¹³² I	8.22E-12	8.75E-13	3.00E-09	2.40E-09	6.20E-10	2.90E-10
¹³³ I	2.28E-12	2.30E-13	4.90E-08	4.40E-08	1.00E-08	4.30E-09
¹³⁴ I	9.47E-12	1.02E-12	1.10E-09	7.50E-10	2.10E-10	1.10E-10
¹³⁵ I	5.48E-12	6.23E-13	1.00E-08	8.90E-09	2.20E-09	9.30E-10
¹³⁴ Cs	5.59E-12	5.90E-13	2.60E-08	1.60E-08	1.90E-08	1.90E-08
¹³⁶ Cs	7.65E-12	8.32E-13	1.50E-08	9.50E-09	4.40E-09	3.00E-09
¹³⁷ Cs	2.05E-12	5.36E-17	2.10E-08	1.20E-08	1.30E-08	1.30E-08
¹³⁸ Cs	7.88E-12	9.43E-13	1.10E-09	5.90E-10	1.70E-10	9.20E-11
^{137m} Ba	2.11E-12	2.25E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
¹⁴⁰ Ba	6.25E-13	6.73E-14	3.20E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09
¹⁴⁰ La	6.67E-12	9.14E-13	2.00E-08	1.30E-08	4.20E-09	2.00E-09

¹⁴¹ Ce	2.74E-13	2.74E-14	8.10E-09	5.10E-09	1.50E-09	7.10E-10
¹⁴³ Ce	1.00E-12	1.02E-13	1.20E-08	8.00E-09	2.40E-09	1.10E-09
¹⁴³ Pr	2.79E-20	1.45E-16	1.40E-08	8.70E-09	2.60E-09	1.20E-09
¹⁴⁴ Ce	6.51E-13	6.88E-15	6.60E-08	3.90E-08	1.10E-08	5.20E-09
¹⁴⁴ Pr	9.17E-14	1.49E-14	6.40E-10	3.50E-10	9.50E-11	5.00E-11
³ H	0.00E+00	0.00E+00	6.40E-11	4.80E-11	2.30E-11	1.80E-11
¹⁴ C	0.00E+00	0.00E+00	1.40E-09	1.60E-09	8.00E-10	5.80E-10

注：(a)：取自美国联邦导则 12 号报告《空气、水和土壤中核素导致的外照射》。

(b)：取自国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 6.2-22 2 台 CAP1000 核电机组工程方案最大个人有效剂量汇总 (mSv/a)

途径 \ 年龄组	婴儿	儿童	青年	成人	渔民
气态	3.61E-03	9.51E-03	7.28E-03	6.20E-03	6.20E-03
液态	7.68E-04	7.68E-03	4.31E-03	3.86E-03	4.12E-03
合计	4.38E-03	1.72E-02	1.16E-02	1.01E-02	1.03E-02

表 6.2-23 分配系数表

核素	分配系数 K_d (L/kg)
Ag	2.66E+04
Ba	5.33E+03
C	2.66E+03
Ce	7.99E+06
Co	7.99E+05
Cr	1.33E+05
Cs	1.07E+04
H	2.66E+00
I	1.86E+02
La	7.99E+06
Mn	5.33E+06
Nb	2.13E+06
Rh	3.00E+05
Ru	1.07E+05
Sb	5.33E+03
Sr	2.13E+01
Te	2.66E+03
Y	9.00E+05
Zn	1.86E+05
Zr	5.33E+06

表 6.2-24 浓度平衡比 CR ((Bq/kg) / (Bq/L))

核素	底层鱼	鸟类	甲壳类	大型海藻	哺乳动物	软体动物	浅层鱼	浮游植物	多毛类	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物	浮游动物
Ag	1.00E+04	2.20E+04	2.24E+04	4.90E+03	2.20E+04	2.24E+04	1.00E+04	5.18E+04	2.70E+04	2.20E+04	1.26E+02	4.90E+03	6.67E+03
Ba	2.00E+01	1.60E+02	4.70E+02	5.30E+01	1.60E+02	6.23E+02	2.00E+01	5.12E+01	6.23E+02	1.60E+02	4.70E+02	2.02E+02	4.70E+02
C	1.20E+04	1.20E+04	1.00E+04	8.07E+03	1.20E+04	1.20E+04	1.20E+04	5.60E+03	1.00E+04	1.20E+04	1.20E+04	8.07E+03	1.00E+04
Ce	1.15E+02	1.15E+02	1.87E+03	1.71E+03	1.15E+02	1.19E+03	1.15E+02	1.07E+04	1.87E+03	1.15E+02	1.27E+02	1.55E+02	1.87E+03
Co	4.85E+03	5.00E+02	2.54E+03	1.66E+03	5.00E+02	3.44E+03	4.85E+03	2.98E+03	5.68E+03	5.00E+02	3.27E+02	5.21E+01	4.56E+03
Cr	1.20E+02	1.20E+02	1.00E+03	3.60E+02	1.20E+02	2.18E+02	1.20E+02	5.00E+03	1.00E+03	1.20E+02	1.00E+03	4.90E+02	1.00E+03
Cs	8.18E+01	4.78E+02	5.21E+01	8.51E+01	2.12E+02	6.03E+01	8.18E+01	8.52E+00	1.79E+02	4.78E+02	2.33E+02	1.04E+01	1.31E+02
H	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I	8.08E+00	6.80E-01	3.92E+01	5.56E+03	6.80E-01	5.37E+01	8.08E+00	9.50E+02	5.37E+01	6.80E-01	4.69E+03	2.40E+01	4.69E+03
La	5.70E+03	5.70E+03	5.70E+03	1.10E+04	5.70E+03	1.24E+04	5.70E+03	1.10E+04	1.24E+04	5.70E+03	1.24E+04	1.10E+04	1.24E+04
Mn	8.97E+03	4.50E+03	2.51E+04	6.85E+03	4.50E+03	5.83E+03	8.97E+03	2.73E+03	3.20E+03	4.50E+03	1.00E+01	3.05E+04	2.57E+03
Nb	3.00E+01	3.00E+01	1.00E+02	3.73E+02	3.00E+01	7.01E+03	3.00E+01	4.57E+03	7.01E+03	3.00E+01	7.01E+03	4.21E+04	7.01E+03
Rh	2.20E+04	1.69E+04	8.83E+04	5.42E+04	2.20E+04	1.34E+05	1.18E+04	5.18E+04	2.70E+04	2.20E+04	3.27E+02	3.05E+04	1.52E+04
Ru	2.82E+01	2.82E+01	2.02E+03	1.14E+03	2.82E+01	2.02E+03	2.82E+01	6.20E+03	2.02E+03	2.82E+01	2.85E+01	1.14E+03	3.00E+04
Sb	2.90E+00	2.90E+00	6.90E+00	2.00E+02	2.90E+00	1.85E+02	2.90E+00	2.00E+02	1.85E+02	2.90E+00	9.00E+01	2.00E+02	1.31E+03
Sr	2.48E+01	1.60E+02	8.34E+01	2.86E+01	1.60E+02	1.08E+02	2.48E+01	1.91E+02	1.08E+02	1.60E+02	9.53E+01	3.00E+00	6.70E+01
Te	6.81E+02	8.30E+03	1.85E+03	3.55E+02	8.30E+03	1.85E+03	6.81E+02	1.31E+04	4.50E+03	8.30E+03	4.50E+03	7.14E+01	9.76E+02
Y	1.60E+01	1.60E+01	8.20E+02	1.70E+02	1.60E+01	2.66E+03	1.60E+01	2.85E+03	2.66E+03	1.60E+01	2.66E+03	2.85E+03	2.66E+03
Zn	1.18E+04	1.18E+04	1.90E+02	3.70E+00	1.18E+04	2.66E+03	1.18E+04	2.85E+03	2.66E+03	1.18E+04	2.66E+03	2.85E+03	1.00E+05
Zr	8.52E+01	8.52E+01	4.90E+01	2.02E+03	8.52E+01	4.75E+01	8.52E+01	1.11E+04	4.75E+01	8.52E+01	1.30E+02	1.10E+03	1.52E+04

表 6.2-25 水生生物内照射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

水生生物核素	底层鱼	鸟类	甲壳类	大型海藻	哺乳动物	软体动物	浅层鱼	浮游植物	多毛类	爬行动物	海藻和珊瑚	维管植物	浮游动物
Ag-110m	1.52E-04	4.84E-04	4.33E-04	3.80E-05	1.62E-03	1.91E-04	1.73E-04	1.40E-04	1.93E-04	1.60E-03	7.55E-07	4.71E-05	2.62E-05
Ba-137m	9.74E-10	1.01E-08	2.70E-08	4.69E-09	2.66E-08	2.16E-08	1.06E-09	7.23E-10	1.91E-08	2.61E-08	1.33E-08	2.15E-08	8.69E-09
Ba-140	2.15E-07	1.95E-06	5.47E-06	8.17E-07	3.51E-06	5.78E-06	2.24E-07	2.68E-07	5.44E-06	3.48E-06	3.90E-06	3.57E-06	2.86E-06
C-14	2.08E-01	2.08E-01	1.74E-01	1.39E-01	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01	9.16E-02	1.73E-01	2.08E-01	2.07E-01	1.40E-01	1.71E-01
Ce-141	8.48E-08	8.71E-08	1.39E-06	1.73E-06	1.05E-07	8.43E-07	8.52E-08	7.82E-06	1.31E-06	1.04E-07	8.79E-08	1.62E-07	1.21E-06
Ce-144	1.33E-05	1.43E-05	2.29E-04	1.52E-04	1.50E-05	1.28E-04	1.40E-05	1.90E-04	1.86E-04	1.50E-05	1.10E-05	1.82E-05	7.90E-05
Co-58	1.57E-04	2.30E-05	1.04E-04	3.55E-05	7.41E-05	6.72E-05	1.77E-04	2.97E-05	9.58E-05	7.29E-05	4.84E-06	1.32E-06	5.08E-05
Co-60	6.03E-04	8.87E-05	3.99E-04	1.10E-04	2.91E-04	2.53E-04	6.81E-04	1.04E-04	3.63E-04	2.87E-04	1.81E-05	4.04E-06	1.94E-04
Cr-51	1.84E-07	2.06E-07	1.64E-06	7.29E-07	3.79E-07	2.94E-07	1.90E-07	9.15E-06	1.31E-06	3.72E-07	1.28E-06	1.02E-06	1.23E-06
Cs-134	2.87E-04	2.15E-03	2.15E-04	2.00E-04	2.55E-03	1.52E-04	3.11E-04	9.01E-06	4.14E-04	5.66E-03	4.99E-04	2.76E-05	2.27E-04
Cs-136	1.35E-04	1.07E-03	1.05E-04	1.58E-04	1.39E-03	6.64E-05	1.49E-04	8.62E-06	1.77E-04	3.10E-03	2.08E-04	2.20E-05	9.52E-05
Cs-137	2.44E-04	1.58E-03	1.66E-04	2.08E-04	1.20E-03	1.59E-04	2.52E-04	9.90E-06	4.52E-04	2.68E-03	5.69E-04	2.77E-05	2.68E-04
H-3	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03
I-129	1.74E-13	1.52E-14	8.65E-13	1.12E-10	1.68E-14	1.09E-12	1.76E-13	1.78E-11	1.08E-12	1.67E-14	9.30E-11	4.90E-13	9.10E-11
I-131	3.02E-06	2.79E-07	1.55E-05	3.72E-03	4.69E-07	1.79E-05	3.10E-06	3.66E-04	1.74E-05	4.62E-07	1.48E-03	1.70E-05	1.32E-03
I-132	6.73E-08	6.81E-09	3.69E-07	9.33E-05	1.47E-08	3.58E-07	7.19E-08	3.79E-06	3.28E-07	1.45E-08	2.65E-05	4.87E-07	1.71E-05
I-133	1.35E-06	1.21E-07	6.82E-06	2.20E-03	1.74E-07	8.20E-06	1.38E-06	1.71E-04	7.86E-06	1.72E-07	6.66E-04	1.05E-05	5.34E-04

La-140	7.67E-07	9.03E-07	8.53E-07	2.80E-06	1.87E-06	1.36E-06	8.12E-07	6.28E-07	1.26E-06	1.85E-06	1.17E-06	3.34E-06	7.68E-07
Mn-54	9.47E-05	7.29E-05	3.53E-04	3.17E-05	2.64E-04	3.07E-05	1.10E-04	4.79E-06	1.34E-05	2.59E-04	3.34E-08	1.80E-04	5.27E-06
Nb-95	9.77E-08	1.34E-07	4.01E-07	1.03E-06	4.08E-07	1.48E-05	1.09E-07	8.31E-06	1.32E-05	4.01E-07	1.19E-05	1.33E-04	9.85E-06
Rh-106	1.34E-10	1.13E-10	5.82E-10	6.78E-10	1.63E-10	7.39E-10	7.65E-11	6.58E-11	1.36E-10	1.63E-10	1.35E-12	5.19E-10	2.51E-11
Ru-103	2.74E-08	3.24E-08	2.18E-06	1.22E-06	7.02E-08	1.61E-06	2.88E-08	5.43E-06	1.54E-06	6.90E-08	2.09E-08	1.29E-06	2.05E-05
Ru-106	1.40E-08	1.54E-08	1.09E-06	4.08E-07	1.70E-08	9.13E-07	1.49E-08	2.62E-07	8.33E-07	1.70E-08	9.61E-09	5.54E-07	4.18E-06
Sb-124	1.74E-08	2.10E-08	4.70E-08	1.04E-06	4.55E-08	8.90E-07	1.87E-08	3.03E-07	8.18E-07	4.50E-08	3.63E-07	1.26E-06	3.42E-06
Sr-89	1.74E-07	1.15E-06	5.98E-07	2.17E-07	1.17E-06	7.27E-07	1.77E-07	3.19E-07	6.90E-07	1.17E-06	5.83E-07	2.72E-08	2.65E-07
Sr-90	2.72E-08	1.84E-07	9.54E-08	2.43E-08	1.89E-07	1.13E-07	2.82E-08	4.06E-08	1.07E-07	1.89E-07	8.66E-08	3.19E-09	3.58E-08
Te-129m	5.26E-06	6.58E-05	1.46E-05	3.34E-06	7.00E-05	1.37E-05	5.34E-06	4.31E-05	3.18E-05	6.99E-05	3.06E-05	7.76E-07	4.76E-06
Te-132	3.44E-05	4.96E-04	1.05E-04	3.20E-05	1.03E-03	7.63E-05	3.65E-05	4.38E-04	1.72E-04	1.02E-03	1.61E-04	7.53E-06	2.49E-05
Y-90	2.00E-10	2.11E-10	1.08E-08	4.02E-09	2.18E-10	3.14E-08	2.08E-10	9.91E-09	2.93E-08	2.17E-10	2.64E-08	8.82E-08	1.31E-08
Zn-65	4.87E-06	7.07E-06	1.01E-07	8.38E-10	2.37E-05	6.31E-07	5.54E-06	3.34E-07	5.37E-07	2.34E-05	4.57E-07	7.62E-07	1.25E-05
Zr-95	5.45E-07	6.95E-07	3.67E-07	1.12E-05	1.82E-06	2.24E-07	5.90E-07	4.06E-05	2.07E-07	1.79E-06	5.31E-07	6.73E-06	5.37E-05

表 6.2-26 水生生物外照射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

水生生物核素	底层鱼	鸟类	甲壳类	大型海藻	哺乳动物	软体动物	浅层鱼	浮游植物	多毛类	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物	浮游动物
Ag-110m	1.34E-03	1.27E-07	1.29E-03	1.43E-03	6.87E-08	1.42E-03	1.32E-07	1.49E-07	2.86E-03	7.00E-08	1.44E-03	1.41E-03	1.47E-07
Ba-137m	8.04E-03	3.77E-06	7.73E-03	8.72E-03	1.94E-06	8.54E-03	3.95E-06	4.81E-06	1.74E-02	1.99E-06	8.77E-03	8.51E-03	4.56E-06
Ba-140	1.60E-04	7.57E-08	1.55E-04	1.78E-04	4.29E-08	1.70E-04	7.88E-08	1.07E-07	3.48E-04	4.35E-08	1.77E-04	1.70E-04	9.59E-08
C-14	1.07E-05	1.08E-08	1.28E-05	1.28E-04	2.12E-09	4.30E-05	1.40E-08	1.00E-06	8.56E-05	2.31E-09	8.64E-05	3.71E-05	2.57E-07
Ce-141	1.61E-03	4.98E-10	1.54E-03	1.88E-03	2.00E-10	1.77E-03	5.29E-10	9.95E-10	3.63E-03	2.13E-10	1.87E-03	1.76E-03	7.03E-10
Ce-144	6.08E-02	1.07E-08	3.55E-02	1.66E-01	3.60E-09	8.58E-02	1.32E-08	1.29E-07	2.24E-01	3.77E-09	1.54E-01	7.85E-02	1.01E-07
Co-58	9.79E-02	3.07E-07	9.43E-02	1.04E-01	1.62E-07	1.03E-01	3.21E-07	3.61E-07	2.09E-01	1.65E-07	1.05E-01	1.03E-01	3.57E-07
Co-60	3.04E-01	9.62E-07	2.94E-01	3.22E-01	5.51E-07	3.20E-01	9.99E-07	1.11E-06	6.45E-01	5.58E-07	3.25E-01	3.19E-01	1.10E-06
Cr-51	2.97E-04	5.56E-09	2.86E-04	3.19E-04	2.57E-09	3.16E-04	5.84E-09	6.65E-09	6.40E-04	2.68E-09	3.23E-04	3.15E-04	6.58E-09
Cs-134	6.95E-02	1.63E-05	6.69E-02	7.45E-02	8.51E-06	7.35E-02	1.71E-05	2.00E-05	1.49E-01	8.72E-06	7.51E-02	7.33E-02	1.92E-05
Cs-136	1.31E-01	3.09E-05	1.26E-01	1.40E-01	1.66E-05	1.38E-01	3.22E-05	3.64E-05	2.79E-01	1.69E-05	1.41E-01	1.38E-01	3.58E-05
Cs-137	2.07E-02	4.85E-06	1.99E-02	2.29E-02	2.49E-06	2.21E-02	5.08E-06	7.01E-06	4.51E-02	2.55E-06	2.29E-02	2.20E-02	6.12E-06
H-3	6.97E-10	2.19E-10	8.41E-12	2.00E-06	2.04E-11	2.60E-09	6.31E-12	1.07E-07	3.46E-09	2.22E-11	6.76E-11	2.37E-09	1.23E-10
I-129	2.69E-13	2.96E-15	2.30E-13	3.68E-13	6.68E-16	3.53E-13	3.56E-15	6.60E-15	7.37E-13	7.26E-16	3.88E-13	3.48E-13	5.93E-15
I-131	1.90E-04	2.52E-06	1.82E-04	2.08E-04	1.19E-06	2.03E-04	2.64E-06	3.59E-06	4.10E-04	1.24E-06	2.09E-04	2.02E-04	3.13E-06
I-132	5.85E-04	7.78E-06	5.61E-04	6.45E-04	4.13E-06	6.22E-04	8.13E-06	1.05E-05	1.26E-03	4.21E-06	6.44E-04	6.19E-04	9.77E-06

I-133	4.13E-04	5.44E-06	3.94E-04	4.81E-04	2.69E-06	4.48E-04	5.72E-06	9.56E-06	9.21E-04	2.77E-06	4.74E-04	4.44E-04	7.74E-06
La-140	2.39E-02	7.51E-09	2.30E-02	2.62E-02	4.31E-09	2.52E-02	7.81E-09	1.01E-08	5.15E-02	4.37E-09	2.61E-02	2.51E-02	9.33E-09
Mn-54	2.11E-01	9.97E-08	2.04E-01	2.25E-01	5.32E-08	2.23E-01	1.04E-07	1.16E-07	4.51E-01	5.43E-08	2.27E-01	2.22E-01	1.15E-07
Nb-95	3.04E-02	3.58E-08	2.93E-02	3.24E-02	1.88E-08	3.21E-02	3.74E-08	4.17E-08	6.49E-02	1.93E-08	3.27E-02	3.20E-02	4.15E-08
Rh-106	1.81E-05	1.09E-10	1.31E-05	3.70E-05	4.56E-11	2.36E-05	1.24E-10	6.54E-10	5.70E-05	4.73E-11	3.71E-05	2.21E-05	5.47E-10
Ru-103	1.99E-04	4.66E-09	1.91E-04	2.13E-04	2.30E-09	2.11E-04	4.88E-09	5.59E-09	4.27E-04	2.37E-09	2.16E-04	2.10E-04	5.49E-09
Ru-106	6.42E-06	1.09E-10	4.64E-06	1.31E-05	4.56E-11	8.40E-06	1.24E-10	6.54E-10	2.02E-05	4.73E-11	1.32E-05	7.86E-06	5.47E-10
Sb-124	6.16E-05	2.90E-08	5.93E-05	6.75E-05	1.63E-08	6.53E-05	3.02E-08	3.81E-08	1.33E-04	1.66E-08	6.76E-05	6.49E-05	3.60E-08
Sr-89	4.43E-09	2.50E-10	2.48E-09	2.23E-08	5.34E-11	8.23E-09	3.33E-10	9.74E-09	2.44E-08	5.79E-11	1.67E-08	7.38E-09	5.39E-09
Sr-90	7.66E-10	3.64E-11	3.61E-10	2.86E-09	7.69E-12	1.19E-09	4.96E-11	9.76E-10	3.20E-09	8.34E-12	2.35E-09	1.06E-09	6.54E-10
Te-129m	2.12E-06	1.72E-09	1.81E-06	4.50E-06	7.62E-10	2.74E-06	1.89E-09	1.25E-08	6.72E-06	7.88E-10	3.84E-06	2.62E-06	7.49E-09
Te-132	1.49E-03	1.39E-06	1.42E-03	1.64E-03	7.24E-07	1.58E-03	1.45E-06	1.87E-06	3.23E-03	7.42E-07	1.64E-03	1.57E-03	1.75E-06
Y-90	5.14E-06	6.05E-12	2.39E-06	1.88E-05	1.28E-12	7.83E-06	8.26E-12	1.52E-10	2.24E-05	1.39E-12	1.55E-05	7.03E-06	1.08E-10
Zn-65	2.67E-04	3.60E-09	2.58E-04	2.83E-04	2.02E-09	2.81E-04	3.75E-09	4.16E-09	5.67E-04	2.05E-09	2.86E-04	2.80E-04	4.14E-09
Zr-95	8.69E-02	4.09E-08	8.37E-02	9.28E-02	2.15E-08	9.18E-02	4.27E-08	4.86E-08	1.86E-01	2.20E-08	9.36E-02	9.15E-02	4.77E-08

表 6.2-27 水生生物总辐射剂量率 (μGy/h)

水生生物核素	底层鱼	鸟类	甲壳类	大型海藻	哺乳动物	软体动物	浅层鱼	浮游植物	多毛类	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物	浮游动物
Ag-110m	1.49E-03	4.84E-04	1.73E-03	1.47E-03	1.62E-03	1.61E-03	1.73E-04	1.40E-04	3.06E-03	1.60E-03	1.45E-03	1.46E-03	2.63E-05
Ba-137m	8.04E-03	3.78E-06	7.73E-03	8.72E-03	1.96E-06	8.54E-03	3.95E-06	4.81E-06	1.74E-02	2.01E-06	8.77E-03	8.51E-03	4.57E-06
Ba-140	1.61E-04	2.02E-06	1.60E-04	1.78E-04	3.55E-06	1.76E-04	3.03E-07	3.75E-07	3.54E-04	3.53E-06	1.81E-04	1.73E-04	2.96E-06
C-14	2.08E-01	2.08E-01	1.74E-01	1.39E-01	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01	9.16E-02	1.73E-01	2.08E-01	2.07E-01	1.40E-01	1.71E-01
Ce-141	1.61E-03	8.76E-08	1.55E-03	1.88E-03	1.05E-07	1.77E-03	8.58E-08	7.82E-06	3.63E-03	1.04E-07	1.87E-03	1.76E-03	1.21E-06
Ce-144	6.08E-02	1.43E-05	3.58E-02	1.66E-01	1.50E-05	8.60E-02	1.40E-05	1.90E-04	2.24E-01	1.50E-05	1.54E-01	7.85E-02	7.91E-05
Co-58	9.80E-02	2.33E-05	9.44E-02	1.04E-01	7.43E-05	1.03E-01	1.78E-04	3.01E-05	2.09E-01	7.30E-05	1.05E-01	1.03E-01	5.12E-05
Co-60	3.05E-01	8.96E-05	2.95E-01	3.22E-01	2.91E-04	3.20E-01	6.82E-04	1.05E-04	6.46E-01	2.88E-04	3.25E-01	3.19E-01	1.95E-04
Cr-51	2.97E-04	2.12E-07	2.87E-04	3.19E-04	3.81E-07	3.16E-04	1.96E-07	9.16E-06	6.41E-04	3.75E-07	3.24E-04	3.16E-04	1.23E-06
Cs-134	6.98E-02	2.17E-03	6.71E-02	7.47E-02	2.56E-03	7.37E-02	3.28E-04	2.90E-05	1.49E-01	5.67E-03	7.56E-02	7.33E-02	2.46E-04
Cs-136	1.31E-01	1.10E-03	1.26E-01	1.40E-01	1.41E-03	1.38E-01	1.82E-04	4.50E-05	2.79E-01	3.11E-03	1.41E-01	1.38E-01	1.31E-04
Cs-137	2.09E-02	1.58E-03	2.01E-02	2.31E-02	1.20E-03	2.23E-02	2.57E-04	1.69E-05	4.56E-02	2.68E-03	2.34E-02	2.20E-02	2.74E-04
H-3	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.37E-03	4.39E-03	4.37E-03
I-129	4.43E-13	1.82E-14	1.10E-12	1.12E-10	1.75E-14	1.44E-12	1.80E-13	1.78E-11	1.81E-12	1.75E-14	9.34E-11	8.38E-13	9.10E-11
I-131	1.93E-04	2.80E-06	1.98E-04	3.93E-03	1.66E-06	2.21E-04	5.74E-06	3.70E-04	4.27E-04	1.70E-06	1.69E-03	2.19E-04	1.32E-03
I-132	5.85E-04	7.78E-06	5.62E-04	7.38E-04	4.14E-06	6.22E-04	8.20E-06	1.43E-05	1.26E-03	4.23E-06	6.71E-04	6.19E-04	2.69E-05
I-133	4.14E-04	5.56E-06	4.01E-04	2.68E-03	2.86E-06	4.56E-04	7.10E-06	1.80E-04	9.29E-04	2.94E-06	1.14E-03	4.55E-04	5.41E-04

La-140	2.39E-02	9.10E-07	2.30E-02	2.62E-02	1.87E-06	2.53E-02	8.19E-07	6.38E-07	5.15E-02	1.86E-06	2.61E-02	2.51E-02	7.77E-07
Mn-54	2.12E-01	7.30E-05	2.04E-01	2.25E-01	2.64E-04	2.23E-01	1.10E-04	4.91E-06	4.51E-01	2.59E-04	2.27E-01	2.23E-01	5.38E-06
Nb-95	3.04E-02	1.70E-07	2.93E-02	3.24E-02	4.27E-07	3.21E-02	1.46E-07	8.35E-06	6.49E-02	4.20E-07	3.27E-02	3.21E-02	9.89E-06
Rh-106	1.81E-05	2.21E-10	1.31E-05	3.70E-05	2.09E-10	2.36E-05	2.01E-10	7.20E-10	5.70E-05	2.10E-10	3.71E-05	2.21E-05	5.72E-10
Ru-103	1.99E-04	3.71E-08	1.93E-04	2.15E-04	7.25E-08	2.13E-04	3.37E-08	5.44E-06	4.29E-04	7.13E-08	2.16E-04	2.12E-04	2.05E-05
Ru-106	6.43E-06	1.55E-08	5.73E-06	1.36E-05	1.70E-08	9.31E-06	1.51E-08	2.62E-07	2.11E-05	1.70E-08	1.32E-05	8.42E-06	4.18E-06
Sb-124	6.17E-05	5.00E-08	5.93E-05	6.86E-05	6.19E-08	6.61E-05	4.89E-08	3.41E-07	1.34E-04	6.16E-08	6.79E-05	6.62E-05	3.45E-06
Sr-89	1.78E-07	1.15E-06	6.00E-07	2.39E-07	1.17E-06	7.35E-07	1.77E-07	3.28E-07	7.14E-07	1.17E-06	5.99E-07	3.45E-08	2.70E-07
Sr-90	2.80E-08	1.84E-07	9.58E-08	2.72E-08	1.89E-07	1.14E-07	2.82E-08	4.16E-08	1.10E-07	1.89E-07	8.90E-08	4.25E-09	3.64E-08
Te-129m	7.38E-06	6.58E-05	1.64E-05	7.84E-06	7.00E-05	1.64E-05	5.34E-06	4.31E-05	3.85E-05	6.99E-05	3.45E-05	3.40E-06	4.76E-06
Te-132	1.52E-03	4.98E-04	1.53E-03	1.67E-03	1.03E-03	1.66E-03	3.80E-05	4.40E-04	3.40E-03	1.02E-03	1.80E-03	1.58E-03	2.66E-05
Y-90	5.14E-06	2.17E-10	2.40E-06	1.88E-05	2.19E-10	7.87E-06	2.17E-10	1.01E-08	2.24E-05	2.19E-10	1.55E-05	7.12E-06	1.32E-08
Zn-65	2.72E-04	7.07E-06	2.58E-04	2.83E-04	2.37E-05	2.81E-04	5.54E-06	3.38E-07	5.67E-04	2.34E-05	2.86E-04	2.81E-04	1.26E-05
Zr-95	8.69E-02	7.36E-07	8.37E-02	9.28E-02	1.84E-06	9.18E-02	6.33E-07	4.07E-05	1.86E-01	1.82E-06	9.36E-02	9.15E-02	5.38E-05

表 6.2-28 水生生物危害商

水生生物名称	厂址代表性生物	危害商
底层鱼	多鳞鱮、鹿斑鲷、短吻鲷	1.27E-01
鸟类	白鹭	2.19E-02
甲壳类	须赤虾、哈氏仿对虾、锐齿螯、口虾蛄、中国鲎	1.17E-01
大型海藻	海草	1.37E-01
哺乳动物	中华白海豚	2.21E-02
软体动物	棕蚶、平轴螺	1.34E-01
浅层鱼	圆吻海鲈、二长棘鲷、丽叶鲷、康氏小公鱼	2.15E-02
浮游植物	覆瓦根管藻、菱形海线藻、窄隙角毛藻	9.77E-03
多毛类	双腮内卷齿蚕、方格吻沙蚕	2.52E-01
爬行动物	海龟	2.28E-02
海葵和珊瑚	珊瑚	1.44E-01
维管植物	红树林	1.26E-01
浮游动物	小拟哲水蚤、桡足类幼虫	1.79E-02

表 6.2-29 居民辐射剂量计算情况

	井水浓度 (Bq/L)	饮水量 (L/a)	剂量转化因子 (Sv/Bq)	R (mSv/a)
³ H	40.5	730	1.80E-11	5.32E-04
¹⁴ C	4.37E-02	730	5.80E-10	1.85E-05
合计	5.51E-04			

表 6.2-30 周边居民的利用因子

类别	成人	青年	儿童
粮食 (kg/a)	256.9	139.4	79.6
蔬菜 (kg/a)	157.4	146.9	85.0
肉类 (kg/a)	53.6	28.1	30.4
奶类 (kg/a)	10.9	23.1	49.7
饮水 (L/a)	730	700	480

表 6.2-31 周边居民最大个人有效剂量汇总 (mSv/a)

类别 \ 年龄组	成人	青年	儿童
粮食	8.44E-08	7.50E-08	1.04E-07
蔬菜	5.48E-08	4.76E-08	3.83E-08
牛奶	2.16E-08	5.03E-09	1.80E-09
肉类	2.78E-08	1.30E-08	1.83E-08
饮水	7.76E-06	4.31E-06	2.59E-05
合计	7.95E-06	4.45E-06	2.61E-05

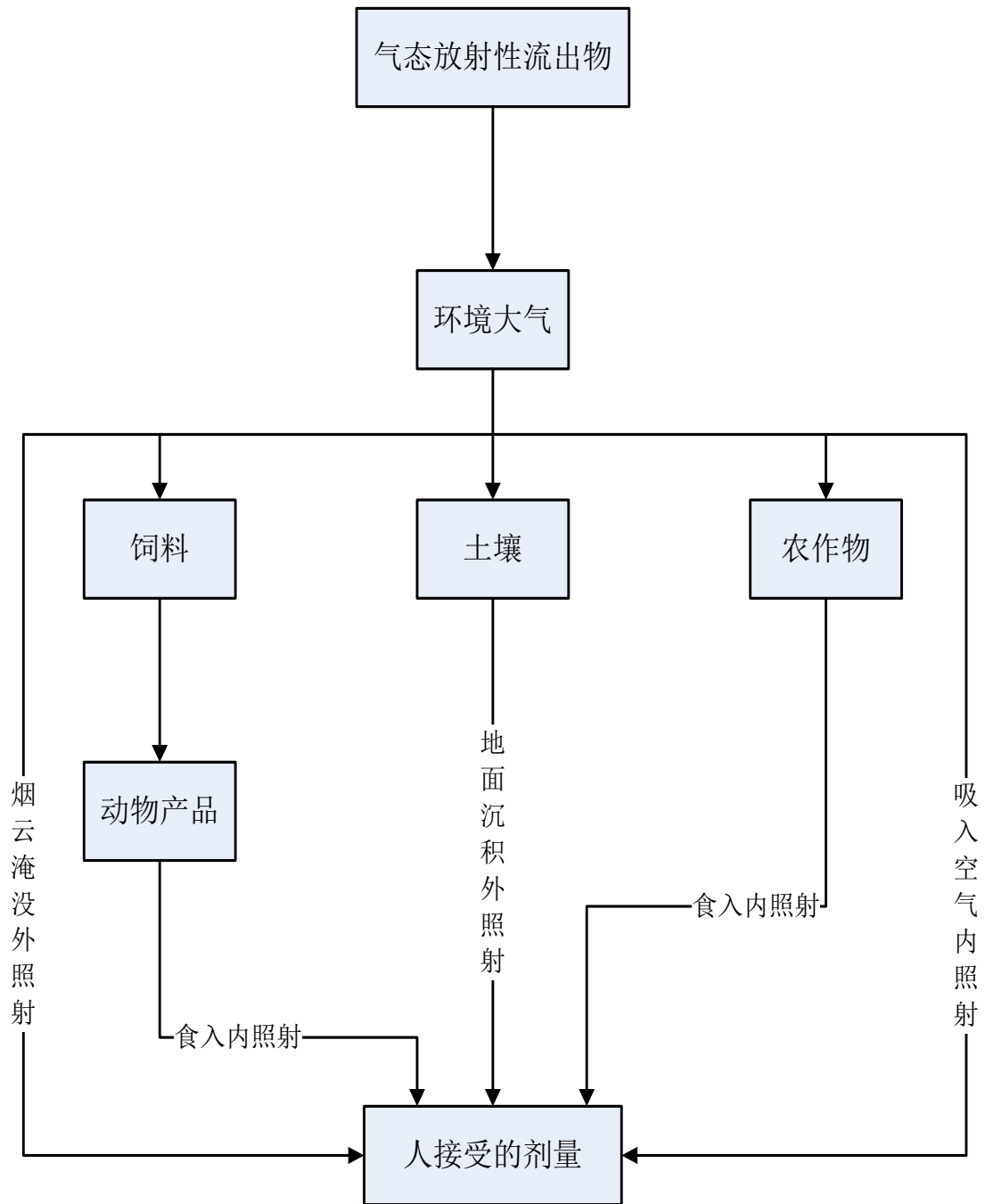


图 6.2-1 正常运行气态流出物对人体的照射途径

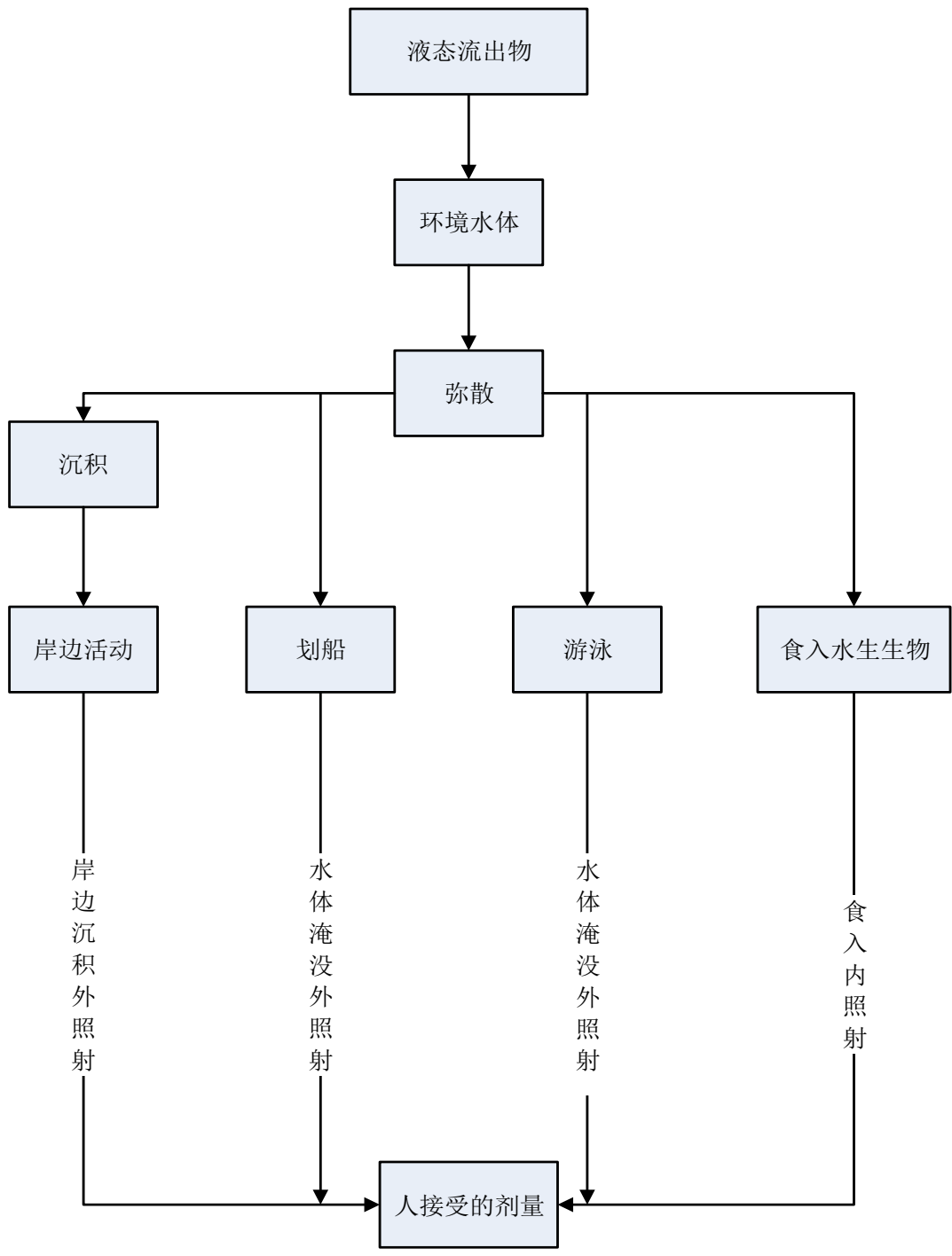


图 6.2-2 正常运行液态流出物对人体的照射途径

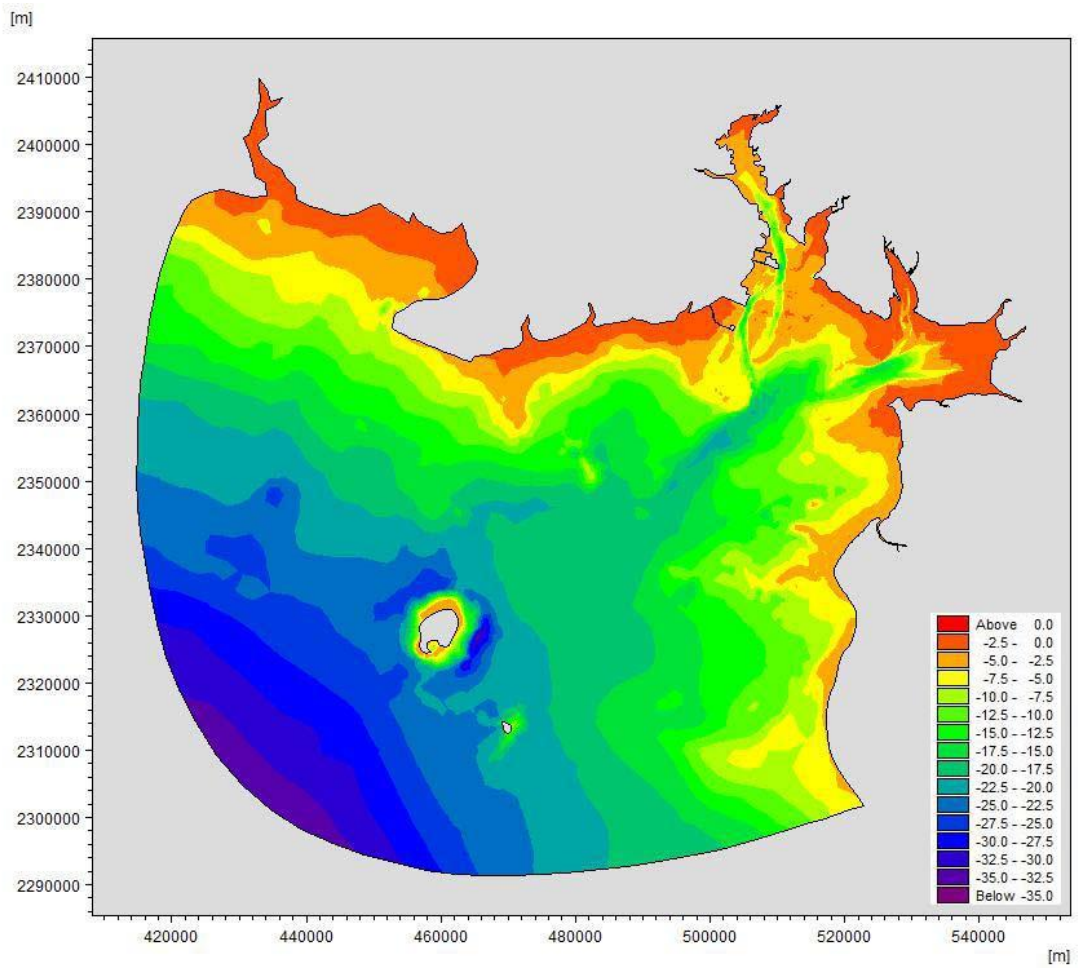


图 6.2-3 模拟区范围及水下地形图

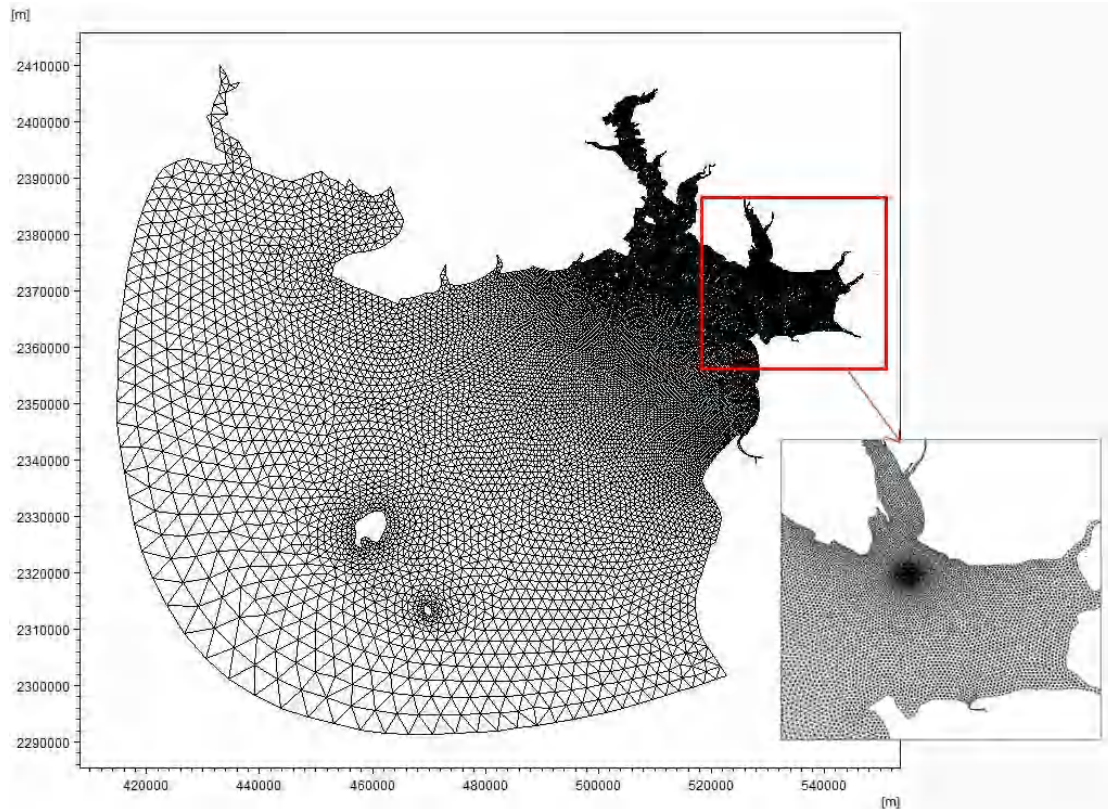


图 6.2-4 数学模型网格剖分图

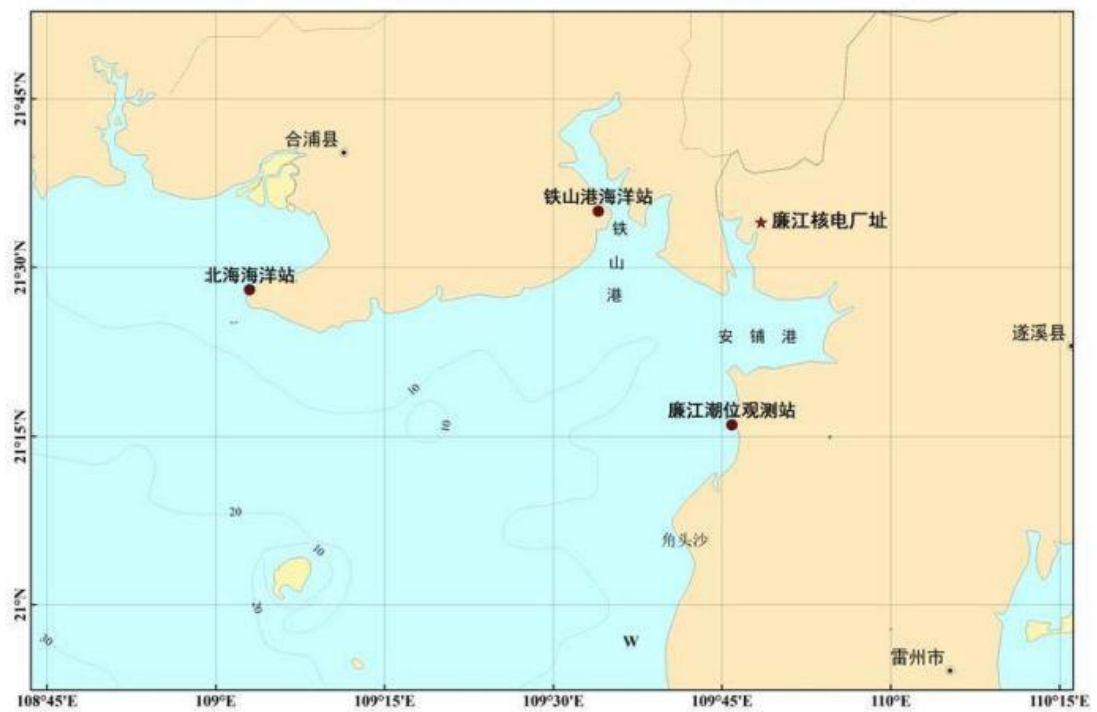


图 6.2-5 潮位观测站位分布示意图

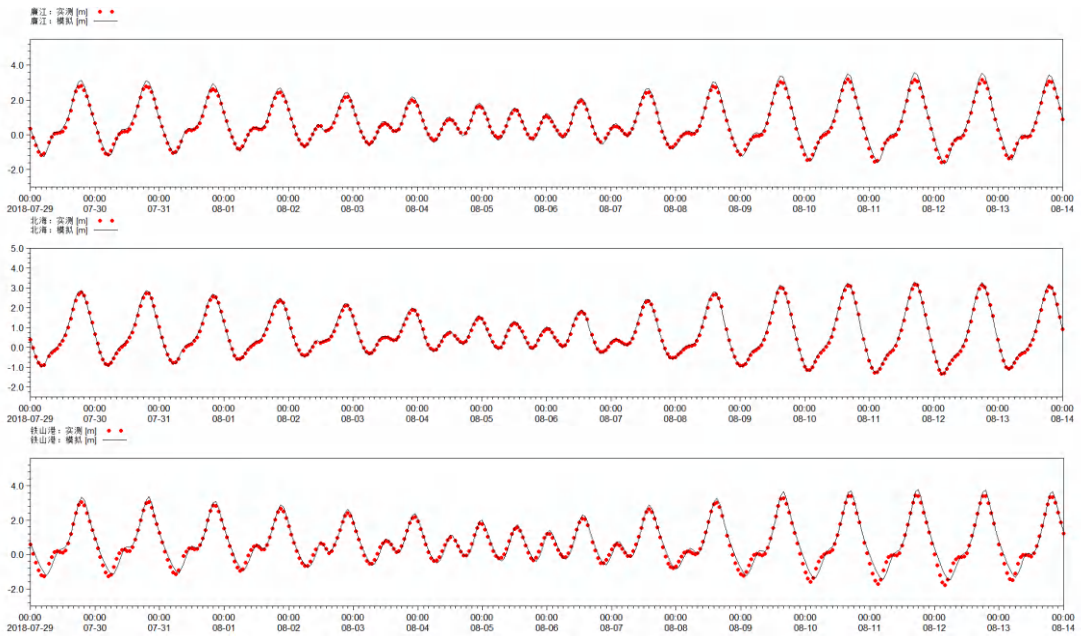


图 6.2-6 廉江、北海、铁山港夏季潮位验证

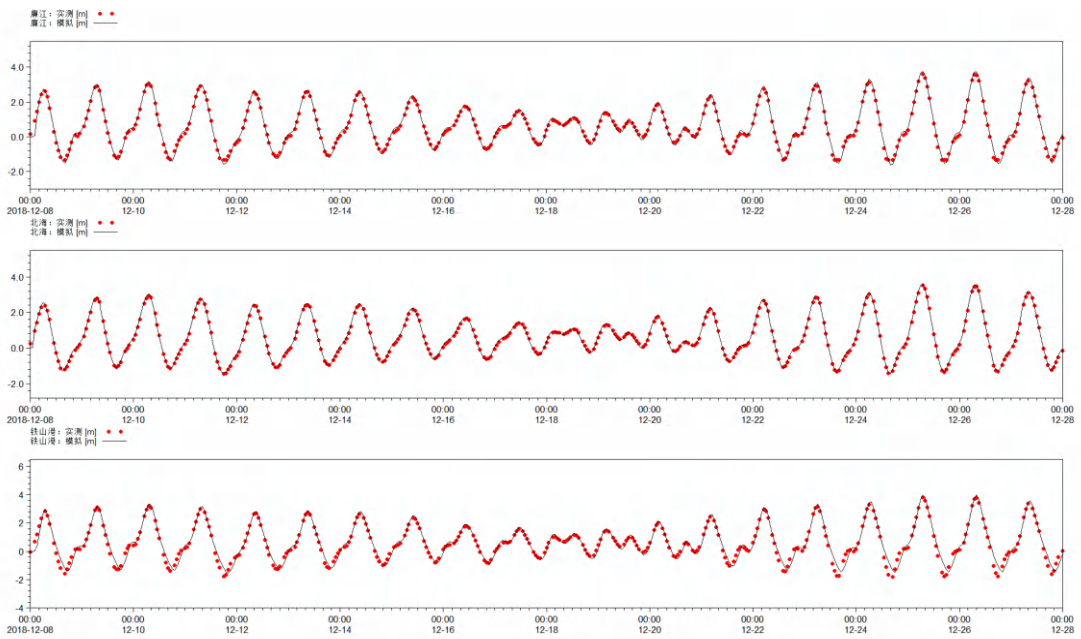


图 6.2-7 廉江、北海、铁山港冬季潮位验证

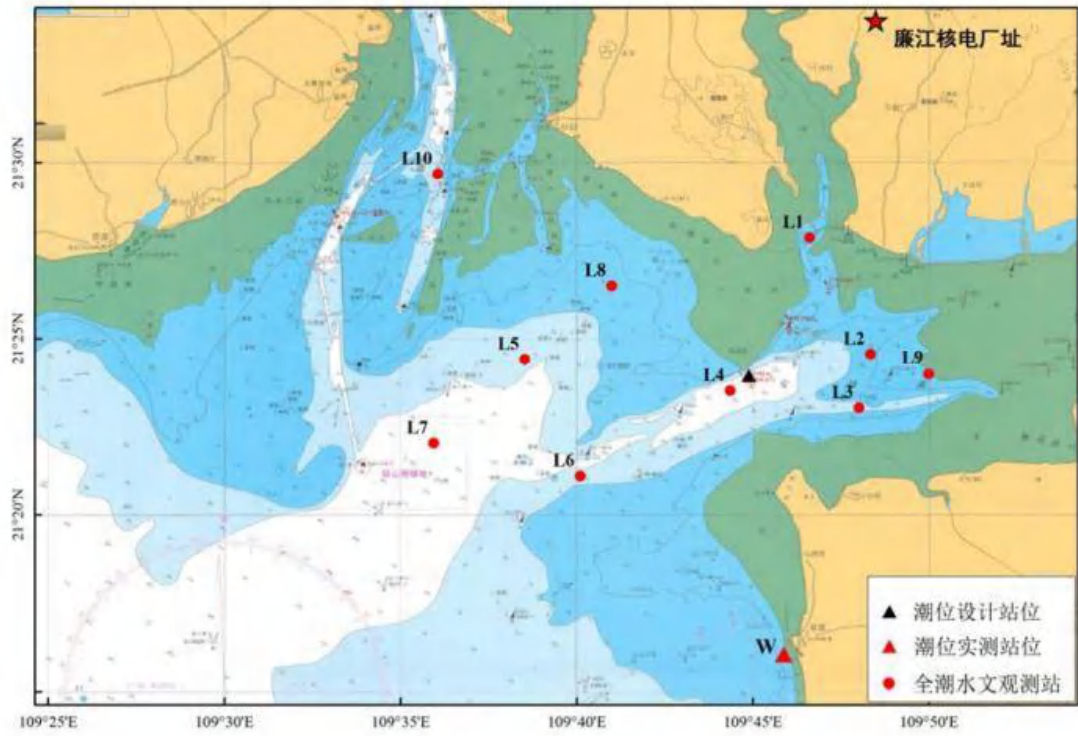


图 6.2-8 水文测站分布示意图

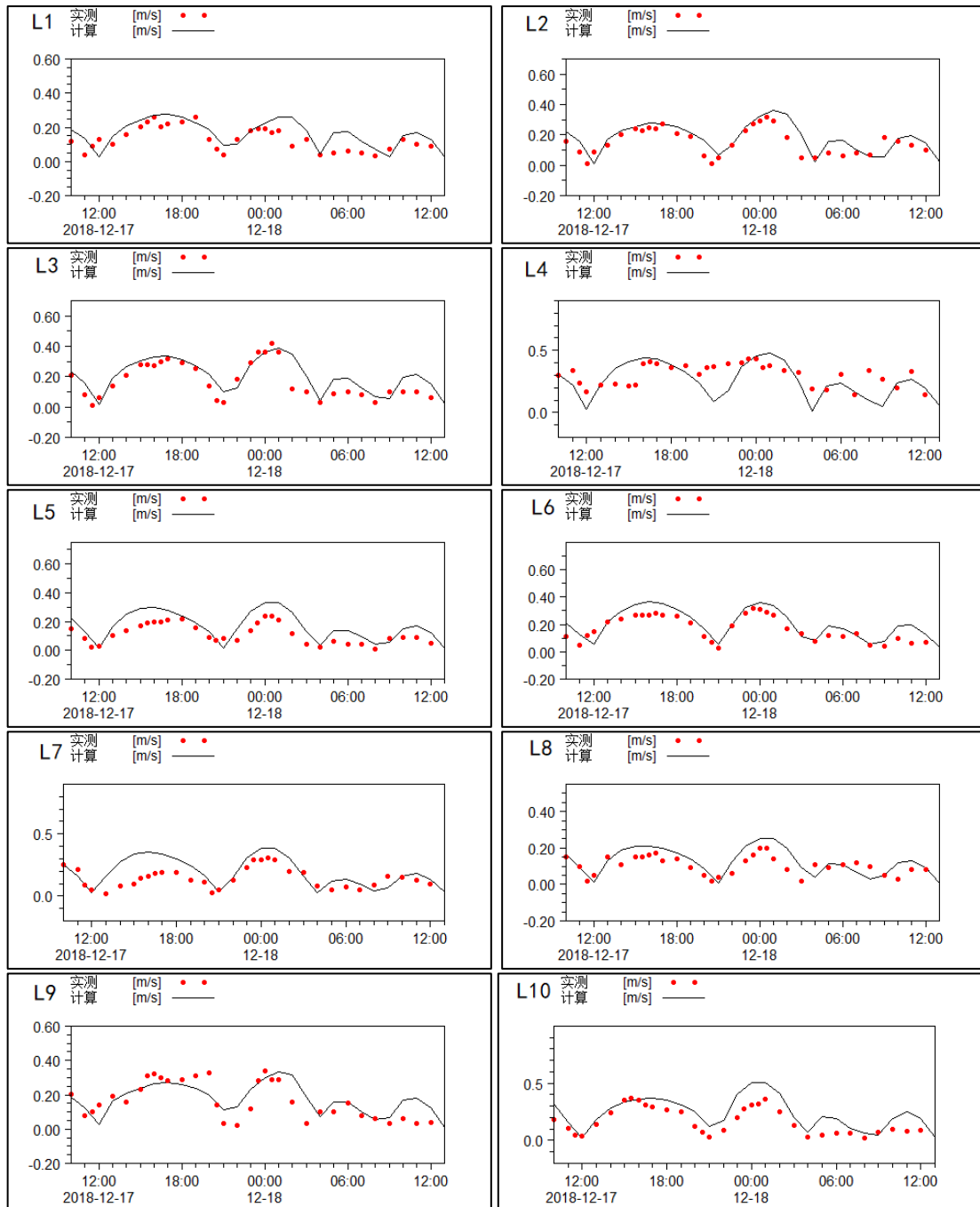


图 6.2-9a 冬季小潮流速验证

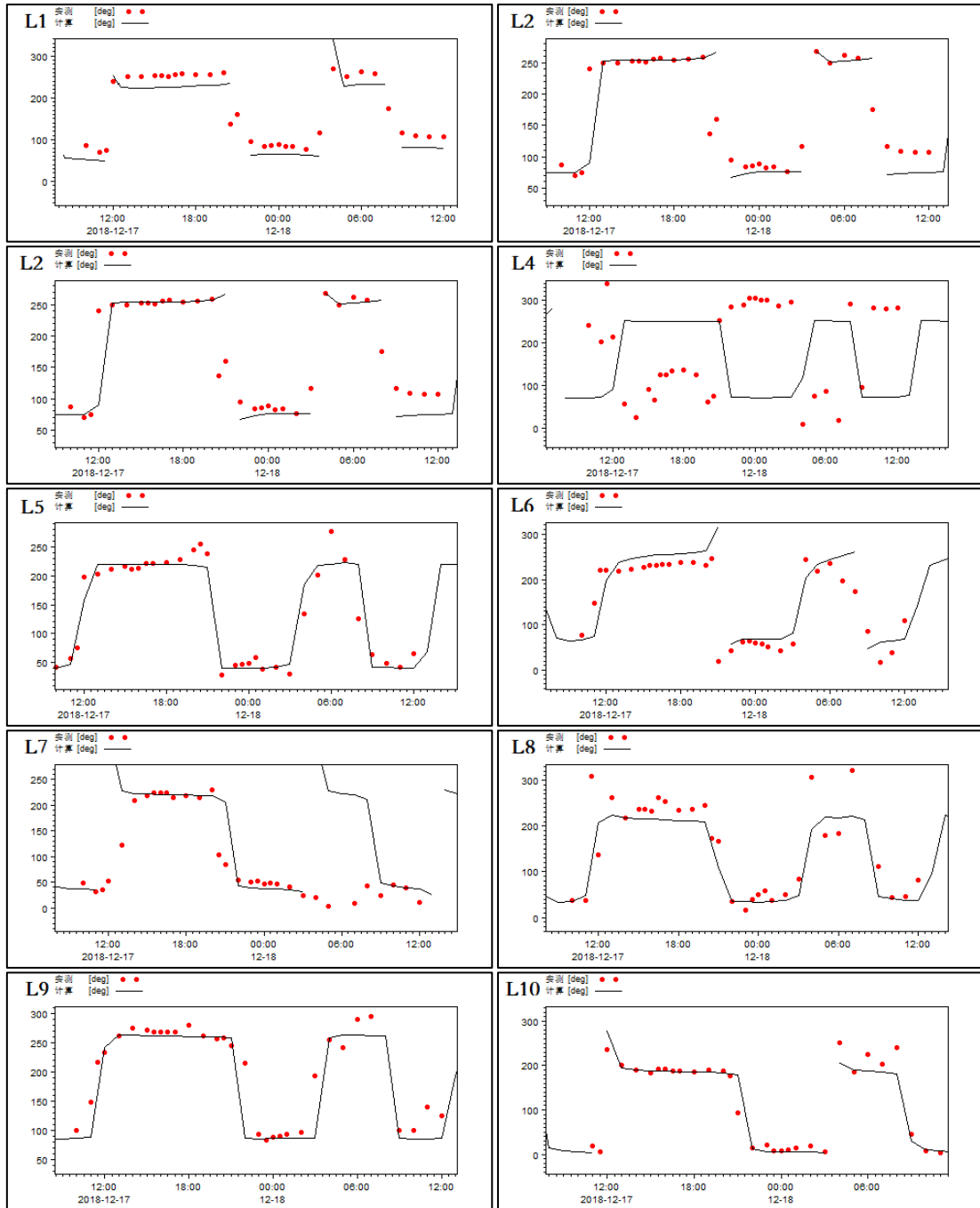


图 6.2-9b 冬季小潮流向验证

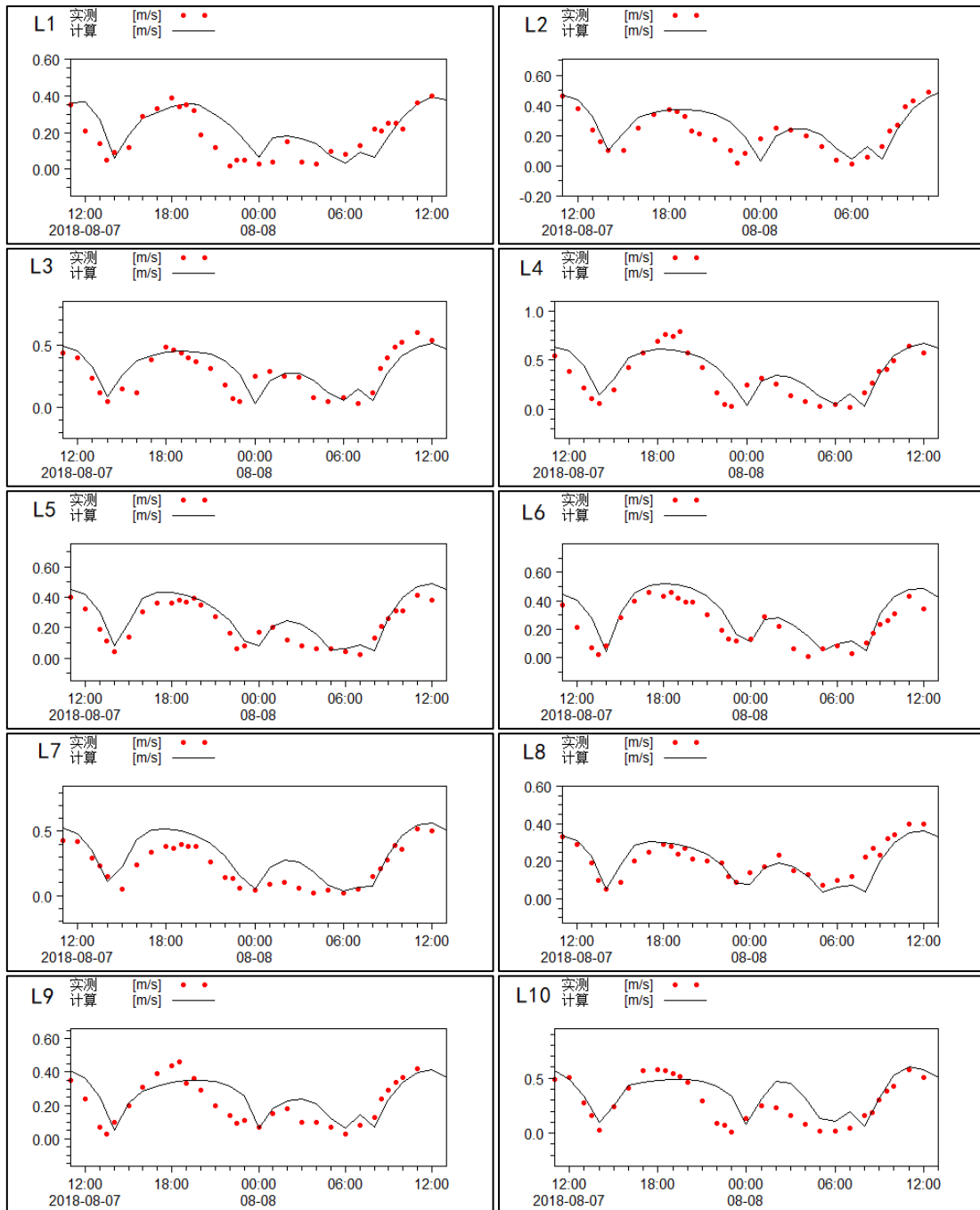


图 6.2-10a 夏季小潮流速验证

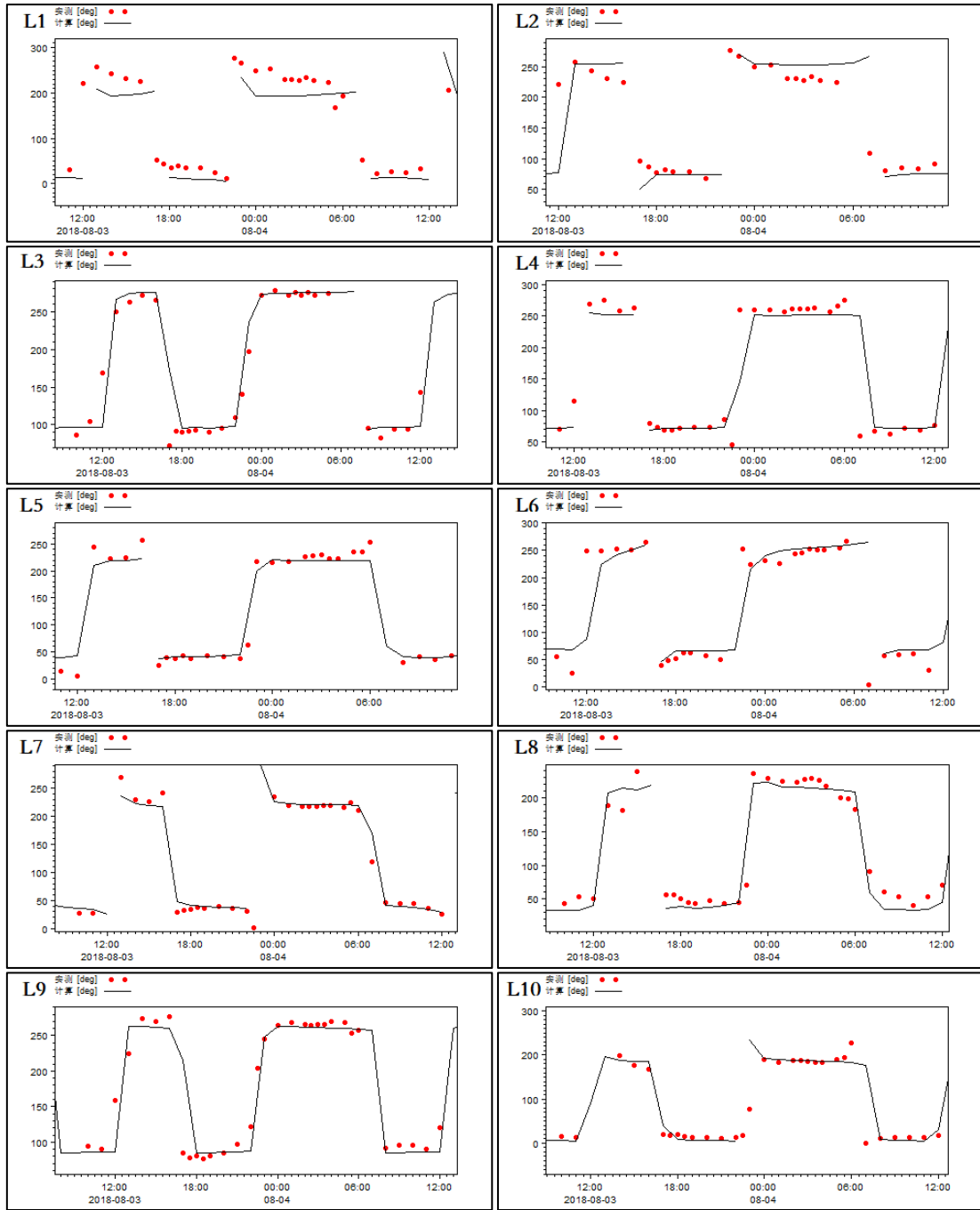


图 6.2-10b 夏季小潮流向验证

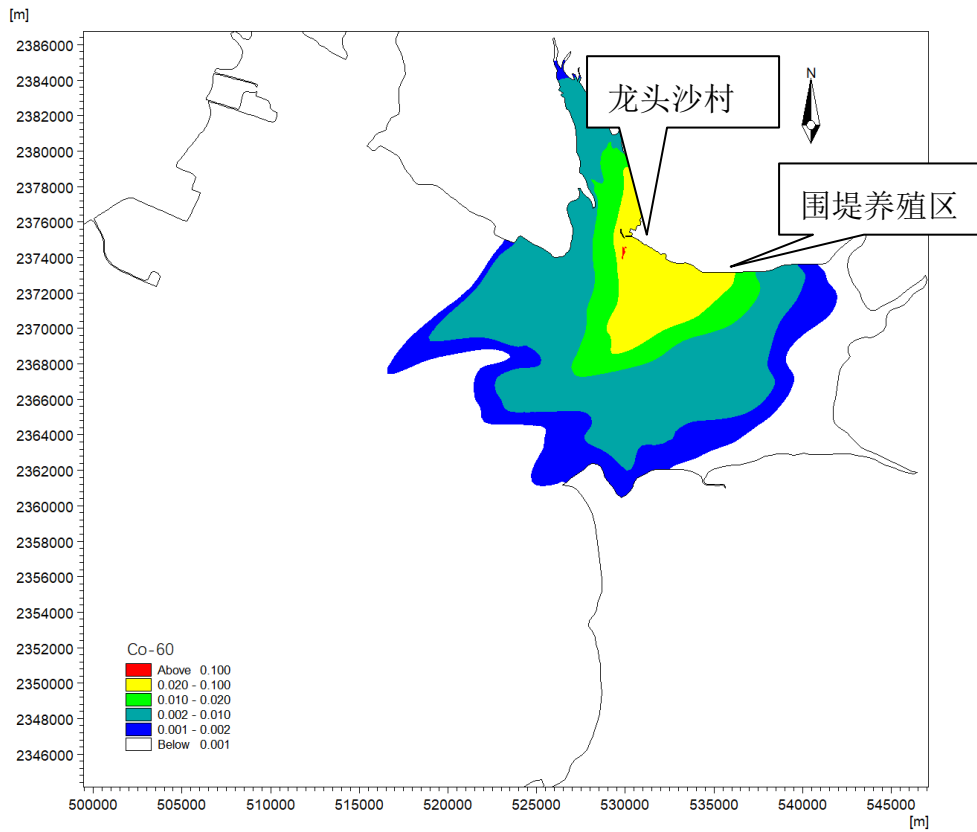


图 6.2-11 核素 ^{60}Co 浓度平均值包络线范围 (2×1250MW 夏季半月潮)

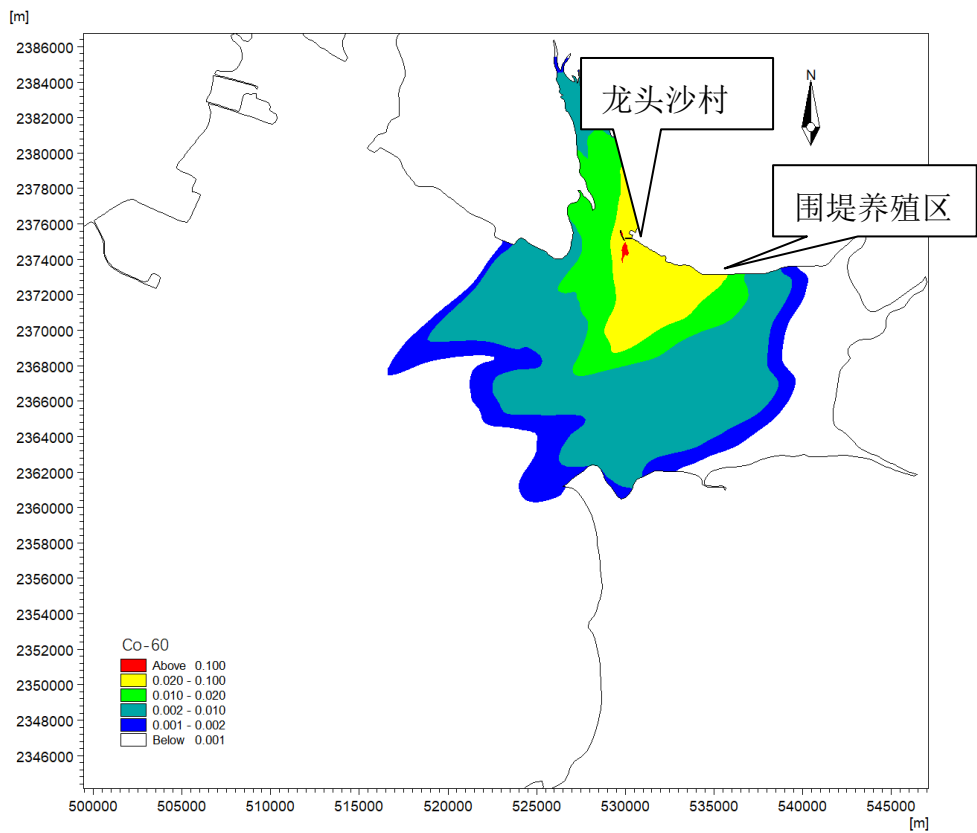


图 6.2-12 核素 ^{60}Co 浓度平均值包络线范围 (2×1250MW 冬季半月潮)

6.3 其它环境影响

6.3.1 化学污染物的环境影响

核电厂运行对环境的其它影响主要是化学物质排放引起的影响。

核电厂排放的化学物质来自下列工艺过程产生的废水中：

- 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；
- 海水淡化处理。

6.3.1.1 除盐过程产生的废水

此类废水中的化学物质是淡水处理过程产生的悬浮物和氢氧化铁以及树脂再生废水中的 NaCl。由于淡水处理过程中所用的化学物品有限，含有悬浮物和 Fe(OH)₃ 的沉淀泥浆水与循环冷却水混合后浓度已很低（Fe 的浓度低于 0.015mg/L），再经过与受纳水体进一步混合，这些化学物质将不会影响海水质量。

6.3.1.2 凝结水精处理系统排放的废水

本工程中凝结水精处理系统每台机组设置 1 套，采用“前置阳床+混床”的处理工艺。系统采用盐酸和氢氧化钠再生失效树脂。

凝结水精处理系统排放的废水主要为酸性废水，两台核电机组酸性废水的年排放量约为 21 万吨，其废水就地中和，将 pH 值调至 7~9 后，排至非放射性废水处理系统（WWS）经监测合格后排放。因此，凝结水精处理系统排放的废水不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

6.3.1.3 化学药剂供给系统排放的废水

常规岛化学加药药剂拟采用氨水、联氨和磷酸盐。

化学药剂供给系统排放的废水主要为含 NH₃ 或 N₂H₄ 的废水，两台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，经监测箱收集后监测排放。化学药剂供给系统排放的含 NH₃ 或 N₂H₄ 的废水与循环冷却水混合稀释后浓度很低，不会对厂址附近海域的水质产生明显影响。

6.3.1.4 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，本工程在冷却水中注入次氯酸钠。次氯酸钠由电解海水制氯系统生产。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。但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冷却水排入水环境前，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。

关于余氯对水生生物的影响，曾江宁⁴等人对余氯造成水生生物的损伤开展了一定的研究，研究发现余氯对浮游植物的损害较大，0.2mg/L 的氯可以直接杀死水中 60~80% 的藻类；0.1mg/L 的余氯会使浮游植物光合作用下降 50%；当余氯稀释到 0.03mg/L 以下时，水中初级生产力可完全恢复。浮游动物对余氯较敏感，48h 的半致死浓度乘以安全因子 0.5 可确定余氯的安全浓度。25℃ 时余氯对海水中浮游动物 96h 的半致死浓度（LC₅₀）为 0.062~0.267mg/L。张穗⁵等人则选择若干养殖经济动物进行了余氯毒性胁迫试验。以 0.5 为安全因子，余氯胁迫作用时间不超过 30min 时，游离余氯对平鲷、黑鲷仔鱼的安全容许浓度约为 0.10mg/L，对斑节对虾幼苗为 0.86mg/L；余氯胁迫作用不超过 60min 时，化合态余氯对平鲷、黑鲷仔鱼的安全容许浓度约为 0.30mg/L，对斑节对虾幼苗约为 2.86mg/L。

本工程二次循环冷却水量较小，因此一定浓度下，本工程相较其它沿海直流循环核电厂所需添加的余氯量也较小，同时经过二次循环的风冷过程，冷却水中的余氯量基本可以忽略。根据项目设计资料，循环冷却水排水口处余氯浓度最大可控制在 0.1mg/L 以下，因此，其排入海后产生的影响也很小。本工程将根据厂

⁴曾江宁等，余氯对水生生物的影响，生态学报，2005（10）：2717-2724。

⁵张穗等，大亚湾核电站余氯排放对邻近海域环境的影响，海洋环境科学，2000（2）：14-18。

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。

根据中国辐射防护研究院开展的数值模拟计算报告, 排水口余氯浓度保守取 0.15mg/L, 则本工程 2 台核电机组排放的余氯浓度稀释至 0.02mg/L 对应的最大面积约为 0.379km², 平均包络面积可忽略。目前认为余氯浓度 0.02mg/L 基本为各类生物的安全阈值。两台核电机组排放的余氯相对浓度在附近海域中典型半月潮最大和平均包络范围见图 6.3-1 和图 6.3-2。由图可见, 本工程两台核电机组余氯排放的影响范围很小, 因此不会厂址附近海洋生态环境造成不良影响。

6.3.1.5 液体放射性废物处理的化学废水

此类废水的化学成分由两部分组成:

- 工艺水中少量化学添加剂。按照运行规程的要求, 这些化学物质的浓度通常很低, 不会厂址附近海域水体质量产生明显影响。
- 放射性核素。放射性核素的辐射影响已在 6.2 节中进行了分析, 由于这些核素浓度甚微, 因此这些核素对厂址附近海域的化学影响比起辐射影响可以忽略不计。

6.3.1.6 硼酸排放

CAP1000 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。两台 CAP1000 机组每年向海水排放的硼质量约为 4t(见本报告 4.7 节), 两台 CAP1000 核电机组冷却水流量初步按 3.5m³/s。按 5m³/h 的液态流出物排放方案计算, 则总排放口处硼的浓度最大为 5.44×10⁻¹ppm。均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。

由于《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中均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》(DB31/199-2018), 该标准规定总排放口的硼排放限值为 2ppm。根据该标准, 本工程产生的硼与循环水排水掺混后排放的排放浓度远低于该标准限值要求。

6.3.1.7 海水淡化系统浓盐水排放

本工程常规岛机组冷却水采用带自然通风冷却塔的循环供水方式。本工程海水生产排水为常规岛海水自然通风冷却塔循环水排水、核岛海水机械通风冷却塔

循环水排水、海水淡化系统超滤装置和反渗透装置的海水排水。超滤、反渗透装置化学清洗废水量约 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ，其中的化学物质已随处理工艺消耗。浓盐水年排放量约为 $4.03 \times 10^6\text{m}^3$ ，浓盐水含盐量约为 54.7g/L 。浓盐水经二次循环冷却水及海水稀释后，不会对厂址附近海域的水质产生影响。

6.3.2 其它污染物的环境影响

6.3.2.1 废污水排放

本工程各类生产废水的排放量不大，经处理后达到《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)中的最高允许排放浓度后部分回用。其余排入循环冷却水管后，受循环冷却水的稀释，以及北部湾水域的进一步稀释，其化学物质的浓度将更低，可以满足《海水水质标准》(GB3097-1997)中的相应规定。

本工程生活污水全部回收利用，不外排。一般情况生活污水处理系统出水可完全回用于厂区绿化用水和道路洒水；特殊情况（如连续阴雨水天气时绿化用水减少时），生活污水处理系统出水可以补入冷却塔水池，作为循环水补充水。

6.3.2.2 固体废弃物

生活垃圾收集后由环卫系统清理外运，不会对环境造成不良影响。

危险废物收集后临时贮存在危险废物贮存设施中，定期委托有资质的单位外运处置。

海水预处理系统沉淀池排泥水经污泥浓缩、脱水处理系统处理后的回水收集至海水沉淀池重复利用，不外排。

6.3.3 码头及海水管线工程影响

根据《广东廉江核电项目海工工程海洋环境影响评价专题》成果，码头及海水管线工程运行期产污环节主要为冷却塔排水引起的局部温升、液态流出物排海引起的放射性核素扩散、余氯排放的扩散影响、非放射性化学物质的排放影响以及大件码头污废水、船舶生活垃圾、尾气、噪声的环境影响等。

(1) 水文动力环境

涨落潮流场主要呈现 NS 向。由于龙头沙渔港西防波堤的布置基本上也呈南北向，与涨落潮的流向一致，在迎流面一侧的水流流向折转程度不如龙头沙渔港南防波堤和大件码头防波堤强烈，水流减弱不明显。

由于推荐方案仅新建大件码头，对工程附近流场影响较小，主要影响区域为龙头沙渔港码头南防波堤以南、新建大件码头周围海域。

（2）地形地貌与冲淤环境

工程后冲淤变化主要集中在工程附近区域。冲淤变化比较明显的区域是龙头沙渔港码头以大件码头防波堤以北区域，以及大件码头防波堤堤头以西。龙头沙渔港码头港池区域淤积较工程前有所增强。引水箱涵洞与大件码头防波堤东北段之间区域淤积明显比工程前加大。航道疏浚后会以 0.01m/a 的速度回淤，龙头沙渔港码头西防波堤南端的西侧，淤积增强。该两处工程需要定期疏浚保持通航顺畅。大件码头防波堤西端受束水冲砂作用的影响，存在较大强度的掏蚀，冲刷强大增大，大于现状强度 0.29m/a，需要定期检查，维护大件码头堤防基础。

（3）海水水质环境

海水水质环境影响包括温升影响、余氯影响和液态流出物影响，具体见本章前述部分内容。

（4）沉积物环境

本工程运行期排放口处核素的浓度均低于海水水质环境标准限值，核素在进入水体后迅速扩散，水体核素增量符合环境标准要求。运行期需对累积较大的放射性核素进行重点监测，以评估电场运行对海洋沉积物环境的影响。

（5）海洋生态环境

运行阶段，电厂取水过程卷载效应及机械损伤将会对海域的水生生物及鱼类等产生一定的影响，造成生物资源的损失。电厂温排水的排放，引起排放口附近水温升高，可能会对附近海域浮游生物及游泳生物的栖息环境造成一定的影响。另外，电厂温排水中含有的余氯将会对进入冷却循环系统的冷却水中的浮游生物、鱼卵仔鱼等产生一定的影响。在排水接纳海域的余氯扩散范围内，浮游生物、鱼卵仔鱼等会受到部分损害。

但总体认为，上述海洋生态环境的影响在可接受范围内。

（6）海域生态敏感目标

项目运行期排水温升、余氯以及液态流出物排放对广东和广西红树林保护区影响较小。

本工程运行期仅临时通航且航行次数有限，船只类型为甲板驳，航速较慢，船舶碰撞海洋动物事故风险几率较小，对广西合浦儒艮国家级自然保护区影响也

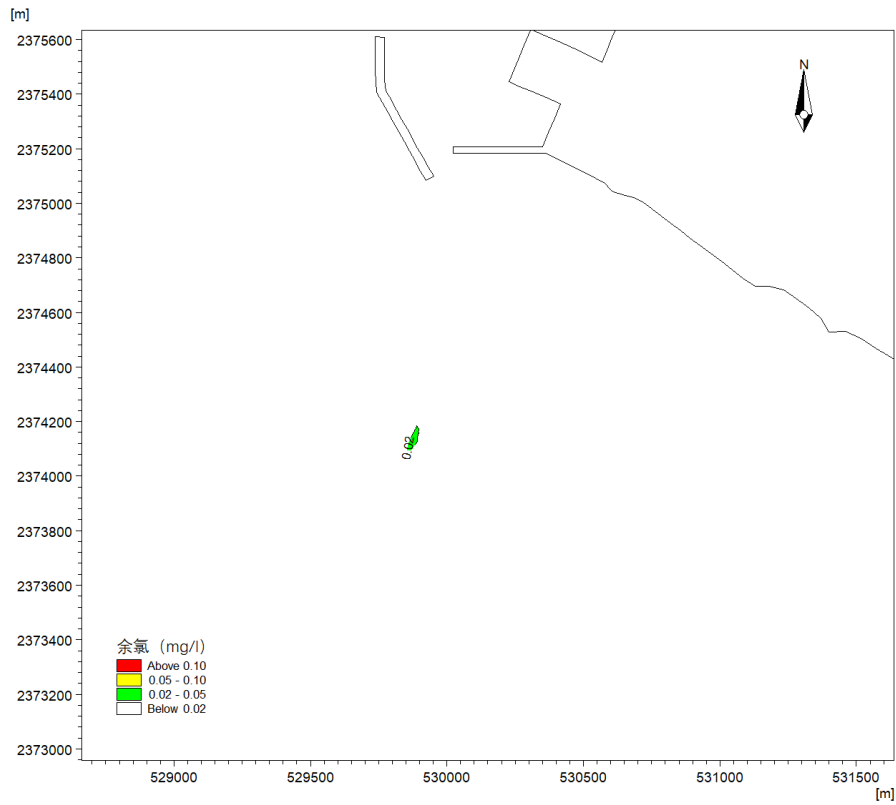
较小。

排水温升叠加背景温度后仍在马氏珠母贝的适温范围内，因此，对北海珍珠贝海洋保护区影响较小。

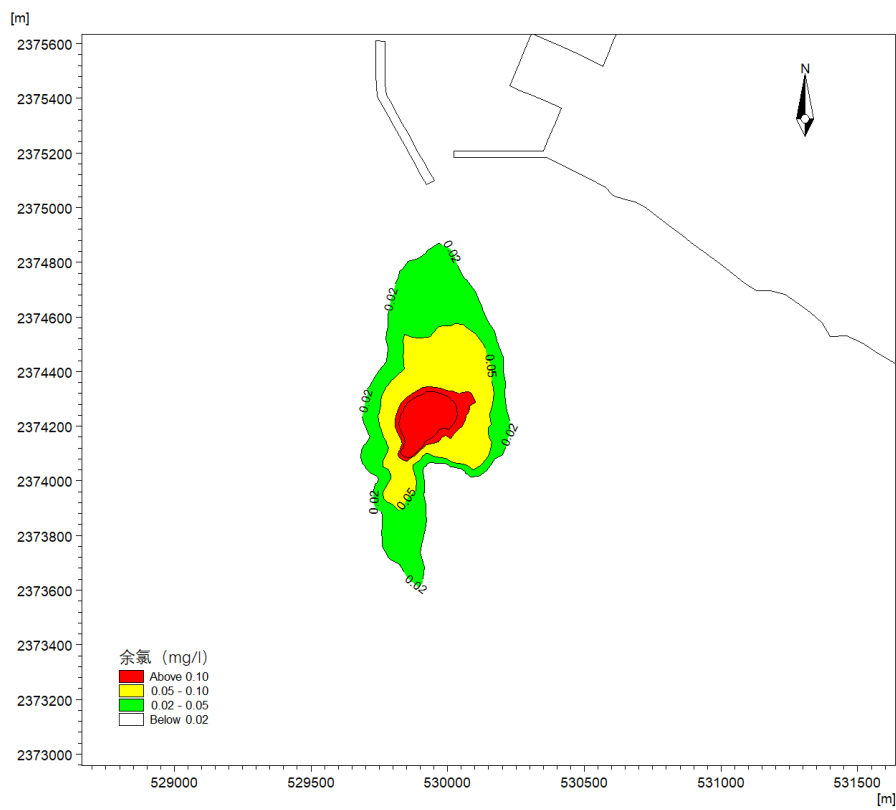
角头沙东北部海洋保护区距离工程区域较远，工程建设对其影响很小。

(7) 环境保护对策措施

采用错位式取排水口，形成表层岸边取水，深层远距离排水，使排水得到有效的扩散和稀释。在取水头部设置拦污栅和旋转滤网，防止水生物吸入；取水时尽可能降低取水头部的进水流速，以尽可能减小对鱼类及水生生物吸入造成的机械损伤。尽可能控制出水口余氯浓度在 0.1mg/L，建议考虑采用间歇加氯方式的可行性，并将加氯时间尽量安排在昼间，以减小余氯排放对水环境的影响。实施项目余氯、排水温升的在线监测。为了缓解和减轻工程对所在海域生态环境和水生生物的不利影响，建议采取人工放流当地生物物种的生态恢复和补偿措施。

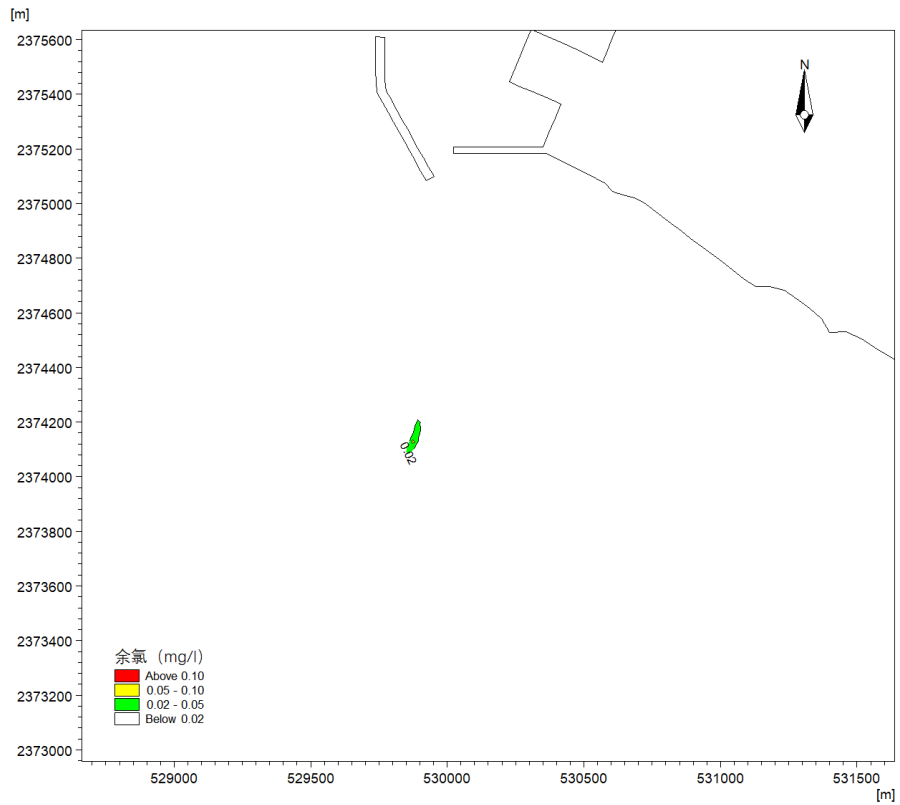


(平均值)

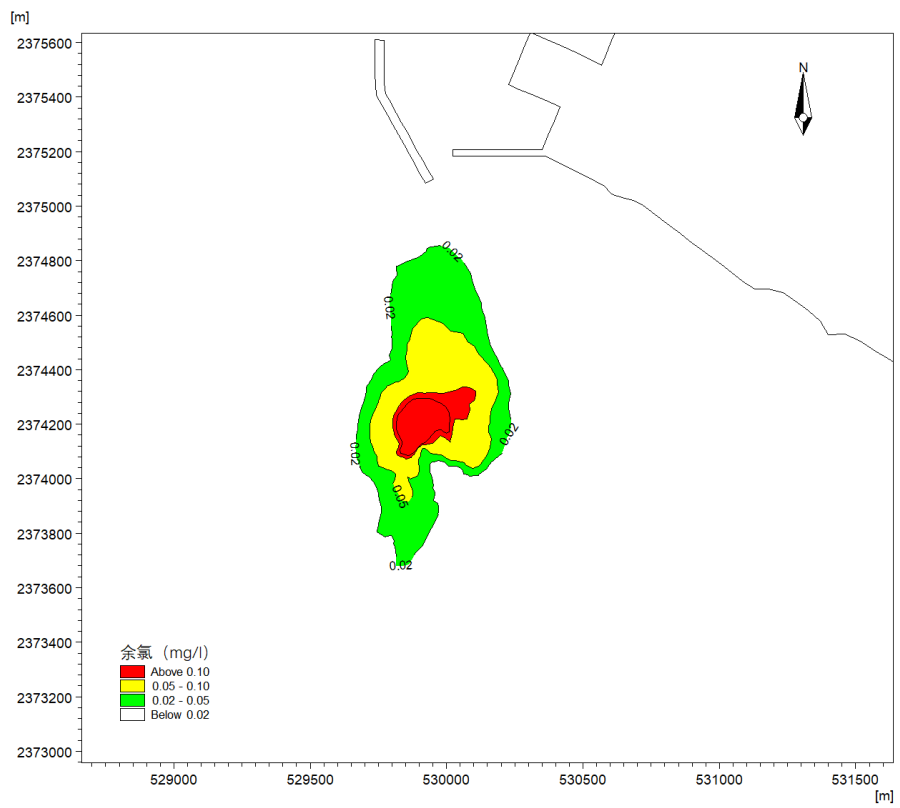


(最大值)

图 6.3-1 余氯浓度平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW 夏季半月潮)



(平均值)



(最大值)

图 6.3-2 余氯浓度平均值、最大值包络线范围 (2×1250MW 冬季半月潮)

6.4 初步退役计划

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。

辐射环境水平现状调查见本报告第 3 章 3.1 节描述。

6.4.1 退役策略

核电厂退役策略如下：

1) 立即拆除

立即拆除策略一般在核电厂永久停堆之后便立即开始着手实施一系列的退役活动。该策略目标是在较短的时间内，便可将厂址内特定放射性水平（一般指放射性解控值）以上的所有核材料全部移除，以实现所属厂址或设施的安全解控或无需任何核安全监管限制下的再利用。

采用立即拆除策略可以最大限度地利用现有的人力资源及核电厂的技术知识储备实施去污、拆除和解体等作业，但是这个策略选项无法实现核电厂辐射源的显著衰减，同时要求退役核电厂的废物及乏燃料管理设施可用。另外，由于没有缓冲期，退役资金也必须充足或得到充分保证。

2) 延缓拆除

采用延缓拆除策略策略意味着永久停堆后的核电机组完成最终处置的时间将会延后。一般采用此策略的核设施或核电厂从永久停堆到最终完成去污、拆除、解体并实现解控最长可达 50 年。为实现如此长时间内的安全关闭（或贮存），系统中所有的滞留液体都需及时排空、运行阶段收集和累积的废物也都必须移除。

这个策略的好处是可以使待退役核电厂的大部分放射性源有效地衰减，可以减少退役实施过程中达到辐射防护目标所需的资源，同时有利于保障作业人员的安全；另外，延缓拆除策略也可以降低对退役资金筹集的时间压力，这对拥有多个运行核电厂的业主而言尤其明显。但对于单堆核电厂采用此策略，同样也具有以下缺点：

- 在安全关闭期间，核电厂现有资质人员及待退役核电厂相关的技术和知识储备大幅度流失；
- 为降低长时间内核电厂整体风险水平，核电厂在进入长期安全关闭之前

移除厂内的乏燃料；

- 在安全关闭期间建立起核电厂的监测和维护保养，并维持实体保卫。

因此，目前国际上采用此策略的核电厂主要为所在国的放射性废物管理战略尚未建立或健全、支持退役活动所需的资金尚有欠缺、或待退役核电机组所在厂址为多堆厂址。

退役策略的选择需考虑许多因素，包括但不限于：国家政策和法规、国内退役技术情况、厂址地理位置和未来使用用途、公众接受能力、退役资金、环境危害等。三种策略中，立即拆除这一选项更受国际原子能机构青睐。在有合适的最终废物处置厂址或中间废物暂存设施来处理并处置低放和其他中高放废物以及退役资金充足的条件下，本工程应实施立即拆除的退役策略。

广东廉江核电项目共规划六台机组分三期建设。鉴于最早的一期工程和最晚的三期工程投运时间相差 8~10 年时间，考虑一期工程两台机组停堆后至少需要安全关闭 8~10 年，待工程的其余机组寿期结束后同步开展退役活动，避免本工程的退役活动对二期、三期工程的运行造成影响。

厂址规划情况若有变化，两台机组的退役计划将根据规划情况进一步优化。

6.4.2 退役技术研究

6.4.2.1 退役进度计划

为保证核电厂退役工程顺利实施和验收，需制定退役进度计划。制定退役进度计划时应考虑如下问题：

- 退役策略和阶段目标；
- 依据的法律、法规和标准；
- 核电厂运行历史、现状及周围环境状况；
- 设计图纸、维修和改造情况；
- 现有设备条件的可利用情况；
- 放射性和非放射性物质的特性（包括类别、数量和状态）；
- 去污、拆除、环境政治技术的可得性和优化选择；
- 废物的处理、整备、贮存、运输条件和处置条件；
- 检测分析技术和设备；
- 管理组织机构的建立和职责分工；

- 建筑物和场地使用情况；
- 费用估算和筹资方式；
- 公众反应和态度。

核电厂退役拆除顺序如下：

- 将乏燃料组件从堆芯及乏燃料贮存水池运出；
- 利用现有的系统及设备对一回路系统进行系统去污；
- 改造辅助厂房燃料操作区域，使其转变为一个可用于暂存、去污、处理退役设备的场所；
- 移除、拆解放射性沾污的大设备/部件；
- 移除、拆解反应堆堆内构件及压力容器；
- 切割并移除安全壳内及辅助厂房燃料操作区域内的混凝土结构；
- 拆除钢制安全壳和屏蔽厂房；
- 拆除辅助厂房；
- 拆除临时设置的废物处理设施和建筑；
- 最终将厂址恢复原貌。

6.4.2.2 退役方案

核电厂关键设备的退役方案包括：

1) 整体吊运

将反应堆压力容器、蒸汽发生器、热交换器等设备在卸出乏燃料和冷却剂、切断外部管路、封堵管口之后整体吊出，送到合适的拆卸场地或厂房进行拆卸解体，或者直接送处置场进行整体存放或掩埋处置。

整体吊运方案的设备拆卸费用较低，退役工期也较短，但是运输成本很高，放射性废物体积大，且后续解体也需要资金投入。

2) 现场切割

在现场将受到放射性污染的设备切割分解为较小的部件，根据放射性水平进行分类。中等放射性水平的部分进行打包和稳定性处理后，送到暂存库场或直接送到处置场进行暂存或掩埋处置。低放射性水平的部分可通过熔炼等退役废物处理技术回收利用。

现场切割方案产生的放射性废物较少，有利于资源回收利用，废物运输方便、成本低。现场采用机器人或水下切割的技术也将使下工作人员受到的照射大大降

低。

综合以上因素，本工程退役过程中的关键设备主要采用现场切割方案。

6.4.2.3 安全关闭

核电厂的安全关闭阶段开始于反应堆运行的最后阶段，持续时间较长，有时甚至需要数年，其目的是使设施处于安全、稳定的状态，消除或减少危害，防止放射性扩散，尽可能减少废物量。

本工程安全关闭工作内容主要包括：

1) 移除乏燃料

将乏燃料组件转运出堆芯及乏燃料贮存水池，确保移除厂房内的主要放射源（被活化的设备除外），以便后续退役活动的开展。乏燃料组件通过专用乏燃料运输容器外运，乏燃料组件可直接运往专门的暂存设施或场所、或送至乏燃料后处理厂（如有）进行处置。

2) 初步源项调查

退役活动实施前进行，包括对厂区放射性水平进行调查和评估，掌握核电厂中的放射性物质的量、主要核素种类、存在类型和主要位置分布。主要包括：

- 对核电厂有关系统、部件等的辐射水平、放射性活度及放射性污染水平等进行调查并进行源项估算；
- 对厂区和厂房内 γ 辐射水平及放射性气体和气溶胶水平进行调查；
- 对核材料操作区域、放射性废物处理区域和放射性废物暂存库进行放射性水平调查。

确定退役活动的实施边界、放射性量、放射性污染分布和放射性热点位置、废物存积情况（废物类型、数量、放射性水平）、易裂变物质的数量和存在位置、反应堆和水池中存有的乏燃料以及建筑物污染水平、厂址土壤和地下水污染情况，为制订退役方案、估算退役费用、做好辐射防护和应急准备提供依据。

3) 系统去污及净化处理

系统去污主要是利用现有的系统及设备对一回路系统进行去污。在系统去污之前，应对所利用的系统及设备的可用性进行充分评估，如有不足之处，则需进行适当的系统改造，以便系统性去污可以顺利实施。国际上诸多退役实践证明这种方法可以大大减少一回路主系统及设备中的放射性，有利于退役过程的辐射防护。

系统净化处理主要是对核电厂内剩余的放射性废液（如主系统内的反应堆冷却剂、乏燃料水池水等）及部分去污废液进行处理。该类废液的处理尽量采用核岛或厂址废物处理设施（SRTF）中已有的废物处理系统。

4) 技术研发

开展有针对目的性的研发使核电厂去污、拆除工作失败和危险的风险降低，并减轻环境影响，研发工作主要包括：

- 开发去污效果好、产生二次废物量少的去污技术；
- 开发被污染设备/设施的解体切割技术与工具；
- 减少拆除期间人员受辐照量的防护措施；
- 废物回收利用的技术实施方案。

5) 新建或改建废物处理设施

如果核岛三废处理系统和 SRTF 不能满足退役阶段的废物处理实际情况及要求，则需结合退役方案综合全厂址考虑，在安全关闭期新建或改建用于退役废物处理、去污和暂存的设施。

6) 确定适当的安全及实物保护措施

在安全关闭期，由于放射性材料等依然存在核电厂内，根据 HAD501/02 中的分级规定，退役初期的核电厂依然属于“实施一级实物保护的核设施”，按要求原有的实物保护系统应当基本保持不变，继续维持运行。

6.4.2.4 退役活动

1) 退役原则

(1) 辐射防护原则：辐射防护原则包括实践的正当性、防护的最优化、个人剂量和危险限值。核电厂退役活动实施应符合 GB18871-2002 的相关要求。

(2) 基本安全原则：遵循 IAEA 提出的适用于所有设施和活动以及设施或辐射源寿期中的所有阶段（包括规划、选址、设计、制造、建设、调试和运行以及退役）的 10 条基本安全原则，包括安全责任、政府职责、对安全的领导和管理、设施和活动的合理性、防护的最优化、限制对个人造成的危害、保护当代和后代、防止事故、应急准备和响应、采取防护行动减少现有的或未受监管控制的辐射危险。

(3) 放射性废物管理基本原则：遵循 IAEA 提出的 9 条放射性废物管理基本原则，包括保护人类健康、保护环境、超越国界的保护、保护后代、不对后代

造成负担、纳入国家法律框架、控制放射性废物的产生、兼顾放射性废物产生和管理阶段间的相依性、设施安全。

(4) 退役废物最小化原则：保持放射性废物的产生可能或实际最小；放射性废物产生的放射性的扩散最小化；尽可能再循环和再利用现有和潜在废物流中的有价值的成分；通过应用适当的技术使产生的废物量最小化。

2) 去污方法和技术的选择

核电厂退役去污对象多数为强固定性污染，但在退役过程中形成的新污染也可能是附着性污染或弱固定污染。一般来说，退役去污宜采用强去污法，亦即腐蚀性去污法，但也需要考虑防止槽罐和管道内产生沉积物、结构材料腐蚀穿孔、结构材料腐蚀变薄渗漏等问题。

去污工艺技术有多种，理想的去污工艺应有最大的去污因子、最小的二次废物、最少的人员受照和环境影响小以及低廉的成本。总体而言，系统、管路去污宜选用化学法、机械法；设备部件的去污宜选用化学法、电化学法、超声波法、溶胶、凝胶法、机械法；池、槽、箱室和建筑物墙壁的去污宜选用高压水喷射、磨料喷射、可剥离膜法；混凝土的去污宜选用机械法。具体选用何种退役去污方法应根据安全性、经济性和可实现性进行优选。

(1) 放射性沾污的设备/部件的去污

放射性沾污的设备/部件拆除并切割后，部分仅表面沾污的部分需进行去污才能进行外运。对于易清洗的表面，可在现场进行冲洗。对于不易清洗的表面，应用屏蔽容器转运至去污和热检修车间进行去污处理。

去污和热检修车间中可以对设备/部件进行去污的方式包括：高压水冲洗去污、超声波去污、干冰去污等。去污方式的选择应考虑需清洗部件的材料、尺寸、放射性等因素。必要时对单个部件采用多种去污手段进行清洗。

(2) 混凝土的去污

对于有钢面板的混凝土结构，去污工作比较简单，可以去除油漆，或者是对钢面板进行去污工作。

对于没有保护而又可能遭到污染的混凝土结构，有必要移除混凝土的受污染部分。可行的机械技术手段有冲击破碎、机械钻孔、刮削以及高压喷水器等。激光技术目前正处于研究阶段。

3) 拆除步骤和工艺的选择

目前已退役的核设施中采用过的切割方法有很多种，主要分为冷切割和热切割两大类。

冷切割如机械切割、高压水射流切割、磨料射流切割等。机械切割工具很多，如弓锯、液压剪、手持锯、金刚石圆盘锯、金刚石丝锯、金刚石砂轮切割机、直条式锯片往复切割机、旋转切割机、冲击切割机、冲击切割机、墙壁开槽机、万能切割机、环切机等，多为常规成熟技术和设备。

热切割如氧炔焰切割、电弧切割、微波切割、等离子体弧切割、聚能爆炸切割、热反应切割、激光切割等。氧炔焰切割的切割速度慢；电弧切割的切割速度较快，常用；等离子弧切割能力强、速度快，可切割多种金属材料和大尺寸的板材、罐、桶和箱体。氧炔焰适宜切割碳钢，不宜用来切割铸铁、不锈钢和非铁金属物件。等离子弧切割速度快，切口粗糙，但对退役使用影响不大。

冷切割优点是烟尘和气溶胶污染少，操作简单，工具易得，投资小。缺点是速度慢，操作人员劳动强度大，会产生较多的固体微粒废物。热切割的优点是切割速度快，可切割厚件物体便于远距离操作。缺点是温度高，有较多的气溶胶和烟尘物释出，可能需要配置额外通风、过滤系统和防护用具。热切割的切口粗糙，不便于焊接和封口，而冷切割切口比较平整，便于焊接和封口。

放射性沾污的大设备/部件的切割，国际上采用最多的切割解体方法有等离子弧切割、射流切割和水下切割。

等离子弧切割速度快，而且易于操作，既可手工操作，又可远距离控制。可在空气中使用，也可在水下使用。缺点是只适用于导电材料，耗能高，产生烟尘、气溶胶较多，易造成污染扩散，排气要求设净化过滤。

射流切割为中速切割，适用于所有材料。关键问题是射流切割产生较多二次废物。国外经验认为金刚砂磨料射流切割是反应堆压力容器首选切割技术。磨料射流切割需要专门设计过滤器除去切屑和金刚砂磨料。金刚砂一般不循环使用。

水下切割包括水下机械切割、水下热切割、水下爆炸切割（线性聚能切割）等。水下切割优点有：降低受照射剂量；控制切割温度；抑制气溶胶扩散。但水下切割可能出现透明度变差，需要通过有效的水过滤工艺来保持水质、除去切屑和保证良好的能见度。

切割解体方案的选择，应考虑：

- 所选用的设备技术的安全性和可靠性，首选成熟的技术；

- 设备、条件、检测 and 技术的易满足性；
- 产生二次废物量，如气溶胶污染扩散危害；
- 工作人员受照剂量，应考虑作业时间，包括准备工作时间和维修设备时间等；
- 对相邻区域、系统的不利影响；
- 对废物管理，如包装、搬运和运输要求；
- 工业卫生和职业安全；
- 对培训和评价的要求等。

针对反应堆压力容器筒体、封头、顶盖、蒸汽发生器外壳等大型部件，应主要采用射流切割和水中切割方式；换热管应主要采用剪切方式；其余部件根据结构、材料、放射性等因素选用合适的切割技术。

4) 场址清污

根据场址调查的结果和监管机构规定的厂址开放标准，确定场址开放前所需要做的清污工作。清污的目标是在对工作人员、公众和环境的优化辐射防护下，实现场址从监管控制下开放。清污应先制定计划，确定适当目标或终点，规定工作人员和公众剂量限值和剂量约束值，研发适当的清污技术和监测仪表等。清污活动应该按照顺序进行，通常为：

- 场址调查，包括残留放射性物质的特性和污染水平；
- 利用所有获得的有重要影响的资料评价场址；
- 鉴别和评价清污方案；
- 确定清污目标和终点，选择最佳清污方案；
- 确定检测和验收方案。

5) 辐射监测要求

退役活动进行过程中应对工作场所的 γ 辐射水平、气载放射性水平、设备部件表面剂量率和表面污染水平以及退役作业人员的个人剂量进行监测。在某些作业场所，可根据工艺需要随时进行取样，必要时进行核素分析。在完成某退役施工作业时，对作业对象进行放射性特性调查，如 γ 剂量率测量、表面污染测量和放射性活度浓度测量，以判断施工作业是否达到预定目标值，并对退役活动进行监督。除此之外，在整个退役过程中应连续进行环境监测，对厂区周围地区的环境 γ 剂量率、大气、生物、土壤、水和沉降灰等环境样品进行分析测量。

6.4.3 废物管理措施

6.4.3.1 废物管理原则

退役废物管理是整个退役的重要活动，废物管理的成本是整个退役成本的重要部分，所以退役要高度重视废物最小化和废物优化管理。废物管理过程中，需要关注与贯彻如下原则：

- 废物最小化，严格控制气载和液体废物的非受控排放。减少流出物排放，降低对公众与环境的影响；
- 废物分类，从源头做好分类工作，防止交叉污染；
- 废物包装到位，尽量同时满足贮存、运输和处置的要求，避免重复包装；
- 退役前需要解决废物的贮存/处置场所；
- 尽可能利用原有的退役处理和贮存设施，进行处理和临时贮存；
- 分类收集处理废物，尤其是可待解控废物，以便减少最终需处置的废物量；
- 重视非放危险物品，如含石棉、汞等危险废物；
- 重视工作人员的培训和安全文化修养；

6.4.3.2 退役废物量评估

退役产生的物料和放射性废物有三条出路：

- 清洁解控允许无限制使用；
- 授权在核工业内部使用；
- 作为放射性废物贮存和处置。

一般而言，核电厂退役过程将产生大量的废物。按照德国压水堆核电厂退役实施经验，百万千瓦级压水堆核电机组退役废物总量约为 160000 吨，其中建筑废物占 92%（基本均可解控）。在 8%的其它废物中，通过机械、化学、熔炼等途径实现循环再利用的废物占 70%，可解控的废物约占 5%，最终需要通过废物处理系统处理的放射性废物仅占 25%（总废物量的 2%，约 3200 吨）。可见，绝大多数退役活动产生的废物是可以进行豁免处理。

退役实施单位需结合核电厂固有设计特点、核电厂运行记录、拟定退役方案以及国内外核设施退役经验对退役废物量进行评估，为后续退役废物管理奠定基础。

6.4.3.3 废物处理设施的准备

1) 退役废物的产生

核电厂退役过程将产生各类放射性废物，主要是在以下活动中产生：

- 去污活动；
- 设备的切割和解体、构筑物拆除活动；
- 污染厂区（地面与土壤）和水体清污活动。

2) 废物类型及处理手段

退役废物的类型主要包括气载放射性废物、液体放射性废物和固体放射性废物。气载放射性废物主要产生于切割、去污和清洗过程产生的气溶胶和污染烟尘。液体放射性废物主要产生于去污和切割过程，特别是采用水力喷射去污或切割。退役产生的放射性固体废物种类最多，如污染的废钢铁、废电缆、工具、滤芯、建筑废物、劳保用品等。该类废物具有数量大、污染程度低、体积大、且可能含有化学毒性物质等特点。因此，在废物处理过程中，应做好合理的分类和包装，减少二次废物量。详细的废物类型及处理手段参见表 6.4-1。

3) 废物处理及暂存设施

在核电厂正常运行期间，核岛产生的放射性废物由核岛三废处理系统，包括放射性液体废物处理系统（WLS）、放射性气体废物处理系统（WGS）及放射性固体废物处理系统（WSS），以及厂址废物处理设施（SRTF）共同进行处理。SRTF 提供完整、适宜的手段来处理核岛产生但无法直接处理的各类废物，SRTF 包括废物处理厂房、废物暂存库、洗衣房。

此外，全厂还设有去污和热检修车间，用于核电厂正常运行及检修期间设备和部件的去污和检修。

在全厂址统一考虑退役时，可根据上述子项的运行容量和运行条件，执行部分退役期间所需的废物处理及设备和部件的去污功能。可根据 SRTF 的废物暂存库的储存裕量，为包装后的特定退役废物提供一定的储存空间。若上述子项不满足退役阶段的废物处理实际情况及要求，则需结合退役方案综合全厂址考虑，新增专门用于退役废物处理、去污和暂存的设施。

核岛三废处理系统以及厂址废物处理设施（SRTF）描述见第四章 4.6 节。

6.4.4 退役经费安排

6.4.4.1 经费估算

足够的退役资金是完成核电厂退役的重要前提。对退役费用有直接影响的因素包括堆型、退役策略的选择和废物处置方案等等。退役费用各国处理方法不同，不同厂址之间由于不同的堆型、厂址条件等因素有所不同。国际上现在使用三个宽范的类别来估计退役费用：

1) 直接与退役活动有关的项目，如源项调查、拆卸、去污、运输和处置工作等费用；

2) 与完成退役期限有关的项目，如退役项目的工程管理、质量监督、安全保障、许可证申请等费用；

3) 特殊项目，如为退役服务的特殊设备采购等。

目前国内所有核电机组从未完成或正在进行退役，核电机组退役过程中产生的费用明细和额度尚难按以上类别准确估计，现阶段通常按核电站初始投资的一定比例来提取退役基金作为退役资金。目前国家尚未出台关于核电厂年退役基金提取标准规范，通常按国家能源局发布的标准 NB/T20048-2011 中的相关规定进行计算。

根据 NB/T20048-2011 的规定，退役基金的总额为核电厂建设工程固定资产原值的 10%，从核电厂投产后第一年开始平均提取。计算公式如下：

年退役基金=核电厂建设工程固定资产原值×年退役基金提取率

退役基金=年退役基金×评价期=核电厂建设工程固定资产原值×退役基金提取率

从本工程可研阶段投资估算来看，其投资估算中计入固定资产原值的投资金额为 3419938 万元，评价期为 30 年，则其退役基金为 341994 万元，年提取退役基金约 11286 万元。

6.4.4.2 经费筹集及管理

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》，核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提，列入投资概算或生产成本。我国在《国家核电发展专题规划（2005-2020 年）》中规定：核电厂从投入商业运行开始时，即可在核电厂发电成本中强制提取、积累核电厂退役处理费用，在中央财政设立核电厂退役专项基金账户，在各核电厂商业运行期内提取。但到目前为止，尚没有法规对核电厂退役资金提取办法、资金管理方式、资金监管使用等做出详细的规定，退役经费由

核电业主管理还是由其他独立机构（政府部门）管理、如何进行筹集及如何监管使用仍需待相关法规或规章出台后方能明确。

6.4.5 知识管理

6.4.5.1 组织管理

本工程的核电厂营运单位为了完成退役任务，应建立强有力的组织领导机构，分工明确，责任到位。退役组织机构形式多样，一般包括技术管理、计划合同、综合管理、质量管理、物资采购、现场管理等，根据需要而定。典型的组织机构分工见图 6.4-1。

保障部门主要负责人力资源和人员培训、后勤保障和维修、计划管理和协调、财会管理。

实施部门主要负责去污、切割解体、拆卸和清洗去污及相关技术的开发。

安全部门负责辐射防护和监测、核安全和核保障、工业安全和保卫、质量控制和质量保证。

废物管理部门负责废物处理和整备、废物贮存和处置、清洁解控和再利用、包装运输。

6.4.5.2 人员培训

人员培训是有效执行核设施退役计划的重要保证之一。

退役需要去污、切割、拆卸、废物处理、辐射防护、分析检测等方面的操作人员，维修人员和熟练技工，退役任务要根据退役任务进行。培训目的是为了完成退役所规定的任务。

培训种类有很多，有上岗培训、再培训、技能培训、专项培训、特种作业培训、管理培训、承包商培训等。培训方式有短期培训、定期培训、在岗培训、脱产培训等。培训内容包括：法规标准、专业技术、废物管理、安全文化、应急计划、灭火、急救、质量保证、辐射防护、风险辨识和控制。

培训要制定培训计划和培训大纲，要有培训记录。受训人员考核合格，颁发合格证。

6.4.6 记录保存

核电厂退役需要的文件和记录产生于核电厂设计、建设、营运、退役和管理

活动的全过程。

核电厂退役需要的文件和记录的主要来源有：设计和建造阶段的数据；运行维修和更新改造的数据；核电厂关闭和退役执行期间的数据。

核电厂退役期间典型的文件和记录见表 6.4-2。

核电厂应建立一套完整的文档管理系统，确保记录的数据真实有效。在退役过程中，便于检索过往的数据。存储数据的介质应具有稳定的物理和化学性质，能够长期保存且容易复制和转移。核电厂应根据选取的存储介质制定适当的控制措施，防止由于温度、湿度、光照和微生物等因素引起的损坏。

表 6.4-1 退役废物类型及预期处理方式

废物分类	废物来源	废物类型	处理手段
气载废物	切割、去污和清污	气溶胶和污染烟尘	通风系统过滤处理
	反应堆冷却剂脱气	工艺废气	核岛废气处理系统处理
液体废物	一回路系统疏水	含硼废液	1) 监测排放; 2) 移动式处理设备; 3) 利用现有处理设施 (如 SRTF 可用) 或新建合适的处理设施处理后达标排放。
	设备/地面疏水	设备/地面疏水	
	去污和切割产生的废液	去污废液	
固体废物	主设备、辅助设备、泵、阀及拆除工具等	废设备	1) 现场或热车间去污后切割解体或解控; 2) 降级后送处置。
	切割管道	金属废物	1) 现场或热车间去污后切割解体或解控; 2) 降级后送处置。
	拆除电线	废电缆	1) 铜芯回收利用; 2) 护套和绝缘材料作为可压实废物处理。
	拆除厂房产生的混凝土和钢筋混凝土	建筑废物	1) 达到解控水平, 送至填埋场填埋; 2) 具有再利用价值的, 由授权工厂加工回收。
	通风系统更换滤芯	通风过滤器	1) 解控; 2) 未达到解控水平, 可将滤芯转运至 SRTF 压实打包后处置。
	人防劳保用品	可压废物 (劳保用品)	1) 解控; 2) 送至 SRTF 洗衣房清洗去污后解控; 3) 未达到解控水平, 则运输至 SRTF 压实打包后处置。

表 6.4-2 核电厂退役期间典型的文件和记录

<p>设计和建造阶段的数据</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 厂址特征描述、地质和放射性本底基准数据 - 核电厂完整的竣工图纸和技术规格书，包括设计概算 - 有详细说明的结构图 - 结构变更的清单和图纸 - 用以识别建造过程中所用材料类型和数量的采购记录 - 工程法规 - 设备和部件的技术规格书，包括相关信息（如供应商、重量、尺寸、结构材料等） - 设施建筑材料样本 - 化学和放射性物质周转的设计总量 - 质量合格证明 - 核电厂运行的安全措施 - 环境影响说明 - 核电厂役前试验和调试记录 - 许可证审批和运行要求 - 初步退役计划
<p>运行维修和更新改造的数据</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 许可证和许可证审批要求 - 安全分析报告 - 技术手册 - 向环境排放的详细记录 - 运行日志 - 核电厂和/或厂址放射性调查报告 - 运行、维修规程和记录 - 异常事件报告 - 去污计划和报告 - 技术规格书（限值和使用工况） - 设计变更报告和更新的图纸 - 有害物质总量 - 与其它单位的生产和服务接口 - 生产和服务流程 - 系统、构筑物 and 部件的检查记录 - 厂内废物管理记录 - 厂址水文和地下水污染记录 - 工作人员离岗问询记录 - 质量保证记录 - 燃料布置、燃料性能（如损坏）和核燃料衡算记录 - 中子通量及分布记录 - 废物管理策略和废物位置的记录 - 放射源及位置 - 辐照脆化的材料样本 - 相关的试验报告

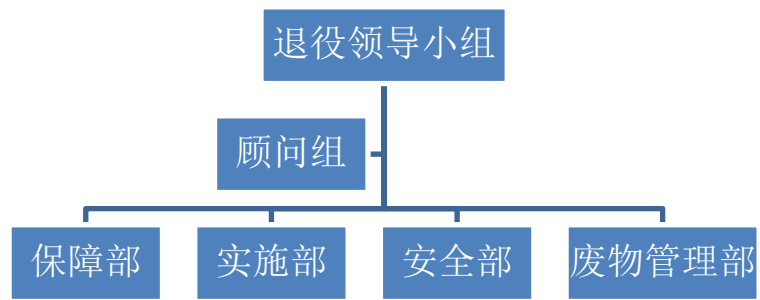


图 6.4-1 核电厂退役工程组织分工图

第七章 核电厂事故的环境影响和环境风险

7.1 核电厂放射性事故和后果评价

7.1.1 事故描述和事故源项

7.1.1.1 事故描述

7.1.1.1.1 事故分类

根据国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)的要求:按可能导致环境危害程度和发生概率的大小,将核动力厂的事故工况分为设计基准事故和严重事故,其中设计基准事故包括稀有事故和极限事故,核动力厂事故工况的环境影响评价采用设计基准事故。

1) 稀有事故

在核电厂运行寿期内发生频率很低事故(预计为 10^{-4} ~ 10^{-2} /堆年),这类事故可能导致少量燃料棒损坏,但单一的稀有事故不会导致反应堆冷却剂系统或安全壳屏障丧失功能。

2) 极限事故

在核电厂运行寿期内发生频率极低的事故(预计为 10^{-6} ~ 10^{-4} /堆年),这类事故后果包含了大量放射性物质释放的可能性,但单一的极限事故不会造成应对事故所需的系统(包括应急堆芯冷却系统和安全壳)丧失功能。

7.1.1.1.2 事故选取

参考安全分析报告及 NB/T 20444-2017RK,对7类共10种具有代表性的、放射性后果为所属类型中最严重的设计基准事故进行分析,确定与不同释放时间相对应的放射性释放量,用来计算对电厂周围人员造成的剂量。

对7类事故分类如下所示:

事故	事故类别
安全壳外主蒸汽管道破裂事故(MSLB)-事故并发碘尖峰	极限事故
安全壳外主蒸汽管道破裂事故-事故前碘尖峰	极限事故
主泵卡转子/断轴事故-启动给水不可用	极限事故
主泵卡转子/断轴事故-启动给水可用	极限事故
弹棒事故	极限事故
蒸汽发生器传热管破裂事故(SGTR)-事故并发碘尖峰	稀有事故
蒸汽发生器传热管破裂事故-事故前碘尖峰	极限事故

安全壳外载有反应堆冷却剂的小管道破裂事故	稀有事故
燃料操作事故	极限事故
设计基准失水事故 (DBA LOCA)	极限事故

7.1.1.1.3 事故分析保守性说明

在对核电厂进行的事故分析中，为了使结果具有代表性和包容性，在分析中作一定的假设，使结果处于合理保守的程度。主要包括以下四个方面：

1) 失去厂外电源

这个假设对本项目事故分析中的影响包括：二回路蒸汽旁排至冷凝器的导热失效，为了导出堆芯余热保证堆芯的完整性，此时蒸汽直接排向大气环境，放射性就混合于蒸汽释放，保守地考虑事故放射性后果。

2) 最大价值棒卡在堆外

此时停堆系统引入的负反应性最小，使停堆深度最小，从反应性的角度使事故放射性后果更加保守。

3) 仅考虑安全级设备的缓解作用

本项目为了提高整个核电厂的经济性，很多系统设计为非安全级，如：正常余热排出系统 (RNS)、柴油机供电系统、二回路辅助给水系统(本项目对应为启动给水系统 (SFW Startup Feed Water))。事故分析中均保守假设这些系统在事故后失效。如果这些系统的投入反而会导致事故剂量的增加，则要分别进行计算。如主泵卡转子/断轴事故，当 SFW 可用时，蒸汽发生器传热管不裸露，则不发生一回路泄漏液在 SG 内的闪蒸，但事故将持续更长的时间，可能使最终的剂量结果比 SFW 不可用时更大，所以要对两种情况均进行分析。

4) 假设极限的单一故障

事故后，考虑某些系统设备失效，但只选择可能导致放射性后果最严重的设备失效，而不是所有设备均失效。如 SGTR 事故，事故后放射性通过二回路蒸汽管线的阀门释放，并假设其打开后失效 (卡开不能回位)，此时放射性释放将持续。当二回路压力继续降到一定程度，另外一种类型的隔离阀将在低压信号下隔离该释放管线，从而终止释放。

7.1.1.2 事故源项

7.1.1.2.1 堆芯源项及冷却剂源项

1) 堆芯源项

采用堆芯核素放射性总量作为堆芯源项，热功率在 3400MWt 的基础上考虑了功率测量 1% 的不确定性，增加到 3434MWt。具体数据见表 7.1-1。

2) 一回路及二回路源项

事故发生时，认为反应堆已经运行足够长的时间，一回路冷却剂源项已经达到电厂允许的最大值。计算该源项的主要参数和假设有：

- 与时间相关的堆芯放射性总量作为输入条件之一；
- 假设堆芯存在 0.25% 的燃料包壳破损率，破损燃料棒均匀分布在整个堆芯中，该值与电厂技术规格书中一致；
- 裂变产物逃脱率系数（裂变产物从燃料芯块释放到间隙的速率）、冷却剂下泄流量及除盐床净化效率等相关数据也为主要的输入条件之一；
- 根据上述假设，对冷却剂活度建立核素产生和消失的微分方程，求解得到各核素浓度随时间的变化关系，并取其最大值。

表 7.1-2 中给出了一回路冷却剂中放射性核素的活度浓度，惰性气体及碘活度浓度达到技术规格书中规定的限值，碘同位素活度浓度为 $3.20\text{E}+01\text{GBq/t}$ 剂量等效 I-131，惰性气体活度浓度为 $9.60\text{E}+03\text{GBq/t}$ 剂量等效 Xe-133，碱金属活度浓度对应于设计基准燃料棒破损水平。

对于二回路的源项：保守地假定事故时二回路中核素的活度浓度为一回路的 1%。所以直接根据表 7.1-2 中的数值乘以 1% 得到二回路中核素的活度浓度（假设惰性气体不在二回路累积）。

7.1.1.2.2 分析中的假设与说明

1) 放射性物质形态分类

本项目事故分析时，假设放射性物质释放出来后以气体和气溶胶等形态存在。对于碘核素，进一步分为三类：

粒子碘 (Particulate)	95%
元素碘 (Elemental)	4.85%
有机碘 (Organic)	0.15%

核素形态的划分，主要是考虑到其在迁移及释放过程中的去除机制不同。对以气体形态存在的放射性物质，如惰性气体，释放后就直接进入安全壳或外环境。对于粒子碘、碱金属和其他放射性核素假设均以气溶胶形式存在，在空气中由于各种沉积机制被去除。对于有机碘假设不能被去除，元素碘则会由沉积去除。

2) 碘尖峰释放

堆芯内的燃料棒存在一定的破损，当运行出现瞬态时，由于堆芯功率、一回路的压力、温度等的变化，造成破损燃料棒中的放射性在短时间内向冷却剂的释放增加，使冷却剂中碘等同位素的活度浓度大幅增加。

在事故分析中考虑以下两种情况：

- 事故并发（accident-initiated）碘尖峰释放

这种情况认为，事故发生时出现瞬态，使碘尖峰释放与事故同时发生。根据 RG1.183，主蒸汽管道破裂事故及安全壳外载有反应堆冷却剂的小管道破裂事故假设碘同位素从燃料棒间隙向冷却剂的释放速率为反应堆冷却剂中放射性为 $3.20\text{E}+01\text{GBq/t}$ 剂量等效 I-131 时平衡释放速率的 500 倍。而碘的平衡释放速率根据释放与去除作用的平衡方程求解得到，见表 7.1-3。蒸汽发生器传热管破裂事故，认为破损燃料棒间隙的放射性在事故后 8h 内全部释放到冷却剂中，燃料棒破损率对应于一回路冷却剂中放射性为 $3.20\text{E}+01\text{GBq/t}$ 剂量等效 I-131。

- 事故前（pre-accident）碘尖峰释放

考虑事故前碘尖峰时，认为在事故发生之前一回路已经发生了瞬态，使得一回路内碘同位素的浓度达到了技术规格书中规定的 $9.60\text{E}+02\text{GBq/t}$ 剂量等效 I-131，即表 7.1-2 中碘同位素数值的 30 倍。

3) 放射性的自然去除（natural removal）

除了衰变外，放射性核素在迁移过程中还存在其它形式的损耗。本项目在设计中，采用了“非能动”的先进理念，通过自然的力量来减轻事故后的后果，对放射性进行自然去除。本项目主要的非能动设计之一即为“非能动安全壳冷却系统（PCS）”。PCS 主要由钢安全壳和屏蔽厂房顶部的冷却水箱构成。事故后，如果安全壳出现高温高压，会触发该系统的投入。此时水箱的水就会通过重力作用流到钢安全壳的外表面，对钢安全壳起到冷却作用，以散热的方式带走事故后从堆芯释放到安全壳内的能量。而钢安全壳里面，由于事故后，大量高温冷却剂释放到安全壳大气内产生带有放射性的蒸汽。当这些高温蒸汽遇到温度较低的钢安全壳时，就会冷凝并顺着内壁流下，先回到地坑，再回到堆芯，最终形成安全壳内的自然循环。与采用混凝土安全壳的传统电厂相比，这些设计的效果使得安全壳内的换热效率提高，从而加剧了事故后安全壳内流体的流动性，除了可以高效地导出热量外，还增强了对安全壳大气中放射性的去除效果。

对以气溶胶形态（粒子碘、碱金属和其它裂变产物）存在的放射性核素来说，主要有三种去除方式：

- 重力沉降（Gravitational sedimentation）

此去除机制主要是在重力的作用下，悬浮在安全壳大气中的气溶胶沉降在相关设备或构筑物的表面。

- 扩散泳（Diffusiophoresis）

此机制主要是由于气溶胶载体-气体中的蒸汽在墙壁表面上凝结而引起的。蒸汽在墙壁表面的凝结导致了墙壁附近的蒸汽浓度减低，从而形成了一个离墙壁越远浓度越大的蒸汽浓度梯度。因为浓度梯度的存在及蒸汽凝结的持续，导致气溶胶向墙壁表面流动，当气溶胶接触到墙壁时被吸附到墙壁表面上，从而对安全壳内的气溶胶起到了去除的作用。

- 热泳（Thermophoresis）

此机制是由于堆芯附近的温度高，而钢安全壳温度相对较低，在这样一个存在温度梯度的场内，气溶胶就会发生自然的定向运动，最终也是在钢安全壳内壁附着，随冷凝流回到地坑液相中。

综合考虑气溶胶的自然去除机制后，计算得到事故开始后 24 小时内的去除系数，见表 7.1-4。

对元素碘的沉积去除，计算式为：

$$\lambda_d = \frac{K_w \times A}{V}$$

式中：

λ_d —表面沉积的一阶去除系数；

K_w —质量迁移系数，取4.9m/h；

A —安全壳内可供沉积的表面积， m^2 ；

V —安全壳的自由容积， m^3 。

保守取安全壳内可供沉积的表面积约为 $2.03E+04m^2$ ，自由容积为 $5.83E+04m^3$ 。将上述数值代入公式计算得到元素碘的去除系数为 $1.7h^{-1}$ 。元素碘去除可一直持续至去污因子达到200为止。

4) 闪蒸（flashing）现象与分配系数

事故分析中假设一回路冷却剂通过破口泄漏到压力温度较低的环境时，就会发生闪蒸，液相中的放射性在汽化时释放到气相中，形成气载放射性。此时保守假设释放到气相中的放射性份额与液相汽化的份额相同，称之为“闪蒸份额（flash fraction）”，其计算式为：

$$F_{\text{flash}} = \frac{h_{f1} - h_{f2}}{h_{fg}}$$

式中：

F_{flash} —闪蒸份额；

h_{f1} —泄漏液的比焓，kJ/kg；

h_{f2} —泄漏液进入环境的温度、压力对应的比焓，kJ/kg；

h_{fg} —与环境温度、压力对应的汽化潜热，kJ/kg。

根据泄漏液的泄漏率和闪蒸份额，就可计算出闪蒸到气相的放射性物质的释放率。泄漏液闪蒸后剩余的液相将与泄漏进入的液相混合，然后通过蒸发继续释放放射性。

低于饱和温度的液体蒸发比闪蒸轻微得多，此时液相中的放射性核素向气相的转移速率也慢得多。此时放射性活度存在一个分配效应：气相与液相中有一个稳定的核素浓度之比（分配系数）。事故分析中，根据液相的活度浓度和热工水力分析得到的蒸汽释放量，就可以求出释放到气相或环境的放射性总量。分析中选取的分配系数的具体数值见各事故的参数表。

7.1.1.2.3 计算模型简述

根据核电厂假想事故后放射性释放过程的特点，将其物理模型简化为图 7.1-1 中的模式。

将放射性迁移中每个有明显边界的系统或设备看作一个“体元”，这个“体元”可以表示为体积或质量。其数学模型示意图 7.1-2。放射性物质在这些“体元”之间可以相互转移，对转移过程中的任意一个“体元”，及对任意核素有如下平衡方程：

活度变化量=增加量 - 减少量

活度变化率=（释放率+流入率）-（流出率+衰变率+去除率）

$$\frac{dQ_i}{dt} = \left[q_i(t) + \frac{Q_{i-1}(t)}{V_{i-1}} \times F_i(t) \right] - Q_i(t) \times \left[\frac{F_{i+1}(t)}{V_i} + \lambda_{di}(t) + \lambda_{ri}(t) \right]$$

式中：

Q_i —体元 i 中核素的活度, Bq;

Q_{i-1} —体元 i 的上游体元 $i-1$ 中核素的活度, Bq;

q_i —体元 i 内放射性的释放率, Bq/s;

V_{i-1} —体元 i 的上游体元 $i-1$ 的体积或质量, m^3 或 g;

V_i —体元 i 的体积或质量, m^3 或 g;

F_i —体元单位时间 i 的流入量, m^3/s 或 g/s;

F_{i+1} —体元 i 单位时间的流出量, m^3/s 或 g/s;

λ_{di} —体元 i 中核素的衰变常数, 1/s;

λ_{ri} —体元 i 中核素的去除系数, 1/s。

对事故中所有涉及到放射性转移的“体元”均采用上述方程, 联立求解得到每个“体元”内任意核素的活度浓度随时间的变化。

对于向环境释放的总量, 可对所有向环境释放放射性的“体元”进行积分, 再求和, 可得到任意时段内向环境的释放总量。

$$Q = \sum_{i=1}^n \int_{t_1}^{t_2} C_i(t) \times F_i(t) dt$$

式中:

$C_i(t)$ —向环境释放的体元 i 内, 在 t 时刻活度浓度, Bq/g;

$F_i(t)$ —体元 i 向环境的质量释放率, g/s;

n —事故分析中所描述的体元总数。

上式中, 对一般的典型事故来说体元可以包括: 堆芯、安全壳、一回路系统、二回路系统及其他设备。

7.1.1.2.4 事故进程及源项分析

1) 安全壳外主蒸汽管道破裂事故

主蒸汽管道大破口是“一次侧热输出增加”这类事故中最严重的反应堆冷却剂降温瞬态, 计算时选择最极限的安全壳外主蒸汽管道双端断裂事故。

主蒸汽管道破裂引起的蒸汽释放, 起初引起蒸汽流量快速增加, 而后, 随着蒸汽压力下降, 蒸汽流量逐渐减小。一次侧排出热量过多导致反应堆冷却剂系统降温降压。由于存在负的慢化剂温度系数, 反应堆冷却剂降温将向堆芯引入正的反应性。分析时假设反应堆初始状态为热态无负荷状态并且不考虑衰变热的影响, 这是因为衰变热可缓解反应堆冷却剂降温过程, 从而降低了堆芯重返功率的

可能性。

分析表明主蒸汽管道破裂事故满足堆芯偏离泡核沸腾设计准则的要求。根据该准则，主蒸汽管道破裂后，堆芯偏离泡核沸腾和包壳穿孔并非不可接受。但分析表明，主蒸汽管道破裂后，在假设一束具有最大反应性价值的控制棒组件卡在完全抽出位置的工况下，堆芯没有发生偏离泡核沸腾。反应堆最终将由非能动堆芯冷却系统带至停堆。

事故后的放射性释放分析假设破损回路的蒸汽发生器通过破口处在短时间内喷放蒸干，该回路碘和碱金属全部释到环境中；热工分析表明完好回路蒸汽发生器的传热管不会裸露，该回路部分碘和碱金属以蒸发形式释放到环境中。同时，考虑事故期间从一回路按技术规格书中蒸汽发生器假想的设计泄漏率，泄漏到二回路的碱金属、碘（分别计算事故前碘尖峰和事故并发碘尖峰两种情况）及惰性气体。

本事故有以下释放途径：

- 假设破损回路蒸汽发生器中的二回路冷却剂以蒸汽形式从破口释放出去，冷却剂中所有碘和碱金属全部释放出去；
- 虽然完好蒸汽发生器不会蒸干，但放射性后果分析中仍保守的假设二回路冷却剂中所有碘和碱金属在 72h 内全部释放出去；
- 假设泄漏到破损回路蒸汽发生器的反应堆冷却剂，不考虑汽水分配效应及在蒸汽发生器内的沉积，全部直接排放到环境。
- 鉴于事故中完好回路 SG 传热管处于淹没状态，完好回路 SG 中水层对泄漏到二次侧的反应堆冷却剂中非气态放射性物质有一定的滞留作用，假设泄漏到该回路的碘和碱金属需要考虑汽水分配后释放到环境中(汽水分配系数分别取 0.01 及 0.003)，惰性气体不需考虑汽水分配作用。

考虑放射性物质在事故过程中的衰变，一旦释放到环境后，不再考虑衰变。

本事故计算使用的参数见表 7.1-5，MSLB 事故后释放的放射性源项见表 7.1-6。

2) 主泵卡转子/断轴事故

主泵卡转子/断轴事故是“反应堆冷却剂系统流量下降”这类事故中产生最严重放射性释放的事故，可以包络其他此类型事故造成的放射性后果。

该事故假设一台（一共四台）反应堆冷却剂泵转轴瞬时卡死。受影响环路的

冷却剂流量迅速减小，将由冷却剂低流量停堆信号触发反应堆停堆。

随着反应堆停堆，储存于燃料棒中的热量持续传给冷却剂，这将导致冷却剂温度上升、体积膨胀。同时，故障环路蒸汽发生器传热管壳侧的传热量减少。

反应堆堆芯内冷却剂的快速膨胀以及蒸汽发生器传热量减少，将导致冷却剂的波动流量进入稳压器、整个反应堆冷却剂系统压力升高。波动流量进入稳压器压缩了蒸汽空间，将依次触动稳压器自动喷淋系统，并使得稳压器安全阀开启。基于保守考虑，分析中不考虑稳压器喷淋的降压效应。

热工水力分析结果显示，在瞬态期间，反应堆冷却剂系统的峰值压力小于使应力超过 ASME 第III篇中故障条件下应力限值的压力，燃料包壳表面最高温度远低于 1482.2℃。表明事故中没有燃料棒损坏，所以燃料棒包壳间隙中的放射性不会释放到反应堆冷却剂中。但放射性分析中保守假定有 10%的燃料棒损坏。反应堆冷却剂活度考虑为事故前碘尖峰释放模式。

本事故释放到环境中的放射性包括：

- 二回路初始的碘和碱金属；
- 技术规格书中规定的蒸汽发生器的设计泄漏率，从一回路泄漏到二回路的碱金属、碘及惰性气体；
- 从破损燃料棒间隙中释放到反应堆冷却剂中的碱金属、碘及惰性气体，最终通过泄漏到二回路释放。

该事故释放到环境的主要放射性核素为碘、碱金属和惰性气体。其中从破损燃料棒间隙中释放出来的裂变产物的份额，对于 I-131 间隙中份额为总量的 8%，Kr-85 为 10%，其它的放射性碘和惰性气体为 5%，碱金属为 12%。另外，考虑到破损燃料棒的间隙份额可能高于堆芯平均水平，因此，源项还需考虑乘以径向功率峰因子。

事故放射性释放中有两个途径：

- 二回路中初始的放射性随蒸汽排放而释放；
- 假设泄漏到蒸汽发生器的反应堆冷却剂与二回路冷却剂混合，来自反应堆冷却剂的放射性与二回路冷却剂混合。蒸汽释放时，冷却剂中的部分放射性碘和碱金属被排放出去，所释放的放射性份额取决于蒸汽发生器假定的闪蒸因子和分配系数。进入二回路的放射性惰性气体均释放到环境。这些释放持续到蒸汽排放结束为止。

考虑放射性核素在事故过程中的衰变，一旦释放到环境后衰变不再考虑。

主泵卡转子/断轴事故源项分析中，分别考虑了启动给水可用与启动给水不可用 2 种基本工况，2 种工况蒸汽释放量以及蒸汽释放持续时间有所不同的，具体假设如下：

启动给水不可用时：

- 保守取事故发生后蒸发释放持续了 1.5h；
- 蒸汽平均释放速率保守取 35.00kg/s；
- 保守假设闪蒸在事故发生后持续了 1h，闪蒸份额为 0.03；
- SG 剩余总装量，最小为 8.44E+07g。

启动给水可用时：

- 由于二回路启动给水可用，非能动余热排出系统不会投入，二回路蒸汽释放将持续较长时间，分析中保守取蒸汽释放持续时间为 8h；
- 平均蒸汽释放率保守取为 30.00kg/s；
- 由于传热管不会裸露，过程中无闪蒸现象；
- 该情况，基于满功率的状态下，2 台 SG 的最小总装量为 1.32E+08g。

本事故计算使用的参数见表 7.1-7，主泵卡转子/断轴事故后释放的放射性源项见表 7.1-8。

3) 弹棒事故

该事故定义为一个控制棒机构承压壳套机械损坏导致一束控制棒组件及其驱动杆弹出堆芯。这种机械损坏的后果是在堆芯快速引入正反应性并且产生不利的堆芯功率分布，可能导致局部燃料棒损坏。该事故是堆芯“反应性和功率分布异常”这类型事故中最为严重的，最有可能导致燃料棒破损甚至部分熔化，造成更大的放射性释放。其放射性后果可以包络此类型的其他事故造成的影响。

发生弹棒事故后，将导致堆芯反应性快速引入，使得中子注量率迅速增大，此时反应堆“保护和监测系统”将由高中子注量率停堆和中子注量率高的正变化速率停堆提供反应堆停堆保护，之后核功率激增被终止，使反应堆维持在安全状态。

通过大量的堆芯物理、热工水力分析结果表明，最不利工况下，发生燃料棒破损的份额将小于 10%，分析中保守认为最大发热点在发生弹棒前后重合。但预期发生弹棒事故不会导致燃料芯块发生熔化。放射性后果分析中仍然保守假设有

0.25%的燃料发生熔化，燃料棒破损的份额也保守取 10%。

弹棒事故导致释放的重要放射性核素有碘同位素、碱金属及惰性气体。与部分堆芯损坏释放的裂变产物相比，初始反应堆冷却剂活度是次要的。反应堆冷却剂活度考虑为事故前碘尖峰释放模式。具体的初始源项包括：

- 二回路初始的碘和碱金属；
- 按技术规格书中规定的蒸汽发生器的设计泄漏率，从一回路泄漏到二回路的碱金属、碘及惰性气体；
- 从破损燃料棒间隙中释放到一回路冷却剂中的碱金属、碘及惰性气体，最终通过泄漏到二回路释放。

释放途径：

- 一回路的放射性先从压力容器顶盖破口处释放到安全壳内，然后通过安全壳再泄漏到外环境；
- 来自一回路的放射性通过蒸汽发生器泄漏到二回路，与二回路的初始放射性混合后，再通过蒸汽管道的安全阀或者动力卸压阀释放到环境。

本事故计算使用的参数见表 7.1-9，弹棒事故后释放的放射性源项见表 7.1-10。

4) 蒸汽发生器传热管破裂事故 (SGTR)

蒸汽发生器传热管破裂事故属于“反应堆冷却剂系统装量减少”事故中放射性后果最为严重的两个事故之一（另一个是 LOCA 事故）。事故分析中，假设一根传热管完全断裂。事故发生时处于功率运行，反应堆冷却剂含有的放射性物质处于技术规格书规定允许的有限数量的燃料棒破损情况下连续运行时的最大平衡浓度。由于带有放射性的冷却剂经由破口流入蒸汽发生器的二次侧，这将导致二回路系统放射性增加。如果在事故期间核电厂丧失厂外电源或者冷凝器蒸汽旁排失效，放射性将通过蒸汽发生器动力卸压阀或安全阀排至大气中。这种情况将导致最大的放射性释放。

在事故分析中，假设发生单根传热管完全断裂是保守的，因为蒸汽发生器传热管的材料是一种耐腐蚀的高韧性金属。蒸汽发生器传热管更加可能的破损模式是一个或多个小裂缝。在核电厂运行期间，二次侧的放射性是连续监测的，这样的泄漏引起的放射性积累不允许超过技术规格书规定的限值。

本项目设计为 SGTR 事故提供了自动保护措施。自动保护措施包括反应堆停

堆、非能动余热排出系统（PRHR）热交换器投入、启动堆芯补水箱（CMT）、关闭稳压器电加热器、以及由蒸汽发生器（SG）高-3 水位信号或 SG 高水位与反应堆停堆(P-4)相符隔离化学和容积控制系统（CVS）和启动给水流量。这些保护措施可实现反应堆冷却剂系统（RCS）自动降温降压，以终止破口流量和向大气的蒸汽释放，并将 RCS 长期保持在稳定状态下。这些保护系统还可防止 SG 发生满溢以使厂外放射性剂量保持在设计基准事故所允许的限值范围内。

事故发生后通过一系列报警信号，操纵员可以很容易判断 SGTR 事故的发生，识别并隔离破损蒸汽发生器，并完成要求的恢复操作以稳定核电站和终止一次侧向二次侧的破口流量。恢复规程必须在一定时间范围内完成，以便在破损蒸汽发生器发生满溢之前终止向二次侧的破口流量。核电站为操纵员执行这些功能提供了足够的指示和控制。SGTR 事故后操纵员的这些操作进一步的缓解了事故的后果，使得预期的结果小于保守分析的情况。

分析中采取了下列保守假设：

- 反应堆处于满功率运行状态，并且假定一、二次侧的初始水装量为运行名义值减去允许的不确定度（使得放射性浓度更大）；
- 极限单一故障为破损蒸汽发生器大气释放阀失效，失效模式为阀门卡在开启位置，这将导致破损蒸汽发生器的不可控的降压，从而增大一次侧向二次侧的泄漏量和蒸汽向大气的排放量。假定破损蒸汽发生器的大气释放阀失效卡开发生在稳压器水位低-2 信号产生时，这将导致累积的一次侧向二次侧破口流量闪蒸量最大。随后，将由保护系统的主蒸汽低压信号触动相关的隔离阀自动关闭，从而使该阀门隔离；
- 保守认为破口位置在传热管顶部，使可能的裸露时间更长（闪蒸更多的放射性）。

最终，堆芯的剩余热量由非能动堆芯冷却系统导出，使得主系统压力最终将会降至破损 SG 二次侧压力。破口流量将终止，并且系统将稳定在安全状态，向环境排放的蒸汽也将停止。

SGTR 事故释放的主要放射性核素为惰性气体、气载的碱金属和碘，它们作为事故后的放射性释放到环境中。具体的源项包括：

- 事故过程中通过受损蒸汽发生器破口和完好蒸汽发生器正常泄漏到二回路的一回路源项，包括碘（分别计算事故前碘尖峰和事故并发碘尖峰

两种情况)、碱金属和惰性气体;

- 二回路初始的源项, 主要是碱金属和碘。

只要存在通向环境的出口, 泄漏进入完好蒸汽发生器和通过破口进入破损蒸汽发生器反应堆冷却剂里的放射性惰性气体立即向环境释放。碘和碱金属的释放模式一共有三种:

- 完好环路的蒸发释放, 考虑碘和碱金属的分配效应;
- 通过破损环路反应堆冷却剂的闪蒸释放, 不考虑覆盖水层的水洗作用(保守假设破口位于传热管顶部);
- 破损环路的蒸发释放, 考虑闪蒸释放后余下的碘和碱金属的蒸发时的分配效应。

这些放射性最终都通过二回路的安全阀或者动力卸压阀释放到环境, 释放持续到蒸汽排放结束为止。在释放到环境之前考虑放射性核素的衰变。一旦释放到环境中, 则不考虑放射性核素的衰变。

本事故计算使用的参数见表 7.1-11, SGTR 事故后释放的放射性源项见表 7.1-12。

5) 安全壳外载有反应堆冷却剂的小管道破裂事故

安全壳外载有反应堆冷却剂的小管道包括反应堆冷却剂系统取样管和从化学容积控制系统至放射性液体废物处理系统的排放管。这些管道仅周期性使用。安全壳外没有含有反应堆冷却剂的仪表管道。

当因硼稀释运行产生过多的一次侧冷却剂时, 化学和容积控制系统的净化流量将排至安全壳外的核岛放射性液体废物处理系统。在排出安全壳之前, 流体将经过化学和容积控制系统热的交换器和除盐床。因此, 排至安全壳外时, 流体温度低于 60°C, 而且已经经过化容混床净化。这些假想的管道破口流量受到化学和容积控制系统 22.71m³/h 净化流量的限制。由于流体温度低, 而且经过除盐处理后碘的放射性活度降低, 因此, 对该事件不作分析。假想的取样管破裂事故是较不利的事故工况。

安全壳内、外的取样管道隔离阀只有在取样时才开启。假设取样管破口发生在安全壳外隔离阀和取样盘之间。因为隔离阀只在取样时打开, 所以核电厂人员可根据丧失取样流量, 判定出现破口。此外, 取样管道破口也会导致放射性释放, 从而导致区域和空气辐射监测器报警。丧失冷却剂将会使稳压器水位降低, 需要

对反应堆冷却剂系统进行补水。根据取样管破口指示,操纵员将会采取操作措施,隔离破口。

根据伯努利方程和取样管内外的压力差和流体的密度,计算出管道内流速。再根据管径得到管道内的流量,并将该流量保守作为液体取样管线的破口流量,为 $5.63\text{m}^3/\text{h}$ 。根据事故分析结果,保守假设在30min后隔离破口。

事故后释放到环境中具有重要影响的放射性核素是碘、惰性气体和碱金属。分析假设反应堆在连续运行的条件下,反应堆冷却剂中的碘含量达到技术规格书所允许的最高水平。另外,事故时并发碘尖峰。反应堆冷却剂中惰性气体浓度达到平衡运行限值对应的值。反应堆冷却剂中的碱金属活度浓度达到设计基准的燃料破损水平(0.25%)对应的值。

假设从破口处释放的反应堆冷却剂为高温高压,则大部分流体将闪蒸为蒸汽,液体中的碘就变成气载碘。破口处反应堆冷却剂闪蒸份额取0.47。

尽管预期大部分的气载碘和气载碱金属将沉积在周围建筑物的表面,但假设碘、惰性气体和碱金属毫无损失地直接释放到环境。释放到环境后不再考虑放射性核素的衰变。

安全壳外载有主冷却剂的小管道破裂事故后,释放的放射性源项见表7.1-13。

6) 燃料操作事故

燃料操作事故是在换料期间装卸核燃料组件时,发生组件跌落,导致燃料棒损坏,包壳间隙内的放射性释放出来。

假想的燃料操作事故可发生在安全壳内或辅助厂房的燃料操作区域。事故定义为一个乏燃料组件跌落,保守认为组件中所有燃料棒包壳破损,燃料和包壳间隙中的放射性释放出来。

事故发生时,可能释放出的裂变产物总量与很多因素有关,如燃料组件的功率历史、停堆到换料操作时经过的衰变时间和核素的挥发特性等。换料时,所有的组件操作都在安全壳内进行,为了使事故具有包容性,保守假定发生事故的组件中的所有燃料棒曾以最大燃料功率因子运行,即最大功率组件。根据技术规格书中的规定,燃料操作事故前裂变产物经历的衰变时间至少为48h。

在功率运行过程中,燃料芯块中产生的一部分裂变产物会扩散到燃料棒和包壳的间隙中。间隙中裂变产物的份额由核素的扩散速率和其放射性衰变率共同决

定。发生燃料操作事故时，间隙中的气体和挥发性放射核素直接释放出来，主要关注的放射性核素是惰性气体（Kr 和 Xe）与碘。本事故分析中，间隙份额与 NB/T20444-RK 相一致，间隙份额列于表 7.1-14。

与 NB/T20444-2017RK 相一致，从破损燃料棒释放的碘的形态假设为：95% 为粒子碘（碘化铯），4.85% 为元素碘，0.15% 为有机碘。碘化铯是非挥发性的，溶于水中，不容易变成气载形态。假定碘化铯溶于低 pH 值的水中就立即转变成元素碘。分析中假设所有的碘化铯释放到池水后，立即转化为元素碘，并且将其当作初始元素碘一样处理。这时碘的形态变为：99.85% 的元素碘和 0.15% 的有机碘。

本事故放射性的释放途径假设为：

在水下释放出的放射性首先会受到至少 7m 深的水层的过滤。水层过滤对惰性气体和有机碘都不起作用，但对于元素碘有显著的去作用。与 NB/T20444-2017RK 相一致，假设碘的水洗去除因子为 200。

从水层释放出来的放射性，假设在 2h 内直接释放到环境，而不考虑其它任何对碘的去作用。

如果燃料操作事故是在安全壳内发生，一旦探测到高放射性出现，安全壳净化管线就会立即隔离，终止放射性的释放。分析时保守认为该管线隔离失效，放射性继续释放，并且进一步忽略净化管线的过滤器对气载碘的去作用。

对于发生在乏燃料水池的燃料操作事故，此时认为从乏燃料水池释放出的放射性物质直接通过厂房排风系统排向环境，而不考虑在厂房内滞留或延迟。

由于燃料操作中有许多的管理控制措施和设备操作限制，燃料操作事故的发生的可能性是很低的。分析中使用的参数和假设也是非常保守的：比如间隙份额取值较大；忽略了放射性物质在包壳内壁的附着作用；碘化铯向元素碘的转化也是瞬间完成；认为有机碘初始就存在于间隙内；操作的第一个组件就发生事故等。

本事故计算使用的参数见表 7.1-14，燃料操作事故后，释放的放射性源项见表 7.1-15。

7) 设计基准 LOCA 事故

设计基准 LOCA 是反应堆冷却剂系统压力边界管道发生破损的事故。对于本分析，定义为总的破口横截面积大于或等于 0.09m^2 的破口。

热工分析表明在设计基准 LOCA 事故中堆芯能保持完整性，不会出现熔化。

根据 NB/T20444-2017RK，该事故放射性释放分为反应堆冷却剂系统中的放射性的初始释放和堆芯间隙释放两个阶段：

➤ 反应堆冷却剂放射性初始释放

假设反应堆冷却剂的活度达到技术规格书中的限值。本项目为“先漏后破（Leak-before-break）”型的电厂，假设反应堆冷却剂向安全壳喷放 10min，且在这 10min 内流量为常数。这段时间内释放到安全壳的放射性主要为一回路冷却剂中的碘、碱金属和惰性气体。

➤ 堆芯间隙释放

堆芯间隙释放，假设发生在反应堆冷却剂释放结束后（事故后 10min），持续 30min。如 NB/T20444-2017RK 所述，间隙释放的放射性分三组核素：惰性气体、碘和碱金属（铯、钷），释放到安全壳大气的各类放射性核素份额均为 0.05。

碘的形态与 NB/T20444-2017RK 的模型一致。模型中，碘的各形态中以非挥发性的碘化铯为主，附带少量元素碘。此外模型中还假设元素碘和安全壳内的有机物反应生成有机碘化合物。各形态碘份额见表 7.1-16。

如果事故后的冷却溶液的 pH 值小于 6，部分碘化铯将转化成元素碘形态。非能动堆芯冷却系统会向事故后冷却溶液中加入足够的磷酸三钠，维持事故后地坑溶液的 pH 值大于等于 7。

不考虑能动系统对安全壳内大气中放射性的去除。在安全壳内部，放射性元素碘和气溶胶考虑自然去除作用。元素碘通过表面沉积去除。气溶胶的去除方式有重力沉降、扩散泳（蒸汽冷凝驱动的沉积）、热泳（传热引起的沉积）等。有机碘假设不能去除。

事故后所有的放射性将释放到安全壳内，通过安全壳这个唯一的途径释放到外环境。安全壳释放包括两种方式：安全壳净化管线泄漏和安全壳正常泄漏。事故开始到安全壳隔离之前，假设安全壳净化管线在运行，放射性的释放将持续到净化管线阀门关闭。不考虑净化管线的过滤作用。事故发生后 24h 内的安全壳泄漏率为设计泄漏率，此后的泄漏率为设计泄漏率的一半。

本事故计算使用的参数见表 7.1-16，LOCA 事故后，释放的放射性源项见表 7.1-17。

7.1.2 事故后果计算

7.1.2.1 事故大气弥散条件

广东廉江核电厂事故大气弥散因子采用下列一组地面释放轴线浓度公式计算：

$$(\chi/Q)_x = \frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)} \quad (7.1.2-1)$$

$$(\chi/Q)_x = \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)} \quad (7.1.2-2)$$

$$(\chi/Q)_x = \frac{1}{u_{10}\pi\Sigma_y\sigma_z} \quad (7.1.2-3)$$

式中：

$(\chi/Q)_x$ —释放点下风向 x 米距离处烟羽中心线上的地面相对浓度，即大气弥散因子， s/m^3 ；

u_{10} —地面上方 10m 高度处的风速， m/s ；

σ_y —烟羽水平弥散参数， m ；

σ_z —烟羽垂直弥散参数， m ；

A —反应堆建筑物最小迎风截面积， $2000m^2$ ；

C —反应堆建筑物几何修正因子， 0.5 ；

Σ_y —考虑烟羽弯曲和建筑物尾流效应的烟羽水平弥散参数， m 。

在用上列诸式作大气弥散因子计算时， χ/Q 按下述条件取值：

1) 对中性 (D) 和稳定 (E、F) 类大气稳定度，且 $u_{10} < 6m/s$ 的天气条件，考虑烟羽弯曲效应， χ/Q 由 (7.1.2-1) 与 (7.1.2-2) 两式计算结果的较大者再与 (7.1.2-3) 式的计算结果比较取较小者，即其取值表达式为：

$$\chi/Q = \min \left\{ \frac{1}{u_{10}\pi\Sigma_y\sigma_z}, \max \left[\frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)}, \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)} \right] \right\} \quad (7.1.2-4)$$

2) 对不稳定 (A、B、C) 类大气稳定度或 $u_{10} > 6m/s$ 的天气条件，不考虑烟羽弯曲效应， χ/Q 取 (7.1.2-1) 与 (7.1.2-2) 两式计算结果的较大者，即其取值表达式为：

$$\chi/Q = \max \left[\frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)}, \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)} \right] \quad (7.1.2-5)$$

厂址的年逐时风向、风速、大气稳定度联合频率见第二章表 2.4-6。用上列诸式计算释放点下风向不同距离处的逐时大气弥散因子 (χ/Q) 值，把算得的每

个方位某给定距离处的所有逐时 (χ/Q) 值由大到小顺序排列, 则可截取相应于某累积概率水平的 χ/Q 值。对 16 个方位的某个给定距离, 可得到 16 个相应于某概率水平的小时事故大气弥散因子。取其最大者, 用于短期释放 (持续时间在 1 小时以内) 的后果评价。

对持续时间长于 1 小时的事事故释放, 按事故过程划分不同的时间段。各时间段的事事故大气弥散因子, 可由小时事故大气弥散因子与年均弥散因子对数线性内插求取。

对于设计基准事故先逐一计算非居住区边界和规划限制区边界处每个方位 95% 累积概率水平的大气弥散因子, 并从对应于 16 个方位的数值中取出最大者与相应位置的全厂址 50% 累积概率水平的大气弥散因子相比较, 择其大者作为评价用的事故大气弥散因子进行个人剂量评价。事故大气弥散因子计算采用 PAVAN 程序。

广东廉江核电项目 1、2 号机组工程非居住区范围为距 1、2 号核岛 SSW 方位 900 米、SW 方位 1000 米、WSW 方位 850 米、W 方位 1050 米、WNW 方位 900 米, 其余方位 800 米构成的封闭区域。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。

表 7.1-18 和表 7.1-19 分别给出了厂址非居住区边界 (0~2h) 和规划限制区边界 (30d) 上事故大气弥散因子。

7.1.2.2 事故剂量

- 烟云浸没外照射;
- 吸入内照射;
- 地面沉积外照射。

剂量的计算模式如下:

放射性后果分析的目的在于确定由假想事故造成的总有效剂量。总有效剂量包括吸入气载放射性物质造成的待积有效剂量 (也就是体内各种器官长期的剂量累积) 和湮没在放射性烟羽中造成的有效剂量, 以及地面沉积所造成的有效剂量。

a) 湮没照射

假设处于半无限大烟羽中, 湮没剂量由下式计算:

$$D_{im} = \sum_i DCF_i \sum_j R_{ij} (\chi/Q)_j \quad (7.1.2-6)$$

式中:

D_{im} = 湮没剂量 (Sv)

DCF_i = 核素i的湮没剂量转换因子 (Sv·m³/Bq·s)

R_{ij} = 核素i在时间段j内释放的放射性量 (Bq)

$(\chi/Q)_j$ = 时间段j内的大气弥散因子 (s/m³)

b) 吸入照射

吸入剂量用下式计算:

$$D_{CEDE} = \sum_i DCF_i \sum_j R_{ij} (BR)_j (\chi/Q)_j \quad (7.1.2-7)$$

式中:

D_{CEDE} = CEDE剂量 (Sv)

DCF_i = 核素i的吸入剂量转换因子 (Sv/Bq)

R_{ij} = 核素i在时间段j内释放的放射性量 (Bq)

$(BR)_j$ = 时间段j内的呼吸率 (m³/s)

$(\chi/Q)_j$ = 时间段j内的大气弥散因子 (s/m³)

c) 沉积物照射

由于干沉积产生的地面沉积因子如下:

$$D/Q = (x/Q) Vd \quad (7.1.2-8)$$

式中:

D/Q — 地面沉积因子, 1/m²;

Vd — 放射性物质干沉积速度m/s; 元素碘0.01, 颗粒物和粒子碘取0.0015, 有机碘取0.0001。

地面沉积外照射产生的剂量:

$$(D_{GE})_{dkn} = \sum_i Q_m \cdot (D/Q)_{dkn} \cdot [1 - \exp(-\lambda_i t)] \lambda_i^{-1} \cdot DF_{GEi} \quad (7.1.2-9)$$

式中:

$(D_{GE})_{dkn}$ — 为事故发生后第n个释放时段在扇形区d方向上第k个区段内由于地面沉积外照射产生的个人有效剂量, Sv;

$(D/Q)_{dkn}$ — 扇形区d方向上第k个区段在第n个释放时段中某概率水平的地面沉积因子, 1/m²;

DFGE_i —沉积在地面的核素_i的有效剂量转换因子, (Sv/h) / (Bq/m²);

λ_i —核素_i的放射性衰变常数, h⁻¹;

t —地面沉积放射性积累时间, h。

7.1.3 事故后果评价

廉江核电厂 1、2 号机组工程非居住区边界范围与选址阶段环评一致, 具体范围见表 7.1-18。厂址规划限制区范围为反应堆为中心、半径 5km 的区域。针对本项目非居住区边界和规划限制区外边界上公众进行事故放射性后果计算。

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:

核动力厂事故工况的环境影响评价可采用设计基准事故, 在设计中应采取针对性措施, 使设计基准事故的潜在照射后果符合下列要求:

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

表 7.1-20 给出了事故后果与国家标准的比较。从表中可以看出, 在本节所考虑的设计基准事故工况下, 均能满足国家相关标准的要求。

从各类设计基准事故的放射性后果分析可以看出, 廉江核电项目 1、2 号机组工程的安全设施设计性能可靠, 厂址周围各类边界的设置是合理的, 电厂设计基准事故导致的环境放射性后果满足《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011) 的相应要求。

表 7.1-1 堆芯积存量

单位: GBq

	核素	总活度		核素	总活度
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
铯组	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	钇和 锶组	Sr-89	3.48E+09
碲组	Te-127m	4.84E+07		Sr-90	2.94E+08
	Te-127	3.78E+08		Sr-91	4.32E+09
	Te-129m	1.65E+08		Sr-92	4.67E+09
	Te-129	1.12E+09		Ba-139	6.54E+09
	Te-131m	5.12E+08		Ba-140	6.29E+09
	Te-132	5.06E+09	镧系	Y-90	3.04E+08
	Sb-127	3.73E+08		Y-91	4.48E+09
Sb-129	1.14E+09	Y-92		4.69E+09	
铷组	Ru-103	5.40E+09		Y-93	5.41E+09
	Ru-105	3.72E+09		Nb-95	6.07E+09
	Ru-106	1.81E+09		Zr-95	6.03E+09
	Rh-105	3.32E+09		Zr-97	6.01E+09
	Mo-99	6.72E+09		La-140	6.48E+09
	Tc-99m	5.97E+09		La-142	5.76E+09
钍组	Ce-141	5.96E+09		Pr-143	5.40E+09
	Ce-143	5.54E+09		Nd-147	2.38E+09
	Ce-144	4.48E+09		Am-241	5.49E+05
	Pu-238	1.08E+07		Cm-242	1.54E+08
	Pu-239	1.07E+06	Cm-244	1.21E+07	
	Pu-240	1.33E+06	—	—	
	Pu-241	4.84E+08	—	—	
	Np-239	6.78E+10	—	—	

表 7.1-2 反应堆冷却剂源项

单位: GBq/t

核素	活度浓度
I-130	3.22E-01
I-131	2.29E+01
I-132	3.30E+01
I-133	4.34E+01
I-134	7.82E+00
I-135	2.70E+01
Kr-85m	2.98E+01
Kr-85	9.66E+01
Kr-87	1.69E+01
Kr-88	5.30E+01
Xe-131m	4.70E+01
Xe-133m	6.09E+01
Xe-133	4.39E+03
Xe-135m	6.09E+00
Xe-135	1.29E+02
Xe-138	8.81E+00
Cs-134	1.94E+01
Cs-136	2.98E+01
Cs-137	1.54E+01
Cs-138	1.31E+01

表 7.1-3 并发碘尖峰释放相关参数

单位：GBq/s

核素	平衡状态碘释放速率
I-130	3.36E-03
I-131	1.78E-01
I-132	7.54E-01
I-133	4.03E-01
I-134	3.73E-01
I-135	3.49E-01

表 7.1-4 (1/2) 事故后安全壳内气溶胶的去除系数

时间(h)	去除系数(h ⁻¹)
0.167~0.179	0.804
0.179~0.2	0.795
0.2~0.251	0.782
0.251~0.292	0.762
0.292~0.433	0.690
0.433~0.631	0.574
0.631~0.684	0.709
0.684~0.801	0.728
0.801~0.893	0.637
0.893~1.033	0.691
1.033~1.171	0.642
1.171~1.233	0.626
1.233~1.331	0.631
1.331~1.395	0.643
1.395~1.429	0.679
1.429~1.475	0.732
1.475~1.519	0.713
1.519~1.579	0.679
1.579~1.653	0.641
1.653~1.776	0.605
1.776~1.903	0.573
1.903~1.991	0.727
1.991~2.067	0.592
2.067~2.176	0.495
2.176~2.371	0.486
2.371~2.621	0.514
2.621~2.822	0.530
2.822~2.872	0.541
2.872~2.973	0.544
2.973~3.176	0.549
3.176~3.684	0.555

表 7.1-4 (2/2) 事故后安全壳内气溶胶的去除系数

时间(h)	去除系数(h ⁻¹)
3.684~3.737	0.557
3.737~3.839	0.557
3.839~3.99	0.556
3.99~4.09	0.555
4.09~4.438	0.554
4.438~4.684	0.549
4.684~4.88	0.541
4.88~4.928	0.538
4.928~5.362	0.533
5.362~5.46	0.530
5.46~5.511	0.529
5.511~5.608	0.528
5.608~6.04	0.525
6.04~6.09	0.522
6.09~6.615	0.518
6.615~6.753	0.514
6.753~7.194	0.511
7.194~7.285	0.508
7.285~7.814	0.504
7.814~7.904	0.500
7.904~8.431	0.498
8.431~8.521	0.495
8.521~9.387	0.491
9.387~9.553	0.486
9.553~11.189	0.488
11.19~14.937	0.474
14.94~17.61	0.459
17.61~24	0.449

表 7.1-5 用于计算 MSLB 事故放射性后果的主要参数

事故持续时间	72h
反应堆冷却剂质量	1.73E+05kg
破损回路的 SG 参数	
初始水装量	1.37E+05kg
一、二次侧的泄漏率	23.65kg/h ^(a)
碘分配系数	1.0
碱金属分配系数	
- 0min~1min	0.1
- 1min~10min	1.0
蒸汽释放量	
- 0h~2h	1.37E+05kg
- 2h~72h	1.66E+03kg
完好回路的 SG 参数	
一、二次侧的泄漏率	23.65kg/h ^(a)
碘分配系数	0.01
碱金属分配系数	0.003
蒸汽释放量	
- 0h~2h	1.37E+05kg
- 2h~72h	1.66E+03kg

注:

a 等效于密度为 1000kg/m³ 冷流体, 泄漏率为 0.57m³/d。

表 7.1-6 (1/2) MSLB 事故放射性释放量

单位: GBq

并发碘尖峰释放					
核素	各时段释放量				
	0h~2h	2h~8h	8h~24h	24h~96h	96h~720h
元素碘					
I-130	2.01E+00	1.54E+01	2.57E+01	1.66E+01	0.00E+00
I-131	1.18E+02	9.64E+02	2.72E+03	7.26E+03	0.00E+00
I-132	3.47E+02	1.77E+03	4.57E+02	3.30E+01	0.00E+00
I-133	2.51E+02	1.98E+03	4.13E+03	4.69E+03	0.00E+00
I-134	1.24E+02	3.54E+02	8.97E+00	6.93E+00	0.00E+00
I-135	1.95E+02	1.38E+03	1.48E+03	3.58E+02	0.00E+00
有机碘					
I-130	6.23E-02	4.75E-01	7.94E-01	5.15E-01	0.00E+00
I-131	3.64E+00	2.98E+01	8.42E+01	2.25E+02	0.00E+00
I-132	1.07E+01	5.46E+01	1.41E+01	1.02E+00	0.00E+00
I-133	7.76E+00	6.12E+01	1.28E+02	1.45E+02	0.00E+00
I-134	3.84E+00	1.09E+01	2.75E-01	2.15E-01	0.00E+00
I-135	6.04E+00	4.26E+01	4.57E+01	1.11E+01	0.00E+00
碱金属					
Cs-134	2.83E+01	4.99E+00	1.33E+01	3.97E+01	0.00E+00
Cs-136	4.34E+01	7.62E+00	2.00E+01	5.77E+01	0.00E+00
Cs-137	2.25E+01	3.96E+00	1.05E+01	3.16E+01	0.00E+00
Cs-138	1.87E+01	1.52E+00	3.99E+00	1.20E+01	0.00E+00
惰性气体					
Kr-85m	2.43E+00	4.04E+00	2.41E+00	2.18E-01	0.00E+00
Kr-85	9.15E+00	2.74E+01	7.29E+01	2.17E+02	0.00E+00
Kr-87	9.74E-01	4.74E-01	1.89E-02	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	3.97E+00	4.85E+00	1.43E+00	2.96E-02	0.00E+00
Xe-131m	4.44E+00	1.32E+01	3.41E+01	9.39E+01	0.00E+00
Xe-133m	5.70E+00	1.62E+01	3.73E+01	7.39E+01	0.00E+00
Xe-133	4.14E+02	1.21E+03	3.04E+03	7.59E+03	0.00E+00
Xe-135m	1.06E-01	4.44E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.13E+01	2.51E+01	3.05E+01	1.23E+01	0.00E+00
Xe-138	1.42E-01	4.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 7.1-6 (2/2) MSLB 事故放射性释放量

单位: GBq

事故前碘尖峰释放					
核素	各时段释放量				
	0h~2h	2h~8h	8h~24h	24h~96h	96h~720h
元素碘					
I-130	8.65E-01	1.06E+00	1.60E+00	1.25E+00	0.00E+00
I-131	6.30E+01	9.63E+01	2.47E+02	6.60E+02	0.00E+00
I-132	7.97E+01	3.86E+01	1.65E+01	2.93E+01	0.00E+00
I-133	1.18E+02	1.58E+02	2.99E+02	3.62E+02	0.00E+00
I-134	1.62E+01	2.27E+00	2.33E+00	6.93E+00	0.00E+00
I-135	7.09E+01	7.08E+01	7.08E+01	3.82E+01	0.00E+00
有机碘					
I-130	2.67E-02	3.27E-02	4.96E-02	3.87E-02	0.00E+00
I-131	1.95E+00	2.98E+00	7.63E+00	2.04E+01	0.00E+00
I-132	2.46E+00	1.19E+00	5.12E-01	9.07E-01	0.00E+00
I-133	3.64E+00	4.90E+00	9.25E+00	1.12E+01	0.00E+00
I-134	5.00E-01	7.02E-02	7.18E-02	2.15E-01	0.00E+00
I-135	2.19E+00	2.19E+00	2.19E+00	1.18E+00	0.00E+00
碱金属					
Cs-134	2.83E+01	4.99E+00	1.33E+01	3.97E+01	0.00E+00
Cs-136	4.34E+01	7.62E+00	2.00E+01	5.77E+01	0.00E+00
Cs-137	2.25E+01	3.96E+00	1.05E+01	3.16E+01	0.00E+00
Cs-138	1.87E+01	1.52E+00	3.99E+00	1.20E+01	0.00E+00
惰性气体					
Kr-85m	2.43E+00	4.04E+00	2.41E+00	2.18E-01	0.00E+00
Kr-85	9.15E+00	2.74E+01	7.29E+01	2.17E+02	0.00E+00
Kr-87	9.74E-01	4.74E-01	1.89E-02	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	3.97E+00	4.85E+00	1.43E+00	2.96E-02	0.00E+00
Xe-131m	4.44E+00	1.32E+01	3.41E+01	9.39E+01	0.00E+00
Xe-133m	5.70E+00	1.62E+01	3.73E+01	7.39E+01	0.00E+00
Xe-133	4.14E+02	1.21E+03	3.04E+03	7.59E+03	0.00E+00
Xe-135m	1.06E-01	4.44E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.13E+01	2.51E+01	3.05E+01	1.23E+01	0.00E+00
Xe-138	1.42E-01	4.07E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 7.1-7 用于计算主泵卡转子/断轴事故放射性后果的主要参数

燃料棒破损率	10%
径向峰因子（用来确定破损燃料棒活度）	1.75
间隙中裂变产物份额	
- I-131	0.08
- Kr-85	0.10
- 其它放射性碘和惰性气体	0.05
- 碱金属	0.12
反应堆冷却剂质量	1.73E+05kg
二回路冷却剂质量	2.74E+05kg
冷凝器	不可用
每台 SG 一、二次侧的泄漏率	23.65kg/h
蒸汽发生器中核素的分配系数	
- 碘	0.01
- 碱金属	0.003
启动给水不可用	
- 事故持续时间	1.5h
- 蒸汽释放速率	
0h~1.5h	35.00 kg/s
- 泄漏液体闪蒸份额	
0h~1h	0.03
>1h	0
启动给水可用	
- 事故持续时间	8.0h
- 蒸汽释放速率	30.00kg/s
- 泄漏液闪蒸份额	0

表 7.1-8 (1/2) 主泵卡转子/断轴事故放射性释放量

单位: GBq

启动给水不可用	
核素	0h~2h 释放量
元素碘	
I-130	1.19E+01
I-131	6.11E+02
I-132	4.59E+02
I-133	7.69E+02
I-134	5.30E+02
I-135	6.87E+02
有机碘	
I-130	3.69E-01
I-131	1.89E+01
I-132	1.42E+01
I-133	2.38E+01
I-134	1.64E+01
I-135	2.13E+01
碱金属	
Cs-134	2.90E+01
Cs-136	9.03E+00
Cs-137	1.89E+01
Cs-138	1.76E+02
Rb-86	3.25E-01
惰性气体	
Kr-85m	3.04E+03
Kr-85	2.75E+02
Kr-87	4.47E+03
Kr-88	7.70E+03
Xe-131m	1.45E+02
Xe-133m	8.08E+02
Xe-133	2.60E+04
Xe-135m	1.24E+03
Xe-135	6.63E+03
Xe-138	4.88E+03

表 7.1-8 (2/2) 主泵卡转子/断轴事故放射性释放量

单位: GBq

启动给水可用		
核素	各时段释放量	
	0h~2h	2h~8h
元素碘		
I-130	4.05E+00	4.71E+01
I-131	2.15E+02	3.11E+03
I-132	1.34E+02	6.10E+02
I-133	2.66E+02	3.39E+03
I-134	1.14E+02	1.24E+02
I-135	2.27E+02	2.16E+03
有机碘		
I-130	1.25E-01	1.46E+00
I-131	6.65E+00	9.62E+01
I-132	4.14E+00	1.89E+01
I-133	8.23E+00	1.05E+02
I-134	3.53E+00	3.85E+00
I-135	7.01E+00	6.67E+01
碱金属		
Cs-134	1.78E+01	2.62E+02
Cs-136	5.58E+00	7.82E+01
Cs-137	1.16E+01	1.70E+02
Cs-138	9.40E+01	4.34E+02
Rb-86	1.99E-01	2.95E+00
惰性气体		
Kr-85m	3.90E+03	6.50E+03
Kr-85	3.66E+02	1.10E+03
Kr-87	5.31E+03	2.58E+03
Kr-88	9.71E+03	1.18E+04
Xe-131m	1.94E+02	5.75E+02
Xe-133m	1.07E+03	3.05E+03
Xe-133	3.46E+04	1.01E+05
Xe-135m	1.25E+03	5.18E+00
Xe-135	8.67E+03	1.93E+04
Xe-138	4.93E+03	1.11E+01

表 7.1-9 用于计算弹棒事故放射性后果的主要参数

径向峰因子	1.75
燃料包壳破损	
- 燃料包壳破损份额（发生 DNB）	0.10
- 间隙中裂变产物份额	
碘和惰性气体	0.10
碱金属	0.12
堆芯熔化	
- 堆芯熔化份额	0.0025
- 进入反应堆冷却剂份额	
碘和碱金属	0.5
惰性气体	1.0
- 进入安全壳份额	
碘和碱金属	0.25
惰性气体	1.0
释放到安全壳内碘的形态	
- 元素碘	4.85%
- 有机碘	0.15%
- 粒子碘	95.0%
释放到二回路碘的形态	
- 元素碘	97.0%
- 有机碘	3.0%
反应堆冷却剂质量	1.73E+05kg
冷凝器	不可用（失去厂外电）
二回路系统释放途径	
-每台 SG 一、二次侧的泄漏率	23.65kg/h
-泄漏闪蒸份额	0.04
-二回路冷却剂质量	2.74E+05kg
-泄漏闪蒸持续时间	0.5h
-阀门释放持续时间	0.5h
-阀门蒸汽释放率	27.22kg/s
-蒸汽发生器中的分配系数	
碘	0.01
碱金属	0.003
安全壳泄漏释放途径	
-安全壳泄漏率	
0~24h	每天 0.10% 安全壳自由容积
>24h	每天 0.05% 安全壳自由容积
-气载放射性去除系数	
元素碘	1.7h ⁻¹
有机碘	0h ⁻¹
粒子碘和碱金属	0.1h ⁻¹
-元素碘去污因子限值	200
-粒子碘和碱金属去污因子限值	1000
-达到元素碘去污因子限值的时间	3.1h
-达到粒子碘去污因子限值的时间	69.08h

表 7.1-10 弹棒事故放射性释放量

单位: GBq

核素	各时段释放量				
	0h~2h	2h~8h	8h~24h	24h~96h	96h~720h
元素碘					
I-130	1.51E+01	1.40E-01	1.45E-01	4.88E-02	7.40E-04
I-131	4.73E+02	5.40E+00	1.00E+01	1.94E+01	5.83E+01
I-132	6.33E+02	2.55E+00	2.59E-01	3.70E-02	0.00E+00
I-133	9.62E+02	9.73E+00	1.29E+01	8.36E+00	8.14E-01
I-134	8.58E+02	9.25E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	8.84E+02	6.88E+00	4.26E+00	4.81E-01	0.00E+00
有机碘					
I-130	6.45E-01	6.09E-01	9.01E-01	3.04E-01	5.55E-03
I-131	2.05E+01	2.44E+01	6.25E+01	1.20E+02	3.63E+02
I-132	2.57E+01	9.14E+00	1.78E+00	7.40E-03	0.00E+00
I-133	4.14E+01	4.30E+01	8.04E+01	5.19E+01	5.18E+00
I-134	3.22E+01	2.41E+00	2.22E-02	0.00E+00	0.00E+00
I-135	3.74E+01	2.87E+01	2.66E+01	3.07E+00	0.00E+00
粒子碘					
I-130	1.45E+02	2.41E+02	1.43E+02	6.29E+00	0.00E+00
I-131	4.74E+03	9.52E+03	8.94E+03	1.07E+03	2.29E+02
I-132	5.24E+03	3.87E+03	3.85E+02	0.00E+00	0.00E+00
I-133	9.41E+03	1.70E+04	1.22E+04	8.14E+02	3.70E+01
I-134	5.52E+03	1.11E+03	7.40E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	8.27E+03	1.15E+04	4.59E+03	8.88E+01	0.00E+00
惰性气体					
Kr-85m	4.22E+03	2.48E+03	1.48E+03	6.66E+01	0.00E+00
Kr-85	1.83E+02	2.08E+02	5.55E+02	1.25E+03	1.07E+04
Kr-87	6.82E+02	9.88E+01	3.89E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	1.09E+04	4.50E+03	1.33E+03	1.11E+01	0.00E+00
Xe-131m	1.92E+02	2.16E+02	5.59E+02	1.13E+03	4.59E+03
Xe-133m	1.08E+03	1.16E+03	2.68E+03	3.49E+03	2.19E+03
Xe-133	3.47E+04	3.84E+04	9.64E+04	1.71E+05	3.39E+05
Xe-135m	2.82E+03	2.22E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	9.00E+03	7.33E+03	8.89E+03	1.85E+03	7.40E+00
Xe-138	1.14E+04	5.55E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
碱金属					
Cs-134	1.05E+03	2.11E+03	2.05E+03	2.63E+02	1.74E+02
Cs-136	3.10E+02	6.20E+02	5.89E+02	7.25E+01	2.33E+01
Cs-137	6.80E+02	1.37E+03	1.33E+03	1.71E+02	1.15E+02
Cs-138	4.24E+03	2.74E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rb-86	1.19E+01	2.39E+01	2.28E+01	2.85E+00	1.11E+00

表 7.1-11 用于计算 SGTR 事故放射性后果的主要参数

反应堆冷却剂质量	1.82E+05kg
蒸汽释放持续时间	15.99h
破损回路蒸汽发生器	
– 初始水装量	5.00E+04kg
– 一次侧到二次侧破口流量	见图 7.1-3
– 破口闪蒸量	见图 7.1-4
– 蒸汽释放率	见图 7.1-5
– 碘分配系数	0.01
– 碱金属分配系数	0.003
完整回路蒸汽发生器	
– 初始水装量	1.00E+04kg
– 一次侧到二次侧的泄漏率	23.65kg/h
– 蒸汽释放率	见图 7.1-6
– 碘分配系数	0.01
– 碱金属分配系数	0.003

表 7.1-12 (1/2) SGTR 事故放射性释放量

单位: GBq

并发碘尖峰释放			
核素	各时段释放量		
	0h~2h	2h~8h	8h~24h
元素碘			
I-130	1.60E+01	1.28E+00	2.24E+01
I-131	8.37E+02	8.51E+01	2.19E+03
I-132	6.72E+02	1.70E+01	5.01E+01
I-133	1.09E+03	9.37E+01	1.92E+03
I-134	7.16E+02	3.36E+00	3.70E-01
I-135	9.49E+02	5.91E+01	7.24E+02
有机碘			
I-130	4.95E-01	3.95E-02	6.94E-01
I-131	2.59E+01	2.63E+00	6.76E+01
I-132	2.08E+01	5.20E-01	1.55E+00
I-133	3.38E+01	2.89E+00	5.95E+01
I-134	2.22E+01	9.69E-02	7.40E-03
I-135	2.93E+01	1.82E+00	2.24E+01
碱金属			
Cs-134	4.52E+01	5.18E-01	7.21E+00
Cs-136	6.94E+01	7.40E-01	1.08E+01
Cs-137	3.59E+01	4.03E-01	5.72E+00
Cs-138	1.92E+01	3.70E-03	0.00E+00
Rb-86	4.52E+01	5.18E-01	7.21E+00
惰性气体			
Kr-85m	1.91E+03	8.25E+02	1.44E+01
Kr-85	6.94E+03	4.49E+03	1.81E+02
Kr-87	8.31E+02	1.41E+02	3.70E-01
Kr-88	3.18E+03	1.10E+03	1.11E+01
Xe-131m	3.37E+03	2.16E+03	8.88E+01
Xe-133m	4.34E+03	2.71E+03	9.99E+01
Xe-133	3.14E+05	2.00E+05	7.77E+03
Xe-135m	1.20E+02	2.22E-01	0.00E+00
Xe-135	8.72E+03	4.61E+03	1.22E+02
Xe-138	1.64E+02	1.85E-01	0.00E+00

表 7.1-12 (2/2) SGTR 事故放射性释放量

单位: GBq

事故前碘尖峰释放			
核素	各时段释放量		
	0h~2h	2h~8h	8h~24h
元素碘			
I-130	2.55E+01	3.53E-01	4.28E+00
I-131	1.85E+03	3.29E+01	5.95E+02
I-132	2.35E+03	1.14E+01	2.16E+01
I-133	3.47E+03	5.34E+01	7.70E+02
I-134	4.54E+02	3.96E-01	0.00E+00
I-135	2.09E+03	2.32E+01	1.94E+02
有机碘			
I-130	7.89E-01	1.10E-02	1.32E-01
I-131	5.74E+01	1.02E+00	1.84E+01
I-132	7.26E+01	3.54E-01	6.58E-01
I-133	1.07E+02	1.65E+00	2.39E+01
I-134	1.40E+01	1.18E-02	0.00E+00
I-135	6.47E+01	7.07E-01	5.99E+00
碱金属			
Cs-134	4.52E+01	5.18E-01	7.21E+00
Cs-136	6.94E+01	7.40E-01	1.08E+01
Cs-137	3.59E+01	4.03E-01	5.72E+00
Cs-138	1.92E+01	3.70E-03	0.00E+00
Rb-86	4.52E+01	5.18E-01	7.21E+00
惰性气体			
Kr-85m	1.91E+03	8.25E+02	1.44E+01
Kr-85	6.94E+03	4.49E+03	1.81E+02
Kr-87	8.31E+02	1.41E+02	3.70E-01
Kr-88	3.18E+03	1.10E+03	1.11E+01
Xe-131m	3.37E+03	2.16E+03	8.88E+01
Xe-133m	4.34E+03	2.71E+03	9.99E+01
Xe-133	3.14E+05	2.00E+05	7.77E+03
Xe-135m	1.20E+02	2.22E-01	0.00E+00
Xe-135	8.72E+03	4.61E+03	1.22E+02
Xe-138	1.64E+02	1.85E-01	0.00E+00

表 7.1-13 安全壳外载有反应堆冷却剂的小管道破裂事故放射性释放量

单位: GBq

核素	0h~2h 释放量
元素碘	
I-130	1.15E+01
I-131	6.18E+02
I-132	2.42E+03
I-133	1.38E+03
I-134	1.10E+03
I-135	1.17E+03
有机碘	
I-130	3.55E-01
I-131	1.91E+01
I-132	7.49E+01
I-133	4.28E+01
I-134	3.40E+01
I-135	3.62E+01
碱金属	
Cs-134	2.57E+01
Cs-136	3.94E+01
Cs-137	2.04E+01
Cs-138	1.73E+01
惰性气体	
Kr-85m	8.42E+01
Kr-85	2.72E+02
Kr-87	4.75E+01
Kr-88	1.49E+02
Xe-131m	1.32E+02
Xe-133m	1.71E+02
Xe-133	1.23E+04
Xe-135m	1.74E+01
Xe-135	3.62E+02
Xe-138	2.46E+01

表 7.1-14 用于计算燃料操作事故放射性后果的主要参数

源项假设	
– 堆芯功率	3434MWt
– 衰变时间	48h
停堆 48h 后的堆芯源项	单位: GBq
I-130	7.80E+06
I-131	3.03E+09
I-132	3.41E+09
I-133	1.47E+09
I-135	4.46E+07
Kr-85m	3.74E+07
Kr-85	5.64E+05
Kr-88	2.09E+04
Xe-131m	3.92E+07
Xe-133m	6.35E+09
Xe-133	1.65E+08
Xe-135m	4.04E+08
Xe-135	7.66E+06
堆芯燃料组件数目	157
受损燃料组件数目	一个组件
径向功率峰因子	1.75
间隙裂变产物份额	
I-131	8%
其他放射性碘	5%
Kr-85	10%
其它惰性气体	5%
池水对碘的去污因子	200
放射性释放持续时间	2h

表 7.1-15 燃料操作事故放射性释放量

单位: GBq

核素	0h~2h 释放量
元素碘	
I-130	1.24E+01
I-131	7.70E+03
I-132	5.42E+03
I-133	2.34E+03
I-135	7.09E+01
有机碘	
I-130	9.39E+00
I-131	5.81E+03
I-132	4.09E+03
I-133	1.77E+03
I-135	5.35E+01
惰性气体	
Kr-85m	2.08E+04
Kr-85	6.29E+02
Kr-88	1.17E+01
Xe-131m	2.18E+04
Xe-133m	3.54E+06
Xe-133	9.21E+04
Xe-135m	2.25E+05
Xe-135	4.26E+03

表 7.1-16 用于计算设计基准 LOCA 事故放射性后果的主要参数

反应堆冷却剂源项数据 - 惰性气体活度浓度 - 碘活度浓度 - 反应堆冷却剂质量	9.90E+03GBq/t 剂量等效 Xe-133, 见表 7.1-2 3.20E+01GBq/t 剂量等效 I-131, 见表 7.1-2 1.73E+05kg
安全壳净化释放数据 - 安全壳净化流率 - 净化管线隔离时间 - 反应堆冷却剂喷放时间 - 反应堆冷却剂中碘变成气载碘的份额 - 碘的形态 <ul style="list-style-type: none"> • 元素碘 • 有机碘 • 粒子碘 	2.72E+04m ³ /h 30s 10min 1.0 4.85% 0.15% 95%
安全壳泄漏释放数据 - 安全壳自由容积 - 安全壳泄漏率, 0h~24h - 安全壳泄漏率, >24h - 元素碘去除的去污因子限值	5.83E+04m ³ 每天 0.10% 安全壳自由容积 每天 0.05% 安全壳自由容积 200

表 7.1-17 设计基准 LOCA 事故放射性释放量

单位: GBq

核素	各时段释放量				
	0h-2h	2h-8h	8h-24h	24h-96h	96h-720h
元素碘					
I-130	6.06E+00	5.77E-01	3.96E-01	1.33E-01	0.00E+00
I-131	1.96E+02	2.15E+01	2.73E+01	5.25E+01	1.58E+02
I-132	2.22E+02	1.18E+01	7.77E-01	0.00E+00	0.00E+00
I-133	3.92E+02	3.96E+01	3.55E+01	2.26E+01	2.22E+00
I-134	2.32E+02	4.88E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	3.46E+02	2.90E+01	1.18E+01	1.11E+00	0.00E+00
有机碘					
I-130	5.32E-01	1.64E+00	2.42E+00	8.18E-01	1.48E-02
I-131	1.75E+01	6.53E+01	1.67E+02	3.22E+02	9.71E+02
I-132	1.80E+01	2.46E+01	4.81E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	3.47E+01	1.16E+02	2.16E+02	1.40E+02	1.37E+01
I-134	1.65E+01	6.47E+00	5.92E-02	0.00E+00	0.00E+00
I-135	2.99E+01	7.71E+01	7.15E+01	8.18E+00	3.70E-05
粒子碘					
I-130	2.10E+02	1.20E+02	4.03E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	6.86E+03	4.46E+03	2.07E+02	0.00E+00	7.40E+00
I-132	7.37E+03	2.40E+03	1.48E+01	0.00E+00	0.00E+00
I-133	1.37E+04	8.24E+03	3.18E+02	3.70E+00	0.00E+00
I-134	7.15E+03	8.88E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	1.19E+04	6.02E+03	1.48E+02	0.00E+00	0.00E+00
碱金属					
Rb-86	1.44E+01	9.42E+00	4.48E-01	3.70E-03	2.22E-02
Cs-134	1.27E+03	8.33E+02	4.00E+01	3.70E-01	3.70E+00
Cs-136	3.74E+02	2.44E+02	1.18E+01	0.00E+00	3.70E-01
Cs-137	8.24E+02	5.41E+02	2.59E+01	3.70E-01	2.22E+00
Cs-138	4.07E+03	2.07E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
惰性气体					
Kr-85m	2.60E+03	5.65E+03	3.37E+03	1.55E+02	0.00E+00
Kr-85	1.26E+02	4.71E+02	1.25E+03	2.82E+03	2.42E+04
Kr-87	3.23E+03	2.26E+03	8.88E+01	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	6.35E+03	1.03E+04	3.04E+03	3.33E+01	0.00E+00
Xe-131m	1.31E+02	4.90E+02	1.27E+03	2.57E+03	1.04E+04
Xe-133m	7.35E+02	2.65E+03	6.11E+03	7.96E+03	5.00E+03
Xe-133	2.36E+04	8.74E+04	2.19E+05	3.89E+05	7.70E+05
Xe-135m	3.77E+02	4.81E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	5.86E+03	1.67E+04	2.03E+04	4.22E+03	3.70E+01
Xe-138	1.38E+03	1.22E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 7.1-18 厂址非居住区边界 0—2 小时事故大气弥散因子

(各方位角 95% 和全厂址 50% 概率水平的最大值)

方位	距离 (m)	0-2h 弥散因子 (s/m ³)
S	800.	7.56E-05
SSW	900.	4.40E-05
SW	1000.	4.30E-05
WSW	850.	5.63E-05
W	1050.	6.94E-05
WNW	900.	4.60E-05
NW	800.	1.28E-05
NNW	800.	8.36E-06
N	800.	7.67E-06
NNE	800.	7.36E-06
NE	800.	1.02E-05
ENE	800.	7.76E-06
E	800.	1.65E-05
ESE	800.	1.44E-05
SE	800.	1.16E-05
SSE	800.	1.08E-05
全厂址	--	3.80E-05
最大值	--	7.56E-05

表 7.1-19 厂址规划限制区边界 30 天内事故大气弥散因子

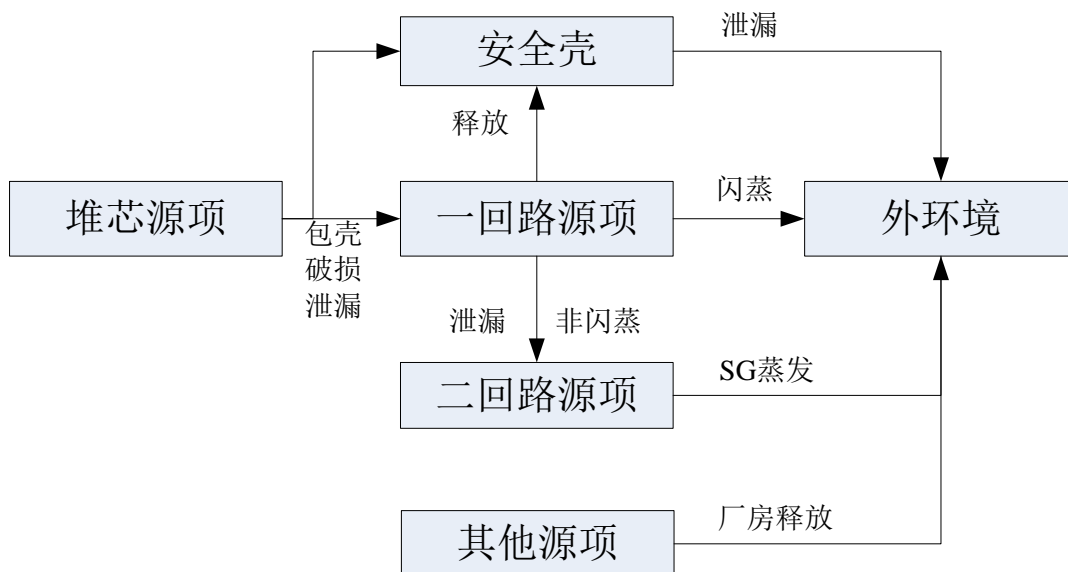
(各方位角 95% 和全厂址 50% 概率水平的最大值)

单位: s/m^3

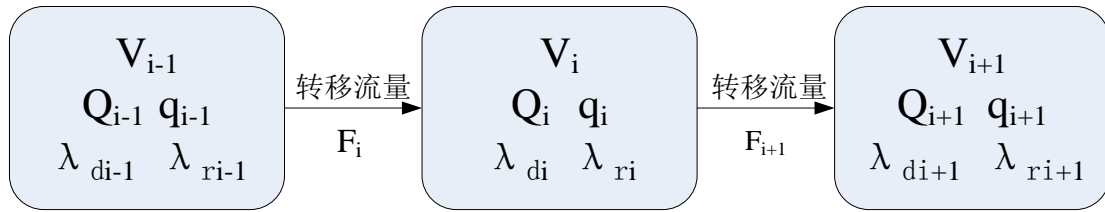
方位	规划限制区外边界 (5000m)				
	0-2h	0-8h	8-24h	24-96h	96-720h
S	8.78E-06	5.85E-06	4.77E-06	3.07E-06	1.63E-06
SSW	4.66E-06	3.21E-06	2.66E-06	1.78E-06	9.93E-07
SW	5.69E-06	3.88E-06	3.20E-06	2.12E-06	1.17E-06
WSW	6.18E-06	4.19E-06	3.45E-06	2.26E-06	1.24E-06
W	1.27E-05	8.39E-06	6.82E-06	4.35E-06	2.28E-06
WNW	4.79E-06	3.31E-06	2.75E-06	1.84E-06	1.04E-06
NW	3.92E-07	3.59E-07	3.43E-07	3.11E-07	2.70E-07
NNW	1.77E-07	1.60E-07	1.52E-07	1.37E-07	1.17E-07
N	1.34E-07	1.21E-07	1.15E-07	1.03E-07	8.75E-08
NNE	1.80E-07	1.38E-07	1.20E-07	9.01E-08	5.94E-08
NE	1.81E-07	1.52E-07	1.39E-07	1.15E-07	8.69E-08
ENE	1.26E-07	1.05E-07	9.60E-08	7.88E-08	5.95E-08
E	5.86E-07	4.13E-07	3.47E-07	2.37E-07	1.37E-07
ESE	1.44E-06	9.38E-07	7.58E-07	4.77E-07	2.46E-07
SE	1.36E-06	9.54E-07	7.98E-07	5.42E-07	3.11E-07
SSE	1.92E-07	1.99E-07	2.03E-07	2.11E-07	2.24E-07
全厂址	5.22E-06	4.00E-06	3.50E-06	2.61E-06	1.72E-06
最大值	1.27E-05	8.39E-06	6.82E-06	4.35E-06	2.28E-06

表 7.1-20 事故后果与国家标准的比较

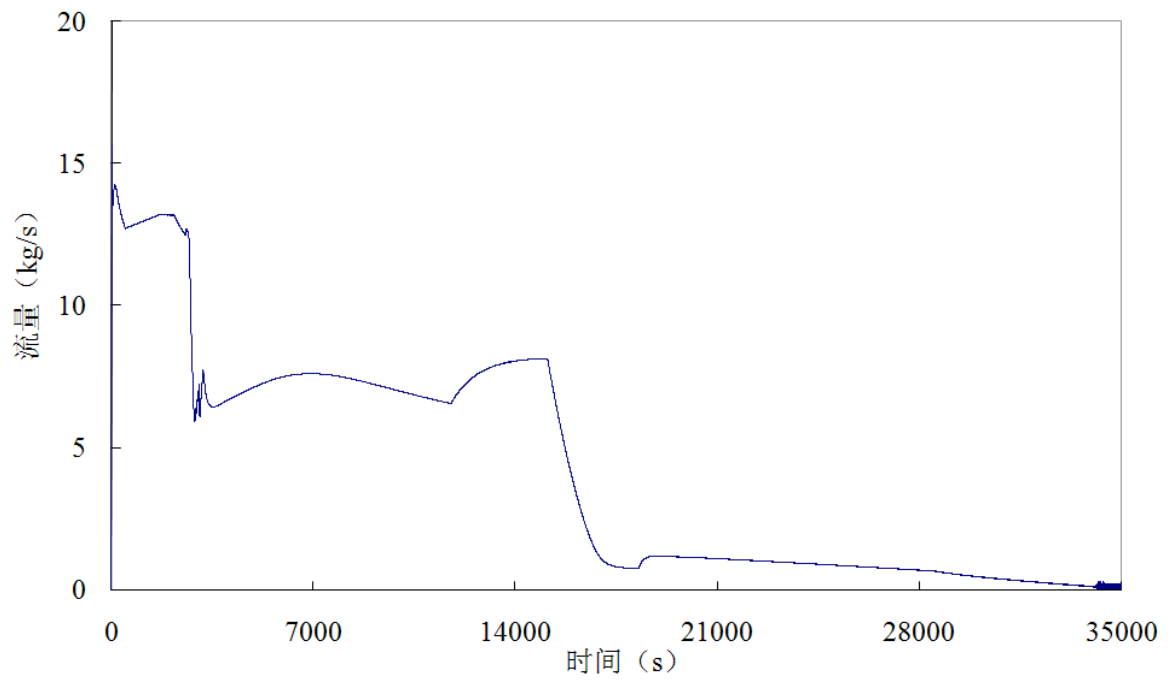
事故	事故类别	非居住区边界				规划限制区边界 (5km)			
		有效剂量 (Sv)		甲状腺当量剂量 (Sv)		有效剂量 (Sv)		甲状腺当量剂量 (Sv)	
		最大剂量	限值%	最大剂量	限值%	最大剂量	限值%	最大剂量	限值%
MSLB 事故-事故并发碘尖峰	极限事故	1.55E-04	0.15%	1.89E-03	0.19%	6.50E-04	0.65%	6.91E-03	0.69%
MSLB 事故- 事故前碘尖峰	极限事故	9.52E-05	0.10%	9.55E-04	0.10%	7.19E-05	0.07%	7.04E-04	0.07%
卡转子事故-启动给水不可用	极限事故	6.11E-04	0.61%	8.39E-03	0.84%	9.31E-05	0.09%	9.31E-04	0.09%
卡转子事故-启动给水可用	极限事故	3.08E-04	0.31%	2.94E-03	0.29%	4.54E-04	0.45%	4.86E-03	0.49%
弹棒事故	极限事故	3.52E-03	3.52%	3.51E-02	3.51%	1.44E-03	1.44%	1.23E-02	1.23%
SGTR 事故-事故并发碘尖峰	稀有事故	7.88E-04	15.76%	1.16E-02	23.17%	2.68E-04	5.36%	2.68E-03	5.36%
SGTR 事故-事故前碘尖峰	极限事故	1.69E-03	1.69%	2.78E-02	2.78%	3.19E-04	0.32%	3.51E-03	0.35%
小管道破裂事故	稀有事故	6.69E-04	13.37%	1.01E-02	20.25%	1.07E-04	2.15%	1.12E-03	2.25%
燃料操作事故	极限事故	7.34E-03	7.34%	1.36E-01	13.56%	1.06E-03	1.06%	1.50E-02	1.50%
DBA LOCA 事故	极限事故	4.16E-03	4.16%	4.31E-02	4.31%	8.77E-04	0.88%	8.16E-03	0.82%



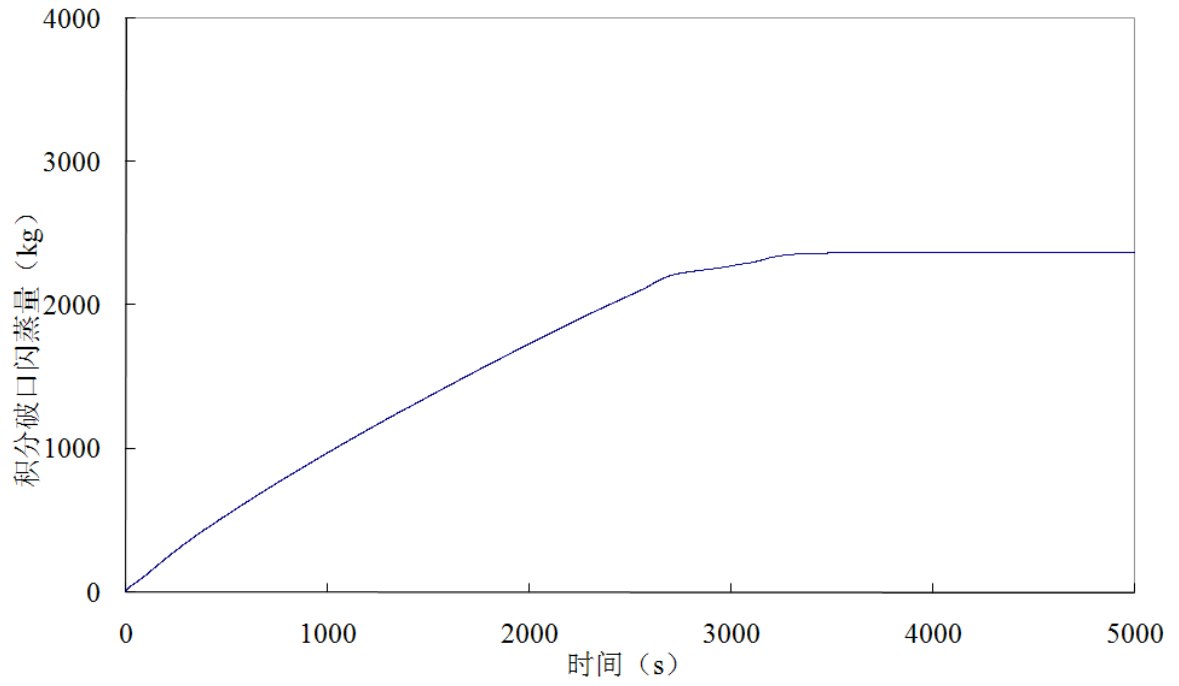
广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
放射性转移的示意		
图 7.1-1	版次：	A



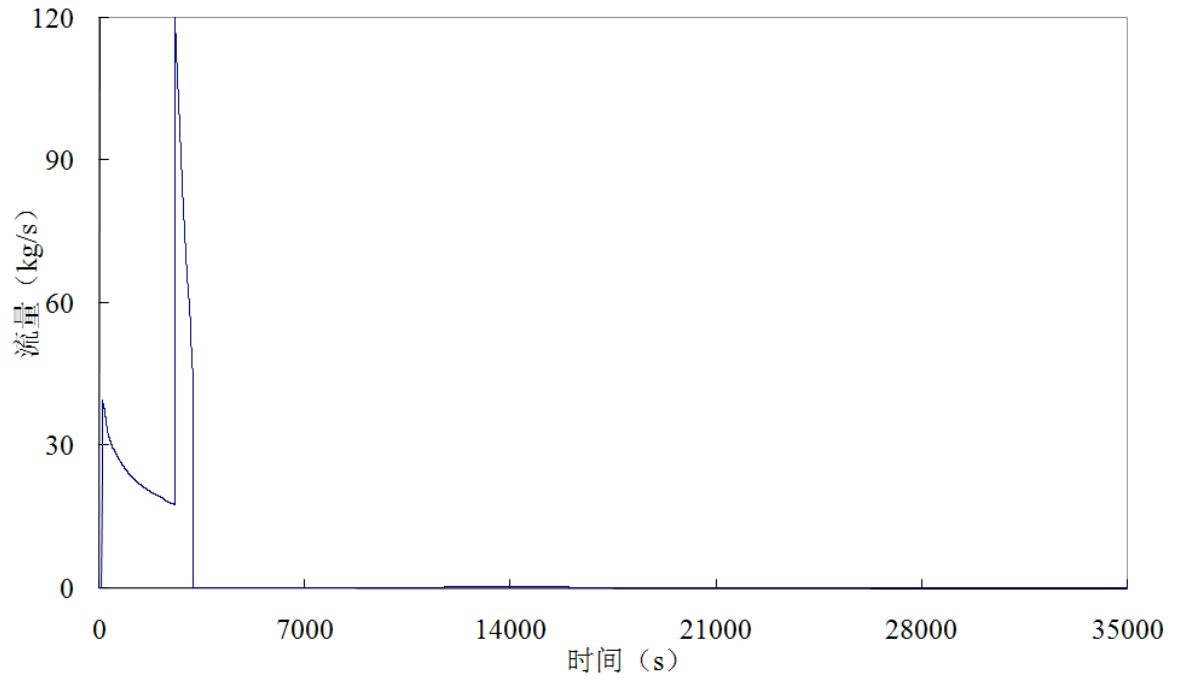
广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
放射性转移的数学模型		
图 7.1-2	版次：	A



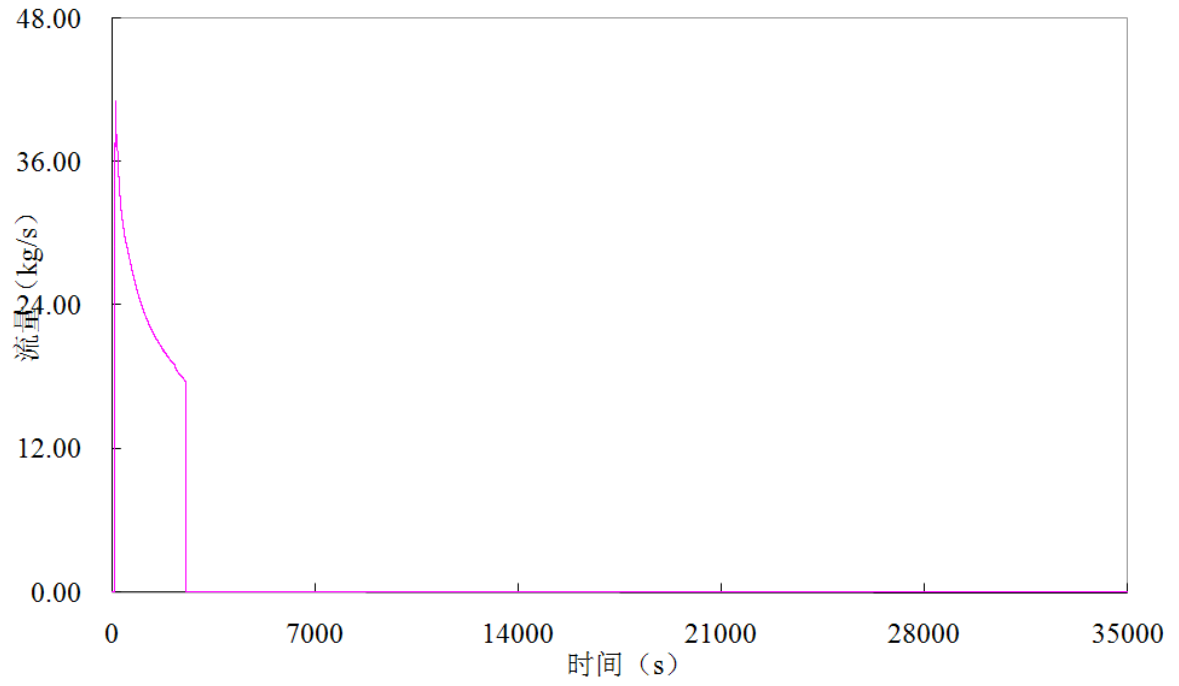
广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
SGTR 事故一次侧到二次侧破口流量		
图 7.1-3	版次:	A



广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
SGTR 事故累计破口闪蒸量		
图 7.1-4	版次：	A



广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
SGTR 事故破损蒸汽发生器向大气排 放蒸汽的质量流量		
图 7.1-5	版次：	A



广东廉江核电项目 1、2 号机组工程		
环境影响报告书（建造阶段）		
SGTR 事故完整蒸汽发生器向大气排放蒸汽的质量流量		
图 7.1-6	版次:	A

7.2 严重事故

7.2.1 事故描述

超设计基准事故中的某些概率很低的核动力厂状态,可能由安全系统多重故障而引起,并导致堆芯明显恶化,它们可能危及多层或所有用于防止放射性物质释放的屏障的完整性。这些事件序列被称之为严重事故。对压水堆核电厂,尽管严重事故的发生概率极低,但是一旦发生,将会导致堆芯损伤,如果不采取相应的缓解措施,不仅会导致反应堆压力容器失效,还可能导致安全壳失效,引起放射性物质不可控地向环境大量释放,后果极其严重。因此,需要采用充分可靠的措施来防止设计基准事故发展为严重事故,并设置相关的措施在严重事故发生后缓解事故的后果。

7.2.2 事故后果

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运输。运输过程中,放射性物质会对人体产生辐射影响。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。

六类严重事故释放频率见表 7.2-1, 释放份额见表 7.2-2。

《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 7.2-3,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 7.2-1 和图 7.2-2:

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 $7.94E-03$ 人·Sv/堆年,各释放类别详细数据见表 7.2-4。

7.2.3 严重事故预防和缓解方案

本工程采用先进非能动型压水堆核电厂设计,其系统和设备采用先进、成熟和保守的设计,满足 IAEA、美国 NRC 和我国法律法规的要求,根据 PSA 分析结果,其发生堆芯损伤的概率比 URD 的要求低得多。另外,在设计上充分考虑了严重事故相关的预防和缓解措施,其目标是缓解严重事故后果,尽可能保持安全壳完整,防止放射性物质向环境的大量释放。

主要的严重事故预防和缓解措施包括:

- 预防界面 LOCA—界面系统采用全压设计
- 预防保护和安全监测系统(PMS)共因失效及未能实现反应堆紧急停堆的预期瞬态(ATWS)—设置多样化驱动系统
- 事故下堆芯应急冷却—采用非能动堆芯冷却系统设计
- 事故下安全壳热量移出——设计非能动安全壳冷却系统
- 防止高压熔堆——设计非能动余热排出系统和自动卸压系统
- 缓解事故下产生的氢气——设置安全壳内氢气控制系统

- 防止反应堆压力容器失效——采取熔融物堆内滞留策略，采用事故下淹没堆腔设计并考虑堆腔淹没系统功能，使得在事故下反应堆压力容器淹没在冷却水中，从而使堆芯熔融物保持在反应堆压力容器内
- 防止堆外严重事故条件下安全壳失效——采用合理的堆腔设计，使其能够承受堆外严重事故现象产生的载荷

此外，本工程还通过对人因、应急运行规程、核电厂应急计划、可能的高级别严重事故响应、堆芯损伤后投入操作的利弊和严重事故进程及时间表的综合考虑，建立严重事故管理导则，可在严重事故下为操纵员提供技术指导。其内容主要包括如下三个部分：（1）主控室严重事故管理导则；（2）技术支持中心严重事故管理导则；（3）技术支持中心严重挑战响应导则。

下面对严重事故下的主要预防和缓解措施进行简单评价：

1) 界面系统采用全压设计

界面系统 LOCA (ISLOCA) 是指反应堆冷却剂系统 (RCS) 压力边界在与一个低压系统的交界面处发生泄漏，RCS 冷却剂将会进入到低压系统。低压的界面系统不能承受 RCS 的高压力，在其边界(安全壳外)发生破口，从而将会导致反应堆冷却剂直接向环境的释放。由于冷却剂直接释放至安全壳外而大量流失，从而可能直接导致堆芯损伤。

对本工程而言，最重要的 ISLOCA 途径为正常余热排出系统 (RNS) 入口管和出口管。该系统压力边界概括如下：

- RNS 入口管线——RNS 入口管线——来自 RCS 热段的入口管线上有 5 台常关的电动闸阀，可以在主控制室进行操纵。位于壳内两条冗余管道上的 RCS 内/外入口集管隔离阀 (4 台) 与外部阀门串联，同时这四台阀门由压力联锁。在正常功率运行期间，这些阀的电源在其电动机控制中心形成闭锁。位于壳内阀门与壳外阀门之间的一台释放阀和从 IRWST 引出的吸入管线上的一台常闭阀也位于安全壳内。
- RNS 排放管线上有 3 台止回阀、2 台截止止回阀和 1 台闸阀。电动闸阀位于安全壳外 RNS 泵下游，可在主控制室操纵，并在集管处串联了一台止回阀。在止回阀下游有两条冗余的注入管线，每条管线上均有一台止回阀，同时串联一台截止止回阀，这些阀都设置在安全壳内。

RNS 管道设计为极限破裂强度不小于 RCS 的运行压力，并且位于安全壳外

的 RNS 设备设计符合抗震 I 类的要求。对于 RNS 暴露在正常的反应堆冷却剂系统压力事件中，RNS 管道发生破裂的概率极低。

2) 设置多样化驱动系统

本工程设置了多样化驱动系统(DAS)来提供必要的仪控功能，以减少与 PMS 相关的共因失效所带来的风险。DAS 主要有以下三项功能：

- 在核电厂参数超出整定值的情况下，提供多样、备用、自动的驱动信号以使反应堆停堆，并启动选定系列的专设安全设施；
- 为反应堆停堆和选定的专设安全设施的启动提供一个多样、备用的独立手动启动能力；
- 为选定的核电厂参数提供专门独立的指示。

上述功能的目的是：

- 缓解 ATWS 的后果；
- 降低概率安全评价(PSA)中由于 PMS 的共因失效导致的堆芯熔化和安全壳超压事故概率。

为达到这些目标，在设计中提供了以下自动和手动驱动功能：

- 自动驱动功能
 - 反应堆停堆和汽机停机
 - 启动堆芯补水箱和使主泵停运
 - 非能动余热排出系统启动和 IRWST 集水槽隔离
 - 安全壳隔离和非能动安全壳冷却系统启动
- 手动驱动功能
 - 反应堆停堆和汽机停机
 - 启动堆芯补水箱和使主泵停运
 - 非能动余热排出系统启动和 IRWST 集水槽隔离
 - 安全壳隔离和非能动安全壳冷却系统启动
 - 氢气点火器控制
 - 自动卸压系统各级阀门
 - IRWST 注射
 - 启动安全壳再循环
 - 启动 IRWST 排水至安全壳

3) 采用非能动堆芯冷却系统设计

本工程非能动堆芯冷却系统(PXS)包括一个非能动余热排出热交换器、两个堆芯补水箱、两个安注箱和一个 IRWST。另外的 PXS 设备还包括 IRWST 滤网、IRWST 重力注射管线、安全壳再循环管线和事故后 pH 值调节篮等。非能动堆芯冷却系统可以在事故下为堆芯提供非能动的堆芯冷却, 并可提供反应堆冷却剂系统的应急补水和硼化。PXS 可以完成如下功能:

- 应急堆芯余热排出

在设计基准瞬态、事故或丧失正常余热排出系统时, 非能动余热排出系统可提供应急堆芯冷却功能。在功率运行 RCS 条件及停堆状态下, 只要 RCS 压力边界维持完整, 其热移出功能均可用。从长期而言, 非能动余热排出系统可将 RCS 冷却至安全停堆状态。

- 反应堆冷却剂系统应急补水和硼化

在事故下, 当化学和容积控制系统(CVS)的正常补水不可用或不足时, 为 RCS 提供补水和硼化。

- 安全注射

对各种破口尺寸直至主管道双端断裂破口 LOCA 事故提供非能动安全注射, 从而为堆芯提供充分的冷却。

- 安全壳 pH 值控制

在事故发生后, 通过添加化学物质调节安全壳内的 pH 值, 以支持安全壳内高剂量放射性物质的包容, 并防止在长期淹没过程中安全壳设备的应力腐蚀。

4) 非能动安全壳热量移出

本工程安全壳由非能动安全壳冷却系统进行冷却, 能够将热量通过钢安全壳直接传至大气环境。在事故工况下, 安全壳外的冷却水依靠蒸发带走热量, 为安全壳提供长期冷却并限制安全壳压力。当发生概率极低的非能动安全壳冷却系统冷却水丧失事故时, 通过环形空间的空气自然对流也能持续为安全壳提供重要的冷却, 减缓安全壳升压速度, 在较长时间内防止安全壳超压。

在接收到自动触发或手动打开信号后, 非能动安全壳冷却系统阀门将打开, 并依靠从顶部喷淋水的自然蒸发带走热量, 通过设置导流板使得流道内气体流量较大, 可以有效带走热量。阀门采用并联设计并采用不同型号, 防止发生共因失效, 此外, 还可以通过消防水源或消防车为该系统提供水源。因此, 该系统热移

出能力足够并且可靠性高。

5) 防止高压熔堆

本工程在设计上考虑了防止高压熔堆的措施。这些措施主要包括非能动余热排出系统和自动卸压系统。非能动余热排出系统可以可靠地导出反应堆余热，自动卸压系统可以保证系统成功卸压。

非能动余热排出系统主要依靠重力自然循环形成冷却剂流动环路，将存有大量水源的内置换料水箱作为热阱。整个系统除阀门外没有能动部件，阀门采用并联设计，由安全级电源供电。通过合理设置换热器排管数量和优化流道设计，非能动余热排出系统热移出能力足够并高度可靠。

自动卸压系统采用双列设计，各级阀门尺寸不完全相同，在丧失交流电的情况下依靠蓄电池传递信号或触动阀门即可运行。通过设置合理的时间延迟和阀门打开顺序，自动卸压系统能够快速、有效地将系统压力降低至安全壳压力附近。

6) 安全壳内氢气控制

本工程由安全壳内氢气控制系统控制氢气，该系统包括氢气浓度监测器、非能动氢气复合器和氢气点火器。氢气控制系统执行如下监测和控制安全壳内氢气浓度的功能：

- 氢气浓度监测—分布在安全壳内的氢气监测器可以为操纵员提供安全壳内氢气浓度的连续指示。该监测功能可使操纵员能够监测并启动事故后的缓解措施，包括启动氢气点火器。
- 非能动氢气复合器—在设计基准事故下，氢气复合器将自动使安全壳内的整体氢气浓度维持在较低水平。对严重事故，非能动氢气复合器协助氢气点火器降低安全壳内的整体氢气浓度。
- 氢气点火器—分布在安全壳内的氢气点火器通过局部燃烧相对较低浓度的氢气，防止氢气浓度达到可能的爆炸限值。

本工程采用纵深防御的方法，应对可能危及安全壳完整性的氢气扩散火焰。反应堆冷却剂系统的自动卸压系统第4级阀门作为第一层次防御，它阻止大量的氢气释放至内置换料水箱和非能动堆芯冷却系统隔间。ADS第4级阀门出口位于环路隔间，而环路隔间与安全壳壳体相互隔开，并且通过安全壳内自然循环提供稳定的氧气源。在环路隔间内，氢气以扩散火焰方式燃烧，不会危及安全壳的完整性。如果自动卸压系统第4级阀门失效，本工程在内置换料水箱处设计了排

气口，以缓解安全壳壁附近的扩散火焰。

本工程设计由于没有能直接导致氢气爆炸的足够能量，因此燃爆转变(DDT)是唯一可能导致安全壳内发生氢气爆炸的原因。在严重事故后，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，安全壳氢气控制系统的氢点火器启动以促进氢气的燃烧，从而防止安全壳内氢浓度达到燃爆转变限值。

氢气控制系统在没有外电源的情况下依靠蓄电池以及非能动部件仍然可以正常运行，因而，通过合理的氢气点火器和氢气复合器布置，氢气控制系统可有效地降低安全壳内氢气浓度。

7) 防止反应堆压力容器失效

通过反应堆压力容器外水冷实现堆芯熔融物堆内滞留是本工程严重事故关键缓解措施。在假想的严重事故期间，利用内置换料水箱的水淹没反应堆堆腔，并使反应堆压力容器浸于水中，这一严重事故管理策略可有效地防止压力容器失效。利用水冷却压力容器外表面，可防止反应堆下封头内的堆芯熔融物使压力容器失效和向安全壳迁移。通过将堆芯熔融物滞留在压力容器内，可限制发生某些与安全壳完整性相关且具有很大大不确定性的压力容器外的严重事故现象(如：压力容器外蒸汽爆炸、堆芯熔融物—混凝土反应等)，以保持安全壳的完整性。

本工程在设计上具有如下改善反应堆压力容器外的冷却特性，以实现熔融物堆内滞留：

- 设置了可靠的多级反应堆冷却剂系统卸压系统，可保证在系统卸压后压力容器壁面将承受较小的应力；
- 反应堆压力容器下封头未设置贯穿件，除了压力容器壁面自身的蠕变失效外，不会发生与容器贯穿件相关的失效；
- 来自内置换料水箱的水可淹没反应堆堆腔，使反应堆容器浸没至高于反应堆冷却剂环路；
- 反应堆压力容器外保温层设计为水和蒸汽的流动提供了一个流道，在该流道内水大量汽化并从顶部出口喷出，在流道内形成很大的流量。

熔融物堆内滞留策略完全是非能动的，通过设计保证压力容器外壁面热流密度低于临界热流密度，可以保证熔融物堆内滞留的成功。

8) 防止堆外严重事故条件下安全壳失效

本工程熔融物堆内滞留策略的有效性极高，但为了提供更高的安全性评价，

仍假设会发生堆外严重事故。对本工程构成较大威胁的堆外严重事故现象主要包括堆外蒸汽爆炸和熔融物—混凝土相互作用。由于本工程采用非能动堆芯冷却系统设计，使得严重事故期间堆腔内肯定存在一定量的水。通过合理设计堆腔结构，使得堆腔可以承受蒸汽爆炸产生的瞬间高压载荷。在熔融物和混凝土相互作用过程中，水的存在可以减缓熔融物侵蚀速度，在相当长时间内保持安全壳底板不被熔穿，最终熔融物非常可能被冷却并终止对混凝土的侵蚀。

由于采用非能动设计，以上各个系统都可以在丧失常规电源的情况下正常工作，保证严重事故缓解措施的有效性，因此，本工程严重事故缓解措施合理可行，各个系统互不干扰且高度可信，裕量充分，在假想的严重事故期间能有效保证不会发生大量放射性物质向环境的释放。

表 7.2-1 六类严重事故释放频率

释放类别	释放频率 (/堆年)
CFI	2.08E-10
CFE	9.05E-09
IC	1.78E-07
BP	6.53E-09
CI	3.19E-10
CFL	5.96E-11

表 7.2-2 六类严重事故释放份额

释放类别	烟羽编号	开始时间 (s)	结束时间 (s)	持续时间 (s)	释放份额										释放能量	烟羽位置
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(J/s)	
					惰性气体	I	Cs	Te	Sb	Sr	Ru	La	Ce	Ba	(W)	
CFI	1	3328	24969	21641	2.50E-04	1.01E-05	1.01E-05	1.18E-05	1.46E-05	1.47E-05	1.51E-05	8.69E-07	9.67E-07	1.78E-05	0.00E+00	中端
	2	24969	86653	61684	7.32E-01	1.81E-03	1.82E-03	3.35E-03	2.51E-02	3.30E-02	7.48E-03	7.42E-03	7.44E-03	2.12E-02	0.00E+00	前端
	3	86653	173041	86388	8.46E-02	1.83E-06	1.00E-05	4.57E-06	2.93E-02	5.89E-05	2.31E-05	5.23E-03	5.25E-03	5.01E-05	0.00E+00	中端
	4	173041	259200	86160	1.62E-02	1.87E-06	9.54E-06	3.13E-07	2.66E-02	2.45E-05	3.39E-06	2.36E-03	2.53E-03	1.28E-05	0.00E+00	中端
CFE	1	3909	5011	1102	2.55E-02	1.73E-03	1.72E-03	4.89E-04	3.30E-04	3.28E-05	9.14E-05	3.19E-07	2.42E-06	6.09E-05	0.00E+00	中端
	2	5011	8124	3113	4.06E-01	2.15E-02	2.14E-02	1.09E-02	1.16E-02	2.07E-03	1.34E-02	4.63E-05	7.52E-05	4.37E-03	0.00E+00	中端
	3	8124	39058	30934	5.66E-01	1.84E-02	2.01E-02	1.58E-02	2.34E-02	1.10E-02	2.63E-02	2.93E-04	3.25E-04	1.71E-02	0.00E+00	前端
	4	39058	123108	84049	1.87E-03	4.65E-04	1.72E-04	2.10E-04	1.60E-02	3.58E-07	3.76E-07	6.46E-09	6.37E-09	8.35E-07	0.00E+00	前端
IC	1	4763	74451	69688	8.97E-04	3.32E-06	3.28E-06	3.85E-06	3.82E-06	2.31E-07	1.75E-06	4.25E-09	1.48E-08	5.46E-07	0.00E+00	中端
	2	74451	134483	60032	6.96E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-07	5.44E-12	3.93E-11	1.16E-13	0.00E+00	7.56E-12	0.00E+00	中端
	3	134483	177549	43066	4.84E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.57E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
	4	177549	259200	81651	9.09E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.98E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
BP	1	31143	46811	15669	1.00E+00	1.64E-01	1.48E-01	2.07E-01	2.62E-01	4.64E-02	1.95E-01	1.20E-03	2.46E-03	9.04E-02	0.00E+00	前端
	2	46811	86634	39823	0.00E+00	6.09E-02	4.52E-02	2.64E-02	4.93E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	前端
	3	86634	172869	86235	0.00E+00	8.31E-02	2.65E-02	1.07E-03	1.07E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	前端
	4	172869	259200	86331	0.00E+00	3.94E-02	9.93E-03	2.34E-04	1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
CI	1	101	30818	30717	7.60E-01	4.56E-02	3.15E-02	4.10E-02	6.47E-02	4.79E-02	7.58E-02	1.10E-03	3.61E-03	6.52E-02	0.00E+00	前端
	2	30818	117112	86294	4.84E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
	3	117112	202234	85122	4.00E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.39E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
	4	202234	259200	56966	2.58E-02	1.17E-06	1.17E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	中端
CFL	1	3035	43959	40925	6.17E-04	9.97E-06	9.54E-06	1.12E-05	1.26E-05	4.75E-06	8.07E-06	4.57E-07	6.66E-07	5.18E-06	0.00E+00	中端
	2	43959	107208	63249	9.71E-04	7.59E-08	7.20E-08	9.53E-08	2.48E-06	1.52E-06	1.47E-07	5.93E-07	9.09E-07	2.77E-07	0.00E+00	中端
	3	107208	193548	86340	9.58E-01	5.68E-06	8.77E-06	6.30E-06	9.28E-03	7.94E-04	9.71E-06	3.82E-04	6.21E-04	1.83E-05	0.00E+00	前端
	4	193548	259200	65652	9.76E-04	8.04E-06	1.24E-05	0.00E+00	6.17E-03	1.20E-04	2.33E-09	7.25E-05	1.11E-04	4.65E-08	0.00E+00	中端

表 7.2-3 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	1.29%	1.19%
4	1.15%	1.05%
5	1.11%	1.02%
6	1.15%	0.95%
7	1.11%	0.89%
8	1.08%	0.85%
9	1.04%	0.81%
10	0.97%	0.75%

表 7.2-4 厂址半径 0~80km 范围内集体剂量风险

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	1.28E+05	2.66E-05	0.34%
CFE	9.05E-09	1.90E+05	1.72E-03	21.66%
IC	1.78E-07	1.17E+01	2.08E-06	0.03%
BP	6.53E-09	9.28E+05	6.06E-03	76.33%
CI	3.19E-10	4.09E+05	1.30E-04	1.64%
CFL	5.96E-11	1.12E+04	6.68E-07	0.01%
总风险			7.94E-03	100.00%

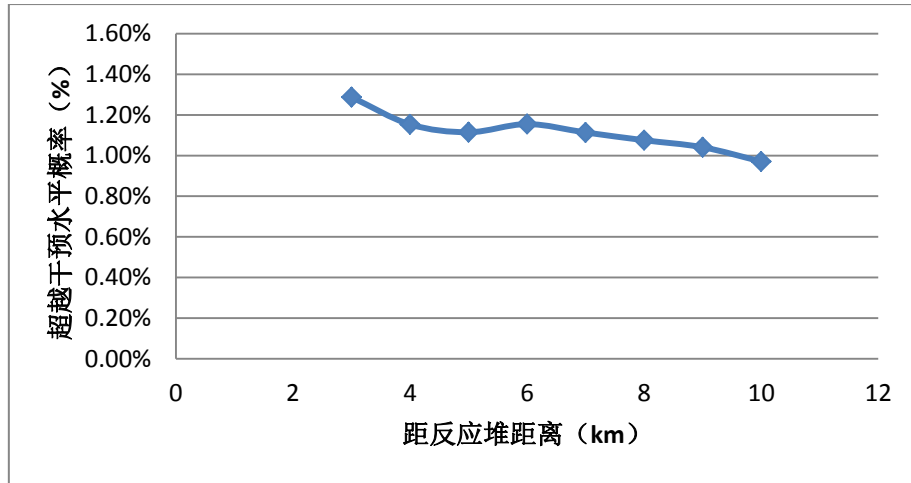


图 7.2-1 各类严重事故加权综合的个人剂量随距离变化的超越隐蔽干预水平概率曲线

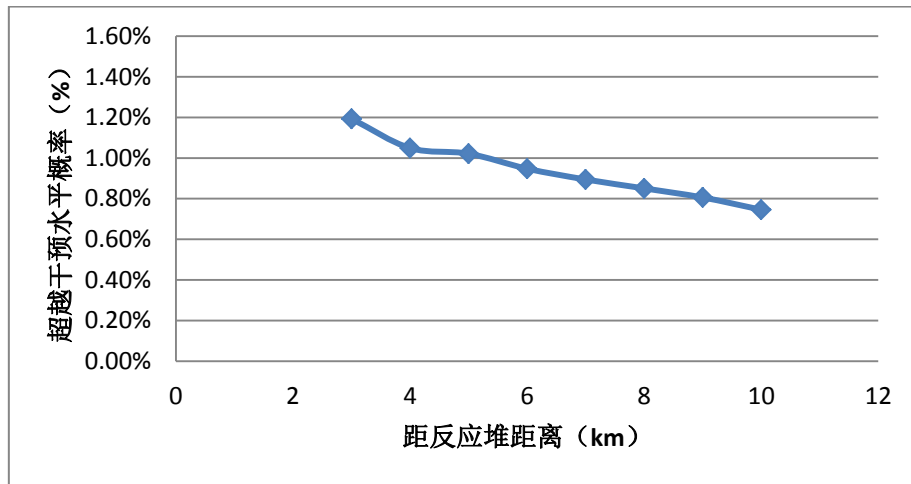


图 7.2-2 各类严重事故加权综合的个人剂量随距离变化的超越撤离干预水平概率曲线

7.3 场内运输事故

7.3.1 新燃料场内运输事故

廉江核电厂 1、2 号机组工程采用 AP1000 型燃料组件，新燃料组件采用专用新燃料运输容器运输。对于新燃料的运输，建设单位须委托有资质的承运人承担，并及早开展新燃料运输容器在中国使用的申请批准手续。

新燃料组件可以通过铁路和公路等不同的形式运至廉江核电厂现场，目前有两套运输方案：“铁路+公路”联运方案和全程公路运输方案，对以上两个方案，有关部门将进一步细化，经充分分析和比较利弊后，再最后确定最有利的方案。运输货包的设计和制造应同时满足我国《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求。

根据国内其它核电厂燃料运输的经验表明，在严格遵循国家标准的技术规范下运输燃料组件时，组件的抗震和密封性能可确保不对环境产生任何有害的影响。

新燃料运输容器设计时应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，燃料组件也不会产生临界反应，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料散落。加上新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。

总体而言，新燃料运输事故不会污染周围环境和危害人员健康，安全可靠。

7.3.2 乏燃料场内运输事故

乏燃料的厂内运输事故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）、《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）、《放射性物质安全运输货包泄漏检验》（GB/T17230-1998）、《乏燃料运输容器技术条件》（EJ/T565-1991）、《核级容器制造质量保证》（EJ/T619-1991）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，仍能符合密封性能与屏蔽性能的要求。

除了运输容器本身具有高的安全性外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。

燃料装卸事故的放射性后果的计算分析表明其对公众的影响是可以接受的。

乏燃料容器坠落事故主要发生在由容器吊车进行的燃料装卸过程中，由于乏

燃料组件在装入乏燃料容器之前要在乏燃料水池中至少贮存 5 年，事故发生后放射性的释放极少，事故后果可以被燃料装卸事故的后果包络，其后果也是可以接受的。

7.3.3 固体废物场内运输事故

本项目通过屏蔽转运装置和专用车辆处理来自核岛的各类放射性废物流，保证运输的安全。屏蔽转运容器是可靠的转运设备，有足够的屏蔽厚度，能够实现放射性物质的完整包容。此外，厂内运输的废物流通过管理手段保证放射性物质安全运输，保护厂区不受污染，保证运输和公众接受的辐射照射控制在合理可行尽量低的水平。

可压实（如 HVAC 废过滤器滤芯）及不可压实干废物通过专用转运卡车从核岛放射性废物厂房按照厂区制定路线转运至厂址废物处理设施（SRTF）的混合废物装卸区。该废物活度水平较低，包装后的表面剂量率很低，对环境影响较小。

水过滤器滤芯通过 FCS 屏蔽装运装置从核岛辅助厂房的轨道平台/滤芯存放区按照指定运输路线转运至 SRTF 的过滤器滤芯屏蔽转运存放间。该容器在厂区内运行速度不大于 10km/h，确保运送安全。容器本身由保护装置锁紧，保证良好的密封性。

放射性废树脂采用专用的废树脂屏蔽装运装置从核岛辅助厂房的轨道平台/滤芯存放区按照指定运输路线转运至 SRTF 的废树脂屏蔽装运装置存放间。废树脂屏蔽装运装置内设有检漏仪表，用于监测运输过程中可能发生的放射性废树脂泄漏。在厂区内运行速度不大于 10km/h，确保运送安全。

7.4 其它事故

7.4.1 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。

7.4.2 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。

7.4.3 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°C) 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。

7.4.4 核电厂循环水取排水管线泄漏风险

本项目液态流出物厂外长距离排放方案采用液态流出物与海水冷却塔排水合排方案。因此，需要考虑取排水管线泄漏的风险。

考虑到管道长度比较长，日常运行过程中存在其他工程施工对管道造成人为破坏（挖掘、碰撞等）的风险，排放管道破裂后液态流出物泄漏至管线周边的民井，同时周边居民饮用该地下水。

由于其它核素浓度低且基本会被周边土壤所吸附，这里主要考虑 ^3H 和 ^{14}C 两个核素，同时这两个核素的浓度也最大。采用如下公式计算该居民（按成人计算）所致的辐射剂量。

$$R = \sum_{i=1}^N C_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot e^{-\lambda t}$$

R: 个人所受剂量 (mSv/yr)。

N: 为核素数量，这里取 ^3H 和 ^{14}C 两个核素。

C_i: 核素 i 的浓度 (Bq/L)。

U_i : 核素 i 的饮水消耗量 (L/yr)。

D_i : 核素 i 的个人剂量转化因子 (mSv/Bq)。

λ : 核素半衰期 (h^{-1})。

t : 核素衰变时间 (h)。

液态流出物泄漏时 3H 和 ^{14}C 的年平均排放浓度如表 7.3-1 所示, 根据三门、海阳核电项目的运行经验, 这里假设单台机组每年核岛废液产生量为 $3000m^3$, 液态流出物按照设计以 $5m^3/h$ 流量排入排水管, 若排入两根 HDPE 管道, 排水流量按照设计为 $3.5m^3/s$, 若排入单根 HDPE 管道时, 排水流量为 $1.75 m^3/s$ 。

由于管线破裂, 泄漏水量较大, 因此, 保守考虑泄漏的核素短期不被稀释, 而直接被利用, 直至管线泄漏发现后, 停止地下水饮用。由于泄漏水量较大, 易于发现。这里保守考虑一罐暂存箱内液态流出物从排放开始直到全部排空后才被发现, 暂存箱容量为 $50m^3$, 液态流出物排出流量 $5m^3/h$, 持续时间为 10 小时, 暂存箱排空自然终止排放。保守起见忽略泄漏液体在地下水的传播时间, 假定居民从泄漏开始到被发现始终在直接饮用泄漏水。则该居民所致的辐射剂量计算如表 7.4-1 所示。

从计算结果表明, 液态流出物泄漏时进入地下水所致的周边居民辐射剂量总计为 $8.68E-05mSv/a$, 即使叠加本项目正常运行的所致周围居民最大剂量值也远小于本项目正常运行状态 (包括预计运行事件) 的剂量约束值 $0.07mSv/a$ 。

排放管线意外破裂现象出现的频次极低, 可通过采用排水系统参数异常变化、实时管道泄漏检测系统报警、造成管道破裂的人类活动报告等方式能够在较短时间内发现, 及时采取处置措施, 能够降低对周边居民的辐射影响。

排入单根 HDPE 方案时, 由于稀释流量减半, 则上述剂量考虑加倍, 为 $1.74E-04mSv/a$, 可以满足剂量约束值的要求。

另外, 由于循环冷却水为海水, 管线泄漏后会对土壤及地下水产生盐渍化影响。不过由于管线基本沿海岸线布设, 地下水向海流动, 且泄漏水量不会太大, 因此, 对周边土壤和地下水影响较小。但对于管线泄漏问题, 需加强巡查和管道维护, 做好应急预案防范和应对管道破裂事故的发生。

表 7.4-1 居民辐射剂量计算情况

	两台 CAP1000 源项 (Bq/yr)	年均浓度 (Bq/L)	饮水量 (L/yr)	剂量转化因子 (Sv/Bq)	利用因子	R (mSv/yr)
³ H	8.52E+13	5.63E+03	730	1.80E-11	1.14E-03	8.45E-05
¹⁴ C	7.1E+10	4.70E+00	730	5.80E-10	1.14E-03	2.27E-06
合计						8.68E-05

注：利用因子为 10 小时占一年 8760 小时的比例。

7.5 事故应急

7.5.1 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。

7.5.2 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，广东廉江核电

厂将依据《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。2019年12月,国家核事故应急办公室对厂址区域核应急方案出具批复意见,区域核应急方案中推荐的烟羽应急计划区内区为3km、外区7km,食入应急计划区为30km。应急计划区最终范围和大小将由当地政府在编制场外应急计划时最终确定。

1) 3km范围内的撤离可行性:

厂址半径3km范围内的所有公众都需要撤离,按照厂址区域公众人口预测,核电厂运行寿期末,厂址半径3km范围内常住人口总数的变化范围为15504人~19399人。

厂址区域周边的主要道路有东西向的渝湛高速公路G75。还有省道1条S388、乡道16条,交通便利。距厂址最近道路是车板-车板敬老院乡道Y857,距厂址最近距离为0.7km,位于厂址的SSW方向。

厂址进厂道路和应急道路示意图见图7.5-1。核电厂厂址周围设置有两条不同方向的应急撤离路线,简述如下:

路线1(应急道路):厂址(厂区东北侧)→厂外专用应急道路→沿S388向北撤离→G75→向东南撤离后经县道至安铺镇,或者经省道向北撤离到廉江市。

路线2(进厂道路):厂址(厂区东南侧)→厂外专用进厂道路→大件运输道路→向南连S388(原X673)后向东撤离到营仔镇接入X674→向东北撤离接入G75高速,向东南撤离后经县道至安铺镇,或者经省道向北撤离到廉江市。

根据厂址半径3km范围内的人口分布,核电厂营运单位和广东省各级政府及其核事故应急组织合理调配廉江地区已有运力、厂址周边县市及军队(含武警)的辅助运力,可满足计划撤离区内的常住人口全方位撤离或者按子区撤离的需求,同时,地方核事故应急组织应指挥其成员单位或下属单位对应急撤离道路实施有效的交通管制,以保证应急撤离的有序畅通。

2) 7km范围内的隐蔽可行性:

厂址半径 7km 范围涉及广东省廉江市下辖的 3 个乡镇，其中千人以上的行政村共有 18 个，人口最多的千人以上的行政村为位于厂址 NW 方位 5.9km 处的红寨村，共有人口 8305 人。距离厂址最近的千人以上行政村为位于厂址 SSE 方位 2.3km 处的南垌村，现有人口 3504 人。

据调查，厂址半径 7km 范围内的居民住宅以二层砖瓦结构楼房为主，学校、卫生院的房屋也为砖瓦结构建筑物。当地建筑物对外照射有较好的屏蔽减弱能力。如果关闭门窗并辅以简单的个人呼吸防护，对吸入内照射也有较好的防护效果。地方政府及其核事故应急组织可以根据核事故预测信息或核事故发生时的实际情况，选择距离厂址半径 7km 外的安铺镇、横山镇、石岭镇、廉江市区、博白县城等市镇作为撤离集结点、安置点，并设置必要的临时安置场所，提供必要的生活用品，以便撤离的居民可就地隐蔽、安置、等待重新出发。这样可以极大地减轻在计划隐蔽区内设置隐蔽点的负担和可能的再撤离的麻烦。

该区域内具备良好的通信、医疗卫生条件，也有较好的交通运输网络与外界相连，可保证必备物资的及时供应和患者的外送。

因此，在厂址半径 7km 范围内实施隐蔽是可行的。

3) 30km 实施食物控制的可行性分析：

厂址半径为 30km 范围为推荐的食入应急计划区。2018 年，厂址半径 30km 范围内的常住人口总数为 1472010 人，预计至寿期末的人口总数最高时约为 1840854 人。

厂址半径 30km 范围内超过万人以上的城镇、街道共有 10 个。厂址半径 30km 范围内距离厂址最近的万人以上人口中心是位于厂址 N 方位 12.1km 的广西博白县大坝镇，2018 年集中居住人口 12368 人。厂址半径 30km 范围内最大的人口中心是位于厂址 ESE 方位 25km 处的安铺镇，有人口 52312 人。

厂址半径 30km 范围内，居民主食以大米为主，面粉次之，另有少量薯类和杂粮，副食以新鲜蔬菜、海产品、肉蛋为主，辅以腌制的肉鱼、咸菜和干菜。城镇居民与农民有较大区别，粮食用量明显减少，肉禽蛋等消费量增加。厂址半径 30km 范围内居民食物绝大部分由本子区或邻近子区供给，极小部分来自较远子区或评价区以外地区。农村居民消费的粮食、蔬菜、肉类和水果等农副产品基本上来自本子区，当地生产、当地消费，海产品主要来自附近海水捕捞或养殖，牛

奶及奶制品的消费量主要来自区域外。

厂址半径 30km 范围内涉及较大数量人群，不过，在事故后实际需要实施食物控制的人数一般比这数目小。加之，厂址附近广大地区的农副业发达、农产品和地下水资源丰富，供应受污染区内居民消费的清洁替代食品（包括饮用水）的来源是有保证的，尤其是厂址地区具备良好的交通、通信条件，广东省和广西各级政府及其核事故应急组织可针对核事故做充分的食物控制和物资调配的准备。

因此，在推荐的食入应急计划区实施食物控制措施有充分的条件，不会存在不可克服的困难。

综上所述，广东廉江核电厂厂址在实施场外事故应急计划方面没有不可克服的困难。



图 7.5-1 厂址应急道路和进场道路示意图

第八章 流出物监测与环境监测

8.1 辐射监测

8.1.1 流出物监测

本工程流出物监测包括营运单位的监测和地方政府的监督性监测。

核电厂营运单位对核电厂流出物中的放射性核素总量实施监测，用于定期向相关部门报告监测结果，证明释放到环境中的放射性物质总量遵守国家规定的排放限值和核电厂营运范围制定的管理目标值。

地方政府使用辐射环境现场监督性监测系统，对厂址机组流出物中的放射性水平实施监督性监测，核电厂营运单位为该系统中流出物的连续监测和定期取样提供支持。

8.1.1.1 监测目的

本工程 2 台 CAP1000 压水堆核电机组产生的流出物是对周围环境造成影响的重要因素之一，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。

8.1.1.2 监测内容

本工程流出物监测主要包括气载流出物监测和液态流出物监测，流出物监测点平面图见图 8.1-1。取样监测项目及核素分析种类、分析测量方法见表 8.3-2 和表 8.3-3。

1) 气载流出物监测

- 电厂烟囱辐射监测仪

电厂烟囱是电厂向周围环境释放放射性物质的主要设计通道。电厂烟囱正常量程辐射监测仪（VFS-JS-01）和电厂烟囱事故量程辐射监测仪（VFS-JS-02）分别在正常和事故量程范围内，对电厂烟囱中的放射性活度浓度进行连续测量。电

厂烟囱辐射监测仪还用作事故后监测仪，变量定义为 C 类 2 级（C2）和 E 类 2 级（E2），满足 RG1.97 和 NUREG-0737 的要求。

电厂烟囱正常量程辐射监测仪（VFS-JS-01）的气溶胶探测器采用 β 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs ，测量范围 $3.7\times 10^{-2}\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3$ ；碘探测器采用 γ 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{131}I ，测量范围 $3.7\times 10^{-1}\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^4\text{Bq/m}^3$ ；惰性气体探测器采用 β 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{85}Kr 、 ^{133}Xe ，测量范围 $3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^8\text{Bq/m}^3$ 。电厂烟囱事故量程辐射监测仪（VFS-JS-02）采用 β/γ 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{85}Kr 、 ^{133}Xe ，事故量程惰性气体测量范围为 $3.7\times 10^6\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^{15}\text{Bq/m}^3$ 。

电厂烟囱辐射监测仪还具有气溶胶、碘和惰性气体的手动取样功能。

电厂烟囱辐射监测仪接收电厂烟囱排风流量传感器（VFS-JE-FE105）的模拟信号，用来控制取样流量，并计算标准状态下的放射性气体活度浓度、释放量和流量。这些模拟信号还用来计算在操纵员选定的时间段内的总取样流量、总排放量。

当探测到的放射性活度浓度超过报警阈值时，辐射监测仪提供就地报警，该报警信号还送往主控制室。电厂烟囱辐射监测仪还为电厂流出物释放报告提供资料。

当电厂烟囱正常量程辐射监测探测到的放射性活度浓度超过正常量程范围时，正常量程的气溶胶、碘和惰性气体探测器将自动失效。样品中的一小部分将通过旁路绕过正常量程探测器，进入事故量程气溶胶和碘过滤器以及惰性气体探测器进行测量。这样不仅可以防止正常量程探测器的损坏，还可以在放射性水平降低后重新使用正常量程探测器来测量正常量程探测器范围内的放射性活度浓度。

事故量程辐射监测仪（VFS-JS-02）设置了两条并行固定的过滤器和气体手动取样连接器，用于收集样品中高放射性活度浓度的气溶胶和碘。

事故量程辐射监测仪每条取样回路的气溶胶、碘过滤器和气体手动取样连接器的安置、设计及制造应易于拆卸，以便送现场实验室分析。

此外，对经电厂烟囱向外排放的气态流出物，还设置了氡和碳-14 连续取样装置。取样装置获取的氡和碳-14 样品将定期送至实验室进行测量和分析。

电厂烟囱辐射监测仪示意图见图 8.1-2。

- 凝汽器抽真空系统辐射监测仪

凝汽器抽真空系统辐射监测仪（CMS-JS-01）连续测量凝汽器抽真空系统（CMS）通风排放管道中的放射性活度浓度。放射性物质的存在，表明蒸汽发生器管道泄漏导致一次侧向二次侧泄漏。该监测仪还用作事故后监测仪，变量定义为 C 类 2 级（C2）和 E 类 2 级（E2），满足 RG1.97 的要求。

凝汽器抽真空系统辐射监测仪是在线式监测仪。当探测到的放射性活度浓度超过报警阈值时，辐射监测仪提供就地报警，该报警信号还送往主控制室。

凝汽器抽真空系统辐射监测仪采用一个 β 灵敏探测器和一个 γ 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{85}Kr 、 ^{133}Xe ，测量范围分别为 $3.7\times 10^4\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^{10}\text{Bq/m}^3$ 和 $3.7\times 10^9\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^{15}\text{Bq/m}^3$ 。

凝汽器抽真空系统辐射监测仪属于管内/管旁辐射监测仪，示意图见图 8.1-3、图 8.1-4。

- 主蒸汽管道惰性气体辐射监测仪

主蒸汽管道惰性气体辐射监测仪（SGS-JS-26A 和 SGS-JS-27A）连续测量两条主蒸汽管道中放射性物质活度浓度。主蒸汽管道中存在的放射性物质来自于蒸汽发生器内一次侧向二次侧的泄漏。

主蒸汽管道惰性气体辐射监测仪安置在蒸汽管道附近。探测器的布置便于其灵敏体积暴露在来自被测主蒸汽管道的辐射场中，并屏蔽掉另一个主蒸汽管道的辐射。

主蒸汽管道惰性气体辐射监测仪满足 RG1.97 关于测量“从蒸汽发生器安全阀或大气释放阀释放的惰性气体”和 RG1.97 规定的 C2 和 E2 类变量的要求。

当放射性物质活度浓度超过预置阈值时，主蒸汽管道辐射监测仪将在主控制室内产生报警。如果蒸汽发生器安全阀或大气释放阀打开，那么主蒸汽管道辐射监测仪的放射性活度浓度数据可以用来计算向环境释放的放射性。

主蒸汽管道惰性气体辐射监测仪采用 γ 灵敏探测器，主要测量核素为 Kr-85 、 Xe-133 ，测量范围为 $3.7\times 10^9\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^{13}\text{Bq/m}^3$ 。

主蒸汽管道辐射监测仪属于管旁辐射监测仪，示意图见图 8.1-4。

- BOP 气态流出物排放监测

本工程厂址废物处理设施（SRTF）、去污和热检修车间及特种汽车库的排风总管中各设置一套取样装置，对排放气体中的气溶胶和碘进行连续取样，样品送往流出物实验室进行分析，分析结果可为评价电厂向环境排放的放射性活度提供依据。

2) 液态流出物监测

● 放射性液体废物排放辐射监测仪

放射性液体废物排放辐射监测仪（WLS-JS-229）连续测量从放射性液体废物处理系统核岛废液监测箱向环境排放的液体中放射性活度浓度。这些液体经过充分混合并在释放前取样后分批排放。在排放前必须就地取样分析，以便确认其排放物的放射性活度浓度和排放总量都在允许的范围内。当放射性活度浓度超过预置阈值时，监测仪将启动主控制室用于操纵员动作的一个报警，阻止液体放射性废物的排放，并关闭液体放射性废物排放系统相关的排放泵。

液体放射性废物排放辐射监测仪采用 NaI(Tl) γ 灵敏探测器。主要测量核素为 ^{137}Cs ，测量范围 $3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^8\text{Bq/m}^3$ 。

液体放射性废物排放辐射监测仪属于管旁辐射监测仪，示意图见图 8.1-4。

● 放射性液体废物排放（厂区废液大贮罐）辐射监测仪

放射性液体废物排放（厂区废液大贮罐）辐射监测仪（WLS-JS-212）对厂区废液大贮罐向环境的排放管进行连续监测。这些液体经过充分混合并在排放前经就地取样分析后分批排放，以便确认排放的放射性活度浓度和总量都在允许的范围内。当放射性活度浓度超过预置阈值时，监测仪将自动关闭大贮罐出口阀及大贮罐排放泵出口阀，停运大贮罐排放泵，停止废液排放。

液体放射性废物排放（厂区废液大贮罐）辐射监测仪采用 γ 灵敏探测器。主要测量核素为 ^{137}Cs ，测量范围 $3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^8\text{Bq/m}^3$ 。

放射性液体废物排放（厂区废液大贮罐）辐射监测仪是液体离线辐射监测仪，示意图见图 8.1-5。

● 常规岛生产废水排放辐射监测仪

常规岛生产废水排放辐射监测仪（WWS-JS-23）连续测量二回路接收排放监测水箱排放总管中的放射性物质活度浓度。当放射性活度浓度超过预置阈值时，监测仪将产生一个报警，同时关闭排放管线上隔离阀，阻止放射性液体废物的排

放。常规岛生产废水排放辐射监测仪采用 γ 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{137}Cs ，测量范围 $3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^8\text{Bq/m}^3$ 。

常规岛生产废水排放辐射监测仪属于液体离线辐射监测仪，示意图见图 8.1-5。

● SRTF 液态流出物排放监测

SRTF 废液排放总管上设置一套低放水监测仪，对 SRTF 内废液监测箱废液和 SRTF 洗衣房内洗衣废水箱废水排放期间的放射性活度浓度进行连续监测。SRTF 中流出物排放也采用槽式监测排放，在排放前必须就地取样分析，以便确认其排放物的放射性活度浓度和排放总量都在允许的范围内。当排放废液中的放射性活度浓度超过报警阈值时，自动联锁关闭相应的排放阀和泵，以防止高放射性活度浓度的废液向环境排放。

低放水监测仪采用 γ 灵敏探测器，主要测量核素为 ^{137}Cs ，测量范围 $3.7\times 10^3\text{Bq/m}^3\sim 3.7\times 10^8\text{Bq/m}^3$ 。

低放水监测仪属于液体离线辐射监测仪，示意图见图 8.1-5。

8.1.1.3 监测取样代表性

对于气态流出物监测，本工程核岛烟囱将按照《核电厂烟囱的气载放射性物质取样》(NB/T20374-2016)的要求，进行烟囱比例模型试验和现场验证试验，证明取样位置处的气旋角、速度分布、气溶胶浓度分布、示踪气体浓度分布等满足标准规定的均匀性定量验收准则，保证在电厂各种运行工况期间从烟囱获取的样品都具有代表性。

对于液态流出物监测，槽式排放前对废液贮存罐内的液态流出物进行充分混合，然后再取样，使得样品具有代表性。

8.1.2 辐射环境监测

《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)规定，在进行常规环境辐射监测时，应与运行前的放射性环境本底(或现状)调查工作相衔接，充分利用运行前环境调查所获得的资料。项目采样点要与运行前环境调查保持适当比例的同位点。环境监测关注的重点是对关键人群组影响较大的主要放射性核素和环境介质。

本工程运行期间的环境监测范围、点位、项目和频次在运行前环境辐射水平调查的基础上确定，在保证与运行前的放射性本底监测范围和布点基本类同的前提下优化取样点、取样品种、取样频率。在取得足够的运行经验和环境监测数据后，通常为5年后，可适当调整监测范围、项目和频次。

本节将根据本工程所在厂址的环境特征和国内现役核电厂放射性环境监测的经验提出运行期间放射性环境监测初步方案。

8.1.2.1 监测目的

运行期间的环境监测的主要目的是通过持续开展定时、定点的环境质量监测，掌握核电厂所在区域辐射环境质量状况和变化趋势，判断环境中放射性污染及其来源，报告辐射环境质量状况，为环境辐射水平和公众剂量提供评价依据，在评判核或辐射突发事故/事件（包括境外事故/事件）对公众和环境的影响时提供必不可少的对比参考依据。具体包括：

- 跟踪核电厂气载和液态流出物所引起厂址周围环境介质变化情况，为评价环境辐射安全和估算公众所受剂量提供依据。
- 测定环境介质中放射性核素浓度或照射量率的变化。
- 发现核电厂周围地区放射性污染变化的异常现象，及时查找原因，鉴别污染来源，追踪污染趋势，提出环保措施建议及修正监测计划。
- 为应急计划实施提供依据。

8.1.2.2 监测范围

- 环境 γ 辐射水平的监测范围一般为厂区半径20km，其余项目监测范围为半径5~10km范围内区域。
- 厂址邻近海域的放射性环境监测范围主要设在液态流出物排放口周围海域，同时关注取水口附近海域。

8.1.2.3 布点原则

- 关键居民组的居住区域。
- 最大风频下风向厂区边界附近区域。
- 尽可能与环境本底调查的布点一致。
- 气载流出物经大气弥散后的最大浓度落地点。
- 液态流出物排放方式及接纳海域水体的水文特征。

- 陆生生物、海洋生物的生长周期、采样品种的代表性。

8.1.2.4 监测项目

放射性环境监测包括环境介质辐射水平测量、核素分析和放射性活度测量，其监测的环境介质有大气、水、陆生生物、海洋生物、土壤和沉积物等，特别关注对关键居民组影响较大的环境介质和放射性核素。

本工程正常运行条件下，流出物排放对人体造成辐射照射的途径主要是食入途径，对剂量贡献较大的核素主要有 ^{14}C 、 ^{131}I 等。运行期间的环境监测方案将充分考虑这些对公众造成辐射的主要核素及迁移转移介质的分析测量。

运行期间环境辐射监测大纲将在辐射影响分析结果和核电厂运行前放射性环境本底调查基础上对环境介质的采样品种、频率、地点和测量方法优化后确定。核电厂环境监测项目的采样或测量的频度取决于如下因素：

- 核电厂计划排放周期和非计划排放。
- 流出物中放射性核素的物理化学特性、环境介质的稳定性、核素在环境中的迁移规律。
- 生物的收获期及渔汛期并考虑人为转移因素。
- 气象状况的变化。
- 核电厂周围环境条件的变化情况。

具体监测项目包括：

1) γ 辐射

(1) γ 辐射空气吸收剂量率（连续）

以核电厂1号机组反应堆为中心，在核电厂周围16个方位陆地（岛屿）上布设自动监测站（含前沿站），每个方位考虑布设1个自动监测站，排水口侧设立自动监测站。在核电厂1号机组反应堆气态排放口主导风下风向、次下风向和居民密集区适当增加自动监测站。除对照点外的自动监测站应建在核电厂半径7km烟羽应急计划区范围内，考虑事故、灾害的影响。

每个自动监测站按指定间隔记录，一般每30秒或1分钟记录一次 γ 辐射空气吸收剂量率数据，实行全天24小时连续监测，报送5分钟均值或小时均值。部分关键站点设置能甄别核素的固定式能谱探测系统，对周围环境进行实时的 γ 能谱数据采集，并将能谱数据传送回数据处理中心。

(2) γ 辐射累积剂量

在厂界外,以核电厂1号机组反应堆为中心,8个方位半径为2km、5km、10km、20km的圆所形成的各扇形区域内陆地(岛屿)上布点测量。

2) 空气

(1) 气溶胶、沉降物

在厂区边界处、厂外烟羽最大浓度落点处、厂址半径10km内的居民区或敏感区设3~5个采样点,点位设置与该方位角的 γ 辐射空气吸收剂量率连续监测点位一致,与 γ 辐射空气吸收剂量率连续监测自动站共站选择其中一个点(优先考虑厂外烟羽最大浓度落点处或关键居民点)设置空气气溶胶24小时连续采样,至少每周测量一次总 β 或/和 γ 能谱,向监测机构传输一次数据。当总 β 活度浓度大于该站点周平均值的10倍或 γ 能谱中发现人工放射性核素异常升高,则将滤膜样品取回实验室进行 γ 能谱等分析。

对照点设1~2个。气溶胶采样每月一次,采样体积应不低于10000m³。沉降物累积每季收集1次样品。样品蒸干保存,气溶胶、沉降物年度混合样分析⁹⁰Sr。

(2) 空气中

³H(HTO)、¹⁴C和¹³¹I采样点设置同气溶胶、沉降物,点位数小于3个。

³H(HTO)开展连续采样,每月分析累积样品,根据历史监测数据,可选择其中1~2个采样点,每周分析一个累积样品或开展在线监测。¹⁴C的采样体积一般应大于3m³,¹³¹I累积采样体积大于100m³。设置1个对照点位。

(3) 降水

在厂区边界处、厂外烟羽最大浓度落点处、厂址半径10km内的居民区或敏感区设3~5个,对照点设1个。

3) 表层土壤

在核电厂1号机组反应堆为中心10km范围内采集陆地表层土。考虑没有水土流失的陆地原野土壤表面土样,以了解当地大气沉降导致的人工放射性核素的分布情况;在农作物采样点采集表层土壤。

4) 陆地水

(1) 地表水

选取预计受影响的地表水5~10个,对照点设在不可能受到核电厂所释放放射

性物质影响的水源处。

(2) 地下水、饮用水

考虑可能受影响的地下水源和饮用水源处采样。可利用厂内监测井，根据厂址环境特征可设置厂外环境监测井。

5) 地表水沉积物

监测江、河、湖及水库沉积物中的放射性核素含量，在核电厂运行后气态或液态流出物可能影响到的地表水体进行采样，根据厂址环境特征决定采样点数，尽可能包括厂址半径10km范围内的所有地表水体。

6) 陆生生物

厂址半径10km范围内的粮食、蔬菜水果、牛（羊）奶、禽畜产品、牧草等中的放射性核素含量。

(1) 牛（羊）奶

厂址半径20km范围内以当地饲料为主的奶牛（羊）牧场，并确认以当地饲料为主。若无，根据厂址环境特征确定是否在厂址半径20km范围外开展监测。

(2) 植物

采集关键人群组食用主要农作物，如谷类1~2种，蔬菜类2~4种，水果类1~2种。如有牧场，需采集牧草。

(3) 动物

采集关键人群组食用的当地禽、畜1~2种。

7) 陆地水生物

监测陆地水养殖产品鱼类（注意不采集以饵料喂养为主的水产品）、藻类和其他水生生物中的放射性核素含量。

8) 海水

监测排污口附近沿海海域海水中放射性核素，对照点设在50km外海域。

9) 海洋沉积物

与海水采样点相同。

10) 海洋生物

主要包括鱼类、藻类、软体类以及甲壳类海洋生物，采样点一般应包括核电厂附近野生类或当地渔民的养殖场或放养场（注意不采集以饵料喂养为主的海产

品)。每类生物采集地点不少于3个。

11) 指示生物

选择能够高水平或快速富集(富集时间短于采样周期)环境中的放射性物质的生物(如:陆地上的松叶、杉叶、艾蒿、苔藓、菌菇等富集铯同位素,海洋环境的藻类、软体类、甲壳类富集 ^{60}Co 、 ^{58}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{99}Tc 等核素,鱼骨和贝类富集锶和钡同位素等),通过测量了解环境中放射性浓度的时间性和空间性变化。

核电厂运行期间监测初步方案见表8.1-1。

8.1.2.5 测量方法

环境辐射监测主要是物理测量、放射化学分析测量和就地定点的环境 γ 辐射监测、移动或巡测的辐射监测或取样测量。

1) 物理测量

使用 α/β 低本底测量装置、低本底 γ 谱仪、低本底液体闪烁装置等设备来测量总 β 、 γ 放射性核素和 ^3H 的放射性浓度。

2) 化学测量

使用放射化学分析方法测量 ^{90}Sr 等放射性核素。

3) 环境 γ 辐射测量

- 设置环境 γ 辐射监测站,用 γ 辐射剂量率仪连续监测 γ 辐射剂量率。
- 用TLD元件和热释光剂量测量装置进行定点的 γ 累积剂量监测。
- 用便携式 γ 剂量率仪定点监测瞬时 γ 辐射剂量率。
- 配有监测和取样设备的监测车进行流动监测与巡测。

8.1.3 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:

- 在厂址半径5~10km范围内,环境辐射监测系统的固定式 γ 辐射监测子站应具备应急条件下进行连续监测和通信的能力,测量范围能满足应急监测需求,相关数据能通过有线和无线方式及时传输至核电厂应急指挥中心等应急设施。
- 在发生核事故时,核电厂的环境监测车和介质采样车在配置了便携式仪

表和其它设备后，可参与应急监测和取样，快速判断放射性释放对环境造成的污染范围和污染程度。环境监测车与介质采样车的主要配置见表 8.3-6~表 8.3-8。

- 环境实验室位于核电厂厂外，用于对事故环境样品进行详细测量和分析，为事故后果评价提供支持。环境实验室的仪器配置见表 8.3-4 和表 8.3-5。

表 8.1-1 核电厂运行期间辐射环境监测方案

监测对象		布点原则	监测项目	监测频次	
				采样	分析
γ辐射	γ辐射空气吸收剂量率	设置连续监测自动站，原则上在烟羽应急计划区范围内16个方位布设监测站点，排水口侧布设监测站点；对照点	γ辐射空气吸收剂量率	连续	连续
	γ辐射累积剂量	厂外烟羽最大浓度落点处；厂界周围8个方位角按半径2km、5km、10km、20km的圆所形成的各扇形区域内陆地（岛屿）布点；对照点	γ辐射累积剂量	连续	1次/季
空气	气溶胶 ^a	主导风下风向、厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界<10km的居民区任选其中一个点	24小时连续采样，每天测量一次总β或/和每周测量一次γ能谱，当总β活度浓度大于该站点周平均值的10倍或γ能谱中发现人工放射性核素异常升高，则将滤膜样品取回实验室进行γ能谱等分析	连续	总β：1次/日；能谱：1次/周
		厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界<10km的居民区；对照点	γ能谱 年度混合样品分析 ⁹⁰ Sr	累积采样，1次/月，采样体积不低于10000m ³	1次/月
	沉降物 ^a	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界<10km的居民区；对照点	γ能谱 年度混合样品分析 ⁹⁰ Sr	累积采样，1次/季	1次/季
	气体	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处，主导风下风向距厂区边界<10km的居民区；对照点	³ H(HTO)、 ¹⁴ C、 ¹³¹ I	累积采样，1次/月	1次/月
厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界<10km的居民		³ H(HTO)	连续	1次/周或在线监测	

		区任选1~2个点				
	降水	厂区边界、厂外烟羽最大浓度落点处、主导风下风向距厂区边界<10km的居民区；对照点	^3H	累积采样，有雨、雪或冰雹时	混合样品1次/月	
陆地	表层土壤	<10km，16个方位角内（主导风下风向适当加密），部分点位同农作物采样点；对照点	^{90}Sr 、 γ 能谱，每个方位最近的1个点加测 $^{239+240}\text{Pu}$	1次/年	1次/年	
	植物 ^b	农作物	主导风下风向厂外最近的村镇；对照点	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 γ 能谱、每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析	收获期	1次/年
	动物 ^b	禽、畜	主导风下风向厂外最近的村镇；对照点	^3H （TFWT，OBT）、 ^{14}C 、 γ 能谱，每类至少选择一个样品进行 ^{90}Sr 分析	1次/年	1次/年
		牛（羊）奶	主导风下风向厂外最近的奶场；对照点	^{131}I	每季采样	1次/季
	指示生物	选择厂外烟羽最大浓度落点处	根据指示生物浓集特性确定监测核素种类	收获期	1次/年	
陆地水	地表水 ^c	预计受沉降影响的地表水；对照点 选择部分点位分析 ^{14}C	总 β 、 γ 能谱、 ^3H 、 ^{14}C	平水期、枯水期	平、枯水期各1次	
	地表水沉积物	同地表水	^{90}Sr 、 γ 能谱，10km范围内的水体加测 $^{239+240}\text{Pu}$	1次/年	1次/年	
	地下水 ^c	厂内监测井			1次/月，抽测	1次/月
		可能受影响的地下水、对照点	γ 能谱、 ^{90}Sr 、 ^3H ，选择部分点位分析 ^{14}C		平水期、枯水期	平、枯水期各1次
	饮用水 ^c	可能受影响的水源	^3H 、 γ 能谱、总 α 、总 β ，选择部分点位分析 ^{90}Sr 、 ^{14}C	平水期、枯水期	平、枯水期各1次	
	陆地水生生物 ^b	植物	主导风下风向厂外或流域覆盖厂址区域面积最大的水体；对照点	^{90}Sr 、 ^{14}C 、 γ 能谱	收获期	1次/年
动物		主导风下风向厂外或流域覆盖厂址区域面积最大的水体；对照点	^{90}Sr 、 ^{14}C 、 γ 能谱	1次/年	1次/年	

		指示生物	受纳水体排放口附近	根据指示生物浓集特性确定监测核素种类	1次/年	1次/年
海洋	海水 ^c		排放口附近海域；对照点	³ H、总β、 ⁴⁰ K，选择部分点位分析 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、γ能谱	1次/半年	1次/半年
	海洋沉积物		同海水采样点，包括潮间带土、潮下带土和海底沉积物；对照点	⁹⁰ Sr、γ能谱，在排放口方位5km范围内选择点位加测 ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	1次/年	1次/年
	海洋生物 ^b	植物	排放口附近海域藻类等植物（含指示生物）	³ H（TFWT，OBT）、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、γ能谱（包括 ¹³¹ I）	收获期	1次/年
		动物	排放口附近海域鱼类、海藻、软体类以及甲壳类生物（含指示生物）	³ H（TFWT，OBT）、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、γ能谱（包括 ¹³¹ I）	1次/年	1次/年
<p>a γ能谱分析重点关注核电厂排放的特征核素，根据核电厂排放的特征核素来选择分析的核素，气溶胶及沉降物γ能谱分析项目一般可选择但不限于⁷Be（质控用）、⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。</p> <p>b 生物、土壤、沉积物中γ能谱分析项目一般可选择但不限于⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。</p> <p>c 水中γ能谱分析项目一般可选择但不限于⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、¹⁰⁶Ru、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。</p>						

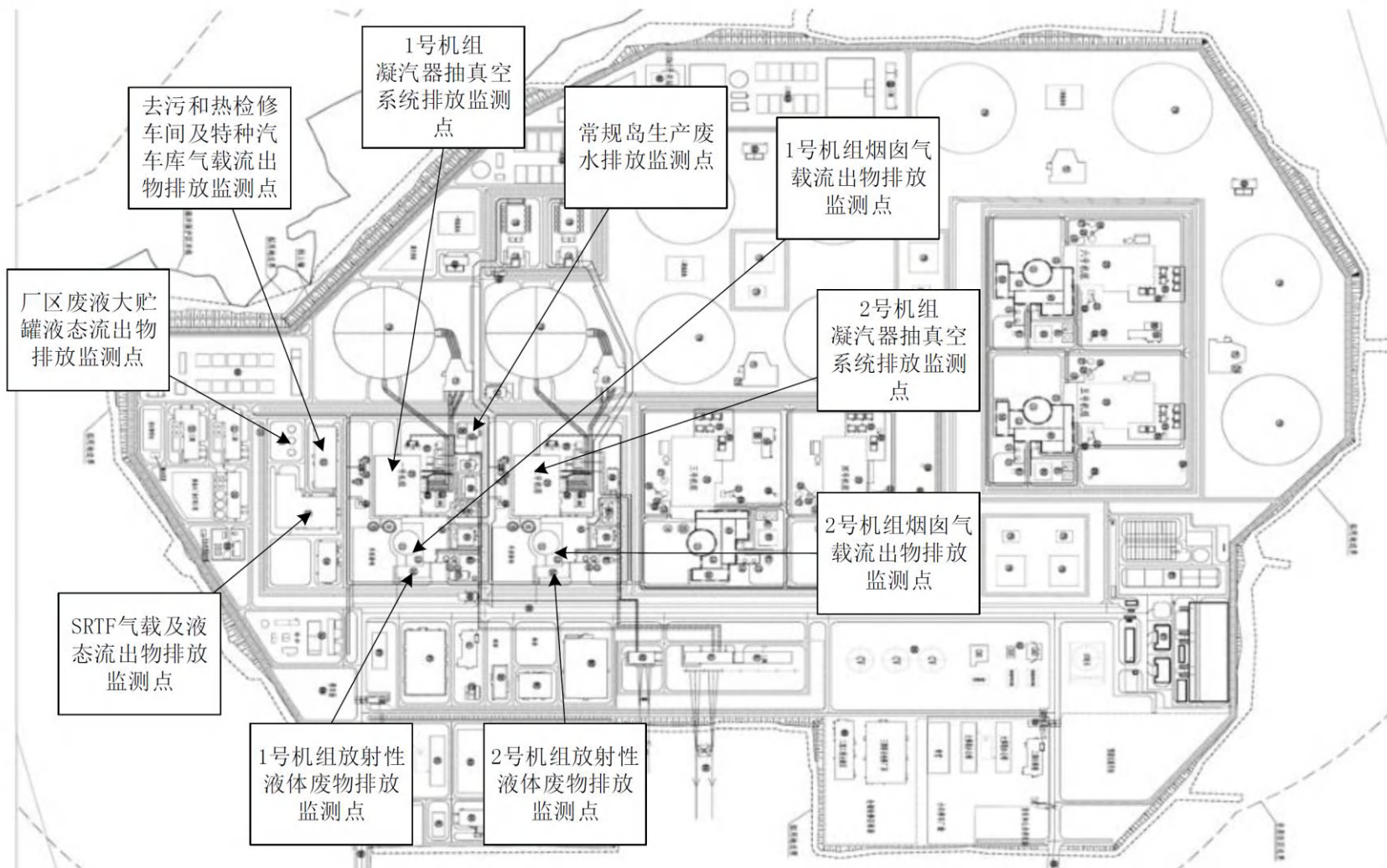


图 8.1-1 流出物监测点平面图

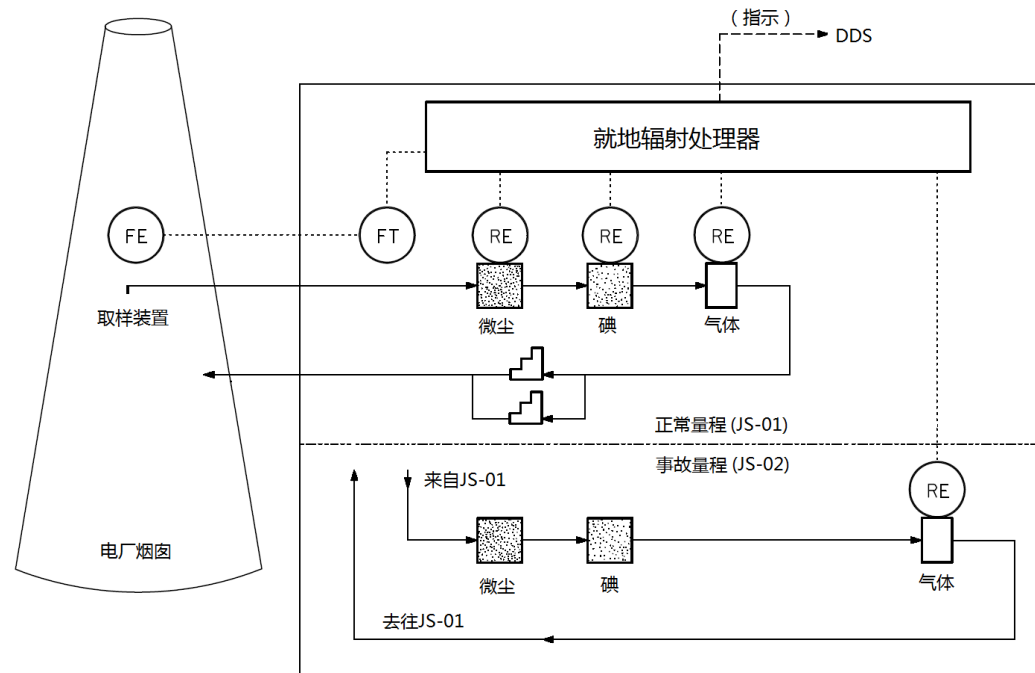


图 8.1-2 电厂烟囱辐射监测仪示意图

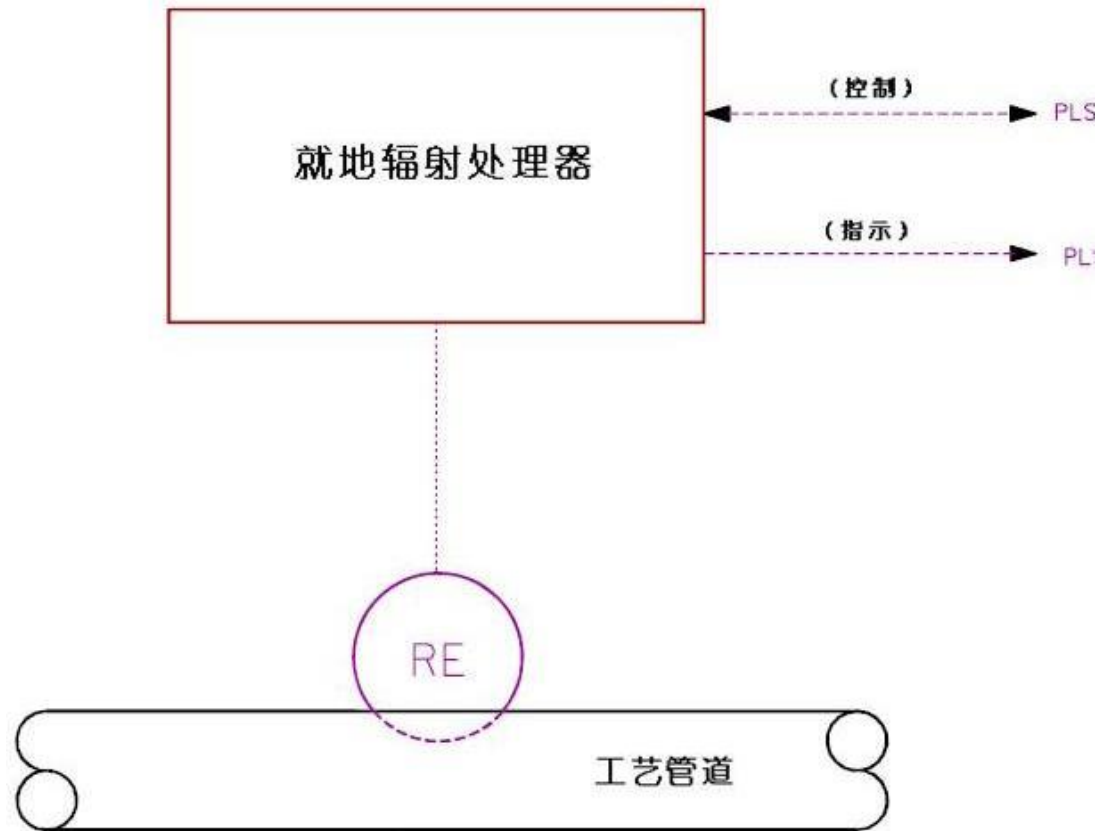


图 8.1-3 管内辐射监测仪示意图

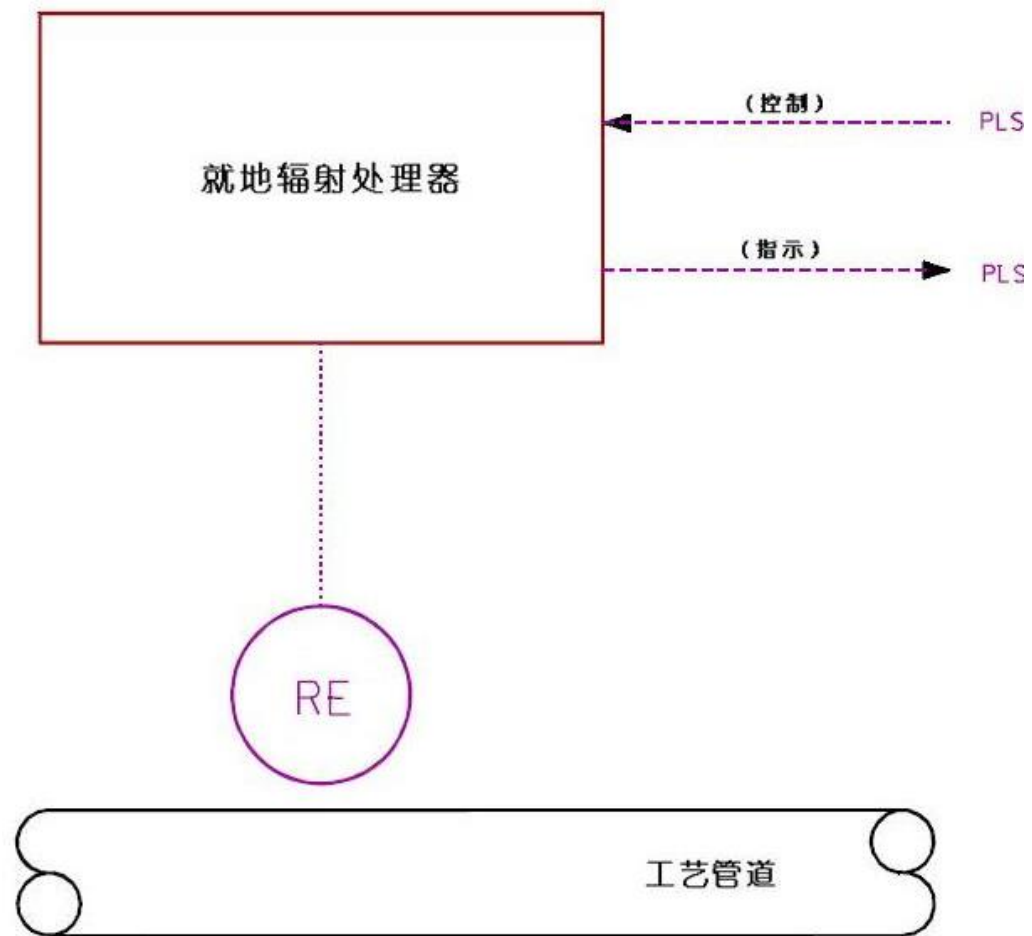


图 8.1-4 管旁辐射监测仪示意图

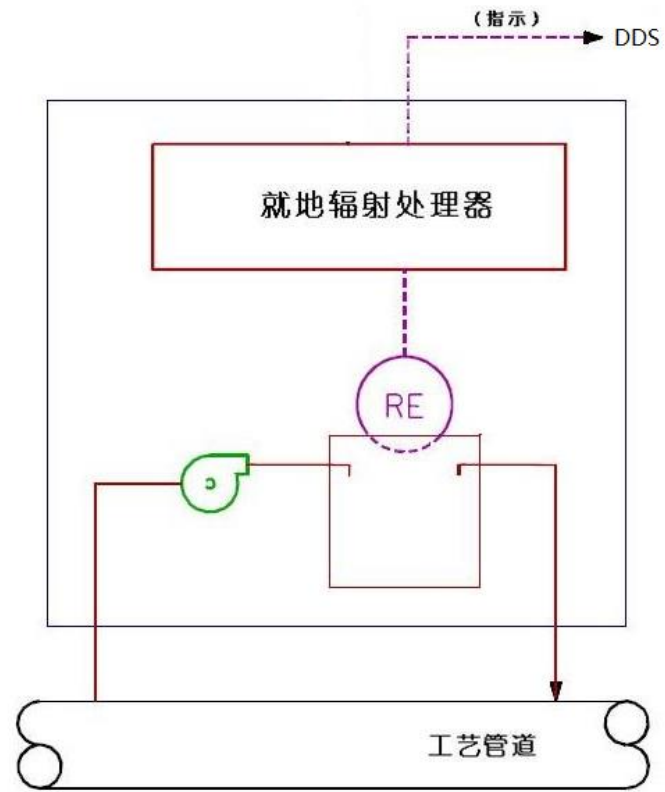


图 8.1-5 液体离线辐射监测仪

8.2 其它监测

8.2.1 热影响监测

由第六章的分析结果可知，本工程取排水量较小，排水温升较低，排水管线距离长（厂址到受纳海域排水管线长约 10km），运行期间由二次循环系统产生的温排水引起排放口周围海域的温升基本可以忽略，对排放口周围海域的水体及海洋生物造成的影响非常有限，可不考虑热影响。

为验证本工程温排水排放的实际影响，本工程运行期间的热影响监测点位可设置于核电厂二次循环系统的取水口（对照点）和排水口。

8.2.2 化学污染物和生活污水监测

8.2.2.1 监测目的

1) 反映本工程运行期间的非流出物排放情况。

2) 判断本工程运行期间的生产废水系统（WWS）等废物处理设施（放射性废物处理设施除外）是否正常运行。

8.2.2.2 监测内容

对本工程排放的非放射性液态流出物开展常规监测。非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) 二次循环冷却水、生产废水排放监测

监测点位为二次循环冷却水取水口和总排水口。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

在生活污水处理设施排水口和生活污水外排口分别设置生活污水监测点。监测项目包括 pH、总氮、总磷、悬浮物、COD、BOD₅、动植物油、排水量。

3) 取排水管线渗漏监测

本工程考虑在主厂区内将液态流出物与冷却塔排污水掺混后再统一经冷却塔排污管线输送至排放海域，在本工程冷却塔排污管线设计中将考虑取排水管线渗漏防护设计及相应的监测手段，以确保及时发现排污管线渗漏导致非受控排放

情况出现。

8.2.3 气象观测

厂址气象观测系统于 2016 年投入使用，其位于核电厂计划征地边界之外，地理位置为 21°34'5"N，109°49'39"E，海拔约为 29m（厂坪设计标高为 18m），地形平坦，环境开阔，附近无陡坡或高压输电线路等高大建筑物，地形起伏落差小；远离城市或乡村等人群聚居区域，无地方性雾、烟等大气污染，观测环境较好。气象观测系统位置图见图 8.2-1。

厂址气象观测系统包括 1 个 102m 的气象铁塔、1 个地面气象观测场和一个气象观测站工作室。气象观测系统的测量项目包括：

- 气象塔 10m、30m、50m、75m 和 100m 进行风向、风速、温度的逐时观测，100m 高度层还设置相对湿度观测；
- 厂址地面气象站的观测项目包括：气温、相对湿度、风向、风速、降水量、气压、总辐射、净辐射、日照、蒸发。

上述气象观测仪器的主要技术指标见表 8.2-1。

气象观测站工作室放置气象数据接收系统、气象梯度仪主机和自动气象站主机。气象数据接收系统包括一台气象专用计算机、相应的应用软件、打印机和专用网络接口。气象数据接收系统接受来自气象梯度仪主机和自动气象站主机的所有数据，并对这些数据进行储存、处理、显示、制表和打印。

8.2.4 水文观测

本工程拟在大件码头处建设验潮站一座，布置验潮站及温盐井，实时连续观测潮汐、海流、波浪、水温、海水盐度等海洋环境参数。

表 8.2-1 厂址气象观测系统仪器参数

气象塔观测仪器参数

仪器	产地	量程	分辨率	准确度	单位	数采方式
风速	美国	0~75	0.1	$\pm(0.3+0.03V)$	m/s	远程无线传输
风向	美国	0~360	1	± 3	°	
温度	中国	-40~+60	0.1	± 0.2	°C	
相对湿度	中国	0~100	1	$\pm 3(t>0^{\circ}\text{C})$ $\pm 5(t\leq 0^{\circ}\text{C})$	RH%	

地面气象站观测仪器参数

要素	测量范围	分辨率	准确度	单位	型号
气温	-40~+60	0.1	± 0.2	°C	HMP45D
相对湿度	0~100	1	$\pm 3(t>0^{\circ}\text{C})$ $\pm 5(t\leq 0^{\circ}\text{C})$	RH%	
风向	0~360	1	± 3	°	EL15-2
风速	0~75	0.1	$\pm(0.3+0.03V)$	m/s	EL15-1
降水量	0~999.9	0.1	$\pm 0.3(\leq 10\text{mm})$ $\pm 3%(>10\text{mm})$	mm	SL3
气压	450-1060	0.01	± 0.15	hPa	PTB220
总辐射	0~1500	1	$\pm 5\%$	w/m ²	TBQ-2
净辐射	0~1500	1	$\pm 5\%$	w/m ²	TBB-1
日照	0~24	0.1	± 0.1	h	DSU12 (SD4)
蒸发	0~100	0.1	$\pm 1.5\%$	mm	AG1-1



图 8.2-1 气象观测系统位置图

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

流出物实验室用于核电厂液态和气态流出物样品的预处理、样品制备、 γ 能谱分析、总 α/β 放射性测量和核素分析，以确定排放的液态和气态流出物的放射性水平，保证环境不受污染，并为编写核电厂放射性物质排放的年度评价报告提供数据。流出物实验室位于主厂区三废处理区，处于综合实验室和放射源库（56子项）的一层，有流出物测量间 1、流出物测量间 2、制样与化学分析间和天平间等房间，流出物实验室布置见图 8.3-1。

流出物实验室为全厂共用（设备分期采购），设计考虑 6 台压水堆核电机组流出物样品的制样和检测。

流出物实验室主要设备清单见表 8.3-1，实验室主要分析样品和监测项目见表 8.3-2 和表 8.3-3。

8.3.2 环境监测设施

本工程环境监测系统由环境 γ 监测系统、废液采样站、环境实验室和环境监测网等部分组成。

8.3.2.1 环境 γ 监测系统

环境 γ 监测系统由厂区内和厂区外的监测子站、环境监测车和环境 γ 监测计算机组成。

1) 监测子站

本工程所在厂址的辐射环境自动监测站计划设置 3 个厂内监测子站和若干个厂外监测子站，厂外监测子站和监督性监测系统外围辐射环境监测子站覆盖厂址半径 10km 范围 16 个方位，厂区内计划设置 3 个大气 γ 辐射监测站，站位分布如下：

- 厂址废物处理设施附近。
- 电厂办公区附近。
- 冷却塔附近。

每个监测子站包括部分或全部下述设备：

- 环境 γ 监测仪；
- 雨量计；

- 气溶胶及碘取样装置；
- 氙取样装置；
- 碳-14 取样装置；
- 大气沉降灰和雨水收集器；
- 通信设备；
- 供电设备。

各监测子站的环境 γ 监测仪、雨量计实时采集的大气 γ 辐射水平、降雨量等信息，并通过有线加无线的方式实时传送到环境 γ 监测计算机（位于应急指挥中心）。气溶胶及碘取样装置、氙取样装置以及碳-14 取样装置的失电和取样故障等信息也可通过就地的通信设备传送至环境 γ 监测计算机。

（2）环境监测车

环境监测系统配置 1 辆环境监测车，车上的设备及主要参数见表 8.3-6。

在核电厂正常运行情况下，环境监测车主要用于对厂区及周围区域内的环境 γ 辐射水平进行巡测和对气象和环境监测系统日常维护。在核电厂发生事故情况下，环境监测车用作快速应急监测。环境 γ 辐射水平实时测量数据及车载卫星全球定位系统的定位数据，通过车载通讯装置实时传送到环境 γ 监测计算机。

（3）环境 γ 计算机

环境 γ 监测计算机布置在应急指挥中心三层的环境监测室内，用于对大气 γ 辐射监测站、环境监测车和废液采样站等设备测量数据和失效报警信息进行采集，并传送至环境监测网的服务器中进行储存和集中管理。

8.3.2.2 废液采样站

本工程在核电厂取水设施和排水设施处设置废液采样站进行取样，样品将被送到环境实验室进行测量和分析。采样设备的失效报警信号将被传送至环境 γ 监测计算机。

通过对进水样品和排水样品中放射性核素的活度浓度和其他有关非放射性元素浓度分析结果的对比，可为核电厂对环境的排放评价提供参考。

8.3.2.3 环境实验室

本工程在距厂区东北侧边界约 11 公里的处设置环境监测站，环境实验室位于该监测站内。实验室共三层，总建筑面积约为 2200m²，其中一层为物理测量

区，二层为办公和数据管理区，三层为样品处理和化学实验区，实验室的设备布置见图 8.3-2~图 8.3-4。

环境实验室配置各种测量分析仪表，用于在核电厂正常运行期间对其周围环境介质中所含的放射性核素的种类、浓度进行监测，并对监测数据及时分析和评价，定期上报相关核安全监管部门和生态环境行政主管部门。环境实验室配置的主要仪器的技术要求见表 8.3-5。

环境监测站还配置有两辆介质采样车，主要用于常规监测时的环境新鲜样品的采集和运输，还可进行热释光元件（TLD）的布设及回收。事故时可配置便携式仪表和其它设备参与统一的应急行动，车内放置一些采样工具和样品容器等。介质采样车配置的主要仪器的技术要求见表 8.3-7 和表 8.3-8。

8.3.2.4 环境监测网

环境监测网是一个局域网，由服务器、工作站、远距离显示和打印终端、交换机、网关、打印机及相应的操作系统和应用软件等组成。除了一台远距离显示和打印终端位于核电厂环境监测站内，环境监测网的其它设备均位于核电厂应急指挥中心的环境监测室及应急机房内。

环境监测网实时接收核电厂正常运行和事故期间来自气象专用计算机的气象数据和环境 γ 监测计算机的环境测量数据和报警信息等，并负责对这些数据进行集中管理、存储、显示、报警和传送。

环境监测网将通过通讯方式实时地将气象和环境监测数据传送到应急指挥中心、1号机组和2号机组的数据显示和处理系统以及运行和控制中心供电厂操纵员使用。

8.3.2.5 地下水监测井

本项目规划建设地下水监测井。

本项目地下水监测井布置原则如下：地下水监测井布置主要在厂址区以及排水管线附近，包括上述区域地下水上游对照区域、垂直于地下水流向的两侧区域以及地下水下游可能受影响的区域，其中包括环境敏感点及地下水可能的污染源地点等。地下水测井点布设主要考虑厂区、排水管线附近地下水分布特征、含水层性质、地下水径流排泄特征、核电厂地下水污染影响的可能范围以及建（构）筑物布置情况，监测井点的层位以可能受影响含水层为主，同时监测井的位置不

与建（构）筑物、等设施的位置冲突。

场地平整后，场地地下水位总体上呈下降趋势，水力梯度下降，厂区地下水径流速度总体减缓，但地下水流向总体上仍由北向南、由西向东。考虑到一期工程核岛等主厂房建（构）筑物区域主要为挖方区，核岛区内岩体节理裂隙较发育，但多以闭合裂隙为主，局部为泥质充填，根据现场试验结果，岩层的透水性较弱。综上，一期工程地下水监测点拟设置地下水排泄途径上，厂区内地下水监测井布置图见图 8.3-5。在开关站北侧适当位置布置监测井 W1，该处基本不受主厂房、循环水排水管和 SRTF 等影响，可作为一期工程以及排水管线的一个对照点。

一期工程拟采用 2 根 DN1200 的 HDPE 管道进行排水。排水管线经龙头沙渔港码头，沿沙龙围、北府围等围堤以东，斋塘角、新村、低村、松明、北松村以西陆域布置，自厂区西侧进入核电厂，管线总长约 11km。管线附近地区地下水迳流、排泄条件，受地形地貌影响较大，地下水流向基本与地形一致。结合排水管线的路径、排水管线附近地下水流向以及对周边环境的影响，拟设置排水管线地下水监测井位置见图 8.3-6。

8.3.3 监督性监测系统

地方政府使用辐射环境现场监督性监测系统对本厂址机组流出物中的放射性水平实施监督性监测，核电厂营运单位为该系统中流出物的连续监测和定期取样提供支持。

监督性监测系统由外围辐射环境监测系统和流出物监测系统组成，见图 8.3-7。

8.3.3.1 外围辐射环境监测系统

外围辐射环境监测系统由监测子站和前沿站构成，主要用于对环境辐射水平及相关气象参数、样品中放射性物质等进行监测和采样分析，系统设计兼顾核事故应急环境辐射监测。

1) 监测子站

监测子站配置辐射监测设备、气象测量设备、采样设备等，用于连续实时地监督核电厂周围环境中的辐射水平和变化趋势。当核电厂发生事故时，监测子站的测量数据可以为后果评价以及场外应急决策提供依据。

2) 前沿站

前沿站与本工程环境监测站共址建设，距厂区东北侧边界约 11 公里。前沿

站是核电厂周围样品采集、处理、测量分析前沿工作场所。

前沿站内设置环境实验室、数据汇总中心，用于对核电厂周围样品采集、处理、测量分析的前沿工作场所和对监测子站的数据进行监控、汇总以及对外传输的场所。

8.3.3.2 流出物监测系统

流出物监测系统由流出物在线监测系统和流出物实验室构成，实现对核电厂释放到环境中气态、液态流出物进行在线连续监测和抽样监测的功能。

1) 流出物在线监测系统

流出物在线监测系统共用核电厂自行实施的流出物在线连续监测仪表，并由核电厂辐射监测系统（RMS）的中央辐射处理计算机（CRP）对所测得的流出物数据进行汇总整理，再通过独立的数据传输设备，将监测数据传输至位于前沿站的数据汇总中心和生态环境部现场监督单位。

流出物在线监测系统配置了数据通信计算机、网络通信设备和单向网关，布置于应急指挥中心内。

流出物在线监测系统流程图见图 8.3-8。

2) 流出物实验室

流出物实验室用于对核电厂释放到环境中的气态、液态流出物进行抽样监测，并承担事故时应急样品的分析。

流出物实验室与前沿站共址，按照独立设计、分散布局、分区布置的原则建设。

表 8.3-1 流出物实验室主要设备清单

序号	房间	设备名称	数量	主要技术参数
1	流出物测量间 1	P 型高纯锗 γ 谱仪	7 台（一期配置 3 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 探测器：P 型同轴型高纯锗探测器； ➢ 测量能量范围：40keV~10MeV； ➢ 相对测量效率：$\geq 60\%$； ➢ 能量分辨率：$\leq 1.95\text{keV}@1.33\text{MeV}$，$\leq 1.00\text{keV}@122\text{keV}$； ➢ 峰-康比：$\geq 70: 1$（在 1.33MeV 处）。
		除湿机	1 台	➢ 日除湿量：40L 左右。
		碘化钠 γ 谱仪	3 台（一期配置 1 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 探测器：NaI(Tl)探测器； ➢ 测量能量范围：25keV~3.5MeV； ➢ 能量分辨率：$\leq 8\%$（在 662keV 处）。
2	流出物测量间 2	液体闪烁计数器	4 台（一期配置 2 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 能量范围：0~2MeV。 ➢ 本底计数：$\leq 20\text{cpm}$； ➢ 测量效率：$^3\text{H} \geq 60\%$；$^{14}\text{C} \geq 95\%$。
		低本底 α 、 β 测量仪	3 台（一期配置 2 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 探测器类型：流气式正比计数管； ➢ 探测器通道数：4 个； ➢ 本底计数：α：$\leq 0.1\text{cpm}$；β：$\leq 1\text{cpm}$； ➢ 效率比：α：$\geq 90\%$（^{241}Am）；β：$\geq 60\%$（$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$）； ➢ 效率稳定性：$\alpha$：$\leq 3\%$（$^{241}\text{Am}$）；$\beta$：$\leq 5\%$（$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$）； ➢ 测量效率：$\alpha$：$\geq 40\%$（$^{241}\text{Am}$）；$\beta$：$\geq 45\%$（$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$）。
		除湿机	1 台	➢ 日除湿量：40L 左右。
3	天平间	分析天平	3 台	➢ 3 种规格各一台（最大称重分别为：200g、4000g、16kg）。
		电子天平	1 台	➢ 最大称重：40g。
		纯水仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 出水率：$\geq 1.5\text{L}/\text{min}$； ➢ 电阻（25℃）：18.3 兆欧.cm；

序号	房间	设备名称	数量	主要技术参数
				<ul style="list-style-type: none"> ➢ TOC (总有机碳) : <5ppb。
5	制样与化学分析间	精密电加热板	2 台 (一期配置 1 台)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 功率: 0~1.5kW 内可调; ➢ 加热温度范围: 室温~500℃; ➢ 使用 LED 进行加热温度控制/显示; ➢ 加热温度控制精度: ±10℃。
		抽滤装置	2 套 (一期配置 1 台)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 抽气速度: 25L/分
		程控马弗炉	2 台 (一期配置 1 台)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 温度范围: 100℃~1100℃; ➢ 内腔温度均匀性: ±5℃。
		烘箱	2 台 (一期配置 1 台)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 不锈钢内胆, 三块隔板 (高度可调节); ➢ 工作温度范围: 20℃~210℃, 具有超温保护功能; ➢ 温控精度: ±2℃; ➢ 温度均匀性: ±2℃。
		恒温水浴锅	2 台 (一期配置 1 台)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 水槽内壁为不锈钢, 水槽底部配放水阀; ➢ 水浴体积: ≥5L; ➢ 温度范围: 室温~100℃; ➢ 温度均匀性: ±0.2℃; ➢ 功率: 2kW; ➢ 结构形式: 双列六孔; ➢ 温控精确, 数字显示, 自动控温, 具有超温保护功能。
		加热电磁搅拌器	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 搅拌点位: 5 个; ➢ 每个搅拌子最大处理量: 2L;
		台式 pH 计	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 测量范围: -2.000 到 19.999; ➢ 分辨率: 0.1/0.01/0.001; ➢ 相对精度: ±0.001; ➢ 自动温度补偿。

序号	房间	设备名称	数量	主要技术参数
		离心机	2 台（一期配置 1 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➤控制方式：微机控制，无刷电机驱动； ➤显示方式：数字显示，触摸面板； ➤保护模式：设有门盖自锁，超速保护等功能； ➤离心管容积：100mL、250mL、500mL； ➤调速范围：0~6000r/min； ➤定时范围：0~60 分钟。
		氧化炉	2 台（一期配置 1 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➤回收率：$^3\text{H} \geq 97\%$；$^{14}\text{C} \geq 97\%$； ➤通过手动可以调节气体流量大小； ➤每次用于燃烧的液体样品装载量$\geq 1.0\text{mL}$。
		自动移液器	8 台（一期配置 4 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➤移液体积：10~100μL，100~1000μL，1~5mL，1~10mL； ➤数量：4 种规格各 2 台； ➤形式：单道可调。
		取样桶	15 个（一期配置 5 台）	<ul style="list-style-type: none"> ➤10 个 25L 聚乙烯取样桶； ➤5 个 50L 聚乙烯取样桶。
		便携式惰性气体 取样装置	5 套（一期配置 2 套）	<ul style="list-style-type: none"> ➤材质：不锈钢； ➤容积：1L； ➤压力：大于 1.3MPa； ➤取样泵：泵应在达到 1.3MPa 时能自动停止，并应具有超压保护的功能。
		打印机	1 台	
		传真机	1 台	

表 8.3-2 气态流出物监测项目表

取样系统	监测项目	分析方法	关注核素	监测频率
核岛烟囱流出物监测系统	惰性气体	3L 专用取样瓶	^{41}Ar 、 ^{85}Kr 、 ^{88}Kr 、 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 ^{133}Xe 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 、 ^{135}Xe 等	每机组每周一次
	碘	直接测量	^{131}I 、 ^{133}I	每机组每周一次
	气溶胶	直接测量	^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等	每机组每周一次
	^3H	按配比加入闪烁液制样	^3H	每机组每周一次
	^{14}C	按配比加入闪烁液制样	^{14}C	每机组每周一次
SRTF 烟囱排放监测系统	气溶胶	直接测量	^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等	每周一次
	碘	直接测量	^{131}I 、 ^{133}I	
去污和热检修车间及特种汽车库 烟囱排放监测系统	气溶胶	直接测量	^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等	每周一次
	碘	直接测量	^{131}I 、 ^{133}I	

表 8.3-3 液态流出物监测项目表

取样系统	监测项目	分析方法	关注核素	分析频率
核岛放射性废液 排放监测系统 (WLS)	pH 值	直接测量	N/A	每批一次
	³ H	按配比加入闪烁液制样	³ H	每批一次
	¹⁴ C	先氘碳分离, 再按配比制样	¹⁴ C	每批一次
	⁹⁰ Sr (废水月度混合样)	富集浓缩、加锶钇载体、 沉淀、蒸干、测量	⁹⁰ Sr	每台机组每月 1 次
	γ 能谱分析	水样	⁵¹ Cr、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹³¹ I、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ¹⁰⁶ Ru 等	每批一次
废水排放监测系统 (WWS)	pH 值	直接测量	N/A	每批一次
	³ H	按配比加入闪烁液制样	³ H	每批一次
	γ 能谱分析 (废水月度混合样)	水样	⁵¹ Cr、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹³¹ I、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ¹⁰⁶ Ru 等	每台机组每月 1 次
	¹⁴ C	先氘碳分离, 再按配比制样	¹⁴ C	总 γ 活度异常时 开展分析
	γ 能谱分析 (废水样品)	水样	⁵¹ Cr、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹³¹ I、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ¹⁰⁶ Ru 等	
SRTF 放射性疏水 排放监测系统 (ARS)	pH 值	直接测量	N/A	每批一次
	³ H	按配比加入闪烁液制样	³ H	每批一次
	¹⁴ C	先氘碳分离, 再按配比制样	¹⁴ C	每批一次
	γ 能谱分析	水样	⁵¹ Cr、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹³¹ I、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ¹⁰⁶ Ru 等	每批一次
SRTF 洗衣房废水排放 监测系统 (LAS)	pH 值	直接测量	N/A	每批一次
	γ 能谱分析	水样	⁵¹ Cr、 ⁵⁴ Mn、 ⁵⁹ Fe、 ⁵⁸ Co、 ⁶⁰ Co、 ⁶⁵ Zn、 ⁹⁵ Nb、 ^{110m} Ag、 ¹³¹ I、 ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs、 ¹⁰⁶ Ru 等	每批一次

表 8.3-4 环境实验室的辐射测量仪器设备配置清单

序号	仪器设备名称	数量	技术要求
1	N 型高纯锗 γ 谱仪	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N 型同轴型高纯锗探测器 ▪ 测量能量范围: 5keV~3MeV ▪ 相对测量效率: 40% ▪ 能量分辨率: 2keV (在 1.33MeV 处) ▪ 峰-康比: 59: 1 (在 1.33MeV 处)
2	P 型高纯锗 γ 谱仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ P 型同轴型高纯锗探测器 ▪ 测量能量范围: 50keV~10MeV ▪ 相对测量效率: 60% ▪ 能量分辨率: 1.95keV (在 1.33MeV 处) ▪ 峰-康比: 70: 1 (在 1.33MeV 处)
3	热释光剂量测量系统	1 套	每套包括热释光剂量计 1000 个, 热释光剂量计读数器 1 台, 退火炉 1 台和相应的校准装置 1 套
4	低本底 α 、 β 测量仪	3 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 通道数: 8 个 ▪ 流气式正比计数器 ▪ 探测器有效直径: $\Phi 60\text{mm}$ ▪ 本底计数: α: $\leq 0.05\text{cpm}$ β: $\leq 1\text{cpm}$ ▪ 测量效率: α: $\geq 35\%$ (^{241}Am) β: $\geq 45\%$ ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$)
5	低本底液体闪烁计数器	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 能量范围: 0-2MeV ▪ 本底计数: $^3\text{H} \leq 1\text{cpm}$ $^{14}\text{C} \leq 0.5\text{cpm}$ ▪ 测量效率: $^3\text{H} \geq 60\%$ $^{14}\text{C} \geq 95\%$

表 8.3-5 环境实验室的化学测量和分析仪器配置清单

序号	仪器设备名称	数量	技术要求
1	原子吸收光谱仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 测量非放金属元素（需配置各种光源灯） ▪ 波长范围：190nm~900nm
2	纯水仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 产水量：至少要达到 1.5L/min
3	电子天平	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 称重：40g, 200g, 500g, 4000g ▪ 精度：0.01mg, 0.1mg, 0.001g, 0.01g ▪ 数量：1 台, 1 台, 2 台, 6 台
4	台秤	1 台	
5	磅秤	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 数量：两种规格，各 1 台 ▪ 称重：30kg 和 100kg
6	程控马弗炉	6 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 两种规格，各 3 台 ▪ 功率：2kW 和 5kW
7	冰箱	1 台	容积：160 升以上
8	冰柜	1 台	容积：160 升以上
9	超声波清洗仪	3 台	用于清洗玻璃试管和试剂瓶等
10	程控烘箱	6 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 100L 左右 5 台和 250L 左右 1 台 ▪ 工作温度范围：不小于 20℃~210℃
11	温控电热板	6 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 功率：1.8kW ▪ 加热区域：600mm×450mm
12	离心机	2 台	最高转速：12000r/min
13	微波炉	1 台	功率：大于 700W
14	洗衣机	1 台	洗涤容量：5kg（直桶式）
15	电子 PH 计	6 台	测量范围：-2.000 到 19.999
16	冻干机	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 结构形式：立式 ▪ 冻干机容量：4.5L ▪ 冷阱温度：小于-50℃ ▪ 最大运水能力：2L/24h
17	氧弹燃烧样品处理装置	1 套	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 氧弹容积：大于 340mL。 ▪ 承压要求：不小于 40 个大气压。
18	真空泵	3 台	极限真空度：不大于 1kPa
19	潜水泵	3 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 流量：大于 40L/min ▪ 扬程：大于 20m
20	水浴锅	4 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 温度范围：室温~100℃ ▪ 功率：2kW
21	除湿机	11 台	日除湿量：40L 左右
22	BOD 自动测定仪	1 台	包括 BOD 生物培养箱和 BOD 计
23	COD 自动测定仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 分光光度计： 灯源：钨灯 波长范围：420~610nm ▪ COD 消解器： 可编程的温度范围：37~165℃

序号	仪器设备名称	数量	技术要求
24	筛振仪	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 筛具最大直径：100mm ▪ 筛层叠高：400mm ▪ 可容纳 8 个筛网
25	有机氙/碳氧化燃烧装置	1 套	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 燃烧样品装载量：50mL ▪ 燃烧温度不低于 700℃

表 8.3-6 环境监测车主要配置清单

序号	设备名称	数量	主要技术指标
1	车体	1 套	大功率高顶中巴车，具有良好的减震功能
2	车载 γ 辐射探测器	1 台	$1 \times 10^{-2} \mu\text{Gy} \sim 1 \times 10^6 \mu\text{Gy}$
3	便携式高纯锗多道 γ 谱仪	1 台	探测效率: $>30\%$ (^{60}Co) 能量响应: $50\text{keV} \sim 10\text{MeV}$ 分辨率: 1.80keV
4	便携式 NaI (TI) 多道 γ 谱仪	1 台	能量响应: $50\text{keV} \sim 3\text{MeV}$ 分辨率: 8%
5	便携式 γ 剂量率仪	1 台	$1 \times 10^{-1} \mu\text{Gy} \sim 1 \times 10^6 \mu\text{Gy}$
6	便携式表面 α/β 污染仪	1 台	探测效率: $\alpha > 30\%$ (^{239}Pu), $\beta > 40\%$ ($^{90}\text{Sr} \sim ^{90}\text{Y}$) 探测窗面积 $> 100\text{cm}^2$
7	便携式气溶胶和碘取样装置	1 台	最大取样流量: $300\text{L}/\text{min}$ 和 $1600\text{L}/\text{min}$ 两种 气溶胶过滤效率: $\geq 99\%$ 碘过滤效率: 元素碘 $\geq 99\%$, 甲基碘 $\geq 95\%$
8	便携式自动气象观测系统	1 套	风速传感器测量范围: $0 \sim 40\text{m}/\text{s}$ 风向传感器测量范围: $0 \sim 360^\circ$ 气象数据处理显示单元能实时显示风速风向值
9	便携式数据采集计算机	1 台	与多道分析器连接, 进行谱分析 与车载 γ 辐射监测仪和 GPS 进行连接
10	车载传输装置	1 台	环境监测车与环境 γ 监测计算机之间的数据通讯
11	车载卫星全球定位系统	1 套	定位精度 10m
12	供电设备	1 套	车载蓄电池 (直流电源, 计算机和仪表用) 车载变频发电机 (取样器用)
13	消防用品	1 套	配置车载灭火器等
14	工作人员防护装备	10 套	包括辐射防护服、防护工作鞋等
15	应急医药箱	1 个	包括医药箱及野外急救药品等

表 8.3-7 大体积介质采样车主要配置清单

序号	设备名称	数量	主要技术参数
1	采样车车体	1 台	进行液体介质以及大体积固体新鲜样品的采集和运输。 设有后车厢开门。 后箱内设固定件以固定取样容器。 保留 3~4 个座位（包括司机座位）。 车内配置牵引绞盘和可伸缩便携式爬梯。
2	便携式发电机	1 台	输出电压：220VAC，50Hz。 额定输出功率：2.8kVA。 最大输出功率：3.1kVA。 连续工作时间：12 小时
3	消防用品	1 套	配置车载灭火器等
4	工作人员防护装备	4 套	包括辐射防护服、防护工作鞋等
5	应急医药箱	1 个	包括医药箱及野外急救药品等

表 8.3-8 小体积介质采样车主要配置清单

序号	设备名称	数量	主要技术参数
1	采样车车体	1 台	进行小体积新鲜样品的采集和运输，也可进行热释光元件（TLD）的布设及回收，事故时也可配置便携式仪表和其它设备参与统一的应急行动。 小型越野车，设有后车厢开门。
2	便携式发电机	1 台	输出电压：220VAC，50Hz。 额定输出功率：2.8kVA。 最大输出功率：3.1kVA。 连续工作时间：12 小时
3	消防用品	1 套	配置车载灭火器等
4	工作人员防护装备	4 套	包括辐射防护服、防护工作鞋等
5	应急医药箱	1 个	包括医药箱及野外急救药品等

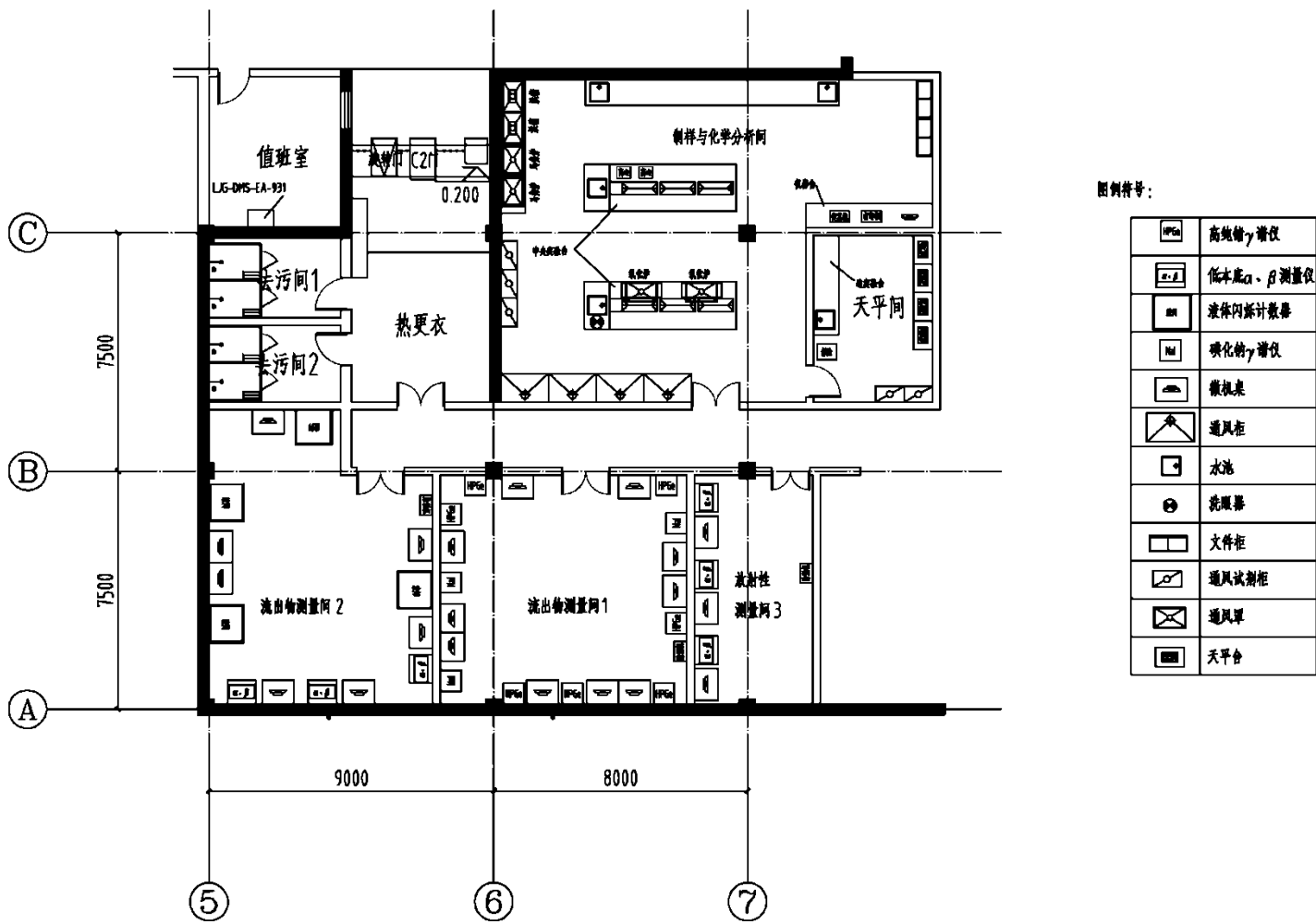
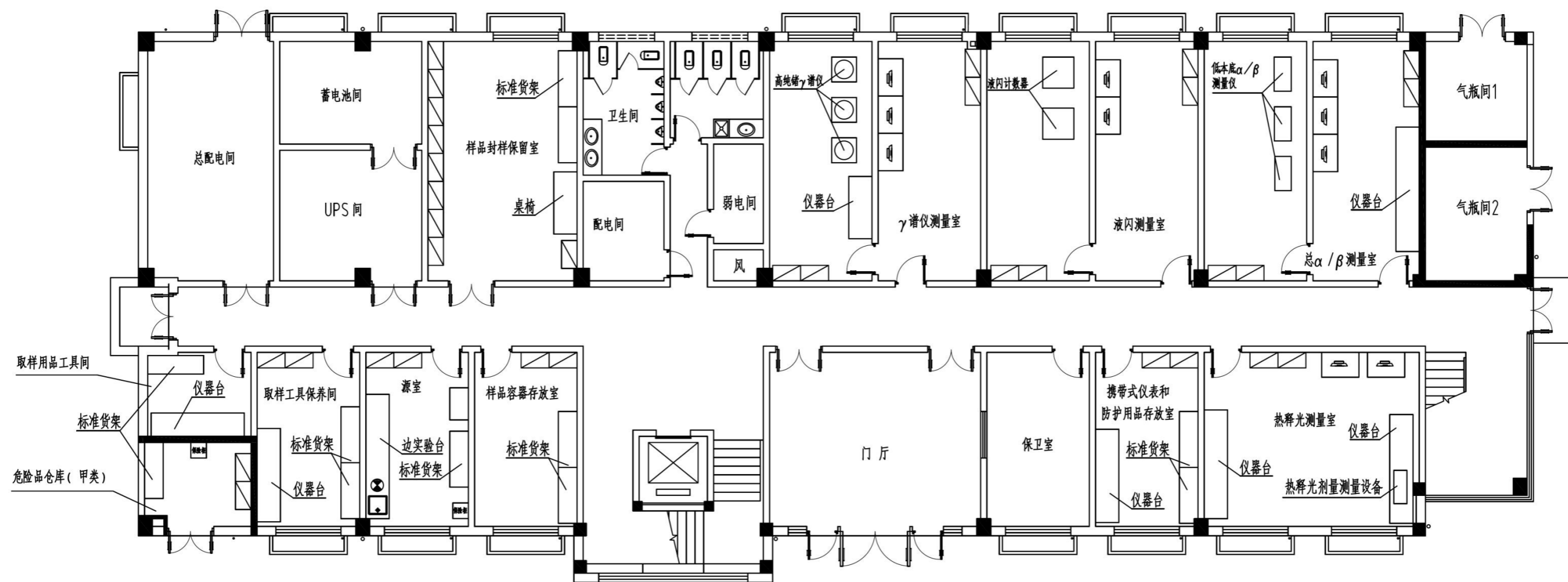


图 8.3-1 流出物实验室设备布置图

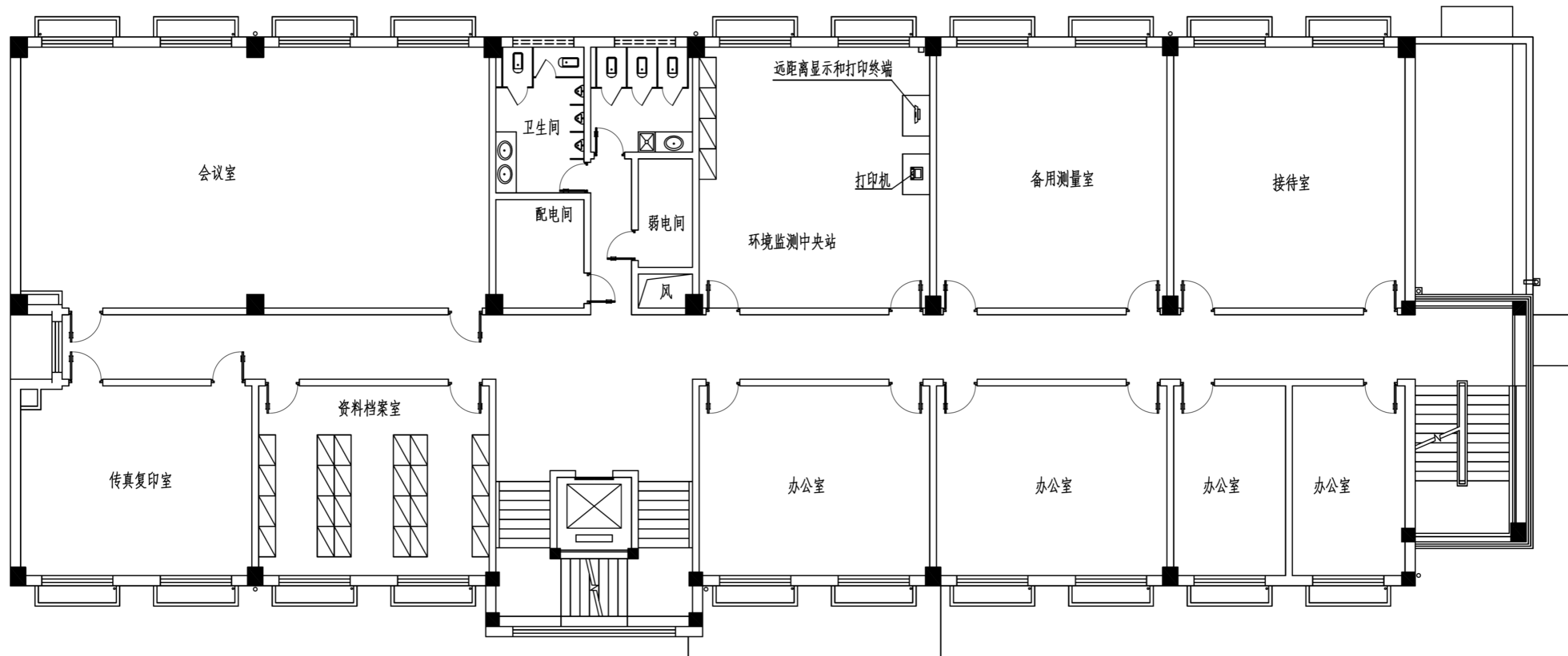


图例符号:

	水池
	洗眼器
	柜子
	微机桌

环境监测站一层平面布置图

图 8.3-2 环境监测站设备布置图

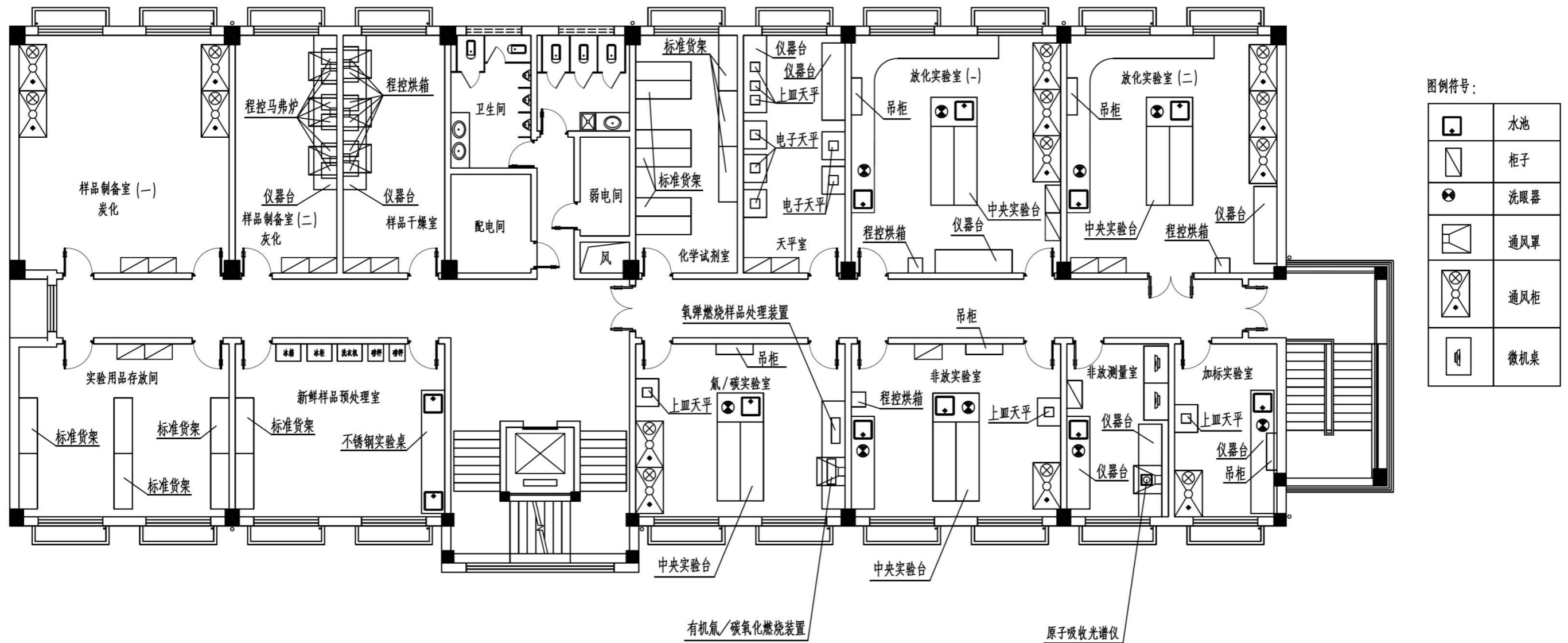


图例符号:

□	柜子
□	微机桌

环境监测站二层平面布置图

图 8.3-3 环境监测站设备布置图



环境监测站三层平面布置图

图 8.3-4 环境监测站设备布置图



图 8.3-5 厂区内地下水监测井位置示意图

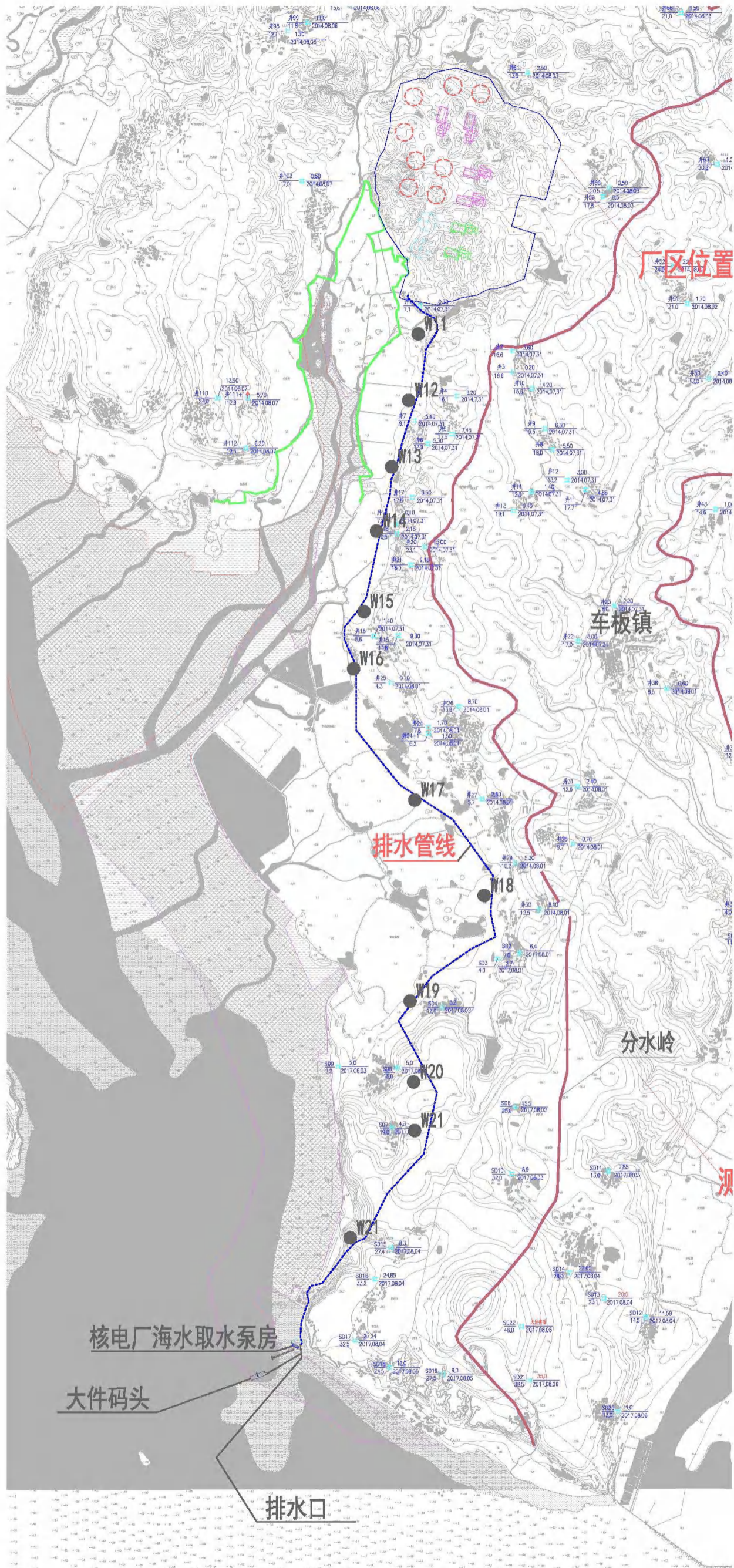
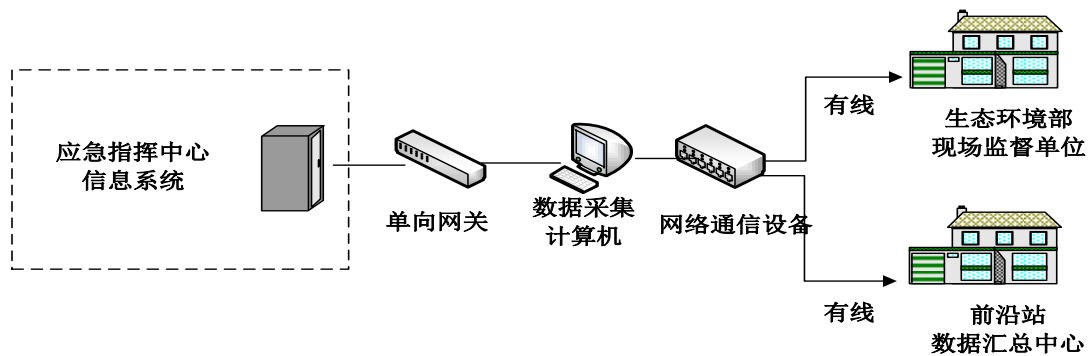
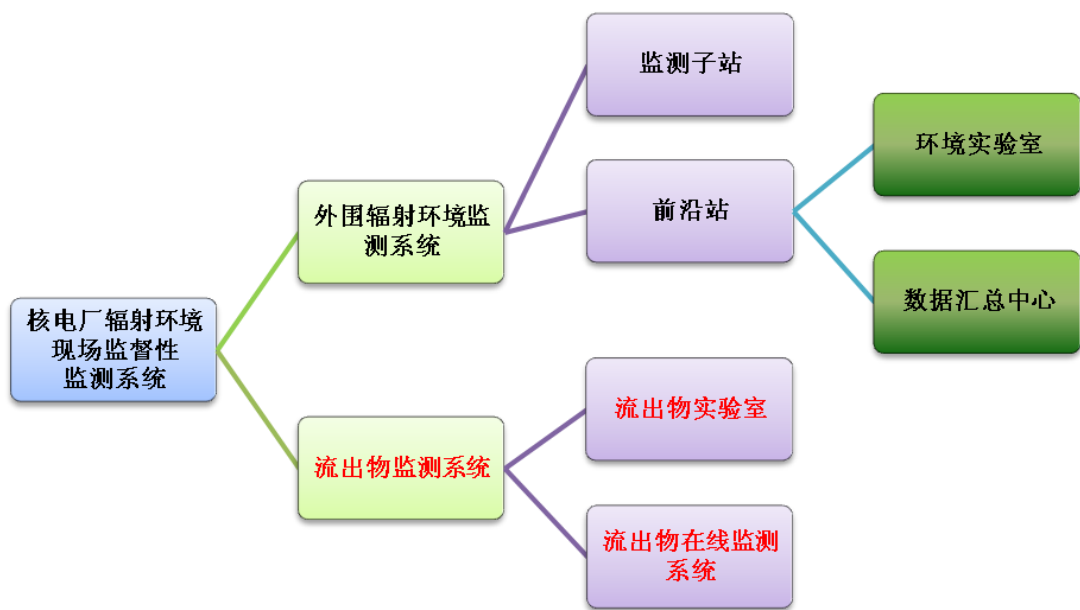


图 8.3-6 排水管线附近地下水监测井位置示意图



8.4 质量保证

在核电厂正常运行情况下，需要对流出物和环境进行监测，以保障公众的安全，增加公众对核电的信心，确保核电厂的运行对环境不会造成不可接受的影响。因此流出物和环境监测质量保证是至关重要的，其目的是通过有计划/system行动，对监测过程进行全面控制（如监测过程的组织管理，参与人员的素质要求与岗位培训，仪器设备的管理与维护，样品采集布点与频度的设计，分析过程的质量控制，监测数据的记录、复核与审核等），使测量结果具有适当置信度，保证测量结果的可信性、有效性和可比性。

流出物和环境监测的质量保证计划依据下列标准：

- 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- 《核设施流出物和放射性环境监测质量保证计划的一般要求》（GB11216-1989）
- 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）
- 《核设施水质监测采样规定》（HJ/T21-1998）
- 《气载放射性物质取样一般规定》（HJ/T22-1998）
- 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009）
- 《水质采样技术指导》（HJ494-2009）
- 《水质采样方案设计技术规定》（HJ495-2009）

8.4.1 质量控制

1) 样品采集、运输和贮存的质量控制

样品采集、运输和贮存的质量控制的目的是保证采集具有代表性并保持放射性核素在分析前的原始浓度。为此应该准确地测量样品的质量、体积和流量，其误差一般控制在±5%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。

2) 分析测量中的质量控制

样品的预处理和分析测量方法应采用标准方法或经过鉴定和验证过的方法。操作人员应严格按操作程序操作，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比对，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。

3) 数据处理

每个样品从采集、预处理到分析测量、结果计算全过程中的每一步都应有清楚、详细和准确的记录。数据处理应采用标准方法，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。

8.4.2 质量管理

1) 组织机构

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。

2) 人员的资格和培训

辐射监测结果的准确性与操作人员的技术水平和经验有关，因此各类操作人员应有严格的资格要求，上岗前必须进行专业培训，取得有关技术操作资格后方可上岗。为保持和适应新技术发展的要求，对各类技术人员应进行反复的技术培训、考核和技能审评。

第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.1.1 运行带来的直接利益

广东廉江核电项目 1、2 号机组工程规划建设 2 台百万千瓦级压水堆核电机组，2 台机组的额定功率达到了 2500MW，按 80% 的负荷因子估算，正常年份 2 台机组的年上网电量可达到 158 亿 kWh。

按核电标杆上网电价 0.43 元/kWh 测算，本工程的年销售收入（不含税）为 60 亿元。本工程 2 台机组的设计寿命为 60 年，在其整个商业运行寿期内，将取得显著的经济效益。

9.1.2 建设和运行带来的间接利益

9.1.2.1 对周边环境的利益

核电给环境带来的间接效益主要来自于其替代燃煤发电带来的减排效应，煤炭燃烧的主要污染物是 CO₂、SO₂、NO_x 以及烟尘等。本项目的建成可有效替代燃煤机组，大量减少 CO₂ 排放量，并缓解酸雨现象。

按照 CO₂ 减排因子为 800 克/kWh 考虑，本项目投产后正常年份可实现 CO₂ 减排 1370 万吨，CO₂ 减排按 15 元/吨，正常年份内 CO₂ 减排可实现经济效益约 2.06 亿元。

9.1.2.2 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。

9.1.2.3 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，项目投产后年均贡献 6.7 亿元左右的销售税金，以及年均约 5.4 亿元的所得税。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。

9.1.2.4 对社会发展的利益

本项目投产后,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

项目计划总资金为人民币 3784709 万元(不含配套送变电工程费用),含铺底生产流动资金 23110 万元、建设期可抵扣增值税 268989 万元。

9.2.1.2 电厂运行的经济代价

本项目并网投入商业运行后,运行期间的经济代价包括:基本折旧费、摊销费、核燃料费、大修理费、运行维护费、核后处理费、退役基金、财务费用和管理费用等。

经测算本项目计算期平均发电成本为 0.229 元/千瓦时。

9.2.1.3 电厂建设和运行的环境保护代价

本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,核电厂专门设置了放射性废液、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。

具体的监测和应急措施包括:

一、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。

二、流出物监测

核电厂还应设置放射性流出物监测系统，对电厂运行期间的气载和液态放射性流出物进行监测，用于测量放射性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。

三、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。

本工程项目在建设期的环保投资约为 105480 万元，占项目计划总投资比例为 2.7%。本项目的监督性监测的环保费用已含在本工程总的环保费用内，见表 9.2-1。

本工程项目运行期的环保费用包括乏燃料处理处置基金、中低放废物处理处置费和退役基金等。参照国家能源局发布的标准《核电厂建设项目经济评价方法》（NB/T 20048-2011）的相关规定进行计算，在评价期 30 年内，乏燃料处理处置基金约为 103 亿元，中低放废物处理处置费约为 2.5 亿元，退役基金约为 33 亿元。

9.2.2 间接代价

本工程的建设和运行，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亟待解决的社会问题。

一、交通运输问题

核电厂的运输包括施工期间大型设备、建筑材料的运输；运行期间的换料、乏燃料、固体废物运输；正常的人员进出等，其运输量非常大，不可避免增加当地的运输负担。

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。在陆运方面需投入一定量的资金用于厂外公路的建设，包括新建、改造道路及修建桥梁，例如，核电厂通常会专门开辟进场道路和应急道路等。

二、电厂建设对当地市政建设设施产生的影响

本工程的建设和运行，使厂址所在地区的人口数量有所增加，这势必造成医疗、学校、商业和基础设施如道路、供排水、供热等市政工程和生活服务设施的紧张局面，加重了当地政府的负担。

三、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，从而对当地的社会秩序、安全和稳定带来一定压力。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。

表 9.2-1 核电厂建设期主要环境保护设施及相关投资

序号	项目名称	投资（万元）
1	废物处理处置系统	50159
2	流出物监测系统	29298
3	环境监测系统	12000
4	环境整治	2917
5	施工期环保投入	8856
6	绿化投资	2250
	合计	105480

9.3 结论

从经济层面来看，以核电标杆电价 0.43 元/kWh 测算，本项目资本金内部收益率 12.97%，项目投资内部收益率为 9.05%，项目投资回收期为 13.45 年（税前），项目总投资收益率为 7.31%。以上数据表明本项目经济效益良好，能给各投资方带来稳定的收益。

从环境层面来看，本项目环境直接代价即环保设施及有关措施投资约 10.55 亿元。项目投产后，正常年份可实现 CO₂ 减排 1370 万吨，年均减排经济效益约 2.06 亿元。由于项目设计寿命长达 60 年，可见本项目的环境效益远大于环境代价。

从社会层面来看，本项目会对当地的交通运输、市政设施等造成一定的影响。但同时，本项目建成投产后，每年为销售收入（不含税）达 60 亿元，年均贡献增值税收约 6.7 亿元，年均所得税约 5.4 亿元。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。

通过本工程的利益—代价比较分析，可以得出，本工程的建设是必要的，也是合理可行的，该项目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 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

广东廉江核电厂规划容量为六台百万千瓦级核电机组。厂区一次规划，分期建设。1、2号机组工程建设规模为2×1250MWe级 CAP1000核电机组。

广东廉江核电项目 1、2 号机组工程建设周期为 56 个月（从浇灌第一罐混凝土到商业运行）。第一台机组预计于 2023 年 6 月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计 2024 年 4 月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于 2028 年 2 月投产，第二台机组于 2028 年 12 月投产。1、2 号机组工程设计寿期为 60 年。

厂址位于廉江市车板镇北约4km处，东距廉江市区约48km，东南距湛江市市区约65km，厂址西南邻近英罗港海洋保护区。厂址可利用场地面积可满足规划6台核电机组建设和施工用地需要。

10.2 环境保护设施

工程配置有放射性液体废物处理系统（WLS）、放射性气体废物处理系统（WGS）、放射性固体废物处理系统（WSS）、乏燃料贮存系统、厂址废物处理设施（SRTF），可有效处理核电厂运营期间产生的放射性废气、废液、固体废物。对于非放污染物，广东廉江核电厂也采取系列的环保措施，如生活污水处理设施，危险废物贮存设施等，以确保电厂运营过程中产生的非放污染物规范处置，达标排放。

10.3 放射性排放

广东廉江核电厂 1、2 号机组工程 2 台机组气载和液态流出物的槽式排放口处排放浓度和年排放量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）标准要求。广东廉江核电厂 1、2 号机组工程 2 台机组总排放口处 5 种核素浓度均小于《海水水质标准》（GB 3097-1997）中规定的限值。

10.4 辐射环境影响评价结论

根据计算结果，广东廉江核电厂 1、2 号机组工程 2 台机组在正常运行期间所致最大个人的有效剂量小于 0.25mSv，不会造成人员明显的伤害。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。

考虑工程实际情况，广东廉江核电厂 1、2 号机组工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行工况下，液态流出物排放对受纳海域中的水生生物的影响较小。

核电厂 1、2 号机组工程非居住区范围为距 1、2 号核岛 SSW 方位 900 米、

SW 方位 1000 米、WSW 方位 850 米、W 方位 1050 米、WNW 方位 900 米，其余方位 800 米构成的封闭区域。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。

厂址区域交通情况良好，无难以撤离的居民点，在执行应急计划时需重点关注厂址 5km 范围内的学校和养老院。厂址附近通讯条件、居民住宅以二层砖瓦结构楼房为主，对外照射有较好的屏蔽减弱能力。因此，广东廉江核电厂厂址在实施场外事故应急计划方面没有不可克服的困难。

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.5.1 散热系统对环境的影响

1) 对水体的物理影响

(1) 散热系统工程对水体的物理影响

由于取排水工程取排水量较小，海域工程施工量不大，且取排放口附近海域水深较深。因此工程对水体岸线侵蚀、底部冲刷、泥沙淤积以及工程附近水体的水动力条件基本没有影响。

(2) 冷却塔排水对水体的物理影响

本项目循环冷却方式为二次循环冷却方案，取排水量较小，排水温升较低。2台机组运行期间取排水流量：初步确定的补充水量 $5.5\text{m}^3/\text{s}$ ，初步确定的排水量约为 $3.5\text{m}^3/\text{s}$ 。考虑到从核电厂厂址到北部湾排水管线长约10km，其温升会有一定的降低。数值模拟结果也表明，其温升影响很小。因此，本工程排水不会对接纳海域产生明显的温升影响。

2) 散热系统对水生生物的影响

(1) 取排水工程对水生生物的影响

本工程取排水系统对水生生物的影响主要包括取水卷吸影响及排水中投放杀虫剂的化学因素的危害。化学因素危害一般是杀虫剂使用期间起作用；而取水卷吸的机械损伤是最经常和最主要的危害因素。

由于本项目采用二次循环方式，取水流量较小，两台机组保守也仅为 $5.5\text{m}^3/\text{s}$ 。同时，工程将采取一定措施尽可能的降低取水口的取水流速，因此不会对水生生物产生明显的卷吸碰撞影响。

(2) 冷却塔排水对水生生物的影响

本工程采用二次循环冷却方式，排水温升较低，再经过长约 10km 的排水管线输送，最终进入水体，其温升影响很小，因此本项目的冷却塔排水对水生生物的影响是可以接受的。

3) 散热系统对声环境的影响

广东廉江核电厂 1、2 号机组工程 2 台冷却塔运行时在厂界引起的噪声不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 的 3 类标准，需对冷却塔开展降噪防治优化设计，确保冷却塔实际运行时满足标准要求。1、2 号机组工程冷却塔对厂址周边居民点引起的噪声能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 的 1 类标准。

4) 散热系统对大气环境的影响

廉江核电厂正常运行时冷却塔雾羽引起的荫屏主要集中在冷却塔近区核电厂厂区内，厂区外辐射能量损失基本处于太阳辐射量的自然年际波动范围内。因此，预计廉江核电厂冷却塔形成雾羽“荫屏”不会对周围环境和陆生生态产生明显影响。

本项目冷却塔飘滴引起的降水量远低于自然降水量。因此，廉江核电厂 1、2 号机组 2 台机组冷却塔引起的降水不会对周围环境造成明显影响。

本项目冷却塔周围盐沉积最大值小于可能对植物产生损害的限值 ($1000\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{月}$)，可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。

自然通风冷却塔的雾羽到达地面可能性是相当小的，不会导致地面结雾现象。

10.5.2 非放射性废水对环境的影响

广东廉江核电厂各类生产废水的排放量不大，经处理后达到《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001) 中的最高允许排放浓度后部分回用。其余生产废水排入循环冷却水管后，受循环冷却水的稀释，以及北部湾水域的进一步稀释，其化学物质的浓度将更低，可以满足《海水水质标准》(GB3097-1997) 中的相应规定。

核电厂所有的生活污水进行中水回用，不外排，回用水质执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020) 标准，回用水主要用于厂区绿化和道路冲洗等，对周围水域环境不会产生不利影响。

10.5.3 码头及海水管线工程影响

码头及海水管线工程运行期产污环节主要为冷却塔排水引起的局部温升、液态流出物排海引起的放射性核素扩散、余氯排放的扩散影响、非放射性化学物质

的排放影响以及大件码头污废水、船舶生活垃圾、尾气、噪声的环境影响等，经分析，上述环境影响可接受。

10.6 承诺

国核湛江核电有限公司承诺：在核电厂后续建设和运营过程中，按照环评报告要求及审管部门的要求，积极落实各项环保措施，做好三同时工作；积极跟踪依托化项目的运行情况，及时将设计改进落实到本项目中；积极开展核电科普宣传工作，实现核电发展与公众意识之间的和谐。

《广东廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》（公示版）说明

国核湛江核电有限公司委托上海核工程研究设计院有限公司，完成了《广东廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》（下称“报告”）的编制。

根据《核安全法》、《环境影响评价公众参与办法》、《生态环境部建设项目环境影响报告书（表）审批程序规定》和《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的要求，对涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私及危及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容，进行删除，形成《广东廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》（公示版）。

公示版报告主要删减内容如下：

涉及国家秘密：地形图、气象数据等国家法律要求保密的内容；

涉及商业秘密：商业投资额、系统设计参数等；

涉及国家安全、公共安全、经济安全：反应堆中心坐标、危险源统计信息、核燃料的厂外运输、矿产资源分布等行业主管部门要求不宜公开的内容；

涉及社会稳定：地方税收预计、征地、关键居民组信息、辐射影响三关键分析等社会稳定风险评估报告关注的问题。

具体删减内容及理由见附表。



章节号	页码	删除内容	删除理由
1.3建设项目经费和环保设施投资	1-1	删除项目基础价、基础价单位投资、工程建成价和建成价单位投资	涉及商业秘密
2.1.1厂址位置	2-1	删除厂址经纬度坐标点	涉及商业秘密、公共安全
2.1.1厂址位置	2-1、2-5	删除搬迁、征地信息	涉及商业秘密、社会稳定
2.2.3居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性	2-17至2-112	删除排水口5km范围内居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性，删除表2.2-51至表2.2-61。	涉及社会稳定
2.3.4.1工业	2-227	删除“表2.3-41厂址半径15km范围矿产资源情况”的所在地信息。	涉及经济安全，自然资源部门不宜公开的数据
2.3.4.3危险品设施	2-270 2-251	删除图2.3-33、图2.3-34	涉及公共安全
第三章环境质量现状	3-15至3-157	删除表3.1-2、表3.1-4、表3.1-5、表3.1-6、表3.1-7、表3.1-8、表3.2-1、表3.2-50、表3.2-54中经纬度信息	涉及商业秘密、公共安全
4.8.1.2新燃料的厂外运输	4-169至4-170	删除新燃料的厂外运输信息	涉及公共安全，《核材料管制条例实施细则》规定不宜公开的信息
4.2.2.1燃料组件	4-29至4-30	删除燃料组件信息	涉及商业秘密
6.2.6公众的最大个人剂量	6-44至45	删除涉及关键居民组的信息	涉及社会稳定信息
6.2.8关键人群组、关键核素、关键照射途径	6-47至6-49	删除关键人群组信息	涉及社会稳定信息
6.2.9.2辐射剂量评价	6-49	删除关键人群组信息	涉及社会稳定信息
9.2.1.1电厂建设的经济代价	9-2	删除项目基础价、基础价单位投资、工程建成价和建成价单位投资	涉及商业秘密
10.1核电厂工程	10-1	删除厂址经纬度坐标点	涉及商业秘密、公共安全
10.4辐射环境影响评价结论	10-1至10-2	删除关键人群组、关键核素、关键照射途径等	涉及社会稳定信息

广东廉江核电厂 1、2 号机组

环境影响评价公众参与说明 (建造阶段)



国核湛江核电有限公司

2022 年 6 月

广东廉江核电厂1、2号机组

环境影响评价公众参与说明 (建造阶段)



国核湛江核电有限公司

2022年6月

目 录

1 概述	1
2 首次环境影响评价信息公开情况	2
2.1 公开内容及日期	2
2.2 公开方式	3
2.3 公众意见情况	4
3 征求意见稿公示情况	4
3.1 公示内容及时限	4
3.2 公示方式	4
3.3 查阅情况	8
3.4 公众提出意见情况	8
4 其他公众参与情况	9
4.1 公众座谈会、听证会、专家论证会等情况	9
4.2 其他公众参与情况	9
4.3 宣传科普情况	11
5 公众意见处理情况	15
5.1 公众意见概述和分析	15
5.2 公众意见采纳情况	16
5.3 公众意见未采纳情况	16
6 报批前公开情况	16
6.1 公开内容及日期	16
6.2 公开方式	17
7 其他	18
8 诚信承诺	18
9 附件	19

1 概述

广东廉江核电项目厂址位于廉江市车板镇田螺岭，东距廉江市区 48 公里，东南距湛江市区 65 公里。项目规划建设 6 台百万千瓦级压水堆核电机组，一次规划，分期建设。一期工程拟建设 2 台 CAP1000 第三代先进压水堆核电机组，1、2 号机组单台机组的建设工程工期 56 个月，两台机组计划开工时间间隔 10 个月。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）（简称《办法》）等规定，国核湛江核电有限公司（简称建设单位）遵循依法、有序、公开、便利的原则，组织开展了广东廉江核电厂 1、2 号机组建造阶段环境影响评价公众参与工作。建设单位陆续发布了首次环境影响评价信息公告、环评报告征求意见稿公告，通过电话、信函、传真、电子邮件、来访接待等多种方式，征求建设项目环境影响有关的意见和建议。期间，通过广东、广西两省（区）跨省公众沟通协调机制，通报工作情况，商请自治区相关部门及北海、玉林市人民政府共同做好项目环境影响评价公众参与等工作。

在首次环境影响评价信息公告、环评报告征求意见稿公告期间均未收到公众反映与项目环境影响评价相关的意见和建议的情况下，为保障公众环境保护知情权、参与权、表达权和监督权，让公众参与工作开展更充分、更广泛，建设单位召开了环境影响评价公众座谈会。建设单位在公众座谈会前 10 个工作日发布了召开座谈会公告，并综合考虑地

域、职业、受教育水平、受建设项目环境影响程度等因素，选定了参会公众代表。座谈会结束后5个工作日内发布了座谈会纪要公告。

另外，近年来，建设单位在湛江区域、广西区域持续开展核电科普宣传和社会公益活动，获得了地方群众广泛理解和支持。后续将在地方政府的支持下，持续做实做细公众宣传科普工作，充分打消社会各界对核电的顾虑，进一步夯实项目发展的基础。

2 首次环境影响评价信息公开情况

2.1 公开内容及日期

建设单位于2022年4月15日发出《关于请贵司编制廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）的函》，确定了上海核工程研究设计院有限公司（简称环评编制单位）作为环境影响报告书编制单位。

建设单位于2022年4月20日发布了《广东廉江核电厂1、2号机组建造阶段环境影响评价信息公告》。

公开的主要内容包括：

- （1）建设项目基本情况；
- （2）建设单位名称和联系方式；
- （3）环境影响报告书编制单位的名称；
- （4）公众意见表的网络链接；
- （5）提交公众意见表的方式和途径。

公开主要内容、日期符合《办法》第九条有关规定。

2.2 公开方式

2.2.1 网络

2022年4月20日，建设单位分别在湛江市生态环境局政府门户网站和国核湛江核电有限公司网站发布《广东廉江核电厂1、2号机组建造阶段环境影响评价信息公告》。湛江市生态环境局政府门户网站是建设项目所在地相关政府网站，国核湛江核电有限公司网站是建设单位网站，载体选取符合《办法》第九条有关规定。

湛江市生态环境局政府门户网站公示网址：

https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthj/zwgk/xzgs/content/post_1600091.html

国核湛江核电有限公司网站公示网址：

<http://www.sznnp.com/newsinfo/2689703.html>

公示截图见图1、图2。



图1: 湛江市生态环境局网站公告截图



图2: 国核湛江核电有限公司网站公告截图

2.2.2 其他

无。

2.3 公众意见情况

自首次环境影响评价信息公告发布以来，建设单位未收到公众通过电话、传真、信函、电子邮件等方式反映与建设项目环境影响有关的意见和建议。

3 征求意见稿公示情况

3.1 公示内容及时限

《广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）》主要内容完成后，建设单位于 2022 年 5 月 5 日发布了《关于公示〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）〉（征求意见稿）的公告》。

公众提出意见的起止时间自公告发布之日起 10 个工作日内。

公示的主要内容包括：

- （1）环境影响报告书征求意见稿查阅方式及途径；
- （2）征求公众意见的范围；
- （3）公众意见表的网络链接；
- （4）公众提出意见的方式和途径；
- （5）公众提出意见的起止时间。

公示主要内容及时限均符合《办法》第十条有关规定。

3.2 公示方式

3.2.1 网络

2022 年 5 月 5 日，建设单位分别在湛江市生态环境局政府门户网站和国核湛江核电有限公司网站发布《关于公示〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）〉

（征求意见稿）的公告》。载体选取符合《办法》第九条、第十一条有关规定。

湛江市生态环境局政府门户网站公示网址：

https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthj/zwgk/xzgs/content/post_1605757.html

国核湛江核电有限公司网站公示网址：

<http://www.sznnp.com/newsinfo/2742342.html>

公示截图见图 3、图 4。



图 3: 湛江市生态环境局网站公告截图

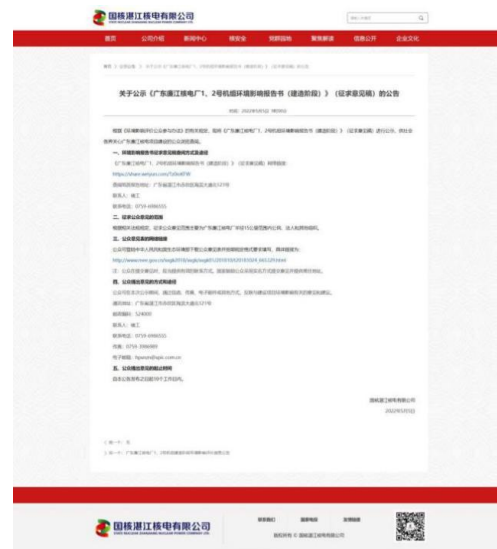


图 4: 国核湛江核电有限公司网站公告截图

3.2.2 报纸

建设单位分别于 2022 年 5 月 6 日、5 月 12 日在《湛江日报》刊登了《关于公示〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）〉（征求意见稿）的公告》。

《湛江日报》是中共湛江市委机关报，是广东省内办报时间长、影响力和发行量最大的地市报纸之一。载体选取符合《办法》第十一条有关规定。

刊登截图见图 5、图 6。



图 5：5 月 6 日湛江日报 A08 版

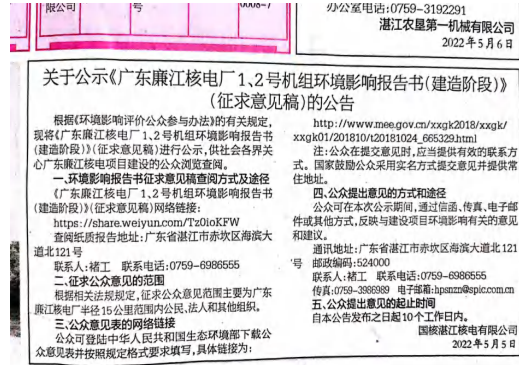


图 6：5 月 12 日湛江日报 A06 版



2022 年 5 月 5 日，建设单位分别在广东省廉江市车板镇政府、车板镇大坝村委、南垌村委、龙塘村委、高桥镇政府、高桥镇平垌村委、青平镇政府、营仔镇政府、雷州林业局石岭林场车板林队以及广东省红江农场等 10 处政府公告栏张贴了《关于公示<广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建设阶段）>（征求意见稿）的公告》。

本次张贴的地点均位于广东廉江核电厂半径 15 公里范围内，属于项目所在地公众易于知悉的场所，张贴区域选取符合《办法》第十一条有关规定。

张贴照片见图 6-图 15。

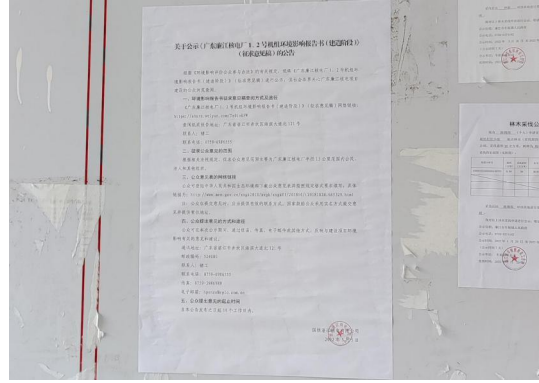


图 6：车板镇政府公告栏

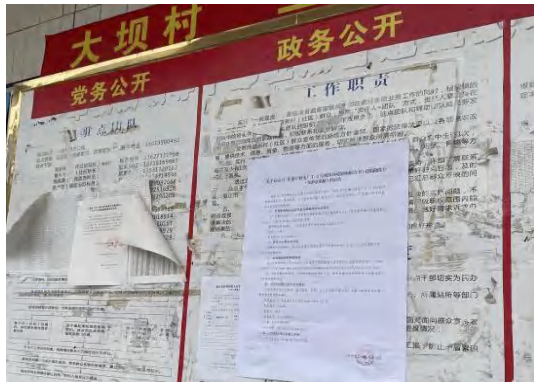


图 7：车板镇大坝村委公告栏

图 8：车板镇南垌村委公告栏



图 9：车板镇龙塘村委公告栏

图 10：高桥镇政府公告栏

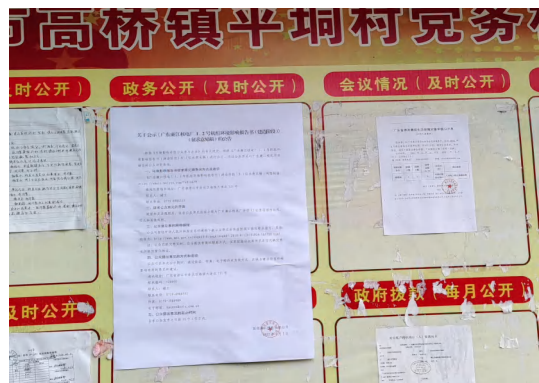


图 11：高桥镇平垌村委公告栏



图 12: 青平镇政府公告栏



图 13: 营仔镇政府公告栏



图 14: 石岭林场车板林队公告栏

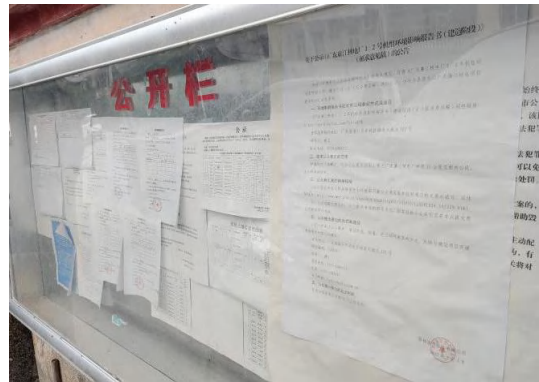


图 15: 广东省红江农场公告栏

3.2.4 其他

无。

3.3 查阅情况

为供社会各界关心广东廉江核电项目建设的公众浏览查阅《广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）》（征求意见稿），建设单位将纸质报告查阅地址设置在建设单位办公楼（广东省湛江市赤坎区海滨大道北 121 号）一楼公众接待中心，安排专人值班接待。公告期内，未有公众前来查阅纸质报告。

3.4 公众提出意见情况

公告期内，建设单位未收到公众通过电话、传真、信函、电子邮件等方式反映与建设项目环境影响有关的意见和建

议。

4 其他公众参与情况

4.1 公众座谈会、听证会、专家论证会等情况

建设单位在首次环境影响评价信息公告、环评报告征求意见稿公告期间未收到公众通过电话、传真、信函、电子邮件等方式反映与建设项目环境影响有关的意见和建议。因此，建设单位未再组织开展深度公众参与，符合《办法》第十四条相关规定。

4.2 其他公众参与情况

4.2.1 湛江市环评工作专班

为切实加强广东廉江核电项目一期工程选址阶段环评受理、建造阶段环评公参等工作的组织领导，做好不同阶段环评信息公开、公众参与等专项工作，湛江市委、市政府于2021年4月15日成立广东廉江核电项目一期工程环评工作专班，负责统筹指导项目建造阶段环评公参及环评受理审批等工作；负责向省政府汇报请示项目环评事项；负责广西侧沟通、协调；筹备召开信息公开前工作部署会。

4.2.2 跨省协调工作机制

按照粤桂两省（区）跨省协调工作机制，广东省能源局向广西壮族自治区能源局发送《关于报送廉江核电项目一期工程建设阶段环境影响评价公众参与信息公开计划的函》（粤能电力函〔2022〕263号），商请支持做好环评公参期间的相关工作，并协调北海市、玉林市派员参加环评公众座谈会。接到广东省能源局来函后，广西壮族自治区发改委向自治区宣传、政法、网信、公安等部门，北海、玉林市政府，合浦、

博白县政府发送《关于配合开展广东廉江核电项目一期工程建造阶段环境影响评价有关工作的函》（桂发改电力函〔2022〕1057号），要求各单位协助配合做好相关工作。

4.2.3 公众座谈

在首次环境影响评价信息公告、环评报告征求意见稿公告期间均未收到公众反映与项目环境影响评价相关的意见和建议的情况下，为切实保障公众环境保护知情权、参与权、表达权和监督权，让公众参与工作开展更充分、更广泛，建设单位遵循依法、有序、公开、便利的原则，举行了环境影响评价公众座谈。

2022年5月18日，建设单位在湛江市生态环境局政府门户网站、国核湛江核电有限公司网站发布以及在广东省廉江市车板镇政府、车板镇大坝村委、南垌村委、龙塘村委、高桥镇政府、高桥镇平垌村委、青平镇政府、营仔镇政府、雷州林业局石岭林场车板林队以及广东省红江农场等10处政府公告栏张贴了《关于召开广东廉江核电厂1、2号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会的公告》，公告主要包括座谈会时间、地点、主题、可以报名的公众范围、报名办法等。截止报名时间（2022年5月24日），共有36名社会公众报名参加座谈会。

建设单位综合考虑地域、职业、受教育水平、受建设项目环境影响程度等因素，从报名的公众中选择18名参加会议公众代表，并发函邀请广西合浦县、博白县，广西山口红树林保护区、合浦儒艮保护区以及湛江、廉江市共计20家单位参加会议，受邀单位均反馈了报名回执。5月25日，建

设单位在会议召开的5个工作日内通知拟邀请的专家，并短信书面通知38名被选定的代表、获邀参会代表，逐一电话联系确认。

建设单位于2022年6月1日在湛江主持召开了广东廉江核电厂1、2号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会，公众代表、专家、建设单位、政府嘉宾共计70人参加会议。受新冠疫情影响，本次座谈会采用线下集中与部分线上视频相结合的“云会议”方式召开。会议听取了建设单位对广东廉江核电项目一期工程总体情况的介绍和环评编制单位对《广东廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》的介绍，专家对会前征集的公众关心的问题、意见及建议进行了统一解释说明，并就与会代表现场提出的意见及建议进行了逐一答复。与会代表均对专家的解释和说明表示认可。会议纪要见附件1、会议签到表见附件2。

6月8日，在座谈会结束5个工作日内，建设单位在湛江市生态环境局政府门户网站、国核湛江核电有限公司网站发布《广东廉江核电厂1、2号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会纪要公告》。

4.3 宣传科普情况

4.3.1 概述

为增进项目所在地可能受项目建设、运行直接或间接影响的公众、企事业单位和社会团体等对核电知识的了解和认识，提高公众对核电的可接受度，建设单位开展了大量的核电科普宣传活动，包括参加大型展会、建设科普展厅、外出参观考察、打造公共宣传品牌、实施核电科普进校园、进社

区、进党校系列活动、开展定向公益、跨省公共宣传、发放科普资料等，对争取公众的理解和支持，增强当地政府和公众对核电建设的信心，起到了积极的作用。

4.3.2 宣传形式及开展情况

（一）参加大型展会：2014至2018年间，建设单位连续5年参加中国海洋经济博览会，举办3场中国海洋经济发展高端论坛，参加2018年广东省“中国流动科技馆巡展”活动（湛江站）巡展活动，历年参展累计受众近10万人次，扩大了核电科普宣传受众面，增强了核电科普宣传影响力。

（二）建设科普展厅：建设单位建成湛江、廉江两大核电科普展厅，采用图文展播、实物模型、大型沙盘、VR互动体验并辅以声光电等方式布展，成为建设单位长期对外输出的宣传阵地，陆续被评选为“湛江市科普教育基地”、“广东省科普教育基地”。开放至今，两地展厅已接待各级政府机关代表、项目周边领导干部、公众、学生等超过180批次8000余人参观，为建设单位开展核电科普和项目宣传提供了重要平台。

（三）外出参观考察：自2016年起，建设单位累计组织湛江、廉江两市领导干部、人大代表、社会团体、厂址周边公众代表等16批次600余人次，赴三门、海阳、秦山、昌江、阳江、防城港核电参观学习，让项目所在地干部、群众亲身感受核电建设对地方发展的重要意义和积极影响，坚定对核电发展的信心。

（四）打造公共宣传特色品牌：为扩大核电科普的示范效应，自2018年起，建设单位积极与地方科协联动，充分

利用科协平台资源优势开展核电科普及项目宣传。通过召开科协工作会议、建立科普教育基地、打造绿色核能科普特色学校、组建核电科普志愿者队伍、在全国科技活动周及全国科普日摆摊设点、开展核电科普及项目宣传“三下乡”活动等，科普宣传工作系统性、全方位开展，打造了具有廉江核电项目特色宣传品牌。

（五）核电科普进校园：建设单位在项目所在地及周边学校开展了“核电科普进校园”系列活动，覆盖了廉江市所有公立高级中学及项目所在地车板镇的所有初级中学。动员超过8000名学生参加15次核电科普大讲堂活动，连续5年组织1.5万余名学生参加“魅力之光杯”全国核科普知识竞赛，开展“核电杯”征文比赛、迎新联欢会、国庆晚会、演讲比赛等特色活动，增进了学校师生对核能发电、核电安全等知识的认识和了解，提升了核电科学素养，促进了学生们带动更多公众走近核电、学习核电、支持核电。

（六）核电科普进社区：自2018年起，建设单位充分依托世界环境日、全国科普日、低碳日、科技周等平台广泛开展“核电科普进社区”系列活动，在湛江、廉江等地开展了12场科普展览展示活动，发放核电科普宣传册、开展趣味问答等，广泛地向社区居民传播了核电绿色、安全、环保的理念。

（七）核电科普进党校、进机关、进军营、进警营：湛江核电借助湛江、廉江市党校培训班，通过安排专家授课、组织参观展厅等方式，开展了“核电科普进党校”系列活动，并由“进党校”延伸到“进机关”、“进军营”、“进警营”

活动，累计开展专家讲座、参观展厅、主题宣传等活动 12 场，扩大了核电科普宣传范围，增强了对核电建设的理解和支持。

（八）组织媒体宣传：建设单位与湛江日报、湛江科技报等权威新闻媒体携手合作，充分利用媒体平台优势，开辟核电科普专题和专栏，播放核电科普视频。在湛江科技报更新 15 期核电科普专栏文章，并加印 3 万余份分发至各中小学及机关单位；在湛江日报刊发 4 期核电科普专栏稿件，并同步发布在湛江云媒、湛江新闻网；在湛江市区 4 处 LED 大屏播放核电科普宣传视频，连续展播 45 天；在抖音短视频平台发布《硬核力量》核电科普视频作品，获转发、播放超过 1.4 万次。通过在媒体平台扩大核电科普及项目宣传，为廉江核电项目各项工作营造了良好的舆论氛围。

（九）开展定向公益活动：建设单位积极承担社会责任，深入开展定向公益活动，连续 6 年春节慰问厂址周边乡镇困难群众、长寿老人、老党员 2000 余户，连续 5 年重阳节慰问厂址周边敬老院老人 240 余人，连续 5 年在厂址周边学校开展“映山红”爱心助学活动，资助困难学生 430 人，并为地方学校捐建了 3 间电教室。定向公益活动的开展，充分展示了建设单位积极履行企业社会责任的形象，进一步拉近了公众与项目的沟通距离，增进了与公众的情感联系。

（十）开展跨省公共宣传：建设单位深入实施跨省公共宣传工作，在广西区域开展了专家讲座、科普进校园、进社区、进机关、公益慰问等系列活动，取得了良好效果。2020 至 2021 年间，分别在广西博白影剧院、广西合浦山口中学

开展了 2 场核电科普大讲堂活动，参与市民、机关干部、学生 800 余人；在广西博白、合浦开展爱心助学、重阳慰问等公益活动，慰问困难学生、老人 233 人。2021 年 9 月，建设单位与广西山口红树林保护区管理中心共同建设山口红树林保护区科普馆，馆内专门设置核电科普展区，至今已累计组织保护区周边镇村干部、居民等超过 600 人次参观学习，有效增进了广西区域干部群众对核电项目的认识和理解。

（十一）发放科普资料：建设单位通过设计、制作、采购核电图书读物、宣传品、主题视频等科普资料，在各类活动及平台中向公众展示、发放，至今已累计发放科普宣传品 3 万余份，核电科普图书及折页 4 万余册，有效促进公众了解核电、接受核电、支持核电。

5 公众意见处理情况

5.1 公众意见概述和分析

首次环境影响评价信息公告、环评报告征求意见稿公告发布以来，建设单位未收到公众通过电话、传真、信函、电子邮件等方式反映与项目环境影响评价相关的意见和建议。

在公众座谈会报名阶段，共有 11 个受邀参会的单位在报名回执中反馈了关心的问题及意见建议，共有 22 名报名参会的人员通过电话报名方式反馈了关心的问题及意见建议。经过梳理归纳，涉及建造环评有关的问题及意见建议共计 17 项。公众关心的问题及意见建议分为场址选择 and 环境影响两个方面。场址选择方面主要包括：项目选址、选址环评与建造环评的区别、项目技术先进性及日本福岛核事故后改进行动项等问题。环境影响方面主要包括：施工期施工船

舶污染影响、施工活动产生的噪声及扬尘污染影响；运行期温排水对周边海域温升影响、低放废水排放影响、拟采取的环境风险防范措施等问题；加强海洋生态环境监测、做好环保“三同时”、定期公布环境监测数据、落实各项污染防治和生态保护措施等意见及建议。

经分析，以上公众关心的问题及意见建议，在《广东廉江核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》（征求意见稿）中的相关章节进行了分析和评价。

5.2 公众意见采纳情况

在座谈会上，专家对会前征集的公众关心的问题及意见建议进行了统一解释说明。与会代表依次进行了发言，专家对部分代表现场提出的问题进行了逐一沟通答复，与会代表一致认可专家的解释与说明，没有其他异议。与会代表在座谈会上提出加强科普宣传、加强安全管理、落实保护区生态监测及保护措施等建议，建设单位承诺对合理建议予以采纳，将持续做实做细公众宣传科普工作，让公众沟通成为常态，做好与公众的互动交流；按照有关法律法规和管理要求，编制施工期和运行期安全有关规章制度并严格执行；落实好保护区生态监测及保护措施，做好与周边保护区的生态共融。

5.3 公众意见未采纳情况

无。

6 报批前公开情况

6.1 公开内容及日期

建设单位于 2022 年 6 月 15 日发布了《关于公示〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）〉和〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响评价公众参与说明（建造阶段）〉的公告》。

公开的主要内容包括：

（1）广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）；

（2）广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响评价公众参与说明（建造阶段）。

公开主要内容、日期符合《办法》第二十条有关规定。

6.2 公开方式

6.2.1 网络

2022 年 6 月 15 日，建设单位分别在湛江市生态环境局政府门户网站和国核湛江核电有限公司网站发布《关于公示〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）〉和〈广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响评价公众参与说明（建造阶段）〉的公告》。载体选取符合《办法》第九条、第二十条有关规定。

湛江市生态环境局政府门户网站公示网址：

https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthj/zwgk/xzgs/content/post_1622604.html

国核湛江核电有限公司网站公示网址：

<http://www.sznnp.com/newsinfo/2953457.html>

公示截图见图 16、图 17。



图 16: 湛江市生态环境局网站公告截图



图 17: 国核湛江核电有限公司网站公告截图

6.2.2 其他

无。

7 其他

建设单位已按照《办法》要求，整理环境影响报告书编制过程中公众参与的相关原始资料，存档备查。

建设单位无其他需要说明的内容。

8 诚信承诺

我单位已按照《办法》要求，在广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）编制阶段开展了公众参与工作，在环境影响报告书中充分采纳了公众提出的与环境影响相关的合理意见，并按照要求编制了公众参与说明。

我单位承诺，本次提交的《广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由国核湛江核电有限公司承担全部责任。

承诺单位：国核湛江核电有限公司

承诺时间：2022年06月15日

9 附件

附件 1：广东廉江核电厂 1、2 号机组建造阶段环境影响
评价公众参与座谈会纪要

附件 2：广东廉江核电厂 1、2 号机组建造阶段环境影响
评价公众参与座谈会签到表

广东廉江核电厂 1、2 号机组建造阶段 环境影响评价公众参与座谈会纪要

为充分保障公众环境保护知情权、参与权、监督权和表达权，根据《环境影响评价公众参与办法》，国核湛江核电有限公司（简称建设单位）于 2022 年 6 月 1 日在湛江主持召开了广东廉江核电厂 1、2 号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会（简称座谈会），公众代表、专家、建设单位、政府嘉宾共计 70 人参加会议。受新冠疫情影响，本次座谈会采用线下集中与部分线上视频相结合的“云会议”方式召开。

出席湛江会场会议的有：湛江市发展和改革局、市生态环境局、市自然资源局、市科学技术协会、广东湛江红树林国家级自然保护区管理局、中林集团雷州林业局有限公司、玉林市博白生态环境局、广西壮族自治区合浦儒艮国家级自然保护区管理中心的公众代表 8 人，建设单位 7 人，湛江市政府嘉宾 3 人列席。出席廉江会场会议的有：廉江市人大、廉江市政协、湛江市生态环境局廉江分局、廉江市养虾集团公司、车板镇、高桥镇、青平镇、营仔镇、红江农场的公众代表 27 人，建设单位 4 人，廉江市政府嘉宾 2 人列席。线上视频参会的有：北海市生态环境局、北海市合浦生态环境局、广西壮族自治区山口红树林生态国家级自然保护区管理中心的公众

代表 3 人，上海核工程研究设计院有限公司（简称环评编制单位）及自然资源部第三海洋研究所、广西红树林研究中心、广州草木蕃环境科技有限公司（简称保护区专题编制单位）专家 16 人。

会议听取了建设单位对广东廉江核电项目一期工程总体情况的介绍和环评编制单位对《广东廉江核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）》的介绍，专家对会前征集的公众关心的问题、意见及建议进行了统一解释说明，并就与会代表现场提出的意见及建议进行了逐一答复。现纪要如下：

一、公众关心的问题、意见及建议解释说明情况

公众关心的问题、意见及建议分为场址选择 and 环境影响两个方面。场址选择方面主要包括：项目选址、选址环评与建造环评的区别、项目技术先进性及日本福岛核事故后改进行动项等问题。环境影响方面主要包括：施工期施工船舶污染影响、施工活动产生的噪声及扬尘污染影响；运行期温排水对周边海域温升影响、低放废水排放影响、拟采取的环境风险防范措施等问题；加强海洋生态环境监测、做好环保“三同时”、定期公布环境监测数据、落实各项污染防治和生态保护措施等意见及建议。

专家在会上逐项进行了解释说明。

二、与会代表发言交流情况

（一）廉江会场参会代表

会上，与会代表依次进行了发言，代表们认为，廉江核电项目是国家能源战略布局，采用最先进的非能动技术，为地方提供清洁的能源安全保障，促进地方产业结构优化升级，带动上下游产业多元化发展，能够有力推动地方经济社会发展。与会代表一致表示支持廉江核电项目建设，希望项目早日开工，同时希望建设单位持续加强科普宣传、社会公益力度，做好地方公共基础设施建设、困难群众帮扶、项目招工用人、振兴地方经济等工作。

与会代表一致认可专家的解释说明，湛江市生态环境局廉江分局建议项目业主单位严格执行施工期间的环境影响评价标准，落实好防尘、降噪和危险废物储存转移措施；严格执行“三同时”制度；施工期和运营期均应落实安全生产各项措施，确保安全生产。廉江市人大关心和支持项目建设，表示在项目建设过程中将持续加大对廉江市政府落实相关工作的监督力度，确保项目建设顺利推进。同时希望建设单位在施工、运行过程中严格履行环保措施，生态环境主管部门做好监督，共同把项目建设好。

（二）线上视频参会代表

广西壮族自治区山口红树林生态国家级自然保护区管理中心支持项目建设，提出三点意见：一是加强保护区周边社区公众的科普宣传，消除公众疑惑；二是加强安全管理，做好充足措施，保障项目施工及运行安全；三是希望项目在建设和运行期间，按照共建共管协议开展相关工作。

北海市生态环境局表示廉江核电项目是国家能源发展规划的重要组成部分，提出三点意见：一是落实好环境影响评价各项措施，确保项目对环境的影响控制在规定的范围之内；二是关心环境监测的结果通过哪些形式向社会公开；三是如果合浦群众因项目建设发生群体性事件，生态环境部门技术力量比较薄弱，核电公司是否有相关预案及预防措施予以支持。

合浦生态环境局表示专家已经对相关的问题进行了很好的答复，想进一步了解项目事故性排放最大的影响范围，并希望积极与老百姓沟通，打消疑虑。

与会专家就北海生态局及合浦生态局关心的问题进行了进一步解释说明，北海生态局及合浦生态局对专家回答表示认可，没有其它问题。

（三）湛江会场参会代表

湛江市科学技术协会认为环评编制单位的介绍和专家的解答总体良好，表示坚决贯彻落实湛江市委市政府决策部署，一如既往做好项目的服务工作，继续支持和帮助湛江核电公司做好核电科普工作。提出两点意见：一是进一步加大核电知识的科普宣传力度，让更多的干部群众对核电的了解程度、认知程度、接受程度有进一步提高；二是在充分发挥湛江、廉江两个核电科普展馆作为广东省科普教育基地的作用，不断完善核电科普设施建设，考虑建设一座更具规模、多功能的科普场馆。

玉林市博白生态环境局表示大坝镇在接函后，组织召开领导班子会专门研究，从公众环境保护知情权、参与权、表达权和监督权分析，全力支持廉江核电厂1、2号机组建设，同时希望广东廉江核电厂严格按照环境影响评价的要求建设好各类污染防治设施；严格按照环境影响防治设施落实管理措施，确保各项污染防治设施正常运行；严格按照环境保护要求及时对公众公布环境影响信息。同时，玉林市博白生态环境局提出项目单位要持续加强核技术安全利用、核安全应急、核事故预防预判措施、核废物安全处置等方面的科普宣传。

广西壮族自治区合浦儒艮国家级自然保护区管理中心支持项目建设，并从监管和生态补偿两个方面提出了意见及建议，在监管方面，提醒建设和运营期运输船只如需经过保护区核心区应履行相关手续；开展涉及保护区的监测活动，须根据有关法规的要求办理相关手续，且监测数据要交予管理机构备案；珍稀海洋哺乳动物哺乳期水下打桩作业应提前采取驱赶措施；采取有效措施避免对保护区内海草床资源造成影响。在生态补偿方面，双方应继续保持良好沟通，要重视保护区管理机构的意见，按照专题评价论证会专家意见，落实各项补偿措施。

广东湛江红树林国家级自然保护区管理局提出要做好项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响评价专题研究工作，有针对性地提出生态保护与恢复措施。希望项

目建设投产之后，积极开展红树林生态监测工作，做好湛江红树林的保护。对涉及保护区范围的项目工程设施，要按照相关程序上报审批。

湛江市发展和改革局表示廉江核电项目契合国家战略和能源发展需要，契合北部湾经济圈经济发展需求，同时对支撑广东、湛江高质量发展有重要的战略意义。该项目是湛江市四大百亿美元项目之一，列入了国家、省市各级能源规划。2020年5月，项目获得开展前期工作的路条文件。目前项目核准要件已全部取得，发改局将全力协助项目推进，争取项目早日开工建设。

湛江市自然资源局表示廉江核电项目用林、用海、用地符合国土空间用途管制要求，已取得相关预审意见，将积极配合建设单位做好征地、用海、用林等相关工作。

湛江市生态环境局希望建设单位围绕代表提出的关于生态环境保护的问题，以及提出的合理意见和建议，及时组织环评编制单位修改完善环评报告，争取早日报批；要求建设单位切实履行环保主体责任，严格按照环评要求落实各项环保措施、生态防护措施及风险防范措施，确保各项污染物能够稳定达标排放，确保项目在施工期和运行期对环境的不良影响降到最低。市生态环境局表示将加强监管，后续与建设单位共同维护好廉江核电项目所在地区的环境安全。

中林集团雷林公司表示支持项目建设，并提出两点意见：一是希望建设单位在林场设置科普平台，将核电科普带

到林场，向林场林队、职工普及核电知识；二是关于用地问题，项目后续在建设过程中需雷林公司提供林地的，要提前沟通、提前谋划。

三、建设单位发言

会上，国核湛江核电有限公司总会计师凌志强作了表态发言。凌志强表示，湛江核电作为央企承担着社会责任，有义务回应社会关切、有必要解答公众疑惑、有责任虚心听取公众的意见和建议。各位代表提出的意见建议客观、真实，具有代表性和建设性，湛江核电将认真研究落实。

凌志强代表湛江核电作出三点表态：

（一）全力打造精品工程、示范工程品牌。在廉江核电建设过程中，将严格按照环评报告及主管部门的要求，不折不扣的落实各项生态监测措施、环保措施，做好“三同时”工作，做好与周边保护区的生态共融，建设粤西环北部湾生态核电、绿色核电，全力打造核能行业精品工程、示范工程品牌。

（二）持续做好宣传释疑和融合发展工作。湛江核电将在地方政府的支持下，持续做实做细公众宣传科普工作，充分打消社会各界对核电的顾虑，进一步夯实项目发展的基础。同时根据湛江、廉江、合浦、博白发展需求，充分发挥自身优势产业，发掘利用内外部资源，推动核电建设与项目所在地周边地区协调发展，构建利益共同体，力所能及地支持地方经济社会发展和建设。

（三）让公众沟通成常态，保障公众权利。湛江核电将创新工作思路，拓宽对话交流渠道，让公众沟通成为常态，做好与公众的互动交流。同时，继续保持信息公开透明，定期向社会公开项目进展和环境监测数据，及时回应社会关切，切切实实维护好公众的知情权、参与权、表达权和监督权。

参加会议人员：湛江市政府关卉、谢敏、邹碧娟，市科学技术协会黄振洪、市自然资源局黄成平、市生态环境局杨丹霞、市发展和改革局谢闽龙、广东湛江红树林国家级自然保护区管理局余娜娜、中林集团雷州林业局有限公司邹强。

廉江市政府林中权、陈培戌，市人大林振贵、叶小玲，市政协陈志娟、唐慧，湛江市生态环境局廉江分局何亦幸、廉江市养虾集团公司莫峰，车板镇黄春来、姚礼初、杨敏平、曹伯胜、廖家福、田永泉、曹传业、李玉云、曹永耀、魏福汉，高桥镇黄德贤、杨雄平、杨旦佩、林济全、姚建兴、青平镇潘传泽、林世聪，营仔镇黎明、钟观德，红江农场唐济扬、李海昌。

广西玉林市博白生态环境局朱国强、广西合浦儒艮保护区管理中心李滨、广西山口红树林保护区管理中心黄琦（视频）、广西北海市生态环境局韦华、杨松远（视频）。

国核湛江核电有限公司凌志强、姜波、王晓峰、陈春辉、

沈爱东、钱巍、王军、龙刚、文祥茂、陈煜、李占霞。

上海核工程研究设计院有限公司邱忠明、赵青、杜风雷、鲁春华、黄程鹏、梅其良、王弘昶、周焱、徐进财、裴娟、邱志靓、傅小城、张怀远（视频）。

自然资源部第三海洋研究所杨淑珍（视频）。

广西红树林研究中心主任范航清（视频）。

广州草木蕃环境科技有限公司李智（视频）。

附件：

公众关心的问题、意见及建议解释说明情况

一、场址选择方面

（一）厂址周边车板镇、高桥镇等乡镇的公众，比较关心项目为什么选择在廉江市车板镇田螺岭，而不是其它地方？

专家解答：选择一个适合建造核电厂的地理位置（选址），是核电工程的第一个环节，也是核电安全管理的起点。广东湛江历史悠久，是粤西区域省域副中心城市，发展潜力巨大，对能源的需求非常强劲，项目选在廉江能够保障区域的电力增长需求，符合当地的发展规划。国家核安全监管部 门对核电厂的场址选择，在地质、地震、水文、气象等自然条件方面和工农业生产及居民生活等社会环境方面，都有明确的要求。这些要求通过法规形式正式发布，只有满足选址要求并通过审评的场址，才能获得国家核安全监管部 门批准。廉江核电项目严格按照法规要求选定场址，《广东廉江核电项目一期工程选址安全分析报告》经国家核安全局审查，未发现场址存在影响安全且不能通过工程措施解决的颠覆性因素，并于 2022 年 4 月 1 日颁发了《广东廉江核电项目一期工程场址选择审查意见书》（国核安证字第 2205 号）。

（二）廉江市高桥镇的公众听说核电项目设置有非居住区，比较关心在非居住区范围内能否从事农业生产活动？

专家解答：可以从事。根据非居住区相关规定，非居住

区内禁止居民常住，该区域内与核电厂运行无关的活动，只要不影响核电厂正常运行和居民健康安全的是允许的。但需遵循核电厂应急情况下的管理要求。

（三）车板镇政府代表想了解项目前段时间做的选址阶段环评报告与现在的建造阶段环评报告，有什么区别？

专家解答：选址阶段环境影响报告书：评价的重点是从保护环境的角度，通过分析厂址的所在区域发展规划、环境保护规划、环境功能区划、生态功能区划、水功能区划和土地利用规划等的相容性，判定所选厂址的适宜性，排除颠覆性因素，并对核电厂的工程设计提出初步环境保护要求。建造阶段环境影响报告书：主要根据核电厂已确定的技术路线、设备选型以及厂址条件，开展详细的环境影响评价，设置相应的环境保护设施，并对环境保护设施的有效性进行评估，确保公众和环境安全。

（四）廉江市车板镇南垌村委的公众提到：针对日本福岛核事故，廉江项目有哪些先进性手段来预防此类核事故？

专家解答：日本福岛核事故是由罕见大地震和海啸引发的核事故。福岛核事故发生后，我国政府对所有在建和运行核设施进行了为期9个月的核安全大检查，核安全大检查的总体结论是：我国核安全标准全面采用国际原子能机构的安全标准，核安全法规标准体系与国际接轨；民用核设施在选址中对地震、洪水等外部事件进行了充分论证；核电厂在设计、制造、建设、调试和运行各环节均进行了有效管理，总体质量受控，安全是有保障的。为了进一步提高核电厂安全水

平，国家核安全局印发《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求》，对现有及后续核电技术进行专项技术改进。廉江核电站与日本福岛核电站厂所处厂址的条件不同，廉江核电站发生类似福岛核事故极端外部事件的可能性极低。廉江核电项目采用国和二号（CAP1000）第三代核电技术，采用的是“非能动”安全系统，在电厂事故情况下，不需要交流电源和应急发电机，仅利用物体重力、自然循环等自然现象驱动安全系统，实现冷却反应堆的堆芯，带走堆芯余热，并对安全壳外部实施喷淋实现安全壳冷却，发生事故72小时内无需操纵员干预即可完全依靠自动投入的非能动安全系统，保障核电厂的安全，可以有效避免福岛类似事故发生。

二、环境影响方面

（五）龙头沙周边渔民、廉江市养虾集团、项目周边保护区管理单位、广西合浦县参会代表等公众，很关心本项目的温排水对龙头沙周边养殖的影响，温排水长期排放对保护区生态系统的影响？

专家解答：廉江核电项目从设计阶段就注重减缓项目对周边海洋环境的影响，排水量少，温差较低。循环冷却方式由直流循环改为冷却塔，排水量由其它核电项目的约 $140\text{m}^3/\text{s}$ ，降为 $3.5\text{m}^3/\text{s}$ ，仅为约四十分之一。排水温差较低，再经过长约11km的排水管线输送，最终进入水体，其温差会有进一步的降低。根据中国辐射防护研究院针对本工程进行的温排水排放数值模拟结果，廉江核电项目冬季各潮型 2°C 温升包络范围面积可忽略不计，夏季排水温升不超过

1℃。温升基本在海水本底温度的波动范围之内，满足国家《海水水质标准》关于第一类、第二类海水水质标准的要求。廉江核电项目的冷却塔排水对龙头沙周边养殖及周边保护区的影响，几乎可以忽略。

（六）周边保护区管理单位、广西合浦县参会代表等公众，想了解项目低放射性废水长期排放对周边保护区的影响？

专家解答：电厂放射性废液（液态流出物）出厂前，需取样检测，相关核素浓度需满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）要求的限值以下，方可排放出厂。放射性废液达标出厂后，液态流出物与冷却塔排水混合，核素浓度进一步降低，核素的浓度均小于《海水水质标准》（GB 3097-1997）的规定限值。廉江核电项目液态流出物排放对海洋生物累积影响情况，可参考大亚湾核电站长期跟踪监测结果。广东省环境辐射研究监测中心，自大亚湾核电站 1994 年运行以来，连续 8 年开展了对区域海洋生物人工核素放射性水平的监测。监测结果表明，大亚湾核电站对周围海洋生物的辐射影响，远远低于生态环境部审核批准的环境影响报告书中所预期的水平，且没有监测到有明显的污染趋势，大亚湾核电站液态流出物的海洋排放，对大亚湾的海洋生物影响较小。廉江核电项目运行期，将对海洋生物放射性水平进行长期跟踪监测。

（七）项目周边保护区管理单位、广西合浦县参会代表等公众，都十分关心核电是否存在事故性排放及对周边保护

区有无影响？

专家解答：廉江核电项目采用国和二号（CAP1000）第三代核电技术，采用“非能动”安全系统，严重事故情况下能够实现堆芯熔融物的堆内滞留，防止放射性物质向环境释放，因此可以认为核事故情况下不会向外排放。从设计上，廉江核电项目可有效实现预期运行事件下的放射性污水在厂址内储存和处理，处理之后受控达标排放，不会对周边保护区产生影响。

（八）廉江市养虾集团、广西合浦县参会代表，关注核电项目在龙头沙新建的码头使用后，是否会对周边的水质产生影响，如溢油污染、海水浑浊等？

专家解答：码头建成后，仅供核电项目建设期的大件设备吊装使用，平均每年作业约20次左右，使用频率非常低，且船舶运营过程中产生的船舶污染物（含油污水、生活污水、船舶垃圾等），将收集上岸处理，所以对周边水质影响很小。建设单位已编制《广东廉江核电项目大件码头工程防治船舶污染海洋环境风险与应急能力评估报告》，并已经通过湛江海事局同意备案。码头附近仅有少量的渔船出入，与项目设备运输船舶发生碰撞溢油的风险极低。另外，在码头建设期间同步购置相应的应急设施、设备和物资，满足防污应急需要。

（九）雷林公司及合浦县的代表，希望了解核电厂正常运行时的辐射环境影响和放射性废物最终处置？

专家解答：广东廉江核电厂2台CAP1000核电机组在正

常运行期间，所致最大个人的有效剂量为 0.0172mSv/a，为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 6.88%。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。拍 1 次 X 光胸片平均受到的辐射约为 0.02mSv，乘飞机往返 1 次北京至广州受到的辐射约为 0.02mSv，吸 1 支烟平均受到的辐射约为 0.05mSv，均高于 2 台机组在正常运行期间所致最大个人的有效剂量。根据有关法规，每座反应堆每年放射性固体废物产生量不能超过 50m³，废物产生量不大。后续将结合国家和省内放射性固体废物处置场所的实际运行及规划情况，确定本项目的放射性废物最终处置方案，确保满足保护公众安全与健康，保护生态环境等相关要求。

（十）厂址周边村民代表提出建议，应采取措施降低噪音和扬尘对周边村民的生活影响？

专家解答：优化施工模式：选用先进施工机械，采用先进施工技术，源头上减少场平、建筑施工期间的扬尘产生量和降低噪声源强度；加强施工环境管理：施工运输车辆进出口时冲洗，厂界四周采用喷水等方式降尘。施工、运输等尽可能安排在日间，夜间经批准后才可施工；定期监测：委托专业监测机构开展施工厂区边界及村庄、保护区等环境敏感点监测，定期反馈是否达标。

（十一）车板镇的教师代表，想了解电厂生活、生产污水是怎么处理的？

专家解答：廉江核电项目运行期间生活污水全部回收利用，不外排。一般情况生活污水处理系统出水，可完全回用

于厂区绿化用水和道路洒水；特殊情况（如连续阴雨水天气绿化用水减少时），生活污水处理系统出水可以补入冷却塔水池，作为循环水补充水。廉江核电项目各类生产废水的排放量不大，经处理后达标后回用，剩余少量通过循环冷却水管排入北部湾水域。

（十二）不少参会代表和公众，均建议核电公司采取有效措施，加强对周边海洋生态环境的监测。

专家解答：廉江核电项目将根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002）的要求，从水文、水质、沉积物、生物项目、保护区生态等方面进行监测，监测范围包括施工范围附近、及靠近施工范围的国家级自然保护区及其它生态敏感区。

（十三）雷林公司的代表和厂址周边村民，关注项目在施工、征地搬迁等工作过程中，有哪些措施来减少对周边环境的影响？

专家解答：廉江核电项目严格按《电力工程项目建设用地指标》，选址规划已经尽可能减少工程建设占用的土地面积，对少量不符合土地利用规划的部分，将按规定编制土地利用总体规划修改方案。针对廉江核电项目建设需搬迁的人口，正编制移民搬迁方案和开展移民新村规划设计，广泛征集各方意见，商议移民搬迁补偿一揽子协议，确保搬迁人口的安置、补偿得到妥善处理，将搬迁人口的影响尽可能降低。在施工、征地搬迁等工作过程中，廉江核电项目将严格执行环境保护标准，采取各种有效措施，将施工的环境影响尽可

能降低。

（十四）我们地方政府、生态环境行政主管部门等代表，关注建设单位是如何做好环保“三同时”的？

专家解答：根据国家有关法律法规要求，廉江核电项目建设严格遵守“三同时”的原则，开展核安全、环境影响、职业安全和职业病危害等评价工作，核安全、环境保护、职业安全和职业病危害防护设施与主体工程同时设计、同时建造、同时投入运行。国家生态环境、安全监管部门实行全方位、全过程、独立的第三方监管，不达标不会允许项目建设、调试、装料、运行。

（十五）包括广西合浦县参会代表在内的多个单位代表，均建议在电厂建设和运行期间，加强环境监测，运行后定期公布环境监测数据，并要求建设单位严格按照项目环评报告及批复的要求，切实落实各项污染防治和生态保护措施、自行监测计划，保障环境安全。

专家解答：廉江核电项目建设和运行期间，将加强环境监测管理。根据环境影响报告书中列明的环境监测建议，严格按照国家相关标准实施环境监测，按国家法规规定定期公布环境监测数据，严格履行企业社会责任。严格按照《环境保护法》的相关要求，针对防治污染的设施，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，同时，防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置。

（十六）合浦县参会代表建议充分考虑厂址距我县两个

国家级保护区较近所存在不稳定风险。务必充分论证分析本项目对两个保护区等环境敏感区的影响。

专家解答：关于项目对于保护区的影响，相关专家已经在前面介绍材料中作了回答，这里不再重复，下面简单介绍一下论证过程。2021年3月29日，广西林业局在南宁组织召开两个保护区影响评价报告专家论证会。2021年7月17日，广西林业局、广西山口红树林、广西合浦儒艮保护区管理中心、湛江核电共同签署“共建共管工作机制”。2021年7月27日，国家林草局在北海组织召开保护区生态影响专题论证会并进行了实地踏勘。评审认为，广东廉江核电项目海工工程建设和运营对山口红树林和合浦儒艮保护区的生态影响在可接受的范围内。

三、其它

（十七）北海市生态环境局关心如果合浦群众因项目建设发生群体性事件，生态环境部门技术力量比较薄弱，核电公司是否有相关预案及预防措施予以支持。

建设单位解答：2020年12月，两省区政府召开跨省协调会议，建立跨省协调工作机制，全面推进廉江核电项目公众沟通工作。在两省区政府的支持下，项目自2020年以来，连续在合浦、博白等广西区域开展了科普宣传进校园、进机关，科普大讲堂、爱心助学、公益慰问等系列活动，联合山口红树林保护区在山口镇建立了科普馆，当地干部群众反映良好。项目在开展公众沟通、信息公开、选址环评、建造环评等各专项工作期间，通过跨省协调机制，及时向广西自治

区报告相关工作情况，畅通信息通报、共享渠道，协调开展公共宣传、舆情应对等工作。在2021年1月由湛江市人民政府组织召开项目公众沟通座谈会上，已经对合浦方面关心的社稳、邻避及环境影响等问题与合浦县发改局及山口镇、沙田镇的公众代表进行了充分沟通和交流。在两省区政府的高度重视和大力支持下，两省区政法、宣传、网信、公安等部门已建立横向协调沟通机制，湛江市与北海市、玉林市两地的相关职能部门深入开展接洽交流，建立了沟通协作联动机制，共同做好防范化解核电项目风险、维护社会稳定工作。湛江核电也将认真履行职责，会同地方政府共同处置群体性事件。

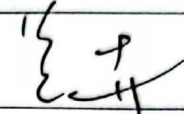
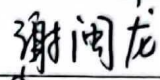
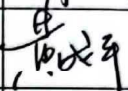

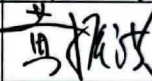
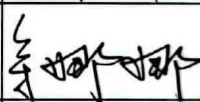
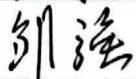
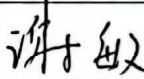

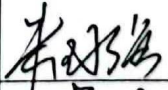
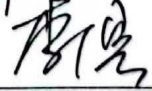
会议签到表

(湛江会场)

会议名称：广东廉江核电站1、2号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会

会议时间：2022年6月1日 15:00-17:30

会议地点：国核湛江核电有限公司12楼报告厅；廉江市车板镇人民政府4楼会议室

序号	姓名	工作单位/常住地址	签名	联系方式
湛江市				
1	关卉	湛江市政协副主席、市生态环境局局长		
2	谢润龙	湛江市发展和改革委员会		
3	黄成平	湛江市自然资源局		
4	杨丹霞	湛江市生态环境局		
5	黄振洪	湛江市科学技术协会		158****26
6	余娜娜	广东湛江红树林国家级自然保护区管理局		13****666
7	邹强	中林集团雷州林业局有限公司		13****618
8	谢敏	湛江市生态环境局		158****036
9	邹碧娟	湛江市生态环境局		138****838
广西壮族自治区				
10	朱国强	玉林市博白生态环境局		18176****22
11	李滨	广西壮族自治区合浦儒艮国家级自然保护区管理中心		136****720
12	黄琦	广西壮族自治区山口红树林生态国家级自然保护区管理中心	视频参会	
13	韦华	北海市生态环境局	视频参会	
14	杨松远	北海市合浦生态环境局	视频参会	

序号	姓名	工作单位/常住地址	签名	联系方式
与会专家				
15	邱忠明	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
16	赵青	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
17	杜风雷	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
18	鲁春华	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
19	黄程鹏	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
20	梅其良	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
21	王弘昶	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
22	周焱	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
23	徐进财	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
24	裴娟	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
25	邱志靓	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
26	张怀远	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
27	傅小城	上海核工程研究设计院有限公司	视频参会	
28	杨淑珍	自然资源部第三海洋研究所	视频参会	
29	李智	广州草木蕃环境科技有限公司	视频参会	
30	范航清	广西红树林研究中心主任	视频参会	

会议签到表

(廉江会场)

会议名称：广东廉江核电站1、2号机组建造阶段环境影响评价公众参与座谈会

会议时间：2022年6月1日 15:00-17:30

会议地点：国核湛江核电有限公司12楼报告厅；廉江市车板镇人民政府4楼会议室

序号	姓名	工作单位/常住地址	签名	联系方式
廉江市				
1	林中权	廉江市政府	林中权	
2	陈培成	廉江市政府	陈培成	13[redacted]1
3	林振贵	廉江市人大常委会	林振贵	13[redacted]6
4	陈志娟	廉江市政协	陈志娟	13[redacted]3
5	何亦幸	湛江市生态环境局廉江分局	何亦幸	1[redacted]9335
6	莫峰	廉江市养虾集团有限公司	莫峰	13[redacted]8
7	黄春来	廉江市车板镇人民政府	黄春来	13[redacted]6
8	黄德贤	廉江市高桥镇人民政府	黄德贤	13[redacted]36
9	潘传泽	廉江市青平镇人民政府	潘传泽	14[redacted]335
10	黎明	廉江市营仔镇人民政府	黎明	13[redacted]982
11	唐济扬	广东农垦红江农场有限公司	唐济扬	13[redacted]6
12	叶小玲	廉江车板仁爱医院	叶小玲	15[redacted]8
13	唐慧	廉江市信昌工艺品有限公司	唐慧	13[redacted]990
14	姚礼初	廉江市车板镇南垌村委南垌村	姚礼初	13[redacted]428
15	杨敏平	廉江市车板镇大坝村委大陂村	杨敏平	13[redacted]990
16	曹伯胜	廉江市车板镇龙塘村委	曹伯胜	13[redacted]998

序号	姓名	工作单位/常住地址	签名	联系方式
17	廖家福	廉江市车板镇前进路16号车板居委会	廖家福	138 2222 882
18	田永泉	廉江市车板镇荔枝江村委	田永泉	138 2222 431
19	曹传业	廉江市车板镇大贵庙村委西坡村	曹传业	138 2222 528
20	李玉云	廉江市车板镇陆地村委陆地村	李玉云	138 2222 858
21	曹永耀	廉江市车板镇名教村委名教村	曹永耀	138 2222 439
22	魏福汉	廉江市车板镇龙头沙村委	魏福汉	138 2222 908
23	杨雄平	廉江市高桥镇平垌村委会塘仔山村	杨雄平	138 2222 1002
24	杨旦佩	廉江市高桥镇高桥村委会炮台墩村	杨旦佩	138 2222 861
25	林济全	廉江市高桥镇德耀村委会	林济全	151 2222 989
26	姚建兴	廉江市高桥镇红寨村委红坎村	姚建兴	151 2222 100
27	林世聪	廉江市青平镇新开路村委饭笕塘村	林世聪	133 2222 705
28	钟观德	廉江市营仔镇鱼龙埠村委会	钟观德	182 2222 7189
29	李海昌	廉江市红江农场居委会	李海昌	1476 2222 90
项目单位				
30	姜波	国核湛江核电有限公司	姜波	
31	龙刚	国核湛江核电有限公司	龙刚	180 2222 727
32	文祥茂	国核湛江核电有限公司	文祥茂	180 2222 737
33	陈煜	国核湛江核电有限公司	陈煜	182 2222 939