广东廉江核电项目一期工程

环境影响报告书

（选址阶段）
（公示版）

国核湛江核电有限公司
二〇二一年四月

广东廉江核电项目一期工程

环境影响报告书

（选址阶段）
（公示版）

国核湛江核电有限公司
法定代表人：关先林
地址：广东省湛江市赤坎区海滨大道北 121 号
邮编：524000

广东廉江核电项目一期工程

环境影响报告书

（选址阶段）
（公示版）

上海核工程研究设计院有限公司　编制

13FW054-02-综 KY-BG

广东廉江核电项目一期工程

环境影响报告书

（选址阶段）

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：1608692650000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	e1325g
建设项目名称	广东廉江核电项目一期工程
建设项目类别	50_187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；放射性废物贮存、处理或处置；上述项目的退役。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）	关先林
主要负责人（签字）	关先林
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）	上海核工程研究设计院有限公司
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
杨靖	第二章	BH032619	杨靖
徐一鸣	第二章	BH030958	徐一鸣
王炫	第六章	BH030957	王炫

张正楼	第四章	BH038995	张正楼
秦利芸	第四章	BH038997	秦利芸
倪依雨	第四章	BH037305	倪依雨
杨帆	第三、九章	BH030433	杨帆
邱志靓	第五、六、八章	BH021034	邱志靓
傅小城	第一、二、四、六、八、十、十一章	BH021941	傅小城
韩丰泽	第二章	BH037204	韩丰泽
杨晓龙	第十章	BH032369	杨晓龙
毛兰方	第四章	BH037258	毛兰方
浦祥	第六章	BH021934	浦祥
王珂	第八章	BH037306	王珂
裴娟	第三章	BH010699	裴娟
印舒蔚	第七章	BH023751	印舒蔚
任文俊	第四章	BH038996	任文俊
王雪	第六章	BH011677	王雪

广东廉江核电项目一期工程环境影响报告书

（选址阶段）

上海核工程研究设计院有限公司编制

审核：

杜风雷 环境影响评价工程师信用编号 BH025127

艾鸿涛

黄程鹏

罗海涛

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

黄　然 核安全工程师注册证编号 ZSNDD46-1909

宋春景

校核：

黄晓冬 核安全工程师注册证编号 ZSNDA242-2212

段永坤

朱雪强

孙拳砣

付亚茹 核安全工程师注册证编号 ZSNDC39-1909

周云清

刘建文

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

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

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　厂址比选
9.1 选址过程
9.2 候选厂址评价与比选
9.3 推荐厂址评价

第十章　利益代价分析
10.1　利益分析
10.2　代价分析
10.3　结论

第十一章　结论与承诺
11.1　核电厂建设项目
11.2　环境保护设施
11.3　放射性排放
11.4　辐射环境影响评价结论
11.5　非辐射环境影响评价结论
11.6　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。一期工程建设规模为2×1250MWe级CAP1000核电机组。

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。

本报告书将针对广东廉江核电厂一期 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

根据项目投资估算，广东廉江核电项目一期工程计划总资金为人民币 397.80 亿元（不含配套送变电工程费用），其中，环保设施经费投入为 9.85 亿元。本工程拟由国家电力投资集团公司控股投资建设经营，项目资本金由项目法人根据各股东出资比例筹集，项目资本金以外资金拟通过银行融资解决。

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，2012 年 10 月 24 日，温家宝总理主持召开国务院常委会议，讨论并通过《核安全规划（2011-2020）》和《核电中长期发展规划（2011-2020）》，会议对当前和今后一个时期的核电建设做出部署：(一)稳妥恢复正常建设，合理把握建设节奏，稳步有序推进。(二)科学布局项目，“十二五”时期只在沿海安排少数经过充分论证的核电项目厂址，不安排内陆核电项目。(三)提高准入门槛，按照全球最高安全要求新建核电项目，新建核电机组必须符合三代安全标准。

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加，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。

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”，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。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，以煤为主的能源结构，导致大气污染日趋严重，酸雨现象严重，目前珠江三角洲地区SO_2 含量严重超标。因此，调整广东省能源结构，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，实际上相当于减少了同等容量火电厂的建设，全年节省标煤约560万吨，减少SO_2排放量约6000吨/年，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）满足广东电力需求发展需要

未来广东电力需求仍将继续保持快速发展，2020年前，省内电源建设空间合计约23350MW(利用容量)；2030年前，省内电源建设空间合计约56000MW(利用容量)。

因此，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，满足电力供应的安全性和可靠性来讲是十分必要的。

1.5 建设项目的进度

广东廉江核电项目一期工程建设周期为 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 2021 年 12 月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计 2022 年 10 月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于 2026 年 8 月投产，第二台机组于 2027 年 6 月投产。一期工程设计寿期为 60 年。

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。

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》（2015 年 4 月 24 日修订）；

— 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日起施行）；

— 《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》（2004 年 8 月 28 日，中华人民共和国主席令第二十八号）；

— 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订，国务院令第 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）；

— 《核电厂厂址选择中的地震问题》（HAD101/01）；

— 《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）；

— 《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）；

— 《核电厂厂址选择的外部人为事件》（HAD101/04）；

— 《核电厂厂址选择的放射性物质水力弥散问题》（HAD101/05）；

— 《核电厂厂址选择与水文地质的关系》（HAD101/06）；

— 《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）；

— 《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）；

— 《环境影响评价公众参与办法》（2018 年 7 月 16 日，生态环境部令第 4 号）；

— 《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，在项目可研阶段，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：

— 中国辐射防护研究院，《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测报告》，2018 年 3 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，《国核廉江核电项目厂址邻近海域水生生态调查总报告书》，2018 年 11 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；

—广东省气象防灾技术服务中心，《国家电投广东廉江核电项目可研阶段厂址气象站迁建及持续观测专题报告》，2017 年 12 月；

—中国科学院南海海洋研究所，《国核廉江核电项目厂址邻近海域渔业资源调查专题总报告》，2019 年 3 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，《中电投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分析研究》，2015 年 4 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》（送审稿），2020 年 5 月；

—珠江水利委员会珠江水利科学研究院，《广东廉江核电项目厂外淡水工程环境影响专题》（送审稿），2020 年 5 月。

1.6.3 已取得的批文

广东省住房和城乡建设厅、国土资源厅分别以《关于对中电投广东湛江核电厂址开展前期工作意见的复函》（粤建规函〔2013〕235 号）、《关于支持中电投集团广东湛江核电厂址开展前期工作相关工作的复函》（粤国土资规划函〔2012〕2557 号），同意本项目开展前期工作。

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“关于设置廉江核电项目非居住区意向性文件的复函”（廉府函〔2020〕41 号）。原则同意待廉江核电项目正式批准后，以廉江核电厂反

应堆为中心，设置半径不小于 500 米的非居住区。

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）。

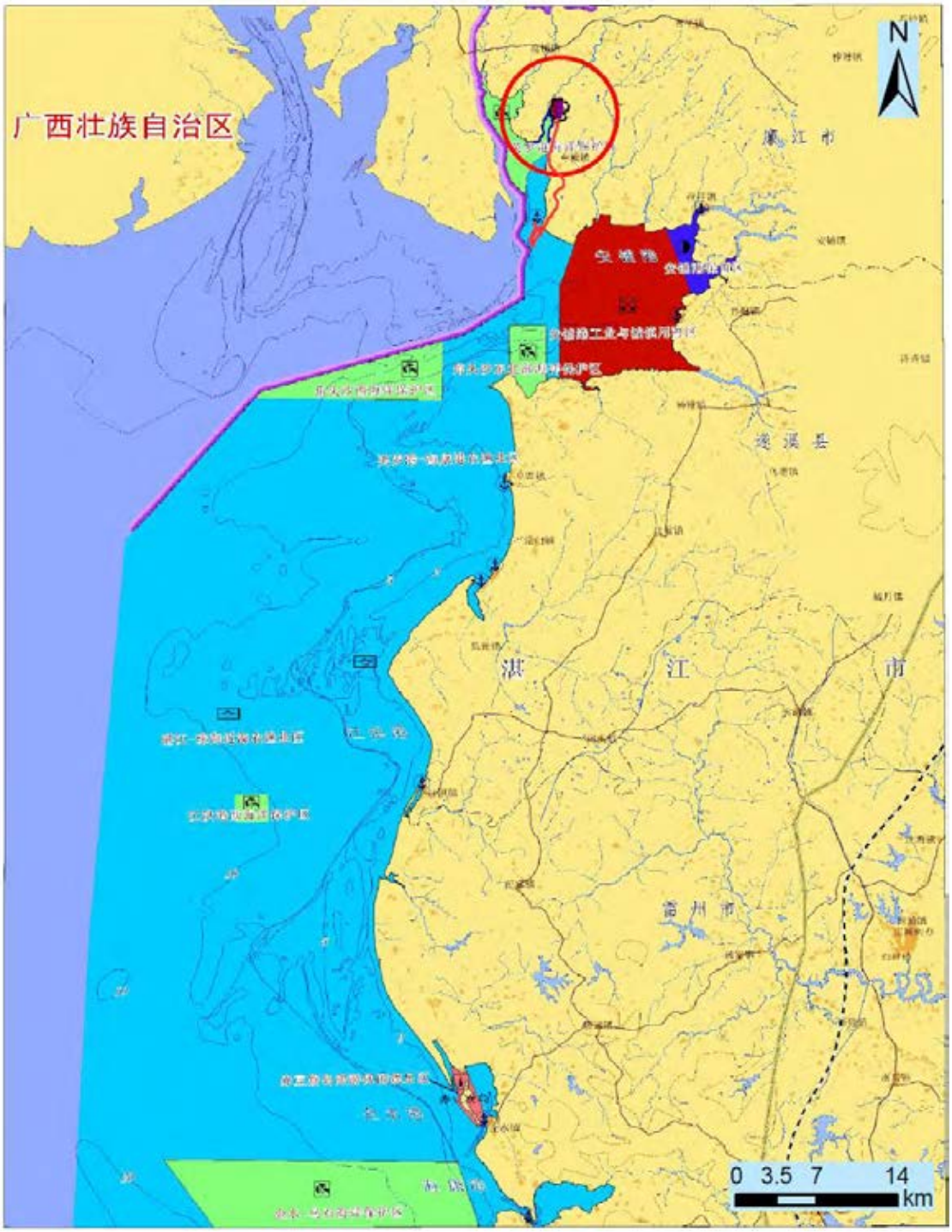


图 1.6-1　厂址附近海洋功能区划示意图

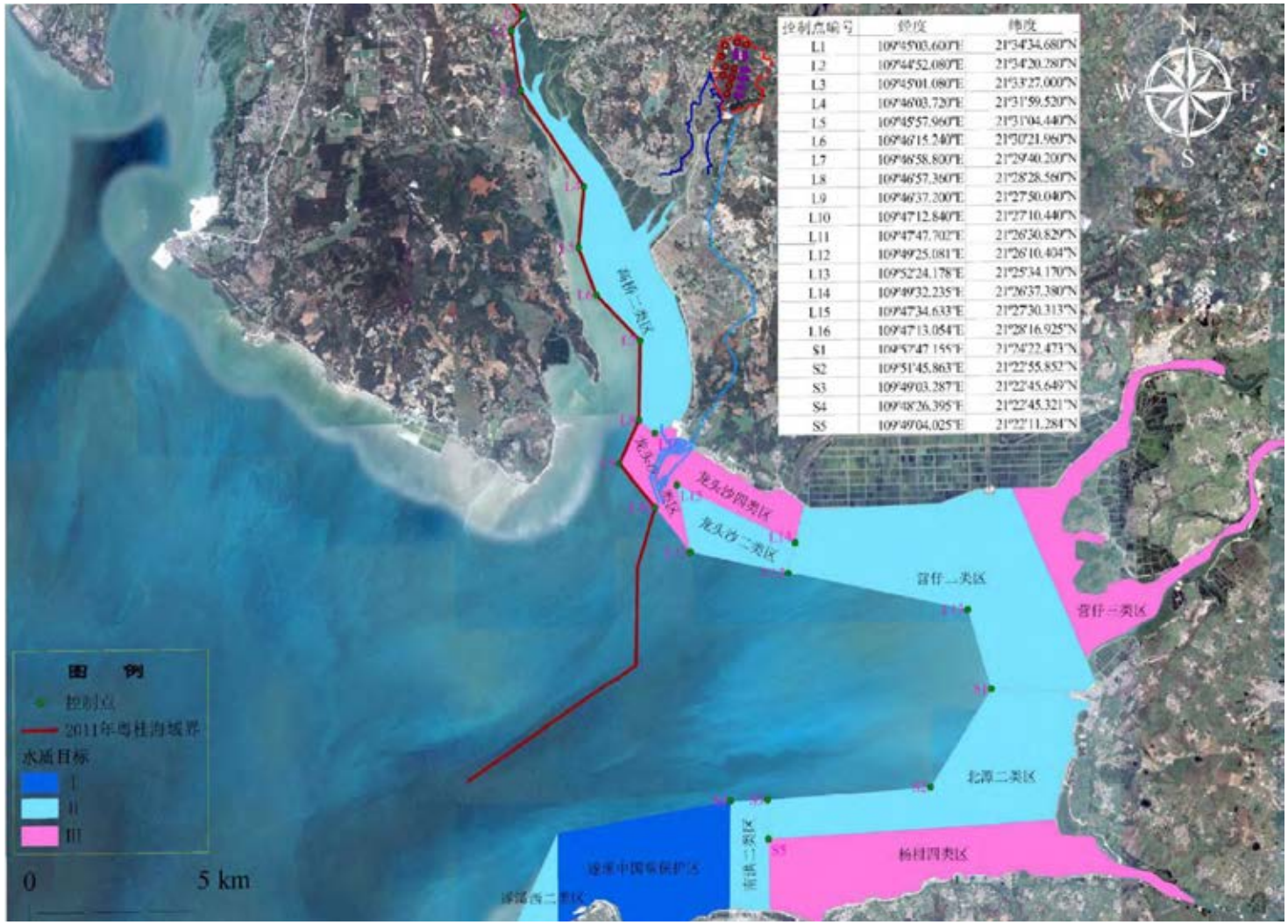


图 1.6-2　厂址近岸海域环境功能区划

1.7 评价标准

1.7.1 辐射环境影响的评价标准

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

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受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

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。广东廉江核电厂一期工程 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，本项目一期工程 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，最大项占标准限值的 28.4%，为后续机组放射性流出物排放留有足够的余量。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 非辐射环境影响的评价标准

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。

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

《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准。

④生产废水

《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）一级标准。

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 24-2014）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）

设计值 项目	气载放射性流出物					液态放射性流出物		
	惰性气体	碘	粒子 （$T_{1/2}$　8d）	碳 14	氚	氚	碳 14	其余核素
单台机组设计排放量	1.28E+14	6.78E+09	1.29E+10	3.20E+11	4.73E+12	4.26E+13	3.55E+10	1.21E+10
1~2 号核电机组设计排放量	2.56E+14	1.36E+10	2.58E+10	6.40E+11	9.46E+12	8.52E+13	7.10E+10	2.42E+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%	17.00%	12.9%	22.86%	15.77%	28.4%	11.83%	12.1%

1.8 工程组成

广东廉江核电厂一期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）、淡水取水工程（包括淡水取水泵房、取水管线等）、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）等。

本项目厂外还包括环境监测站和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。

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。

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排放。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。

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。

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。

第二章　厂址与环境

2.1　厂址地理位置

2.1.1 厂址位置

广东廉江核电项目田螺岭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，一期工程建设 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

广东廉江核电项目拟规划建设 6 台百万千瓦压水堆核电机组，一次规划，分期建设；一期工程拟建设 2 台 CAP1000 核电机组。

本工程厂区建设用地面积约为 241.68hm^2（六台机组，用地面积暂不考虑取排水工程、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）。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。

广东廉江核电厂厂址周围将设置非居住区和规划限制区，一期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。一期工程厂址非居住区范围内无居民点需搬迁。核电厂非居住区边界图见图 2.1-2，包络一期工程非居住区范围。2020 年 3 月 12 日廉江市人民政府出具《关于设置廉江核电项目非居住区意向性文件的复函》（廉府函[2020]41 号）。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，在广东廉江核电厂厂址周围将设置半径为 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）。一期工程 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。

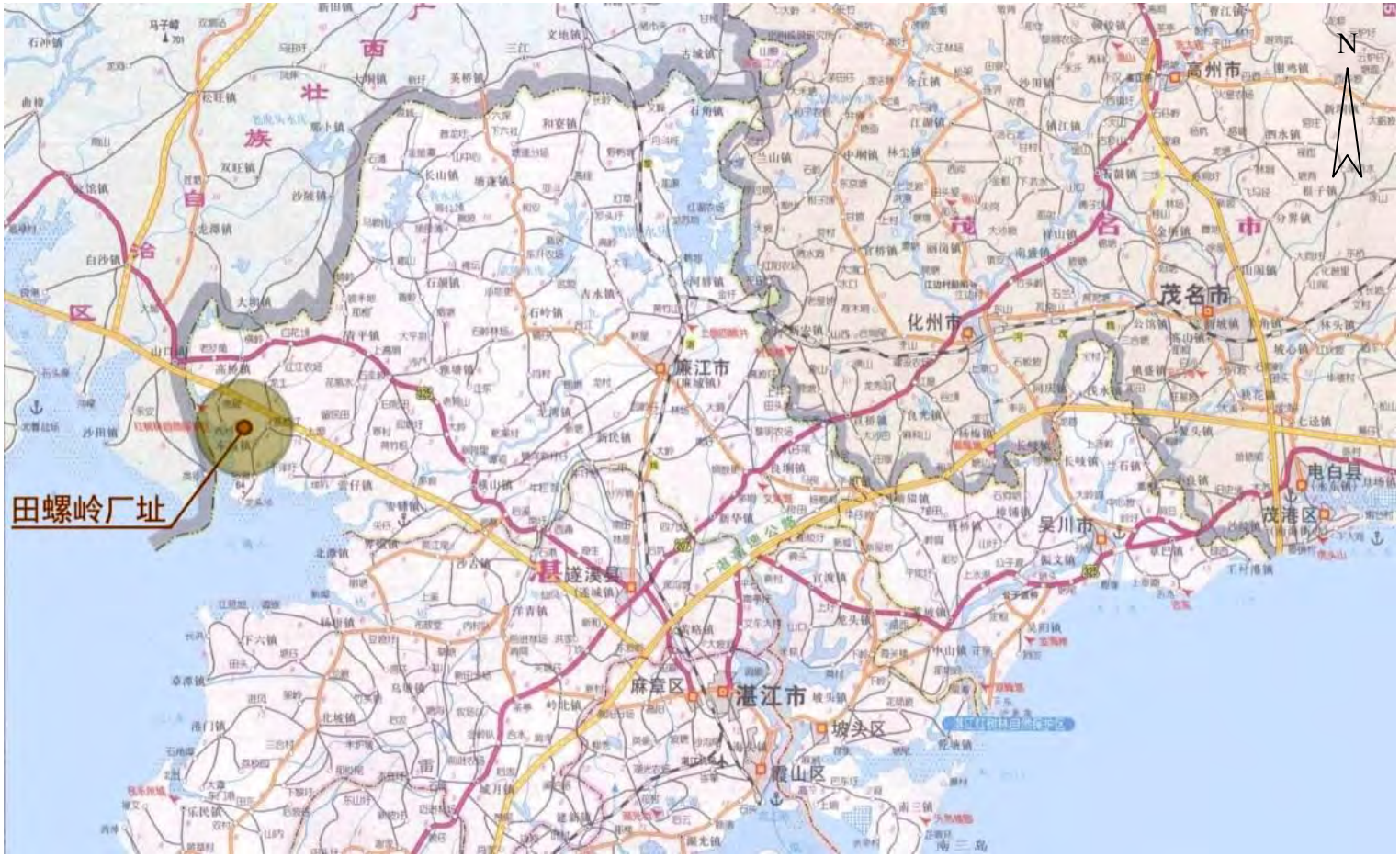


图 2.1-1　广东廉江核电厂厂址地理位置图

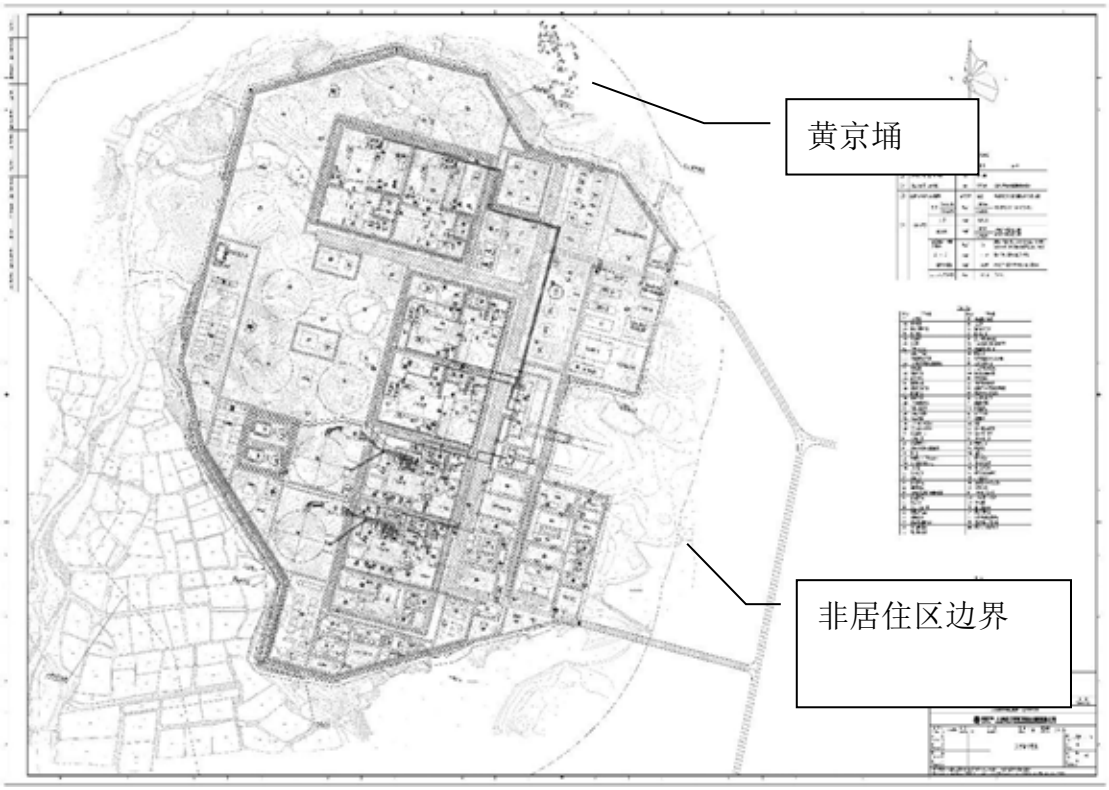


图 2.1-2　厂址非居住区边界及附近居民点

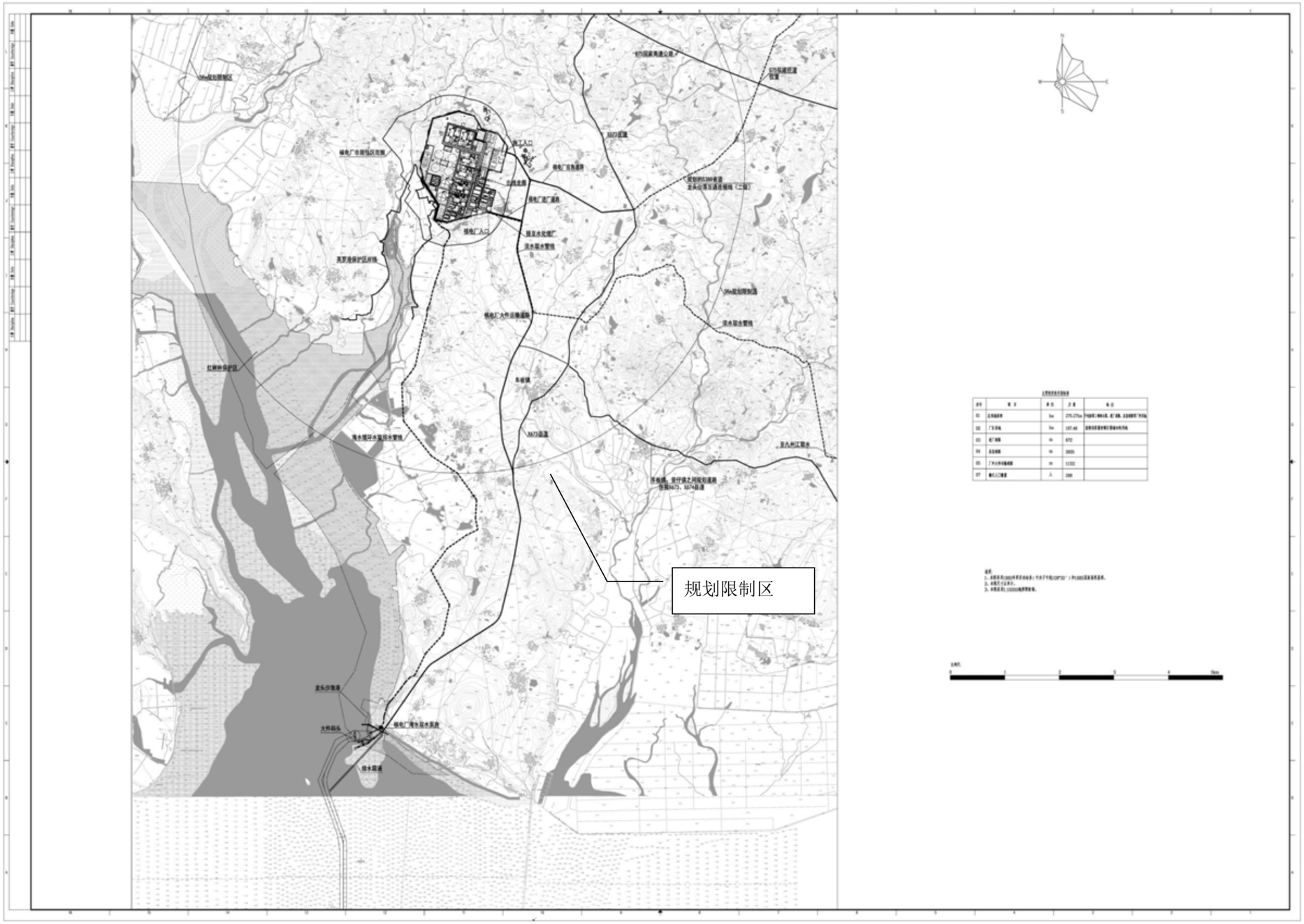


图 2.1-3　厂址规划限制区边界及进厂道路和应急道路示意图

2.2 人口分布与饮食习惯

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，所有统计资料均以厂址 1 号反应堆的地理位置为基准点。

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 12 个距离间隔段划分的 192 个子区域进行统计。

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/km^2（陆域密度）；厂址半径 5km 范围内的自然村分布见表 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，现有人口 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，现有人口 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 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。

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，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 8.6km，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 15km 半径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。

规划县城规模：近期（2005—2010 年），人口规模为 20 万人，县城建设用地规模为 20 平方千米；中期（2011—2015 年），人口规模为 26 万人，县城建设用地规模为 26 平方千米；远期（2016—2020 年），人口规模为 34 万人，县城建设用地规模为 34 平方千米。

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 21 个行政村（居委会、农场生产队）。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。

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。

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、国庆节等传统节目期间。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、国庆节等传统节假日期间。

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

厂址半径 10km 范围内没有监狱。

2）敬老院

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；

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。

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 所有附属幼儿园的小学），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。

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

厂址 10km 半径范围内有 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。

厂址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

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

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

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 80km 半径范围内最大的人口中心是距离厂址 65km 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 80km 半径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/km^2（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

广东廉江核电项目一期工程建设周期为 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 2021 年 12 月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计 2022 年 10 月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于 2026 年 8 月投产，第二台机组于 2027 年 6 月投产。一期工程设计寿期为 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(2026 年)及其后每隔 10 年的人口数量直至电站寿期末（2086 年）。

按下列公式预测厂址 80km 半径范围内核电厂预期投产年（2026 年）及其以后每间隔 10 年为一周期，至电站 60 年寿期末（2086 年）的预期人口分布。预期人口分布见表 2.2-16~表 2.2-22。

$$N = N_0 e^{r \cdot t}$$

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，广东廉江核电厂第一台机组自投产年（2026 年）起每隔 10 年直至核电厂寿期末（2086 年）厂址半径 80km 范围内的的预期人口分别为 11106448 人、11877173 人、12387475 人、12477141 人、12530116 人、12583316 人、12636741 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由广东省统计局、湛江市公安局和广西壮族自治区统计局。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 2018 年度的≤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 2086（人口最大年）年度各年龄组的分布情况分别列于表 2.2-25～表 2.2-28。

2.2.3.2 居民的生活习惯

厂址 80km 半径范围内主要涉及广东省和广西自治区，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 2.2-29。

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 2.2-30 和表 2.2-31。

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调查结果分别见表 2.2-32，由表 2.2-32 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。

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。规划限制区范围内不应有 1 万人以上的乡镇，厂址半径 10km 范围内不应有 10 万人以上的城镇。厂址能满足 GB6249－2011 该条款的要求。

当前厂址 5km 半径范围内无万人以上城镇；厂址 15km 半径范围内无十万人以上城镇；厂址 80km 半径范围内无百万人以上的大、中型城市。

根据国家核安全导则 HAD101/03《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》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/km^2，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 2.2-33。由表 2.2-33 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、2-5km 内为Ⅱ类厂址，5-10km 内为Ⅰ类厂址、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 5km 半径范围内居民点或自然村人口分布（2018 年）

序号	县（市）	乡镇街道	行政村（居委会）	自然村（居民点）	位置		人口数
					方位	距离（km）	
1	廉江市	车板镇	南垌村	南蒙塘	SSE	0.96	221
2	廉江市	车板镇	南垌村	山佳	S	1.29	392
3	廉江市	车板镇	南垌村	上庞江	SSE	1.58	177
4	廉江市	车板镇	南垌村	围肚村	SSW	1.71	241
5	廉江市	车板镇	南垌村	下庞江	SSE	1.76	350
6	廉江市	车板镇	南垌村	南垌	S	2.14	505
7	廉江市	车板镇	南垌村	石坡	SSE	2.27	231
8	廉江市	车板镇	南垌村	松明坡	S	2.68	302
9	廉江市	车板镇	南垌村	鸭公塘	SSW	2.76	300
10	廉江市	车板镇	南垌村	葛茅墩	S	2.81	67
11	廉江市	车板镇	南垌村	松明	SSW~S	3.47	718
12	廉江市	车板镇	龙塘村	上塘尾	E	1.77	195
13	廉江市	车板镇	龙塘村	禾塘仔村	ESE~SE	1.83	96
14	廉江市	车板镇	龙塘村	下塘尾	E	2.05	226
15	廉江市	车板镇	龙塘村	龙塘	ESE	2.32	635
16	廉江市	车板镇	龙塘村	瓦窑	SE	2.66	152
17	廉江市	车板镇	龙塘村	上龙塘仔	ESE	2.79	257
18	廉江市	车板镇	龙塘村	下龙塘仔	ESE	2.88	292
19	廉江市	车板镇	龙塘村	上公仔塘	SE	3.05	158
20	廉江市	车板镇	龙塘村	中公仔塘	SE	3.12	154
21	廉江市	车板镇	龙塘村	下公仔塘	SE	3.13	161
22	廉江市	车板镇	大坝村	大陂村	NE~ENE	1.43	737
23	廉江市	车板镇	大坝村	黄京埇	NNE	1.67	412
24	廉江市	车板镇	大坝村	白石塘村	N~NNE	2.32	618
25	廉江市	车板镇	大坝村	文头岭村	NE	2.8	626
26	廉江市	车板镇	大坝村	大坝圩村	NNE	3.21	202
27	廉江市	车板镇	大坝村	炮台岭	NNE	3.55	370
28	廉江市	车板镇	大坝村	上龙土	NE	3.64	316
29	廉江市	车板镇	大坝村	牛郎江	NNE	4.05	260
30	廉江市	车板镇	大坝村	下龙土	NE	4.3	345
31	廉江市	车板镇	车板村	石仔岭	SE	3.16	294
32	廉江市	车板镇	车板村	马三埇	SE	3.41	105
33	廉江市	车板镇	车板村	低村仔村	SSE	3.51	387
34	廉江市	车板镇	车板村	上南衙	SE	3.84	189
35	廉江市	车板镇	车板村	下南衙	SE	3.89	157
36	廉江市	车板镇	车板村	茅坡仔	SSE	3.9	371

序号	县（市）	乡镇街道	行政村（居委会）	自然村（居民点）	位置		人口数
					方位	距离（km）	
37	廉江市	车板镇	车板居委会	车板居委会	SSE	3.53	3220
38	廉江市	车板镇	荔枝江村	山墩头	ENE	2.33	202
39	廉江市	车板镇	荔枝江村	大埇村	E	2.67	551
40	廉江市	车板镇	荔枝江村	大岭村	ENE	2.83	412
41	廉江市	车板镇	荔枝江村	茂兰坡	E	3.2	462
42	廉江市	车板镇	荔枝江村	荔枝江	E	3.22	650
43	廉江市	车板镇	荔枝江村	郁仔村	E	3.59	231
44	廉江市	车板镇	荔枝江村	山夹子	ESE	3.94	143
45	廉江市	车板镇	荔枝江村	雷公山	ESE	4.01	464
46	廉江市	车板镇	荔枝江村	平坡	E	4.31	261
47	廉江市	车板镇	大贵庙村	平坦	E	4.43	97
48	廉江市	车板镇	陆地村	山窑	S	3.81	407
49	廉江市	车板镇	陆地村	羊山	S	4.17	110
50	廉江市	车板镇	陆地村	陆地	S	4.2	2051
51	廉江市	车板镇	旧埠村	低村	S	4.58	481
52	廉江市	车板镇	旧埠村	竹头田村	S	4.66	486
53	廉江市	车板镇	旧埠村	山营	S	4.8	302
54	廉江市	车板镇	旧埠村	旧埠	S	5	619
55	廉江市	车板镇	名教村	下表村*	SSE	4.1	103
56	廉江市	车板镇	名教村	上表村	SE	4.2	121
57	廉江市	车板镇	名教村	上马石	SE	4.9	380
58	廉江市	车板镇	名教村	下粟地	SE	5	108
59	廉江市	青平镇	新开路村	饭筲塘	ENE~NE	3.76	120
60	廉江市	青平镇	新开路村	沙田仔	ENE	4.26	255
61	廉江市	青平镇	新开路村	水产埇	NE	4.61	40
62	廉江市	青平镇	新开路村	庞龙湖	ENE	4.84	105
63	廉江市	青平镇	新开路村	牛角湾	NE	4.97	130
64	廉江市	红江农场	红江农场	35 队	NNE~N	4.01	395
65	廉江市	红江农场	红江农场	33 队	NNE	4.67	407
66	廉江市	红江农场	红江农场	37 队	N	4.7	300
67	廉江市	红江农场	红江农场	36 队	N	4.92	394
68	廉江市	红江农场	红江农场	32 队	N	5	260
69	廉江市	红江农	红江农场	34 队	NE	5	331

序号	县（市）	乡镇街道	行政村（居委会）	自然村（居民点）	位置		人口数
					方位	距离（km）	
		场					
70	廉江市	高桥镇	平垌村	塘仔山	WNW	1.42	1305
71	廉江市	高桥镇	平垌村	老村	NW	2.5	230
72	廉江市	高桥镇	平垌村	墩仔	NW~NNW	2.55	350
73	廉江市	高桥镇	平垌村	黄根岭	NW~NNW	2.62	262
74	廉江市	高桥镇	平垌村	社坛坡	NW~NNW	3.72	513
75	廉江市	高桥镇	平垌村	堤督村	NNW	4.1	435
76	廉江市	高桥镇	德耀村	山窑	SW	2.3	323
77	廉江市	高桥镇	德耀村	东村	WSW	2.34	1143
78	廉江市	高桥镇	德耀村	圩仔	WNW	2.35	116
79	廉江市	高桥镇	德耀村	十块田	SW	2.59	404
80	廉江市	高桥镇	德耀村	土地团	SW	2.61	196
81	廉江市	高桥镇	德耀村	德耀村	WNW	2.71	341
82	廉江市	高桥镇	德耀村	金塘	W	2.86	883
83	廉江市	高桥镇	德耀村	福海	WNW	2.9	1005
84	廉江市	高桥镇	德耀村	对岸	WSW	2.91	416
85	廉江市	高桥镇	德耀村	荣春山	NW	3.11	233
86	廉江市	高桥镇	德耀村	西村	WSW	3.46	960
87	廉江市	高桥镇	德耀村	凤地	W	3.74	896
88	廉江市	高桥镇	德耀村	坭咀	WSW	3.76	273
89	廉江市	高桥镇	高桥村	大番坡	NNW	2.35	243
90	廉江市	高桥镇	高桥村	炮台墩	NNW	2.6	89
91	廉江市	高桥镇	高桥村	潘桃园	N	3.04	175
92	廉江市	高桥镇	高桥村	花石岭	N	3.41	100
93	廉江市	高桥镇	高桥村	丰岭	NNW~N	3.93	152
94	廉江市	高桥镇	高桥村	桥角	NNW	4.84	177
95	廉江市	高桥镇	红寨村	江益	NW	4.36	499
96	廉江市	高桥镇	红寨村	红坎	NW	4.48	567
97	廉江市	高桥镇	红寨村	新居	NW~WNW	4.78	218
98	廉江市	高桥镇	红寨村	坡禾地	NW	4.82	1611
合计							39932

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~NNE	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	大埇村	NNW	6.9	4645
24	广东省	廉江市	高桥镇	坡督	NW	8.5	6309

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)	
25	广东省	廉江市	高桥镇	平山岗村	N	9.1	1603
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	上埇村	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	横垭埇村	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~ESE	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

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)	
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
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	山寮村	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	17420	7000	春节、国庆节	探亲访友	27420	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	荔枝江村委大埇村敬老院	廉江市车板镇荔枝江村委大埇村	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	多浪村委那鳃村敬老院	廉江市车板镇多浪村委那鳃村	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	车板镇龙眼根村委埇尾村敬老院	廉江市车板镇龙眼根村委埇尾村	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	廉江市高桥镇丰埇小学	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	合浦县山口镇水埇小学高坡分校	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埇分教点	广东省湛江市廉江市青平镇上埇村委会	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		69	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		22		4600				371
5	学校		19	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		5		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	医护人员数	万元以上设备
			方位	距离(km)		（张）	（人）	台数（台）
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	职工人数
			方位	距离(km)		（万元）	（人）
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埇尾村	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	塘缀镇	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	121921	305058	1005099	969752	1090774	1391677	1812844	3367765	10104822
半径区内人口累计	221	4127	15504	39932	161853	466911	1472010	2441762	3532536	4924213	6737057	10104822	

表 2.2-15 广东 2018~2086 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（‰）
2018~2026	11.81
2026~2036	6.71
2036~2046	4.21
2046~2056	0.72
2056~2066	0.42
2066~2076	0.42
2076~2086	0.42

表 2.2-16 厂址半径 80km 范围内 2026 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	340	1434	6578	21857	50309	38440	143965	87464	56974	177284	584645
NNE	0	453	340	1796	10749	16820	50076	69011	61567	103016	207196	388903	909927
NE	0	406	688	1343	5202	9222	41414	167191	89067	264951	199345	365176	1144005
ENE	0	406	675	462	7384	79042	63979	149310	94617	121523	80204	123281	720883
E	0	214	854	1870	9186	18480	62936	67542	246123	85570	207313	329536	1029624
ESE	0	53	1301	667	5235	5909	146621	149186	97702	272465	449861	206709	1335709
SE	0	53	167	2008	20456	25712	157669	33197	61650	33133	15745	728410	1078200
SSE	243	579	254	4486	5015	297	110810	62839	22551	308067	123876	613638	1252655
S	0	431	961	5292	11979	4539	8080	120498	41032	43793	168977	64666	470248
SSW	0	265	330	395	0	0	0	0	4103	6155	0	0	11248
SW	0	0	1014	0	7906	19052	0	0	0	0	0	0	27972
WSW	0	0	1714	1355	4522	8988	17279	54932	7134	4802	43219	19042	162987
W	0	0	971	985	5825	13959	63351	70017	99470	0	280561	373401	908540
WNW	0	1434	1607	120	10171	24035	0	35771	42044	62329	58130	31729	267370
NW	0	0	589	3599	18691	15221	285994	31468	130377	95300	39317	90912	711468
NNW	0	0	701	1039	5105	72165	46209	16475	57492	41056	61821	188904	490967
各环形段人口合计	243	4294	12506	26851	134004	335298	1104727	1065877	1198894	1529624	1992539	3701591	11106448
半径区内人口累计	243	4537	17043	43894	177898	513196	1617923	2683800	3882694	5412318	7404857	11106448	

表 2.2-17 厂址半径 80km 范围内 2036 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	364	1534	7034	23374	53800	41108	153955	93534	60928	189587	625218
NNE	0	484	364	1921	11495	17987	53551	73800	65839	110165	221574	415891	973071
NE	0	434	736	1436	5563	9862	44288	178793	95248	283337	213178	390517	1223392
ENE	0	434	722	494	7896	84527	68419	159671	101183	129956	85770	131836	770908
E	0	229	913	2000	9823	19762	67303	72229	263203	91508	221699	352404	1101073
ESE	0	57	1391	713	5598	6319	156796	159539	104482	291373	481079	221053	1428400
SE	0	57	179	2147	21876	27496	168610	35501	65928	35432	16838	778958	1153022
SSE	260	619	272	4797	5363	318	118500	67200	24116	329445	132472	656220	1339582
S	0	461	1028	5659	12810	4854	8641	128860	43879	46832	180703	69153	502880
SSW	0	283	353	422	0	0	0	0	4388	6582	0	0	12028
SW	0	0	1084	0	8455	20374	0	0	0	0	0	0	29913
WSW	0	0	1833	1449	4836	9612	18478	58744	7629	5135	46218	20363	174297
W	0	0	1038	1053	6229	14928	67747	74876	106373	0	300030	399313	971587
WNW	0	1534	1719	128	10877	25703	0	38253	44962	66654	62164	33931	285925
NW	0	0	630	3849	19988	16277	305840	33652	139424	101913	42045	97221	760839
NNW	0	0	750	1111	5459	77173	49416	17618	61482	43905	66111	202013	525038
各环形段人口合计	260	4592	13376	28713	143302	358566	1181389	1139844	1282091	1635771	2130809	3958460	11877173
半径区内人口累计	260	4852	18228	46941	190243	548809	1730198	2870042	4152133	5787904	7918713	11877173	

表 2.2-18 厂址半径 80km 范围内 2046 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	1600	7336	24378	56112	42874	160570	97553	63546	197733	652082
NNE	0	505	380	2004	11989	18760	55852	76971	68668	114898	231094	433760	1014881
NE	0	453	768	1498	5802	10286	46191	186475	99340	295511	222337	407296	1275957
ENE	0	453	753	515	8235	88159	71359	166531	105530	135540	89455	137500	804030
E	0	239	952	2086	10245	20611	70195	75332	274511	95440	231224	367545	1148380
ESE	0	59	1451	744	5839	6590	163533	166394	108971	303892	501749	230551	1489773
SE	0	59	187	2239	22816	28677	175854	37026	68761	36954	17561	812422	1202556
SSE	271	646	284	5003	5593	332	123591	70087	25152	343600	138164	684414	1397137
S	0	481	1072	5902	13360	5063	9012	134396	45764	48844	188467	72124	524485
SSW	0	295	368	440	0	0	0	0	4577	6865	0	0	12545
SW	0	0	1131	0	8818	21249	0	0	0	0	0	0	31198
WSW	0	0	1912	1511	5044	10025	19272	61268	7957	5356	48204	21238	181787
W	0	0	1083	1098	6497	15569	70658	78093	110943	0	312921	416469	1013331
WNW	0	1600	1793	133	11344	26807	0	39897	46894	69518	64835	35389	298210
NW	0	0	657	4014	20847	16976	318980	35098	145414	106292	43851	101398	793527
NNW	0	0	782	1159	5694	80489	51539	18375	64124	45791	68951	210692	547596
各环形段人口合计	271	4790	13953	29946	149459	373971	1232148	1188817	1337176	1706054	2222359	4128531	12387475
半径区内人口累计	271	5061	19014	48960	198419	572390	1804538	2993355	4330531	6036585	8258944	12387475	

表 2.2-19 厂址半径 80km 范围内 2056 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	1612	7389	24554	56518	43184	161732	98259	64006	199164	656801
NNE	0	509	383	2019	12076	18896	56256	77528	69165	115730	232767	436900	1022229
NE	0	456	774	1509	5844	10360	46525	187825	100059	297650	223946	410244	1285192
ENE	0	456	758	519	8295	88797	71876	167736	106294	136521	90103	138495	809850
E	0	241	959	2101	10319	20760	70703	75877	276498	96131	232898	370205	1156692
ESE	0	59	1462	749	5881	6638	164717	167598	109760	306092	505381	232220	1500557
SE	0	59	188	2255	22981	28885	177127	37294	69259	37221	17688	818305	1211262
SSE	273	651	286	5039	5633	334	124486	70594	25334	346087	139164	689367	1407248
S	0	484	1080	5945	13457	5100	9077	135369	46095	49198	189831	72646	528282
SSW	0	297	371	443	0	0	0	0	4610	6915	0	0	12636
SW	0	0	1139	0	8882	21403	0	0	0	0	0	0	31424
WSW	0	0	1926	1522	5081	10098	19411	61711	8015	5395	48553	21392	183104
W	0	0	1091	1106	6544	15682	71169	78658	111746	0	315186	419484	1020666
WNW	0	1612	1806	134	11426	27001	0	40186	47233	70021	65304	35645	300368
NW	0	0	662	4043	20998	17099	321289	35352	146467	107061	44168	102132	799271
NNW	0	0	788	1167	5735	81072	51912	18508	64588	46122	69450	212217	551559
各环形段人口合计	273	4824	14056	30163	150541	376679	1241066	1197420	1346855	1718403	2238445	4158416	12477141
半径区内人口累计	273	5097	19153	49316	199857	576536	1817602	3015022	4361877	6080280	8318725	12477141	

表 2.2-20 厂址半径 80km 范围内 2066 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	1619	7420	24658	56758	43367	162419	98676	64278	200010	659590
NNE	0	511	385	2028	12127	18976	56495	77857	69459	116221	233755	438755	1026569
NE	0	458	777	1515	5869	10404	46723	188622	100484	298914	224897	411986	1290649
ENE	0	458	761	521	8330	89174	72181	168448	106745	137101	90486	139083	813288
E	0	242	963	2110	10363	20848	71003	76199	277672	96539	233887	371777	1161603
ESE	0	59	1468	752	5906	6666	165416	168310	110226	307392	507527	233206	1506928
SE	0	59	189	2265	23079	29008	177879	37452	69553	37379	17763	821774	1216400
SSE	274	654	287	5060	5657	335	125015	70894	25442	347556	139755	692294	1413223
S	0	486	1085	5970	13514	5122	9116	135944	46291	49407	190637	72954	530526
SSW	0	298	373	445	0	0	0	0	4630	6944	0	0	12690
SW	0	0	1144	0	8920	21494	0	0	0	0	0	0	31558
WSW	0	0	1934	1528	5103	10141	19493	61973	8049	5418	48759	21483	183881
W	0	0	1096	1111	6572	15749	71471	78992	112220	0	316524	421265	1025000
WNW	0	1619	1814	135	11475	27116	0	40357	47434	70318	65581	35796	301645
NW	0	0	665	4060	21087	17172	322653	35502	147089	107516	44356	102566	802666
NNW	0	0	791	1172	5759	81416	52132	18587	64862	46318	69745	213118	553900
各环形段人口合计	274	4844	14117	30291	151181	378279	1246335	1202504	1352575	1725699	2247950	4176067	12530116
半径区内人口累计	274	5118	19235	49526	200707	578986	1825321	3027825	4380400	6106099	8354049	12530116	

表 2.2-21 厂址半径 80km 范围内 2076 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	1626	7452	24763	56999	43551	163109	99095	64551	200859	662392
NNE	0	513	387	2037	12178	19057	56735	78188	69754	116714	234747	440618	1030928
NE	0	460	780	1521	5894	10448	46921	189423	100911	300183	225852	413735	1296128
ENE	0	460	764	523	8365	89553	72487	169163	107198	137683	90870	139674	816740
E	0	243	967	2119	10407	20937	71304	76523	278851	96949	234880	373355	1166535
ESE	0	59	1474	755	5931	6694	166118	169025	110694	308697	509682	234196	1513325
SE	0	59	190	2275	23177	29131	178634	37611	69848	37538	17838	825263	1221564
SSE	275	657	288	5081	5681	336	125546	71195	25550	349032	140348	695236	1419225
S	0	488	1090	5995	13571	5144	9155	136521	46488	49617	191446	73264	532779
SSW	0	299	375	447	0	0	0	0	4650	6973	0	0	12744
SW	0	0	1149	0	8958	21585	0	0	0	0	0	0	31692
WSW	0	0	1942	1534	5125	10184	19576	62236	8083	5441	48966	21574	184661
W	0	0	1101	1116	6600	15816	71774	79327	112696	0	317868	423054	1029352
WNW	0	1626	1822	136	11524	27231	0	40528	47635	70617	65859	35948	302926
NW	0	0	668	4077	21177	17245	324023	35653	147714	107972	44544	103001	806074
NNW	0	0	794	1177	5783	81762	52353	18666	65137	46515	70041	214023	556251
各环形段人口合计	275	4864	14178	30419	151823	379886	1251625	1207610	1358318	1733026	2257492	4193800	12583316
半径区内人口累计	275	5139	19317	49736	201559	581445	1833070	3040680	4398998	6132024	8389516	12583316	

表 2.2-22 厂址半径 80km 范围内 2086 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	389	1633	7484	24868	57241	43736	163802	99516	64825	201712	665206
NNE	0	515	389	2046	12230	19138	56976	78520	70050	117210	235744	442489	1035307
NE	0	462	783	1527	5919	10492	47120	190227	101339	301457	226811	415492	1301629
ENE	0	462	767	525	8401	89933	72795	169881	107653	138268	91256	140267	820208
E	0	244	971	2128	10451	21026	71607	76848	280035	97361	235877	374940	1171488
ESE	0	59	1480	758	5956	6722	166823	169743	111164	310008	511846	235190	1519749
SE	0	59	191	2285	23275	29255	179392	37771	70145	37697	17914	828767	1226751
SSE	276	660	289	5103	5705	337	126079	71497	25658	350514	140944	698184	1425246
S	0	490	1095	6020	13629	5166	9194	137101	46685	49828	192259	73575	535042
SSW	0	300	377	449	0	0	0	0	4670	7003	0	0	12799
SW	0	0	1154	0	8996	21677	0	0	0	0	0	0	31827
WSW	0	0	1950	1541	5147	10227	19659	62500	8117	5464	49174	21666	185445
W	0	0	1106	1121	6628	15883	72079	79664	113174	0	319218	424850	1033723
WNW	0	1633	1830	137	11573	27347	0	40700	47837	70917	66139	36101	304214
NW	0	0	671	4094	21267	17318	325399	35804	148341	108430	44733	103438	809495
NNW	0	0	797	1182	5808	82109	52575	18745	65414	46712	70338	214932	558612
各环形段人口合计	276	4884	14239	30549	152469	381498	1256939	1212737	1364084	1740385	2267078	4211603	12636741
半径区内人口累计	276	5160	19399	49948	202417	583915	1840854	3053591	4417675	6158060	8425138	12636741	

表 2.2-23 广东、广西、湛江和廉江各地人口的年龄构成(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 80km 范围内≤1 岁人口分布（2086 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	6	25	99	330	759	580	2172	1320	860	2675	8826
NNE	0	8	6	32	162	254	756	1041	929	1554	3126	5868	13736
NE	0	7	12	24	78	139	625	2523	1344	3998	3008	5510	17268
ENE	0	7	12	8	111	1193	965	2253	1428	1834	1210	1860	10881
E	0	4	15	33	139	279	950	1019	3714	1291	3128	4972	15544
ESE	0	1	23	12	79	89	2212	2251	1474	4111	6788	3119	20159
SE	0	1	3	36	309	388	2379	501	930	500	238	10985	16270
SSE	4	10	5	79	76	4	1672	948	340	4648	1869	9259	18914
S	0	8	17	94	181	69	122	1818	619	661	2550	976	7115
SSW	0	5	6	7	0	0	0	0	62	93	0	0	173
SW	0	0	18	0	119	287	0	0	0	0	0	0	424
WSW	0	0	30	24	68	136	261	829	108	72	652	287	2467
W	0	0	17	17	88	211	956	1056	1501	0	4233	5634	13713
WNW	0	25	29	2	153	363	0	540	634	940	877	479	4042
NW	0	0	10	64	282	230	4315	475	1967	1438	593	1372	10746
NNW	0	0	12	18	77	1089	697	249	867	619	933	2850	7411
各环形段人口合计	4	76	221	475	2021	5061	16669	16083	18089	23079	30065	55846	167689
半径区内人口累计	4	80	301	776	2797	7858	24527	40610	58699	81778	111843	167689	

表 2.2-26 厂址半径 80km 范围内 1～7 岁（含 7 岁）人口分布（2086 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	42	174	766	2546	5861	4478	16771	10189	6637	20652	68116
NNE	0	55	42	219	1252	1959	5833	8039	7172	12000	24136	45304	106011
NE	0	49	84	163	606	1074	4824	19476	10375	30864	23222	42540	133277
ENE	0	49	82	56	860	9208	7453	17393	11022	14156	9343	14361	83983
E	0	26	104	227	1070	2153	7331	7868	28671	9968	24150	38388	119956
ESE	0	6	158	81	610	688	17080	17379	11381	31740	52405	24080	155608
SE	0	6	20	244	2383	2995	18367	3867	7182	3860	1834	84853	125611
SSE	29	70	31	545	584	35	12908	7320	2627	35887	14430	71483	145949
S	0	52	117	643	1395	529	941	14037	4780	5102	19684	7533	54813
SSW	0	32	40	48	0	0	0	0	478	717	0	0	1315
SW	0	0	123	0	921	2219	0	0	0	0	0	0	3263
WSW	0	0	208	165	527	1047	2013	6399	831	559	5035	2218	19002
W	0	0	118	120	679	1626	7380	8156	11587	0	32683	43498	105847
WNW	0	174	195	15	1185	2800	0	4167	4898	7261	6772	3696	31163
NW	0	0	72	437	2177	1773	33316	3666	15188	11101	4580	10590	82900
NNW	0	0	85	126	595	8407	5383	1919	6697	4783	7201	22006	57202
各环形段人口合计	29	519	1521	3263	15610	39059	128690	124164	139660	178187	232112	431202	1294016
半径区内人口累计	29	548	2069	5332	20942	60001	188691	312855	452515	630702	862814	1294016	

表 2.2-27 厂址半径 80km 范围内 7～17 岁（含 17 岁）人口分布（2086 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	59	248	1041	3459	7962	6083	22784	13842	9017	28057	92526
NNE	0	78	59	311	1701	2662	7925	10922	9743	16303	32790	61547	144004
NE	0	70	119	232	823	1459	6554	26459	14096	41931	31548	57792	181048
ENE	0	70	117	80	1169	12509	10125	23629	14974	19232	12693	19510	114085
E	0	37	148	323	1454	2925	9960	10689	38951	13542	32809	52152	162946
ESE	0	9	225	115	828	935	23204	23610	15462	43120	71194	32713	211386
SE	0	9	29	347	3237	4069	24952	5254	9757	5243	2492	115274	170633
SSE	42	100	44	775	794	47	17537	9945	3569	48754	19604	97113	198242
S	0	74	166	915	1896	719	1279	19070	6494	6931	26742	10234	74421
SSW	0	46	57	68	0	0	0	0	650	974	0	0	1780
SW	0	0	175	0	1251	3015	0	0	0	0	0	0	4427
WSW	0	0	296	234	716	1423	2734	8693	1129	760	6840	3014	25794
W	0	0	168	170	922	2209	10026	11081	15742	0	44401	59094	143784
WNW	0	248	278	21	1610	3804	0	5661	6654	9864	9199	5021	42314
NW	0	0	102	622	2958	2409	45261	4980	20633	15082	6222	14388	112595
NNW	0	0	121	180	808	11421	7313	2607	9099	6497	9784	29896	77699
各环形段人口合计	42	741	2163	4641	21208	53065	174832	168683	189737	242075	315335	585805	1758327
半径区内人口累计	42	783	2946	7587	28795	81860	256692	425375	615112	857187	1172522	1758327	

表 2.2-28 厂址半径 80km 范围内>17 岁人口分布（2086 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	282	1186	5578	18533	42659	32595	122075	74165	48311	150328	495712
NNE	0	374	282	1484	9115	14263	42462	58518	52206	87353	175692	329770	771519
NE	0	336	568	1108	4412	7820	35117	141769	75524	224664	169033	309650	970001
ENE	0	336	556	381	6261	67023	54252	126606	80229	103046	68010	104536	611236
E	0	177	704	1545	7788	15669	53366	57272	208699	72560	175790	279428	872998
ESE	0	43	1074	550	4439	5010	124327	126503	82847	231037	381459	175278	1132567
SE	0	43	139	1658	17346	21803	133694	28149	52276	28094	13350	617655	914207
SSE	201	480	209	3704	4251	251	93962	53284	19122	261225	105041	520329	1062059
S	0	356	795	4368	10157	3849	6852	102176	34792	37134	143283	54832	398594
SSW	0	217	274	326	0	0	0	0	3480	5219	0	0	9516
SW	0	0	838	0	6705	16156	0	0	0	0	0	0	23699
WSW	0	0	1416	1118	3836	7621	14651	46579	6049	4073	36647	16147	138137
W	0	0	803	814	4939	11837	53717	59371	84344	0	237901	316624	770350
WNW	0	1186	1328	99	8625	20380	0	30332	35651	52852	49291	26905	226649
NW	0	0	487	2971	15850	12906	242507	26683	110553	80809	33338	77088	603192
NNW	0	0	579	858	4328	61192	39182	13970	48751	34813	52420	160180	416273
各环形段人口合计	201	3548	10334	22170	113630	284313	936748	903807	1016598	1297044	1689566	3138750	9416709
半径区内人口累计	201	3749	14083	36253	149883	434196	1370944	2274751	3291349	4588393	6277959	9416709	

表 2.2-29 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 2.2-30 厂址半径 5km 范围不同职业人群食物消费量调查结果

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 2.2-31 厂址半径 5km 范围不同年龄组人群食物消费量调查结果

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 2.2-32 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 2.2-33　厂址 20km 半径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/km²）	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

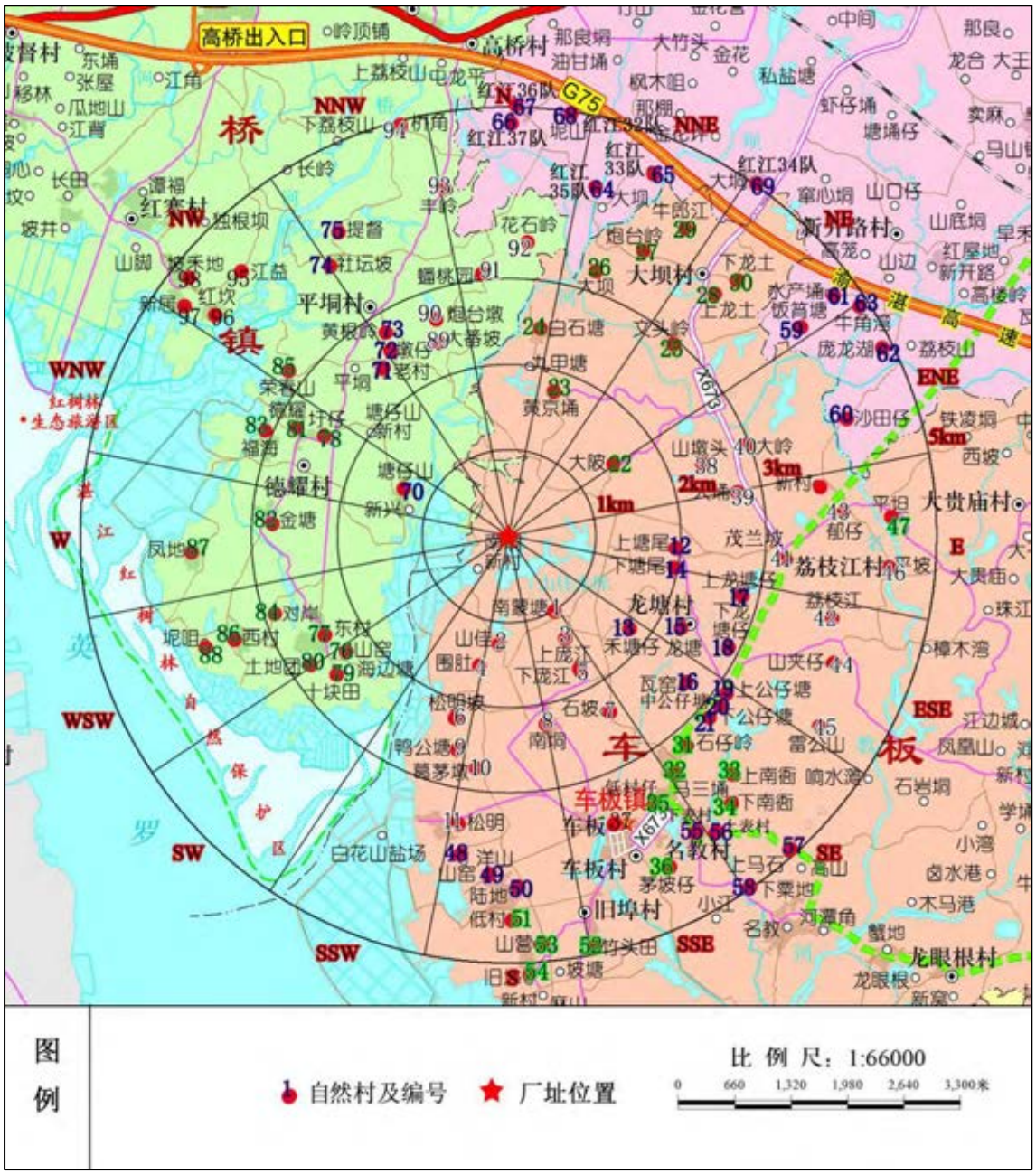


图 2.2-1　厂址半径 5km 范围内自然村（居民点）分布图

（注：图 2.2-1 中的自然村编号与表 2.2-1 中的序号一致）

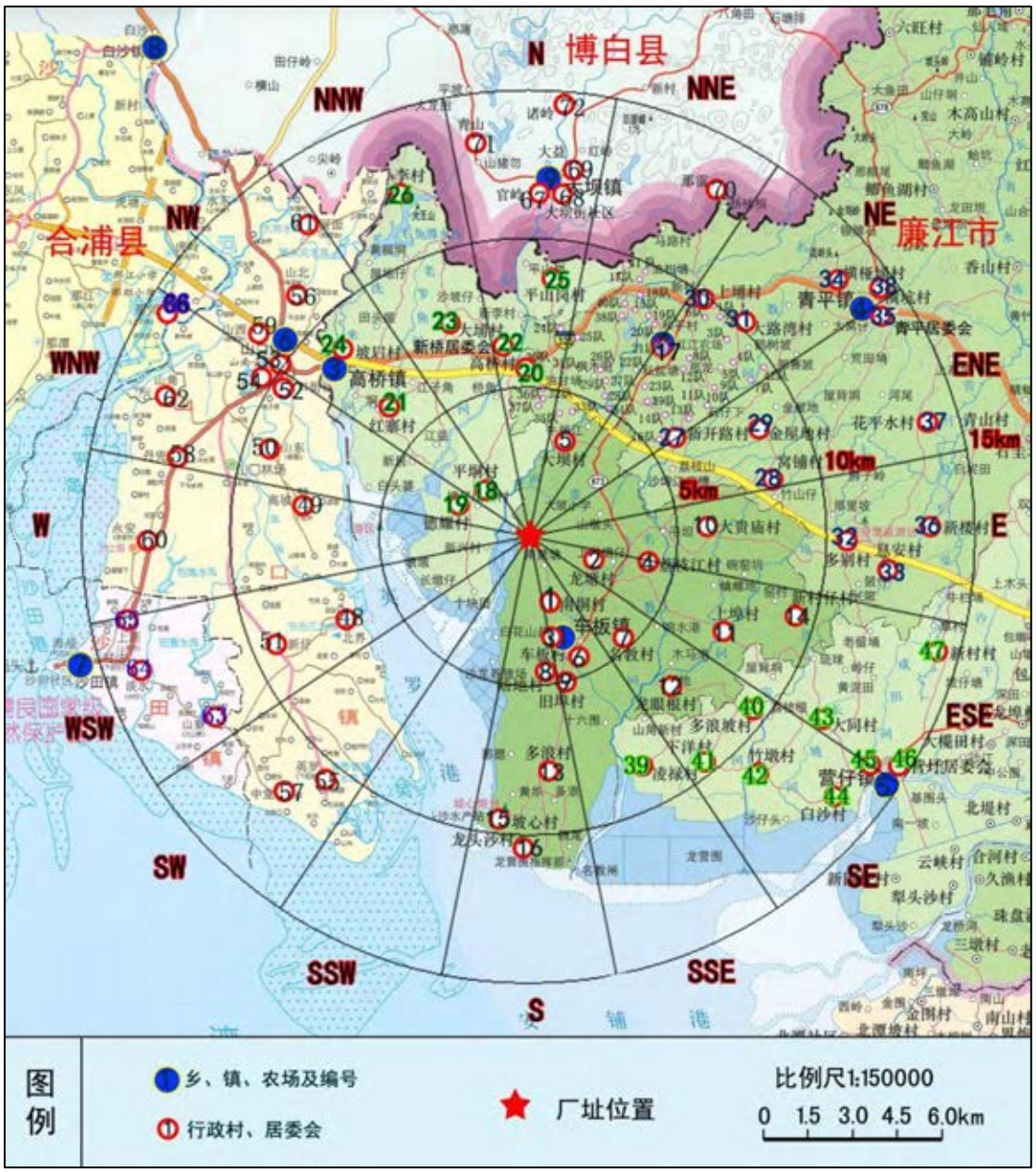


图 2.2-2　厂址半径 15km 范围内行政村分布图

（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）

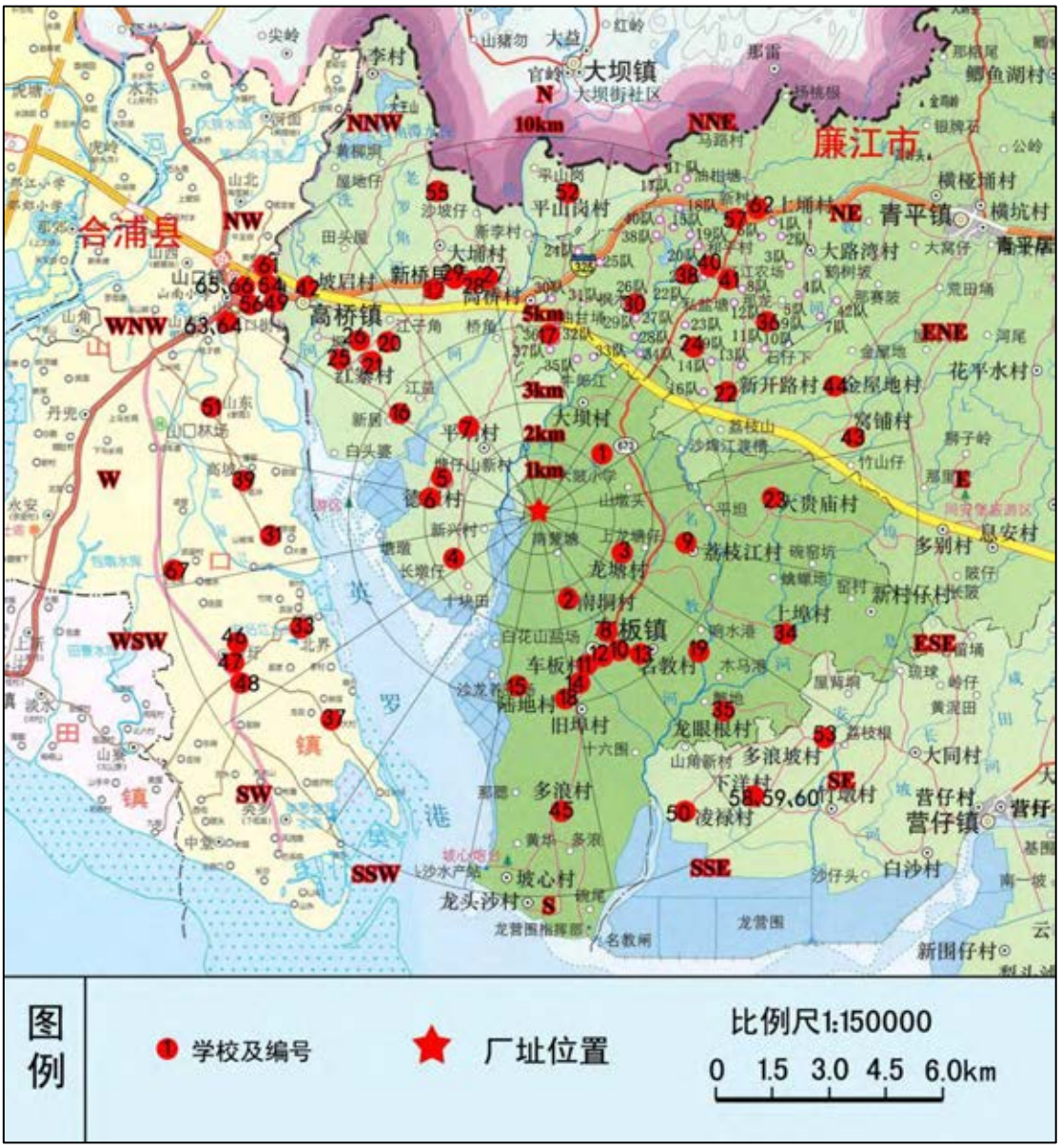


图 2.2-4 厂址半径 10km 范围学校分布图

（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

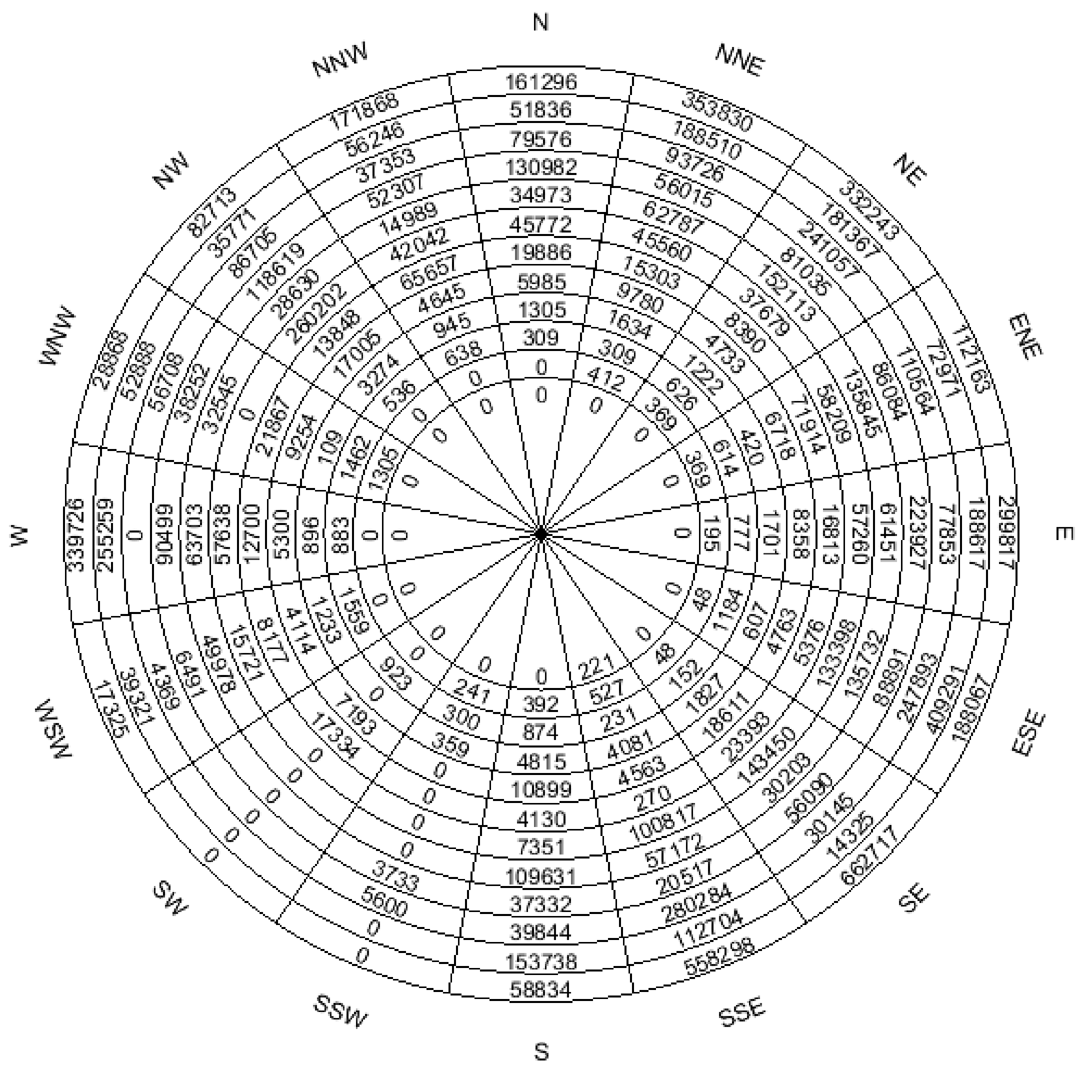


图 2.2-10 厂址半径 80km 范围内总人口子区分布图（2018 年）

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。廉江市 2018 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；车板镇 2018 年行政区域总面积为 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。

廉江市 2018 年土地总面积为 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%。

车板镇 2018 年土地总面积为 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、城镇村及工况用地，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。

其中厂址征地范围内主要为林地，目前业主正积极与当地政府落实土地调整和补偿方案。

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，廉江市 2020 年耕地保有量 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。

2.3.1.2　水体利用情况

1）地表水利用情况

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。

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。位于厂址西部，河流全长 33km，流域面积 163km²，其中在廉江市境内河长 38km。河流中下游水质污染严重，多为农用水；青平河为独流入海河流，发源于廉江市青平镇横桠埇村，由北向南流经车板镇，于车板镇龙头沙村注入北部湾，位于厂址东部。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

田螺岭厂址半径 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 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 15km 半径范围内旅游风景区主要有高桥红树林旅游风景区，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 2467hm^2，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，与一期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 2466.7 公顷，景区内有东坡纪念亭、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 1070hm^2，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

本项目排水口周边保护区主要有国家级保护区 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。

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。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。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 20278.8hm^2（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″。

湛江红树林保护区总面积为 20278.8hm^2，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。

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 6613.00hm^2，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。

缓冲区面积 1711.95hm^2，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。

试验区面积为 11953.86hm^2，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。

广西山口国家级红树林生态自然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 21.7 km；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）。

广西山口国家级红树林生态自然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 19.2 km，丹兜海 21.7 km；保护区总面积 8000hm^2，其中英罗港 2865.4hm^2，丹兜海 5134.6hm^2。各功能区的面积分别是：核心区 824.1hm^2，缓冲区 3600.4hm^2，实验区 3575.5hm^2。保护区总面积中海域面积 4970.5hm^2。陆地 3029.5hm^2，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。

广西山口国家级红树林生态自然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 350km^2，其中核心区面积 132km^2，缓冲区面积为 110km^2，实验区面积 108km^2。保护区地理位置及功能区划如图 2.3-14 所示。

广西合浦儒艮国家级自然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。

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。

廉江市 2018 年度粮食播种面积 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。

北海市 2018 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。

玉林市 2018 年粮食播种面积 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 80km 半径范围内涉及到的 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 150.99 万亩，实有育苗面积为 9.90 万亩。

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. 0l%;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。

全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

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。地形南宽北窄，东西两面若曲尺之外向，颇似“凸”字，又像“梯形”。全境地势北高南低，从丘陵到台地呈阶梯状分布，并且延伸到海，地形以丘陵为主。北部山峦起伏，若高远之画境，双峰嶂顶海拔 382 米，为廉江市（也是湛江市）的最高点。九洲江从北东向西南斜贯市境流入北部湾，沿河两岸及其下游三角洲有较大的冲积平原分布，南部宽阔平坦。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。

北部高丘：属云开大山余脉，峰峦叠翠，平均海拔 250 米以上，局部地区坡度陡峻，一般在 15 度至 30 度之间。它们主要分布在长山、塘蓬、和寮三个镇内，约占总面积的 15%。座落在塘蓬镇内的双峰嶂海拔 382 米，为全市最高峰，也是雷州半岛的最高峰。它与相邻的仙人嶂、鸡笠嶂、彭岸嶂、青嶂、山祖嶂及三角岭、罗伞岭等数个海拔 300 米以上的嶂岭并排，形成一道天然屏障，对冬季冷空气南侵和夏秋两季台风的袭击起到较好削弱作用。特别是在阻挡早春寒露风，保护农业生产方面具有重要作用。

中部低丘：约占总面积的 65%，大部分在海拔 50—250 米之间，无明显山顶，呈扁平起伏形，坡度界于 5 度至 15 度之间。它们主要分布在雅塘、河唇、吉水、龙

湾、石城、新民、良垌、石颈、高桥等镇内。这里水源丰富，河流汇集，适宜大面积种植山林果树和发展城镇工业。

南部和西南部濒海地带：属浅海沉积平原及九洲江冲积平原，地势平缓，幅员辽阔，一望无际，为平均海拔 55 米以下的台地和平原，约占总面积的 20%。主要分布在横山、青平、河堤、车板、营仔、新华、平坦等镇，是廉江市主要的粮、油、糖、菜产区。

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抹为主。其次，为岩墙、岩脉。土壤属长江以南的红壤和黄壤类型。廉江境内多代地层出露齐全，岩浆活动频繁，褶皱断裂构造十分发育。成矿地质条件良好，矿产资源丰富，矿种众多，素有“花岗岩王国”之称，储藏量达 200 亿立方米。境内北部的塘蓬金银矿又是广东省“八五”计划开发建设的重点项目之一。

《廉江市环境保护十二五规划》中指出 2009 年廉江市森林覆盖率基本保持稳定，而且有所增加，达 39.6%，为湛江市各县（市）最高。廉江市地域总面积 2835 平方公里，地势东北高而西南低，南宽北窄。地形大致分三类：南及西南濒海地带，属浅海沉积平原，地形比较平缓，海拔一般在 55 米以下，约占市域面积 20.0%；东南部属缓坡低丘地段，海拔在 60 米至 100 米之间，约占市域面积的 50.0%；北部及西北部为丘陵地区，海拔 200 米左右(局部超过 300 米)，约占市域面积 30.0%。廉江市水资源丰富，全市可供总水量为 64581 万立方米，其中地表水为 59821 万立方米，地下水为 759 万立方米。全市境内河流集雨面积为 2840 平方公里，多年平均径流量为 24.18 亿立方米，集雨面积在 100 平方公里以上的河流有 10 条，以九洲江水系（含鹤地水库、雷州青年运河）为主，贯通全境，兼及雷州半岛工农业生产、生活用水，市农林牧副渔业发展条件优越。廉江市现有自然保护区 12 个，其中国家级的有高桥红树林保护区，地表饮用水源一级区有 3 个：鹤地水库饮用水源保护区、青年运河饮用水源保护区、青健岭水库饮用水源保护区，县（市）级的有谢鞋山风景名胜区等 8 个自然保护区。目前，高桥红树林自然保护区建立了专门管理机构，其余自然保护区的管理均欠规范。2010 年自然保护区建设工作有新的进展，建成自然保护区 4 个，风景名胜区 7 个，森林公园 2 个，自然保护区覆盖率保持 18.7%。《廉江市环境保护十二五规划》在生态环境保护规划中指出：将优先建设生态农业与旅游一体

化示范工程和鹤地水库水源地整治工程，同时加强流域综合整治，保护饮用水源；实施小型企业关停并转的实施力度，加强各类污染物收集及治理基础设施，提高处理能力。廉江市陆域生态红线如图 2.3-15。项目周边广西自治区陆域生态红线分布图如图 2.3-16 所示。

项目位于《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。

项目位于《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，广东廉江核电厂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，广东廉江核电厂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群。

广东廉江核电厂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、山乌桕群系、马尾松群系、潺槁木姜子群系、簕仔树群系、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、酒饼簕群系、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。

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。

（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 indicuss*、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。

（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。其次为鸻形目鸟类，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：小䴙䴘*Podiceps ruficollis*、苍鹭 *Ardea cinerea jouyi*、白鹭 *Egretta garzetta*、牛背鹭 *Bubulcus ibis*、池鹭 *Ardeola bacchus*、夜鹭 *Nycticorax nycticorax*、黄斑苇鳽 *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 alexandrines*、珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、噪鹃 *Eudynamys 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 cristatatellus*、丝光椋鸟 *Sturnus sericeus*、鹊鸲 *Copsychus saularis*、红尾水鸲 *Rhyacornis fuliginosus*、黑喉石即鸟 *Saxicola torquata*、棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinus ruficollis*、纯色山鹪莺 *Prinia inornata*、黄腹山鹪莺 *Prinia flaviventris*、长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*、暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonicus*、大山雀 *Parus magor*、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%。

（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*。

（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：酒饼簕、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 10km 半径范围内 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 水产资源及生态概括

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、鳓鱼、鲳、多鳞鱚、大黄鱼、鲲鱼、中华青鳞鱼、蓝圆鲹、狗母鱼、海鳗、鲻鱼、银牙鲅、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、鲬、燕魟、犁头鳐、鲼、马面鲀等，其中以马鲛、石斑鱼、蓝圆鲹、多鳞鱚等鱼类产量较大。

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

中国科学院南海海洋研究所于 2017 年 11 月、2018 年 1 月、2018 年 4 月和 2018 年 8 月对廉江核电附近海域渔业资源（鱼卵、仔鱼、游泳动物拖网或张网）、保护性水生生物、渔业生产现状和渔业环境敏感目标等进行调查。

调查范围是以核电厂排水口为中心，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 个渔业资源调查站位、15 个鱼类浮游生物（鱼卵仔鱼）调查站位。调查站位设置详见图 2.3-23。其中 S13 号以内的站点位于 15km 范围内。

调查海区 4 个季度采集的样品中共记录鱼卵仔鱼 22 个种类，隶属于 20 属 18 科（含未定种）。其中春季（5 月）种类最多，为 13 种；夏季、秋季第二，为 10 种；冬季为 6 种（含未定种）。

调查海域鱼卵四季总平均密度为 134 粒/100m^3，仔鱼四季总平均密度为 90 尾/100m^3。4 个季度中，调查海域鱼卵数量以春季最多，平均密度达 235 粒/100m^3，明显高于其它 3 个季节，秋季鱼卵密度最低，为 78 粒/100m^3。仔鱼数量春季最高，平均密度为 217 尾/100m^3，夏季其次，冬季密度最低，为 44 尾/100m^3。

春夏秋冬四季拖网调查共鉴定游泳动物 277 种，拖网中鱼类 183 种，占拖网总种数的 63.17%，甲壳类 90 种，占 32.49%，头足类 11 种，占 4.33%。四个航次调查中 2017 年 11 月秋季航次游泳动物物种多样性最高。

春夏秋冬四个航次调查海域渔业资源重量密度均值为 2759.47 kg/km^2（2347.65 kg/km^2-2990.70 kg/km^2），尾数资源密度平均为 241.60×10^3 ind./km^2（158.41 kg/km^2-317.11 kg/km^2）。综合 4 个航次调查拖网渔获物重量密度和尾数密度百分比组成看：鱼类的重量密度比重在春季和夏季大致相同，在秋季和冬季有所提高，冬季鱼类重量密度达到 79.14%。甲壳类的重量密度则呈下降趋势，冬季下降至 11.15%。而头足类重量密度和尾数密度所占的百分比基本保持稳定。

4 个航次调查结果表明，渔获物共有优势种有二长棘鲷、短吻鳊、真鲷、黄斑蓝子鱼、丽叶鲹、印度鳓、鳗鲇、圆吻海鰶、鹿斑鮨、前鳞骨鲻、须赤虾、长毛对虾、哈氏仿对虾、锐齿蟳、远海梭子蟹、口虾姑、火枪乌贼、曼氏无针乌贼。

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

厂址所在乡镇为车板镇，所在市为廉江市。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 2.3-30~表 2.3-34。

厂址半径 15km 范围内水产养殖场分布情况见表 2.3-35。

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 2017 年 11 月、2018 年 1 月、2018 年 4 月和 2018 年 8 月在项目周边海域进行了四个季节海洋环境现状调查。

调查范围是以核电排水口为圆心，30 km 为半径形成调查同心圆，按照全面覆盖、重点代表的原则调整站位布设，站位布设采用一条主辐射式断面，4 条交叉辅助断面，并根据实际情况，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。共布设 28 个水质调查站位，沉积物站 14 个，生物生态站共 17 个。其中 S13 号以内站位位于厂址排水口半径 15km 范围内。

潮间带底栖生物共布设 4 条断面共 12 个站。选择不同底质类型的软相（泥、砂）或硬相（岩石）潮间带断面作为调查对象，每种底质类型至少选择 1 个断面，每条断面分高、中、底潮区至少设置 3 个调查站。

污损生物调查于排水口附近适宜位置布设 1 个站位。

定点连续观测于取、排水口附近布设一个定点连续观测站，3 小时一次，一昼夜共九次。调查内容需包括水质、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵、仔鱼）。

调查样点分布图如图 2.3-24 所示，调查结果总结如下。

1）水环境

2017 年度调查海域四季各因子的平面分布基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势，基本符合人类活动及自然规律等的影响；其次，除水温具有季节性分布外，其余各项因子季节性分布不明显；四季水温、盐度和 pH 值昼夜分布（潮汐变化）明显，其余各项因子均表现不明显。

此外，由于调查期间天气原因以及人为活动等影响，导致少量部分站位的部分因子不符合其所属功能区管理要求，其余均符合。总体上 2017 年度水环境质量较好，各季水环境具体情况如下：

秋季从调查因子分布图可看出，调查海域各因子基本上都呈现出近岸高远岸低的趋势，秋季水环境质量总体较好，符合水质一类标准的有 COD_{Mn}、石油类、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷共 8 项；溶解氧、锌均符合水质二类标准；pH 符合三四类水质标准；无机氮和活性磷酸盐超四类水质标准，根据《广东省海洋功能区划》（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 和 S2 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 S8 站活性磷酸盐符合水质四类标准外，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各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 站除无机氮符合二类，活性磷酸盐符合二三类水质标准外，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 站

位活性磷酸盐符合二三类标准，S11 站位活性磷酸盐符合二三类标准、锌符合二类标准，S18 活性磷酸盐超四类标准外，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除 S17 站无机氮与活性磷酸盐超出水质四类标准，其余各站各项因子均符合其管理要求。秋季调查海域秋季水质基本符合所属功能区管理要求。

冬季水质中除锌仅 S14 号站位超出一类水质标准，但符合二类水质标准外，其他各站位及各因子均符合一类水质标准。根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），冬季调查所有站位均符合其所属的功能区管理要求。冬季调查水质很好。

春季水质中的 pH、COD_{Mn}、溶解氧、石油类、无机氮、活性磷酸盐、硫化物、铜、铅、镉、铬、砷符合水质一类标准；汞、锌均符合水质二类标准。根据《广东省海洋功能区划》(2011-2020 年)，春季调查站位所属的功能区管理要求中，除位于合浦儒艮海洋保护区的 S11、S12、S13 和 S18 站汞仅符合二三类标准，其余各站各项因子均符合其管理要求。春季调查海域秋季水质基本符合所属功能区管理要求。

夏季水质中的 pH、COD_{Mn}、石油类、硫化物、铅、镉、砷符合水质一类标准；活性磷酸盐、铜、锌、汞均符合水质二类标准；溶解氧符合三类水质标准；无机氮符合四类水质。根据《广东省海洋功能区划》(2011-2020 年)，除位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站汞仅符合二三类，北海珍珠贝海洋保护区的 S7 站无机氮仅符合三类，其它各站各项因子均符合其管理要求。夏季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

沉积物调查结果显示除 S9 站镉超第一类标准但符合第二类标准外，其余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

2017 年度叶绿素 a 质量浓度变化范围在(0.6-8.29)mg/m^3，平均值为 3.02mg/m^3，参照《湖泊富营养化调查规范》叶绿素 a 的含量评价标准（0.5～1.0）mg/m^3 为贫营养，（2.0～20）mg/m^3 为中营养，（26～1000）mg/m^3 为富营养，表明项目海域处于中营养状态。

本年度调查项目海域共记录到浮游植物 102 种，浮游动物 52 种，底栖生物 192 种，潮间带生物 102 种，鱼卵仔鱼 64 种（含未定种），污损生物 21 种；其中浮游植物个体数量变化范围为（0.37×10^3～10.95×10^3）ind/L，平均为 3.38×10^{3}ind/L，浮游动物生物量属中等水平，分布不均匀，变化幅度为（65.0～401.5）mg/m^3，平均

生物量为 163.6mg/m^3。在密度分布方面，变化幅度为（50.77～328.57）ind/m^3，平均密度为152.51ind/m^3;底栖动物平均栖息密度为103.2 ind/m^2,平均生物量为24.99 g/m^2;鱼卵平均密度为 1088.1×10^{-3} ind/m^3，仔鱼平均密度为 204.8×10^{-3} ind/m^3；潮间带生物平均栖息密度为 927.8 ind/m^2，平均生物量为 375.1 g/m^2；污损生物平均生物量为 630.83g/m^2，平均栖息密度为 373.61 个/m^2。

2.3.3.3　经济鱼类和保护性水生生物生活习性及活动区

1）主要经济鱼类及三场分布

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

斑鰶属于鲱形目，鲱科、鰶属。俗称黄鱼。

地理分布：世界产区有玻里尼西亚、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：斑鰶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：斑鰶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。斑鰶分布相对较广，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。在生殖季节结成大群，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）短吻鳊 *Leiognathus brevirostris* (Valenciennes)

短吻鳊（学名：*Leiognathus brevirostris*），为鲈形目、鳊科的其中一个种。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，目前认为廉江核电项目厂址邻近海域 15km 范围内无主要经济鱼类的三场分布。根据中国人民共和国农业部 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

项目周边海域保护区主要有国家级保护区 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

项目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，本项目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。

中国鲎俗称海怪、三刺鲎。在动物分类学上录属于节肢动物门 ARTHROPODA，肢口纲 MEROSTOMATA，剑尾目 XIPHOSURA，鲎科 TACHYPLEIDAE，鲎属 Tachpleus，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、广西自治区、福建省和江苏省将其列为重点保护水生野生动物。在本次项目调查中我们发现中国鲎在项目附近海域分布较广、较多，系当地海区的常见海洋生物。

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。只在夏季调查中发现了省级重点保护水生野生动物——中国鲎。

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

廉江市 2018 年，全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，比上年增长 10.7%。其中，国有企业完成产值 8323 万元，增长 33.4%；集体企业完成产值 6704 万元，减 31.8%；股份制企业完成产值 310.39 亿元，增长 22.6%；外商及港澳台企业完成产值 58.39 亿元，减 23.9%；其他企业完成产值 5.16 亿元，减 31.6%。完成规模以上工业增加值 103.6 亿元，增长 10.5%。全市规模以上工业企业产品销售率 96.9%，比上年增长 0.2%；经济效益综合指数 306.0%，增长 1.5%；实现利税总额 11.1 亿元，减 19.6%；实现利润总额 6.23 亿元，减 14.5%；全员劳动生产率 32.0 万元/人。

初步核算，2018 年，全市实现生产总值（GDP）562.54 亿元，比上年增长 7.0%。其中，第一产业增加值 109.58 亿元，增长 5.3%；第二产业增加值 268.23 亿元，增

长 8.7%；第三产业增加值 184.73 亿元，增长 5.6%。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，增长 4.6%，批发和零售业增加值 32.86 亿元，增长 3.4%，住宿和餐饮业增加值 9.29 亿元，增长 2.4%，金融业增加值 5.07 亿元，增长 6.2%，房地产业增加值 34.61 亿元，增长 6.9%，其他服务业增加值 68.67 亿元，增长 6.6%。民营经济增加值 350.76 亿元，比上年增长 9.5%，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，比上年增长 6.3%。

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、红江农场共有个 2 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 15km 半径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 15km 半径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 2.3-36，主要企业分布见图 2.3-25。

依据廉江市、合浦县、博白县自然资源局所提供材料，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 2.3-37，距离厂址最近的矿产位于厂址 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。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”。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）路上交通

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，廉江境内起点为西埇、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（目前正在改扩建）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，廉价境内长约 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。

厂址半径 15km 范围内现有主要陆上交通公路分布情况见表 2.3-38，交通公路分布见图 2.3-26。

厂址 5km 半径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 2.3-39，分布见图 2.3-27。

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。年平均停靠船只为 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 2.3-40。

（b)水路航线

厂址 15km 半径范围内水路航线有 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 2.3-41，分布图见图 2.3-28。

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。廉江核电项目位于湛江机场西北方向，直线距离为 68.6 公里。湛江机场迁建工作已启动，廉江核电项目位于湛江新机场西向，直线距离为 81.7 公里。新机场规划的进离场航线距厂址最近的航段是草塘 VOR/DME（拟建）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，建议综合评估湛江新机场往南康 VOR/DME 离港的航空器与厂址的相互影响。

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主枢纽建设为重点，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和作用。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

紧密跟踪和积极配合湛江机场迁建工程的相关工作，积极对接湛江机场。

厂址半径 15km 范围主要交通规划见表 2.3-42，廉江市市域综合交通规划见图 2.3-29，厂址半径 15km 范围内陆上交通规划见图 2.3-30。

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区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交通部《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 2.3-31。

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 2.3-43。

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 HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》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 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和安全运行。

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储存量为汽油 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 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和安全运行。

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 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和安全运行。

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－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－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 2.3-44。

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 15km 半径范围内水路航线有 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 100m^3。

根据 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和安全带来影响。

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，具体见图 2.3-32。

根据核安全导则 HAD101/04，可认为上述天然气管线不会影响本工程的建设和安全运行。

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	廉江市青平镇横桠埇村	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、农用	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	廉江市青平镇横桠埇村	廉江市车板镇龙头沙村	28	饮用、农用	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（km2）	总库容（万m3）	兴利库容（万m3）	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	鸭衄埇水库	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	早禾埇水库	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
	大埇村	大埇村	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
	大埇村	大埇村	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
	自来水	下南衙村	SE	3.9	10510	152	地表水
	自来水	马三埇村	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

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
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 田螺岭厂址半径 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	主要取水用途	乡村实际供水人口(人)
				方位	距离(km)	(万立方米)		
1	黄京埇村取水井	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	丰埇村取水井	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	横桠冲村取水井	浅层地下水	廉江市青平镇横桠冲村委会	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 田螺岭厂址 15km 半径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		茂名市	化州市	52014.5	300838	49960.2	291594	2000.2	9079	6248.0	126320	893.9	2556
11	广西壮族自治区	北海市	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			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		茂名市	化州市	21888	—	10654	33302	5630	428640	444	8412	25133	606986
11	广西壮族自治区	北海市	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		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	浦北县	19884	—	2721	7602	7351	532763	8027	52175	11555	209954

18		州市	灵山县	35459	—	1851	5175	16795	1251671	8931	61398	19874	404849
合计				222508	194351	90560	310825	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	营仔镇新村村委牛埇村	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	

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)			
19	曹兴贵鸭子养殖场	荔枝江村委大岭村	ENE	2.83	鸭	3000	
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	龙眼根村委埇尾村	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	

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)			
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	
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
自然植被	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	山乌桕群系	广东廉江市车板镇蟠桃园
	暖性针叶林	Ⅲ.暖性常绿针叶林	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
			13	箭仔树群系	广东廉江市高桥镇坡面
	常绿阔叶灌丛	Ⅳ.丘陵山地常绿阔叶灌丛	14	白花鬼针草群系	调查区内广泛分布
			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
			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
	疏灌草丛	Ⅴ暖热性疏灌草丛	22	艾胶算盘子群系	广东廉江市高桥镇横岭
			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	酒饼簕群系	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
		Ⅸ旱地作物	53	淮山群系	部分园地和农田可见种植
人工植被	农作植被		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
			55	荔枝群系	调查区内部分山坡、园地可见种植
		Ⅹ常绿果林	56	龙眼群系	调查区内部分山坡、园地有种植
			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″E21°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
3	龙眼	Ⅱ级	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
			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″E21°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″E21°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	蝾螈科	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%
有鳞目	蜥蜴亚目	壁虎科	3	4.62
		鬣蜥科	3	4.62
		蜥蜴科	2	3.08
		石龙子科	4	6.15
		巨蜥科	1	1.54
	蛇亚目	盲蛇科	1	1.54
		游蛇科	36	55.38
		眼镜蛇科	6	9.23
		蝰科	2	3.08
龟鳖目	潜颈龟亚目	龟科	4	6.15
		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
鹳鹳目	鹳鹳科	1	0.28
鹈形目	鹈鹕科	2	0.57
	鸬鹚科	2	0.57
	军舰鸟科	1	0.28
	鹭科	19	5.40
鹳形目	鹳科	1	0.28
	鹳科	3	0.85
雁形目	鸭科	23	6.53
	鹗科	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
鸻形目	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
	燕鸻科	1	0.28
	鸻科	11	3.13
	鹬科	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
鸦形目	草鸦科	1	0.28
	鸱鸦科	7	1.99
夜鹰目	夜鹰科	1	0.28
雨燕目	雨燕科	3	0.85
佛法僧目	翠鸟科	5	1.42
	蜂虎科	1	0.28
戴胜目	戴胜科	1	0.28
䴕形目	须䴕科	1	0.28
	啄木鸟科	3	0.85
雀形目	八色鸫科	1	0.28
	百灵科	2	0.57
	燕科	3	0.85
	鹡鸰科	8	2.27
	山椒鸟科	2	0.57
	鹎科	7	1.99
	伯劳科	7	1.99
	盔鹎科	1	0.28
	黄鹂科	1	0.28
	卷尾科	3	0.85
	椋鸟科	5	1.42
	燕鹎科	1	0.28
	鸦科	6	1.70
	鸫科	22	6.25
	鹟科	13	3.69
	王鹟科	3	0.85
	画眉科	12	3.41

	鸦雀科	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	鼩鼱科	5	13.89
攀鼩目	树鼩科	1	2.78
翼手目	狐蝠科	1	2.78
	菊头蝠科	3	8.33
	蹄蝠科	2	5.56
	蝙蝠科	3	8.33
鳞甲目	鲮鲤科	1	2.78
食肉目	灵猫科	1	2.78
	猫科	1	2.78
	犬科	1	2.78
	鼬科	1	2.78
啮齿目	松鼠科	2	5.56
	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 10km 半径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

<table>
<tr><th rowspan="2">方位</th><th colspan="4">菜田</th><th colspan="4">农田</th></tr>
<tr><th>距离(km)</th><th>面积(公顷)</th><th>品种</th><th>年产量（吨）</th><th>距离(km)</th><th>面积(公顷)</th><th>主要作物名称</th><th>年产量（吨）*</th></tr>
<tr><td>N</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>0.5</td><td>20.0</td><td>水稻</td><td>107.1</td></tr>
<tr><td>NNE</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>1</td><td>6.7</td><td>水稻</td><td>35.7</td></tr>
<tr><td>NE</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>0.5</td><td>13.3</td><td>水稻</td><td>71.4</td></tr>
<tr><td>ENE</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>0.5</td><td>4.0</td><td>水稻</td><td>21.4</td></tr>
<tr><td>E</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>0.8</td><td>66.6</td><td>香蕉</td><td>2224.0</td></tr>
<tr><td>ESE</td><td rowspan="2">0.63</td><td rowspan="2">3.3</td><td rowspan="2">冬瓜、白菜、豆角等</td><td rowspan="2">67.7</td><td>2.79</td><td>26.6</td><td>水稻</td><td>142.8</td></tr>
<tr><td>SE</td><td>2.47</td><td>45.3</td><td>甘蔗</td><td>242.8</td></tr>
<tr><td>SSE</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td rowspan="6">2.68</td><td rowspan="6">66.6</td><td rowspan="6">香蕉</td><td rowspan="6">1290.5</td></tr>
<tr><td>S</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>SSW</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>SW</td><td rowspan="3">2.15</td><td rowspan="3">30.0</td><td rowspan="3">冬瓜、哈密瓜等</td><td rowspan="3">609.3</td></tr>
<tr><td>WSW</td></tr>
<tr><td>W</td></tr>
<tr><td>WNW</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td rowspan="3">1.42</td><td rowspan="3">99.9</td><td rowspan="3">水稻、香蕉</td><td rowspan="3">1935.7</td></tr>
<tr><td>NW</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>NNW</td><td>无</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

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 2.3-27 厂址 10km 半径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	南衙水库鸭子养殖场	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 2.3-27 厂址 10km 半径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、鹦鹉螺、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								5	红树林、儒艮	广西合浦县山田半岛东西侧、英罗港附近		
SW												
WSW												
W												
WNW												
NW	无	—	—	—	—	—						
NNW	无	—	—	—	—	—						

* 计量单位根据珍稀动植物品种确定

表 2.3-30 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 2.3-31 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 2.3-32 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 2.3-33 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							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 2.3-34 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							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 2.3-35 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	横桠埇村养殖场	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	上埇村养殖场	NE	9.8	3.0	29 吨							
37	新开路村养殖场	ENE	6	2.0	34 吨							

表 2.3-36 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埇尾村	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
15	廉江市深羽新型建材有限	营仔镇大同村委会	ESE	11.9	生产批发销售环保砖	1715.238	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)			
	公司						
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	廉江市青平镇横桠埇村（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 2.3-37 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 1	NE	13.3
2	建筑用花岗岩矿规划片区 2	E	14.8
3	建筑用花岗岩矿规划片区 3	ENE	13.8
4	页岩矿区 1	SE	4.3
5	页岩矿区 2	NNE	3.0
6	砖瓦用页岩矿区	NW	12.7
7	砖用页岩矿区	NW	12.7
8	砖挖用页岩 1	NNE	12.7
9	砖挖用页岩 2	N	12
10	砖挖用页岩 3	N	12

表 2.3-38 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	西埇至广西山口	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 2.3-39 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 2.3-40 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 2.3-41 厂址 15km 半径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 2.3-42 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 2.3-43 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站	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 20m³柴油 20m³	汽油 20m³柴油 20m³	货运 12 吨
6	廉江市车板田永胜爆竹专店	廉江市车板镇石仔岭路口（田永金屋）	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店	廉江市车板镇名龙路下南衙村边曹忠诚房屋	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 10m³柴油 20m³	汽油 10m³柴油 20m³	货运 12 吨
13	廉江市高桥罗家寿爆竹专店	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	廉江市高桥镇	NNW	6.8	贮存汽	汽油 100 吨柴	汽油 100 吨柴	货运 20 吨

	油站				油、柴油	油 50 吨	油 50 吨	
15	廉江市高桥梁显成爆竹专店	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 35m³柴油 45m³	汽油 35m³柴油 45m³	货运 13.5 吨
18	廉江市红江农场邱文发爆竹专店	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 m³	240 m³	
20	廉江市高桥红日爆竹专店	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 60m³柴油 30m³	汽油 30m³柴油 30m³	货运-
26	合浦县山口新圩加油站	合浦山口镇新圩村	WSW	9.1	贮存汽油、柴油	汽油 60m³柴油 30m³	汽油 30m³柴油 30m³	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 60m³柴油 60m³	汽油 30m³柴油 30m³	货运-
29	中石化广东湛江廉江港业加油站	廉江市青平镇红江农场路口	NNE	9.5	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

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 40m³柴油 40m³	汽油 30m³柴油 40m³	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 90m³柴油 90m³	汽油 30m³柴油 30m³	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 90m³柴油 30m³	汽油 30m³柴油 30m³	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	80m³	40m³	
39	廉江市青平标哥爆竹专店	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（林安善屋）	NE	13.3	烟花爆竹	60kg	不涉及单罐	货运 60kg
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	汽油 60m³柴油 60m³	汽油 30m³柴油 30m³	货运-

					油、柴油			
46	廉江市粤信矿业有限公司	廉江市青平镇横桠埇（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	80m³	40m³	
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店	廉江营仔镇通海路医药二门市斜对面（全肇屋）	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 10m³柴油 10m³	汽油 10m³柴油 10m³	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 20m³柴油 30m³	汽油 20m³柴油 30m³	货运 6 吨
56	廉江市营仔苏檬爆竹专店	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 2.3-44 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）
二号岩石乳化炸药	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）； 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）	危险品运输汽车	9360kg/车	13.6
导爆索			2 万米/次	13.6
雷管			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

图 2.3-2　廉江市总体规划-市域土地利用总体规划图

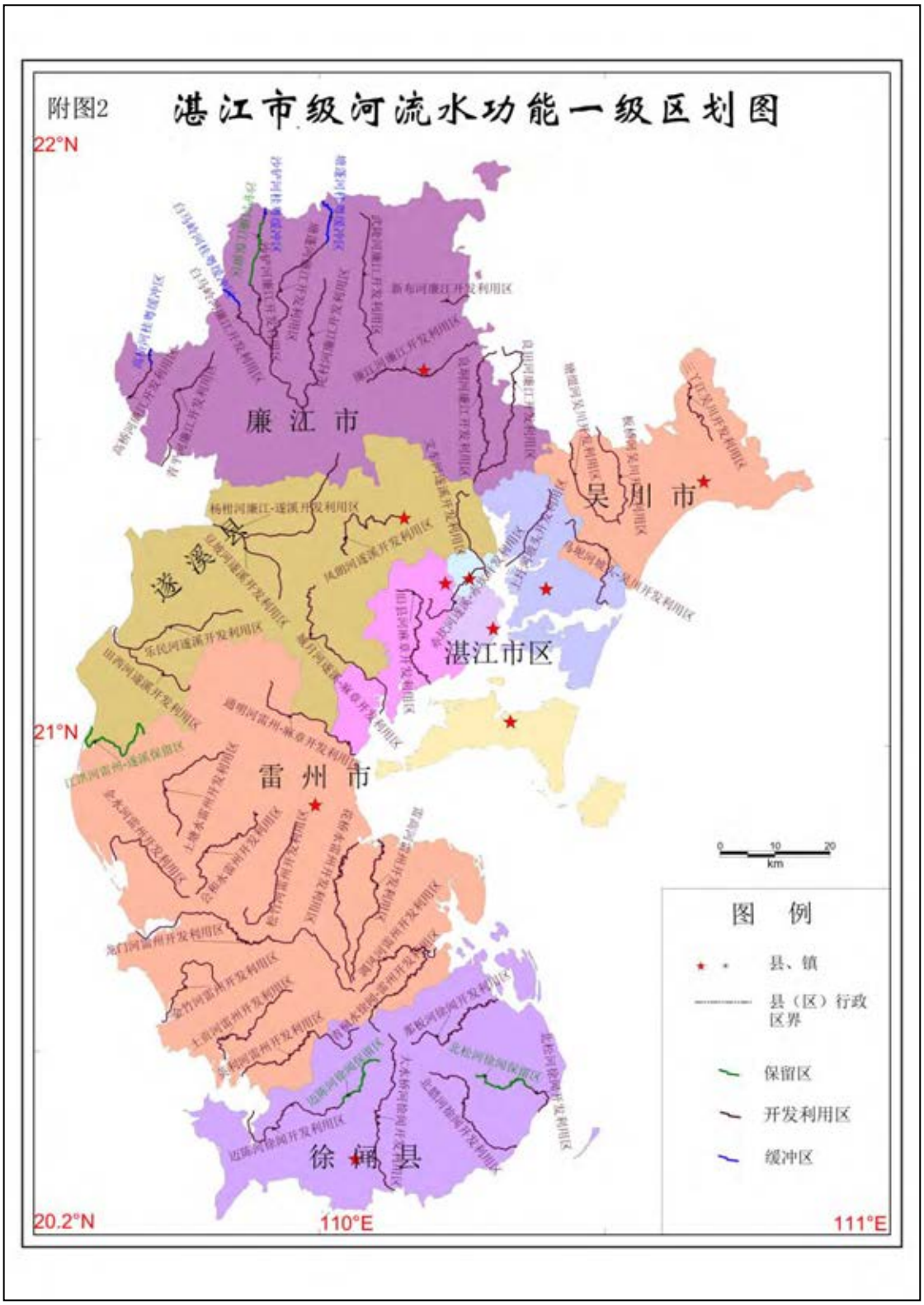


图 2.3-3 湛江市级河流一级水功能区划

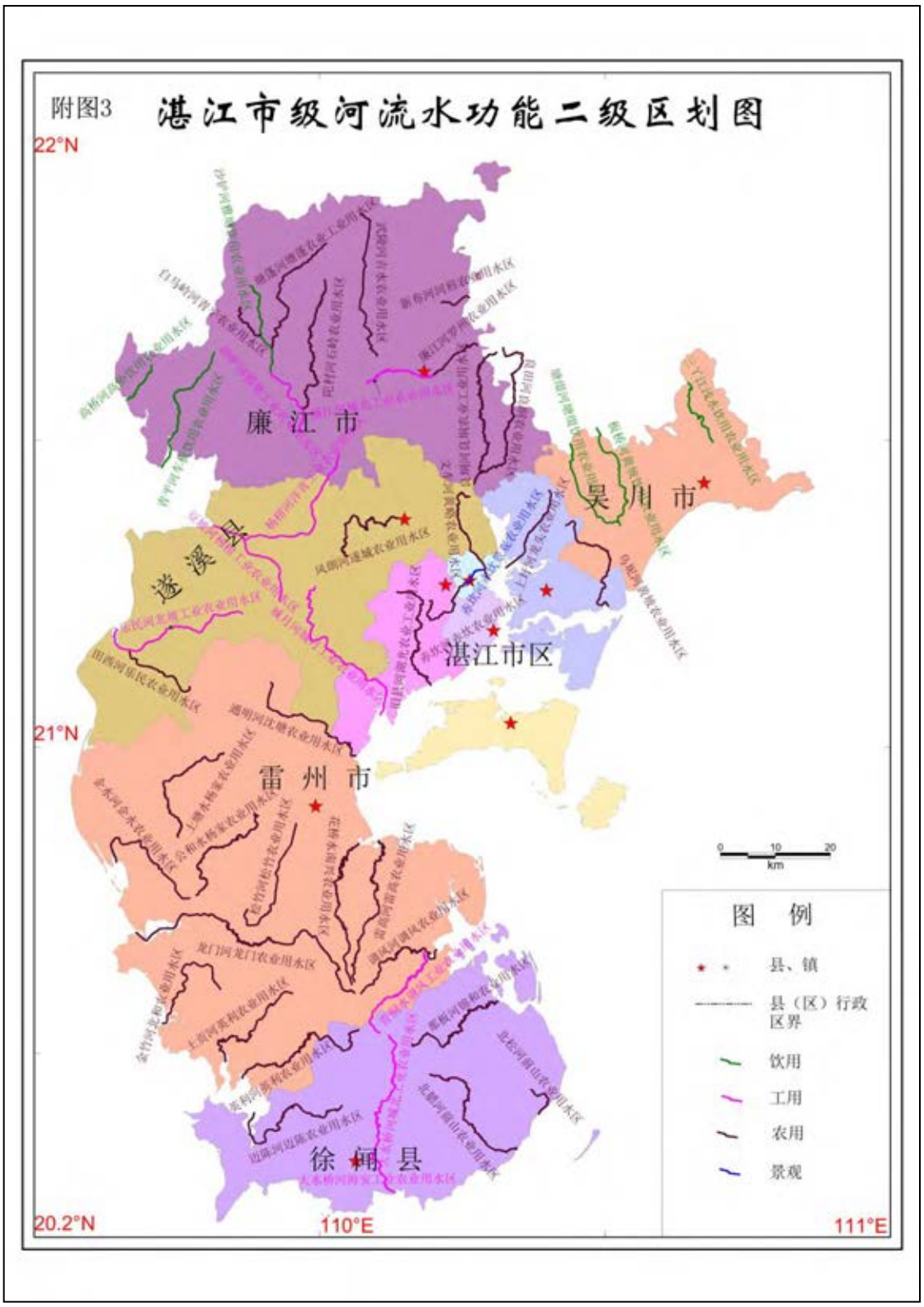


图 2.3-4 湛江市级河流二级水功能区划图

图 2.3-5 湛江市级水库一级水功能区划

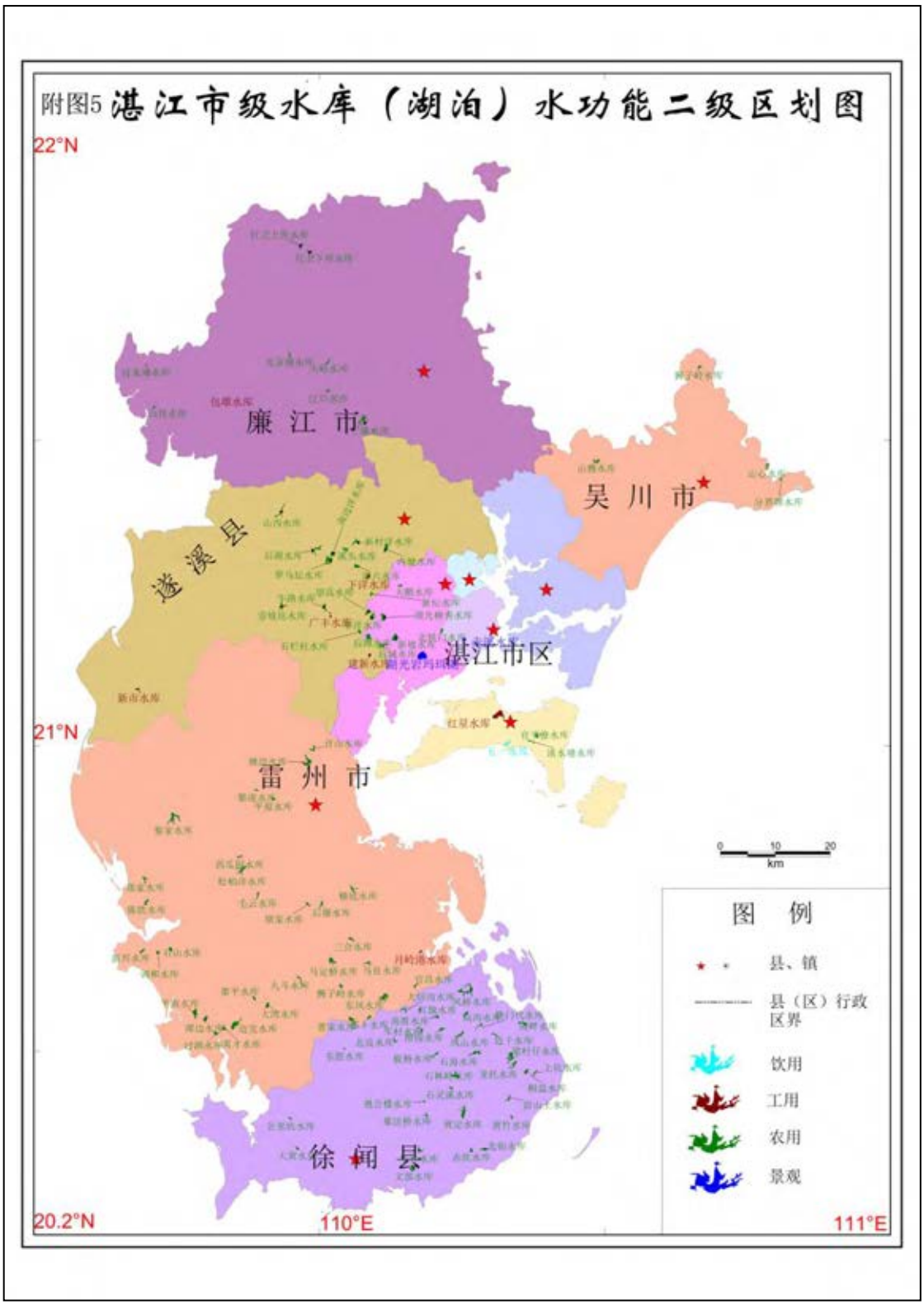


图 2.3-6 湛江市级水库二级水功能区划

图 2.3-7 厂址 15km 半径范围内水库分布情况

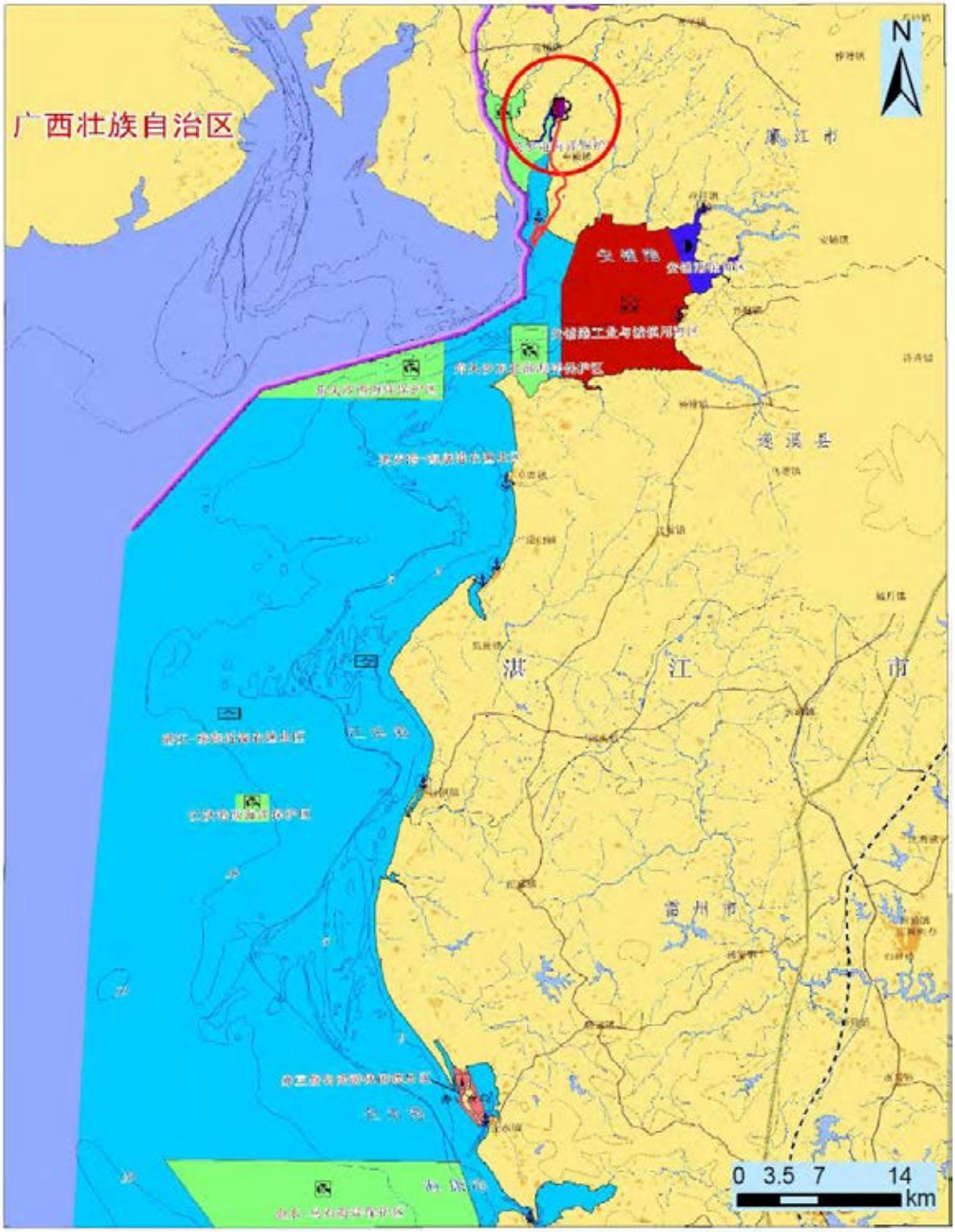


图 2.3-8 厂址附近海洋功能区示意图

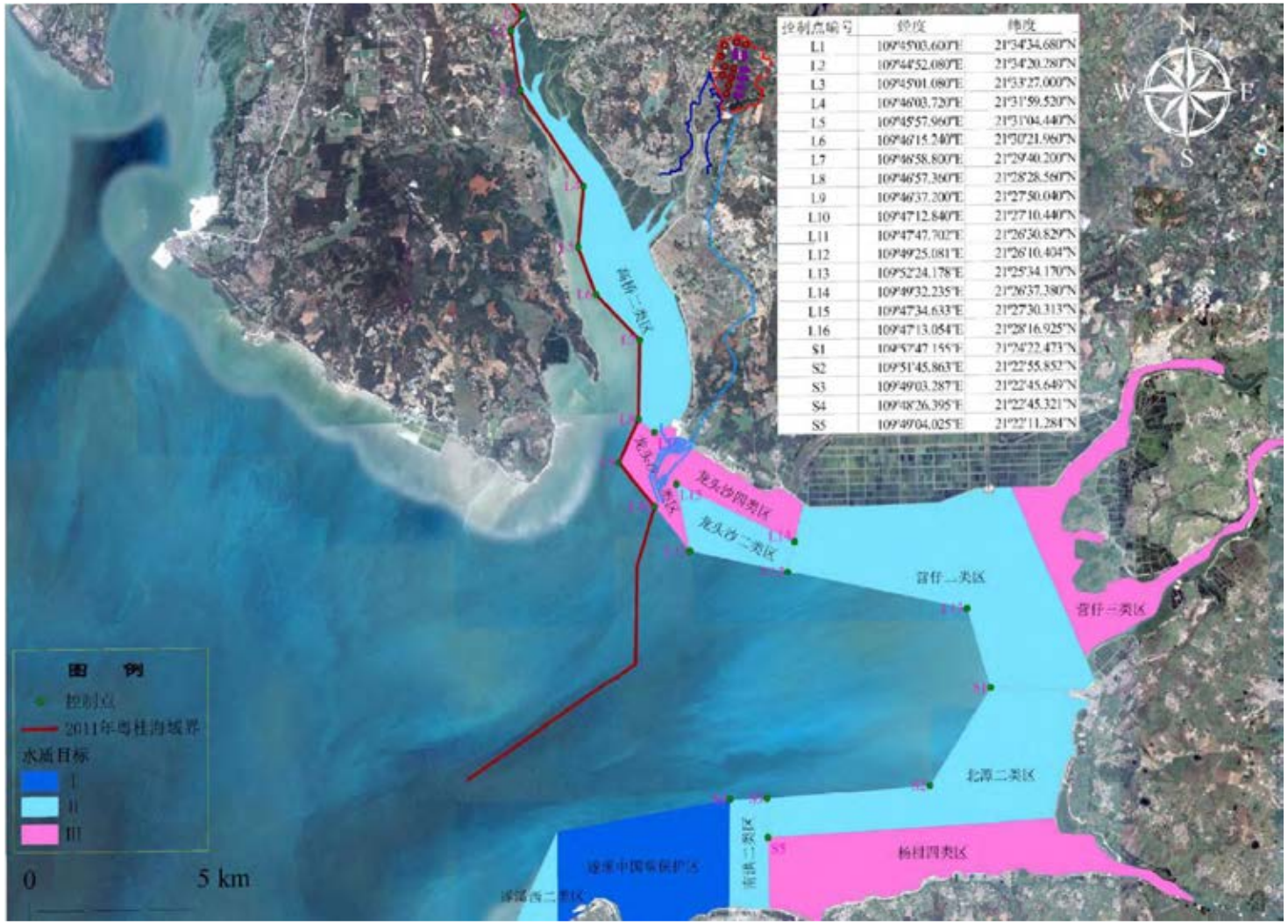
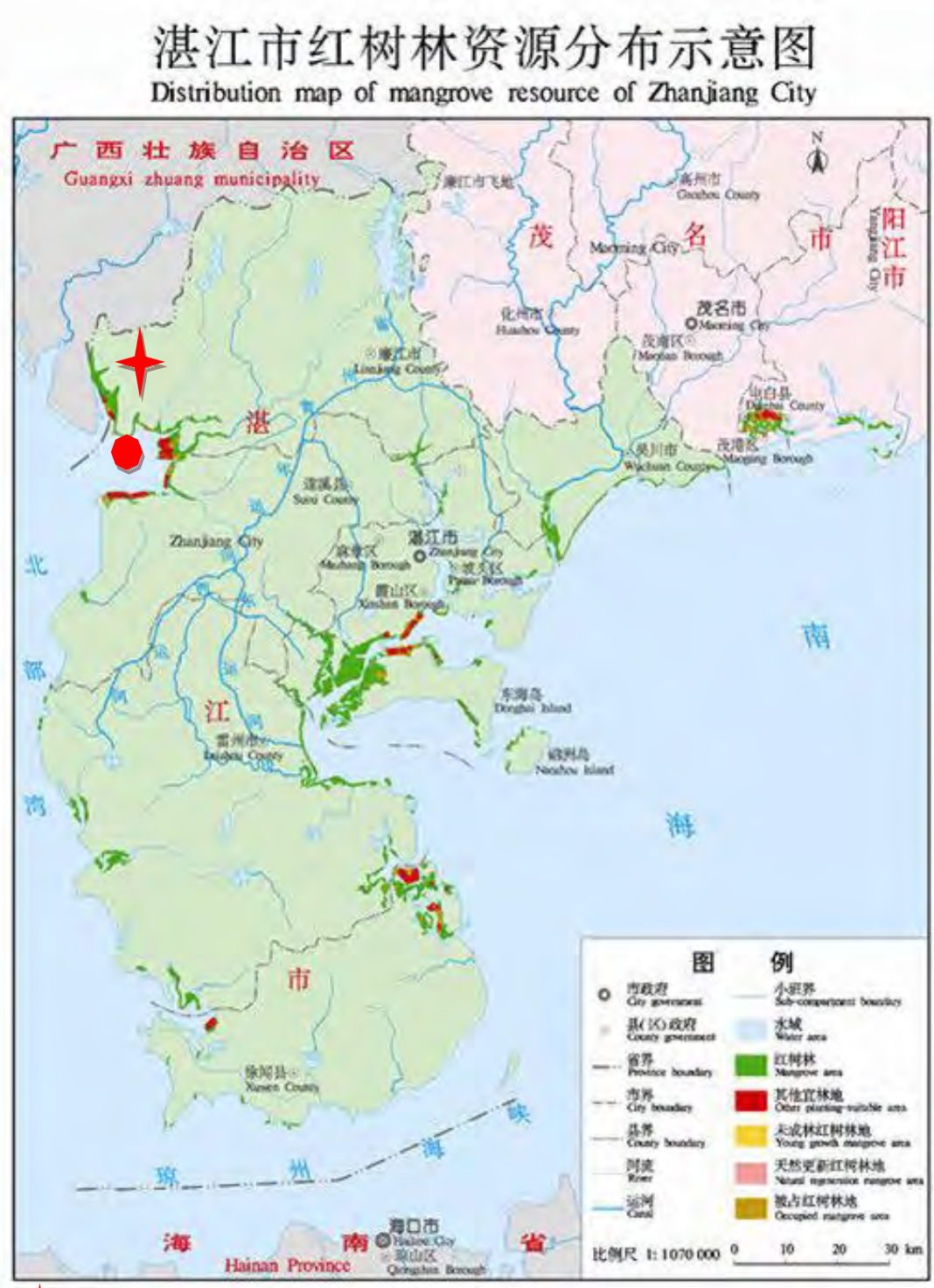
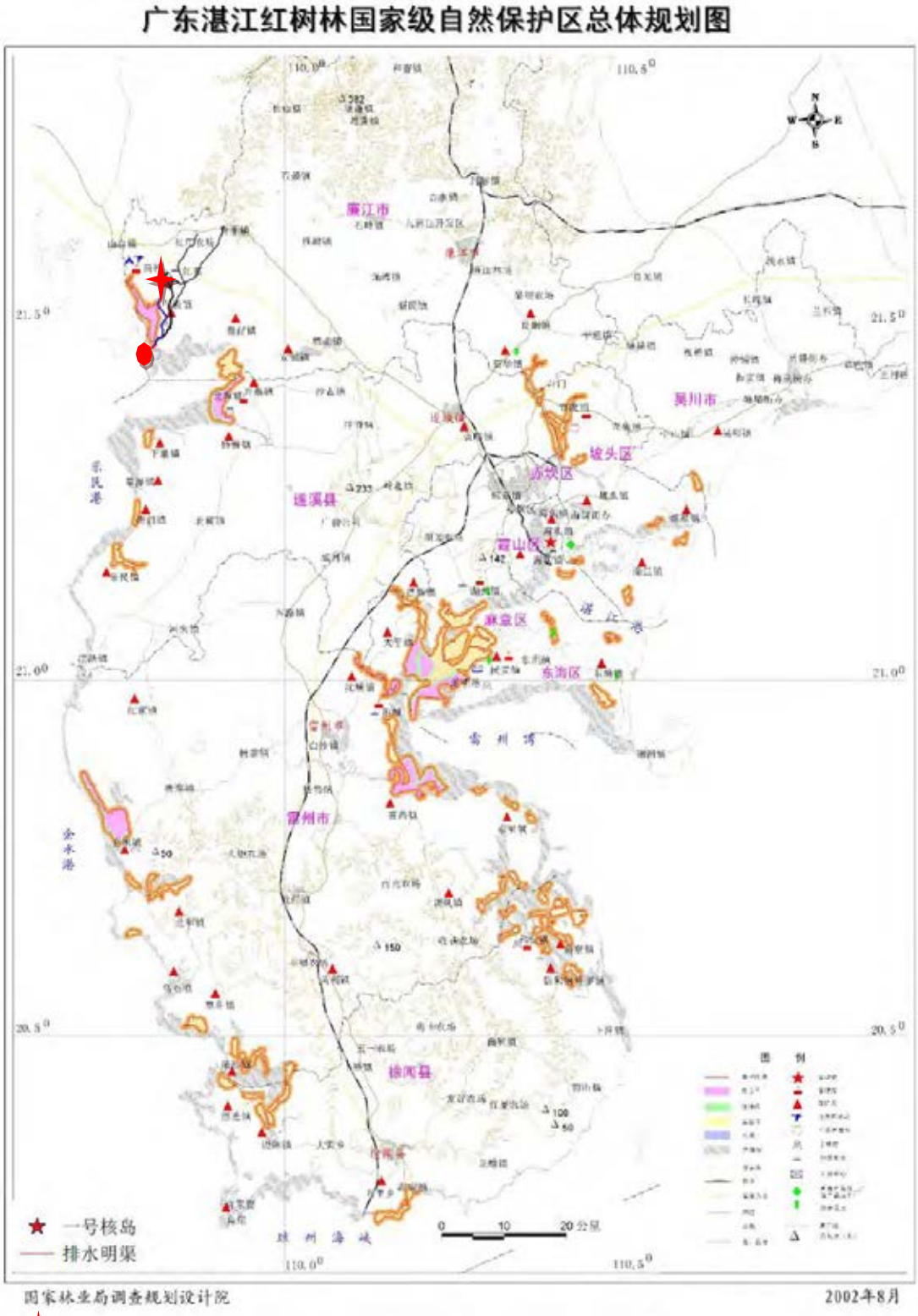


图 2.3-9 厂址近岸海域环境功能区划



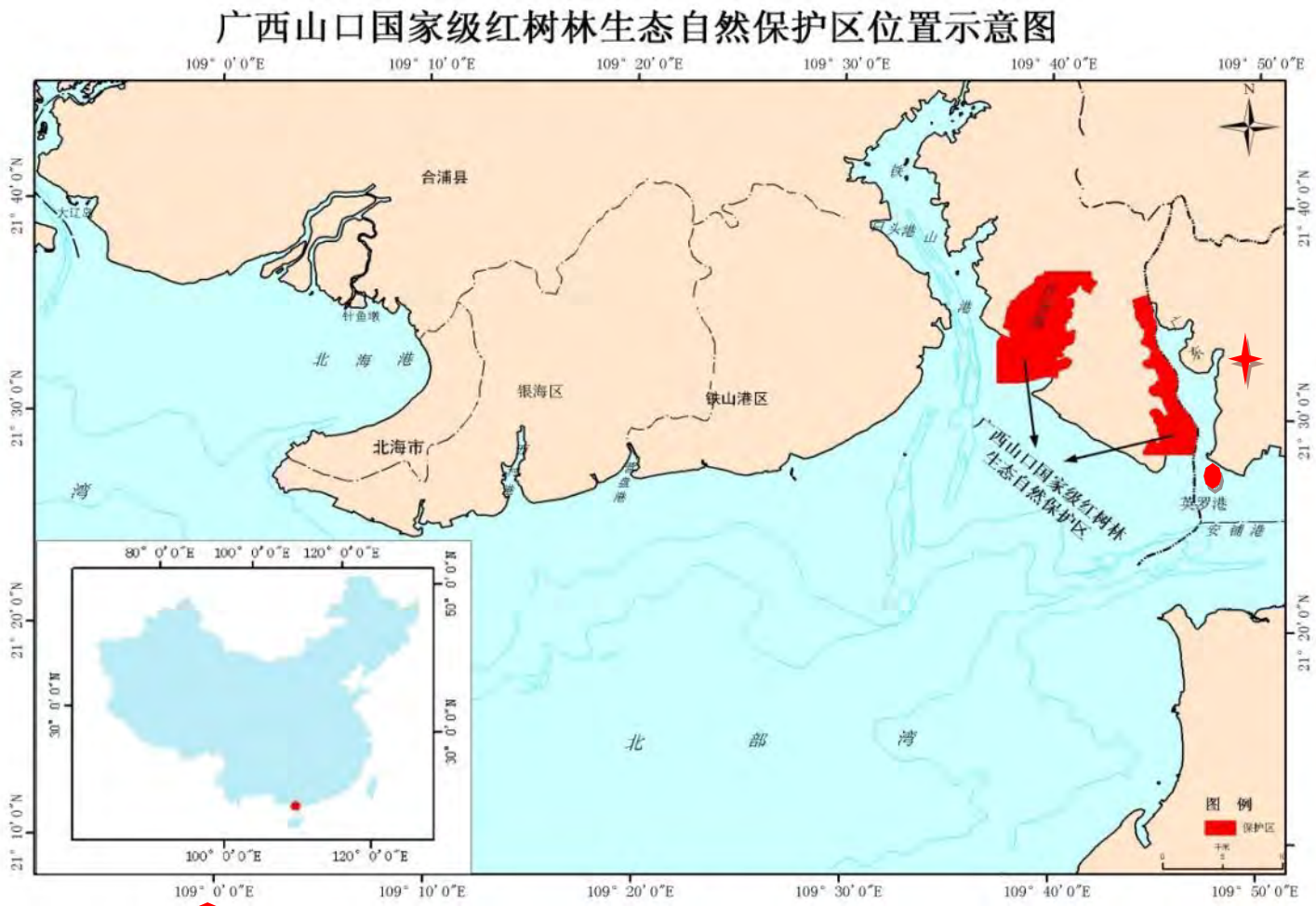
为厂址位置　排水口位置

图 2.3-10 湛江红树林分布示意图



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



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

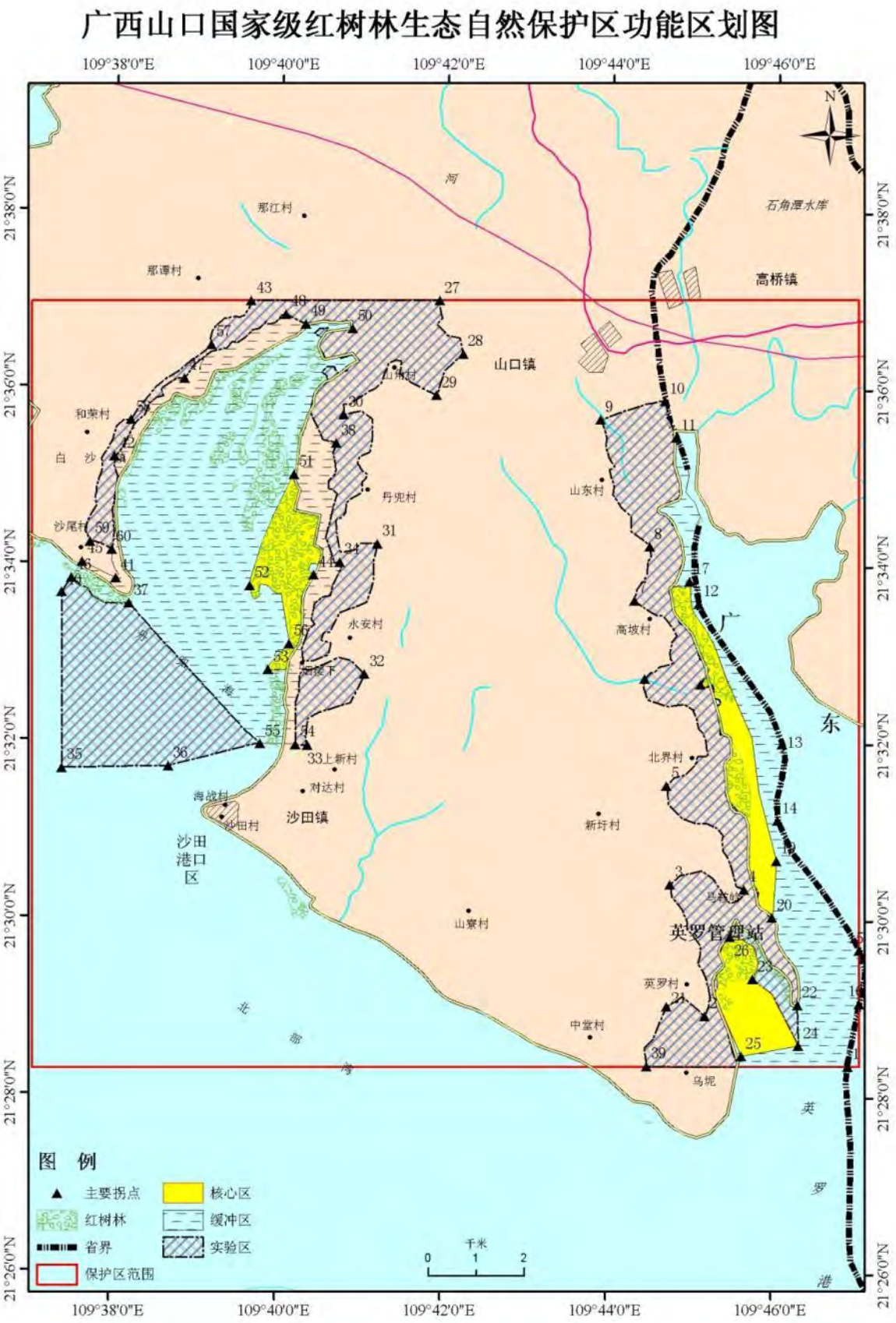
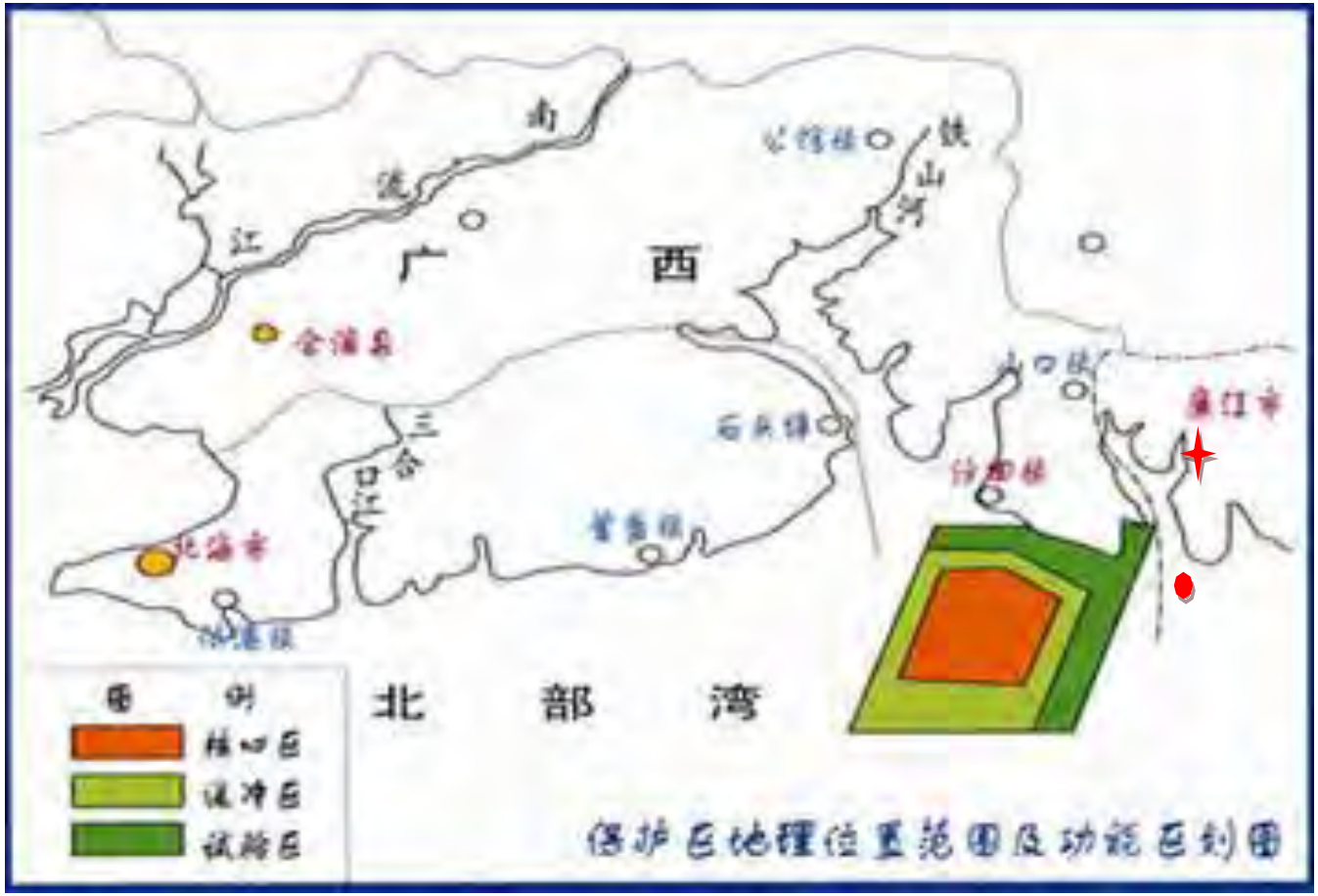


图 2.3-13 广西山口国家级红树林生态自然保护区功能区划图



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

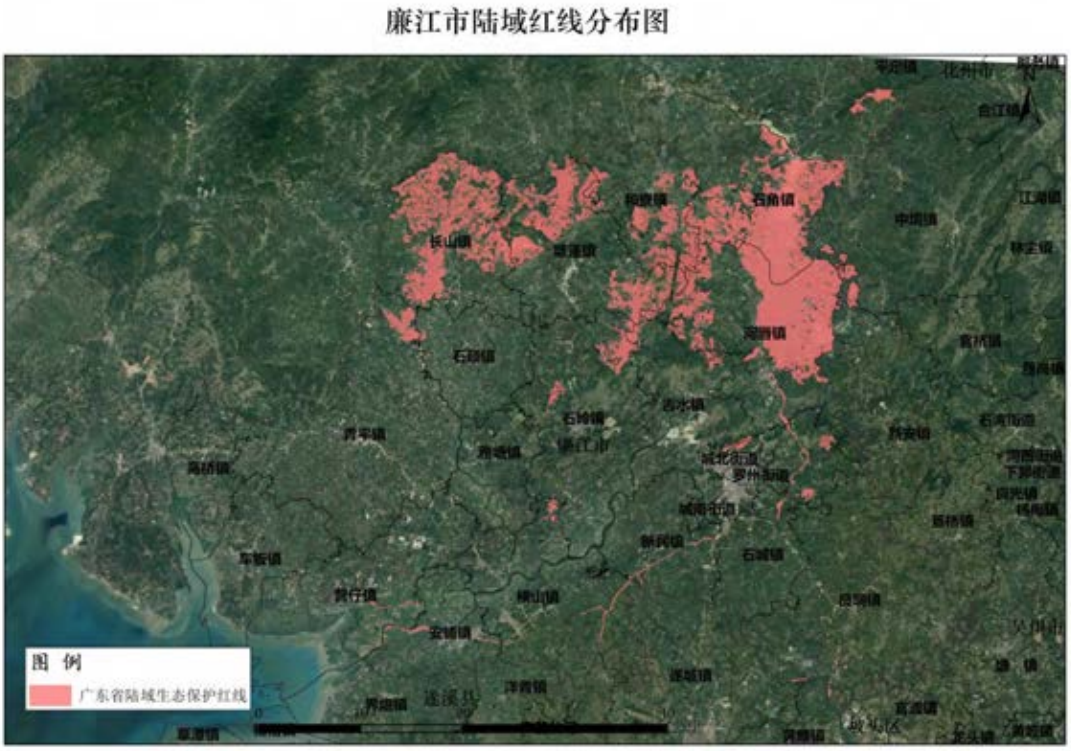


图 2.3-15　廉江市陆域生态红线

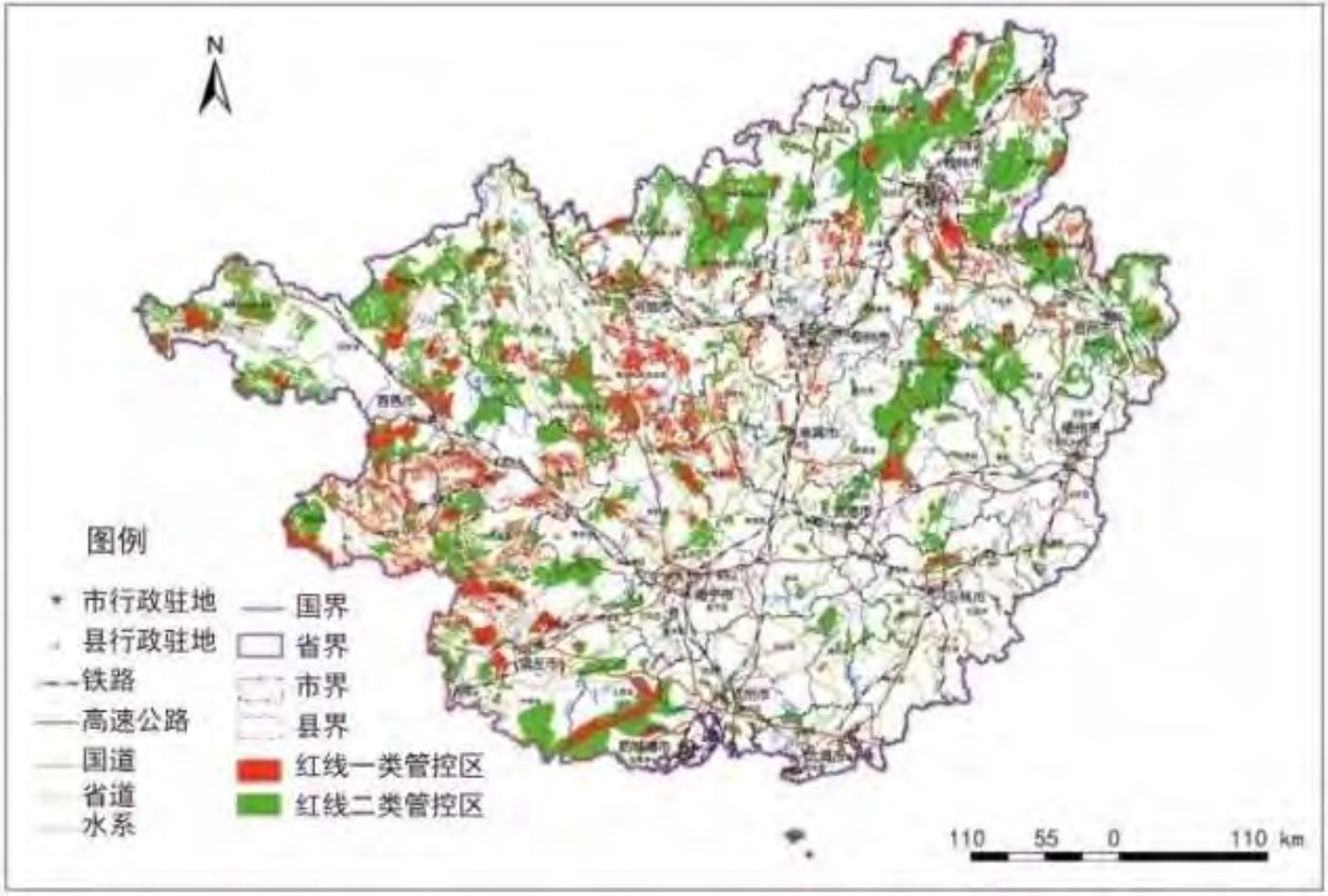


图 2.3-16 广西自治区陆域生态红线管控区

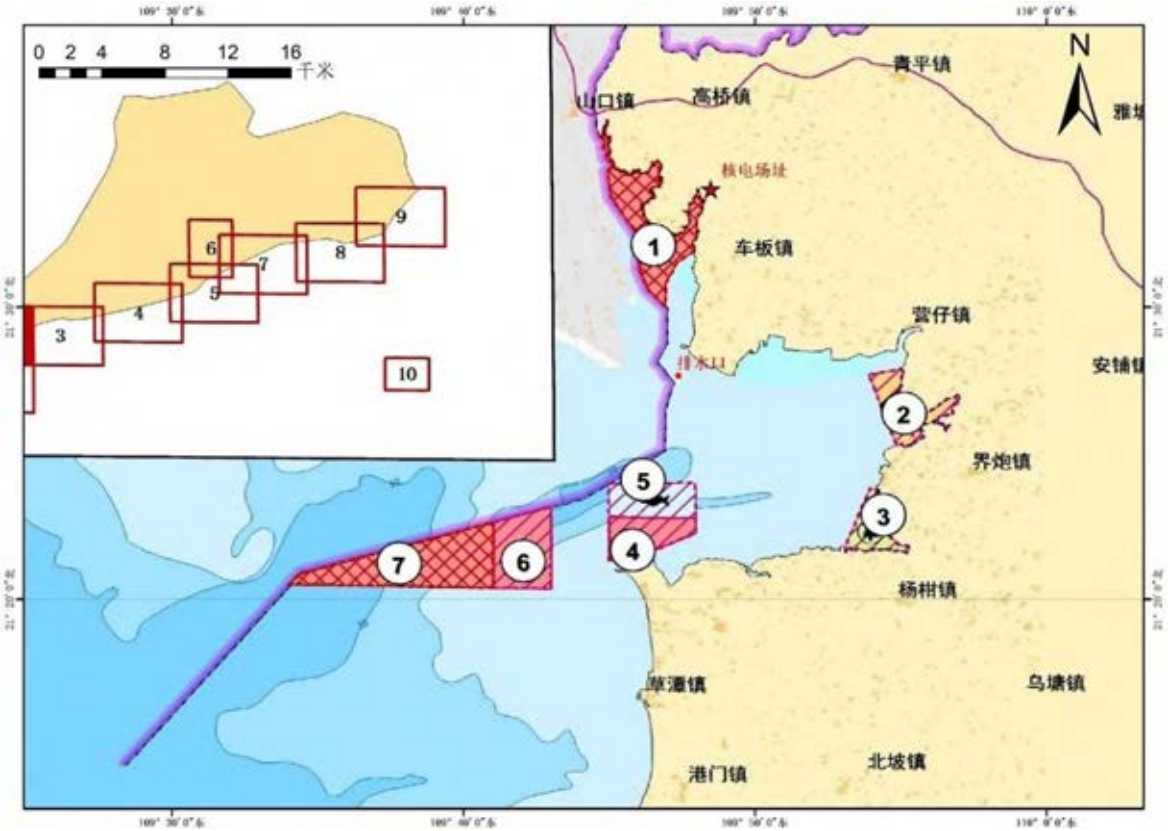


图 2.3-17 项目周边的生态红线区（广东省）

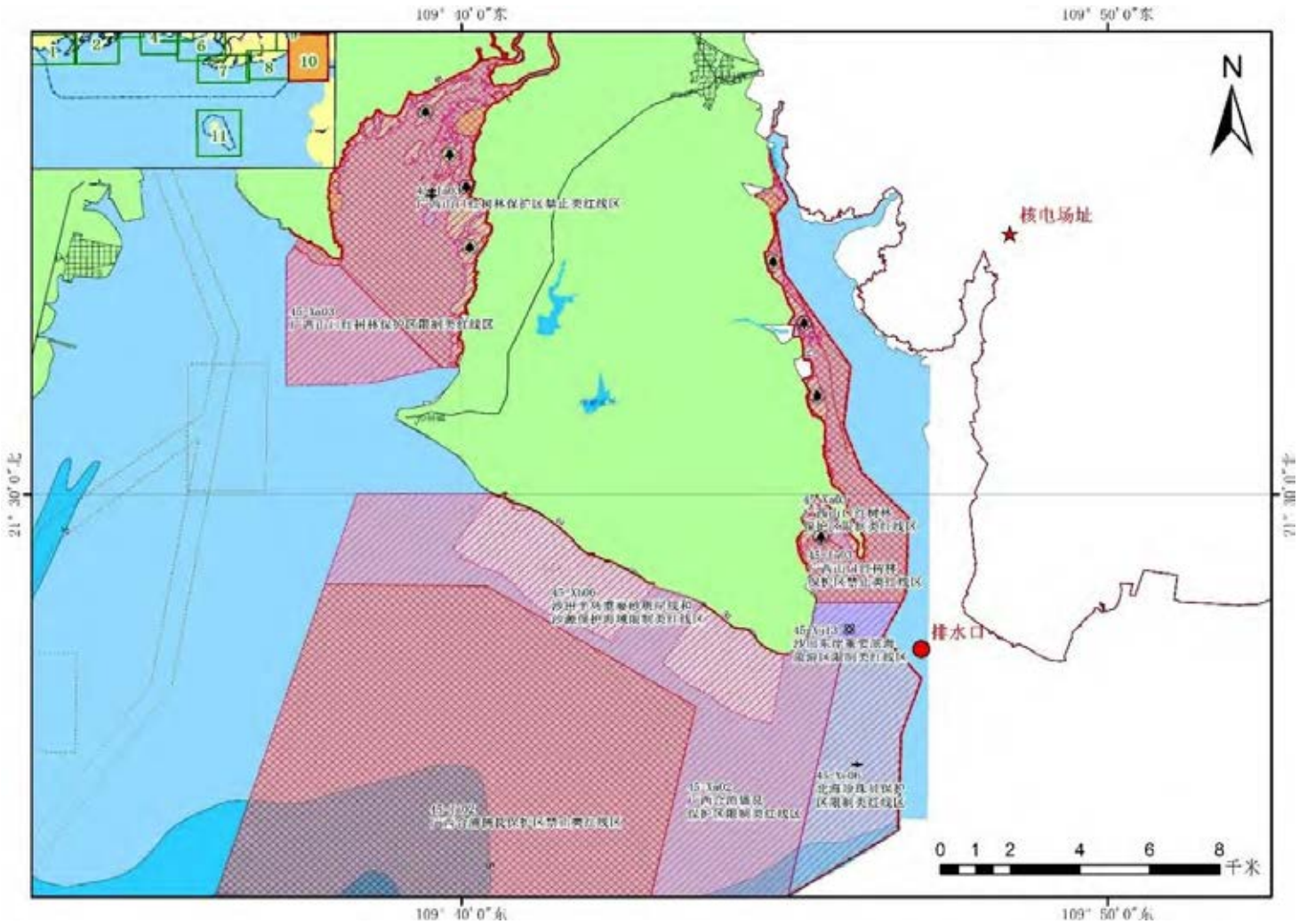


图 2.3-18 项目周边的生态红线区（广西自治区）

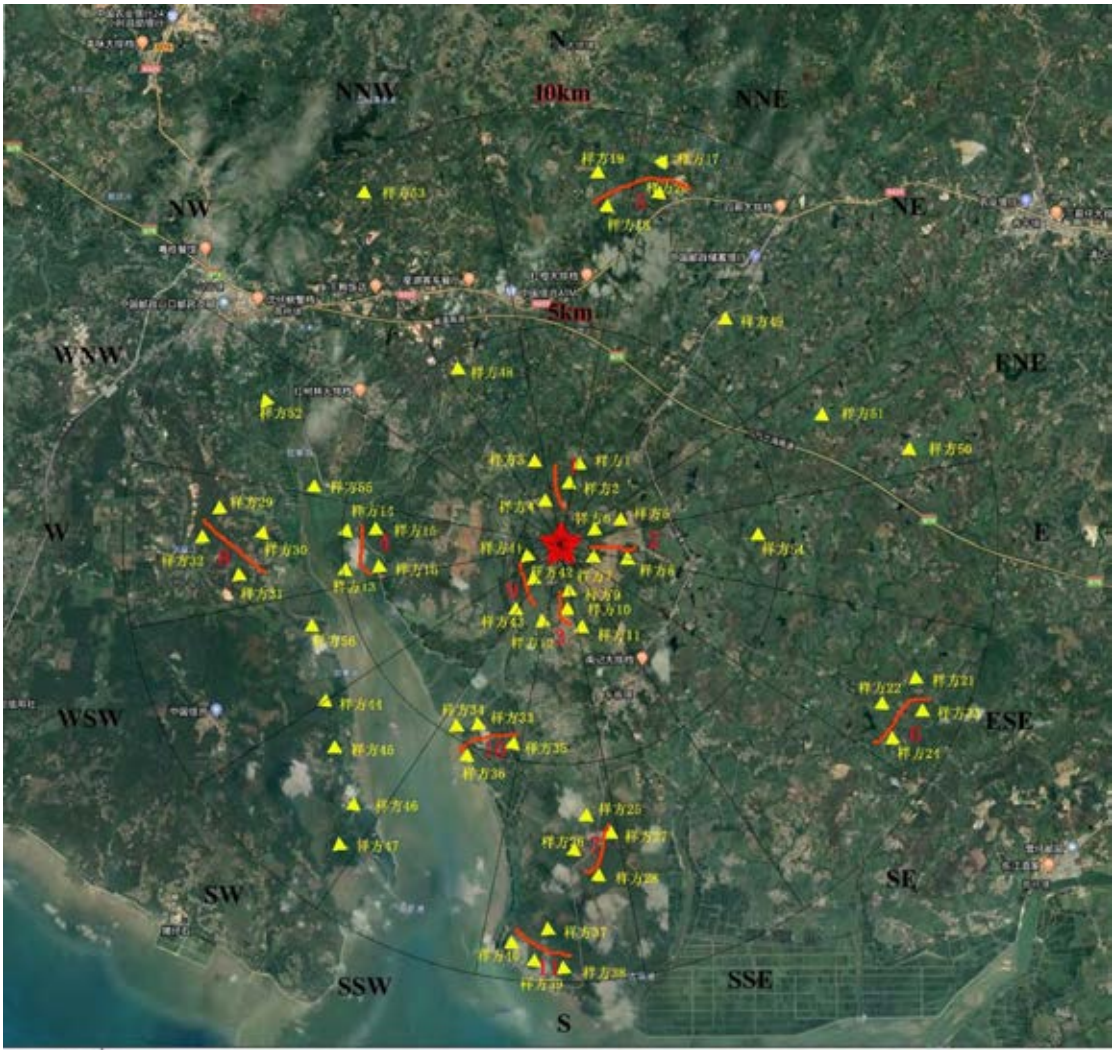


图 2.3-19 现场调查样方分布图

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

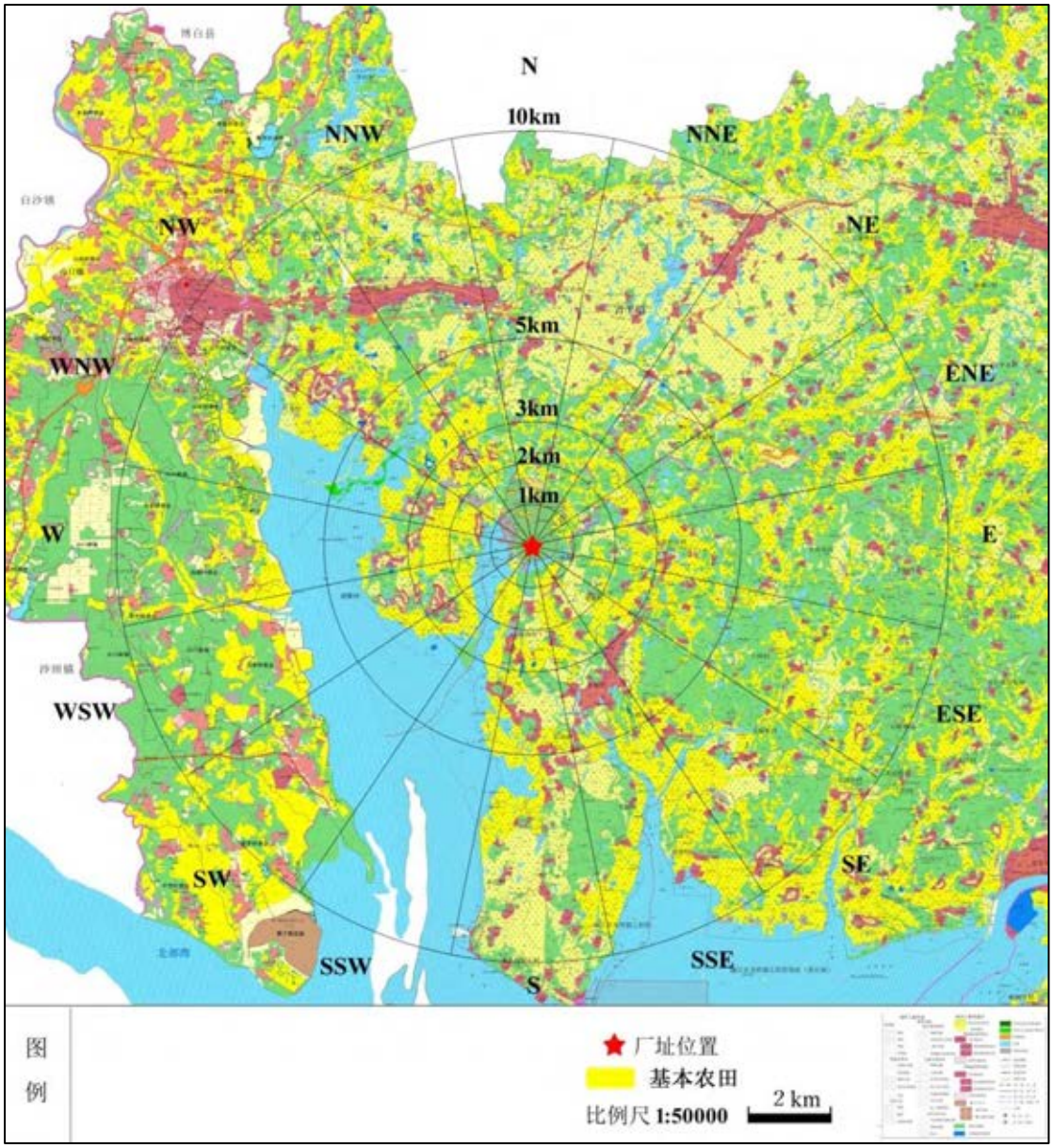


图 2.3-21 厂址附近最近农田

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

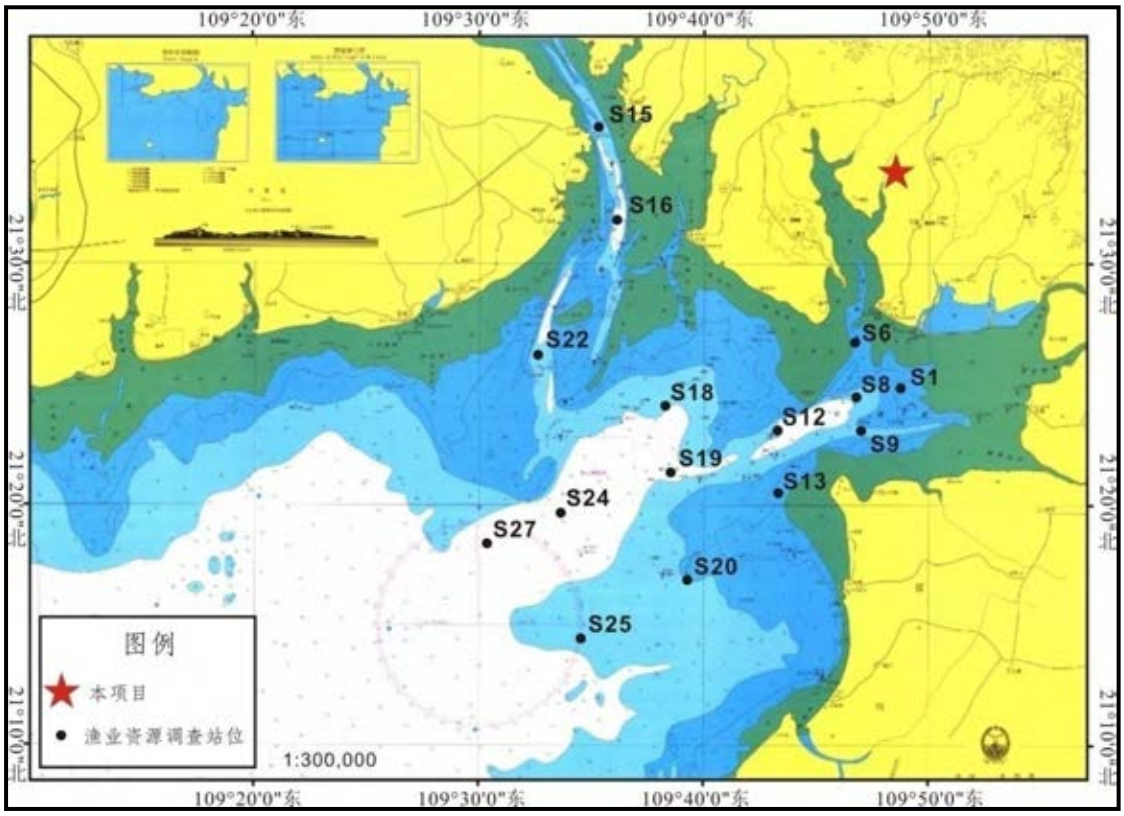

109°20'0"东
109°30'0"东
109°40'0"东
109°50'0"东
21°30'0"北
21°20'0"北
21°10'0"北
S15
S16
S22
S6
S8
S1
S18
S12
S9
S19
S13
S24
S27
S20
S25
图例
本项目
渔业资源调查站位
1:300,000

图 2.3-23 调查站位图

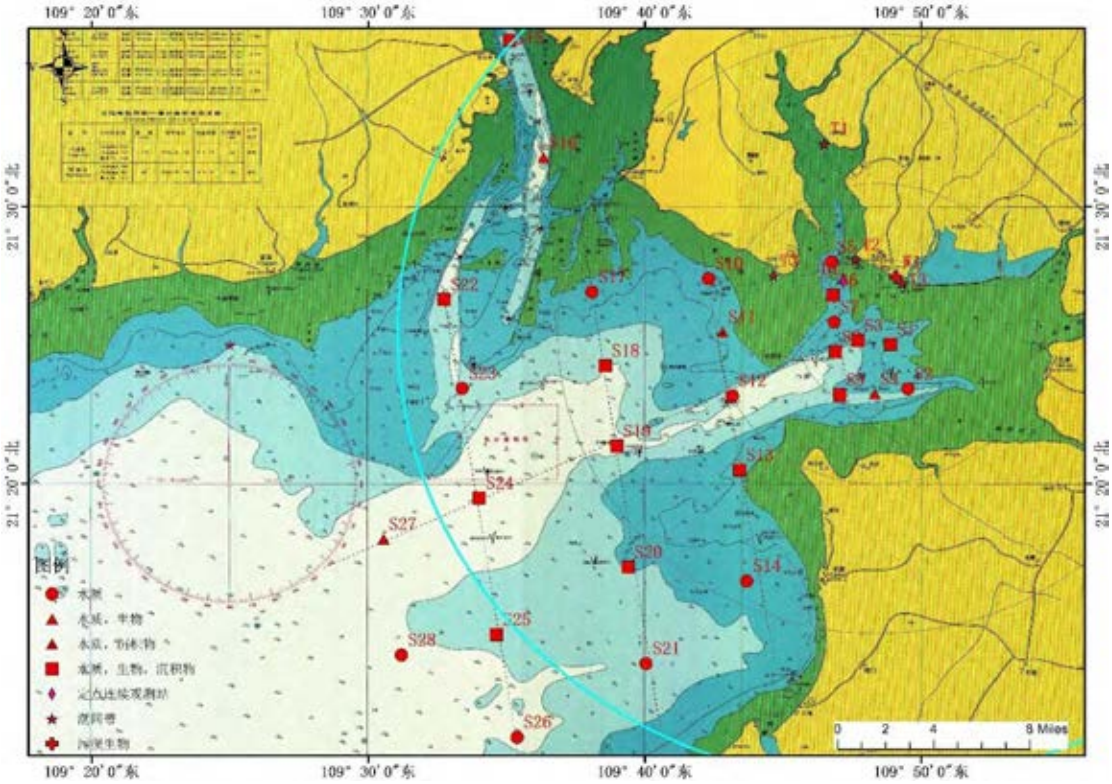


图 2.3-24 环境因子和生物调查站位分布图

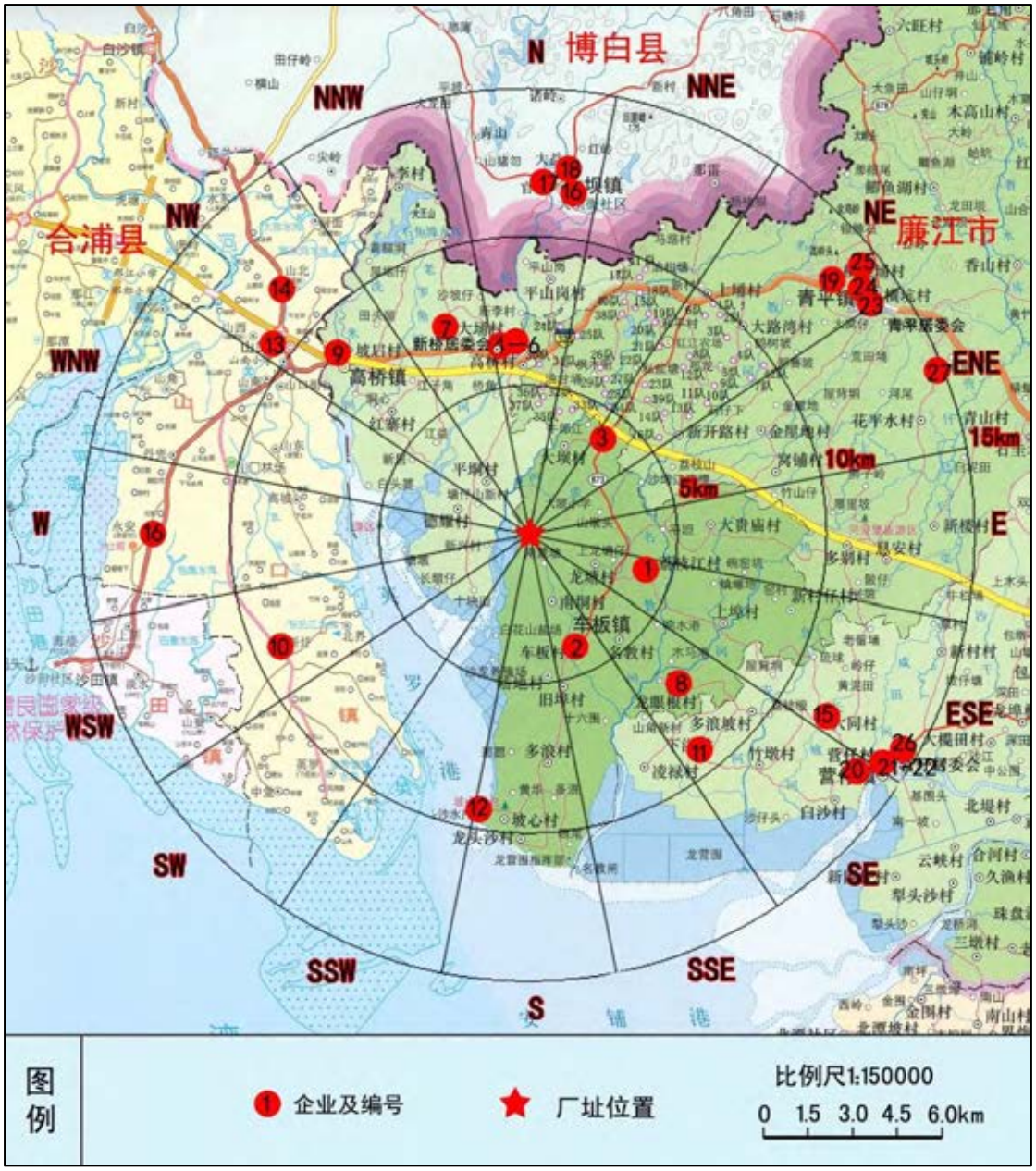


图 2.3-25 厂址半径 15km 范围内工业企业分布图

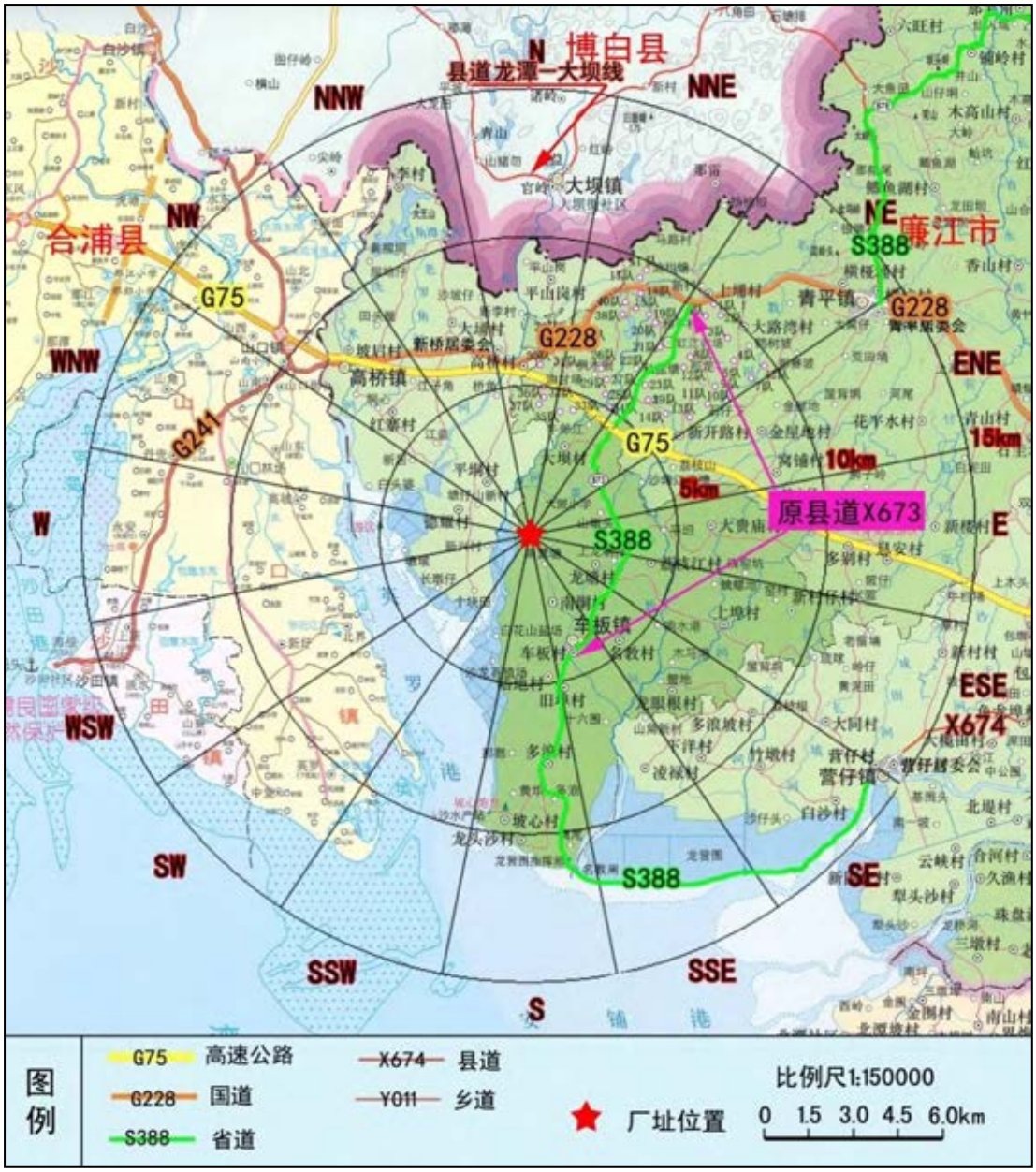


图 2.3-26 厂址半径 15km 范围内现有主要陆上交通公路分布情况

图 2.3-27 厂址半径 5km 范围内陆上公路分布图

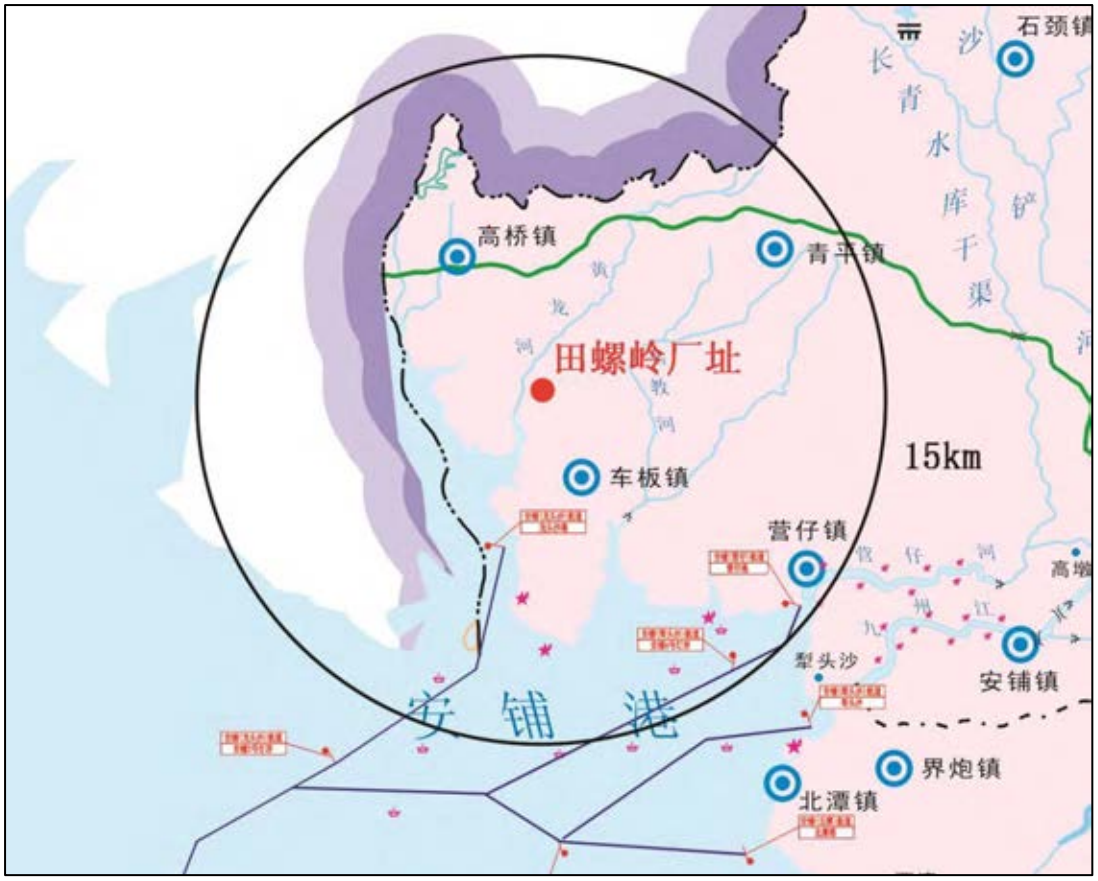


图 2.3-28 厂址附近水路航线分布情况

（本图摘自《粤西航道图》）

图 2.3-29 廉江市市域综合交通规划图

图 2.3-30 厂址半径 15km 范围内陆上交通规划图

图 2.3-31 车板镇区道路交通规划图

图 2.3-32 厂址附近的天然气管线分布图

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

在本项目中搜集了厂址附近 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 1957~2013 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 23.0℃，最热月 7 月平均气温 28.5℃，最冷月 1 月平均气温 15.3℃。平均湿球温度为 19.7℃。

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 1965~2013 年累年平均气压为 1009.5hPa，月平均气压最低为 998.1hPa 出现在 6 月，最高为 1020.9hPa，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 23.7hPa。最高月平均水汽压为 32.2hPa，出现在 7 月；最低为 13.7hPa，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 1635.9mm。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 1795.8h。月平均日照时数最多为 208.2h，出现在 7 月；最少为 68.5h，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 1735.5mm。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。

连续一次最大降水量为 510.7mm，持续时间为 26 天，出现于 1965.6.6~7.1。

8）风向、风速

根据廉江站建站以来各月及年平均风速与 1980~2013 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 22m/s，出现于 1984 年 6 月，当时风向为 ESE；极端最大风速为 35.4m/s，出现日期为 2008.9.24，当时风向为 NW。2010~2014 年持续时间最长的风向是 N，出现日期为 2012.2.17 23:00~2012.2.19 10:00，持续 36h。当时风速 1.4~4.8m/s，平均风速 3.4m/s。

全年主导风向为 ESE~SE，风频为 24%；全年静风频率为 13%。

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 2014 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 2005~2014 年 10 年电子版热带气旋资料共 66 年资料，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 327 个。

影响划定区域的 327 个热带气旋中，大部分是来自西北太平洋地区（120°E 以东），有 200 个，约占总数的 61.2%，年平均 3.0 个。在南海（120°E 以西）生成的南海热带气旋有 127 个，约占 38.3%，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 16 个，强热带风暴为 46 个，台风 61 个，强台风有 36 个，超强台风 35 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
热带气旋百年一遇最大风速：	46.1m/s

2.4.2.2 龙卷风

本项目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 1950~2014 年共出现 116 次龙卷风的记录，其中 F2 级 33 次，F1 级 53 次，F0 级 30 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 50.9%集中在 4、5 月，最多的是 5 月份，其次是 4 月份。

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》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 33.6m/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 57.2m/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 2014 年厂址的实测最高、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 2014 年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℃，1000 年的重现期值为 41.0℃。

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 2014 年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℃，1000 年的重现期值为-5.9℃。

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、173.0mm、725.6mm，千年一遇最大降雨分别为 51.4mm、126.4mm、227.6mm、990.0mm。

2.4.2.6 其他极端气象现象

1）飑线

自建站至 2014 年分别出现飑线：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

湛江站冰雹天气主要集中出现在 3～10 月。北海各月冰雹的发生都比较频繁；廉江主要集中在 6~9 月份；博白主要集中在 4~9 月份。自建站至 2013 年湛江、廉江、北海和博白出现冰雹的日数依次为 434、168、532 和 132 天。厂址所在地廉江年平均降雹 14 次左右，夏季降雹最多，冬季出现较少。

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、北海及博白自建站以来的暴雨数依次为 353、330、345 及 336 天；大暴雨数依次为 123、85、153 和 78 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 2016~2017 年度（2016 年 9 月～2017 年 8 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 23.5℃，最热月 6 月和 8 月平均气温 28.2℃，最冷月 2 月平均气温 16.9℃，年最高气温 36.1℃，年最低气温 7.5℃。

2）气压

年平均气压为1009.3hPa，极端最高气压1027.3hPa，极端最低气压992.6hPa。

3）水汽压

年平均水汽压为24.9hPa，极端最高水汽压40.5hPa，极端最低水汽压5.1hPa。

4）相对湿度

年平均相对湿度 83％，最高 6 月、7 月和 8 月平均相对湿度 88％，最低 12 月平均相对湿度 68％，极端最低湿度为 13%。

5）蒸发量

年蒸发量为 1519.4mm，夏秋季蒸发量较大，冬春季蒸发量较小。

6）降水

年降水 1787.0mm，一日最大降水量为 261.6mm，出现在 2017 年 7 月；最长连续降雨日数为 22d，出现在 2017 年 6 月；最长连续无雨日数为 28d。1 小时最大降水量为 69.5mm，出现在 2017 年 7 月 3 日，最大过程降水量为 268.8mm，持续 29h。

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 2.1m/s，最大风速为 12.8m/s；极大风速为 17.7m/s。全年主导风向为 E，风频为 18.2%，次主导风向为 ESE，出现频率为 11.9%。年静风频率 3.0%。

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 2.1m/s、3.0m/s、3.7m/s、4.2m/s、4.8m/s；铁塔 10m、30m、50m、70m、100m 年静风频率分别为 3.0%、1.2%、0.6%、0.5%、0.4%。

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 2016 年 9 月～2017 年 8 月一整年的逐时刻气象观测资料，利用不同稳定度分类方法得到的厂址地区大气稳定度分类参见表 2.4-6。

由于观测地风速较小，厂址 10m 高度风速小于 2m/s 的频率约占 49%，风速小于 3m/s 的频率约占 75%，这种情况下，大气层结趋于不稳定，而采用 P-G 法和 ΔT 法计算得到的不稳定频率明显偏小，中性（D 类）频率明显偏大，可见这两种方法对中性天气有较高估计。

P-G 法对观测人员的主观依赖性较大，辐射等级的判断存在较大的误差。沿海地区辐射较强烈，日间辐射对地表加热容易形成上升气流，导致大气层结不稳定，而用 P-G 法得到的不稳定情况偏少，不符合我国华南沿海地区的大气层结特性，存在一定的不合理。

ΔT 法由于仅考虑在一定高度范围内温度随高度的分布，并认为在温度垂直递减率越大（即气温随高度下降速度较快）大气层结越不稳定，而当气温垂直递减率越小以及气温随高度有升高趋势情形下，则大气层结越稳定。ΔT 法仅仅依赖温度梯度作为判据，未考虑风的动力因素，对不稳定状况或者对高架源排放的情形下使用不很可靠。

因此，综合分析后推荐采用ΔT-u 法对厂址地区大气稳定度进行分类，其中不稳定类（A、B、C 类）占 29.14%，中性类（D 类）占 46.62%，稳定类（E、F 类）占 24.24%。

2.4.5 联合频率

根据厂址气象观测站 2016 年 9 月～2017 年 8 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 ESE 方位，风频分别为 18.7%和 13.6%，静风频率为 2.92%。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，专题承担单位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℃/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℃/100m；逆温强度最大值出现在接地逆温中，为 5.4℃/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)、260 m (C 类稳定度)、244 m (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（SF_6）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；SF_6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

廉江核电厂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，广东廉江核电项目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。场地位于核电厂计划征地边界之外，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，目前已完成一整年的观测。

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

2016~2017 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	30.6	33.5	35.3	37.7	39.4	41.3	42.3	43.5	45.2
100 年一遇	33.6	36.8	38.8	41.4	43.3	45.3	46.4	47.8	49.6
1000 年一	43.3	47.4	49.9	53.4	55.8	58.4	59.8	61.6	63.9

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	52.3	57.2	60.3	64.5	67.4	70.6	72.2	74.4	77.2
100 年一遇	57.2	62.6	66.0	70.5	73.7	77.2	79.0	81.3	84.4
1000 年一遇	73.3	80.2	84.6	90.4	94.4	98.9	101.3	104.2	108.2

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
15min	70.3	56.8	52.6	47.4	43.6	39.4	21.3
20min	89.8	71.4	65.7	58.8	53.9	48.5	25.6
30min	126.4	100.8	92.8	81.9	73.3	64.1	32.3
45min	186.7	143.9	130.6	112.6	98.5	83.6	36.1
1h	227.6	173.0	156.0	133.0	115.0	96.1	39.9
24h	736.1	539.6	479.4	398.7	336.4	272.3	93.1
72h	990.0	725.6	644.7	536.2	452.4	366.1	125.3

表 2.4-6 不同稳定度分类方法得到的稳定度分类结果

	不稳定类（A、B、C 类）	中性（D 类）	稳定（E、F 类）
P-G 法	9.06%	70.37%	20.57%
ΔT 法	2.16%	84.19%	13.65%
ΔT-u 法	29.14%	46.62%	24.24%

表 2.4-7 厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率(%)(2016.9～2017.8)

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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.54	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09
	2.0~2.9	2.52	0.24	0.13	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	0.18
	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	0.35	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	0.5~1.9	1.44	0.77	0.71	0.48	0.35	0.32	0.13	0.26	0.15	0.11	0.13	0.18	0.23	0.10	0.17	0.35	0.38
	2.0~2.9	2.46	0.47	0.42	0.30	0.05	0.02	0.05	0.06	0.01	0.01	0.07	0.17	0.07	0.08	0.05	0.06	0.10
	3.0~4.9	3.83	0.48	0.33	0.19	0.08	0.14	0.13	0.05	0.02	0.01	0.16	0.53	0.08	0.05	0.06	0.01	0.02
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.96	0.81	0.63	0.39	0.48	0.18	0.15	0.10	0.11	0.07	0.13	0.10	0.08	0.09	0.35	0.31
	2.0~2.9	2.42	0.95	1.02	0.51	0.57	0.58	0.45	0.25	0.25	0.26	0.24	0.39	0.21	0.11	0.03	0.15	0.15
	3.0~4.9	3.75	0.50	0.49	0.31	0.56	1.87	1.61	0.78	0.16	0.07	0.22	0.59	0.18	0.14	0.06	0.07	0.02
	4.9~5.9	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.17	0.01	0.01	0.00	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	C	0.21	0.05	0.00	0.07	0.08	0.03	0.08	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03
	0.5~1.9	1.44	1.55	1.67	2.11	2.04	2.99	1.44	0.57	0.41	0.26	0.31	0.30	0.40	0.39	0.34	0.69	0.73
	2.0~2.9	2.46	1.71	1.18	1.13	1.84	4.30	2.67	0.69	0.57	0.13	0.33	0.39	0.31	0.14	0.10	0.24	0.15
	3.0~4.9	3.76	0.70	0.46	0.63	0.91	3.76	3.27	0.95	0.13	0.05	0.24	0.41	0.14	0.08	0.09	0.01	0.06
	4.9~5.9	5.36	0.08	0.05	0.06	0.05	0.50	0.78	0.10	0.01	0.00	0.01	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	6.0~	7.15	0.00	0.02	0.03	0.05	0.09	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	C	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2.40	0.02	0.19	0.34	0.29	0.26	0.21	0.07	0.02	0.03	0.05	0.01	0.07	0.02	0.00	0.01	0.03
	3.0~4.9	3.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	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	0.31	0.29	0.14	0.18	0.22	0.33	0.23	0.18	0.09	0.06	0.02	0.01	0.07	0.07	0.09	0.21	0.18
	0.5~1.9	1.32	1.67	2.04	2.51	1.93	2.91	2.04	1.08	0.79	0.55	0.32	0.29	0.33	0.40	0.89	1.11	1.19
	2.0~2.9	2.34	0.00	0.00	0.10	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	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 2.4-8 厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率（无雨）(%)(2016.9～2017.8)

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	1.55	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09
	2.0~2.9	2.52	0.24	0.13	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	0.18
	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	0.35	0.00	0.01	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
	0.5~1.9	1.44	0.70	0.69	0.40	0.34	0.31	0.13	0.22	0.13	0.11	0.11	0.16	0.22	0.10	0.15	0.30	0.34
	2.0~2.9	2.45	0.46	0.41	0.30	0.05	0.02	0.05	0.06	0.01	0.01	0.07	0.17	0.07	0.08	0.05	0.06	0.10
	3.0~4.9	3.84	0.47	0.33	0.19	0.08	0.14	0.13	0.05	0.02	0.01	0.16	0.48	0.08	0.05	0.06	0.01	0.02
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.74	0.65	0.55	0.30	0.43	0.17	0.14	0.09	0.11	0.07	0.11	0.10	0.08	0.09	0.29	0.25
	2.0~2.9	2.42	0.88	0.97	0.48	0.50	0.56	0.37	0.24	0.24	0.26	0.22	0.34	0.21	0.10	0.03	0.11	0.15
	3.0~4.9	3.74	0.45	0.47	0.30	0.56	1.72	1.51	0.71	0.15	0.06	0.21	0.56	0.18	0.14	0.06	0.07	0.01
	4.9~5.9	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.17	0.01	0.01	0.00	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	C	0.20	0.03	0.00	0.07	0.06	0.03	0.06	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
	0.5~1.9	1.44	1.42	1.56	1.88	1.87	2.55	1.22	0.50	0.37	0.23	0.30	0.27	0.33	0.27	0.27	0.61	0.67
	2.0~2.9	2.46	1.48	1.06	1.02	1.59	3.71	2.41	0.66	0.53	0.13	0.24	0.35	0.25	0.08	0.06	0.17	0.13
	3.0~4.9	3.76	0.50	0.39	0.58	0.73	3.27	2.98	0.87	0.09	0.03	0.19	0.32	0.11	0.03	0.07	0.01	0.02
	4.9~5.9	5.36	0.06	0.03	0.05	0.03	0.38	0.78	0.09	0.00	0.00	0.01	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0~	6.67	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.17	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

E	C	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2.40	0.02	0.18	0.34	0.26	0.23	0.16	0.05	0.01	0.02	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
	3.0~4.9	3.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	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	0.31	0.29	0.14	0.17	0.22	0.30	0.21	0.18	0.08	0.06	0.02	0.01	0.06	0.06	0.08	0.21	0.18
	0.5~1.9	1.32	1.60	1.96	2.39	1.71	2.58	1.90	1.01	0.71	0.46	0.30	0.25	0.30	0.38	0.82	1.06	1.11
	2.0~2.9	2.34	0.00	0.00	0.10	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	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 2.4-9　厂址气象站 10 米高度风向、风速、稳定度联合频率（有雨）(%)(2016.9～2017.8)

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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	0.5~1.9	1.37	0.07	0.02	0.08	0.01	0.01	0.00	0.05	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.06	0.03
	2.0~2.9	2.56	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	0.00
	3.0~4.9	3.65	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	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	0.00	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	0.00	0.00
	0.5~1.9	0.00	0.22	0.16	0.08	0.09	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.06
	2.0~2.9	2.43	0.07	0.05	0.03	0.07	0.02	0.08	0.01	0.01	0.00	0.02	0.05	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00
	3.0~4.9	3.90	0.06	0.02	0.01	0.00	0.15	0.10	0.07	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	4.9~5.9	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
	0.5~1.9	1.46	0.14	0.10	0.23	0.17	0.45	0.22	0.07	0.05	0.03	0.01	0.02	0.07	0.11	0.07	0.08	0.06
	2.0~2.9	2.47	0.23	0.11	0.11	0.25	0.59	0.26	0.02	0.05	0.00	0.09	0.03	0.06	0.06	0.05	0.07	0.02
	3.0~4.9	3.71	0.19	0.07	0.05	0.18	0.49	0.29	0.08	0.03	0.01	0.05	0.09	0.02	0.05	0.02	0.00	0.03
	4.9~5.9	5.33	0.02	0.01	0.01	0.01	0.13	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	6.0~	10.82	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.01	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	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00
	3.0~4.9	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
	0.5~1.9	1.23	0.07	0.08	0.13	0.22	0.33	0.15	0.08	0.08	0.09	0.02	0.03	0.03	0.02	0.07	0.05	0.08
	2.0~2.9	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	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 $\sigma y= ax^b$， $\sigma z= cx^d$

<table>
<tr><th rowspan="2">稳定度类</th><th colspan="4">扩散参数系数</th><th rowspan="2">取值方法</th></tr>
<tr><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th></tr>
<tr><td>A</td><td>1.133</td><td>0.810</td><td>0.046</td><td>1.413</td><td rowspan="3">类比外推</td></tr>
<tr><td>B</td><td>0.737</td><td>0.820</td><td>0.544</td><td>0.819</td></tr>
<tr><td>C</td><td>0.484</td><td>0.829</td><td>0.600</td><td>0.718</td></tr>
<tr><td>D</td><td>0.287</td><td>0.866</td><td>0.386</td><td>0.731</td><td>三种方法获得结果的平均值</td></tr>
<tr><td>E</td><td>0.211</td><td>0.862</td><td>0.467</td><td>0.641</td><td rowspan="2">同 A、B</td></tr>
<tr><td>F</td><td>0.147</td><td>0.862</td><td>0.274</td><td>0.655</td></tr>
</table>

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	±(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	℃	
相对湿度	中国	0～100	1	±3(t>0℃) ±5(t≤0℃)	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	℃	HMP45D
相对湿度	0～100	1	±3(t>0℃) ±5(t≤0℃)	RH%	
风向	0～360	1	±3	°	EL15-2
风速	0～75	0.1	±(0.3+0.03V)	m/s	EL15-1
降水量	0～999.9	0.1	±0.3(≤10mm) ±3%(>10mm)	mm	SL3
气压	450-1060	0.01	±0.15	HPa	PTB220
总辐射	0～1500	1	±5%	w/㎡	TBQ-2
净辐射	0～1500	1	±5%	w/㎡	TBB-1
日照	0～24	0.1	±0.1	h	DSU12（SD4）
蒸发	0～100	0.1	±1.5%	mm	AG1-1

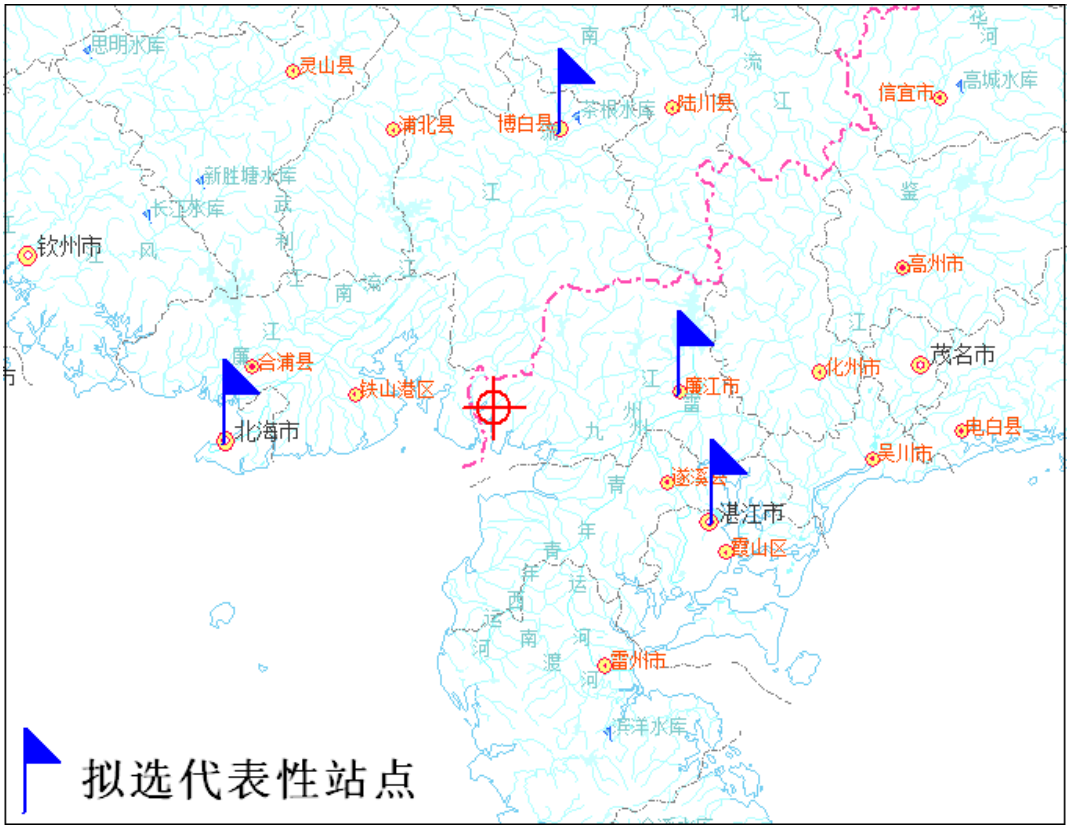


图 2.4-1 厂址周围 80km 气象站分布图

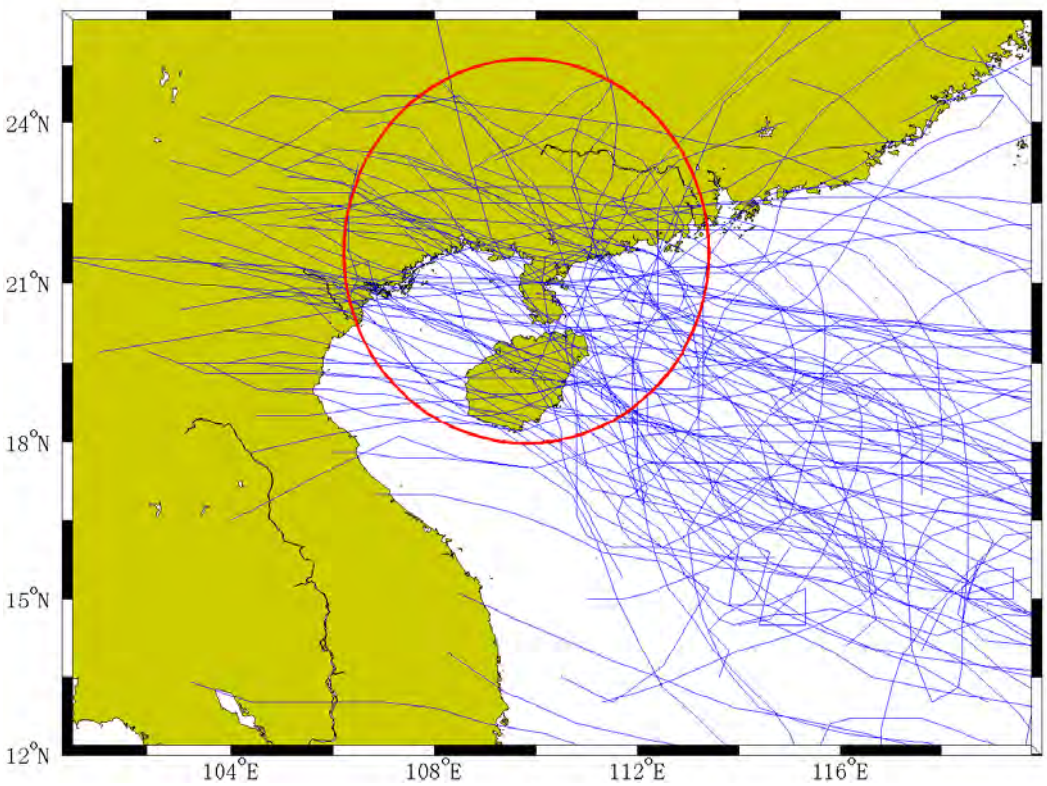


图 2.4-2 以厂址为中心 400km 半径的年极值台风路径

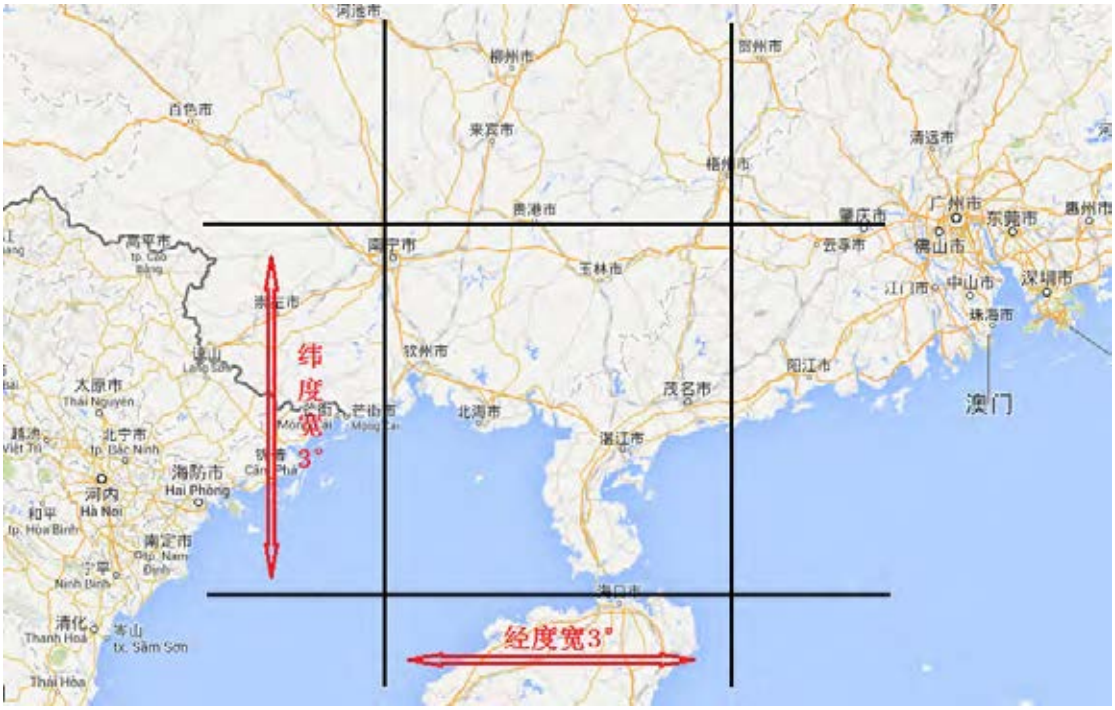
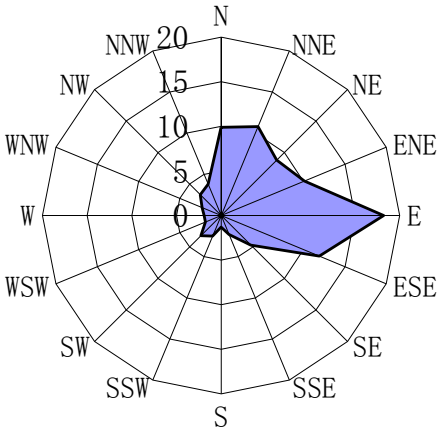
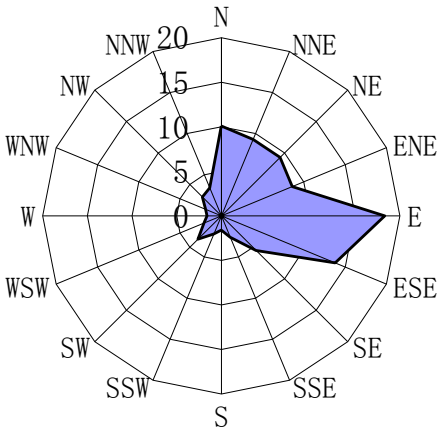


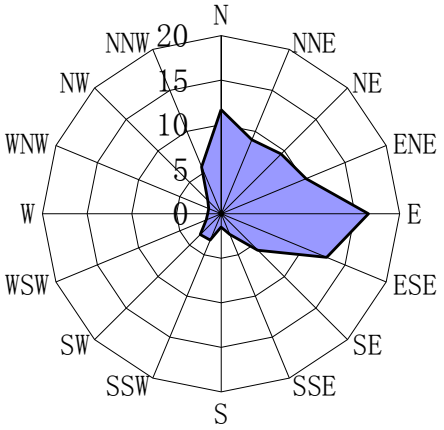
图 2.4-3 广东廉江核电厂龙卷风调查范围经纬跨度 3º 示意图



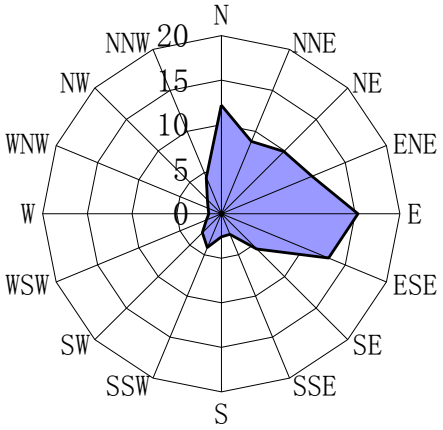
田螺岭厂址站10m全年(C=3.0%)



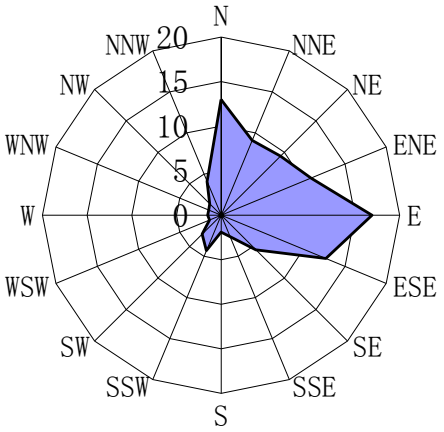
田螺岭10m全年(C=3.0%)



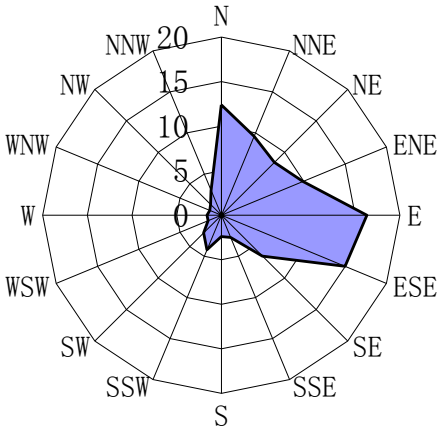
田螺岭30m全年(C=1.2%)



田螺岭50m全年(C=0.6%)



田螺岭70m全年(C=0.5%)



田螺岭100m全年(C=0.4%)

图 2.4-4　厂址地面气象站及铁塔各层风玫瑰（2016 年 9 月～2017 年 8 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 155.4kg/（m•d），中潮期为 288.3kg/（m•d），大潮期为 349.9kg/（m

•d）。最大周日单宽净输沙量为 914.4kg/（m•d），输沙方向为 292º，发生在中潮期 L4 站；其次为 883.9kg/（m•d），输沙方向为 257º，发生在大潮期 L6 站；最小值为 36.1kg/（m•d），输沙方向为 288º，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 6º，发生在大潮期 L10 站；其次为 781.7kg/（m•d），输沙方向为 23º，发生在小潮期 L4 站；最小值为 53.2kg/（m•d），输沙方向为 125º，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 163km^2，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埇村，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 164km^2。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。

此外，广东廉江核电项目一期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 3311km^2，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。一期工程施工期（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%。

广东廉江核电项目一期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。一期工程已于 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。经水文地质调查，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。

大坝河水文地质单元（$Ⅰ_2$）总体呈北北东向展布，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。该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，与上述两个水文地质单元之间无水力联系（见图 2.5-39）。

2.5.2.1.2 地下水赋存条件及地下水类型

厂址区地下水可以分为第四系松散岩类孔隙水和碎屑岩类裂隙水。

1)第四系松散岩类孔隙水

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（Q^{mc}）、全新世冲积层(Q^{al})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。厂址区第四系松散岩类孔隙水为潜水。

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，含水岩层为泥页岩、泥质粉砂岩、石英砂岩、粉砂质泥岩等，以风化裂隙水为主，次为构造带裂隙水。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。厂址区碎屑岩类裂隙水地下水属潜水型。

2.5.2.1.3　地下水补给、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。

厂址区地下水径流、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，一部分则以潜流形式补给深部裂隙水或侧向补给平原区松散岩类孔隙水。

区内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。地下水水力坡降在丘陵地带较大，迳流快，在沟谷、冲积平原地带较小，径流慢。主要顺地形流向地势低洼地带，地下水与地表水流向基本一致。

根据地下水等水位线图（报告图 2.5-39），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。总体上，西部冲积平原区地下水流速最大，丘陵山坡段次之，冲沟段最小，但有碎石土分布的冲沟段地下水流速较大。

2.5.2.1.4　厂址区岩土层渗透性

厂址区揭露的岩土层主要为冲洪积粉质粘土、细砂、中粗砂和碎石土、坡残积粉质粘土、全风化～中等风化砂岩、全风化～中等风化粉砂质泥岩。水文地质调查中采用钻孔注水、压水和抽水 3 种方法来获取区内主要岩土层渗透系数的试验结果，再结合野外条件和一般岩土渗透系数的经验值进行具体分析，得出场地各岩土层渗透系数的推荐值（见表 2.5-5）。

2.5.2.1.5 地下水利用情况

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（$Ⅰ_3$）影响有限。

厂址所在水文地质单元—大坝河水文地质单元共民井 54 个（见表 2.5-6），厂址区内不存在民井。民井均为人工开挖水井，开采的地下水主要为第四系松散岩类孔隙水及全风化~强风化岩类裂隙水。水位埋深 0.10~15.00m，水位标高 3.10~22.50m。根据大坝河水文地质单元民井 62+1、111+1 和 24+1 抽水试验结果，厂址上游井 62+1 涌水量为 10.13m^3/d，单位涌水量为 2.02 L/(min・m)；厂址下游英罗港西岸井 111+1 涌水量为 9.95 m^3/d，单位涌水量为 1.18 L/(min・m)；厂址下游英罗港东岸井 24+1 涌水量为 15.82 m^3/d，单位涌水量为 8.68 L/(min・m)。

厂址所在大坝河水文地质单元内民井主要分布于厂址上游和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。在单位涌水量方面，以英罗港东岸民井单位涌水量最大，含水层富水性相对较强，厂址上游次之，厂址下游英罗港西岸残丘地段民井单位涌水量最小，含水层富水性相对较弱。厂址区地下水径流速度总体较缓，地下水流向总体上由北向南、由东向西。厂址区地下水，向西径流途径短，直接排泄于入海口，因此，对区内淡水水源和居民生产、生活影响不大。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，致使渗流速率慢，对周围地下水和地表水的影响范围有限。

综上，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，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。

2.5.2.2　厂坪后厂区地下水可能变化

厂区场地平整后，原始地形较低的低洼地段接受回填，第四系松散岩类孔隙水将赋存在第四系回填土中，其水量受季节影响（大气降水）较明显。随着工程进展逐步深入，厂区大面积地面水泥硬化后，大气降水补给入渗地下极其困难，厂区的第四系孔隙水将赋存于少量保持回填土状态的地段。原始地形较高的挖方区由于剥离了节理裂隙发育的强风化岩体，因而原本的碎屑岩类裂隙水将更趋减少。

场地平整及工程施工过程中，场地地下水位总体上呈下降趋势，西部、西北部冲沟及回填地段地下水位略微上升，场地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、由东向西，最终排泄于英罗港。

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（℃）

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 各岩土层渗透系数推荐值单位：cm/s

岩土层定名	推荐值
冲洪积粉质粘土	5E-05
冲洪积细砂	2E-03
冲洪积中粗砂	3E-02
冲洪积碎石土	3E-03
坡残积粉质粘土	1E-04
全风化砂岩	6E-05
强风化砂岩	
中风化砂岩	1E-04
全风化粉砂质泥岩	5E-05
强风化粉砂质泥岩	
中等风化粉砂质泥岩	9E-05

表 2.5-6 大坝河水文地质单元民井调查一览表

民井编号	X 坐标	Y 坐标	井口高程（m）	水位埋深（m）	水位标高（m）	与厂址的相对位置
井 1	2384761	37376185	7.10	0.50	6.60	英罗港东岸
井 4	2383960	37376512	16.10	8.20	7.90	英罗港东岸
井 5	2383625	37376468	17.50	7.45	10.05	英罗港东岸
井 6	2383539	37376256	12.90	5.30	7.60	英罗港东岸
井 7	2383745	37376137	9.10	5.40	3.70	英罗港东岸
井 15	2381840	37375986	14.80	9.30	5.50	英罗港东岸
井 16	2381833	37375787	5.60	1.40	4.20	英罗港东岸
井 17	2383059	37376117	17.30	9.50	7.80	英罗港东岸
井 18	2382748	37375978	10.50	2.15	8.35	英罗港东岸
井 19	2382819	37375982	7.50	0.10	7.40	英罗港东岸
井 20	2382625	37376227	23.10	15.00	8.10	英罗港东岸
井 21	2382469	37376106	16.00	9.10	6.90	英罗港东岸
井 24	2381028	37376262	7.80	1.70	6.10	英罗港东岸
井 24+1	2380973	37376261	8.00	1.50	6.50	英罗港东岸
井 25	2381398	37375940	4.30	0.70	3.60	英罗港东岸
井 26	2381213	37376532	13.80	8.70	5.10	英罗港东岸
井 27	2380411	37376738	5.70	2.60	3.10	英罗港东岸
井 29	2379830	37377036	10.20	5.30	4.90	英罗港东岸
井 30	2379417	37377248	12.50	6.40	6.10	英罗港东岸
井 59	2385730	37377804	17.80	0.50	17.30	厂址东面
井 60	2385804	37377856	20.50	0.50	20.00	厂址东面
井 61	2386821	37377145	13.00	2.50	10.50	厂址上游
井 62	2387534	37376953	11.00	1.70	9.30	厂址上游
井 62+1	2387621	37376835	11.50	2.90	8.60	厂址上游
井 66	2387354	37378498	21.00	1.50	19.50	厂址上游
井 79	2388484	37378137	20.50	4.60	15.90	厂址上游

井 80	2388279	37377487	12.00	3.60	8.40	厂址上游
井 81	2388793	37378495	19.10	4.30	14.80	厂址上游
井 83	2389420	37379408	29.50	7.00	22.50	厂址上游
井 84	2390038	37378829	18.50	4.40	14.10	厂址上游
井 85	2390176	37378437	22.00	6.50	15.50	厂址上游
井 86	2389616	37378092	21.00	4.30	16.70	厂址上游
井 87	2389142	37377567	15.00	8.50	6.50	厂址上游
井 88	2389526	37377064	21.00	4.70	16.30	厂址上游
井 89	2388669	37376593	15.50	2.50	13.00	厂址上游
井 90	2390019	37377181	23.50	3.30	20.20	厂址上游
井 91	2389809	37376494	19.40	6.90	12.50	厂址上游
井 92	2389273	37376132	19.00	1.70	17.30	厂址上游
井 93	2389247	37375750	18.00	4.50	13.50	厂址上游
井 94	2388306	37376265	12.20	4.00	8.20	厂址上游
井 95	2387590	37375710	13.00	1.00	12.00	厂址上游
井 96	2387424	37375562	13.60	4.70	8.90	厂址上游
井 97	2387617	37374852	20.00	5.00	15.00	厂址上游
井 98	2387195	37375011	12.10	1.50	10.60	厂址上游
井 99	2387257	37375189	11.80	1.00	10.80	厂址上游
井 103	2385864	37375142	7.00	0.50	6.50	厂址西面
井 104	2386282	37374273	28.00	10.80	17.20	厂址西面
井 105	2384200	37373788	22.00	12.10	9.90	厂址下游英罗港西岸
井 106	2383909	37373541	21.00	11.20	9.80	厂址下游英罗港西岸
井 109	2385382	37373807	23.50	8.10	15.40	厂址西面
井 110	2383941	37374400	24.00	13.50	10.50	厂址下游英罗港西岸

井 111	2383965	37374720	13.50	5.30	8.20	厂址下游英罗港西岸
井 111+1	2383947	37374655	12.80	5.70	7.10	厂址下游英罗港西岸
井 112	2383503	37374645	12.50	6.20	6.30	厂址下游英罗港西岸

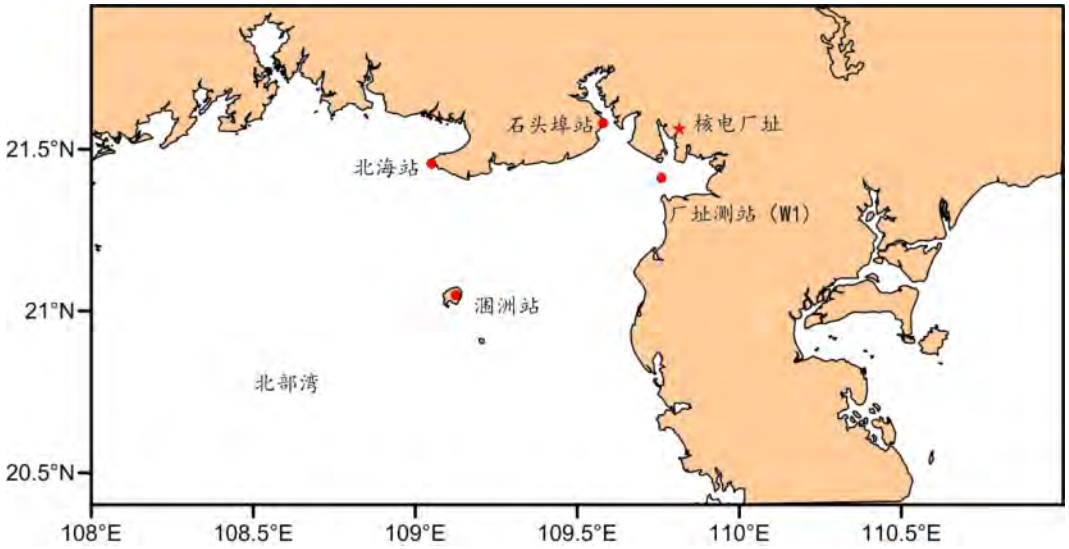


图 2.5-1　厂址附近海洋水文站位置示意图

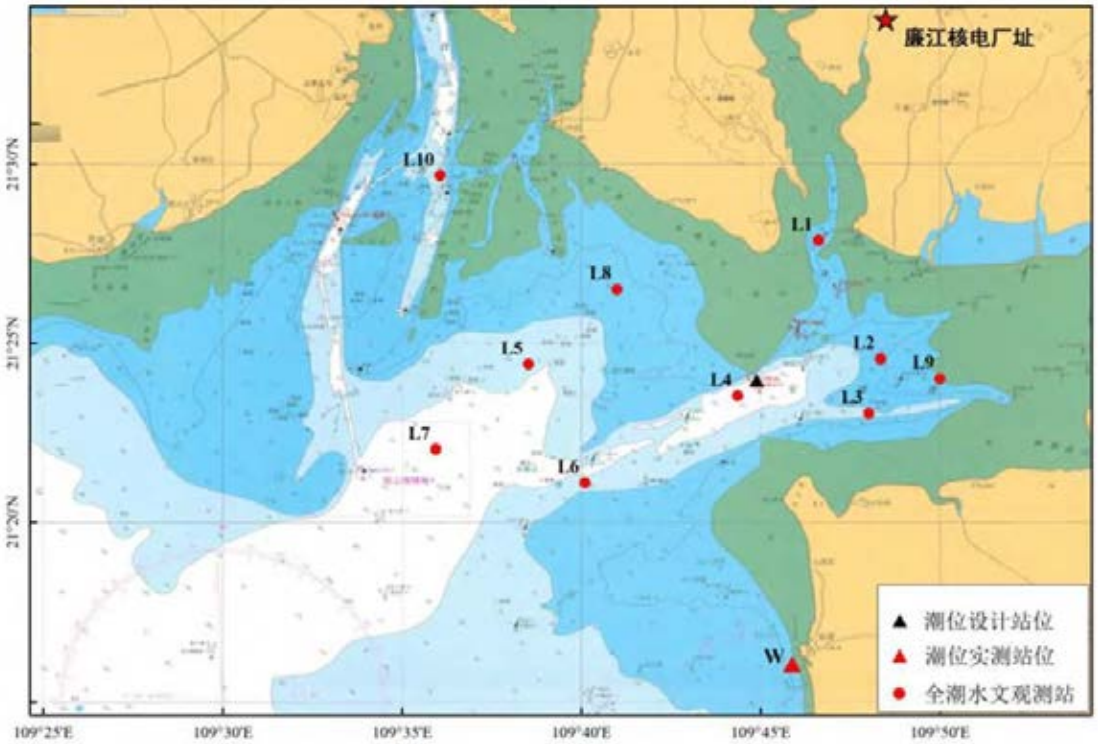


图 2.5-2　全潮观测站位分布示意图

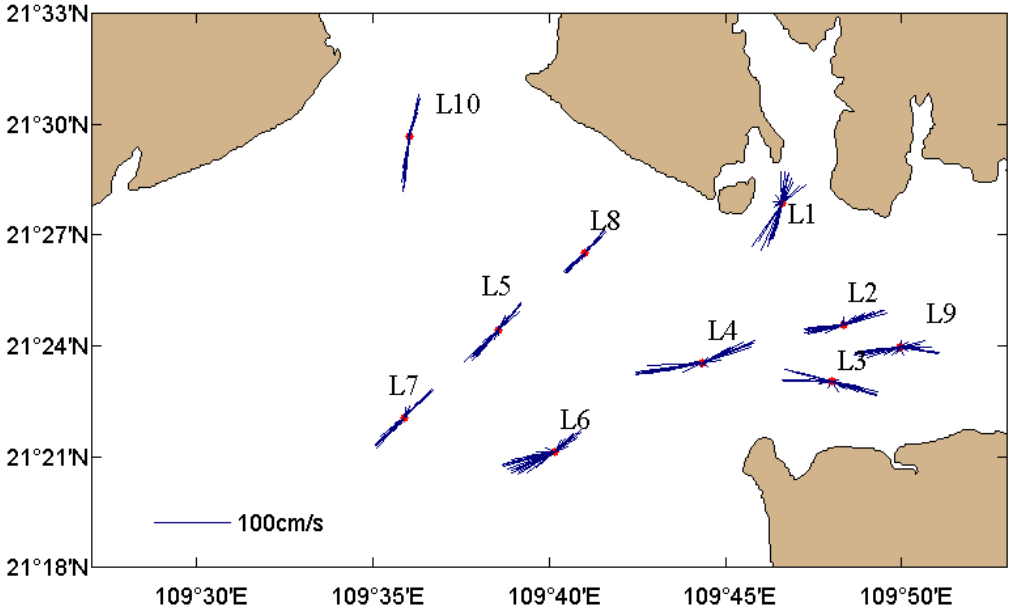


图 2.5-3 冬季大潮垂向平均海流平面分布图

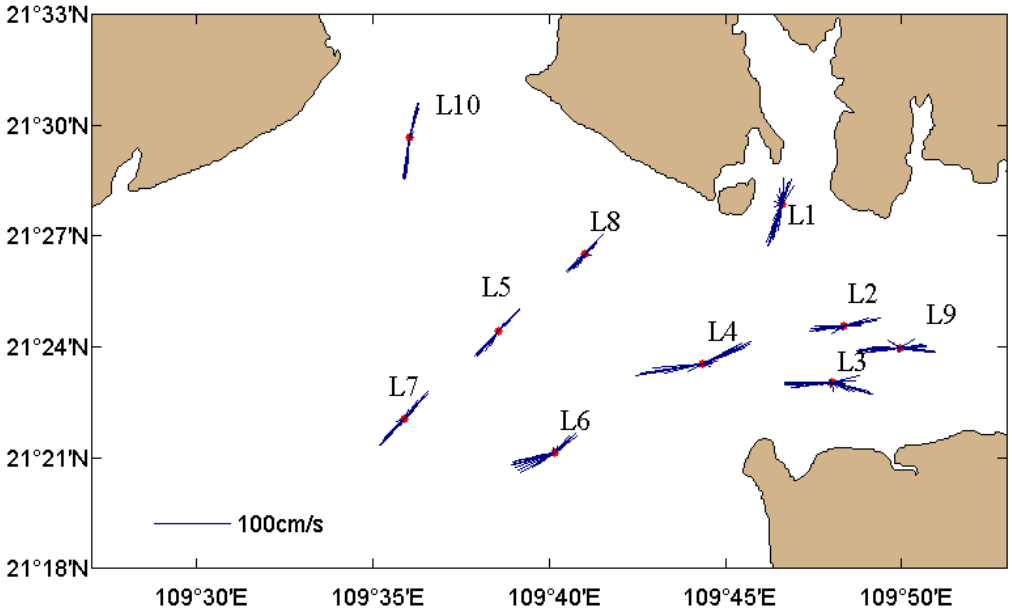


图 2.5-4 冬季中潮垂向平均海流平面分布图

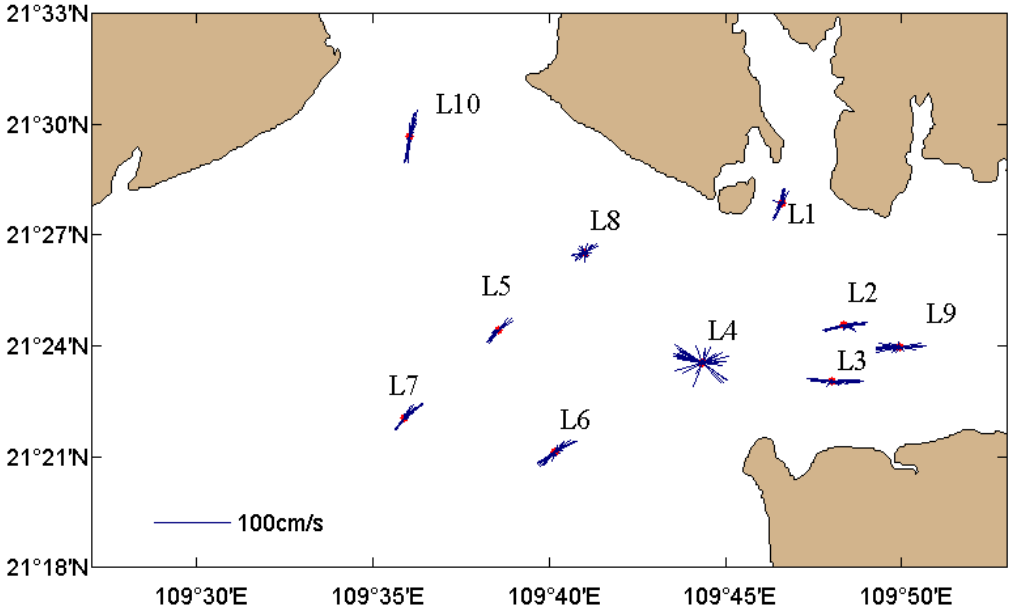


图 2.5-5 冬季小潮垂向平均海流平面分布图

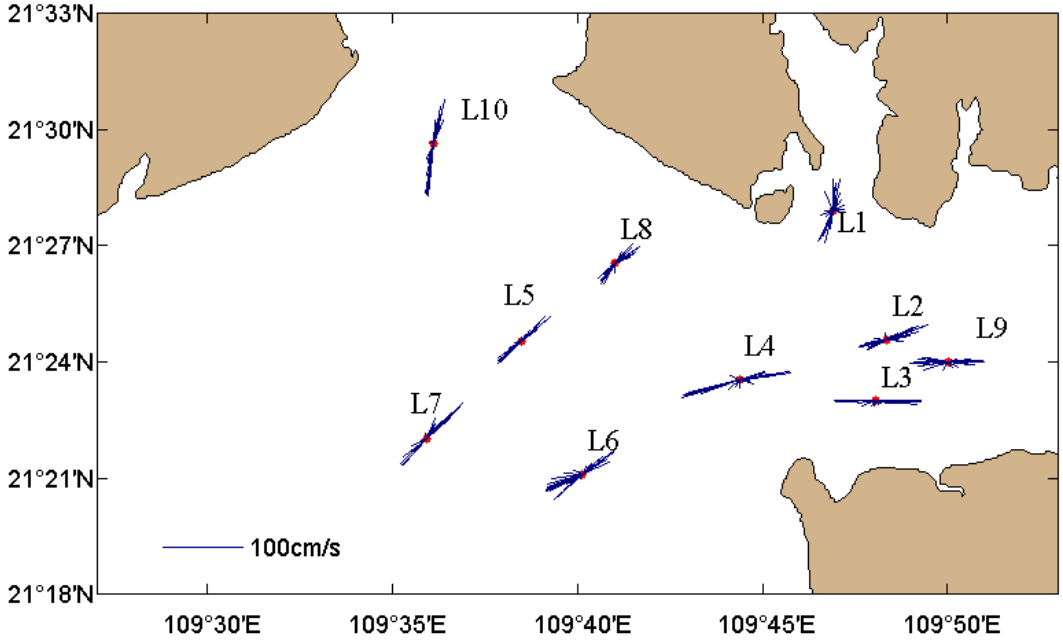


图 2.5-6 夏季大潮垂向平均海流平面分布图

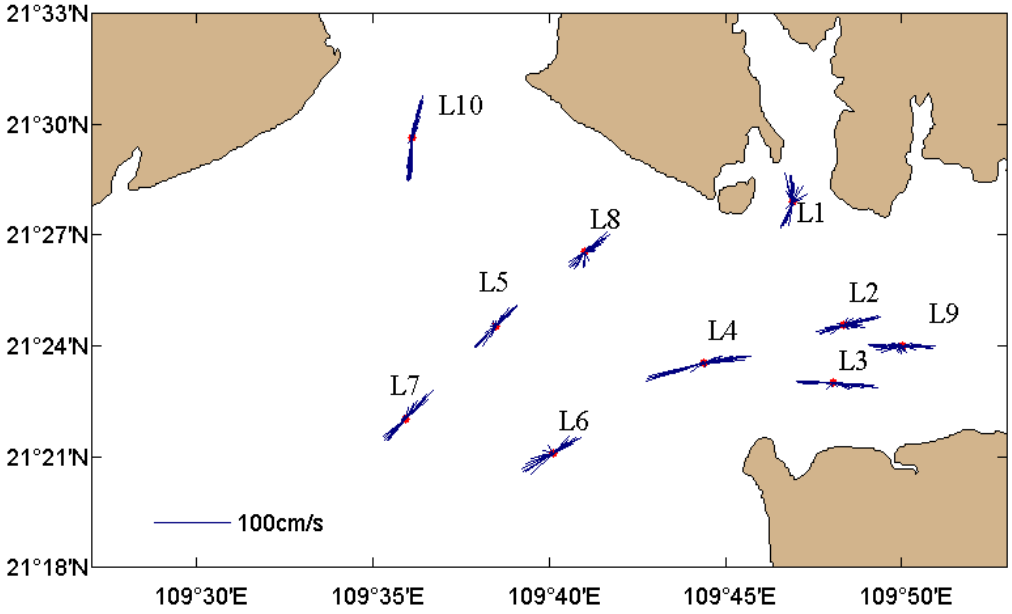


图 2.5-7 夏季中潮垂向平均海流平面分布图

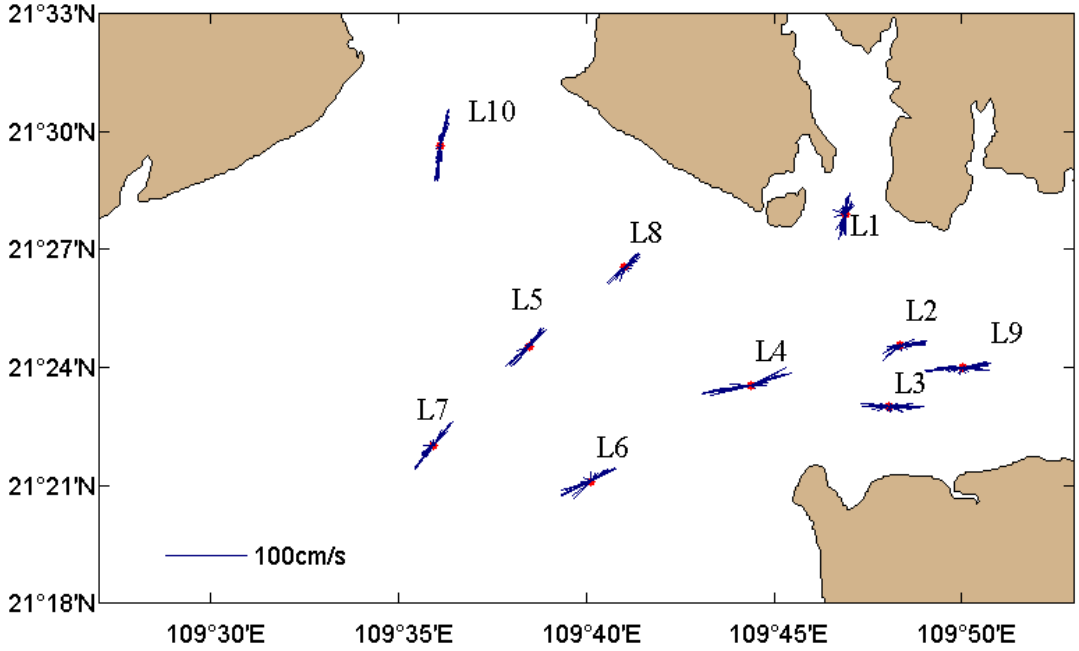


图 2.5-8 夏季小潮垂向平均海流平面分布图

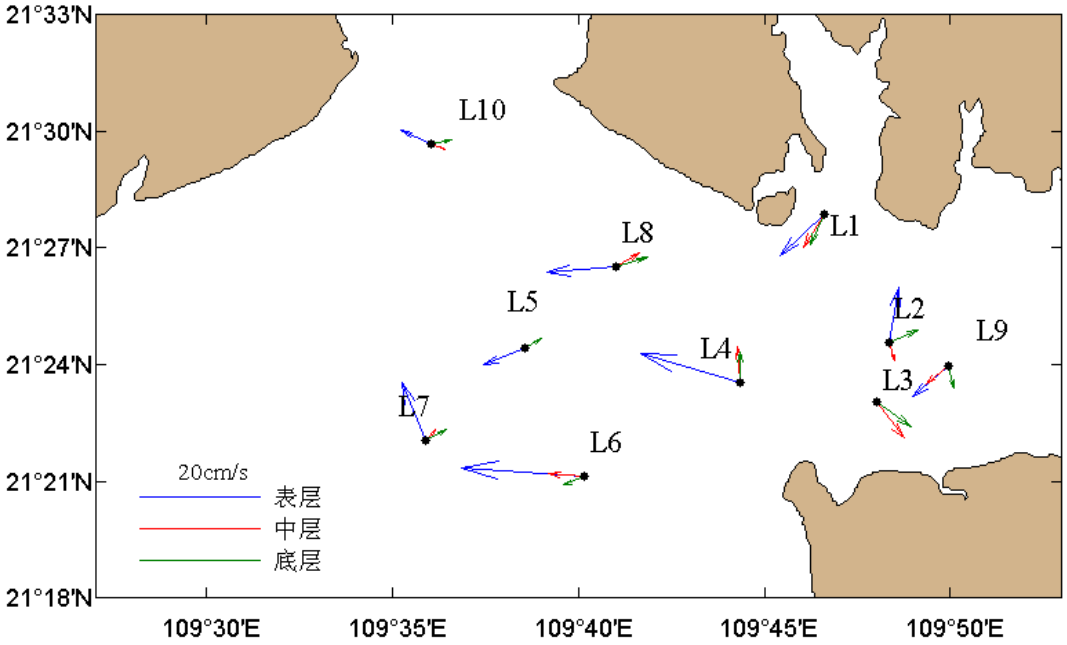


图 2.5-9 冬季大潮期余流分布图

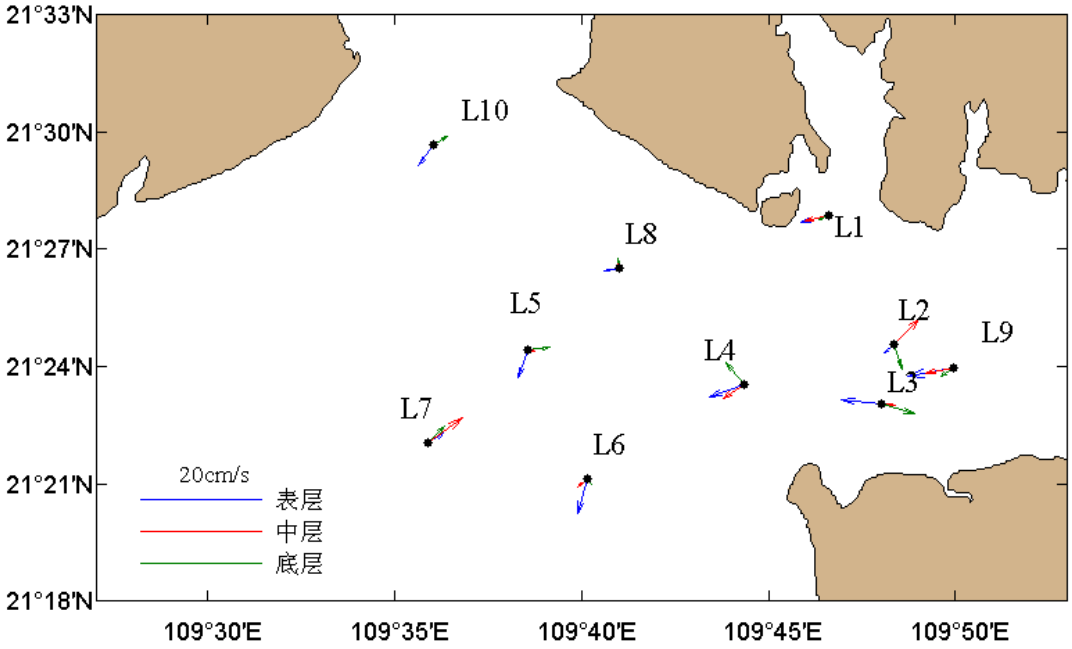


图 2.5-10 冬季中潮期余流分布图

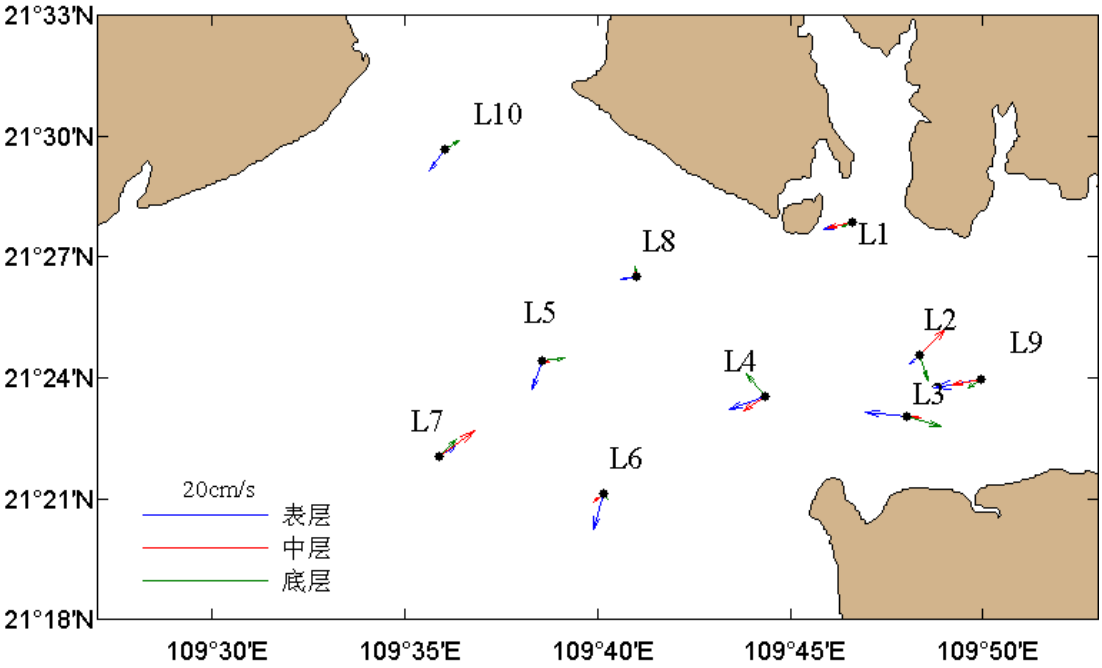


图 2.5-11 冬季小潮期余流分布图

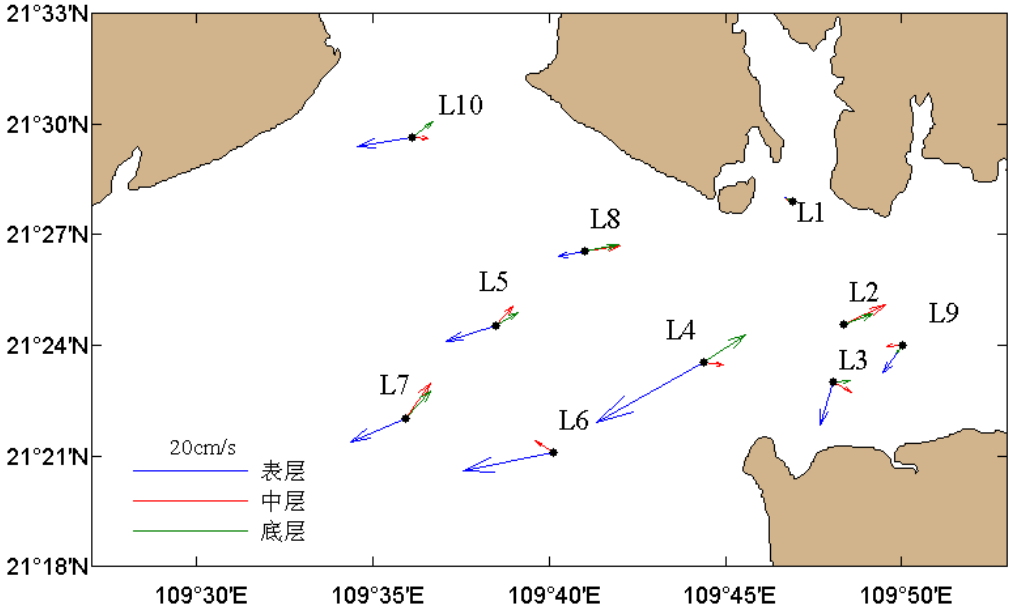


图 2.5-12 夏季大潮期余流分布图

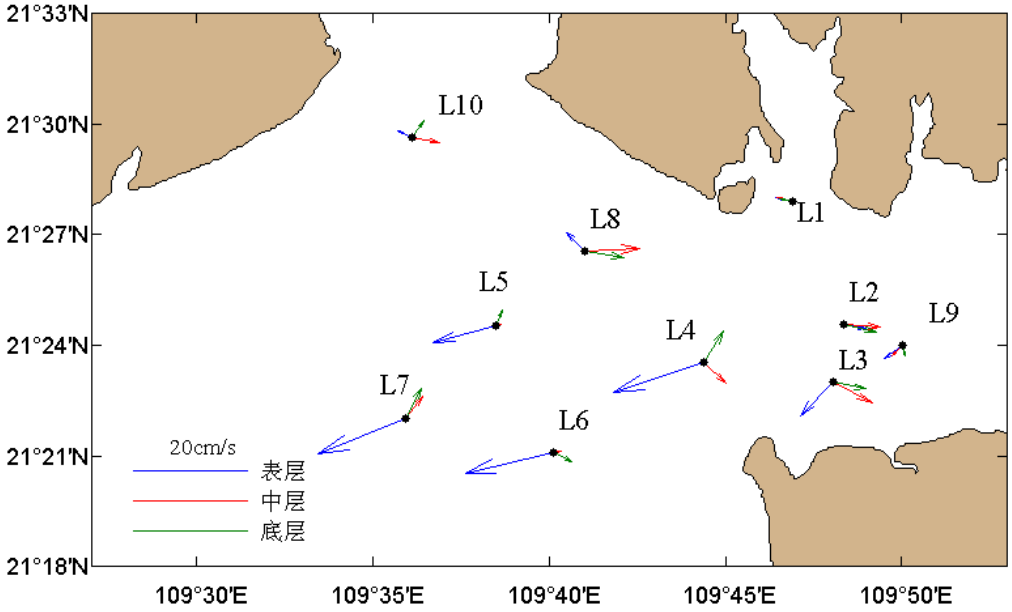


图 2.5-13 夏季中潮期余流分布图

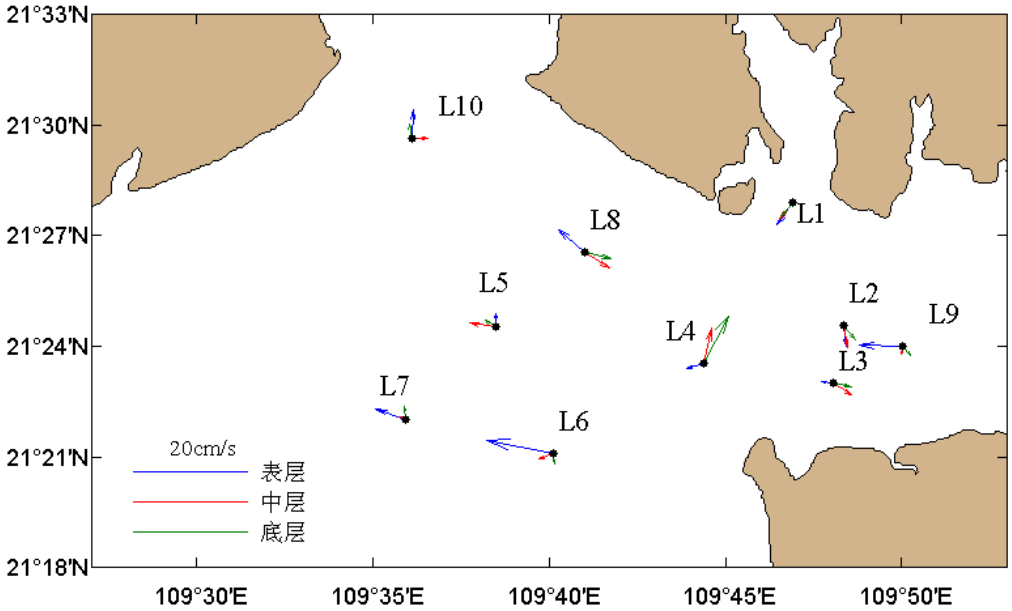


图 2.5-14 夏季小潮期余流分布图

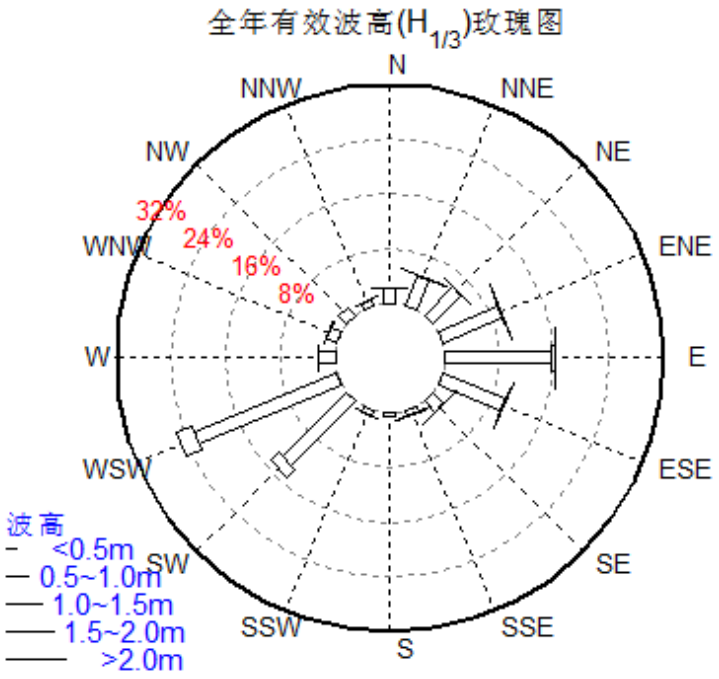


图 2.5-15 全年有效波高-波向联合分布玫瑰图

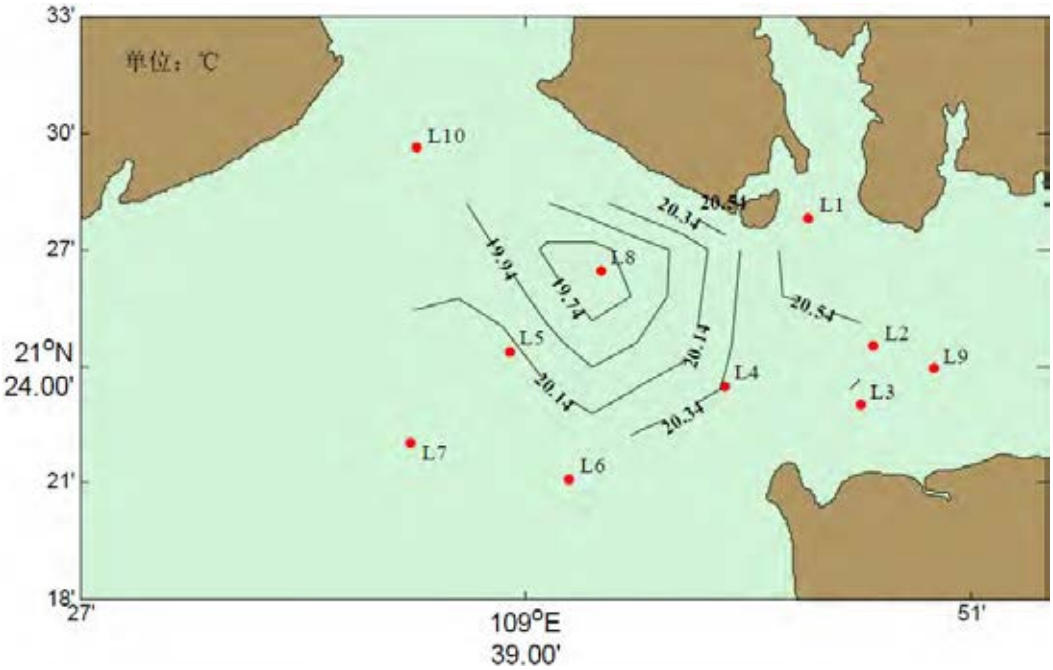


图 2.5-16　冬季大潮期水温平面分布图

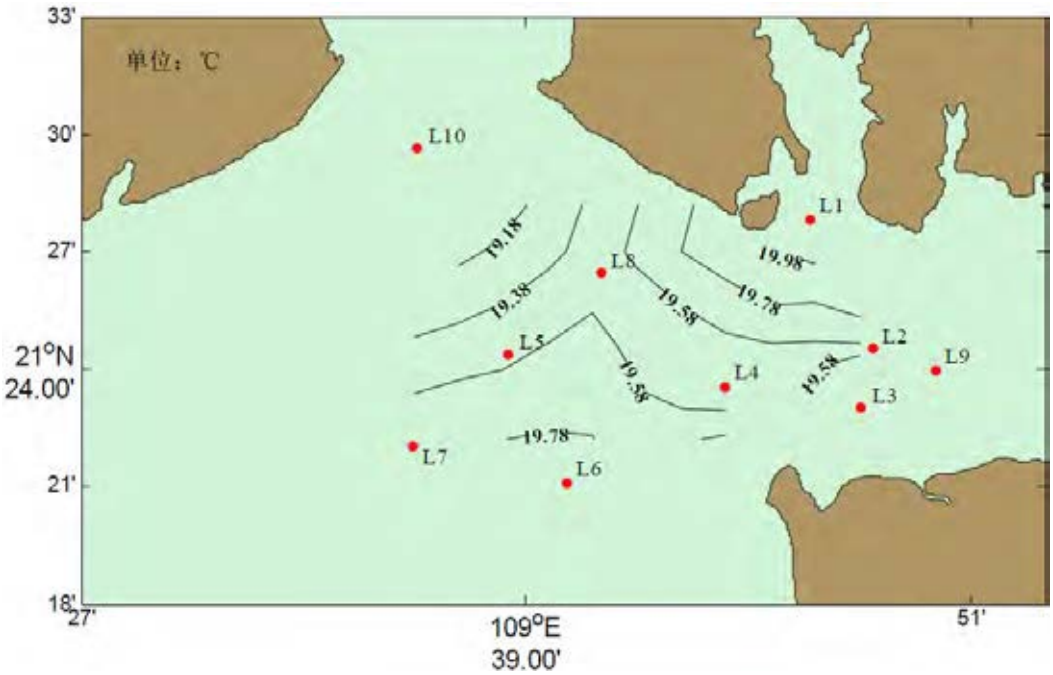


图 2.5-17　冬季中潮期水温平面分布图

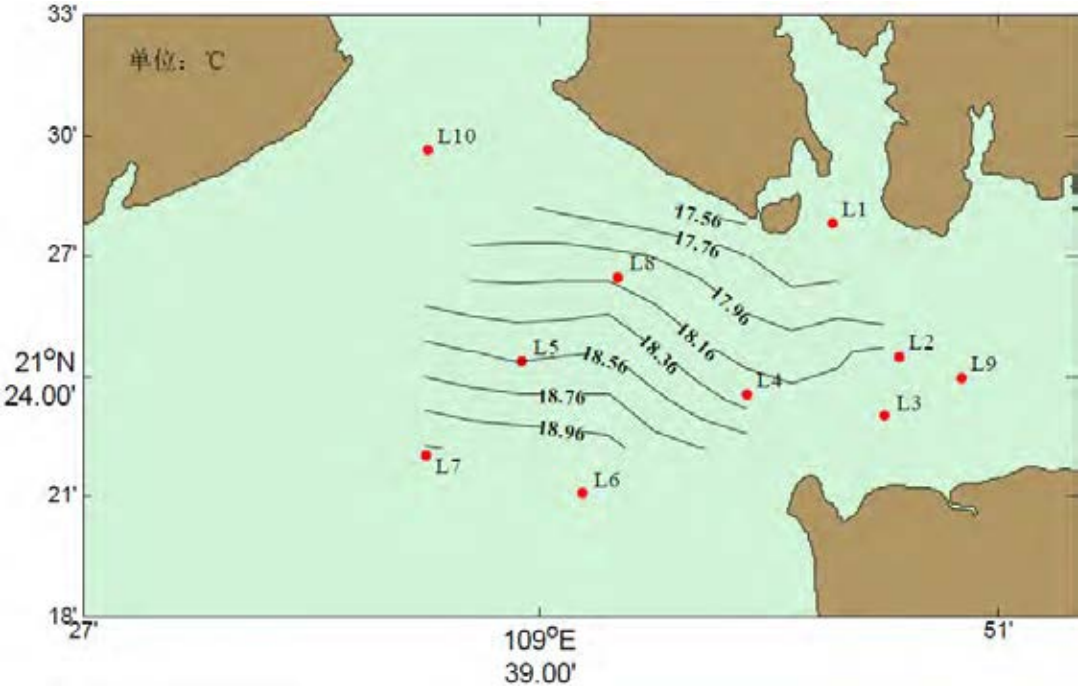


图 2.5-18　冬季小潮期水温平面分布图

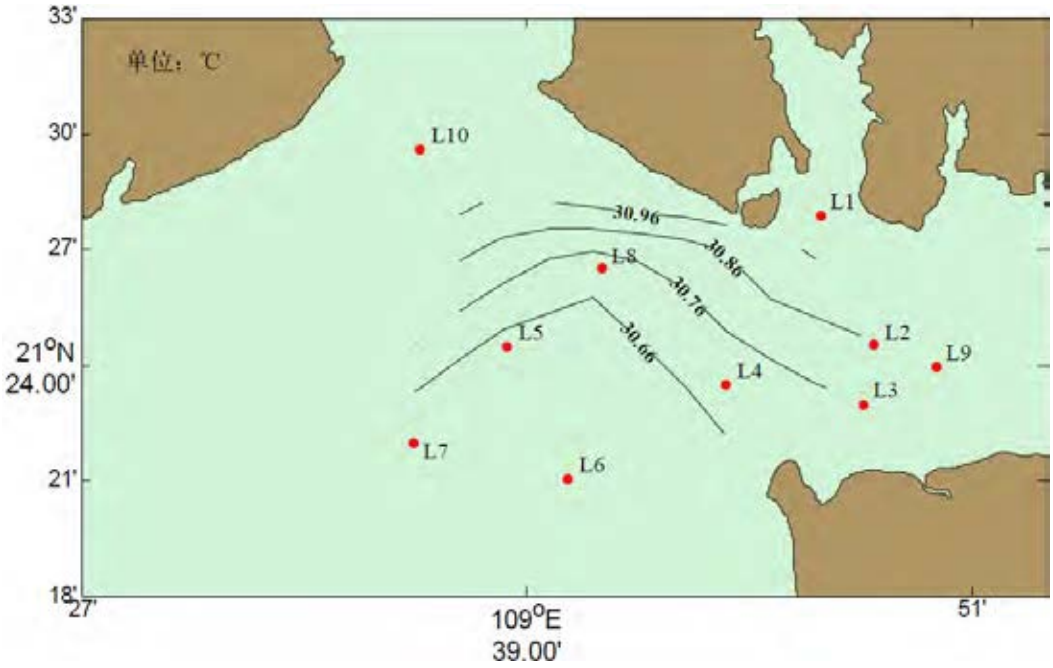


图 2.5-19　夏季大潮期水温平面分布图

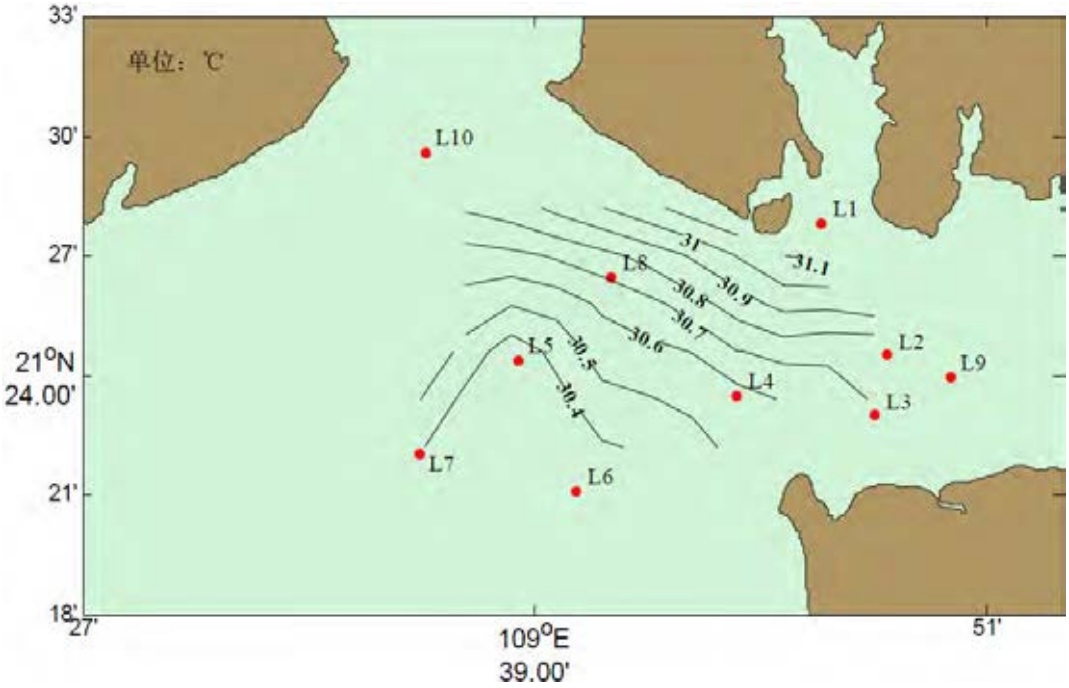


图 2.5-20　夏季中潮期水温平面分布图

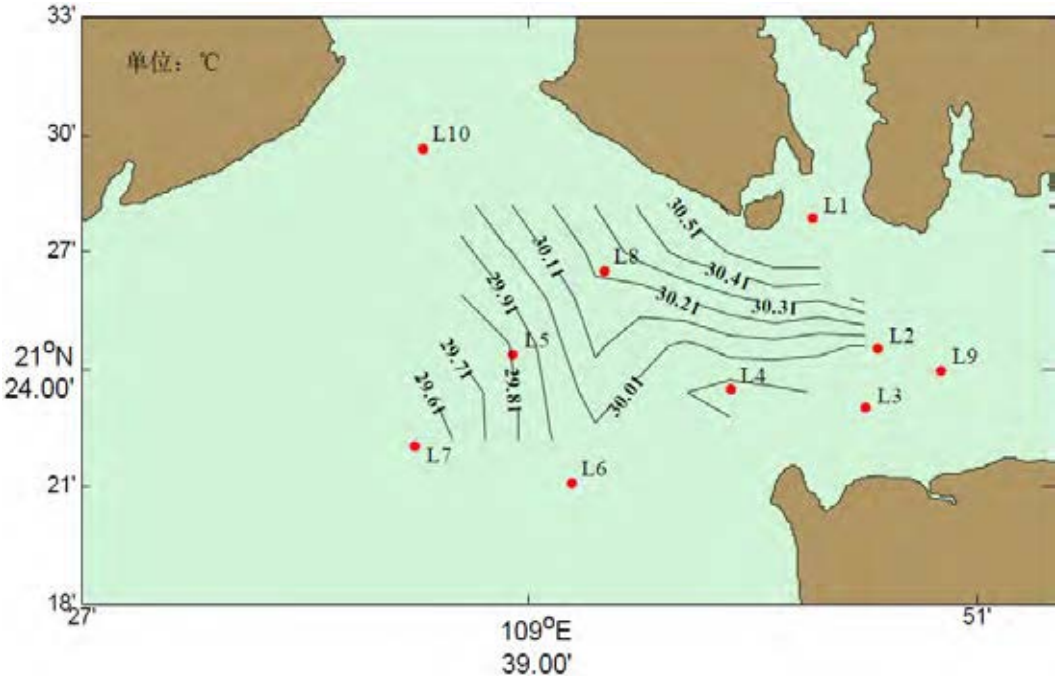


图 2.5-21　夏季小潮期水温平面分布图

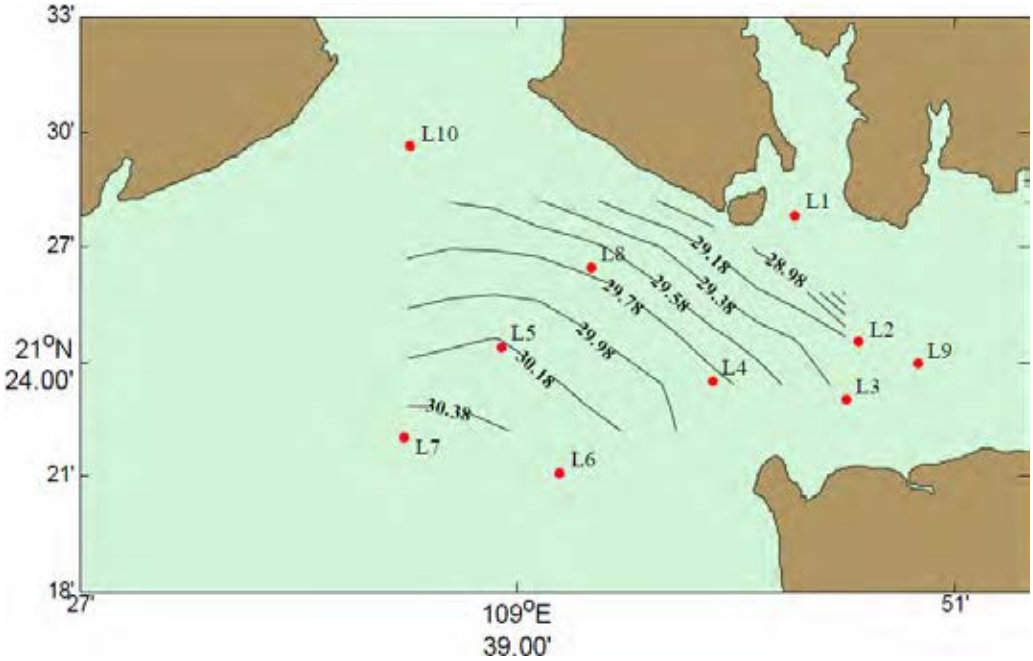


图 2.5-22　冬季大潮期盐度平面分布图

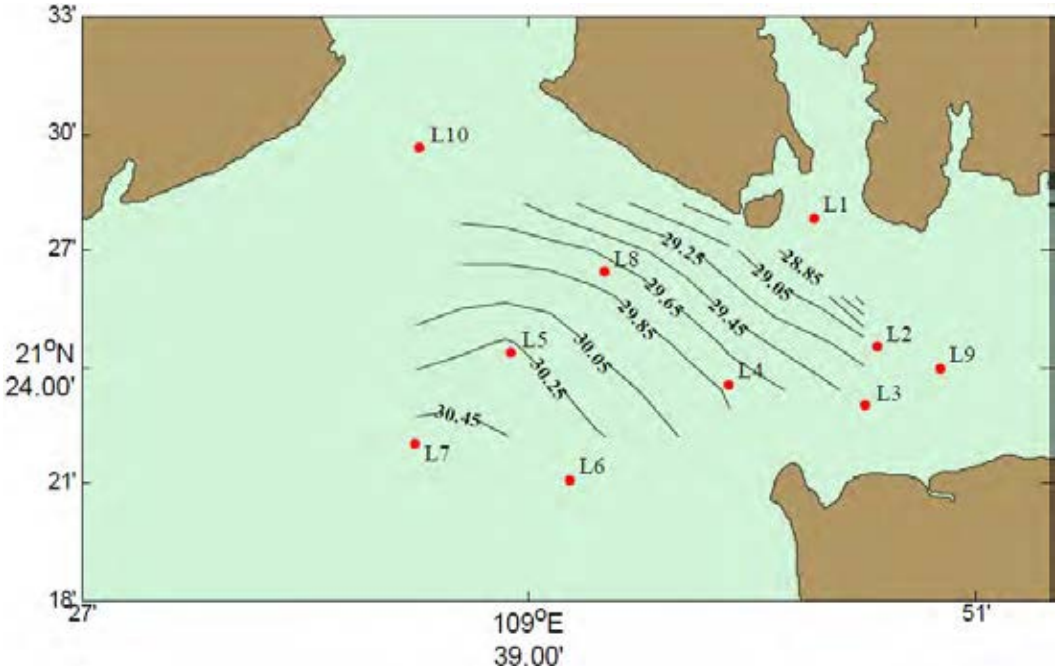


图 2.5-23　冬季中潮期盐度平面分布图

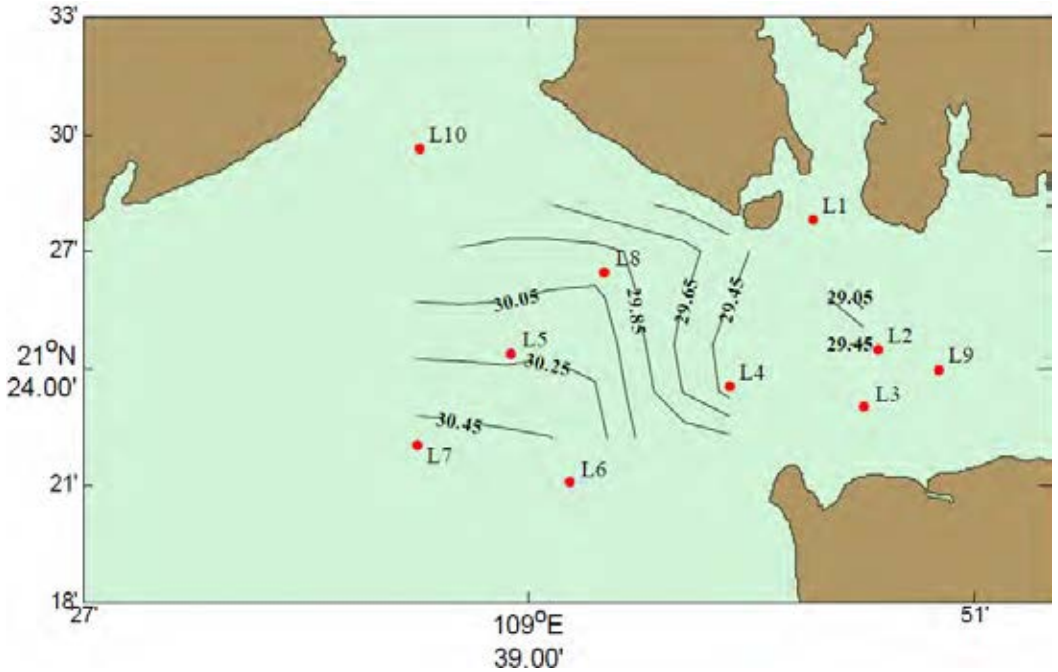


图 2.5-24　冬季小潮期盐度平面分布图

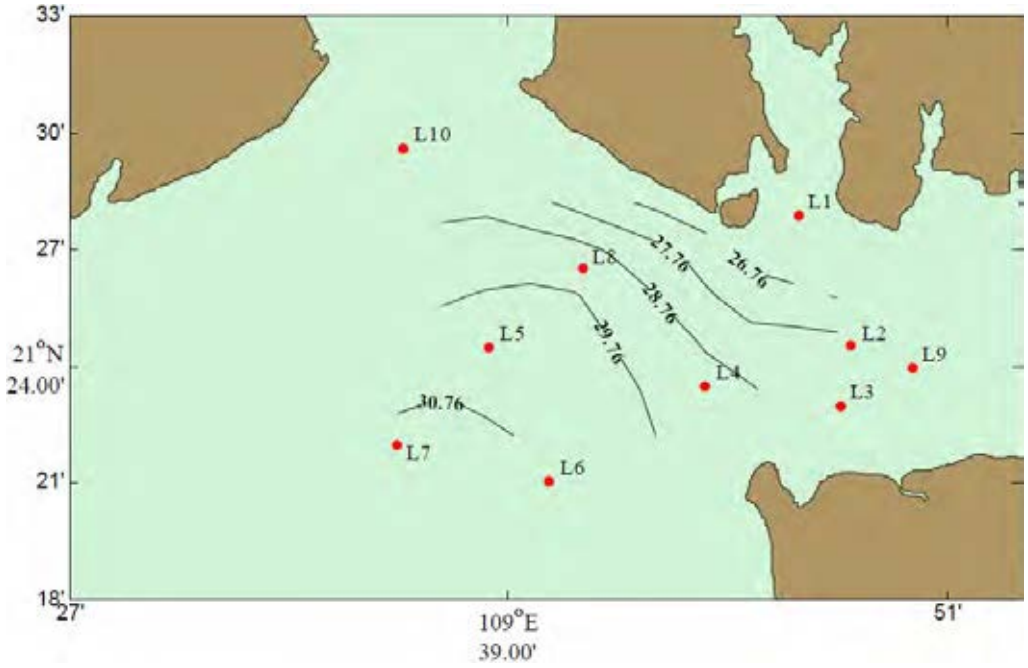


图 2.5-25　夏季大潮期盐度平面分布图

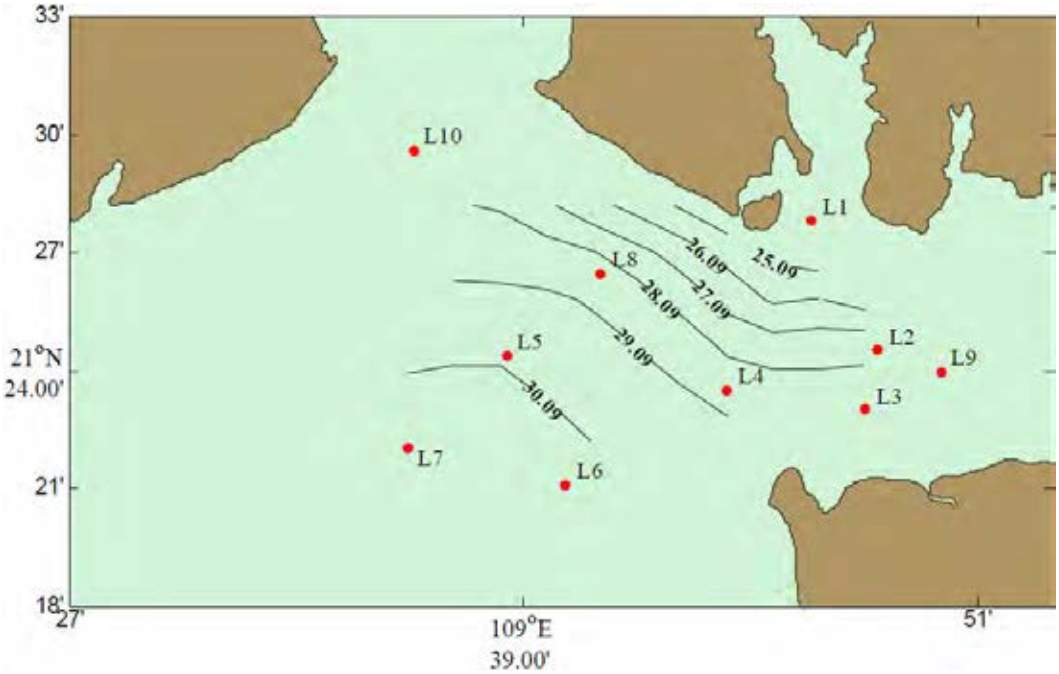


图 2.5-26　夏季中潮期盐度平面分布图

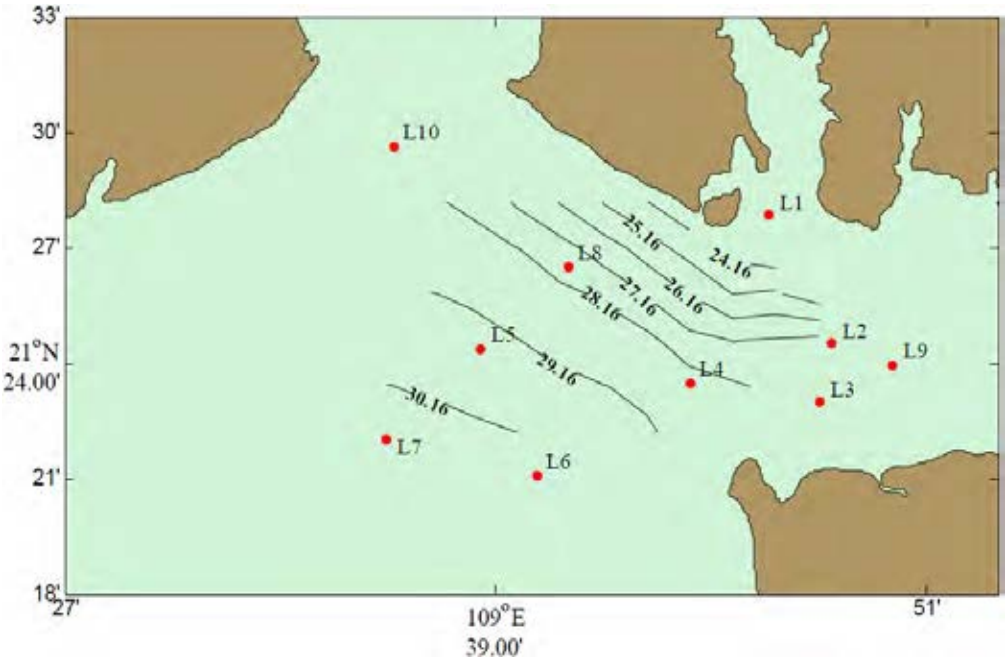
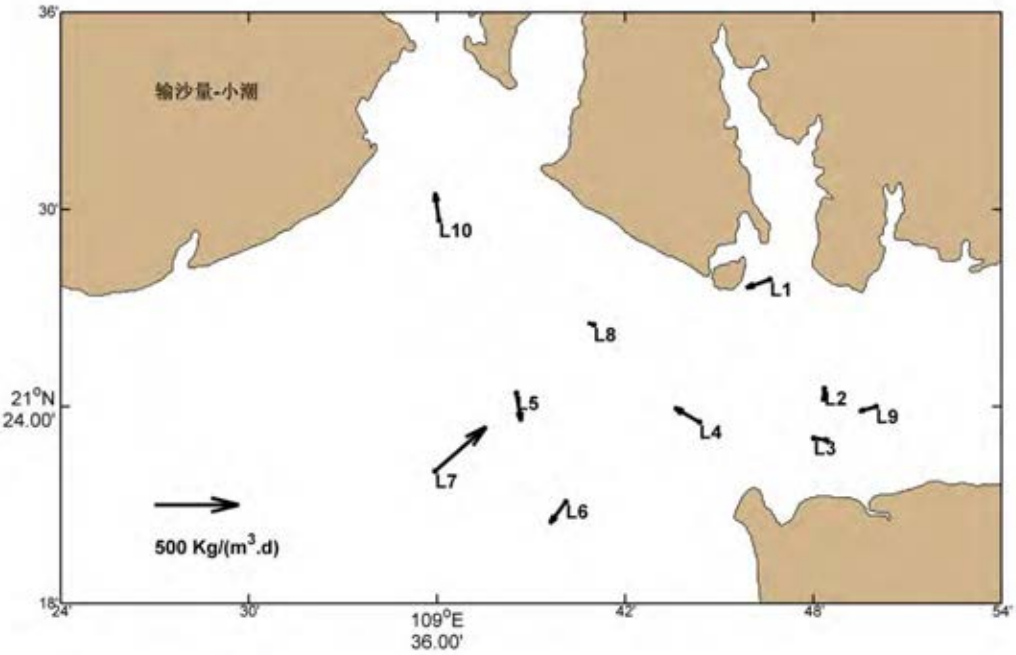
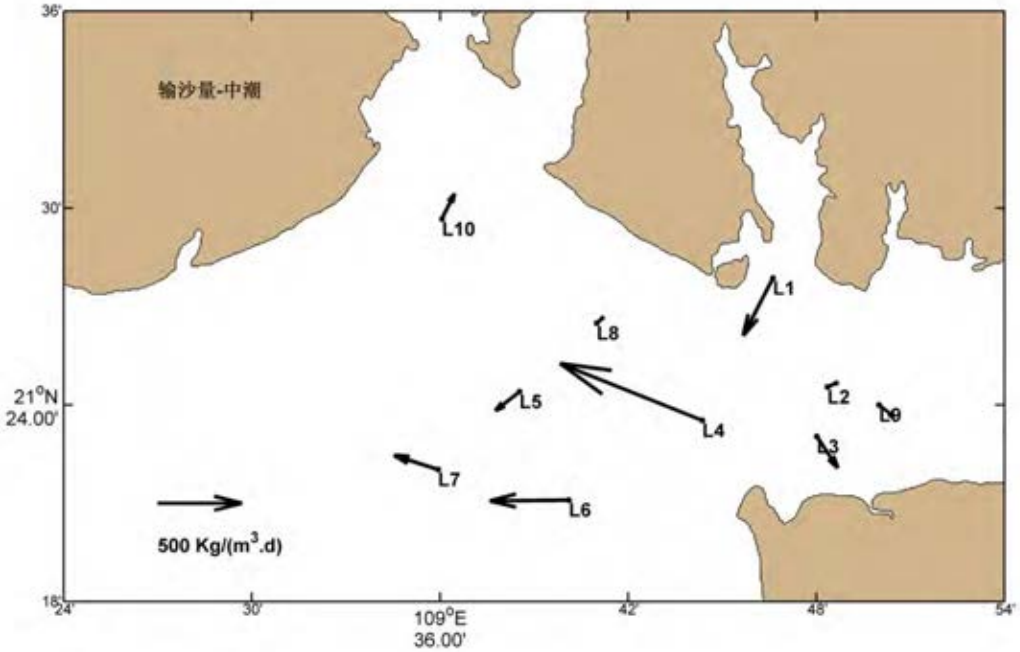


图 2.5-27　夏季小潮期盐度平面分布图





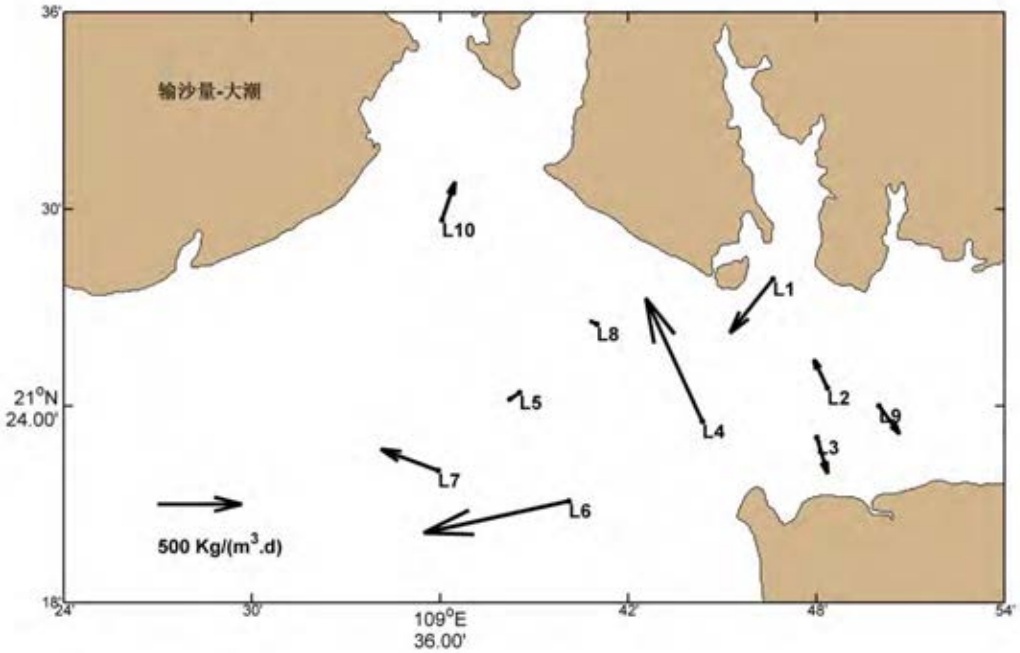
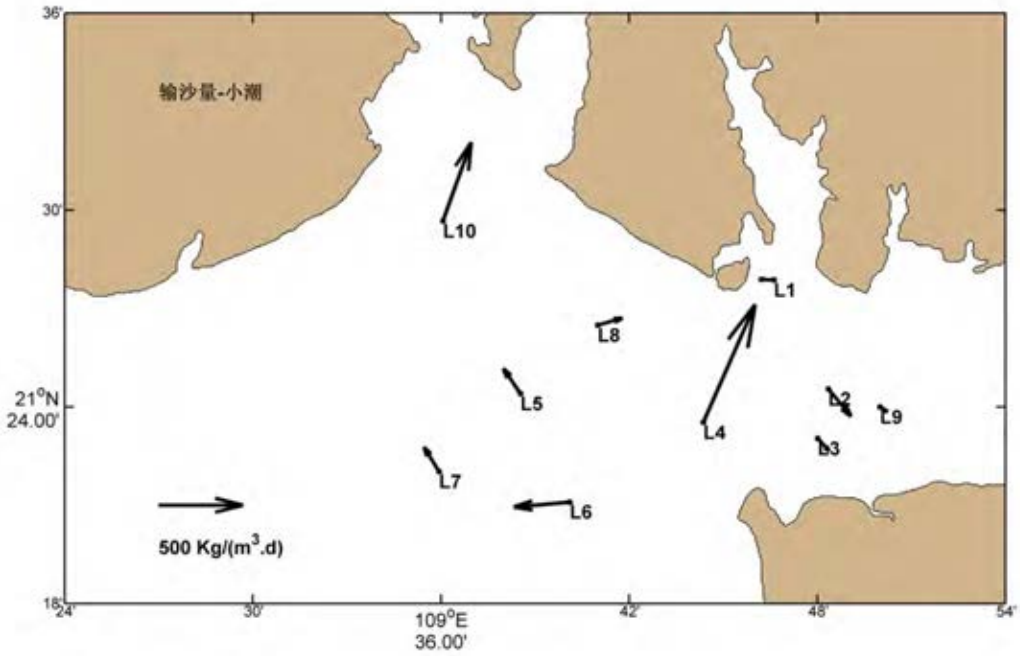
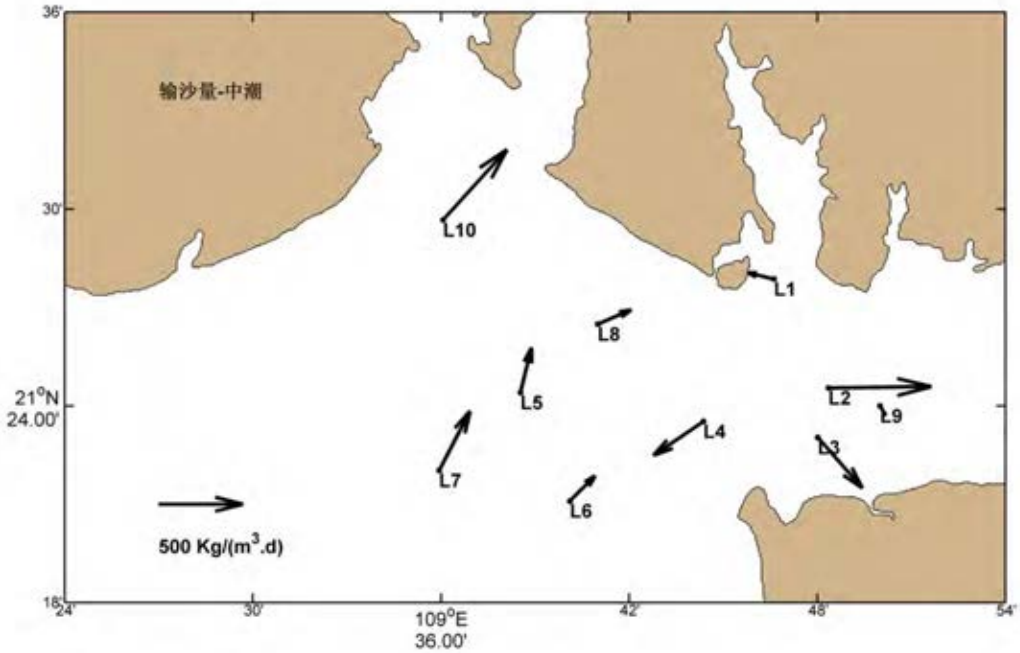


图 2.5-28　冬季周日单宽悬沙输运通量示意图


输沙量-小潮
L10
L1
L8
L5
L4
L2
L9
L3
L7
L6
500 Kg/(m3.d)
36'
30'
21°N
24.00'
18'
24'
30'
42'
48'
54'
109°E
36.00'


输沙量-中潮
L10
L1
L8
L5
L2
L9
L4
L3
L7
L6
500 Kg/(m3.d)
36'
30'
21°N
24.00'
18'
24'
30'
42'
48'
54'
109°E
36.00'

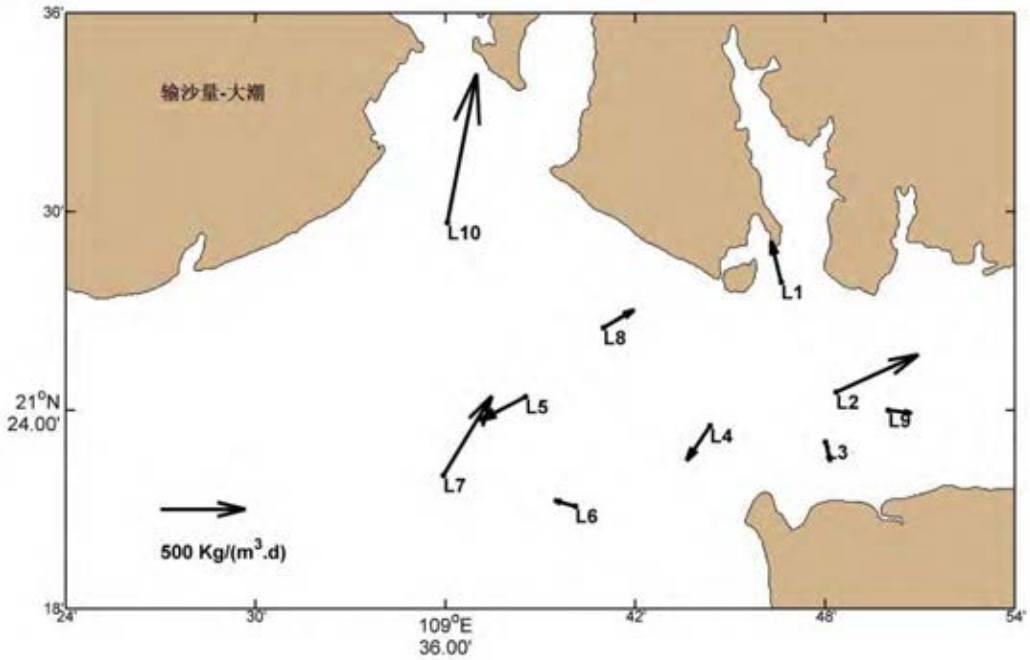


图 2.5-29　夏季周日单宽悬沙输运通量示意图

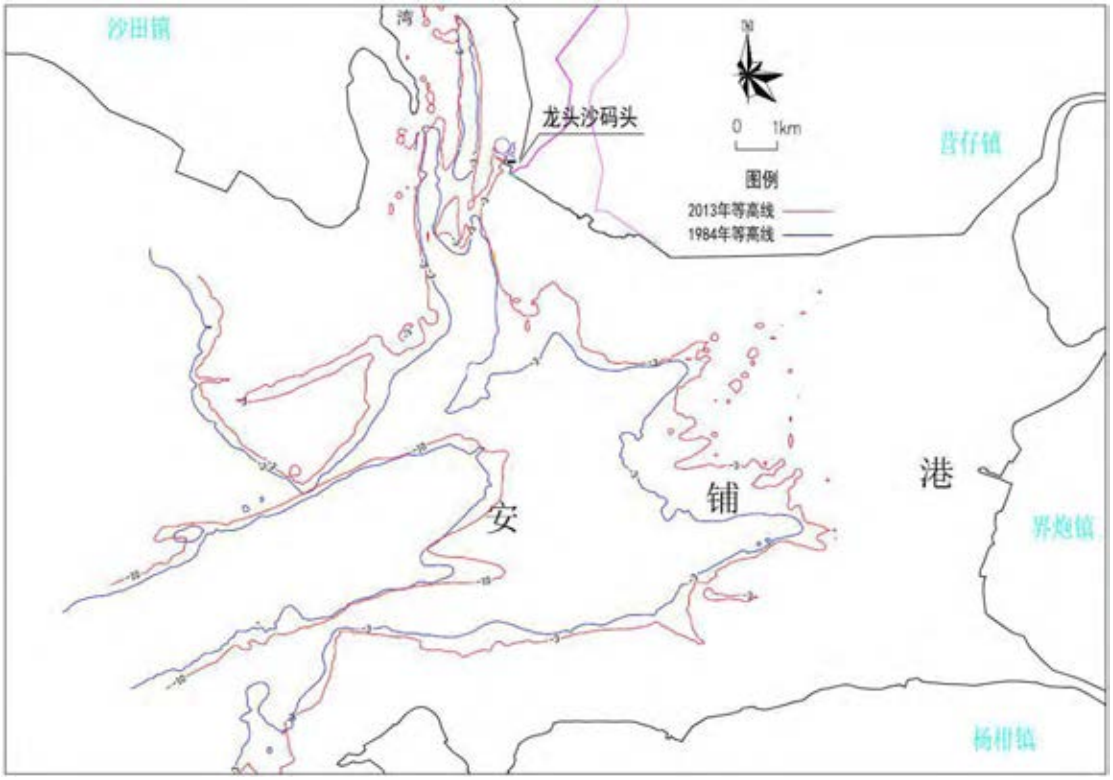


图 2.5-30　工程海域 1984-2013 年-3m、-10m 等高线变化

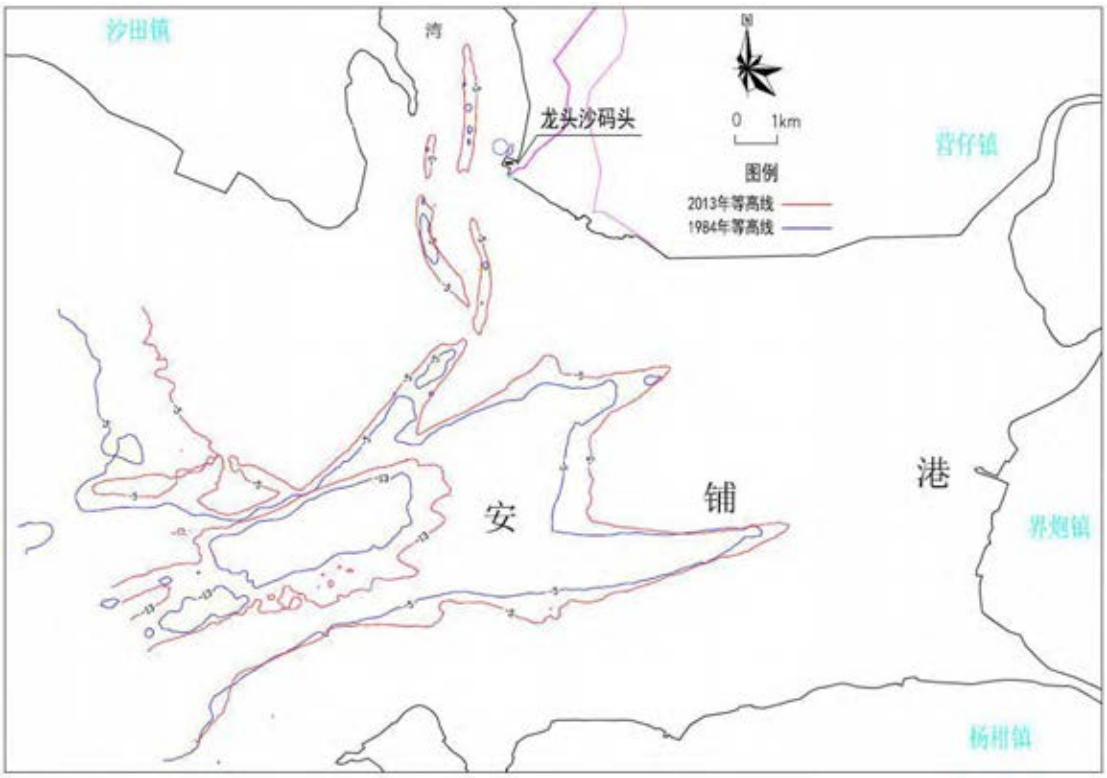


图 2.5-31　工程海域 1984-2013 年-5m、-13m 等高线变化

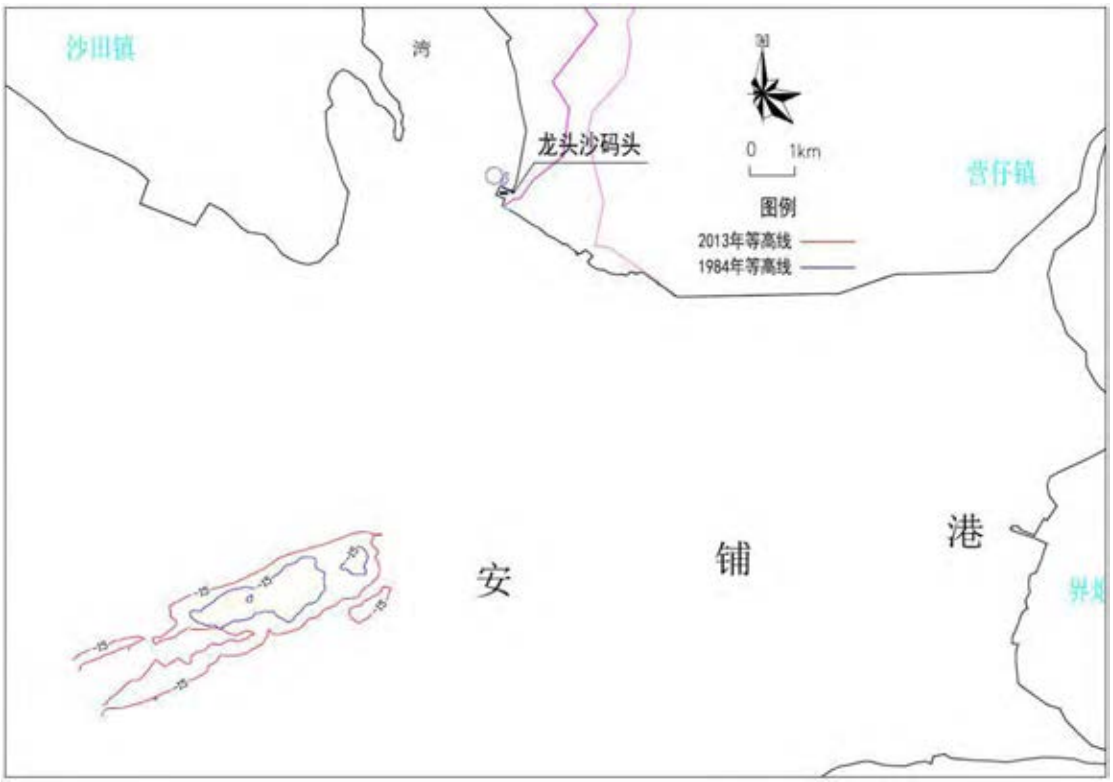


图 2.5-32　工程海域 1984-2013 年-15m 等高线变化

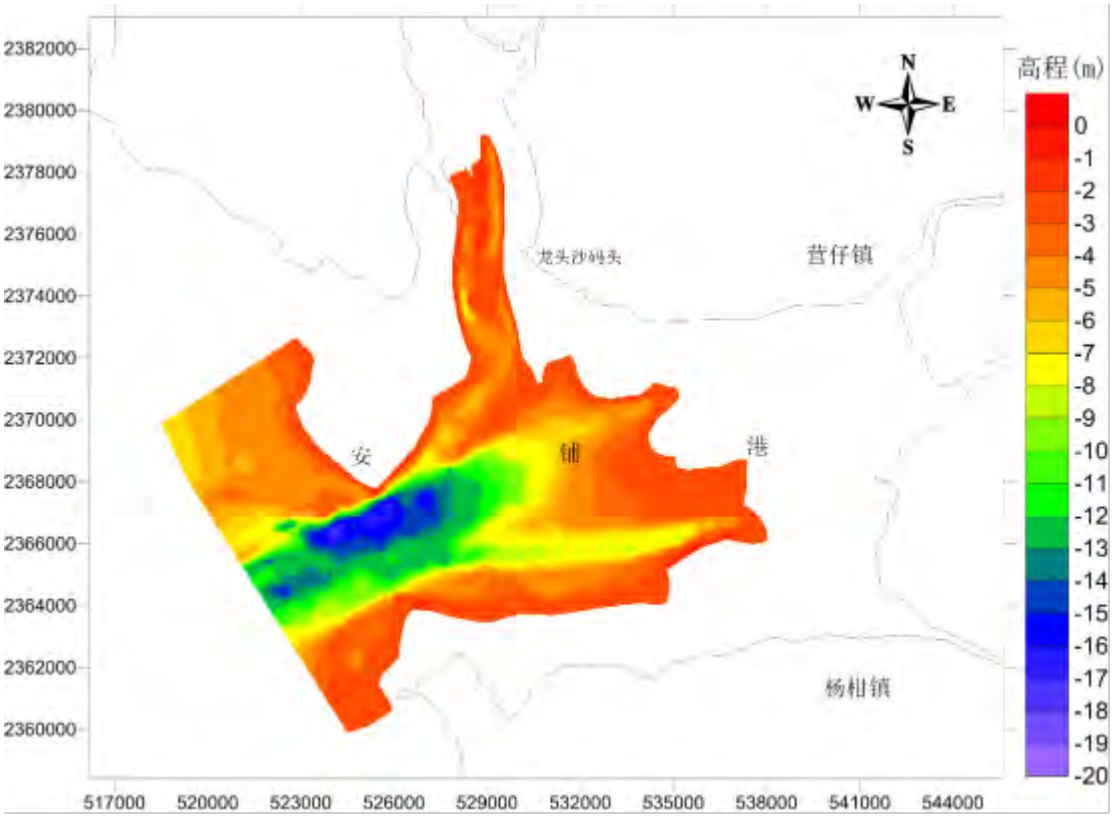


图 2.5-33　工程海域 1984 年地形分布

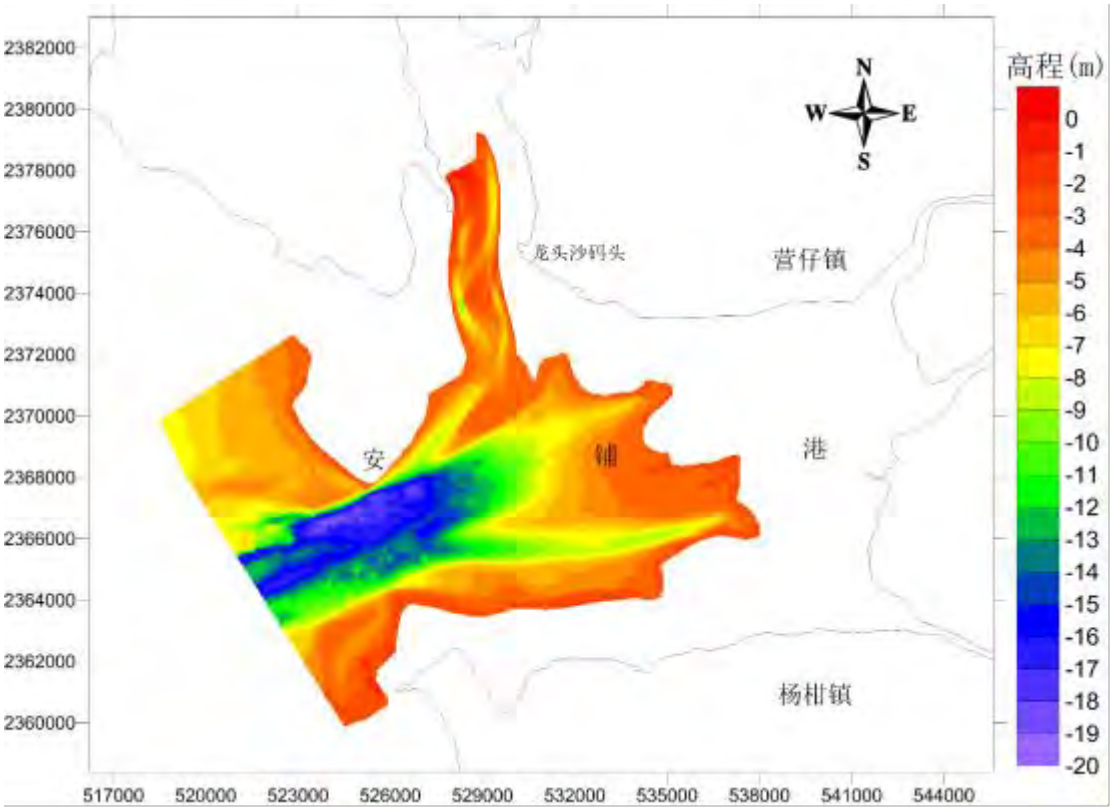


图 2.5-34　工程海域 2013 年地形分布

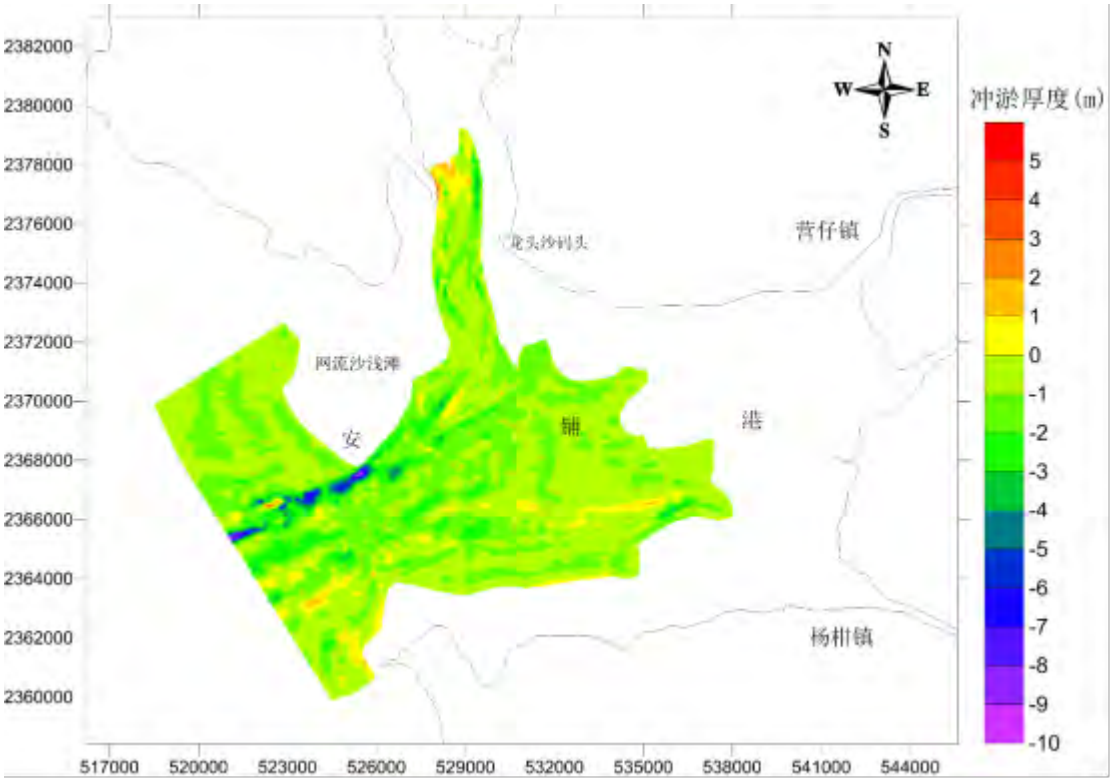


图 2.5-35　工程海域 1984-2013 年地形冲淤变化分布（正为淤积，负为冲刷）

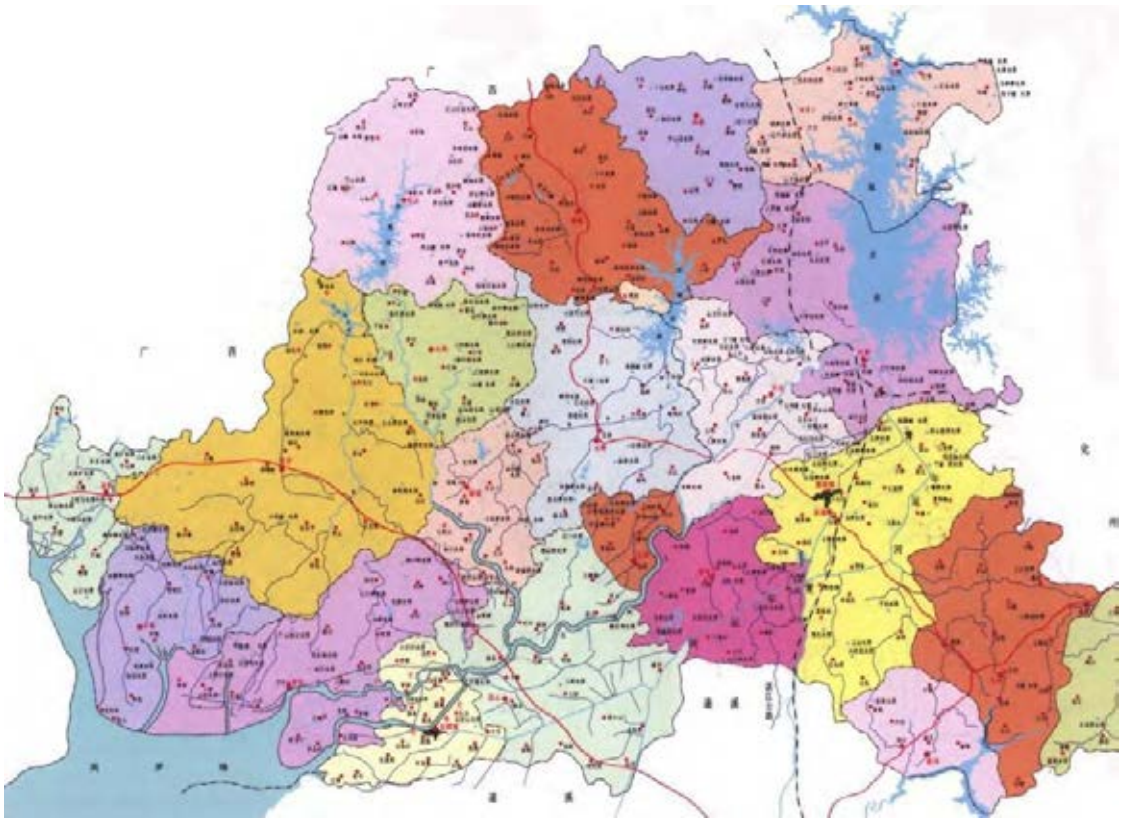


图 2.5-36　厂址附近区域河流水系图

图 2.5-37　山佳水库和南蒙塘水库位置示意图

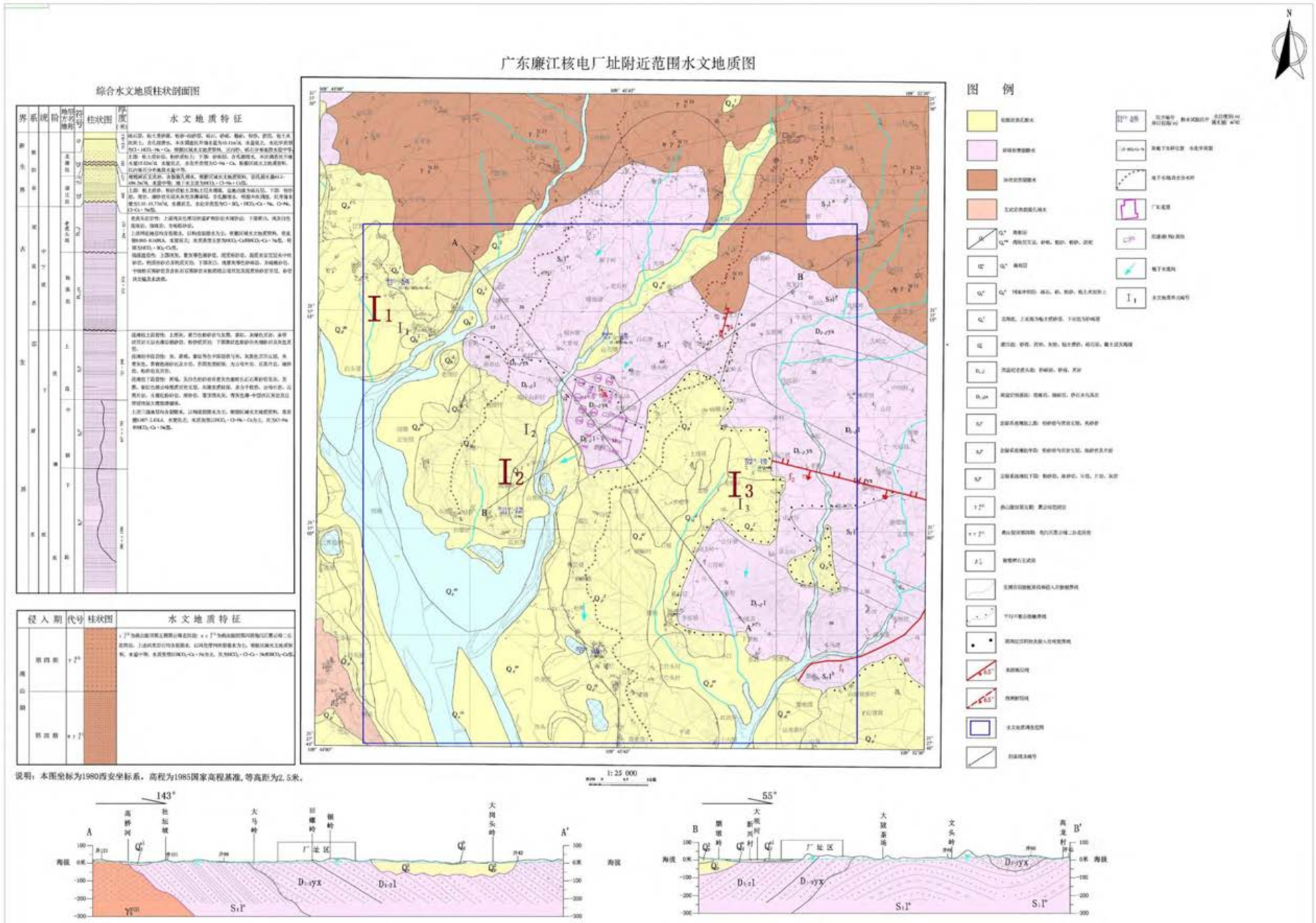


图 2.5-38 厂址附近范围水文地质图

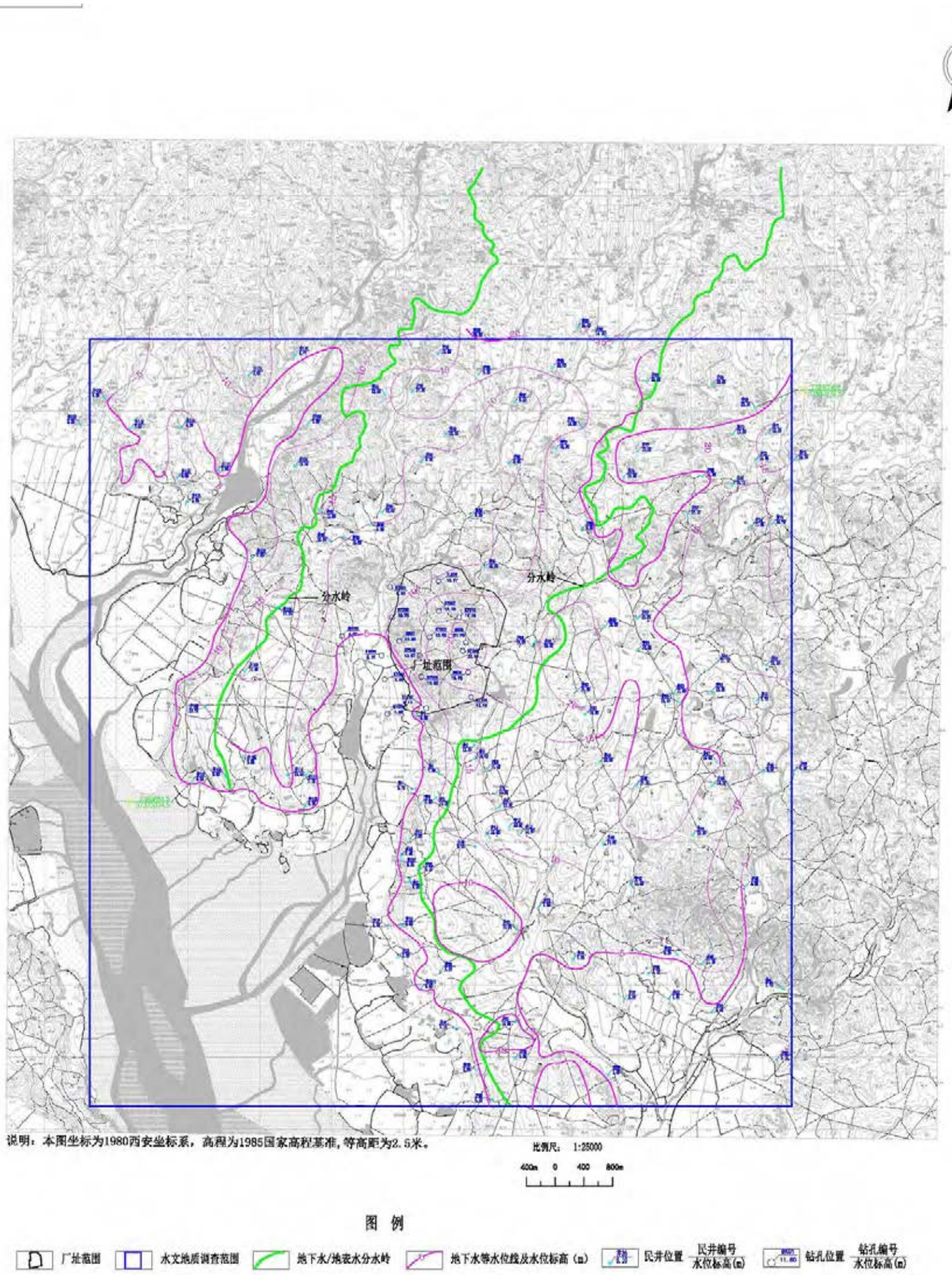


图 2.5-39 厂址附近范围地下水等水位线图

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 5～15°，局部达到 25°。低丘海拔高程 20.00～38.10m(1985 国家高程基准，下同)，相对高度 10.00～18.00m。区内冲沟切割深度 5.0～15.0m 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 3.10～6.60m）。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。

厂址地形地貌情况如图 2.6-1 和图 2.6-2 所示。

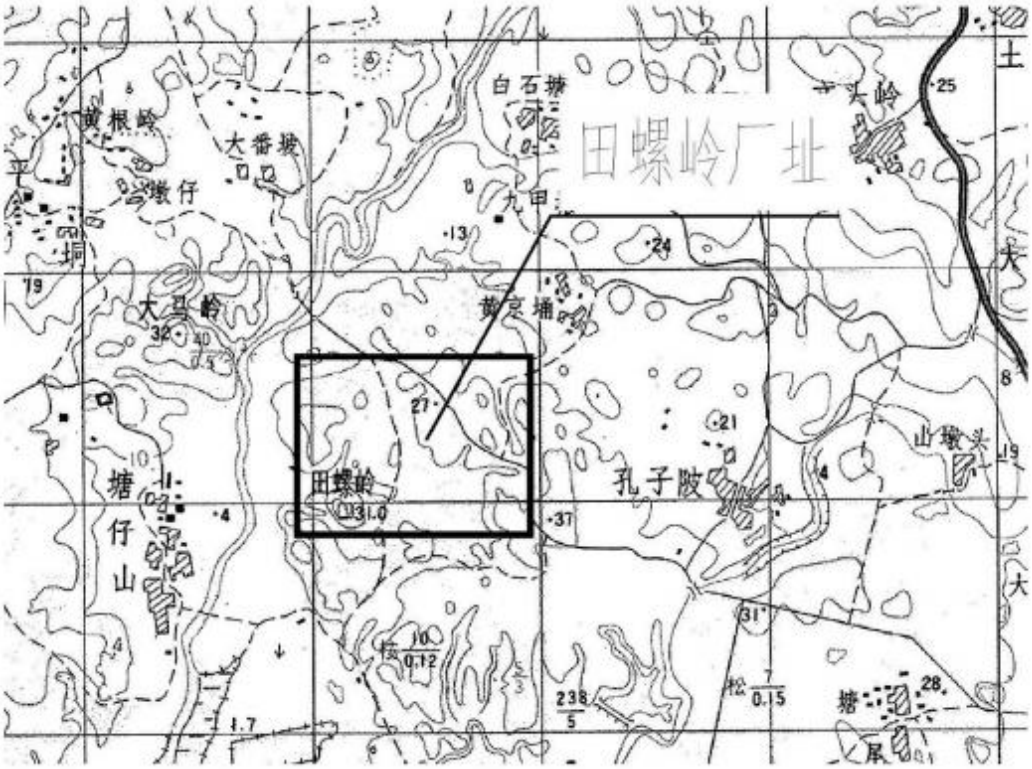


图 2.6-1　厂址所在地形地貌图

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　调查内容及范围

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 20 km；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 5 km。调查对象为陆地环境 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）。

具体调查内容如下：

1）陆地环境 γ 辐射水平

调查内容包括环境 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。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

调查内容包括 γ 核素（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

调查内容包括：^{90}Sr 和 γ 核素（主要分析 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{131}I、^{134}Cs、^{137}Cs、^{7}Be），监测频次为 1 次。

调查点位设在关键居民组平垌村和气象站，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

调查内容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，具体调查内容和频次如下：

（1）饮用水：调查内容包括 γ 核素（主要分析 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）、总 α、总 β、^{3}H 和 ^{90}Sr，监测频次为 1 次。

（2）地下水：调查内容包括 γ 核素（主要分析 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）、总 α、总 β、^{3}H 和 ^{90}Sr，监测频次为 1 次。

（3）地表水和沉积物：地表水的调查内容包括 γ 核素（主要分析 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs）、^{3}H 和 ^{90}Sr；沉积物的调查内容包括 γ 核素（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（关键居民组）和旧埠村。

（2）地下水：地下水设置 3 个采样点，分别为平垌村（关键居民组）、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），具体调查内容和频次如下：

（1）海水：调查内容包括 γ 核素（主要分析 ^{54}Mn、^{58}Co、^{60}Co、^{134}Cs、^{137}Cs、^{110m}Ag、^{106}Ru）、总 α、总 β、^{3}H 和 ^{90}Sr，监测频次为 1 次。

（2）沉积物：调查内容包括 γ 核素（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 LiF（Mg、Cu、P））的方式监测，选择的剂量片分散性≤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 10×10m^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 10×10cm^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℃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 Φ70mm×70mm 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 0.5μm 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 1m^3/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 ^{3}H 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 ^{3}H 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 ^{3}H 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

环境辐射本底调查对象中的分析核素、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 1440km^2，总库容 11.51 亿 m^3，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±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±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±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±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±7.3nGy/h，最高值出现在厂址 SE 方位 1.0km 处（草地），值为 122.5±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±0.1nGy/h，最高值出现在垌口村（距离厂址 E 方位 21.6km），为 117.6±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±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 ^{137}Cs、^{134}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{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：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。^{90}Sr 活度浓度范围为：≤1.8E-01～1.69Bq/kg。

对照点鹤地水库 ^{226}Ra、^{232}Th、^{238}U、^{40}K 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 ^{90}Sr 活度浓度≤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 ^{134}Cs、^{137}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn 和 ^{131}I 测量结果均低于探测限。气象站和平垌村气溶胶中 ^{7}Be 活度浓度分别为（6.13±0.92）E-03Bq/m^3 和（1.02±0.15）E-02Bq/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 ^{134}Cs、^{137}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn 和总 α 测量结果均低于探测限。旧埠村饮用水中 ^{90}Sr 活度浓度为（3.85±0.26）E-04 Bq/L，塘仔山村饮用水中未检出 ^{90}Sr。旧埠村和塘仔山村饮用水中 ^{3}H 活度浓度分别为：（3.41±0.25）E-01Bq/L 和（5.14±0.43）E-01Bq/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 ^{134}Cs、^{137}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn 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 ^{90}Sr 活度浓度为：（7.99±0.10）E-03Bq/L、（1.52±0.10）E-03 Bq/L 和（3.48±0.02）E-03Bq/L；旧埠村、塘仔山村和德耀村地下水中 ^{3}H 活度浓度为：（4.12±0.43）E-01Bq/L、（2.42±0.17）E-01Bq/L 和（3.21±0.25）E-01Bq/L。

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 ^{134}Cs、^{137}Cs、^{58}Co、^{60}Co、^{54}Mn 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 ^{90}Sr 活度浓度分别为：（2.16±0.22）E-04 Bq/L、（3.67±1.00）E-04 Bq/L、≤2.8E-04 Bq/L 和≤6.6E-05Bq/L；对照点鹤地水库地表水 ^{90}Sr 活度浓度为≤2.3E-04 Bq/L。沙帽江、九洲江、长青水库和石角潭水库地表

水 ^{3}H 活度浓度分别为：（2.32±0.21）E-01Bq/L、（3.46±0.29）E-01 Bq/L、（3.26±0.27）E-01 Bq/L 和（4.39±0.43）E-01Bq/L；对照点鹤地水库地表水 ^{3}H 活度浓度为（2.83±0.29）E-01Bq/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：≤1.8E-01～（9.20±0.79）E-01Bq/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≤0.18～0.92Bq/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、^{110m}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±0.19）E+01Bq/L 和 1.70±1.30Bq/L。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±0.78）E-04Bq/L 和（8.31±0.95）E-04Bq/L。取水口和排水口海水中 ^{3}H 放射性核素活度浓度分别为：（4.62±0.48）E-01Bq/L 和（2.98±0.45）E-01Bq/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：3.15E-01～8.13E-01Bq/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：负责项目合同的管理；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 ^{7}Be 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，^{7}Be 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 ^{3}H 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、^{110m}Ag、^{106}Ru 测量结果低于探测限，^{90}Sr 和 ^{3}H 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：9.0～51.8Bq/kg 和 28.2Bq/kg；5.61～85.9Bq/kg 和 40.6Bq/kg、10.2～69.7Bq/kg 和 31.2Bq/kg、9.2～208Bq/kg 和 143.4Bq/kg。^{90}Sr 活度浓度范围分别为：3.15E-01～8.13E-01Bq/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、关键居民组
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	丰埇	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	丰田埇	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	墉尾	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	丰埇	N	
3	金平	N	
4	平垌村	NW	关键居民组
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	墉尾	SE	
19	坝仔	E	
20	气象站	E	
21	丰田埇	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	关键居民组

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	关键居民组，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	关键居民组；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	丰埇	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	丰田埇	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	墉尾	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 高气压电离室（瞬时） YB-IV 型高气压电离室（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核素	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 ^{3}H（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	NBM-550、SRM3006	《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～10^{7}nGy/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：HPGeγ 谱仪相对效率 38%　　样品几何尺寸：Φ70mm×70mm　　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　广东省水中氚活度浓度（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 年卫生部组织全国全国环境氚浓度调查。参考文献：中国环境水中氚浓度及其变化，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）

<table>
<tr><th>序号</th><th>核素</th><th>平均值</th><th>范围</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="4">广东省</td><td>^{238}U</td><td>30</td><td>0.86-30.7</td><td rowspan="8">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</td></tr>
<tr><td>^{226}Ra</td><td>5.87</td><td>4.31-7.1</td></tr>
<tr><td>^{232}Th</td><td>1.45</td><td>0.44-3.15</td></tr>
<tr><td>^{40}K</td><td>9830</td><td>2772-12514</td></tr>
<tr><td rowspan="6">全国</td><td>^{238}U</td><td>27</td><td>0.86-63.6</td></tr>
<tr><td>^{226}Ra</td><td>11.7</td><td>1.6-46</td></tr>
<tr><td>^{232}Th</td><td>2.14</td><td><0.04-23.9</td></tr>
<tr><td>^{40}K</td><td>10320</td><td>2500-21600</td></tr>
<tr><td>^{137}Cs</td><td>1.2</td><td>0.3-2.5</td><td rowspan="2">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》</td></tr>
<tr><td>^{90}Sr</td><td>2.2</td><td>0.79-4.9</td></tr>
</table>

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±2.2	原野、厂址区域
2	NW1	NW	0.9	56.5	54.3	55.4±1.6	草地、厂址区域
3	SW1	SW	0.2	21.9	22.3	22.1±0.3	草地、厂址区域
4	NE1	NE	0.8	71.6	57.8	64.7±9.8	草地
5	S1	S	0.7	35.9	39.9	37.9±2.8	原野
6	N1	N	0.7	53.7	63.6	58.7±7.0	原野
7	气象站	E	2.7	41.1	45.2	43.1±2.9	草地
8	E1	E	0.7	65.0	57.7	61.4±5.2	草地
9	NE1-1	NE	0.8	73.8	68.6	71.2±3.7	原野
10	E1-1	E	0.6	55.3	37.7	46.5±12.5	草地
11	N1-1	N	0.8	16.0	23.5	19.7±5.4	原野
12	N1-2	N	0.6	35.6	35.1	35.4±0.4	原野
13	SE1	SE	0.8	27.1	21.7	24.4±3.8	草地
14	北边界	N	0.8	34.5	44.1	39.3±6.8	林地、厂界
15	SW2	SW	0.6	36.8	37.8	37.3±0.7	草地
16	W2	W	1.5	68.5	68.7	68.6±0.2	草地
17	E2	E	0.5	77.3	62.8	70.0±10.2	林地
18	N2	N	1.6	59.0	89.1	74.0±21.3	草地
19	围肚	S	0.6	17.5	14.5	16.0±2.2	草地
20	SE2	SE	2.6	34.5	33.2	33.9±0.9	草地
21	NW2	NW	1.1	36.4	55.7	46.0±13.6	林地
22	孔子坡	NE	1.5	33.5	38.9	36.2±3.9	草地
23	南垌村	S	3.3	50.9	40.5	45.7±7.4	草地
24	SE2-1	SE	2.8	27.8	38.1	32.9±7.3	草地
25	金塘	W	2.7	19.4	16.7	18.0±1.9	草地
26	对岸	W	2.9	52.0	48.4	50.2±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、关键居民组
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、关键居民组
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	墉尾	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	丰埇	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	埇尾	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±0.58）E+01	（4.73±0.71）E+01	（3.53±0.53）E+02	（4.88±0.73）E+01
21	丰田埇	2019.11.2	3	E	6.8	（1.28±0.19）E+01	（3.56±0.53）E+01	（1.24±0.19）E+02	（3.20±0.48）E+01
22	文头岭	2019.11.2	3	NE	2.8	（2.66±0.40）E+01	（2.33±0.35）E+01	（2.08±0.31）E+01	（6.69±1.00）E+01
23	红江农场	2019.11.1	3	NE	7.4	（2.07±0.31）E+01	（3.34±0.50）E+01	（1.53±0.23）E+02	（4.76±0.71）E+01
24	望观岭	2019.11.2	3	NE	5.1	（3.07±0.46）E+01	（3.76±0.56）E+01	（4.16±0.62）E+01	（7.43±1.12）E+01
25	鹤地水库	2019.11.2	3	S	2.8	（2.19±0.33）E+01	（4.94±0.74）E+01	（3.02±0.45）E+02	（5.47±0.82）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	≤2.8E-01	≤3.8E-01	≤3.0E-01	≤4.3E-01	≤3.8E-01	≤1.8E-01
2	丰埇	2019.11.1	3	N	3.7	≤2.7E-01	≤4.1E-01	≤2.9E-01	≤3.7E-01	≤3.3E-01	≤1.8E-01
3	金平	2019.11.1	3	N	5.5	≤2.4E-01	≤3.2E-01	≤2.5E-01	≤3.4E-01	≤2.7E-01	（8.14±0.8）E-01
4	平垌村	2019.10.29	3	NW	1.5	≤3.8E-01	≤4.1E-01	≤3.3E-01	≤4.0E-01	≤3.5E-01	（2.13±0.24）E-01
5	高桥镇	2019.10.30	3	NW	6.1	≤2.6E-01	≤3.2E-01	≤2.7E-01	≤3.5E-01	≤3.5E-01	（5.54±0.05）E-01
6	山口镇	2019.10.30	3	NW	8.3	≤4.9E-01	≤4.9E-01	≤4.5E-01	≤5.8E-01	≤5.6E-01	（8.66±0.47）E-01
7	金塘	2019.11.1	3	W	2.7	≤2.0E-01	≤3.0E-01	≤1.9E-01	≤2.4E-01	≤2.2E-01	（6.85±0.89）E-01
8	对岸	2019.11.1	3	W	2.9	≤1.6E-01	≤2.9E-01	≤3.1E-01	≤2.3E-01	≤2.7E-01	（6.87±0.71）E-01
9	武留村	2019.10.30	3	S	2.8	≤1.7E-01	≤2.1E-01	≤3.2E-01	≤4.6E-01	≤3.5E-01	（5.51±0.04）E-01
10	海边塘	2019.11.1	3	SW	3.3	≤2.0E-01	≤2.5E-01	≤1.9E-01	≤2.3E-01	≤2.2E-01	（7.37±0.4）E-01
11	大村	2019.10.30	3	SW	7.8	≤2.6E-01	≤3.6E-01	≤2.5E-01	≤4.1E-01	≤3.4E-01	（3.42±0.04）E-01
12	那畔村	2019.10.29	3	SW	9.2	≤2.4E-01	≤4.2E-01	≤2.6E-01	≤3.5E-01	≤2.7E-01	（4.33±0.03）E-01
13	围肚	2019.11.2	3	S	2.8	≤1.8E-01	≤2.2E-01	≤3.3E-01	≤2.8E-01	≤2.9E-01	1.69±0.05
14	下塘村	2019.11.2	3	S	9.4	≤2.1E-01	≤3.5E-01	≤1.8E-01	≤2.7E-01	≤2.3E-01	（6.34±0.35）E-01
15	旧埠村	2019.11.2	3	S	6.1	≤2.0E-01	≤2.6E-01	≤1.7E-01	≤2.4E-01	≤2.1E-01	≤1.8E-01
16	车板镇东	2019.11.2	3	S	2.8	≤1.8E-01	≤2.6E-01	≤4.2E-01	≤2.8E-01	≤3.5E-01	（3.17±0.4）E-01
17	凤凰山	2019.11.2	3	SE	7.0	≤2.9E-01	≤3.7E-01	≤3.0E-01	≤4.3E-01	≤3.8E-01	（3.35±0.64）E-01
18	埇尾	2019.11.2	3	E	2.5	≤2.1E-01	≤3.5E-01	≤1.9E-01	≤2.5E-01	≤2.0E-01	（2.04±0.28）E-01
19	坝仔	2019.10.31	3	E	4.7	≤1.7E-01	≤2.1E-01	≤1.8E-01	≤2.2E-01	≤2.3E-01	（5.81±0.04）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	≤3.4E-01	≤3.7E-01	≤3.1E-01	≤4.0E-01	≤3.8E-01	1.36±0.05
21	丰田埇	2019.11.2	3	E	6.8	≤2.3E-01	≤3.2E-01	≤2.2E-01	≤3.1E-01	≤2.9E-01	1.35±0.10
22	文头岭	2019.11.2	3	NE	2.8	≤1.9E-01	≤3.8E-01	≤1.7E-01	≤2.4E-01	≤2.4E-01	（6.22±0.78）E-01
23	红江农场	2019.11.1	3	NE	7.4	≤2.2E-01	≤2.7E-01	≤2.1E-01	≤2.8E-01	≤2.6E-01	（7.48±1.1）E-01
24	望观岭	2019.11.2	3	NE	5.1	≤2.2E-01	≤3.4E-01	≤2.2E-01	≤3.2E-01	≤2.5E-01	≤1.8E-01
25	鹤地水库	2019.11.2	3	S	2.8	≤2.3E-01	≤3.1E-01	≤5.6E-01	≤2.7E-01	≤4.8E-01	≤1.80E-01

表 3.1-24　气溶胶放射性核素测量结果

单位：　Bq/m^3

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	≤4.1E-04	≤5.7E-04	≤9.1E-04	≤5.9E-04	≤1.0E-03
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	≤4.1E-04	≤6.7E-04	≤1.0E-03	≤6.7E-04	≤1.1E-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	^{3}H
1	旧埠村	2019.11	200	S	6.0	≤5.1E-02	（1.30±0.07）E-01	（3.85±0.26）E-04	（3.41±0.25）E-01
2	塘仔山村	2019.11	200	NW	1.2	≤7.3E-02	（1.39±0.07）E-01	≤6.2E-05	（5.14±0.43）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	≤3.8E-04	≤4.5E-04	≤6.0E-04	≤4.0E-04	≤8.4E-04
2	九洲江	2019.11	200	SE	15.5	≤1.1E-03	≤1.9E-03	≤2.4E-03	≤2.0E-03	≤2.7E-03
3	长青水库	2019.11	200	NE	29.9	≤4.9E-04	≤6.4E-04	≤8.5E-04	≤5.8E-04	≤1.2E-03
4	石角潭水库	2019.11	200	NW	9.9	≤3.3E-04	≤4.8E-04	≤8.3E-04	≤5.2E-04	≤9.8E-04
5	鹤地水库	2019.11	200	NE	55.1	≤3.8E-04	≤4.5E-04	≤8.8E-04	≤3.8E-04	≤1.0E-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	^{3}H
1	沙帽江	2019.11	200	N	4.8	（2.16±0.22）E-04	（2.32±0.21）E-01
2	九洲江	2019.11	200	SE	15.5	（3.67±1.00）E-04	（3.46±0.29）E-01
3	长青水库	2019.11	200	NE	29.9	≤2.8E-04	（3.26±0.27）E-01
4	石角潭水库	2019.11	200	NW	9.9	≤6.6E-05	（4.39±0.43）E-01
5	鹤地水库	2019.11	200	NE	55.1	≤2.3E-04	（2.83±0.29）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	≤4.1E-04	≤5.7E-04	≤9.1E-04	≤5.9E-04	≤1.0E-03
2	排水口	2019.11	200	SW	12	≤4.1E-04	≤6.7E-04	≤1.0E-03	≤6.7E-04	≤1.1E-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）	^{110m}Ag	^{106}Ru	总 β	^{90}Sr	^{3}H
1	取水口	2019.11	200	SW	10	≤4.1E-04	≤5.7E-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	≤4.1E-04	≤6.7E-04	1.70±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±0.22）E+01	（1.09±0.16）E+01	（1.84±0.28）E+02	（2.10±0.32）E+01
2	排水口	2019.11	3	SW	12	（3.73±0.56）E+01	（6.00±0.90）E+01	（1.73±0.26）E+02	（4.79±0.72）E+01
3	中堂村	2019.11	3	SW	11.7	（9.01±1.35）E+00	（5.61±0.84）E+00	（9.21±1.38）E+00	（1.02±0.15）E+01
4	龙头沙码头	2019.11	3	S	9.4	（5.18±0.78）E+01	（8.59±1.29）E+01	（2.08±0.31）E+02	（6.97±0.10）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	≤2.7E-01	≤3.1E-01	≤2.3E-01	≤3.2E-01	≤3.8E-01	（4.28±0.50）E-01
2	排水口	2019.11	3	SW	12	≤4.6E-01	≤4.9E-01	≤4.2E-01	≤5.8E-01	≤5.0E-01	（6.10±0.92）E-01
3	中堂村	2019.11	3	SW	11.7	≤1.9E-01	≤1.8E-01	≤1.5E-01	≤1.7E-01	≤2.0E-01	（3.15±0.41）E-01
4	龙头沙码头	2019.11	3	S	9.4	≤4.0E-01	≤4.9E-01	≤3.6E-01	≤4.9E-01	≤4.1E-01	（8.13±0.71）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	QUANTULUS 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≤8.96≤19.20	
β 检验结果	8.96≤10.34≤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	丰埇	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		40.7	38.46	2.8
23	E1-1	E	0.6	2020.01	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	0.5
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

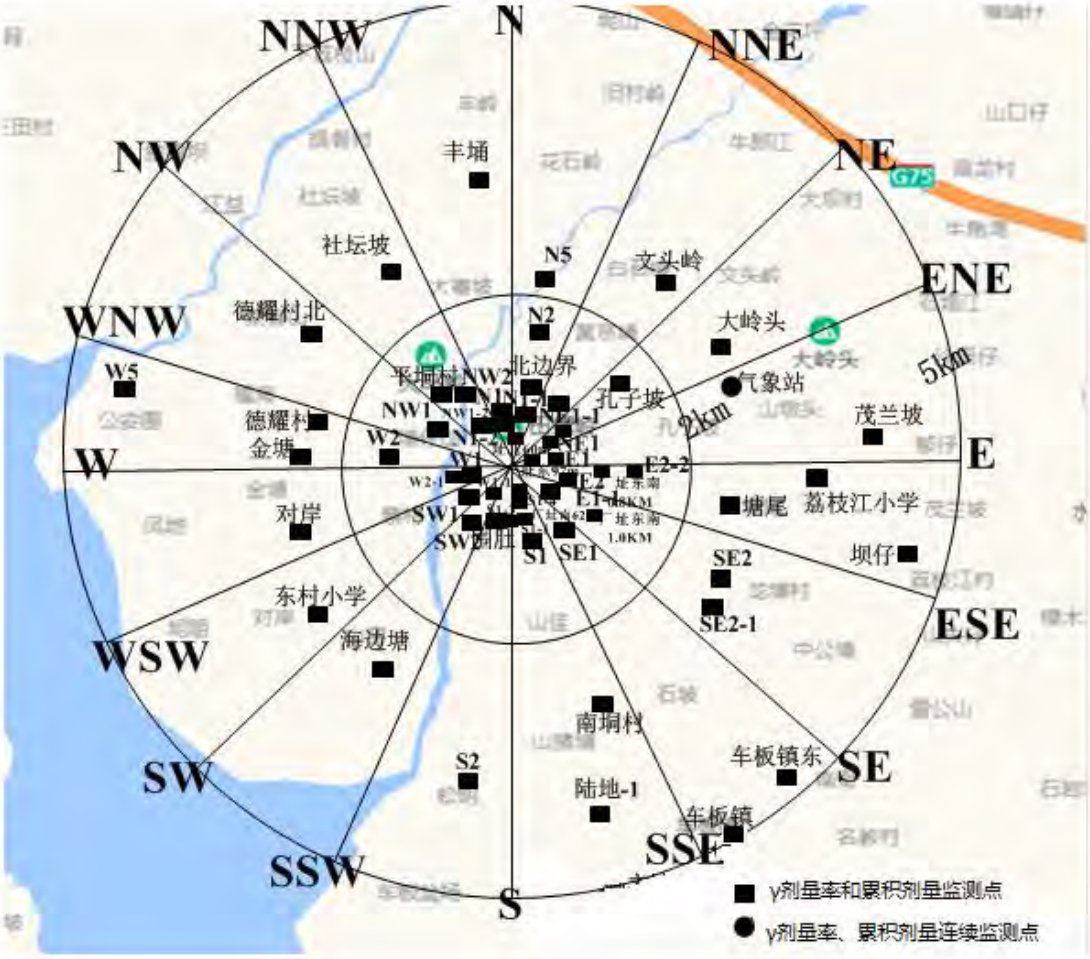


图 3.1-1　厂址 5km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

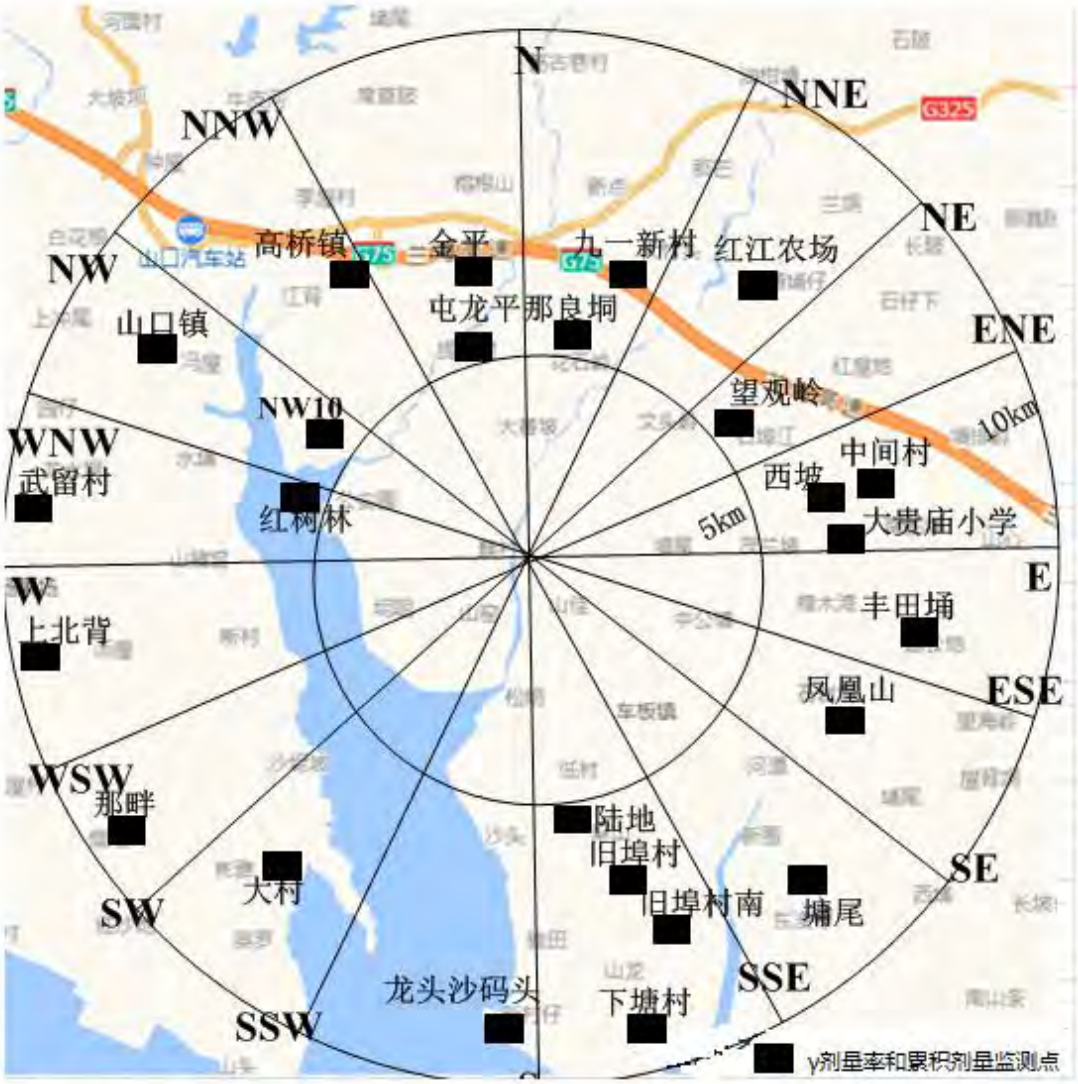


图 3.1-2　厂址 5～10km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

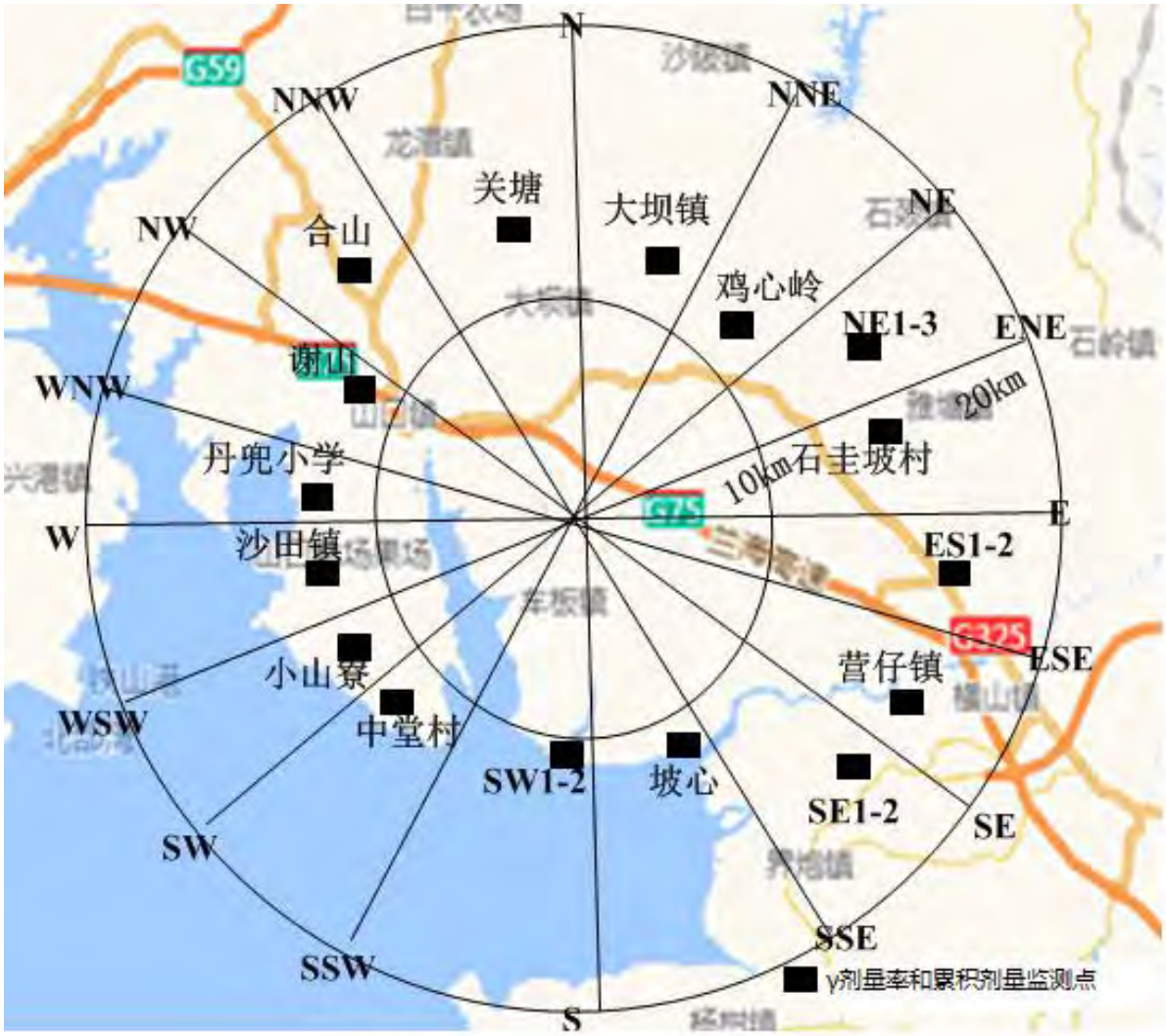


图 3.1-3　厂址 10～20km 范围内陆地环境贯穿辐射布点示意图

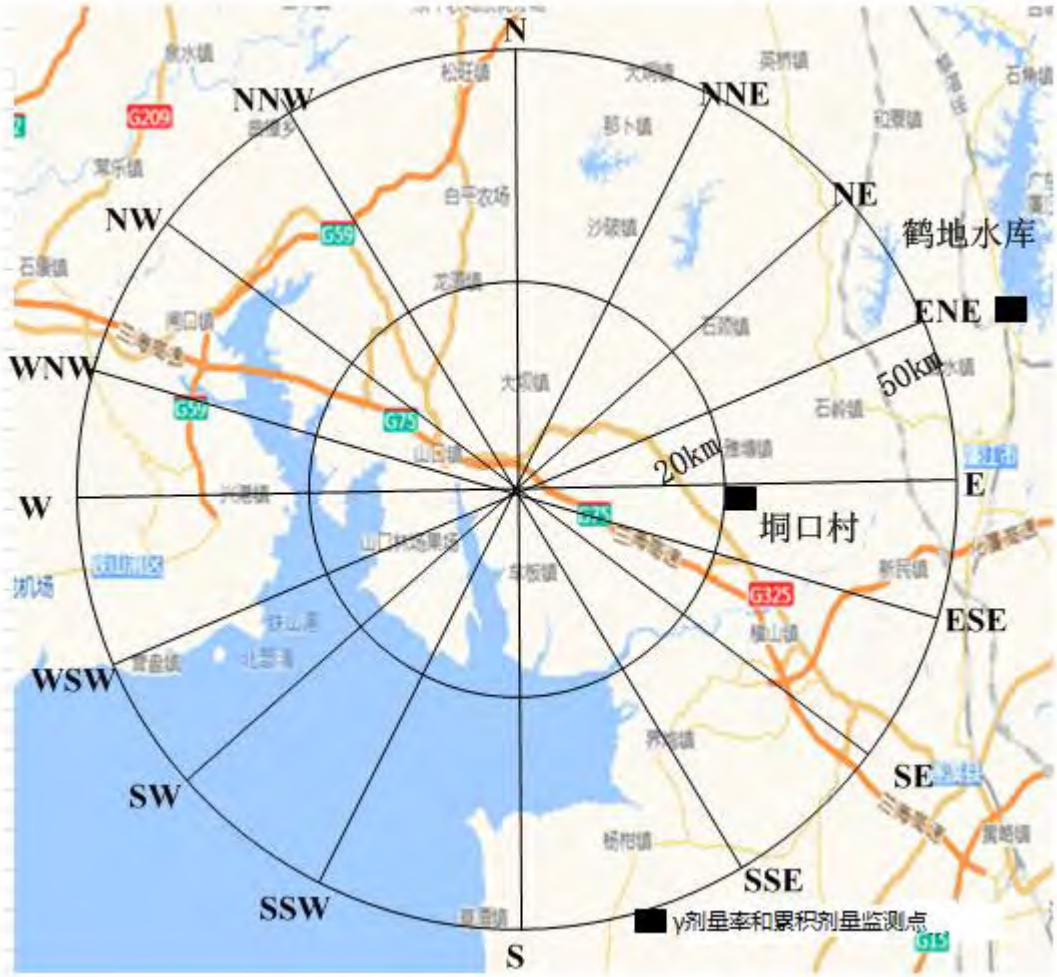


图 3.1-4　陆地环境贯穿辐射对照点示意图

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

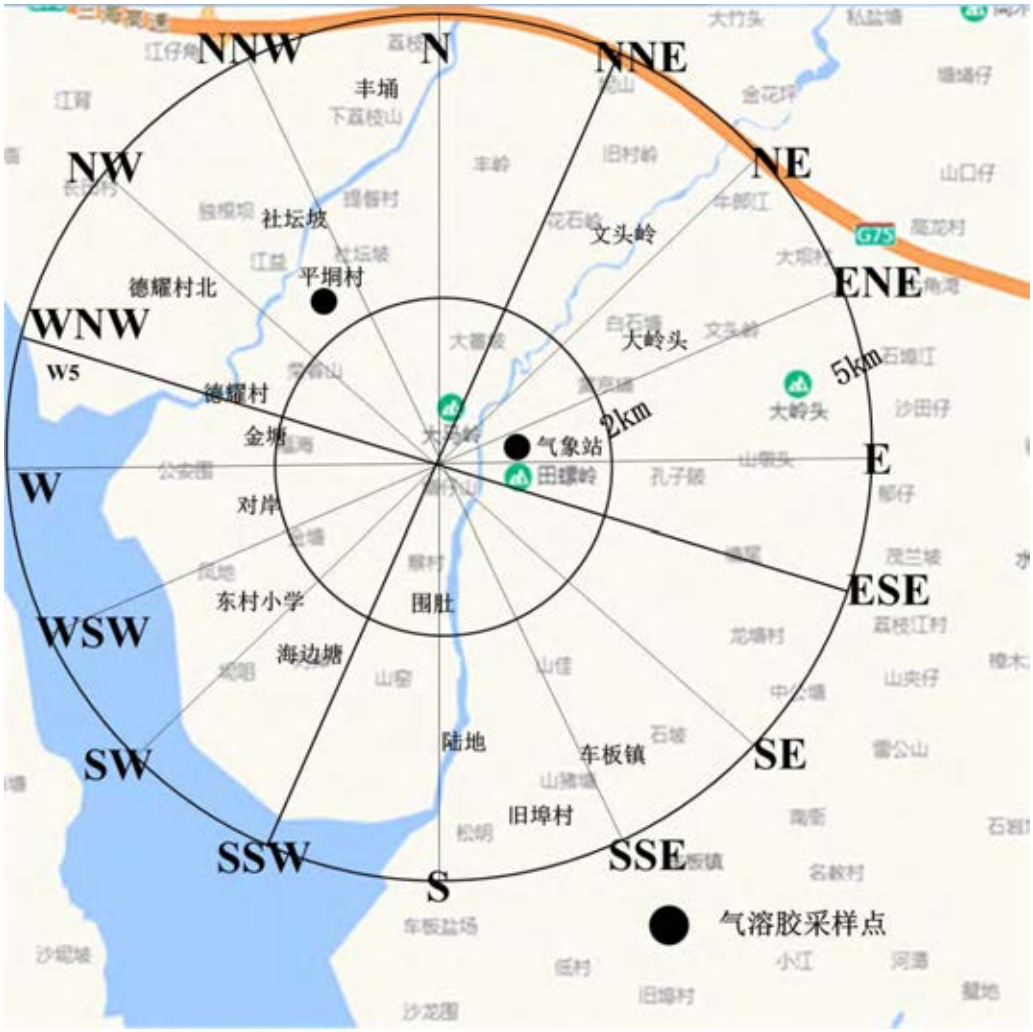


图 3.1-7　气溶胶采样点示意图

图 3.1-8　非受纳水体取样点示意图

图 3.1-9　受纳水体采样点示意图

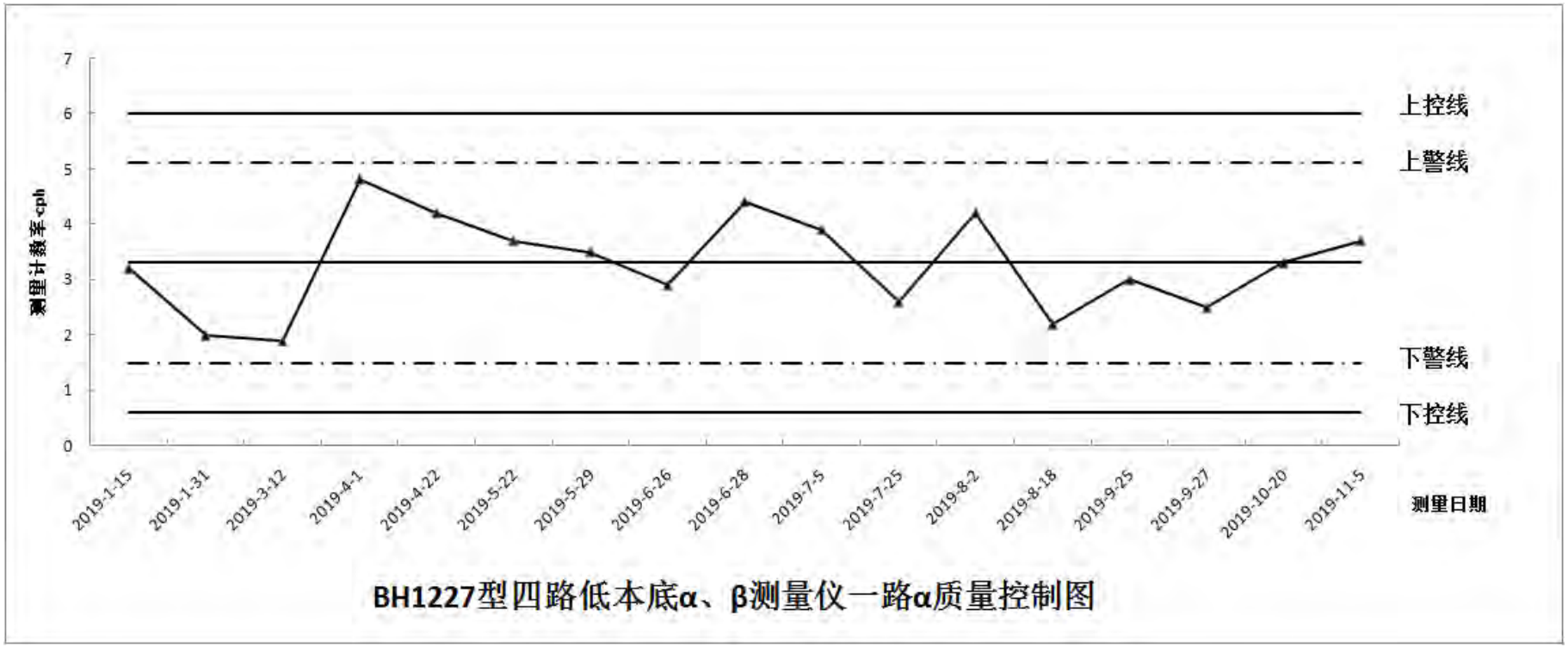


图 3.1-10　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第一路 α 本底质量控制图

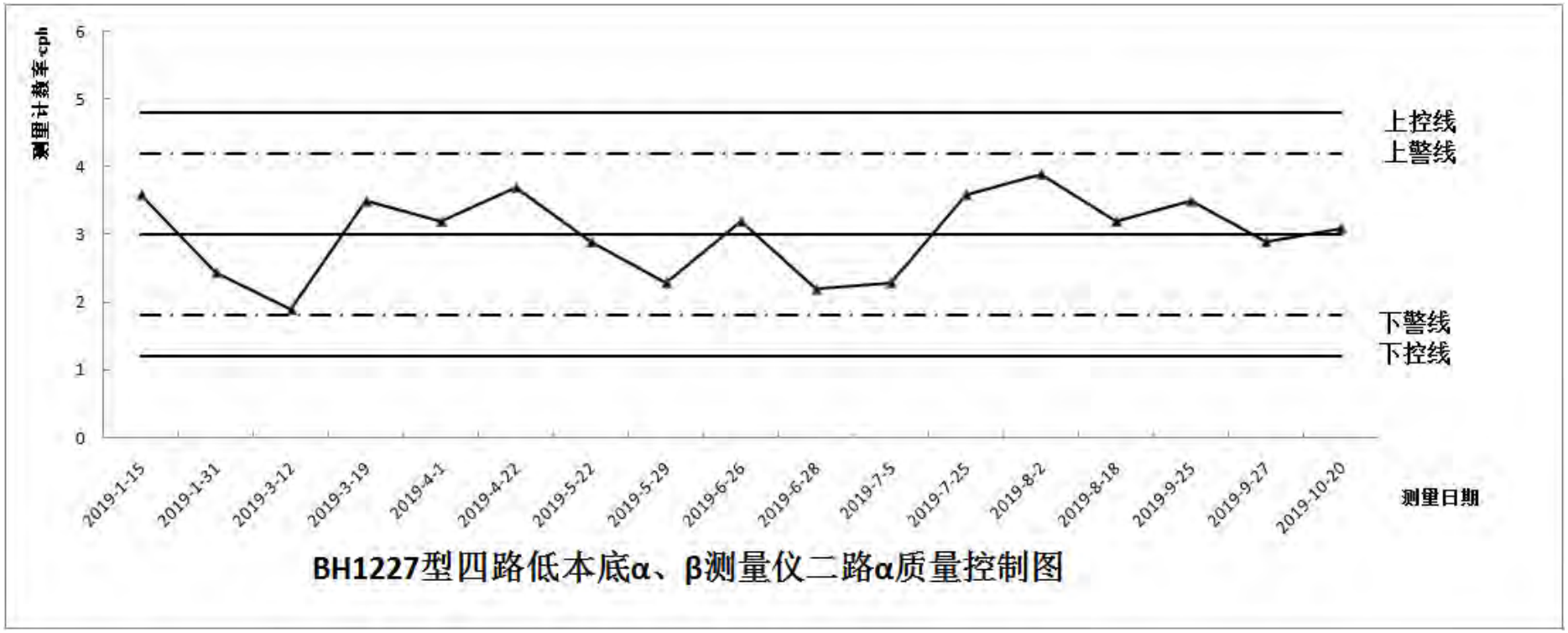


图 3.1-11　　BH1227 型四路低本底 α / β 测量仪第二路 α 本底质量控制图

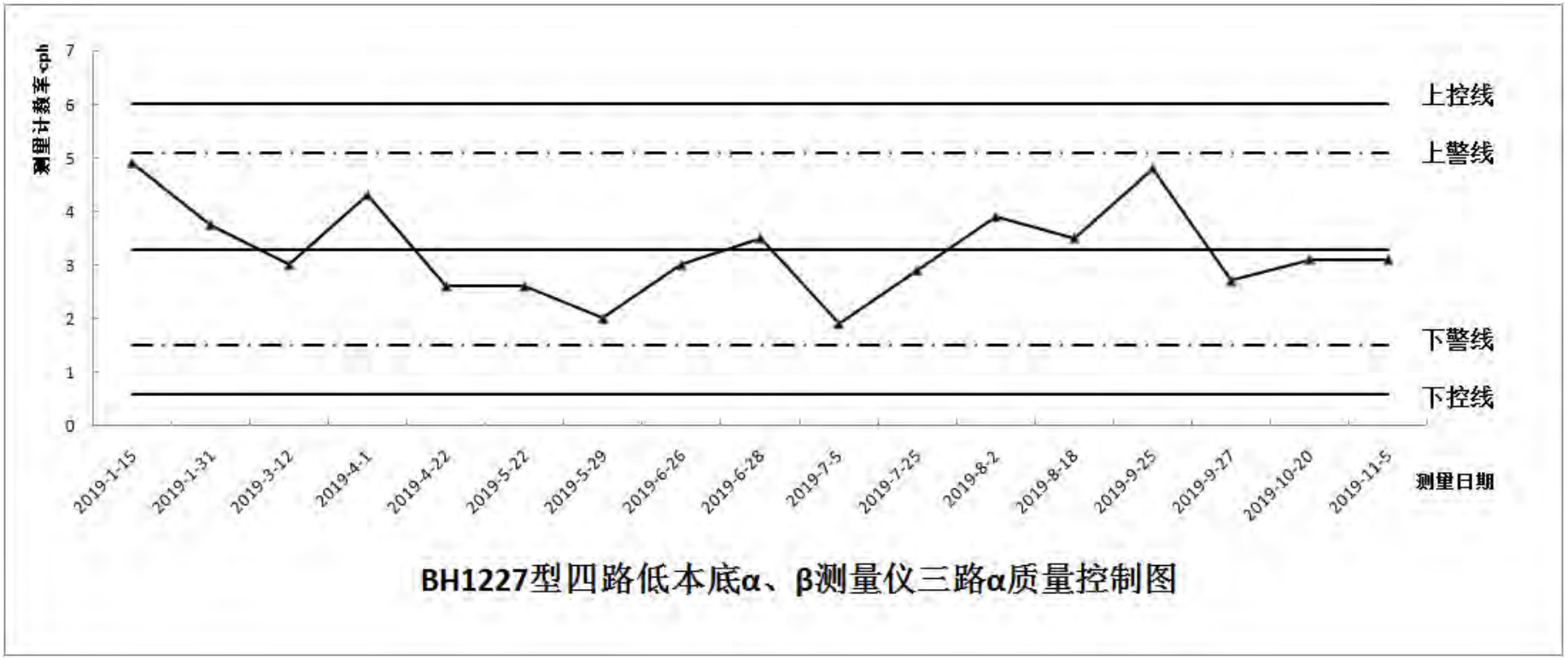


图 3.1-12　　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第三路 α 本底质量控制图

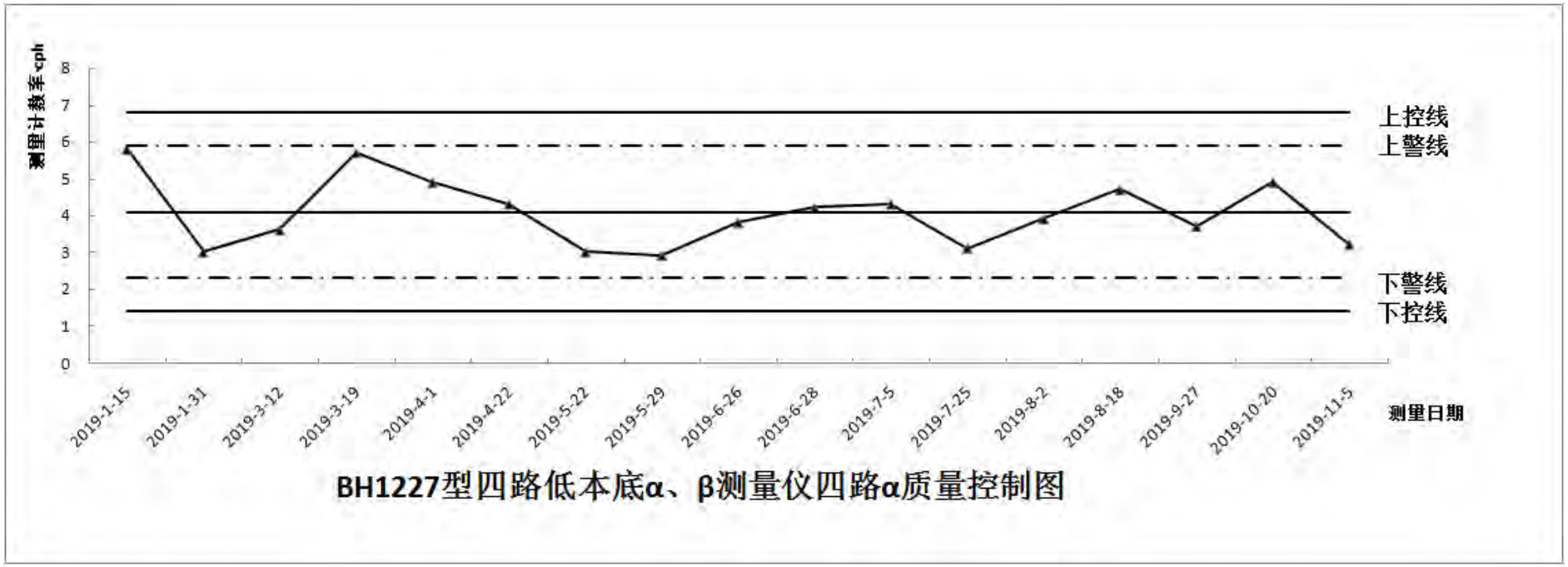


图 3.1-13　　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第四路 α 本底质量控制图

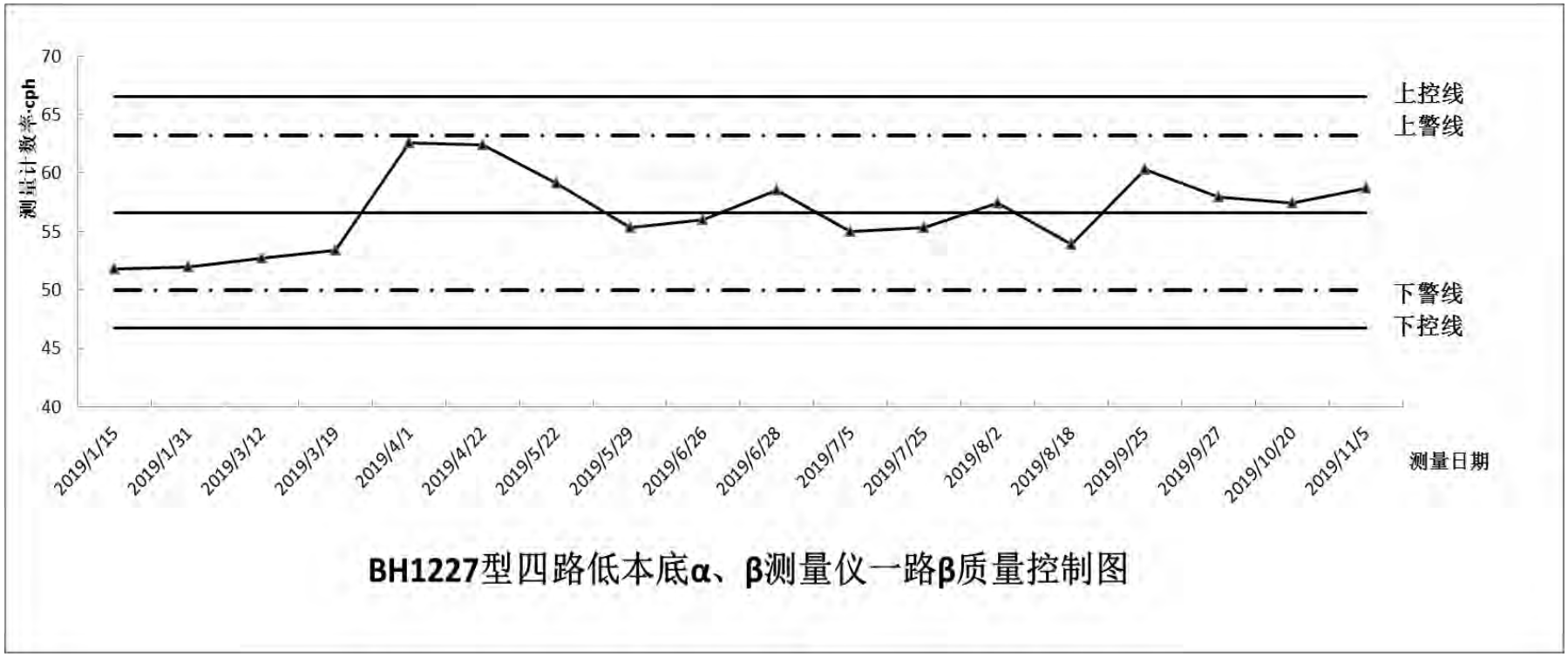


图 3.1-14　　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第一路 β 本底质量控制图

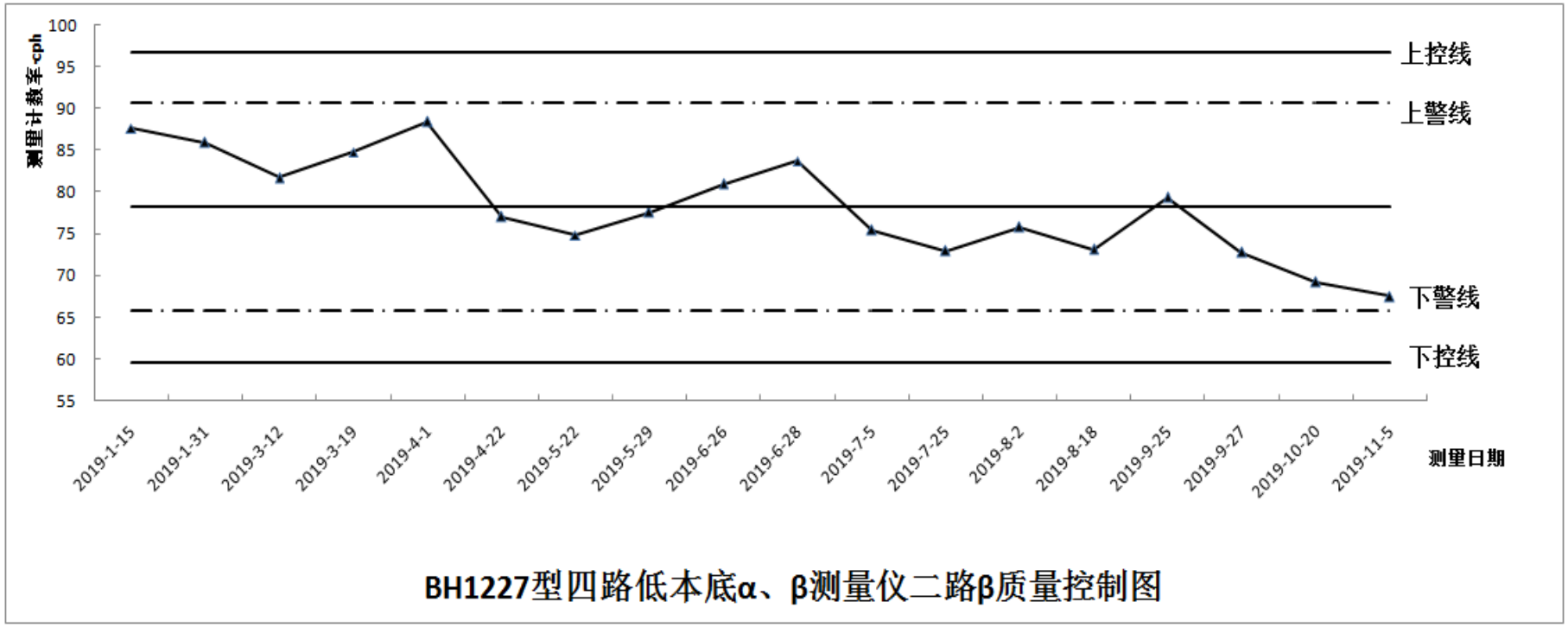


图 3.1-15　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第二路 β 本底质量控制图

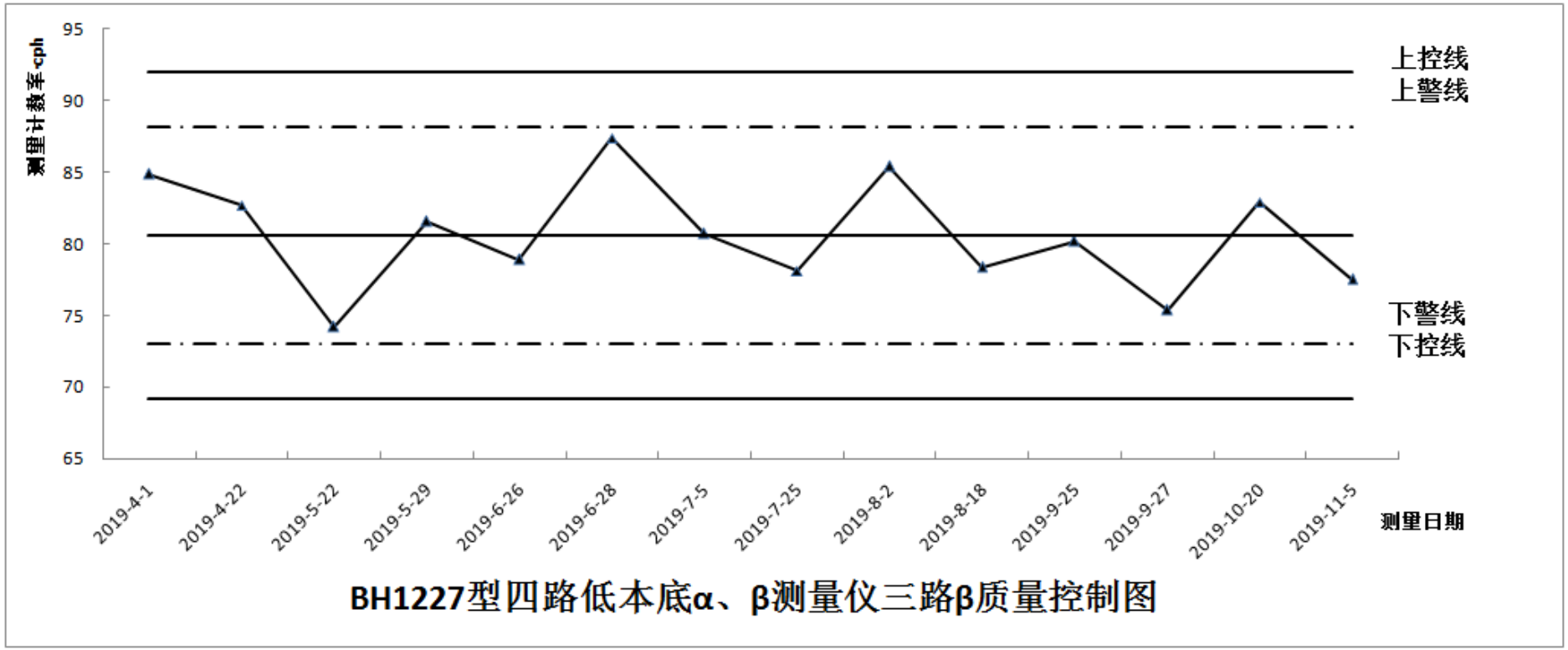


图 3.1-16　　BH1227 型四路低本底 α/β 测量仪第三路 β 本底质量控制

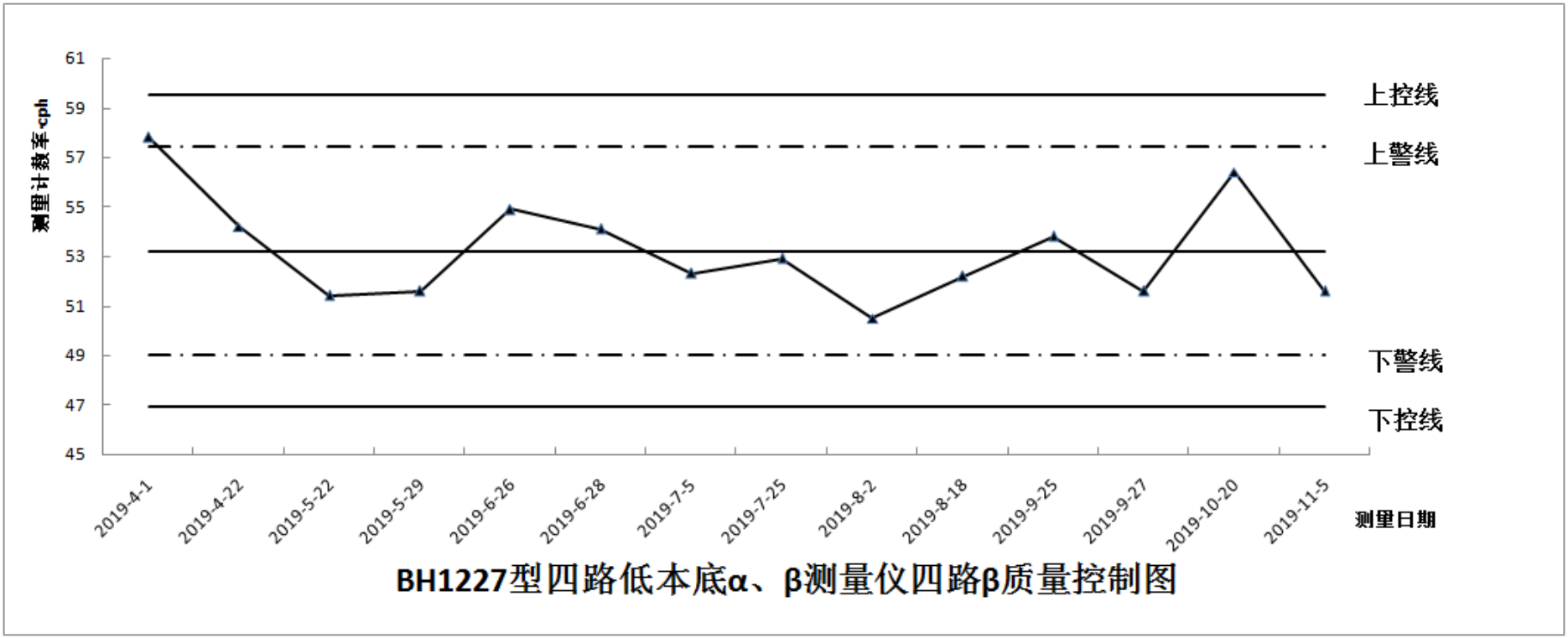


图 3.1-17 BH1227 型四路低本底 α / β 测量仪第四路 β 本底质量控制图

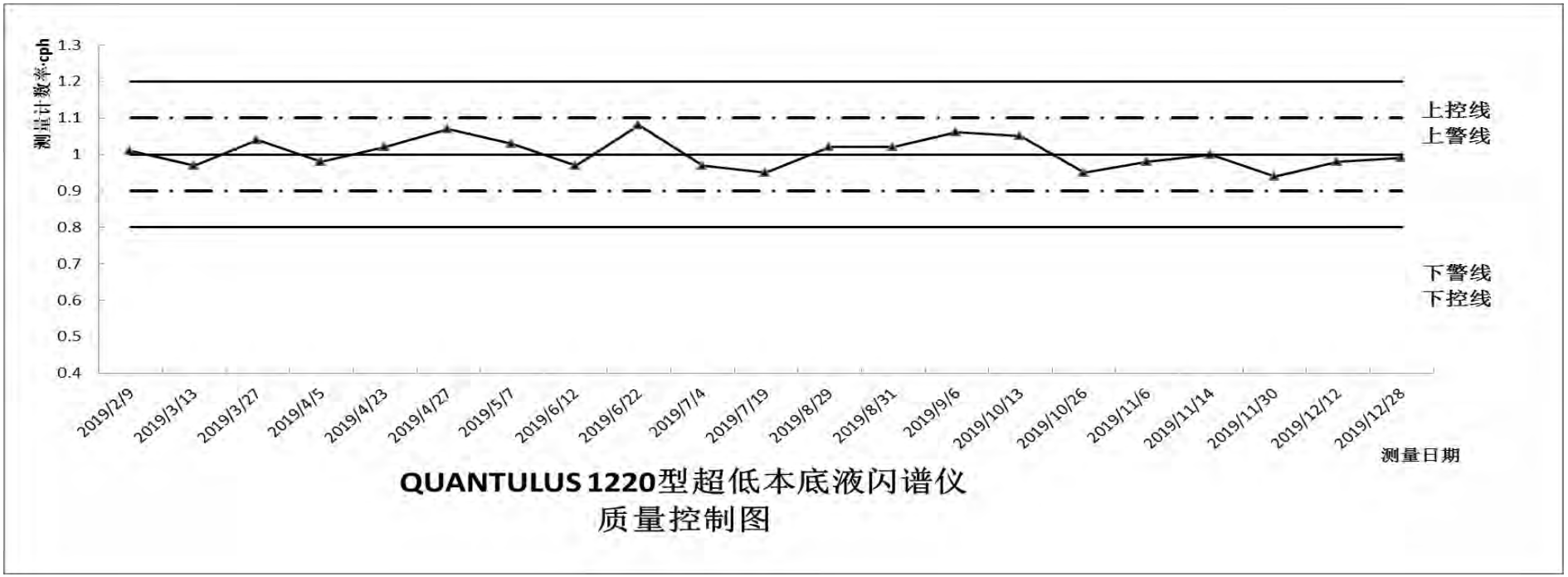


图 3.1-18　QUANTULUS 1220 型超低本底液闪谱仪本底质量控制图

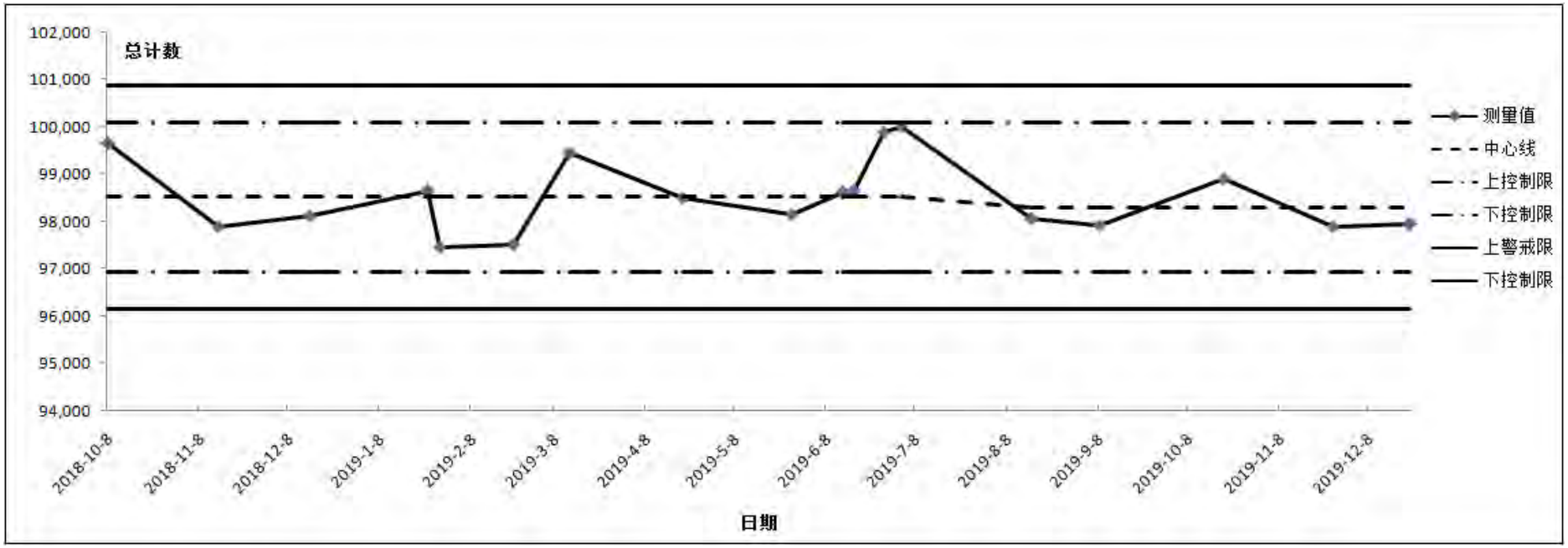


图 3.1-19　BE6530 型高纯锗 γ 谱仪本底质量控制图

3.2 非辐射环境质量现状

中国辐射防护研究院于2017年12月上旬在广东廉江核电厂厂址周围对大气环境、噪声和地表水环境进行了调查和监测工作，并完成了《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测报告》。中国原子能科学研究院于2015年对本工程所在周边区域开展电磁环境现状进行了监测，并完成了《广东廉江核电项目可研阶段环境辐射本底概况初步调查报告》。国家海洋局南海调查技术中心于2017~2018对厂址周围海水环境进行调查和监测工作，并完成了《国核廉江核电项目厂址邻近海域水生生态调查总报告书（终稿）》。本节根据《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测报告》、《国核廉江核电项目厂址邻近海域水生生态调查总报告书（终稿）》以及《广东廉江核电项目可研阶段环境辐射本底概况初步调查报告》，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 大气环境质量现状初步调查

本工程厂址半径5km范围内的环境空气保护目标有该范围内的居民点、学校、养老院等（居民点见第二章表2.2-1，养老院和学校见表3.2-1和表3.2-2），除此之外，项目距离广东湛江红树林国家级自然保护区大于2km，厂区与高桥保护小区的最近距离为2700m。

经向厂址所在湛江市生态环境局廉江分局调查了解，廉江市辖区范围内共有1处固定的大型大气污染源具体情况见表3.2-3，厂址半径5km范围内无其他固定的或移动的大气污染源，环境空气状况良好。

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，厂址区域在盛行北或东北风期间，风会将其他地方的污染空气吹至厂址附近，此期间厂址附近空气状况较差，故非放射性大气环境本底监测于冬季12月份（不利季节）上旬开展，根据厂址周边季节性气象特征，冬季主导风向为N。

3.2.1.2 大气环境质量监测方案

非放射性大气环境本底监测于冬季12月份（不利季节）开展，监测因子为二氧化硫（SO_2）、颗粒物（TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$）、二氧化氮（NO_2）、一氧化碳（CO），采样时间及频率见表3.2-4。监测时间为12月9日~12月15日共7

天。监测范围为厂址反应堆为中心，半径 5km 范围内的区域。区域内共布设 4 个监测点位。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，应急道路沿线设 1 个监测点。考虑到监测设备用电和运行安全，故拟建厂址监测点位选择在距离厂址中心点较近的黄京埇，监测点布设位置位于厂址中心点 NE 方位，距离 775 米。具体点位见表 3.2-5 和图 3.2-1。

采样期间同时记录 02:00 时、08:00 时、14:00 时、20:00 时气温、气压、风向、风速等有关气象资料，见表 3.2-6。

大气环境质量监测中采用的监测方法见表 3.2-7，监测及分析的主要仪器设备见表 3.2-8。

3.2.1.3　大气环境质量监测结果

各监测点位的大气环境 TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2 日均值监测数据和各监测点位的大气环境 CO、SO_2、NO_2 小时值监测数据统计见表 3.2-9。

从监测结果可以看出，TSP、PM_{10} 日均值监测数据最大值分别为 0.173mg/m^3、0.148mg/m^3（2017.12.11，南垌村），NO_2 日均值监测数据最大值为 0.011mg/m^3（2017.12.10，花石岭村），$PM_{2.5}$ 日均值监测数据最大值为 0.148mg/m^3（2017.12.11，黄京埇（厂址）），SO_2 日均值监测数据均未检出。厂址附近的常规污染因子日均值除 $PM_{2.5}$ 超标，其余均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准。

NO_2 小时均值监测数据最大值为 0.015mg/m^3（2017.12.12，20：00，应急道路沿线），CO 和 SO_2 小时均值监测数据未检出，均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准。

用环境空气质量标准同监测结果对比进行分析，并选用单因子污染指数公式进行比较，《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的污染物浓度限值见表 3.2-10，比较结果见表 3.2-11。

3.2.1.4　大气环境质量现状评述

由表 3.2-6 和表 3.2-7 的大气环境质量现状监测结果可见，大气环境 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2 日均值监测数据和 CO、SO_2、NO_2 小时值监测数据均小于《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准规定的相应限值，污染指数均小于 1。$PM_{2.5}$ 污染指数存在大于（或等于）1 的情况，环境空气质量超过《环境空气

质量标准》（GB 3095-2012）二级标准限值。分析 $PM_{2.5}$ 污染物超标的可能原因如下：

1）2017 年冬季以来，广东、广西等地区出现大范围的环境空气质量轻度污染、中度污染天气，首要污染物为 $PM_{2.5}$，受大范围的空气污染影响，本项目监测期间内 $PM_{2.5}$ 超标。

2）监测期间内，农民用燃烧的方法处理农田中的秸秆，形成烟雾，也会一定程度上造成 $PM_{2.5}$ 增加。

3）$PM_{2.5}$ 指标与监测期间内大气扩散情况有关。监测期间内，风力主要为 1~2 级，天气系统较稳定，不利于 $PM_{2.5}$ 的扩散，从而造成 $PM_{2.5}$ 超标。

综上所述，本工程厂址周边区域的大气环境质量除 $PM_{2.5}$ 存在超标情况，其余监测因子均处于《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准水平，当地冬季环境空气质量较好。

3.2.2 声环境质量现状调查与评价

3.2.2.1 声环境质量现状初步调查

本工程厂址半径 5km 范围内的声环境保护目标主要为该范围内的居民点、学校、养老院（居民点见第二章表 2.2-1，养老院和学校见表 3.2-1 和表 3.2-2）。

经向厂址所在湛江市生态环境局廉江分局调查了解，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。

3.2.2.2 声环境质量监测方案

与非放射性大气环境本底监测同步，选择 12 月份上旬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 SD。测量期间为无雨天，风力小于 5m/s。

监测范围为以厂址反应堆为中心 5km 半径范围内陆域。总共布设了 78 个监测点位，分别为：①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（24h 监测），共 9 个监测点。②厂址半径 5km 范围陆域：a、以 1km×1km 网格进行布点，网格布点 48 个；b、在居民集中点布设 14 个测量点，在冷却塔补水取水口设 1 个测量点，在交通干线布设 4 个测量点，在厂址附近工业企业设 1 个测量点，在距离厂址最近的大坝小学布设 1

个噪声监测点，共计布设 21 个噪声测量点。厂址半径 5km 范围环境噪声监测布点情况见表 3.2-12 和图 3.2-2~图 3.2-7。

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 1m，传声器距地面的垂直距离不小于 1.2~1.5m，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 10min 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。

测量仪器为 HS6288（E）多功能噪声分析仪。校准器为 HS6020 声校准器。

3.2.2.3　声环境质量监测结果

声环境质量检查结果见表 3.2-13 至 3.2-16。

根据《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》，详见附件一，厂址附近集中居民点、陆域网格、定点环境噪声监测结果与《声环境质量标准》（GB 3096-2008）（标准限值见表 3.2-17）1 类声环境功能区限值进行比较；厂址附近工业企业、主要养殖场等处的工业生产噪声与《声环境质量标准》3 类声环境功能区限值进行比较；交通噪声监测结果与《声环境质量标准》4a 类声环境功能区限值进行比较。

监测数据表明，本项目厂址区域内噪声、厂址附近集中居民点、环境敏感目标、陆域网格、定点噪声监测结果（Leq）除茂兰坡（55.6dB）、红江 36 队（55.6dB）2 处居民点昼间噪声超标，厂址区域内办公区（45.1dB）、德耀村（45.4dB）、红江 36 队（45.7dB）、冷却塔补水取水口（45.2dB）4 处夜间噪声超标，其余监测点均低于《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 55dB、夜间 45dB 的限值；1 个工业噪声监测结果（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 的限值；4 个交通噪声监测点，其中 G75 国道昼间噪声及夜间噪声超标，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。

3.2.2.4　声环境质量现状评述

分析居民点噪声超标原因主要为：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，有村民经过测量点，说话声、狗

叫声都会造成噪声测量值偏高。交通噪声超标的原因主要为：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，车辆较多，同时存在鸣笛情况会造成噪声测量值偏高。

故经上述分析可见，除一些偶然因素导致居民点噪声超标，和道路交通噪声超标外，厂址 5km 范围内的声环境质量较好。

3.2.3 受纳水体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。厂址 15km 范围内较大的河流为大坝河，厂址附近有两个水库，分别为南蒙塘水库和山佳水库。

国家海洋局南海调查技术中心于 2017~2018 对厂址周围地表水环境进行调查和监测工作，共进行了春、夏、秋、冬四季调查，共测试了 36 项水质指标。中国辐射防护研究院于 2017 年 12 月对南蒙塘水库和山佳水库布设两个监测点，测定了 13 项水质指标。大坝河的水质引用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的检测数据。

3.2.3.1 水环境质量现状初步调查

《湛江市环境质量年报简报》（2017 年）显示，2017 年全市 4 个开展常规监测的入海河口断面均符合相应的水质目标要求。鉴江黄坡断面、袂花江大山江断面、九洲江安铺断面、九洲江营仔断面水质类别均为III类，达到III类水质目标要求，水质良好。2017 年，覆盖整个湛江市近岸海域的 12 个功能区监测点位，除湛江港三类区未达到相应的水质功能区目标外，其他 11 个点位均达到相应的水质目标要求，水质总体良好。水质类别以一类、二类海水为主，其中一类海水占 50.0%、二类海水占 41.7%、劣四类海水占 8.3%，水质优良率为 91.7%。

《2017 年北海区海洋环境公报》显示，2017 年，北海区海洋环境质量总体状况较好，近岸局部海域环境污染较重，沉积物综合质量良好。

经向湛江市生态环境局廉江分局调查了解，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。

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，厂址排水口周边的近岸海域环境功能区详见表 3.2-18 和图 3.2-8。

根据广西壮族自治区人民政府 2011 年 5 月 6 日印发《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案的通知》（桂政办发〔2011〕74 号），广西近岸海域环境功能区以三类、四类海水水质目标为主。项目周边广西海域环境功能区详见表 3.2-19 和图 3.2-9。

3.2.3.2　水环境质量监测方案

3.2.3.2.1 地表水环境质量监测方案

1）调查范围

调查范围为厂址附近的南蒙塘水库和山佳水库，以及以厂址反应堆为中心，半径 15km 范围内的大坝河。

2）调查项目

南蒙塘水库和山佳水库布设两个监测点，测定 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD_5、凯氏氮或非离子氨、酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总磷、水温以及悬浮物。

大坝河水质采用资料调查和引用已有资料的方法，收集到的水质指标有 pH、总磷、悬浮物和 BOD_5。

3）调查时间

地表水监测时间分 3 次进行：2017 年 12 月上旬（平水期）2018 年 3 月（枯水期），2018 年 6 月（丰水期）。每期每个监测点各取一次水样。

4）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/T91-2002）要求的方法进行。现场监测分析方法依据及检出限见表 3.2-20。

3.2.3.2.2 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，站位布设采用一条主辐射式断面，4 条辅助

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 28 个调查站的水样，地表水监测采样点位示意图见图 3.2-10。

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：2017 年 11 月 17 日至 27 日的大潮期进行；

冬季：2018 年 1 月 14 至 18 日大潮期进行；

春季：2018 年 4 月 6 日至 14 日的大潮期进行；

夏季：2018 年 8 月 21 日至 26 日的大潮期进行。

4）采样方法

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，进行透明度、水色等现场观测，按照海洋监测规范要求，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，不在规范内的项目参照其他国标或行业标准测试，水样分析方法和检出限见表 3.2-21。

3.2.3.3 水环境质量监测结果

3.2.3.3.1 地表水环境质量监测结果

对南蒙塘水库、山佳水库进行取样检测的检测。2017 年 12 月平水期的水质结果见表 3.2-22。

收集到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，结果见表 3.2-23 和表 3.2-24。

3.2.3.3.2 海水环境质量监测结果

2017~2018 年春、夏、秋、冬四季各断面的水化学监测成果见表 3.2-25~表 3.2-49。36 项水质指标中氰化物、余氯、硒、六价铬、多氯联苯、多环芳烃六项四季全部未检出，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 9.9m，最大值 21m，最小值 3.9m。

2）透明度：调查海域四季海水透明度平均值为 1.2m，最大值 2.1m，最小值 0.8m。

3）水色：调查海域四季海水水色平均值为 12 号，最大值 12 号，最小值 11 号。

4）水温：调查海域四季海水温度平均值为 23.4℃，最大值 31.6℃，最小值 15.5℃。

5）盐度：调查海域四季海水盐度平均值为 29.90，最大值 32.26，最小值 23.07。

6）pH 值：调查海域四季海水 pH 平均值为 8.11，最大值 8.27，最小值 7.71。

7）悬浮物：调查海域四季海水悬浮物平均值为 7.3mg/L，最大值 19.0 mg/L，最小值 1.8mg/L。

8）溶解氧（DO）：调查海域四季海水溶解氧平均值为 6.98mg/L，最大值 8.04 mg/L，最小值 4.58 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 0.81mg/L，最大值 1.76 mg/L，最小值 0.14mg/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 0.049 mg/L，最小值 0.002mg/L。

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 0.091mg/L，最大值 0.550 mg/L，最小值 0.010mg/L。

12）活性磷酸盐：调查海域四季海水磷酸盐平均值为 0.007mg/L，最大值 0.121 mg/L，最小值未检出。

13）硅酸盐：调查海域四季海水磷酸盐平均值为 0.224mg/L，最大值 0.641 mg/L，最小值 0.017 mg/L 。

14）总氮：调查海域四季海水总氮平均值为 0.20mg/L，最大值 1.50mg/L，最小值 0.06mg/L。

15）总磷：调查海域四季海水总磷平均值为 0.05mg/L，最大值 0.54mg/L，最小值 0.01mg/L。

16）铜：调查海域四季海水铜平均值为 0.8μg/L，最大值 5.3μg/L，最小值为未检出。

17）铅：调查海域四季海水铅平均值为 0.19μg/L，最大值 0.80μg/L，最小值未检出。

18）镉：调查海域四季海水镉平均值为 0.03μg/L，最大值 0.08μg/L，最小值未检出。

19）锌：调查海域四季海水锌平均值为 9.4μg/L，最大值 38.2μg/L，最小值未检出。

20）总铬：调查海域四季海水总铬平均值为 1.4μg/L，最大值 3.6μg/L，最小值未检出。

21）总汞：调查海域四季海水总汞平均值为 0.027μg/L，最大值 0.095μg/L，最小值 0.002μg/L。

22）砷：调查海域四季海水砷平均值为 1.3μg/L，最大值 2.8μg/L，最小值未检出。

23）氟化物：调查海域四季海水氟化物平均值为 0.70μg/L，最大值 0.82μg/L，最小值 0.58mg/L。

24）硼：调查海域四季海水硼平均值为 2.84mg/L，最大值 3.18mg/L，最小值 2.3mg/L。

25）挥发酚：调查海域四季海水挥发酚平均值为 1.9μg/L，最大值 3.2μg/L，最小值 1.2μg/L。

26）硫化物：调查海域四季海水硫化物平均值为 0.4μg/L，最大值 0.9μg/L，最小值 0.3μg/L。

27）铁：调查海域四季海水铁质量浓度平均值为 111μg/L，最大值 483μg/L，最小值为未检出。

28）锰：调查海域四季海水锰质量浓度平均值为 32.6μg/L，最大值 56μg/L，最小值为未检出。

3.2.3.4　水环境质量现状评述

参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）和海水水质标准(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，其指数计算方法如下：

$$Q_j = \frac{C_j}{C_o}$$

对溶解氧采用下列模式：

$$Q_j = \left|\left(C_f - C_j\right)/\left(C_f - C_o\right)\right| \qquad 当 C_j > C_o 时$$

$$Q_j = 10 - 9C_j / C_o \qquad 当 C_j \le C_o 时$$

对 pH 采用下列模式：

$$Q_j = \frac{\left|C_i - \overline{C}_{opH}\right|}{\left|C_{opH} - \overline{C}_{opH}\right|}$$

式中： C_j — 评价因子实测值

C_o— 评价因子的评价标准值

C_f — 调查期间饱和溶解氧的最大值，计算公式常采用： C_{max} =468/（31.6+t），t 为水温，℃

$\overline{C}_{opH}$— 为 pH 评价标准极限值的平均值

C_{opH}— 为 pH 评价标准的上限值或下限值

Q_j —j 站评价因子的质量分指数

$\overline{Q}_e$— 评价海区 N 站评价因子的质量平均分指数

$\overline{Q}_e$或$Q_j \le 1$ 符合水质评价标准

$\overline{Q}_e$或$Q_j > 1$ 超出水质评价标准

3.2.3.4.1 地表水环境质量现状评述

经向湛江市生态环境局廉江分局调查了解，南蒙塘水库、山佳水库、大坝河水质控制目标为III类，地表水的评价结果见表 3.2-22~表 3.2-24。

根据检测结果，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。

分析高锰酸盐指数、挥发酚、汞、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、在自然界，汞与硫结合生成硫化汞矿、氯硫汞矿、硫碲汞矿是汞最常见的矿藏，广泛分布在地壳表层，形成汞的天然本底。广东省地处欧亚板块与太平洋板块交接处，矿产资源种类比较齐全，但小矿贫矿共伴生矿多，选冶难。有色金属矿产资源主要包括铜、铅、锌、铝土矿、钴、钨、锡、钼、铋、汞、锑[4]。本项目南蒙塘水库、山佳水库可能由于地壳中的汞矿物溶出造成汞的指标偏高。另外养殖户投喂的饲料中也可能含有外源性汞。

三、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。

四、养殖者投喂饲料中可能含有酚等有机物，会使水体中挥发酚含量增加。

根据大坝河的检测结果，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。生化需氧量超标原因可能为：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。

3.2.3.4.2 海水环境质量现状评述

秋季海水调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-50~表 3.2-51。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》（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 和 S2 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 S8 站活性磷酸盐符合水质四类标准外，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各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 站除无机氮符合二类，活性磷酸盐符合二三类水质标准外，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 站位活性磷酸盐符合二三类标准，S11 站位活性磷酸盐符合二三类标准、锌符合二类标准，S18 活性磷酸盐超四类标准外，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除 S17 站无机氮与活性磷酸盐超出水质四类标准，其余各站各项因子均符合其管理要求。活性磷酸盐及无机氮超标原因可能是由于秋季为枯水期，并且

采样时正逢台风天气，表层水体与底部混合交换明显，从而导致超标；锌超标原因可能是由于过往船舶偶然污染所导致暂时短暂性的超标。

冬季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-52。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），冬季调查所有站位均符合其所属的功能区管理要求。综上所述，本次调查水质很好。

春季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-53~表 3.2-54。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），春季调查站位所属的功能区管理要求中，除位于合浦儒艮海洋保护区的 S11、S12、S13 和 S18 站汞仅符合二三类标准，其余各站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。超标原因可能是由于项目周边人为活动等影响，例如过往船舶偶然污染所导致暂时短暂性的超标。

夏季调查监测结果进行评价，结果详见表 3.2-55~表 3.2-56。结果表明：

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），除位于角头沙东北部海洋保护区的 S9 站汞仅符合二三类，北海珍珠贝海洋保护区的 S7 站无机氮仅符合三类，其它各站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。无机氮超标原因可能因为超标的站位位于铁山港内部，此区域陆源污染较严重；重金属汞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。

3.2.4 电磁环境现状调查与评价

3.2.4.1 电磁环境质量现状初步调查

本工程厂址半径 5km 范围内的电磁环境保护目标主要为该范围内的居民点、养老院和学校等（居民点见第二章表 2.2-1，养老院和学校见表 2.2-5~表 2.2-7）。

厂址半径 5km 范围内电磁源主要有输变电线路、各行政村变电站和中国电信、中国移动、中国联通的通讯基站及厂区内的开关站。

3.2.4.2 电磁环境质量监测方案

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；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。

在厂址 5km 范围内考虑在较多人口居住区增加了电磁辐射水平的测量。

监测点位示意图见图 3.2-11 和图 3.2-12，详细点位描叙见表 3.2-57 和表 3.2-58。

3.2.4.3　电磁环境质量监测结果

厂址周围电磁辐射本底调查点位主要包括厂址主厂房区、变电站区、附近居民点等处的电磁辐射水平以及环境敏感点处监测工频电场强度、磁感应强度、无线电干扰强度。检测结果详见表 3.2-59 和表 3.2-60。

3.2.4.4　电磁环境质量现状评述

厂址半径 5km 范围内各监测点工频电场强度、工频磁感应强度、无线电干扰监测结果符合《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定。

工频电场：工频电场最大值为 1.919V/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 0.05kHz 频率，公众曝露限值为 4000V/m）。

工频磁场：工频磁场最大值为 0.0422μT，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 0.05kHz 频率，公众曝露限值为 100μT)。

无线电干扰：频率为 0.5MHz 的无线电干扰最大值为 44.90dB(μV/m)，所有检测点位均符合《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）的要求（参考 500kV 无线电干扰限值，频率为 0.5MHz，距边导线投影 20m 处小于 55dB(μV/m)）。

所有移动基站周围的电磁辐射功率密度范围为 0.01～0.28μW/cm^2，最大值出现在中国电信股份有限公司廉江车板营销服务中心楼顶基站西南方向 10m 处，所有检测点位的电磁辐射功率密度值均低于国家标准《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的公众曝露控制限值 40μW/cm^2。

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、噪声、地表水环境质量现状监测工作由中国辐射防护研究院承担，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

地表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及调查（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。

3.2.5.3　电磁环境质量现状监测质量保证

电磁环境质量现状监测工作由中国原子能科学研究院承担，该单位在承担本项工作的质量保证如下：

1）在选定分析测量方法时，有国家标准的，一律采用国家标准，没有国家标准的选用行业标准，项目负责人及所有工作人员由有相关资质的人员承担。

2）测量环境条件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。

3）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。

4）专题报告完成编制后，需经过审核后签发和方生效。

表 3.2-1　5km 范围内环境保护目标（养老院）

院名称	位　　置		目前入住人数	最多容纳人数	养老院服务人员人数
	方位	距离（km）			
德耀村委德耀村敬老院	W	2.2	30	35	1
南垌村委敬老院	S	3.1	21	22	1
南垌村委山佳村敬老院	S	3.1	9	10	1
荔枝江村委雷公山村敬老院	ESE	4.2	9	10	1
荔枝江村委大埇村敬老院	ESE	4.2	10	11	1
廉江市车板镇敬老院	SSE	4.6	30	30	5

表 3.2-2 5km 范围内环境保护目标（学校）

学校名称	方位	距离（km）	学生人数	住校人数	教职员工数
廉江市高桥镇德耀祥和幼儿园	W	2.6	60	0	5
廉江市高桥镇中心幼儿园	N	4.6	195	0	12
廉江市车板镇中心幼儿园	SSE	4.6	111	0	9
廉江市车板镇益智幼儿园	SSE	4.6	205	0	13
廉江市车板镇大坝小学	NNE	2	110	0	13
廉江市高桥镇平垌小学	WNW	2.1	125	0	8
廉江市高桥镇德耀小学	W	2.4	233	0	10
廉江市车板镇龙塘小学	SE	3.1	114	0	10
廉江市车板镇南垌小学	S	3.1	135	0	13
廉江市红江农场红江七小	N	3.4	148	0	10
廉江市车板镇荔枝江小学	ESE	3.7	224	0	12
廉江市高桥镇东村小学	SW	3.8	90	0	8
廉江市高桥镇坡禾地小学	WNW	3.9	119	0	8
廉江市高桥镇西村小学	SW	4.2	167	0	9
廉江市高桥镇中心小学	N	4.6	314	0	25
廉江市车板镇中心小学	SSE	4.8	801	0	47
廉江市车板镇第二初级中学	SSE	4.3	1097	780	77

表 3.2-3 廉江市辖区范围内大型大气污染源情况

序号	污染源名称	地址	所属行业	地理坐标	与本项目相对位置		年污染物排放量（吨）		高度（m）	排放方式
					方位	距离（km）	二氧化硫	氮氧化物		
1	廉江市金城水泥有限公司	廉江市廉湛公路五公里处书房仔	水泥制造	N21°33'34"，E110°15'32"	E	46	104	85	90	连续

表 3.2-4　环境空气监测采样时间及频率

s 污染物	采样时间	采样频率（次/日）	开机时间
SO_2	日均：24h，至少 20h	1	08:00
	时段：1h，至少 45min	4	02:00、08:00、14:00、20:00
NO_2	日均：24h，至少 20h	1	08:00
	时段：1h，至少 45min	4	02:00、08:00、14:00、20:00
TSP	日均：24h	1	08:00
PM_{10}	日均：24h，至少 20h	1	08:00
$PM_{2.5}$	日均：24h，至少 20h	1	08:00
CO	时段：1h，至少 45min	4	02:00、08:00、14:00、20:00

表 3.2-5　大气环境监测采样点

编号	监测点位	相对于厂址反应堆位置		布点理由
		方位	距离（km）	
1	黄京埇（厂址）	NNE	1.61	距离厂址中心点较近
2	花石岭村	N	3.40	上风向
3	南垌村	S	2.09	下风向居民点
4	孔子陂村（大陂村）	N E	1.42	应急道路沿线

表 3.2-6　监测期间气象参数一览表

日期	时间	气温（℃）	气压（kPa）	风向	风速（m/s）	备注
12 月 9 日	02:00	14	100.8	NNW	0.5	
	08:00	12	101.1	N	1.7	
	14:00	20	100.9	NW	1.9	
	20:00	17	100.9	SSW	1.7	
12 月 10 日	02:00	14	100.9	NNE	0.6	
	08:00	15	101.0	NNE	0.8	
	14:00	21	100.9	NE	0.9	
	20:00	18	101.1	NNW	1.7	
12 月 11 日	02:00	17	101.1	NNW	0.9	
	08:00	17	101.2	NE	3.1	
	14:00	22	100.9	E	4.0	
	20:00	19	100.9	ENE	1.0	
12 月 12 日	02:00	18	100.8	NE	1.2	
	08:00	17	101.0	NNE	1.8	
	14:00	20	100.7	NE	2.1	
	20:00	19	100.6	NE	1.1	
12 月 13 日	02:00	17	100.7	NE	2.0	
	08:00	16	100.8	NE	2.9	
	14:00	22	100.6	E	3.8	
	20:00	20	100.6	E	3.5	
12 月 14 日	02:00	19	100.6	NE	2.4	
	08:00	19	101.0	NNE	1.1	
	14:00	19	100.9	NNW	1.8	
	20:00	17	100.9	NNW	1.9	
12 月 15 日	02:00	16	101.1	NNW	2.5	
	08:00	16	101.2	NNW	2.3	
	14:00	17	101.0	NW	2.8	
	20:00	14	101.0	N	3.6	
日期	时间	气温	气压	风向	风速（m/s）	备注
12 月 9 日	02:00	14	100.8	NNW	0.5	
	08:00	12	101.1	N	1.7	

	14:00	20	100.9	NW	1.9	
	20:00	17	100.9	SSW	1.7	
12 月 10 日	02:00	14	100.9	NNE	0.6	
	08:00	15	101.0	NNE	0.8	
	14:00	21	100.9	NE	0.9	
	20:00	18	101.1	NNW	1.7	
12 月 11 日	02:00	17	101.1	NNW	0.9	
	08:00	17	101.2	NE	3.1	
	14:00	22	100.9	E	4.0	
	20:00	19	100.9	ENE	1.0	
12 月 12 日	02:00	18	100.8	NE	1.2	
	08:00	17	101.0	NNE	1.8	
	14:00	20	100.7	NE	2.1	
	20:00	19	100.6	NE	1.1	
12 月 13 日	02:00	17	100.7	NE	2.0	
	08:00	16	100.8	NE	2.9	
	14:00	22	100.6	E	3.8	
	20:00	20	100.6	E	3.5	
12 月 14 日	02:00	19	100.6	NE	2.4	
	08:00	19	101.0	NNE	1.1	
	14:00	19	100.9	NNW	1.8	
	20:00	17	100.9	NNW	1.9	
12 月 15 日	02:00	16	101.1	NNW	2.5	
	08:00	16	101.2	NNW	2.3	
	14:00	17	101.0	NW	2.8	
	20:00	14	101.0	N	3.6	

表 3.2-7　大气环境监测分析方法

污染物	分析方法	检出限	方法依据
SO_2	甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	0.004mg/m^3	HJ 482-2009
NO_2	盐酸奈乙二胺比色法	0.003mg/m^3	HJ 479-2009
TSP	环境空气 总悬浮颗粒物测定 重量法	0.001 mg/m^3	GB/T 15432-1995
PM_{10}	环境空气 PM_{10}和$PM_{2.5}$的测定 重量法	0.010 mg/m^3	HJ 618-2011
$PM_{2.5}$	环境空气 PM_{10}和$PM_{2.5}$的测定 重量法	0.010 mg/m^3	HJ 618-2011
CO	空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法	0.3 mg/m^3	GB 9801-1988

表 3.2-8　主要仪器设备

序号	仪器设备名称	数量(台)	生产厂家
1	FY-DQ101 大气颗粒物综合采样器	4	湖北方圆环保科技有限公司
2	TH-150C 智能中流量空气总悬浮微粒采样器	8	武汉天虹仪器厂
3	KC-120H 智能中流量 TSP 采样器	4	青岛崂山电子仪器总厂
4	FDC-1500 大气采样器	4	江苏盐城市科博电子仪器有限公司
5	梅特勒 XS105 电子天平	1	梅特勒-托利多仪器厂
6	V1600 便携式分光光度计	1	尤尼柯（上海）仪器有限公司
7	GXH-3010/3011BF 型便携式红外线分析器	1	北京华云分析仪器研究所

表 3.2-9　大气环境监测数据统计表

单位：mg/m^3

点位	日期	TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2 日均	NO_2 日均	SO_2 时段				NO_2 时段				CO			
							2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00
1#	2017.12.09	0.104	0.098	0.065	<0.004	0.005	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	0.013	0.013	<0.005	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.10	0.127	0.105	0.055	<0.004	0.004	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.012	0.007	<0.005	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.11	0.145	0.139	0.129	<0.004	0.003	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.005	0.005	<0.005	0.011	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.12	0.125	0.120	0.114	<0.004	0.003	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.006	0.005	<0.005	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.13	0.135	0.123	0.109	<0.004	0.006	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.008	0.008	0.007	0.007	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.14	0.096	0.091	0.085	<0.004	0.005	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.010	<0.005	0.006	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.15	0.054	0.039	0.024	<0.004	0.004	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.007	0.007	0.006	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
2#	2017.12.09	0.101	0.087	0.056	<0.004	0.009	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.011	0.008	0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.10	0.116	0.102	0.088	<0.004	0.011	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.012	0.011	<0.005	0.007	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.11	0.138	0.122	0.104	<0.004	0.009	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.006	0.007	<0.005	0.012	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.12	0.131	0.109	0.093	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.005	0.008	0.006	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.13	0.115	0.103	0.083	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.008	0.007	0.006	0.007	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.14	0.084	0.078	0.063	<0.004	0.009	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	<0.005	0.005	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.15	0.044	0.040	0.036	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.008	0.006	0.005	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
3#	2017.12.09	0.123	0.094	0.077	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.006	0.008	0.005	0.005	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.10	0.135	0.116	0.075	<0.004	0.010	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.011	0.009	0.007	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.11	0.173	0.148	0.121	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.005	0.009	0.006	0.013	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.12	0.142	0.121	0.107	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.005	0.007	0.005	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.13	0.153	0.135	0.118	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	0.008	0.005	0.006	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.14	0.083	0.044	0.035	<0.004	0.006	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	<0.005	<0.005	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.15	0.063	0.032	0.026	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	0.006	0.006	0.009	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

点位	日期	TSP	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2 日均	NO_2 日均	SO_2 时段				NO_2 时段				CO			
							2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00	2:00	8:00	14:00	20:00
4#	2017.12.09	0.114	0.099	0.085	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.008	0.009	0.005	0.006	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.10	0.131	0.108	0.083	<0.004	0.009	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.014	0.011	0.006	0.008	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.11	0.158	0.138	0.105	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.007	0.008	0.005	0.012	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.12	0.135	0.123	0.088	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.007	0.006	0.006	0.015	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.13	0.130	0.098	0.083	<0.004	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.010	0.009	0.007	0.005	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.14	0.092	0.081	0.060	<0.004	0.008	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	<0.005	0.005	0.007	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	2017.12.15	0.051	0.043	0.028	<0.004	0.006	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.009	0.007	0.006	0.010	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

表 3.2-10 环境空气污染物浓度限值（mg/m^3）

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值
			二级
1	SO_2	24 小时平均	0.15
		1 小时平均	0.50
2	NO_2	24 小时平均	0.08
		1 小时平均	0.20
3	TSP	24 小时平均	0.30
4	PM_{10}	24 小时平均	0.15
5	$PM_{2.5}$	24 小时平均	0.075
6	CO	1 小时平均	10

表 3.2-11 监测结果与标准比较的情况（mg/m^3）

采样点号	采样地点	污染物	日均值						小时值			
			样品数量	浓度范围	平均浓度	污染指数	超标率	最大超标倍数	样品数量	浓度范围	平均浓度	污染指数
1#	黄京埇（厂址）	SO_2	7	<0.004	<0.004	<1	/	/	28	<0.007	<0.007	<1
		NO_2	7	0.003～0.006	0.004	<1	/	/	28	<0.005～0.013	0.007	<1
		TSP	7	0.054～0.145	0.112	<1	/	/	0	/	/	/
		PM_{10}	7	0.039～0.139	0.102	<1	/	/	0	/	/	/
		$PM_{2.5}$	7	0.024～0.129	0.083	>1	57%	0.72	0	/	/	/
		CO	0	/	/	/	/	/	28	<0.3	<0.3	<1
2#	花石岭村	SO_2	7	<0.004	<0.004	<1	/	/	28	<0.007	<0.007	<1
		NO_2	7	<0.008～0.011	0.009	<1	/	/	28	<0.005～0.012	0.007	<1
		TSP	7	0.044～0.138	0.104	<1	/	/	0	/	/	/
		PM_{10}	7	0.040～0.122	0.092	<1	/	/	0	/	/	/
		$PM_{2.5}$	7	0.036～0.104	0.075	=1	57%	0.39	0	/	/	/
		CO	0	/	/	/	/	/	28	<0.3	<0.3	<1
3#	南垌村	SO_2	7	<0.004	<0.004	<1	/	/	28	<0.007	<0.007	<1
		NO_2	7	<0.006～0.010	0.007	<1	/	/	28	<0.005～0.013	0.007	<1
		TSP	7	0.063～0.173	0.125	<1	/	/	0	/	/	/

采样点号	采样地点	污染物	日均值						小时值			
			样品数量	浓度范围	平均浓度	污染指数	超标率	最大超标倍数	样品数量	浓度范围	平均浓度	污染指数
		PM_{10}	7	0.032～0.148	0.099	<1	/	/	0	/	/	/
		$PM_{2.5}$	7	0.026～0.121	0.080	>1	57%	0.61	0	/	/	/
		CO	0	/	/	/	/	/	28	<0.3	<0.3	<1
4#	应急道路沿线	SO_2	7	<0.004	<0.004	<1	/	/	28	<0.007	<0.007	<1
		NO_2	7	0.006～0.009	0.007	<1	/	/	28	<0.005～0.015	0.008	<1
		TSP	7	0.051～0.158	0.116	<1	/	/	0	/	/	/
		PM_{10}	7	0.043～0.138	0.099	<1	/	/	0	/	/	/
		$PM_{2.5}$	7	0.028～0.105	0.076	>1	71%	0.40	0	/	/	/
		CO	0	/	/	/	/	/	28	<0.3	<0.3	<1

注：1、比较值为环境空气污染物二级浓度限值。

2、SO_2 日均值检出限为 0.004 mg/m^3，SO_2 时段值检出限为 0.007 mg/m^3，NO_2 日均值检出限为 0.003mg/m^3，NO_2 时段值检出限为 0.005 mg/m^3，CO 时段值检出限为 0.3 mg/m^3。

表 3.2-12　厂址 5km 范围内环境噪声监测布点

测点编号	测点位置	相对于厂址位置		布点理由
		方位	距离（km）	
1	厂界东	NE	0.81	厂界
2	厂界南	S	0.36	厂界
3	厂界西	WNW	0.87	厂界
4	厂界北	N	1.46	厂界
5	施工区	NNE	0.96	厂区
6	生活区	ENE	0.42	厂区
7	办公区	NE	0.25	厂区
8	反应堆	/	/	定点 24h 监测
9	海水冷却塔	WNW	0.25	定点 24h 监测
10	石仔岭	SE	3.16	生活噪声
11	炮台岭	NNE	3.55	生活噪声
12	山墩头	ENE	2.33	生活噪声
13	茂兰坡	E	3.20	生活噪声
14	金塘村	W	2.86	生活噪声
15	东村村	WSW	2.30	生活噪声
16	德耀村	WNW	2.71	生活噪声
17	围肚	SSW	1.71	生活噪声
18	南垌	S	2.09	生活噪声
19	沙田仔村	ENE	4.26	生活噪声
20	钣筲塘村	NE	4.15	生活噪声
21	红江 36 队	N	4.92	生活噪声
22	蟠桃园村	N	3.04	生活噪声
23	桥角村	NNW	4.84	生活噪声
24	冷却塔补水取水口	S	9.55	
25	高速渝湛线 G75	NE	4.51	交通噪声
26	县道白车线 X673	E	3.09	交通噪声

测点编号	测点位置	相对于厂址位置		布点理由
		方位	距离（km）	
27	村道（平垌）	NW	2.77	交通噪声
28	核电厂应急道路沿线	NE	1.42	交通噪声
29	广东湛龙光电有限公司	NE	4.35	工业噪声
30	大坝小学	NE	3.84	噪声敏感点
31	网格布点	ENE	3.1	
32	网格布点	NE	2.3	
33	网格布点	NE	2.9	
34	网格布点	NNE	4.7	
35	网格布点	N	4.2	
36	网格布点	N	3.6	
37	网格布点	N	2.5	
38	网格布点	NNE	1.7	
39	网格布点	NNW	1.7	
40	网格布点	NNW	2.5	
41	网格布点	NNW	4.0	
42	网格布点	NW	4.1	
43	网格布点	NW	4.8	
44	网格布点	NW	3.4	
45	网格布点	NW	2.4	
46	网格布点	WNW	2.9	
47	网格布点	WNW	3.9	
48	网格布点	WNW	4.5	
49	网格布点	W	4.6	
50	网格布点	W	3.6	
51	网格布点	W	3.7	
52	网格布点	W	4.5	
53	网格布点	WSW	3.9	
54	网格布点	SW	3.6	

测点编号	测点位置	相对于厂址位置		布点理由
		方位	距离（km）	
55	网格布点	SW	2.9	
56	网格布点	SW	2.3	
57	网格布点	WSW	1.5	
58	网格布点	WNW	1.3	
59	网格布点	SSW	2.6	
60	网格布点	SSW	3.6	
61	网格布点	SSW	4.3	
62	网格布点	S	4.2	
63	网格布点	S	3.6	
64	网格布点	S	3.4	
65	网格布点	S	4.8	
66	网格布点	SSE	4.4	
67	网格布点	SSE	3.7	
68	网格布点	SSE	2.6	
69	网格布点	SSE	1.5	
70	网格布点	SE	1.9	
71	网格布点	E	1.8	
72	网格布点	E	2.2	
73	网格布点	ESE	2.6	
74	网格布点	SE	4.2	
75	网格布点	ESE	4.2	
76	网格布点	ESE	4.1	
77	网格布点	E	4.6	
78	网格布点	E	4.7	

表 3.2-13 昼间噪声测量结果 dB(A)

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
1	厂界东	44.5	57.2	37.0	39.1	45.7	1.3	
2	厂界南	44.7	56.5	39.6	41.7	46.0	1.1	
3	厂界西	43.6	54.7	39.8	41.4	44.9	1.3	
4	厂界北	43.4	52.9	38.9	40.3	45.5	1.5	
5	施工区	44.5	56.4	39.4	44.2	46.6	1.4	
6	生活区	44.9	57.6	39.8	44.1	47.2	2.0	
7	办公区	45.2	54.6	41.0	43.0	46.5	1.0	
8	反应堆	44.7	56.1	40.2	43.4	46.8	2.1	
9	海水冷却塔	44.3	59.4	39.6	43.8	45.9	2.0	
10	石仔岭	51.0	67.8	43.9	46.8	58.5	3.1	
11	炮台岭	50.6	70.0	44.2	48.5	58.6	4.6	狗叫声
12	山墩头	54.5	70.1	48.4	54.1	59.6	3.7	
13	茂兰坡	55.6	74.8	43.6	48.0	59.9	5.1	狗叫声
14	金塘村	51.6	61.7	47.7	50.6	54.2	2.6	
15	东村村	49.7	63.8	44.9	47.4	55.1	3.0	
16	德耀村	51.6	68.6	43.9	46.2	58.7	3.1	
17	围肚	49.9	63.9	45.4	49.1	54.4	3.6	
18	南垌	46.9	59.2	40.9	42.9	49.8	3.2	
19	沙田仔村	54.5	72.7	42.5	53.2	59.4	4.4	
20	钣筲塘村	47.8	64.9	39.9	43.4	54.9	5.1	狗叫声
21	红江 36 队	55.6	71.5	46.8	50.4	60.6	5.1	狗叫声
22	蟠桃园村	54.8	75.2	41.6	51.9	59.9	5.2	狗叫声
23	桥角村	52.7	69.6	47.9	53.4	58.9	4.6	狗叫声
24	冷却塔补水取水口	47.8	58.4	44.9	46.2	49.8	2.5	
25	高速渝湛线 G75	76.8	103.7	53.1	66.8	84.1	10.6	无明显高峰 119 辆/20 分
26	县道白车线 X673	62.6	79.9	49.9	55.1	66.1	6.2	高峰 56 辆/20 分
		58.1	77.5	39.2	43.6	59.8	7.4	平时 39 辆/20 分
27	村道（平垌）	53.1	67.4	49.2	51.3	55.7	2.4	高峰 54 辆/20 分

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
		51.2	66.7	46.9	48.7	55.1	3.8	平时 18 辆/20 分
28	核电厂应急道路沿线	47.3	56.9	44.9	46.7	49.3	2.7	无明显高峰 5 辆/20 分
29	广东湛龙光电有限公司	49.6	58.6	41.7	44.9	50.3	3.0	
30	大坝小学	50.4	59.6	44.1	47.2	52.1	2.3	
31	网格布点	46.6	59.0	44.6	46.2	50.8	2.6	
32	网格布点	41.7	53.4	40.4	41.4	45.7	1.8	
33	网格布点	45.2	60.3	39.3	44.1	48.9	1.7	
34	网格布点	44.3	56.8	41.9	43.5	48.4	1.6	
35	网格布点	45.6	55.0	42.0	44.0	47.1	1.4	
36	网格布点	43.6	53.0	40.0	42.3	45.6	1.8	
37	网格布点	45.9	56.4	42.8	45.1	48.1	2.0	
38	网格布点	45.4	57.9	41.2	43.4	48.6	2.4	
39	网格布点	45.0	56.8	41.3	43.8	48.1	2.5	
40	网格布点	44.9	56.7	41.4	44.0	47.6	2.3	
41	网格布点	45.6	57.3	43.5	44.8	48.7	2.0	
42	网格布点	44.8	56.6	40.1	42.1	47.3	2.2	
43	网格布点	43.9	53.6	39.6	41.8	45.3	2.3	
44	网格布点	46.6	59.0	44.6	46.2	50.8	2.6	
45	网格布点	43.7	55.4	42.4	43.4	47.7	1.8	
46	网格布点	45.2	60.3	39.3	44.1	48.9	1.7	
47	网格布点	44.3	56.8	41.9	43.5	48.4	1.6	
48	网格布点	45.6	55.0	42.0	44.0	47.1	1.4	
49	网格布点	43.6	53.0	40.0	42.3	45.6	1.8	
50	网格布点	46.1	56.6	43.0	45.3	48.3	1.9	
51	网格布点	45.2	57.7	41.0	43.2	48.4	2.3	
52	网格布点	45.1	56.9	41.4	43.9	48.2	2.4	
53	网格布点	44.7	56.5	41.2	44.0	47.4	2.2	
54	网格布点	45.1	56.7	43.0	44.3	48.2	1.9	
55	网格布点	44.4	56.2	40.0	41.7	47.1	2.1	
56	网格布点	45.6	58.0	43.6	45.2	49.2	2.2	
57	网格布点	44.7	56.4	43.4	44.4	48.7	1.7	

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
58	网格布点	44.2	59.3	39.2	43.1	47.9	1.9	
59	网格布点	44.9	56.9	42.7	43.8	48.6	1.5	
60	网格布点	45.2	54.6	41.6	43.5	46.9	1.4	
61	网格布点	43.9	53.3	40.3	42.6	45.8	1.7	
62	网格布点	45.6	56.1	42.5	44.8	47.8	1.9	
63	网格布点	45.1	57.6	41.0	43.1	48.2	2.2	
64	网格布点	44.7	56.5	41.0	43.5	47.6	2.1	
65	网格布点	44.6	56.4	41.1	43.8	47.2	2.2	
66	网格布点	45.3	57.0	43.2	44.4	48.2	1.9	
67	网格布点	44.7	56.5	40.0	42.0	47.1	2.1	
68	网格布点	45.5	57.8	43.4	45.1	49.6	2.4	
69	网格布点	44.7	56.4	43.4	44.4	47.7	1.6	
70	网格布点	45.7	60.7	39.9	44.7	49.2	1.7	
71	网格布点	44.6	56.9	42.1	43.7	48.6	1.5	
72	网格布点	45.1	54.5	41.6	43.8	46.7	1.3	
73	网格布点	43.9	53.2	40.3	42.6	45.8	1.7	
74	网格布点	45.4	56.0	42.3	44.8	47.5	1.7	
75	网格布点	45.1	57.0	41.0	43.1	48.1	2.1	
76	网格布点	45.3	56.9	41.6	43.9	48.3	2.3	
77	网格布点	44.6	56.2	41.1	43.7	47.0	2.0	
78	网格布点	45.2	56.7	43.1	44.4	48.0	1.6	

表 3.2-14 夜间噪声测量结果 dB(A)

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
1	厂界东	43.4	56.1	36.4	38.1	44.5	1.2	
2	厂界南	44.1	54.5	39.0	41.1	45.0	0.9	
3	厂界西	43.4	52.7	39.6	41.2	44.3	1.0	
4	厂界北	42.1	50.9	38.1	40.0	44.2	1.1	
5	施工区	44.7	55.2	39.6	43.9	46.5	1.2	
6	生活区	41.9	50.6	36.8	41.1	44.1	0.8	
7	办公区	45.1	52.6	40.90	42.9	46.4	0.9	
8	反应堆	44.9	51.1	40.0	43.6	46.2	1.3	
9	海水冷却塔	43.4	52.4	39.1	42.9	44.9	1.1	
10	石仔岭	44.2	54.3	39.1	41.4	47.6	2.2	
11	炮台岭	43.9	54.6	41.8	43.3	46.2	1.6	
12	山墩头	42.3	53.0	39.8	40.8	44.6	1.8	
13	茂兰坡	43.1	49.8	39.9	41.2	44.3	0.9	
14	金塘村	44.2	54.4	39.2	43.7	46.7	2.6	
15	东村村	43.1	50.3	41.6	43.0	44.5	1.0	
16	德耀村	45.4	53.3	43.4	45.1	46.3	1.1	
17	围肚	44.3	54.7	40.3	43.2	47.0	2.3	
18	南垌	44.7	55.6	40.9	43.1	46.9	1.8	
19	沙田仔村	44.1	55.0	39.9	42.2	46.4	1.9	
20	钣筲塘村	43.1	54.6	39.0	42.1	45.1	2.1	
21	红江 36 队	45.7	57.3	40.5	43.9	47.8	2.5	
22	蟠桃园村	42.9	54.3	39.3	41.6	45.6	2.1	
23	桥角村	44.1	55.0	40.7	43.3	47.2	2.2	
24	冷却塔补水取水口	45.2	57.0	40.2	43.4	47.0	2.3	
25	高速渝湛线 G75	62.1	85.6	41.1	49.0	65.0	8.9	16 辆/20 分
26	县道白车线 X673	53.9	69.6	37.9	41.8	56.9	6.6	10 辆/20 分
27	村道（平垌）	50.1	63.9	40.4	44.1	52.9	4.5	2 辆/20 分
28	核电厂应急道路沿线	43.6	53.6	39.7	42.4	45.6	1.9	0 辆/20 分
29	广东湛龙光电有限公司	44.5	54.9	39.1	42.0	46.5	2.3	
30	大坝小学	43.6	55.0	40.1	41.6	46.7	2.4	
31	网格布点	42.5	50.6	39.8	41.1	43.7	1.1	

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
32	网格布点	41.2	50.4	39.6	40.5	43.4	1.3	
33	网格布点	44.2	52.4	40.4	42.8	46.6	1.6	
34	网格布点	43.6	53.8	41.1	42.8	46.0	1.9	
35	网格布点	44.1	53.7	41.3	42.9	46.2	1.8	
36	网格布点	40.9	49.8	37.8	39.4	42.2	1.5	
37	网格布点	41.9	48.9	40.3	41.6	43.1	1.2	
38	网格布点	43.1	51.9	41.3	42.1	45.8	1.3	
39	网格布点	40.9	50.9	37.4	38.9	43.8	2.0	
40	网格布点	41.9	50.8	38.5	39.8	43.8	1.5	
41	网格布点	43.4	52.7	38.5	40.2	46.1	2.1	
42	网格布点	42.5	52.9	38.6	40.5	44.9	2.0	
43	网格布点	41.1	50.9	38.4	39.3	43.0	1.8	
44	网格布点	43.2	50.8	40.1	41.3	45.2	1.4	
45	网格布点	44.9	54.6	41.8	44.1	47.8	1.7	
46	网格布点	43.8	52.6	40.1	42.6	46.3	1.4	
47	网格布点	41.7	50.4	39.0	41.0	43.4	1.5	
48	网格布点	43.5	51.9	40.6	41.9	45.2	1.1	
49	网格布点	40.3	49.6	38.9	39.6	42.5	1.3	
50	网格布点	43.6	50.4	40.4	42.1	45.3	1.2	
51	网格布点	43.1	53.8	41.1	42.4	46.0	1.8	
52	网格布点	44.3	54.8	41.2	42.8	46.6	2.0	
53	网格布点	40.9	49.7	37.9	39.0	42.1	1.7	
54	网格布点	42.7	48.9	40.7	41.6	43.8	1.0	
55	网格布点	43.8	52.8	41.8	42.6	45.9	1.2	
56	网格布点	41.8	50.7	37.9	39.4	43.9	1.4	
57	网格布点	42.7	50.8	38.8	39.9	44.4	1.3	
58	网格布点	43.4	51.7	38.4	40.1	45.3	1.8	
59	网格布点	42.9	51.8	38.7	40.8	44.9	1.7	
60	网格布点	41.9	50.9	38.6	39.4	43.2	1.6	
61	网格布点	43.9	51.8	40.4	41.9	45.9	1.5	
62	网格布点	42.9	51.6	40.4	42.1	46.0	1.9	
63	网格布点	43.6	52.6	39.8	41.9	45.6	2.1	

编号	监测点位	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	备注
64	网格布点	41.7	50.4	38.7	41.4	43.6	1.8	
65	网格布点	40.5	49.7	38.6	39.5	42.5	1.3	
66	网格布点	41.6	50.7	40.0	41.0	44.2	1.6	
67	网格布点	44.1	52.4	40.8	42.1	46.2	2.1	
68	网格布点	42.0	53.6	39.8	41.3	45.2	1.9	
69	网格布点	43.1	53.8	40.9	42.2	45.8	1.8	
70	网格布点	41.5	49.9	38.9	40.0	43.1	1.7	
71	网格布点	41.9	48.9	40.5	41.6	43.0	1.1	
72	网格布点	42.3	52.8	40.5	41.2	45.0	1.4	
73	网格布点	40.9	50.6	37.8	39.2	43.8	1.9	
74	网格布点	42.7	50.9	39.3	40.6	44.6	1.5	
75	网格布点	43.9	52.7	39.3	41.0	46.4	2.1	
76	网格布点	42.7	52.8	39.1	41.0	45.5	2.0	
77	网格布点	41.4	51.7	38.9	39.9	43.6	1.7	
78	网格布点	43.6	51.8	40.2	41.5	45.5	1.5	

表 3.2-15 反应堆定点噪声测量结果 dB(A)

测量时段	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	主要噪声源
0:00	43.5	51.4	39.9	42.1	45.6	1.6	狗叫声
1:00	40.2	47.8	37.7	39.5	41.4	1.2	
2:00	39.4	46.9	36.8	38.7	41.3	1.4	
3:00	41.6	50.6	38.1	39.7	43.4	1.8	
4:00	38.0	45.6	36.7	37.4	39.9	1.3	
5:00	39.7	50.5	37.4	38.7	41.2	1.0	
6:00	44.3	52.3	39.9	44.3	48.4	2.6	
7:00	43.6	52.1	40.6	42.6	44.9	1.4	
8:00	48.4	62.2	44.9	47.2	52.1	2.8	
9:00	44.5	59.7	39.7	42.2	47.1	2.3	
10:00	46.2	61.2	38.7	41.6	50.24	3.8	
11:00	43.8	57.6	38.8	40.3	45.9	2.2	
12:00	48.0	62.5	39.9	42.1	50.4	3.6	
13:00	42.6	60.3	38.5	39.9	44.1	2.1	
14:00	46.2	59.6	40.7	42.6	49.9	2.5	
15:00	48.0	59.1	41.3	44.8	52.1	3.5	
16:00	45.0	54.3	40.5	42.8	48.7	1.9	
17:00	43.7	51.2	39.6	42.0	45.6	1.5	
18:00	46.5	57.4	43.1	45.6	48.3	1.9	
19:00	45.8	54.7	39.8	42.4	48.5	2.3	
20:00	42.8	48.5	38.8	41.3	45.1	1.4	
21:00	40.9	47.3	37.6	39.0	42.5	1.3	
22:00	39.3	49.1	37.1	37.9	41.2	1.7	
23:00	39.5	47.8	36.8	37.8	42.2	1.6	
L_d	45.8						
L_n	40.3						
L_{dn}	47.4						

表 4.2-16 海水冷却塔定点噪声测量结果 dB(A)

测量时段	L_{eq}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	SD	主要噪声源
0:00	38.1	42.9	37.3	37.8	38.9	1.1	狗叫声
1:00	38.6	43.9	37.2	37.9	41.0	1.3	
2:00	42.0	48.0	38.1	40.4	45.1	2.3	
3:00	40.2	46.8	38.5	39.2	41.3	1.8	
4:00	40.0	45.3	38.9	39.5	41.3	1.2	
5:00	43.8	50.6	39.0	41.0	45.6	1.5	
6:00	44.3	51.2	40.5	43.0	46.5	1.4	
7:00	47.1	55.2	41.7	44.6	49.1	3.2	
8:00	45.7	53.5	40.8	44.2	46.9	2.8	
9:00	44.3	50.4	38.9	41.3	45.7	2.2	
10:00	45.1	54.6	39.6	42.9	47.3	2.5	
11:00	46.5	56.2	41.5	43.2	48.9	2.3	
12:00	47.2	55.7	39.8	43.6	49.6	2.7	
13:00	45.2	53.2	39.9	43.4	47.1	2.4	
14:00	44.7	53.6	40.3	42.9	47.8	2.2	
15:00	45.5	53.4	39.8	43.2	47.6	2.4	
16:00	45.7	55.2	39.9	43.7	48.2	2.0	
17:00	46.7	56.1	40.5	43.1	48.6	1.9	
18:00	45.3	56.8	39.4	43.0	49.1	1.8	
19:00	45.6	54.6	38.9	39.5	48.5	1.9	
20:00	44.1	53.4	38.5	39.7	45.4	2.1	
21:00	41.2	48.9	38.3	39.6	43.2	1.9	
22:00	43.5	49.9	39.7	41.0	45.5	2.1	
23:00	40.1	47.6	38.3	39.1	42.3	1.6	
L_d	46.3						
L_n	42.3						
L_{dn}	48.2						

表 3.2-17 环境噪声限值

等效声级 L_{eq}：dB(A)

类别 声环境功能区类别		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	4a 类	70	55
	4b 类	70	60

表 3.2-18 厂址排水口周边近岸海域环境功能区划

标识号	行政区	功能区名称	范围	面积 km^2	主要功能	水质目标
1454	湛江市（廉江市）	龙头沙二类区	高井至龙头沙外	4.0	航道	二类
1456	湛江市（廉江市）	龙头沙三类区	龙头沙外至独田外	2.8	工业用海、航道	三类
1455	湛江市（廉江市）	高桥二类区	独田至广西合浦界	13.4	红树林	二类

表 3.2-19 项目周边北海市海域功能区

序号	环境功能区名称	环境功能区		隶属行政区	环境功能区位置	面积(km^2)	主导功能	水质目标类型
		代码	类别					
1	广西合浦儒艮国家级自然保护区	GX001AⅠ	一	北海市	东起合浦县山口镇英罗港，西至沙田镇，岸线长 43km，位置是 E109°38′30.0″、N21°30′00.0″，E109°46′30.0″、N21°30′00.0″，E 109°44′00.0″、N21°18′00.0″，E109°34′30.0″、N21°18′00.0″围成的海域，其中核心区面积 132km^2，缓冲区面积 110km^2，实验区面积 108km^2。	350	保护以儒艮和中华白海豚为主的珍稀海洋生物及其栖息环境	一
2	广西山口红树林生态自然保护区	GX002AⅠ	一	北海市	合浦县丹兜海和英罗港湾内，海岸线总长 50km，陆域面积 40km^2，海域面积为 40km^2，核心区位于 E109°43′00.0″、N21°28′00.0″附近海域。	80（陆域 40、海域 40）	保护红树林生态系统	一
3	涠洲岛、斜阳岛珊瑚礁生态区	GX003AⅠ	一	北海市	涠洲岛西南部从滴水岩至滑石嘴的岸线和东部沟门村至斑鸠冲附近的岸线，岸线向海 2km 的海域；斜阳岛全岛岸线，岸线向海 2km 的海域。	涠州岛 18；斜阳岛 25	保护珊瑚礁生态系统	一
4	广西马氏珍珠母贝原种场	GX004AⅠ	一	北海市	英罗港南侧海域，位置是 E109°45′13.0″、N21°23′50.0″，E109°45′13.0″、N21°27′33.0″，E109°47′13.0″、N21°23′50.0″，E109°47′13.0″、N21°27′33.0″围成的海域。	13.4	保护马氏珍珠母贝原种群生存环境	一
5	英罗港养殖区	GX005BⅡ	二	北海市	沙田镇至英罗港海域（广西山口红树林生态自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、港口区、航道区、工业用海区、排污区除外），岸线长约 15km。	45	方格星虫等海产品养殖用海	二
6	榄子根工业用海区	GX006CⅢ	三	北海市	铁山港湾东岸，榄子根村以北至朱屋村岸线，岸线向海 1 km 的海域。	6	工业建设用海	三
7	北部湾渔业捕捞区	GX007AⅠ	一	北海市、钦州市、防城港市	北部湾－10m 至－30m 等深线以内的海域（已划定其它功能的海域除外）。	120000	海洋渔业用海	一
8	沙田港港口区	GX008DⅣ	四	北海市	沙田镇北面 E109°39′32.0″、N21°31′26.0″起，围绕沙田半岛至 E109°39′33.0″、N21°30′51.0″的沙田港规划岸线，长 2km，岸线向海 1km 的海域，周围设 0.5km 水质过渡带。	2	港口、工业用海	四
9	铁山港东岸排污区	GX009DⅣ	四	北海市	铁山港航道东侧，位置是 E109°35′10.5″、N21°36′01.2″，E109°36′03.0″、N21°36′09.0″，E109°36′39.1″、N21°34′04.0″，E109°36′36.2″、N21°33′53.8″围成的海域。	3	港口、工业、生活排污	四
10	铁山港东岸港口工业区	GX010DⅣ	四	北海市	东南面为沙尾村（与广西山口红树林生态自然保护区丹兜海片区岸线距离 2km），西北面至冲美村岸线，岸线长约 9km，岸线向海 1km 的海域，周围设 0.5km 水质过渡带。	9	港口、工业用海	四
11	北海港铁山港作业区	GX011DⅣ	四	北海市	铁山港湾西岸，从规划的白沙头港边界向南至玉塘村（E109°28′0.0″、N21°28′0.0″）的规划岸线，长约 25km，岸线向海 1km 的海域，周围设 1km 水质过渡带。	25	港口、工业用海	四
12	铁山港西岸排污区 1	GX012DⅣ	四	北海市	铁山港湾口，位置是 E109°33′42.0″、N21°29′30.0″，E109°33′42.0″、N21°31′15.0″，E109°36′15.0″、N21°31′15.0″，E109°36′15.0″、N21°29′30.0″围成的海域，周围设 1km 水质过渡带。	15	港口、工业、生活排污用海用海	四
13	铁山港西岸排污区 2	GX013DⅣ	四	北海市	铁山港湾口，位置以 E109°33′00.0″、N21°27′00.0″为中心，向东南西北各延伸 1km 的海域，周围设 1km 水质过渡带。	4	港口、工业、生活排污用海	四
14	铁山港水产养殖区	GX014BⅡ	二	北海市	沙田、白沙、山口、闸口、兴港镇附近海域。		对虾、鱼、蟹等海产品养殖用海	二

表 3.2-20 监测分析方法依据及检出限

监测项目	分析方法	检出限	方法依据
pH	玻璃电极法	/	GB6920-1986
溶解氧	碘量法	0.2mg/L	GB7489-1987
高锰酸盐指数	/	0.5mg/L	GB11892-1989
BOD_5	稀释与接种法	0.5mg/L	HJ505-2009
凯氏氮	光度法	0.2mg/L	GB11891-1989
挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法	0.0003mg/L	HJ503-2009
氰化物	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.0004mg/L	HJ484-2009
砷	原子荧光法	0.3μg/L	HJ694-2014
汞	原子荧光法	0.04μg/L	HJ694-2014
六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	0.004mg/L	GB7467-1987
总磷	钼酸铵分光光度法	0.01mg/L	GB11893-1989
水温	温度计或颠倒温度计测定法	0.2℃	GB13195-1991
悬浮物	重量法	/	GB11901-1989

表 3.2-21 水样分析方法和检出限

序号	监测项目		样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
一	水文项目				
1	水深		现场测定	GB/T12763.2/4.8-2007	0.1 m
2	水温		现场测定	GB/T12763.2/5.2.1-2007 温盐深仪	0.2 ℃
3	盐度		现场测定	GB/T12763.2/6.2.1-2007 温盐深仪	0.005
4	水色		现场测定	GB/T12763.2/10.1.1-2007 GB17378.4/21-2007 比色法	-
5	透明度		现场测定	GB/T12763.2/10.1.2-2007 GB17378.4/22-2007 透明度盘法	0.1 m
二	水化学项目				
1	pH		现场测定	GB17378.4/26-2007 pH 计法	0.01
2	溶解氧(DO)		加 1 mL $MnCl_2$ 和 1 mL KI-NaOH 溶液固定，现场测定	GB17378.4/31-2007 碘量法	0.085 mg/L
3	化学需氧量(COD_{Mn})		实验室测定	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	0.1 mg/L
4	总悬浮物		0.45 μm，φ60mm 微孔滤膜现场过滤	GB17378.4/27-2007 重量法	0.1 mg/L
5	氰化物		加 NaOH 至 pH12～13	GB17378.4/20.1-2007 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.5μg/L
6	硫化物		每升水样加 1 mL 乙酸锌溶液(50 g/L)	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）	现场用 0.45μm，φ60mm 微孔滤膜过滤、现场测定或过滤后-20℃冷冻保存	GB17378.4/37-2007 奈乙二胺分光光度法	0.92 μg/L
8		硝酸盐（NO_3-N）		GB17378.4/38.1-2007 镉柱还原法	0.7 ug/L
9		铵盐（NH_4-N）		GB17378.4/36.2-2007 次溴酸钠氧化法	5.0 μg/L
10		活性磷酸盐（PO_4-P）		GB17378.4/39.1-2007 磷钼蓝分光光度法	1.9 μg/L
11		活性硅酸盐		GB/T12763.4/8-2007 硅钼蓝法	-

12		总氮	-20℃冷冻保存	HJ 636-2012 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	0.05 mg/L
13		总磷	-20℃冷冻保存	GB17378.4/40-2007 过硫酸钾氧化法	0.003 mg/L
14	石油类		正己烷萃取	GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法	3.5 μg/L
15	挥发性酚		加 H_3PO_4 至 pH<4，每升水样加 2 g 硫酸铜($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	GB17378.4/19-2007 4-氨基安替比林分光光度法	1.1 μg/L
16	氟化物		聚乙烯瓶避光保存	GB/T 7484-1987 离子选择电极法	0.05 mg/L
17	余氯		避光，测试	HJ 586-2010 N,N-二乙基- 1,4-苯二胺（DPD）分光光度法	0.03 mg/L
18	硼		加 HNO_3 至 pH<2	HJ 776-2015 电感耦合等离子体发射光谱法	0.01 mg/L
19	硒		过滤加 HNO_3 至 pH<2	GB17378.5/12.1-2007 荧光分光光度法	0.2 μg/L
20	重金属	铜（Cu）	用 0.45μm，φ60mm 微孔滤膜过滤加 HNO_3 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2 μg/L
21		铅（Pb）		GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03 μg/L
22		镉（Cd）		GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01 μg/L
23		锌（Zn）		GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1 μg/L
24		锰（Mn）		HJ 776-2015 电感耦合等离子体发射光谱法	10 μg/L
25		总铬（Cr）	过滤加 H_2SO_4 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4 μg/L
26		总汞（Hg）	加 H_2SO_4 至 pH<2	GB17378.4/5.1-2007 原子荧光法	1×10^{-3} μg/L
27		铁（Fe）	加 HNO_3 至 pH<2	HJ 776-2015 电感耦合等离子体发射光谱法	30 μg/L
28		六价铬	加 NaOH 至 pH=8~9	GB/T 7467-1987 二苯碳酰二肼分光光度法	4×10^{-3} mg/L
29		砷（As）	用 0.45μm，φ60mm 微孔滤膜过滤加 H_2SO_4 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/11.1-2007 原子荧光法	0.5 μg/L

30	多环芳烃（PAHs）	萃取、过柱、净化、浓缩	水和废水监测分析方法（第四版）气象色谱-质谱法	-
31	多氯联苯（PCBs）	过柱、洗脱、萃取、浓缩	GB17378.4/15-2007 气象色谱法	1×10^{-6} mg/L

表 3.2-22 地表水检测结果（2017 年 12 月平水期）

监测项目	检测结果（单位：mg/L）					
	南蒙塘水库	山佳水库	标准值（III类）	南蒙塘水库标准指数	山佳水库标准指数	是否超标
pH	7.70	8.26	6~9	0.35	0.63	达标
溶解氧	8.9	7.3	5	0.87	0.92	达标
高锰酸盐指数	7.20	7.84	6	1.20	1.31	超标
BOD_5	2.5	2.6	4	0.63	0.65	达标
凯氏氮	0.4	0.4	/	/	/	/
挥发酚	0.48	0.023	0.005	96.00	4.60	超标
氰化物	0.0004	0.0004	0.2	0.00	0.00	达标
砷	0.0002	0.0022	0.05	0.00	0.04	达标
汞	0.00037	0.00024	0.0001	3.70	2.40	超标
六价铬	0.002	0.005	0.05	0.04	0.10	达标
总磷	0.07	0.15	0.05	1.40	3.00	超标
水温	15℃	17℃	/			/
悬浮物	5	14	/			/

表 3.2-23 大坝河水质检测结果（湛江粤西地质工程勘察院）

监测项目	检测结果（单位：mg/L）					
	2017 年 10 月	2017 年 12 月	2018 年 3 月	标准值（III类）	最大值标准指数	是否超标
pH	7.14	8.10	7.51	6~9	0.55	达标
总磷	0.10	0.19	0.05	0.05	3.8	超标
悬浮物	11.60	17.60	13.60	/	/	/

表 3.2-24 大坝河水质检测结果（广东海洋大学海洋资源与环境监测中心）

监测项目	检测结果（单位：mg/L）			
	2017 年 11 月	标准值（III类）	标准指数	是否超标
BOD_5	8.28	4	2.07	超标

表 3.2-25 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	4.0	2.5	3.3	5.8	3.9	0.7	1.0	0.7	0.8	0.8	11	10	11	11	11
最大值	24.0	20.0	19.0	21.0	21.0	1.9	3.0	1.8	1.5	2.1	12	12	12	13	12
平均值	9.9	9.2	8.6	11.7	9.9	1.1	1.6	1.1	1.1	1.2	11.5	11	12	12	12

表 3.2-26 四季海水温度（℃）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	19.8	15.5	23.1	29.8	-
最大值	26.4	18.5	26.8	31.6	-
平均值	21.8	16.5	24.5	30.5	23.4

表 3.2-27 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	25.91	28.46	28.34	23.07	-
最大值	30.90	31.56	32.26	31.65	-
平均值	29.54	30.15	31.13	28.77	29.90

表 3.2-28 四季海水 pH 值统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	7.71	7.89	7.89	7.92	-
最大值	8.19	8.20	8.20	8.27	-
平均值	8.06	8.14	8.08	8.17	8.11

表 3.2-29 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	2.1	1.8	2.2	2.7	-
最大值	18.3	15.6	19.0	16.9	-
平均值	7.7	5.5	8.6	7.2	7.3

表 3.2-30 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	5.13	7.01	6.10	4.58	-
最大值	7.55	8.04	7.84	7.69	-
平均值	6.80	7.67	7.21	6.22	6.98

表 3.2-31　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	0.27	0.38	0.23	0.14	-
最大值	1.58	1.08	1.76	1.74	-
平均值	0.74	0.77	0.80	0.92	0.81

表 3.2-32　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	0.014	0.014	0.002	0.015	-
最大值	0.038	0.049	0.036	0.036	-
平均值	0.020	0.023	0.014	0.023	0.020

表 3.2-33　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	0.065	0.010	0.020	0.022	-
最大值	0.550	0.110	0.144	0.418	-
平均值	0.169	0.033	0.054	0.110	0.091

表 3.2-34　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	0.004	0.000	0.001	0.000	-
最大值	0.121	0.003	0.011	0.019	-
平均值	0.020	0.001	0.004	0.002	0.007

表 3.2-35 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	0.172	0.029	0.017	0.023	-
最大值	0.599	0.367	0.526	0.641	-
平均值	0.375	0.086	0.234	0.201	0.224

表 3.2-36 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	0.06	0.06	0.06	0.10	-
最大值	0.90	0.34	0.31	1.50	-
平均值	0.21	0.12	0.12	0.35	0.20

表 3.2-37 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	0.03	0.01	0.01	0.01	-
最大值	0.54	0.08	0.06	0.14	-
平均值	0.10	0.04	0.03	0.04	0.05

表 3.2-38 四季海水铜质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	ND	0.6	-
最大值	0.9	0.3	2.4	5.3	-
平均值	0.5	0.3	1.0	1.5	0.8

表 3.2-39 四季海水铅质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	0.09	ND	-
最大值	0.10	0.66	0.74	0.80	-
平均值	0.10	0.18	0.29	0.23	0.19

表 3.2-40 四季海水镉质量浓度（μg/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	0.03	0.05	0.05	0.08	-
平均值	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03

表 3.2-41 四季海水锌质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	ND	ND	5.6	ND	-
最大值	25.7	31.3	38.2	33.4	-
平均值	7.4	8.5	12.3	9.2	9.4

表 3.2-42 四季海水总铬平均值（μg/L）统计表

	秋季	**冬季**	**春季**	**夏季**	**年平均**
最小值	ND	ND	ND	1.0	-
最大值	ND	0.6	3.6	1.8	-
平均值	ND	0.6	2.3	1.4	1.4

表 3.2-43 四季海水总汞质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.002	0.002	0.007	0.004	-
最大值	0.044	0.009	0.095	0.082	-
平均值	0.010	0.005	0.059	0.034	0.027

表 3.2-44 四季海水砷质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	1.2	1.2	0.9	ND	-
最大值	1.5	1.6	1.6	2.8	-
平均值	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3

表 3.2-45 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	0.65	0.66	0.65	0.58	-
最大值	0.80	0.73	0.82	0.72	-
平均值	0.72	0.69	0.73	0.67	0.70

表 3.2-46 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	2.30	2.60	2.85	2.40	-
最大值	2.80	3.10	3.18	3.05	-
平均值	2.60	2.90	3.05	2.81	2.84

表 3.2-47 四季海水挥发酚质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	1.6	1.2	1.5	1.3	-
最大值	3.0	3.2	2.9	1.7	-
平均值	2.3	2.1	1.9	1.4	1.9

表 3.2-48 四季海水硫化物质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	0.4	0.3	0.3	0.3	-
最大值	0.9	0.5	0.5	0.5	-
平均值	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4

表 3.2-49 四季海水铁质量浓度（μg/L）统计表

	秋季	冬季	春季	夏季	年平均
最小值	55	47	ND	ND	-
最大值	483	263	354	224	-
平均值	168	95	100	81	111

表 3.2-50　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	三四类	一类	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	一类	二类	一类	一类	一类
S1	0.5	0.34	0.23	0.40	0.68	0.51	0.37	0.82	0.55	0.41	0.33	**1.31**	0.65	0.44	0.03	0.08	0	0	0	0.02	0.06	0.07
S2	0.5	0.31	0.24	0.41	0.63	0.48	0.30	0.89	0.60	0.45	0.36	**1.87**	0.93	0.62	0.03	0	0	0	0	0.03	0.06	0.06
S3	0.5	0.29	0.25	0.40	0.71	0.53	0.29	0.85	0.56	0.42	0.34	**1.25**	0.62	0.42	0.04	0	0	0	0	0	0.06	0.07
S4	0.5	0.63	0.13	0.25	0.76	0.57	0.35	1.06	0.71	0.53	0.43	**1.32**	0.66	0.44	0.04	0	0.07	0.74	0.01	0.03	0.12	0.07
S5	19.5	0.26	0.26	0.26	0.65	0.49	0.32	0.79	0.53	0.40	0.32	0.94	0.47	0.31	0.03	0	0	0.25	0.00	0.02	0.36	0.06
S6	0.5	0.17	0.29	0.30	0.50	0.38	0.30	0.81	0.54	0.41	0.32	**1.07**	0.54	0.36	0.03	0	0	0	0	0	0.12	0.07
S7	16	0.34	0.23	0.34	0.72	0.54	0.28	0.88	0.58	0.44	0.35	**1.23**	0.61	0.41	0.03	0	0	0	0	0	0.08	0.07
S8	0.5	0.14	0.30	0.29	0.68	0.51	0.39	0.99	0.66	0.49	0.39	**3.10**	**1.55**	**1.03**	0.03	0	0	0.19	0.00	0	0.88	0.07
	14	0.17	0.29	0.29	0.74	0.55	0.00	**1.04**	0.69	0.52	0.42	**1.96**	0.98	0.65	0.03	0	0	0.34	0.01	0	0.12	0.07
S9	0.5	0.23	0.27	0.24	0.63	0.47	0.37	**1.06**	0.71	0.53	0.42	**1.84**	0.92	0.61	0.03	0	0.05	0	0	0.02	0.10	0.07
S10	15	0.40	0.21	0.72	0.76	0.52	0.33	0.88	0.59	0.44	0.35	**1.73**	0.87	0.58	0.03	0	0	0	0	0	0.08	0.06
S11	0.5	0.11	0.31	0.18	0.56	0.42	0.31	0.75	0.50	0.38	0.30	**1.15**	0.58	0.38	0.03	0	0	**1.29**	0.03	0	0.12	0.07
S12	9	0.23	0.27	0.36	0.74	0.55	0.29	0.60	0.40	0.30	0.24	0.82	0.41	0.27	0.03	0	0	0.43	0.01	0.02	0.68	0.07
	0.5	0.17	0.29	0.34	0.65	0.48	0.00	0.79	0.52	0.39	0.31	0.87	0.43	0.29	0.03	0	0	0.74	0.01	0.02	0.74	0.07
S13	11	0.17	0.29	0.31	0.68	0.51	0.50	0.83	0.55	0.41	0.33	0.93	0.47	0.31	0.04	0.18	0	0.49	0.01	0.03	0.30	0.07
S14	0.5	0.29	0.25	0.34	0.63	0.47	0.40	0.73	0.49	0.36	0.29	0.88	0.44	0.29	0.03	0.06	0	0.58	0.01	0	0.06	0.07
S15	21	**1.26**	0.09	0.68	**1.34**	0.92	0.37	**1.70**	**1.13**	0.85	0.68	**1.95**	0.97	0.65	0.04	0	0	0.38	0.01	0	0.72	0.07
S16	0.5	0.94	0.02	0.71	**1.03**	0.70	0.43	**1.58**	**1.05**	0.79	0.63	**1.78**	0.89	0.59	0.04	0	0	0.22	0.00	0.02	0.68	0.07
	22	1.00	0.00	0.79	**1.39**	0.96	0.00	**2.12**	**1.42**	**1.06**	0.85	**2.19**	**1.09**	0.73	0.04	0	0	0.22	0.00	0	0.10	0.07
S17	0.5	0.34	0.23	0.42	0.78	0.53	0.77	**2.75**	**1.83**	**1.38**	**1.10**	**8.07**	**4.03**	**2.69**	0.04	0	0	0	0	0	0.14	0.07
S18	23	0.29	0.25	0.42	0.75	0.51	0.45	**1.25**	0.83	0.63	0.50	**3.82**	**1.91**	**1.27**	0.03	0	0	0	0	0	0.08	0.07
S19	0.5	0.06	0.37	0.29	0.63	0.47	0.39	0.65	0.43	0.32	0.26	0.79	0.40	0.26	0.02	0	0	0	0	0	0.04	0.07
	16.2	0.06	0.37	0.30	0.70	0.52	0.00	0.61	0.41	0.30	0.24	0.48	0.24	0.16	0.03	0	0	0	0	0	0.04	0.07
S20	25	0.03	0.36	0.27	0.55	0.41	0.67	0.60	0.40	0.30	0.24	**1.01**	0.50	0.34	0.03	0	0	0.19	0.00	0	0.08	0.07
S21	0.5	0.00	0.35	0.21	0.60	0.45	0.37	0.45	0.30	0.22	0.18	0.27	0.14	0.09	0.03	0	0	0.29	0.01	0	0.12	0.07
	10	0.11	0.31	0.31	0.60	0.45	0.00	0.33	0.22	0.17	0.13	0.38	0.19	0.13	0.03	0	0	0	0	0	0.04	0.07
S22	30	0.63	0.13	0.49	0.87	0.60	0.35	**1.01**	0.68	0.51	0.41	**1.87**	0.94	0.62	0.03	0	0	0.30	0.01	0	0.38	0.07
	0.5	0.66	0.12	0.44	0.95	0.65	0.00	0.92	0.62	0.46	0.37	0.87	0.44	0.29	0.03	0	0	0	0	0	0.08	0.07
S23	22	0.34	0.23	0.45	0.76	0.53	0.37	0.84	0.56	0.42	0.33	0.89	0.45	0.30	0.03	0	0	0	0	0	0.36	0.07
	0.5	0.43	0.20	0.44	0.84	0.58	0.00	0.75	0.50	0.38	0.30	0.84	0.42	0.28	0.03	0	0	0	0	0	0.14	0.07
S24	20	0.31	0.24	0.73	0.62	0.46	0.31	0.33	0.22	0.16	0.13	0.37	0.19	0.12	0.04	0	0	0	0	0.03	0.04	0.07
	0.5	0.09	0.32	0.31	0.63	0.46	0.00	0.44	0.30	0.22	0.18	0.44	0.22	0.15	0.02	0	0	0.19	0.00	0	0.12	0.07
S25	10	0.09	0.38	0.29	0.52	0.39	0.36	0.35	0.24	0.18	0.14	0.43	0.22	0.14	0.02	0	0	0.17	0.00	0.02	0.12	0.07
	26	0.06	0.37	0.13	0.56	0.42	0.00	0.39	0.26	0.20	0.16	0.58	0.29	0.19	0.04	0	0	0.19	0.00	0	0.10	0.07
S26	0.5	0.06	0.37	0.22	0.61	0.46	0.40	0.38	0.25	0.19	0.15	0.51	0.26	0.17	0.03	0	0	0.24	0.00	0	0.04	0.07
	16	0.06	0.37	0.36	0.82	0.61	0.00	0.45	0.30	0.22	0.18	0.39	0.20	0.13	0.03	0	0	0	0	0	0.06	0.07
S27	0.5	0.03	0.34	0.28	0.72	0.54	0.64	0.49	0.33	0.24	0.20	0.65	0.33	0.22	0.03	0	0	0.18	0.00	0	0.10	0.07
	20	0.09	0.32	0.35	0.63	0.47	0.00	0.54	0.36	0.27	0.22	0.64	0.32	0.21	0.04	0	0	0	0	0	0.20	0.08

S28	0.5	0.11	0.39	0.19	0.62	0.46	0.33	0.44	0.29	0.22	0.18	0.51	0.25	0.17	0.02	0	0	0	0	0.03	0.04	0.07
	15.5	0.09	0.38	0.28	0.66	0.49	0.00	0.57	0.38	0.28	0.23	0.73	0.37	0.24	0.05	0	0.04	0.23	0.00	0	0.04	0.07
最小值		0.00	0.00	0.13	0.50	0.38	0.00	0.33	0.22	0.16	0.13	0.27	0.14	0.09	0.02	0.06	0.04	0.17	0.00	0.02	0.04	0.06
最大值		1.26	0.39	0.79	1.39	0.96	0.77	2.75	1.83	1.38	1.10	8.07	4.03	2.69	0.05	0.18	0.07	1.29	0.03	0.03	0.88	0.08
超标率（%）		2.5	0	0	7.5	0	0	20	10	5	2.5	45	10	7.5	0	0	0	2.5	0	0	0	0

表 3.2-51　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	二三类	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	二三类	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
		S4	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
		S8	一二类	一类	一类	一二类	二类	四类	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
		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
		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
		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
		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
		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
		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
		S26	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
		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
		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
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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二类	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
		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
		S18	一二类	一类	一类	一二类	二类	超四类	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
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	三类	二三类	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	三类	二三类	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	超四类	超四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类

表 3.2-52 冬季水质评价指数表

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	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
S1	7	0.5	0.03	0.44	0.55	0.98	0.14	0.03	0.02	0	0.12	0	0	0	0.06	0.06	0
S2	5	0.5	0.17	0.45	0.59	0.31	0.20	0.02	0.02	0	0.04	0.43	0.01	0	0.04	0.07	0
S3	9.5	0.5	0.00	0.40	0.57	0.39	0.13	0.01	0.02	0.06	0.66	0.30	0.01	0.04	0.08	0.07	0
S4	6.5	0.5	0.11	0.37	0.54	0.42	0.21	0.02	0.02	0	0	0.41	0.01	0	0.08	0.06	0
S5	2.5	0.5	0.14	0.46	0.56	0.34	0.11	0.03	0.02	0	0	0.72	0.01	0	0.08	0.07	0
S6	4.5	0.5	0.03	0.53	0.48	0.41	0.16	0.02	0.02	0	0.06	0.59	0.01	0	0.08	0.06	0
S7	3	0.5	0.03	0.43	0.56	0.47	0.15	0.03	0.02	0	0.08	0.18	0.00	0	0.06	0.07	0
S8	14	0.5	0.06	0.47	0.52	0.37	0.22	0.03	0.02	0	0.06	0	0	0	0.06	0.07	0.01
		12.0	0.06	0.41	0.56	0.00	0.15	0.03	0.02	0	0	0.62	0.01	0	0.08	0.07	0
S9	9	0.5	0.06	0.45	0.53	0.41	0.11	0.02	0.02	0	0	0.35	0.01	0	0.08	0.06	0
S10	2.5	0.5	0.03	0.43	0.57	0.42	0.11	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0.06	0.06	0
S11	3.8	0.5	0.03	0.31	0.51	0.28	0.08	0.03	0.02	0	0	0.18	0.00	0	0.08	0.07	0
S12	12	0.5	0.06	0.36	0.46	0.45	0.14	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0.08	0.06	0
		10.0	0.06	0.36	0.50	0.00	0.23	0.06	0.02	0	0	0.26	0.01	0	0.08	0.07	0
S13	5.5	0.5	0.03	0.31	0.54	0.38	0.10	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.10	0.07	0
S14	7.8	0.5	0.03	0.36	0.48	0.42	0.05	0.01	0.02	0	0.04	**1.57**	0.03	0	0.10	0.07	0
S15	12	0.5	0.74	0.48	0.71	0.68	0.55	0.18	0.02	0	0	0	0	0	0.10	0.07	0
		10.0	0.74	0.47	0.72	0.00	0.35	0.19	0.02	0	0.66	0	0	0	0.10	0.07	0
S16	13.5	0.5	0.11	0.50	0.54	0.46	0.25	0.06	0.02	0	0.04	0.38	0.01	0	0.10	0.07	0
		11.5	0.20	0.54	0.54	0.00	0.20	0.04	0.02	0	0.19	0	0	0	0.08	0.07	0
S17	7.5	0.5	0.11	0.33	0.48	0.37	0.17	0.07	0.02	0	0.19	0	0	0	0.10	0.08	0
S18	12	0.5	0.06	0.28	0.62	0.39	0.17	0.03	0.02	0	0.07	0.49	0.01	0	0.12	0.07	0
		10.0	0.06	0.19	0.61	0.00	0.12	0.02	0.02	0	0.06	0.30	0.01	0	0.12	0.08	0

S19	14	0.5	0.06	0.29	0.57	0.33	0.13	0.01	0.02	0	0.16	0	0	0	0.12	0.07	0
		12.0	0.03	0.38	0.52	0.00	0.20	0.04	0.02	0	0.40	0	0	0.05	0.12	0.07	0
S20	8	0.5	0.14	0.31	0.58	0.57	0.06	0.12	0.02	0	0	0.31	0.01	0	0.10	0.07	0.01
S21	11	0.5	0.03	0.38	0.63	0.45	0.11	0.02	0.02	0	0.04	0	0	0	0.18	0.08	0
		9.0	0.03	0.40	0.63	0.00	0.07	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.12	0.08	0
S22	4	0.5	0.06	0.38	0.54	0.46	0.16	0.00	0.02	0	0	0	0	0	0.14	0.08	0
S23	11	0.5	0.03	0.36	0.50	0.61	0.10	0.02	0.02	0	0.25	0	0	0	0.12	0.07	0
		9.0	0.03	0.36	0.55	0.00	0.23	0.01	0.03	0	0	0	0	0	0.10	0.08	0
S24	16	0.5	0.11	0.40	0.51	0.76	0.17	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0.14	0.08	0
		14.0	0.14	0.31	0.55	0.00	0.17	0.04	0.02	0	0	0.24	0.00	0	0.14	0.08	0
S25	11	0.5	0.06	0.28	0.56	0.46	0.14	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.12	0.08	0
		9.0	0.06	0.37	0.54	0.00	0.17	0.03	0.02	0	0	0.26	0.01	0	0.12	0.08	0
S26	12	0.5	0.03	0.33	0.52	0.43	0.11	0.15	0.02	0	0	0	0	0	0.12	0.08	0
		10.0	0.09	0.39	0.51	0.00	0.14	0.00	0.02	0	0	0	0	0	0.12	0.08	0.01
S27	20	0.5	0.11	0.39	0.53	0.47	0.16	0.06	0.02	0	0	0.18	0.00	0	0.06	0.08	0
		18.0	0.14	0.50	0.55	0.00	0.25	0.12	0.02	0	0.04	0	0	0	0.12	0.08	0
S28	13	0.5	0.09	0.34	0.45	0.37	0.12	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0.12	0.08	0
		11.0	0.00	0.19	0.45	0.00	0.05	0.00	0.02	0	0	0	0	0	0.04	0.06	0
最小值			0.00	0.19	0.45	0.00	0.05	0.00	0.02	0.06	0.04	0.18	0.00	0.04	0.04	0.06	0.01
最大值			0.74	0.54	0.72	0.98	0.55	0.19	0.03	0.06	0.66	**1.57**	0.03	0.05	0.18	0.08	0.01
超标率（%）			0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0

表 3.2-53 春季水质评价指数表

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	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	二三类	一类	一类
S1	6.3	0.5	0.58	0.34	0.15	0.09	0.37	0.34	0.02	0.18	0.35	0.57	0.01	0.02	**1.24**	0.31	0.08	0.02
S2	6	0.5	0.50	0.58	0.47	0.32	0.72	0.36	0.03	0.48	0.74	0.66	0.01	0.03	**1.36**	0.34	0.05	0.07
S3	3.7	0.5	0.44	0.32	0.46	0.06	0.36	0.39	0.02	0.00	0.17	0.54	0.01	0.02	**1.40**	0.35	0.06	0.00
S4	6.5	0.5	0.39	0.38	0.44	0.15	0.48	0.47	0.02	0.24	0.21	0.68	0.01	0.03	**1.14**	0.29	0.05	0.06
S5	4.5	0.5	0.48	0.49	0.37	0.09	0.40	0.51	0.02	0.06	0.37	0.47	0.01	0.02	**1.38**	0.35	0.06	0.05
S6	4.5	0.5	0.36	0.37	0.48	0.10	0.44	0.40	0.02	0.06	0.27	0.58	0.01	0.03	**1.02**	0.26	0.06	0.01
S7	5.6	0.5	0.37	0.34	0.39	0.20	0.27	0.54	0.02	0.00	0.09	0.59	0.01	0.02	**1.22**	0.31	0.06	0.05
S8	8	0.5	0.40	0.31	0.37	0.08	0.38	0.39	0.02	0.08	0.09	0.62	0.01	0.02	**1.02**	0.26	0.06	0.05
S9	9.5	0.5	0.59	0.60	0.66	0.72	0.19	0.27	0.02	0.22	0.62	0.55	0.01	0.03	0.14	0.04	0.05	0.00
S10	3.7	0.5	0.18	0.23	0.45	0.06	0.27	0.23	0.03	0.26	0.29	0.88	0.02	0.02	0.90	0.23	0.05	0.00
S11	4.5	0.5	0.19	0.54	0.60	0.11	0.16	0.16	0.03	0.16	0.39	0.99	0.02	0.04	**1.00**	0.25	0.05	0.00
S12	11.5	0.5	0.04	0.43	0.42	0.04	0.16	0.28	0.02	0.18	0.15	0.85	0.02	0.03	**1.14**	0.29	0.05	0.00
		10.5	0.05	0.44	0.46	0.00	0.19	0.32	0.02	0.20	0.15	0.50	0.01	0.03	**1.24**	0.31	0.06	0.00
S13	4.5	0.5	0.17	0.73	0.22	0.56	0.23	0.24	0.02	0.20	0.12	0.34	0.01	0.00	**1.90**	0.48	0.05	0.00
S14	4.8	0.5	0.18	0.25	0.47	0.39	0.27	0.71	0.02	0.18	0.31	0.49	0.01	0.00	**1.10**	0.28	0.06	0.00
S15	12	0.5	0.73	0.64	0.66	0.08	0.34	0.42	0.02	0.30	0.70	**1.05**	0.02	0.03	0.94	0.24	0.06	0.00
		11	0.75	0.23	0.96	0.00	0.36	0.72	0.02	0.24	0.43	0.44	0.01	0.02	**1.02**	0.26	0.06	0.00
S16	16.8	0.5	0.32	0.35	0.48	0.28	0.31	0.05	0.02	0.18	0.09	0.48	0.01	0.02	**1.50**	0.38	0.08	0.00
		15.8	0.35	0.56	0.52	0.00	0.16	0.19	0.02	0.28	0.59	**1.61**	0.03	0.02	**1.58**	0.40	0.06	0.00
S17	3.8	0.5	0.25	0.20	0.54	0.23	0.20	0.11	0.03	0.40	0.48	0.99	0.02	0.00	**1.26**	0.32	0.05	0.00
S18	11	0.5	0.06	0.38	0.41	0.14	0.18	0.08	0.02	0.28	0.26	0.69	0.01	0.00	**1.06**	0.27	0.05	0.00
		10	0.07	0.21	0.50	0.00	0.13	0.14	0.02	0.24	0.17	0.53	0.01	0.00	**1.02**	0.26	0.05	0.00
S19	14	0.5	0.20	0.38	0.66	0.48	0.25	0.11	0.02	0.14	0.21	0.30	0.01	0.00	0.28	0.07	0.06	0.00
		13	0.31	0.52	0.61	0.00	0.19	0.27	0.02	0.16	0.19	**1.91**	0.04	0.05	0.22	0.06	0.06	0.00
S20	7.8	0.5	0.14	0.47	0.48	0.49	0.19	0.25	0.03	0.18	0.53	0.55	0.01	0.00	**1.24**	0.31	0.06	0.00
S21	11.5	0.5	0.19	0.12	0.57	0.43	0.24	0.30	0.02	0.20	0.25	0.42	0.01	0.00	**1.22**	0.31	0.06	0.00
		10.5	0.15	0.22	0.53	0.00	0.21	0.35	0.02	0.18	0.24	0.41	0.01	0.00	**1.24**	0.31	0.06	0.00
S22	3.3	0.5	0.05	0.11	0.29	0.29	0.19	0.29	0.02	0.38	0.19	0.53	0.01	0.02	0.88	0.22	0.05	0.00
S23	7.8	0.5	0.14	0.35	0.30	0.25	0.13	0.29	0.02	0.26	0.13	0.45	0.01	0.02	0.90	0.23	0.05	0.00
S24	16	0.5	0.02	0.63	0.46	0.43	0.24	0.62	0.02	0.08	0.17	0.96	0.02	0.00	**1.42**	0.36	0.05	0.00
		15	0.05	0.39	0.48	0.00	0.10	0.12	0.02	0.10	0.31	0.68	0.01	0.02	**1.26**	0.32	0.06	0.00
S25	11	0.5	0.03	0.49	0.48	0.47	0.21	0.17	0.02	0.18	0.46	0.35	0.01	0.00	**1.24**	0.31	0.06	0.00
		10	0.01	0.15	0.55	0.00	0.19	0.20	0.02	0.20	0.28	0.31	0.01	0.00	**1.10**	0.28	0.06	0.00
S26	12	0.5	0.10	0.18	0.52	0.51	0.26	0.15	0.02	0.14	0.20	0.48	0.01	0.00	**1.40**	0.35	0.07	0.00
		11	0.05	0.43	0.58	0.00	0.44	0.20	0.02	0.20	0.16	0.29	0.01	0.00	**1.80**	0.45	0.07	0.00
S27	19	0.5	0.07	0.88	0.55	0.38	0.23	0.17	0.02	0.14	0.14	0.29	0.01	0.00	**1.82**	0.46	0.05	0.00

		18	0.11	0.53	0.29	0.00	0.28	0.24	0.02	0.16	0.25	0.28	0.01	0.00	**1.90**	0.48	0.05	0.00
S28	12.5	0.5	0.09	0.40	0.42	0.47	0.22	0.19	0.02	0.18	0.20	0.29	0.01	0.00	**1.66**	0.42	0.06	0.00
		11.5	0.13	0.37	0.48	0.00	0.20	0.26	0.02	0.18	0.36	0.44	0.01	0.00	**1.02**	0.26	0.06	0.00
最小值			0.01	0.11	0.15	0.00	0.10	0.05	0.02	0.00	0.09	0.28	0.01	0.00	0.14	0.04	0.05	0.00
最大值			0.75	0.88	0.96	0.72	0.72	0.72	0.03	0.48	0.74	1.91	0.04	0.05	1.90	0.48	0.08	0.07
超标率（%）			0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.69	0	0	82.05	0	0	0

表 3.2-54 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	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
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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	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	二三类	一类	一类
		S26	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	二三类	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	**二三类**	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	**二三类**	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	**二三类**	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	**二三类**	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	二类	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	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
		S16	一二类	一类	一类	一二类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	二三类	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	二三类	一类	一类

表 3.2-55　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	一类	二类	三类	一二类	一类	二类	三类	四类	一类	二三类	一类	一类	二类	一类	一类	二类	一类	一类	二三类	一类	一类
S1	8	0.5	0.03	0.87	**1.19**	0.72	0.51	0.45	0.60	0.40	0.30	0.24	0.10	0.05	0.03	0.34	0.17	0.18	0.17	0.00	0.02	0.70	0.18	0.00	0.03
S2	6.5	0.5	0.00	0.84	0.74	0.44	0.32	0.50	**1.08**	0.72	0.54	0.43	0.04	0.02	0.03	0.32	0.16	0.32	0.89	0.02	0.02	1.00	0.25	0.00	0.03
S3	5.8	0.5	0.03	0.55	0.98	0.59	0.42	0.37	0.74	0.49	0.37	0.30	0.06	0.03	0.03	0.24	0.12	0.14	0.00	0.00	0.02	0.70	0.18	0.00	0.03
S4	9	0.5	0.17	0.78	0.61	0.36	0.26	0.45	0.83	0.56	0.42	0.33	0.03	0.01	0.03	0.22	0.11	0.11	0.53	0.01	0.03	0.88	0.22	0.00	0.03
S5	7	0.5	0.14	0.77	0.97	0.57	0.40	0.43	**1.03**	0.69	0.51	0.41	0.27	0.13	0.02	0.36	0.18	0.24	0.41	0.01	0.04	0.90	0.23	0.14	0.03
S6	6.5	0.5	0.09	0.70	0.82	0.48	0.34	0.55	0.84	0.56	0.42	0.34	0.21	0.11	0.03	0.40	0.20	0.28	0.20	0.00	0.03	**1.64**	0.41	0.00	0.03
S7	7	0.5	0.06	0.66	**1.18**	0.70	0.50	0.47	1.63	1.08	0.81	0.65	0.29	0.14	0.03	0.52	0.26	0.25	0.51	0.01	0.04	**1.10**	0.28	0.00	0.03
S8	12	0.5	0.17	0.51	**1.45**	0.87	0.62	0.51	**1.16**	0.78	0.58	0.47	0.16	0.08	0.02	0.54	0.27	0.33	**1.06**	0.02	0.04	0.62	0.16	0.00	0.03
		11	0.14	0.58	**1.52**	0.94	0.68	0.00	0.78	0.52	0.39	0.31	0.12	0.06	0.02	**1.06**	0.53	0.80	0.49	0.01	0.03	0.92	0.23	0.00	0.03
S9	9	0.5	0.26	0.63	0.38	0.23	0.16	0.33	0.53	0.35	0.26	0.21	0.04	0.02	0.03	0.18	0.09	0.05	0.31	0.01	0.04	0.70	0.18	0.00	0.03
S10	8	0.5	0.31	0.58	0.76	0.46	0.34	0.30	0.41	0.27	0.21	0.16	0.05	0.02	0.03	0.16	0.08	0.08	0.30	0.01	0.04	**1.24**	0.31	0.00	0.03
S11	9.6	0.5	0.26	0.43	0.94	0.57	0.41	0.39	0.40	0.27	0.20	0.16	0.06	0.03	0.03	0.12	0.06	0.00	0.22	0.00	0.02	0.88	0.22	0.00	0.03
S12	16	0.5	0.34	0.48	0.39	0.24	0.17	0.45	0.53	0.35	0.27	0.21	0.07	0.04	0.02	0.22	0.11	0.00	0.25	0.01	0.03	0.84	0.21	0.00	0.02
		1	0.23	0.45	0.82	0.51	0.37	0.00	0.44	0.29	0.22	0.18	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.52	0.01	0.03	0.82	0.21	0.00	0.03
S13	9.5	0.5	0.31	0.58	0.48	0.28	0.20	0.38	0.31	0.21	0.15	0.12	0.02	0.01	0.02	0.20	0.10	0.05	0.00	0.00	0.03	0.62	0.16	0.00	0.03
S14	7	0.5	0.23	0.24	0.36	0.21	0.15	0.39	0.20	0.14	0.10	0.08	0.02	0.01	0.02	0.14	0.07	0.58	0.00	0.00	0.02	0.86	0.22	0.00	0.03
S15	13	0.5	0.63	0.43	**1.83**	**1.12**	0.81	0.43	**2.09**	**1.39**	**1.05**	0.84	**1.28**	0.64	0.02	0.30	0.15	0.15	0.28	0.01	0.02	0.24	0.06	0.00	0.03
		12	0.66	0.58	**1.88**	**1.16**	0.84	0.00	**1.62**	**1.08**	0.81	0.65	0.88	0.44	0.02	0.32	0.16	0.04	0.64	0.01	0.04	0.14	0.04	0.00	0.04
S16	19	0.5	0.43	0.55	**1.41**	0.86	0.62	0.39	**1.26**	0.84	0.63	0.50	0.50	0.25	0.02	0.28	0.14	0.12	0.20	0.00	0.02	0.18	0.05	0.00	0.03
		18	0.26	0.20	**1.43**	0.88	0.64	0.00	0.69	0.46	0.34	0.27	0.14	0.07	0.02	0.38	0.19	0.32	**1.59**	0.03	0.05	0.16	0.04	0.00	0.03
S17	6.2	0.5	0.00	0.55	**1.24**	0.74	0.53	0.30	0.36	0.24	0.18	0.14	0.04	0.02	0.02	0.22	0.11	0.29	0.36	0.01	0.04	0.38	0.10	0.00	0.03
S18	13.5	0.5	0.14	0.54	0.79	0.47	0.34	0.40	0.61	0.40	0.30	0.24	0.03	0.02	0.02	0.28	0.14	0.25	0.57	0.01	0.02	0.14	0.04	0.00	0.03
		12.5	0.06	0.32	**1.34**	0.82	0.59	0.00	0.24	0.16	0.12	0.09	0.02	0.01	0.02	0.24	0.12	0.09	0.35	0.01	0.05	0.14	0.04	0.00	0.02
S19	13	0.5	0.14	0.79	0.77	0.46	0.33	0.59	0.20	0.13	0.10	0.08	0.05	0.02	0.02	0.16	0.08	0.14	0.00	0.00	0.03	0.08	0.02	0.00	0.03
		12	0.09	0.50	0.87	0.53	0.38	0.00	0.27	0.18	0.14	0.11	0.09	0.04	0.02	0.20	0.10	0.21	0.00	0.00	0.02	0.16	0.04	0.00	0.02
S20	9	0.5	0.20	0.49	0.06	0.04	0.03	0.45	0.17	0.12	0.09	0.07	0.00	0.00	0.02	0.12	0.06	0.08	0.33	0.01	0.03	0.98	0.25	0.00	0.03
S21	13.8	0.5	0.14	0.24	0.47	0.28	0.20	0.46	0.21	0.14	0.11	0.09	0.01	0.01	0.03	0.22	0.11	0.22	0.00	0.00	0.03	0.86	0.22	0.00	0.03
		12.8	0.11	0.28	0.78	0.47	0.34	0.00	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.01	0.02	0.12	0.06	0.05	0.00	0.00	0.03	0.86	0.22	0.03	0.03
S22	21	0.5	0.09	0.61	0.60	0.36	0.26	0.42	0.57	0.38	0.29	0.23	0.03	0.02	0.03	0.28	0.14	0.23	0.17	0.00	0.03	0.14	0.04	0.00	0.03
		20	0.09	0.56	0.90	0.54	0.39	0.00	0.46	0.31	0.23	0.19	0.12	0.06	0.03	0.54	0.27	0.42	0.26	0.01	0.02	0.14	0.04	0.00	0.03
S23	14.5	0.5	0.23	0.43	0.74	0.43	0.31	0.73	0.25	0.17	0.13	0.10	0.05	0.02	0.02	0.24	0.12	0.10	0.21	0.00	0.02	0.10	0.03	0.00	0.03
		13.5	0.09	0.07	**1.03**	0.62	0.44	0.00	0.24	0.16	0.12	0.09	0.03	0.01	0.02	0.16	0.08	0.20	0.00	0.00	0.02	0.12	0.03	0.00	0.03
S24	18.3	0.5	0.09	0.24	0.40	0.24	0.18	0.72	0.27	0.18	0.13	0.11	0.04	0.02	0.02	0.34	0.17	0.43	0.63	0.01	0.03	**1.62**	0.41	0.03	0.02
		17.3	0.14	0.22	0.36	0.22	0.16	0.00	0.22	0.15	0.11	0.09	0.07	0.03	0.02	0.66	0.33	0.45	0.65	0.01	0.08	**1.24**	0.31	0.04	0.02
S25	14	0.5	0.17	0.09	0.79	0.47	0.34	0.57	0.17	0.12	0.09	0.07	0.01	0.00	0.02	0.18	0.09	0.20	0.33	0.01	0.02	0.96	0.24	0.00	0.02
		13	0.14	0.14	0.78	0.47	0.34	0.00	0.29	0.19	0.15	0.12	0.01	0.01	0.03	0.28	0.14	0.13	0.26	0.01	0.02	0.86	0.22	0.00	0.03
S26	15.5	0.5	0.17	0.56	0.67	0.40	0.29	0.37	0.15	0.10	0.07	0.06	0.03	0.01	0.02	0.18	0.09	0.22	0.18	0.00	0.02	0.82	0.21	0.00	0.03
		14.5	0.14	0.18	0.88	0.53	0.38	0.00	0.15	0.10	0.07	0.06	0.08	0.04	0.03	0.12	0.06	0.11	0.18	0.00	0.00	0.86	0.22	0.08	0.03

S27	20.5	0.5	0.14	0.37	0.45	0.28	0.20	0.64	0.19	0.13	0.10	0.08	0.02	0.01	0.03	0.62	0.31	0.59	0.31	0.01	0.03	0.90	0.23	0.00	0.02
		19.5	0.20	0.23	0.49	0.30	0.22	0.00	0.19	0.12	0.09	0.07	0.02	0.01	0.02	0.20	0.10	0.33	0.27	0.01	0.04	0.86	0.22	0.00	0.02
S28	15	0.5	0.14	0.20	0.56	0.34	0.24	0.43	0.11	0.07	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.20	0.10	0.19	0.31	0.01	0.00	0.78	0.20	0.04	0.02
		14	0.17	0.27	0.76	0.46	0.33	0.00	0.23	0.15	0.12	0.09	0.01	0.01	0.02	0.18	0.09	0.24	**1.67**	0.03	0.03	0.80	0.20	0	0.02
最小值			0.00	0.07	0.06	0.04	0.03	0.00	0.11	0.07	0.05	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.02
最大值			0.66	0.87	1.88	1.16	0.84	0.73	2.09	1.39	1.05	0.84	1.28	0.64	0.03	1.06	0.53	0.80	1.67	0.03	0.08	1.64	0.41	0.14	0.04
超标率			0	0	26.2	4.8	0	0	14.3	4.8	2.4	0	2.4	0	0	2.4	0	0	7.1	0	0	11.9	0	0	0

表 3.2-56　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	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
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	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
		S2	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
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	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	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	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	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
		S26	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
		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	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
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	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	二三类	一类	一类
		S7	一二类	一类	一类	一二类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二三类	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	二三类	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	一二类	一类	三类	一二类	三类	二三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
		S16	一二类	一类	二类	一二类	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	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

表 3.2-57 电磁辐射监测项目与点位信息表

序号	点位名称	监测内容
1	厂区 1	工频电场强度、磁感应强度、无线电干扰
2	厂区 2	
3	厂区 3	
4	厂区 4	
5	厂区 5	
6	厂区 6	
7	厂区 7	
8	厂区 8	
9	南垌村	
10	南蒙塘	
11	车板镇	
12	平垌村	
13	德耀村	

表 3.2-58 通讯基站点位信息表

序号	点位名称	GPS 点位坐标	网络类型	备注
1	松明坡基站	N：21°32′12.08″E：109°48′41.43″	移动	/
2	车板镇营销服务中心基站	N：21°31′24.29″E：109°49′43.31″	移动/联通	/
3	车板镇基站 2	N：21°30′56.22″E：109°49′16.39″	移动	/
4	车板镇基站 3	N：21°31′45.56″E：109°49′54.38″	联通	/
5	南衙岭基站	N：21°31′34.41″E：109°50′38.13″	移动	/
6	孔子坡基站	N：21°33′52.83″E：109°49′37.82″	移动	/
7	金花坪基站	N：21°35′46.08″E：109°50′21.49″	联通	/
8	龙头山基站	N：21°36′3.41″E：109°48′24.84″	移动	/

序号	点位名称	GPS 点位坐标	网络类型	备注
9	社坛坡基站	N：21°34′59.96″E：109°48′05.70″	电信/移动	/
10	凤地基站	N：21°32′56.91″E：109°47′00.47″	联通/移动	双塔

表 3.2-59 工频电场、工频磁场检测结果

序号	检测点位描述	电场强度（V/m）	工频电场 0.05kHz 公众曝露限值（V/m）	磁感应强度（μT）	磁感应强度 0.05kHz 公众曝露限值（μT）
1	厂区 1	0.3256	4000	0.0207	100
2	厂区 2	0.3554	4000	0.0196	100
3	厂区 3	0.2740	4000	0.0185	100
4	厂区 4	0.3386	4000	0.0238	100
5	厂区 5	0.253	4000	0.0172	100
6	厂区 6	0.3988	4000	0.0421	100
7	厂区 7	0.4144	4000	0.0364	100
8	厂区 8	0.3428	4000	0.0248	100
9	南垌村	0.4254	4000	0.0256	100
10	南蒙塘	0.4808	4000	0.0422	100
11	车板镇	0.4468	4000	0.0650	100
12	平垌村	1.398	4000	0.0166	100
13	德耀村	1.919	4000	0.0190	100

表 3.2-60 无线电干扰检测数据

序号	检测点位描述	测量频率（MHz）	准峰值 dB(μV/m)
1	厂区 1	0.5	34.24
2	厂区 2	0.5	37.22
3	厂区 3	0.5	35.97
4	厂区 4	0.5	33.63
5	厂区 5	0.5	35.51
6	厂区 6	0.5	36.33
7	厂区 7	0.5	36.80
8	厂区 8	0.5	38.90
9	南垌村	0.5	34.88
10	南蒙塘	0.5	32.11
11	车板镇	0.5	34.19
12	平垌村	0.5	42.82
13	德耀村	0.5	44.90

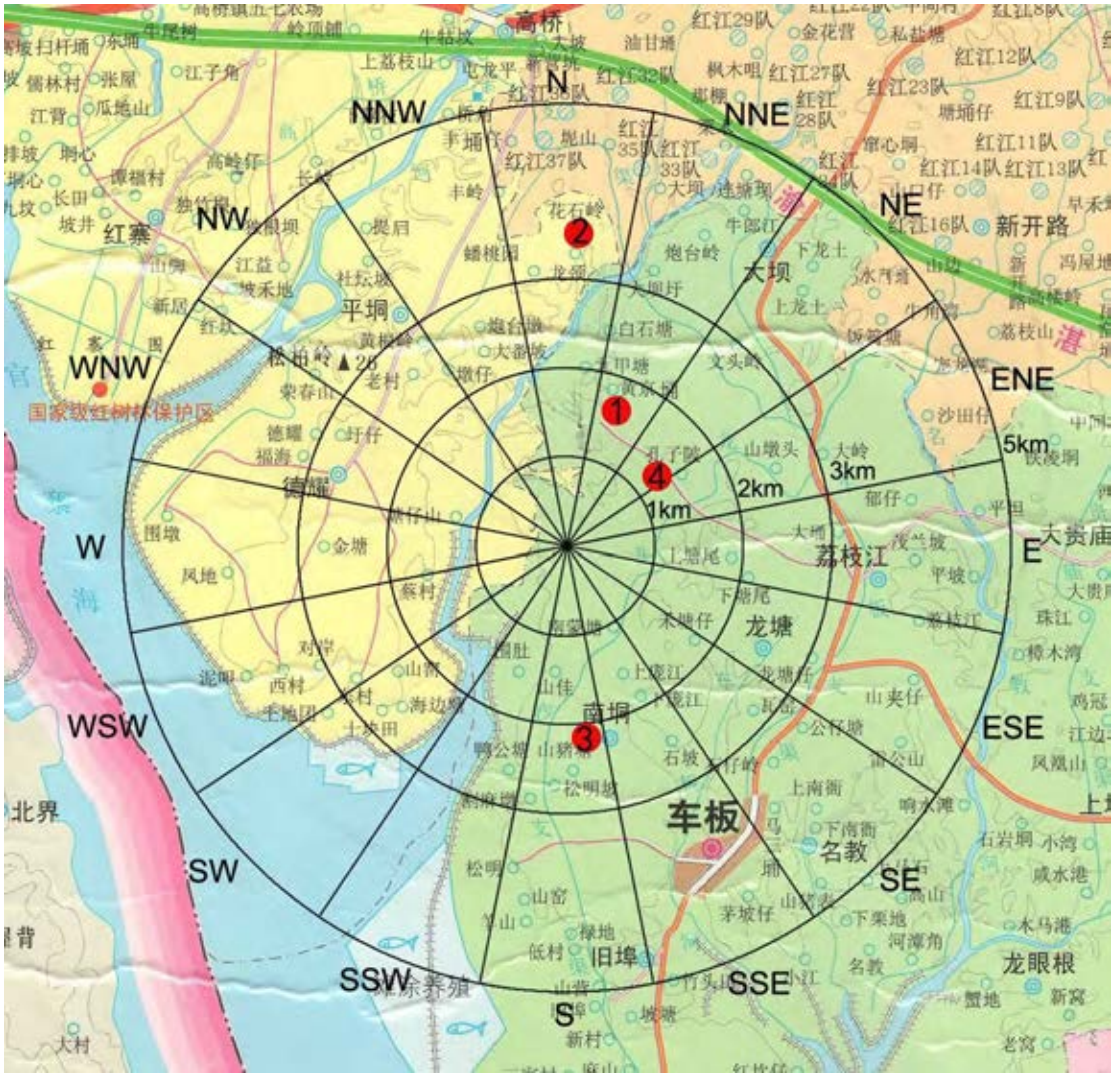


图 3.2-1　环境空气监测采样点位示意图

图 3.2-2　厂址区域噪声测量点布设图

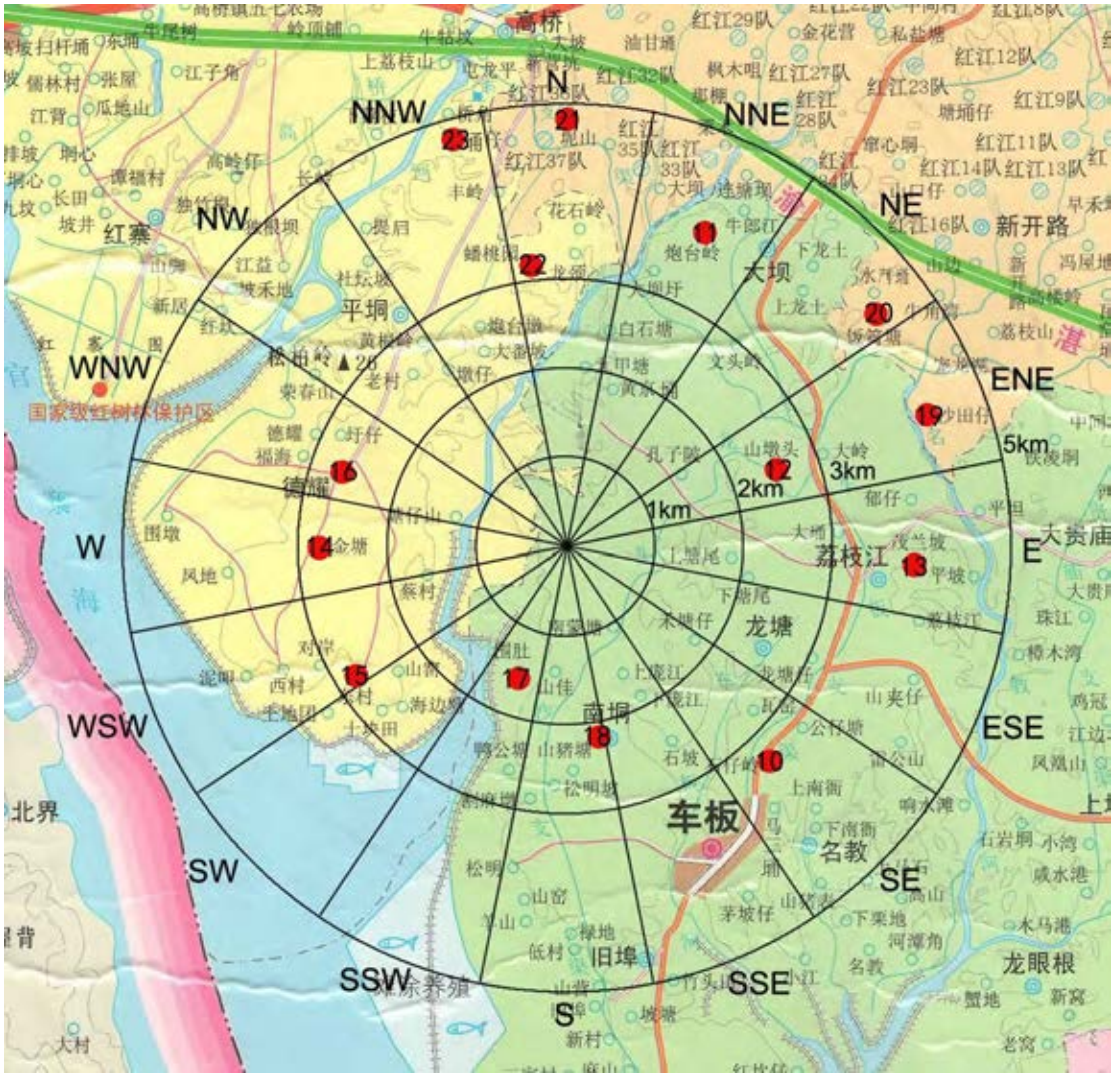


图 3.2-3　社会生活噪声测量点布设图

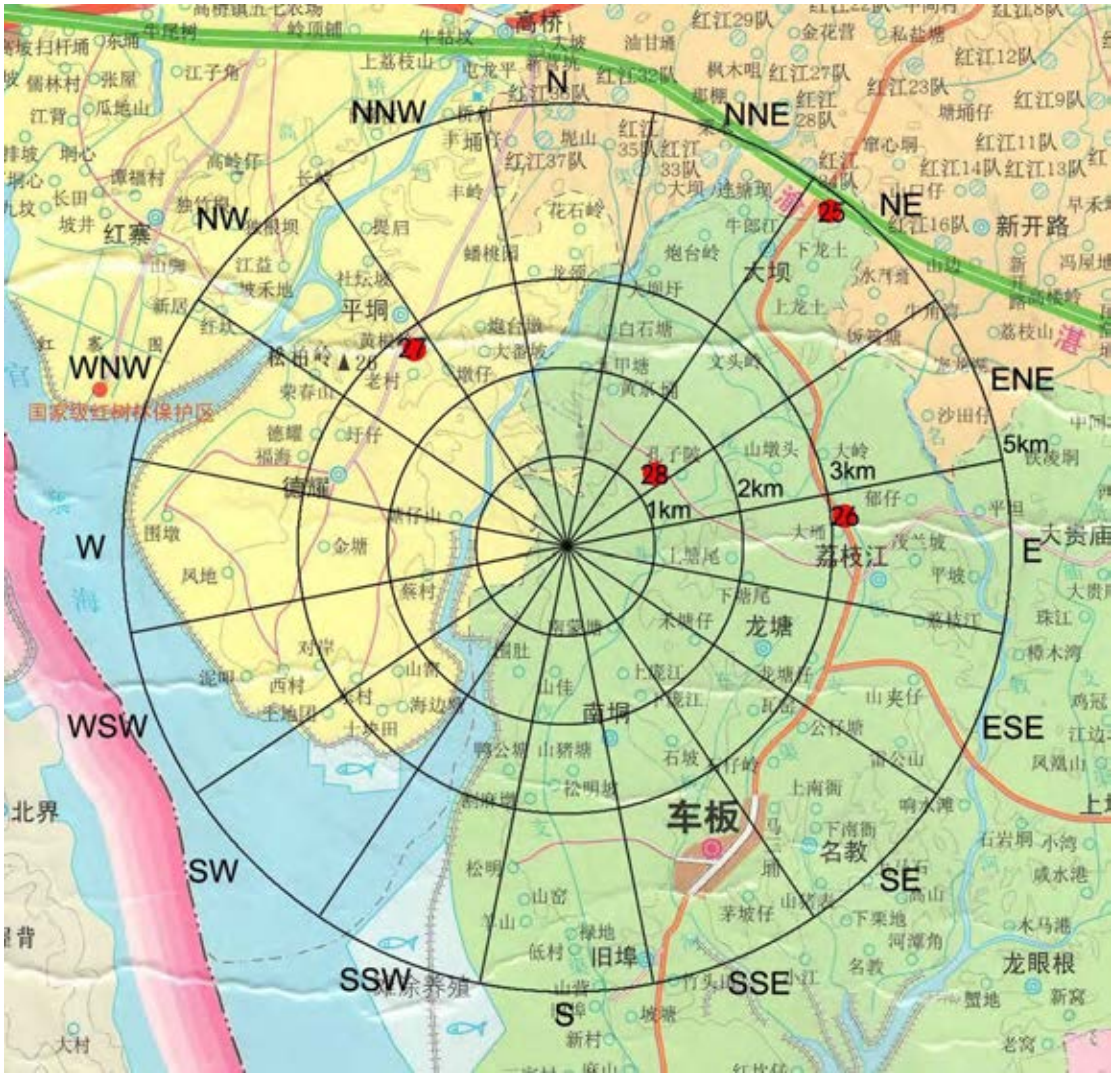


图 3.2-4　交通运输噪声测量点布设图

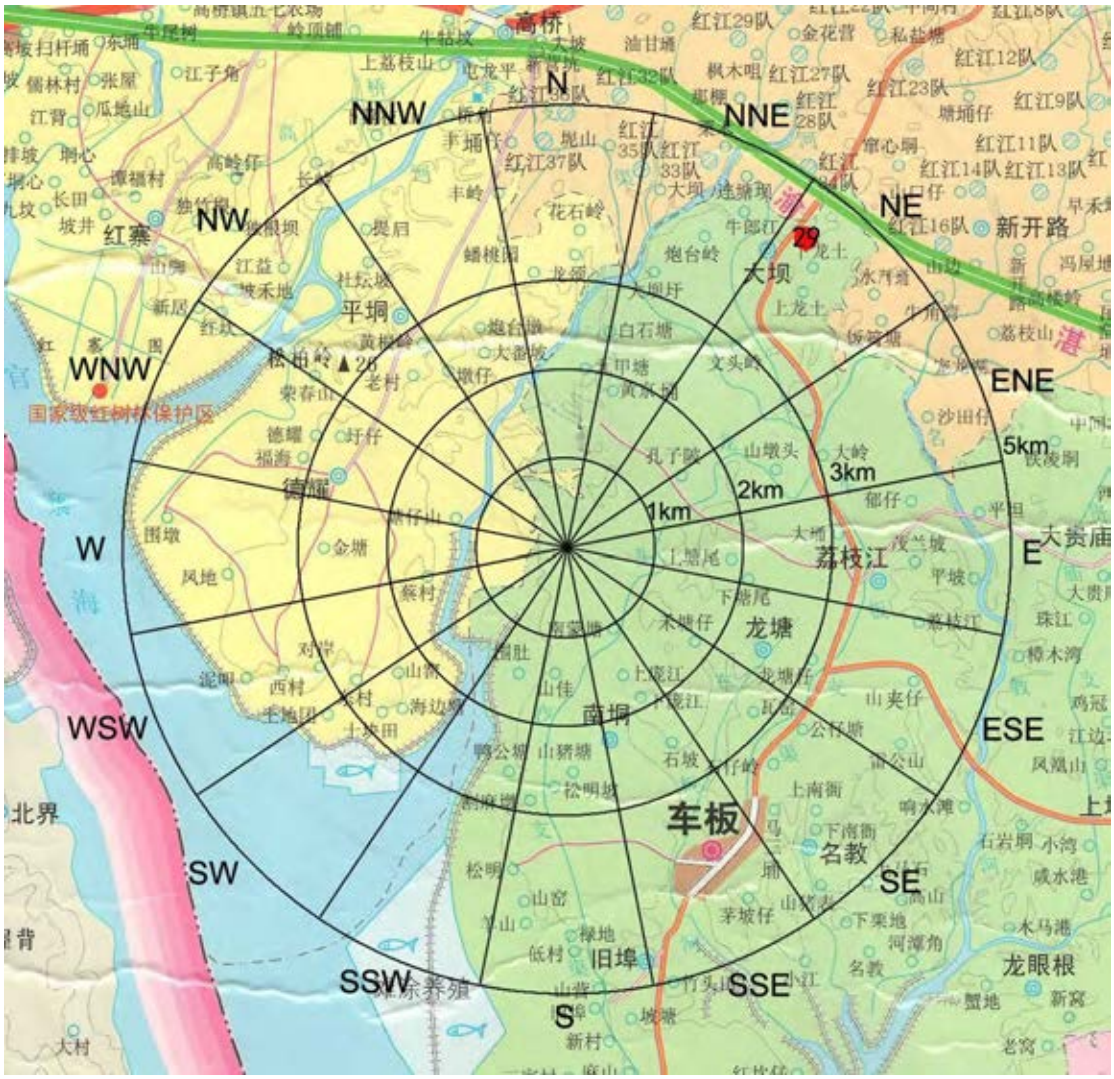


图 3.2-5　工业生产噪声测量点布设图

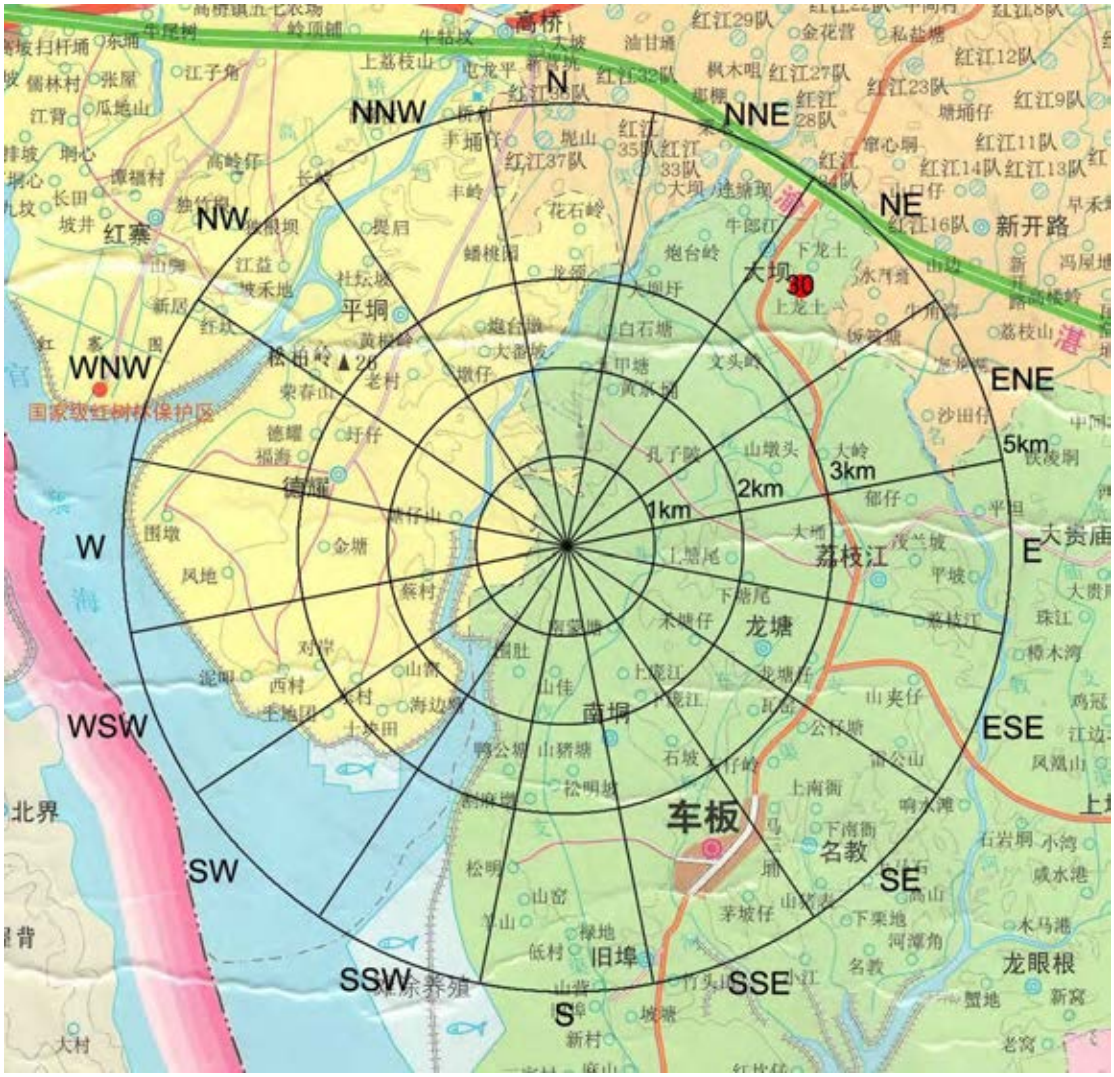


图 3.2-6　环境敏感目标噪声测量点布设图

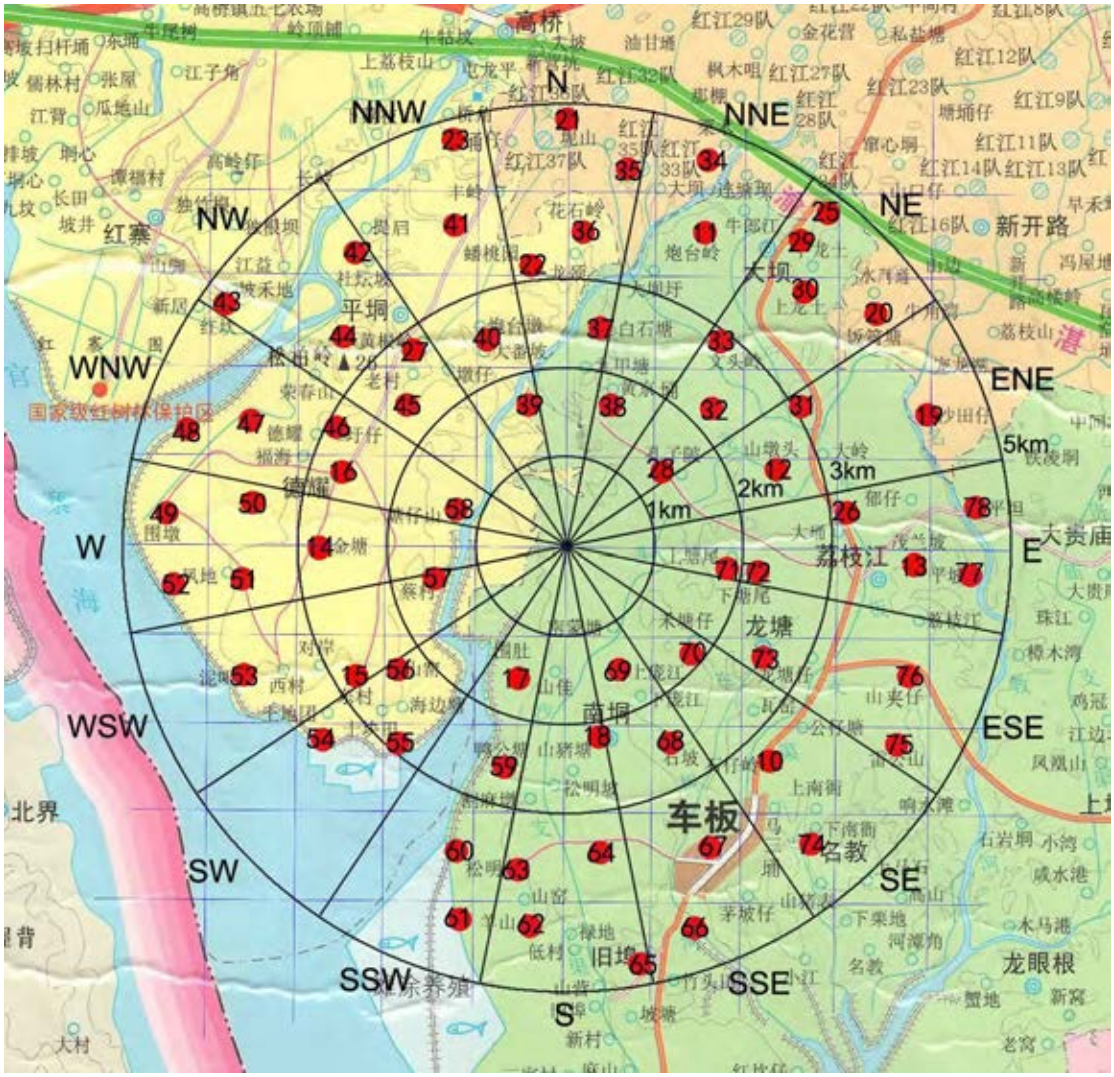


图 3.2-7　环境敏感目标噪声测量点布设图

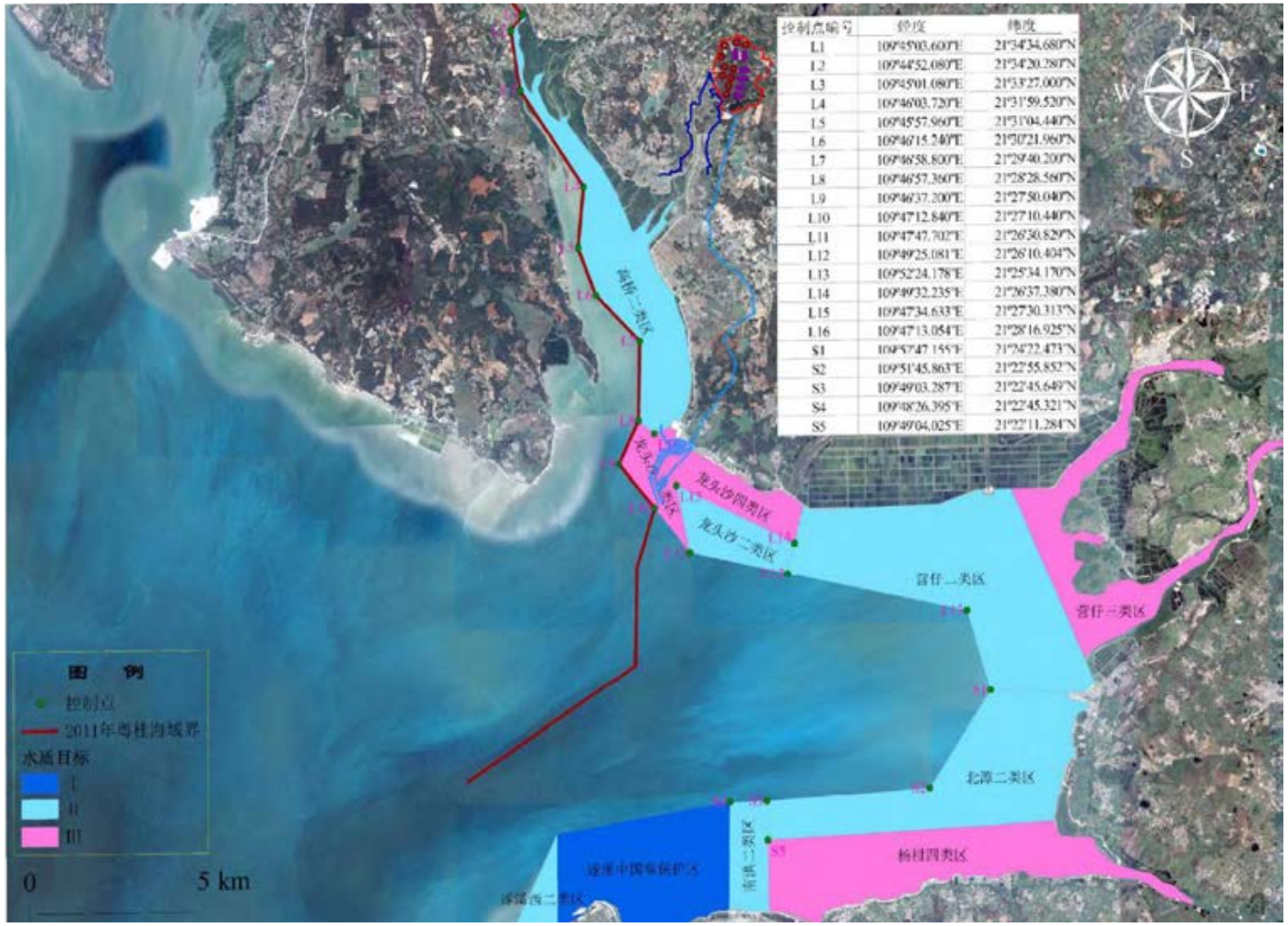


图 3.2-8　项目周边近岸海域环境功能区划

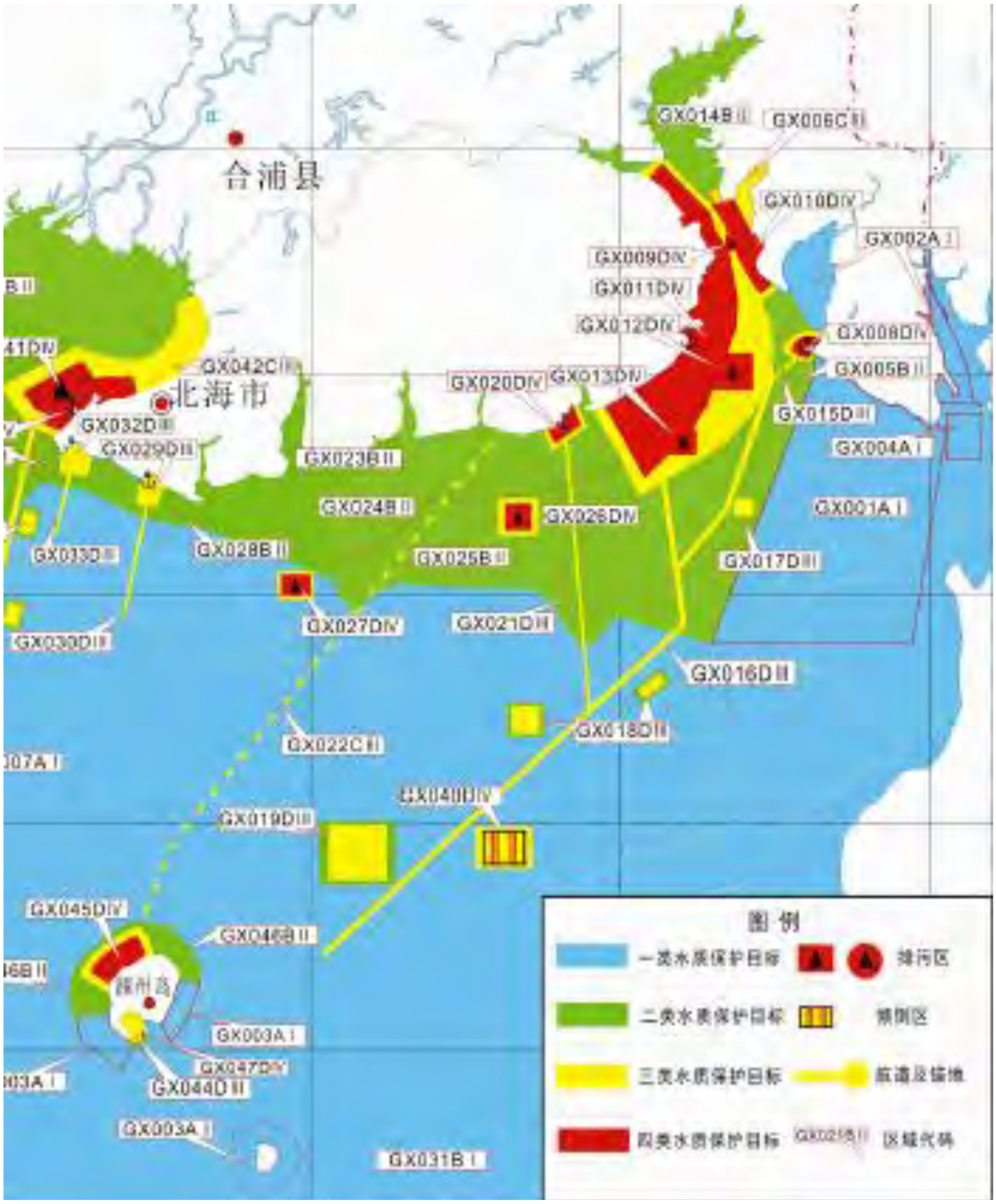


图 3.2-9 项目周边的广西海域环境功能区

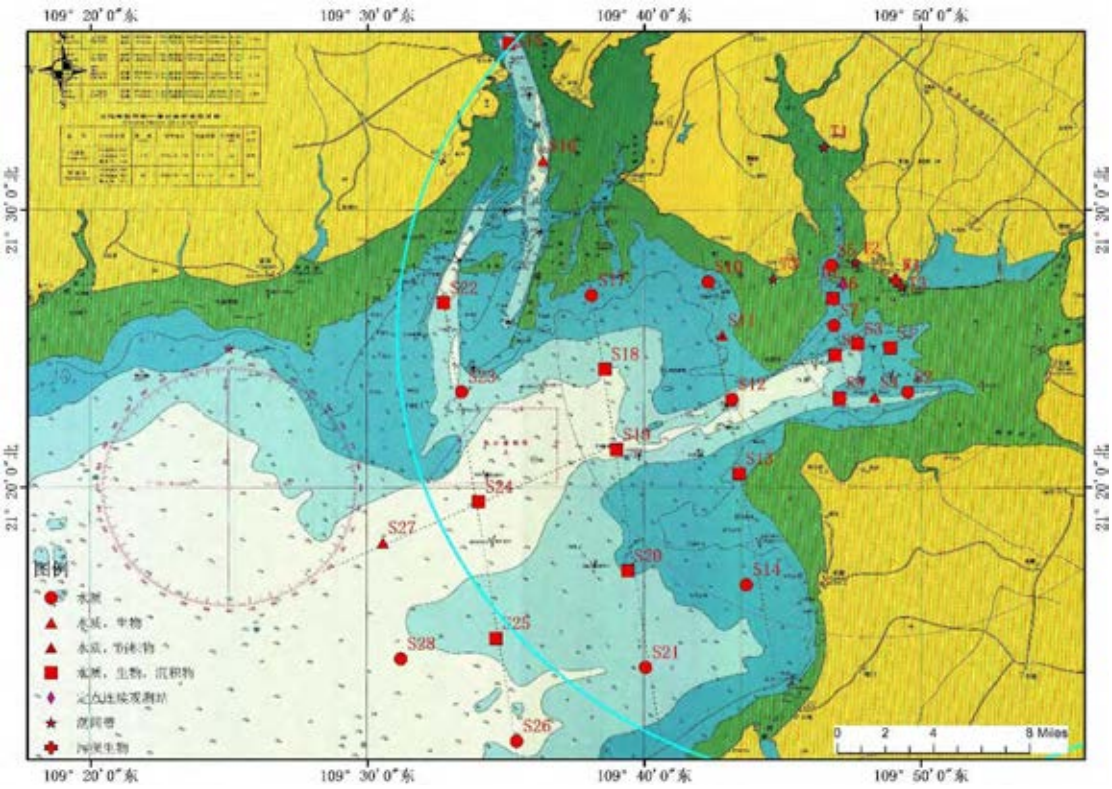


图 3.2-10　地表水监测采样点位示意图

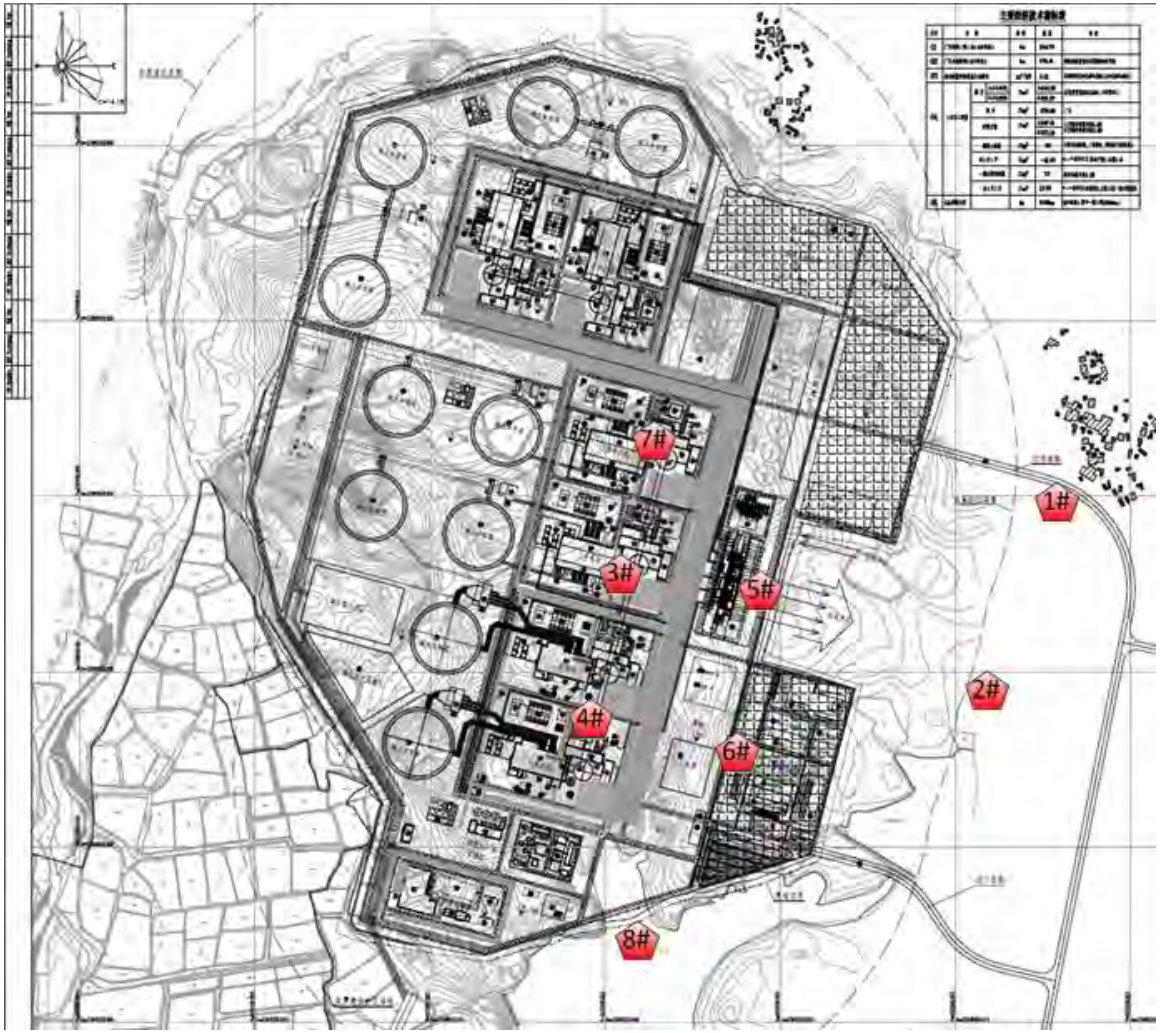


图 3.2-11　电磁辐射监测布点示意图

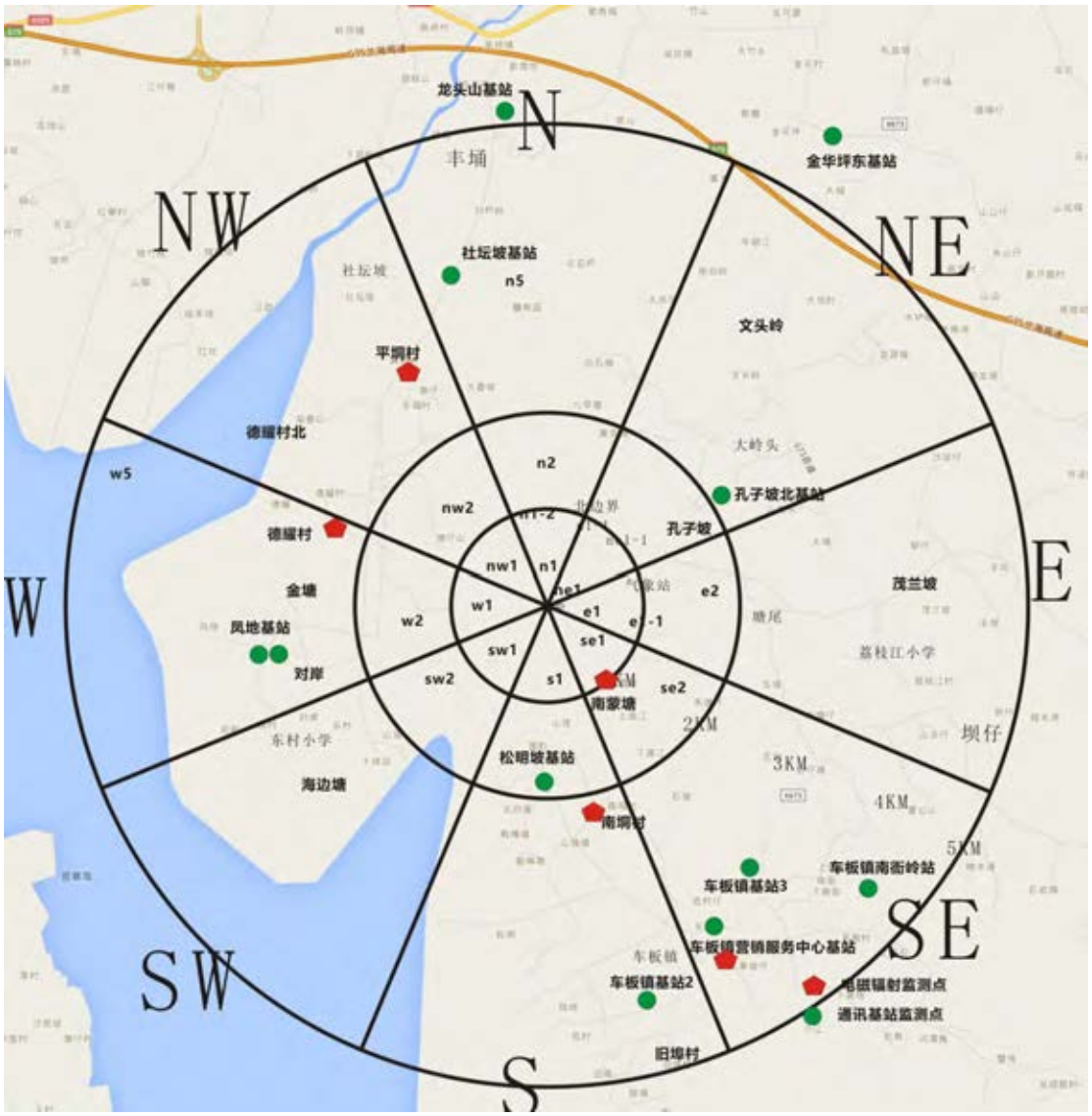


图 3.2-12　厂址 5km 范围通讯基站分布

附件一 关于确认廉江核电项目环评执行标准的函

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。

湛江市生态环境局麻江分局

2020年6月15日

第四章　核电厂

4.1　厂区规划及平面布置

4.1.1　厂区规划

4.1.1.1　规划设计原则

广东廉江核电项目拟规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组（2 台 CAP1000 机组+4 台 CAP1400 机组），一次规划，分期建设；一期工程拟建设 2 台 CAP1000 核电机组。

- 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　功能分区规划及布置

1） 主厂房建筑群位置的确定

每一台机组由核岛与常规岛组成。根据工艺要求，核岛主要包括：反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、放射性废物厂房；常规岛建构筑物包括：汽机厂房和变压器区

域构筑物。2 台机组的核岛、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、交通运输和实物保护等多方面因素最终确定。

本厂址位于廉江市车板镇北约 4km 处。厂址地貌总体以侵蚀丘陵地貌为主，包括低丘、冲沟等类型。低丘海拔高程 20.00～38.10m（1985 国家高程基准，下同），相对高度 10.00～18.00m。根据可研阶段岩土工程勘察及补充勘察成果，厂区范围内基岩分布较零散，主厂房宜采用并列布置方案。核岛厂房可在田螺岭南侧山体集中布置 4 台机组，北侧山体可布置 2 台机组。南侧山体布置主厂房时，核岛宜朝东侧布置，常规岛朝向西侧布置，冷却塔区可集中布置在临近大坝河的主厂房西侧区域，靠近常规岛一侧，这样布置可使循环水管线更加短捷。北侧山体布置主厂房时，核岛朝南，常规岛朝北，冷却塔区可靠近布置在主厂房西侧或北侧区域，即靠近常规岛。

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。

2） 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由南向北。

3） 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） 电力出线规划

根据本项目初步可行性研究报告考虑：电气出线拟以 500kV 等级出线，一期工程采用 2 回 500kV 线路出线，出线向东接入 500kV 芷寮变电站。

5） 对外交通规划

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县道 X673 与规划的 S388 省道（龙头沙港互通连接线）的交叉点处，S388 省道向东北可连接至国道 G75，应急道路等级为二级公路。

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、重件设备拟通过水路运至核电厂专用的大件码头。

本项目拟在龙头沙渔港近岸南侧深槽处，建造核电厂自备大件专用码头，码头配备全回转固定式起重机吊卸大件设备。同时，新建大件运输道路连接厂区进厂或应急道路，大、重件设备通过水路运至核电厂专用大件码头上岸，再用大型液压平板车运至施工现场。

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，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。

6） 竖向设计

本工程厂址的设计基准洪水位为 17.56m，综合考虑地基条件以及土石方平衡，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，挖方量（实方）为 610.61 万立方米（正挖量），填方量为 527.16 万立方米，表层腐殖土工程量估计约 84 万立方米，考虑场地平整工程后，厂区余方约 36.02 万立方米，考虑厂外弃土。

7） 土石方工程量

本项目土石方工程量见表 4.1-1。厂区规划详见图 4.1-1。

4.1.2 厂区总平面布置

厂区总平面布置图见图 4.1-2。

具体布置如下：

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一期工程北侧，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。

3） 冷却塔区布置

1、2 号机组每台 CAP1000 核电机组暂按配置 1 座逆流式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） 辅助生产设施区的布置

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。一期工程海水预处理设施、海水淡化厂房和除盐水厂房集中布置在厂区南侧，水处理厂布置在一期工程主厂区的东南侧。三废区布置在一期工程主厂区的南侧，放射性废液排放方便，便于一期工程先行使用，同时兼顾二期工程的使用。

5） 厂前区的布置

考虑将厂前办公区（主要建构筑物为综合办公楼、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）主要技术经济指标

本项目主要技术经济指标见表 4.1-2。

4.1.3 排放口布置

一期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（主要建构筑物为综合办公楼、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较为合理。

产生的低放废液经过放射性废液系统（WLS）处理后进入该系统的厂区废液大贮罐，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。一期工程两台机组的冷却塔排水量为 3.41m^3/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。

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。

4.1.4 子项列表

本工程的具体子项见表 4.1-3。

其中厂外附属设施包括专家村、环境监测站、气象观测站。

专家村位于廉江市车板镇境内，车板二中北侧，673 县道西侧，位于核电厂区东南方向约 2.5km 处。专家村占地 3.18hm^2，总建筑面积 5.3 万 m^2，无地下建筑面积，建筑占地面积 0.3 万 m^2，建筑密度 11%，容积率 1.6，整体绿化率为 38%。专家村满足约 1000 人的居住要求。新建宿舍楼 8 栋，其中 15 层 3 栋、16 层 1 栋、22 层 4 栋；托儿所 1 座，3 层；污水处理站 1 座；配套建设变电所、门卫室及足球场、篮球场、网球场、泳池等户外运动设施。

环境监测站位于廉江市青平镇，核电厂区东北方向约 11km 处。场地南侧设气象观测场和消防泵房（1 层，下设消防水池），场地北侧从东到西，依次设门卫室、环境监测站、车库、辐射环境现场监督站等。工程占地面积为 12887m^2，总建筑面积为 6732m^2，建筑密度 14.59%，容积率 0.52，绿地面积为 0.75hm^2，绿地率为 58.15%。核电厂辐射环境现场监督站共 5 层，一层~三层为前沿站（含前沿站实验室和数据汇总中心），四层~五层为流出物实验室。

气象观测站位于廉江市车板镇，核电厂区东北方向约 1.1km 处。工程占地面积为 2341m^2，总建筑面积为 54m^2，建筑密度 2.31%，绿地面积为 0.15hm^2，绿地率为 62.02%，绿化方式以铺植草皮为主。气象观测站主要包括厂区气象铁塔、地面气象观测场、工作室。气象铁塔有 4 层，每层安装 1 个温度传感器、1 个风速传感器和 1 个风向传感器。地面气象观测场为 25m×25m。工作室为一座单层建筑，结构为砌体结构，长 10.2m，宽 5.3m，总建筑面积 54m^2。

表 4.1-1 土石方工程量表

<table>
<tr><th colspan="2">类别</th><th>项目</th><th>数量（万 m^3）</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="2">厂区</td><td>挖方</td><td>土石方挖方</td><td>610.61</td><td rowspan="2">土石比考虑 0.43:0.57，土方最终松散系数 1.02，石方最终松散系数取 1.09</td></tr>
<tr><td>填方</td><td>土石方填方</td><td>527.16</td></tr>
<tr><td colspan="3">松散方量</td><td>647.81</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">表层腐殖土工程量</td><td>84</td><td>不用于场地平整，厂内堆砌，可作为厂区绿化用土</td></tr>
<tr><td colspan="3">余（欠）方量</td><td>36.02</td><td>场地平整后</td></tr>
</table>

表 4.1-2 主要技术经济指标表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="3">名称</th><th>单位</th><th>数量</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>01</td><td colspan="3">工程总用地</td><td>hm^2</td><td>241.68</td><td>不包括专家村、进厂道路、应急道路、厂外管线、取水设施等厂外用地</td></tr>
<tr><td>02</td><td colspan="3">厂区工程用地</td><td>hm^2</td><td>197.46</td><td>指规划容量控制区围墙内的用地</td></tr>
<tr><td>03</td><td colspan="3">规划容量单位容量占地面积</td><td>m^2/kW</td><td>0.23</td><td>考虑建设 2 台 CAP1000+4 台 CAP1400</td></tr>
<tr><td rowspan="2">04</td><td rowspan="2">循环水管道</td><td colspan="2">供水管</td><td>m</td><td>2404</td><td>指 6 台机组，其中一期工程 654</td></tr>
<tr><td colspan="2">排水管</td><td>m</td><td>3616</td><td>指 6 台机组，其中一期工程 586</td></tr>
<tr><td rowspan="2">05</td><td rowspan="2">电气廊道</td><td colspan="2">500kV GIL廊道</td><td>m</td><td>5084</td><td>其中一期工程 1480m</td></tr>
<tr><td colspan="2">220kV 电缆沟</td><td>m</td><td>5668</td><td>其中一期工程 1320m</td></tr>
<tr><td>06</td><td colspan="3">综合管廊长度</td><td>m</td><td>5697</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">07</td><td colspan="2" rowspan="2">围栏长度</td><td>控制区</td><td>m</td><td>5933</td><td></td></tr>
<tr><td>保护区</td><td>m</td><td>4774</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">08</td><td rowspan="7">土石方工程量</td><td rowspan="2">挖方</td><td>土占比 43%</td><td rowspan="2">万 m^3</td><td>土 262.56</td><td rowspan="2">总挖方量 610.61（实方）</td></tr>
<tr><td>石占比 57%</td><td>石 348.05</td></tr>
<tr><td colspan="2">填方</td><td>万 m^3</td><td>527.16</td><td>厂区</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">松散方量</td><td rowspan="2">万 m^3</td><td>土 267.81</td><td rowspan="2">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</td></tr>
<tr><td>石 379.37</td></tr>
<tr><td colspan="2">表层腐植土、树根和树桩等</td><td>万 m^3</td><td>84</td><td>腐殖土外弃，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</td></tr>
<tr><td colspan="2">余欠方</td><td>万 m^3</td><td>36.02</td><td>场地平整后，厂外弃土</td></tr>
<tr><td colspan="2">一期工程负挖量</td><td>万 m^3</td><td>54.5</td><td>堆砌在三期工程冷却塔区</td></tr>
</table>

					域（堆土场）
		二、三期工程负挖量	万 m^3	87.10	厂外弃土，二三期工程启动前，建设方考虑厂外弃土场

表 4.1-3　主要建、构筑物一览表

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	单堆设置/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
032	氢气站	全厂共用
033	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
037	氮气储存站	单堆设置
038	压缩空气站	单堆设置
039	二氧化碳储存站	单堆设置
04	**不同规格的电缆沟/架空线**	-
041	500kV GIL 沟	单堆设置
042	220kV 电缆沟	单堆设置
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

子项代码	名称	备注
05	保卫控制中心	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	双堆共用
093	厂用水泵房保护区出入口	双堆共用
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
21	汽机厂房第一跨	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
29	非放射性化验室	全厂共用
30	淡水处理厂	双堆共用
31	海水淡化厂房	双堆共用
32	除盐水厂房	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
40	附属厂房	单堆设置
41	运行和维修技术支持大楼	全厂共用
50	放射性废物厂房	单堆设置
51	厂址废物处理设施	全厂共用
516	液态流出物储罐区	全厂共用
52	特种汽车库	全厂共用
53	去污和热检修车间	全厂共用
533	放射源库和电离辐射计量实验室	全厂共用
535	流出物和放化实验室	全厂共用

子项代码	名称	备注
60	柴油发电机厂房	单堆设置
61	柴油贮存罐	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
051	公安保卫楼	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
80	**临时施工设施**	-
801	10kV施工用电设施	全厂共用
802	110kV施工变电站	全厂共用
803	施工净水设施	全厂共用
806	施工取水设施	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/SC/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**	

子项代码	名称	备注
901	核电厂辐射环境现场监督站	全厂共用
657	专家村	全厂共用

主要经济技术指标表

序号	名 称	单位	计 量	备 注
01	总用地面积	ha	275.27ha	不包括第二海堤以南、进厂道路、总图道路厂外用地
02	厂区用地	ha	137.40	包括与总图道路相交部分海堤内的用地
03	进厂道路	m	672	
04	总图道路	m	2805	
05	厂外公用设施道路	m	5150	
07	最终人口数量	人	250	

说明：
1. 本图采用1980年西安坐标系统；平面坐标采用3DP30°；所有标高系统均为黄海高程系。
2. 本图尺寸以米计。
3. 本图采用1:2000比例绘制。

比例尺：

0 1 2 3 4 5km

图 4.1-1　全厂总体规划图

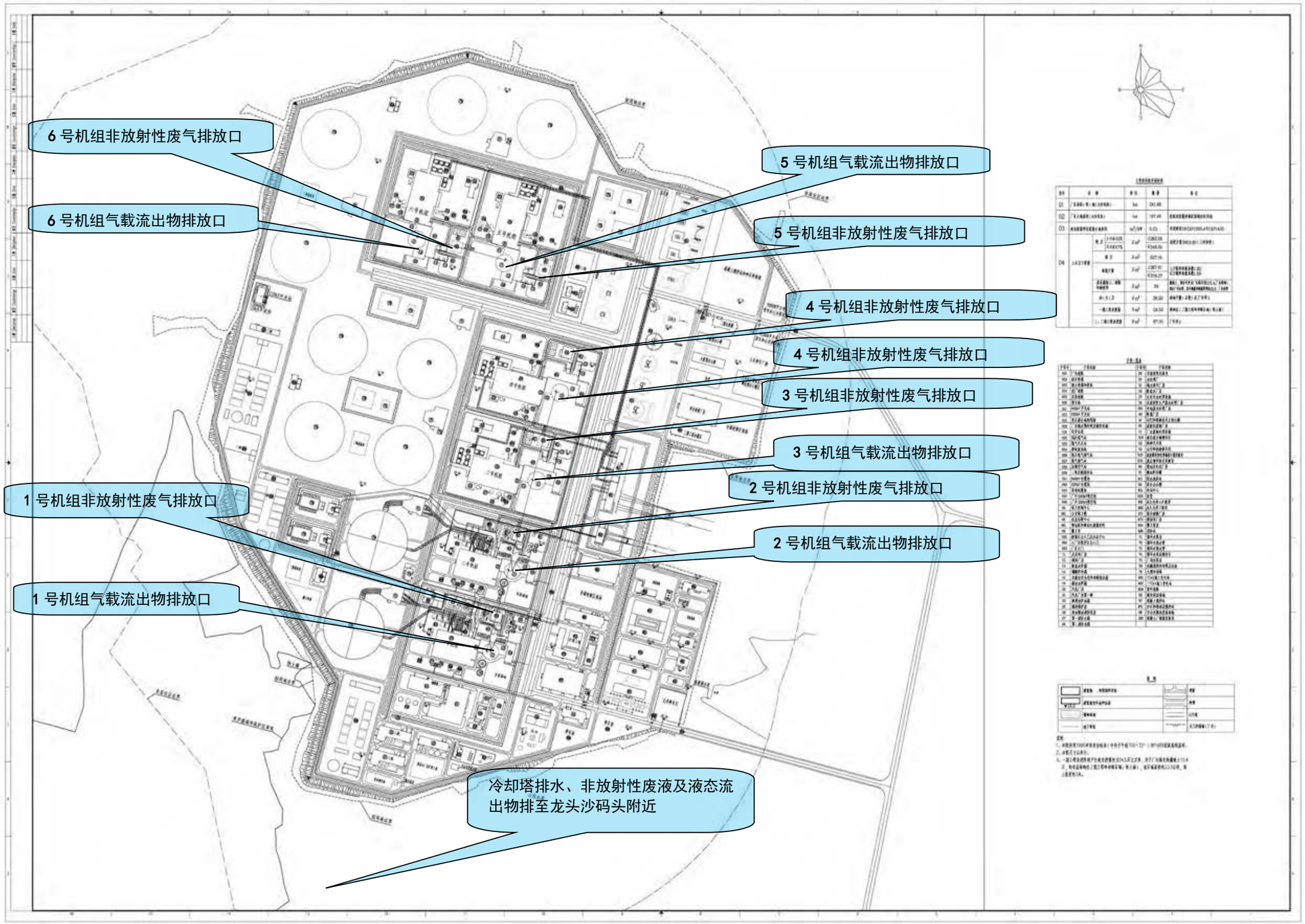

6 号机组非放射性废气排放口
6 号机组气载流出物排放口
5 号机组气载流出物排放口
5 号机组非放射性废气排放口
4 号机组非放射性废气排放口
4 号机组非放射性废气排放口
3 号机组非放射性废气排放口
3 号机组气载流出物排放口
2 号机组非放射性废气排放口
2 号机组气载流出物排放口
1 号机组非放射性废气排放口
1 号机组气载流出物排放口
冷却塔排水、非放射性废液及液态流出物排至龙头沙码头附近

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

广东廉江核电项目一期工程拟建 2 台 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、辅助厂房、附属厂房、放射性废物厂房、柴油机厂房及相关基础组成。

— CI 主要指汽轮机厂房及其厂房内的系统设备；

— 而 BOP 则指 NI、CI 以外的辅助系统设备。

每台机组的核蒸汽供应系统（NSSS）的额定功率为 3415MWt，反应堆堆芯额定热功率为3400MWt，机组额定电功率约为1250MWe。堆芯热工裕量大于 15%，堆芯损伤频率为<1E-6/堆年，大量放射性物质释放频率为<1E-7/堆年。机组设计寿命为 60 年，机组可利用率 93%。

CAP1000 技术方案的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

廉江核电厂一期反应堆堆芯装载AP1000型燃料组件。AP1000型燃料组件由燃料棒和燃料组件骨架组成。燃料组件骨架由上管座、下管座、格架、导向管和仪表管组成。在燃料组件骨架未装上、下管座之前，先插入燃料棒，然后再装上、下管座，组成完整的燃料组件。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4.2-11。

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，提高堆芯热工性能；
- 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；
- 使用先进的可燃毒物；
- 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；

堆本体剖视图见图 4.2-12。

4.2.2.2 反应堆冷却剂系统

反应堆冷却剂系统由两个传热环路组成，每个环路包括一台蒸汽发生器、两台反应堆冷却剂泵、一条热段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。

反应堆冷却剂系统执行以下功能：

1）安全有关功能

- 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的泄漏。
- 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。

2）执照申请相关功能

- 反应堆冷却剂系统（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。

3）非安全有关纵深防御功能

- 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。

4）其它非安全有关功能

- 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 4.2-13。

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、净化器和过滤器、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 不进行 RCS 的水压试验，但为临时水压试验泵的接入提供接入点。
- 向辅助设备补充硼酸盐：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 4.2-14。

2）正常余热排出系统

正常余热排出系统(RNS)由两个设备序列组成，每列包含一台泵和一台热交换器。两个序列共用一根连接到 RCS 的入口母管以及一根出口母管。RNS 包括系统运行所必需的管道、阀门和仪表。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 48.9℃。
- 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 4.2-15。

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：换料期间在安全壳内换料水箱(IRWST)和换料水池之间转运水。
- 安全壳内换料水箱(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 4.2-16。

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。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，向正常余热排出系统（RNS）的热交换器及泵提供冷却。
- 在换料和半充水运行时，向 RNS 系统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安全壳内置换料水箱的水。
- 在非能动堆芯冷却系统缓解事故后的电厂恢复阶段，向 RNS 系统提供冷却水带走堆芯热量。

设备冷却水系统流程简图见图 4.2-17。

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：

（1）安全有关功能

- 安全壳内的蒸汽发生器系统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。

（2）执照申请相关功能

- 向多样化驱动系统提供执照申请相关功能所需信号。

（3）非安全有关纵深防御功能

- 特定事故后，将反应堆冷却剂系统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，向多样化驱动系统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。

（4）非安全有关功能

- 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，带走反应堆冷却剂系统产生的热量，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 4.2-18。

6）蒸汽发生器排污系统

蒸汽发生器排污系统设有两个系列，每个系列包括一台再生热交换器、一个隔离阀，一个流量控制阀和一套电离除盐装置。

蒸汽发生器排污系统执行以下非安全有关功能：

- 正常运行期间，蒸汽发生器排污系统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，蒸汽发生器排污系统通过再循环运行进行蒸汽发生器湿保养。
- 停堆期间，蒸汽发生器排污系统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。
- 蒸汽发生器排污系统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 4.2-19。

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。

启动给水系统执行以下非安全有关功能：

- 为蒸汽发生器系统（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，执行排出反应堆冷却剂系统（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 4.2-20。

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
- 整锻高压和低压转子
- 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	1223.465MWe（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	268.8℃
湿度	0.45%
再热温度	257℃
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。
汽封系统	汽封采用迷宫汽封

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。

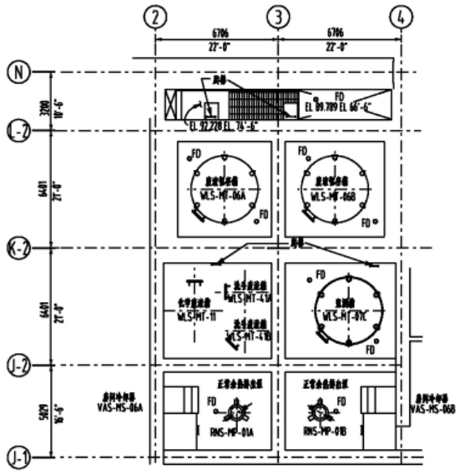
凝汽器具有足够的换热面积，在循环水入口温度为 25.92℃、汽轮机平均背压为 6.9kPa（a）的设计工况下运行。当凝汽器管道发生泄漏时，需在机组运行期间部分隔离凝汽器循环水，即通过停运对应的循环水泵和关闭该侧凝汽器循环水出入口隔离阀实现。凝汽器的热性能受凝汽器换热管束内污垢的影响，为降低污垢，需对循环水进行化学处理，并提供凝汽器胶球清洗系统（CES）。冷凝器的有关参数见表 4.2-2。

表 4.2-1　CAP1000 核电机组的主要设计参数

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

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（℃）	25.92
7	循环水出口温度（℃）	37.85
8	循环水温升（℃）	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℃时压力范围	3.0~9.8
20	凝结水过冷度（℃）	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



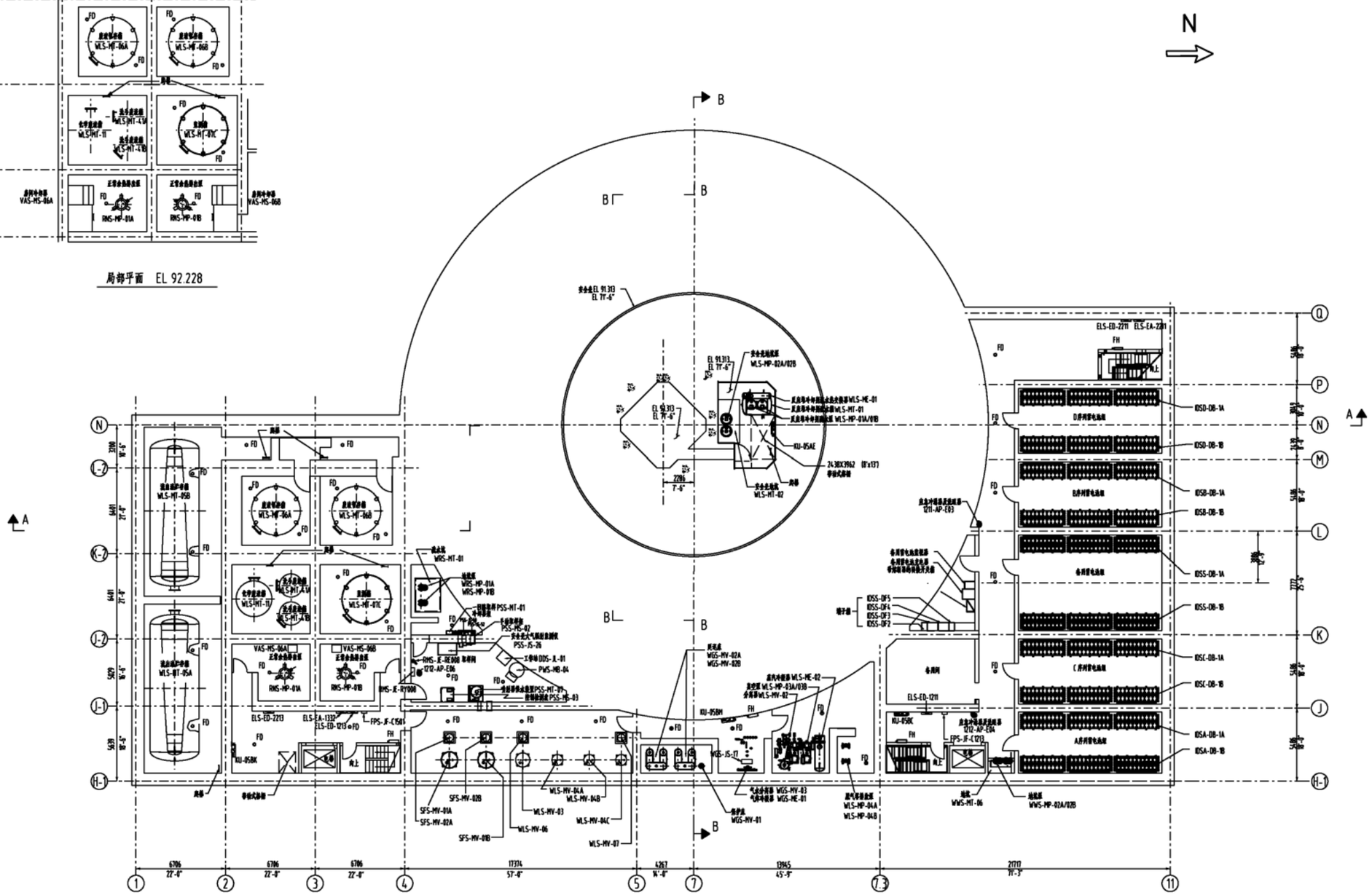


图 4.2-1　核岛厂房布置示意图 89.789m

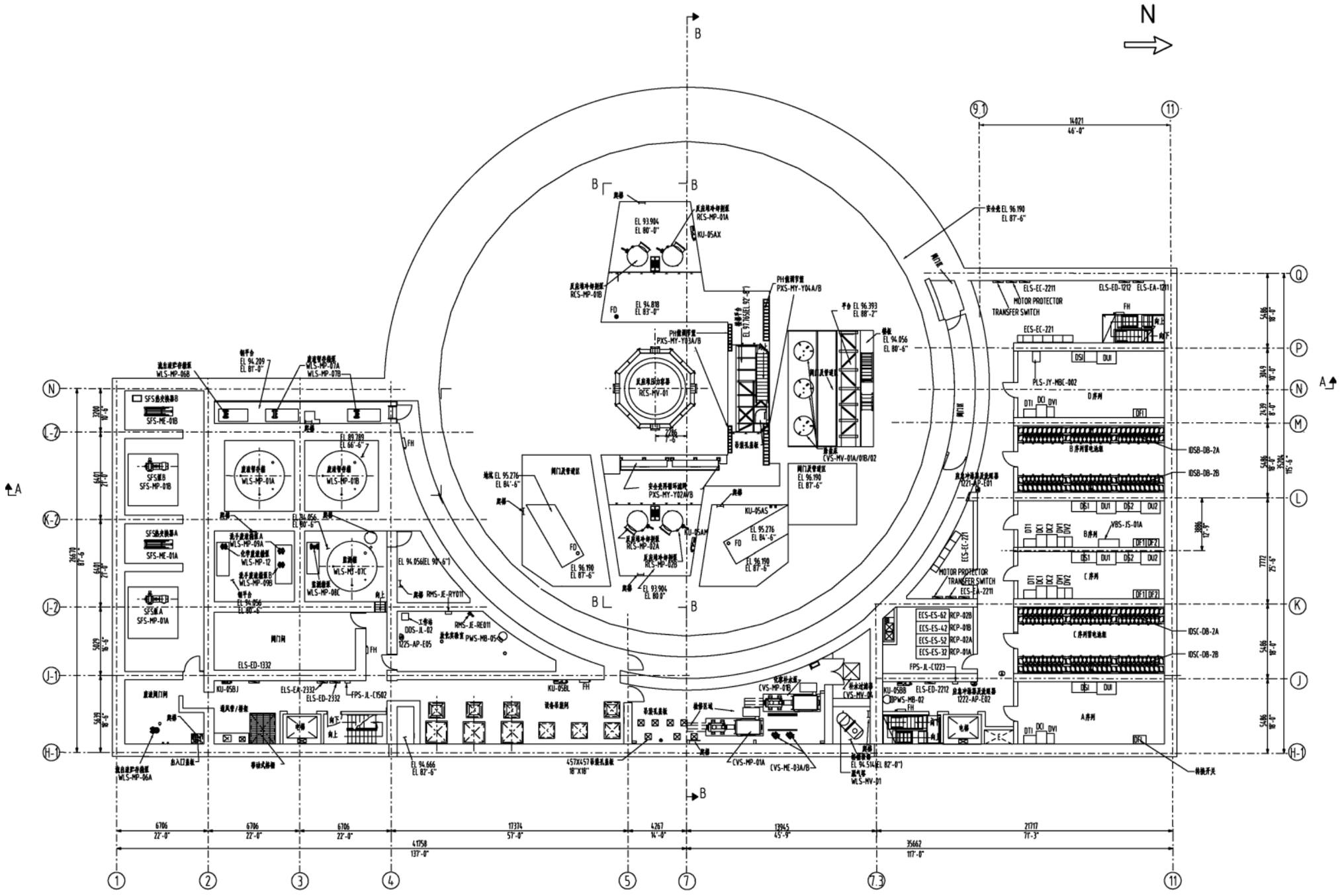


图 4.2-2　核岛厂房布置示意图 94.666m

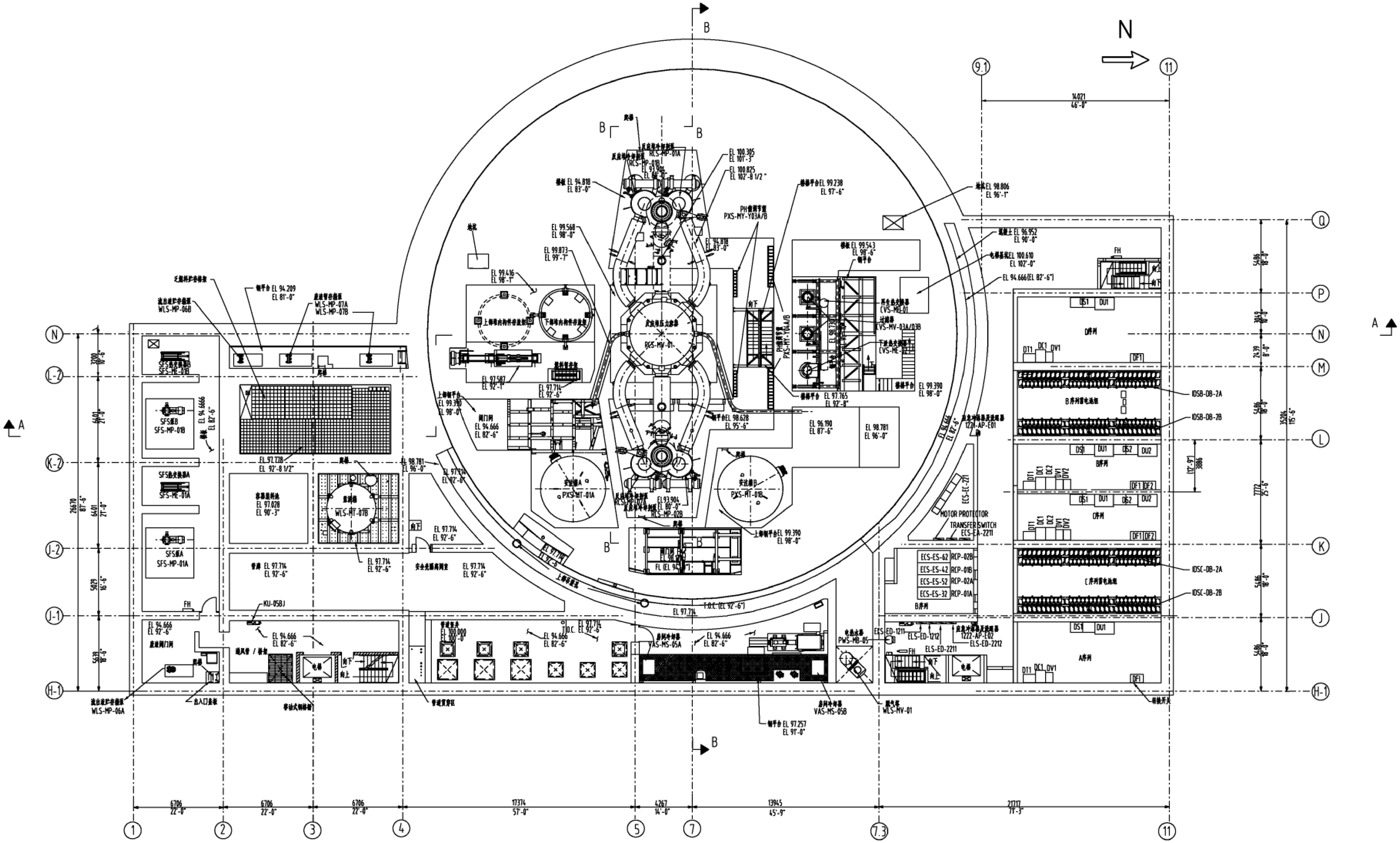


图 4.2-3　核岛厂房布置示意图 98.933m

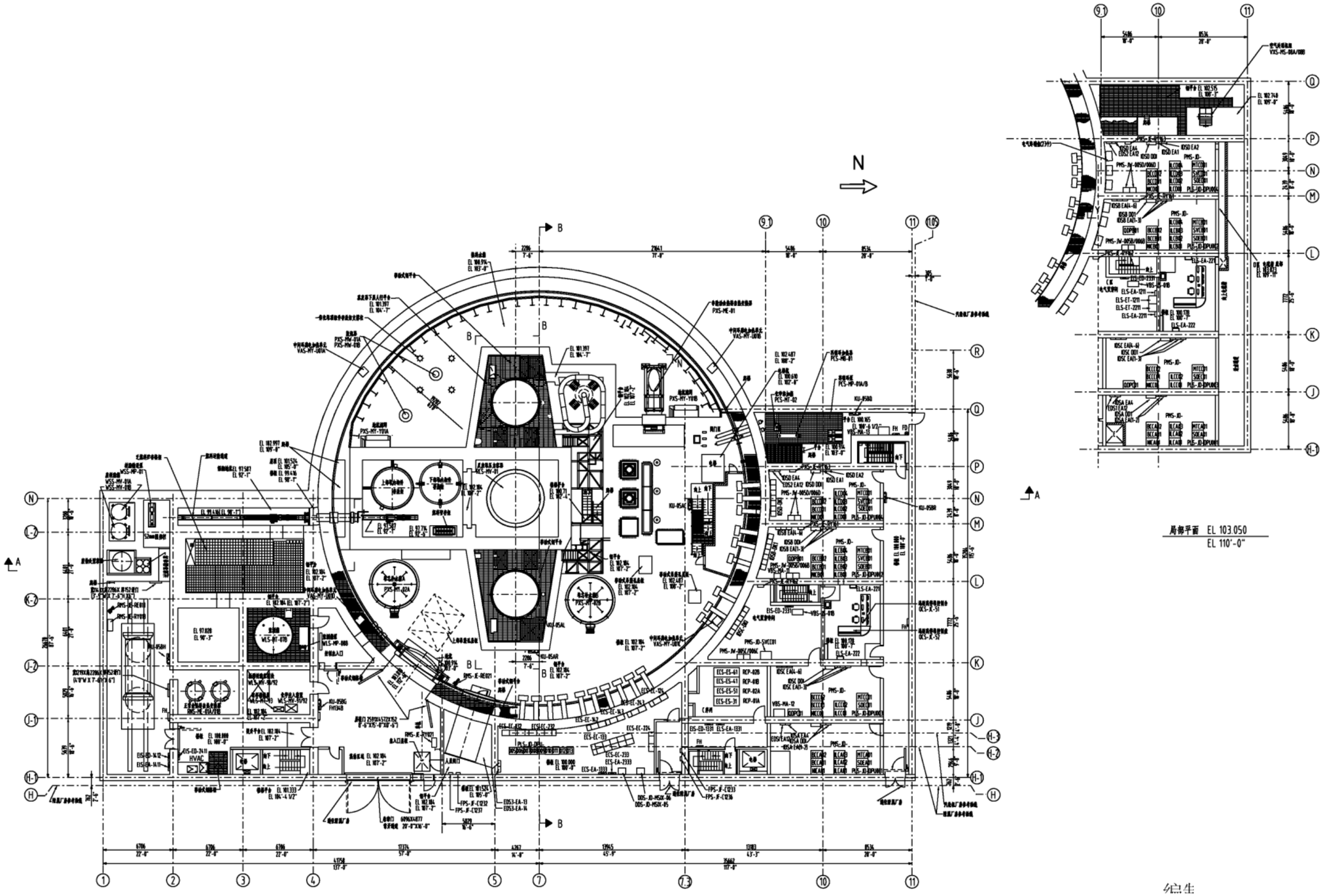


图 4.2-4　核岛厂房布置示意图 100.000m 及 102.184m

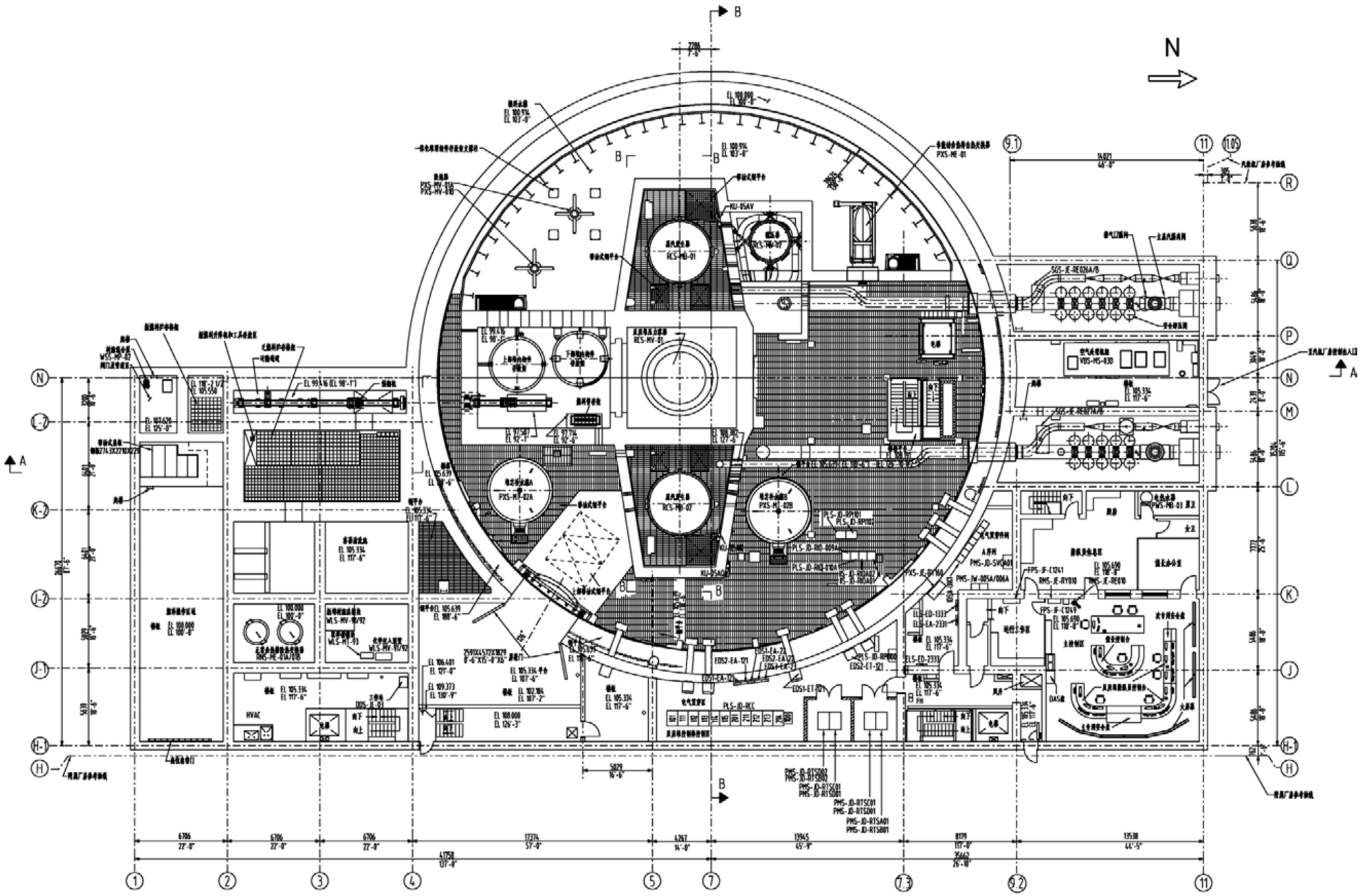


图 4.2-5　核岛厂房布置示意图 105.334m

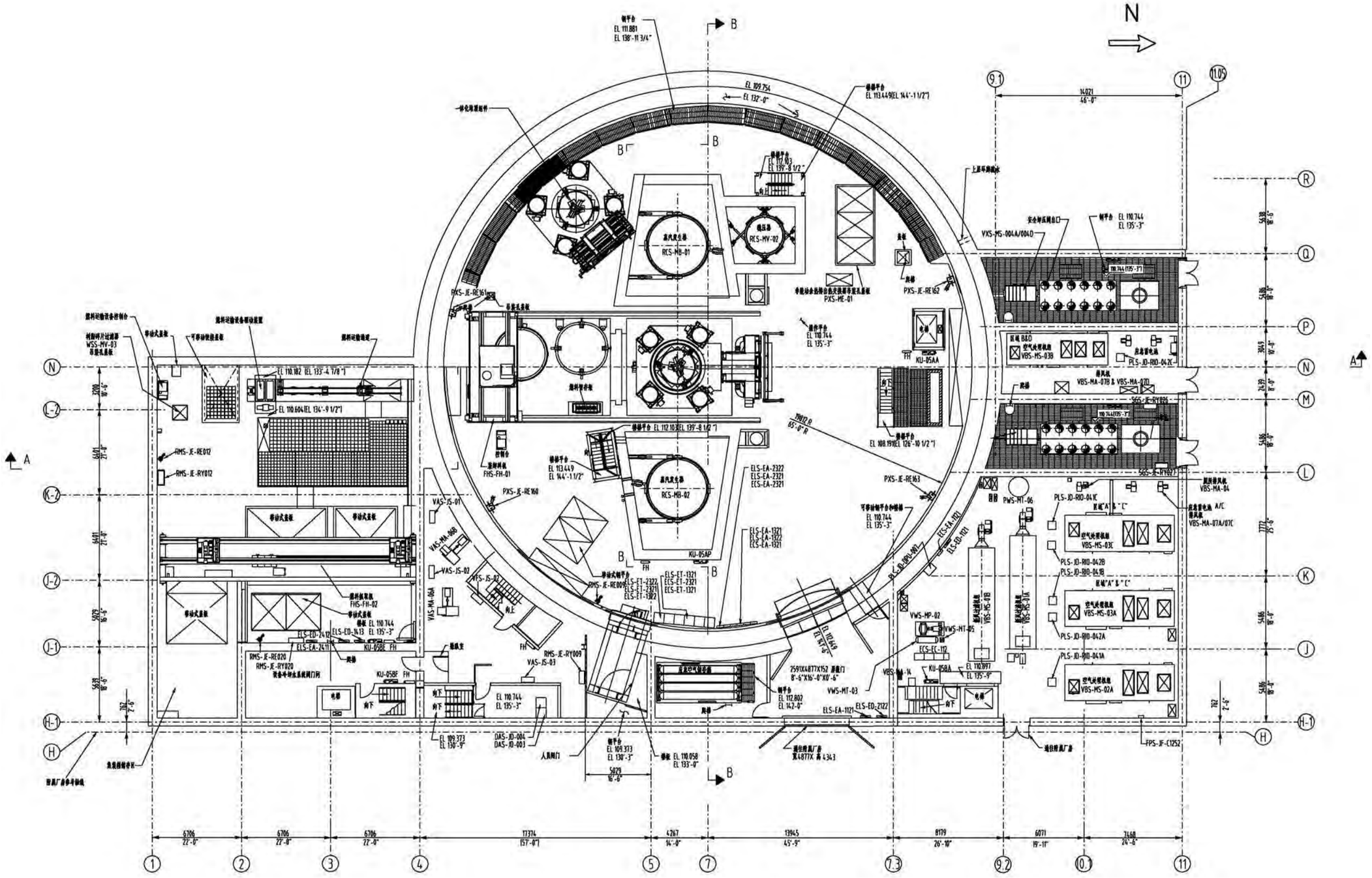


图 4.2-6　核岛厂房布置示意图 110.744m

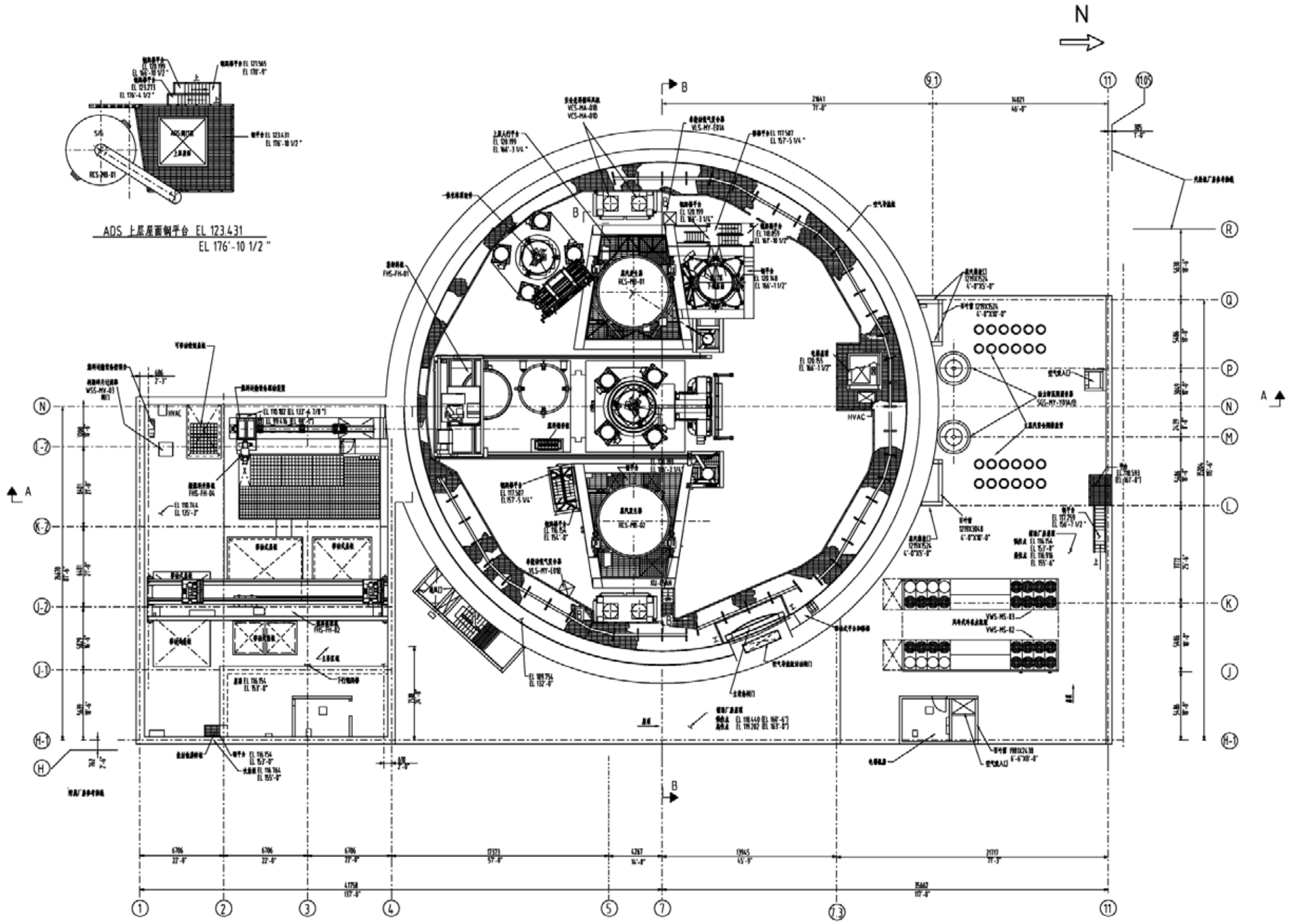


图 4.2-7　核岛厂房布置示意图 116.154m 及 118.440m

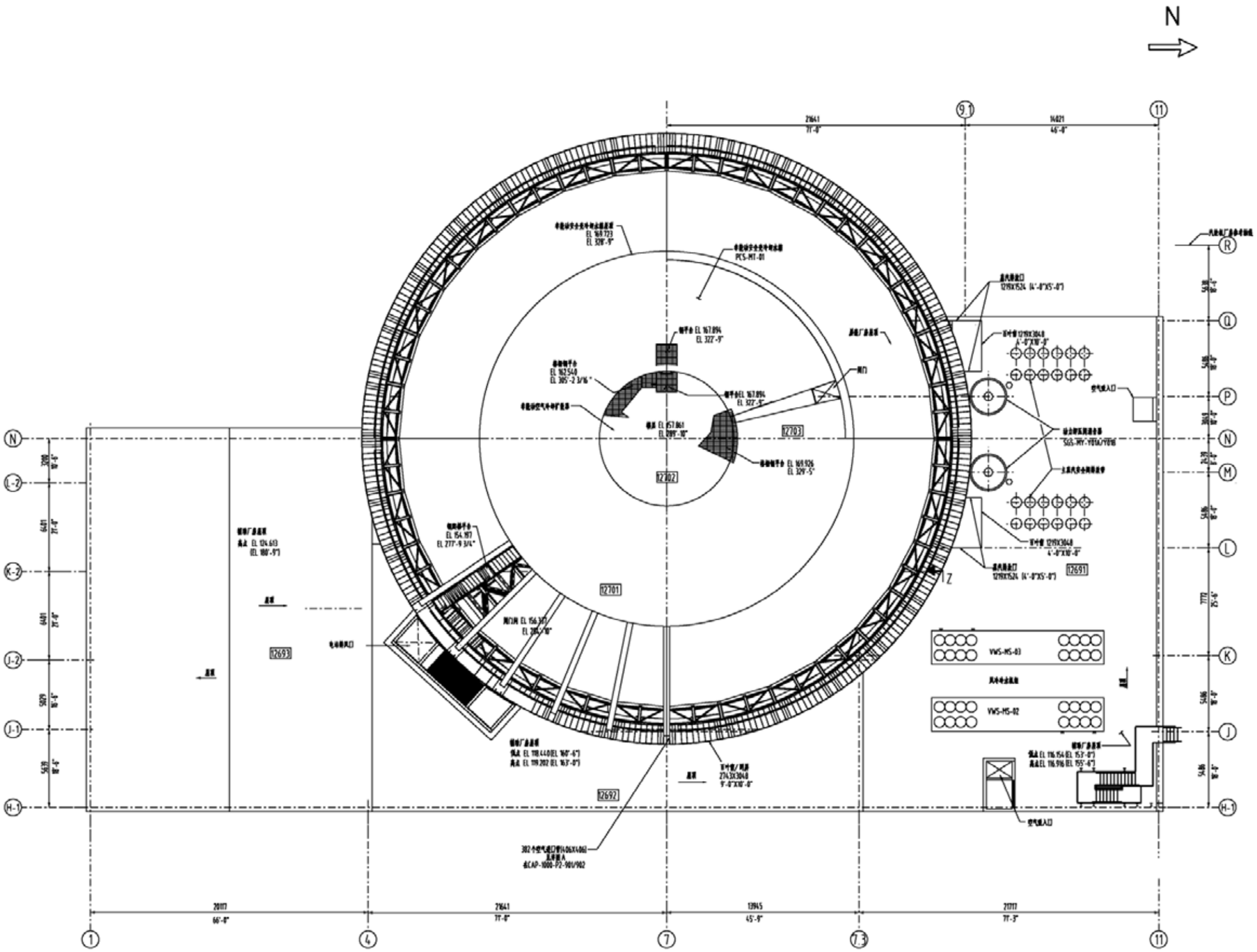


图 4.2-8　核岛厂房布置示意图屋顶平面

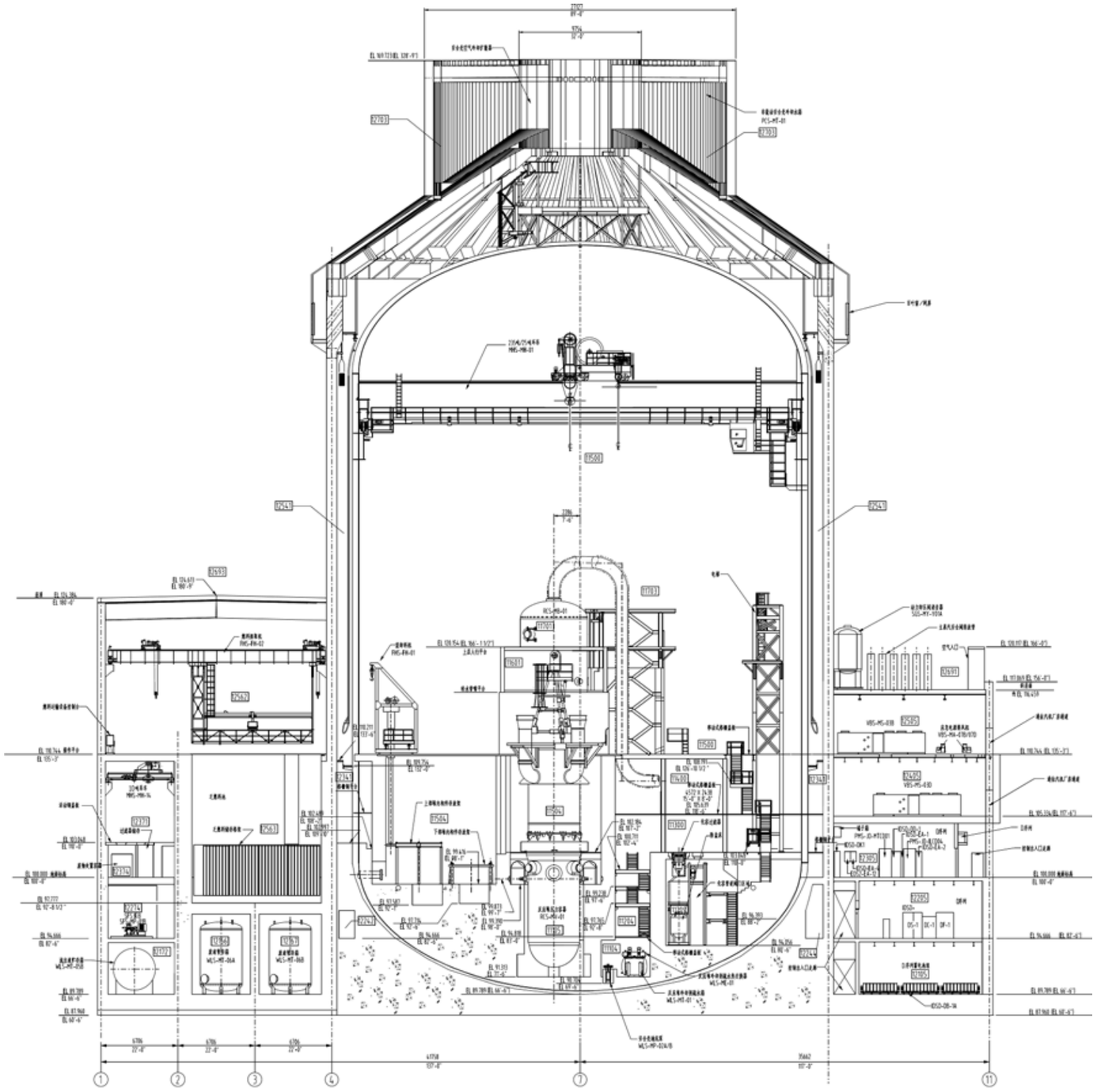


图 4.2-9　核岛厂房布置示意图 A-A 剖面

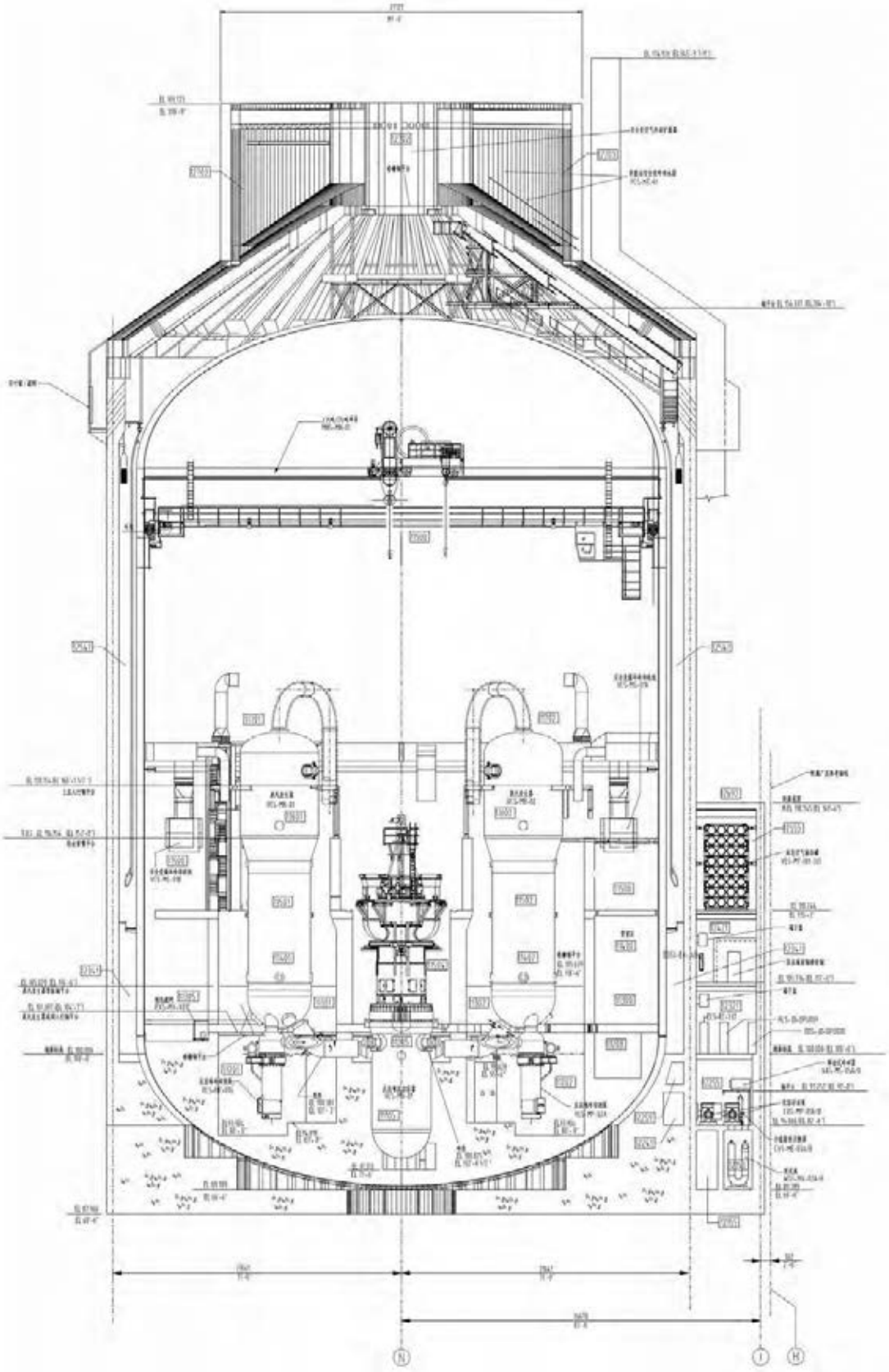


图 4.2-10　核岛厂房布置示意图 B-B 剖面

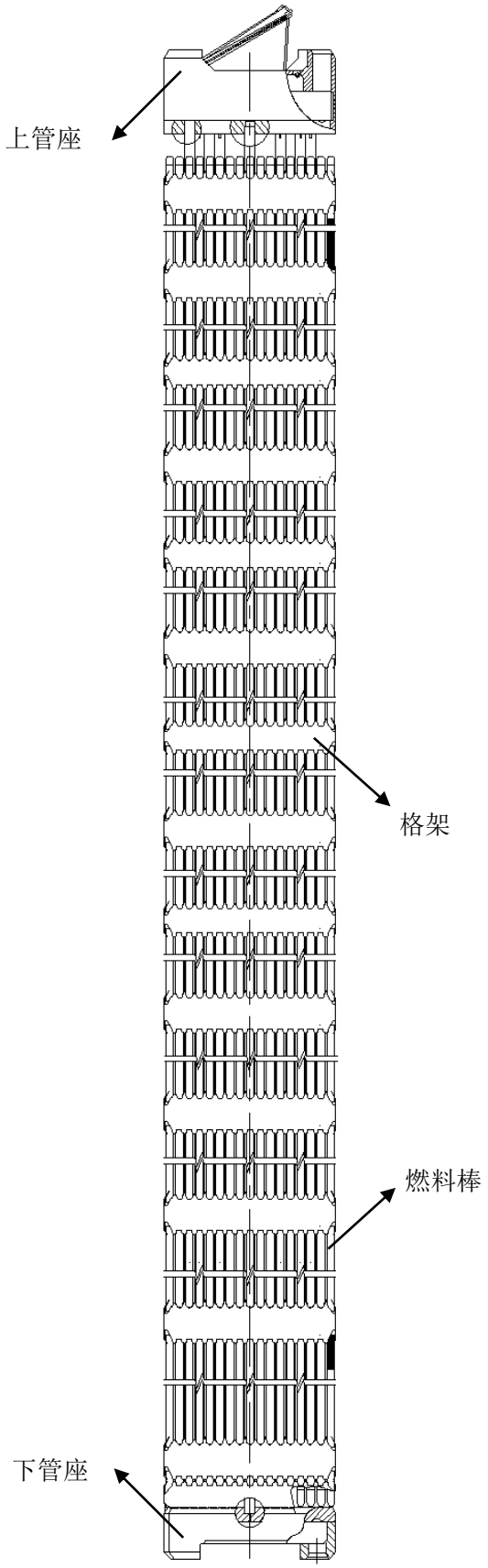


图 4.2-11　燃料组件简图

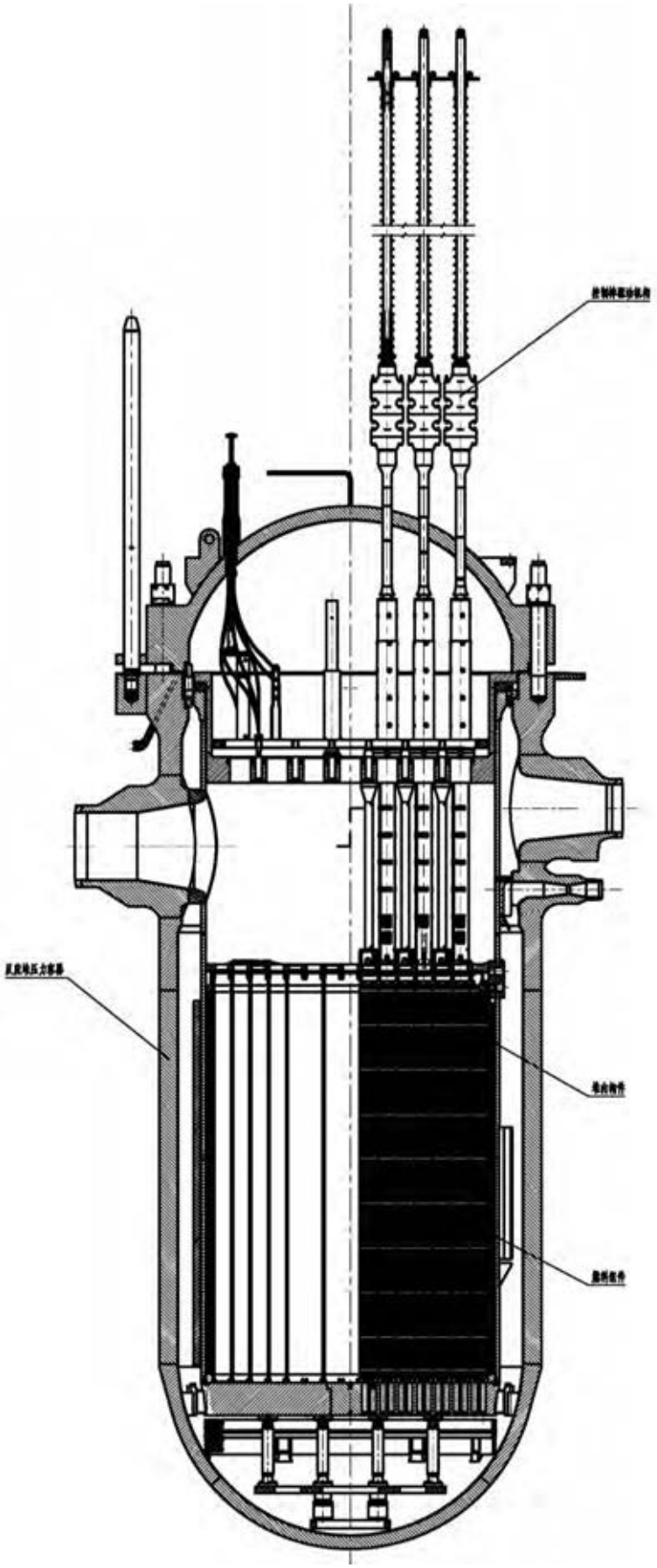


图 4.2-12　堆本体剖视图

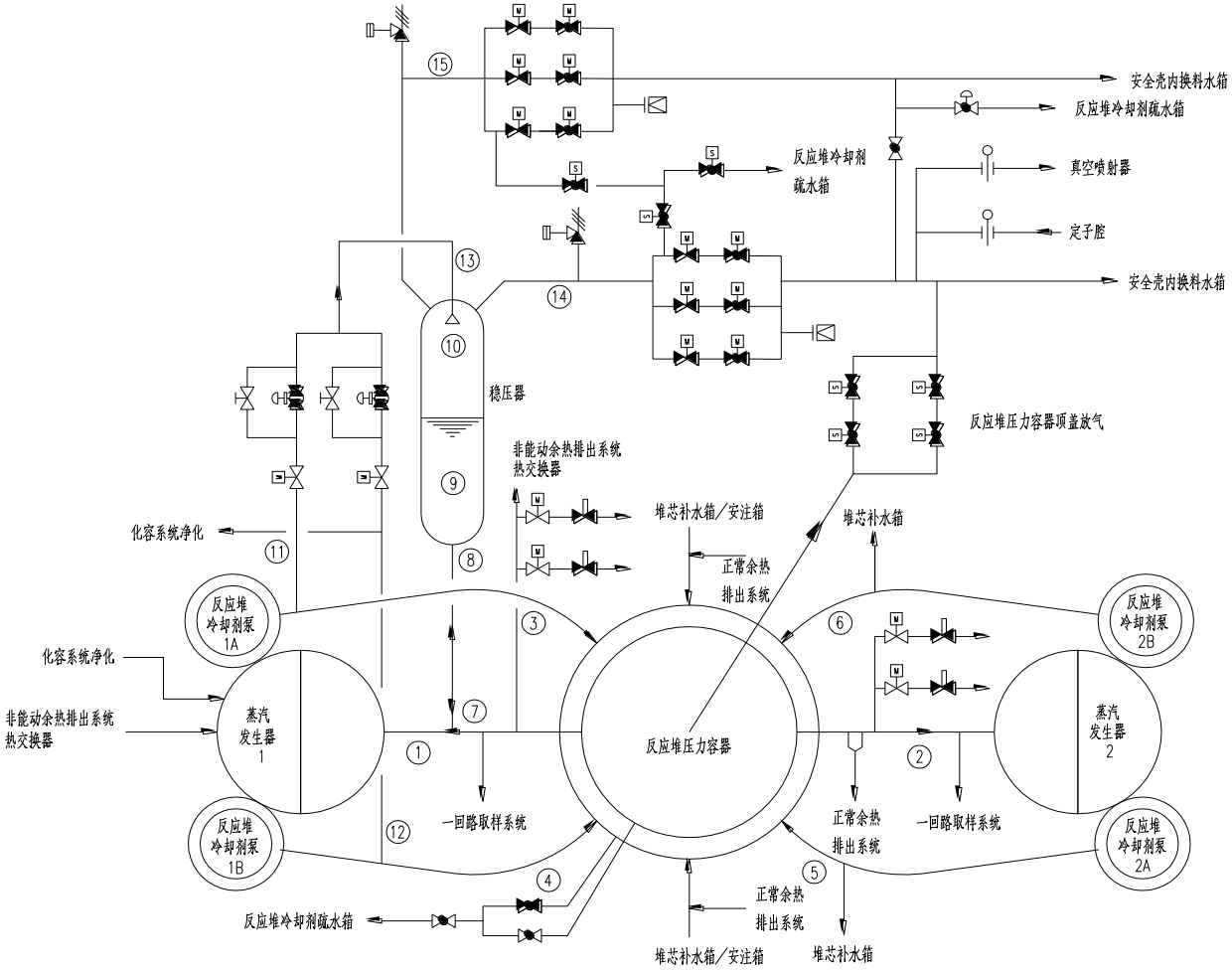


图4.2-13　反应堆冷却剂系统流程简图

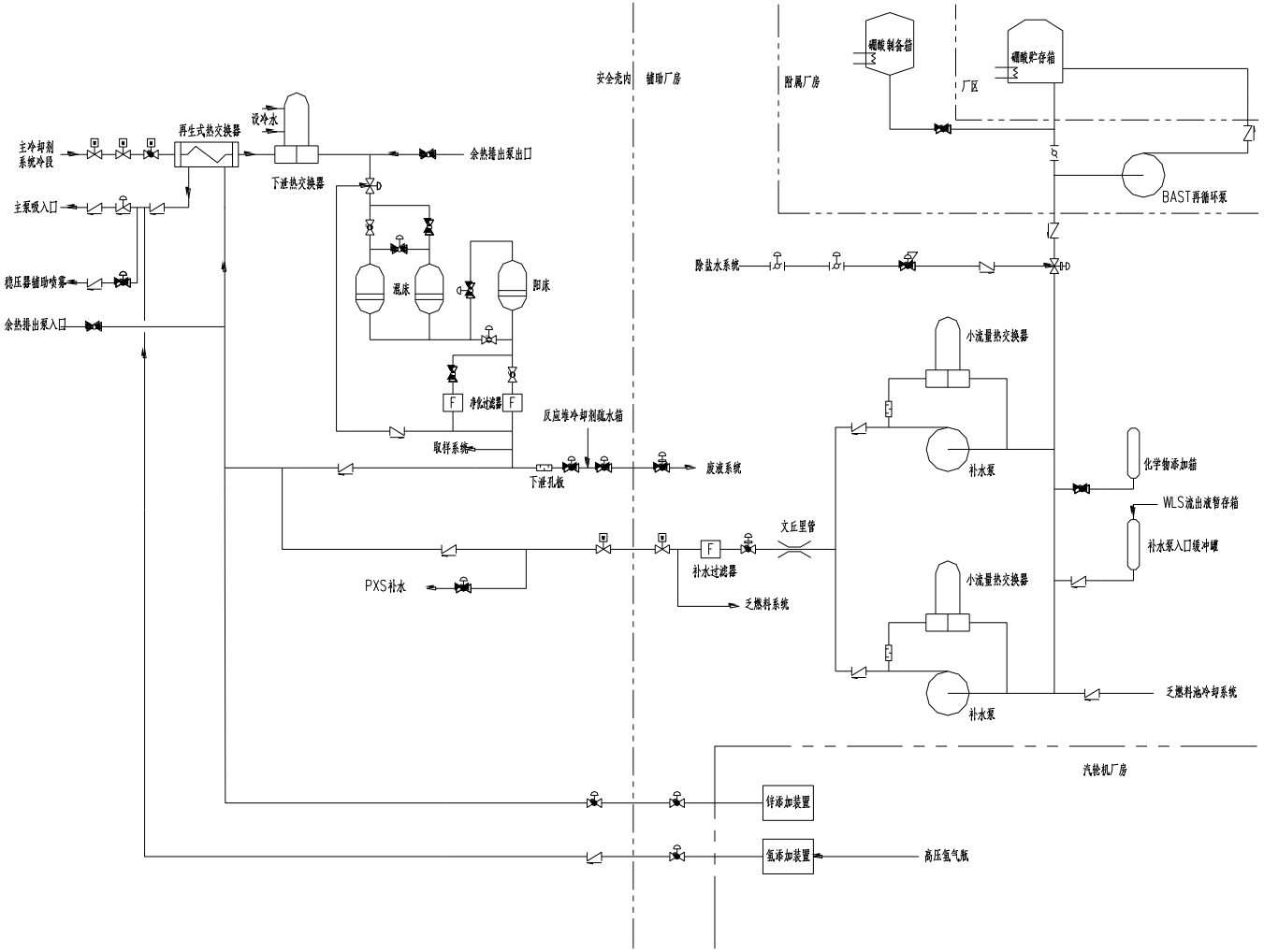


图 4.2-14　化学和容积控制系统流程简图

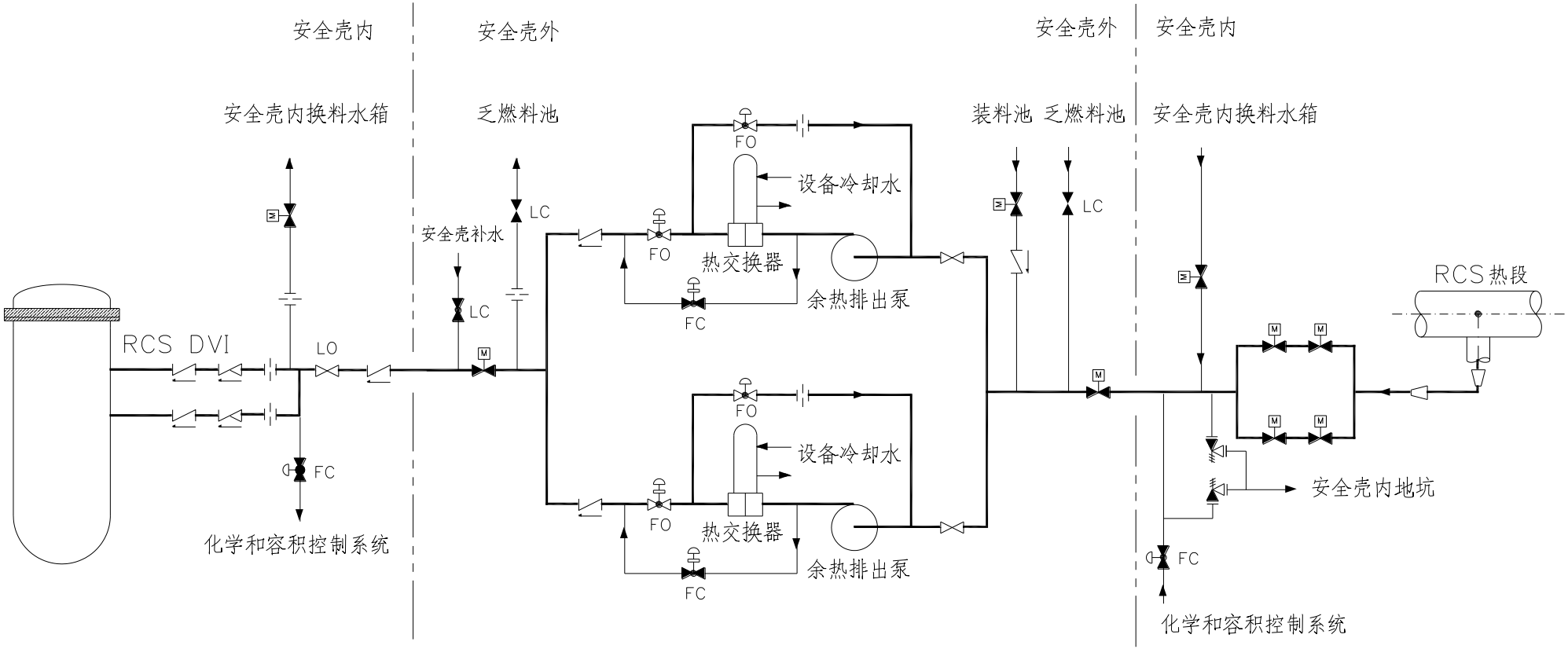


图 4.2-15　正常余热排出系统流程简图

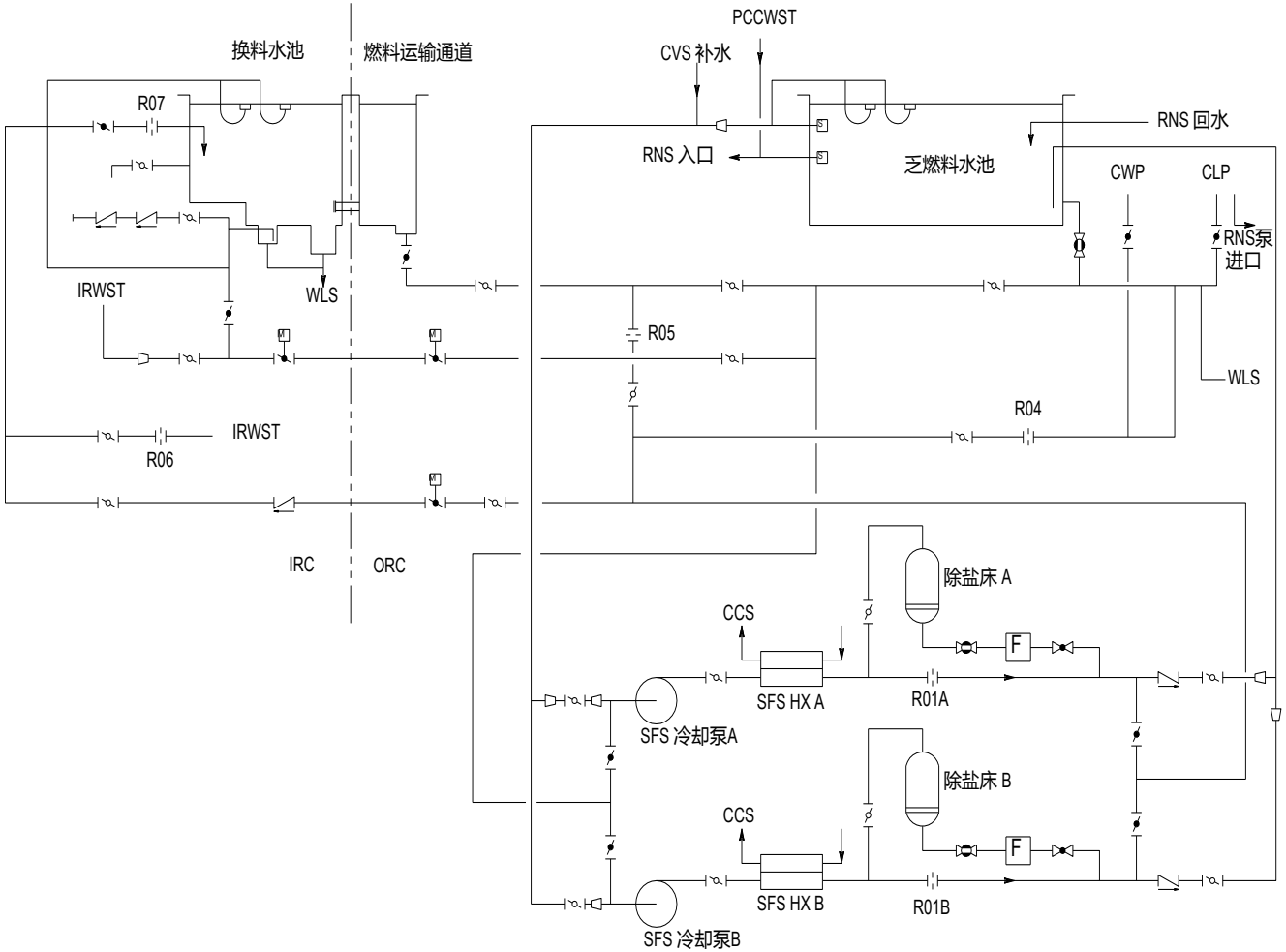


图 4.2-16　乏燃料池冷却系统流程简图

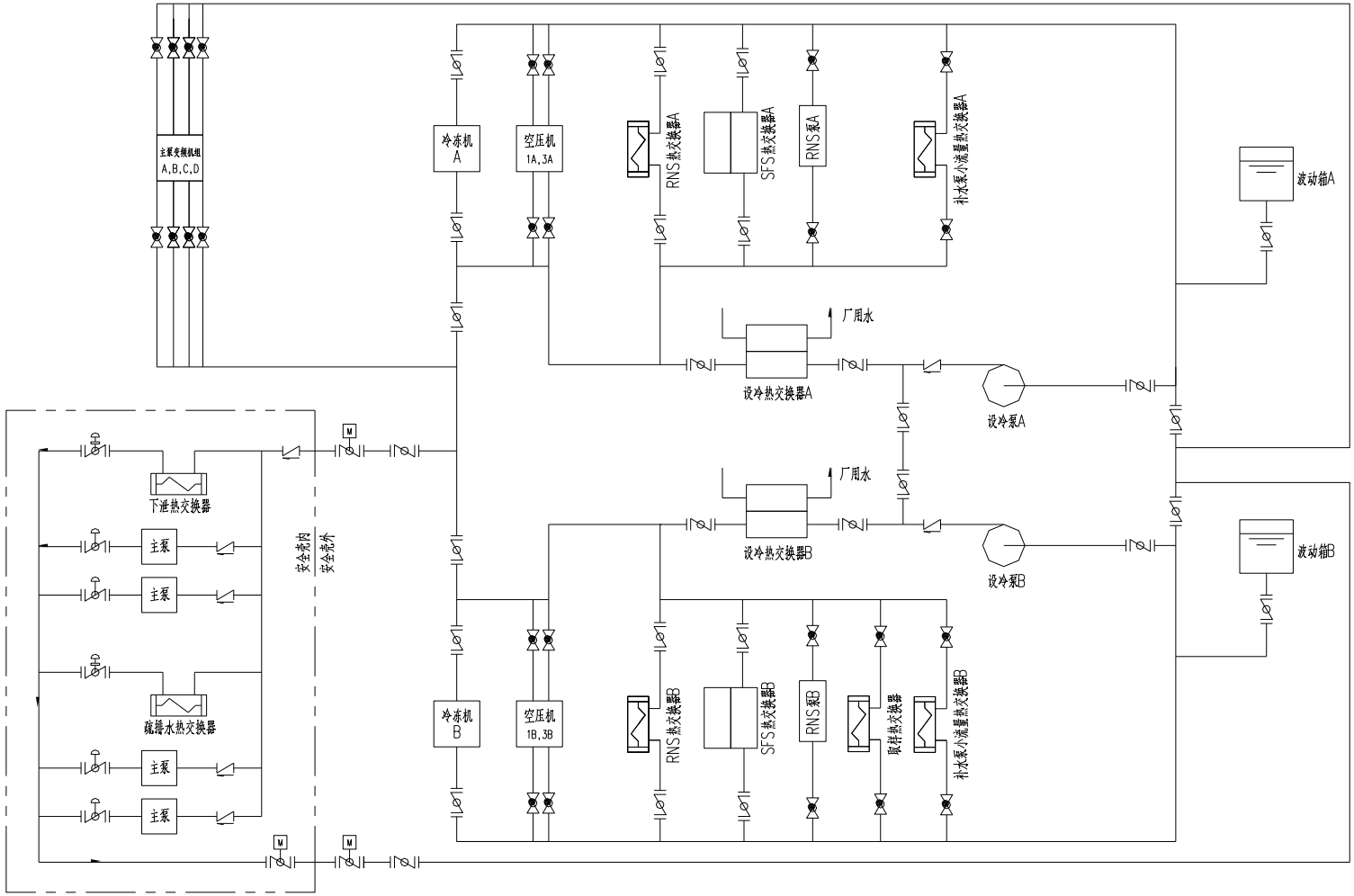


图 4.2-17　设备冷却水系统流程简图

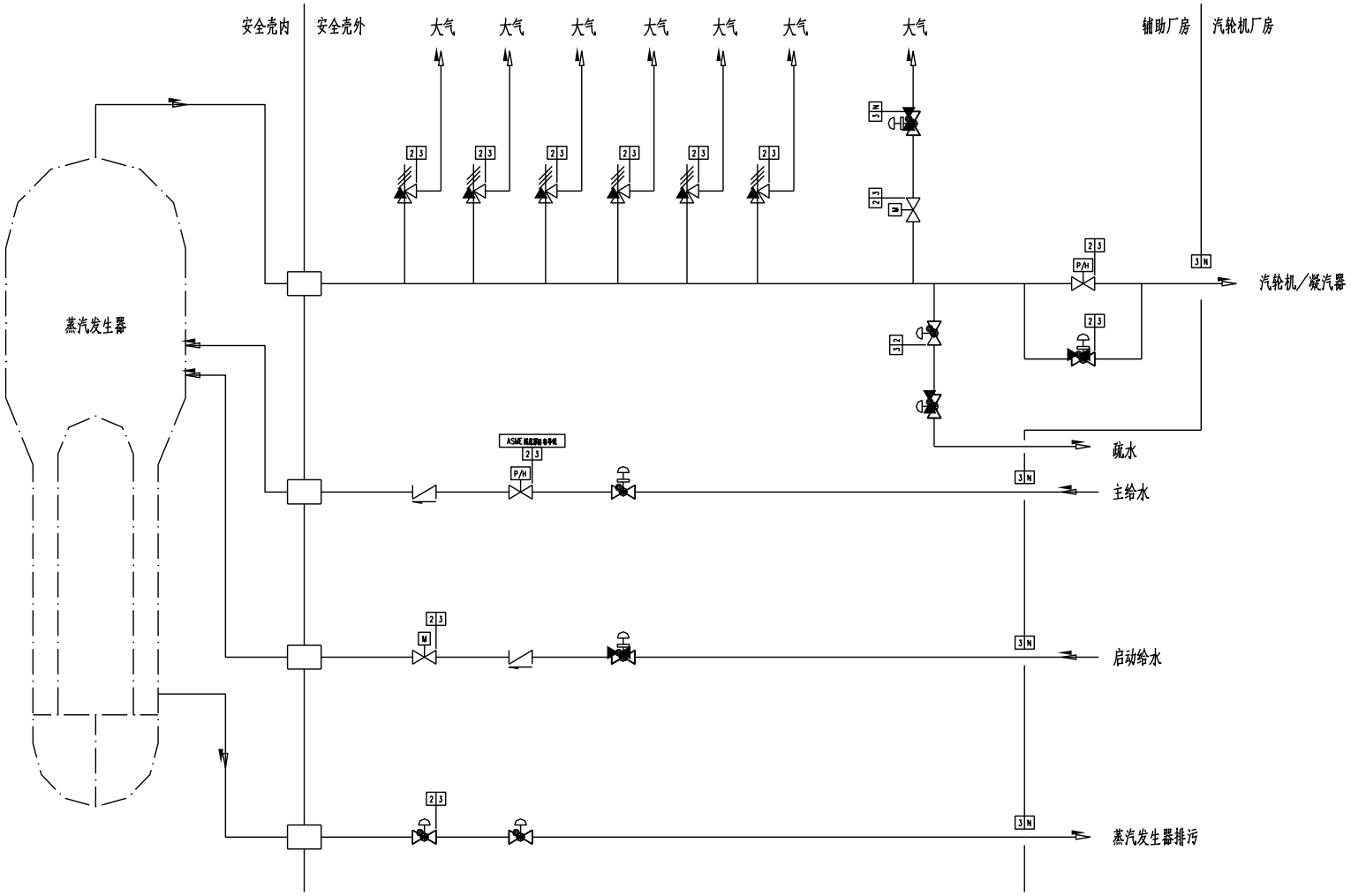


图4.2-18　蒸汽发生器系统流程简图

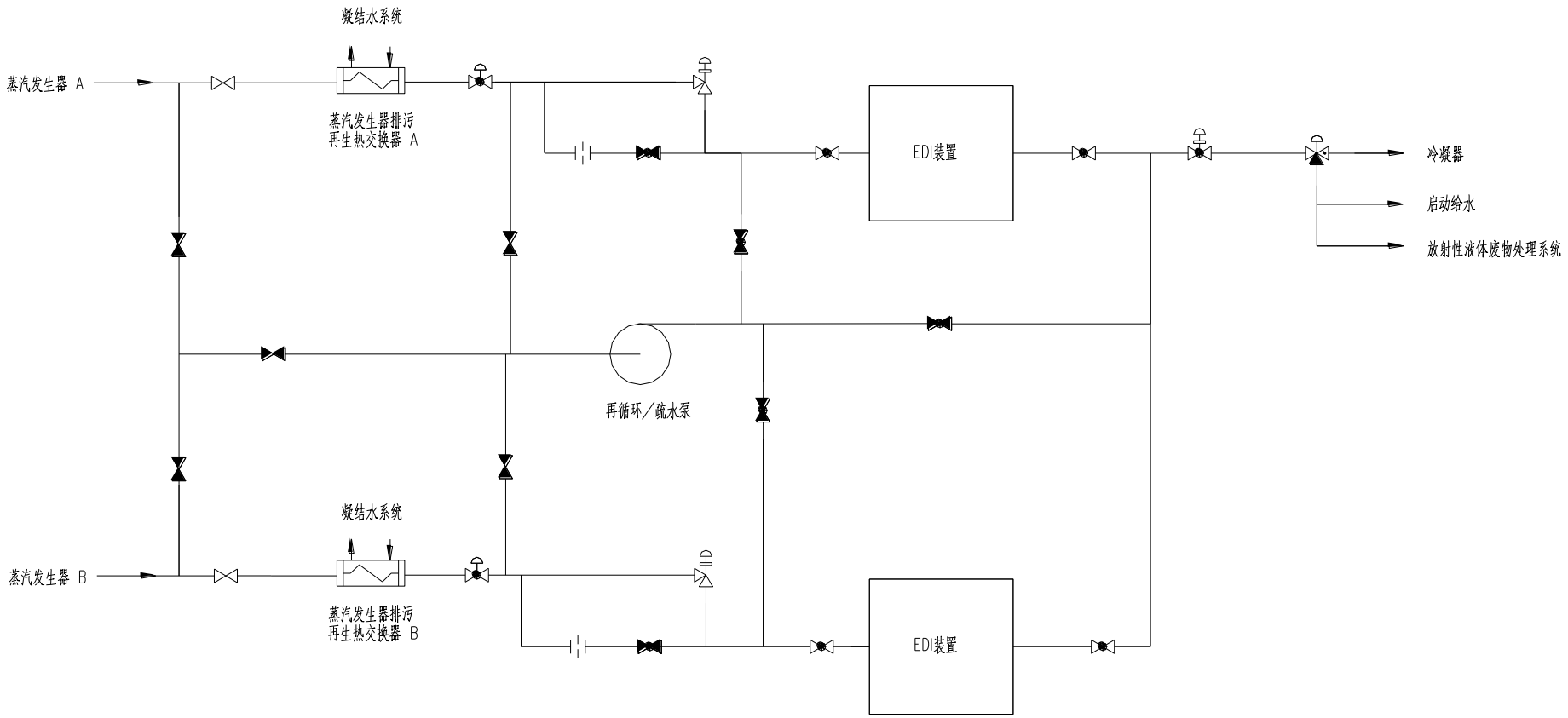


图4.2-19　蒸汽发生器排污系统流程简图

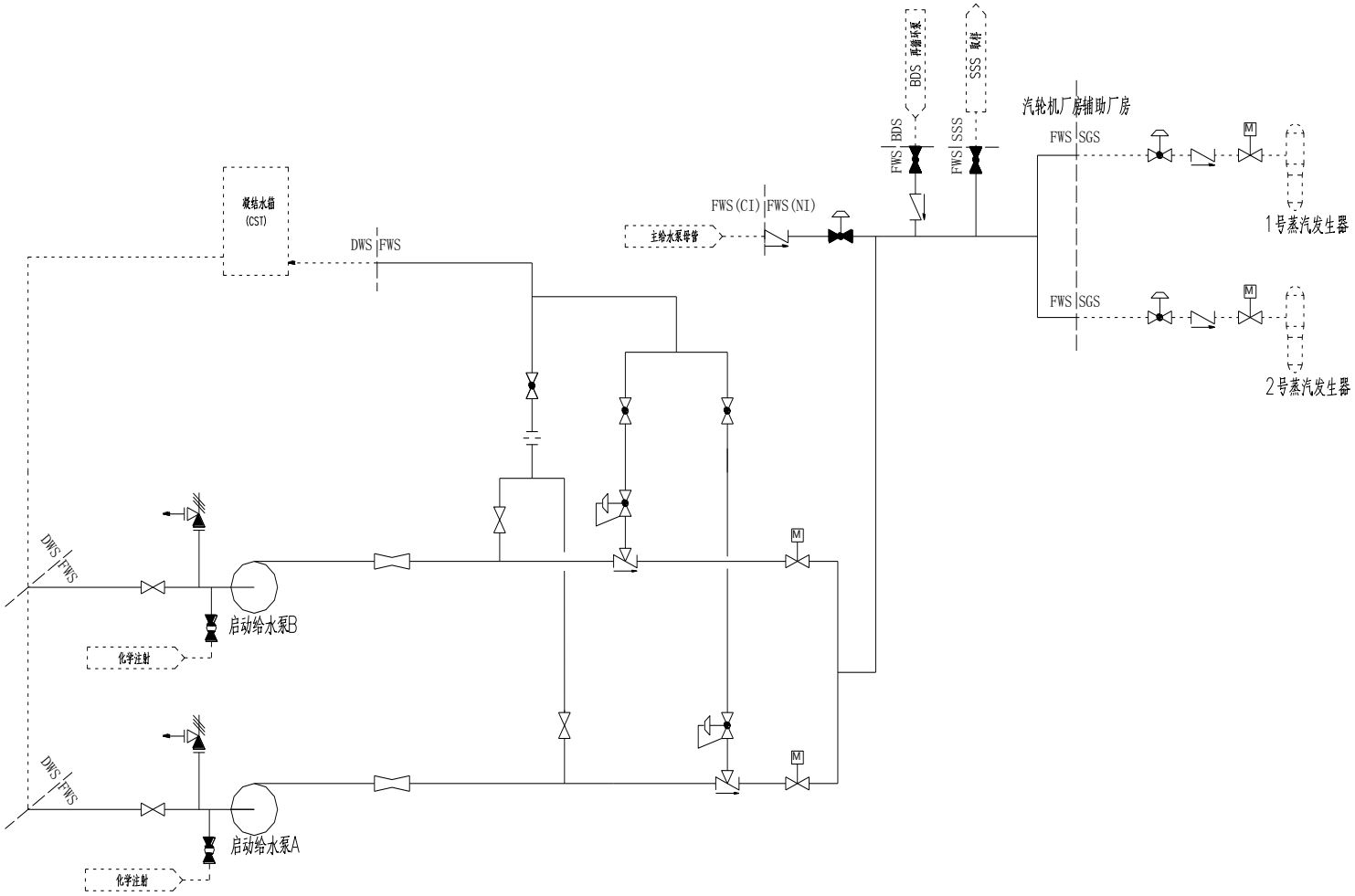


图4.2-20　启动给水系统流程简图

4.3 核电厂用水和散热系统

4.3.1 核电厂用水

广东廉江核电项目一期工程 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）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%。广东廉江核电项目一期工程已于 2019 年取得水利部珠江水利委员会准予取水行政许可。

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 25.9km。

（1）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 4.00m×1.3m，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 5.00m×2.00m，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。

（2）九洲江取水工程

九洲江取水工程的取水头部采用菱形取水头部，为预制钢筋混凝土结构。取水头平面尺寸约 8.70m×3.30m，壁厚为 400mm。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 12.3m，进水窗高 0.50m，

进水窗格栅间距采用 200mm。

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 DN400 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=0.44m/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。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 15.0m×17.5m，深度约 12.5m。上部厂房为钢筋混凝土框架结构，平面尺寸为 25.5m×17.5m，高度约 7.0m。上部泵房包含了配电间、检修场地及值班室等，四周采用砖墙围护。

水池基底高程约-4.10m，采用天然地基，大开挖施工。开挖时需用 ϕ600 高压旋喷桩在基坑四周形成止水帷幕。上部结构的配电间、控制间等采用柱下条形基础。

（3）输水工程

大坝河输水管线设计流量为 170m^3/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 25.9km。

输水工程中，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。架空段长度约 4500m，架空高度约 2.5m，采用钢筋混凝土支墩。

4.3.2 核电厂散热系统

本工程拟采用带海水冷却塔的二次循环冷却方案，一期工程 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 18000m^2，塔高 231.95m，零米直径 167.16m，进风口高度 17.39m。海水补充水拟取自距离厂址约 10km 的龙头沙海域。

本项目海水取排水工程方案示意图见图 4.3-1。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。规划容量下引水暗涵内水流速 1.5m/s。取水泵房设置在大件码头东侧陆域，引水暗涵接至取水泵房前池。引水暗涵出水侧与泵房前池衔接处设有液压平板钢闸门。

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 1470m。排水暗涵采用分期建设的方案，排水箱涵按照核电一、二期同步建设，预留三期排水箱涵的原则考虑。

本期共建设 1 条双孔海域排水暗涵，长 1420m（至与陆域共壁排水箱涵处），单孔断面尺寸 1.8m×1.8m；三期工程建设 1 条单孔排水暗涵，单孔断面尺寸 1.8m×1.8m。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，各期工程排水暗涵间距按 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。

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。

4.3.3 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 154m，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。码头工程示意图如图 4.3-1 所示。

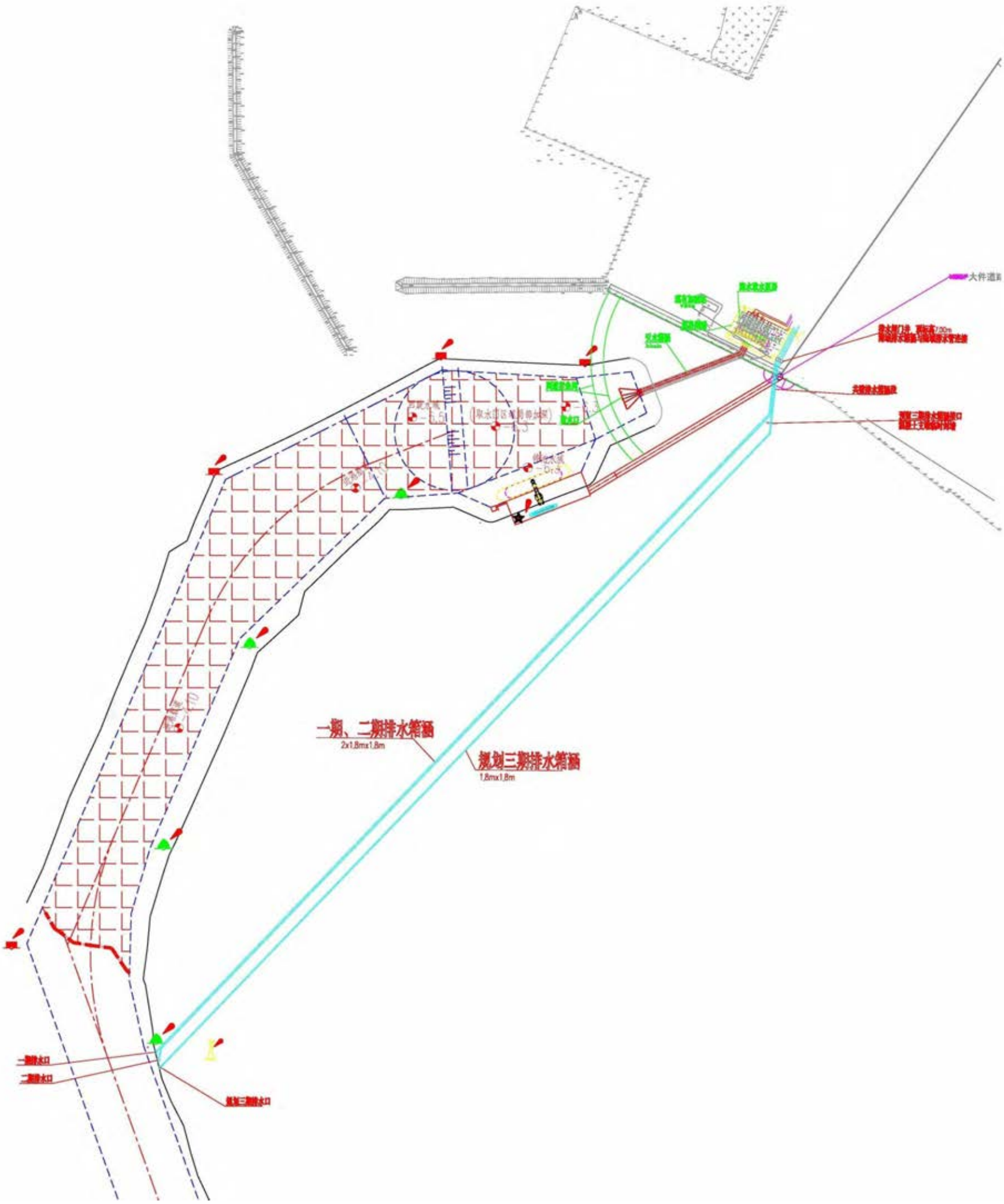


图4.3-1海水取排水、码头工程示意图

4.4 输电系统

4.4.1 接入系统方案

4.4.1.1 接入系统电压等级

综合考虑电站单机容量及最终规模，核电机组对电网安全、可靠性要求，以及核电站在电力系统中的地位和作用等因素，本工程宜接入 500kV 电压等级电网。

4.4.1.2 接入系统方案

初步推荐的核电厂接入系统方案为：

廉江核电一期投产后，电厂新建双回 500kV 线路至 500kV 芷寮站，新建线路长度约为 78km，导线截面暂按 4×630mm2 考虑，芷寮站扩建两个 500kV 出线间隔。

最终接入系统方案在电厂接入系统专题报告中进一步论证，以电厂最终接入系统审查意见为准。

4.4.2 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。一期两台核电机组需相应投产 4 台 88MVA 辅助变压器，施工辅助电源最终总容量合计 372MVA。推荐由 220kV 亭仔变电站引一回 220kV 线路至辅助电源，新建线路长度约为 45km，导线截面暂按 2×300mm^2 考虑，亭仔站扩建 1 个 220kV 出线间隔。

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 高压备用变，规划建设 6 台核电机组考虑设置一座 220kV 备用电源开关站。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

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

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

非能动堆芯冷却系统流程图见图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，同时促进安全壳大气中裂变产物的去除。
- 提供一个安全级乏燃料池补水源。

4.5.3.2 系统组成

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

4.5.3.3 工艺流程

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

非能动安全壳冷却系统流程图见图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的功能是限制安全壳大气中的氢浓度，从而在发生各类假想事件后，不会威胁安全壳完整性。

该系统执行以下功能：

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

4.5.4.2 系统组成

位于安全壳内的两台安全有关非能动自催化复合器（PAR）能在任何设计基准事故后维持安全壳总体氢浓度在较低水平。安全壳内安装了66台氢点火器，在严重事故和堆芯熔化事故期间以及以后，通过燃烧（爆燃）相对低浓度的氢，以

防止氢浓度达到爆炸水平。三台氢浓度监测仪表分布在安全壳内，为操纵员提供安全壳大气氢浓度的连续指示。

4.5.4.3　工艺流程

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

在严重事故后，假定100%的燃料包壳与水发生反应。锆-水蒸气反应产生氢的速率足够快，基于PAR运行时不可能防止安全壳内氢浓度超过最低可燃浓度限值，特别是局部区域。因此，当安全壳内任一区域的氢浓度达到最低可燃浓度限值不久后，氢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浓度，从而防止氢爆炸的发生。为达到这个目的，点火器布置在安全壳内氢气可能释放、流动或聚集的区域。

分布在安全壳内的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。这些监控能力使操纵员监控和开始事故后缓解措施，包括开启氢点火器。

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

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

4.5.6 主控室应急可居留系统

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。

本系统为非能动专设安全有关系统，执行以下功能：

- 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

本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。

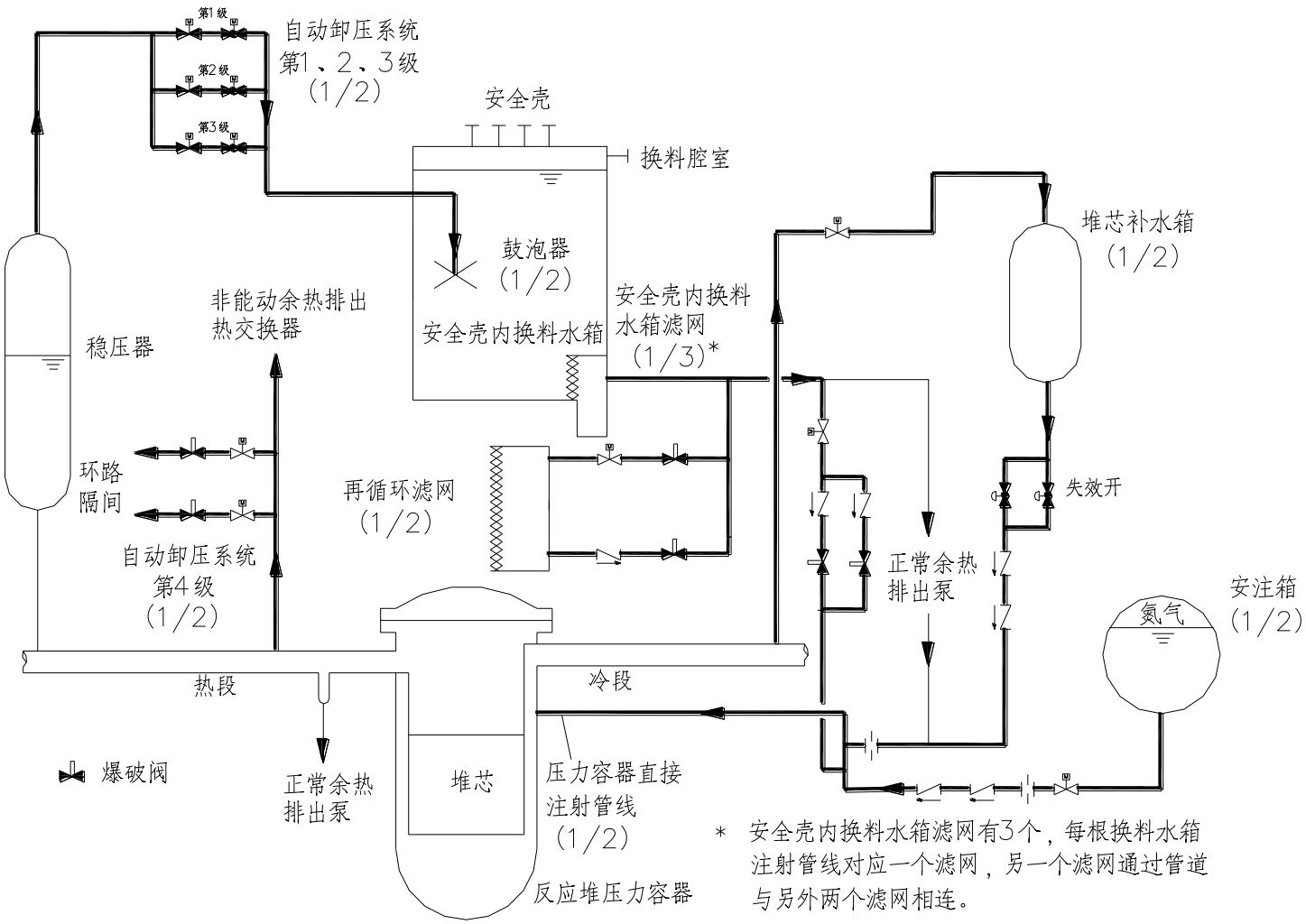


图 4.5-1 (1/2) 非能动堆芯冷却系统流程简图

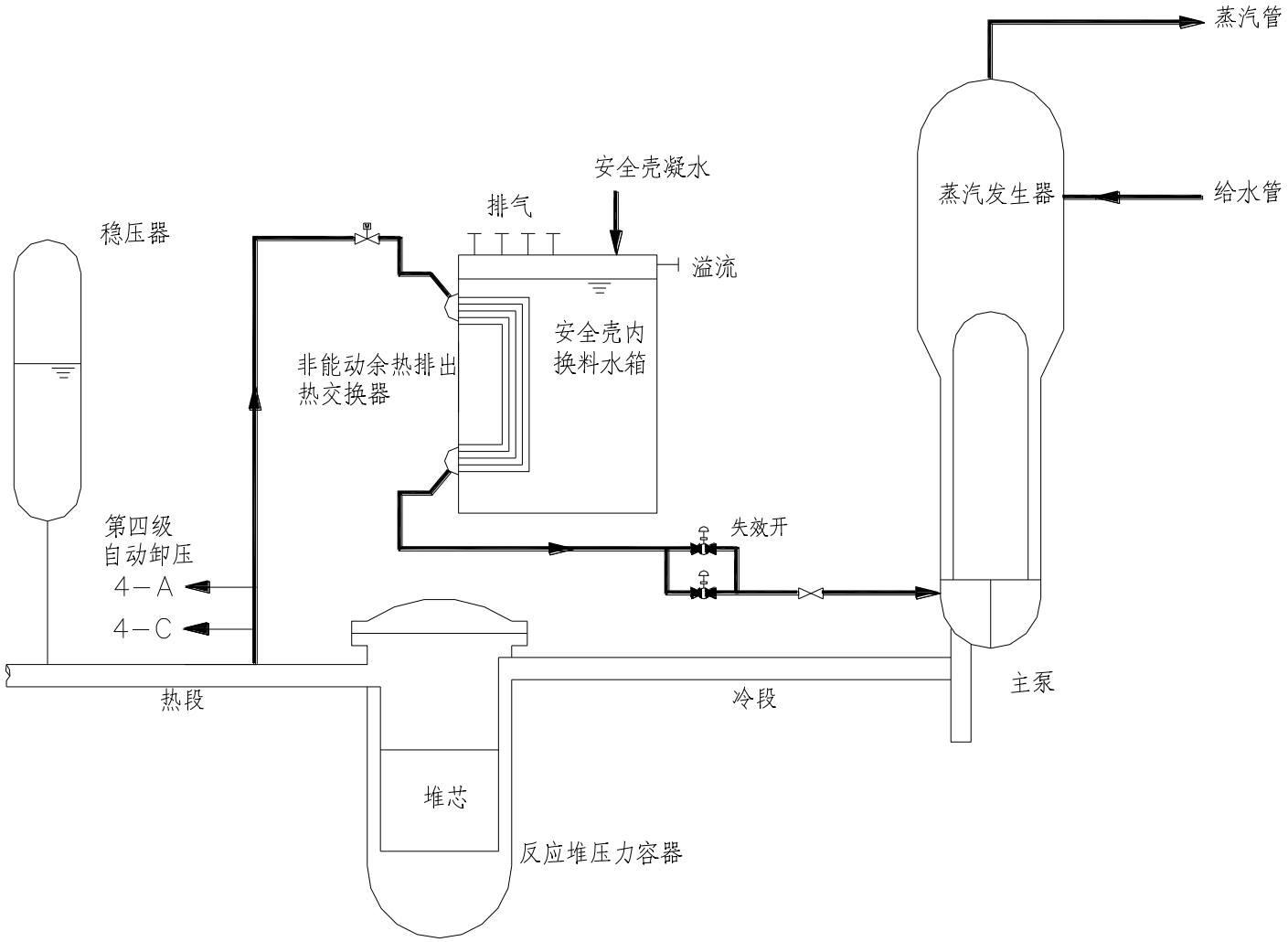


图 4.5-1 (2/2)　非能动堆芯冷却系统流程简图

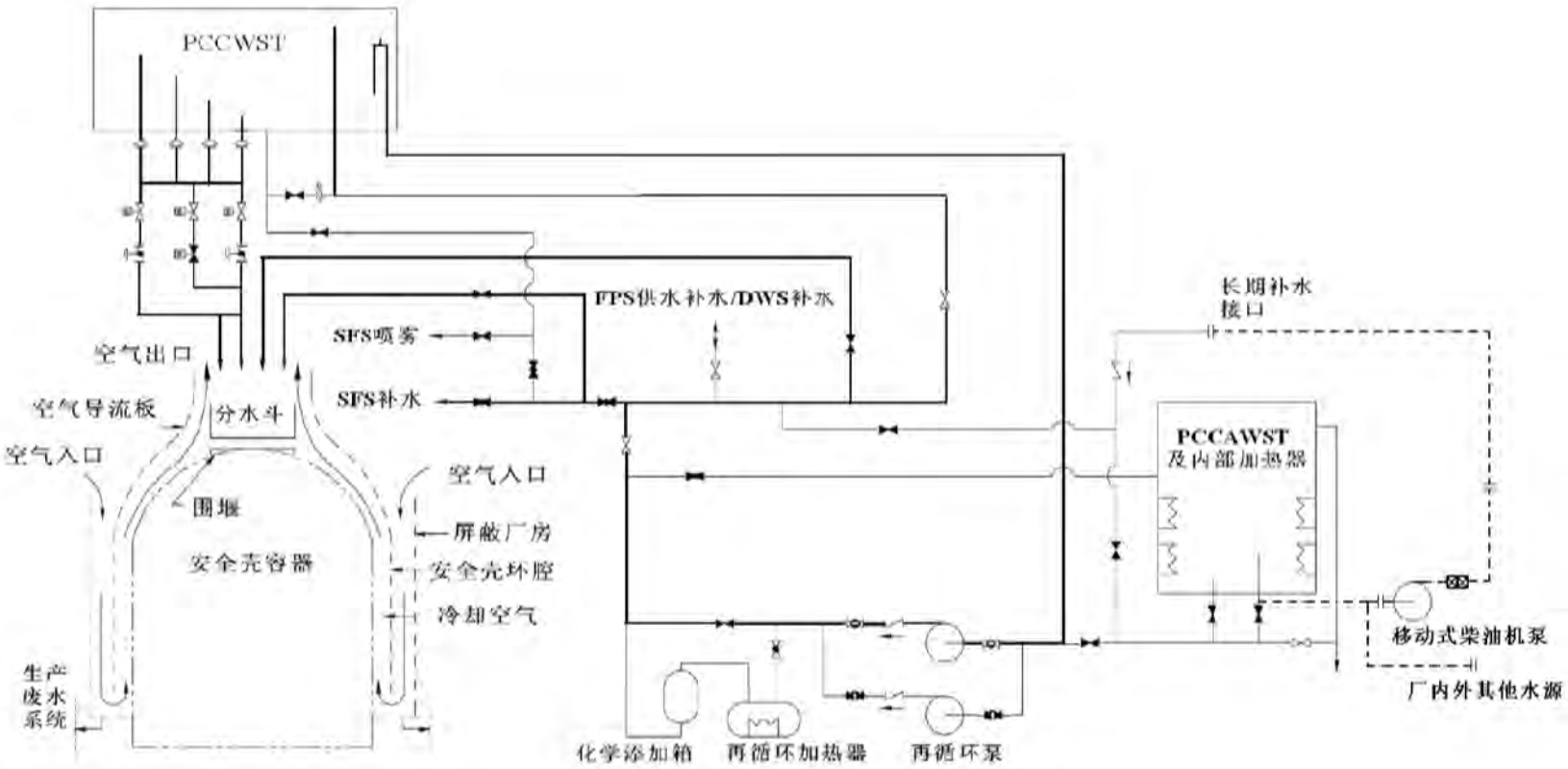


图 4.5-2　非能动安全壳冷却系统流程图

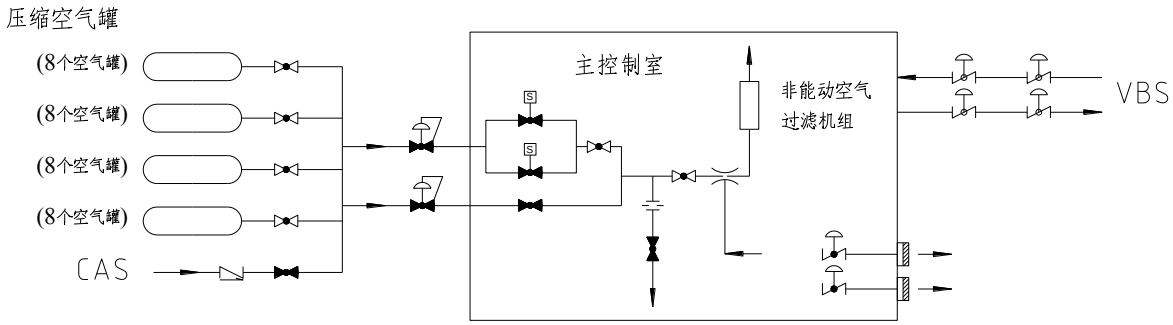


图 4.5-3　主控制室应急可居留性系统流程简图

4.6 放射性废物管理系统和源项

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。计算结果见表 4.6-1。

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。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＝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 4.6-2 中给出了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 4.6-3 和表 4.6-4。

(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。

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。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 4.6-3 和表 4.6-4。

(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；
- 反应堆冷却剂中氘与中子的反应；
- 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。

表 4.6-5 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：

- 设计产生量计算时，保守假设反应堆冷却剂中 N-14 的浓度为 5ppm；现实产生量计算时，保守假设反应堆冷却剂中 N-14 的浓度为 0.5ppm。
- 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 4.6-6。

4.6.1.3 二回路冷却剂设计基准源项

以表 4.6-4 中给出的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了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。设计基准二回路源项见表 4.6-7 及表 4.6-8。

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 4.6-9 及表 4.6-10。

对于现实源项，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。

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。

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 730.5Bq/L，可见核岛槽式排放口处排放浓度低于 GB6249-2011 中规定的 1000Bq/L 的控制值要求。考虑到电厂中实际的控制方式等，液态流出物设计排放源项计算时，保守假设核岛槽式排放口处的液态流出物排放浓度为 1000Bq/L，同时基于废液产生量，反推得到核岛废液的年排放量。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。

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。

液态氚排放量的分析基于 4.6.1.2 节中给出的产氚量，为保守考虑，在氚的产生总量的基础上考虑 1.1 倍的保守因子。并在此基础上认为，液态氚排放量为氚产生总量的 90%，气态氚的排放量为氚总量的 10%。氚的放射性排放量的衡算图见图 4.6-2。

液态 C-14 的排放量分析同样基于本项目分析得到 C-14 年产量，为考虑一定的包络性，在 C-14 的产生总量的基础上考虑 1.1 倍的保守因子，并在此基础上认为气态 C-14 的份额为 C-14 产生总量的 90%，液态 C-14 的份额为 C-14 总量的 10%。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 4.6-11 和表 4.6-12。在表 4.6-13 和表 4.6-14 中分别给出了单台机组和两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，单台机组和两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。

监测箱内排放废液采取槽式监测排放，并在排放管路上设有在线辐射监测仪表监测放射性活度浓度，确保达标排放。

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 4.6-15，WLS 去污因子见表 4.6-16。

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、厂区废液大贮罐等。表 4.6-17 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放射性气体废物处理系统。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，向操作员发出该水箱已满，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，警告操作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。

为了保证电厂废液排放连续的稳定性，本项目通过设置 3 台厂区废液大贮罐的方式进行达标液态流出物的汇集，液态流出物通过排放泵以 $5m^3/h$ 的流量送至一期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充分掺混排放，尽可能降低排放管线内水中的氚以及其它核素的浓度。

操作员启动厂区废液大贮罐泵，对厂区废液大贮罐内废液进行充分循环后进行取样。对处理后的废液取样分析，确定其放射性和化学特性。万一出现放射性水平超过排放限值时，厂区废液大贮罐中的液体送回废液暂存箱进行再处理。如果放射性水平低于排放限值，且受纳水体条件满足要求，则可监测排放。操作员启动厂区废液大贮罐泵，远控打开排放阀，排放废液。在废液排放前，操作员需手动取样送至实验室并记录存档。

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，并向操作员发出高放射性报警，要求采取纠正措施。操作员必须在确认低放射性后才能将其排出。

在反应堆冷却剂系统脱气期间，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

该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，向操作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，向操作员发出报警，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，蒸汽发生器排污流不送往 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流出现放射性高报时，排污流则需送往 WLS 系统。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级排放源项

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，并考虑了延迟床对氪和氙的延迟作用后，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。

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。

通过气态途径排放的氚和 C-14 的计算方法见 4.6.2.2 节。

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 4.6-18 和表 4.6-19 中。

在表 4.6-20 和表 4.6-21 中给出了单台机组和两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，单台机组和两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氙、氪和碘。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 的反应堆冷却剂系统稀释流量和化学和容积控制系统下泄流量达到最大值。WGS 输入如下：

- 反应堆冷却剂系统调硼时的下泄流。含有少量放射性气体的含氢气体以0.99m^3/h的输入流量进入WGS。
- 反应堆冷却剂系统脱气时的下泄流。含有少量放射性气体的含氢气体以0.99m^3/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0.85m^3/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 的工艺流程图见图 4.6-8。

（3）部件描述

WGS 系统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、一台活性炭保护床和两台活性炭延迟床。此外，系统中还包括一套气体取样装置。WGS 的主要设备参数见表 4.6-22。

- 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氪的延迟处理时间。

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

WGS 系统为非能动运行，借助气体输入源的压力，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、氪得以延迟衰变。离开 WGS 系统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 系统性能逐渐下降。

放射性气体废物处理系统设置独立、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。当氧含量在操作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、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 系统设计满足下列要求：

- 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；
- 收集来自电厂加热、通风、空调系统（HVAC）的废过滤器滤芯、活性炭；
- 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与化学絮凝处理装置用活性炭床在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。

4.6.4.3 部件描述

WSS 系统的设备设计参数见表 4.6-23。

- 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筒（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。

- 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

筒（MR40）用于化学和容积控制系统（CVS）、乏燃料池冷却系统（SFS）、放射性液体废物处理系统（WLS）和放射性固体废物处理系统（WSS）放射性水过滤器滤芯的更换。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，干废物根据是否含水分开收集存放。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

乏燃料贮存系统用于操作和贮存在反应堆换料时从堆芯卸出的乏燃料组件。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。贮存设施包括乏燃料贮存水池和乏燃料贮存格架。乏燃料贮存格架位于乏燃料贮存水池内，乏燃料贮存水池是池底和四壁衬有不锈钢板覆面的钢筋混凝土结构，与辅助厂房构成整体结构。池内充以硼酸去离子水，池水水质由乏燃料池冷却净化系统保持。

乏燃料组件贮存在格架的贮存腔内。乏燃料贮存格架的临界设计遵循 HAD102-15/2007 有关要求。乏燃料贮存格架由 1 区格架、2 区格架以及破损燃料组件贮存腔组成。1 区贮存格架可以贮存最大设计基准富集度的燃料组件，2 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，每次卸出乏燃料组件 64 组。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。

乏燃料贮存设施的设计准则如下：

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）乏燃料贮存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贮存水池的环境条件相容。

6）乏燃料贮存格架划分为非安全 D 级，抗震 I 类设备。

7）乏燃料贮存格架的设计，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）乏燃料贮存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。

10）应避免非燃料装卸系统的吊运设备和重物在贮存水池上方经过，并防止吊运设备的零部件掉入水池内。

从堆芯卸出的乏燃料组件运至辅助厂房乏燃料贮存水池并插入乏燃料贮存格架的贮腔内贮存并冷却。个别破损的组件存放入专门的破损组件贮腔内。

乏燃料贮存格架由不锈钢材料制造。支承结构为贮存格架的骨架，贮腔截面为方形，相邻的贮腔之间有中子吸收体材料。贮腔用于垂直存放乏燃料组件。

乏燃料组件贮存在硼酸去离子水中。乏燃料水池设有池水冷却净化系统，以导出乏燃料组件的剩余释热及保证水池水温、水质、水位及放射性物质水平在规定的范围内。

乏燃料水池设有水位、水温监测系统及水池检漏系统，可随时监测水池水位、水温及水池密封情况。

乏燃料贮存区内还设置有辐射剂量监测点，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。废物处理厂房为三层现浇钢筋混凝土剪力墙结构，局部有地下室。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。废物暂存库为钢筋混凝土排架结构。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；
- 各类废物流通过对应的处理工艺，以 200L 钢桶的包装形式在废物暂存库内进行中间贮存，暂存期间不另设屏蔽包装。废物暂存库内中、低放废物分区储存；
- 活度较低不需处理等待豁免的废物将送往指定区域内贮存。考虑到初期投资等因素，少量等待豁免的废物可临时存放于废物暂存库中，待形成一定规模之后再遵循国家相关标准建造对应的废物库；
- 废物暂存库按照暂存全厂 2 台 CAP1000 和 4 台 CAP1400 机组 5 年内产生的放射性废物总量设计。放射性水平较低的 200L 废物桶（表面剂量率≤2mSv/h）按照 5 层竖直堆叠，放射性水平较高的 200L 废物桶（表面剂量率＞2mSv/h）按照 4 层竖直堆叠。在贮存放射性水平较低废物桶的区域内的废物桶周围设置支撑钢架，维持桶体堆叠时的安全性与稳定性，防止废物桶倾倒。在贮存放射性水平较高废物桶的区域上方设有混

凝土屏蔽塞进行屏蔽，减少对厂房上部空间的辐射；

- 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 排放总管汇至指定排放区域。

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：水过滤器滤芯处理系统（FCS）、通风过滤器滤芯/干废物/混合固体废物处理系统（HVS）、废树脂处理系统（RES）、化学废液处理系统（CTS）等。表4.6-24给出了主要子系统的设备参数。

（1）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）通风过滤器滤芯/干废物/混合固体废物处理系统（HVS）

核岛产生的通风过滤器滤芯/干废物/混合固体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指定区域等待豁免。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通风过滤器滤芯预压装置进行预处理，再送往超级压实机进行超压处理。混合固体废物集中暂存处理。（不含水）通过干废物分拣装置进行切割、分拣和预压实处理，可压实废物装入压实桶，不可压实干废物装入

200L 钢桶。干废物（含水）装入压实桶后送往干燥装置进行干燥处理，干燥完成后再送往干废物分拣装置进行预压实处理。装有可压实干废物的压实桶通过辊道送往超级压实，形成的压实饼按照一定比例配置，装入 200L 钢桶，通过辊道送往灌浆处理。装有不可压实干废物的 200L 钢桶通过辊道送往灌浆处理。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。

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

无水干废物（可压实，含水） → 装桶（压实桶）→ 超压 → 装桶（200L 钢桶）→ 灌浆 → 检测 → 中间贮存

含水干废物（可压实，不含水） → 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

混合固体废物运往 SRTF 后进行装桶贮存。

（3）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。干燥装置通过热油加热，运行真空泵产生负压，使干燥装置内废树脂的水分在较低温度下蒸发。干燥完成之后，废树脂装入 200L 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。加热烘干时产生的蒸汽，先经由可清洗过滤器处理，然后送往冷凝器凝结。

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）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烘干装置。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。装有盐块的200L钢桶经剂量监测后最终送往废物暂存库存放。

若预期化学废液或蒸残液干燥产生的盐饼的放射性活度会超过限值，则直接对化学废液或蒸残液进行水泥固化处理。

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

（化学废液缓冲罐 → 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。洗衣房地下室设置有洗衣废水箱及洗衣废水排放泵，洗衣废水将被输送到洗衣废水箱暂存，然后进行取样分析，满足排放要求的废水通过洗衣废水排放泵监测排放至电厂总排放口。

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）桶装废物。废物暂存库按照废物放射性水平分区存放。两个区域通过实体围墙隔开。其中放射性水平较低的 200L 废物桶（表面剂量率≤2mSv/h）按照 5 层竖直堆叠，放射性水平较高的 200L 废物桶（表面剂量率＞2mSv/h）按照 4 层竖直堆叠。在贮存放射性水平较低废物桶的区域内的废物桶周围设置支撑钢架，维持桶体堆叠时的安全性与稳定性，防止废物桶倾倒。在贮存放射性水平较高废物桶的区域上方设有混凝土屏蔽塞进行屏蔽，减少对厂房上部空间的辐射。贮存区内设有专用格架用以维持废物桶堆叠的稳定。

厂址废物处理设施（SRTF）处理废物流见表4.6-25。

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 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	铈组	Ce-141	5.96E+18
碲组	Te-127m	4.84E+16		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	镧组	Y-90	3.04E+17
铷组	Ru-103	5.40E+18		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 4.6-2 设计基准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-91m	3.07E+01
Kr-85m	2.97E+04	Y-91	4.16E+00
Kr-85	9.62E+04	Y-92	1.12E+01
Kr-87	1.68E+04	Y-93	3.86E+00
Kr-88	5.28E+04	Zr-95	5.06E+00
Kr-89	1.24E+03	Nb-95	5.07E+00
Xe-131m	4.68E+04	Mo-99	6.91E+03
Xe-133m	6.07E+04	Tc-99m	6.38E+03
Xe-133	4.37E+06	Ru-103	4.39E+00
Xe-135m	6.07E+03	Rh-103m	4.35E+00
Xe-135	1.28E+05	Rh-106	1.47E+00
Xe-137	2.39E+03	Te-127m	2.44E+01
Xe-138	8.78E+03	Te-129m	8.38E+01
Br-83	1.05E+03	Te-129	1.30E+02
Br-84	5.33E+02	Te-131m	2.23E+02
Br-85	6.30E+01	Te-131	1.50E+02
I-129	4.73E-04	Te-132	2.57E+03
I-130	3.17E+02	Te-134	3.78E+02
I-131	2.25E+04	Ba-137m	1.53E+04
I-132	3.25E+04	Ba-140	3.31E+01
I-133	4.27E+04	La-140	9.56E+00
I-134	7.70E+03	Ce-141	4.97E+00
I-135	2.66E+04	Ce-143	4.80E+00
Cs-134	1.94E+04	Pr-143	4.80E+00
Cs-136	2.98E+04	Ce-144	3.67E+00
Cs-137	1.54E+04	Pr-144	3.70E+00
Cs-138	1.31E+04	Cr-51	8.51E+01
Rb-88	5.40E+04	Mn-54	4.37E+01
Rb-89	2.47E+03	Fe-55	3.28E+01
Sr-89	3.45E+01	Fe-59	8.21E+00
Sr-90	1.58E+00	Co-58	1.26E+02
Sr-91	5.87E+01	Co-60	1.45E+01
Sr-92	1.41E+01	Zn-65	1.39E+01
Y-90	3.80E-01	Sb-124	1.11E+01
		Ag-110m	4.81E+01

表 4.6-3　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-91	6.60E-01
Kr-85m	4.71E+03	Y-92	1.78E+00
Kr-85	1.53E+04	Y-93	6.12E-01
Kr-87	2.67E+03	Zr-95	8.03E-01
Kr-88	8.38E+03	Nb-95	8.04E-01
Kr-89	1.97E+02	Mo-99	1.10E+03
Xe-131m	7.43E+03	Tc-99m	1.01E+03
Xe-133m	9.63E+03	Ru-103	6.96E-01
Xe-133	6.93E+05	Rh-103m	6.90E-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		

表 4.6-4　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-91	1.32E-02
Kr-85m	9.42E+01	Y-92	3.55E-02
Kr-85	3.05E+02	Y-93	1.22E-02
Kr-87	5.33E+01	Zr-95	1.61E-02
Kr-88	1.68E+02	Nb-95	1.61E-02
Kr-89	3.93E+00	Mo-99	2.19E+01
Xe-131m	1.49E+02	Tc-99m	2.02E+01
Xe-133m	1.93E+02	Ru-103	1.39E-02
Xe-133	1.39E+04	Rh-103m	1.38E-02
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		

表 4.6-5 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 $^{10}B(n,2\alpha)T$ 反应	4.23E+11	1.97E+11
可燃毒物棒内 $^{10}B(n,\alpha)^{7}Li(n,n\alpha)T$ 反应	3.98E+11	1.85E+11
次级源棒的贡献	3.61E+11	3.36E+11
主冷却剂中 $^{10}B(n,2\alpha)T$ 反应	3.62E+13	3.37E+13
主冷却剂中 $^{7}Li(n,n\alpha)T$ 反应	4.05E+11	3.76E+11
主冷却剂中 $^{6}Li(n,\alpha)T$ 反应	6.42E+11	2.98E+11
主冷却剂中 $^{2}H(n,\gamma)T$ 反应	3.49E+10	3.24E+10
总量	4.30E+13	3.72E+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。

（2）此表给出的氚的产生总量未考虑 1.1 倍的保守因子，在后续进行排放源项的分析时则考虑了此保守因子。

表 4.6-6 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	3.16E+11
N-14(n,p)C-14	6.28E+10
总计	3.23E+11
现实值	
O-17(n,α)C-14	2.94E+11
N-14(n,p)C-14	5.80E+08
总计	2.95E+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。

（2）此表给出的 C-14 的产生总量未考虑 1.1 倍的保守因子，在后续进行排放源项的分析时则考虑了此保守因子。

表 4.6-7 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 4.6-8 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 4.6-9 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-91	7.42E-06
Br-84	1.38E-04	Y-92	1.73E-05
Br-85	1.70E-06	Y-93	5.14E-06
I-129	8.09E-10	Zr-95	8.79E-06
I-130	4.37E-04	Nb-95	8.81E-06
I-131	3.78E-02	Mo-99	1.15E-02
I-132	2.66E-02	Tc-99m	1.07E-02
I-133	6.36E-02	Ru-103	7.63E-06
I-134	3.09E-03	Rh-103m	7.61E-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

表 4.6-10 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 4.6-11 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	4.09E+06	2.67E+06	2.57E+07	3.25E+07
Mn-54	2.48E+06	1.38E+06	1.60E+07	1.99E+07
Fe-55	1.91E+06	1.04E+06	2.55E+07	2.84E+07
Fe-59	4.25E+05	2.58E+05	8.69E+06	9.37E+06
Co-58	6.72E+06	3.96E+06	4.94E+07	6.01E+07
Co-60	8.28E+05	4.58E+05	6.03E+07	6.16E+07
Zn-65	7.84E+05	4.38E+05	9.84E+02	1.22E+06
Ag-110m	6.33E+05	8.51E+05	1.52E+06	3.00E+06
Sb-124	2.75E+06	3.73E+05	4.25E+06	7.37E+06
裂变产物				
Br-83	3.63E+05	1.45E+07	8.70E+04	1.49E+07
Br-84	4.34E+04	2.51E+06	4.43E+04	2.60E+06
Br-85	4.50E+02	3.09E+04	5.24E+03	3.66E+04
Rb-88	3.59E+06	1.60E+08	4.49E+06	1.68E+08
Sr-89	2.88E+05	1.98E+06	4.84E+05	2.75E+06
Sr-90	1.43E+04	8.95E+04	3.78E+04	1.42E+05
Y-90	2.56E+04	2.13E+06	1.08E+03	2.16E+06
Sr-91	1.70E+03	2.67E+05	4.14E+03	2.73E+05
Y-91m	1.16E+04	1.55E+04	9.46E+02	2.81E+04
Y-91	1.62E+04	1.17E+06	5.34E+02	1.19E+06
Sr-92	3.81E+04	1.35E+05	2.86E+05	4.59E+05
Y-92	3.48E+03	3.15E+05	4.61E+02	3.19E+05
Y-93	1.81E+03	9.35E+04	8.06E+02	9.61E+04
Zr-95	4.31E+04	1.60E+05	3.90E+06	4.10E+06
Nb-95	4.65E+04	1.60E+05	6.74E+06	6.95E+06
Mo-99	1.95E+07	2.09E+08	3.28E+05	2.29E+08
Tc-99m	1.87E+07	1.95E+08	5.65E+05	2.14E+08
Ru-103	3.53E+04	1.39E+05	1.45E+06	1.62E+06
Rh-103m	3.53E+04	1.38E+05	3.64E+02	1.74E+05

表 4.6-11 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）
Rh-106	1.33E+04	4.62E+04	1.22E+02	5.97E+04
Te-127m	2.31E+05	7.69E+05	2.03E+03	1.00E+06
Te-129m	6.78E+05	2.64E+06	6.96E+03	3.33E+06
Te-129	4.35E+05	2.38E+06	1.08E+04	2.83E+06
Te-131m	3.01E+05	6.42E+06	1.85E+04	6.74E+06
Te-131	5.55E+04	1.82E+06	1.25E+04	1.89E+06
Te-132	6.43E+06	7.84E+07	2.14E+05	8.50E+07
Te-134	1.18E+04	2.24E+06	3.14E+04	2.28E+06
I-129	2.72E+01	1.47E+01	3.93E-02	4.19E+01
I-130	5.64E+05	7.95E+06	2.64E+04	8.54E+06
I-131	5.04E+08	6.87E+08	7.75E+06	1.20E+09
I-132	3.41E+07	4.84E+08	2.70E+06	5.21E+08
I-133	1.26E+08	1.16E+09	3.55E+06	1.29E+09
I-134	9.84E+05	5.62E+07	6.40E+05	5.78E+07
I-135	2.53E+07	5.69E+08	2.21E+06	5.96E+08
Cs-134	8.75E+08	1.10E+09	4.06E+07	2.02E+09
Cs-136	9.83E+08	1.66E+09	3.79E+06	2.65E+09
Cs-137	7.29E+08	8.73E+08	5.81E+07	1.66E+09
Cs-138	1.59E+06	6.69E+07	1.09E+06	6.96E+07
Ba-137m	2.47E+08	8.22E+08	1.28E+06	1.07E+09
Ba-140	2.12E+05	1.04E+06	3.23E+06	4.48E+06
La-140	1.93E+05	3.53E+05	7.93E+02	5.47E+05
Ce-141	3.94E+04	1.56E+05	8.15E+05	1.01E+06
Ce-143	7.11E+03	1.39E+05	3.99E+02	1.47E+05
Pr-143	3.40E+04	1.52E+05	3.99E+02	1.86E+05
Ce-144	3.44E+04	1.16E+05	1.38E+07	1.40E+07
Pr-144	3.44E+04	1.16E+05	3.07E+02	1.51E+05
总量	3.60E+09	8.18E+09	3.50E+08	1.21E+10
液态氚：4.26E+13Bq/a				
液态 C-14：3.55E+10Bq/a				

表 4.6-12 单台机组液态流出物年现实排放量

核素	调硼释放 (Bq/a)	各种废液 (Bq/a)	SRTF 排放量 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
活化腐蚀产物				
Cr-51	1.92E+07	8.33E+06	2.57E+07	5.32E+07
Mn-54	1.37E+07	4.81E+06	1.60E+07	3.45E+07
Fe-55	1.04E+07	3.70E+06	2.55E+07	3.96E+07
Fe-59	2.11E+06	8.51E+05	8.69E+06	1.17E+07
Co-58	3.48E+07	1.33E+07	4.94E+07	9.75E+07
Co-60	4.44E+06	1.61E+06	6.03E+07	6.64E+07
Zn-65	4.44E+06	1.54E+06	9.84E+02	5.98E+06
Sb-124	3.40E+06	1.23E+06	1.52E+06	6.15E+06
Ag-110m	1.47E+07	5.34E+06	4.25E+06	2.43E+07
裂变产物				
Br-83	2.26E+05	1.07E+05	8.70E+04	4.20E+05
Br-84	2.70E+04	1.30E+04	4.43E+04	8.43E+04
Br-85	2.81E+02	1.33E+02	5.24E+03	5.65E+03
Rb-88	4.59E+04	6.66E+04	4.49E+06	4.60E+06
Sr-89	5.77E+04	2.29E+04	4.84E+05	5.65E+05
Sr-90	3.11E+03	1.11E+03	3.78E+04	4.20E+04
Sr-91	2.29E+03	2.41E+03	1.08E+03	5.78E+03
Sr-92	1.55E+02	1.59E+02	4.14E+03	4.45E+03
Y-90	3.26E+03	8.14E+02	9.46E+02	5.02E+03
Y-91m	1.48E+03	1.52E+03	5.34E+02	3.53E+03
Y-91	8.14E+03	3.03E+03	2.86E+05	2.97E+05
Y-92	3.11E+02	3.26E+02	4.61E+02	1.10E+03
Y-93	1.63E+02	1.70E+02	8.06E+02	1.14E+03
Zr-95	8.88E+03	3.40E+03	3.90E+06	3.91E+06
Nb-95	1.04E+04	3.59E+03	6.74E+06	6.75E+06
Mo-99	1.85E+06	1.81E+06	3.28E+05	3.99E+06
Tc-99m	1.78E+06	1.74E+06	5.65E+05	4.09E+06
Ru-103	6.96E+03	2.85E+03	1.45E+06	1.46E+06
Rh-103m	6.96E+03	2.85E+03	3.64E+02	1.02E+04

表 4.6-12 单台机组液态流出物年现实排放量(续)

核素	调硼释放 (Bq/a)	各种废液 (Bq/a)	SRTF 排放量 (Bq/a)	总释放 (Bq/a)
Rh-106	2.89E+03	1.04E+03	1.22E+02	4.05E+03
Te-127m	4.96E+04	1.81E+04	2.03E+03	6.97E+04
Te-129m	1.26E+05	5.55E+04	6.96E+03	1.88E+05
Te-129	8.14E+04	3.52E+04	1.08E+04	1.27E+05
Te-131m	2.66E+04	2.81E+04	1.85E+04	7.32E+04
Te-131	5.11E+03	5.18E+03	1.25E+04	2.28E+04
Te-132	6.59E+05	5.92E+05	2.14E+05	1.47E+06
Te-134	1.04E+03	1.11E+03	3.14E+04	3.36E+04
I-129	2.07E+01	3.29E+00	3.93E-02	2.40E+01
I-130	3.48E+05	1.67E+05	2.64E+04	5.41E+05
I-131	3.52E+08	1.04E+08	7.75E+06	4.64E+08
I-132	2.15E+07	9.25E+06	2.70E+06	3.35E+07
I-133	8.14E+07	3.70E+07	3.55E+06	1.22E+08
I-134	6.29E+05	2.96E+05	6.40E+05	1.57E+06
I-135	1.55E+07	7.40E+06	2.21E+06	2.51E+07
Cs-134	2.66E+07	1.33E+07	4.06E+07	8.05E+07
Cs-136	2.15E+07	1.67E+07	3.79E+06	4.20E+07
Cs-137	2.22E+07	1.11E+07	5.81E+07	9.14E+07
Cs-138	2.00E+04	2.96E+04	1.09E+06	1.14E+06
Ba-137m	8.14E+07	1.04E+07	1.28E+06	9.31E+07
Ba-140	3.33E+04	1.81E+04	3.23E+06	3.28E+06
La-140	3.48E+04	1.59E+04	7.93E+02	5.15E+04
Ce-141	7.40E+03	3.18E+03	8.15E+05	8.26E+05
Ce-143	6.36E+02	6.66E+02	3.99E+02	1.70E+03
Pr-143	5.48E+03	2.89E+03	3.99E+02	8.77E+03
Ce-144	7.40E+03	2.66E+03	1.38E+07	1.38E+07
Pr-144	7.40E+03	2.66E+03	3.07E+02	1.04E+04
总量	7.35E+08	2.55E+08	3.50E+08	1.34E+09
液态氚：3.68E+13Bq/a				
液态 C-14：3.25E+10Bq/a				

表 4.6-13 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	1.21E+10
氚	7.50E+13	4.26E+13
C-14	1.50E+11	3.55E+10

表 4.6-14 两台机组液态年设计排放量与 GB 6249-2011 规定控制值的比较

核素	GB6249-2011 中厂址排放量控制值（Bq/a）[1]	两台机组设计排放量（Bq/a）
除氚和 C-14 外的其它核素	2.00E+11	2.42E+10
氚	3.00E+14	8.52E+13
C-14	6.00E+11	7.10E+10

注：[1] 厂址排放量控制值为 3000MWt 的单机组控制值的 4 倍。

表 4.6-15　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 4.6-16　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 4.6-17　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/hr
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/hr
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/hr
材料	不锈钢

气动双隔膜泵	
气动双隔膜泵用于：	
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化）
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 m³/h(稳定)、254.9m³/h(最大)
材料	不锈钢

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	66ºC
设计流量	17 m³/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	66ºC
设计流量	17 m³/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

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/hr 管侧
传热设计	
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
传热设计	
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
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/hr
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/hr
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

表 4.6-18　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 4.6-18　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 4.6-18　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 4.6-18　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）	
Rh-106	2.14E+04	1.40E+04	0.00E+00	4.17E+04
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
气态氚：4.73E+12Bq/a				
气态 C-14：3.20E+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 4.6-19　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 4.6-19　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 4.6-19　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 4.6-19　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）	
Rh-106	4.29E+02	4.06E+02	0.00E+00	8.35E+02
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
气态氚排放量：4.09E+12Bq/a				
气态 C-14 排放量：2.93E+11Bq/a				

注：（1）燃料操作区域在辅助厂房内，但被分开考虑。

表 4.6-20　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	4.73E+12
C-14	7.00E+11	3.20E+11

表 4.6-21　两台机组气态年设计排放量与 GB 6249-2011 规定控制值的比较

核素	GB6249-2011 中厂址排放控制值（Bq/a）[1]	两台机组设计排放量（Bq/a）
惰性气体	2.40E+15	2.56E+14
碘	8.00E+10	1.36E+10
粒子（半衰期≥8d）	2.00E+11	2.58E+10
氚	6.00E+13	9.46E+12
C-14	2.80E+12	6.40E+11

注：[1] 厂址排放量控制值为 3000MWt 的单机组控制值的 4 倍。

表 4.6-22 放射性气体废物处理系统（WGS）设备参数

泵 取样泵 台数 类型	 2 隔膜泵	
热交换器 气体冷却器 台数 类型	 1 双盘管式	
	工艺流侧	冷却流侧
设计压力 (MPa 表压) 设计温度 (°C) 设计流量 (m^3/h) 进口温度 (°C) 出口温度 (°C) 材料	1.03 94 1.84 52.7 4.5 不锈钢	1.96 94 0.03 4.4 5.2 不锈钢
箱体 （活性炭）保护床 台数 有效容积 (m^3) 类型 设计压力 (MPa 表压) 设计温度 (°C) 材料	 1 0.21 立管式 1.03 94 不锈钢	
（活性炭）延迟床 台数 有效容积 (m^3) 类型 设计压力 (MPa 表压) 设计温度 (°C) 材料	 2 2.29 弯曲立管式 1.03 94 碳钢	
气水分离器 台数 有效容积 (m^3) 类型 设计压力 (MPa 表压)	 1 0.01 立式 1.03	

设计温度 (°C) 材料	94 不锈钢	

表 4.6-23 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	8.5 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°C
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°C
设计流量	27.3 m^3/hr
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	正排量泵
设计压力	0.86 MPa
设计温度	66°C
设计流量	22.70 m^3/hr
材料	泵体为不锈钢，柔性部件为 Buna N 材料

表 4.6-23 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 表压
设计温度	66°C
设计流量	27.25 m^3/hr
过滤效率	10 微米
材料	不锈钢壳体的褶皱聚丙烯过滤芯
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 4.6-24　SRTF 主要系统设备清单

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 台
2	直立单臂吊车	1 台，载重 2t
3	远距离控制单轨吊车	1 台，载重 3t
4	200L 桶专用抓具	1 个
通风过滤器滤芯/干废物/混合固体废物处理系统设备（HVS）参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	干废物分拣装置	1 台，预压吨位：8t
2	通风过滤器滤芯 通风过滤器滤芯预压装置	1 台，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	悬臂起重机	1 台，载重 2t
5	160L/200L 桶装卸小车	各 1 辆
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 台（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 台，流量：12 m^3/h， 扬程：40m
6	废树脂干燥装置	1 套，容积：450L
7	冷凝液箱	1 个，容积：0.3 m^3/个
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 台，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：4~6L/h
4	蒸发装置	1 套，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
SRTF 各系统共用设备参数表		
1	超级压实机	1 套 超压吨位：2000t（可调节）
2	灌浆站	1 套
3	固化站	1 套
4	200L 钢桶加盖装置	1 套
5	优选站	1 套
6	放射性剂量检测装置	1 套
7	辊道及小车输送装置	2 套
洗衣房系统（LAS）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，容积：60m^3
8	废水排放泵	2 台，流量：30m^3/hr， 扬程：38m
废物暂存库（DSS）设备参数表		
序号	设备名称	设备参数
1	3t 遥控起重机	1 台，载重 3t
2	20t 遥控起重机	1 台，载重 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 4.6-25 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	放射性活度浓度（输入）	1st 处理	2nd 处理	包装/灌浆	每年产生 200L 桶数量	减容因子	比放/活度（输出）	包装废物放射性分级
水过滤器滤芯	0.18m3（6 个）	3.78 E+13Bq/m3	将过滤器滤芯装入 200L 钢桶	×	是	6	1	3.78E+10Bq/kg	低放
可压实干废物	134.5 m3	1.00E+08Bq/ m3	分拣、预压装入压实桶	压实	是	150	4.5	9.00E+05Bq/kg	低放
不可压实干废物	6.63 m3	1.00E+08Bq/ m3	分拣装入 200L 钢桶	×	是	45	0.75	7.50E+04Bq/kg	低放
一回路废树脂（含深床过滤器过滤介质）	10.2 m3	6.67 E+12Bq/ m3	脱水、干燥	×	否	30	1.8	9.40E+09Bq/kg	低放
化学废液（核岛）	9.9m3	1.37E+09Bq/ m3	蒸发+桶内干燥 （假设 1%固体含量）	×	是	2	75	8.95E+07Bq/kg	低放
化学废液（SRTF）	5m³（全厂 20m³）	2.74E+08Bq/ m3	蒸发+桶内干燥 （假设 1%固体含量）	×	是				
化学废液（热车间）	11.25m³（全厂 45 m3）	1.37E+09Bq/ m3	蒸发+桶内干燥 （假设 1%固体含量）	×	是				
预期工况下每年每机组的总桶装量（200L 钢桶）约：233 桶 预期工况下每年每机组的总废物量约：47.8m³									

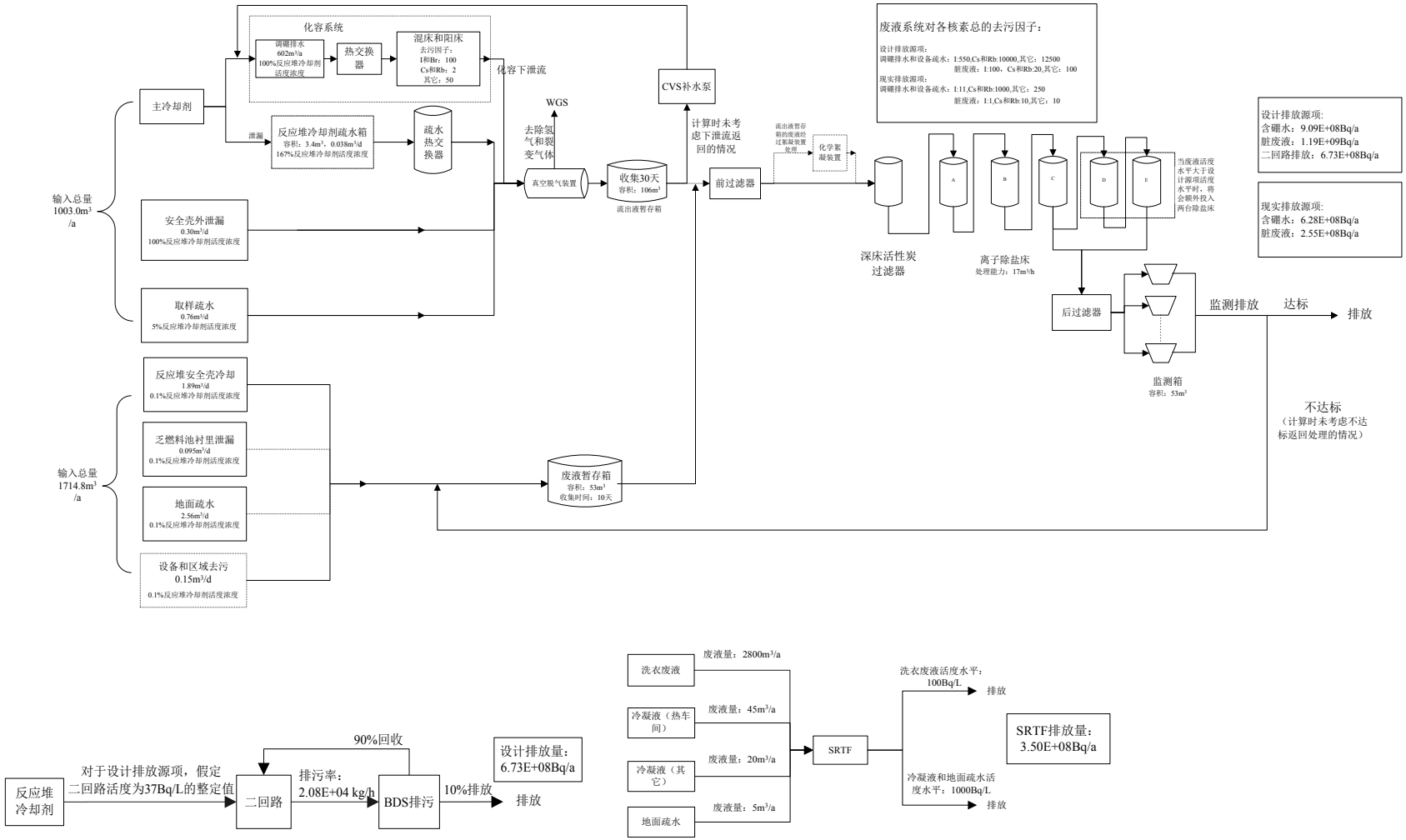
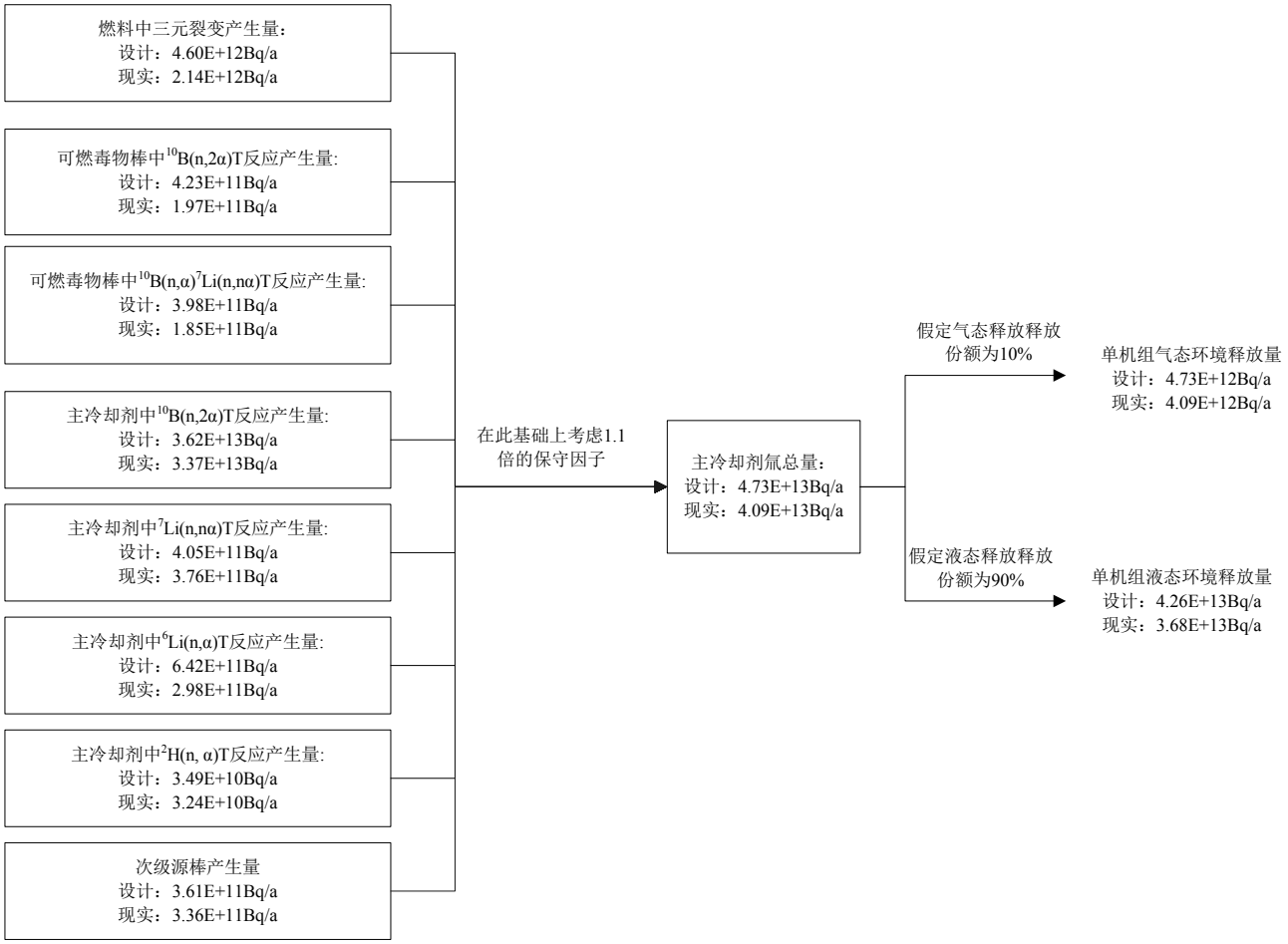


图 4.6-1 除氚和 C-14 外其它核素通过液态途径的排放量衡算图



注：在计算氚的现实源项时，考虑了 0.93 的电厂可利用因子。

图 4.6-2 氚的放射性排放量衡算图

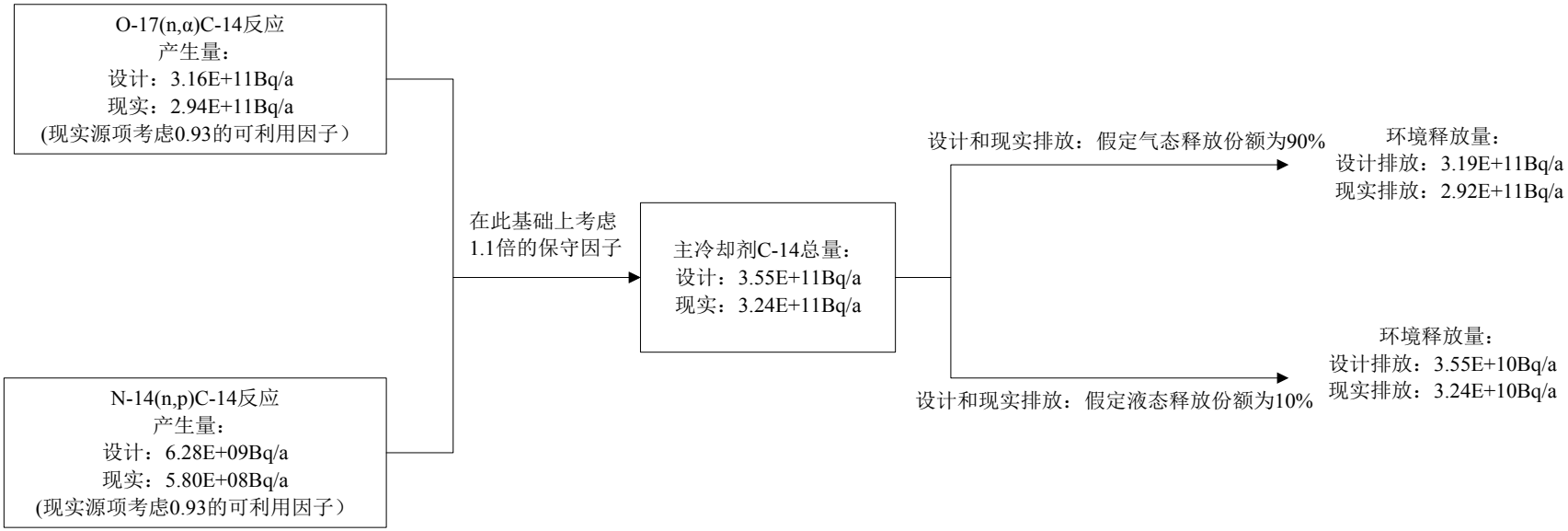


图 4.6-3 C-14 的放射性排放量衡算图

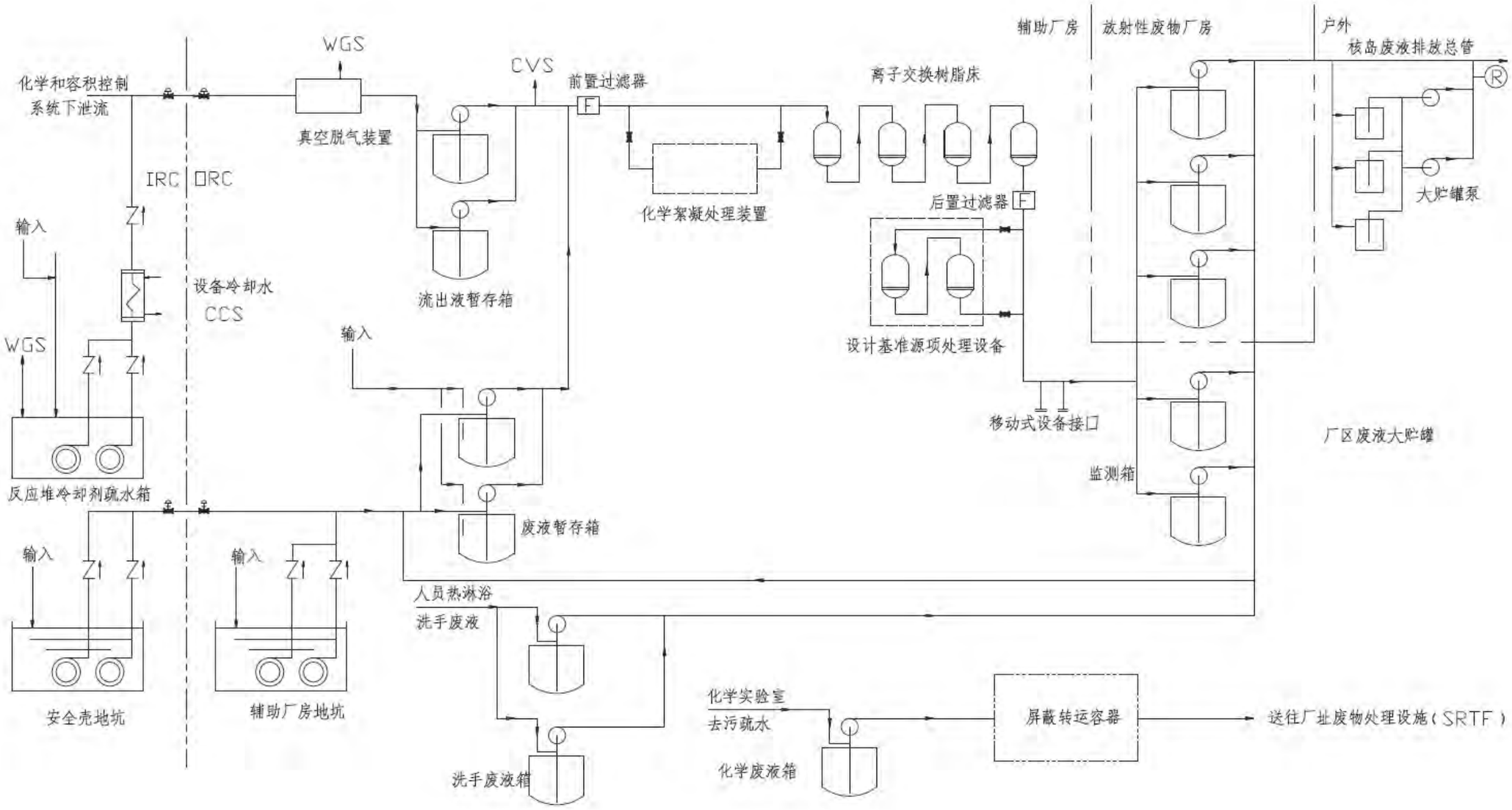


图 4.6-4　放射性液体废物处理系统（WLS）流程简图

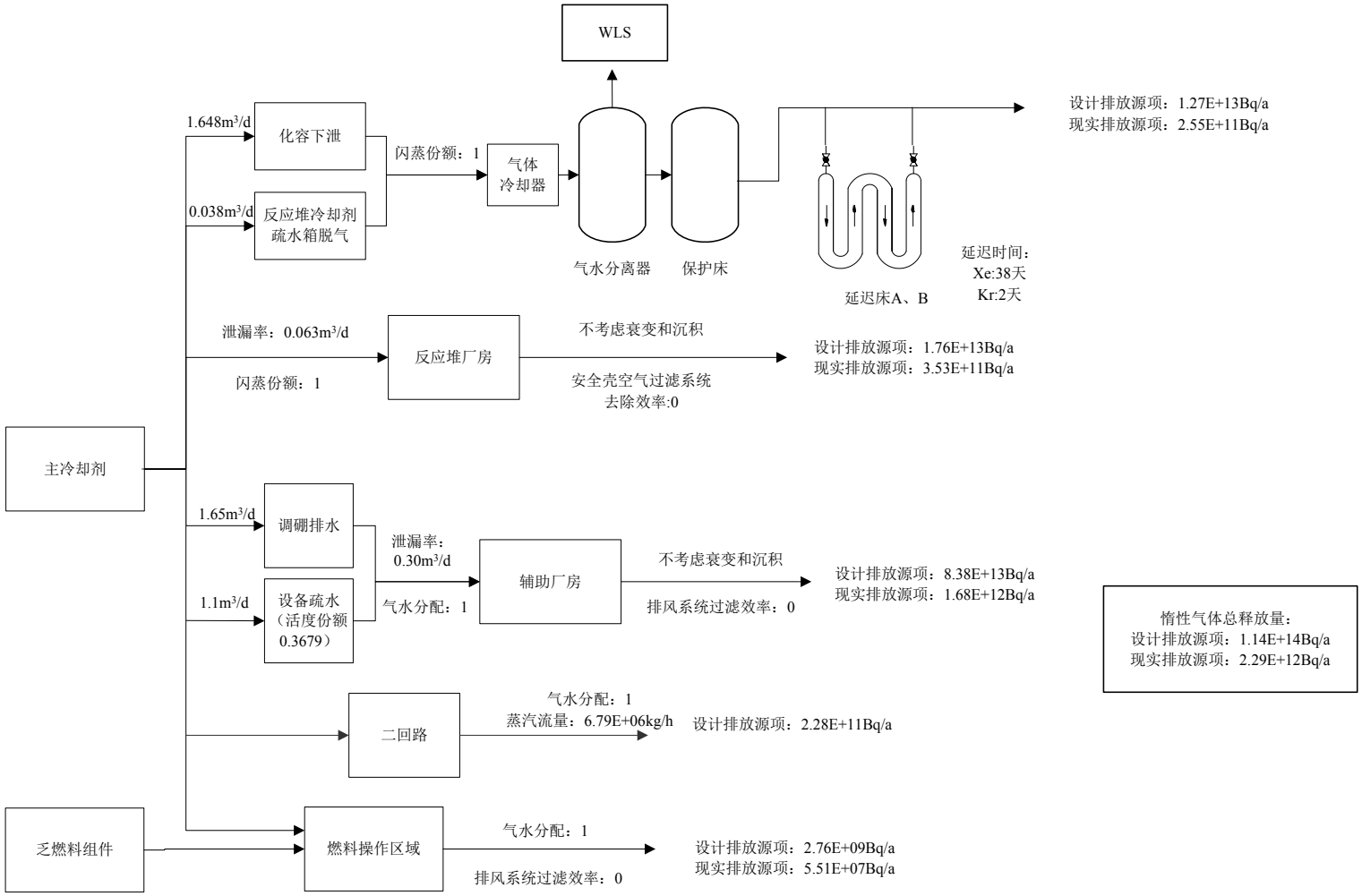


图 4.6-5 惰性气体的放射性排放量衡算图

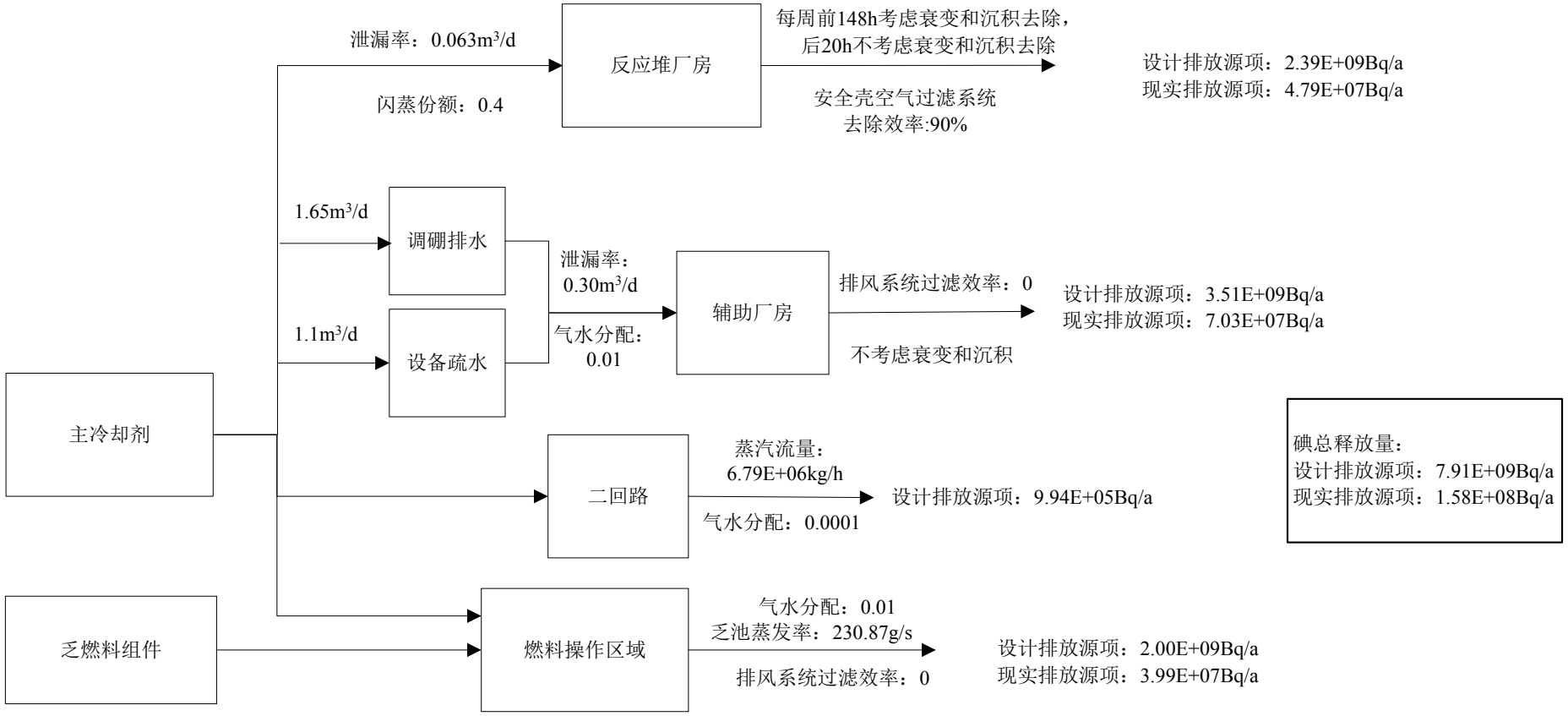


图 4.6-6 碘通过气态途径的排放量衡算图

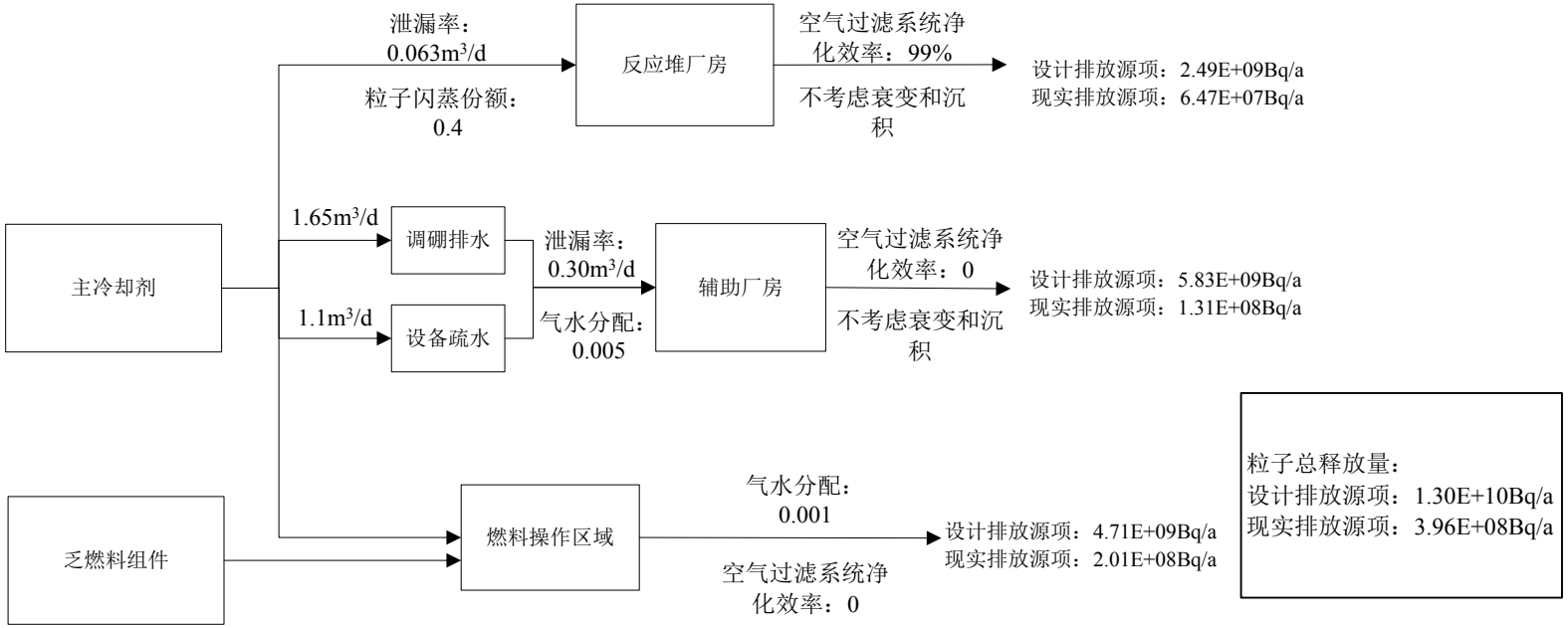


图 4.6-7 粒子的气态放射性排放量平衡图

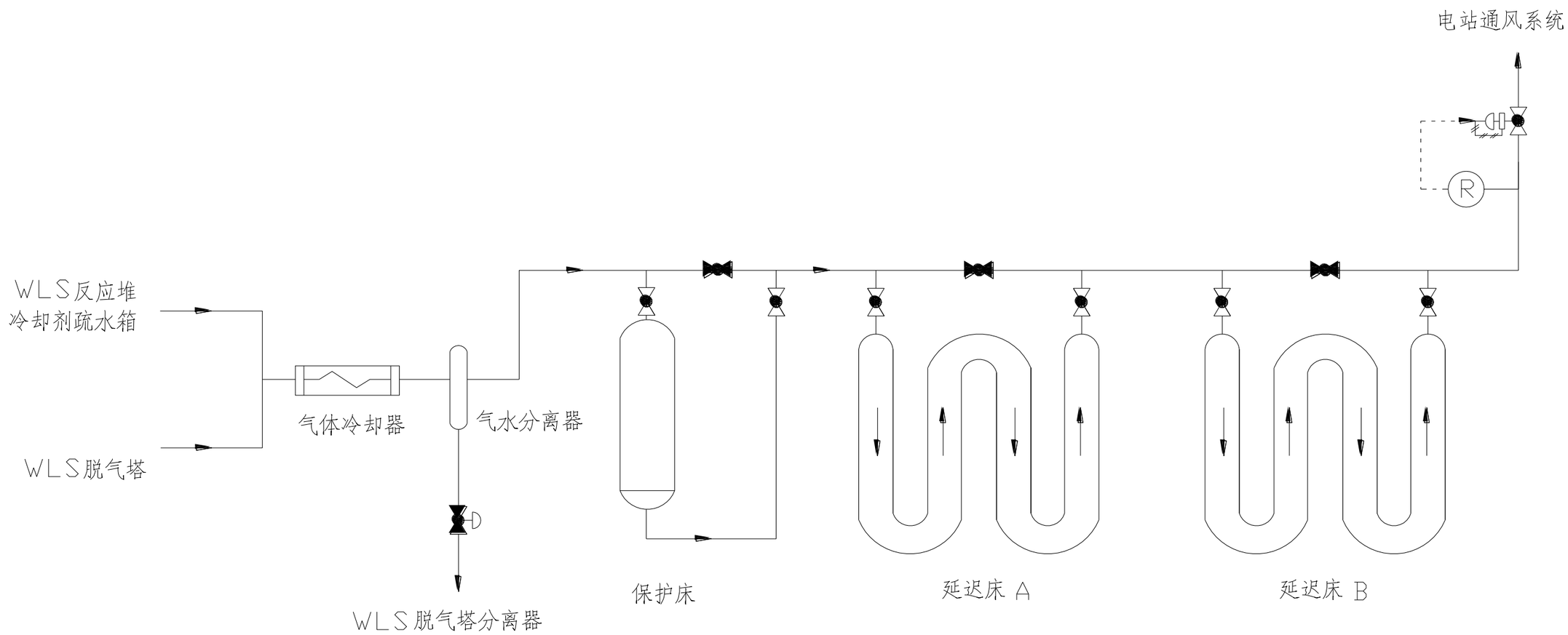


图 4.6-8　放射性气体废物处理系统（WGS）流程简图

4.7 非放射性废物处理系统

4.7.1 化学污染物

核电厂排放的化学物质主要来自于：

－除盐水生产系统；

－凝结水精处理系统；

－循环水加氯系统；

－化学药剂注入系统；

－随液态流出物释放的化学物质（主要是硼）。

（1）除盐水生产系统

除盐水生产系统中的离子交换树脂在运行一段时间后需要再生。阳离子树脂的再生使用浓度为30%的盐酸，而阴离子树脂的再生则使用浓度为40%NaOH。此外再生废水中和处理也需要投入一定的酸碱。

（2）凝结水精处理系统

凝结水精处理系统用于为核电厂二回路系统提供高纯度的水。系统内设有前置阳床和混床，运行一段时间后阴阳离子需要再生。凝聚水处理系统的树脂再生装置和使用的酸碱与除盐水生产系统相同。

（3）循环水加氯系统

为满足核电厂运行的要求，循环水加氯系统对流经二次循环冷却系统的冷却水作连续加氯处理，即加入次氯酸钠溶液。从次氯酸盐发生器中出来的次氯酸盐溶液进入次氯酸盐贮箱中，氢气在其中被分离并排入大气。

（4）化学药剂注入系统

化学药剂注入系统，将化学添加剂注入二回路系统，用以控制二回路系统中水的化学工况，使蒸汽发生器在正常运行和停机保养中的腐蚀和固体沉积物减少至最小。为此，设计考虑在凝结水精处理混床出水和给水中实施加氨、加联氨处理。

（5）硼酸的排放

本项目没有硼回收系统。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1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。

4.8 放射性物质厂内运输

4.8.1 新燃料运输

4.8.1.1 新燃料运输容器

廉江核电厂一期工程燃料组件暂定由中核包头核燃料元件股份有限公司提供。燃料组件和相关组件的类型、供货数量，以及备用件的数量应在相应的燃料供货合同中规定。

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《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）的规定。在正常运输工况和事故工况下（如火烧、跌落、水淹等），新燃料运输容器能够保证运输容器内燃料组件的结构完整性。新燃料运输容器能够保证在最佳慢化条件下，keff<0.95。

在新燃料运输容器可以装入一组燃料组件或装入一个用于装载散装燃料棒的容器。新燃料运输容器主要由外壳和内壳构成。外壳与内壳采用减振连接，能够有效地减小新燃料组件在运输过程所受到外力（如冲击和振动），使新燃料组件在运输过程中免受损伤。新燃料运输容器对新燃料组件起密封保护作用，防止运输过程中受外界物体碰、撞等而造成损伤，及防水、火等。新燃料运输容器能够保证新燃料组件在运输过程中处于干燥的气氛条件。新燃料运输容器能够使新燃料组件在整个运输过程中便于实行由公路、铁路和海路分段运输之间的中转、转换等操作。

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燃料组件和相关组件可以通过铁路、公路等不同的形式运至廉江核电厂一期工程现场，可选取“铁路+公路”联运的方案或全程公路运输的方案，其中前者为优先考虑方案。

1）“铁路+公路”联运方案

内蒙古包头→广东湛江路段经由铁路用专用集装箱车厢运输。可在湛江站附近的适当地点修建燃料运输中转库房，运输至此的新燃料组件可在库房内进行中转暂存。

湛江至核电厂现场路段使用公路用专用卡车运输。

2）全程公路运输方案

采用公路用专用卡车运输，全程长约 2738km。

内蒙古包头至重庆路程约 1961km；重庆至湛江路程约 757km；从湛江到廉江核电厂路程约 20km。

目前，国内已具备一定的全程公路运输经验。公路运输前需要预先与高速公路管理部门就有关限速等问题进行协调。

4.8.2 乏燃料的贮存及运输

乏燃料的厂内运输包括乏燃料组件装入乏燃料运输容器，至厂外运输前的全过程。

乏燃料的厂内运输由乏燃料运输容器吊车、燃料抓取机、容器专用运输卡车及相应的操作工具完成。

乏燃料组件装在专用的密封乏燃料运输容器中外运。乏燃料组件的装载、容器的清洗以及检查等操作分别在容器装料池和容器清洗池内进行，容器装料池和

容器清洗池相邻，均位于乏燃料水池的旁侧，两水池均为内设不锈钢覆面的钢筋混凝土结构。

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，用乏燃料运输容器进行外运。

乏燃料运输容器装料操作的典型步骤如下：

1）装料池已经充满了水，且装料池和乏燃料贮存水池之间的水闸门已经打开。

2）将乏燃料运输容器运到清洗池，用去离子水洗净。卸掉容器顶盖，移走并安全存放。

3）将乏燃料运输容器吊运至充满水的装料池中。

4）连接乏燃料组件操作工具的燃料抓取机定位在待外运的乏燃料组件上方。

5）提起燃料组件，经水闸门转运至装料池，将其装进已经就位的乏燃料运输容器内。在燃料组件转运的过程中，需保持燃料组件活性区顶部有足够的屏蔽水层。

6）重复步骤 1）~5）直至装满乏燃料运输容器，将运输容器顶盖重新安装到运输容器上。

7）将乏燃料运输容器转移到清洗池，进行外表面冲洗、干燥、密封等处理措施，确认容器表面剂量率满足限值后，才能将容器提升出清洗池。

8）将乏燃料运输容器装上专用的运输卡车并准备运输。载有乏燃料运输容器的运输卡车按选定的运输线路运送至专用码头或车站，按乏燃料运输规程进行交接、外运。

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。

废物暂存库按照废物放射性水平分区存放。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 GB9132-2018《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

电厂统一采用 200L 钢桶作为废物中间贮存包装容器，该废物桶自暂存库送出厂外进行运输时，对于表面剂量率小于等于 2mSv/h 的废物桶，可直接通过转运车辆运输，对于表面剂量率大于 2mSv/h 的废物桶，则在外加屏蔽体后通过转运车辆运输。在运输过程中将严格遵守 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》中的有关要求，防止事故发生，确保运输人员和沿途公众接收的辐照控制在合理可行尽量低的水平，维护其安全和健康。

放射性废物运输的起点为广东廉江核电厂厂址废物处理设施(SRTF)内的废物暂存库，运输终点为规划中的低、中放固体废物区域处置场。

废物的厂外运输可通过铁路、公路、船舶进行运输，运输时应符合安全运输规定的要求。

目前由于区域处置场尚未选址，待处置场选址后将进一步明确运输方式和论证运输路线的可行性。放射性废物的处置将遵守国家的区域处置政策。

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	0.8m³	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	10m³	约 1 次
其他废物	集装箱	12m³	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

厂址拟建六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（用地面积暂不考虑取排水工程、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）。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。

本项目一期工程永久占地面积104.4459ha，包括核岛及常规岛区、BOP厂房区、升压站、行政管理区和冷却塔区，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）、钢板混凝土结构模块拼装场地（以下简称 SC 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 和 SC 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 施工活动对环境的影响

本节将对本工程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，以及核电厂建构筑物的建设，将改变当地的局部地形和下垫面粗糙度，但与当地的地形相比，还不足以影响厂址边界以外的大气环境。

土石方工程施工过程中，由于爆破、开挖、填充、道路的修建、渣土的堆放以及车辆运输会造成施工区域尘土飞扬，大气中粉尘含量增高。

施工过程中产生的粉尘对大气环境的影响是局部的和暂时的。在采取必要的防护措施后即可降低粉尘的影响。施工过后，当地的大气环境质量将很快得以恢复。

本报告采用类比分析法，预测厂区无组织废气排放的影响，采用山东海阳核电厂作为类比厂址。本项目一期工程建设的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；本项目位于廉江近海区域，地形平坦，与山东海阳核电厂所在胶东沿岸区域地形相似，且本项目为南方厂址，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。因此本项目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 0.041mg/m^3、0.021mg/m^3，日均值的最大浓度分别为 0.041mg/m^3、0.028mg/m^3，TSP、PM_{10} 日均值的最大浓度分别为 0.362mg/m^3、0.155mg/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 SO_2、NO_x 小时值的最大浓度分别为 0.017mg/m^3、0.056mg/m^3，日均值的最大浓度分别为 0.010mg/m^3、0.040mg/m^3，TSP 日均值的最大浓度为 0.410mg/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 SO_2、NO_x、TSP 的最大浓度分别为 0.020mg/m^3、0.052mg/m^3、0.267mg/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 SO_2、NO_x、TSP 的最大浓度分别为 0.026mg/m^3、0.044mg/m^3、0.287mg/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 SO_2、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 SO_2、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，PM_{10} 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。

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。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“四通一平”期间，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，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后集中排放，在地埋式生活污水处理设施建成前，建设单位将对产生的生活污水单独收集后，定期由环卫部门安排运输车辆抽水外运至当地污水处理厂处理；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。

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

本工程建造期间的施工期噪声主要来自不同施工阶段所使用的不同施工机械的非连续作业噪声。基础施工阶段，主要施工机械是各种打桩机、空压机等，基本上都是固定噪声源，打桩机为主要噪声源，其声级为 95-105dB(A)，结构施工阶段主要施工机械是混凝土搅拌机和振捣棒，其声级为 75-88dB(A)。场地平整采取的爆破措施，爆破产生的瞬间噪声水平可超过 120dB(A)；工程建设期运送材料的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)，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。根据类比调查，叠加后的噪声增值约 3-8dB(A)，一般不超过 l0dB(A)。

本工程厂址施工期环境监测拟在建造阶段进行，目前尚无法获得施工场界的实测数据。考虑到核电厂建设施工阶段所用的机械设备及工程内容相似，本工程夜间不进行高噪声的施工作业，因此昼间场界噪声参考类比山东海阳核电厂 2010-2011 年的施工期场界噪声实测数据。本项目一期工程建设的 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；本项目位于廉江近海区域，地形平坦，与山东海阳核电厂所在胶东沿岸区域地形相似，且本项目为南方厂址，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，有利于降噪。因此本项目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。根据山东海阳核电厂的实测数据，核电厂施工阶段中，昼间场界噪声大部分时间段为 45.9-66dB(A)，低于《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值[昼间 70dB(A)]，个别时段场界噪声超过标准限值，可达 80dB(A)以上。厂址施工阶段场界噪声可能也会存在个别时段超标的现象；山东海阳核电厂环境敏感点的环境噪声监测值符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。由于本项目部分居民点距离厂址边界在 300~500m 范围内，而山东海阳核电厂存在部分时段施工期厂界噪声超标情况，因此本项目周围环境敏感点可能存在部分时段噪声超标情况。对此，本项目建设单位将采取更为严格的噪声污染控制措施，进一步减少施工作业对周围环境敏感点的噪声影响，确保监测达标。

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。

5.1.2.8　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。核电厂施工用预制件的堆放以及车辆在施工临建工程区与厂区间的运输会造成空气扬尘，汽车尾气和食堂的油烟气也会造成一定的污染。对于扬尘造成的污染，施工方将采取措施：对施工临建工程区及时清扫，道路路面上经常洒水；在施工临建工程区边界处使用隔离板；露天堆场等堆放场所加盖布条进行防护等。对汽车尾气造成的污染，施工方将加强施工管理，合理调度运输车辆，在满足建设需要的前提下尽可能减少车辆运输的次数。对于食堂的油烟气，应按照《饮食业油烟排放标准（试行）》（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、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。

5.1.2.9 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。

5.1.2.10 大件码头建设影响

大件码头施工期主要污染源和污染物如下：

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。虽然数量不大，但若不进行处理而直接排入海域，也将污染局部海域水体。

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。粉尘将在短期内对工程区附近大气环境造成一定影响，但这种影响是暂时的，将随施工的结束而逐渐消失。

4）噪声：主要来自施工船舶、机械、车辆以及水下爆破等。将对工程区附近声环境造成一定影响。

5）建筑垃圾：施工期产生的建筑垃圾主要成分为无机物，如果不进行合理处置，随意堆放、倾倒，将对环境造成一定的不利影响。

大件码头施工期环境保护治理措施如下：

1）施工期船舶含油污水应由当地海事部门批准的专业公司接收处理。

2）施工期施工人员产生的生活污水应尽可能的予以收集，可在施工人员集中生活区设流动厕所，每隔 1-2 天用抽水车抽走运往污水处理厂集中处理，或购买小型污水处理装置自行处理后达标排放。

3）施工场地应时常洒水抑尘，以减少粉尘污染。

4)运输土石方和散料建材的车辆装备有车厢上盖，防止运输过程中的洒落、起尘。

5）合理安排施工作业时间，尽量避免高噪声施工机械的夜间施工，减小施工噪声对周围环境的影响。

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	79.5581	76.17
	耕地	7.2151	6.91
	园地	4.3833	4.2
	其它农用地	6.0618	5.8
建设用地		0.2922	0.28
未利用地		6.9354	6.64
合计		104.4459	100

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 3000m^3，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最高日用水量为7828m^3，年取水量约231.27万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2019年取得水利部珠江水利委员会准予取水行政许可。

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

1）结构设计及施工工程

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。

2）对海洋环境的影响

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）的施工悬浮泥沙影响，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。

3）对海洋生态环境的影响

取排水工程施工阶段，由于土石方的填充或流失，会造成海水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生物上，造成一些底栖生物的生物量减少。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，这些底栖生物将得以恢复。海上施工对取排水工程施工区附近海域海洋生态的影响（主要是对底栖生物的影响）是短暂的，影响的范围也有限。

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。

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。建设施工过程中，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）中的一级标准后部分回用，其余基本消耗，不进行排放。电厂“四通一平”期间，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，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后集中排放；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，生活污水直接排入厂区生活污水管网，通过生活污水排水系统排至生活污水处理站，生活污水经污水处理站处理后，其水质满足中水回用要求后，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）中一级标准的 A 标准后排放。

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设垃圾桶和垃圾箱，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，厂址监测计划设想见表5.3-1，具体如下：

1）大气环境

监测因子包括 TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、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、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。拟设置大气环境监测点 9 个。监测点位布置情况见图 5.3-1。

2）地表水环境

监测范围为厂址附近地表水体，监测因子包括地表水水质（水温、pH 值、溶解氧、高锰酸钾指数、NH_4-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。布点应结合施工区域进行布置。

3）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。

4）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、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，具体见图 5.3-2。

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（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，东距廉江市区约48km，东南距湛江市区约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500t/km^2.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5~15°，局部达到25°，原始高程1~38.3m。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38.3m~18.7m，西侧、西北侧和西南侧为低洼区域，原始地形标高约1m~18.7m。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260~1020t/（km^{2}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500t/km^2·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300.22hm^2，扣除码头工程的海域面积，实际水土流失面积为299.36hm^2，水土流失治理达标面积为299.36hm^2，其中永久建筑物、道路硬化面积87.56hm^2，水土保持措施面积为211.80hm^2（工程措施面积23.06hm^2，植物措施面积188.74hm^2）。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/(km^2·a)，允许土壤侵蚀模数为500t/(km^2·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m^3，方案设计剥离表土量为59.71万m^3，铺垫

保护量1.72万m^3，表土保护量共计61.43万m^3，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。	厂界四周、进厂道路、南蒙塘、黄京埇、大陂村、塘仔山村、冷却塔、厂前区、办公区、自然保护区最近陆域边界各 1 个，共 13 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	厂界四周、进厂道路、南蒙塘、黄京埇、大陂村、塘仔山村、厂前区、办公区、自然保护区最近陆域边界分别设置监测点，共 12 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。
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/km².a）	扰动后侵蚀模数（t/km².a）	侵蚀面积（hm²）	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/km².a）	扰动后侵蚀模数（t/km².a）	侵蚀面积（hm²）	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	一期工程建构筑、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（厂址区域）

图 5.3-2　施工建造期噪声环境监测布点（厂址区域）

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

1）散热系统

广东廉江核电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。另外，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，本项目的冬季排水温升在2.1℃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。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，广东廉江核电厂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的初步布置方案。

广东廉江核电厂一期两台CAP1000核电机组冷却塔采用“一机一塔”方案，每台核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。根据常规岛设计院提供的初步资料，相关计算使用的每座冷却塔的初步设计参数如表6.1-1所示。

广东廉江核电厂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。

2）取水方案

本项目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 18.5m^3/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。

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，根据初步设计方案，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。根据多方案比选结果，本阶段初步推荐采用近岸码头港池取水及排水暗涵排水的方案（见图 6.1-1a）。同时针对该方案，业主正在开展进一步优化设计研究，主要是考虑将排水口往岸边沿排水管后退一段距离（约 275 米），以远离海洋生态红线，减少环境影响，如图 6.1-1b 所示。由于两个方案基本相近，不影响本报告相关结论，且优化结果未最终确定，本报告暂按推荐方案描述。

本方案的排水暗涵采用分期建设的方案，排水箱涵按照核电一、二期同步建设，预留三期排水箱涵的原则考虑。

本期共建设 1 条双孔海域排水暗涵，长 1420m（至与陆域共壁排水箱涵处），单孔断面尺寸 1.8m×1.8m；三期工程建设 1 条单孔排水暗涵，单孔断面尺寸 1.8m×1.8m。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，各期工程排水暗涵间距按 20m 考虑。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。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 1470m。排水口拟采用顶部出水的分散式排水口，以利于排水在海域内扩散。一期工程排水口总长 32.85m，设置 3 个分散式排水头部，排水头上部侧面设排水窗，排水流速约 0.40m/s，满足《核电厂水工设计规范》（NB/T 25046-2015）的规定。

4）取排水量

廉江核电厂一期 2 台机组取排水量见表 6.1-2。

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，冬季冷却水排水温升为 2.1℃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：初步确定的补充水量 5.5m^3/s，初步确定的排水量约为 3.41m^3/s。

本项目委托中国辐射防护研究院开展广东廉江核电项目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：$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t}+\frac{\partial (Hu)}{\partial x}+\frac{\partial (Hv)}{\partial y}=0$$

运动方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-g\frac{\partial \varsigma}{\partial x}+fv-\frac{gu}{C^2H}\sqrt{u^2+v^2}+\frac{\tau_{sx}}{\rho H}+\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial x}(HE_x\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial y}(HE_y\frac{\partial u}{\partial y})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-g\frac{\partial \varsigma}{\partial y}-fu-\frac{gv}{C^2H}\sqrt{u^2+v^2}+\frac{\tau_{sy}}{\rho H}+\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial x}(HE_x\frac{\partial v}{\partial x})+\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial y}(HE_y\frac{\partial v}{\partial y})$$

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：ς 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，℃；C 为谢才系数，m$^{1/2}$/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，W/m^2•℃；C_p 为定压比热，W.s/kg•℃。

（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

30.81W·m^{-2}℃$^{-1}$和 41.16W·m^{-2}℃$^{-1}$。

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 2.1℃左右，夏季排水温升为 0.7℃左右，根据中国辐射防护研究院针对广东廉江核电项目进行的温排水排放数值模拟结果（见图 6.1-2），2×1250MW 机组正常运行后，冬季各潮型 2℃温升最大值包络线面积最大为 0.003km^2，各潮型 2℃温升平均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。

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。

由于本项目采用二次循环方式，取水流量较小，两台机组也仅为 5.5m^3/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。

6.1.3.2 冷却塔排水对水生生物的影响

本项目采用二次循环冷却方式，排水温升较低，冬季排水温升为 2.1℃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广东廉江核电项目进行的

温排水排放数值模拟结果，冬季各潮型 2℃温升最大值包络线面积最大为 0.003km^2，各潮型 2℃温升平均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，本项目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。由于本项目采用二次循环冷却方式，排水温升较低，一期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。由于本项目取水量较小，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，本项目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，初步估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，但本项目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。本项目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。

广东廉江核电厂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。考虑到广东廉江核电厂冷却塔声源（淋水面积）面积大，约18000m^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，m^2。

[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

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，广东廉江核电厂冷却塔声源（淋水面积）面积约18000m^2，据此计算得到可将冷却塔视为点源的起始位置约为33.5m。

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10000m^2）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）。因此本项目保守取距冷却塔33.5m处的声级为76dB(A)，计算中同时考虑了广东廉江核电厂一期工程2台冷却塔在受声点处的叠加，公式如下：

$$L_p=10\lg\left|\sum^{n}10^{\frac{L_{pi}}{10}}\right|$$

[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.

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

广东廉江核电厂厂界和非居住区边界的包络边界处噪声执行《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广东廉江核电厂一期工程2台冷却塔的平面布置，冷却塔噪声预测分布图如图6.1-3所示。从图中可以看出，厂址最近边界处噪声大于65 dB(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。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。

本项目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。

广东廉江核电厂一期工程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，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

廉江核电厂为近海厂址，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。

廉江核电厂冷却塔运行散热水汽对环境的影响，采用美国NRC（核管会）推荐的SACTI2程序进行评价。该程序在美国核电厂环境影响评价中被广泛采用，如用于位于Mississippi河边的美国Grand Gulf（GGNS）核电厂和位于Anna湖边的美国North Anna 核电厂的冷却塔环境影响评价。

廉江核电厂的大型自然通风冷却塔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”。雾羽中的雾滴的粒径大约在4~30μm之间，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。

根据廉江核电厂2016~2017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。

廉江核电厂一期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 W 方位约 400m 处，全年最大阴影时间约为1056.0h，相应减少的太阳辐射能量约为 913.7MJ/m^2，辐射能量损失率为17.1%。
- 在 800m 处，平均太阳辐射损失为 165.1MJ/m^2，辐射能量损失率为 3.1%。
- 在 2000m 处，平均太阳辐射损失约为 62.8MJ/m^2，辐射能量损失率为 1.2%。
- 在 5000m 处，平均太阳辐射损失约为 16.1MJ/m^2，辐射能量损失率为 0.3%。

太阳辐射量的自然年际波动范围约为1%~10%。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（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给出了廉江核电厂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 WSW 方位 3900~4000m 附近，约为 1.3E+05kg/（km^2·月），相当于增加 1.56mm/年的降水量。
- 在 800m 处，地面平均沉积水量 2.3E+0.3kg/（km^2·月），相当于全年增加降水 0.03mm。
- 在 5000m 处，地面平均沉积水量为 2.10E+04 kg/（km^2·月），相当于全年增加降水约 0.3mm。

核电厂址区域年平均降水量约为1594.3mm，冷却塔飘滴引起的降水量远低于自然降水量。因此，廉江核电厂一期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。廉江核电厂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。

- 盐沉积的最大值出现在冷却塔 W 方位 300m 范围内，约为 367.54kg/（km^2·月）。
- 在 800m 处，盐的平均沉积量为 105.38kg/（km^2·月）。
- 在 5000m 处，盐的平均沉积量为 37.57kg /（km^2·月）。

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/km^2·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/km^2·月），可以认为盐沉积不会对周围植物造成影响。湛江红树林保护区距厂址较远（约2.3km），且红树林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

廉江核电厂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，本项目冷却塔不会导致下雾和道路结冰。

因此初步分析认为，本项目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)	18000
塔总高(m)	223
零米底部直径(m)	169.05
喉部直径(m)	93.086
进风口高度(m)	17

表 6.1-2　广东廉江核电项目一期工程取排水量

装机容量	取水量 m^3/s	冷却塔排污水量			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	
一期工程（2×1250MW）	5.5	11549	720	12269 (3.41m^3/s)	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	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
200	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.58	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.43	1.79	4.17	99.76
300	12.99	8.93	9.32	10.62	16.29	12.31	5.02	2.6	1.88	4.34	2.97	1.23	1.29	1.38	1.64	4.16	96.97
400	7.63	4.9	8.55	10.54	16.19	12.11	4.92	2.09	0.65	0.65	2.63	1.19	1.28	1.35	1.62	3.61	79.9
500	7.5	4.86	8.49	10.46	15.69	11.81	4.67	2.07	0.63	0.65	2.61	1.12	1.26	1.18	1.31	3.58	77.89
600	6.77	4.27	5.03	10.01	9.84	4.6	4.5	1.83	0.38	0.4	0.31	0.91	1.11	0.84	1.18	3.04	55.02
700	6.04	3.53	4.65	7.66	9.73	4.56	1.83	0.72	0.33	0.33	0.3	0.4	0.83	0.83	0.94	1.93	44.59
800	5.78	3.47	4.61	7.4	9.11	4.32	1.79	0.69	0.27	0.33	0.3	0.4	0.79	0.8	0.91	1.78	42.74
900	4.99	2.68	4.32	6.32	7.4	3.27	1.23	0.39	0.24	0.3	0.27	0.34	0.57	0.58	0.69	1.5	35.08
1000	4.49	2.68	4.03	6.32	7.4	3.27	1.04	0.39	0.21	0.3	0.25	0.34	0.57	0.58	0.66	1.5	34.02
2000	2.52	1.56	2.23	3.8	3.63	1.2	0.56	0.21	0.09	0.18	0.17	0.17	0.4	0.35	0.41	0.98	18.47
3000	1.56	1.02	1.86	2.79	3.03	1.2	0.49	0.16	0.06	0.16	0.15	0.13	0.3	0.35	0.33	0.72	14.29
4000	1.19	0.73	1.46	2.24	1.83	0.7	0.35	0.13	0.06	0.15	0.13	0.1	0.26	0.26	0.26	0.55	10.39
5000	0.95	0.45	1.1	1.64	1.38	0.55	0.25	0.09	0.05	0.13	0.06	0.08	0.18	0.16	0.18	0.37	7.6

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	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
20	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
30	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
40	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
50	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
60	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
70	12.99	8.93	9.32	10.87	16.82	12.65	5.41	2.6	1.88	4.34	2.97	1.4	1.47	1.47	1.77	4.16	99.05
80	12.82	8.61	9.11	10.78	16.71	12.49	5.31	2.45	1.8	4.24	2.89	1.35	1.46	1.46	1.75	4.04	97.27
90	12.82	8.61	9.11	10.78	16.71	12.49	5.31	2.45	1.8	4.24	2.89	1.35	1.46	1.46	1.75	4.04	97.27
100	9.02	6.11	9.06	10.78	16.41	12.22	5.29	2.4	1.1	1.34	2.85	1.35	1.46	1.4	1.72	4.02	86.52
200	7.74	5	6.78	8.16	10.87	5.25	2.24	1.05	0.67	0.67	0.88	0.66	0.98	1.07	1.37	2.79	56.19
300	7.74	5	6.01	8.16	10.54	5.14	2.2	1.05	0.67	0.67	0.75	0.66	0.98	1.07	1.35	2.79	54.79
400	7.04	4.42	5.1	5.54	3.56	1.67	1.07	0.91	0.62	0.59	0.32	0.29	0.63	0.5	0.75	2.42	35.44
500	1.7	1.45	1.88	1.47	1.38	0.46	0.3	0.21	0.14	0.17	0.15	0.14	0.19	0.26	0.3	0.84	11.04
800	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	13.04	9.09	9.42	10.96	16.91	12.76	5.54	2.66	1.91	4.35	2.99	1.44	1.5	1.48	1.79	4.17	100
10	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
15	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
20	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
25	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
30	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
35	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
40	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
45	12.57	8.97	9.29	10.69	16.65	12.63	5.48	2.66	1.87	4.32	2.95	1.4	1.43	1.47	1.77	4.14	98.29
50	12.52	8.81	9.19	10.59	16.55	12.51	5.35	2.6	1.85	4.3	2.92	1.37	1.4	1.46	1.75	4.13	97.34
75	8.09	5.65	6.72	7.97	10.72	5.21	2.28	2.17	0.84	1.07	0.9	0.65	0.95	1.07	1.37	3.68	59.36
100	6.58	4.41	5.39	7.89	10.61	5.11	2.18	0.65	0.39	0.39	0.32	0.63	0.91	1.06	1.35	2.31	50.17
150	6.19	4.19	5.22	7.04	9.16	4.27	1.66	0.63	0.37	0.37	0.3	0.43	0.67	0.8	0.91	2.21	44.41
200	3.22	2.17	3.38	4.26	4.22	1.77	0.74	0.27	0.18	0.17	0.15	0.16	0.4	0.41	0.57	1.2	23.28
300	1.1	0.9	1.74	2.51	2.76	1.06	0.43	0.16	0.02	0.13	0.1	0.09	0.23	0.34	0.31	0.7	12.58

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	643	739	867	995.0	1011.0	981	866	776	671	588	557	544	531	596	577	599	721.3
400	278.5	326	492	914.0	1056.0	931	595	358.4	262.4	253.4	247.4	231	211	302.5	258.5	256.5	435.8
600	204.7	231.9	385.7	715.7	951.8	653	313.4	153.7	102.7	117.7	168.4	151.8	152.5	174.7	159.7	165.7	300.2
800	157.1	172.5	301.7	578.7	778.5	500.8	184.4	74.7	50.7	58.7	93.9	114.8	92.5	134.1	116.7	121.7	220.7
1000	129.1	137.5	267.7	492.4	652.4	410.3	136.7	54.7	29.7	40.7	74.4	96.3	52.9	126	92.1	93.5	180.4
2000	72.7	73.1	127.8	261.2	369.8	147.1	51.8	17.4	9.4	9.6	10.9	48.8	43.8	45.4	51.9	49.8	86.9
3000	52.7	62.1	110.8	186.7	236.6	91.5	33.3	12.4	4.4	7.3	5.5	26	27.6	25.2	40.4	33.8	59.8
4000	34	43.7	77.6	141.8	173.4	59.4	25.5	11	3	5	4.3	14.4	15.4	17.3	21	29.2	42.2
5000	11	16.4	35.4	87.5	108.1	31.2	18.5	10	3	5	2.3	6.7	5.7	10.3	7.5	13.8	23.3

表 6.1-7 冷却塔周边不同方位和距离处的辐射损失量（MJ/m^2）

距离(M)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	平均值
200	647.7	746	864.6	982.1	972.6	933.8	824.1	731.5	614.9	518.1	456.7	422.6	424.6	520.8	527.2	576.3	672.7
400	263.2	304.4	458.7	805.6	913.7	799.2	541.6	332	231.1	203.3	181.5	146.4	125	187.4	190.7	217.9	368.9
600	190.2	207.7	341.5	587.6	733.2	514.4	260.5	129.5	82.1	77.5	99.5	85.8	80.9	101	109	138.7	233.7
800	149.6	150.4	262.5	451.5	580.6	364.4	148.4	66.5	38.5	35.1	45.6	56.5	48.9	73.7	74.2	95	165.1
1000	121.3	117.2	224.7	382.1	481.1	285.2	109.8	50	22.1	25.3	34.5	40.2	34.1	62.3	56.1	71.2	132.3
2000	67.7	60.3	99.3	215.2	251.3	101.9	42.1	15.4	5.5	5.9	5.8	17.2	19.7	31.3	30.1	36.1	62.8
3000	47.1	49.2	86.3	155.9	165.6	65.9	26.2	12.9	2.5	4.9	2.7	10.6	12.5	21.9	24.8	24.4	44.6
4000	31.1	37.3	67.8	114.5	124.4	42.1	21.4	12.4	2	4.1	2.6	6.4	8.6	13.4	16.3	21	32.8
5000	11.3	12.5	29.6	50.4	76.1	20.1	14.3	12	2	4.1	1.6	3.7	1.6	6.5	3.6	8.2	16.1

表 6.1-8 冷却塔周边不同方位和距离处的水沉积量（Kg/m^2/月）

距离(m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	AVG
100	8.50E+03	7.30E+03	7.00E+03	7.10E+03	1.10E+04	6.20E+03	4.60E+03	3.10E+03	2.70E+03	2.50E+03	2.00E+03	1.70E+03	1.90E+03	1.40E+03	1.70E+03	4.40E+03	4.60E+03
200	8.50E+03	7.30E+03	7.00E+03	7.10E+03	1.10E+04	6.20E+03	4.60E+03	3.10E+03	2.70E+03	2.50E+03	2.00E+03	1.70E+03	1.90E+03	1.40E+03	1.70E+03	4.40E+03	4.60E+03
300	8.50E+03	7.30E+03	7.00E+03	7.10E+03	1.10E+04	6.20E+03	4.60E+03	3.10E+03	2.70E+03	2.50E+03	2.00E+03	1.70E+03	1.90E+03	1.40E+03	1.70E+03	4.40E+03	4.60E+03
400	6.50E+03	5.60E+03	5.70E+03	6.30E+03	8.90E+03	5.10E+03	3.40E+03	2.30E+03	1.60E+03	1.30E+03	1.30E+03	9.30E+02	1.30E+03	1.10E+03	1.20E+03	2.90E+03	3.40E+03
500	5.30E+03	4.40E+03	4.80E+03	5.60E+03	7.50E+03	4.20E+03	2.30E+03	1.40E+03	9.10E+02	9.10E+02	8.20E+02	6.40E+02	8.50E+02	8.80E+02	9.70E+02	2.30E+03	2.70E+03
600	4.90E+03	4.10E+03	4.50E+03	5.40E+03	7.10E+03	4.00E+03	2.00E+03	1.10E+03	7.00E+02	8.20E+02	7.20E+02	5.70E+02	7.30E+02	8.10E+02	9.30E+02	2.20E+03	2.50E+03
700	4.80E+03	3.90E+03	4.30E+03	5.30E+03	6.90E+03	3.80E+03	1.90E+03	9.50E+02	6.10E+02	7.50E+02	6.50E+02	5.40E+02	6.80E+02	7.90E+02	9.00E+02	2.10E+03	2.40E+03
800	4.60E+03	3.70E+03	4.20E+03	5.30E+03	6.80E+03	3.70E+03	1.80E+03	8.40E+02	5.50E+02	6.80E+02	6.10E+02	5.00E+02	6.40E+02	7.70E+02	8.40E+02	2.00E+03	2.30E+03
900	4.30E+03	3.20E+03	3.90E+03	5.20E+03	6.60E+03	3.50E+03	1.70E+03	6.90E+02	4.60E+02	6.00E+02	5.20E+02	4.40E+02	6.10E+02	7.40E+02	8.00E+02	1.90E+03	2.20E+03
1000	4.10E+03	3.00E+03	3.80E+03	5.10E+03	6.50E+03	3.50E+03	1.60E+03	6.50E+02	4.30E+02	5.70E+02	5.10E+02	4.30E+02	6.00E+02	7.40E+02	7.80E+02	1.80E+03	2.10E+03
2000	5.90E+03	4.90E+03	7.20E+03	8.90E+03	9.20E+03	4.10E+03	1.70E+03	8.70E+02	3.40E+02	6.90E+02	6.60E+02	4.70E+02	9.70E+02	1.30E+03	1.10E+03	3.30E+03	3.20E+03
3000	1.60E+04	1.70E+04	2.40E+04	2.20E+04	2.10E+04	8.20E+03	4.00E+03	2.30E+03	7.70E+02	2.10E+03	2.20E+03	1.00E+03	2.70E+03	5.30E+03	3.40E+03	1.20E+04	9.00E+03
4000	7.80E+03	6.30E+03	1.30E+04	1.30E+05	7.90E+04	1.50E+04	2.30E+04	8.90E+02	3.50E+02	2.30E+03	9.50E+02	5.60E+03	1.70E+04	1.10E+04	1.90E+04	6.00E+03	2.10E+04
5000	3.60E+04	1.60E+03	5.90E+04	7.70E+04	6.30E+04	1.40E+04	1.20E+04	3.20E+03	1.40E+03	2.30E+02	3.80E+03	5.60E+03	6.10E+03	1.10E+04	1.60E+04	2.90E+04	2.10E+04

表 6.1-9 冷却塔周边不同方位和距离处的盐沉积量（Kg/m^2/月）

距离(m)	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	平均值
100	330.55	285.36	256.07	223.62	367.54	236.06	183.32	125.5	119.97	118.26	92.75	75.99	78.1	51.95	71.68	180.79	174.84
200	330.55	285.36	256.07	223.62	367.54	236.06	183.32	125.5	119.97	118.26	92.75	75.99	78.1	51.95	71.68	180.79	174.84
300	330.55	285.36	256.07	223.62	367.54	236.06	183.32	125.5	119.97	118.26	92.75	75.99	78.1	51.95	71.68	180.79	174.84
400	310.2	272.75	244.53	219	355.65	226.93	175.91	123.61	110.36	102.49	84.4	66.29	71.65	49.01	63.52	160.96	164.83
500	264.07	232.93	211.9	198.22	311.73	198.42	143.41	98.95	84.77	80.26	67.4	51.8	56.3	41.29	52.73	131.77	139.12
600	233.76	204.84	189	182.63	279.21	178.29	118.55	78.33	67.58	68.73	57.12	43.98	46.11	35.92	47.21	115.89	121.7
700	215.5	187.9	176.25	173.5	261.41	165.97	105.62	67.91	56.41	59.96	49.36	38.35	39.94	33.03	43.53	105.36	111.25
800	204.29	181.21	168.87	169.1	250.71	159.06	97.3	61.21	50.97	54.73	46.16	35.11	36.1	30.96	41.28	99.08	105.38
900	191.32	164.35	156.91	162.19	241.43	148.77	88.65	52.32	43.26	47.33	39.75	31.07	32.49	29.5	38.01	89.69	97.32
1000	188.3	160.68	156.04	162.68	238.15	146.55	89.22	51.08	42.74	46.48	38.84	30.19	32.34	29.28	37.34	89.18	96.19
2000	175.72	133.59	160.63	193.78	254.72	141.18	69.49	38.29	27.75	34.14	28.12	22.1	29.05	28.32	31.32	80.58	90.55
3000	124.72	104.85	134.29	162.07	188.64	99.29	50.22	26.97	15.69	25.65	20.7	14.82	21.82	28.56	27.19	70.17	69.73
4000	80.41	56.97	83.98	164.83	158.84	65.48	39.43	17.47	10.19	16.2	12.79	11.64	20.2	19.63	25.53	41.18	51.55
5000	71.92	38.09	77.73	104.34	114.46	51.32	24.89	11.97	7.12	8.48	7.66	7.83	10.66	12.09	16.01	36.51	37.57

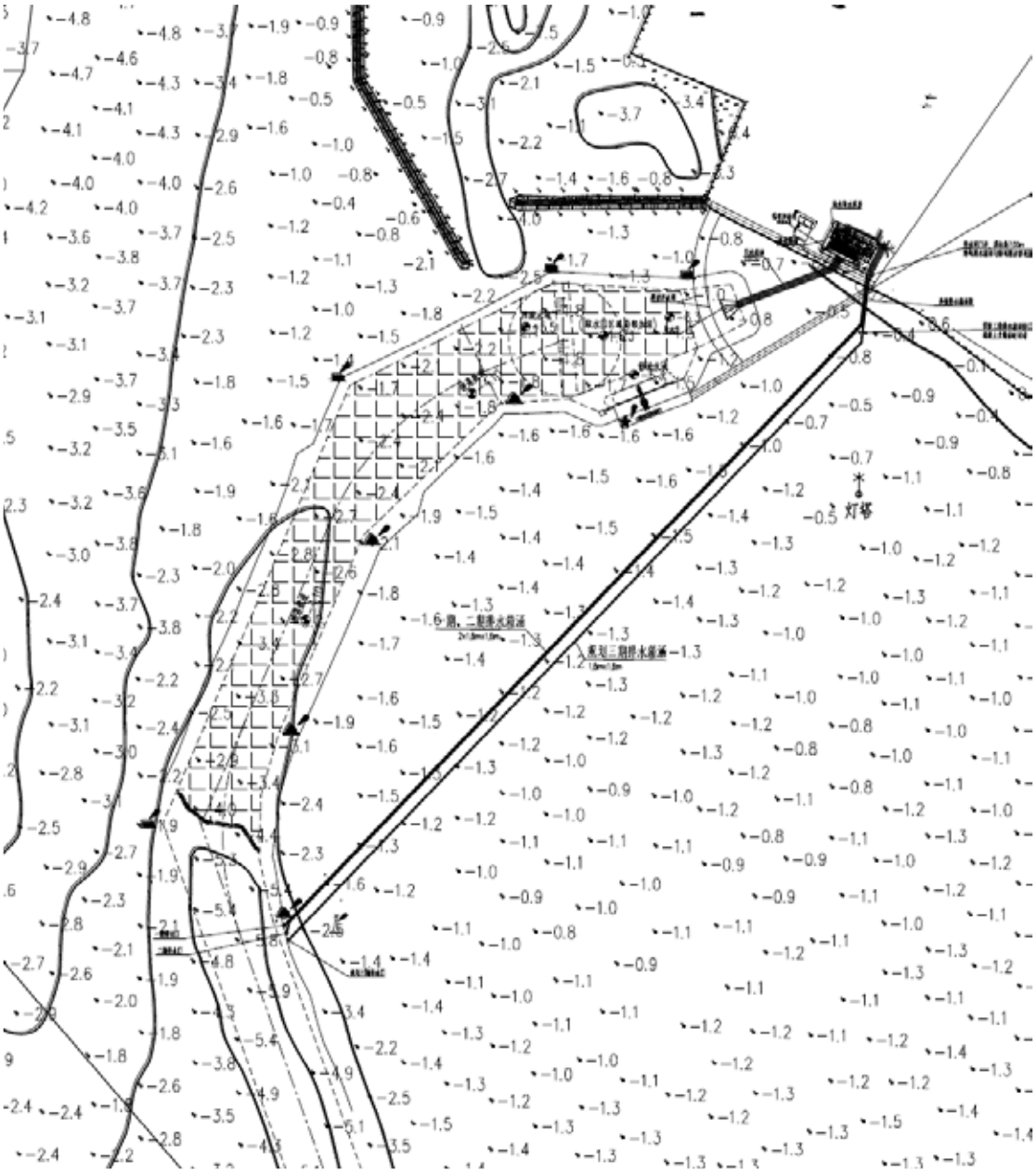


图 6.1-1a　取排水方案平面布置图

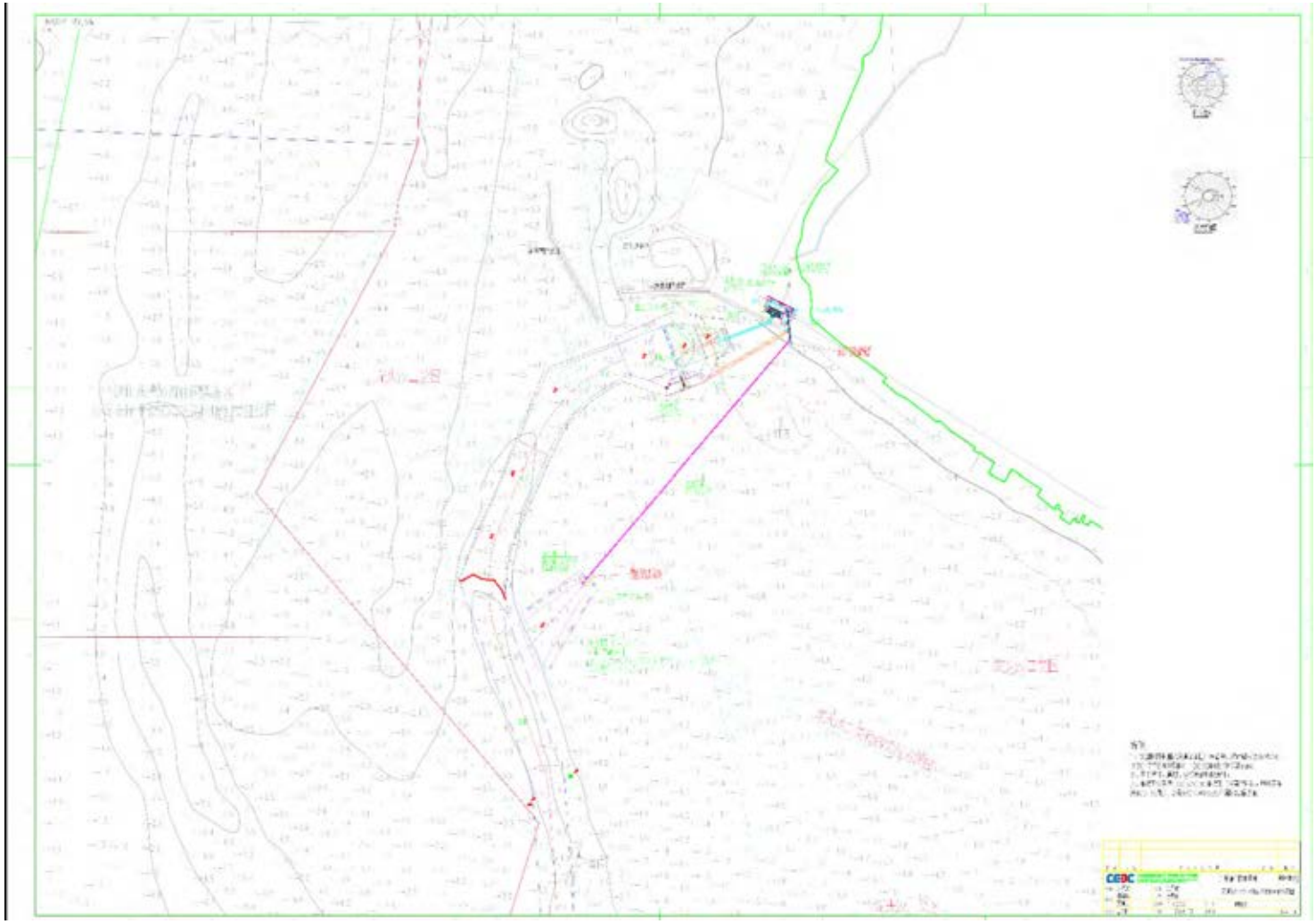


图 6.1-1b　取排水方案近一步优化方案平面布置图

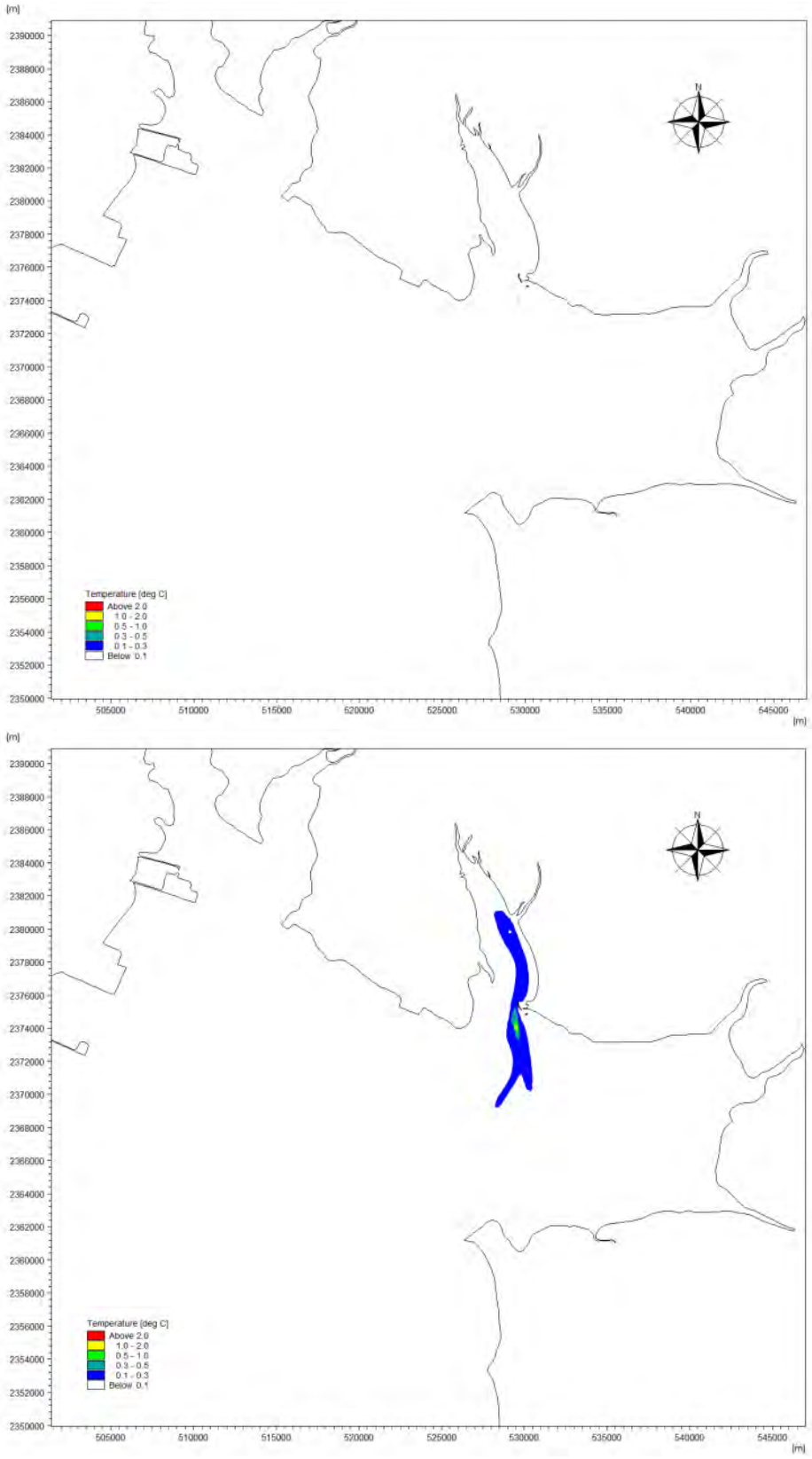


图 6.1-2a　温排水平均值、最大值包络线范围（2×1250MW，冬季半月潮）

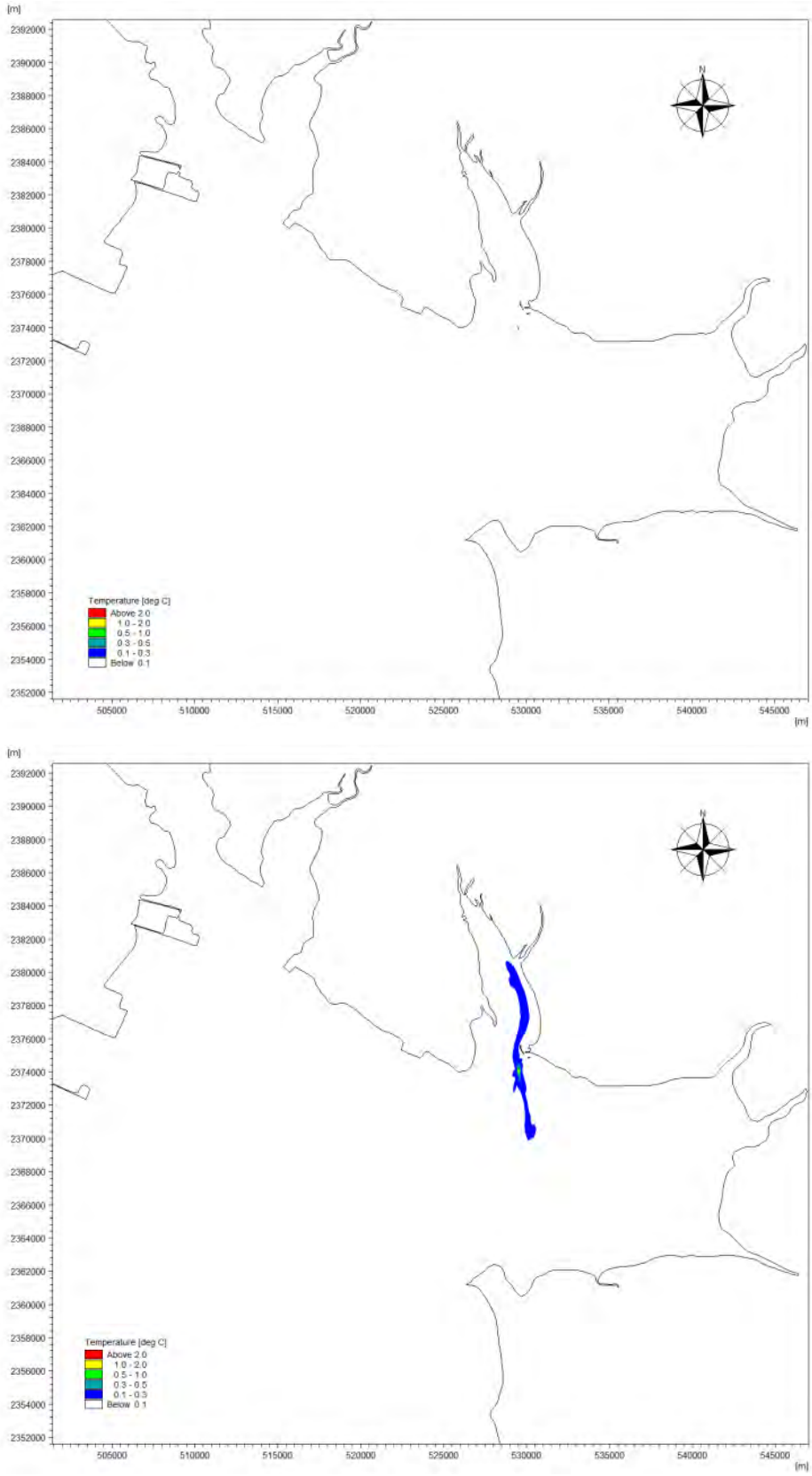


图 6.1-2b 温排水平均值、最大值包络线范围（2×1250MW，冬季典型大潮）

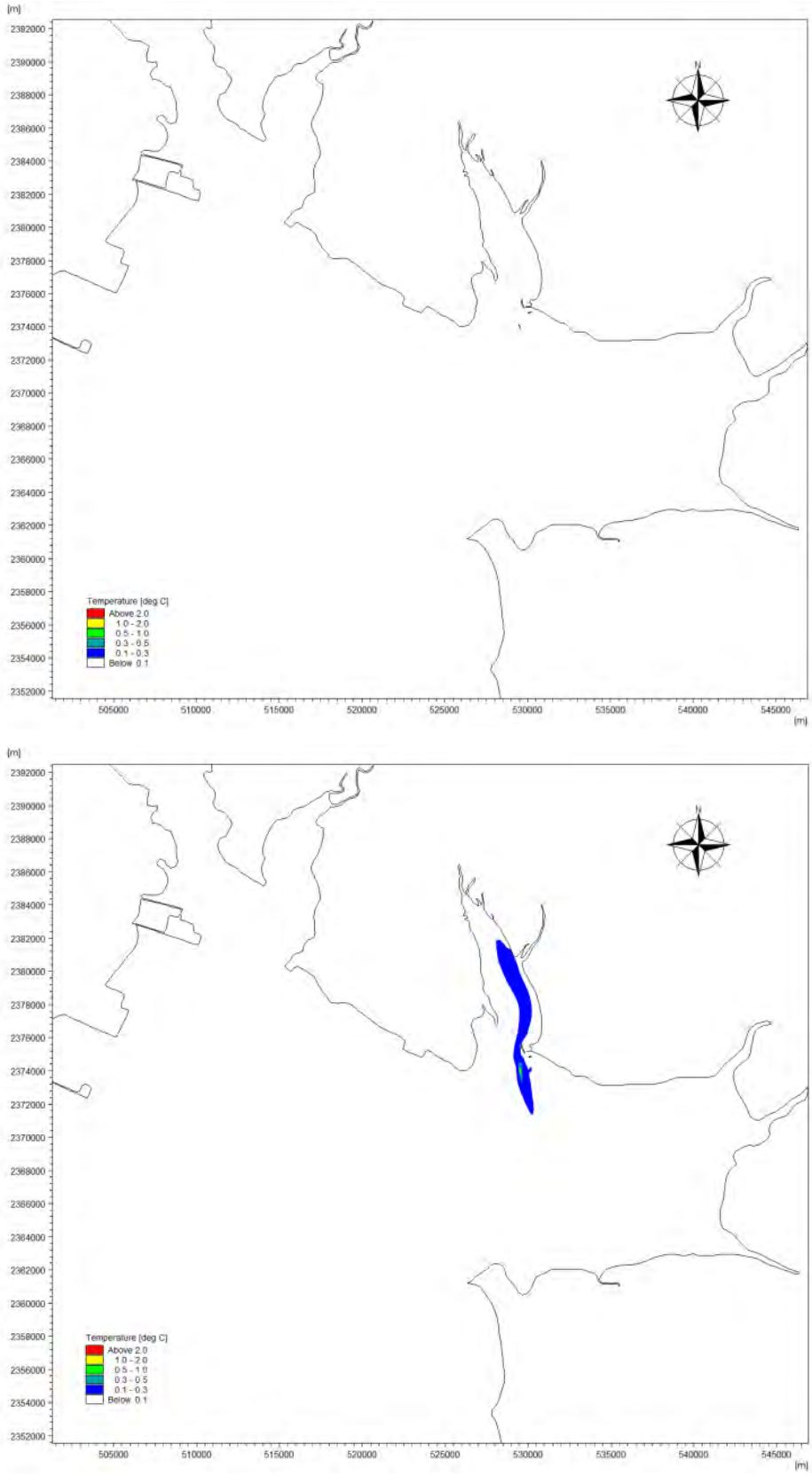


图 6.1-2c 温排水平均值、最大值包络线范围（2×1250MW，冬季典型中潮）

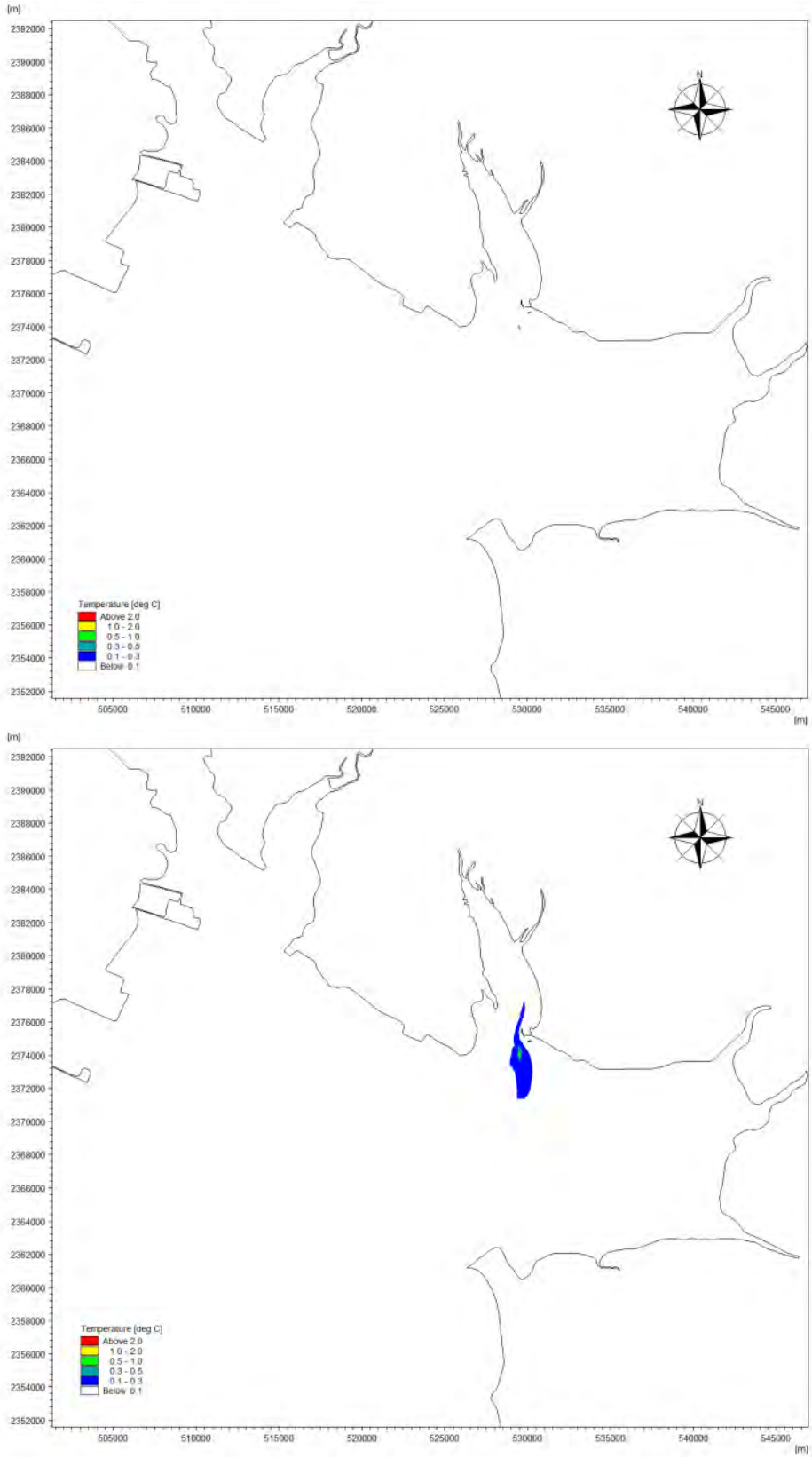


图 6.1-2d 温排水平均值、最大值包络线范围（2×1250MW，冬季典型小潮）

图 6.1-3　广东廉江核电厂一期工程冷却塔噪声分布图

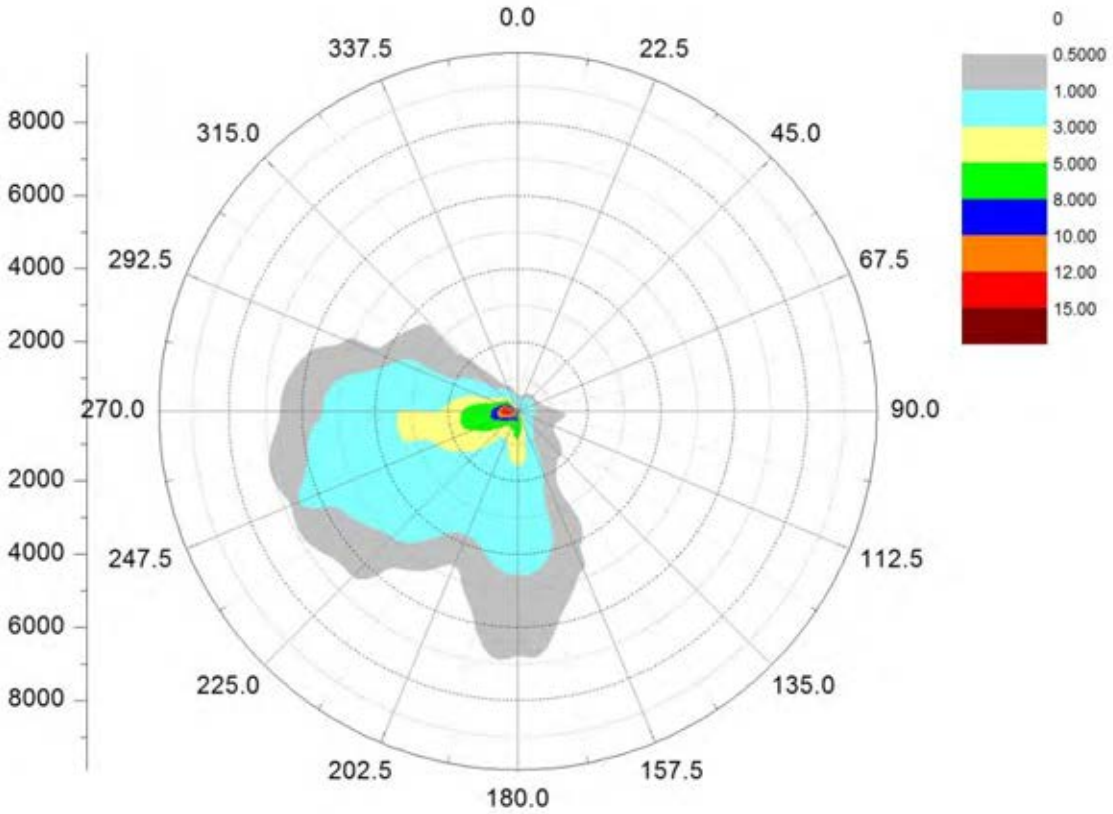


图 6.1-4 雾羽长度频率分布图

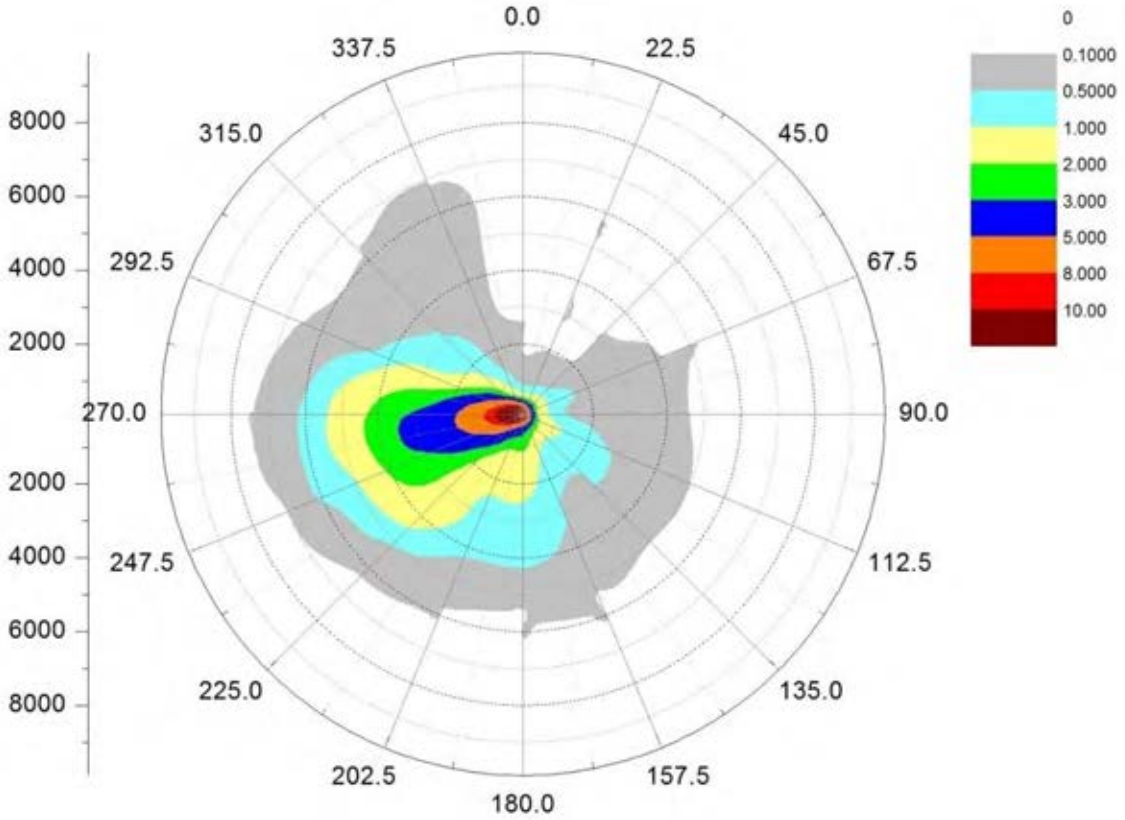


图 6.1-5 辐射损失率分布图

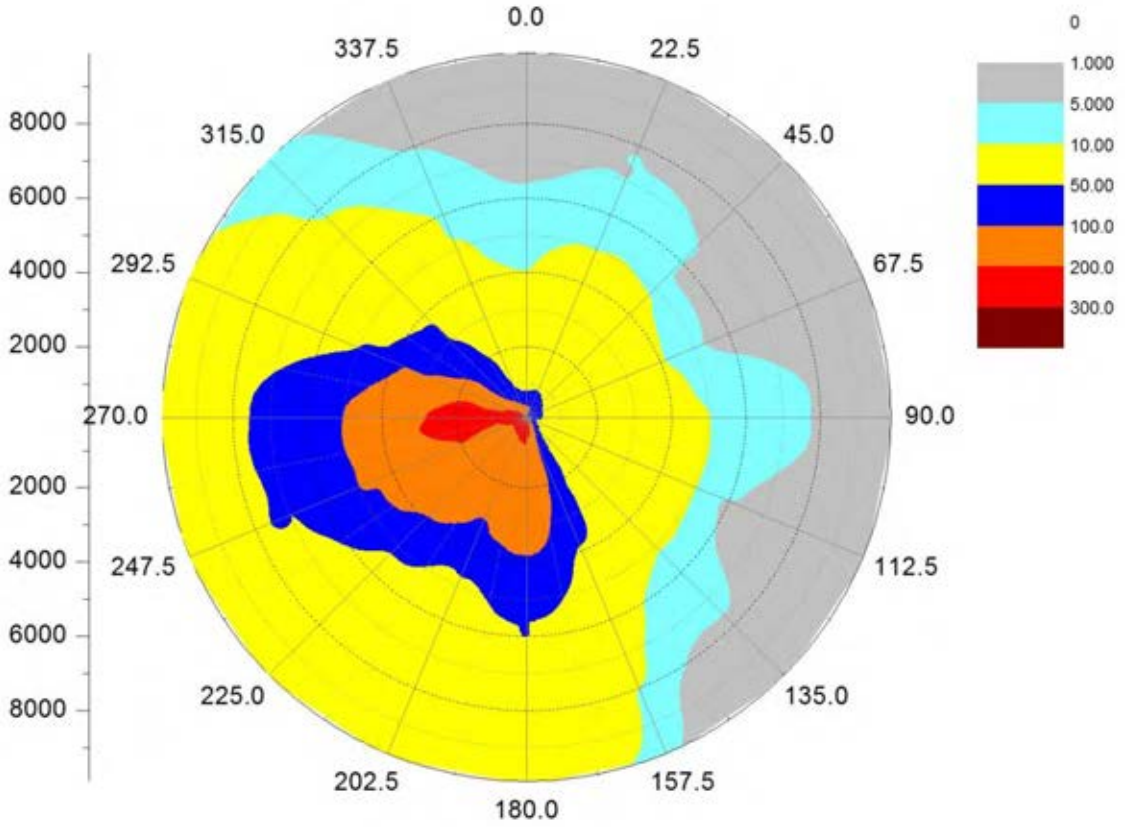

0.0
22.5
45.0
67.5
90.0
112.5
135.0
157.5
180.0
202.5
225.0
247.5
270.0
292.5
315.0
337.5
8000
6000
4000
2000
2000
4000
6000
8000
0
1.000
5.000
10.00
50.00
100.0
200.0
300.0

图 6.1-6 盐沉积分布图

6.2 正常运行的辐射影响

本节将对广东廉江核电厂一期 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

广东廉江核电厂在正常运行工况下，通过气态途径释放到大气中的放射性流出物在大气弥散过程中对公众造成辐射照射的途径如图 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

广东廉江核电厂在正常运行工况下，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照的途径如图 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；
- 岸边沉积的放射性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。

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：

1）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：

$$h_e = h_s + \Delta h \quad (6.1\text{-}1)$$

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：

$$\Delta \mathrm{H} = 1.44\mathrm{D}\left(\frac{W_0}{u}\right)^{2/8}\left(\frac{\chi}{D}\right)^{1/8} - C \quad (6.1\text{-}2)$$

$$\Delta \mathrm{H} = 3\frac{W_0}{u}\mathrm{D} \quad (6.1\text{-}3)$$

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≥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（6.1-2）和下述两式计算的 ΔH 值，取它们中的最小值为抬升值：

$$\Delta H = 4\left(\frac{F_m}{S}\right)^{1/4} \quad (6.1\text{-}4)$$

$$\Delta H = 1.5S^{-1/6}\left(\frac{F_m}{S}\right)^{1/3} \quad (6.1\text{-}5)$$

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：

$$(\chi/Q)_G = \frac{2.032}{X \bullet U_G \bullet \sum_Z} \bullet f_{Gd} \bullet f_{Gw} \bullet f_{GR} \quad (6.1\text{-}6)$$

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：

$$\sum_Z = \min\left(\left(\sigma_Z^2 + \frac{0.5}{\pi} D_Z^2\right)^{0.5}, \sqrt{3}\sigma_Z\right) \quad (6.1\text{-}7)$$

式中：

Dz：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：

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{X \bullet U_H \sigma_Z} \bullet f_{Hd} \bullet f_{Hw} \bullet f_{HR} \bullet \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H_e}{\sigma_Z}\right)^2\right] \quad (6.1\text{-}8)$$

当 $X_b \leqslant X<2X_b$ 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：

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{X \bullet U_H \sigma_Z} \bullet f_{Hd} \bullet f_{Hw} \bullet f_{HR} \bullet \sum_{n=-2}^{2} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{2nH_m - H_e}{\sigma_Z}\right)^2\right] \quad (6.1\text{-}9)$$

当 $X \geqslant 2X_b$ 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：

$$(x/Q)_H = \frac{2.032}{\sqrt{2/\pi} \bullet X \bullet U_H \bullet H_m} \bullet f_{Hd} \bullet f_{Hw} \bullet f_{HR} \quad (6.1\text{-}10)$$

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：

$$U_H = U_{10} \bullet \left(\frac{H_g}{10}\right)^m \quad (6.1\text{-}11)$$

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：

$$A_p = V_d \chi \quad (6.1\text{-}12)$$

式中

A_p：干沉积速率，（Bq/s）/m^2。

χ：地面空气浓度，Bq/m^3。

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：

$$\acute{\chi} = \chi F_W \quad (6.1\text{-}13)$$

$$F_W = \exp\left(-\Lambda \frac{\chi}{u}\right) \quad (6.1\text{-}14)$$

式中：

χ，$\acute{\chi}$：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：Λ = αI。

（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_t 决定。

按如下关系式确定烟羽高架排放和地面排放的份额：

$$E_t = 1.0 \text{当} W_0 / \bar{u} \le 1.0$$

$$E_t = 2.58 - 1.58(W_0 / \bar{u}) \text{ 当 } 1.0 < W_0 / \bar{u} \le 1.5 \quad (6.1\text{-}15)$$

$$E_t = 0.3 - 0.06(W_0 / \bar{u}) \text{ 当 } 1.5 < W_0 / \bar{u} \le 5.0$$

$$E_t = 0.0 \text{ 当 } W_0 / \bar{u} \ge 5.0$$

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。

2）气载流出物剂量模式

广东廉江核电机组在正常运行时，按照图 6.2-1 所示照射途径计算放射性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

$$D_{Bi} = 3.15 \times 10^7 S_F \dot{Q} \left(\frac{\bar{x}}{\dot{Q}}\right)_i g_B \quad (6.1\text{-}16)$$

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/m^3）。

$\dot{Q}$：释放源项，Bq/a。

$(\bar{\chi}/\dot{Q})_i$：大气弥散因子，s/m^3。

（2）地面沉积外照射剂量

$$D_{B\,i}^G = 3.15 \times 10^7 S_F C_i^G g_B^G \quad (6.1\text{-}17)$$

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/m^2）。

C_i^G：i 方向下风向扇形内地表面的放射性核素浓度，Bq/m^2。C_i^G 由下式计算：

$$C_j^G = \frac{3.15\times10^7(\bar{W}_{Di}+\bar{W}_{wi})}{\lambda_e^s}\left(1 - e^{-\lambda_e^s t_b}\right) \quad (6.1\text{-}18)$$

式中：

$\overline{W}_{D_i}$，$\overline{W}_{w_i}$：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/m^2。

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，$\lambda_s$ 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

$$D_{A\,i}^a = R_a \dot{Q} \left(\frac{\overline{\chi}}{\dot{Q}}\right)_i g_{A_a} \quad (6.1\text{-}19)$$

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生产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/（m^3·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：

$$D_{D\,i}^a = g_{D_a} \sum_P U_a^P f_P C_i^P \quad (6.1\text{-}20)$$

式中：

$D_{D\,i}^a$：i 风向下风扇形内 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 ^{3}H 和 ^{14}C）

$$C_i^P = 3.15 \times 10^7 \dot{Q}\left(\overline{W}_{D_i} + \overline{W}_{w_i}\right)\left\{\frac{RT_{i\nabla}[1-exp(-\lambda_c^{\nabla} t_c)]}{Y_\nabla \lambda_c^{\nabla}} + \frac{B_\nabla[1-exp(-\lambda_e^s t_b)]}{P\lambda_c^s}\right\} \times exp\left(-\lambda t_{\hbar}\right) \quad (6.1\text{-}21)$$

式中：

R：滞留份额，即沉积放射性保留在植物中的份额。

$T_{i\nabla}$：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^{∇}：放射性核素由植物中清除的有效速率，1/a，$\lambda_c^{\nabla} = \lambda + \lambda_w$，其中$\lambda_w$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_{∇}：农作物食用部分从土壤摄入核素的浓集因子，[Bq/kg（鲜作物）]/[Bq/kg（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，kg（干土壤）/m^2。

$t_{\hbar}$：农作物由收获到消费的时间，a。

b）植物中 ^{3}H 的浓度

$$C_i^T = 10^3 \dot{Q}_T \left(\bar{\chi}/\dot{Q}\right)_i (0.75)(0.5/H) = 3.8 \times 10^2 \dot{Q}_T \left(\bar{\chi}/\dot{Q}\right)_i \frac{1}{H} \quad (6.1\text{-}22)$$

式中：

C_i^T：i 风向下风向扇形内植物中的 ^{3}H 浓度，Bq/kg。

H：评价点的年平均绝对湿度，g/m^3。

$\dot{Q}_T$：^{3}H 的释放率，Bq/a。

0.5：植物中水的氚浓度与大气水中 ^{3}H 浓度之比值。

0.75：水在植物中总质量中的份额。

c）植物中 ^{14}C 的浓度

$$C_{14}^T = \frac{1}{3.15 \times 10^4} \cdot Q_{14} \cdot (\chi/Q)_i \cdot p \cdot 0.11/0.16 \quad (6.1\text{-}23)$$

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/（3.5×10^4）：单位转换系数。

d）奶、肉和蛋中的核素浓度

$$C_i^m = F_m C_i^a Q_F exp(-\lambda t_F)$$（6.1-24）

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

$$C_i^f = F_f C_i^a Q_F exp\left(-\lambda t_f\right)$$（6.1-25）

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：

$$C_i^a = f_p f_s C_i^p + \left(1 - f_p\right) C_i^s + f_p (1 - f_s) C_i^s$$（6.1-26）

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（6.1-26）也可以表示为

$$C_i^a = \acute{f}_p C_i^p + \acute{f}_s C_i^s$$（6.1-27）

式中：$\acute{f}_p = f_p f_s$，为饲料中鲜牧草的份额。

$\acute{f}_s = 1 - \acute{f}_p$，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：

$$D_{Di}^{a} = g_{Da} \sum_{P} U_{a}^{P} f_{P} C_{i}^{P} \quad (6.1\text{-}28)$$

式中：

D_{Di}^{a}：i 风向下风扇形内 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_{Da}：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

$$D = \sum_{k} D_{ek} \cdot P_{k} \quad (6.1\text{-}29)$$

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：$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t} + \frac{\partial (Hu)}{\partial x} + \frac{\partial (Hv)}{\partial y} = 0$$

运动方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} = -g\frac{\partial \varsigma}{\partial x} + fv - \frac{gu}{C^{2}H}\sqrt{u^{2}+v^{2}} + \frac{\tau_{sx}}{\rho H} + \frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial x}(HE_{x}\frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial y}(HE_{y}\frac{\partial u}{\partial y})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} = -g\frac{\partial \varsigma}{\partial y} - fu - \frac{gv}{C^{2}H}\sqrt{u^{2}+v^{2}} + \frac{\tau_{sy}}{\rho H} + \frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial x}(HE_{x}\frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial y}(HE_{y}\frac{\partial v}{\partial y})$$

物质传输方程：

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u\frac{\partial \varphi}{\partial x} + v\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(D_{x}\frac{\partial \varphi}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(D_{y}\frac{\partial \varphi}{\partial y}) - kH\varphi + q\varphi_{0}$$

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，m$^{1/2}$/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_o，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 2014 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廉江核电厂址附近 1:1000 水下地形实测值，外海区域水下地形资料为中国人民解放军海军司令部航海保证部 2013 年出版的 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。

$$n = \begin{cases} 0.014 & h + \zeta \le 1.0m \\ 0.013 + \dfrac{0.012}{h + \zeta} & h + \zeta > 1.0m \end{cases}$$

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 $f=2\omega\sin\varphi\approx5.1\times10^{-5}$。

表面风应力按下列公式计算：

$$\tau_s = \rho_{air} C_D V_w^2$$

ρ_{air}为空气密度，Vw 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。

本项目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由美国核管理委员会和美国国立橡树岭实验室合作研制的 LADTAP-Ⅱ程序。

广东廉江核电厂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）计算液体途径所致个人放射性剂量的通用方程式

$R_{aip}=C_{ip}\cdot U_{ap}\cdot D_{ai}$ （6.2-16）

式中：

R_{aip}—核素 i 经途径 p 对年龄组 a 所致的年剂量，mSv/a；

C_{ip}—核素 i 在途径 p 介质中的浓度，按需要选用 Bq/l，Bq/kg 或 Bq/m^2；

U_{ap}—年龄组 a 在途径 p 中的利用因子，按需要选用 h/a，1/a 或 kg/a；

D_{aip}—核素 i 经途径 p 对年龄组 a 所致的剂量转换因子，以 mSv/Bq 表示摄入放射性核素所致剂量转换因子；以（mSv/h）/（Bq/m^2）表示沉积物中一定浓度的放射性核素所致的剂量转换因子。

（2）食入水生生物所致的个人内照射剂量

$$R_{aip}=\frac{U_{ap}\cdot M_p}{F}\sum_i Q_i\cdot B_{ip}\cdot D_{aip}\cdot\exp(-\lambda_i t_p) \quad (6.2\text{-}17)$$

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—排出流与受纳水体的混合比，即稀释倍数的倒数；

U_{ap}—年龄组 a 在途径 p 中的利用因子，kg/a；

F—排出流的流量，1/a；

Q_i—核素 i 的年释放率，Bq/a；

B_{ip}—核素 i 在途径 p 中的生物浓集因子，（Bq/kg）/（Bq/1）；

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—食物链转移和食品加工的时间，t_p＝24h。

（3）岸边沉积物所致的个人外照射剂量

$$C_{is}=Kc\frac{C_{iw}[1-\exp(-\lambda_i t_b)]}{\lambda_i} \quad (6.2\text{-}18)$$

式中：

C_{is}—沉积物中核素 i 的浓度，Bq/kg；

C_{iw}—沉积物邻近水域中核素 i 的浓度。Bq/l；

Kc—从水到沉积物的转移常数，1/kg·d；

λ_i—核素 i 的衰变常数，d^{-1}；

t_b—沉积物受到污染水的影响时间，取 t_b＝20 年（即 t_b＝7300 天）。

假定表面污染只在沉积物顶部以下 2.5cm 之间（表面质量为 40kg/m^2），深度在 2.5cm 以下的核素对剂量的贡献忽略不计，所得方程式为：

$$S_i = 100T_i \cdot C_{iw} \cdot W[1-\exp(-\lambda_i t_b)] \quad (6.2\text{-}19)$$

式中：

S_i—用于以年计算的实际表面污染，Bq/m^2；

T_i—核素 i 的放射性半衰期，d；

W—岸边宽度因子，对于海岸来说，W=1；

100—转换常数，l/m^2·d；

C_{iw}—核素 i 在水中的浓度，Bq/l；

λ_i—核素 i 的衰变常数，d^{-1}；

t_b—污染水浸没土壤的时间，d。

组合方程（6.2-18）和（6.2-19）并代入方程式（6.2-16），导出用于计算岸边沉积物所致的外照射剂量的方程式（6.2-20）。

$$\begin{aligned} R_{aip} &= U_{ap} \cdot \sum_i S_i \cdot D_{aip} \\ &= 100U_{ap} \cdot w\sum_i C_{iw} \cdot T_i \cdot D_{aip}[1-\exp(-\lambda_i t_b)] \end{aligned} \quad (6.2\text{-}20)$$

式中：$C_{iw} = \dfrac{Q \cdot M_p}{F}\exp(-\lambda_i t_p)$ 代入（6.2-21）式得到下列关系式：

$$\begin{aligned} R_{aip} = 100\frac{U_{ap} \cdot M_p \cdot W}{F}\sum_i Q_i \cdot T_i \cdot D_{aip}[\exp(-\lambda_i t_p)] \\ \cdot[1-\exp(-\lambda_i t_b)] \end{aligned} \quad (6.2\text{-}21)$$

式中各符号的物理意义同上列方程式。

（4）游泳和划船所致个人剂量

居民在受纳水域中游泳（淹没在水中）或划船（水表面）所受外照射剂量公式如下：

$$R_{aip} = \frac{U_{ap} \cdot M_p}{F \cdot K_p} \sum_i Q_i \cdot D_{aip} \exp(-\lambda_i t_p) \qquad (6.2\text{-}22)$$

式中：

R_{aip}—核素 i 通过途径 p 对年龄组 a 所致年剂量，mSv/a；

U_{ap}—年龄组 a 在途径 p 中的利用因子，h/a；

M_p—排出流与受纳水体的混合比，即稀释倍数的倒数；

F—排出流的流量，1/a；

K_p—几何因子，对于游泳 K_p=1，对于划船 K_p=2；

Q_i—核素 i 的年释放率，Bq/a；

λ_i—核素 i 的衰变常数，h^{-1}；

t_p—核素转移时所耗时间，t_p=0.5h。

（5）计算居民集体剂量的通用方程式如下：

$$D_{ip} = 0.001P \sum_a D_a \cdot f_a \qquad (6.2\text{-}23)$$

式中：

D_{ip}—核素 i 通过途径 p 所致的居民年集体剂量，人—Sv/a；

P—80km 半径范围内居民数，人；

D_a—年龄组 a 中个人所接受的年剂量，mSv/a；

f_a—居民中年龄组 a 所占的份额；

0.001—mSv 转换成 Sv 的换算因子。

在 80km 半径范围内居民食用水产品所致的年集体剂量可用下式计算：

$$D_i = 0.001P_p \sum_a f_a \cdot C_{ip} \cdot U_{ap} \cdot DF_{ai} \qquad (6.2\text{-}24)$$

式中：

D_i—居民食用水生物受到的年集体剂量，人—Sv/a；

p_p—消耗水产品 p 的居民数，人；

f_a—年龄组 a 所占居民中的份额；

C_{ip}—80km 范围内核素 i 在水产食品 p 中的平均浓度，Bq/kg 或 Bq/l；

U_{ap}—年龄组 a 中个人对水产食品 p 的平均利用因子或消耗因子，kg/a 或 l/a；

DF_{ai}—年龄组 a 的核素 i 剂量转换因子，mSv/Bq；

0.00l—mSv 转换成 Sv 的换算因子。

岸边沉积所致居民的集体剂量可用下列方程式计算：

$$R_{aip} = 0.1\frac{U_{ap}M_pW}{F}\sum_i Q_iT_iD_{aip}[\exp(-\lambda_i t_p)][1-\exp(-\lambda_i t_b)] \quad (6.2\text{-}25)$$

式中：

R_{aip}—核素 i 通过途径 p 对年龄组 a 居民产生的集体剂量，人－Sv/a；

U_{ap}—年龄组 a 居民在岸边沉积途径 p 中的利用因子，人－h/a；

M_p—排出流与受纳水体的混合比，即稀释倍数的倒数；

其他参数的物理意义同上列方程式。

居民在受纳水域中游泳及划船所致的集体剂量可由下列方程计算：

$$R_{aip} = 0.001\frac{U_{ap}M_p}{F\cdot K_p}\sum_i Q_iD_{aip}[\exp(-\lambda_i t_p)] \quad (6.2\text{-}26)$$

式中：

R_{aip}—核素 i 通过游泳或划船途径 p 对年龄组 a 居民所致的年集体剂量，人·Sv/a；

U_{ap}—年龄组 a 居民在游泳或划船途径 p 的利用因子，人·h/a；

M_p—排出流与受纳水体的混合比，即稀释倍数的倒数；

其他参数的物理意义同上列方程式。

6.2.4 大气弥散和水体稀释

6.2.4.1 大气弥散

表 6.2-2~6.2-5 分别列出了广东廉江厂址半径 80km 范围内各子区代表性放射性核素 ^{85}Kr、^{133}Xe、^{131}I 和 ^{137}Cs 混合释放情况下年均长期大气弥散因子值。广东廉江厂址半径 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 6.2-6~表 6.2-7。

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

研究院针对广东廉江核电厂进行了液态流出物排放的数值模拟研究工作。

本项目在一期工程 2×1250MW 情况下，余氯和所有核素考虑衰变，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 6.2-8 和表 6.2-9。从结果分析，余氯自衰减速度很快，在水中输移扩散主要靠潮流挟带，而非累积影响，从分布形态上看，总体上主要分布于排水口所在的安铺湾附近。

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 Co-60 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。在后续计算廉江核电厂一期工程 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 6.2-10。

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 6.2-11~6.2-14 分别列出了广东廉江厂址半径 80km 范围内各子区代表性放射性核素 ^{85}Kr、^{133}Xe、^{131}I 和 ^{137}Cs 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 WNW 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》（GB 3097-1997）中规定了 5 种放射性核素的限值。本项目液态流出物出厂排放设计方案采用通过储罐汇集排放方式。在液态流出物储罐中配置排放泵，以 $5m^3/h$ 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氚以及其它核素的浓度。广东廉江核电厂单台 CAP1000 核电机组的废液年排放量保守按 $3000m^3$ 左右考虑，

冷却水排水量约为 1.7m^3/s。本次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 5m^3/h 控制，但冷却水量按一台机组 1.7 m^3/s 考虑。根据 5 种核素的年排放量计算得到广东廉江核电厂总排放口各核素的浓度见表 6.2-15。由表 6.2-15 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。

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 6.2-16）等数据，计算了广东廉江核电厂一期工程 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，广东廉江核电厂一期工程 2 台机组由气态途径所致个人最大受照有效剂量出现的位置为厂址 WNW 方位 1~2km 处的塘仔山村。婴儿、儿童、青少年、成人和渔民的最大个人剂量分别为 8.72E-04 mSv/a 、2.45E-03mSv/a 、1.98E-03mSv/a、1.87E-03mSv/a 和 1.87E-03mSv/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，本报告采用美国核管理委员会 R.G 1.109 中推荐的计算模式，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）和美国能源部 DOE/EH-0071 和国际原子能机构 BSS 的推荐值，见表 6.2-17。用于计算廉江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利用因子分别列于表 6.2-18。计算采用 2 台百万级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，广东廉江核电厂一期工程 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 9.75E-04mSv/a 、2.83E-03mSv/a 、1.33E-03mSv/a 、1.63E-03mSv/a 和 3.78E-03mSv/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。

本项目正常运行工况下剂量汇总见表 6.2-19。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 6.2-19 可知：广东廉江核电厂 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的最大个人为位于厂址 WNW 方位 1~2km 处塘仔山村的渔民，其受照总有效剂量为 5.65E-03mSv/a，为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 2.26%。

气态途径所致的半径 80km 范围内居民集体有效剂量 2.99E-01 人·Sv/a。液态途径所致的半径 80km 范围内居民集体有效剂量 7.88E-01 人·Sv/a。厂址半径 80km 范围内集体有效剂量为 1.09 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。

基于欧洲模式的 ERICA 程序采用了危害商的定义，危害商的定义是剂量估算值与参考值的比值，具体公式如下：

$$RQ=\frac{\text{预测的生物剂量率}}{\text{认定安全的剂量率基准值}}$$

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。

基于欧洲模式的 ERICA 程序由三级筛选组成：一级筛选中只需输入要评价的生态系统、选择核素、输入核素在介质中的活度浓度，导出危害商，若危害商大于 1 则进入二级筛选；二级筛选在一级筛选的基础上增加了生物种类的选择，同时程序还允许用户进行核素参数设置（包括分布系数、生物参数设置等）；三级筛选的特点是用户在进行核素参数设置时，不但可以输入或采用程序提供的默认值，也可以根据选择的分布类型计算其分布值（可选择 7 种，包括指数分布、正态分布、三角分布、均匀分布、对数正态分布、对数三角分布、对数均匀分布）。

根据欧共体的 ERICA 评价软件对广东廉江核电厂的水生生物的辐射剂量进行了计算。本次计算采用二级筛选模式，同时采用程序提供的参数默认值。ERCICA 程序中水生生物辐射剂量计算模式和参数如下所述：

1）浓度平衡比和分配系数

浓度平衡比 $CR = \dfrac{\text{放射性核素在生物体中的浓度}(Bq/kg\text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)}$

分配系数 $K_{\mathrm{d}} = \dfrac{\text{放射性核素在沉积物中的浓度}(Bq/kg\text{干重})}{\text{放射性核素在水中的浓度}(Bq/L)}$

补充浓度平衡比、分配系数见表 6.2-20、表 6.2-21。

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 $DCC\mathrm{int} = 5.77\times10^{-4}\times E\times\Phi_E$

外照射剂量转换因子 $DCC\mathrm{ext} = 5.77\times10^{-4}\times E\times\left(1-\Phi_E\right)$

式中：

DCC—剂量转换因子（$\mu Gyh^{-1}/Bq\ kg^{-1}$）；

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

$$DCC_{\mathrm{int}} = wf_{low\beta}\times DCC_{\mathrm{int},low\beta} + wf_{\beta+\gamma}\times DCC_{\mathrm{int},\beta+\gamma} + wf_{\alpha}\times DCC_{\mathrm{int},\alpha}$$

$$DCC_{\mathrm{ext}} = wf_{low\beta}\times DCC_{ext,low\beta} + wf_{\beta+\gamma}\times DCC_{ext,\beta+\gamma}$$

式中 wf 是各能量源的权重因子（β，β+γ 和 α）

3）水生生物辐射剂量

➢ 内照射剂量率

$$D_{\mathrm{int}}^{\mathrm{b}} = \sum_{i} C_i^b \times DCC_{\mathrm{int}.i}^b$$

式中：

$D_{\mathrm{int}}^{\mathrm{b}}$—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）；

$DCC_{\mathrm{int}.i}^b$—内照射剂量转换因子。

➢ 外照射剂量率

$$D_{\mathrm{ext}}^{\mathrm{b}} = \sum_{z} V_z \sum_{i} C_{zi}^{ref} \times DCC_{ext,Zi}^b$$

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= $D_{\mathrm{int}} + D_{\mathrm{ext}}$

表 6.2-22~表 6.2-24 分别给出了广东廉江核电厂一期工程 2 台 CAP1000 核电机组正常运行时 27 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 6.2-25 给出了广东廉江核电厂一期工程 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 ERICA 程序中默认的剂量率基准值：10μGy/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 6.2-25 可知，广东廉江核电厂一期工程 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 0.72，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，广东廉江核电厂一期工程 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 关键人群组、关键核素、关键照射途径

利用现实排放源项进行“三关键”分析，气态途径所致剂量组成详见表

6.2-26~表 6.2-29，液态途径所致剂量组成详见表 6.2-30~表 6.2-34。

6.2.9 辐射影响评价

6.2.9.1 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，本报告第四章表 4.6-27 和表 4.6-20 给出了本项目 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，廉江核电厂一期工程 2 台机组气载和液体放射性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。

6.2.9.2 辐射剂量评价

1）公众

国家标准 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，本项目正常运行工况下剂量汇总见表 6.2-19。由表可知，广东廉江核电厂一期工程 2 台机组在正常运行期间所致最大个人的有效剂量为 5.65E-03mSv/a，为国家标准规定的 0.25mSv/a 的 2.26%。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。

2）非人类生物

广东廉江核电厂一期工程 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 6.2-25 所示。从表中可以看出，广东廉江核电厂一期工程 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。

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 廉江厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素：Kr-85（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	9.87E-08	4.62E-08	2.54E-08	1.48E-08	7.42E-09	3.44E-09	1.96E-09	1.36E-09	1.04E-09	8.42E-10	7.06E-10	6.08E-10
NNE	1.90E-07	1.19E-07	8.45E-08	5.57E-08	2.79E-08	1.18E-08	6.21E-09	4.08E-09	2.99E-09	2.35E-09	1.92E-09	1.62E-09
NE	1.49E-07	8.40E-08	5.27E-08	3.24E-08	1.63E-08	7.32E-09	4.06E-09	2.77E-09	2.09E-09	1.67E-09	1.39E-09	1.19E-09
ENE	8.04E-08	3.64E-08	2.03E-08	1.14E-08	5.65E-09	2.62E-09	1.51E-09	1.05E-09	8.04E-10	6.51E-10	5.46E-10	4.70E-10
E	7.84E-08	3.74E-08	2.21E-08	1.30E-08	6.32E-09	2.77E-09	1.52E-09	1.03E-09	7.76E-10	6.20E-10	5.14E-10	4.39E-10
ESE	7.98E-08	3.93E-08	2.28E-08	1.32E-08	6.67E-09	3.14E-09	1.82E-09	1.27E-09	9.77E-10	7.93E-10	6.66E-10	5.74E-10
SE	1.06E-07	4.95E-08	2.80E-08	1.63E-08	8.28E-09	3.88E-09	2.23E-09	1.56E-09	1.19E-09	9.66E-10	8.11E-10	6.98E-10
SSE	1.96E-07	1.38E-07	8.51E-08	5.18E-08	2.62E-08	1.03E-08	5.83E-09	4.02E-09	3.06E-09	2.46E-09	2.06E-09	1.77E-09
S	5.80E-07	3.96E-07	2.71E-07	1.72E-07	8.47E-08	3.35E-08	1.77E-08	1.17E-08	8.58E-09	6.75E-09	5.54E-09	4.68E-09
SSW	4.32E-07	2.50E-07	1.58E-07	9.71E-08	4.83E-08	2.03E-08	1.11E-08	7.48E-09	5.60E-09	4.46E-09	3.70E-09	3.15E-09
SW	4.91E-07	2.30E-07	1.31E-07	7.72E-08	3.80E-08	1.71E-08	9.54E-09	6.55E-09	4.96E-09	3.99E-09	3.33E-09	2.85E-09
WSW	5.65E-07	2.67E-07	1.46E-07	8.42E-08	4.10E-08	1.85E-08	1.04E-08	7.15E-09	5.43E-09	4.37E-09	3.65E-09	3.13E-09
W	9.09E-07	4.29E-07	2.43E-07	1.43E-07	6.86E-08	2.96E-08	1.61E-08	1.08E-08	8.10E-09	6.44E-09	5.34E-09	4.55E-09
WNW	6.88E-07	3.29E-07	2.05E-07	1.27E-07	6.07E-08	2.52E-08	1.31E-08	8.56E-09	6.27E-09	4.90E-09	4.01E-09	3.38E-09
NW	2.80E-07	1.40E-07	8.48E-08	5.14E-08	2.51E-08	1.08E-08	5.84E-09	3.91E-09	2.92E-09	2.31E-09	1.91E-09	1.63E-09
NNW	1.25E-07	6.64E-08	3.73E-08	2.15E-08	1.06E-08	4.87E-09	2.78E-09	1.93E-09	1.48E-09	1.19E-09	1.00E-09	8.61E-10

表 6.2-3 廉江厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素：Xe-133（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	9.86E-08	4.61E-08	2.53E-08	1.47E-08	7.35E-09	3.36E-09	1.89E-09	1.30E-09	9.76E-10	7.78E-10	6.43E-10	5.45E-10
NNE	1.90E-07	1.18E-07	8.41E-08	5.53E-08	2.76E-08	1.15E-08	5.93E-09	3.83E-09	2.76E-09	2.12E-09	1.71E-09	1.41E-09
NE	1.49E-07	8.38E-08	5.25E-08	3.22E-08	1.61E-08	7.12E-09	3.88E-09	2.60E-09	1.93E-09	1.51E-09	1.24E-09	1.04E-09
ENE	8.04E-08	3.63E-08	2.02E-08	1.13E-08	5.58E-09	2.56E-09	1.45E-09	9.92E-10	7.48E-10	5.95E-10	4.92E-10	4.17E-10
E	7.84E-08	3.73E-08	2.21E-08	1.29E-08	6.25E-09	2.71E-09	1.47E-09	9.80E-10	7.26E-10	5.71E-10	4.67E-10	3.93E-10
ESE	7.97E-08	3.92E-08	2.27E-08	1.31E-08	6.57E-09	3.04E-09	1.72E-09	1.18E-09	8.88E-10	7.05E-10	5.80E-10	4.90E-10
SE	1.06E-07	4.93E-08	2.78E-08	1.62E-08	8.15E-09	3.76E-09	2.11E-09	1.44E-09	1.08E-09	8.55E-10	7.03E-10	5.92E-10
SSE	1.96E-07	1.37E-07	8.45E-08	5.12E-08	2.56E-08	9.96E-09	5.48E-09	3.69E-09	2.74E-09	2.15E-09	1.76E-09	1.48E-09
S	5.80E-07	3.95E-07	2.69E-07	1.70E-07	8.33E-08	3.25E-08	1.68E-08	1.09E-08	7.84E-09	6.04E-09	4.85E-09	4.02E-09
SSW	4.32E-07	2.50E-07	1.57E-07	9.64E-08	4.76E-08	1.98E-08	1.06E-08	7.02E-09	5.17E-09	4.04E-09	3.29E-09	2.76E-09
SW	4.91E-07	2.30E-07	1.31E-07	7.68E-08	3.76E-08	1.67E-08	9.21E-09	6.23E-09	4.65E-09	3.68E-09	3.03E-09	2.56E-09
WSW	5.65E-07	2.67E-07	1.45E-07	8.39E-08	4.07E-08	1.82E-08	1.01E-08	6.87E-09	5.16E-09	4.11E-09	3.39E-09	2.88E-09
W	9.08E-07	4.28E-07	2.42E-07	1.43E-07	6.80E-08	2.91E-08	1.56E-08	1.04E-08	7.71E-09	6.07E-09	4.97E-09	4.19E-09
WNW	6.88E-07	3.29E-07	2.04E-07	1.26E-07	6.02E-08	2.47E-08	1.27E-08	8.21E-09	5.94E-09	4.59E-09	3.71E-09	3.09E-09
NW	2.80E-07	1.39E-07	8.46E-08	5.11E-08	2.48E-08	1.06E-08	5.64E-09	3.73E-09	2.74E-09	2.14E-09	1.75E-09	1.46E-09
NNW	1.25E-07	6.63E-08	3.72E-08	2.14E-08	1.05E-08	4.78E-09	2.69E-09	1.85E-09	1.39E-09	1.11E-09	9.18E-10	7.80E-10

表 6.2-4 廉江厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素：I-131（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	1.02E-07	4.24E-08	2.20E-08	1.21E-08	5.59E-09	2.33E-09	1.22E-09	7.96E-10	5.78E-10	4.46E-10	3.59E-10	2.98E-10
NNE	1.96E-07	1.09E-07	7.32E-08	4.55E-08	2.10E-08	8.03E-09	3.86E-09	2.38E-09	1.66E-09	1.24E-09	9.74E-10	7.92E-10
NE	1.53E-07	7.71E-08	4.56E-08	2.65E-08	1.22E-08	4.94E-09	2.50E-09	1.60E-09	1.14E-09	8.69E-10	6.92E-10	5.69E-10
ENE	8.27E-08	3.33E-08	1.75E-08	9.26E-09	4.22E-09	1.75E-09	9.12E-10	5.90E-10	4.24E-10	3.25E-10	2.59E-10	2.13E-10
E	8.07E-08	3.42E-08	1.91E-08	1.05E-08	4.70E-09	1.84E-09	9.09E-10	5.69E-10	4.00E-10	3.00E-10	2.36E-10	1.91E-10
ESE	8.20E-08	3.60E-08	1.97E-08	1.07E-08	4.98E-09	2.09E-09	1.10E-09	7.11E-10	5.12E-10	3.92E-10	3.13E-10	2.57E-10
SE	1.09E-07	4.54E-08	2.42E-08	1.33E-08	6.22E-09	2.62E-09	1.38E-09	8.99E-10	6.52E-10	5.03E-10	4.04E-10	3.35E-10
SSE	2.01E-07	1.27E-07	7.37E-08	4.23E-08	1.97E-08	7.01E-09	3.63E-09	2.35E-09	1.69E-09	1.30E-09	1.05E-09	8.67E-10
S	5.97E-07	3.64E-07	2.34E-07	1.41E-07	6.38E-08	2.28E-08	1.10E-08	6.84E-09	4.79E-09	3.60E-09	2.84E-09	2.32E-09
SSW	4.44E-07	2.30E-07	1.37E-07	7.95E-08	3.64E-08	1.38E-08	6.94E-09	4.41E-09	3.14E-09	2.40E-09	1.92E-09	1.58E-09
SW	5.06E-07	2.12E-07	1.14E-07	6.33E-08	2.87E-08	1.17E-08	6.00E-09	3.88E-09	2.80E-09	2.16E-09	1.74E-09	1.44E-09
WSW	5.81E-07	2.46E-07	1.26E-07	6.90E-08	3.10E-08	1.26E-08	6.54E-09	4.24E-09	3.07E-09	2.38E-09	1.92E-09	1.59E-09
W	9.35E-07	3.94E-07	2.10E-07	1.17E-07	5.17E-08	2.02E-08	1.01E-08	6.38E-09	4.55E-09	3.47E-09	2.77E-09	2.28E-09
WNW	7.08E-07	3.03E-07	1.78E-07	1.04E-07	4.58E-08	1.72E-08	8.23E-09	5.07E-09	3.54E-09	2.66E-09	2.10E-09	1.71E-09
NW	2.88E-07	1.28E-07	7.35E-08	4.21E-08	1.89E-08	7.37E-09	3.65E-09	2.30E-09	1.63E-09	1.23E-09	9.81E-10	8.05E-10
NNW	1.29E-07	6.10E-08	3.23E-08	1.76E-08	8.00E-09	3.33E-09	1.75E-09	1.15E-09	8.36E-10	6.49E-10	5.25E-10	4.37E-10

表 6.2-5 廉江厂址半径 80km 范围内年均大气弥散因子

核素：Cs-137（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	1.02E-07	4.24E-08	2.20E-08	1.21E-08	5.59E-09	2.34E-09	1.23E-09	8.00E-10	5.81E-10	4.50E-10	3.63E-10	3.01E-10
NNE	1.96E-07	1.09E-07	7.32E-08	4.56E-08	2.11E-08	8.06E-09	3.89E-09	2.40E-09	1.68E-09	1.26E-09	9.91E-10	8.08E-10
NE	1.53E-07	7.71E-08	4.56E-08	2.65E-08	1.23E-08	4.95E-09	2.51E-09	1.60E-09	1.14E-09	8.74E-10	6.97E-10	5.73E-10
ENE	8.27E-08	3.33E-08	1.75E-08	9.25E-09	4.21E-09	1.74E-09	9.04E-10	5.83E-10	4.18E-10	3.19E-10	2.53E-10	2.07E-10
E	8.06E-08	3.42E-08	1.91E-08	1.05E-08	4.68E-09	1.82E-09	8.94E-10	5.56E-10	3.88E-10	2.90E-10	2.26E-10	1.82E-10
ESE	8.20E-08	3.60E-08	1.97E-08	1.07E-08	4.97E-09	2.09E-09	1.09E-09	7.06E-10	5.07E-10	3.88E-10	3.09E-10	2.53E-10
SE	1.09E-07	4.54E-08	2.42E-08	1.33E-08	6.24E-09	2.64E-09	1.39E-09	9.09E-10	6.61E-10	5.11E-10	4.12E-10	3.43E-10
SSE	2.01E-07	1.27E-07	7.38E-08	4.24E-08	1.98E-08	7.08E-09	3.68E-09	2.40E-09	1.74E-09	1.35E-09	1.09E-09	9.04E-10
S	5.97E-07	3.64E-07	2.35E-07	1.41E-07	6.41E-08	2.29E-08	1.12E-08	6.95E-09	4.89E-09	3.70E-09	2.93E-09	2.40E-09
SSW	4.45E-07	2.30E-07	1.37E-07	7.97E-08	3.65E-08	1.39E-08	7.01E-09	4.47E-09	3.20E-09	2.46E-09	1.97E-09	1.63E-09
SW	5.06E-07	2.12E-07	1.14E-07	6.33E-08	2.87E-08	1.17E-08	6.05E-09	3.92E-09	2.84E-09	2.20E-09	1.78E-09	1.48E-09
WSW	5.81E-07	2.46E-07	1.26E-07	6.91E-08	3.11E-08	1.27E-08	6.58E-09	4.28E-09	3.11E-09	2.41E-09	1.95E-09	1.62E-09
W	9.35E-07	3.94E-07	2.10E-07	1.17E-07	5.18E-08	2.02E-08	1.01E-08	6.41E-09	4.57E-09	3.49E-09	2.79E-09	2.30E-09
WNW	7.08E-07	3.03E-07	1.78E-07	1.04E-07	4.59E-08	1.73E-08	8.28E-09	5.12E-09	3.58E-09	2.70E-09	2.13E-09	1.74E-09
NW	2.88E-07	1.28E-07	7.35E-08	4.21E-08	1.89E-08	7.39E-09	3.66E-09	2.31E-09	1.64E-09	1.25E-09	9.92E-10	8.16E-10
NNW	1.29E-07	6.11E-08	3.24E-08	1.76E-08	8.02E-09	3.35E-09	1.76E-09	1.16E-09	8.47E-10	6.60E-10	5.36E-10	4.48E-10

表 6.2-6 廉江厂址半径 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	6.00E-10	2.07E-10	1.23E-10	7.62E-11	4.04E-11	2.01E-11	1.20E-11	8.54E-12	6.64E-12	5.42E-12	4.59E-12	3.97E-12
NNE	5.60E-10	2.14E-10	1.35E-10	8.59E-11	4.49E-11	2.14E-11	1.24E-11	8.67E-12	6.66E-12	5.40E-12	4.53E-12	3.91E-12
NE	5.74E-10	2.08E-10	1.26E-10	7.86E-11	4.14E-11	2.03E-11	1.20E-11	8.51E-12	6.59E-12	5.37E-12	4.54E-12	3.92E-12
ENE	7.31E-10	2.48E-10	1.48E-10	9.20E-11	4.89E-11	2.43E-11	1.46E-11	1.04E-11	8.08E-12	6.61E-12	5.59E-12	4.84E-12
E	1.65E-09	5.54E-10	3.32E-10	2.07E-10	1.10E-10	5.49E-11	3.29E-11	2.35E-11	1.82E-11	1.49E-11	1.26E-11	1.09E-11
ESE	8.03E-10	2.74E-10	1.64E-10	1.02E-10	5.42E-11	2.70E-11	1.62E-11	1.15E-11	8.97E-12	7.34E-12	6.21E-12	5.38E-12
SE	1.57E-09	5.29E-10	3.16E-10	1.97E-10	1.05E-10	5.24E-11	3.14E-11	2.24E-11	1.74E-11	1.42E-11	1.20E-11	1.04E-11
SSE	5.59E-10	2.23E-10	1.35E-10	8.35E-11	4.38E-11	2.05E-11	1.21E-11	8.60E-12	6.65E-12	5.42E-12	4.58E-12	3.96E-12
S	2.11E-09	8.04E-10	4.99E-10	3.13E-10	1.64E-10	7.73E-11	4.52E-11	3.18E-11	2.45E-11	1.99E-11	1.67E-11	1.45E-11
SSW	1.53E-09	5.64E-10	3.42E-10	2.13E-10	1.12E-10	5.41E-11	3.19E-11	2.26E-11	1.74E-11	1.42E-11	1.20E-11	1.04E-11
SW	2.42E-09	8.41E-10	5.01E-10	3.11E-10	1.64E-10	8.11E-11	4.83E-11	3.44E-11	2.67E-11	2.18E-11	1.84E-11	1.60E-11
WSW	5.13E-09	1.75E-09	1.04E-09	6.49E-10	3.44E-10	1.71E-10	1.02E-10	7.29E-11	5.66E-11	4.63E-11	3.92E-11	3.39E-11
W	7.69E-09	2.63E-09	1.57E-09	9.76E-10	5.17E-10	2.56E-10	1.53E-10	1.09E-10	8.45E-11	6.90E-11	5.83E-11	5.05E-11
WNW	4.03E-09	1.39E-09	8.40E-10	5.24E-10	2.76E-10	1.36E-10	8.03E-11	5.70E-11	4.41E-11	3.60E-11	3.04E-11	2.63E-11
NW	1.54E-09	5.35E-10	3.21E-10	2.00E-10	1.06E-10	5.19E-11	3.08E-11	2.19E-11	1.70E-11	1.38E-11	1.17E-11	1.01E-11
NNW	5.65E-10	2.01E-10	1.19E-10	7.35E-11	3.88E-11	1.92E-11	1.14E-11	8.14E-12	6.32E-12	5.16E-12	4.37E-12	3.78E-12

表 6.2-7 廉江厂址半径 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	8.75E-10	2.98E-10	1.78E-10	1.11E-10	5.87E-11	2.92E-11	1.75E-11	1.25E-11	9.69E-12	7.93E-12	6.70E-12	5.81E-12
NNE	7.92E-10	2.91E-10	1.82E-10	1.15E-10	6.04E-11	2.91E-11	1.70E-11	1.20E-11	9.24E-12	7.51E-12	6.32E-12	5.45E-12
NE	8.23E-10	2.92E-10	1.76E-10	1.10E-10	5.81E-11	2.86E-11	1.70E-11	1.21E-11	9.36E-12	7.64E-12	6.45E-12	5.59E-12
ENE	1.08E-09	3.64E-10	2.17E-10	1.35E-10	7.19E-11	3.59E-11	2.15E-11	1.53E-11	1.19E-11	9.75E-12	8.24E-12	7.14E-12
E	2.45E-09	8.22E-10	4.93E-10	3.08E-10	1.64E-10	8.17E-11	4.90E-11	3.49E-11	2.72E-11	2.22E-11	1.88E-11	1.63E-11
ESE	1.19E-09	4.01E-10	2.41E-10	1.50E-10	7.97E-11	3.98E-11	2.38E-11	1.70E-11	1.32E-11	1.08E-11	9.14E-12	7.92E-12
SE	2.32E-09	7.81E-10	4.68E-10	2.92E-10	1.55E-10	7.76E-11	4.65E-11	3.32E-11	2.58E-11	2.11E-11	1.79E-11	1.55E-11
SSE	7.90E-10	2.99E-10	1.81E-10	1.12E-10	5.92E-11	2.82E-11	1.68E-11	1.19E-11	9.21E-12	7.52E-12	6.35E-12	5.49E-12
S	3.01E-09	1.11E-09	6.80E-10	4.26E-10	2.24E-10	1.08E-10	6.33E-11	4.47E-11	3.46E-11	2.81E-11	2.37E-11	2.05E-11
SSW	2.19E-09	7.84E-10	4.74E-10	2.96E-10	1.56E-10	7.60E-11	4.51E-11	3.20E-11	2.48E-11	2.02E-11	1.71E-11	1.48E-11
SW	3.51E-09	1.20E-09	7.19E-10	4.47E-10	2.37E-10	1.17E-10	7.01E-11	5.00E-11	3.88E-11	3.17E-11	2.68E-11	2.32E-11
WSW	7.56E-09	2.56E-09	1.53E-09	9.52E-10	5.06E-10	2.52E-10	1.51E-10	1.08E-10	8.36E-11	6.84E-11	5.78E-11	5.01E-11
W	1.13E-08	3.83E-09	2.29E-09	1.43E-09	7.58E-10	3.77E-10	2.25E-10	1.61E-10	1.25E-10	1.02E-10	8.62E-11	7.46E-11
WNW	5.88E-09	2.01E-09	1.21E-09	7.55E-10	3.99E-10	1.97E-10	1.17E-10	8.33E-11	6.46E-11	5.27E-11	4.46E-11	3.86E-11
NW	2.23E-09	7.67E-10	4.61E-10	2.87E-10	1.52E-10	7.52E-11	4.48E-11	3.19E-11	2.47E-11	2.02E-11	1.71E-11	1.48E-11
NNW	8.16E-10	2.84E-10	1.69E-10	1.05E-10	5.55E-11	2.76E-11	1.65E-11	1.17E-11	9.11E-12	7.45E-12	6.30E-12	5.46E-12

表 6.2-8　夏季核素浓度平均值包络线范围（km^2）

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
余氯	夏季半月潮	0.000	0.002	0.01	0.02	0.07	0.20	0.55	1.06
^{131}I	夏季半月潮	0.001	0.003	0.02	11.30	34.20	55.14	91.65	117.11
^{58}Co	夏季半月潮	0.001	0.004	0.31	38.47	61.87	93.30	154.37	250.05
^{110m}Ag	夏季半月潮	0.001	0.004	4.87	42.16	66.16	99.20	183.62	275.66
^{60}Co	夏季半月潮	0.001	0.005	6.48	43.57	67.59	101.81	193.80	284.43

表 6.2-9　冬季核素浓度平均值包络线范围（km^2）

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
余氯	冬季半月潮	0.000	0.001	0.01	0.02	0.07	0.21	0.57	1.05
^{131}I	冬季半月潮	0.001	0.003	0.02	11.45	36.08	57.00	94.72	120.46
^{58}Co	冬季半月潮	0.001	0.004	2.67	40.21	63.17	95.15	160.40	265.38
^{110m}Ag	冬季半月潮	0.005	0.005	7.24	43.23	68.33	101.07	185.49	295.42
^{60}Co	冬季半月潮	0.006	0.005	8.08	44.31	70.20	103.59	201.19	307.47

表 6.2-10　不同分区稀释倍数结果

	近区（个人最大剂量计算）	远区（集体有效剂量计算）
稀释倍数	20	100

表 6.2-11　廉江厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素：Kr-85（Bq/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	6.20E-02	2.90E-02	1.60E-02	9.29E-03	4.66E-03	2.16E-03	1.23E-03	8.54E-04	6.53E-04	5.29E-04	4.43E-04	3.82E-04
NNE	1.19E-01	7.47E-02	5.31E-02	3.50E-02	1.75E-02	7.41E-03	3.90E-03	2.56E-03	1.88E-03	1.48E-03	1.21E-03	1.02E-03
NE	9.36E-02	5.28E-02	3.31E-02	2.03E-02	1.02E-02	4.60E-03	2.55E-03	1.74E-03	1.31E-03	1.05E-03	8.73E-04	7.47E-04
ENE	5.05E-02	2.29E-02	1.27E-02	7.16E-03	3.55E-03	1.65E-03	9.48E-04	6.59E-04	5.05E-04	4.09E-04	3.43E-04	2.95E-04
E	4.92E-02	2.35E-02	1.39E-02	8.16E-03	3.97E-03	1.74E-03	9.55E-04	6.47E-04	4.87E-04	3.89E-04	3.23E-04	2.76E-04
ESE	5.01E-02	2.47E-02	1.43E-02	8.29E-03	4.19E-03	1.97E-03	1.14E-03	7.98E-04	6.14E-04	4.98E-04	4.18E-04	3.60E-04
SE	6.66E-02	3.11E-02	1.76E-02	1.02E-02	5.20E-03	2.44E-03	1.40E-03	9.80E-04	7.47E-04	6.07E-04	5.09E-04	4.38E-04
SSE	1.23E-01	8.67E-02	5.34E-02	3.25E-02	1.65E-02	6.47E-03	3.66E-03	2.52E-03	1.92E-03	1.54E-03	1.29E-03	1.11E-03
S	3.64E-01	2.49E-01	1.70E-01	1.08E-01	5.32E-02	2.10E-02	1.11E-02	7.35E-03	5.39E-03	4.24E-03	3.48E-03	2.94E-03
SSW	2.71E-01	1.57E-01	9.92E-02	6.10E-02	3.03E-02	1.27E-02	6.97E-03	4.70E-03	3.52E-03	2.80E-03	2.32E-03	1.98E-03
SW	3.08E-01	1.44E-01	8.23E-02	4.85E-02	2.39E-02	1.07E-02	5.99E-03	4.11E-03	3.11E-03	2.51E-03	2.09E-03	1.79E-03
WSW	3.55E-01	1.68E-01	9.17E-02	5.29E-02	2.57E-02	1.16E-02	6.53E-03	4.49E-03	3.41E-03	2.74E-03	2.29E-03	1.97E-03
W	5.71E-01	2.69E-01	1.53E-01	8.98E-02	4.31E-02	1.86E-02	1.01E-02	6.78E-03	5.09E-03	4.04E-03	3.35E-03	2.86E-03
WNW	4.32E-01	2.07E-01	1.29E-01	7.98E-02	3.81E-02	1.58E-02	8.23E-03	5.38E-03	3.94E-03	3.08E-03	2.52E-03	2.12E-03
NW	1.76E-01	8.79E-02	5.33E-02	3.23E-02	1.58E-02	6.78E-03	3.67E-03	2.46E-03	1.83E-03	1.45E-03	1.20E-03	1.02E-03
NNW	7.85E-02	4.17E-02	2.34E-02	1.35E-02	6.66E-03	3.06E-03	1.75E-03	1.21E-03	9.29E-04	7.47E-04	6.28E-04	5.41E-04

表 6.2-12　廉江厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素：Xe-133（Bq /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	3.12E-01	1.46E-01	7.99E-02	4.65E-02	2.32E-02	1.06E-02	5.97E-03	4.11E-03	3.08E-03	2.46E-03	2.03E-03	1.72E-03
NNE	6.00E-01	3.73E-01	2.66E-01	1.75E-01	8.72E-02	3.63E-02	1.87E-02	1.21E-02	8.72E-03	6.70E-03	5.40E-03	4.46E-03
NE	4.71E-01	2.65E-01	1.66E-01	1.02E-01	5.09E-02	2.25E-02	1.23E-02	8.22E-03	6.10E-03	4.77E-03	3.92E-03	3.29E-03
ENE	2.54E-01	1.15E-01	6.38E-02	3.57E-02	1.76E-02	8.09E-03	4.58E-03	3.13E-03	2.36E-03	1.88E-03	1.55E-03	1.32E-03
E	2.48E-01	1.18E-01	6.98E-02	4.08E-02	1.98E-02	8.56E-03	4.65E-03	3.10E-03	2.29E-03	1.80E-03	1.48E-03	1.24E-03
ESE	2.52E-01	1.24E-01	7.17E-02	4.14E-02	2.08E-02	9.61E-03	5.44E-03	3.73E-03	2.81E-03	2.23E-03	1.83E-03	1.55E-03
SE	3.35E-01	1.56E-01	8.78E-02	5.12E-02	2.58E-02	1.19E-02	6.67E-03	4.55E-03	3.41E-03	2.70E-03	2.22E-03	1.87E-03
SSE	6.19E-01	4.33E-01	2.67E-01	1.62E-01	8.09E-02	3.15E-02	1.73E-02	1.17E-02	8.66E-03	6.79E-03	5.56E-03	4.68E-03
S	1.83E+00	1.25E+00	8.50E-01	5.37E-01	2.63E-01	1.03E-01	5.31E-02	3.44E-02	2.48E-02	1.91E-02	1.53E-02	1.27E-02
SSW	1.37E+00	7.90E-01	4.96E-01	3.05E-01	1.50E-01	6.26E-02	3.35E-02	2.22E-02	1.63E-02	1.28E-02	1.04E-02	8.72E-03
SW	1.55E+00	7.27E-01	4.14E-01	2.43E-01	1.19E-01	5.28E-02	2.91E-02	1.97E-02	1.47E-02	1.16E-02	9.57E-03	8.09E-03
WSW	1.79E+00	8.44E-01	4.58E-01	2.65E-01	1.29E-01	5.75E-02	3.19E-02	2.17E-02	1.63E-02	1.30E-02	1.07E-02	9.10E-03
W	2.87E+00	1.35E+00	7.65E-01	4.52E-01	2.15E-01	9.20E-02	4.93E-02	3.29E-02	2.44E-02	1.92E-02	1.57E-02	1.32E-02
WNW	2.17E+00	1.04E+00	6.45E-01	3.98E-01	1.90E-01	7.81E-02	4.01E-02	2.59E-02	1.88E-02	1.45E-02	1.17E-02	9.76E-03
NW	8.85E-01	4.39E-01	2.67E-01	1.61E-01	7.84E-02	3.35E-02	1.78E-02	1.18E-02	8.66E-03	6.76E-03	5.53E-03	4.61E-03
NNW	3.95E-01	2.10E-01	1.18E-01	6.76E-02	3.32E-02	1.51E-02	8.50E-03	5.85E-03	4.39E-03	3.51E-03	2.90E-03	2.46E-03

表 6.2-13　廉江厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素：I-131（Bq /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	9.03E-06	3.75E-06	1.95E-06	1.07E-06	4.95E-07	2.06E-07	1.08E-07	7.04E-08	5.12E-08	3.95E-08	3.18E-08	2.64E-08
NNE	1.73E-05	9.65E-06	6.48E-06	4.03E-06	1.86E-06	7.11E-07	3.42E-07	2.11E-07	1.47E-07	1.10E-07	8.62E-08	7.01E-08
NE	1.35E-05	6.82E-06	4.04E-06	2.35E-06	1.08E-06	4.37E-07	2.21E-07	1.42E-07	1.01E-07	7.69E-08	6.12E-08	5.04E-08
ENE	7.32E-06	2.95E-06	1.55E-06	8.20E-07	3.73E-07	1.55E-07	8.07E-08	5.22E-08	3.75E-08	2.88E-08	2.29E-08	1.89E-08
E	7.14E-06	3.03E-06	1.69E-06	9.29E-07	4.16E-07	1.63E-07	8.04E-08	5.04E-08	3.54E-08	2.66E-08	2.09E-08	1.69E-08
ESE	7.26E-06	3.19E-06	1.74E-06	9.47E-07	4.41E-07	1.85E-07	9.74E-08	6.29E-08	4.53E-08	3.47E-08	2.77E-08	2.27E-08
SE	9.65E-06	4.02E-06	2.14E-06	1.18E-06	5.50E-07	2.32E-07	1.22E-07	7.96E-08	5.77E-08	4.45E-08	3.58E-08	2.96E-08
SSE	1.78E-05	1.12E-05	6.52E-06	3.74E-06	1.74E-06	6.20E-07	3.21E-07	2.08E-07	1.50E-07	1.15E-07	9.29E-08	7.67E-08
S	5.28E-05	3.22E-05	2.07E-05	1.25E-05	5.65E-06	2.02E-06	9.74E-07	6.05E-07	4.24E-07	3.19E-07	2.51E-07	2.05E-07
SSW	3.93E-05	2.04E-05	1.21E-05	7.04E-06	3.22E-06	1.22E-06	6.14E-07	3.90E-07	2.78E-07	2.12E-07	1.70E-07	1.40E-07
SW	4.48E-05	1.88E-05	1.01E-05	5.60E-06	2.54E-06	1.04E-06	5.31E-07	3.43E-07	2.48E-07	1.91E-07	1.54E-07	1.27E-07
WSW	5.14E-05	2.18E-05	1.12E-05	6.11E-06	2.74E-06	1.12E-06	5.79E-07	3.75E-07	2.72E-07	2.11E-07	1.70E-07	1.41E-07
W	8.27E-05	3.49E-05	1.86E-05	1.04E-05	4.58E-06	1.79E-06	8.94E-07	5.65E-07	4.03E-07	3.07E-07	2.45E-07	2.02E-07
WNW	6.27E-05	2.68E-05	1.58E-05	9.20E-06	4.05E-06	1.52E-06	7.28E-07	4.49E-07	3.13E-07	2.35E-07	1.86E-07	1.51E-07
NW	2.55E-05	1.13E-05	6.50E-06	3.73E-06	1.67E-06	6.52E-07	3.23E-07	2.04E-07	1.44E-07	1.09E-07	8.68E-08	7.12E-08
NNW	1.14E-05	5.40E-06	2.86E-06	1.56E-06	7.08E-07	2.95E-07	1.55E-07	1.02E-07	7.40E-08	5.74E-08	4.65E-08	3.87E-08

表 6.2-14　廉江厂址半径 80km 范围内年均活度浓度

核素：Cs-137（Bq /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	8.34E-06	3.47E-06	1.80E-06	9.90E-07	4.57E-07	1.91E-07	1.01E-07	6.54E-08	4.75E-08	3.68E-08	2.97E-08	2.46E-08
NNE	1.60E-05	8.92E-06	5.99E-06	3.73E-06	1.73E-06	6.59E-07	3.18E-07	1.96E-07	1.37E-07	1.03E-07	8.11E-08	6.61E-08
NE	1.25E-05	6.31E-06	3.73E-06	2.17E-06	1.01E-06	4.05E-07	2.05E-07	1.31E-07	9.33E-08	7.15E-08	5.70E-08	4.69E-08
ENE	6.76E-06	2.72E-06	1.43E-06	7.57E-07	3.44E-07	1.42E-07	7.39E-08	4.77E-08	3.42E-08	2.61E-08	2.07E-08	1.69E-08
E	6.59E-06	2.80E-06	1.56E-06	8.59E-07	3.83E-07	1.49E-07	7.31E-08	4.55E-08	3.17E-08	2.37E-08	1.85E-08	1.49E-08
ESE	6.71E-06	2.94E-06	1.61E-06	8.75E-07	4.07E-07	1.71E-07	8.92E-08	5.78E-08	4.15E-08	3.17E-08	2.53E-08	2.07E-08
SE	8.92E-06	3.71E-06	1.98E-06	1.09E-06	5.10E-07	2.16E-07	1.14E-07	7.44E-08	5.41E-08	4.18E-08	3.37E-08	2.81E-08
SSE	1.64E-05	1.04E-05	6.04E-06	3.47E-06	1.62E-06	5.79E-07	3.01E-07	1.96E-07	1.42E-07	1.10E-07	8.92E-08	7.39E-08
S	4.88E-05	2.98E-05	1.92E-05	1.15E-05	5.24E-06	1.87E-06	9.16E-07	5.69E-07	4.00E-07	3.03E-07	2.40E-07	1.96E-07
SSW	3.64E-05	1.88E-05	1.12E-05	6.52E-06	2.99E-06	1.14E-06	5.73E-07	3.66E-07	2.62E-07	2.01E-07	1.61E-07	1.33E-07
SW	4.14E-05	1.73E-05	9.33E-06	5.18E-06	2.35E-06	9.57E-07	4.95E-07	3.21E-07	2.32E-07	1.80E-07	1.46E-07	1.21E-07
WSW	4.75E-05	2.01E-05	1.03E-05	5.65E-06	2.54E-06	1.04E-06	5.38E-07	3.50E-07	2.54E-07	1.97E-07	1.60E-07	1.33E-07
W	7.65E-05	3.22E-05	1.72E-05	9.57E-06	4.24E-06	1.65E-06	8.26E-07	5.24E-07	3.74E-07	2.85E-07	2.28E-07	1.88E-07
WNW	5.79E-05	2.48E-05	1.46E-05	8.51E-06	3.75E-06	1.42E-06	6.77E-07	4.19E-07	2.93E-07	2.21E-07	1.74E-07	1.42E-07
NW	2.36E-05	1.05E-05	6.01E-06	3.44E-06	1.55E-06	6.05E-07	2.99E-07	1.89E-07	1.34E-07	1.02E-07	8.11E-08	6.67E-08
NNW	1.06E-05	5.00E-06	2.65E-06	1.44E-06	6.56E-07	2.74E-07	1.44E-07	9.49E-08	6.93E-08	5.40E-08	4.38E-08	3.66E-08

表 6.2-15　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	6.16E+07	1.68E-02
^{90}Sr	4	1.42E+05	3.87E-05
^{106}Ru	0.2	/	/
^{134}Cs	0.6	2.02E+09	5.50E-01
^{137}Cs	0.7	1.66E+09	4.52E-01

表 6.2-16　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）	吸入(Sv/Bq)[b]				沉积[c]（Sv/s）/（Bq/m^2）	食入(Sv/Bq)[b]				Bv	BvS	FF	FE	FM
			婴儿	儿童	青少年	成人		婴儿	儿童	青少年	成人					
Kr-85m	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135m	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	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	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
H-3	1.79E-09	3.31E-19	3.40E-10	2.70E-10	8.20E-11	4.50E-11	0.00E+00	1.70E-06	1.70E-06	1.70E-06	1.70E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
C-14	3.84E-12	2.24E-19	1.90E-08	1.70E-08	7.40E-09	5.80E-09	1.61E-20	3.10E-04	3.10E-04	3.10E-04	3.10E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ar-41	1.05E-04	6.13E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	9.98E-07	1.84E-14	7.20E-08	7.20E-08	1.90E-08	7.40E-09	3.81E-16	1.80E-07	1.80E-07	5.20E-08	2.20E-08	2.00E-02	1.00E-01	5.00E-02	5.00E-02	1.00E-02
I-133	9.25E-06	3.01E-14	1.90E-08	1.80E-08	3.80E-09	1.50E-09	6.34E-16	4.90E-08	4.40E-08	1.00E-08	4.30E-09	2.00E-02	1.00E-01	5.00E-02	5.00E-02	1.00E-02
Cr-51	2.89E-07	1.52E-15	2.60E-10	2.10E-10	6.60E-11	3.70E-11	3.11E-17	3.50E-10	2.30E-10	7.80E-11	3.80E-11	1.00E-03	1.00E-01	9.00E-02	9.00E-02	2.00E-04
Mn-54	2.57E-08	4.12E-14	7.50E-09	6.20E-09	2.40E-09	1.50E-09	8.24E-16	5.40E-09	3.10E-09	1.30E-09	7.10E-10	3.00E-01	1.00E+01	7.00E-04	7.00E-04	3.00E-04
Co-57	2.96E-08	5.61E-15	4.40E-09	3.70E-09	1.50E-09	1.00E-09	1.15E-16	2.90E-09	1.60E-09	5.80E-10	2.10E-10	8.00E-02	2.00E+00	7.00E-02	7.00E-02	1.00E-02
Co-58	1.13E-07	4.76E-14	9.00E-09	7.50E-09	3.10E-09	2.10E-09	9.51E-16	7.30E-09	4.40E-09	1.70E-09	7.40E-10	8.00E-02	2.00E+00	7.00E-02	7.00E-02	1.00E-02
Co-60	4.17E-09	1.27E-13	9.20E-08	8.60E-08	4.00E-08	3.10E-08	2.38E-15	5.40E-08	2.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	8.00E-02	2.00E+00	7.00E-02	7.00E-02	1.00E-02
Fe-59	1.80E-07	6.02E-14	2.10E-08	1.30E-08	5.80E-09	4.00E-09	1.14E-15	3.90E-08	1.30E-08	4.70E-09	1.80E-09	1.00E-03	1.00E-01	5.00E-02	5.00E-02	3.00E-04
Sr-89	1.59E-07	4.44E-16	3.90E-08	3.00E-08	1.20E-08	7.90E-09	6.98E-17	3.60E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09	3.00E-01	1.00E+01	1.00E-02	1.00E-02	3.00E-03
Sr-90	7.67E-10	9.83E-17	4.20E-07	4.00E-07	1.80E-07	1.60E-07	1.11E-16	2.30E-07	7.30E-08	6.00E-08	2.80E-08	3.00E-01	1.00E+01	1.00E-02	1.00E-02	3.00E-03
Zr-95	1.25E-07	3.49E-14	2.40E-08	1.90E-08	8.30E-09	5.90E-09	1.49E-15	8.50E-09	5.60E-09	1.90E-09	9.50E-10	1.00E-03	1.00E-01	1.00E-05	1.00E-05	6.00E-06
Nb-95	2.29E-07	3.81E-14	7.70E-09	5.90E-09	2.50E-09	1.80E-09	7.61E-16	4.60E-09	3.20E-09	1.10E-09	5.80E-10	1.00E-02	2.00E-01	3.00E-06	3.00E-06	4.00E-06
Ru-103	2.04E-07	2.28E-14	1.30E-08	1.00E-08	4.20E-09	3.00E-09	4.76E-16	7.10E-09	4.60E-09	1.50E-09	7.30E-10	5.00E-02	2.00E-01	5.00E-02	5.00E-02	3.00E-05
Ru-106	2.18E-08	1.14E-14	2.60E-07	2.30E-07	9.10E-08	6.60E-08	3.49E-16	8.40E-08	4.90E-08	1.50E-08	7.00E-09	5.00E-02	2.00E-01	5.00E-02	5.00E-02	3.00E-05
Sb-125	7.93E-09	2.06E-14	4.20E-08	3.80E-08	1.60E-08	1.20E-08	4.44E-16	1.10E-08	6.10E-09	2.10E-09	1.10E-09	1.00E-03	1.00E-01	5.00E-03	5.00E-03	2.50E-04
Cs-134	1.07E-08	7.61E-14	7.00E-08	6.30E-08	2.80E-08	2.00E-08	1.55E-15	2.60E-08	1.60E-08	1.90E-08	1.90E-08	4.00E-02	1.00E+00	5.00E-02	5.00E-02	1.00E-02
Cs-136	6.12E-07	1.08E-13	1.50E-08	1.10E-08	4.10E-09	2.80E-09	2.12E-15	1.50E-08	9.50E-09	4.40E-09	3.00E-09	4.00E-02	1.00E+00	5.00E-02	5.00E-02	1.00E-02
Cs-137	7.32E-10	2.76E-14	1.10E-07	1.00E-07	4.80E-08	3.90E-08	5.71E-16	2.10E-08	1.20E-08	1.30E-08	1.30E-08	4.00E-02	1.00E+00	5.00E-02	5.00E-02	1.00E-02
Ba-140	6.32E-07	8.58E-15	2.90E-08	2.20E-08	8.60E-09	5.80E-09	1.80E-16	3.20E-08	1.80E-08	5.80E-09	2.60E-09	5.00E-02	1.00E-01	2.00E-03	2.00E-03	5.00E-03
Ce-141	2.47E-07	3.49E-15	1.60E-08	1.20E-08	5.30E-09	3.80E-09	7.61E-17	8.10E-09	5.10E-09	1.50E-09	7.10E-10	5.00E-02	1.00E-01	2.00E-04	2.00E-04	3.00E-04

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 H-3 和 C-14 的剂量转换因子单位为 $Sv·m^3/Bq·a$，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》。

Bv：农作物浓集因子　　Bvs：饲料作物的浓集因子　　FF:元素在肉中的转移系数（d/kg）　　FE：元素在蛋中的转移系数（d/kg）　　FM: 元素在牛奶中的转移系数（d/L）均取自 IAEA19 号报告

表 6.2-17 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
Cr-51	1.07×10^{-14}	1.05×10^{-13}	3.50E-10	2.3×10^{-10}	7.8×10^{-11}	3.8×10^{-11}
Mn-54	2.91×10^{-13}	2.59×10^{-12}	5.40E-09	3.1×10^{-9}	1.3×10^{-9}	7.1×10^{-10}
Fe-55	8.82×10^{-18}	6.82×10^{-16}	7.60E-09	2.4×10^{-9}	1.1×10^{-9}	3.3×10^{-10}
Fe-59	4.13×10^{-13}	3.39×10^{-12}	3.90E-08	1.3×10^{-8}	4.7×10^{-9}	1.8×10^{-9}
Co-58	3.36×10^{-13}	3.05×10^{-12}	7.30E-09	4.4×10^{-9}	1.7×10^{-9}	7.4×10^{-10}
Co-60	8.70×10^{-13}	7.00×10^{-12}	5.40E-08	2.7×10^{-8}	1.1×10^{-8}	3.4×10^{-9}
Zn-65	2.02×10^{-13}	1.69×10^{-12}	3.60E-08	1.6×10^{-8}	6.4×10^{-9}	3.9×10^{-9}
W-187	1.62×10^{-13}	1.52×10^{-12}	5.50E-09	4.3×10^{-9}	1.3×10^{-9}	6.3×10^{-10}
Np-239	5.83×10^{-14}	5.92×10^{-13}	8.90E-09	5.7×10^{-9}	1.7×10^{-9}	8.0×10^{-10}
Br-84	6.82×10^{-13}	4.91×10^{-12}	1.00E-09	5.8×10^{-10}	1.6×10^{-10}	8.8×10^{-11}
Rb-88	2.39×10^{-13}	1.78×10^{-12}	1.10E-09	6.2×10^{-10}	1.7×10^{-10}	9.0×10^{-11}
Sr-89	4.78×10^{-17}	4.20×10^{-16}	3.60E-08	1.8×10^{-8}	5.8×10^{-9}	2.6×10^{-9}
Sr-90	0	0	2.30E-07	7.3×10^{-8}	6.0×10^{-8}	2.8×10^{-8}
Sr-91	2.39×10^{-13}	2.09×10^{-12}	5.20E-09	4.0×10^{-9}	1.2×10^{-9}	6.5×10^{-10}
Y-91m	1.79×10^{-13}	1.68×10^{-12}	9.20E-11	6.0×10^{-11}	2.1×10^{-11}	1.1×10^{-11}
Y-93	3.24×10^{-14}	2.64×10^{-13}	1.40E-08	8.5×10^{-9}	2.5×10^{-9}	1.2×10^{-9}
Zr-95	2.53×10^{-13}	2.30×10^{-12}	8.50E-09	5.6×10^{-9}	1.9×10^{-9}	9.5×10^{-10}
Nb-95	2.64×10^{-13}	2.39×10^{-12}	4.60E-09	3.2×10^{-9}	1.1×10^{-9}	5.8×10^{-10}
Mo-99	5.34×10^{-14}	4.94×10^{-13}	5.50E-09	3.5×10^{-9}	1.1×10^{-9}	6.0×10^{-10}
Tc-99m	4.60×10^{-14}	4.57×10^{-13}	2.00E-10	1.3×10^{-10}	4.3×10^{-11}	2.2×10^{-11}
Ru-103	1.62×10^{-13}	1.54×10^{-12}	7.10E-09	4.6×10^{-9}	1.5×10^{-9}	7.3×10^{-10}
Ru-106	0	0	8.40E-08	4.9×10^{-8}	1.5×10^{-8}	7.0×10^{-9}
Ag-110m	9.47×10^{-13}	8.27×10^{-12}	2.40E-08	1.4×10^{-8}	5.2×10^{-9}	2.8×10^{-9}
Te-129m	1.16×10^{-14}	1.13×10^{-13}	4.40E-08	2.4×10^{-8}	6.6×10^{-9}	3.0×10^{-9}
Te-129	1.83×10^{-14}	1.75×10^{-13}	7.50E-10	4.4×10^{-10}	1.2×10^{-10}	6.3×10^{-11}
Te-131m	4.97×10^{-13}	4.35×10^{-12}	2.00E-08	1.4×10^{-8}	4.3×10^{-9}	1.9×10^{-9}
Te-131	1.46×10^{-13}	1.35×10^{-12}	9.00E-10	6.6×10^{-10}	1.9×10^{-10}	8.7×10^{-11}
I-131	1.29×10^{-13}	1.25×10^{-12}	1.80E-07	1.8×10^{-7}	5.2×10^{-8}	2.2×10^{-8}
Te-132	7.50×10^{-14}	7.65×10^{-13}	4.80E-08	3.0×10^{-8}	8.3×10^{-9}	3.8×10^{-9}
I-132	7.90×10^{-13}	7.07×10^{-12}	3.00E-09	2.4×10^{-9}	6.2×10^{-10}	2.9×10^{-10}
I-133	2.05×10^{-13}	1.90×10^{-12}	4.90E-08	4.4×10^{-8}	1.0×10^{-8}	4.3×10^{-9}
I-134	9.19×10^{-13}	7.96×10^{-12}	1.10E-09	7.5×10^{-10}	2.1×10^{-10}	1.1×10^{-10}
Cs-134	5.34×10^{-13}	4.87×10^{-12}	2.60E-08	1.6×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.9×10^{-8}
I-135	5.58×10^{-13}	4.47×10^{-12}	1.00E-08	8.9×10^{-9}	2.2×10^{-9}	9.3×10^{-10}
Cs-136	7.53×10^{-13}	6.60×10^{-12}	1.50E-08	9.5×10^{-9}	4.4×10^{-9}	3.0×10^{-9}
Cs-137	0	0	2.10E-08	1.2×10^{-8}	1.0×10^{-8}	6.3×10^{-8}
Ba-140	6.32×10^{-14}	6.11×10^{-13}	3.20E-08	1.8×10^{-8}	5.8×10^{-9}	2.6×10^{-9}
La-140	8.21×10^{-13}	6.57×10^{-12}	2.00E-08	1.3×10^{-8}	4.2×10^{-9}	2.0×10^{-9}
Ce-141	2.69×10^{-14}	2.71×10^{-13}	8.10E-09	5.1×10^{-9}	1.5×10^{-9}	7.1×10^{-10}
Ce-143	8.92×10^{-14}	8.79×10^{-13}	1.20E-08	8.0×10^{-9}	2.4×10^{-9}	1.1×10^{-9}
Pr-143	3.06×10^{-21}	2.80×10^{-20}	1.40E-08	8.7×10^{-9}	2.6×10^{-9}	1.2×10^{-9}

Ce-144	6.42×10^{-15}	6.66×10^{-14}	6.60E-08	3.9×10^{-8}	1.1×10^{-8}	5.2×10^{-9}
Pr-144	1.19×10^{-14}	9.19×10^{-14}	6.40E-10	3.5×10^{-10}	9.5×10^{-11}	5.0×10^{-11}
H-3	0	0	6.40E-11	4.8×10^{-11}	2.3×10^{-11}	1.8×10^{-11}
C-14	4.39×10^{-22}	1.61×10^{-20}	1.40E-09	1.6×10^{-09}	8.0×10^{-10}	5.8×10^{-10}

注：(a)：取自 DOE/EH-0070 External Dose Coversion Factors for Calculation of Dose to the Public, U.S. Department of Energy July 1988.

(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 6.2-18　液体途径剂量的利用因子

项目		廉江核电项目					
		利用因子					稀释倍数
		成人	青年	儿童	婴儿	渔民	
个人最大有效剂量（一般公众）	食用鱼[a]（kg/a）	23.7	10.7	7.6	4.9	53.3	20
	无脊椎[a]（kg/a）	11.9	10.1	10.7	3.2	24.5	
	海藻[a]（kg/a）	0.44	0.44	0.96	0.04	0.28	
	岸边活动[a]（h/a）	730	381	209	162	2631	
	游泳[a]（h/a）	68	64	0	0	20	
	划船[a]（h/a）	1600	30	0	0	1800	
集体有效剂量	食用鱼[b]（人·kg/a）	1.72E+08					100
	无脊椎[b]（人·kg/a）	1.22E+08					
	岸边活动[b]（h/a）	9.22E+09					
	游泳[b]（h/a）	8.59E+08					
	划船[b]（h/a）	2.02E+10					

注：利用因子均取自本报告第二章 2.2.4 节“居民饮食习惯”，稀释倍数采用本项目数模计算的结果。

表 6.2-19　2 台 CAP1000 核电机组工程方案最大个人有效剂量汇总（mSv/a）

年龄组 途径	婴儿	儿童	青年	成人	渔民
气态	8.72E-04	2.45E-03	1.98E-03	1.87E-03	1.87E-03
液态	9.75E-04	2.83E-03	1.33E-03	1.63E-03	3.78E-03
合计	1.85E-03	5.28E-03	3.31E-03	3.50E-03	5.65E-03

表 6.2-20　分配系数表

核素	分配系数 K_d（L/kg）	核素	分配系数 K_d（L/kg）
Cr	1.33E+05	Ru	1.07E+05
Mn	5.33E+06	Te	2.66E+03
Co	7.99E+05	I	1.86E+02
Zn	1.86E+05	Cs	1.07E+04
Sb	5.33E+03	Ba	5.33E+03
Ag	2.66E+04	La	7.99E+06
Sr	2.13E+01	Ce	7.99E+06
Zr	5.33E+06	C	2.66E+03
Nb	2.13E+06	H	2.66E+00

表 6.2-21　浓度平衡比 CR（（Bq/kg）/（Bq/L））

核素	底层鱼	浅层鱼	甲壳类	大型海藻	浮游动物	浮游植物	软体动物	多毛类	鸟类	哺乳动物	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物
Cr	2.00E+02	2.00E+02	1.00E+02	6.00E+03	1.00E+03	5.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	2.00E+03	6.00E+03
Mn	2.60E+03	2.60E+03	4.50E+04	8.60E+03	2.50E+03	3.50E+03	1.20E+04	3.20E+03	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	1.00E+01	3.00E+04
Co	5.30E+03	5.30E+03	3.50E+03	1.70E+03	4.80E+03	3.10E+03	5.30E+03	8.03E+03	5.00E+02	5.00E+02	5.00E+02	6.08E+02	3.28E+02
Zn	2.50E+04	2.50E+04	3.00E+05	2.00E+03	1.00E+05	1.00E+04	8.00E+04	2.50E+04	2.50E+04	2.50E+04	2.50E+04	2.50E+04	2.00E+03
Sb	6.00E+02	6.00E+02	3.00E+02	2.25E+02	1.31E+03	1.00E+03	4.70E+02	4.50E+03	8.30E+03	8.30E+03	8.30E+03	9.00E+01	2.25E+02
Ag	1.10E+04	1.10E+04	3.60E+04	3.90E+03	6.00E+03	6.90E+04	3.60E+04	2.70E+04	2.20E+04	2.20E+04	2.20E+04	1.30E+02	3.90E+03
Sr	2.50E+01	2.50E+01	4.95E+01	2.93E+01	6.80E+01	1.88E+02	1.50E+02	4.60E-01	1.64E+02	1.64E+02	1.64E+02	9.53E+01	3.00E+00
Zr	8.52E+01	8.52E+01	4.90E+01	1.66E+03	2.17E+04	3.30E+04	3.30E+03	3.30E+03	8.52E+01	8.52E+01	8.52E+01	1.30E+02	1.10E+03
Nb	3.00E+01	3.00E+01	1.00E+02	4.90E+02	2.00E+04	1.00E+03	8.80E+02	8.80E+02	8.80E+02	8.80E+02	8.80E+02	8.80E+02	4.90E+02
Ru	2.94E+01	2.94E+01	1.00E+02	1.20E+03	3.00E+04	6.68E+03	1.62E+03	1.62E+03	1.62E+03	1.62E+03	1.62E+03	2.85E+01	1.20E+03
Te	6.90E+02	6.90E+02	1.00E+03	4.25E+02	1.00E+03	1.31E+04	1.50E+03	4.50E+03	8.30E+03	8.30E+03	8.30E+03	1.00E+01	4.25E+02
I	9.00E+00	9.00E+00	3.92E+01	4.20E+03	3.10E+03	9.50E+02	8.80E+03	8.80E+03	6.80E-01	6.80E-01	6.80E-01	8.80E+03	2.40E+01
Cs	8.40E+01	8.40E+01	5.30E+01	9.60E+01	1.30E+02	8.50E+00	5.00E+01	1.80E+02	4.80E+02	2.20E+02	4.80E+02	2.30E+02	1.00E+01
Ba	2.50E+01	2.50E+01	4.95E+01	2.93E+01	6.80E+01	1.88E+02	1.50E+02	4.60E-01	1.64E+02	1.64E+02	1.64E+02	9.53E+01	3.00E+00
La	1.13E+04	1.13E+04	5.70E+03	1.10E+04	1.13E+04	1.10E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.13E+04	1.10E+04
Ce	3.90E+02	3.90E+02	1.00E+02	2.10E+03	6.00E+03	1.10E+04	2.20E+03	2.20E+03	2.20E+03	2.20E+03	2.20E+03	1.30E+02	1.60E+02
C	1.70E+03	1.70E+03	1.40E+03	1.30E+03	1.00E+04	2.50E+02	6.50E+02	1.00E+04	1.70E+03	1.70E+03	1.70E+03	1.70E+03	1.30E+03
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

表 6.2-22 水生生物内照射剂量率（μGy/h）

水生生物 核素	底层鱼	浅层鱼	甲壳类	大型海藻	浮游动物	浮游植物	软体动物	多毛类	鸟类	哺乳动物	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物
Cr-51	1.59E-06	1.64E-06	8.49E-07	4.11E-05	6.36E-06	3.10E-05	1.40E-05	1.36E-05	1.77E-05	3.24E-05	3.18E-05	1.33E-05	4.22E-05
Mn-54	6.81E-05	7.89E-05	1.58E-03	9.30E-05	1.29E-05	1.44E-05	1.53E-04	3.20E-05	1.78E-04	6.46E-04	6.46E-04	8.57E-08	4.16E-04
Co-58	6.36E-04	7.19E-04	5.19E-04	1.08E-04	1.98E-04	9.16E-05	3.82E-04	5.01E-04	8.44E-05	2.76E-04	2.68E-04	3.30E-05	2.43E-05
Co-60	1.51E-03	1.69E-03	1.23E-03	2.51E-04	4.52E-04	2.40E-04	8.73E-04	1.15E-03	2.02E-04	6.55E-04	6.47E-04	7.46E-05	5.50E-05
Zn-65	3.12E-05	3.54E-05	4.79E-04	1.26E-06	3.73E-05	3.22E-06	5.69E-05	1.51E-05	4.53E-05	1.52E-04	1.50E-04	1.28E-05	1.49E-06
Sb-124	3.50E-05	3.74E-05	1.99E-05	8.92E-06	3.43E-05	1.15E-05	2.17E-05	1.99E-04	5.84E-04	1.25E-03	1.23E-03	3.62E-06	1.08E-05
Ag-110m	1.62E-04	1.88E-04	6.76E-04	2.74E-05	2.34E-05	1.73E-04	3.00E-04	1.89E-04	4.67E-04	1.60E-03	1.58E-03	7.57E-07	3.57E-05
Sr-89	5.98E-07	6.17E-07	1.22E-06	5.72E-07	9.16E-07	8.10E-07	3.48E-06	9.98E-09	4.05E-06	4.05E-06	4.05E-06	2.00E-06	6.96E-08
Sr-90	5.79E-08	5.98E-08	1.20E-07	5.28E-08	7.61E-08	8.43E-08	3.36E-07	9.59E-10	3.99E-07	4.12E-07	4.12E-07	1.84E-07	6.72E-09
Zr-95	9.54E-07	1.05E-06	6.59E-07	1.43E-05	1.58E-04	1.90E-04	3.03E-05	2.85E-05	1.24E-06	2.86E-06	2.86E-06	1.06E-06	1.02E-05
Nb-95	3.64E-07	4.11E-07	1.50E-06	3.50E-06	1.06E-04	4.72E-06	6.96E-06	6.11E-06	1.48E-05	4.49E-05	4.32E-05	5.71E-06	3.97E-06
Ru-103	1.21E-07	1.28E-07	4.59E-07	3.99E-06	8.98E-05	1.76E-05	5.58E-06	5.46E-06	8.18E-06	1.61E-05	1.61E-05	9.19E-08	4.19E-06
Te-129m	2.23E-05	2.23E-05	3.33E-05	1.14E-05	2.03E-05	1.24E-04	4.57E-05	1.33E-04	2.76E-04	2.91E-04	2.91E-04	2.86E-07	1.34E-05
Te-132	7.64E-04	8.13E-04	1.25E-03	3.30E-04	5.42E-04	3.67E-03	1.34E-03	3.71E-03	1.07E-02	2.30E-02	2.30E-02	7.78E-06	3.91E-04
I-129	5.34E-13	5.34E-13	2.34E-12	2.32E-10	1.65E-10	4.89E-11	4.93E-10	4.80E-10	4.16E-14	4.56E-14	4.56E-14	4.80E-10	1.34E-12
I-131	3.83E-05	3.83E-05	1.79E-04	1.53E-02	9.93E-03	1.99E-03	3.45E-02	3.17E-02	3.11E-06	5.34E-06	5.34E-06	3.17E-02	9.42E-05
I-132	4.86E-05	5.24E-05	2.39E-04	1.55E-02	7.48E-03	8.29E-04	3.87E-02	3.50E-02	4.44E-06	9.66E-06	9.46E-06	3.25E-02	1.06E-04
I-133	8.21E-05	8.53E-05	3.85E-04	3.09E-02	1.74E-02	2.06E-03	7.41E-02	6.80E-02	6.68E-06	1.03E-05	1.03E-05	6.80E-02	2.02E-04
Cs-134	7.85E-04	8.78E-04	5.83E-04	5.92E-04	6.01E-04	2.37E-05	3.30E-04	1.09E-03	5.81E-03	7.14E-03	1.53E-02	1.27E-03	7.15E-05
Cs-136	1.11E-03	1.21E-03	8.79E-04	7.70E-04	7.55E-04	3.95E-05	4.41E-04	1.46E-03	8.65E-03	1.19E-02	2.56E-02	1.64E-03	8.83E-05
Cs-137	6.45E-04	6.83E-04	4.31E-04	6.08E-04	7.05E-04	2.57E-05	3.39E-04	1.14E-03	4.12E-03	3.28E-03	6.94E-03	1.46E-03	6.78E-05
Ba-140	2.01E-06	2.10E-06	4.32E-06	1.78E-06	3.04E-06	3.76E-06	1.04E-05	2.98E-08	1.50E-05	2.75E-05	2.72E-05	5.86E-06	2.10E-07
La-140	6.69E-05	7.08E-05	3.77E-05	4.55E-05	3.06E-05	1.01E-05	5.46E-05	5.04E-05	7.87E-05	1.63E-04	1.61E-04	4.68E-05	5.44E-05

Ce-141	1.09E-06	1.09E-06	2.81E-07	5.66E-06	1.53E-05	2.14E-05	6.11E-06	6.05E-06	6.79E-06	8.02E-06	8.02E-06	3.54E-07	4.44E-07
Ce-144	9.96E-05	1.05E-04	2.74E-05	3.91E-04	5.72E-04	4.12E-04	5.28E-04	4.86E-04	6.04E-04	6.37E-04	6.37E-04	2.48E-05	3.90E-05
C-14	4.86E-02	4.86E-02	4.00E-02	3.65E-02	2.76E-01	6.66E-03	1.79E-02	2.76E-01	4.86E-02	4.86E-02	4.86E-02	4.69E-02	3.59E-02
H-3	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.54E-03	9.57E-03	9.54E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03

表 6.2-23 水生生物外照射剂量率（μGy/h）

水生生物 核素	底层鱼	浅层鱼	甲壳类	大型海藻	浮游动物	浮游植物	软体动物	多毛类	鸟类	哺乳动物	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物
Cr-51	9.68E-04	1.43E-08	9.31E-04	1.04E-03	1.61E-08	1.63E-08	1.03E-03	2.09E-03	1.36E-08	6.28E-09	6.56E-09	1.05E-03	1.03E-03
Mn-54	6.34E-01	2.33E-07	6.20E-01	6.76E-01	2.60E-07	2.61E-07	6.77E-01	1.35E+00	2.27E-07	1.19E-07	1.24E-07	6.77E-01	6.63E-01
Co-58	3.34E-01	8.20E-07	3.28E-01	3.59E-01	9.18E-07	9.33E-07	3.54E-01	7.21E-01	7.87E-07	4.10E-07	4.26E-07	3.60E-01	3.54E-01
Co-60	8.73E-01	2.18E-06	8.73E-01	9.48E-01	2.35E-06	2.44E-06	9.40E-01	1.88E+00	2.18E-06	1.21E-06	1.23E-06	9.40E-01	9.40E-01
Zn-65	9.56E-04	1.01E-08	9.23E-04	1.01E-03	1.11E-08	1.12E-08	1.01E-03	2.03E-03	9.69E-09	5.42E-09	5.50E-09	1.02E-03	1.00E-03
Sb-124	5.25E-04	1.93E-07	5.03E-04	5.75E-04	2.21E-07	2.44E-07	5.36E-04	1.18E-03	1.85E-07	1.05E-07	1.07E-07	5.89E-04	5.36E-04
Ag-110m	1.63E-03	1.14E-07	1.52E-03	1.69E-03	1.31E-07	1.31E-07	1.63E-03	3.48E-03	1.14E-07	6.04E-08	6.20E-08	1.74E-03	1.63E-03
Sr-89	1.25E-08	7.11E-10	7.01E-09	6.26E-08	1.12E-08	2.09E-08	2.34E-08	7.01E-08	5.31E-10	1.12E-10	1.27E-10	4.67E-08	2.09E-08
Sr-90	2.15E-09	1.04E-10	9.90E-10	7.98E-09	1.39E-09	2.07E-09	3.32E-09	9.05E-09	7.72E-11	1.62E-11	1.78E-11	6.46E-09	2.97E-09
Zr-95	1.16E-01	4.26E-08	1.13E-01	1.25E-01	4.82E-08	4.97E-08	1.22E-01	2.51E-01	4.14E-08	2.13E-08	2.24E-08	1.25E-01	1.22E-01
Nb-95	8.06E-02	7.56E-08	7.85E-02	8.67E-02	8.32E-08	8.38E-08	8.66E-02	1.73E-01	7.18E-08	3.78E-08	3.78E-08	8.66E-02	8.66E-02
Ru-103	5.87E-04	1.06E-08	5.64E-04	6.22E-04	1.19E-08	1.24E-08	6.11E-04	1.22E-03	1.01E-08	4.85E-09	5.29E-09	6.34E-04	6.11E-04
Te-129m	6.16E-06	4.08E-09	5.19E-06	1.30E-05	1.63E-08	2.72E-08	7.97E-06	1.95E-05	3.71E-09	1.63E-09	1.72E-09	1.11E-05	7.61E-06
Te-132	4.31E-03	3.00E-06	4.00E-03	4.65E-03	3.70E-06	3.99E-06	4.62E-03	9.23E-03	3.00E-06	1.55E-06	1.59E-06	4.62E-03	4.62E-03
I-129	9.83E-13	9.69E-15	8.44E-13	1.34E-12	1.60E-14	1.79E-14	1.28E-12	2.76E-12	8.09E-15	1.82E-15	1.94E-15	1.39E-12	1.28E-12
I-131	6.13E-04	6.54E-06	5.82E-04	6.75E-04	7.52E-06	8.73E-06	6.44E-04	1.34E-03	6.21E-06	2.91E-06	3.01E-06	6.74E-04	6.44E-04
I-132	1.60E-03	1.70E-05	1.60E-03	1.79E-03	1.99E-05	2.19E-05	1.73E-03	3.44E-03	1.56E-05	8.52E-06	8.80E-06	1.73E-03	1.73E-03
I-133	1.09E-03	1.12E-05	1.02E-03	1.24E-03	1.51E-05	1.85E-05	1.15E-03	2.36E-03	1.05E-05	5.27E-06	5.62E-06	1.22E-03	1.15E-03
Cs-134	2.40E-01	4.46E-05	2.32E-01	2.58E-01	5.01E-05	5.18E-05	2.55E-01	5.16E-01	4.24E-05	2.20E-05	2.26E-05	2.61E-01	2.55E-01
Cs-136	4.23E-01	7.93E-05	4.23E-01	4.69E-01	9.37E-05	9.13E-05	4.61E-01	9.22E-01	7.93E-05	4.18E-05	4.25E-05	4.61E-01	4.61E-01
Cs-137	7.22E-02	1.31E-05	6.98E-02	7.94E-02	1.58E-05	1.82E-05	7.71E-02	1.59E-01	1.27E-05	6.33E-06	6.78E-06	7.95E-02	7.71E-02
Ba-140	4.98E-04	1.84E-07	4.80E-04	5.51E-04	2.23E-07	2.48E-07	5.29E-04	1.08E-03	1.76E-07	1.00E-07	1.02E-07	5.49E-04	5.26E-04

La-140	7.43E-02	1.82E-08	7.16E-02	8.15E-02	2.18E-08	2.36E-08	7.86E-02	1.60E-01	1.75E-08	1.01E-08	1.02E-08	8.14E-02	7.82E-02
Ce-141	4.29E-03	1.07E-09	4.18E-03	5.07E-03	1.43E-09	2.02E-09	4.83E-03	9.89E-03	1.02E-09	4.13E-10	4.40E-10	5.05E-03	4.72E-03
Ce-144	1.67E-01	2.74E-08	9.90E-02	4.49E-01	2.02E-07	2.61E-07	2.28E-01	6.09E-01	2.25E-08	7.62E-09	8.00E-09	4.11E-01	2.13E-01
C-14	2.32E-05	2.22E-08	2.70E-05	2.76E-04	4.15E-07	1.62E-06	9.27E-05	1.85E-04	1.74E-08	3.48E-09	3.77E-09	1.80E-04	7.98E-05
H-3	1.69E-09	9.63E-12	1.57E-11	1.13E-05	1.86E-10	2.22E-07	6.16E-09	8.96E-09	4.18E-10	3.83E-11	4.18E-11	1.25E-10	5.53E-09

表 6.2-24 水生生物总辐射剂量率（μGy/h）

水生生物 核素	底层鱼	浅层鱼	甲壳类	大型海藻	浮游动物	浮游植物	软体动物	多毛类	鸟类	哺乳动物	爬行动物	海葵和珊瑚	维管植物
Cr-51	9.70E-04	1.65E-06	9.32E-04	1.08E-03	6.38E-06	3.10E-05	1.05E-03	2.10E-03	1.77E-05	3.24E-05	3.18E-05	1.07E-03	1.07E-03
Mn-54	6.34E-01	7.91E-05	6.21E-01	6.76E-01	1.31E-05	1.46E-05	6.77E-01	1.35E+00	1.78E-04	6.46E-04	6.46E-04	6.77E-01	6.63E-01
Co-58	3.35E-01	7.19E-04	3.28E-01	3.59E-01	1.99E-04	9.25E-05	3.54E-01	7.21E-01	8.52E-05	2.76E-04	2.68E-04	3.60E-01	3.54E-01
Co-60	8.74E-01	1.69E-03	8.74E-01	9.49E-01	4.54E-04	2.42E-04	9.41E-01	1.88E+00	2.04E-04	6.56E-04	6.48E-04	9.40E-01	9.40E-01
Zn-65	9.87E-04	3.55E-05	1.40E-03	1.01E-03	3.73E-05	3.23E-06	1.06E-03	2.05E-03	4.53E-05	1.52E-04	1.50E-04	1.04E-03	1.00E-03
Sb-124	5.60E-04	3.76E-05	5.23E-04	5.84E-04	3.45E-05	1.18E-05	5.57E-04	1.38E-03	5.84E-04	1.25E-03	1.23E-03	5.93E-04	5.46E-04
Ag-110m	1.79E-03	1.89E-04	2.20E-03	1.72E-03	2.36E-05	1.73E-04	1.93E-03	3.67E-03	4.67E-04	1.60E-03	1.58E-03	1.74E-03	1.67E-03
Sr-89	6.11E-07	6.18E-07	1.23E-06	6.35E-07	9.27E-07	8.31E-07	3.50E-06	8.01E-08	4.05E-06	4.05E-06	4.05E-06	2.04E-06	9.04E-08
Sr-90	6.01E-08	5.99E-08	1.21E-07	6.08E-08	7.75E-08	8.64E-08	3.39E-07	1.00E-08	3.99E-07	4.12E-07	4.12E-07	1.90E-07	9.69E-09
Zr-95	1.16E-01	1.09E-06	1.13E-01	1.25E-01	1.58E-04	1.90E-04	1.22E-01	2.51E-01	1.28E-06	2.88E-06	2.89E-06	1.25E-01	1.22E-01
Nb-95	8.06E-02	4.86E-07	7.85E-02	8.67E-02	1.06E-04	4.80E-06	8.66E-02	1.73E-01	1.48E-05	4.49E-05	4.33E-05	8.66E-02	8.66E-02
Ru-103	5.88E-04	1.39E-07	5.64E-04	6.26E-04	8.98E-05	1.76E-05	6.16E-04	1.23E-03	8.19E-06	1.61E-05	1.61E-05	6.34E-04	6.15E-04
Te-129m	2.85E-05	2.23E-05	3.85E-05	2.44E-05	2.03E-05	1.24E-04	5.37E-05	1.53E-04	2.76E-04	2.91E-04	2.91E-04	1.14E-05	2.10E-05
Te-132	5.07E-03	8.16E-04	5.25E-03	4.99E-03	5.46E-04	3.67E-03	5.96E-03	1.29E-02	1.07E-02	2.30E-02	2.30E-02	4.62E-03	5.01E-03
I-129	1.52E-12	5.44E-13	3.19E-12	2.33E-10	1.65E-10	4.89E-11	4.94E-10	4.83E-10	4.97E-14	4.74E-14	4.75E-14	4.82E-10	2.63E-12
I-131	6.51E-04	4.48E-05	7.62E-04	1.60E-02	9.94E-03	2.00E-03	3.52E-02	3.30E-02	9.33E-06	8.25E-06	8.35E-06	3.23E-02	7.38E-04
I-132	1.65E-03	6.94E-05	1.84E-03	1.73E-02	7.50E-03	8.51E-04	4.05E-02	3.84E-02	2.01E-05	1.82E-05	1.83E-05	3.42E-02	1.84E-03
I-133	1.17E-03	9.65E-05	1.41E-03	3.21E-02	1.74E-02	2.07E-03	7.53E-02	7.03E-02	1.72E-05	1.55E-05	1.59E-05	6.92E-02	1.35E-03
Cs-134	2.41E-01	9.22E-04	2.32E-01	2.58E-01	6.51E-04	7.55E-05	2.55E-01	5.17E-01	5.85E-03	7.16E-03	1.53E-02	2.62E-01	2.55E-01
Cs-136	4.24E-01	1.29E-03	4.23E-01	4.69E-01	8.49E-04	1.31E-04	4.61E-01	9.23E-01	8.73E-03	1.19E-02	2.57E-02	4.63E-01	4.61E-01
Cs-137	7.29E-02	6.97E-04	7.03E-02	8.00E-02	7.21E-04	4.40E-05	7.74E-02	1.60E-01	4.13E-03	3.29E-03	6.95E-03	8.09E-02	7.71E-02
Ba-140	5.01E-04	2.29E-06	4.85E-04	5.53E-04	3.26E-06	4.00E-06	5.39E-04	1.08E-03	1.52E-05	2.76E-05	2.73E-05	5.55E-04	5.27E-04
La-140	7.43E-02	7.08E-05	7.16E-02	8.15E-02	3.07E-05	1.02E-05	7.87E-02	1.60E-01	7.87E-05	1.63E-04	1.61E-04	8.14E-02	7.83E-02
Ce-141	4.29E-03	1.10E-06	4.18E-03	5.07E-03	1.53E-05	2.14E-05	4.84E-03	9.90E-03	6.79E-06	8.02E-06	8.02E-06	5.05E-03	4.73E-03

Ce-144	1.68E-01	1.06E-04	9.90E-02	4.49E-01	5.72E-04	4.12E-04	2.29E-01	6.09E-01	6.04E-04	6.37E-04	6.37E-04	4.11E-01	2.13E-01
C-14	4.86E-02	4.86E-02	4.00E-02	3.68E-02	2.76E-01	6.67E-03	1.80E-02	2.76E-01	4.86E-02	4.86E-02	4.86E-02	4.71E-02	3.59E-02
H-3	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.55E-03	9.57E-03	9.54E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03	9.57E-03

表 6.2-25 水生生物危害商

水生生物名称	危害商
底层鱼	3.10E-01
浅层鱼	6.50E-03
甲壳类	2.98E-01
大型海藻	3.66E-01
浮游动物	3.25E-02
浮游植物	2.64E-03
软体动物	3.48E-01
多毛类	7.21E-01
鸟类	9.02E-03
哺乳动物	1.09E-02
爬行动物	1.35E-02
海葵和珊瑚	3.70E-01
维管植物	3.32E-01

表 6.2-26 廉江核电厂（2×CAP1000 核电机组）
各种核素经各种气态照射途径对附近居民（婴儿）所致的
最大个人有效剂量(mSv/a)

距离：1～2km 方位：WNW

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额%
Kr-83m	1.61E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-12	0.00
Kr-85m	2.27E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-08	0.01
Kr-85	1.61E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-08	0.01
Kr-87	6.75E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-08	0.02
Kr-88	5.65E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-07	0.19
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-131m	3.02E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.02E-09	0.00
Xe-133m	8.96E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.96E-09	0.00
Xe-133	7.30E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.30E-07	0.24
Xe-135m	7.48E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.48E-09	0.00
Xe-135	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07	0.05
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-138	2.46E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-08	0.01
I-129	1.09E-18	2.54E-15	1.30E-14	4.67E-13	4.82E-13	0.00
I-130	9.95E-12	1.49E-11	3.70E-11	1.26E-10	1.87E-10	0.00
I-131	2.79E-10	1.27E-08	6.94E-08	1.53E-06	1.61E-06	0.54
I-132	7.81E-10	4.43E-10	4.78E-10	9.29E-12	1.71E-09	0.00
I-133	2.93E-10	1.48E-09	1.17E-08	1.25E-07	1.39E-07	0.05
I-134	1.92E-10	1.11E-11	4.39E-11	6.27E-18	2.47E-10	0.00
I-135	4.84E-10	6.94E-10	1.53E-09	2.83E-09	5.53E-09	0.00
Zn-65	4.57E-11	3.01E-08	1.49E-09	6.23E-08	9.39E-08	0.03
Cr-51	7.01E-12	1.49E-09	7.60E-11	7.68E-10	2.34E-09	0.00
Mn-54	2.05E-10	1.61E-07	2.36E-09	1.79E-08	1.81E-07	0.06
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	9.98E-10	1.63E-08	1.73E-08	0.01
Fe-59	3.73E-11	1.12E-08	8.24E-10	1.22E-08	2.43E-08	0.01
Co-58	6.49E-10	2.89E-07	7.79E-09	5.42E-08	3.52E-07	0.12
Co-60	2.11E-10	1.82E-07	9.69E-09	5.46E-08	2.47E-07	0.08
Sb-124	7.32E-11	2.12E-08	1.97E-09	1.00E-08	3.33E-08	0.01
Ag-110m	6.06E-10	4.07E-07	1.30E-08	5.99E-08	4.81E-07	0.16
Br-83	5.12E-14	3.11E-14	2.98E-12	1.18E-15	3.06E-12	0.00
Br-84	4.71E-12	6.98E-13	1.18E-12	5.50E-31	6.59E-12	0.00
Br-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Rb-88	2.62E-10	2.93E-11	9.40E-11	5.05E-44	3.85E-10	0.00
Rb-89	3.45E-11	3.68E-12	2.90E-12	0.00E+00	4.11E-11	0.00
Sr-89	8.01E-15	2.20E-11	4.47E-11	3.58E-10	4.24E-10	0.00
Sr-90	1.13E-16	6.05E-12	3.06E-11	1.86E-10	2.22E-10	0.00

Sr-91	2.85E-13	6.09E-13	1.84E-12	1.49E-12	4.21E-12	0.00
Sr-92	1.26E-13	7.50E-14	2.60E-13	3.77E-16	4.61E-13	0.00
Y-90	4.74E-17	4.50E-15	4.75E-14	4.92E-13	5.44E-13	0.00
Y-91m	8.59E-14	2.12E-14	1.58E-14	5.98E-26	1.23E-13	0.00
Y-91	1.55E-15	2.73E-12	6.68E-12	3.44E-11	4.38E-11	0.00
Y-92	1.96E-14	1.57E-14	1.82E-13	4.01E-15	2.21E-13	0.00
Y-93	2.60E-15	5.59E-15	1.58E-13	2.88E-13	4.54E-13	0.00
Zr-95	1.12E-13	9.97E-11	4.89E-12	1.44E-11	1.19E-10	0.00
Nb-95	7.74E-14	1.99E-11	9.94E-13	4.61E-12	2.56E-11	0.00
Mo-99	1.33E-11	2.22E-10	4.59E-10	1.61E-09	2.30E-09	0.00
Tc-99m	5.32E-12	7.50E-12	7.29E-12	1.37E-12	2.15E-11	0.00
Ru-103	4.36E-14	1.30E-11	1.58E-12	6.85E-12	2.14E-11	0.00
Rh-103m	4.32E-18	8.03E-18	6.23E-16	8.43E-26	6.35E-16	0.00
Rh-106	1.98E-15	1.09E-15	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-15	0.00
Te-127m	2.70E-15	8.93E-12	4.52E-11	5.02E-10	5.56E-10	0.00
Te-129m	5.58E-14	1.75E-11	7.86E-11	7.35E-10	8.31E-10	0.00
Te-129	4.22E-14	1.42E-14	3.41E-13	4.86E-21	3.97E-13	0.00
Te-131m	2.56E-12	1.66E-11	1.78E-11	1.17E-10	1.54E-10	0.00
Te-131	2.66E-13	4.02E-14	2.16E-13	4.70E-37	5.22E-13	0.00
Te-132	4.17E-12	8.53E-10	5.56E-10	5.66E-09	7.08E-09	0.00
Te-134	1.67E-12	3.61E-13	1.40E-12	3.07E-26	3.44E-12	0.00
Cs-134	1.26E-09	1.13E-06	7.35E-08	6.24E-07	1.83E-06	0.61
Cs-136	1.14E-09	1.12E-07	1.01E-08	1.66E-07	2.88E-07	0.10
Cs-137	3.63E-10	3.57E-07	9.19E-08	4.05E-07	8.53E-07	0.28
Cs-138	2.87E-10	4.56E-11	6.32E-11	1.28E-28	3.96E-10	0.00
Ba-137m	3.04E-12	6.02E-13	0.00E+00	0.00E+00	3.64E-12	0.00
Ba-140	6.42E-14	6.47E-12	1.38E-11	9.95E-11	1.20E-10	0.00
La-140	1.63E-13	1.34E-12	7.80E-13	6.18E-12	8.46E-12	0.00
Ce-141	6.63E-15	1.74E-12	1.93E-12	7.56E-12	1.12E-11	0.00
Ce-143	8.96E-15	7.04E-14	2.60E-13	1.62E-12	1.96E-12	0.00
Pr-143	2.33E-17	2.78E-15	9.17E-13	6.11E-12	7.03E-12	0.00
Ce-144	9.23E-15	1.69E-11	6.05E-11	1.00E-10	1.78E-10	0.00
Pr-144	5.26E-16	6.37E-17	3.25E-15	0.00E+00	3.84E-15	0.00
H-3	3.75E-10	0.00E+00	2.45E-05	4.99E-06	2.95E-05	9.82
C-14	1.82E-11	0.00E+00	9.79E-05	1.65E-04	2.63E-04	87.58
汇总（mSv/a）	1.62E-06	2.72E-06	1.23E-04	1.73E-04	3.00E-04	100.00
份额（%）	0.54	0.91	40.91	57.64	100.00	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-27 廉江核电厂（2×CAP1000 核电机组）
各种核素经各种气态照射途径对附近居民（儿童）所致的
最大个人有效剂量(mSv/a)

距离：1～2km 方位：WNW

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额%
Kr-83m	1.61E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-12	0.00
Kr-85m	2.27E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-08	0.00
Kr-85	1.61E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-08	0.00
Kr-87	6.75E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-08	0.00
Kr-88	5.65E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-07	0.04
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-131m	3.02E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.02E-09	0.00
Xe-133m	8.96E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.96E-09	0.00
Xe-133	7.30E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.30E-07	0.05
Xe-135m	7.48E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.48E-09	0.00
Xe-135	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07	0.01
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-138	2.46E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-08	0.00
I-129	1.09E-18	2.54E-15	6.12E-14	3.65E-12	3.71E-12	0.00
I-130	9.95E-12	1.49E-11	1.31E-10	7.83E-10	9.39E-10	0.00
I-131	2.79E-10	1.27E-08	2.73E-07	1.10E-05	1.12E-05	0.73
I-132	7.81E-10	4.43E-10	1.64E-09	5.40E-11	2.92E-09	0.00
I-133	2.93E-10	1.48E-09	4.36E-08	8.19E-07	8.64E-07	0.06
I-134	1.92E-10	1.11E-11	1.33E-10	3.11E-17	3.36E-10	0.00
I-135	4.84E-10	6.94E-10	5.42E-09	1.83E-08	2.49E-08	0.00
Zn-65	4.57E-11	3.01E-08	3.91E-09	1.71E-07	2.05E-07	0.01
Cr-51	7.01E-12	1.49E-09	2.41E-10	3.44E-09	5.18E-09	0.00
Mn-54	2.05E-10	1.61E-07	7.67E-09	6.59E-08	2.34E-07	0.02
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	2.99E-09	3.36E-08	3.66E-08	0.00
Fe-59	3.73E-11	1.12E-08	2.01E-09	2.74E-08	4.07E-08	0.00
Co-58	6.49E-10	2.89E-07	2.55E-08	2.16E-07	5.32E-07	0.03
Co-60	2.11E-10	1.82E-07	3.56E-08	1.77E-07	3.95E-07	0.03
Sb-124	7.32E-11	2.12E-08	6.16E-09	4.32E-08	7.07E-08	0.00
Ag-110m	6.06E-10	4.07E-07	4.55E-08	2.30E-07	6.83E-07	0.04
Br-83	5.12E-14	3.11E-14	7.69E-12	4.84E-15	7.78E-12	0.00
Br-84	4.71E-12	6.98E-13	3.00E-12	2.32E-30	8.41E-12	0.00
Br-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Rb-88	2.62E-10	2.93E-11	2.33E-10	2.05E-43	5.24E-10	0.00
Rb-89	3.45E-11	3.68E-12	7.56E-12	0.00E+00	4.58E-11	0.00
Sr-89	8.01E-15	2.20E-11	1.35E-10	1.19E-09	1.35E-09	0.00
Sr-90	1.13E-16	6.05E-12	1.15E-10	3.76E-10	4.96E-10	0.00
Sr-91	2.85E-13	6.09E-13	5.15E-12	8.31E-12	1.44E-11	0.00
Sr-92	1.26E-13	7.50E-14	6.95E-13	2.18E-15	8.98E-13	0.00
Y-90	4.74E-17	4.50E-15	1.26E-13	2.31E-12	2.44E-12	0.00
Y-91m	8.59E-14	2.12E-14	4.96E-14	2.84E-25	1.57E-13	0.00
Y-91	1.55E-15	2.73E-12	2.07E-11	1.49E-10	1.72E-10	0.00
Y-92	1.96E-14	1.57E-14	4.51E-13	1.78E-14	5.04E-13	0.00
Y-93	2.60E-15	5.59E-15	4.05E-13	1.27E-12	1.68E-12	0.00

Zr-95	1.12E-13	9.97E-11	1.52E-11	6.30E-11	1.78E-10	0.00
Nb-95	7.74E-14	1.99E-11	2.99E-12	2.17E-11	4.47E-11	0.00
Mo-99	1.33E-11	2.22E-10	1.25E-09	7.44E-09	8.93E-09	0.00
Tc-99m	5.32E-12	7.50E-12	2.20E-11	6.47E-12	4.13E-11	0.00
Ru-103	4.36E-14	1.30E-11	4.77E-12	2.99E-11	4.77E-11	0.00
Rh-103m	4.32E-18	8.03E-18	1.59E-15	3.52E-25	1.60E-15	0.00
Rh-106	1.98E-15	1.09E-15	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-15	0.00
Te-127m	2.70E-15	8.93E-12	1.43E-10	1.42E-09	1.57E-09	0.00
Te-129m	5.58E-14	1.75E-11	2.36E-10	2.73E-09	2.98E-09	0.00
Te-129	4.22E-14	1.42E-14	8.80E-13	2.07E-20	9.36E-13	0.00
Te-131m	2.56E-12	1.66E-11	6.12E-11	5.96E-10	6.77E-10	0.00
Te-131	2.66E-13	4.02E-14	6.51E-13	2.51E-36	9.58E-13	0.00
Te-132	4.17E-12	8.53E-10	1.79E-09	2.57E-08	2.84E-08	0.00
Te-134	1.67E-12	3.61E-13	3.94E-12	1.52E-25	5.97E-12	0.00
Cs-134	1.26E-09	1.13E-06	2.60E-07	2.50E-06	3.89E-06	0.25
Cs-136	1.14E-09	1.12E-07	2.90E-08	7.39E-07	8.81E-07	0.06
Cs-137	3.63E-10	3.57E-07	3.28E-07	1.50E-06	2.19E-06	0.14
Cs-138	2.87E-10	4.56E-11	1.66E-10	5.00E-28	4.98E-10	0.00
Ba-137m	3.04E-12	6.02E-13	0.00E+00	0.00E+00	3.64E-12	0.00
Ba-140	6.42E-14	6.47E-12	4.10E-11	3.95E-10	4.42E-10	0.00
La-140	1.63E-13	1.34E-12	2.19E-12	2.92E-11	3.29E-11	0.00
Ce-141	6.63E-15	1.74E-12	5.69E-12	3.23E-11	3.97E-11	0.00
Ce-143	8.96E-15	7.04E-14	7.10E-13	7.85E-12	8.64E-12	0.00
Pr-143	2.33E-17	2.78E-15	2.55E-12	2.71E-11	2.97E-11	0.00
Ce-144	9.23E-15	1.69E-11	1.78E-10	3.88E-10	5.83E-10	0.00
Pr-144	5.26E-16	6.37E-17	8.08E-15	0.00E+00	8.66E-15	0.00
H-3	3.75E-10	0.00E+00	7.63E-05	2.13E-05	9.76E-05	6.35
C-14	1.82E-11	0.00E+00	3.44E-04	1.07E-03	1.42E-03	92.16
汇总（mSv/a）	1.62E-06	2.72E-06	4.21E-04	1.11E-03	1.54E-03	100.00
份额（%）	0.11	0.18	27.41	72.31	100.00	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-28　廉江核电厂（2×CAP1000 核电机组）
各种核素经各种气态照射途径对附近居民（青年）所致的
最大个人有效剂量(mSv/a)

距离：1～2km 方位：WNW

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额%
Kr-83m	1.61E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-12	0.00
Kr-85m	2.27E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-08	0.00
Kr-85	1.61E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-08	0.00
Kr-87	6.75E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-08	0.01
Kr-88	5.65E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-07	0.04
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-131m	3.02E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.02E-09	0.00
Xe-133m	8.96E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.96E-09	0.00
Xe-133	7.30E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.30E-07	0.05
Xe-135m	7.48E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.48E-09	0.00
Xe-135	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07	0.01
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-138	2.46E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-08	0.00
I-129	1.09E-18	2.54E-15	6.93E-14	6.03E-12	6.10E-12	0.00
I-130	9.95E-12	1.49E-11	4.13E-11	3.75E-10	4.41E-10	0.00
I-131	2.79E-10	1.27E-08	1.05E-07	5.94E-06	6.06E-06	0.45
I-132	7.81E-10	4.43E-10	5.47E-10	2.62E-11	1.80E-09	0.00
I-133	2.93E-10	1.48E-09	1.34E-08	3.49E-07	3.64E-07	0.03
I-134	1.92E-10	1.11E-11	5.75E-11	1.63E-17	2.60E-10	0.00
I-135	4.84E-10	6.94E-10	1.68E-09	8.48E-09	1.13E-08	0.00
Zn-65	4.57E-11	3.01E-08	2.16E-09	1.32E-07	1.64E-07	0.01
Cr-51	7.01E-12	1.49E-09	1.10E-10	2.21E-09	3.82E-09	0.00
Mn-54	2.05E-10	1.61E-07	4.32E-09	5.29E-08	2.18E-07	0.02
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	1.90E-09	2.94E-08	3.13E-08	0.00
Fe-59	3.73E-11	1.12E-08	1.30E-09	1.88E-08	3.14E-08	0.00
Co-58	6.49E-10	2.89E-07	1.53E-08	1.59E-07	4.65E-07	0.03
Co-60	2.11E-10	1.82E-07	2.41E-08	1.38E-07	3.44E-07	0.03
Sb-124	7.32E-11	2.12E-08	3.76E-09	2.67E-08	5.17E-08	0.00
Ag-110m	6.06E-10	4.07E-07	2.91E-08	1.63E-07	5.99E-07	0.04
Br-83	5.12E-14	3.11E-14	3.75E-12	2.51E-15	3.83E-12	0.00
Br-84	4.71E-12	6.98E-13	1.40E-12	1.20E-30	6.81E-12	0.00
Br-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Rb-88	2.62E-10	2.93E-11	9.05E-11	1.05E-43	3.82E-10	0.00
Rb-89	3.45E-11	3.68E-12	3.19E-12	0.00E+00	4.14E-11	0.00
Sr-89	8.01E-15	2.20E-11	7.85E-11	7.29E-10	8.29E-10	0.00
Sr-90	1.13E-16	6.05E-12	7.50E-11	5.92E-10	6.73E-10	0.00
Sr-91	2.85E-13	6.09E-13	2.31E-12	4.68E-12	7.88E-12	0.00
Sr-92	1.26E-13	7.50E-14	3.03E-13	1.24E-15	5.06E-13	0.00
Y-90	4.74E-17	4.50E-15	5.64E-14	1.28E-12	1.34E-12	0.00
Y-91m	8.59E-14	2.12E-14	2.44E-14	1.86E-25	1.32E-13	0.00
Y-91	1.55E-15	2.73E-12	1.15E-11	8.17E-11	9.60E-11	0.00
Y-92	1.96E-14	1.57E-14	1.91E-13	9.26E-15	2.36E-13	0.00
Y-93	2.60E-15	5.59E-15	1.67E-13	7.01E-13	8.76E-13	0.00
Zr-95	1.12E-13	9.97E-11	9.66E-12	4.06E-11	1.50E-10	0.00
Nb-95	7.74E-14	1.99E-11	1.84E-12	1.42E-11	3.60E-11	0.00

Mo-99	1.33E-11	2.22E-10	6.46E-10	4.38E-09	5.26E-09	0.00
Tc-99m	5.32E-12	7.50E-12	1.12E-11	4.01E-12	2.80E-11	0.00
Ru-103	4.36E-14	1.30E-11	2.91E-12	1.85E-11	3.44E-11	0.00
Rh-103m	4.32E-18	8.03E-18	7.65E-16	1.81E-25	7.78E-16	0.00
Rh-106	1.98E-15	1.09E-15	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-15	0.00
Te-127m	2.70E-15	8.93E-12	8.82E-11	7.86E-10	8.83E-10	0.00
Te-129m	5.58E-14	1.75E-11	1.42E-10	1.42E-09	1.58E-09	0.00
Te-129	4.22E-14	1.42E-14	3.84E-13	1.06E-20	4.40E-13	0.00
Te-131m	2.56E-12	1.66E-11	2.34E-11	3.43E-10	3.86E-10	0.00
Te-131	2.66E-13	4.02E-14	2.51E-13	1.35E-36	5.57E-13	0.00
Te-132	4.17E-12	8.53E-10	6.07E-10	1.34E-08	1.48E-08	0.00
Te-134	1.67E-12	3.61E-13	1.86E-12	8.37E-26	3.90E-12	0.00
Cs-134	1.26E-09	1.13E-06	1.68E-07	5.67E-06	6.97E-06	0.52
Cs-136	1.14E-09	1.12E-07	1.57E-08	6.45E-07	7.74E-07	0.06
Cs-137	3.63E-10	3.57E-07	2.29E-07	3.11E-06	3.70E-06	0.27
Cs-138	2.87E-10	4.56E-11	7.05E-11	2.70E-28	4.03E-10	0.00
Ba-137m	3.04E-12	6.02E-13	0.00E+00	0.00E+00	3.64E-12	0.00
Ba-140	6.42E-14	6.47E-12	2.33E-11	2.40E-10	2.70E-10	0.00
La-140	1.63E-13	1.34E-12	1.01E-12	1.77E-11	2.02E-11	0.00
Ce-141	6.63E-15	1.74E-12	3.66E-12	1.80E-11	2.34E-11	0.00
Ce-143	8.96E-15	7.04E-14	3.53E-13	4.42E-12	4.85E-12	0.00
Pr-143	2.33E-17	2.78E-15	1.45E-12	1.52E-11	1.67E-11	0.00
Ce-144	9.23E-15	1.69E-11	7.49E-11	2.09E-10	3.01E-10	0.00
Pr-144	5.26E-16	6.37E-17	3.33E-15	0.00E+00	3.92E-15	0.00
H-3	3.75E-10	0.00E+00	3.37E-05	2.01E-05	5.38E-05	3.99
C-14	1.82E-11	0.00E+00	2.18E-04	1.05E-03	1.27E-03	94.41
汇总（mSv/a）	1.62E-06	2.72E-06	2.52E-04	1.09E-03	1.35E-03	100.00
份额（%）	0.12	0.20	18.74	80.94	100.00	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-29　廉江核电厂（2×CAP1000 核电机组）
各种核素经各种气态照射途径对附近居民（成人）所致的
最大个人有效剂量(mSv/a)

距离：1～2km 方位：WNW

核素	空气浸没	地面沉积	吸入	食入	合计	份额%
Kr-83m	1.61E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-12	0.00
Kr-85m	2.27E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-08	0.00
Kr-85	1.61E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-08	0.00
Kr-87	6.75E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-08	0.00
Kr-88	5.65E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-07	0.04
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-131m	3.02E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.02E-09	0.00
Xe-133m	8.96E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.96E-09	0.00
Xe-133	7.30E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.30E-07	0.05
Xe-135m	7.48E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.48E-09	0.00
Xe-135	1.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07	0.01
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Xe-138	2.46E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-08	0.00
I-129	1.09E-18	2.54E-15	3.72E-14	5.00E-12	5.04E-12	0.00
I-130	9.95E-12	1.49E-11	1.73E-11	2.08E-10	2.50E-10	0.00
I-131	2.79E-10	1.27E-08	4.08E-08	3.26E-06	3.31E-06	0.23
I-132	7.81E-10	4.43E-10	2.73E-10	1.56E-11	1.51E-09	0.00
I-133	2.93E-10	1.48E-09	5.29E-09	1.92E-07	1.99E-07	0.01
I-134	1.92E-10	1.11E-11	2.87E-11	1.09E-17	2.31E-10	0.00
I-135	4.84E-10	6.94E-10	6.82E-10	4.58E-09	6.44E-09	0.00
Zn-65	4.57E-11	3.01E-08	1.25E-09	1.19E-07	1.50E-07	0.01
Cr-51	7.01E-12	1.49E-09	6.18E-11	1.46E-09	3.01E-09	0.00
Mn-54	2.05E-10	1.61E-07	2.70E-09	4.12E-08	2.05E-07	0.01
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-09	1.24E-08	1.35E-08	0.00
Fe-59	3.73E-11	1.12E-08	8.97E-10	9.88E-09	2.20E-08	0.00
Co-58	6.49E-10	2.89E-07	1.04E-08	9.61E-08	3.97E-07	0.03
Co-60	2.11E-10	1.82E-07	1.87E-08	6.03E-08	2.62E-07	0.02
Sb-124	7.32E-11	2.12E-08	2.49E-09	1.75E-08	4.13E-08	0.00
Ag-110m	6.06E-10	4.07E-07	1.94E-08	1.22E-07	5.49E-07	0.04
Br-83	5.12E-14	3.11E-14	2.34E-12	1.66E-15	2.42E-12	0.00
Br-84	4.71E-12	6.98E-13	6.72E-13	8.43E-31	6.08E-12	0.00
Br-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Rb-88	2.62E-10	2.93E-11	4.52E-11	7.15E-44	3.36E-10	0.00
Rb-89	3.45E-11	3.68E-12	1.66E-12	0.00E+00	3.99E-11	0.00
Sr-89	8.01E-15	2.20E-11	5.17E-11	4.52E-10	5.26E-10	0.00
Sr-90	1.13E-16	6.05E-12	6.66E-11	3.97E-10	4.70E-10	0.00
Sr-91	2.85E-13	6.09E-13	1.23E-12	3.24E-12	5.36E-12	0.00
Sr-92	1.26E-13	7.50E-14	1.55E-13	8.30E-16	3.57E-13	0.00
Y-90	4.74E-17	4.50E-15	3.13E-14	7.46E-13	7.82E-13	0.00
Y-91m	8.59E-14	2.12E-14	1.34E-14	1.25E-25	1.21E-13	0.00
Y-91	1.55E-15	2.73E-12	7.90E-12	5.15E-11	6.22E-11	0.00
Y-92	1.96E-14	1.57E-14	9.84E-14	5.80E-15	1.39E-13	0.00
Y-93	2.60E-15	5.59E-15	8.24E-14	4.30E-13	5.21E-13	0.00
Zr-95	1.12E-13	9.97E-11	6.86E-12	2.81E-11	1.35E-10	0.00
Nb-95	7.74E-14	1.99E-11	1.33E-12	1.02E-11	3.15E-11	0.00

Mo-99	1.33E-11	2.22E-10	3.76E-10	3.06E-09	3.67E-09	0.00
Tc-99m	5.32E-12	7.50E-12	6.41E-12	2.62E-12	2.18E-11	0.00
Ru-103	4.36E-14	1.30E-11	2.08E-12	1.23E-11	2.74E-11	0.00
Rh-103m	4.32E-18	8.03E-18	4.81E-16	1.19E-25	4.93E-16	0.00
Rh-106	1.98E-15	1.09E-15	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-15	0.00
Te-127m	2.70E-15	8.93E-12	6.17E-11	4.94E-10	5.65E-10	0.00
Te-129m	5.58E-14	1.75E-11	9.33E-11	8.76E-10	9.86E-10	0.00
Te-129	4.22E-14	1.42E-14	2.17E-13	7.11E-21	2.73E-13	0.00
Te-131m	2.56E-12	1.66E-11	1.10E-11	1.94E-10	2.24E-10	0.00
Te-131	2.66E-13	4.02E-14	1.33E-13	7.91E-37	4.39E-13	0.00
Te-132	4.17E-12	8.53E-10	2.89E-10	7.81E-09	8.96E-09	0.00
Te-134	1.67E-12	3.61E-13	9.74E-13	5.35E-26	3.01E-12	0.00
Cs-134	1.26E-09	1.13E-06	1.20E-07	7.99E-06	9.24E-06	0.64
Cs-136	1.14E-09	1.12E-07	1.08E-08	5.78E-07	7.02E-07	0.05
Cs-137	3.63E-10	3.57E-07	1.86E-07	4.39E-06	4.93E-06	0.34
Cs-138	2.87E-10	4.56E-11	3.70E-11	1.87E-28	3.70E-10	0.00
Ba-137m	3.04E-12	6.02E-13	0.00E+00	0.00E+00	3.64E-12	0.00
Ba-140	6.42E-14	6.47E-12	1.57E-11	1.41E-10	1.63E-10	0.00
La-140	1.63E-13	1.34E-12	5.57E-13	1.08E-11	1.28E-11	0.00
Ce-141	6.63E-15	1.74E-12	2.62E-12	1.16E-11	1.60E-11	0.00
Ce-143	8.96E-15	7.04E-14	2.09E-13	2.59E-12	2.88E-12	0.00
Pr-143	2.33E-17	2.78E-15	9.68E-13	9.13E-12	1.01E-11	0.00
Ce-144	9.23E-15	1.69E-11	5.09E-11	1.39E-10	2.06E-10	0.00
Pr-144	5.26E-16	6.37E-17	1.76E-15	0.00E+00	2.35E-15	0.00
H-3	3.75E-10	0.00E+00	1.85E-05	2.48E-05	4.33E-05	3.00
C-14	1.82E-11	0.00E+00	1.71E-04	1.21E-03	1.38E-03	95.50
汇总（mSv/a）	1.62E-06	2.72E-06	1.90E-04	1.25E-03	1.44E-03	100.00
份额（%）	0.11	0.19	13.15	86.55	100.00	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-30 廉江 2 台 CAP1000 核电机组
各种核素经液态照射途径对附近居民（婴儿）所致的
最大有效剂量（mSv/a）

核素	食入合计	岸边活动	游泳	划船	总计	份额
Cr-51	9.55E-08	9.13E-10	0.00E+00	0.00E+00	9.65E-08	0.01%
Mn-54	1.92E-06	1.73E-07	0.00E+00	0.00E+00	2.09E-06	0.26%
Fe-55	9.83E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.83E-06	1.21%
Fe-59	1.55E-05	1.18E-08	0.00E+00	0.00E+00	1.55E-05	1.91%
Co-58	8.35E-06	1.31E-07	0.00E+00	0.00E+00	8.48E-06	1.04%
Co-60	3.53E-05	5.25E-06	0.00E+00	0.00E+00	4.05E-05	4.98%
Zn-65	1.52E-05	1.62E-08	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-05	1.87%
Sb-124	3.28E-08	1.28E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.55E-08	0.01%
Ag-110M	1.52E-05	3.23E-07	0.00E+00	0.00E+00	1.55E-05	1.91%
Br-83	7.00E-16	2.47E-12	0.00E+00	0.00E+00	2.47E-12	0.00%
Br-84	0.00E+00	3.20E-14	0.00E+00	0.00E+00	3.20E-14	0.00%
Br-85	0.00E+00	4.45E-19	0.00E+00	0.00E+00	4.45E-19	0.00%
Rb-88	0.00E+00	2.18E-13	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-13	0.00%
Sr-89	7.00E-10	9.98E-13	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-10	0.00%
Sr-90	2.14E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.14E-10	0.00%
Sr-91	2.70E-13	2.98E-14	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-13	0.00%
Sr-92	5.80E-17	4.63E-12	0.00E+00	0.00E+00	4.63E-12	0.00%
Y-90	4.08E-15	6.95E-13	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-13	0.00%
Y-91M	0.00E+00	8.35E-16	0.00E+00	0.00E+00	8.35E-16	0.00%
Y-91	1.90E-08	2.63E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.90E-08	0.00%
Y-92	9.20E-19	2.73E-13	0.00E+00	0.00E+00	2.73E-13	0.00%
Y-93	6.45E-12	8.43E-16	0.00E+00	0.00E+00	6.45E-12	0.00%
Zr-95	3.45E-07	3.63E-09	0.00E+00	0.00E+00	3.48E-07	0.04%
Nb-95	2.95E-06	3.53E-09	0.00E+00	0.00E+00	2.95E-06	0.36%
Mo-99	3.75E-09	3.18E-11	0.00E+00	0.00E+00	3.78E-09	0.00%
Tc-99M	1.11E-10	2.20E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-10	0.00%
Ru-103	4.08E-08	5.28E-10	0.00E+00	0.00E+00	4.13E-08	0.01%
Te-127M	4.90E-10	7.95E-12	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-10	0.00%
Te-129M	3.40E-08	3.80E-12	0.00E+00	0.00E+00	3.40E-08	0.00%
Te-129	1.87E-16	5.05E-15	0.00E+00	0.00E+00	5.25E-15	0.00%
Te-131M	4.45E-09	2.47E-12	0.00E+00	0.00E+00	4.45E-09	0.00%
Te-131	0.00E+00	1.39E-15	0.00E+00	0.00E+00	1.39E-15	0.00%
Te-132	2.73E-07	1.96E-11	0.00E+00	0.00E+00	2.73E-07	0.03%
Te-134	0.00E+00	5.95E-13	0.00E+00	0.00E+00	5.95E-13	0.00%
I-129	1.53E-12	9.20E-14	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-12	0.00%
I-130	3.23E-11	4.23E-09	0.00E+00	0.00E+00	4.25E-09	0.00%
I-131	2.21E-05	2.78E-08	0.00E+00	0.00E+00	2.21E-05	2.72%
I-132	1.44E-11	1.22E-10	0.00E+00	0.00E+00	1.36E-10	0.00%
I-133	6.83E-07	1.23E-09	0.00E+00	0.00E+00	6.85E-07	0.08%
I-134	1.27E-18	1.95E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.95E-12	0.00%
I-135	8.85E-09	1.97E-10	0.00E+00	0.00E+00	9.03E-09	0.00%
Cs-134	3.93E-07	1.82E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.21E-06	0.27%
Cs-136	2.09E-07	2.29E-08	0.00E+00	0.00E+00	2.31E-07	0.03%
Cs-137	6.03E-07	9.60E-10	0.00E+00	0.00E+00	6.05E-07	0.07%

Cs-138	0.00E+00	2.15E-10	0.00E+00	0.00E+00	2.15E-10	0.00%
Ba-140	2.18E-08	1.46E-10	0.00E+00	0.00E+00	2.20E-08	0.00%
La-140	1.57E-09	3.75E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.57E-09	0.00%
Ce-141	6.30E-08	3.50E-11	0.00E+00	0.00E+00	6.30E-08	0.01%
Ce-143	1.24E-10	1.19E-14	0.00E+00	0.00E+00	1.24E-10	0.00%
Pr-143	2.60E-10	1.10E-15	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-10	0.00%
Ce-144	8.18E-06	1.21E-09	0.00E+00	0.00E+00	8.18E-06	1.01%
Pr-144	0.00E+00	2.80E-17	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-17	0.00%
H-3	1.24E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.24E-05	1.52%
C-14	6.55E-04	8.90E-09	0.00E+00	0.00E+00	6.55E-04	80.63%
总计	8.05E-04	7.80E-06	0.00E+00	0.00E+00	8.13E-04	100.00%
份额	99.04%	0.96%	0.00%	0.00%	100.00%	

注：份额为 0.00%表示该值小于 0.01%

表 6.2-31 廉江 2 台 CAP1000 核电机组
各种核素经液态照射途径对附近居民（儿童）所致的
最大有效剂量（mSv/a）

核素	食入合计	岸边活动	游泳	划船	总计	份额
Cr-51	3.25E-07	1.18E-09	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-07	0.01%
Mn-54	7.05E-06	2.24E-07	0.00E+00	0.00E+00	7.28E-06	0.33%
Fe-55	3.05E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.05E-05	1.38%
Fe-59	4.83E-05	1.52E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.83E-05	2.18%
Co-58	2.53E-05	1.69E-07	0.00E+00	0.00E+00	2.55E-05	1.15%
Co-60	1.06E-04	6.78E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-04	5.11%
Zn-65	4.93E-05	2.10E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.93E-05	2.22%
Sb-124	3.60E-07	1.65E-08	0.00E+00	0.00E+00	3.75E-07	0.02%
Ag-110M	4.18E-05	4.15E-07	0.00E+00	0.00E+00	4.23E-05	1.91%
Br-83	1.99E-15	3.20E-12	0.00E+00	0.00E+00	3.20E-12	0.00%
Br-84	0.00E+00	4.15E-14	0.00E+00	0.00E+00	4.15E-14	0.00%
Br-85	0.00E+00	5.78E-19	0.00E+00	0.00E+00	5.78E-19	0.00%
Rb-88	0.00E+00	2.80E-13	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-13	0.00%
Sr-89	2.36E-09	1.29E-12	0.00E+00	0.00E+00	2.37E-09	0.00%
Sr-90	7.25E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.25E-10	0.00%
Sr-91	9.10E-13	3.83E-14	0.00E+00	0.00E+00	9.48E-13	0.00%
Sr-92	1.97E-16	5.98E-12	0.00E+00	0.00E+00	5.98E-12	0.00%
Y-90	2.44E-14	8.98E-13	0.00E+00	0.00E+00	9.23E-13	0.00%
Y-91M	0.00E+00	1.08E-15	0.00E+00	0.00E+00	1.08E-15	0.00%
Y-91	1.14E-07	3.40E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.14E-07	0.01%
Y-92	5.50E-18	3.53E-13	0.00E+00	0.00E+00	3.53E-13	0.00%
Y-93	3.85E-11	1.09E-15	0.00E+00	0.00E+00	3.85E-11	0.00%
Zr-95	1.16E-06	4.68E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.16E-06	0.05%
Nb-95	4.70E-06	4.55E-09	0.00E+00	0.00E+00	4.73E-06	0.21%
Mo-99	1.19E-08	4.10E-11	0.00E+00	0.00E+00	1.19E-08	0.00%
Tc-99M	6.05E-10	2.85E-12	0.00E+00	0.00E+00	6.10E-10	0.00%
Ru-103	1.61E-07	6.80E-10	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-07	0.01%
Te-127M	1.24E-09	1.03E-11	0.00E+00	0.00E+00	1.25E-09	0.00%
Te-129M	8.55E-08	4.93E-12	0.00E+00	0.00E+00	8.55E-08	0.00%
Te-129	4.73E-16	6.53E-15	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-15	0.00%
Te-131M	1.13E-08	3.18E-12	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-08	0.00%
Te-131	0.00E+00	1.79E-15	0.00E+00	0.00E+00	1.79E-15	0.00%
Te-132	6.85E-07	2.53E-11	0.00E+00	0.00E+00	6.85E-07	0.03%
Te-134	0.00E+00	7.68E-13	0.00E+00	0.00E+00	7.68E-13	0.00%
I-129	1.49E-11	1.19E-13	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-11	0.00%
I-130	3.15E-10	5.45E-09	0.00E+00	0.00E+00	5.78E-09	0.00%
I-131	2.15E-04	3.58E-08	0.00E+00	0.00E+00	2.15E-04	9.73%
I-132	1.41E-10	1.57E-10	0.00E+00	0.00E+00	2.98E-10	0.00%
I-133	6.68E-06	1.59E-09	0.00E+00	0.00E+00	6.68E-06	0.30%
I-134	1.24E-17	2.53E-12	0.00E+00	0.00E+00	2.53E-12	0.00%
I-135	8.63E-08	2.55E-10	0.00E+00	0.00E+00	8.65E-08	0.00%
Cs-134	8.00E-07	2.35E-06	0.00E+00	0.00E+00	3.15E-06	0.14%
Cs-136	4.25E-07	2.95E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.53E-07	0.02%
Cs-137	1.23E-06	1.24E-09	0.00E+00	0.00E+00	1.23E-06	0.06%

Cs-138	0.00E+00	2.78E-10	0.00E+00	0.00E+00	2.78E-10	0.00%
Ba-140	1.22E-07	1.89E-10	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-07	0.01%
La-140	9.38E-09	4.83E-12	0.00E+00	0.00E+00	9.38E-09	0.00%
Ce-141	2.13E-07	4.53E-11	0.00E+00	0.00E+00	2.13E-07	0.01%
Ce-143	4.20E-10	1.54E-14	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-10	0.00%
Pr-143	1.55E-09	1.42E-15	0.00E+00	0.00E+00	1.55E-09	0.00%
Ce-144	2.78E-05	1.56E-09	0.00E+00	0.00E+00	2.78E-05	1.25%
Pr-144	0.00E+00	3.60E-17	0.00E+00	0.00E+00	3.60E-17	0.00%
H-3	3.15E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.15E-05	1.42%
C-14	1.60E-03	1.15E-08	0.00E+00	0.00E+00	1.60E-03	72.43%
总计	2.20E-03	1.01E-05	0.00E+00	0.00E+00	2.21E-03	100.00%
份额	99.54%	0.46%	0.00%	0.00%	100.00%	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-32 廉江 2 台 CAP1000 核电机组
各种核素经液态照射途径对附近居民（青少年）所致的
最大有效剂量（mSv/a）

核素	食入合计	岸边活动	游泳	划船	总计	份额
Cr-51	1.01E-07	2.15E-09	3.80E-14	8.85E-15	1.03E-07	0.01%
Mn-54	2.60E-06	4.08E-07	6.55E-13	1.54E-13	3.00E-06	0.28%
Fe-55	1.37E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-05	1.29%
Fe-59	1.70E-05	2.78E-08	3.25E-13	7.60E-14	1.70E-05	1.60%
Co-58	9.55E-06	3.08E-07	2.16E-12	5.05E-13	9.85E-06	0.93%
Co-60	4.25E-05	1.23E-05	3.90E-12	9.13E-13	5.48E-05	5.16%
Zn-65	1.88E-05	3.83E-08	8.08E-14	1.89E-14	1.89E-05	1.77%
Sb-124	6.25E-08	3.00E-08	2.63E-13	6.13E-14	9.28E-08	0.01%
Ag-110M	1.60E-05	7.55E-07	1.53E-12	3.58E-13	1.68E-05	1.58%
Br-83	6.75E-16	5.83E-12	3.75E-16	8.75E-17	5.83E-12	0.00%
Br-84	0.00E+00	7.55E-14	1.93E-15	4.50E-16	7.78E-14	0.00%
Br-85	0.00E+00	1.05E-18	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-18	0.00%
Rb-88	0.00E+00	5.13E-13	2.24E-14	5.25E-15	5.40E-13	0.00%
Sr-89	7.08E-10	2.35E-12	1.80E-17	4.23E-18	7.10E-10	0.00%
Sr-90	5.53E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-10	0.00%
Sr-91	2.53E-13	6.98E-14	8.95E-17	2.10E-17	3.23E-13	0.00%
Sr-92	6.53E-17	1.09E-11	5.70E-16	1.34E-16	1.09E-11	0.00%
Y-90	5.70E-15	1.64E-12	1.77E-19	4.15E-20	1.64E-12	0.00%
Y-91M	0.00E+00	1.96E-15	2.78E-17	6.50E-18	2.00E-15	0.00%
Y-91	2.26E-08	6.20E-12	2.23E-17	5.20E-18	2.26E-08	0.00%
Y-92	1.30E-18	6.43E-13	2.58E-17	6.03E-18	6.43E-13	0.00%
Y-93	7.85E-12	1.98E-15	2.44E-18	5.70E-19	7.85E-12	0.00%
Zr-95	3.68E-07	8.53E-09	6.55E-14	1.53E-14	3.78E-07	0.04%
Nb-95	2.25E-06	8.30E-09	1.18E-13	2.75E-14	2.26E-06	0.21%
Mo-99	3.58E-09	7.45E-11	1.35E-14	3.15E-15	3.65E-09	0.00%
Tc-99M	1.45E-10	5.18E-12	1.09E-14	2.53E-15	1.50E-10	0.00%
Ru-103	4.50E-08	1.24E-09	1.53E-14	3.58E-15	4.63E-08	0.00%
Te-127M	4.40E-10	1.87E-11	1.24E-18	2.90E-19	4.58E-10	0.00%
Te-129M	2.49E-08	8.95E-12	1.38E-16	3.23E-17	2.49E-08	0.00%
Te-129	1.36E-16	1.19E-14	1.21E-16	2.85E-17	1.22E-14	0.00%
Te-131M	3.65E-09	5.80E-12	2.37E-15	5.55E-16	3.65E-09	0.00%
Te-131	0.00E+00	3.28E-15	9.48E-17	2.22E-17	3.38E-15	0.00%
Te-132	2.01E-07	4.60E-11	7.20E-15	1.68E-15	2.01E-07	0.02%
Te-134	0.00E+00	1.40E-12	3.30E-16	7.70E-17	1.40E-12	0.00%
I-129	7.30E-12	2.17E-13	4.73E-19	1.11E-19	7.53E-12	0.00%
I-130	7.03E-11	9.95E-09	1.19E-13	2.78E-14	1.00E-08	0.00%
I-131	3.53E-05	6.53E-08	3.98E-12	9.28E-13	3.53E-05	3.32%
I-132	2.06E-11	2.88E-10	1.51E-12	3.53E-13	3.08E-10	0.00%
I-133	8.63E-07	2.90E-09	1.65E-12	3.85E-13	8.65E-07	0.08%
I-134	1.97E-18	4.60E-12	6.40E-14	1.50E-14	4.68E-12	0.00%
I-135	4.28E-08	4.63E-10	8.85E-13	2.07E-13	4.33E-08	0.00%
Cs-134	2.35E-07	4.28E-06	2.85E-12	6.65E-13	4.50E-06	0.42%
Cs-136	2.33E-07	5.40E-08	2.09E-12	4.88E-13	2.88E-07	0.03%
Cs-137	1.22E-06	2.26E-09	2.90E-16	6.80E-17	1.22E-06	0.11%

Cs-138	0.00E+00	5.08E-10	2.03E-13	4.75E-14	5.08E-10	0.00%
Ba-140	2.80E-08	3.43E-10	1.32E-14	3.08E-15	2.83E-08	0.00%
La-140	2.09E-09	8.80E-12	2.78E-15	6.50E-16	2.10E-09	0.00%
Ce-141	5.85E-08	8.23E-11	1.35E-15	3.15E-16	5.85E-08	0.01%
Ce-143	1.18E-10	2.80E-14	1.03E-17	2.40E-18	1.18E-10	0.00%
Pr-143	3.20E-10	2.58E-15	7.60E-20	1.78E-20	3.20E-10	0.00%
Ce-144	7.30E-06	2.85E-09	5.65E-15	1.33E-15	7.30E-06	0.69%
Pr-144	0.00E+00	6.58E-17	2.78E-18	6.50E-19	6.90E-17	0.00%
H-3	1.59E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E-05	1.49%
C-14	8.60E-04	2.09E-08	3.08E-15	7.18E-16	8.60E-04	80.93%
总计	1.05E-03	1.84E-05	2.26E-11	5.28E-12	1.06E-03	100.00%
份额	98.27%	1.73%	0.00%	0.00%	100.00%	

注：份额为0.00%表示该值小于0.01%

表 6.2-33 廉江 2 台 CAP1000 核电机组
各种核素经液态照射途径对附近居民（成人）所致的
最大有效剂量（mSv/a）

核素	食入合计	岸边活动	游泳	划船	总计	份额
Cr-51	6.55E-08	4.13E-09	4.03E-14	4.75E-13	6.98E-08	0.01%
Mn-54	1.79E-06	7.83E-07	6.98E-13	8.23E-12	2.58E-06	0.21%
Fe-55	5.20E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.20E-06	0.42%
Fe-59	8.28E-06	5.33E-08	3.45E-13	4.08E-12	8.33E-06	0.68%
Co-58	5.63E-06	5.93E-07	2.29E-12	2.70E-11	6.20E-06	0.50%
Co-60	1.78E-05	2.37E-05	4.15E-12	4.88E-11	4.15E-05	3.37%
Zn-65	1.39E-05	7.33E-08	8.58E-14	1.01E-12	1.40E-05	1.14%
Sb-124	3.75E-08	5.78E-08	2.78E-13	3.28E-12	9.53E-08	0.01%
Ag-110M	1.25E-05	1.45E-06	1.63E-12	1.92E-11	1.40E-05	1.13%
Br-83	6.73E-16	1.12E-11	3.98E-16	4.70E-15	1.12E-11	0.00%
Br-84	0.00E+00	1.45E-13	2.05E-15	2.41E-14	1.71E-13	0.00%
Br-85	0.00E+00	2.02E-18	0.00E+00	0.00E+00	2.02E-18	0.00%
Rb-88	0.00E+00	9.83E-13	2.38E-14	2.80E-13	1.29E-12	0.00%
Sr-89	4.00E-10	4.50E-12	1.91E-17	2.26E-16	4.05E-10	0.00%
Sr-90	3.25E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.25E-10	0.00%
Sr-91	1.73E-13	1.34E-13	9.50E-17	1.12E-15	3.08E-13	0.00%
Sr-92	5.93E-17	2.09E-11	6.05E-16	7.15E-15	2.09E-11	0.00%
Y-90	1.74E-10	3.15E-12	1.88E-19	2.22E-18	1.78E-10	0.00%
Y-91M	0.00E+00	3.78E-15	2.95E-17	3.48E-16	4.15E-15	0.00%
Y-91	1.18E-08	1.19E-11	2.37E-17	2.80E-16	1.18E-08	0.00%
Y-92	1.03E-18	1.24E-12	2.73E-17	3.23E-16	1.24E-12	0.00%
Y-93	4.25E-12	3.80E-15	2.58E-18	3.05E-17	4.25E-12	0.00%
Zr-95	2.24E-07	1.64E-08	6.95E-14	8.20E-13	2.40E-07	0.02%
Nb-95	2.60E-06	1.59E-08	1.25E-13	1.48E-12	2.60E-06	0.21%
Mo-99	2.49E-09	1.43E-10	1.43E-14	1.69E-13	2.63E-09	0.00%
Tc-99M	8.48E-11	9.95E-12	1.15E-14	1.36E-13	9.50E-11	0.00%
Ru-103	2.55E-08	2.38E-09	1.63E-14	1.92E-13	2.78E-08	0.00%
Te-127M	5.30E-10	3.60E-11	1.32E-18	1.55E-17	5.65E-10	0.00%
Te-129M	1.90E-08	1.72E-11	1.46E-16	1.72E-15	1.90E-08	0.00%
Te-129	1.20E-16	2.29E-14	1.29E-16	1.52E-15	2.46E-14	0.00%
Te-131M	2.70E-09	1.12E-11	2.53E-15	2.98E-14	2.73E-09	0.00%
Te-131	0.00E+00	6.28E-15	1.01E-16	1.19E-15	7.55E-15	0.00%
Te-132	1.54E-07	8.85E-11	7.65E-15	9.00E-14	1.54E-07	0.01%
Te-134	0.00E+00	2.68E-12	3.50E-16	4.13E-15	2.70E-12	0.00%
I-129	4.75E-12	4.15E-13	5.03E-19	5.93E-18	5.18E-12	0.00%
I-130	5.85E-11	1.91E-08	1.26E-13	1.49E-12	1.92E-08	0.00%
I-131	1.68E-05	1.26E-07	4.23E-12	4.98E-11	1.70E-05	1.38%
I-132	1.08E-11	5.50E-10	1.60E-12	1.89E-11	5.80E-10	0.00%
I-133	4.18E-07	5.58E-09	1.75E-12	2.06E-11	4.23E-07	0.03%
I-134	1.16E-18	8.83E-12	6.80E-14	8.03E-13	9.68E-12	0.00%
I-135	6.55E-08	8.88E-10	9.40E-13	1.11E-11	6.65E-08	0.01%
Cs-134	1.94E-07	8.23E-06	3.03E-12	3.55E-11	8.40E-06	0.68%
Cs-136	3.10E-07	1.04E-07	2.22E-12	2.63E-11	4.13E-07	0.03%
Cs-137	3.08E-06	4.33E-09	3.10E-16	3.65E-15	3.10E-06	0.25%

Cs-138	0.00E+00	9.73E-10	2.15E-13	2.55E-12	9.75E-10	0.00%
Ba-140	1.48E-08	6.60E-10	1.40E-14	1.65E-13	1.55E-08	0.00%
La-140	1.13E-09	1.69E-11	2.95E-15	3.48E-14	1.15E-09	0.00%
Ce-141	3.28E-08	1.58E-10	1.43E-15	1.68E-14	3.30E-08	0.00%
Ce-143	6.38E-11	5.40E-14	1.09E-17	1.28E-16	6.40E-11	0.00%
Pr-143	1.68E-10	4.98E-15	8.08E-20	9.53E-19	1.68E-10	0.00%
Ce-144	4.08E-06	5.48E-09	6.00E-15	7.10E-14	4.10E-06	0.33%
Pr-144	0.00E+00	1.26E-16	2.95E-18	3.48E-17	1.64E-16	0.00%
H-3	2.07E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.07E-05	1.68%
C-14	1.08E-03	4.03E-08	3.25E-15	3.85E-14	1.08E-03	87.89%
总计	1.20E-03	3.53E-05	2.40E-11	2.83E-10	1.23E-03	100.00%
份额	97.14%	2.86%	0.00%	0.00%	100.00%	

注：份额为 0.00%表示该值小于 0.01%

表 6.2-34 廉江 2 台 CAP1000 核电机组
各种核素经液态照射途径对附近居民（渔民）所致的
最大有效剂量（mSv/a）

核素	食入合计	岸边活动	游泳	划船	总计	份额
Cr-51	1.33E-07	1.48E-08	1.19E-14	5.33E-13	1.48E-07	0.01%
Mn-54	3.55E-06	2.83E-06	2.05E-13	9.25E-12	6.35E-06	0.24%
Fe-55	1.09E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-05	0.41%
Fe-59	1.73E-05	1.92E-07	1.02E-13	4.58E-12	1.75E-05	0.65%
Co-58	1.18E-05	2.13E-06	6.75E-13	3.03E-11	1.39E-05	0.52%
Co-60	3.73E-05	8.53E-05	1.22E-12	5.50E-11	1.23E-04	4.58%
Zn-65	2.88E-05	2.63E-07	2.53E-14	1.14E-12	2.90E-05	1.09%
Sb-124	4.68E-08	2.08E-07	8.18E-14	3.68E-12	2.55E-07	0.01%
Ag-110M	2.68E-05	5.23E-06	4.80E-13	2.16E-11	3.20E-05	1.19%
Br-83	1.43E-15	4.03E-11	1.17E-16	5.28E-15	4.03E-11	0.00%
Br-84	0.00E+00	5.20E-13	6.03E-16	2.70E-14	5.48E-13	0.00%
Br-85	0.00E+00	7.25E-18	0.00E+00	0.00E+00	7.25E-18	0.00%
Rb-88	0.00E+00	3.53E-12	7.03E-15	3.15E-13	3.85E-12	0.00%
Sr-89	8.15E-10	1.62E-11	5.63E-18	2.53E-16	8.30E-10	0.00%
Sr-90	6.65E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.65E-10	0.00%
Sr-91	3.53E-13	4.83E-13	2.80E-17	1.26E-15	8.35E-13	0.00%
Sr-92	1.21E-16	7.53E-11	1.78E-16	8.03E-15	7.53E-11	0.00%
Y-90	2.85E-10	1.13E-11	5.53E-20	2.49E-18	2.95E-10	0.00%
Y-91M	0.00E+00	1.36E-14	8.68E-18	3.90E-16	1.40E-14	0.00%
Y-91	1.93E-08	4.28E-11	6.95E-18	3.13E-16	1.93E-08	0.00%
Y-92	1.69E-18	4.43E-12	8.03E-18	3.63E-16	4.43E-12	0.00%
Y-93	6.95E-12	1.37E-14	7.63E-19	3.43E-17	6.95E-12	0.00%
Zr-95	4.58E-07	5.88E-08	2.05E-14	9.20E-13	5.18E-07	0.02%
Nb-95	5.83E-06	5.73E-08	3.68E-14	1.66E-12	5.88E-06	0.22%
Mo-99	5.18E-09	5.15E-10	4.20E-15	1.90E-13	5.70E-09	0.00%
Tc-99M	1.45E-10	3.58E-11	3.40E-15	1.53E-13	1.80E-10	0.00%
Ru-103	4.93E-08	8.58E-09	4.80E-15	2.16E-13	5.80E-08	0.00%
Te-127M	1.13E-09	1.29E-10	3.88E-19	1.74E-17	1.26E-09	0.00%
Te-129M	4.05E-08	6.18E-11	4.30E-17	1.94E-15	4.08E-08	0.00%
Te-129	2.58E-16	8.23E-14	3.80E-17	1.71E-15	8.43E-14	0.00%
Te-131M	5.78E-09	4.00E-11	7.40E-16	3.33E-14	5.83E-09	0.00%
Te-131	0.00E+00	2.26E-14	2.95E-17	1.33E-15	2.39E-14	0.00%
Te-132	3.30E-07	3.18E-10	2.25E-15	1.01E-13	3.30E-07	0.01%
Te-134	0.00E+00	9.65E-12	1.03E-16	4.63E-15	9.68E-12	0.00%
I-129	6.05E-12	1.50E-12	1.48E-19	6.68E-18	7.55E-12	0.00%
I-130	7.45E-11	6.88E-08	3.70E-14	1.67E-12	6.88E-08	0.00%
I-131	2.14E-05	4.50E-07	1.24E-12	5.60E-11	2.19E-05	0.82%
I-132	1.38E-11	1.98E-09	4.70E-13	2.12E-11	2.01E-09	0.00%
I-133	5.30E-07	2.00E-08	5.15E-13	2.32E-11	5.50E-07	0.02%
I-134	1.48E-18	3.18E-11	2.00E-14	9.03E-13	3.25E-11	0.00%
I-135	8.35E-08	3.20E-09	2.78E-13	1.25E-11	8.65E-08	0.00%
Cs-134	4.25E-07	2.95E-05	8.88E-13	4.00E-11	3.00E-05	1.12%
Cs-136	6.78E-07	3.73E-07	6.53E-13	2.93E-11	1.05E-06	0.04%
Cs-137	6.78E-06	1.56E-08	9.10E-17	4.10E-15	6.78E-06	0.25%

Cs-138	0.00E+00	3.50E-09	6.35E-14	2.85E-12	3.50E-09	0.00%
Ba-140	2.50E-08	2.37E-09	4.10E-15	1.85E-13	2.75E-08	0.00%
La-140	1.85E-09	6.08E-11	8.68E-16	3.90E-14	1.91E-09	0.00%
Ce-141	6.73E-08	5.68E-10	4.20E-16	1.89E-14	6.78E-08	0.00%
Ce-143	1.31E-10	1.94E-13	3.20E-18	1.44E-16	1.31E-10	0.00%
Pr-143	2.73E-10	1.79E-14	2.38E-20	1.07E-18	2.73E-10	0.00%
Ce-144	8.38E-06	1.97E-08	1.77E-15	7.98E-14	8.40E-06	0.31%
Pr-144	0.00E+00	4.55E-16	8.68E-19	3.90E-17	4.93E-16	0.00%
H-3	4.43E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.43E-05	1.65%
C-14	2.32E-03	1.45E-07	9.60E-16	4.33E-14	2.32E-03	86.82%
总计	2.55E-03	1.27E-04	7.05E-12	3.18E-10	2.68E-03	100.00%
份额	95.26%	4.74%	0.00%	0.00%	100.00%	

注：份额为 0.00%表示该值小于 0.01%

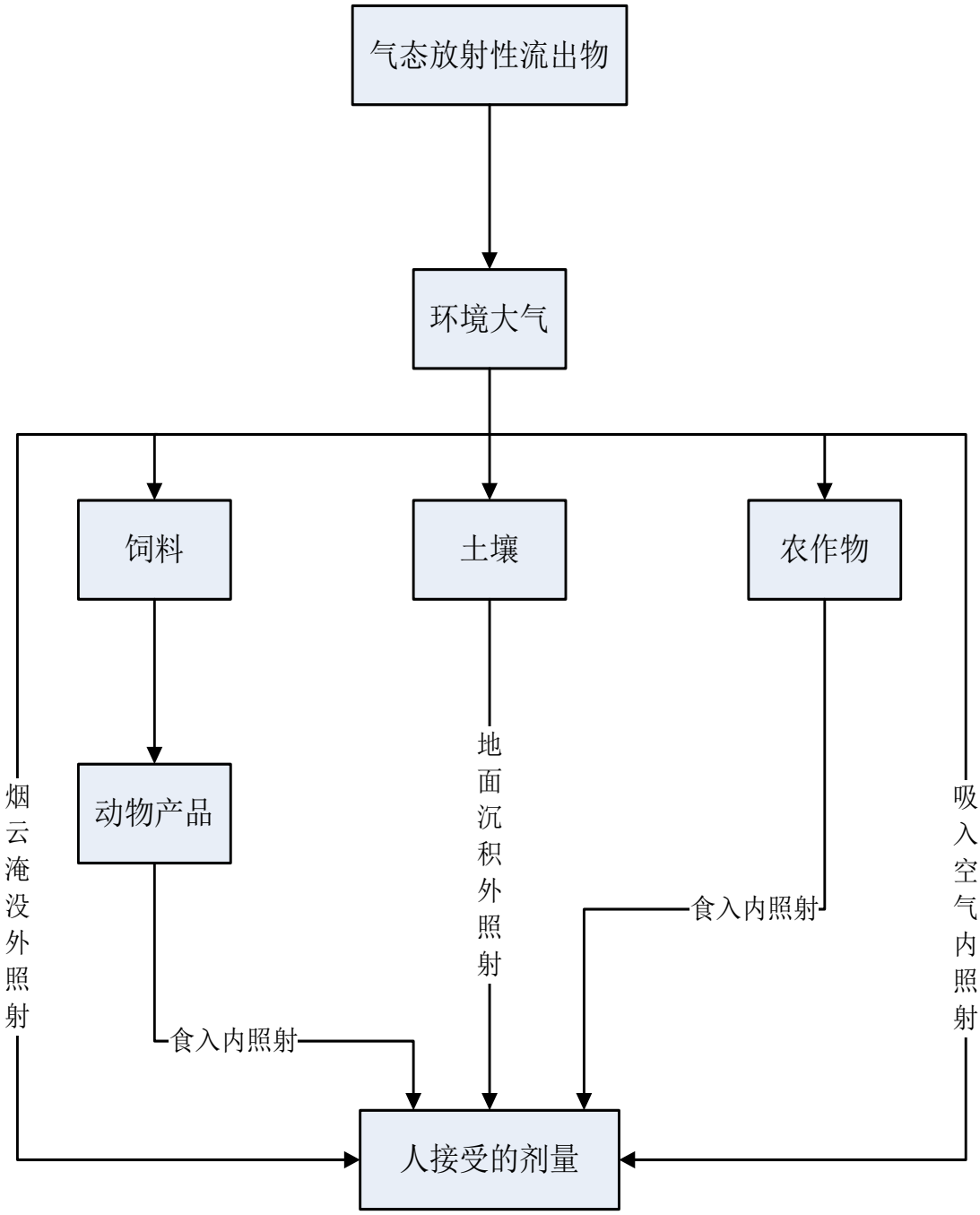


图 6.2-1　正常运行气态放射性流出物对人体的照射途径

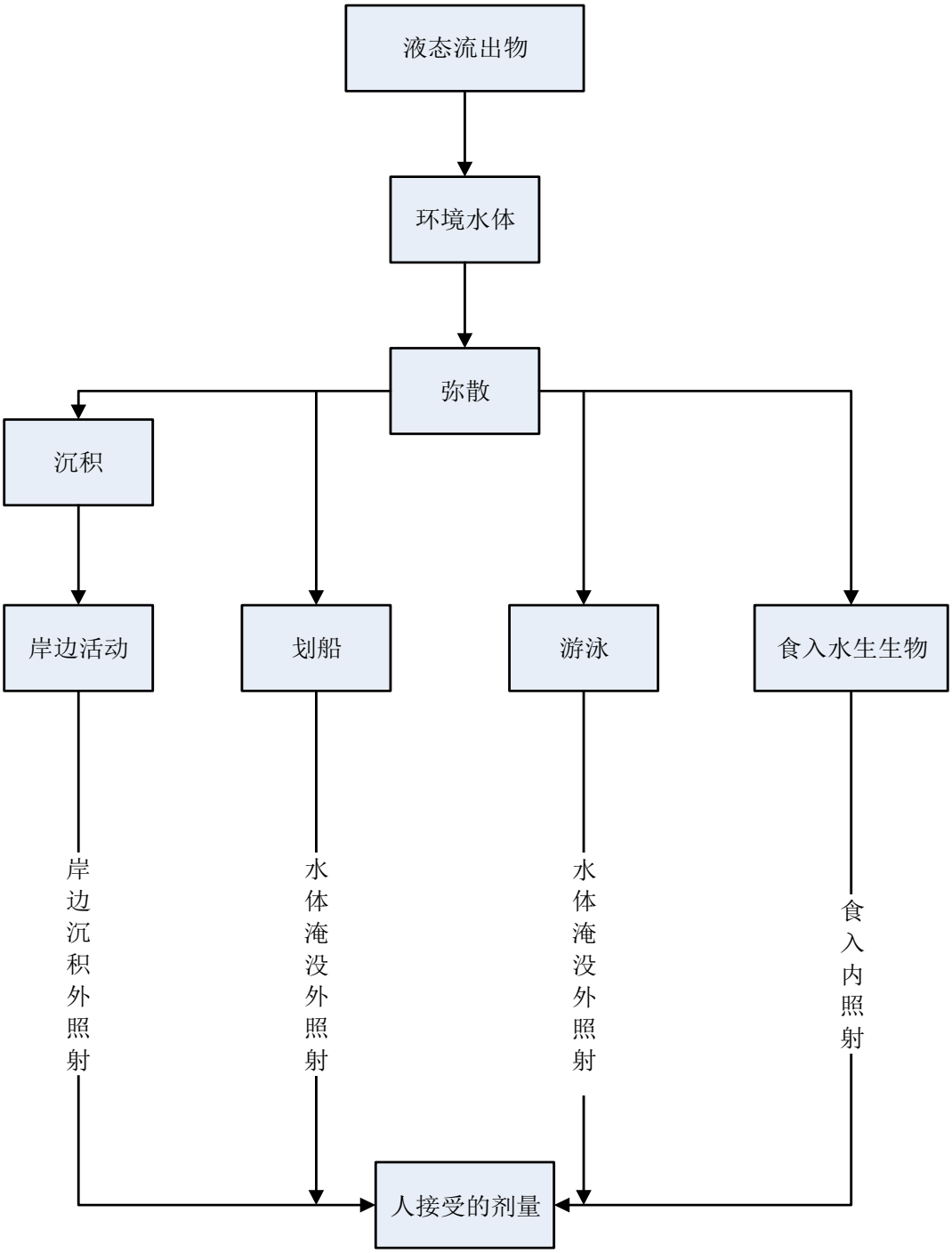


图 6.2-2　正常运行液态流出物对人体的照射途径

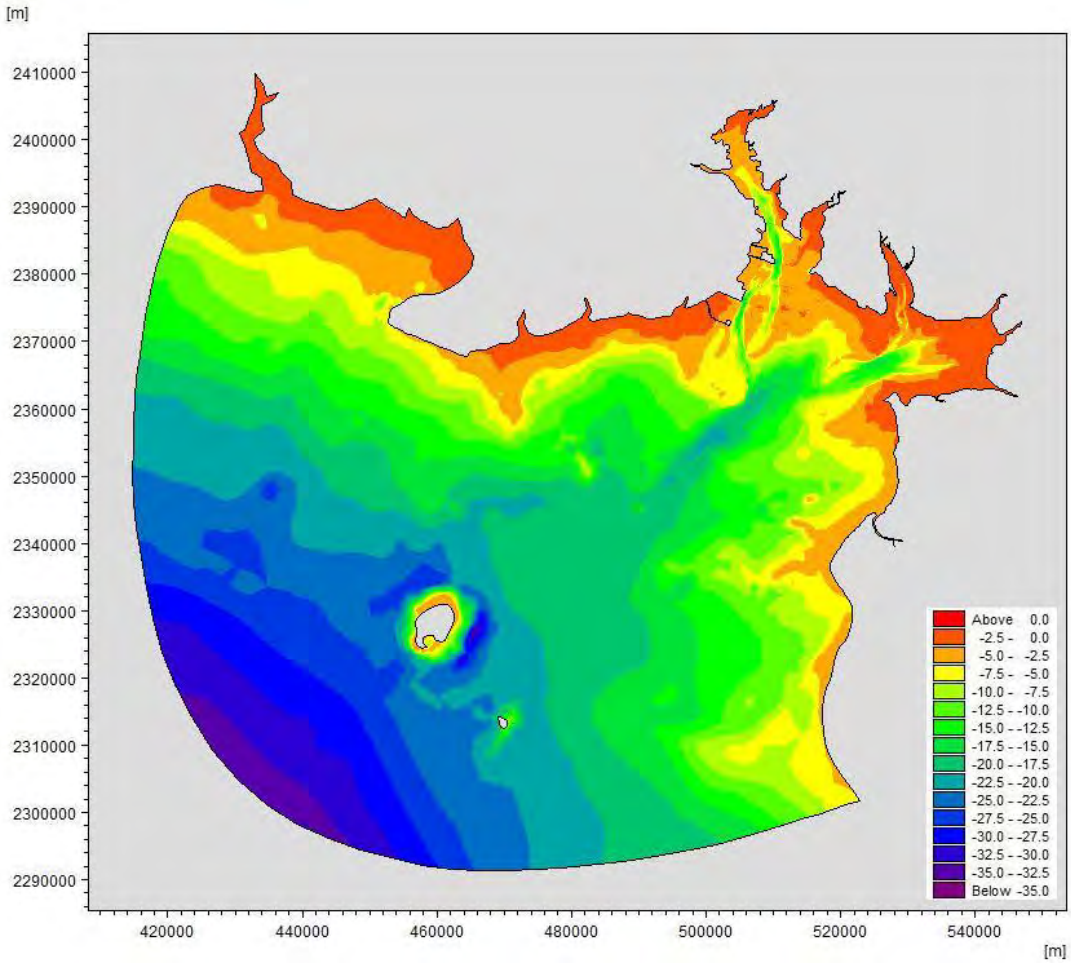


图 6.2-3　模拟区范围及水下地形图

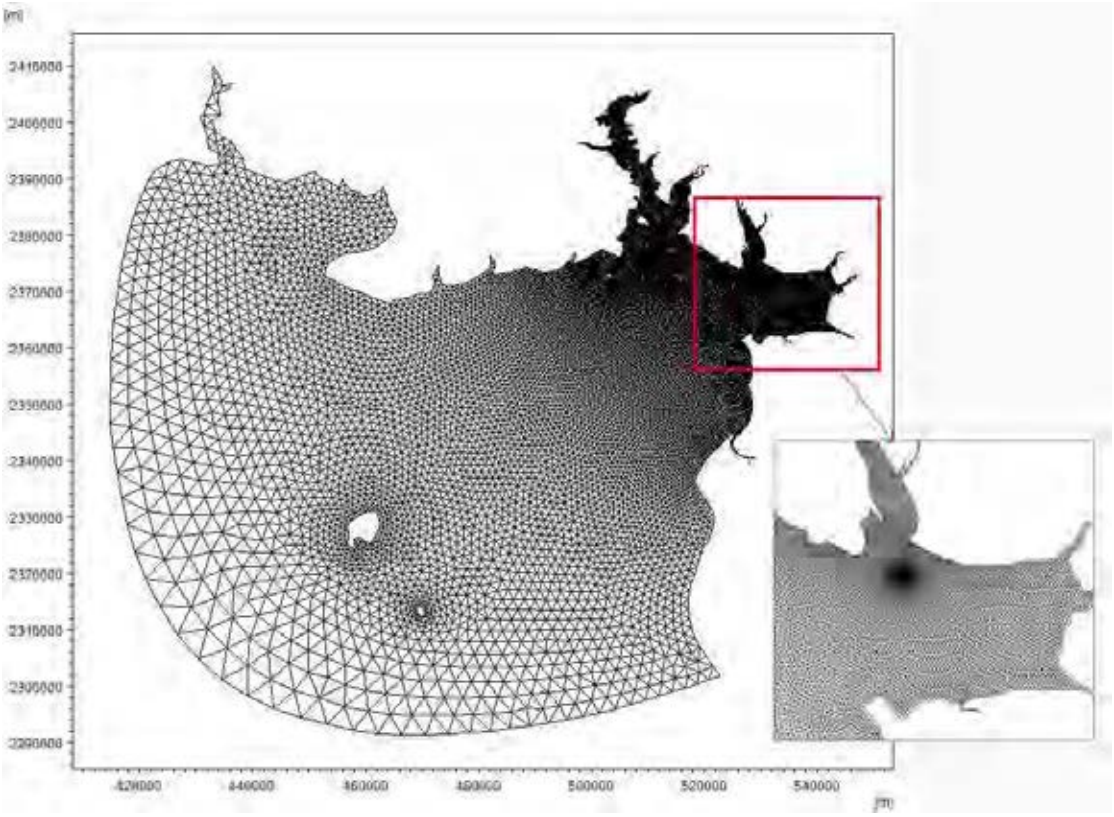


图 6.2-4　数学模型网格剖分图

图 6.2-5　潮位观测站位分布示意图

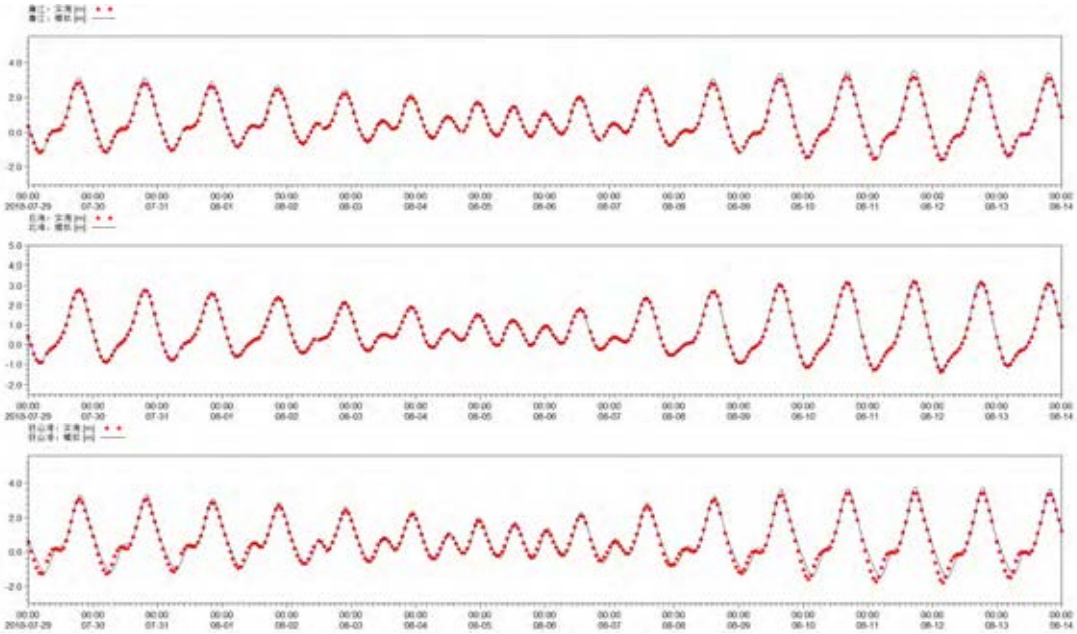


图 6.2-6　廉江、北海、铁山港夏季潮位验证

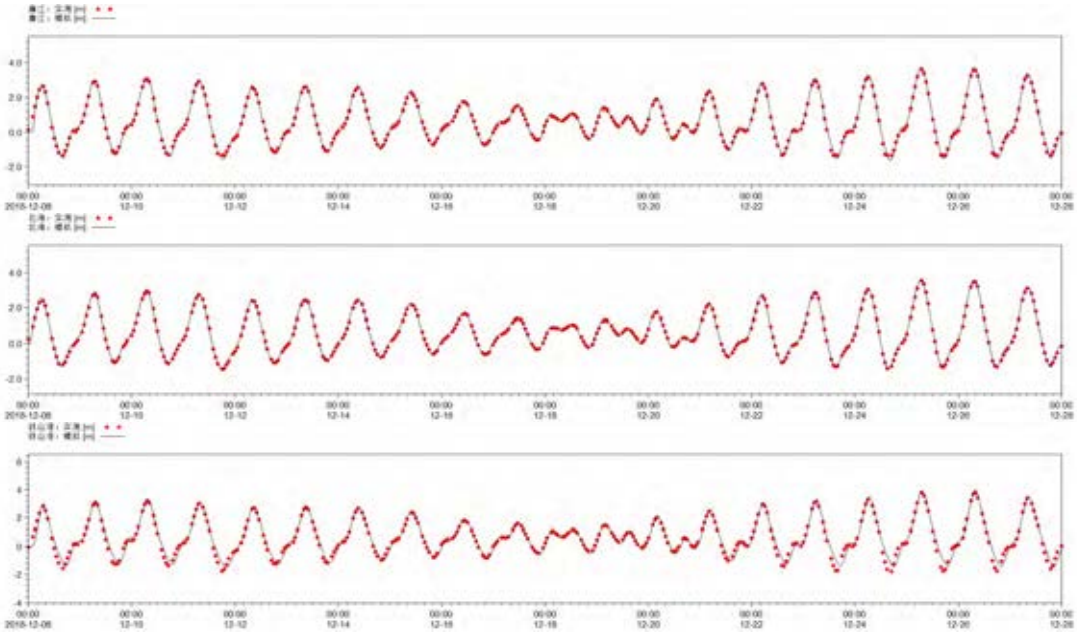


图 6.2-7　廉江、北海、铁山港冬季潮位验证

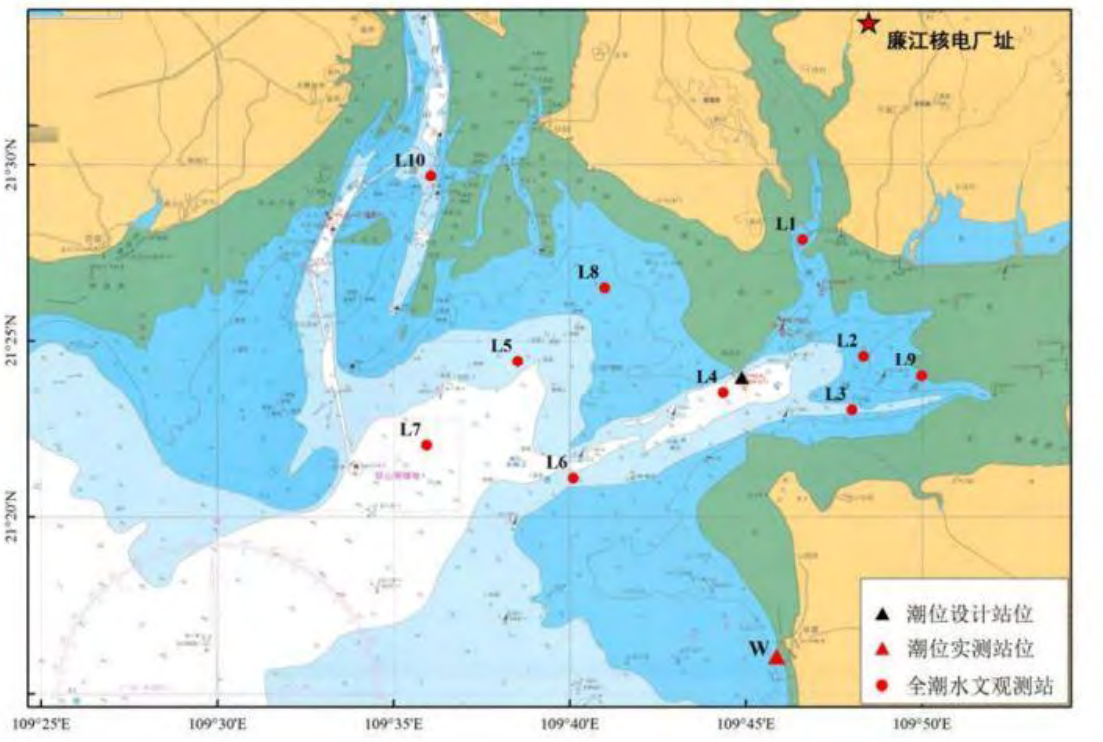
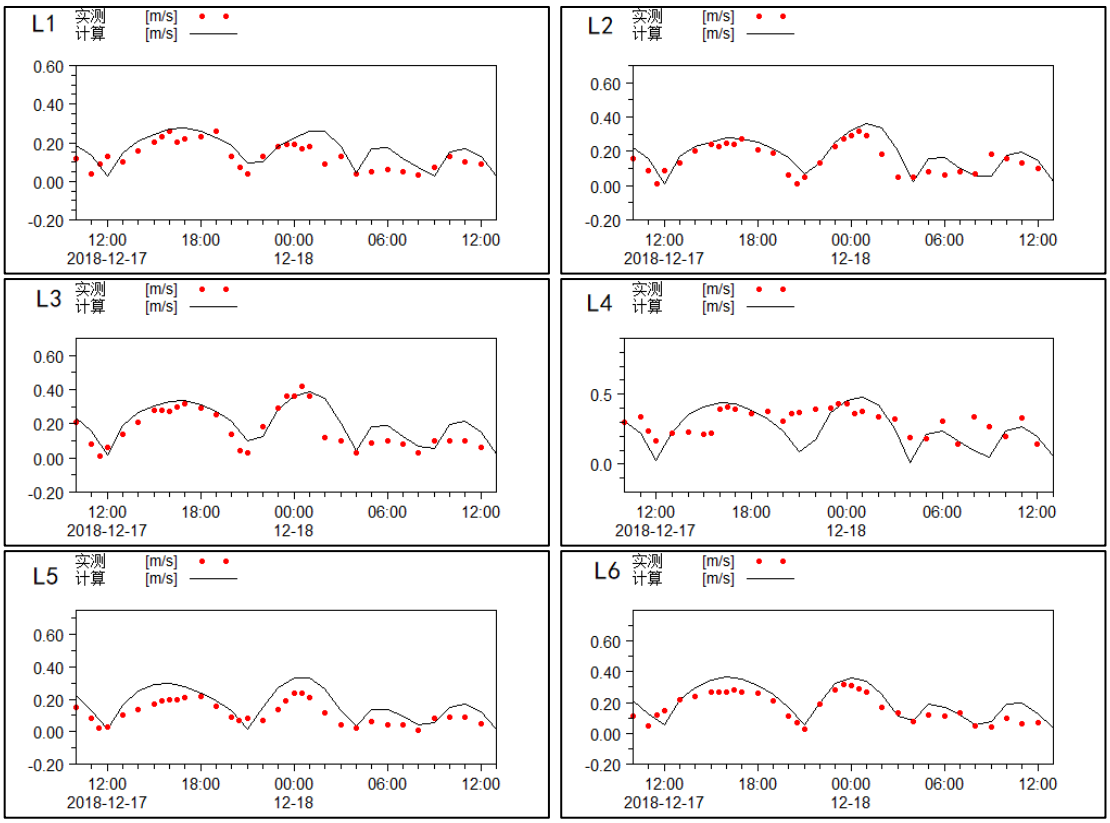


图 6.2-8　水文测站分布示意图



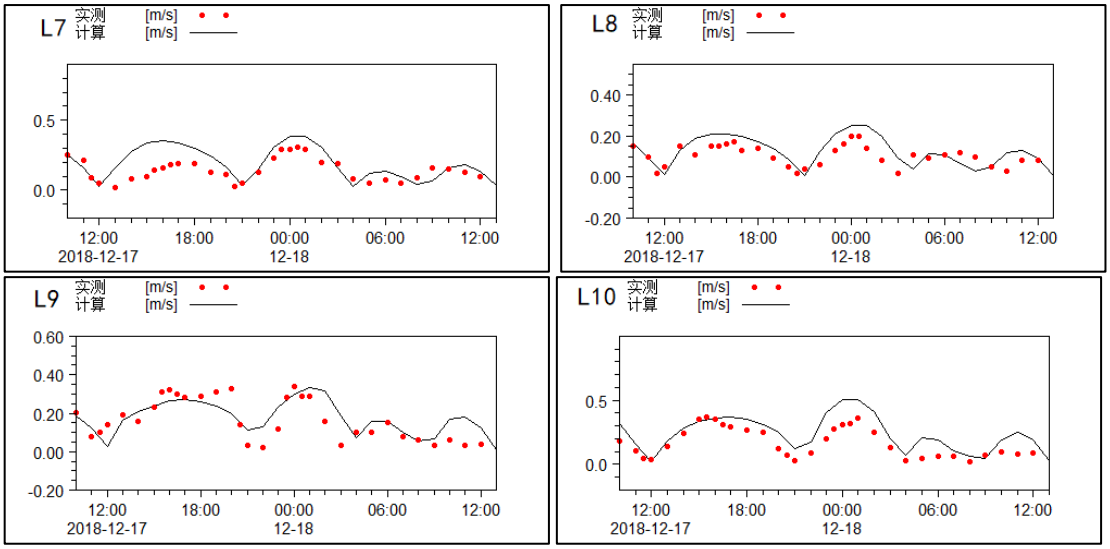
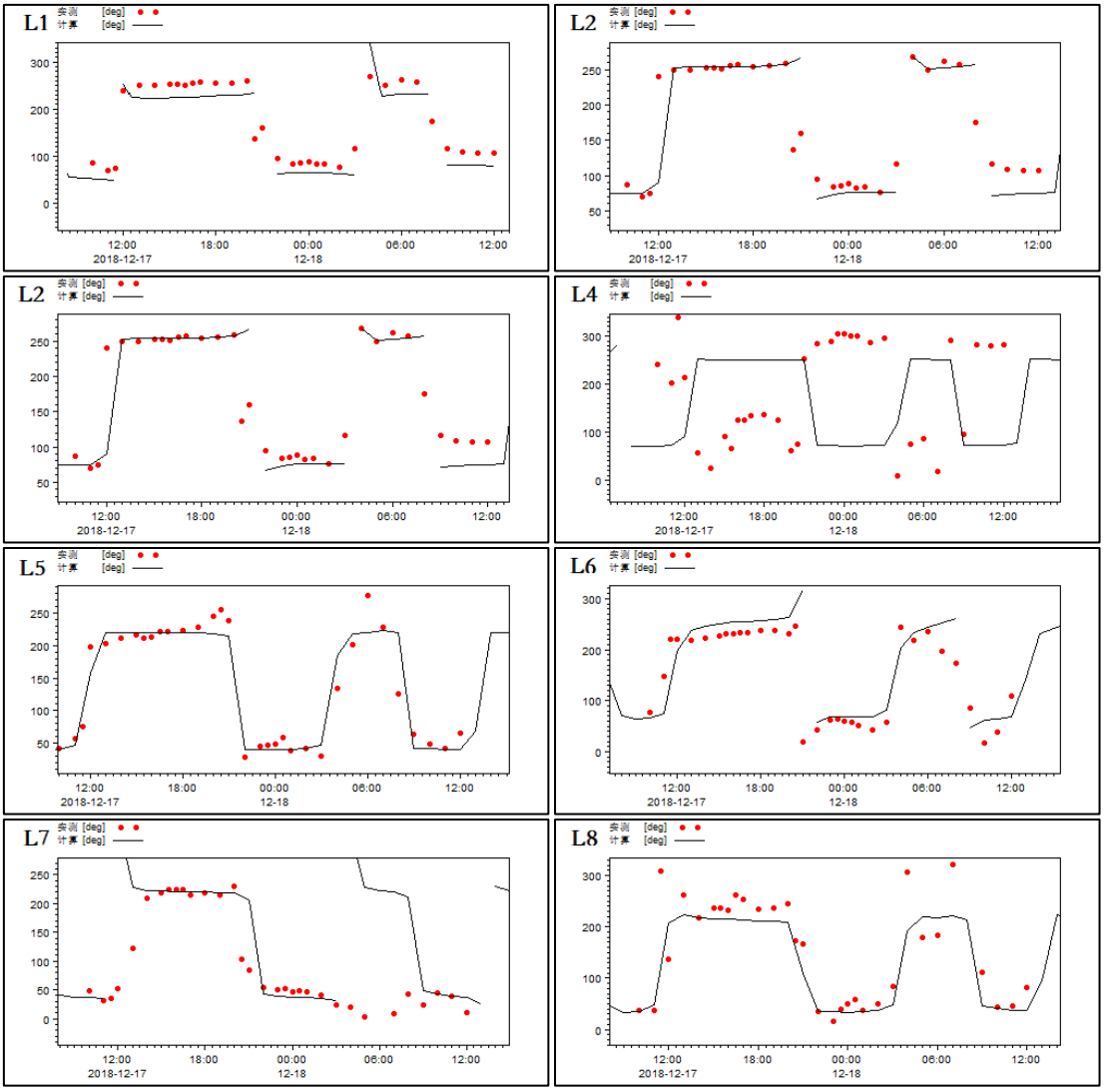


图 6.2-9a　冬季小潮流速验证



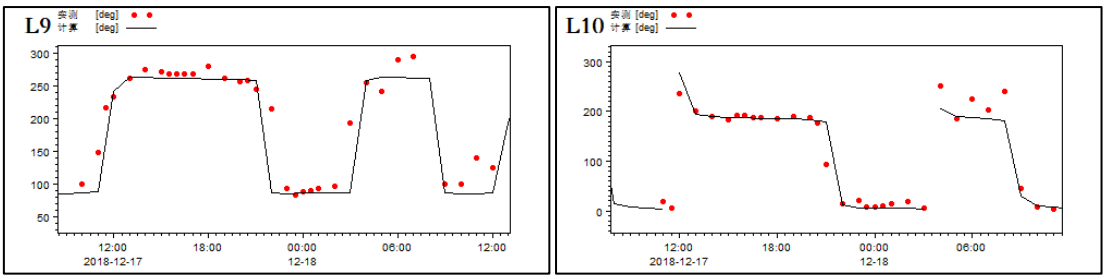


图 6.2-9b　冬季小潮流向验证

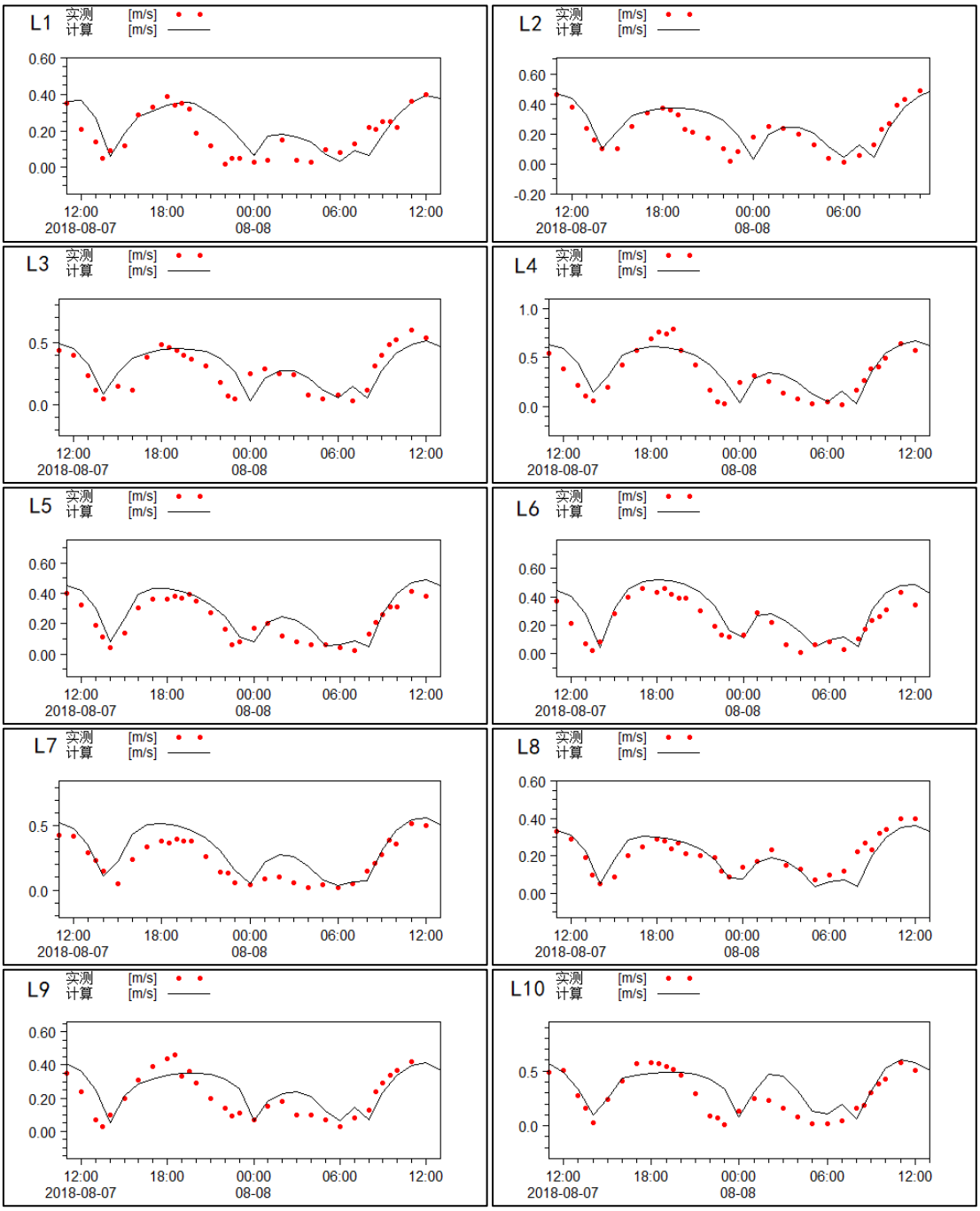


图 6.2-10a 夏季小潮流速验证

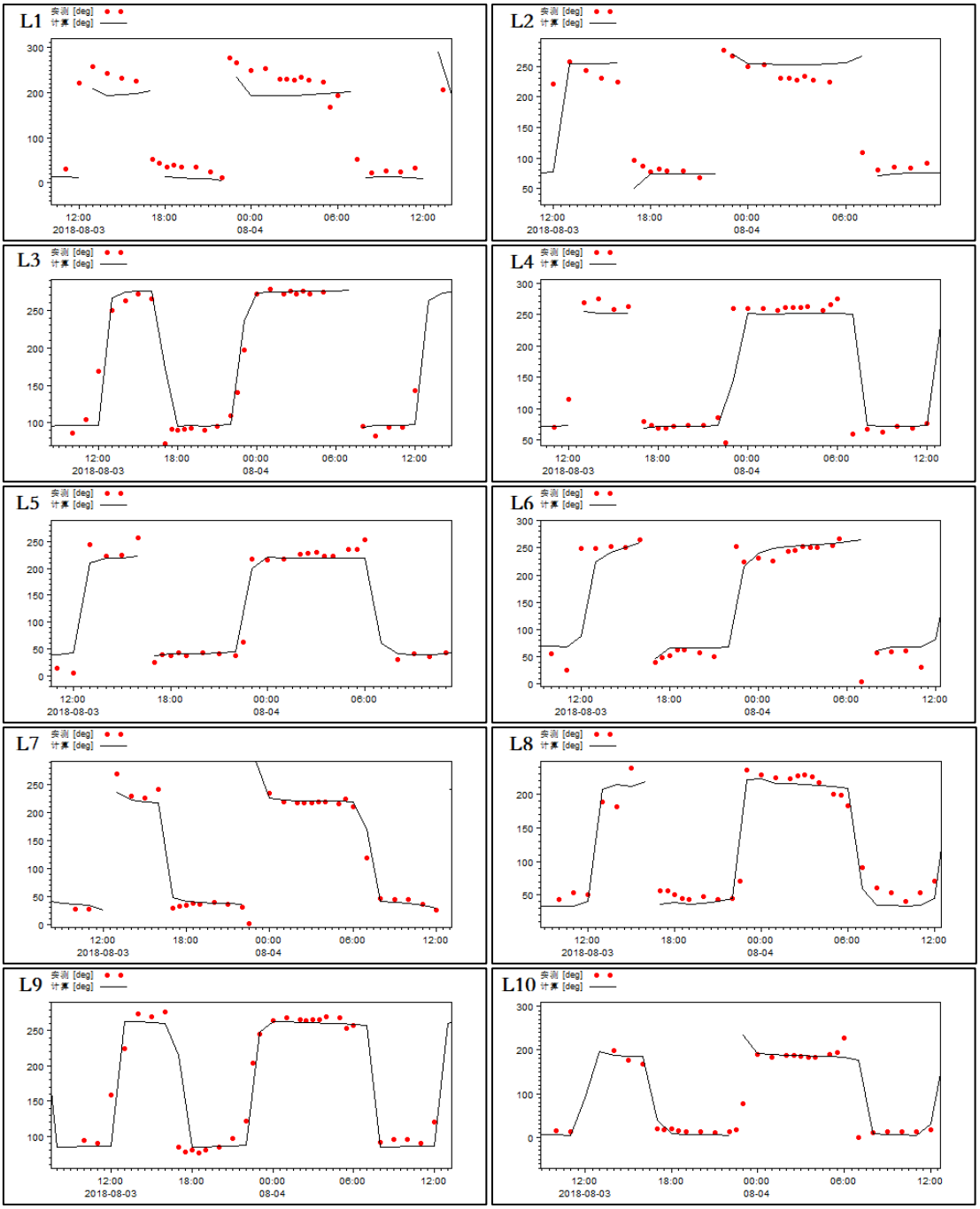


图 6.2-10b 夏季小潮流向验证

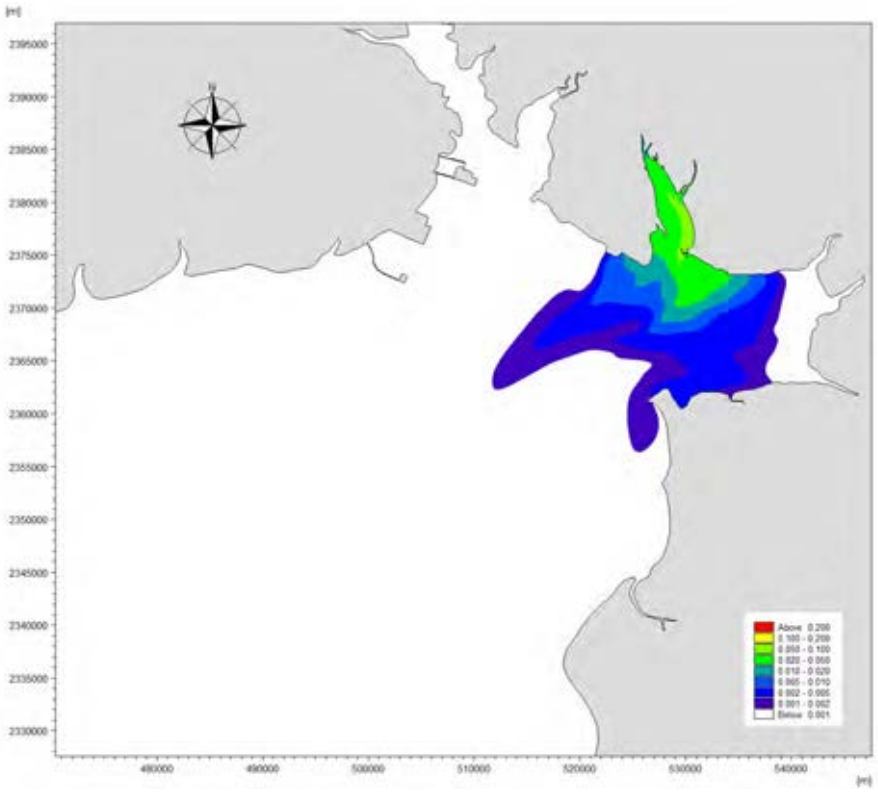


图 6.2-11　核素 ^{60}Co 浓度平均值包络线范围（2×1250MW　夏季半月潮）

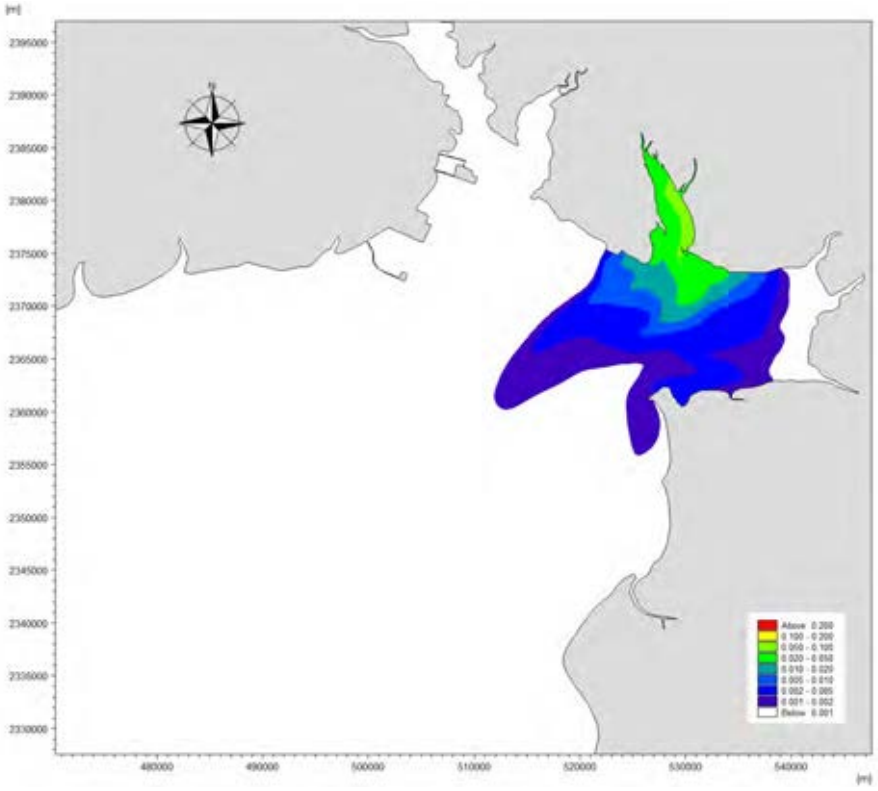


图 6.2-12　核素 ^{60}Co 浓度平均值包络线范围（2×1250MW　冬季半月潮）

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。

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。

2）凝结水精处理系统排放的废水

本项目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碱性废水，两台核电机组酸碱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。

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 NH_3 或 N_2H_4 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 NH_3 或 N_2H_4 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。

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，广东廉江核电厂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（LC_{50}）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。

廉江核电厂二次循环冷却水量较小，因此一定浓度下，廉江核电厂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。廉江核电厂址将根据厂址附近海域的实际污损生物量尽可能减少加氯量，尽可能降低排

[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。

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，廉江核电厂2台核电机组排放的余氯其10倍稀释因子对应的最大面积约为0.26km^2，平均包络面积可忽略，核电厂排放的余氯稀释10倍后其浓度已远小于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，廉江核电厂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。

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）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。

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》（DB31/199-2009），该标准规定总排放口的硼排放限值为 5ppm。

两台 CAP1000 机组每年向海水排放的硼质量约为 2t（见本报告 4.7 节），两台 CAP1000 核电机组冷却水流量初步按 3.4m^3/s。经计算，廉江核电厂总排放口处硼的浓度最大仅为 1.86×10^{-2}ppm，远小于海水本身含硼量 4~7ppm，因此不会对厂址附近海域的水质产生影响。

6.3.2 其它污染物的环境影响

1）废污水排放

主要指电厂生活污水及其它非放射性废水处理，经建成后的处理设施收集处理后，尽可能进行中水回用，不能循环利用的废水经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准的规定后集中排放；这类排

放物不会对厂址附近海域产生明显的影响。

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。

6.3.3 淡水管线工程影响

根据《广东廉江核电项目厂外淡水工程环境影响评价专题》成果，淡水管线工程为供水工程，主要为取水泵房和输送管线等，建成后新增管理人员属于流动性质等。因此，运行期无废水、废气和固体废物产生，基本不对外环境产生不良影响。本报告主要从水文情势、生态环境影响及噪声影响等几方面进行分析。

（1）水位影响分析

根据调查，本工程区域地下水水位埋深 1.2~1.7m。场地地下水含水层主要为第四系松散岩类孔隙水及基岩裂隙水，包括上层滞水、潜水和层压水。地下水的主要补给来源为大气降水入渗补给和高处坡体基岩裂隙水的侧向补给，以大气蒸发及向基岩下渗的形式进行排泄。基岩裂隙水主要赋存于风化裂隙发育带中或深部构造带内，主要接受上层潜水下渗及侧向径流补给，向低洼地段径流排泄，裂隙水的分布及含水量受岩体裂隙发育程度等因素影响较大，总体来言，基岩裂隙水埋深较深，水量较小。本项目管道工程和各构筑物挖深最大为 2.7m，对中深层地下水基本不产生影响。

本工程取水量较小，不会对区域的水源及供水方式产生影响，不进行地下水的开采，取水工程对河道水文情势及其对地下水的补给作用影响较小，不会造成所在水文地质单元的地下水水文情势发生较大变化。因此，工程对地下水水位影响很小。

（2）水质影响分析

本项目为河道取水工程，本项目取水泵站等构筑物经硬底化等防渗处理，污染物泄漏、下渗的可能性较小，因此项目对附近地下水水质的影响很小。

（3）生态影响分析

本项目是非污染生态类项目，工程运行期不产生污染，对生态环境的影响来自施工期的延续。工程永久占地区不在自然保护区、风景名胜区及其他需要特殊保护的区域内，影响区无保护植物分布，对其它植物的影响主要表现为工程占地对其造成的一次性破坏以及由此产生的生物量损失。工程永久占面积小，且现状

主要为草本植物，生态结构单一，工程占地不存在生态阻隔问题，也基本不改变景观体系的结构，不会对区域陆生生态完整性构成影响。

工程完工后临时堆场等临时占地清理后进行全面整地并恢复原地类，耕地地恢复其原有用地功能；林草地栽植乔灌木、撒播草籽，恢复原来地类的生态功能，经过生态恢复整治，临时占地对陆生生态环境影响不大。

工程运行后，临时占地将恢复原地类，不会改变区域景观体系的结构，不会对区域生态完整性造成不良影响。

工程所处区域为人类经济活动较密集的区域，没有较大型的野生动物栖息，工程永久建筑物占地等对项目区野生动物产生的影响有限。

根据调查，取水口工程所在的大坝河、九州江营仔河主要分布着多种淡水经济鱼类和其它鱼类。本工运行期取水后，由于水量和水流速度的变化，取水口附近局部区域浮游动物和藻类的种类和数量将发生一定的变化。由于两个取水口的设计取水量较小，分别为 0.047m^3/s 和 0.11m^3/s，仅仅占多年平均来水量的 11%和 0.4%。

大坝河取水口位于塘仔山水陂上游 50m 左岸，由于水陂的阻隔，在取水后的径流作用对下游河段影响较小，且该取水口主要为核电项目施工前期的应急取水口，施工后期和运行期将从九州江营仔河取水，核电项目的运行期对大坝河的水生生态无影响，原有的生态环境将逐渐得到恢复。

九州江营仔河取水口位于营仔水闸上游约 1.6km 右岸，由于水陂和水闸的阻隔，在取水后的径流作用对下游河段影响较小，对水陂和水闸以外下游河道的水生植物、底栖动物、鱼类等产生影响较小，对滨海湿地和人工湿地河下游较远的红树林影响较小，其水生生态环境不会发生大的变化，局部的水生生态环境影响在可接受范围。

（4）噪声影响分析

本项目运行期间主要噪声污染源为泵站噪声，根据类比估算，噪声源强为 60dB(A)~85dB(A)。上述设备均安装在机房内，并采取相应的降噪措施，经降噪处理后，机房外噪声源强约 62dB(A)~70dB(A)。

本工程运营期噪声源较少，取水水泵布置于泵站室内，经过隔音、减振、降噪治理，再经距离削减后，噪声排放满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类区标准要求，实现达标排放，对周围环境影响不大。

（5）固废影响分析

本工程管理人员均为流动性管理，不在取水泵站内设置办公点，分散产生的少量生活垃圾定点收集后由环卫部门统一清运。

6.3.4 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。在排水受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。

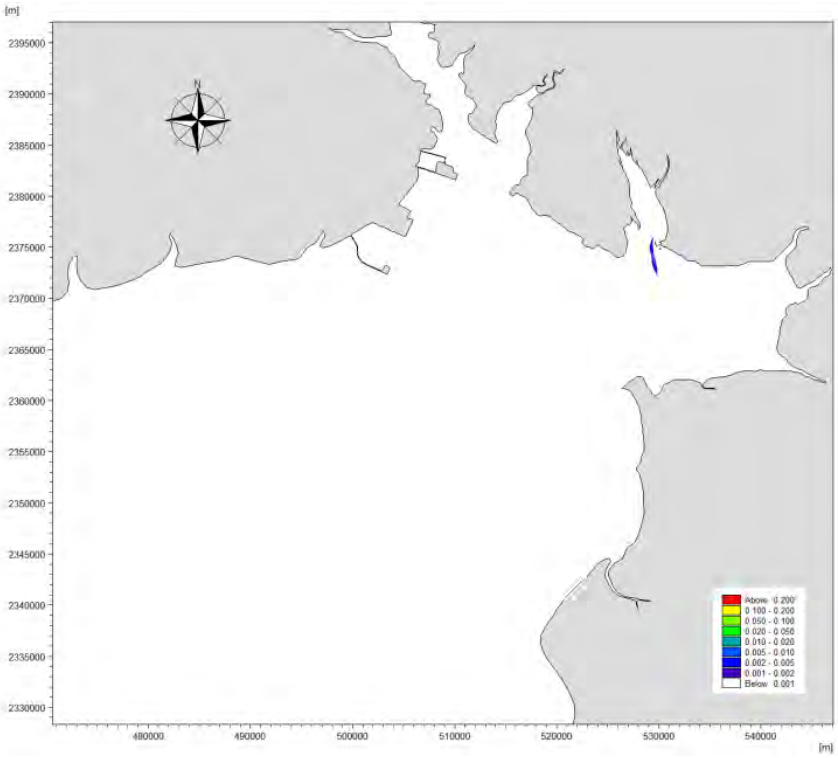


图 6.3-1　余氯浓度平均值包络线范围（2×1250MW　冬季半月潮）

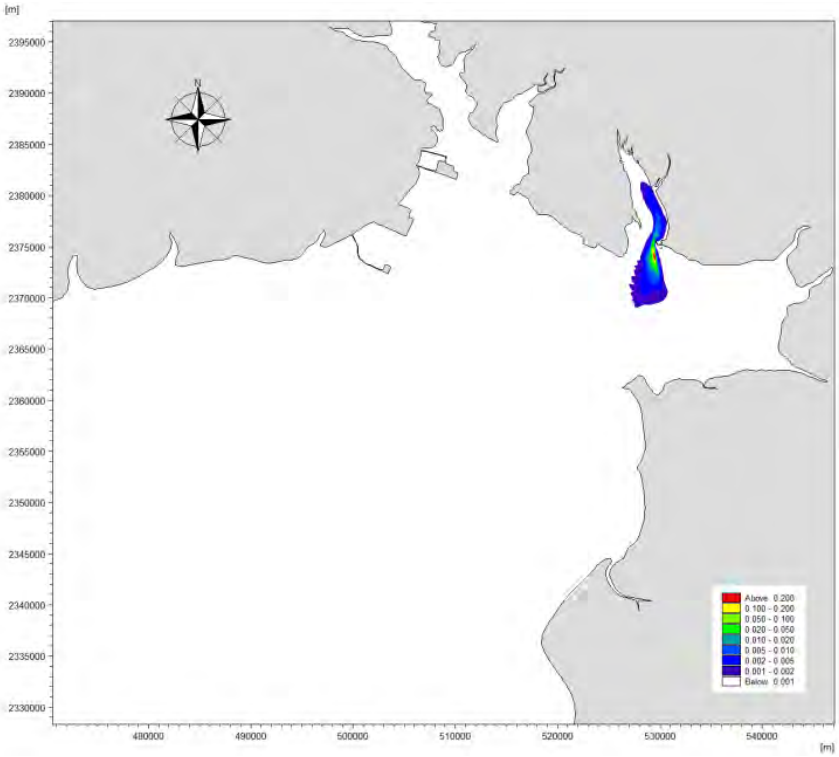


图 6.3-2　余氯浓度最大值包络线范围（2×1250MW　冬季半月潮）

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

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定，核电厂选址阶段基于选址假想事故开展核电厂事故的环境影响评价。选址假想事故仅适用于选址阶段，作为确定厂址非居住区、规划限制区边界的依据。对于水冷反应堆，选址假想事故一般应考虑全堆芯熔化，否则应进行充分有效的论证。

7.1.1.2 事故源项

压水堆核电厂选址假想事故向环境释放的主要途径是安全壳的泄漏，释放的放射性物质主要是惰性气体、碘、碱金属、碲组、稀有金属、铈组、钡和锶组及镧组核素。第四章第 4.6 节列出了惰性气体等八组核素在平衡循环寿期末的堆芯放射性核素总量。

选址假想事故释放到环境的放射性计算公式如下：

1）安全壳内大气活度

事故后，由于堆芯损坏，失去包容作用，放射性核素会随时间分阶段释放到安全壳大气。对核素 i 来说，影响其在安全壳活度的因素有两项：生成项和消失项。用公式表示为：

$$\frac{dQ_i^{'}}{dt} = q_i - Q_i^{'} \times \lambda_i \quad （7.1\text{-}1）$$

式中：

q_i　核素 i 释放率，Bq/h。

t　事故发生后的时间，h。

$Q_i^{'}$　核素 i 在 t 时刻存在安全壳内的活度，Bq。

λ_i　核素 i 在 t 时刻的消失率，h^{-1}，包括衰变、自然去除及安全壳泄漏。

2）释放到环境的核素活度

任意时段内释放到环境的核素 i 活度的增加量为：

$$\Delta Q_{i,j} = \frac{q_{i,j} \times \lambda_{i,j}^{l}}{\lambda_{i,j}} \times \Delta t_j + \lambda_{i,j}^{l} \times \left(Q_{i,j-1}^{'} - \frac{q_{i,j}}{\lambda_{i,j}} \right) \times \frac{1 - e^{-\lambda_{i,j} \times \Delta t_j}}{\lambda_{i,j}} \quad （7.1\text{-}2）$$

式中：

$\Delta Q_{i,j}$　j 时段内，核素 i 释放到环境活度的增加量，Bq。

Δt_j　j 时段的时间步长，h。

$Q^{'}_{i,j-1}$　j-1 时段末，安全壳内核素 i 的活度，Bq。

$\lambda^{l}_{i,j}$　核素 i 在 j 时段从安全壳向环境的平均泄漏系数，h^{-1}。

事故中放射性物质向环境的释放量计算中，作了如下假设：

（1）假设反应堆冷却剂中惰性气体及碘活度浓度达到技术规格书中规定的限值。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。

（2）根据 RG1.183 描述的源项模型，堆芯释放分为两个阶段，第一阶段为间隙释放，假设反应堆冷却剂释放结束后（事故后 10min），间隙中的放射性按线性释放形式释放到安全壳大气中，持续 0.5h；第二阶段是压力容器内堆芯熔化阶段，大量的放射性按线性释放形式伴随事故进程释放，持续时间为 1.3h。

（3）在发生选址假想事故时，堆芯内存储的大量的平衡循环寿期末所累积的裂变产物会释放到安全壳内，具体份额见表7.1-1。

（4）核素的形态与RG1.183的模型一致。碘的各形态中以非挥发性的碘化铯为主，附带少量元素碘。此外模型中还假设一部分元素碘和安全壳内的有机物反应生成有机碘化合物。释入安全壳内的放射性碘有三种存在形态，其中元素碘占4.85%，有机碘份额为0.15%，粒子碘份额为95%。惰性气体假设为有机态，其它核素为粒子态（气溶胶）。

（5）元素碘通过表面沉积去除。粒子碘（气溶胶）的去除方式有重力沉降、扩散泳（蒸汽冷凝驱动沉积）、热泳（温差引起的沉积）等。有机碘假设不能被去除。选址假想事故工况下安全壳大气中气溶胶去除系数与时间关系见表7.1-2。安全壳自由容积取5.83E+04m^3，可供沉积表面积保守取2.03E+04m^2，由SRP6.5.2规定的理论公式计算得到元素碘去除系数为1.7h^{-1}，元素碘的去除因子为200。

（6）在选址假想事故发生后前 24h 内安全壳泄漏率为 0.1%（自由容积）/d，24h 后泄漏率减半。

选址假想事故源项计算的有关参数列于表 7.1-1。根据上述计算模式和参数，计算得到假想事故发生后各时间间隔内释入环境的放射性量列于表 7.1-3。

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：

$$(x/Q)_x = \frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)} \quad (7.1.2\text{-}1)$$

$$(x/Q)_x = \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)} \quad (7.1.2\text{-}2)$$

$$(x/Q)_x = \frac{1}{u_{10}\pi\Sigma_y\sigma_z} \quad (7.1.2\text{-}3)$$

式中：

（χ/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：

$$\chi/Q = \min\left\{\frac{1}{u_{10}\pi\Sigma_y\sigma_z}, \max\left[\frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)}, \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)}\right]\right\} \quad (7.1.2\text{-}4)$$

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：

$$\chi/Q = \max\left[\frac{1}{u_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + CA)}, \frac{1}{u_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)}\right] \quad (7.1.2\text{-}5)$$

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 小时的事故释放，按事故过程划分不同的时间段。各时间段的事故大气弥散因子，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。

对于选址假想事故则先逐一计算非居住区边界和规划限制区边界处每个方位 99.5%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 95%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。

广东廉江核电项目一期工程非居住区边界的事故大气弥散因子及对应距离见表 7.1-4，厂址规划限制区边界（5km）的事故大气弥散因子见表 7.1-5。

采用全厂址 95%概率水平的大气弥散因子作为集体剂量评价的事故大气弥散因子（按照人口最多的连续 3 个方位保守计算集体剂量），厂址 80km 评价区域下风向不同距离上的 95%概率水平的大气弥散因子，见表 7.1-6。

经计算得到广东廉江核电项目一期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。

7.1.2.2 事故剂量

所考虑的选址假想事故期间对公众产生辐射照射的主要途径包括：

- 浸没于放射性烟云中所受的外照射；
- 吸入放射性烟云中碘所受的内照射；

公众可能受到的照射剂量与受照个人的年龄有关。对个人剂量评价，假定受照者是处在电厂非居住区边界和规划限制区外边界上的成人，个人剂量是释放核素通过上述途径所致剂量的总和；对集体剂量评价，受照者为厂址半径 80km 评

价区域内的居民。

个人剂量和集体剂量的计算模式如下：

1）个人剂量：

a. 浸没于半无限放射性烟云中所受外照射剂量 D^o：

$$D^o = \sum_i Q_i \cdot (\chi / Q)_x \cdot (DCF)_i^o \quad (7.1.2\text{-}6)$$

式中：

D^o—烟云浸没对个人所致的外照射有效剂量，Sv；

Q_i—评价时间内核素 i 的释放量，Bq；

$(\chi/Q)_x$—评价时间内，离释放点 x 米距离处的事故大气弥散因子，s/m^3；

$(DCF)_i^o$—核素 i 对个人的外照射有效剂量转换因子，（Sv/s）/（Bq/m^3）。

b. 吸入放射性物质所受内照射剂量 D^i：

$$D^i = \sum_i Q_i \cdot (\chi / Q)_x \cdot Ba \cdot (DCF)_i^i \quad (7.1.2\text{-}7)$$

式中：

Ba—a 年龄组个人的呼吸率，m^3/s；

$(DCF)_i^i$—核素 i 对组个人的内照射有效剂量转换因子，Sv/Bq。

2）集体剂量

$$D_J = \sum_{mn}^{3} P_{mn} \cdot D_{mn} \quad (7.1.2\text{-}8)$$

式中：

D_J －评价区域内的公众集体有效剂量，人·Sv；

P_{mn} －（mn）子区域内人数，为人口最多的连续 3 个方位，人；

D_{mn} －（mn）子区域内个人有效剂量，Sv；

上述公式适用于事故发生后由外照射和内照射途径所致的个人剂量和集体剂量。

7.1.3 事故后果评价

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：在发生选址假想事故时，考虑保守大气弥散条件，非居住区边界上的任何个人在事故发生后

的任意 2h 内通过烟云浸没外照射和吸入内照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv；规划限制区边界上的任何个人在事故的整个持续期间内（可取 30d）通过上述两条照射途径所接受的有效剂量不得大于 0.25Sv。在事故的整个持续期间内，厂址半径 80km 范围内公众群体通过上述两条照射途径接受的集体有效剂量应小于 2×10^4 人·Sv。

广东廉江核电项目一期工程发生选址假想事故后，厂址非居住区边界、规划限制区外边界处的最大个人剂量和 80km 范围内公众群体所受的集体剂量结果及与《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中规定的有效剂量的比较见表 7.1-7。集体剂量子区剂量见表 7.1-8。

由表 7.1-7 可见：

1）在选址假想事故发生后任意 2h 内，厂址非居住区边界处任何个人所受的最大个人有效剂量为 2.26E-01Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。

2）在选址假想事故的整个持续期间（30 天），厂址规划限制区边界上（5km）任何个人所受的最大个人有效剂量为 4.48E-02Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。

3）在选址假想事故的整个持续期间（30 天），采用全厂址 95%概率水平的大气弥散因子估算选址假想事故的集体剂量，计算得到厂址发生选址假想事故时所致的集体剂量为 1.56E+04 人·Sv。上述剂量低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故集体有效剂量（2.00E+04 人·Sv）。

由上述结论可见，核电厂非居住区边界及规划限制区边界的设置是合理的。

表 7.1-1 选址假想事故源项计算参数

计算参数	单位	数值
— 堆芯放射性释放入安全壳大气的份额		
·惰性气体	%	100
·碘	%	40
·碱金属	%	30
·碲组	%	5
·钡和锶	%	2
·稀有金属	%	0.25
·铈组	%	0.05
·镧组	%	0.02
— 碘的形态份额		
·元素碘	%	4.85
·有机碘	%	0.15
·粒子碘	%	95
— 安全壳泄漏率		
·事故开始后 24h 内	1/d	0.1%（安全壳自由容积）
·事故后 24h 至 30d	1/d	0.05%（安全壳自由容积）
— 元素碘的去除系数	1/h	1.7
— 元素碘的去除因子		200
— 气溶胶的去除系数	1/h	见表 7.1-2

表 7.1-2 选址假想事故后安全壳内气溶胶的去除系数

时间间隔（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
3.684 ~ 3.737	0.557

表 7.1-2 选址假想事故后安全壳内气溶胶的去除系数（续）

时间间隔（h）			去除系数（h^{-1}）
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
11.189	~	14.937	0.474
14.937	~	17.61	0.459
17.61	~	24	0.449

表 7.1-3　事故发生后各时段释入环境的放射性量

单位：GBq

核素	各时段释放量				
	1.2h~3.2h	**0h~8h**	**8h~24h**	**24h~96h**	**96h~720h**
元素碘					
^{130}I	3.65E+01	9.59E+01	2.52E+01	1.30E+00	3.70E-02
^{131}I	1.24E+03	3.64E+03	1.46E+03	4.60E+02	1.28E+03
^{132}I	1.03E+03	1.98E+03	8.51E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{133}I	2.41E+03	6.63E+03	2.09E+03	2.08E+02	2.22E+01
^{134}I	6.57E+02	1.14E+03	1.33E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{135}I	1.97E+03	4.78E+03	8.61E+02	1.41E+01	0.00E+00
有机碘					
^{130}I	4.56E+00	2.54E+01	5.59E+01	1.90E+01	3.33E-01
^{131}I	1.58E+02	1.03E+03	3.86E+03	7.46E+03	2.25E+04
^{132}I	1.19E+02	3.65E+02	1.10E+02	4.44E-01	0.00E+00
^{133}I	3.04E+02	1.81E+03	4.99E+03	3.24E+03	3.26E+02
^{134}I	6.56E+01	1.14E+02	1.27E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{135}I	2.43E+02	1.18E+03	1.65E+03	1.90E+02	0.00E+00
粒子碘					
^{130}I	1.58E+03	2.65E+03	5.62E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{131}I	5.44E+04	9.46E+04	2.92E+03	3.70E+01	7.40E+01
^{132}I	4.25E+04	6.47E+04	2.22E+02	0.00E+00	0.00E+00
^{133}I	1.05E+05	1.79E+05	4.48E+03	0.00E+00	0.00E+00
^{134}I	2.48E+04	3.76E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{135}I	8.46E+04	1.38E+05	2.07E+03	0.00E+00	0.00E+00
惰性气体					
^{85m}Kr	4.96E+04	1.36E+05	6.75E+04	3.07E+03	0.00E+00
^{85}Kr	2.78E+03	1.05E+04	2.49E+04	5.59E+04	4.80E+05
^{87}Kr	4.08E+04	7.00E+04	1.81E+03	0.00E+00	0.00E+00
^{88}Kr	1.10E+05	2.61E+05	6.10E+04	6.29E+02	0.00E+00
^{131m}Xe	2.93E+03	1.10E+04	2.54E+04	5.13E+04	2.08E+05
^{133m}Xe	1.63E+04	5.96E+04	1.22E+05	1.59E+05	1.00E+05
^{133}Xe	5.27E+05	1.96E+06	4.38E+06	7.77E+06	1.54E+07
^{135m}Xe	5.70E+02	1.33E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{135}Xe	1.22E+05	3.87E+05	4.07E+05	8.47E+04	3.70E+02
^{138}Xe	1.71E+03	4.40E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
其它核素					
^{86}Rb	8.47E+01	1.49E+02	4.59E+00	3.70E-02	2.22E-01
^{134}Cs	7.48E+03	1.32E+04	4.11E+02	3.70E+00	3.70E+01
^{136}Cs	2.20E+03	3.87E+03	1.18E+02	0.00E+00	7.40E+00
^{137}Cs	4.85E+03	8.56E+03	2.66E+02	3.70E+00	2.22E+01
^{138}Cs	6.38E+03	1.18E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{127}Sb	7.78E+02	1.30E+03	4.14E+01	3.70E-01	3.70E-01
^{129}Sb	1.71E+03	2.59E+03	2.85E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{127m}Te	1.02E+02	1.73E+02	5.74E+00	7.40E-02	4.44E-01
^{127}Te	6.81E+02	1.09E+03	2.18E+01	0.00E+00	0.00E+00

注：1.2h~3.2h 时间段为释放量最大的 2h 时间段。

表 7.1-3　事故发生后各时段释入环境的放射性量（续）

单位：GBq

核素	各时段释放量				
	1.2h~3.2h	**0h~8h**	**8h~24h**	**24h~96h**	**96h~720h**
^{129m}Te	3.48E+02	5.87E+02	1.92E+01	3.70E-01	1.11E+00
^{129}Te	6.84E+02	9.14E+02	7.40E-01	0.00E+00	0.00E+00
^{131m}Te	1.03E+03	1.71E+03	4.81E+01	0.00E+00	3.70E-01
^{132}Te	1.05E+04	1.76E+04	5.51E+02	3.70E+00	3.70E+00
^{89}Sr	2.94E+03	4.96E+03	1.63E+02	3.70E+00	1.11E+01
^{90}Sr	2.49E+02	4.20E+02	1.41E+01	3.70E-01	1.11E+00
^{91}Sr	3.14E+03	5.01E+03	9.99E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{92}Sr	2.30E+03	3.33E+03	1.85E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{139}Ba	1.95E+03	2.63E+03	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{140}Ba	5.30E+03	8.92E+03	2.92E+02	3.70E+00	1.11E+01
^{99}Mo	6.97E+02	1.17E+03	3.59E+01	3.70E-01	3.70E-01
^{99m}Tc	4.93E+02	7.67E+02	1.15E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{103}Ru	5.71E+02	9.63E+02	3.18E+01	3.70E-01	2.22E+00
^{105}Ru	2.81E+02	4.27E+02	4.81E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{106}Ru	1.92E+02	3.25E+02	1.08E+01	1.11E-01	9.25E-01
^{105}Rh	3.37E+02	5.60E+02	1.63E+01	0.00E+00	0.00E+00
^{141}Ce	1.26E+02	2.12E+02	7.03E+00	7.40E-02	4.44E-01
^{143}Ce	1.12E+02	1.87E+02	5.37E+00	0.00E+00	3.70E-02
^{144}Ce	9.48E+01	1.60E+02	5.33E+00	7.40E-02	4.44E-01
^{238}Pu	2.28E-01	3.85E-01	1.26E-02	3.70E-04	1.11E-03
^{239}Pu	2.26E-02	3.81E-02	1.26E-03	0.00E+00	1.48E-04
^{240}Pu	2.81E-02	4.73E-02	1.59E-03	0.00E+00	1.48E-04
^{241}Pu	1.03E+01	1.73E+01	5.77E-01	3.70E-03	5.18E-02
^{239}Np	1.40E+03	2.33E+03	7.14E+01	3.70E-01	0.00E+00
^{90}Y	2.52E+00	4.21E+00	1.33E-01	0.00E+00	0.00E+00
^{91}Y	3.79E+01	6.39E+01	2.11E+00	3.70E-02	1.48E-01
^{92}Y	2.62E+01	3.91E+01	3.33E-01	0.00E+00	0.00E+00
^{93}Y	3.95E+01	6.33E+01	1.30E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{95}Nb	5.13E+01	8.65E+01	2.89E+00	3.70E-02	1.85E-01
^{95}Zr	5.11E+01	8.61E+01	2.85E+00	3.70E-02	2.22E-01
^{97}Zr	4.65E+01	7.60E+01	1.89E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{140}La	5.29E+01	8.80E+01	2.59E+00	0.00E+00	0.00E+00
^{142}La	1.91E+01	2.61E+01	4.07E-02	0.00E+00	0.00E+00
^{147}Nd	2.01E+01	3.37E+01	1.11E+00	7.40E-03	4.07E-02
^{143}Pr	4.56E+01	7.67E+01	2.52E+00	0.00E+00	1.11E-01
^{241}Am	4.64E-03	7.83E-03	2.63E-04	3.70E-06	2.22E-05
^{242}Cm	1.31E+00	2.20E+00	7.36E-02	7.40E-04	5.92E-03
^{244}Cm	1.03E-01	1.73E-01	5.77E-03	7.40E-05	5.18E-04

注：1.2h~3.2h 时间段为释放量最大的 2h 时间段。

表 7.1-4 广东廉江核电项目一期工程非居住区边界

0－2 小时事故大气弥散因子〔s/m^3〕

（各方位角 99.5%和全厂址 95％概率水平的最大值）及对应距离

方位	厂址	
	距离（m）	弥散因子（s/m^3）
S	800.	2.70E-04
SSW	900.	2.69E-04
SW	1000.	2.72E-04
WSW	850.	2.77E-04
W	1050.	2.79E-04
WNW	900.	2.69E-04
NW	800.	2.09E-04
NNW	800.	1.71E-04
N	800.	1.36E-04
NNE	800.	8.86E-05
NE	800.	8.61E-05
ENE	800.	9.31E-05
E	800.	1.06E-04
ESE	800.	1.84E-04
SE	800.	2.12E-04
SSE	800.	2.21E-04
全厂址	--	2.14E-04
最大值	--	2.79E-04

表 7.1－5　厂址规划限制区外边界事故大气弥散因子
（各方位角 99.5%和全厂址 95％概率水平的最大值）〔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	4.38E-05	2.08E-05	1.44E-05	6.41E-06	2.02E-06
SSW	4.91E-05	2.34E-05	1.61E-05	7.19E-06	2.26E-06
SW	5.52E-05	2.66E-05	1.84E-05	8.33E-06	2.67E-06
WSW	4.76E-05	2.29E-05	1.58E-05	7.15E-06	2.28E-06
W	5.99E-05	3.00E-05	2.13E-05	1.01E-05	3.44E-06
WNW	4.91E-05	2.38E-05	1.66E-05	7.54E-06	2.44E-06
NW	3.37E-05	1.52E-05	1.03E-05	4.34E-06	1.26E-06
NNW	2.77E-05	1.22E-05	8.07E-06	3.30E-06	9.17E-07
N	2.20E-05	9.37E-06	6.11E-06	2.42E-06	6.40E-07
NNE	1.16E-05	5.26E-06	3.54E-06	1.50E-06	4.39E-07
NE	1.07E-05	4.95E-06	3.37E-06	1.46E-06	4.41E-07
ENE	1.26E-05	5.68E-06	3.82E-06	1.62E-06	4.70E-07
E	1.56E-05	6.84E-06	4.53E-06	1.85E-06	5.10E-07
ESE	2.99E-05	1.29E-05	8.51E-06	3.43E-06	9.31E-07
SE	3.43E-05	1.53E-05	1.02E-05	4.25E-06	1.21E-06
SSE	3.58E-05	1.60E-05	1.07E-05	4.47E-06	1.28E-06
全厂址	5.05E-05	2.60E-05	1.87E-05	9.13E-06	3.26E-06
最大值	5.99E-05	3.00E-05	2.13E-05	1.01E-05	3.44E-06

表 7.1-6　厂址用于集体剂量评价的短期大气弥散因子
（全厂址 95%概率水平）

单位：s/m^3

距离（m）	时间段			
	0-8h	8-24h	24-96h	96-720h
500	4.81E-04	4.04E-04	2.76E-04	1.60E-04
1500	1.06E-04	8.58E-05	5.37E-05	2.74E-05
2500	5.83E-05	4.45E-05	2.48E-05	1.07E-05
4000	3.39E-05	2.48E-05	1.25E-05	4.73E-06
7500	1.63E-05	1.14E-05	5.21E-06	1.70E-06
15000	7.30E-06	4.94E-06	2.11E-06	6.25E-07
25000	4.06E-06	2.71E-06	1.13E-06	3.22E-07
35000	2.75E-06	1.82E-06	7.50E-07	2.09E-07
45000	2.28E-06	1.49E-06	5.94E-07	1.58E-07
55000	2.08E-06	1.34E-06	5.12E-07	1.29E-07
65000	1.93E-06	1.22E-06	4.53E-07	1.09E-07
75000	1.80E-06	1.13E-06	4.08E-07	9.48E-08

表 7.1-7　厂址选址假想事故剂量计算结果

评价项目	计算结果	《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的选址假想事故有效剂量	比例（%）
非居住区边界最大个人有效剂量（Sv）	2.26E-01	0.25	90.40%
规划限制区边界最大个人有效剂量（Sv）	4.48E-02	0.25	17.92%
集体有效剂量（人・Sv）	1.56E+04	2.00E+04	78.00%

注：
1）元素碘和有机碘的吸入所致的待积有效剂量取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B9 吸入：可溶性或活性气体与蒸汽之单位摄入量所致的待积有效剂量。
2）粒子碘以及其他核素的吸入所致的待积有效剂量取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B7 吸入：公众成员吸入单位摄入量所致的待积有效剂量。
3）惰性气体的烟云浸没外照射剂量转换因子取自取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B10，其他核素的外照射剂量转换因子取自 IAEA19 号报告。

表 7.1-8 集体剂量子区剂量表（人・Sv）

距离 方位	ESE	SE	SSE	合计
0-1km	0.00E+00	0.00E+00	2.04E+02	2.04E+02
1-2km	9.51E+00	9.51E+00	1.06E+02	1.25E+02
2-3km	1.30E+02	1.68E+01	2.54E+01	1.72E+02
3-5km	3.85E+01	1.16E+02	2.59E+02	4.14E+02
5-10km	1.45E+02	5.65E+02	1.39E+02	8.49E+02
10-20km	7.29E+01	3.17E+02	3.65E+00	3.94E+02
20-30km	1.01E+03	1.08E+03	7.60E+02	2.85E+03
30-40km	6.92E+02	1.54E+02	2.92E+02	1.14E+03
40-50km	3.75E+02	2.37E+02	8.67E+01	6.99E+02
50-60km	9.54E+02	1.16E+02	1.08E+03	2.15E+03
60-70km	1.46E+03	5.11E+01	4.02E+02	1.91E+03
70-80km	6.25E+02	2.20E+03	1.86E+03	4.68E+03
合计	5.51E+03	4.87E+03	5.21E+03	1.56E+04

7.2 场内运输事故

7.2.1 新燃料场内运输事故

廉江核电厂一期工程采用 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。

7.2.2 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。

7.2.3 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。

7.3 其他事故

7.3.1 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。

7.3.2 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。

7.3.3　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℉（73.9℃）时，防火阀自熔关闭，限制火灾以及烟气的蔓延。风管穿越安全有关区域、烟雾敏感区域时设置防烟防火阀。防烟防火阀除了可自熔关闭，还可根据火灾探测及报警系统发出的信号联动关闭。已设置防烟防火阀的地方不再设置防火阀。防火阀、防烟防火阀的耐火极限与穿越的防火屏障的耐火极限相等。防火阀、防烟防火阀可手动或自动复位。

7.3.4　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。

综合考虑取排水管线周边的民井分布，考虑合排后排放管线发生泄漏，并有流出物泄漏至地下水中，同时周边居民点全年饮用该地下水。由于其它核素基本会被周边土壤所吸附，这里主要考虑 ^{3}H 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 ^{3}H 和 ^{14}C 两个核素。

Ci：核素 i 的浓度（Bq/L）。

Ui：核素 i 的饮水消耗量（L/yr）。

Di：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 ^{3}H 和 ^{14}C 的年平均排放浓度如下表所示，这里假设全年泄漏，液态流出物会被循环冷却水全年稀释，循环冷却水一年排 8000h，排水流量按 3.41m^3/s 计算。

保守考虑泄漏的核素不再被稀释，直接被利用。则该居民所致的辐射剂量计算如表 7.3-1 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 1.17E-02mSv/yr，可以满足国家标准 GB6249-2011 中规定的“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”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 7.3-1　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）	R（mSv/yr）
^{3}H	8.52E+13	8.67E+02	730	1.80E-11	1.14E-02
^{14}C	7.1E+10	7.23E-01	730	5.80E-10	3.06E-04
合计					1.17E-02

7.4 事故应急

7.4.1 核事故应急对策

为了减少事故对公众的辐射影响，根据核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备》（HAD002/01）和《地方政府对核动力厂的应急准备》（HAD002/02）的要求，事故应急应包括：隐蔽、简单的呼吸道和体表防护、服用稳定性碘、撤离；避迁、控制食品和水、控制通道、地区去污和人员去污等措施。为了快速有效地处理核事故发生后的各种问题，最大限度减少事故影响，在事故时便于执行上述应急措施，本工程在应急准备和应急响应方面建立统一的应急组织，按照国家“常备不懈，积极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境”的应急管理工作方针，进行统一的应急准备，在事故情况下实施统一的应急响应。

核电厂因运行失误或事故导致核事故应急状态的可能性极小，但仍不能完全排除。因此在核电厂选址阶段就应考虑妨碍或影响执行应急计划的厂址因素。

为了减少核事故对公众所造成的辐射影响，根据核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》（HAD002/01）和《地方政府对核动力厂的应急准备》（HAD002/02）的要求，可能采取的应急措施包括：

- 隐蔽；
- 简单的呼吸道和体表防护；
- 服用稳定性碘；
- 撤离；
- 避迁；
- 控制食品和水；
- 控制通道；
- 地区去污；
- 人员去污。

为了快速有效地处理核事故中的问题，最大限度减少事故影响，在事故时便于执行上述应急措施，在厂址所在地区要建立包括核电厂、当地政府所辖的环保、公安、卫生、消防等部门在内的各级应急组织，设立应急监测机构并配置相应的应急响应设施。

7.4.2 实施应急计划的可行性

为了加强核电厂核事故应急管理工作控制和减少核事故危害，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。厂址区域核应急方案已于2019 年 12 月通过了国家核事故应急办公室评审，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。

截止 2018 年底，厂址半径 5km 范围现有人口 39932 人，人口密度为 604 人/km^2（陆域密度）。

厂址半径 5km 范围共涉及 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，现有人口 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，现有人口 3220 人。厂址 5km 半径范围内无万人以上乡镇。

厂址半径 5km 范围内没有监狱。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。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 5km 范围内有两家医院，分别为位于厂址 SSE 方位 3.8km 的廉江车板仁爱医院和位于厂址 SSE 方位 3.9km 的廉江市车板镇卫生院，两家医院分别有床位数 80 和 55 张。在制定场外应急计划时，需重点关注 5km 范围内的学校学生、敬老院人员和医院病人的撤离。

厂址半径 15km 范围共涉广东省廉江市、广西壮族自治区博白县和合浦县 72 个行政村（居委会）。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 8.6km，现有人口 9157 人。

厂址 10km 半径范围内有 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，可以根据核电厂就近应急医疗的要求对该卫生院进行有针对性的加强和人员培训后，作为核电厂就近医疗后援单位。另外，位于厂址 E 方位约 48.4km 处的廉江市人民医院（现有床位 1084 张，医务人员 1401 人）为三级医院，医疗设施较好，该医院经过适当加强和医务人员进一步培训后，可以作为核电厂应急医疗的后援设施。

厂址 15km 范围内规模较大企业有 27 家，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 5km 半径范围内规模较大的企业有 3 家，分别为廉江市欢裕建筑材料有限公司、廉江市车板食品站和广东湛龙光电有限公司。共有从业人员约 200 人。

厂址 10km 半径范围内危险品生产、贮存企业共有 30 家，其中有 11 个加油站、18 家烟花爆竹公司及 1 个液化气站。经计算均不会影响核电厂的运行安全。

厂址 15km 范围内主要的道路有高速公路 1 条（G75 渝湛高速公路），国道 2 条(G228 和 G241)，省道 1 条（S388）。

厂址 5km 半径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。

厂址进厂道路和应急道路示意图见图 7.4-1。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。

厂址附近的村镇通讯条件较好，电话、网络普及率较高，固定电话村村通。移动、联通、电信已做到全区覆盖，基本实现有线电视到户。

厂址半径 15km 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，对外照射有较好的屏蔽减弱能力，加之紧闭门窗并

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，可尽可能地减少公众的受照剂量。

因此，厂址区域内具备良好的通信和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。

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 7.4-1 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

广东廉江核电项目的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。

核电厂营运单位负责建设本厂址的辐射环境现场监督性监测系统，并移交给广东省环境保护行政主管部门运行和管理。地方政府使用该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。

本节简要介绍广东廉江核电项目流出物监测与排放控制方案初步设想，详细的流出物监测与排放控制方案将在广东廉江核电项目后续阶段的环境影响报告书中给出。

8.1.1.1　监测目的

广东廉江核电项目 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

1）气载流出物监测

广东廉江核电项目 2 台 CAP1000 压水堆核电机组产生的气载流出物由烟囱集中排放。气载放射性流出物监测的内容包括：惰性气体、碘、气溶胶、^{3}H 和

^{14}C。

在正常运行和事故工况下，电厂烟囱辐射监测仪在覆盖正常和事故量程范围内连续测量通过烟囱向外排放的气溶胶、碘和惰性气体的放射性活度浓度，当放射性活度浓度达到预置阈值时自动触发警报。该监测仪同时具备对气溶胶、碘和惰性气体、^{14}C 和 ^{3}H 的取样功能，样品定期送往流出物实验室进行测量分析。

2）液态流出物监测

按照 GB 6249-2011 的要求，广东廉江核电项目 2 台 CAP1000 压水堆核电机组产生的液态流出物采用槽式排放。排放前对废液贮存罐内的液态流出物进行充分混合并取样，送往核电厂流出物实验室进行测量，测量项目包括：总 γ、^{3}H、^{14}C、^{90}Sr 和 γ 能谱分析等。测量结果用于确定液态流出物的放射性活度浓度和活度总量，以判断是否满足排放要求。在液态流出物排放期间，由放射性液体辐射监测仪连续监测排放总管内的放射性活度浓度，当探测到高于预置阈值时，液体辐射监测仪会发出报警信号并自动终止废液排放。

8.1.1.3 监测取样代表性

对于气态流出物监测，本项目核岛烟囱的当前设计与参考电站 AP1000 依托项目相同，后者已按照 ANSI N13.1-2011 进行了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。根据适用标准的要求，本项目的取样位置可以沿用参考电站 AP1000 依托项目的试验结果，采用相同的取样位置。此外，核岛烟囱辐射监测通道的取样装置和取样管道的设计遵循《核电厂烟囱的气载放射性物质取样》（NB/T 20374-2016）（与 ISO 2889-2010 和 ANSI N13.1-2011 基本等效）的要求，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。液态流出物取样代表性的相关内容已反应在 8.1.1 节。

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：

- 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、布点原则及监测项目

本工程运行期间环境监测范围、布点及监测项目与运行前的放射性本底监测范围和布点基本类同，并在运行前本底调查的基础上优化取样点、取样品种、取样频率。在开展运行期间环境辐射监测时，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。

1）监测范围

- 环境 γ 辐射水平的调查范围为厂址半径 20km，其余项目的调查范围为厂址半径 10km。
- 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。

2）环境监测布点原则

- 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受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。

3）环境监测项目

- 环境介质监测。
- 环境 γ 辐射监测。

8.1.2.3　监测内容

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）大气环境 γ 剂量率

- γ 辐射固定点连续监测。
- γ 辐射固定点瞬时监测。
- γ 辐射累积剂量。

2）气载放射性物质

- 气溶胶：总 β、γ 能谱分析。
- 大气：^{131}I、^{3}H、^{14}C 浓度测量。

- 沉降物：总 β、γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。

3）水样

- 降水：总 β 和 γ 能谱分析，^{3}H 浓度测量。
- 地表水：总 β、^{90}Sr 和 γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。
- 地下水（监测井水）：总 β 和 γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。
- 海水：总 β 和 γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。

4）作物

- 粮食、蔬菜、水果：^{90}Sr 和 γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。

5）生物样品

- 陆生生物及农畜产品：^{90}Sr 和 γ 能谱分析，^{3}H、^{14}C 浓度测量。
- 海洋生物：^{90}Sr 和 γ 能谱分析，^{3}H（OBT）、^{14}C 浓度测量。

6）土壤和沉积物

- ^{90}Sr 和 γ 能谱分析，^{14}C 浓度测量。

8.1.2.4　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 a/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 ^{3}H 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。

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放射性流出物排放情况。

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。非放射性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、BOD_5、动植物油、排水量。

8.2.3 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。

8.3 监测设施

8.3.1 流出物实验室

流出物实验室配备实验家具、制样设备、放射性测量仪器，用于对核电厂气态和液态流出物样品进行预处理、样品制备、γ 核素分析、α/β 放射性测量等，以确定排放的液态和气载流出物的放射性水平，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。

8.3.2 环境监测设施

8.3.2.1 核电厂环境监测系统

本工程将设置厂址环境辐射监测系统。

1）厂区内大气 γ 辐射监测站

本工程厂区内初步计划设置 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。

厂区内大气γ辐射监测站的监测内容将包括对环境的γ进行连续监测，在其中的一个监测点上，还将设置对大气中的气溶胶、碘、^{3}H 和 ^{14}C 进行连续取样的取样装置。

厂区内大气 γ 辐射监测站的测量数据将通过有线的方式实时地传输到环境辐射监测专用计算机中。环境辐射监测专用计算机可以对这些监测站上的数据进行采集、处理、显示和储存，并将这些数据传输到环境监测网中进行储存、显示和共享。

2）厂区外大气γ辐射监测站

本工程将在辐射影响分析结果和运行前放射性本底调查基础上，设置厂区外大气γ辐射监测站，项目采样点尽量与运行前辐射环境调查保持适当比例的同位点。

厂区外大气γ辐射监测站的监测内容将包括对环境的γ进行连续监测，在其中的某些监测点上，还将设置对大气中的气溶胶、碘、^{3}H 和 ^{14}C 进行连续取样的取样装置。

厂区外大气 γ 辐射监测站的测量数据将通过有线或无线的方式实时地传输到环境辐射监测专用计算机中。环境辐射监测专用计算机可以对这些监测站上的数据进行采集、处理、显示和储存，并将这些数据传输到环境监测网中进行储存、显示和共享。

3）液态流出物采样站

在靠近取水口泵房和总排水口处分别设置进水和排水的液态流出物采样站。液态流出物采样站由连续采样设备组成。通过在核电厂取水口和总排水口处的同时取样，可获得进水和排水中的放射性活度浓度值。取水中的放射性活度浓度值即为存在于自然界的天然放射性本底值。将排水中的放射性活度浓度值减去进水中的放射性活度浓度本底值，即可获得核电厂实际向环境排放的放射性活度浓度值。该数据可用于判断核电厂液态流出物年排放量和排放浓度是否满足限值的要求。

在核电厂进水和排水中采集的液体样品将被送到环境实验室进行测量和分

析。

连续采样设备的失效报警信号等将被传送至环境γ监测计算机。

4）环境实验室

环境实验室主要用于环境样品的放射性测量、核素分析以及累积照射量的测量，承担核电厂环境介质放射性监测的大部分工作，与厂址γ辐射监测系统一起完成放射性环境监测的全部工作。

环境实验室还配备有环境监测车和采样车，用于核电厂正常运行期间作为移动式的环境辐射监测站，定期对厂址半径20km范围内环境γ辐射进行巡检和采样等环境监测。

5）厂址环境辐射系统中央站

厂址环境辐射系统中央站位于环境实验室内或其他合适的地点，具体位置待定。它是厂址环境辐射监测系统的数据储存和管理中心，由服务器、工作站和相应的网络设备组成。环境辐射监测专用计算机中的数据通过有线的方式传输到环境监测网的服务器中进行储存，并由环境监测网的工作站对这些数据进行处理。

储存在环境监测网数据库中的环境监测数据将实时地传输到应急指挥中心、各反应堆的主控室和行政办公楼等部门，实现环境监测数据在全厂范围内的共享。

8.3.2.2　地方政府监督性环境监测系统

监督性环境监测系统选址原则如下。

监督性环境监测系统的监测子站由辐射监测设备、气象参数测量设备、采样设备、控制设备、数据处理设备、供电、防雷及站房等基础设施组成。布点原则如下：

1）按核电厂16个方位布设，主导风向及次风向、居民密集区适当增加；各点位尽可能布设在关键人群组及人群集中地区，距反应堆最近及主导风向下风向的厂区边界，估算的最大落地浓度点，应急撤离通道。

2）除用于对照的监测子站外，其余子站建设于核电厂烟羽应急计划区内，且部分子站与核电厂环境监测系统的部分点位共址（相距500m内），一般为2~3个。

监督性环境监测系统的前沿站设置1个，地点位于核电厂烟羽应急计划区外，厂址半径30km范围内（前提为流出物监测实验室设置于核电厂烟羽应急计划区

内，否则相反）。包括数据监控及显示设备、数据传输设备和软件系统及辅助设施设备、样品采制和监测分析设备及辅助设施设备等。

本工程将配合地方环保部门的监督性监测工作，与地方环保部门保持联系，接受地方环保部门的监督与指导；同时为地方环保部门现场监测提供方便，包括人员出入支持、工作人员配合、水电及监测场地支持等。在适当时机将开展实验室监测结果比对，增强交流。

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的系统行动，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：

- 《环境核辐射监测规定》（GB 12379-1990）
- 《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》（GB 11216-1989）
- 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）
- 《核设施水质监测采样规定》（HJ/T 21-1998）
- 《气载放射性物质取样一般规定》（HJ/T 22-1998）
- 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）
- 《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）
- 《水质 采样技术指导》（HJ 494-2009）
- 《水质 采样方案设计技术规定》（HJ 495-2009）

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±品采集以内。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　厂址比选

9.1 选址过程

2011 年 5 月，广东省电力设计研究院接到中电投集团南方分公司的委托，在广东省沿海(近海)进行核电厂规划选址。

2011 年 5～10 月，广东省电力设计研究院组成项目组，在广东省境内粤东、粤西沿海等进行了大范围的区域厂址筛选比较，在揭阳、汕尾、惠州、江门、湛江选择了相对有代表性的 11 个可能厂址，并进行了初步比较。

2011 年 10 月，中电投集团公司组织召开了广东沿海核电规划选址专家咨询会。专家咨询会建议在江门(台山沿海地区)、湛江沿海附近等区域作为厂址普选工作的主要方向。

2011 年 6 月～2012 年 4 月，通过多次的室内选点和现场踏勘、收资，先后选择了独山、烟头岭(龙头沙)、边塘、猪公岭、田坛、高岭仔、田螺岭、江洪等多个厂址，经过比选后筛选出龙头沙、高岭仔、田螺岭、江洪等四个厂址，作为《厂址普选报告》的研究对象。

2012 年 6 月 13 日，电力规划设计总院对广东省电力设计研究院编制的《中电投广东湛江核电厂址普选报告》进行了评审，对报告中的各可能厂址进行了初步评价后，建议高岭仔、田螺岭、江洪厂址进一步开展初步可行性研究阶段的工作。

2012 年 8 月，初步可行性研究工作正式启动，针对高岭仔、田螺岭、江洪等三个候选厂址的各相关专题工作相继展开。

2013 年 3 月由中国能源建设集团广东省电力设计研究院编写完成了《中电投广东湛江核电项目初步可行性研究报告》。

2013 年 4 月 16 日至 17 日由电力规划设计总院主持审查并通过了初可报告，会议纪要指出：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。

开展可研工作期间，与环境影响评价相关的专项研究包括：

— 中国原子能科学研究院,《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,《广东廉江核电项目大气扩散特性试验研究总结报告》，2015 年 5 月；

— 中国科学院南海海洋研究所,《国核廉江核电项目厂址邻近海域渔业资源调查专题总报告》，2019 年 3 月；

— 广东省气象防灾技术服务中心,《国家电投广东廉江核电项目可研阶段厂址气象站迁建及持续观测专题报告》，2017 年 12 月；

— 国家海洋局南海调查技术中心,《国核廉江核电项目厂址邻近海域水生生态调查总报告书》，2018 年 11 月；

— 广州金良工程咨询有限公司、广州草木蕃环境科技有限公司,《中电投广东廉江核电项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响评价》，2016 年 3 月；

— 中国辐射防护研究院,《国核廉江核电项目非放射性环境本底监测报告》，2018 年 3 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；

2016 年上海核工程研究设计院对广东廉江核电项目开展选址阶段的环评工作。

9.2 候选厂址评价与比选

9.2.1 人口分布

田螺岭厂址人口资料收集和统计的年度为 2018 年，高岭仔厂址人口资料停留在初可研阶段，收集和统计的年度为 2014 年。

田螺岭厂址半径 80km 范围内 2018 年底总人口数为 10104822 人，按评价区内陆域面积计算，平均人口密度为 656 人/km^2。广东省 2018 年的平均人口密度为 631 人/km^2，田螺岭厂址半径 80km 范围的陆域人口密度高于广东省的平均人口密度。

高岭仔厂址半径 80km 范围内 2014 年底总人口数为 10831117 人，平均人口密度为 539 人/km^2，按评价区内陆域面积计算，平均人口密度为 670 人/km^2。广东省 2014 年的平均人口密度为 597 人/km^2，高于广东省同期人口平均密度 597

人/km^2。

两个候选厂址按陆域面积计算，各距离段范围内的平均人口密度为：

田螺岭厂址：	0～5km	604 人/km^2
	0～20km	515 人/km^2
	0～80km	656 人/km^2
高岭仔厂址：	0～5km	419 人/km^2
	0～20km	678 人/km^2
	0～80km	670 人/km^2

按照《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）推荐的人口密度法对两个候选厂址的人口分布进行评价，环形区半径 0～5km 范围内，两厂址均为Ⅱ类厂址。环形区半径 5～10km 范围内，田螺岭厂址为Ⅰ类厂址，高岭仔厂址为Ⅱ类厂址。环形区半径 10～20km 范围内两厂址均为Ⅰ类厂址。扇形区 2～5km 范围内田螺岭厂址为Ⅱ类厂址，高岭仔厂址为Ⅰ~Ⅱ类厂址。扇形区 5～20km 范围内田螺岭厂址为Ⅰ类厂址，高岭仔厂址为Ⅱ类厂址。田螺岭厂址在 2～5km 范围内的人口密度高于高岭仔厂址，在 5～20km 范围扇形区内的人口密度低于高岭仔厂址，其他距离段范围内的人口密度两厂址相当。

田螺岭厂址 5km 半径范围内有 4 座幼儿园、 12 座小学（含 8 所设置幼儿园的小学）和 2 座中学，共有学生 5446 人，教职工 416 人，寄宿生 961 人（均为中学生）；厂址 5km 半径范围内有 12 座养老院，目前入住总人数为 34 人。在制定核电厂场外应急计划时，应对以上学校的学生及养老院老人给以适当重视。厂址 5km 半径范围内无医院，监狱等其它特殊人群分布类。厂址 5km 半径范围内无明显的流动人口出现点。

高岭仔厂址 5km 半径范围内有 2 座幼儿园，分别为廉江市青平镇息安小学附属幼儿园和廉江市青平镇启迪幼儿园，共有学生 202 人；厂址 5km 半径范围内有 7 座小学，学生总数为 1166 人；厂址 5km 半径范围内有 3 座养老院，2014 年入住总人数为 29 人。在制定核电厂场外应急计划时，应对以上学校的学生及养老院老人给以适当重视。厂址 5km 半径范围内无医院，监狱等其它特殊人群分布类。厂址 5km 半径范围内无明显的流动人口出现点。

两个候选厂址 80km 半径范围内，无百万以上大型人口中心。距田螺岭厂址最近的万人以上人口中心为位于厂址 N 方位 12.1km 的广西博白县大坝镇，现有

集中居住人口 12368 人。最大的人口中心为位于田螺岭厂址 ESE 方位约 65km 处的湛江市区，有城镇人口 730894 人。距高岭仔厂址最近的万人以上城镇为位于厂址 SE 方位约 12.9km 处的廉江市安铺镇，现有集中居住人口 41539 人。最大的人口中心为位于厂址 SE 方位 62.5km 处的湛江市霞山区，有城镇人口 420536 人。

从田螺岭厂址和高岭仔厂址的人口分布和人口密度分析，两个厂址相当。

9.2.2 工业

田螺岭厂址 15km 范围内规模较大企业有 24 家，主要是人造板、胶合板制造企业。

高岭仔厂址 15km 半径范围内无大型企业，目前只有一些中、小型企业，规模较小，主要涉及建材、木业生产加工和水产品冷冻加工等企业。

从两个厂址周围的工业分布情况来看，两个候选厂址半径 15km 范围内现有的工厂的生产活动均不会影响电厂建设的安全运行。

9.2.3 交通

两个候选厂址交通运输均比较发达，客运方式均包括公路、铁路和水路运输，其中以公路运输为主，交通便利。

田螺岭厂址半径15km范围内陆上公路主要有渝湛高速公路G75、国道G228（原G325）、国道G241、省道S388（原X673、X678升级）、县道X674、县道龙潭—大坝线，以及多条乡道构成的交通运输网络。田螺岭厂址半径15km范围内的港口码头有龙头沙和营仔港两个。其中，龙头沙港口距离厂址S方位约10.0km，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。营仔港距离厂址SE方位约14km，港口长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。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。厂址4km范围内无经过民用航线或起落通道，16km范围亦无机场及较大型机场。

高岭仔厂址半径15km范围内的有高速渝湛线G75、国道G228、省道S388县道杨营线X674、县道石石线X676等。高岭仔厂址15km范围内的港口码头有龙头沙、营仔、安铺和英罗港四个，其中，龙头沙港口距离厂址SW方位约14km，营仔港口距离厂址S~SSE方位约10km，安铺港口距离厂址S方位约13km，英罗港距

离厂址WSW方位约15km。厂址4km范围内无经过民用航线或起落通道，16km范围亦无机场及较大型机场。

就交通运输条件而言，两个厂址相当。

9.2.4 文化设施

田螺岭厂址 15km 半径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。厂址 15km 半径范围内旅游风景区主要有高桥红树林旅游风景区，位于廉江市高桥镇。

高岭仔厂址半径 15km 范围内没有国家级和省市级文物保护单位，旅游资源主要为滨海生态旅游，以高桥红树林生态旅游区、营仔万亩虾场和龙头沙渔港旅游区为代表。

从两个厂址周围的文化设施分析，两厂址相当。

9.2.5 潜在的外部人为事件

田螺岭厂址 15km 半径范围内危险品生产、贮存企业共有 57 家，其中 21 家为加油站、33 家烟花爆竹生产经营企业（4 家生产企业、29 家经营企业）、2 家液化石油气储配站和 1 家危险品使用企业（乙炔）。厂址 10km 范围内涉及 11 个加油站、18 家烟花爆竹公司和 1 家液化石油气储配站。根据核安全导则 HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》的有关规定厂址周围的固定危险品储存设施不会对核电厂安全产生影响。

田螺岭厂址半径 15km 范围内距厂址最近的危险品运输路线为 S388 线，距厂址最近距离为 2.7km，最大运输量为 10 吨烟花爆竹每车或 22 吨油品每车。田螺岭厂址半径 15km 范围内水路航线有 2 条，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 100m^3。计算表明，这些移动危险源不会对本工程的建设和安全带来影响。

田螺岭厂址 15km 半径范围内有广西液化天然气（LNG）输气管道，管线距离田螺岭厂址最近的距离为 9.1km，位于 NNE 方位。参考类似工程，考虑该天然气管线为民用输气管线，输气量不大，天然气管线不会影响本工程的建设和安全运行。

高岭仔厂址半径 10km 范围内有加油站 6 个，均为三级加油站，汽油单罐容积 60m^3 以下，柴油 30m^3 以下，油罐一般有 4 个，最大储量 210m^3。厂址附近的

主要的潜在移动危险源为运送油料、酒精的车辆，运输油料和液化气的车辆为7~60m^{3}槽罐车。根据核安全导则HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》的有关规定厂址周围的固定危险品储存设施不会对核电厂安全产生影响。

两个厂址半径16km范围内没有机场，半径4km内没有空中航线和起落通道，田螺岭厂址和高岭仔厂址最近的航线为R339航线，该航线的地面投影距离田螺岭厂址约17km，距离高岭仔厂址约9.2km。根据HAD101/04《核电厂厂址选择的外部人为事件》有关民用飞机场和航空线的初步筛选距离，飞机场和距厂址最近的航线上的飞机坠毁对厂址不构成威胁。

就两个厂址的外部人为事件的危险性分析，两个候选厂址附近存在的可能外部人为事件均不会影响核电厂的安全运行。

9.2.6 大气弥散条件

根据厂址气象站2016年9月~2017年8月的观测资料，厂址地区10m高度年平均风速为2.1m/s，观测年最大风速为12.8m/s，极大风速为17.7m/s。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ESE方位，风频分别为18.2%和11.9%，静风频率为3.0%。厂址地区大气稳定度属于不稳定（A、B、C类）状况的占29.14%，中性（D类）占46.62%，稳定（E、F类）占24.24%。

高岭仔厂址根据廉江站多年平均风速为2.4m/s，廉江站全年主导风向为SE，出现频率为12.5%，次主导风向为ESE，出现频率为11.4%，静风频率为14.1%。厂址区域大气不稳定天气条件（A、B、C类）占11.3%，中性天气条件（D类）占66.48%，稳定天气条件（E、F类）占22.33%。

两厂址距离较近，大气弥散条件相当。

9.2.7 水弥散条件

田螺岭厂址和高岭仔厂址排水（含冷却塔排水和液态流出物）均排入北部湾海域，工程海域最大潮差为542cm，平均潮差为238cm；年平均落潮历时为7h29min，年平均涨潮历时为7h49min，平均落潮历时略短于其平均涨潮历时。工程海域潮流为半日潮流，涨潮流主要集中在NE～E向，落潮流主要集中在SW～W向，具有明显的往复流特征。两厂址水弥散条件相当。

9.2.8 淡水水源

田螺岭厂址淡水用水拟取自九洲江，取水距离约22km。高岭仔厂址淡水用水拟取自九洲江，取水距离约10km。高岭仔厂址的淡水取水条件略好。

9.2.9 地质地震

田螺岭厂址区域上处于较为稳定的构造环境。近区域范围 3 个发震构造分别为信宜—廉江断裂带 6.5 级发震构造，距离厂址最近距离约 18km，遂溪断裂 6.5 级发震构造距离厂址 22km，沈塘断裂 6 级发震构造距离厂址 22km。田螺岭厂址属云开大山地震构造区，弥散地震为 5.5 级。厂址附近范围不存在能动断层，不存在地震引起的地质灾害。不存在潜在火山灾害的影响。田螺岭厂址位于地震活动水平相对较低的区域，历史地震对厂址的最大影响烈度为 VI 度。厂址 SL-2 级水平向基岩峰值加速度 0.20g。场地稳定。主厂房地基位于中风化基岩上，承载力能满足核电厂建设的要求。

高岭仔厂址区域上处于较为稳定的构造环境。近区域范围 3 个发震构造分别为信宜—廉江断裂带 6.5 级发震构造，距离厂址最近距离约 13km，遂溪断裂 6.5 级发震构造距离厂址 19km，沈塘断裂 6 级发震构造距离厂址 19km。高岭仔厂址属云开大山地震构造区，弥散地震为 5.5 级。厂址附近范围不存在能动断层。不存在地震引起的地质灾害。不存在潜在火山灾害的影响。厂址位于地震活动水平相对较低的区域，历史地震对厂址的最大影响烈度为 VI 度，地震基本烈度 VII 度，厂址 SL-2 级水平向基岩峰值加速度 0.23g。场地稳定。主厂房地基大部分位于强风化基岩上，局部位于中风化基岩，承载力能满足核电厂建设的要求。

因此，田螺岭厂址地质地震情况优于高岭仔厂址。

9.2.10 选址假想事故的辐射影响

两个候选厂址选址假想事故所考虑的事故假设以及源项相同，在事故的辐射影响方面，均可以满足国家标准《核动力厂辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，两个候选厂址均是可行的。

9.2.11 实施应急计划的可行性

田螺岭厂址 5km 半径范围内共有居民 39932 人，陆域人口密度为 604 人/km^2，最大居民点为位于厂址 SSE 方位约 3.53km 处的车板居委会，2018 年有常住人口 3220 人。高岭仔厂址 5km 半径范围内共有居民 32626 人，陆域人口密度为 416 人/km^2，最大居民点为位于厂址 ENE 方位 4.86km 的新楼村墩陂，2014 年共有常住人口 768 人。田螺岭厂址 5km 半径范围内人口较多。

两个候选厂址交通运输均以公路为主，交通便利。田螺岭厂址半径 15km 范围内陆上公路主要有渝湛高速公路 G75、国道 G228（原 G325）、国道 G241、省

道 S388（原 X673、X678 升级）、县道 X674、县道龙潭—大坝线，以及多条乡道构成的交通运输网络。距离厂址最近的公路为 S388，距离厂址 2.7km。渝湛高速公路 G75 距离厂址 4.4km。此外，厂址 5km 有乡道 9 条，厂址半径 5km 范围内居民点均有乡村道路连接，交通便利。田螺岭厂址半径 15km 范围内的港口码头有龙头沙和营仔港两个，海运条件良好。高岭仔厂址半径 15km 范围内的有 G75、国道 G228、省道 S388、县道杨营线 X674、县道石石线 X676 等。高岭仔厂址 15km 范围内有 4 个港口码头，海运条件良好。

目前田螺岭和高岭仔两个厂址所在地区的通讯条件较好，电话、网络普及率较高，固定电话村村通。移动、联通、电信已做到全区覆盖，基本实现有线电视到户。只需要根据核电厂应急计划的特殊要求作适当补充后即可完全满足核电厂对应急通讯系统的要求。

两个候选厂址 5km 半径范围内没有大、中型工矿企业，厂址所在地区都有设备较好的医院。

总之，从两个候选厂址周围的人口密度和人口分布、厂址到人口中心的距离、交通条件、通讯条件、医疗条件以及厂址周围工矿企业等情况来看，两个候选厂址基本上无难以隐蔽或撤离的居民群和特殊的地理特征，均不存在影响制定和实施应急计划的特殊困难。

9.3 推荐厂址评价

通过前面各章及 9.2 节的论述，从电厂运行对环境的影响和环境对电厂安全运行的影响分析，可以认为田螺岭厂址和高岭仔厂址都是适宜的。

表 9.3-1 列出了两个候选厂址环境特征的比较。两个候选厂址从地理位置、人口分布、工业设施、交通、文化设施、潜在外部人为事件、大气弥散条件、水弥散条件、实施应急计划可行性等条件相比，两个厂址相当。从总平面布置、地质地震等条件来看，田螺岭厂址优于高岭仔厂址。从淡水水源等条件来看，高岭仔厂址优于田螺岭厂址。经技术、经济综合分析比较，本报告书推荐田螺岭厂址作为廉江核电项目优先候选厂址。

表 9.3-1　候选厂址比较

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
1　地理位置	田螺岭厂址位于廉江市车板镇北约 4km 处，东距廉江市区约 48km，东南距湛江市区约 65km。	高岭仔厂址位于廉江市车板镇东北约 7.8km 处，东距廉江市区约 40km，东南距湛江市区约 56km。	二厂址相当
2　人口分布 2.1 80km 半径范围内总人口数（人） 2.2 陆域人口密度（人/km^2） ➢ 半径 5km 人口密度 ➢ 半径 20km 人口密度 ➢ 半径 80km 人口密度 ➢ 万人以上居民点 2.3 人口分布类别 ➢ 5km 半径范围内 ➢ 5～20km 半径范围内	10104822 604 515 656 67 个 II I	10831117 419 678 670 52 个 II I～II	二厂址相当
3 工业设施	两厂址 15km 半径范围内不存在会对核电厂厂址构成明显污染影响的企业。		二厂址相当
4　交通	田螺岭厂址半径 15km 范围内陆上公路主要有渝湛高速公路 G75、国道 G228，	高岭仔厂址半径 15km 范围内的有高速渝湛线 G75、国道 G228、省道 S388 县道杨	二厂址相当

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
	省道 S388，县道 X674、县道龙潭—大坝线，以及多条乡道构成的交通运输网络。田螺岭厂址半径 15km 范围内的港口码头有龙头沙和营仔港两个，海运条件良好。厂址 4km 范围内无经过民用航线或起落通道，16km 范围亦无机场及较大型机场。	营线 X674、县道石石线 X676 等。高岭仔厂址 15km 范围内有 4 个港口码头，海运条件良好。厂址 4km 范围内无经过民用航线或起落通道，16km 范围亦无机场及较大型机场。	
5　文化设施	田螺岭厂址 15km 半径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。厂址 15km 半径范围内旅游风景区主要有高桥红树林旅游风景区，位于廉江市高桥镇。	高岭仔厂址半径 15km 范围内没有国家级和省市级文物保护单位，旅游资源主要为滨海生态旅游，以高桥红树林生态旅游区、营仔万亩虾场和龙头沙渔港旅游区为代表。	二厂址相当
6　潜在外部人为事件	田螺岭厂址 15km 半径范围内危险品生产、贮存企业共有 52 家。厂址 10km 范	高岭仔厂址半径 10km 范围内有加油站 6 个，均为三级加油站，厂址附近的主要的	二厂址相当

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
	围内涉及 11 个加油站、21 家烟花爆竹公司。陆上移动危险源距厂址最近的距离为 2.7km，运送烟花爆竹和油品。水路航线有 2 条，唯一运送危险品的船只为加油船。田螺岭厂址 15km 半径范围内有广西液化天然气（LNG）输气管道，位于 NNE 方位 9.1km 处。厂址附近的固定和移动危险源均不会对厂址安全构成潜在危险。距厂址最近的航线为 R339 航线，飞机坠毁对厂址不构成威胁。	潜在移动危险源为运送油料、酒精的车辆，厂址附近的固定和移动危险源均不会对厂址安全构成潜在危险。距厂址最近的航线为 R339 航线，飞机坠毁对厂址不构成威胁。	
7 大气弥散条件 ➢ 年平均年静风频率 ➢ 年平均风速（m/s） ➢ 年平均主导风向和频率 ➢ 年度稳定度类别分布 不稳定（A、B、C 类） 中性（D 类） 稳定（E、F 类）	两厂址因距离相近，大气弥散条件一致。 3.0% 2.1 E 18.2% 29.14% 46.62%	两厂址因距离相近，大气弥散条件一致 14.1% 2.4 SE 12.5% 11.3% 66.48%	二厂址相当

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
	24.24%	22.33%	
8 水弥散条件	两厂址排水（含冷却塔排水和液态流出物）均排入北部湾海域，宽广的海域为电厂提供了良好的水域稀释扩散条件，北部湾作为核电厂的受纳水域，有利于核电厂余热和液态流出物排放的稀释和扩散。		二厂址相当
9 淡水水源	田螺岭厂址淡水用水拟取自九洲江，取水距离约 22km，厂址淡水水源能够满足核电厂对淡水水量及用水保证率的要求。	高岭仔厂址淡水用水拟取自九洲江，取水距离约 10km，厂址淡水水源能够满足核电厂对淡水水量及用水保证率的要求	高岭仔优于田螺岭厂址
10 总平面布置条件	场地开阔，可满足 2 台 CAP1000 和 4 台 CAP1400 核电机组的建设用地和施工用地。主厂房地基为中风化基岩。	厂址场地开阔，可满足 2 台 CAP1000 和 4 台 CAP1400 核电机组的建设用地和施工用地。主厂房地基大部分位于强风化基岩上，局部位于中风化基岩。	田螺岭厂址优于高岭仔厂址
11 地质地震	田螺岭厂址区域上处于较为稳定的构造环境。近区域陆域存在产生最大潜在地震为 6.5 级的发震构造，即信宜—廉江	高岭仔厂址区域上处于较为稳定的构造环境。近区域陆域存在产生最大潜在地震为 6.5 级的发震构造，即信宜—廉江断裂带和	田螺岭厂址优于高岭仔厂址

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
	断裂带和遂溪断裂，距离厂址最近距离分别约 18km 和 22km。厂址附近范围不存在能动断层，历史地震对厂址的最大影响烈度为 VI 度，厂址 SL-2 级水平向基岩峰值加速度 0.20g。场地稳定。主厂房地基位于中风化基岩上，承载力能满足核电厂建设的要求。	遂溪断裂，距离厂址最近距离分别约 13km 和 19km。厂址附近范围不存在能动断层，历史地震对厂址的最大影响烈度为 VI 度，地震基本烈度 VII 度，厂址 SL-2 级水平向基岩峰值加速度 0.23g。场地稳定。主厂房地基大部分位于强风化基岩上，局部位于中风化基岩，承载力能满足核电厂建设的要求。	
12 实施应急计划可行性	a)当地交通和通讯设施可基本满足实施应急计划的要求； b)当地居民居住的砖混结构住房可作为应急临时隐蔽场所； c)当地的医疗机构需根据场外应急要求，适当补充核医学方面的设施和专业医务人员； d)厂址 5km 半径范围内人口较多，必须	a)当地交通和通讯设施可基本满足实施应急计划的要求； b)当地居民居住的砖混结构住房可作为应急临时隐蔽场所； c)当地的医疗机构需根据场外应急要求，适当补充核医学方面的设施和专业医务人员； d)厂址 5km 半径范围内人口相对较少，有	二厂址相当

项目	田螺岭厂址	高岭仔厂址	比较意见
	在规划当地经济发展的同时能有效控制厂址 5km 半径范围内的人口增长和学校、养老院发展规模。	利于场外应急计划实施，但仍需在规划当地经济发展的同时能有效控制厂址 5km 半径范围内的人口增长和学校、养老院发展规模。	

第十章　利益代价分析

10.1　利益分析

10.1.1 运行带来的直接利益

广东廉江核电项目一期工程规划建设 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。

10.1.2　建设和运行带来的间接利益

10.1.2.1　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 CO_2、SO_2、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 CO_2 排放量，并缓解酸雨现象。

按照 CO_2 减排因子为 800 克/kWh 考虑，本项目投产后正常年份可实现 CO_2 减排 1370 万吨，CO_2 减排效益参考近期国内 CO_2 排放权交易价格，取 15 元/吨，正常年份内 CO_2 减排可实现经济效益约 2.06 亿元。

10.1.2.2　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。

10.1.2.3　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。

10.1.2.4　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。

10.2　代价分析

10.2.1　直接代价

10.2.1.1　电厂建设的经济代价

根据项目可行性研究投资估算情况，并按近期价格调整核岛工程费、首炉核燃料费、价差预备费、建设期利息及建设期可抵扣增值税等，对本项目投资进行测算。

项目计划总资金为人民币 3977958 万元（不含配套送变电工程费用），含铺底生产流动资金 24816 万元、建设期可抵扣增值税 287843 万元。

详细的投资估算见表 10.2-1。

10.2.1.2　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 0.243 元/千瓦时。

10.2.2　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。

10.2.3　环境代价

本工程项目计划总资金为 3977958 万元，环保经费投入为 98500 万元，占总投资比例为 2.5%。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 10.2-2，其中环境监督性监测系统的费用投入为 5700 万元。

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。

表 10.2-1　投资估算总表

序号	工程或费用名称	外币金额（万美元）						人民币金额（万元）					总计折人民币(万元)	各项占基础价（%）	单位投资	
		建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计		建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计			人民币元/kW	外币美元/kW
						外币	折人民币									
一	工程费用		3981	835		4816	34065	658576	1374099	334786		2367461	2401526	75.63%	9815	1388
(一)	前期准备工程							38248	5918	6468		50633	50633	1.59%	207	29
(二)	核岛工程		3981	835		4816	34065	195958	950393	162203		1308555	1342620	42.28%	5487	776
(三)	常规岛工程							48940	288031	64775		401746	401746	12.65%	1642	232
(四)	BOP 工程							375429	129757	101340		606526	606526	19.10%	2479	350
二	工程其他费用										707504	707504	707504	22.28%	2892	409
三	特殊项目															
四	2/3 首炉核燃料费								185843			185843	185843	5.85%	760	107
五	基本预备费				96	96	681				163040	163040	163722	5.16%	669	95
	扣国内增值税							-55765	-178905	-29240	-19193	-283103	-283103	-8.92%		
	工程基础价（静态投资）		3981	835	96	4913	34747	602811	1381036	305546	851352	3140745	3175491	100.00%	12978	1835
	各类费用占基础价（%）		0.89%	0.19%	0.02%	1.09%	1.09%	18.98%	43.49%	9.62%	26.81%	98.91%	100.00%			
六	价差预备费				413	413	2923						2923		12	2
	工程固定价		3981	835	510	5326	37669	602811	1381036	305546	851352	3140745	3178414		12990	1837
七	建设期利息										486886	486886	486886		1990	281
	工程建成价（动态投资）		3981	835	510	5326	37669	602811	1381036	305546	1338237	3627631	3665300		14980	2118
八	铺底流动资金										24816	24816	24816			
九	建设期可抵扣的增值税							55765	182823	30062	19193	287843	287843			
	项目计划总资金		3981	835	510	5326	37669	658576	1563859	335608	1382246	3940289	3977958			

表 10.2-2　核电厂主要环境保护设施及相关投资

序号	项目名称	费用（万元）
1	环境监测站	3400
2	三废处理及环境保护工程	48270
2.1	厂址废物处理设施（NIBOP）	38800
2.2	转运场地（NIBOP）	70
2.3	特种汽车库（NIBOP）	2600
2.4	生产废水处理站	300
2.5	流出物和放化实验室	6500
3	核岛三废处理	5900
4	核岛通风系统	24200
5	辐射监测系统	1600
6	应急响应设施	4100
6.1	应急指挥中心	2900
6.2	核事故应急准备金	1200
7	生活污水处理设施	680
8	化学品库	450
9	环境监督性监测系统	5700
10	放射库源及电离辐射计量实验室	4200
	共计	98500

10.3 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 11.18%，项目投资内部收益率为 8.45%，项目投资回收期为 14.05 年（税前），项目总投资收益率为 6.52%。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 9.85 亿元。项目投产后，正常年份可实现 CO_2 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。

第十一章　结论与承诺

11.1 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。一期工程建设规模为2×1250MWe级 CAP1000核电机组。

广东廉江核电项目一期工程建设周期为 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 2021 年 12 月底浇灌第一罐混凝土，第二台机组预计 2022 年 10 月浇灌第一罐混凝土。第一台机组于 2026 年 8 月投产，第二台机组于 2027 年 6 月投产。一期工程设计寿期为 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。

11.2 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。

11.3 放射性排放

广东廉江核电厂一期工程 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。广东廉江核电厂一期工程 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。

11.4 辐射环境影响评价结论

根据计算结果，广东廉江核电厂一期工程 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，广东廉江核电厂一期工程 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。

核电厂一期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。

在选址假想事故发生后任意 2h 内，厂址非居住区边界处任何个人所受的最大个人有效剂量为 2.26E-01Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。在选址假想事故的整个持续期间（30 天），厂址规划限制区边界上（5km）任何个人所受的最大个人有效剂量为 4.48E-02Sv。上述剂量能满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故个人有效剂量（0.25Sv）的要求。在选址假想事故的整个持续期间（30 天），采用全厂址 95%概率水平的大气弥散因子估算选址假想事故的集体剂量，计算得到厂址发生选址假想事故时所致的集体剂量为 1.56E+04 人·Sv。上述剂量低于《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定的事故集体有效剂量（2.00E+04 人·Sv）。

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。

11.5 非辐射环境影响评价结论

11.5.1 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5.5m^3/s，初步确定的排水量约为3.41m^3/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，本工程排水不会对受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 5.5m^3/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

广东廉江核电厂一期工程 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。一期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。

本项目冷却塔引起的地面沉积水量最大值出现在冷却塔WSW方位3900~4000m附近，约为1.3E+05kg/（km^2·月），相当于增加1.56mm/年的降水量。在800m范围内，地面平均沉积水量2.3E+0.3kg/（km^2·月），相当于全年增加降水0.03mm。核电厂址区域年平均降水量约为1594.3mm，冷却塔飘滴引起的降水量远低于自然降水量。因此，廉江核电厂一期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

（1000kg/km^2·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。

11.5.2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。其余生产废水排入排水渠后，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尽可能进行中水回用，不能循环利用的废水经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准的规定后集中排放，由于产生的生活污水量不大，对周围水域环境不会产生不利影响。

11.5.3 淡水管线工程影响

淡水管线工程为供水工程，主要为取水泵房和输送管线等，建成后新增管理人员属于流动性质等。因此，运行期无废水、废气和固体废物产生，基本不对外环境产生不良影响。从噪声影响、生态环境影响及水文情势等方面进行分析表明，淡水管线工程运行对周边环境的影响是可接受的。

11.5.4 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。

11.6 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。

建议在后续设计过程中对冷却塔进行降噪防治优化工作，减少其对周围环境的影响。