

中广核广东太平岭核电厂二期工程

# 环境影响报告书

(选址阶段)

(公示版)

中广核惠州核电有限公司

二〇二一年十二月

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	05hqqw		
建设项目名称	中广核广东太平岭核电厂二期工程环境影响报告书(选址阶段)		
建设项目类别	55--167核动力厂(核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等);反应堆(研究堆、实验堆、临界装置等);核燃料生产、加工、贮存、后处理设施;放射性污染治理项目		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称(盖章)	中广核惠州核电有限公司		
统一社会信用代码	914413000795318828		
法定代表人(签章)	李靖		
主要负责人(签字)	柏建华		
直接负责的主管人员(签字)	李宁		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称(盖章)	苏州热工研究院有限公司		
统一社会信用代码	913205084669547113		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
杨宗甄	2015035320350000003512320837	BH016834	杨宗甄
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨宗甄	第一章、第三章、第五章、第八章、第九章、第十章	BH016834	杨宗甄
鲍听杰	第二章、第七章	BH011464	鲍听杰
陶乃贵	第四章、第六章	BH022957	陶乃贵

## 摘 要

《中广核广东太平岭核电厂二期工程环境影响报告书（选址阶段）》根据国家颁布的相关法规、标准和导则编制。本报告书是建设单位——中广核惠州核电有限公司向国务院生态环境行政主管部门申请中广核广东太平岭核电厂（以下简称“太平岭核电厂”）二期工程厂址审批的重要技术支持文件之一。

太平岭核电厂位于广东省惠州市惠东县黄埠镇沙埔村，厂址规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组，项目采用“一次规划、分期建设”的建设模式，其中一期工程 1、2 号机组采用华龙一号融合技术方案，均已开工建设，二期工程拟扩建 3、4 号 2 台机组，采用华龙一号技术融合改进方案。由中国广核集团有限公司控股组建的中广核惠州核电有限公司投资建设，并负责建成后运营。

本报告书针对太平岭核电厂二期工程 2 台华龙一号技术改进方案开展环境影响评价。本报告书的主要内容如下：

- 着重描述、分析评价中广核广东太平岭核电厂厂址周围的环境特征，包括人口分布、工农业和交通设施、气象、水文、地形地貌、环境质量现状等，分析项目建设与区域规划之间的协调性；
- 简述中广核广东太平岭核电厂的总体规划和总平面布置，介绍华龙一号机组的专设安全设施、环境保护设施等组成及基本性能，给出华龙一号机组的放射性源项；
- 简要描述中广核广东太平岭核电厂设计考虑的取排水布置方案，并分析二期工程及全厂四台机组正常运行期间放射性物质释放对周围公众造成的辐射影响；
- 采用选址假想事故评价中广核广东太平岭核电厂事故工况下的环境辐射影响，论证电厂周围非居住区边界设置的可行性和合理性；
- 对中广核广东太平岭核电厂建设过程中施工的环境影响、生态环境影响，以及散热系统运行和非放射性物质排放的环境影响进行分析与评价；
- 分析中广核广东太平岭核电厂的事故风险可接受性及实施应急计划的可行性；
- 提出本工程运行期间流出物监测、环境监测、应急监测及其他监测的设想；
- 简要给出了建设中广核广东太平岭核电厂的利益代价分析；
- 给出了项目环境影响评价结论和承诺。

分析和评价结果表明，中广核广东太平岭核电厂的建设与区域规划相符，二期工程 2 台华龙一号机组及全厂四台机组正常运行期间的放射性物质和非放射性物质排放对公众和周围环境的影响可以接受，在选址假想事故情况下对周围公众的辐射影响满足国家相关标准的要求，核电厂周围非居住区边界和规划限制区边界的设置是可行的，核电厂建设及运行期间的环境风险可控。因此，从环境保护的角度，在中广核广东太平岭核电厂二期工程 2 台华龙一号机组的建设是可行的。

# 目 录

## 前言

## 第一章 概述

- 1.1 建设项目名称和建设性质
- 1.2 建设项目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 土地利用及资源概况
- 2.4 气象
- 2.5 水文
- 2.6 地形地貌

## 第三章 环境质量现状

- 3.1 辐射环境质量现状
- 3.2 非辐射环境质量现状

## 第四章 核电厂

- 4.1 厂区规划及平面布置
- 4.2 反应堆和蒸汽—电力系统
- 4.3 核电厂用水和散热系统
- 4.4 输电系统
- 4.5 安全系统
- 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 其它事故
- 7.4 事故应急

## 第八章 流出物监测与环境监测

- 8.1 辐射监测
- 8.2 其它监测

8.3 监测设施

8.4 质量保证

## 第九章 利益代价分析

9.1 利益分析

9.2 代价分析

## 第十章 结论与承诺

10.1 核电厂建设项目

10.2 环境保护设施

10.3 放射性排放

10.4 辐射环境影响评价结论

10.5 非辐射环境影响评价结论

10.6 公众参与和调查结论

10.7 承诺

## 附录

附录 A 与核电厂建设相关的文件

附录 B 厂址周围部分环境数据

附录 C 与正常运行的辐射影响有关的计算模式

附录 D 事故剂量估算模式

## 前 言

《中广核广东太平岭核电厂二期工程环境影响报告书（选址阶段）》依据国家的相关法规、标准和导则编制。经中广核惠州核电有限公司同意，深圳中广核工程设计有限公司委托苏州热工研究院有限公司承担本报告书的编制。

中广核广东太平岭核电厂规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组，其中一期工程 1、2 号机组采用华龙一号融合技术方案，均已开工建设，二期工程拟扩建 3、4 号机组。2021 年 1 月 31 日，中广核惠州核电有限公司正式委托中广核工程有限公司按照华龙一号技术融合改进方案启动太平岭核电厂二期工程前期工作。本报告书针对中广核广东太平岭核电厂二期工程 2 台机组开展环境影响评价。评价过程中充分利用一期工程以及本阶段已完成的相关专题工作研究成果。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第十八条要求：“核设施选址、应当进行科学论证，并按国家有关规定办理审批手续。在办理核设施选址审批手续前，应当编制环境影响报告书，报国务院环境影响行政主管部门审查批准；未经批准，有关部门不得办理核设施选址批准文件。”本报告书为中广核惠州核电有限公司向国务院核安全监督管理部门申请中广核广东核电厂二期工程厂址审批的重要技术支持文件之一。

根据“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）的要求，选址阶段环境影响评价的重点，是从保护环境的角度，通过分析厂址所在区域的发展规划、环境保护规划、环境功能区划、生态功能区划、水功能区划、“三线一单”和土地利用规划等的相容性，判定所选厂址的适宜性，并对核电厂的工程设计提出环境保护方面的要求。本报告编写过程中充分收集了厂址区域和可能受影响区域的环境特征资料，特别是关于厂址地理位置、周围区域人口分布、土地利用与资源概况、水体利用与资源概况、气象、水文，以及地形地貌等环境资料，并根据华龙一号技术改进方案的设计参数，分析并评价了太平岭核电厂址的潜在环境影响。

本报告书是中广核惠州核电有限公司、深圳中广核工程设计有限公司和苏州热工研究院有限公司的共同资产，任何单位或个人未经允许不得复制或引用。

## 第一章 概述

### 1.1 建设项目名称和建设性质

### 1.2 建设项目规模和厂址总体规划

### 1.3 建设项目经费

### 1.4 建设目的

### 1.5 建设项目的进度

### 1.6 环境影响报告书编制依据

### 1.7 评价标准

### 1.8 工程组成

### 1.9 环境保护措施

### 1.10 评价范围

## 1.1 建设项目名称和建设性质

### 1.1.1 建设项目名称及其业主

本建设项目名称为中广核广东太平岭核电厂二期工程，申请建造核电机组为2台百万千瓦级华龙一号机组，由中广核惠州核电有限公司负责建设和运营。

### 1.1.2 建设性质

本项目中广核广东太平岭核电厂二期工程为扩建工程。

## 1.2 建设项目规模和厂址总体规划

太平岭核电厂规划容量为六台百万千瓦级压水堆核电机组，采用“一次规划，分期建设”的模式，一期工程建设2台华龙一号机组，目前已开工建设，二期工程拟建设2台华龙一号机组。

太平岭核电厂二期工程将充分利用中国广核集团丰富的工程建设管理经验，借鉴在建电厂中积累的经验，把核电设计、装备制造和工程建设结合起来，大力推进我国百万千瓦级核电机组设计自主化和设备制造国产化，降低工程造价。本工程将委托中广核工程有限公司负责工程建设总承包，委托深圳中广核工程设计有限公司作为总体院承担全面设计工作，以充分利用上述工程和设计单位在核电领域的建设经验。

太平岭核电厂按规划容量建成后，整个厂址区域将有六台压水堆核电机组。为了对厂址内所有核电机组实施高效、安全的管理，实行辐射防护最优化，电厂业主遵循近远期结合、统一规划和循序渐进的原则进行厂址总体规划，对电厂所有机组与环境保护相关的设施进行统筹安排，包括：

- 设立统一的非居住区边界和规划限制区边界；
- 设计上综合考虑六台机组的取、排水方案，既保证机组满功率运行的需要，又有利于减小对环境的影响；
- 整个厂区的总平面规划中功能分区明确，统一合理规划放射性区域和非放射性区域和设施；
- 实施统一的流出物排放管理，设置统一的环境监测中心和应急指挥中心。

### 1.3 建设项目经费

太平岭核电厂二期工程建设 2 台华龙一号机组，本项目资本金按建成价的 20% 计列，资本金以外资金拟贷款解决，资本金部分由本项目的各股东注资形成。

### 1.4 建设目的

核能已成为人类使用的重要能源，是目前可以被大规模商业使用并可以替代化石燃料的成熟的清洁能源，而核电是电力工业的重要组成部分。在保证安全的前提下，稳步高效推进核电建设，是我国能源建设的一项重要政策，对于满足经济和社会发展不断增长的能源需求，保障能源供应与安全，保护环境，实现电力工业结构优化和可持续发展，促进减排和应对气候变化等方面发挥着不可替代的战略作用，都具有重要的意义。

#### a) 符合国家能源发展的产业政策

2019 年 2 月 18 日，经党中央、国务院同意发布的《粤港澳大湾区发展规划纲要》中提出：“大力发展绿色低碳能源，加快天然气和可再生能源利用，有序开发风能资源，因地制宜发展太阳能光伏发电、生物质能，安全高效发展核电，大力推进煤炭清洁高效利用，控制煤炭消费总量，不断提高清洁能源比重。”

2020 年 6 月 5 日，国家能源局发布的《2020 年能源工作指导意见》中提出：“坚持清洁低碳战略方向不动摇，加快化石能源清洁高效利用，大力推动非化石能源发展，持续扩大清洁能源消费占比，推动能源绿色低碳转型。”“安全发展核电，稳妥推进项目建设和核能综合利用等。”

2021 年 3 月 5 日，李克强总理代表国务院在十三届全国人大四次会议的《政府工作报告》中提出“推动煤炭清洁高效利用，大力发展能源，在确保安全的前提下积极有序发展核电。”

2021 年 3 月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年（2021-2025 年）规划和 2035 年远景目标纲要》中提出“安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源消费总量占比重提高到 20% 左右。”还提出“积极有序推动沿海核电建设”、“核电装机容量达到 7000 万千瓦。”

国家相关政策中关于安全高效发展核电的计划都体现了核能对于我国当前阶段能源发展以及能源结构调整的重要性和紧迫性。本期工程拟采用华龙一号技术融合改

进方案进行核电机组的建设符合国家当前发展规划相关要求。

b) 适应广东电力需求发展需要

改革开放以来，广东省经济社会保持快速、稳定发展，电力需求也同步快速增长，电力市场迅速扩大。根据电力需求预测结果，未来广东省电力需求仍将继续保持增长。根据广东省东部地区的平衡结果分析，考虑年度最高负荷并计及备用容量，若仅考虑新增核准电源，广东省东部 2030 年和 2035 年电力缺口分别为 23434 兆瓦和 39040 兆瓦。因此，为适应广东省电力需求增长，满足电力供应的安全性和可靠性，必须加快规划电源的建设力度和速度，以适应省内电力需求快速发展的需要。

c) 碳达峰、碳中和

中国政府已向世界承诺，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。碳达峰、碳中和已成为我国长期政策目标，在保证社会电力需求总量稳步增长的前提下，本期工程的建设减少了碳排放量，是实现碳达峰、碳中和目标的着力点之一。

d) 加快广东省电源结构优化进程

根据广东省人民政府印发的《广东省打赢蓝天保卫战行动方案（2018-2020 年）》（粤府[2018]128 号），珠三角地区禁止新建、扩建燃煤燃油火电机组或企业燃煤燃油自备电站。粤港澳大湾区的建设将对广东省、尤其是珠三角地区环保排放带来更高的要求。中长期，随着在运煤电运行年限增加，将逐步达到服役年限，从控制煤炭消费的角度，达到服役年限的煤电机组按“煤改气”或搬迁考虑。2019 年~2035 年，广东省约有 16645MW 煤电机组将逐步达到服役年限，需要实施升级改造或退役。

本期工程的建设可以加速这些小火电机组的退役，对于减排和促进广东电源结构的优化有很大作用，同时也能够提高电力系统的综合效益，是实现广东省能源供应可持续发展的重要路径，也有利于提高广东省能源供应的安全性和稳定性。

## 1.5 建设项目的进度

根据工程进度安排，3、4 号机组计划 FCD 时间分别为 2023 年 12 月 31 日和 2024 年 10 月 31 日；计划投入商业运行时间分别为 2028 年 10 月 31 日和 2029 年 8 月 31 日。机组的设计寿命均为 60 年。

## 1.6 环境影响报告书编制依据

### 1.6.1 区域发展规划和环境保护相关规划

《惠州市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出培育壮大清洁能源产业，稳步推进中广核太平岭核电项目建设。

《广东惠州环大亚湾新区发展总体规划》（2013-2030 年）包含厂址所在的惠东县黄埠镇。该规划提出，为打造低碳清洁的能源保障体系，应推进沿海环保型电源及电网通道建设，包括：“大力发展清洁能源，建设惠州 LNG 电厂二期，适时推进惠州核电项目的建设。”

《惠东县建设广东海洋经济综合试验区分工方案》中明确提出了“建设清洁能源生产基地”，“积极推进中广核惠州核电项目建设”的工作目标。

根据《国家海洋局关于同意广东省海洋功能区划修改方案的函》（国海管函[2016]390 号），本工程附近设立代码为“A3-35”的烟墩角工业与城镇用海区，面积为 1588 公顷。另外，还包括代码为“A1-14”的考洲洋农渔业区，面积为 6520 公顷；代码为“B1-2”的珠海-潮州近海农渔业区，面积为 1272845 公顷。

根据原广东省环保厅（现为广东省生态环境厅）批复的本工程近岸海域环境功能区划调整方案，厂址附近设置了“惠州核电厂混合区”和“工业冷却水稀释功能区”，其中“惠州核电厂混合区”的水温不执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相关要求，“工业冷却水稀释功能区”的水温则执行 GB3097-1997 中的三类水体要求，即人为造成的温升不超过 4℃。另外还包括“红海湾浅海渔场功能区”，水质执行 GB3097-1997 中的一类标准；包括“考洲洋水产资源保护区”，水质执行 GB3097-1997 中的二类标准。

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020]71 号），全省环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类，其中优先保护单元主要涵盖生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能等区域；重点管控单元主要包括工业聚集、人口集中和环境质量超标区域；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。本项目所在陆地区域目前为“一般管控单元”。同时，全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元为海洋生态保护红线；重点管控单元主要为用于拓展工业与城镇发展空

间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。本项目所在海域为“重点管控单元”。

根据《惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（惠府〔2021〕23号），本项目所处陆域环境管控单元为一般管控单元（惠东沿海一般管控单元）。本项目用海区域处于海域重点管控单元（烟墩角工业与城镇用海区重点管控单元）。本项目的建设符合生态环境管控要求及生态环境准入清单中的区域布局管控要求、能源资源利用要求、污染物排放管控要求、环境风险防控。

## 1.6.2 遵循的主要法规、标准和导则

### （1）主要法律、法规和条例

- 中华人民共和国环境保护法（自 2015 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国环境影响评价法（自 2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年修正）
- 中华人民共和国核安全法（自 2018 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国放射性污染防治法（自 2003 年 10 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国大气污染防治法（自 2018 年 10 月 26 日修正）
- 中华人民共和国水污染防治法（自 2018 年 1 月 1 日修订施行）
- 中华人民共和国环境噪声污染防治法（自 2018 年 12 月 29 日起修正施行）
- 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（自 2020 年 9 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国水土保持法（自 2011 年 3 月 1 日修正实施）
- 中华人民共和国土地管理法（自 2020 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国海洋环境保护法（自 2017 年 11 月 5 日修正施行）
- 中华人民共和国海域使用管理法（自 2002 年 1 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国海洋倾废管理条例（自 2017 年 3 月 1 日起施行）
- 建设项目环境保护管理条例（自 2017 年 10 月 1 日起修订施行）
- 放射性物品运输安全管理条例（自 2010 年 10 月 1 日起施行）
- 放射性废物安全管理条例（自 2012 年 3 月 1 日起施行）
- 中华人民共和国自然保护区条例（自 2017 年 10 月 7 日修订施行）
- 中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例（2018 年 3 月 19 日修正）

- 中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例（自 1990 年 8 月 1 日起施行）
- 核电厂核事故应急管理条例（HAF002，自 2011 年 1 月 8 日起施行）
- 建设项目环境影响评价分类管理名录（自 2021 年 1 月 1 日起施行）
- 国家危险废物名录（自 2021 年 1 月 1 日起施行）
- 近岸海域环境功能区管理办法（自 2010 年 12 月 22 日起施行）
- 放射性固体废物贮存和处置许可管理办法（自 2014 年 3 月 1 日起施行，2019 年修订）
- 放射性物品运输安全许可管理办法（自 2021 年 1 月 4 日起施行）
- 核电厂厂址选择安全规定（HAF101，1991）
- 核电厂设计安全规定（HAF102，2016）
- 放射性废物安全监督管理规定（HAF401，1997 年 1 月）
- 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知（国发〔2013〕37 号）
- 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知（国发〔2015〕17 号）
- 关于印发《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》的通知（国核安发〔2020〕44 号）

(2) 部门规章、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）
- 放射性废物管理规定（GB14500-2002）
- 放射性物品安全运输规程（GB11806-2019）
- 核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定（GB14589-93）
- 核设施流出物监测的一般规定（GB11217-89）
- 海水水质标准（GB3097-1997）
- 电离辐射监测质量保证通用要求（GB8999-2021）
- 核电厂应急计划与准备准则—应急计划区的划分（GB/T 17680.1-2008）
- 危险废物贮存污染控制标准（GB18597-2001）及其修改单
- 环境空气质量标准（GB3095-2012）
- 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）

- 广东省大气污染物排放限值（DB44/27-2001）
- 城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）
- 广东省水污染物排放限值（DB44/26-2001）
- 声环境质量标准（GB3096-2008）
- 工业企业厂界环境噪声排放标准（GB12348-2008）
- 建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）
- 建设项目环境影响评价技术导则 总纲（HJ 2.1-2016）
- 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）
- 环境影响评价技术导则 输变电（HJ 24-2020）
- 环境影响评价技术导则 大气环境（HJ 2.2-2018）
- 环境影响评价技术导则 地表水环境（HJ 2.3-2018）
- 建设项目环境风险评价技术导则（HJ 169-2018）
- 环境影响评价技术导则 声环境（HJ 2.4-2009）
- 环境影响评价技术导则 生态影响（HJ 19-2011）
- 辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准（HJ/T 10.3-1996）
- 辐射环境监测技术规范（HJ 61-2021）
- 近岸海域环境监测规范（HJ 442-2008）
- 电磁环境控制限值（GB8702-2014）
- 核动力厂取排水环境影响评价指南（试行）（HJ1037-2019）

### 1.6.3 相关管理文件

- 国家能源局，关于惠州核电项目开展厂址保护及相关论证工作的复函（国能核电[2014]497号）
- 国家能源局，关于福建漳州、广东惠州核电项目调整技术路线论证会的会议纪要（国能综纪核电[2018]36号）
- 国家海洋局，关于同意广东省海洋功能区划修改方案的函（国海管字[2016]390号）
- 农业部渔业渔政管理局，关于广东太平岭核电厂工程对惠东海龟国家级自然保护区影响专题评价报告意见的复函（农渔资函便[2017]235号）

- 广东省人民政府，广东省人民政府关于设置中广核广东太平岭核电厂规划限制区的批复（粤府函[2021]106号）
- 广东省环境保护厅，关于同意调整惠州核电项目近岸海域环境功能区划的函（粤环函[2016]1295号）
- 惠东县人民政府办公室，关于明确广东太平岭核电厂非居住区管理要求的复函（惠东府办函[2016]43号）

上述部分文件详见附件 A。

#### 1.6.4 相关技术文件

- 中广核广东太平岭核电厂二期工程选址阶段环境影响评价项目技术任务书
- 中广核广东太平岭核电厂二期工程环境影响评价（选址阶段）工作大纲和质量保证大纲

本项目已开展的与环境相关的专题成果主要有：

- 广东太平岭核电二期工程极端气象设计基准及气象数据收集分析报告（深圳中广核工程设计有限公司，2021年）
- 广东太平岭核电厂二期可能最大暴雨和洪水计算复核报告（深圳中广核工程设计有限公司，2021年）
- 惠州核电项目近岸海域环境功能区划调整可行性研究报告（中科院南海海洋研究所，2016年）
- 广东太平岭核电厂工程对惠东海龟国家级自然保护区影响专题评价报告（中国水产科学研究院南海水产研究所，2016年）
- 中广核广东太平岭核电厂一期工程厂址大气湍流特征观测研究报告（苏州热工研究院有限公司，2018年）
- 中广核广东太平岭核电厂一期工程厂址大气边界层观测研究报告（苏州热工研究院有限公司，2018年）
- 太平岭核电项目厂址气象观测数据统计分析报告（2020年1月~2020年12月）（苏州热工研究院有限公司，2021年）
- 广东太平岭核电厂一期工程厂址区域环境特征及外部人为事件调查报告（苏州热工研究院有限公司，2019年）
- 广东太平岭核电厂一期工程厂址区域人口分布、饮食习惯及生活习性调查报

告（苏州热工研究院有限公司，2019年）

- 中广核广东太平岭核电厂一期工程海域冬、夏全潮观测技术报告（天津水运工程勘察设计院有限公司，2021年）
- 广东太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟计算报告（南京水利科学研究院，2021年）
- 广东太平岭核电厂二期温排水数值模拟研究报告（南京水利科学研究院，2021年）

## 1.7 评价标准

### 1.7.1 辐射环境影响评价标准

（1）运行状态（包括正常运行和预计运行事件）下的剂量约束值和排放控制值

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的 6.1 款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，6.2 款和 6.3 款规定了核动力厂每座 3000MW 热功率反应堆气载和液态放射性流出物年排放量控制值，同时对不同功率反应堆要求根据其功率按照 6.2 条款规定适当调整，6.4 款规定了多堆厂址所有机组年总排放量控制值，此外，6.8 款还规定了不同类型厂址放射性流出物排放浓度控制值。

太平岭核电厂规划建设 6 台压水堆核电机组，其运行状态下向环境释放的放射性物质对公众中任何个人（成人）造成的有效剂量约束值为 0.25mSv/a，本次环境影响评价确定二期工程 2 台机组向环境释放的放射性流出物对公众所造成的剂量约束值不超过 0.08mSv/a。

太平岭核电厂二期工程采用华龙一号机组，机组额定热功率为 3180MW。根据 GB6249-2011 中对于 3000MW 热功率的轻水反应堆设计控制值，则单堆排放量控制值如下：

气载放射性流出物：

- 惰性气体： $6 \times 10^{14}$ Bq/a；
- 碘： $2 \times 10^{10}$ Bq/a；
- 粒子（半衰期 $\geq 8$ d）： $5 \times 10^{10}$ Bq/a；
- 碳 14： $7 \times 10^{11}$ Bq/a；

— 氡： $1.5 \times 10^{13}$ Bq/a。

液态放射性流出物：

— 氡： $7.5 \times 10^{13}$ Bq/a；

— 碳 14： $1.5 \times 10^{11}$ Bq/a；

— 其它核素： $5 \times 10^{10}$ Bq/a。

太平岭核电厂二期工程作为滨海厂址，其槽式排放出口处的放射性流出物中除氡和碳 14 外其它放射性核素浓度不应超过 1000Bq/L。

### （2）事故工况下的剂量限值

按《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）5.9 款规定，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  $2 \times 10^4$  人 Sv。

### （3）海水中的放射性核素浓度指标

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，太平岭核电厂二期工程运行期间受纳水体中与核电厂释放相关的放射性核素浓度控制值为：

—  $^{60}\text{Co}$ ：0.03Bq/L；

—  $^{90}\text{Sr}$ ：4.0Bq/L；

—  $^{106}\text{Ru}$ ：0.2Bq/L；

—  $^{134}\text{Cs}$ ：0.6Bq/L；

—  $^{137}\text{Cs}$ ：0.7Bq/L。

## 1.7.2 非辐射环境影响评价标准

本次评价执行非辐射环境影响评价标准如下：

### （1）环境质量现状评价标准

— 厂址区域环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）规定的二级浓度限值；

— 厂址区域海水质量标准按厂址附近近岸海域环境功能区划要求执行《海水水

质标准》（GB3097-1997）相应标准限值；

- 厂址区域声环境标准执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类声环境功能区适用的环境噪声限值，即：昼间 55dB（A）、夜间 45dB（A）；
- 厂址区域工频电场强度和工频磁感应强度评价标准执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的对应于 50Hz 频率的公众曝露控制限值，即：工频电场 4000V/m，工频磁场 100 $\mu$ T。

## （2） 污染物排放标准

- 电厂运行期间的生活污水站出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准，生产废水排放执行《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准；
- 施工期的生活污水站出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准；
- 施工期间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）无组织排放第二时段标准；
- 施工期间建筑施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准限值，即：昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）；
- 厂外敏感点声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类声环境功能区限值。

## 1.8 工程组成

本项目除核电主体工程（核岛、常规岛、辅助厂房）之外，还包括全厂共用的进厂道路、应急道路、220kV 输变电线工程、重件码头、500kV 输变电工程、淡水管线工程等。目前，进厂道路、应急道路、重件码头工程已建设完成并投入使用，220kV 和 500kV 输变电工程正在建设中，淡水管线工程正在开展相关环评工作。上述工程已批复的环评文件见附件 A。

## 1.9 环境保护措施

本期工程拟建设的环境保护设施主要包括放射性废气系统、放射性废液系统、放射性固体废物系统、生活污水站、非放工业废水处理站等。除此之外，环境实验

室、应急指挥中心、生活污水处理站等环保设施在一期工程中建设，其中生活污水处理站将针对二期工程在一期工程基础上进行扩建。

拟建的环境保护设施主要选择现有核电厂普遍采用的成熟、可靠、经济的方案，并结合本工程机组类型和污染物排放特点进行适当优化，以保证环境保护措施在机组长期运行期间稳定运行，满足国家环保法规的排放和管理要求。

## 1.10 评价范围

### （1） 辐射环境

本项目辐射环境影响评价的范围为以3号反应堆为中心，半径为80km内的区域。

### （2） 非辐射环境

- 水环境影响评价范围为受纳海域 1℃温升范围，重点考虑取排水口附近海域及相关功能区管理要求，以及环境敏感目标环保要求。
- 核电厂施工期废气为无组织排放，大气环境影响评价范围为施工厂界和有关敏感点。
- 声环境影响评价范围为厂界外 1m，并适当扩大至环境敏感点处。
- 本项目生态环境评价范围以核电厂永久占地和临时占地范围为主，并考虑附近自然保护区和生态敏感区。
- 参照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目电磁环境影响评价范围以厂内输变电工程站界外 50m；厂址范围内涉及的输电线路边导线地面投影外两侧各 50m（500kV）或 40m（220kV）区域。

## 第二章 厂址与环境

### 2.1 厂址地理位置

### 2.2 人口分布与饮食习惯

### 2.3 土地利用及资源概况

### 2.4 气象

### 2.5 水文

### 2.6 地形地貌

## 2.1 厂址地理位置

### 2.1.1 厂址位置

### 2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

图

图 2.1-1 厂址地理位置示意图

图 2.1-2 厂址非居住区边界示意图

图 2.1-3 厂址规划限制区边界示意图

## 2.1 厂址地理位置

### 2.1.1 厂址位置

太平岭核电厂厂址位于广东省惠东县黄埠镇沙埔村附近。厂址距离 NNW 方位黄埠镇镇区约 6.7km；距离 NW 方位惠东县城约 43km，惠州市区约 76km；距离 ENE 方位汕尾市区约 40km。

图 2.1-1 给出了太平岭核电厂厂址地理位置图。

### 2.1.2 厂址边界、非居住区和规划限制区

太平岭核电厂为多堆厂址，全厂规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组，二期工程建设 2 台华龙一号机组。本期工程 2 台机组征地面积为 32.41hm<sup>2</sup>，包括厂区用地 20.89hm<sup>2</sup>（含一期码头已填海 3.42hm<sup>2</sup>）、现场服务区 1.36hm<sup>2</sup>、厂外辅助设施区 10.16hm<sup>2</sup>。租地面积 96.13hm<sup>2</sup>，包括施工准备区 32.22hm<sup>2</sup>（兼弃渣场）、东北侧施工准备区 44.50hm<sup>2</sup>（续租）及其他临时用地 20.41hm<sup>2</sup>（续租）。

在中广核广东太平岭核电厂一期工程选址阶段环境影响评价中，确定了广东太平岭核电厂一期工程非居住区边界为以反应堆为中心、半径 800m 的包络区域，该区域能够满足 GB6249-2011 的相关要求。中广核太平岭核电厂二期工程 3、4 号机组根据选址假想事故后果计算结果，非居住区半径拟设置为 600m。

图 2.1-2 给出了太平岭核电厂非居住区示意图。设定的非居住区范围内大部分均位于征地范围内，位于征地边界之外的非居住区现状土地类别主要是林地（包括烟墩岭和厂址北侧）、少量坑塘水面（厂址东侧）和耕地（厂址北侧和东北侧），依据惠东县人民政府办公室《关于明确广东太平岭核电厂非居住区管理要求的复函》（惠东府办函[2016]43 号，见附录 A），电厂可对非居住区实施有效控制。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的要求，太平岭核电厂厂址周围还应设置半径不小于 5km 的规划限制区。广东省人民政府已发文（见附录 A）确定以广东太平岭核电厂一号机组核岛基坑为圆心，5km 为半径，一次性划定广东太平岭核电厂规划容量 6 台百万千瓦机组规划限制区，主要涉及惠东县黄埠镇所辖的沙埔村、三洲村、西冲村、新渔村、联新村、

望斗村、霞坑村 7 个行政村所辖的共 18 个自然村，有人口 13103 人。图 2.1-3 为设置的电厂规划限制区边界示意图。

## 2.2 人口分布与饮食习惯

### 2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

### 2.2.2 厂址半径 80km 范围内的人口分布

### 2.2.3 居民的年龄构成及饮食习惯和生活习性

### 2.2.4 参考资料

表

表 2.2-1 厂址半径 5km 范围内所有居民点

表 2.2-2 厂址半径 10km 范围内各卫生院概况

表 2.2-3 厂址半径 10km 范围内学校概况

表 2.2-4 厂址半径 15km 范围内千人以上居民点

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布表（2017 年）

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心

表 2.2-7 人口增长率预测值

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2028 年）

表 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2038 年）

表 2.2-10 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2048 年）

表 2.2-11 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2058 年）

表 2.2-12 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2068 年）

表 2.2-13 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2078 年）

表 2.2-14 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2088 年）

表 2.2-15 厂址半径 80km 范围内居民人均食物消费量

表 2.2-16 厂址 5km 范围内不同年龄组一般公众人均食物消费量

表 2.2-17 厂址 5km 范围内不同职业食物消费量

表 2.2-18 厂址半径 5km 范围内居民个人生活习性统计情况

表 2.2-19 渡头村及湾仔村渔民食物消费量及生活习性调查结果

图

图 2.2-1 厂址半径 5km 范围内居民点分布图

图 2.2-2 厂址半径 15km 范围内重要居民点分布示意图

图 2.2-3 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2017 年）

图 2.2-4 厂址半径 80km 范围内十万人以上城镇/街道分布图

图 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2028 年）

图 2.2-6 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2038 年）

图 2.2-7 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2048 年）

图 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2058 年）

图 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2068 年）

图 2.2-10 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2078 年）

图 2.2-11 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2088 年）

## 2.2 人口分布与饮食习惯

太平岭核电厂二期工程环境影响评价区域（厂址半径 80km 范围）包括惠州市所辖的惠城区、惠阳区、仲恺高新区、大亚湾区、惠东县，汕尾市所辖的汕尾市区、红海湾经济开发区、海丰县、陆丰市、陆河县，河源市紫金县，深圳市所辖的龙岗区和盐田区、深汕合作区等县市（区）以及香港特别行政区。本报告所用人口数据主要来源于上述各县市（区）2017 年统计年鉴和各级政府机构 2017 年统计报表，以及当地派出所的统计资料和 2019 年现场实地调查资料。对于香港特别行政区人口数据，采用香港特别行政区政府统计处公开的人口数据并按面积比例分配。本报告评价区域内的人口统计口径为户籍人口。

按照《核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ808-2016）的要求，人口统计按子区分别进行，以太平岭核电厂 3 号机组反应堆为中心划分半径为 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 和 80km 的同心圆，轴向的罗盘方位为扇形区中心线，划分成 16 个方位，评价区共有 192 个子区。

### 2.2.1 厂址半径 15km 范围内的人口分布

#### 2.2.1.1 厂址半径 5km 范围

太平岭核电厂地处广东省沿海山区，厂址半径 5km 范围内多丘陵山地，耕地面积少，居民点相对较集中。

厂址半径 5km 范围内涉及惠东县黄埠镇所辖的沙埔村、三洲村、西冲村、新渔村、霞坑村 5 个行政村下辖的 16 个自然村，根据当地派出所提供的截止 2018 年底的户籍人口数据，厂址半径 5km 范围共有人口 11022 人。按厂址半径 5km 范围陆域面积计算，平均人口密度约为 219 人/km<sup>2</sup>，低于厂址所在惠州市同期人口密度 421 人/km<sup>2</sup>，略低于惠东县同期人口密度 265 人/km<sup>2</sup>。

距离厂址最近的居民点为上太平自然村，位于厂址 NNE 方位 1.2km，有人口 346 人。厂址半径 5km 范围内最大的居民点为位于厂址 NW 方位约 4.9km 处的新渔村，有人口 2342 人。

厂址半径 5km 范围内没有超过 1 万人的居民点，厂址半径 5km 范围内各居民点相对于厂址的距离、方位和人口数列于表 2.2-1，各居民点的分布情况见图 2.2-1。

根据现场实地走访，厂址附近各自然村中实际居住的人口较少，大部分青壮年都外出打工或住在黄埠镇上或迁往香港、深圳等地，同时，根据黄埠镇相关规划，除能源产业外，厂址半径 5km 范围内不涉及工业区规划，预计不会有较大的人口机械增长。

根据当地卫健部门提供的 2018 年流动人口统计资料，厂址 5km 范围内各行政村流动人口情况如下：西冲村 433 人、三洲村 315 人、沙埔村 51 人、新渔村 237 人、霞坑村 552 人。厂址附近流动人口以流入为主，主要为在周边工厂务工或经商的流入人口。

黄埠镇渡头村和湾仔村海边拥有沙滩，位于厂址 W~WSW 方位约 2.5km，有游客至此游玩（一般也会至杨屋古村落游玩），有的沿海住户家中自建自营民宿，年游客数万人次，日游客最多上千人次。此外，位于东头村海边的旅游度假区为很小规模的度假区，游客可以露营、搭建帐篷，也可以居住在一座二层房屋内，位于厂址 NE 约 2.3km 处，日游客最多约数百人。

#### 2.2.1.2 厂址半径 10km 范围

厂址半径 10km 范围内的卫生院包括惠东县黄埠镇境内的黄埠镇卫生院、盐洲卫生院和东华卫生院，还有深汕合作区的小漠卫生院。除黄埠镇卫生院相对规模较大外，其他卫生院规模较小，医护人员较少，一般只有几个到几十个医护人员。各行政村内通常设立卫生所，主要负责打针、包扎等简单医疗，一般有 1~2 个医务人员，基本不设病床。表 2.2-2 给出了厂址半径 10km 范围内各卫生院的概况。

厂址半径 10km 范围内的学校主要位于惠东县黄埠镇和深汕合作区小漠镇，此外也涉及吉隆、平海、铁涌等邻近乡镇的个别学校。惠东县黄埠镇全镇学校均在厂址半径 10km 范围内，共有 15 所小学，5 所中学（其中 3 所招收中学和小学生），共有中小學生 15486 人，教职工 779 人；13 所幼儿园，有学生 4193 人，教职工 440 人。深汕合作区小漠镇位于厂址半径 10km 范围内的学校有 1 所中学、3 所小学，这些学校共有中小學生 1255 人，老师 75 人。表 2.2-3 给出了厂址半径 10km 范围内各乡镇中小学校情况。

厂址半径 10km 范围内有 2 处敬老院，分别位于厂址 NNW 方位 6.8km 的黄埠镇敬老院和 NNE 方位 9.8km 的小漠镇敬老院。黄埠镇敬老院床位 20~30 个，小漠镇敬老院有 7 个床位。

厂址半径 10km 范围内没有监狱等大型公共设施。

厂址半径 10km 范围内目前人口较多的人口中心为：黄埠镇区（厂址 NW 方位约

7~10km)、吉隆镇区（厂址 NW 方位约 10~15km），将黄埠镇区、吉隆镇区的户籍人口加上 2018 年流入人口，黄埠镇区总人口 43781 人、吉隆镇区总人口 59558 人。因此，厂址半径 10km 范围内目前无 10 万人以上的城镇。

厂址半径 10km 范围内涉及深汕合作区下辖的小漠镇部分地区（主要在厂址 NNE~NE 方位 5~10km），根据深汕合作区规划，小漠镇作为新能源及临港产业基地，依托现有产业基础和临海资源优势，结合小漠港和疏港通道建设，重点发展电力能源、新材料、仓储物流等产业，无人口密集型产业发展，2018 年小漠镇的户籍人口数为 13748 人，深汕特别合作区在规划时已经考虑到了太平岭核电厂应急计划区设置的情况，因此，预计厂址半径 10km 范围内的小漠镇未来的人口规模达十万人口中心的可能性不大。

### 2.2.1.3 厂址半径 15km 范围

厂址半径 15km 范围内涉及惠东县黄埠镇、吉隆镇、铁涌镇、平海镇、港口旅游度假区和深汕合作区的小漠镇、鹅埠镇等乡镇。厂址半径 15km 范围内共有人口 155150 人，陆域面积 233.75km<sup>2</sup>，陆域面积平均人口密度为 663 人/km<sup>2</sup>。

厂址半径 15km 范围内涉及的所有行政村有 64 个，其中千人以上的重要居民点共有 49 个，最大的居民点为位于厂址 SW 方位约 12.4km 处的平海镇平海居委，有人口 12204 人；其次为位于厂址 NNW 方位约 13.5km 处的吉隆镇吉隆居委，有人口 8130 人。距离厂址最近的千人以上居民点为位于厂址 WSW 方位约 3.0km 处的黄埠镇西冲村，有人口 2439 人。

厂址半径 15km 范围内没有超过 10 万人的居民点，厂址半径 15km 范围内千人以上的居民点的方位、距离和人口数列于表 2.2-4，图 2.2-2 给出了厂址半径 15km 范围内千人以上行政村的分布情况。

厂址所在的黄埠镇和附近的吉隆镇是全国闻名的女装时尚鞋生产基地，两个镇的鞋厂、鞋料店及相关的鞋材配套企业众多，流动人口主要为流入人口。厂址半径 15km 内各乡镇流动人口分别为：黄埠镇 23845 人、吉隆镇 25423 人，铁涌镇 1102 人，平海镇 2712 人，港口旅游度假区 1336 人。上述各镇的流动人口主要分布在镇区，主要因为务工和经商而流入，也有少部分为婚嫁流入。深汕合作区的鹅埠镇现有外来流动人口约 6000 人，主要在周边企业务工；小漠镇有外来流动人口约 1200 人，其中约 400

人在华润海丰电厂及其附近的小漠港建筑工地务工，其余约 800 人分布在镇区，主要从事务工、捕捞以及其他服务业。

厂址半径 15km 范围内旅游景点较少，主要有小漠镇南方澳渔港度假区，位于厂址 NE 方位约 6.5km 处，有天然海水浴场，并开设有海浴冲浪、沙滩排球、烧烤等项目，每年接待游客量在 4~5 万人。游客主要集中在每年的 5~10 月，一般平时游客较少、节假日和双休日游客较多，日游客量最多有上千人，来此地旅游的人多为短暂逗留。

深汕特别合作区包括鹅埠、小漠、鲘门、赤石四镇，根据《深汕特别合作区总体规划（2017-2035）纲要》，深汕特别合作区规划常住人口规模在 2035 年控制在 150 万以内（为指导性指标），根据深汕合作区近年来常住人口变化情况为：2018 年末 7.51 万、2019 年末 9.34 万，2020 年末 13 万，其中鹅埠镇为深汕特别合作区行政中心，2018 年户籍人口 18008 人，鹅埠镇目前正在大力招商引资，目前已有上百家企业投资，预计鹅埠镇未来会形成 10 万人以上人口中心，鹅埠镇镇区最近距离厂址 N 方位约 14km。

## 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 范围内人口分布现状

厂址半径 80km 评价区范围包括惠州市所辖的惠城区、惠阳区、仲恺高新区、大亚湾区、惠东县；汕尾市所辖的汕尾市区、红海湾经济开发区、海丰县、陆丰市、陆河县；河源市紫金县；深圳市所辖的龙岗区、盐田区、深汕合作区，此外还涉及到香港特别行政区西贡区、大浦区、北区的部分区域。截至 2017 年底，太平岭核电厂厂址半径 80km 范围内总人口数为 6426238 人，按陆域面积计算，厂址半径 80km 范围内的人口密度约为 595 人/km<sup>2</sup>，低于广东省同期平均人口密度 621 人/km<sup>2</sup>，高于惠州市同期平均人口密度 421 人/km<sup>2</sup>。其中 W 方位人口较多，主要是因为涉及深圳市的部分区域。

厂址半径 80km 范围内各子区的人口分布详见表 2.2-5 和图 2.2-3。

厂址半径 80km 评价区范围内人口超过万人的人口中心有 58 个，超过 10 万人的人口中心有 14 个。其中，最大的人口中心为厂址 WSW 方位约 80km 处的香港西贡区，西贡区在厂址半径 80km 范围内有人口 347775 人；最近的万人以上人口中心为厂址 NNW 方位约 6.7km 处的黄埠镇镇区，有城镇户籍人口 19936 人。

厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心详见表 2.2-6，厂址半径 80km 范围内十万人以上城镇/街道位置见图 2.2-4。

### 2.2.2.2 厂址半径 80km 范围内的预期人口分布

根据《核电厂厂址选择及评价的人口分布问题》（HAD101/03）的要求，需要预测核电厂投运及电厂寿期内（每隔十年）的人口数量。本项目 3 号机组计划于 2028 年建成投运，寿期设计为 60 年。

本报告中预测人口增长所使用方法和数据如下：

- 广东省及深圳、惠州、汕尾等市预测人口增长率数据来源于《广东省“十二五”人口发展战略研究》，该研究采用双性别确定性动态模型进行人口预测分析，预测时间段为 2011~2050，本次预测保守采用该研究报告中的高方案，同时，假定 2050 年以后的增长率与 2050 年一致。
- 香港特别行政区预测人口增长率数据来源于香港特别行政区政府统计处公布的最新人口预测资料（2017~2066）。假设 2066 年以后香港地区人口增长率与 2066 年保持一致。
- 同时，由于目前深汕合作区已正式纳入深圳管辖，后续会有较大发展，根据深汕合作区最新官方规划，规划 2035 年深汕合作区人口将达 150 万，深汕合作区人口 7.6 万人，采用该值反推 2035 年前各年平均增长率，并假定 2035 年以后深汕合作区增长率与深圳一致。

表 2.2-7 中给出了本专题人口预测时所使用的广东省及深圳市、惠州市、汕尾市、深汕特别合作区和香港特别行政区的预期人口增长率。

根据上述人口预测计算模式以及人口预期增长率可以得出：2028 年太平岭核电厂二期工程 3 号机组投产时，厂址半径 80km 范围内的总人口数为 8636056 人。电厂寿期内 2038 年、2048 年、2058 年、2068 年、2078 年、2088 年厂址半径 80km 范围内的人口数分别为 11177377 人、12110757 人、12412709 人、12643523 人、12881262 人、13125023 人。各时期人口分布情况见表 2.2-8~表 2.2-14 和图 2.2-5~图 2.2-11。

## 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

根据 2010 年广东省和深圳市、惠州市、汕尾市的第六次人口普查资料及厂址所在惠东县公安局提供的截至 2019 年 1 月统计资料，厂址评价区域内各地市居民的年龄构

成如下，各区域各年龄组构成相差不大。

年龄分组	广东省	惠州市	深圳市	汕尾市	惠东县	黄埠镇
≤1岁	1.04%	2.35%	1.75%	1.15%	1.10%	0.92%
1-7岁（含7岁）	7.33%	6.07%	4.24%	8.87%	9.91%	9.57%
8-17岁（含17岁）	13.89%	12.56%	6.76%	22.51%	14.36%	14.27%
17岁以上	77.74%	79.02%	87.25%	67.47%	74.64%	75.24%

厂址半径 5km 范围内的年龄组成主要参考了黄埠镇的年龄构成，其婴儿（≤1 岁）、儿童（1-7 岁）、青少年（8-17 岁）和成人组（17 岁以上）的年龄构成分别为 0.92%、9.57%、14.27%和 75.24%，同时，根据各地区人口所在比例，厂址半径 80km 范围内婴儿（≤1 岁）、儿童（1-7 岁）、青少年（8-17 岁）和成人组（17 岁以上）的年龄构成分别为 1.70%、5.99%、11.36%和 80.95%。

### 2.2.3.2 厂址 80km 评价区内居民的饮食习惯

厂址半径 80km 范围内着重从广东省及县（市）和乡（镇）统计部门收集城乡居民的饮食消费资料，厂址近区 5km 范围主要通过现场实地调查获取相关资料。

厂址半径 80km 范围内居民食物结构为大米、蔬菜、水果、猪肉、家禽肉、蛋类、海产品等。食品主要从市场购买，部分为自家生产。

根据《广东统计年鉴-2020》中提供的居民食物消费量数据，表 2.2-15 给出了厂址半径 80km 范围内各地居民各年龄组的食物消费量，其中，青少年及儿童的食物消费量根据《中国居民营养与健康状况调查报告之十-营养与健康状况数据集》（2002）中的青少年、儿童食物消费占成人的比例推算得出。对于婴儿的食谱，考虑婴儿在 0~6 月时全部食入母乳，根据中国营养学会 2015 年 12 月发布的《中国 7~24 月龄婴幼儿喂养指南》，6~12 个月婴儿主要食入母乳与辅食，其中婴儿 6~12 个月辅食食入量为：粮食：15.32kg；蔬菜：9.50kg；水果：7.66kg；蛋类：6.21kg；肉类：2.21kg；鱼类：4.23kg。

厂址半径 80km 范围内各子区居民的食物消费品种、人均年消费量以及各子区居民个人食物品种来自本子区和评价区的份额详见附录 B。

### 2.2.3.3 厂址 5km 范围内居民食谱和生活习性调查

专题单位在 2019 年 1 月开展了厂址周边居民食谱及生活习性调查工作，本次调查

针对核电厂附近的三洲村、沙浦村、西冲村、新渔村居民发放并回收了 192 份有效食物消费情况和生活习惯数据调查表，同时在可能的关键居民组渡头及湾仔村发放了 28 份调查表，其中成人调查表有 154 份，青少年组 36 份，儿童组 26 份。由于厂址附近调查到的婴儿较少，调查的 4 份样本均为 6 个月以内新生儿，均食用母乳。因此，对于厂址 5km 范围内的婴儿的食谱，仍采用《中国 7~24 月龄婴幼儿喂养指南》中的数据。表 2.2-16 给出了根据回收的调查表统计得出的成人（17 岁以上）、青少年（8-17 岁（含 17 岁）、儿童（1-7 岁（含 7 岁））的年平均消费量和年最大消费量。

5km 范围内除渔民外，一般的居民基本都为农民，厂址附近居民消耗的粮食、蔬菜、肉、水果等农副产品来源于市场购买和当地生产，所消耗的鱼类等水产品主要来自附近海域。表 2.2-17 根据不同职业给出了食物年平均消费量和年最大消费量。由现场实地走访可知，厂址 5km 范围内粮食、蔬菜、肉类等食物主要依靠市场购买，一般需到黄埠镇上购买，渔民食用的海产品基本都为自家捕捞。

同时，通过调查统计 5km 范围内居民生活习惯，表 2.2-18 给出不同年龄组、不同职业的居民个人生活习性情况。

由于厂址北侧 1~2km 范围内山下、上太平、下太平等村目前常住居民均较少，而厂址西南侧 2km 左右的渡头村和湾仔村还有部分渔民，且渡头村为一期工程环评的关键居民组，因此，本次实地调查在渡头村和湾仔村共发放了 28 份居民食谱及生活习性调查表。通过调查了解，渡头村及湾仔村内均有 10 户左右捕捞渔民，4~5km 处的新渔村也有部分渔民，一般渔民出海打鱼视天气情况而定，除禁渔期外一般每天出海时间在 6~8 小时，天晴风平浪静时每天早晨 4~5 点出海，中午 11~12 点回，捕捞海域为厂址附近近岸海域，捕捞的海产品在码头或镇区出售。

表 2.2-19 给出厂址附近渡头村及湾仔村渔民的食物消费量及生活习性调查结果。

表 2.2-1 厂址半径 5km 范围内所有居民点

镇	行政村	自然村	方位	距离 (km)	人口 (人)	镇	行政村	自然村	方位	距离 (km)	人口 (人)
黄埠镇	沙埔村	下太平村	NW	1.4	202	黄埠镇	西冲村	渡头村	W	2.5	463
		沙埔村	NW	1.6	597			湾仔村	WSW	2.6	360
		上太平村	NNE	1.2	346			盐仓村	WSW	3.2	642
		山下村	WNW	1.9	280			招魁村	WSW	3.6	207
		东头村	NE	2.3	660			李屋村	WSW	4.7	98
		坑口村	NE	2.7	106			杨屋村	WSW	5	669
		盘沿村	NW	3.9	735		三洲村	三洲村	WNW~ NW	4.4	1825
							新渔村	新渔村	NW	4.9	2342
							霞坑村	霞坑村	NNW	5	1490

表 2.2-2 厂址半径 10km 范围内各卫生院概况

县	镇	机构名称	方位, 距离 (km)	床位数 (张)	工作人员 (人)
惠东县	黄埠镇	黄埠镇卫生院	NNW, 6.2	79	157
	黄埠镇	黄埠盐洲卫生院	NNW, 4.6	15	24
	黄埠镇	黄埠东华医院	NNW, 6.5	30	9
深汕合 作区	小漠镇	小漠卫生院	NNE, 10.0	12	25

表 2.2-3（1/2） 厂址半径 10km 范围内学校概况

县	乡/镇	学校名称	教师（人）	学生（人）	方位，距离（km）
惠东县	黄埠镇	黄埠中学	107	1818	NNW, 6.7
		黄埠中心小学	86	2000	NNW, 6.5
		黄埠第二小学	67	1954	NNW, 6.4
		黄埠第三小学	16	622	NNW, 6.1
		黄埠第四小学	18	734	NNW, 6.0
		黄埠惠联学校	67	824	NNW, 6.1
		黄埠惠强小学	36	626	NNW, 7.0
		黄埠惠盛学校	70	1296	NNW, 6.2
		黄埠吉泰小学	20	374	NNW, 6.5
		黄埠蓝天学校	18	395	NNW, 6.7
		黄埠启英学校	69	1232	NNW, 6.8
		黄埠三洲小学	8	169	NW, 3.5
		黄埠四门小学	25	485	NNW, 7.5
		黄埠坐头小学	10	350	NNW, 8.5
		黄埠西冲小学	6	41	WSW, 3.2
		黄埠霞坑小学	8	225	NNW, 4.8
		黄埠新渔小学	7	145	NW, 4.5
		盐洲中心小学	36	639	NW, 5.1
		黄埠盐洲中学	40	391	NW, 5.5
		黄埠东旭实验学校	65	1166	NNW, 6.2
		黄埠盐洲中心幼儿园	19	205	NW, 5.5
		黄埠第一幼儿园	69	689	NNW, 6.1
		黄埠白天鹅幼儿园	38	416	NNW, 6.0
		黄埠欢乐幼儿园	22	193	NNW, 6.7
		黄埠金太阳幼儿园	22	301	NNW, 6.2
		黄埠明珠幼儿园	48	473	NNW, 6.6
		黄埠金博士幼儿园	44	388	NNW, 6.9
		黄埠中心幼儿园	35	292	NNW, 6.4
		黄埠惠恩幼儿园	31	252	NNW, 6.2
		黄埠粤星幼儿园	18	175	NNW, 6.2
		黄埠红樱幼儿园	56	540	NNW, 6.5
		黄埠幼儿园	17	42	NNW, 6.6
		黄埠小状元幼儿园	21	227	NNW, 6.8

表 2.2-3 (2/2) 厂址半径 10km 范围内各乡镇学校概况

县	乡/镇	学校名称	教师（人）	学生（人）	方位，距离（km）
惠东县	吉隆镇	吉隆大华小学	3	12	NW, 9.5
		吉隆斗文头小学	10	66	NNW, 10.0
	平海镇	平海东和小学	12	139	SW, 10.0
	铁涌镇	铁涌新寮小学	8	80	W, 10.0
深圳合作区	小漠镇	小漠中学	28	594	NNE, 9.8
		小漠中心小学	31	523	NNE, 9.8
		小漠元云小学	11	119	NNE, 9.6
		小漠大澳小学	5	19	NNE, 7.2

表 2.2-4 厂址半径 15km 范围内千人以上居民点

县	镇	居民点	方位	距离 (km)	人口 (人)	县	镇	行政村	方位	距离 (km)	人口 (人)	
惠东县	黄埠镇	三洲村	WNW~NW	4.4	1825	惠东县	铁涌镇	新寮村	WNW	10.5	1794	
		新渔村	NW	4.9	2342			赤岸村	WNW	11.9	2556	
		霞坑村	NNW	5.0	1490			黄坑村	WNW	11.9	4090	
		望斗村	WNW	5.4	1318			沙桥村	WNW	13.1	3400	
		西冲村	WSW	3.0	2439			河潭村	WNW	14.5	2658	
		联新村	NW	5.8	2343			溪美村	WNW	14.7	1368	
		前寮村	NW	6.3	1348			铁涌居委	WNW	14.7	2781	
		望京洲	NNW	6.6	1954			港口区	大园村	SW	13.8	1985
		坐头村	NNW	9.3	1884		东海村		SW	11.8	7549	
		盐洲居委	NW	6.2	3246		新村村		SW	14.3	3330	
		王公居委	NNW	6.8	3655		新寮村		SW	13.9	1281	
		群英居委	NNW	7.4	4331		蔡家村		SW	14.7	1966	
		下圩居委	NNW	7.9	2675		深汕合作区		小漠镇	元新村	NNE	8.9
		四门居委	NNW	8.4	3631			旺渔村		NNE	9.9	2211
	平海镇	东和村	SW	9.3	1917	东旺村		NNE		10.4	1703	
		径口村	WSW	13.6	2007	旺官居委		NNE		10.1	3485	
		佛元村	WSW	13.4	3164	云新村		NNE		7.7	1931	
		平海居委	SW	12.4	12204	南香村		NNE	12.2	1236		
	吉隆镇	大华村	NW	10.1	3591	大澳村		NNE	6.4	1572		
		吉联村	NNW	12.0	6106	鹅埠镇		西湖村	N	13.7	3076	
		招贤村	NW	12.6	3920			鹅埠村	N	14.4	2966	
		埔仔村	NW	13.1	4071			蛟湖村	N	14.6	2052	
		平政村	NNW	14.9	5538			鹅埠社区	N	14.5	2039	
	吉隆居委	NNW	13.5	8130	水美村			N	13.3	1151		
								西南村	N	12	1522	

表 2.2-5 厂址半径 80km 范围内各子区人口分布表（2017 年）

单位：距离：km；人口：人

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	694	15077	3442	63859	18384	46984	12954	93346	254740
NNE	0	346	0	0	9039	6965	14727	5514	2259	6777	39055	4951	89633
NE	0	0	766	0	293	887	17861	120924	350415	80786	74060	50770	696762
ENE	0	0	0	0	0	0	22620	105376	225116	108312	133862	500169	1095455
E	0	0	0	0	0	0	0	11665	64833	105766	7234	0	189498
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	3131	0	0	0	0	0	0	3131
SW	0	0	0	0	2588	33535	0	0	0	0	0	0	36123
WSW	0	0	360	1616	1219	15645	7986	0	7851	49029	74192	356684	514582
W	0	0	463	0	659	5747	8948	0	40752	169465	571455	823019	1620508
WNW	0	280	0	304	1439	39186	6777	18866	15076	151451	46790	125469	405638
NW	0	799	0	4598	8907	17706	59724	1077	311840	125023	236975	589701	1356350
NNW	0	0	0	1490	18381	28199	5322	31930	5322	25987	30097	17090	163818
合计	0	1425	1589	8008	43219	166078	147407	359211	1041848	869580	1226674	2561199	6426238

表 2.2-6 厂址半径 80km 范围内万人以上人口中心

市	县	居民点	方位	距离 (km)	人口 (人)	市	县	居民点	方位	距离 (km)	人口
惠州市	惠城区	桥西街道	NW	72.6	183843	香港		西贡	WSW	80	347775
		河南岸街道	NW	69.1	112520			大埔	WSW	78	142739
		江北街道	NW	69.6	69988	深圳市	龙岗区	坪地街道	W	68.8	100715
		桥东街道	NW	72.6	92680			龙岗街道	W	69.4	242264
		龙丰街道	NW	73.5	84041			龙城街道	W	75.3	329133
		江南街道	NW	74.2	59591			横岗街道	W	79.2	330862
		水口街道	NW	69.2	31428		大鹏新区	南澳街道	WSW	52.7	14343
		横沥镇	NW	63.6	12046			大鹏街道	WSW	53.3	37106
	黄埠镇	NNW	6.7	19936	葵涌街道			W	57.9	81771	
	惠东县	吉隆镇	NNW	13.0	14199		坪山新区	坑梓街道	W	62.8	112848
		稔山镇	NW	22.8	16004			坪山街道	W	64.1	234930
		多祝镇	N	35.8	17646			梅沙街道	梅沙街道	W	68.8
		平山街道	NW	41.3	153516	盐田区			盐田街道	W	72.6
		白花镇	NW	43.7	26080		海山街道	WSW	76.8	64230	
		大岭镇	NW	44.6	47575		沙头角街道	WSW	78.3	41698	
	大亚湾区	霞涌街道	WNW	34.4	18866	汕尾市	海丰县	梅陇镇	NE	32.0	38363
		澳头街道	W	44.7	38871			附城镇	NE	46.0	31423
		西区街道	W	51.7	33826			海城镇	NE	46.9	163409
	惠阳区	淡水街道	W	52.7	141530			城东镇	NE	48.4	31942
		秋长街道	WNW	58.4	26133			可塘镇	ENE	54.4	11956
新圩镇		WNW	68.9	14537	公平镇		NE	58.3	43338		
汕尾市	城区	马宫街道	ENE	29.4	20861		陆丰市	潭西镇	ENE	63.8	23433
		新港街道	ENE	39.7	49222			东海街道	ENE	73.4	217098
		香洲街道	ENE	40.3	66593			河西街道	ENE	71.2	11417
		凤山街道	ENE	40.6	70584			金厢镇	ENE	76.9	14759
		捷胜镇	E	48.0	30099	大安镇		ENE	77.7	17777	
	红海湾经济开发区	田墘街道	E	53.8	57060	城东街道		ENE	76.0	78587	
		东洲街道	E	57.8	25034	惠州市		仲恺区	惠环街道	WNW	72.6
	遮浪街道	E	59.9	31006	陈江街道				WNW	77.6	41884

表 2.2-8 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2028 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	842	102170	23325	77445	22295	56980	15710	105929	404696
NNE	0	420	0	0	61253	47198	99800	37367	2740	8219	47364	5950	310311
NE	0	0	929	0	1987	6010	117903	145569	421830	97250	89154	61117	941749
ENE	0	0	0	0	0	0	37404	126852	270995	130386	161143	602105	1328885
E	0	0	0	0	0	0	0	14042	78046	127321	8708	0	228117
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	3797	0	0	0	0	0	0	3797
SW	0	0	0	0	3139	40669	0	0	0	0	0	0	43808
WSW	0	0	437	1960	1478	18973	9685	0	11965	74721	80903	408606	608728
W	0	0	562	0	799	6970	10852	0	50007	230200	870904	1254290	2424584
WNW	0	340	0	369	1745	47523	8219	22880	18283	183671	56744	152162	491936
NW	0	969	0	5576	10802	21473	72430	1306	378182	151621	287390	715156	1644905
NNW	0	0	0	1807	22292	43377	6454	38723	6454	31516	34523	19394	204540
合计	0	1729	1928	9712	104337	338160	386072	464184	1260797	1091885	1652543	3324709	8636056

表 2.2-9 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2038 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	940	363721	83037	86509	24905	63649	17549	112306	752616
NNE	0	469	0	0	218059	168023	355284	133023	3060	9181	52908	6601	946608
NE	0	0	1038	0	7073	21395	418057	158605	459608	105960	97138	66590	1335464
ENE	0	0	0	0	0	0	71316	138212	295264	142063	175575	656027	1478457
E	0	0	0	0	0	0	0	15300	85036	138724	9488	0	248548
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4242	0	0	0	0	0	0	4242
SW	0	0	0	0	3506	45430	0	0	0	0	0	0	48936
WSW	0	0	488	2189	1651	21194	10819	0	15188	94849	84182	440987	671547
W	0	0	627	0	893	7785	12122	0	56298	275553	1105508	1592171	3050957
WNW	0	379	0	412	1949	53085	9181	25558	20423	205169	63386	169972	549514
NW	0	1082	0	6229	12066	23986	80908	1459	422447	169368	321028	798864	1837437
NNW	0	0	0	2018	24901	75763	7210	43255	7210	35204	36929	20561	253051
合计	0	1930	2153	10848	271038	784624	1047934	601921	1389439	1239720	1963691	3864079	11177377

表 2.2-10 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2048 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	985	407264	92978	90643	26095	66690	18387	116436	819478
NNE	0	491	0	0	244164	188138	397817	148948	3206	9619	55436	6907	1054726
NE	0	0	1087	0	7920	23956	468067	169495	491164	113235	103807	71162	1449893
ENE	0	0	0	0	0	0	78461	147702	315537	151817	187629	701069	1582215
E	0	0	0	0	0	0	0	16350	90874	148248	10139	0	265611
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4444	0	0	0	0	0	0	4444
SW	0	0	0	0	3674	47601	0	0	0	0	0	0	51275
WSW	0	0	511	2294	1730	22207	11336	0	17006	106204	87186	464094	712568
W	0	0	657	0	935	8157	12701	0	59250	299755	1237855	1782779	3402089
WNW	0	397	0	432	2042	55622	9619	26779	21399	214974	66415	178094	575773
NW	0	1134	0	6526	12643	25132	84774	1529	442635	177461	336369	837039	1925242
NNW	0	0	0	2115	26091	82246	7554	45322	7554	36887	38357	21317	267443
合计	0	2022	2255	11367	300184	864767	1163307	646768	1474720	1324890	2141580	4178897	12110757

表 2.2-11 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2058 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	988	421729	96280	90900	26169	66879	18439	117861	839245
NNE	0	493	0	0	252836	194820	411947	154239	3216	9647	55593	6935	1089726
NE	0	0	1090	0	8201	24807	484690	175220	507755	117060	107314	73566	1499703
ENE	0	0	0	0	0	0	81197	152691	326195	156945	193967	724750	1635745
E	0	0	0	0	0	0	0	16903	93944	153256	10482	0	274585
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4457	0	0	0	0	0	0	4457
SW	0	0	0	0	3684	47735	0	0	0	0	0	0	51419
WSW	0	0	512	2300	1735	22270	11368	0	17610	109976	87730	469867	723368
W	0	0	659	0	938	8181	12737	0	59551	306218	1281820	1846099	3516203
WNW	0	399	0	433	2048	55779	9647	26855	21460	215583	66603	178599	577406
NW	0	1137	0	6545	12679	25204	85014	1533	443889	177964	337322	839410	1930697
NNW	0	0	0	2121	26165	83936	7575	45451	7575	36991	38763	21578	270155
合计	0	2029	2261	11399	309274	888918	1200455	663792	1507364	1350519	2198033	4278665	12412709

表 2.2-12 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2068 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	990	432478	98734	91100	26227	67027	18480	122906	857942
NNE	0	494	0	0	259280	199785	422446	158170	3223	9668	55715	6986	1115767
NE	0	0	1093	0	8410	25439	497044	179686	520696	120043	110049	75441	1537901
ENE	0	0	0	0	0	0	83266	156583	334509	160945	198911	743222	1677436
E	0	0	0	0	0	0	0	17333	96338	157162	10749	0	281582
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4467	0	0	0	0	0	0	4467
SW	0	0	0	0	3692	47841	0	0	0	0	0	0	51533
WSW	0	0	514	2305	1739	22319	11393	0	18059	112779	87528	471610	728246
W	0	0	661	0	940	8199	12765	0	59780	311034	1314491	1893151	3601021
WNW	0	399	0	434	2053	55902	9668	26914	21507	216058	66750	178992	578677
NW	0	1140	0	6559	12707	25259	85202	1536	444866	178356	338065	841259	1934949
NNW	0	0	0	2126	26222	85195	7592	45551	7592	37073	40149	22502	274002
合计	0	2033	2268	11424	316033	906884	1228110	676873	1532797	1370145	2240887	4356069	12643523

表 2.2-13 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2078 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	992	443501	101251	91301	26284	67174	18521	128167	877191
NNE	0	495	0	0	265889	204877	433213	162201	3230	9689	55838	7039	1142471
NE	0	0	1095	0	8625	26087	509712	184266	533967	123103	112854	77364	1577073
ENE	0	0	0	0	0	0	85389	160574	343035	165047	203981	762165	1720191
E	0	0	0	0	0	0	0	17775	98794	161168	11023	0	288760
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4477	0	0	0	0	0	0	4477
SW	0	0	0	0	3700	47946	0	0	0	0	0	0	51646
WSW	0	0	515	2310	1743	22368	11418	0	18519	115654	87528	474269	734324
W	0	0	662	0	942	8217	12793	0	60013	315967	1347994	1941403	3687991
WNW	0	400	0	435	2057	56025	9689	26973	21555	216533	66897	179386	579950
NW	0	1142	0	6574	12735	25315	85389	1540	445846	178749	338810	843112	1939212
NNW	0	0	0	2130	26280	86485	7609	45651	7609	37154	41593	23465	277976
合计	0	2037	2272	11449	322963	925298	1256463	690281	1558852	1390238	2285039	4436370	12881262

表 2.2-14 厂址半径 80km 范围内各子区的预期人口分布（2088 年）

单位（距离：km；人口：人）

距离 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	0	0	0	0	994	454805	103831	91502	26342	67322	18561	133653	897010
NNE	0	496	0	0	272666	210099	444255	166335	3237	9711	55961	7094	1169854
NE	0	0	1098	0	8845	26752	522704	188962	547577	126241	115730	79336	1617245
ENE	0	0	0	0	0	0	87565	164666	351778	169254	209180	781591	1764034
E	0	0	0	0	0	0	0	18228	101312	165276	11304	0	296120
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0	4486	0	0	0	0	0	0	4486
SW	0	0	0	0	3708	48051	0	0	0	0	0	0	51759
WSW	0	0	516	2316	1747	22417	11443	0	18992	118601	87528	476995	740555
W	0	0	663	0	944	8235	12821	0	60248	321018	1382352	1990885	3777166
WNW	0	401	0	436	2062	56149	9710	27033	21602	217010	67044	179781	581228
NW	0	1145	0	6588	12763	25371	85577	1543	446828	179142	339556	844968	1943481
NNW	0	0	0	2135	26338	87805	7626	45752	7626	37236	43098	24469	282085
合计	0	2042	2277	11475	330067	944170	1285532	704021	1585542	1410811	2330314	4518772	13125023

表 2.2-15 厂址半径 80km 范围内居民人均食物消费量

单位：kg/a

居民类型	年龄组	粮食	蔬菜	肉类	油脂	蛋	水产品	水果	牛奶
城镇居民	成人	93.89	98.52	40.71	8.16	7.58	23.06	45.14	10.76
	青少年	84.43	81.20	38.30	7.34	7.01	21.05	59.87	12.32
	儿童	54.00	48.51	24.54	4.69	8.10	14.98	45.11	19.94
农村居民	成人	140.98	105.04	41.62	11.34	6.96	19.79	27.01	3.99
	青少年	118.87	85.69	38.95	9.56	6.10	17.50	39.01	6.52
	儿童	73.49	49.30	28.63	5.91	5.89	11.02	32.78	17.34

表 2.2-16 厂址 5km 范围内不同年龄组一般公众人均食物消费量

单位：kg/人·年

食物类型	成人		青少年		儿童	
	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
蔬菜	107.4	128.1	87.7	109.8	41.1	60.1
粮食	148.7	183.0	92.6	109.8	54.3	68.0
肉类	62.9	84.0	49.0	70.3	30.3	54.0
蛋类	13.4	36.6	16.8	36.0	10.2	12.0
水果	34.8	52.0	33.9	73.2	14.2	30.0
奶类	4.1	18.0	20.8	91.5	48.8	91.5
海鱼	51.5	60.0	34.8	52.0	23.3	36.6
甲壳类海产品	16.3	48.0	15.9	52.0	2.4	16.0
软体类海产品	6.7	30.0	3.3	20.8	2.6	18.0
海藻类产品	5.0	18.3	1.4	9.5	1.0	5.0

表 2.2-17 厂址 5km 范围内不同职业食物消费量

单位：kg/人·年

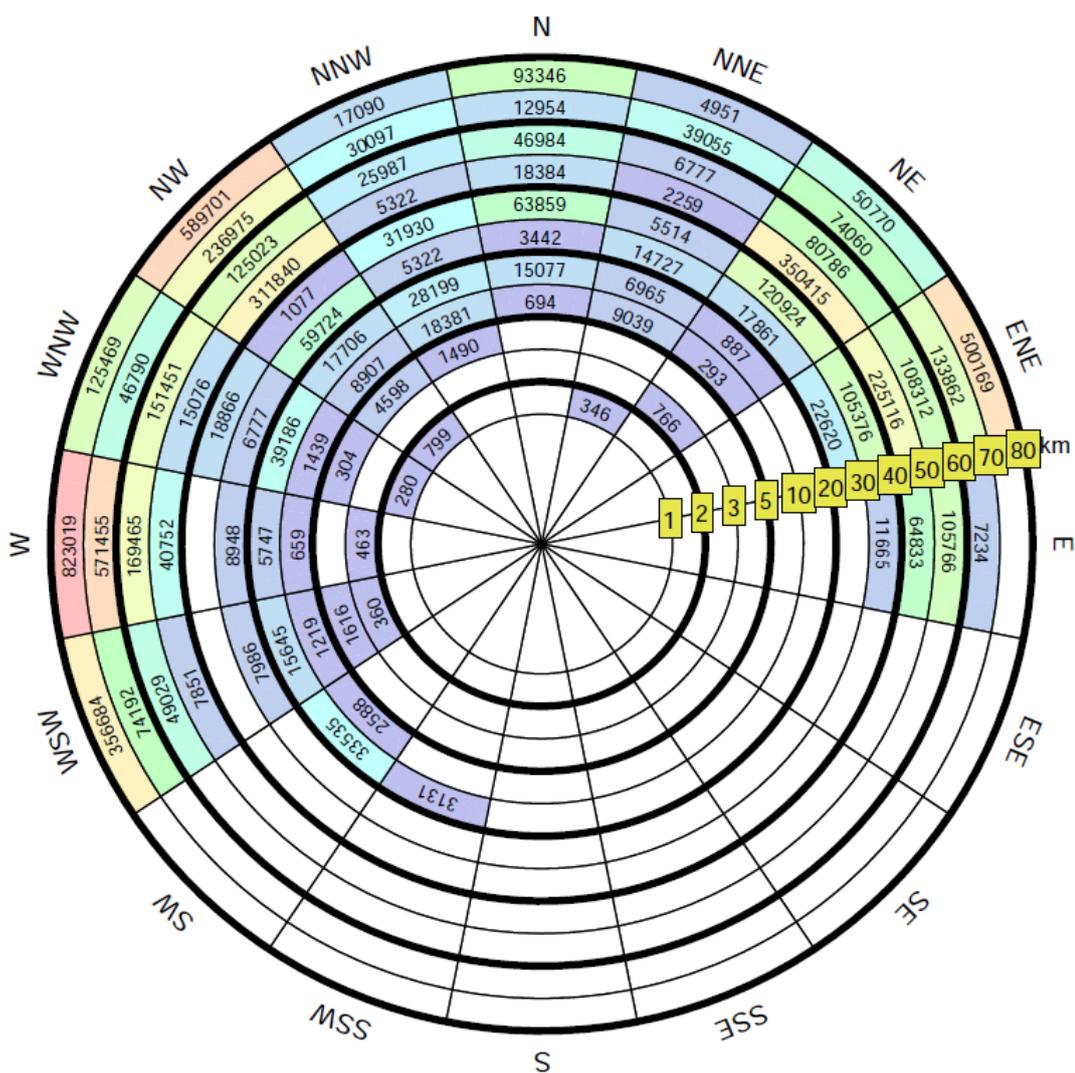
人员类别	农民		渔民	
	年平均消费量	年最大消费量	年平均消费量	年最大消费量
蔬菜	107.1	126.0	100.6	135.4
粮食	133.5	150.0	170.3	200.0
肉类	61.9	84.0	50.6	70.9
蛋类	5.3	24.0	23.1	36.6
水果	27.9	30.0	37.7	54.9
奶类	5.3	18.0	1.3	18.3
海鱼	46.3	60.0	60.5	73.2
甲壳类海产品	19.3	52.0	10.9	36.6
软体类海产品	6.9	30.0	2.9	26.0
海藻类产品	6.5	30.0	1.0	9.5

表 2.2-18 厂址半径 5km 范围内居民个人生活习性统计情况

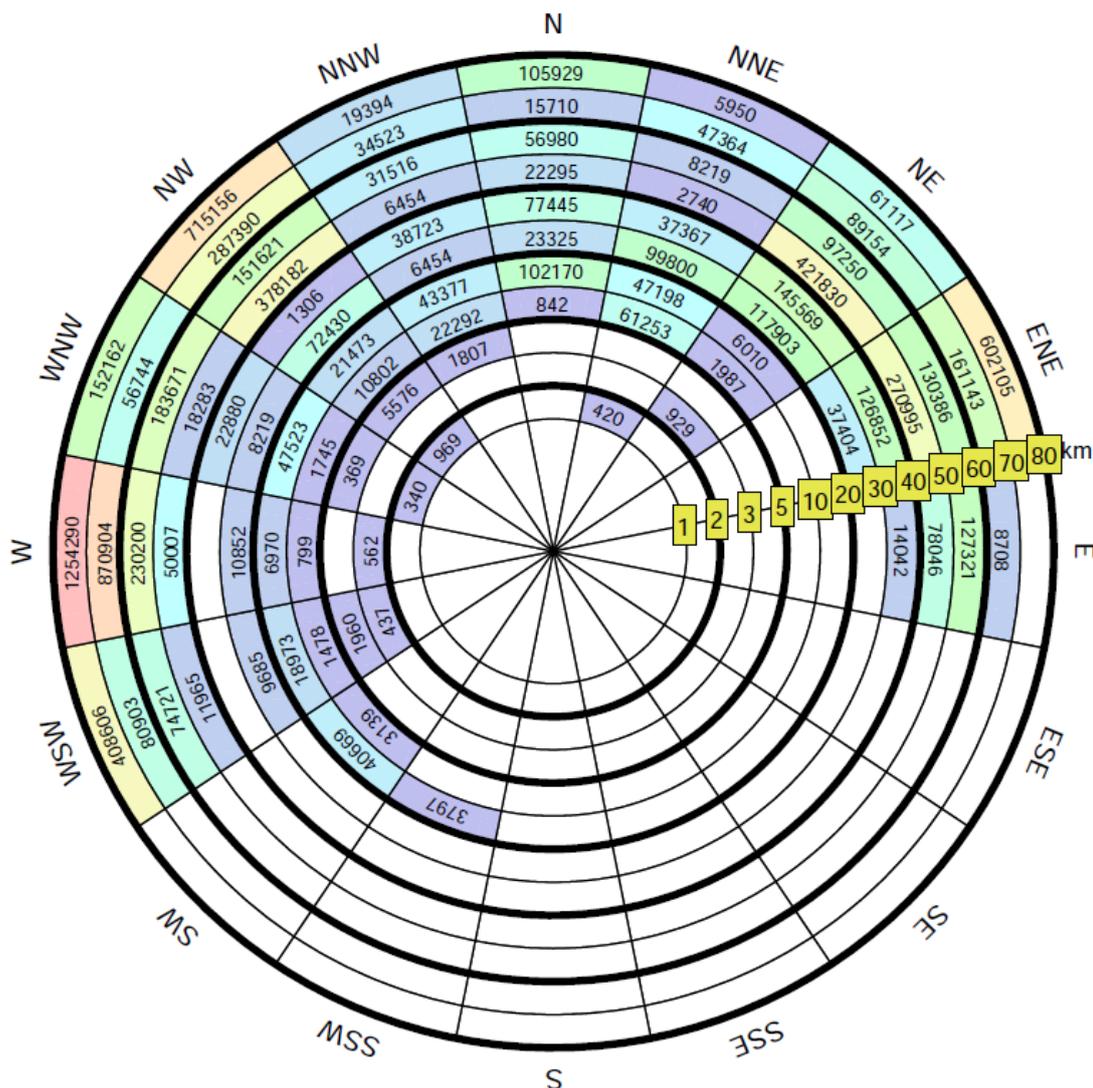
活动方式		岸边活动		海里活动		海上活动	
		人年平均时间 (小时)	人年最大时间 (小时)	人年平均时间 (小时)	人年最大时间 (小时)	人年平均时间 (小时)	人年最大时间 (小时)
年龄组、职业、							
成人	农民	128	280	26	110	7.7	50
	渔民	280	628	57	220	1744	4300
青少年		96	200	17	50	0	/
儿童		79	200	2	5	0	/
婴儿		0	0	0	0	0	/

表 2.2-19 渡头村及湾仔村渔民食物消费量及生活习性调查结果

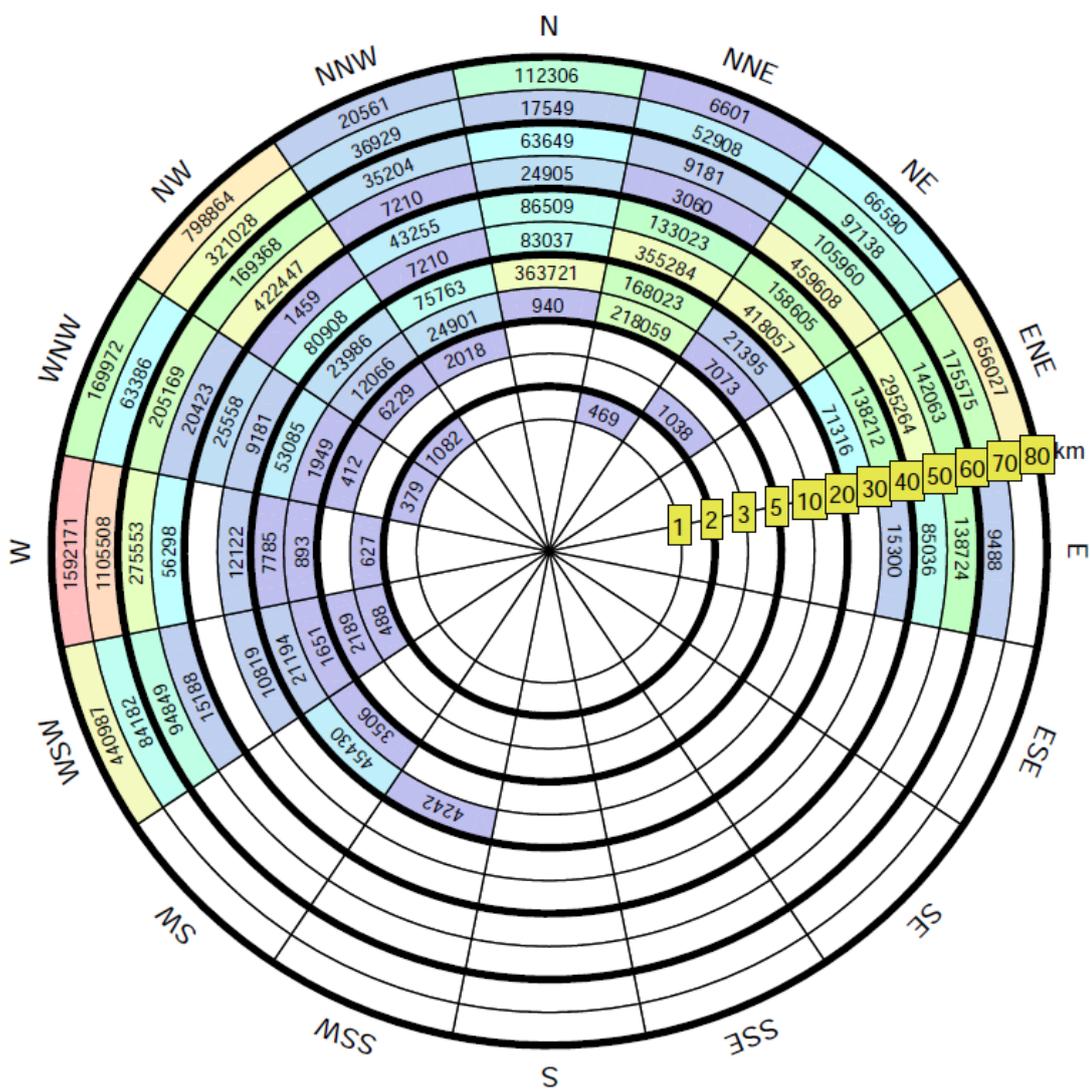
食物消费和生活习惯	年平均消费量	年最大消费量
蔬菜年消费量 (kg/a)	130.9	139.1
粮食作物年消费量 (kg/a)	128.0	183.0
肉类年消费量 (kg/a)	74.6	113.5
蛋类年消费量 (kg/a)	9.3	31.5
水果年消费量 (kg/a)	52.9	91.5
奶类年消费量 (kg/a)	7.4	36.0
海鱼年消费量 (kg/a)	41.1	52.8
甲壳类海产品年消费量 (kg/a)	30.1	73.0
软体类海产品年消费量 (kg/a)	14.5	29.2
海藻类产品年消费量 (kg/a)	7.7	18.3
每年岸边的活动时间 (h/a)	282	380
每年海水中游泳时间 (h/a)	66	220
每年海面上活动时间 (h/a)	1242	1680



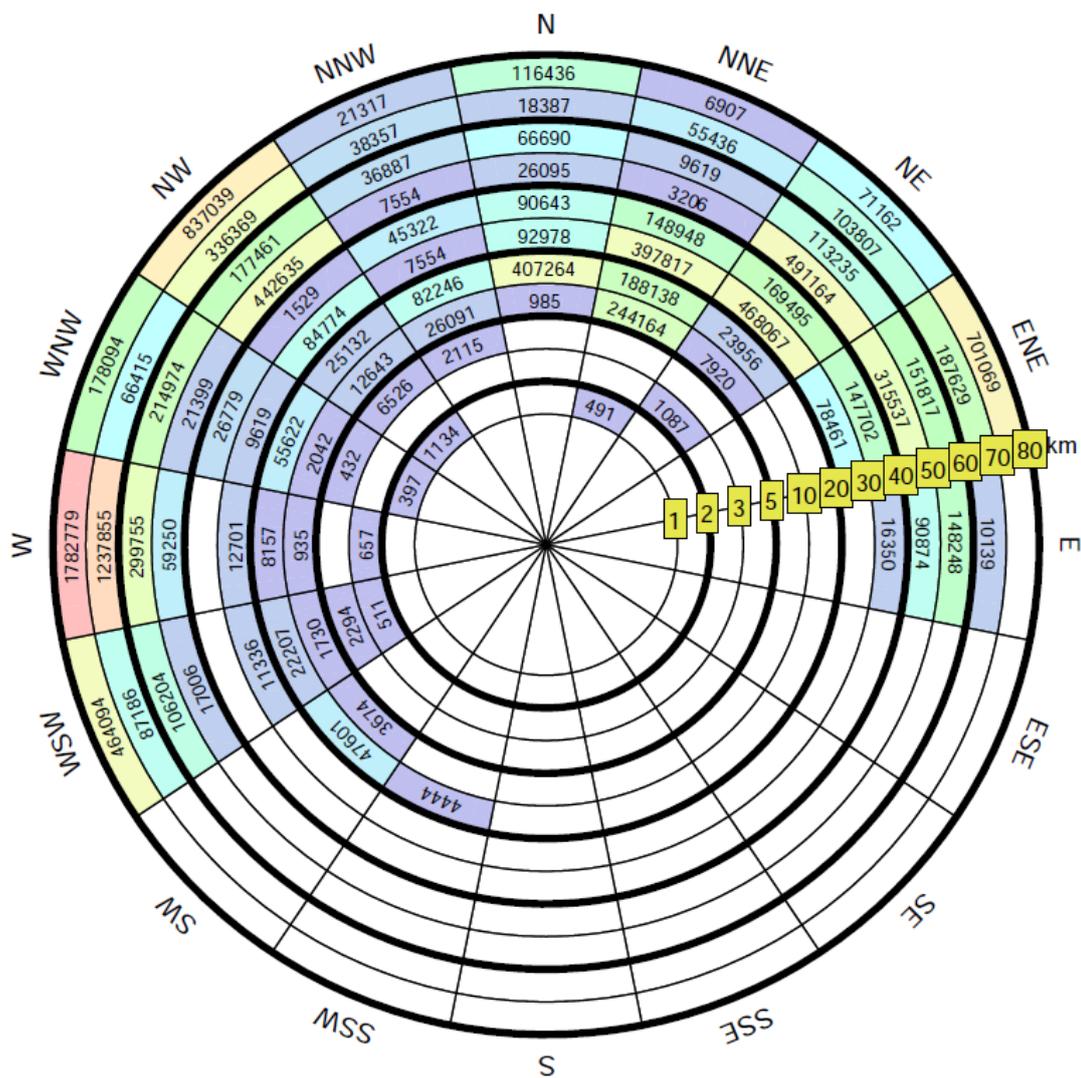
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2017 年）		
图 2.2-3	版次：	A



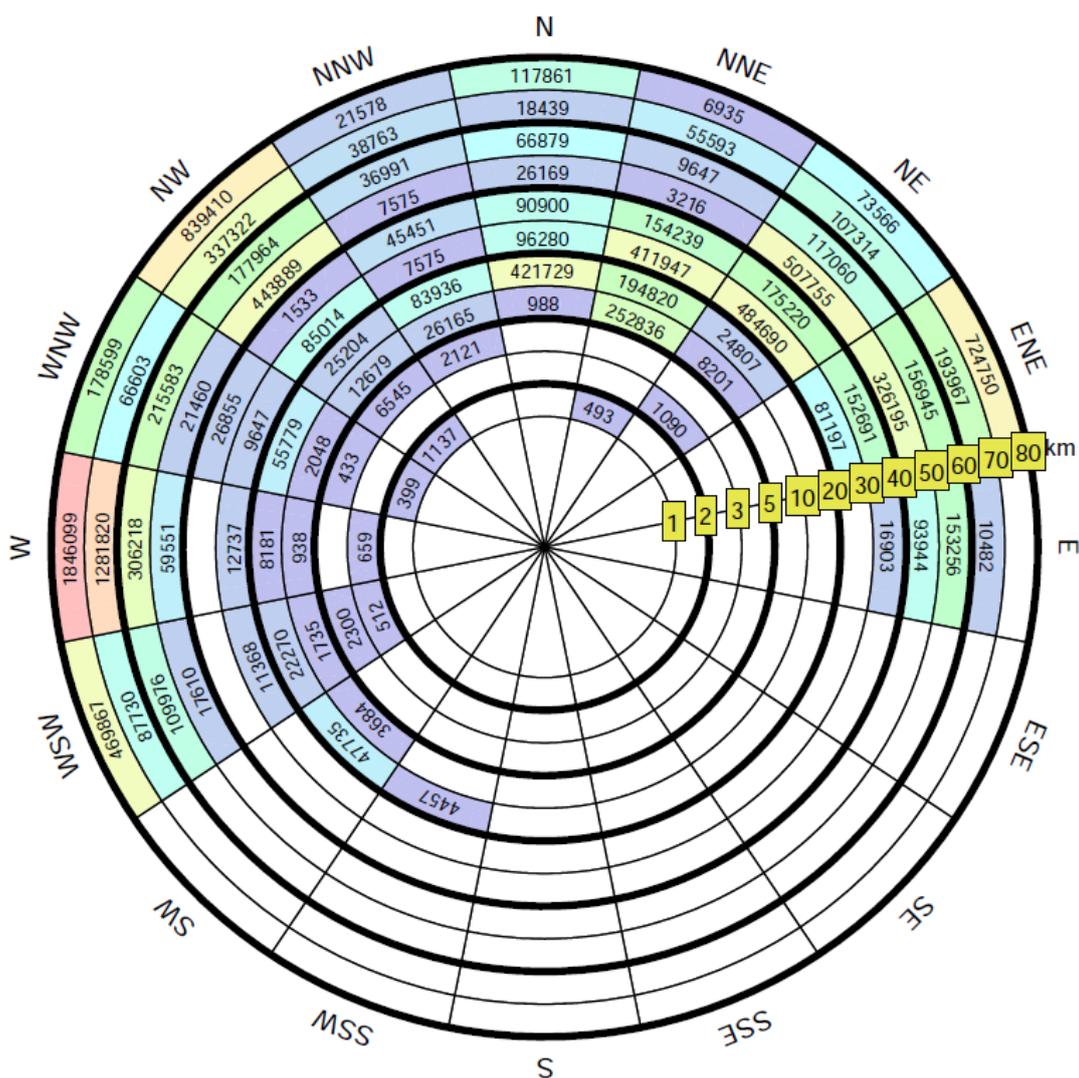
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2028 年）		
图 2.2-5	版次：	A



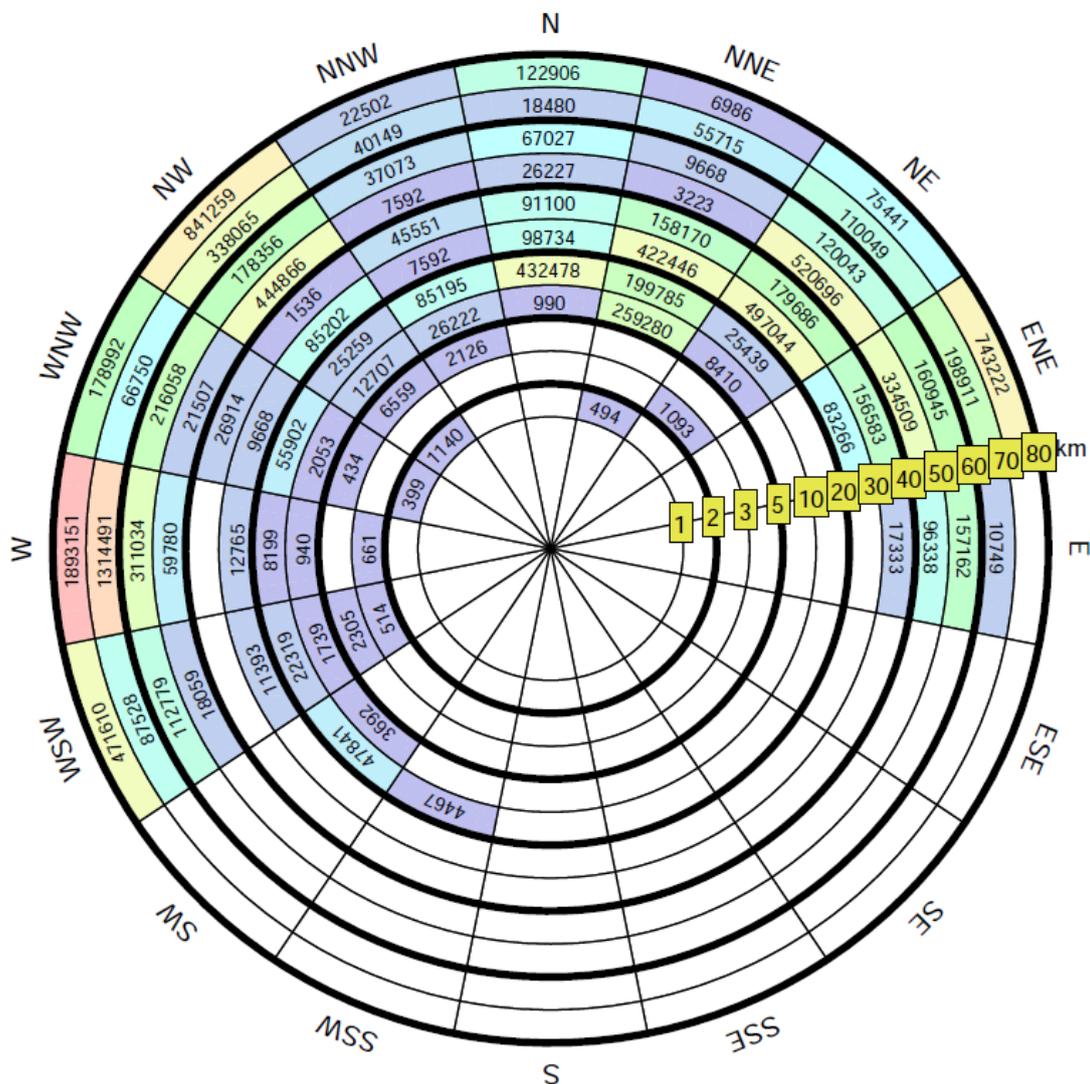
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2038 年）		
图 2.2-6	版次：	A



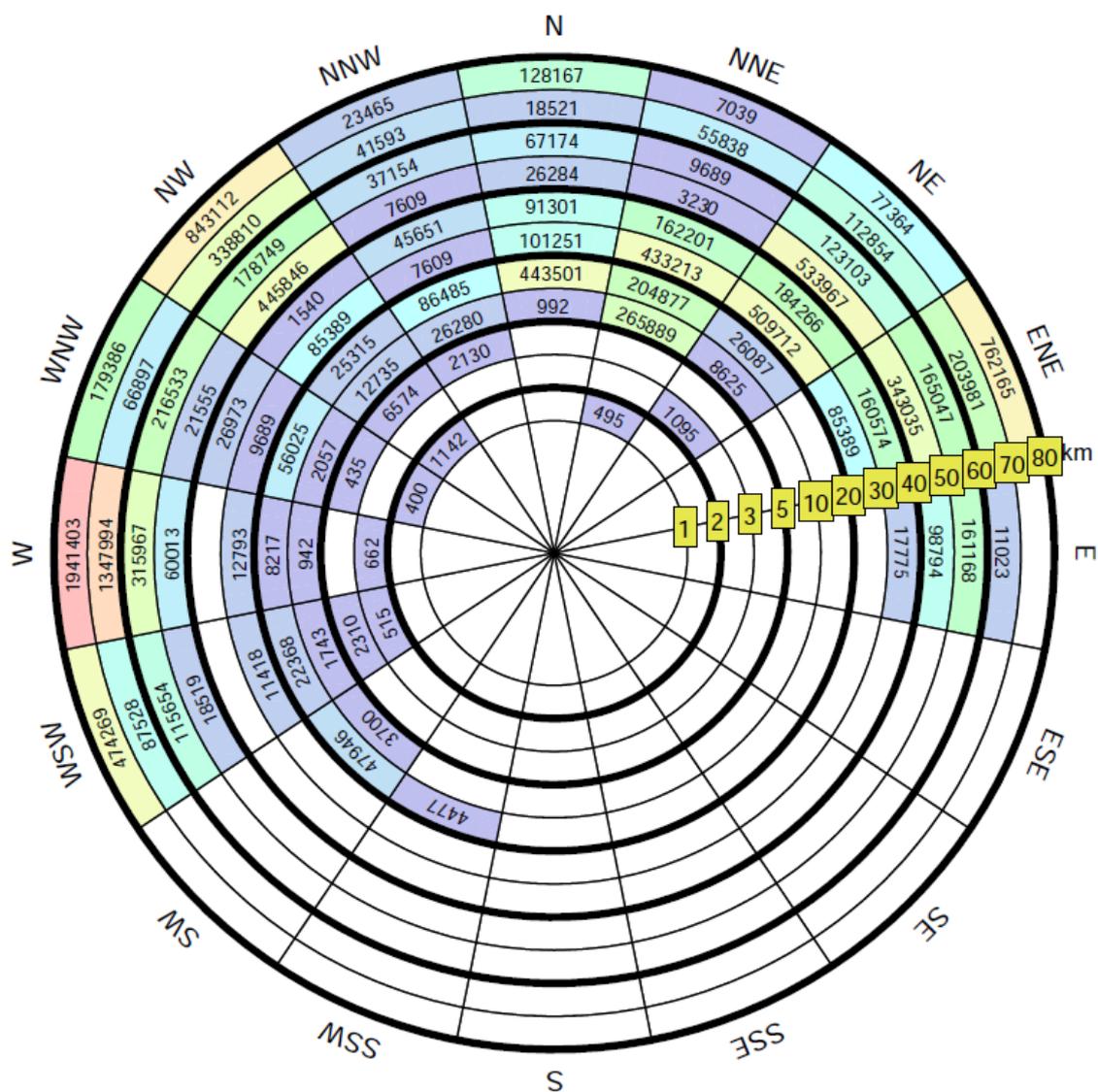
中广核广东太平岭核电厂二期工程 环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口 分布图（2048 年）		
图 2.2-7	版次:	A



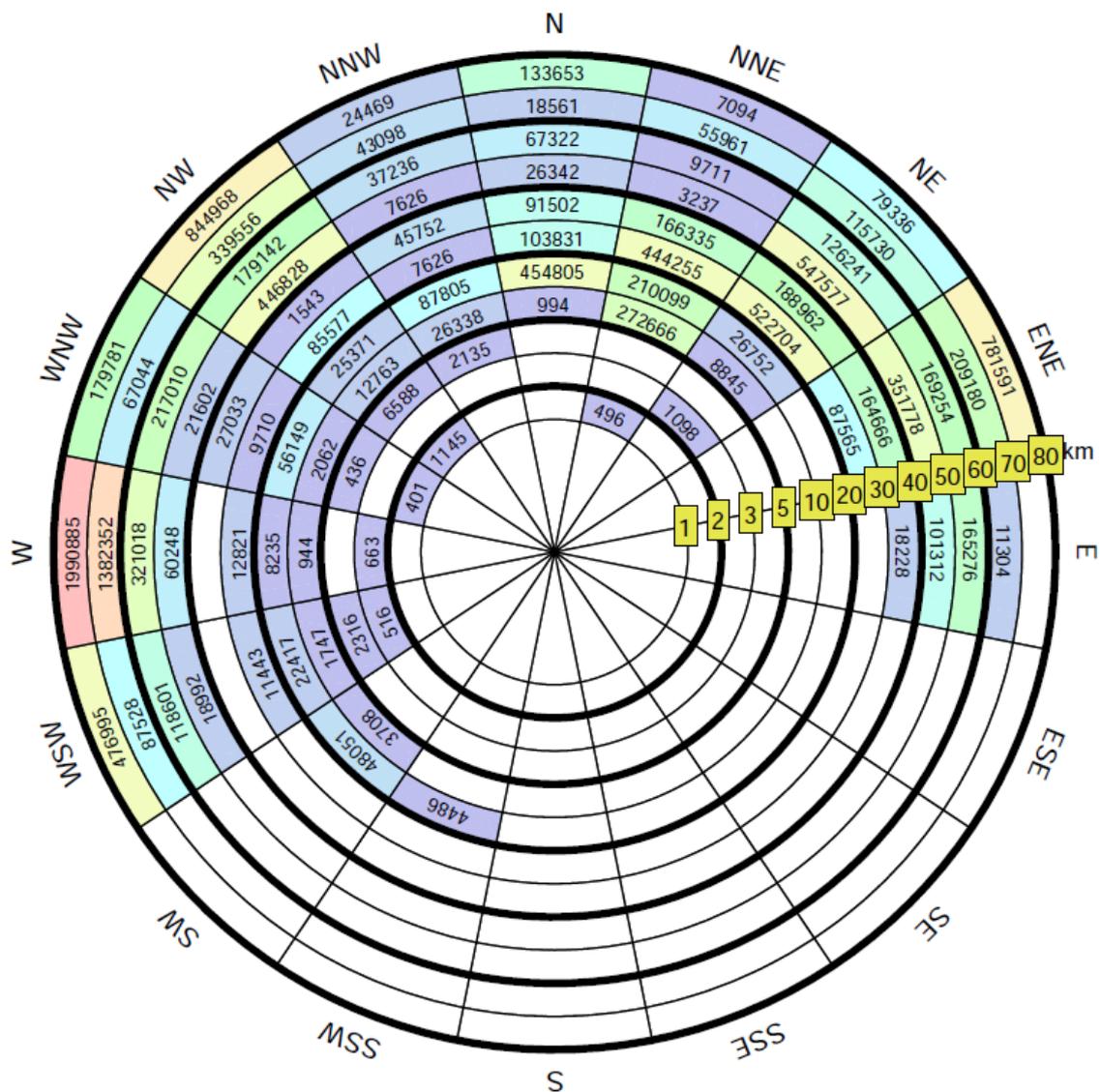
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2058 年）		
图 2.2-8	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2068 年）		
图 2.2-9	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2078 年）		
图 2.2-10	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
厂址半径 80km 范围内各子区人口分布图（2088 年）		
图 2.2-11	版次：	A

2.3 土地利用及资源概况

2.3.1 土地和水体的利用

2.3.2 陆生资源及生态概况

2.3.3 水产资源及生态概况

2.3.4 工业、交通及其他相关设施

2.3.5 参考资料

表

表 2.3-1 黄埠镇土地利用现状及规划用地情况

表 2.3-2 厂址半径 15km 范围地表水体情况

表 2.3-3 厂址半径 15km 范围海洋生态保护红线情况

表 2.3-4 厂址所处生态环境管控单元管控要求及生态环境准入清单

表 2.3-5 厂址附近各乡镇农业生产概况

表 2.3-6 厂址半径 10km 范围内各方位离厂址最近的居民点、农田、规模以上果园和菜田情况

表 2.3-7 厂址附近各乡镇渔业生产概况

表 2.3-8 厂址附近各海域（红海湾）权属现状统计表

表 2.3-9 海洋生态调查站位设置与工作内容一览表

表 2.3-10 游泳生物各类群渔获率的季节变化

表 2.3-11 游泳生物各类群资源密度的季节变化

表 2.3-12 厂址半径 15km 范围内各乡镇规模以上工业企业情况

表 2.3-13 厂址附近公路危险品运输情况

图

图 2.3-1 厂址附近土地利用现状示意图

图 2.3-2 惠东县产业空间格局

图 2.3-3 厂址半径 15km 范围海洋生态红线示意图

图 2.3-4 广东省环境管控单元分布情况及本项目位置示意图

图 2.3-5 厂址半径 10km 范围生态环境分区管控单元分布图

图 2.3-6 惠东红树林市级自然保护区分布示意图

图 2.3-7 黄埠盐洲岛红树林市级自然保护区分区示意图

图 2.3-8 黑排角地质公园分区规划示意图

图 2.3-9 太平岭核电项目与海龟保护区范围相对位置示意图

图 2.3-10 太平岭核电厂厂址周围养殖用海示意图

图 2.3-11 惠东县水域类型划定区规划示意图

图 2.3-12 海洋生态调查监测布点图

图 2.3-13 叶绿素 a 表、底层分布图

图 2.3-14 浮游植物总量平面分布图

图 2.3-15 底栖生物生物量平面分布图

图 2.3-16 底栖生物栖息密度平面分布图

图 2.3-17 游泳生物调查站位示意图

图 2.3-18 黄埠镇用地布局总体规划

图 2.3-19 深汕特别合作区产业发展格局

图 2.3-20 厂址附近陆上交通现状示意图

图 2.3-21 厂址附近公路交通规划图

图 2.3-22 小漠港口总体规划示意图

图 2.3-23 厂址附近码头分布示意图

图 2.3-24 厂址附近海上航线示意图

## 2.3 土地利用及资源概况

### 2.3.1 土地和水体的利用

#### 2.3.1.1 土地利用

惠东县属沿海山区县，其北部、东北部是山区。土地类型主要为林区，占全县总面积 43%，中部是沿江平原和丘陵，地势较平缓，土质肥沃，是惠东的主要产粮区和经济作物区，占全县总面积 36%。南部是稔平半岛，属沿海丘陵区，是惠东的渔、盐生产基地，占全县总面积 21%。

惠东县所辖黄埠镇位于稔平半岛，黄埠镇全镇总面积 97.7 平方公里。根据《惠东县黄埠镇土地利用总体规划（2010-2020 年）建设用地规模置换方案》，规划调整后，黄埠镇城乡建设用地 1143hm<sup>2</sup>，城镇工矿用地 1014hm<sup>2</sup>，耕地保有量 180 hm<sup>2</sup>，基本农田保护面积 90 hm<sup>2</sup>。

厂址所在土地利用性质现状为城镇建设用地，厂址 10km 范围内林业用地最多，约占 60%；其次为交通用地、城乡居民地用地、工矿用地、建设用地及其他难于利用的土地，约占 25.5%；其他还包括风景旅游用地、水利用地、滩涂用地、农用地等，其中农用地占比最小，约占 0.17%。厂址 5km 范围内主要有厂址所占的建设用地，两大科学装置项目所占建设用地、林业用地、海边部分风景旅游用地以及附近村庄的建设用地和周边的一般农用地。

根据《惠东县国土空间总体规划(2020-2035 年)》(草案)，太平岭核电站已在国土空间总体规划中明确给出位置，厂址所在产业空间格局为能源与海域产业发展带：沿海岸线串联四大滨海旅游度假区、重大能源基地与海洋产业发展带。

表 2.3-1 给出了黄埠镇土地利用现状和土地规划调整后的土地利用情况。图 2.3-1 给出了厂址附近区域的土地利用现状图，本项目厂址所在地土地性质为城镇建设用地。图 2.3-2 给出国土空间总体规划中的惠东县产业空间格局。

#### 2.3.1.2 水体利用

厂址半径 15km 范围内涉及惠东县黄埠镇、吉隆镇以及港口旅游度假区、铁涌及

平海镇的部分区域，此外，还包括深汕合作区的小漠镇全镇和鹅埠镇部分区域。居民用水主要来自于水库。

- 黄埠镇：盐洲水厂，为盐洲岛居民供水，年供水量 36.5 万  $m^3$ ，取水来源于盐洲西冲的苦竹坑水库。
- 惠州市东部供水有限公司所属的铁涌镇水厂、平海镇水厂和港口水厂，为各自所属镇域范围居民用水供水，年供水量分别为 182.5 万  $m^3$ 、182.5 万  $m^3$  和 109.5 万  $m^3$ ，铁涌镇水厂取水口位于铁涌镇黄坑村的牛牧坑水库，平海镇水厂和港口水厂取水口均为平海镇东和村的寨内水库。
- 吉隆镇：有吉隆镇洋兴水厂和吉隆镇江山水厂，年供水量分别为 365 万  $m^3$  和 109.5 万  $m^3$ ，取水分别来源于吉隆镇轿岭村丁心洋水库和吉隆镇汉塘村江山水库。

此外，吉埠水厂，为吉隆和黄埠镇居民供水，年供水量 730 万  $m^3$ ，取水来源于海丰县的嘉田水库（NNW 方位约 18km）。

深汕合作区鹅埠镇月均取水量约 20.31 万  $m^3$ ，其中居民用水量约 16.25 万  $m^3$ ，取水口在下径水库（厂址 N 方位约 18km）；小漠镇月均取水量约 6.93 万  $m^3$ ，其中居民用水量约 5.54 万  $m^3$ ，取水口在小漠水库（厂址 NNE 方位约 10km）。

目前，黄埠镇王公社区、群英社区、下圩社区、田围社区、望京洲村、霞坑村、东头村等核电厂周边居民的生活用水和农田灌溉用水来自于石瓮和麻竹坑水库，供水时先将水供到蓄水池，然后由蓄水池供到用户。

厂址附近范围地下水资源开发利用程度较低，仅部分村庄通过民井取用浅层地下水作为生活用水，一般1个村1~2口大的水井，个别村民家中建有小的压水井。

惠东县正在建设稔平半岛供水工程，工程以西枝江干流为取水水源。工程建成后2030水平年年总取水量为13177万 $m^3$ ，最终引水规模为5.2 $m^3/s$ 。稔平半岛供水工程的供水对象为规划建设的稔平半岛沿海工业区及旅游区，兼顾补充沿线稔山、铁涌、平海和港口四镇和太平岭核电的综合用水。

厂址半径 15km 范围内地表水体情况见表 2.3-2。

### 2.3.1.3 生态保护红线及“三线一单”生态环境分区管控方案

#### 2.3.1.3.1 生态保护红线

根据《广东省海洋生态红线》（广东省海洋与渔业厅，2017年9月），核电厂址区域不占用海洋生态红线，厂址半径15km范围的海洋生态红线主要有：

- 盐洲岛海草床限制类红线区，序号181，类型为海草床，生态保护目标为海草床和海域生态环境；
- 盲婆岭自然景观与历史文化遗迹限制类红线区，序号182，类型为自然景观与历史文化遗迹，生态保护目标为沙滩及海蚀地貌自然景观。
- 盐洲岛红树林限制类红线区，序号179，类型为红树林，生态保护目标为红树林生态系统，面积0.67km<sup>2</sup>。
- 吉隆河口生态系统限制类红线区，序号180，类型为重要河口生态系统，生态保护目标为河口生态系统。
- 考洲洋红树林限制类红线区，序号177，类型为红树林，生态保护目标为红树林和湿地生态系统。
- 东山海海龟珍稀濒危物种集中分布限制类红线区，序号178，类型为珍稀濒危物种集中分布区，生态保护目标为海龟及海域生态环境。
- 鲈门重要滨海旅游区限制类红线区，序号185，类型为重要滨海旅游区，生态保护目标为沙滩。

其中，距离本项目取、排水口最近的海洋生态红线区为东山海海龟珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区，最近距取水口西南侧约2km，距排水口西侧约1km。

厂址半径15km范围内海洋生态红线区情况见表2.3-3，图2.3-3给出了厂址附近的海洋生态红线示意图。

#### 2.3.1.3.2 “三线一单”生态环境分区管控方案

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020]71号），全省环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全省划定陆域环境管控单元1912个，其中，优先保护单元727个，主要涵盖生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能等区域；重点管控单元684个，主要包括工业聚集、人口集中和环境质量超标区域；一般管控单元501个，为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。图2.3-4给出了广东省环境管

控单元分布情况及本项目所在区域环境管控单元分布示意图。由图可以看出，本项目陆域所在区域目前为“一般管控单元”。一般管控单元管控要求为：执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。本项目用海区域位于海域重点管控单元，重点管控单元管控要求为：以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

同时，全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。本项目用海范围处于广东省海域重点管控单元内。

根据《惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（惠府〔2021〕23号），本项目所处陆域环境管控单元为一般管控单元（惠东沿海一般管控单元）；本项目用海区域处于海域重点管控单元（烟墩角工业与城镇用海区重点管控单元），其管控要求从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控四个纬度进行管控，相关管控要求及生态环境准入清单见表 2.3-4。

根据表 2.3-4 中的相符性分析内容，本项目的建设符合生态环境管控要求及生态环境准入清单中的区域布局管控要求、能源资源利用要求、污染物排放管控要求、环境风险防控。

同时，根据惠州市、深圳市的“三线一单”生态环境分区管控方案。厂址半径 10km 范围还涉及的陆域优先保护单元（包含生态保护红线）有：

- ✓ 惠东沿海水库型饮用水源优先保护单元，厂址 10km 范围涉及苦竹坑水库饮用水水源保护区，按照《广东省水污染防治条例》相关要求进行管理。
- ✓ 惠东盐洲岛优先保护单元，保护内容为严格保护海岛周边红树林。禁止非法移植、采挖、采伐红树林或者采摘红树林种子。除国家重点项目外，禁止占用红树林湿地；确需占用或者临时占用的，应当开展不可避让性论证，依法办理审批手续。在红树林湿地从事生产经营、生态旅游、科学研究等活动，应当符合保护规划和相关法律法规规定；相关设施应当符合国家和地方的安全和环保标准。

图 2.3-5 给出厂址半径 10km 范围生态环境分区管控单元分布图。

#### 2.3.1.4 自然保护区、风景旅游区和文物保护区

厂址半径 10km 范围内涉及惠东县红树林市级自然保护区和惠东县稔平半岛黑排角地质自然公园，17~20km 范围内有港口海龟自然保护区。

惠东县红树林市级自然保护区位于稔山、铁涌和黄埠，面积 533.3 公顷，为湿地生态类型，主要保护对象为红树林、湿地生态。1999 年 12 月 29 日经惠东县人民政府批准建立（惠东府函[1999]45 号）县级自然保护区；2000 年 12 月，惠州市人民政府发文（惠府函 [2000] 71 号）批准设立市级自然保护区。自然保护区共分布 15 种红树植物（原生真红树植物 8 种，引种真红树植物 1 种，半红树植物 6 种），其中真红树植物 9 种，半红树植物 6 种。除红树植物外，全部为其伴生植物，涉及 16 科 29 种。红树林自然保护区及周边区域共分布有鸟类共 12 目 33 科 106 种；鱼类 3 目 14 科 17 种；蟹类 9 种；软体动物 9 科 17 种。国家二级重点保护动物：岩鹭、白琵鹭、黄嘴白鹭、鸕 9 种。省重点保护动物：白鹭、中白鹭、大白鹭、夜鹭、苍鹭等 17 种。除此之外，该地还具有世界贸易公约附录二的物种 2 种，鸕和黑翅鸕。图 2.3-6 给出了惠东县红树林市级自然保护区功能分区示意图。图 2.3-7 给出了惠东县红树林市级自然保护区（盐洲片区）示意图。距厂址最近的保护区为分布于黄埠镇盐洲岛的盐洲片区，占地面积为 140.5hm<sup>2</sup>，其中核心区 77.64hm<sup>2</sup>、缓冲区 24.70 hm<sup>2</sup>、实验区 38.16hm<sup>2</sup>。本工程取、排水口与惠东盐洲红树林市级自然保护区边界的最近距离分别约 5km 和 8km。

惠东县稔平半岛黑排角地质自然公园，位于广东省惠东县黄埠镇考洲洋入海口西南角，规划面积 15.64hm<sup>2</sup>。其功能定位为以特色黑排礁地质保护与科普展示为主导功能的地质公园，依托自然山海资源，组织自然景观游览、特色文化体验、户外活动开展、休闲旅游度假等旅游项目。根据规划，地质公园分为一级地质遗迹保护区 3 处、二级地质遗迹保护区 2 处、缓冲区 2 处：一级保护区：黑排礁保护区，主要保护对象为黑排礁地质遗迹及优质沙滩。二级保护区：滨海山体保护区，位于一级保护区外围，对一级保护区内稀缺地质遗迹的保护起到辅助作用。缓冲区：观音山、妈宫山山体缓冲区，位于二级保护区外围，对二级保护区的保护起到辅助作用。图 2.3-8 给出了黑排角地质公园功能分区规划示意图。本工程与惠东县稔平半岛黑排角地质自然公园边界的最近距离约 2km。本项目建设过程中不占用地质自然公园，正常运行期间无污染物

排放至地质自然公园，因此，本项目对惠东县稔平半岛黑排角地质自然公园无影响。

广东省惠东海龟国家级自然保护区，位于核电厂厂址 SSW 方位约 17~20km。该保护区以国际濒危、国家二级保护动物海龟及其产卵繁殖栖息地为主要保护对象。于 1985 年批准设立，1992 年 10 月升为国家级自然保护区；1993 年加入“中国生物圈保护区网络”，2000 年经农业部批准将保护区范围从 4km<sup>2</sup> 扩大到 18km<sup>2</sup>。2002 年被列入《国际重要湿地名录》。根据 2013 年 12 月施行的《广东省惠东海龟国家级自然保护区管理办法》，自然保护区划分为核心区、缓冲区、实验区。该保护区地处大亚湾与红海湾交界处，稔平半岛最南端的大星山南麓，根据管理实际，在海龟自然保护区外围海域设置外围保护带。图 2.3-9 给出了本项目厂址与海龟保护区范围相对位置示意图。

厂址半径 10km 范围内无国家、省、市、县级的旅游景点，附近主要的旅游景点主要有海丰县小漠镇南方澳渔港度假村，位于汕尾市海丰县小漠镇，厂址 NE 方位 6.5km 处，是海丰莲花山度假村的分支机构，年接待游客量约 3-4 万人左右，日游客最多 1000-2000 人次。

黄埠镇渡头村和湾仔村海边拥有沙滩，位于厂址 W 方位约 2.5km，有游客至此游玩（一般也会至杨屋古村落游玩），有的沿海住户家中自建自营民宿，年游客数万人次，日游客最多上千人次。此外，位于东头村海边的旅游度假区为很小规模的度假区，游客可以露营、搭建帐篷，也可以居住在一座二层房屋内，位于厂址 NE 方位 2.3km 处，游客可以露营、搭建帐篷，也可以在当地居住，日游客最多约数百人。

厂址半径 10km 范围内无国家级、省级和市级重点保护文物，有县级文物保护单位 3 处以及 16 处尚未核定为文物保护单位文物古迹。距离厂址最近的文物保护单位是位于三洲村企壁岭（NW，4.4km）的县级文物保护单位盐洲东炮台遗址，为明代古遗址，其他县级文物保护单位如下：

- 吴西桥夫妇合葬墓，位于黄埠镇王公社区金狮岭（NNW，6.8km），为明代古墓葬；
- 四门孙氏宗祠，位于黄埠镇四门社区三巷（NNW，8.4km），为明清古建筑。

## 2.3.2 陆生资源及生态概况

### 2.3.2.1 农业生产概况

太平岭核电厂所在的惠东县主要粮食作物品种有稻谷、旱粮和薯类，旱粮主要为

玉米，经济作物主要为甘蔗、花生等，同时花生也是主要的油料作物。蔬菜主要有苦瓜、莲藕、番茄、芦笋、黄瓜、食用菌等，惠东县主要特色农产品为马铃薯、大顶苦瓜、甜玉米和优质甘薯等，其中 2017 年薯类种植面积 112975 亩，产量 33578t。

马铃薯为厂址附近的特色农产品，其中铁涌镇冬种马铃薯生产基地面积约 2.77 万亩，共有种植户约 5626 户；黄埠镇马铃薯种植面积约 2480 亩，共有种植户约 66 户，分布在沙埔村、西冲村、盐洲社区和联新村。

厂址附近水果种类丰富，主要品种有荔枝、龙眼、柑、桔、橙、香蕉、菠萝、芒果、番石榴等。厂址所在的惠东县 2017 年水果面积 161502 亩，产量 103270t，与 2013 年相比，水果种植面积增加了约 16%，产量增加了约 31%。厂址半径 10km 范围内果园主要分布在黄埠镇的群英村和下圩村，铁涌镇的新寮村、以及平海镇的东和村附近。其中黄埠镇的群英村和下圩村各有 1 个较大规模的果场，均种植荔枝和龙眼，其中群英村果场种植荔枝 100 亩，龙眼 120 亩；下圩村果场种植荔枝 80 亩，龙眼 130 亩。

表 2.3-5 给出了厂址半径 15km 范围内各乡镇农业生产情况，厂址半径 10km 范围内各方位距反应堆最近的居民点、农田、规模以上菜田和规模以上果园见表 2.3-6。

农产品大部分在本地消费，少部分销往深圳、东莞和香港等珠三角地区，另外，反季节当地会消费外来蔬菜。厂址半径 80km 范围内各子区粮食、油料、蔬菜、水果等农作物的种植面积和年产量列于附录 B 表 B.2-6~表 B.2-13。

### 2.3.2.2 副业生产概况

厂址周围地区牲畜饲养种类主要为猪、家禽、大牲畜（牛、马、骡）和少量的羊及狗等。

猪和家禽（鸡、鸭、鹅）主要是家庭式饲养，是厂址地区周围大多数农户的副业，生产的肉猪约有大部分在本地消费，少部分销往深圳、东莞和香港等珠三角地区。部分农户饲养的牛主要是役畜，羊一般在偏远的山区有饲养，饲养量很少。

厂址所在的惠东县 2017 年全年生猪出栏 443175 头，出栏肉用牛 2476 头、羊 2669 只、肉用狗 19203 只，家禽 5591407 只，禽蛋产量 1727t，肉产量 41053t。厂址附近较大的养殖场是 NW 约 5km 的黄埠镇盐洲深田农牧合作社，2017 年出栏肉猪 3600 头，存栏量 2300 头。

表 2.3-5 给出了厂址半径 15km 范围内各乡镇牲畜业生产情况，厂址半径 80km 范围内各子区大牲畜、猪、家禽出栏量以及产肉量、产蛋量详见附录表 B.2-1~表 B.2-5。

### 2.3.2.3 其它陆生资源概况

惠东县东北部为山区，海拔 1000m 以上的高山有 27 座，是惠东的主要林区。中部是沿江平原和丘陵，地势较平缓，土质肥沃，是惠东的主要产粮区和经济作物区。南部为稔平半岛，属沿海丘陵，是渔业、盐业生产基地。厂址位于惠东县南部的沿海丘陵地区。

#### — 林业资源

惠东县森林资源较为丰富，全县截止 2017 年底共有森林面积 24.6 万  $\text{hm}^2$ ，森林覆盖率为 72.3%。2017 年全县人工造林面积 67870 亩，其中吉隆镇人工造林面积 5161 亩，平海镇人工造林面积 3987 亩，铁涌镇人工造林面积 1850 亩。

#### — 矿产资源

惠东县矿产资源品种较多，分布面广，主要有煤、水晶、铁、钨、绿柱石、陶瓷土等 9 大类 26 种。其中，石英砂储量充足，建材石料花岗岩、石灰石较为丰富，主要分布在东部山区，如多祝的铁矿、安墩的高岭土、高潭的花岗岩等。厂址半径 10km 范围内没有正在开发的具有采矿许可证的矿业企业，有 2 家拟设置采矿权的矿区，分别为黄埠-吉隆集中开采区和惠东县吉隆镇大华村塘头矿区，其中黄埠-吉隆集中开采区拟开采矿种为建筑用花岗岩，位于吉隆镇吉联村和黄埠镇交界，储量  $1000\text{m}^3$ ；惠东县吉隆镇大华村塘头矿区位于吉隆镇大华村，拟开采矿种为砖瓦用砂岩，储量  $30\text{m}^3$ 。

#### — 珍稀陆生资源和保护性生物

惠东县地处亚热带，林木资源较为丰富，主要树种有马尾松、湿地松、桉树、杉树、相思树、南洋楹、木麻黄、本地阔叶树等，共有维管植物 204 科 745 属 1549 种，其中属于国家 II 级保护野生植物的有：金毛狗、黑桫欏、苏铁蕨、福建柏、樟树、卵叶桂、土沉香、格木、花榈木、半枫荷、华南锥、伞花木等。有脊椎野生动物 36 目 91 科 315 种，昆虫 14 目 102 科 505 种，其中有国家一级保护动物黑鹳和蟒蛇，以及国家二级保护动物 33 种。上述珍稀动植物主要分布在惠东县境内各大林场及境内规模较大且自然环境较好的自然保护区及风景区中。

厂址附近的珍稀陆生资源和保护性生物主要分布于盐洲红树林保护区，其中红树林品种有木榄、秋茄、桐花树、海漆、老鼠勒、红海榄、白骨壤、海桑、黄槿、许树

等 17 种；属国家二级重点保护动物鸟类有黑脸琵鹭、黄嘴白鹭、白琵鹭、海鸬鹚等 12 种；省重点保护动物鸟类有苍鹭、大白鹭、小白鹭、池鹭、夜鹭、赤颈鸭、绿翅鸭、斑嘴鸭、斑背潜鸭、白鹤翎、金斑行鸟、蒙古沙行鸟、弯嘴滨鹬等 32 种。建设单位于 2015 年曾委托中山大学针对本项目建设区及施工准备区范围内的陆生生态环境情况进行了调查，调查表明：厂址区未发现国家和广东省保护植物种类，均为当地常见种。

#### 2.3.2.4 厂区范围陆生生态环境

建设单位于 2015 年委托中山大学针对本项目建设区及施工准备区范围内的陆生生态环境情况进行了调查。

##### 1、植被类型

###### （1）植被分类系统

调查区内顶级森林是南亚热带季风常绿阔叶林（又名亚热带季雨林），该植被类型分布在北回归线南北两侧，北倚南岭山脉，冬季有西伯利亚南侵的寒潮，受阻于北面的崇山峻岭而减弱，太平洋湿润的东南季风，孕育着季风常绿阔叶林。但因长期的受人类活动干扰，原生林几乎砍伐殆尽，仅在墓地、村旁偶有小片保存的半原生林。通过走访调查及典型地段的样方调查，发现调查区域内植被类型较简单，主要可分 4 个植被型 4 个群系（常绿针叶林、常绿灌丛、用材林、农作物群罗）和 6 个群丛（台湾相思-马尾松群落、木麻黄群落、岗松-桃金娘-芒萁群落、散生马尾松-桃金娘-芒萁-纤毛鸭嘴草群落、尾叶桉林群落、瓜菜群落）。通过遥感结合现状调查发现，植被类型方面占地面积最大的是常绿灌丛，总面积达到 101.34hm<sup>2</sup>，占评价区面积的 42.6%；面积最小的为沙滩裸地，总面积为 11.80hm<sup>2</sup>，占评价区面积的 5.0%。

###### （2）植被类型概述

该地区植被群落的组成、结构及分布特点详细如下：

###### 1) 台湾相思-马尾松林群落

该群落是粤东沿海低山丘陵常见的次生群落类型，群落外貌常绿，林冠参差不齐，但群落次生性明显。该群落主要分布在调整区的东北部区域，分布范围相对较小。群落组成的优势种以台湾相思和马尾松混交为主，林冠参差不齐，台湾相思在乔木上层，马尾松在下层，以 8-12 年的中林龄为主，乔木层覆盖度一般在 60-70%。群落总盖度一般达 70%，林下灌木和草本植物层覆盖度达 70%。灌木层优势种主要为桃金娘、岗

松，伴生种有银柴(*Aporosa dioica*)、岗柃(*Eurya groffii*)、九节(*Psychotria*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、梅叶冬青(*Ilex asprella*)、山乌柏(*Sapulum discolor*)、鸭脚木(*Schefflera minutistellata*)，以及金刚藤(*Smilax scobinicaulis*)、红叶藤(*Rourea Microphyllia*)、酸藤子(*Rmbelia vestita*)等一些藤本植物，一般株高 1-1.5m，丛生。草本植物以鹧鸪草(*Eriachne pallescens*)、蜈蚣草(*Nephrolepis cordifolia*)、野香茅(*Cymbopogon goeringii*)、纤毛鸭嘴草等为优势。

#### 2) 木麻黄群落

该群落主要分布在海边沙滩区域。木麻黄林主要为海岸防护林，黄槿为伴生树种，属中龄林，生长良好，垂直结构只有乔木和草本至五层。木麻黄一般高 8-12m，胸径 7-12cm，树干挺直，自然分枝较高约 5-7m，每 100 平方米样地内有 15-25 株，覆盖度在 70-75。黄槿在林分边缘作为伴生树种，树高一般 4-5m，胸径 6-10cm，自然分枝 2-3m。林下空旷，草本植物为稀疏分布，主要有茅根、铺地黍(*Panicum repens*)、雀稗(*Paspalum thunbergii*)及蛇婆子(*Waltheria indica*)、了哥王(*Wikstroemia indica*)、心叶黄花稔(*sids alnifolia*)等灌木，具有有丛状分布的单叶蔓荆(*Vitex rotundifolia*)、仙人掌(*Cactaceae*)等，覆盖度仅 10-20%。

#### 3) 岗松-桃金娘-芒萁群落

该群落在区内广泛分布，多位于区内的丘陵等海拔稍高处。群落外貌呈青绿色，组成种类中灌木以桃金娘、岗松为优势，伴生种类有细齿叶柃、春花、余甘子等，株高 0.8-1.2m。草本植物以芒萁为主，伴生有纤毛鸭嘴草、蜈蚣草(*Nephrolepis cordifolia*)、鹧鸪草(*Eriachne pallescens*)等，此外，还散生有无根藤(*Cassytha filiformis*)、寄生藤、酸藤子等藤本植物，总覆盖度 75-80%。

#### 4) 散生马尾松-桃金娘-芒萁-纤毛鸭嘴草群落

群落主要分布在调查区东部丘陵区域，群落乔、灌、草镶嵌，外貌青绿，结构明显。组成乔木层主要为散生马尾松，100 平方米样方内 3-6 株，一般高 5-6m，胸径 8-10cm，生势不良，覆盖度 15-20%。灌木层以桃金娘、岗松、黄牛木(*Cratoxylum cochinchinense*)为常见，伴生种类有野牡丹(*Fructus melastomatis*)、春花、梅叶冬青、银柴、山芝麻等，株高 80-120cm，覆盖度 20-30%，草本层以芒萁、纤毛鸭嘴草为优势，伴生种有鹧鸪草、蜈蚣草、野香茅等，株高 30-60cm，覆盖度 50-60%，此外还有锡叶藤、金刚藤、无根藤等散生分布。

### 5) 尾叶桉树林群落

该群落在调查区东北部少量分布，乔木以尾叶桉林为主，树高 5-9m，胸径 6-12cm，100 平方米内有 25 株，乔木层覆盖度 70-80%，林下空旷，只散生有蜈蚣草、雀稗及鸡骨草(*Abrus cantoniensis*)等，株高 15-20cm，覆盖度约 10%。鉴于沿海环境特殊，桉树保水力差，耗水量大，不宜大面积发展。

### 6) 瓜菜群落

调查区西北部少量分布，主要种植水稻(*Oryza sativa*)、土豆(*Solanum tuberosum*)、花生(*Arachis hypogaea*)、瓜果蔬菜等。

## 2、植物多样性

### (1) 评价区植物科属种类

经调查和初步采集鉴定，该区域共有维管束植物 52 科，87 属，260 种。其中蕨类植物 10 科，15 属，22 种；裸子植物 3 科，3 属，4 种；被子植物 39 科，69 属，234 种。维管束植物种类中，以木本植物占多数，草本次之，藤本较少。

### (2) 重点保护植物和区域特有单种属植物

根据调查和走访，拟调出区未发现国家和广东省保护植物种类，均为当地常见种。

## 3、景观生态系统现状

### (1) 景观生态体系的组成和特征

利用当地的地形图和植被类型图，调查区域景观生态类型、分区、面积等。区域内景观生态体系由针叶混交林景观、常绿灌丛景观、人工林景观、农田景观、沙滩裸地景观和水域景观等类型拼块组成。根据统计，区域内以常绿灌丛景观拼块面积最大，约占总面积的 42.6%，其次为水域景观和针叶混交林景观，分别占总面积的 19.8%、19.1%。其中林地景观包括针叶混交林景观、常绿灌丛景观、人工林景观，合计占总面积的 68.6%，优势种类较明显。可见，区域内以环境资源拼块——林地为生态环境质量的主要控制性组分。

### (2) 景观生态体系稳定性

景观生态体系稳定性可通过对各拼块优势度的计算，确定评价区内具有生境调控能力的模地，在此基础上评价该区域的生态环境质量。参照生态影响环评导则，根据所在区域各类拼块的组成特征，可计算出各类拼块的优势度值。评价范围内林地景观拼块的优势度值高于其它拼块，达到 85.36%，其中常绿灌丛景观的优势度值最高，达

到 40.44%，针叶混交林景观、人工林景观分别为 37.20%、7.73%；其次是水域景观拼块，优势度达到 31.19%；最少的是农田景观，只有 5.45%。可见，本区域生态环境质量的控制性组分主要为林地，因此，区域内生态环境质量良好，具有较强的阻抗能力和受到干扰后的恢复能力。

#### 4、陆生动物

调查区内动物资源主要包括两栖纲、爬行纲和鸟纲动物，同时有少量的哺乳纲动物经过。

##### （1）两栖纲

调查区内两栖类主要为蛙科、蟾蜍科动物，如黑斑蛙(*Rana nigromaculata*)、大蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、泽蛙(*Rana limnocharis*)、沼蛙(*Hylarana guentheri*)等。

##### （2）爬行纲

调查区内爬行动物主要为蜥蜴类、石龙子类、蛇类等。主要物种包括乌游蛇(*Natrix percarinata*)、渔游蛇(*Xenochrophis flavipunctatus*)、铅色水蛇(*Enhydria plumbea*)、草腹链蛇(*Amphiesma stolatum*)、变色树蜥(*Calotes versicolor*)、南滑蜥(*Scincella reevesii*)、长尾南蜥(*Mabuya longicaudata*)、多线南蜥(*Mabuya multifasciata*)、中华石龙子(*Eumeces chinensis*)等。

##### （3）鸟纲

实地调查发现，调查区内鸟类的优势种群包括林鸟和候鸟，未见猛禽类活动。常见林鸟主要为留鸟，包括黑领椋鸟(*Sturnus nigricollis*)、白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、红耳鹎(*Pycnonotus jocosus*)、暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonicus*)、麻雀(*Passer montanus*)、大山雀(*Parus major*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)、长尾缝叶莺(*Orthotomus sutorius*)等。沿海湿地候鸟主要有苍鹭(*Ardea cinerea*)、大白鹭(*Casmerodius albus*)、小白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、弯嘴滨鹬(*Calidris ferruginea*)等。

总体来说，调查区内未发现大型动物或鸟类栖息地，大部分动物，尤其是鸟类在此短暂停留或经过。

### 2.3.3 水产资源及生态概况

太平岭核电厂址位于惠州市惠东县。惠东县濒临大亚湾和红海湾，海域面积

320000hm<sup>2</sup>，海岸曲线长 218.3km，有大小岛屿 55 个，海湾 18 处，浅海 10m 等深线浅海滩涂面积 33 万亩，海洋资源较为丰富，有海洋生物 200 多种，其中经济价值较高的鱼虾贝类有 40 多种，全县较适宜养殖的海域滩涂面积 166.7 平方公里。

惠东县海区内的鱼虾贝类资源具有热带和亚热带海洋生物的一般特点，种类多、分布广而分散、各种群混栖、不作远距离洄游。随着季节的交替和水系消长，许多鱼类自深海游至沿岸海域产卵，形成渔汛，汛期交替于全年。每年农历十一月至翌年二月主要捕池鱼、青针、金色小沙丁鱼；三至五月主要捕小公鱼、墨鱼、对虾、产卵鳗鱼；六至八月捕池泽鱼、石斑鱼、深海索饵鳗鱼；五至十月海龟上岸产蛋；九至十一月捕马鲛、马友、龙虾、小鳗鱼、鲆鱼、鲉鱼、青蟹、梭子蟹、角螺；属于全年渔汛的有红三、大眼鲷、鲷科鱼类等。

惠东县捕捞生产的主要渔场分布在大亚湾、红海湾至大泥口内侧，自北向南渔场依次是白鸭排渔场、星洲渔场、担轩渔场、大星针渔场、大泥口渔场。海区的鱼、虾、蟹、贝、藻等生物种类繁多，其中常见的主要经济海产鱼类有：金色小沙丁鱼、小公鱼、青鳞鱼、大黄鱼、斑鲷、带鱼、马鲛、马友、鲳鱼、金线鱼、蓝园鲈、条鲷、园腹鲱、长条蛇鲻、海鳗、石斑鱼等；虾蟹类有：墨吉对虾、长毛对虾、中国对虾、斑节对虾、近缘新对虾、周氏新对虾、毛虾、龙虾、鹰爪虾、赤虾、管鞭虾、单肢虾、青蟹、红蟹、梭子蟹等；贝类有：西施舌、鱿鱼、章鱼、珍珠贝、角螺、东方螺、南风螺、鲍鱼、文蛤、江珧、巴非蛤、扇贝、牡蛎等；藻类有：紫菜、石花菜、马尾藻、江藻等；此外还有鱿鱼和章鱼等头足类。

### 2.3.3.1 渔业生产

惠东县濒临大亚湾和红海湾，是广东省的六大海洋与渔业大县之一，有丰富的海洋资源、渔业资源和优越的区位优势，宜渔面积广阔。海洋捕捞渔场广阔，200m 以内海区面积 7910km<sup>2</sup>，其中 40m 以内浅海面积 1540km<sup>2</sup>，捕捞生产的主要渔场分布在大亚湾、红海湾至大泥口内侧，自北至南渔场依次是白鸭排渔场、星洲渔场、担轩渔场、大星针渔场、大泥口渔场。海区的鱼、虾、蟹、贝、藻等生物种类繁多，其中具有较高经济价值的有 200 多种，还有国家珍稀保护动物海龟。

2017 年惠东全县水产品总产量为 67635t，其中海水产品 57338t，淡水产品 9967t。其中海水产品中鱼类主要为小黄鱼、大黄鱼、鲳鱼、鲷鱼、石斑鱼、美国红鱼、蓝圆

鳗等，甲壳类主要为南美白对虾、斑节对虾和日本对虾、以及梭子蟹和青蟹等；贝类主要为牡蛎、贻贝和蛤等。藻类主要为紫菜和江蓠。其中又以中南美白对虾、牡蛎、金鲳鱼、花蛤等品种是惠东县海水养殖的主要品种。淡水水产品中主要为鱼类，鱼类又以罗非鱼和草鱼为主，其他包括鲤鱼、鲫鱼等。海水养殖海水养殖方式包括网箱养殖、底播增养殖、牡蛎吊养、高位池养殖、工厂化养殖、鱼塭养殖等多种类型。

厂址半径 15km 范围内主要为海水养殖，淡水养殖很少。海水养殖区主要分布在考洲洋以及厂址附近的红海湾，养殖方式有鱼排、鱼塘和吊养蚝等，鱼虾混养。整个考洲洋几乎均为养殖区，在考洲洋赤岸、油麻地和望斗一带，养殖有蚝。从盐洲到西冲的狭窄的海道上，除了中间航道外，两侧为鱼排养殖。在考洲洋出海口处，为贝类的增养殖区，处于半自然状态。在厂址两侧红海湾海域，分布有贝类养殖，海胆养殖等。厂址所在的沙浦村也有高水位鱼塘养殖等，面积约 400 亩。

厂址附近海水捕捞种类主要为鱼类，次之为贝类，其它为甲壳类、头足类及极少量的藻类。核电厂址附近从事捕捞生产的主要为当地的渔民，没有远洋捕捞，仅在南海捕捞。随着渔业资源的衰退，部分渔民转业为养殖和务工。

厂址所在的惠东县黄埠镇 2017 年水产品总产量为 7410t，其中海水产量为 4600t；淡水水产品产量为 100t。深汕合作区的小漠镇沿海区域已经被征用，没有渔业养殖，有渔业捕捞，捕捞人员分布于旺官居委和大澳村，2018 年捕捞产量 983t。表 2.3-7 给出了厂址附近各乡镇的渔业生产概况。

表 2.3-8 和图 2.3-10 给出了针对核电项目周围海域开展的养殖海域使用现状利用权属关系的核查结果。需要说明的是，厂址附近的考洲洋区域长期以来无证养殖情况严重，考洲洋区域的鱼排养殖均为无证养殖。

根据《惠东县养殖水域滩涂规划（2016-2030）》，惠东县水域划定为禁止养殖区、限养区、养殖区。厂址所在海域附近区域为禁止养殖区。厂址附近的考洲洋湾内大部分区域及湾口为限养区，湾内限养区养殖方式仅限浅海吊养和海藻养殖，湾口限养区养殖方式仅限底层贝类增养殖和传统网箱养殖。养殖鱼类品种包括鲈鱼、鲢鱼、大黄鱼、军曹鱼、鲷鱼、鲈鱼、美国红鱼、河鲀、石斑鱼、鳎鱼、金鲳等种类，底播养殖主要为文蛤、菲律宾蛤仔、凸壳肌蛤、方格星虫等品类。

图 2.3-11 给出了惠东县水域类型划定区规划示意图。

### 2.3.3.2 海洋生态

中科院南海海洋研究所于 2015 年 5 月~2016 年 2 月期间，对太平岭核电厂邻近海域水质、生态环境和水产资源进行了 4 个季度航次的调查监测工作。调查范围位于 N 21°10'~N 22°50'，E 114°5'~E 115°30'之间，覆盖核电厂址为中心，半径 50km 范围内的海域。调查断面采用扇形方式布设，重点关注考洲洋、港口海洋保护区等敏感位置。调查观测时间为：2015 年 5 月（春季）；2015 年 8 月（夏季）；2015 年 11 月（秋季）；2016 年 2 月（冬季）。海洋生态调查监测布点位置见表 2.3-9 和图 2.3-12。

#### （1）叶绿素 a

厂址邻近海域的叶绿素 a 含量情况如下：

- 春季表层含量范围为 0.40~6.40mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.62mg/m<sup>3</sup>；中层含量范围为 0.34~2.89mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.11mg/m<sup>3</sup>；底层含量范围为 0.34~4.08mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.55mg/m<sup>3</sup>。
- 夏季表层含量范围为 0.34~13.63mg/m<sup>3</sup>，平均值为 2.29mg/m<sup>3</sup>；中层含量范围为 0.05~2.26mg/m<sup>3</sup>，平均值为 0.87mg/m<sup>3</sup>；底层含量范围为 0.34~12.84mg/m<sup>3</sup>，平均值为 2.20mg/m<sup>3</sup>。
- 秋季表层含量范围为 0.34~9.84mg/m<sup>3</sup>，平均值为 2.83mg/m<sup>3</sup>；中层含量范围为 0.40~4.13mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.62mg/m<sup>3</sup>；底层含量范围为 0.08~6.79mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.91mg/m<sup>3</sup>。
- 冬季表层含量范围为 0.74~11.03mg/m<sup>3</sup>，平均值为 2.64mg/m<sup>3</sup>；中层含量范围为 0.74~6.73mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.93mg/m<sup>3</sup>；底层含量范围为 0.74~9.10mg/m<sup>3</sup>，平均值为 2.30mg/m<sup>3</sup>。

调查海区四季叶绿素 a 的表、底层水平分布情况见图 2.3-13。

#### （2）初级生产力

厂址邻近海域春季初级生产力平均值为 148.78mgC/(m<sup>2</sup> d)，变化幅度为 38.52~422.16mgC/(m<sup>2</sup> d)；夏季初级生产力平均值为 290.85mgC/(m<sup>2</sup> d)，变化幅度为 47.34~1424.5mgC/(m<sup>2</sup> d)。秋季初级生产力平均值为 856.36mgC/(m<sup>2</sup> d)，变化幅度为 133.45~2662.43mgC/(m<sup>2</sup> d)。冬季初级生产力平均值为 2400.47mgC/(m<sup>2</sup> d)，变化幅度为 407.69~9052.03mgC/(m<sup>2</sup> d)。

#### （3）浮游植物

浮游植物是水体中初级生产者，丰盛程度反映了水体生产力的大小。同时，浮游植物数量高低也反映水质的状况。调查水域的浮游植物主要由硅藻和甲藻组成，而硅藻又占决定优势，其种类数百分比大于 70%。

#### ① 生物量

调查海域春季浮游植物生物量在  $1.90 \times 10^4 \sim 224.80 \times 10^4$  个/ $m^3$  范围，平均为  $33.10 \times 10^4$  个/ $m^3$ 。浮游植物的生物量组成以硅藻类占优势，平均为  $24.15 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，硅藻类在所有站位中均有分布，占各站生物量的 9.74%~99.42%，平均为 67.98%。甲藻类的分布也很广泛，但其生物量低于硅藻类，平均为  $1.15 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围在  $0.23 \times 10^4 \sim 5.44 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，占各站生物量的 0.58%~42.00%。

夏季浮游植物生物量在  $0.13 \times 10^4 \sim 5.10 \times 10^4$  个/ $m^3$  范围，平均为  $0.38 \times 10^4$  个/ $m^3$ 。夏季浮游植物的生物量组成以甲藻类占优势，平均为  $0.23 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，甲藻类在所有站位中均有分布，占各站生物量的比例为 5.10%~100.00%，平均为 71.68%。硅藻类的分布也很广泛，但其生物量低于甲藻类和蓝藻类，其生物量平均为  $0.07 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围在  $0 \sim 1.20 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，占各站生物量的 0~85.42%。

秋季浮游植物生物量在  $6.00 \times 10^4 \sim 8408.00 \times 10^4$  个/ $m^3$  范围，平均为  $1763.61 \times 10^4$  个/ $m^3$ 。秋季浮游植物的生物量组成以蓝藻类占优势，平均为  $1744.25 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，蓝藻类在所有站位中均有分布，占各站生物量的比例为 0~99.93%，平均为 82.58%。硅藻类的分布也很广泛，但其生物量低于蓝藻类，平均为  $35.60 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围在  $0 \sim 300.42 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，占各站生物量的 0~100.00%。甲藻的生物量平均为  $0.08 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围在  $0 \sim 1.20 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，占各站丰度的 0~17.65%。

冬季浮游植物生物量在  $1.50 \times 10^4 \sim 638.60 \times 10^4$  个/ $m^3$  范围，平均为  $52.93 \times 10^4$  个/ $m^3$ 。冬季浮游植物的生物量组成以硅藻类占优势，平均为  $12.20 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，硅藻类在所有站位中均有分布，占各站生物量的比例为 11.28%~99.21%，平均为 51.10%。甲藻类的分布也很广泛，但其生物量低于硅藻类，其生物量平均为  $5.22 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围在  $0.46 \times 10^4 \sim 27.00 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，占各站生物量的 0.97%~87.97%。

调查海区四季浮游植物生物量平面分布情况见图 2.3-14。

#### ② 优势种

春季调查的浮游植物优势种共出现 4 种，分别为红海束毛藻、菱形海线藻、劳氏角毛藻和透明辐杆藻。优势度分别为 0.13、0.12、0.06 和 0.02，细胞密度分别为  $7.81 \times 10^4$

个/m<sup>3</sup>、 $5.57 \times 10^4$  cells/m<sup>3</sup>、 $3.28 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>和  $2.57 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，分别占调查海域浮游植物总丰度的 23.59%、16.82%、9.92%和 7.78%。

夏季调查的浮游植物优势种共出现 4 种，分别为波状角藻、马西里亚角藻具刺变种、铁氏束毛藻和菱形海线藻。优势度分别为 0.05、0.04、0.04 和 0.02，细胞密度分别为  $0.09 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>、 $0.04 \times 10^4$  cells/m<sup>3</sup>、 $0.14 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>和  $0.08 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，分别占调查海域浮游植物总丰度的 11.63%、4.61%、17.49%和 10.18%。

秋季调查的浮游植物优势种共出现 3 种，分别为铜绿微囊藻、红海束毛藻和钟状中鼓藻。优势度分别为 0.43、0.07 和 0.04，细胞密度分别为  $839.61 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>、 $31.86 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>和  $16.60 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，分别占总丰度的 90.89%、3.45%和 1.80%。

冬季调查的浮游植物优势种共出现 5 种，分别为细弱海链藻、红海束毛藻、夜光藻、梭角藻原变种和三角褐指藻。优势度分别为 0.46、0.03、0.03、0.02 和 0.02，细胞密度分别为  $29.79 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>、 $1.74 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>、 $1.14 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>、 $1.35 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>和  $8.42 \times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，分别占总丰度的 56.39%、3.30%、2.16%、2.55%和 15.95%。

### ③ 群落结构

春季调查各采样站位浮游植物种数在 18~34 种范围；多样性指数范围为 1.00~4.37，平均为 2.55；均匀度指数范围为 0.21~0.90，平均为 0.55。

夏季调查各采样站位浮游植物种数在 4~18 种范围；多样性指数范围为 0.47~3.60，平均为 2.37；均匀度指数范围为 0.16~1.00，平均为 0.79。

秋季调查各采样站位浮游植物种数在 3~32 种范围；多样性指数范围为 0.06~3.43，平均为 1.14；均匀度指数范围为 0.03~0.71，平均为 0.32。

冬季调查各采样站位浮游植物种数在 8~45 种范围；多样性指数范围为 0.85~4.30，平均为 3.04；均匀度指数范围为 0.17~0.89，平均为 0.63。

### （4）浮游动物

调查海域春季共观察到浮游动物 54 种（类），其中桡足类的种类最多，为 19 种，占总种数的 35.2%；其次是幼虫类，共 10 种，占 18.5%；腔肠动物门的水螅水母类也较多，共 7 类，占 13.0%；被囊类为 4 种，占 7.4%；毛颚类、管水母类和枝角类各 3 种，樱虾类 2 种，介形类、浮游多毛类、磷虾类和端足类各 1 种。

夏季共观察到浮游动物 72 种（类），其中桡足类的种类最多，为 32 种，占总种数的 44.4%；其次是幼虫类和水螅水母类，共 10 种，均占 13.9%；被囊类为 5 种，占 6.9%；

枝角类 3 种；毛颚类、管水母类、浮游多毛类、浮游螺类和樱虾类各 2 种，介形类和端足类各 1 种。

秋季共观察到浮游动物 70 种（类），其中桡足类的种类最多，为 39 种，占总种数的 55.7%；其次是幼虫类，共 10 种，占 14.3%；被囊类也较多，共 6 类，占 8.6%；腔肠动物门的水螅水母类为 5 种，占 7.1%；浮游螺类、十足类和毛颚类各 2 种，管水母类、介形类、浮游多毛类和端足类各 1 种。

冬季共观察到浮游动物 70 种（类），其中桡足类的种类最多，为 27 种；其次是幼虫类，共 10 种；腔肠动物门的水螅水母类也较多，共 9 种；被囊类为 3 种；枝角类和毛颚类各 2 种；十足类、介形类和浮游多毛类各 1 种。

#### ① 生物量

春季各采样站浮游动物生物量变化幅度为 63.16~1683.61mg/m<sup>3</sup>，平均为 509.76mg/m<sup>3</sup>。密度变化幅度为 1831.82~18806.25ind./m<sup>3</sup>，平均为 7354.52ind./m<sup>3</sup>。

夏季浮游动物生物量变化幅度为 14.92~1428.99mg/m<sup>3</sup>，平均为 510.24mg/m<sup>3</sup>。密度变化幅度为 322.09~64796.88ind./m<sup>3</sup>，平均为 11587.77ind./m<sup>3</sup>。

秋季浮游动物生物量变化幅度为 181.60~1671.74mg/m<sup>3</sup>，平均生为 610.04mg/m<sup>3</sup>。密度变化幅度为 2641.67~41584.38ind./m<sup>3</sup>，平均为 9684.22ind./m<sup>3</sup>。

冬季浮游动物生物量变化幅度为 7.34~1014.67mg/m<sup>3</sup>，平均为 354.09mg/m<sup>3</sup>。密度变化幅度为 177.08~6592.05ind./m<sup>3</sup>，平均为 2586.98ind./m<sup>3</sup>。

#### ② 优势种

春季浮游动物的优势种是鸟喙尖头蚤、小长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、尖额真猛水蚤和强额拟哲水蚤等，其优势度指数分别为 0.282、0.149、0.113、0.094 和 0.035。浮游动物的优势种分布较为广泛，出现率在 82.8%~100%，其平均分布密度分别为 2318.88ind./m<sup>3</sup>、1120.18ind./m<sup>3</sup>、875.07ind./m<sup>3</sup>、918.5ind./m<sup>3</sup> 和 249.20 ind./m<sup>3</sup>，分别占调查海域浮游动物总个体生物量的 31.53%、15.23%、11.90%、12.49% 和 3.39%。

夏季浮游动物的优势种是小拟哲水蚤、瘦长腹剑水蚤、亮大眼剑水蚤、锥形宽水蚤、模糊海樽、尖额真猛水蚤和强额拟哲水蚤等组成，其优势度指数分别为 0.191、0.093、0.061、0.061、0.053、0.034 和 0.022。浮游动物的优势种分布较为广泛，出现率在 69.0%~100.0%，其平均分布密度分别为 2774.59ind./m<sup>3</sup>、1336.06ind./m<sup>3</sup>、613.24ind./m<sup>3</sup>、572.39ind./m<sup>3</sup>、445.16ind./m<sup>3</sup>、495.67ind./m<sup>3</sup> 和 287.09ind./m<sup>3</sup>，分别占

调查海域浮游动物总个体生物量的 23.94%、11.53%、5.29%、4.94%、3.84%、4.28% 和 2.48%。

秋季浮游动物的优势种是小拟哲水蚤、瘦长腹剑水蚤、红住囊虫、挪威小毛猛水蚤、近缘大眼剑水蚤、尖额真猛水蚤和强额拟哲水蚤等组成，其优势度指数分别为 0.269、0.175、0.081、0.054、0.053、0.049 和 0.032。浮游动物的优势种分布较为广泛，出现率在 75.9%~100%，其平均分布密度分别为 2726.91ind./m<sup>3</sup>、1839.70ind./m<sup>3</sup>、730.39ind./m<sup>3</sup>、506.47ind./m<sup>3</sup>、438.23ind./m<sup>3</sup>、651.97ind./m<sup>3</sup> 和 509.44ind./m<sup>3</sup>，分别占调查海域浮游动物总个体生物量的 28.16%、19.00%、7.54%、5.23%、4.53%、6.73% 和 5.26%。

冬季浮游动物的优势种是小拟哲水蚤、红住囊虫、小长腹剑水蚤、活泼大眼剑水蚤和百陶箭虫等组成，其优势度指数分别为 0.17、0.13、0.07、0.06 和 0.03。浮游动物的优势种分布较为广泛，出现率在 72.41%~100.00%，其平均分布密度分别为 521.38ind./m<sup>3</sup>、412.01ind./m<sup>3</sup>、193.95ind./m<sup>3</sup>、136.24ind./m<sup>3</sup> 和 97.67ind./m<sup>3</sup>，分别占调查海域浮游动物总个体生物量的 20.15%、15.93%、7.50%、5.27% 和 3.78%。

### ③ 群落结构

春季调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 21 种（13~29 种）；多样性指数范围为 1.80~3.37，平均为 2.67；均匀度变化范围在 0.43~0.75 之间，平均为 0.61。

夏季调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 22 种（11~29 种）类多样性指数范围为 1.74~3.83 之间，平均为 2.89；均匀度变化范围在 0.41~0.79 之间，平均为 0.66。

秋季各测站的浮游动物平均出现种类为 21 种（14—28 种）；多样性指数范围为 2.45~3.26 之间，平均为 2.90；均匀度变化范围在 0.56~0.83 之间，平均为 0.67。

冬季各测站的浮游动物平均出现种类为 18 种（7—33 种）；多样性指数范围为 0.93~3.49 之间，平均为 2.62；均匀度变化范围在 0.33~0.82 之间，平均为 0.64。

### （5）底栖生物

调查海域春季调查所获标本，经鉴定，共记录底栖生物 113 种，其中以环节动物种数最多，有 50 种，占总种数 44.2%；其次为甲壳动物有 29 种，占 25.7%；软体动物有 23 种，占 20.4%；棘皮动物和其他动物分别有 7 种和 4 种，分别占 6.2% 和 3.5%。

夏季共记录底栖生物 97 种，其中以环节动物所占种数最多，有 49 种，占总种数 50.5%；其次为软体动物有 21 种，占 21.6%；甲壳动物有 17 种，占 17.5%；棘皮动物

和其他动物分别有 3 种和 7 种，分别占 3.1% 和 7.2%。

秋季共记录底栖生物 94 种，其中以环节动物所占种数最多，有 43 种，占总种数 45.7%；其次为软体动物有 21 种，占 22.3%；甲壳动物有 19 种，占 20.2%；棘皮动物和其他动物分别有 2 种和 9 种，分别占 2.1% 和 9.6%。

冬季共记录底栖生物 90 种，其中以环节动物所占种数最多，有 49 种，占总种数 54.4%；其次为甲壳动物有 17 种，占 18.9%；软体动物有 11 种，占 12.2%；棘皮动物和其他动物分别有 4 种和 9 种，分别占 4.4% 和 10.0%。

#### ① 生物量

春季调查海区底栖生物平均生物量为  $20.70\text{g}/\text{m}^2$ 。总生物量组成以软体动物居首位，平均为  $12.43\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 60.1%；其次是环节动物，占 16.7%；再次是其它类动物，占 11.6%，节肢动物和棘皮动物分别占 4.9% 和 6.8%。

夏季调查海区底栖生物平均生物量为  $17.98\text{g}/\text{m}^2$ 。总生物量组成以软体动物居首位，平均为  $8.51\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 47.4%；其次是环节动物，占 22.6%；再次是棘皮动物，占 13.5%，节肢动物和其它类动物分别占 8.5% 和 7.6%。

秋季调查海区底栖生物平均生物量为  $18.29\text{g}/\text{m}^2$ 。总生物量组成以软体动物居首位，平均为  $12.52\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 68.4%；其次是环节动物，占 18.2%；再次是其它类动物，占 8.4%，节肢动物和棘皮动物分别占 4.0% 和 1.0%。

冬季调查海区底栖生物平均生物量为  $10.36\text{g}/\text{m}^2$ 。总生物量组成以环节动物居首位，平均为  $3.22\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 36.4%；其次是软体动物，占 34.8%；再次是甲壳动物，占 11.28%，其它动物和棘皮动物分别占 11.0% 和 6.5%。

各季底栖生物生物量分布见图 2.3-15。

#### ② 栖息密度

春季底栖生物栖息密度变化范围为  $80\sim 800\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $371\text{ind}/\text{m}^2$ 。其中，以环节动物密度最高，变化范围为  $40\sim 530\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $168\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总密度的 45.2%；节肢动物次之，变化范围为  $0\sim 370\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $150\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总密度的 40.4%；软体栖息密度变化范围为  $0\sim 240\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $23\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总密度的 6.3%；棘皮动物栖息密度变化范围为  $0\sim 65\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $22\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总密度的 6.0%。

夏季底栖生物栖息密度变化范围为  $120\sim 1435\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $389\text{ind}/\text{m}^2$ 。其中，以环节动物栖息密度最高，变化范围为  $25\sim 440\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均为  $154\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总密度的

39.6%。软体动物次之，变化范围为0~1200ind/m<sup>2</sup>，平均为107ind/m<sup>2</sup>，占总密度的27.6%；节肢动物的平均密度为104ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~410ind/m<sup>2</sup>，占总密度的26.7%；棘皮动物的平均密度为10ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~80ind/m<sup>2</sup>，占总密度的2.7%。

秋季底栖生物栖息密度变化范围为85~1185ind/m<sup>2</sup>，平均为282ind./m<sup>2</sup>。其中，以环节动物栖息密度最高，变化范围为30~465ind/m<sup>2</sup>，平均为137ind/m<sup>2</sup>，占总密度的48.7%；软体动物次之，变化范围为0~710ind/m<sup>2</sup>，平均为68ind/m<sup>2</sup>，占总密度的24.0%；节肢动物的平均密度为51ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~255ind/m<sup>2</sup>，占总密度的18.0%；棘皮动物的平均栖息密度为3ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~5ind/m<sup>2</sup>，占总密度的1.0%。

冬季底栖生物栖息密度变化范围为50~790ind/m<sup>2</sup>，平均为176ind./m<sup>2</sup>。其中，以环节动物密度最高，变化范围为35~720ind/m<sup>2</sup>，平均为117ind/m<sup>2</sup>，占总密度的66.8%；软体动物次之，变化范围为0~350ind/m<sup>2</sup>，平均为25ind/m<sup>2</sup>，占总密度的14.0%；节肢动物的平均栖息密度为20ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~80ind/m<sup>2</sup>，占总密度的11.3%；棘皮动物的平均栖息密度为7ind/m<sup>2</sup>，变化范围为0~70ind/m<sup>2</sup>，占总密度的4.2%。

各季底栖生物栖息密度平面分布见图2.3-16。

### ③ 优势种

春季调查优势种有短角双眼钩虾、不倒翁虫、地中海巨亮钩虾和双鳃内卷齿蚕等，优势度分别为0.204、0.088、0.063和0.020，平均密度分别为19ind./m<sup>2</sup>，8ind./m<sup>2</sup>、6ind./m<sup>2</sup>和3ind./m<sup>2</sup>，分别占调查海域底栖生物总栖息密度的5.13%、2.23%、1.60%和0.82%。

夏季调查优势种有轮双眼钩虾、粗帝纹蛤、不倒翁虫和短角双眼钩虾等，其优势度分别为0.063、0.047、0.045和0.024，平均密度分别为7ind./m<sup>2</sup>，15ind./m<sup>2</sup>、4ind./m<sup>2</sup>和5ind./m<sup>2</sup>，分别占调查海域底栖生物总栖息密度的1.92%、3.87%、1.10%和1.68%。

秋季调查优势种有双鳃内卷齿蚕、昆士兰稚齿虫、轮双眼钩虾和粗帝纹蛤等，优势度分别为0.042、0.035、0.022和0.020，平均丰度分别为16ind/m<sup>2</sup>，20ind/m<sup>2</sup>、18ind/m<sup>2</sup>和40ind/m<sup>2</sup>，分别占调查海域底栖生物总丰度的5.76%、7.23%、6.43%和14.15%。

冬季调查优势种有双鳃内卷齿蚕和昆士兰稚齿虫，优势度分别为0.136和0.045，平均丰度分别为37ind/m<sup>2</sup>和13ind/m<sup>2</sup>，分别占调查海域底栖生物总丰度的20.72%和7.62%。

### ④ 群落结构

春季底栖生物出现种数变化范围在6~30种之间，多样性指数变化范围在1.75~3.77之间，平均为2.98；均匀度变化范围在0.61~0.89之间，平均为0.79。

夏季底栖生物出现种数变化范围在 6~35 种之间，多样性指数变化范围在 1.18~4.31 之间，平均为 3.18；均匀度变化范围在 0.29~0.94 之间，平均为 0.80。

秋季底栖生物出现种数变化范围在 4~26 种之间，多样性指数变化范围在 1.17~4.20 之间，平均为 3.10；均匀度变化范围在 0.34~0.97 之间，平均为 0.80。

冬季底栖生物出现种数变化范围在 5~20 种之间，多样性指数变化范围在 0.94~3.16 之间，平均为 2.01；均匀度变化范围在 0.36~0.96 之间，平均为 0.86。

#### （6）潮间带生物

##### ① 生物量

春季 6 条潮间带生物断面平均生物量为  $498.59\text{g}/\text{m}^2$ 。以甲壳动物居首，平均为  $270.89\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 54.33%；软体动物其次，为  $149.53\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 29.99%；藻类位列第三，为  $75.36\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 15.11%。平均生物量垂直分布以中潮区最大，为  $1044.78\text{g}/\text{m}^2$ ；低潮区次之，为  $448.77\text{g}/\text{m}^2$ ，高潮区最低，仅为  $4.27\text{g}/\text{m}^2$ 。

秋季潮间带生物比春季调查增加了 2 条断面分别位于东虎屿和西虎屿，为岩礁相生物断面。8 条潮间带生物断面平均生物量为  $305.04\text{g}/\text{m}^2$ 。以甲壳动物居首，平均生物量为  $151.45\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 49.65%；藻类其次，为  $77.80\text{g}/\text{m}^2$ ，占 25.50%，软体动物位列第三，为  $73.07\text{g}/\text{m}^2$ ，占 23.95%。平均生物量垂直分布以中潮区为最大，为  $647.06\text{g}/\text{m}^2$ ，低潮区次之，为  $388.47\text{g}/\text{m}^2$ ，高潮区最低，仅为  $5.75\text{g}/\text{m}^2$ 。

##### ② 栖息密度

春季 6 条潮间带断面平均生物栖息密度为  $368\text{ind.}/\text{m}^2$ 。生物栖息密度以甲壳动物居首，平均密度为  $157\text{ind.}/\text{m}^2$ ，占总密度的 42.59%；其次是软体动物，占 36.23%。栖息密度垂直分布以低潮区（ $552\text{个}/\text{m}^2$ ）>中潮区（ $504\text{个}/\text{m}^2$ ）>高潮区（ $50\text{个}/\text{m}^2$ ）。

秋季 8 条潮间带断面平均生物栖息密度为  $337\text{ind.}/\text{m}^2$ 。生物栖息密度以甲壳动物居首，平均密度为  $156\text{ind.}/\text{m}^2$ ，占总密度的 46.29%；其次是软体动物，占 37.26%。栖息密度垂直分布以低潮区（ $517\text{个}/\text{m}^2$ ）>中潮区（ $471\text{个}/\text{m}^2$ ）>高潮区（ $97\text{个}/\text{m}^2$ ）。

##### ③ 种类组成

春季调查 6 条断面所有采集的底栖生物，经初步鉴定共有潮间带生物 97 种，其中节肢动物 28 种，占 28.9%，居首位；藻类次之，27 种，占 27.8%；软体动物 21 种，居第三位，占 21.6%；环节动物 16 种，占 16.5%，其它生物占 5.2%。

秋季调查 8 条断面所有采集的底栖生物，经初步鉴定共有潮间带生物 109 种，其中

软体动物32种，占29.4%，居首位；节肢动物次之，31种，占28.4%；藻类21种，居第三位，占19.3%；环节动物18种，占16.5%，其它生物占6.3%。

#### ④ 群落结构

春季 6 条断面生物多样性指数和均匀度指数平均分别为 2.76 和 0.76；秋季 8 条断面生物多样性指数和均匀度指数平均分别为 3.12 和 0.78，变化范围分别为 2.60~3.55 和 0.70~0.89。

#### （7）鱼卵和仔稚鱼

春季共鉴定出 12 个鱼卵仔鱼种类，隶属于 12 属 12 科，种类为小沙丁鱼、小公鱼、稜鯷属、鲱科、眶棘双边鱼、多鳞鱈、鳀属、石首鱼科、细鳞鲷、绯鲤属、鰕虎鱼科、舌鳎科。春季调查时间为 5 月，是南海鱼类产卵的高峰期，因而采集到的鱼卵数量相对较多。共采到鱼卵 9891 粒，仔鱼 77 尾，鱼卵平均密度为 3752 粒/1000m<sup>3</sup>，仔鱼平均密度为 29.2 尾/1000m<sup>3</sup>。鱼卵数量最多的是鳀属，占总数的 43.2%，其次是多鳞鱈，占总数的 21.6%，小公鱼占 15.2%，舌鳎科占 9.4%，其余种类占 10.5%。仔鱼出现数量最多的是眶棘双边鱼，占总数的 26.0%，其次是小公鱼，占 20.8%，鰕虎鱼占 16.9%，小沙丁鱼占 7.8%，细鳞鲷和绯鲤各占 6.5%，多鳞鱈和石首鱼科各占 5.2%，鲱科和舌鳎科各占 2.6%。在出现种类中，属于优质种类有多鳞鱈和细鳞鲷，经济种有小沙丁鱼、小公鱼、鲱科、石首鱼科、绯鲤和舌鳎科。

夏季共鉴定出 12 个鱼卵仔鱼种类，隶属于 12 属 12 科，种类包括小沙丁鱼、小公鱼、鲱科、短尾大眼鲷、眶棘双边鱼、多鳞鱈、鳀属、鲈科、细鳞鲷、日本金线鱼、鰕虎鱼科、舌鳎科等。夏季调查时间为 8 月，仍是南海鱼类产卵的高峰期。共采到鱼卵 6196 粒，仔鱼 75 尾，鱼卵平均密度为 2350 粒/1000m<sup>3</sup>，仔鱼平均密度为 28.1 尾/1000m<sup>3</sup>。鱼卵数量最多的是鳀属，占总数的 37.6%，其次是小公鱼，占总数的 19.8%，多鳞鱈占 19.4%，舌鳎科占 8.1%，小沙丁鱼占 1.7%，鲱科占 1.3%，其余种类占 12.0%。仔鱼出现数量最多的是小公鱼，占总数的 23.0%，其次是眶棘双边鱼，占 21.6%，虎鱼占 16.2%，日本金线鱼占 8.1%，小沙丁鱼和多鳞鱈各占 6.8%，鲈科占 5.4%，细鳞鲷占 4.1%，鲱科、舌鳎科和短尾大眼鲷各占 2.7%。在出现种类中，优质种类有多鳞鱈，经济种有小沙丁鱼、小公鱼、鲱科、短尾大眼鲷、日本金线鱼、鲈科和舌鳎科。

秋季共鉴定出 10 个鱼卵仔鱼种类，隶属于 10 属 10 科，种类包括小公鱼、鲱科、白氏银汉鱼、尖海龙、多鳞鱈、鳀属、鲷科、李氏鱼衔、美肩鳃鲷、舌鳎科等。秋季

调查时间为 11 月，是南海鱼类产卵的低谷期，因而采集到的鱼卵数量比较少。秋季，共采到鱼卵 3827 粒，仔鱼 47 尾，鱼卵平均密度为 1451 粒/1000 m<sup>3</sup>，仔鱼平均密度为 17.8 尾/1000m<sup>3</sup>。鱼卵数量最多的是鲷科，占总数的 23.4%，其次是鳊属鱼卵，占 20.0%，小公鱼占 12.0%，舌鳎科占 10.3%，李氏鱼衔占 9.0%，多鳞鱮占 8.4%，鲻科占 4.0%，其余种类占 13.7%。仔鱼出现数量最多的是鲻科，占总数的 31.9%，其次是鲷科，占 21.3%，小公鱼占 17.0%，尖海龙占 12.8%，银汉鱼和美肩鳃鲈各占 8.5%。在出现种类中，属于优质种类有多鳞鱮和鲷科鱼类，经济种有小公鱼、鲻科、尖海龙、鳊科、李氏鱼衔和舌鳎科。

#### （8）游泳动物

厂址附近海域游泳生物的调查于 2015 年 5 月（春季）、2015 年 8 月（夏季）、2015 年 11 月（秋季）和 2012 年 2 月（冬季）进行，共布设 14 个站位，具体见图 2.3-17。

四季调查共捕获游泳动物 209 种，分别隶属于 15 目 72 科，其中鱼类有 134 种，甲壳类 62 种，头足类 13 种。

游泳动物四季的平均重量渔获率为 19.13kg/h，其中鱼类为 7.123kg/h，甲壳类为 11.59kg/h，头足类为 0.41kg/h。游泳动物重量渔获率以夏季最高，冬季次之，春季的渔获率最少。按个体计，评价区游泳动物的平均个体渔获率为 3178ind./h，其中鱼类 611ind./h；甲壳类为 2544ind./h；头足类为 22ind./h。四季变化以夏季最高，其次为冬季，春季最少。各类群渔获率的季节变化详见表 2.3-10。

游泳动物四季的平均资源密度约为 794.18kg/km<sup>2</sup>，其中鱼类约为 295.61kg/km<sup>2</sup>，甲壳类约为 481.35 kg/km<sup>2</sup>，头足类约为 17.22kg/km<sup>2</sup>。以夏季的资源密度最高，冬季次之，春季最低。按个体计，游泳动物的资源密度约为 131915ind./km<sup>2</sup>，其中鱼类约为 25383ind./km<sup>2</sup>，甲壳类约为 105624ind./km<sup>2</sup>，头足类约为 907ind./km<sup>2</sup>。四季中以夏季最高，冬季次之，春季最低。游泳动物各类群资源密度的季节变化见表 2.3-11。

##### ① 鱼类

经鉴定，四季共捕获鱼类 134 种，分隶于 10 目 51 科。以鲈形目的种类数最多，共有 72 种；其次是鲽形目，有 17 种；鲉形目 12 种；鳗鲡目 9 种；鲱形目和鲑形目各 7 种；灯笼鱼目 5 种；鲻形目 3 种；鲀形目和刺鱼目各有 1 种。在各科中，以石首鱼科的种类数最多，有 13 种；鰕虎鱼科有 9 种；天竺鲷科、鲉科和舌鳎科各有 6 种；鳀科、狗母鱼科、蛇鳗科、鲹科、鳊科、鲷科和鲈科均为 4 种；鲱科、康吉鳗科、鲳科、

鮰科、鳗鰕虎鱼科、牙鲆科、鲆科、鲷科和革鲑科均有 3 种；银鲈科、笛鲷科、金线鱼科、羊鱼科、赤刀鱼科、带鱼科、毒鲉科和魴鮆科各为 2 种；其余各科均只有 1 种。在 51 个科中除鰕虎鱼类、鲉科和鲷科之外，其余各科中的大多数种类均为南海主捕或兼捕对象，其中石首鱼类、蛇鲻类、刺鲳、二长棘鲷、海鳗、平鲷和黄鳍鲷等为南海的主要捕捞对象，鰕虎鱼类、稜鳀类和鲽形目鱼类等均为沿岸、浅海渔业的兼捕对象。

### ② 头足类

四季调查渔获的头足类有 13 种，隶属 3 目 4 科，其中春季 3 目 4 科 6 种；夏季 2 目 2 科 4 种；秋季 3 目 3 科 6 种；冬季 3 目 4 科 10 种。春季调查渔获的头足类有 6 种，隶属 3 目 4 科，分别为小管枪乌贼、杜氏枪乌贼、目乌贼、曼氏无针乌贼和柏氏四盘耳乌贼，分别隶属于枪形目、乌贼目和八腕目。夏季调查渔获的头足类有 4 种，隶属 2 目 2 科，分别为田乡枪乌贼、杜氏枪乌贼、中国枪乌贼和柏氏四盘耳乌贼，分别隶属于枪形目和乌贼目。秋季调查渔获的头足类有 6 种，隶属 3 目 3 科，分别为田乡枪乌贼、杜氏枪乌贼、剑尖枪乌贼、曼氏无针乌贼、图氏后乌贼和短蛸，分别隶属于枪形目、乌贼目和八腕目。

头足类四季的平均渔获率为 0.41kg/h，以春季和冬季较高。四季调查，头足类的重量渔获率范围为 0.16~0.72kg/h，平均 0.41kg/h。其中，春季重量渔获率范围为 0.06~1.47kg/h，平均 0.62kg/h；夏季重量渔获率范围为 0.03~1.28 kg/h，平均 0.25kg/h；秋季重量渔获率范围为 0~0.72kg/h，平均 0.20kg/h。

### ③ 甲壳类

四季调查渔获的甲壳类共 62 种，分属 2 目 17 科。其中虾类有 6 科 21 种；蟹类有 8 科 32 种；虾蛄有 3 科 9 种。春季调查渔获的甲壳类共 26 种，分属 2 目 12 科。其中虾类有 3 科 10 种；蟹类有 7 科 14 种；虾蛄有 2 科 2 种。夏季调查渔获的甲壳类共 40 种，分属 2 目 12 科。其中虾类有 5 科 17 种；蟹类有 5 科 18 种；虾蛄有 2 科 5 种。秋季调查渔获的甲壳类共 35 种，分属 2 目 12 科。其中虾类有 4 科 12 种；蟹类有 6 科 19 种；虾蛄有 2 科 4 种。

甲壳类四季的平均渔获率为 11.59kg/h，以夏季的渔获率最高。调查海域甲壳类重量渔获率范围为 3.71~17.66kg/h，平均 11.59kg/h。其中，春季重量渔获率范围为 0.48~15.95kg/h，平均 4.20kg/h；夏季重量渔获率范围为 0.72~46.45kg/h，平均 19.90kg/h；秋季重量渔获率范围为 3.01~29.85kg/h，平均 10.54kg/h。

### （9）三场一通

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，多在近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游，不作远距离的洄游。其中，常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鲷、龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲛、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼等。

根据《中国海洋渔业水域图》（中华人民共和国农业部，2002年2月）中的南海鱼类产卵场示意图，核电厂址与最近产卵场的距离均在30km之外。经惠州市海洋与渔业局反馈，厂址附近目前没有海洋生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道分布。本次海洋生态调查亦未在厂址附近发现需特别关注的“三场一通”生态敏感区。预计核电厂温排水对“三场一通”等生态敏感区无影响。

## 2.3.4 工业、交通、及其他相关设施

### 2.3.4.1 工业

#### （1）工业现状

惠东县全县工业以电子、建材、相机、制鞋、服装等行业为主，其中又以制鞋业、对外加工业为主。

厂址半径5km范围内以农渔业及鞋材加工业为主。

厂址半径15km范围内涉及惠东县黄埠镇、吉隆镇以及港口旅游度假区、铁涌及平海镇的部分区域，此外，还包深汕合作区的小漠镇全镇和鹅埠镇部分区域。表2.3-12给出了2017年厂址半径15km范围内惠东县规模以上企业情况。由表可见，该区域惠东所属的规模以上企业共有99家，从业人员近17500人，基本分布在吉隆、黄埠两镇，从事制鞋或与鞋材相关行业。深汕合作区的小漠镇和鹅埠镇两镇仅有1家规模以上工业企业，为华润电力（海丰）有限公司，有职工225人。

#### 1) 黄埠镇

厂址所在的黄埠镇主要产业类型为鞋材、皮革、五金机电、钢材、建材，以制鞋业为支柱产业，为全国三大制鞋业生产基地之一。黄埠制鞋业起源于上世纪80年代，逐渐形成了具有相当规模和一定知名度的广东省鞋业集群产业区。

## 2) 吉隆镇

吉隆镇是广东省女鞋名城，亦是全国闻名的制鞋镇，目前已形成了以制鞋业为龙头，兼有鞋材加工、皮革塑料、五金、纸品包装等行业的地方工业体系。

## 3) 铁涌镇

铁涌镇工业主要为鞋类、鞋材及农产品加工为主。工业企业大多数位于小屯村附近的小屯工业园（小屯工业园主要以制鞋、板材、建材生产为主）。

## 4) 港口区

港口旅游度假区产业类型主要以渔业，盐业、度假酒店、房地产以及海产品加工为主，厂址半径 15km 范围内没有规模以上工业企业。大部分本地居民以农渔业和盐业为主。盐田主要分布在东海村的古灶村、港尾村一带，约 200 多公顷。

## 5) 平海镇

平海镇主要产业类型为房地产、度假酒店，工业企业主要分布厂址 WSW 方位约 18km 的碧甲工业区内，包括平海电厂等。厂址半径 15km 范围内工业较少，无规模以上企业。

## 6) 深汕特别合作区

深汕特别合作区由鹅埠镇、鲘门镇、小漠镇、赤石镇（包括园墩乡及 20 几个大小岛屿）组成，包括鹅埠片区、赤石南片区、鲘门-小漠东片区、小漠南滨海片区。

## (2) 工业规划

### 1) 惠东县工业规划

《惠东县城市总体规划》（2007~2020）提出，惠东县以临港工业、制鞋业为重点做大做强第二产业，发展提升第三产业，加快发展第一产业，优化产业结构和区域布局，促进惠东县产业发展壮大及产业竞争力提升。其中，在重点发展的产业领域—电力能源基地提出：“近期加快东山海风电项目、平海电厂的建设，远期规划核电项目，发展电力项目的相关延伸产业，形成高附加值的产业链，积极发展电能工业。”

图 2.3-2 给出惠东县产业空间格局。

### 2) 黄埠镇工业规划

根据《惠东县黄埠镇总体规划修编（2015—2030）》，黄埠镇城镇总体定位为清洁能源与科研基地，滨海旅游小城，鞋业名镇。其中工业主要分布为黄埠老城区北部，现有博头村，以原博头、大坑、海滨工业区为基础，尽量利用存量工业用地升级的方

式为黄埠鞋业的新功能需求腾挪空间，限制低端制造业用地的无序蔓延，鼓励发展科研设计、创意创新、中介服务、商务金融、电子商务等高附加值行业。图 2.3-18 给出了黄埠镇总体规划示意图。

### 3) 吉隆镇工业规划

吉隆镇规划为广东省中心镇、稔平半岛东部地区商品集散基地、制鞋专业镇以及宜居的生态小城镇。域范围内主要依托城镇建成区形成三大工业片区：吉联工业片区和埔仔工业片区：充分利用交通优势和原有工业基础，建设新的工业区，使之成为招商引资新的吸引点，吉隆工业经济新的增长点。东部工业片区：充分利用便利的交通优势，和原有鞋业优势带来的聚集效应，整合已有鞋业资源，极大的发挥整体优势。

### 4) 港口滨海旅游度假区工业规划

根据《惠东县港口滨海旅游度假区旅游发展总体规划（2010-2025）》，港口滨海旅游度假区经济发展方向为：全力发展旅游业；积极发展海洋渔业；大力发展海产品加工业；控制发展海水养殖业；适度保留盐业生产；限制发展工业，特别要严令禁止引入有污染的工业。

### 5) 平海镇工业规划

根据《平海镇总体规划（2012~2025）》，平海镇发展定位为广东省历史文化名镇和重点镇，珠三角新兴海洋产业基地和综合型滨海旅游度假区。平海镇工业主要布局在碧甲综合性发展组团，依托口岸发展海洋工业、商贸物流、海洋运输等产业，依托南侧滨海资源，发展综合服务和滨海旅游等功能；带动经济发展和产业升级，兼顾电力能源等工业发展。

### 6) 铁涌镇工业规划

根据《惠东县铁涌镇城镇总体规划》（2012~2030 年），铁涌镇城镇定位为稔平半岛重要的旅游服务中心；以休闲观光、生态农业为主导的山水田园城镇；高品质时尚女鞋生产基地和鲜活农产品基地。依托稔山和吉隆的工业基础和 324 国道的交通优势，打造 324 国道工业走廊，小屯工业园主要发展污染较小的劳动密集型与资金密集型产业。女鞋生产基地主要发展教育研发、总部经济、电子商务等服务型产业，适当发展物流和制造业。

### 7) 深汕特别合作区工业规划

深汕特别合作区由鹅埠镇、鲘门镇、小漠镇、赤石镇（包括园墩乡及 20 几个大小

岛屿）组成。

### （3）油、气、危险品仓储设施

#### 1) 固定危险源

厂址半径 15km 范围内共有近 20 处潜在固定危险源，其中有 3 处固定危险源位于核电厂厂址选择的外部人为事件筛选距离值 10km 范围内，分别是：

- 盐洲大洲月眉山加油站，为二级加油站，位于惠东县黄埠镇盐洲月眉山新码头地段（海旁路，厂址 NW 方位约 4.8km），有汽油储罐  $24\text{m}^3 \times 2$  个、柴油储罐  $50\text{m}^3 \times 1$  个；
- 中国石油天然气股份有限公司广东惠州惠东黄埠加油站，为一级加油站，位于惠东县黄埠镇坐头埔（黄吉公路边，厂址 NNW 方位约 9.4km），有汽油储罐  $50\text{m}^3 \times 3$  个、柴油储罐  $50\text{m}^3 \times 1$  个；
- 华润海丰电厂位于厂址 NE 方位约 8km，有 2 个  $120\text{m}^3$  的液氨储罐，1 个  $2\text{m}^3$  的液氨储罐，2 个不超过  $500\text{m}^3$  的油罐，1 个  $22.2\text{m}^3$  的贫胺液罐，2 个  $150\text{m}^3$  的  $\text{CO}_2$  储罐。

距厂址最近的固定危险源为盐洲大洲月眉山加油站，其距厂址约 4.8km。随着居民生活水平的提高，在黄埠镇、吉隆镇区及盐洲岛分布有天然气供应点，各供应点均为惠东县丰源贸易有限公司所有，为三级站，仅销售在惠东县丰源贸易有限公司罐装好的天然气。

综上所述，厂址附近的固定危险源均为小规模的危险源，且距厂址较远，不会对拟建核电厂安全运行造成潜在影响。

#### 2) 油气输送管道

目前厂址附近无油气输送管道，位于厂址 NNE 方位约 5~6km 的海丰华城能源有限公司已停产多年，其配套的管线及码头均已停用。

#### 3) 移动危险源

##### — 陆上运输

厂址半径 10km 范围内运输危险化学品的道路主要为 S387 省道，距厂址最近的潜在移动危险源为盐洲大洲月眉山加油站运输油料的槽罐车，最大运输量约 10t，该运输车运输路径距厂址最近处在厂址 NW 方位约 4.5km。

另外，从汕尾至小漠港的道路上有运输炸药的车辆，距核电厂最近距离约 7.2km，一般 2~3 天运输一次，每次运输量不超过 2.5t。

表 2.3-13 给出了厂址附近公路危险品运输情况。

#### 一 海上运输

目前，随着海丰华城能源有限公司停产，其石化码头运输也已停运，厂址半径 10km 范围内目前无大型危险品运输航线经过。

根据本项目选址安全分析报告，厂址附近固定危险源和移动危险源均不会对拟建核电厂安全运行造成潜在影响。

### 2.3.4.2 交通

#### (1) 公路

##### 1) 现状

厂址所在的区域公路交通较为便捷，有高速公路 G15 沈海高速（深汕高速）、S30 惠深沿海高速，国道 G324，省道 S387 等国省道及 X211 等县道。其中位于厂址半径 15km 范围内的道路主要有：G15 深汕高速、G324 国道、S259 省道、S387 省道和 X211 县道、X213 县道等。厂址附近陆上交通状况详见图 2.3-20。

- G15 深汕高速为沈海高速一部分，距厂址最近处在 NNE 方位 13.5km 的深汕合作区的鹅埠镇境内；
- G324 国道西接深汕合作区的鹅埠镇，与 S387 交接，东穿吉隆、稔山镇及惠东县城，离厂址最近处在厂址 NNW 方位约 13.0km 的吉隆镇；
- S387 省道，由原来的 X121、X211 及 X210 线升级而来，离厂址最近处位于厂址 WNW 方位约 4.6km 处；
- S259 省道：由原来的 X213 线升级而来，离厂址最近点在平海镇，位于厂址 SW 方位约 13km 处；
- X121 线（吉黄线），原起点位于汕尾市交界处，终点位于吉隆镇，现该道路已升级为 S387 省道；
- X210 线（三港线），原起点位于稔山镇三多、终点位于港口镇，现该道路已升级为 S387 省道；
- X211 线（铁盐线），原起点位于铁涌镇、终点位于盐洲镇。盐洲至盐洲大桥桥头段升级后，起点位于黄埠镇盐洲大桥桥头段，终点位于铁涌镇，离厂址

最近处位于厂址 WNW 方位 4.8km 处；

- X213 线（黄大线），原起点位于稔山镇、终点位于港口镇，部分路段升级后，起点位于平海镇，终点位于港口镇。离厂址最近点在平海镇，位于厂址 SW 方位 10.5km 处。目前 X213 黄大线升级改造正在建设，预计 2021 年完成通车。
- 核电应急公路，中广核广东太平岭核电厂应急公路全长 5.056 公里，于 2019 年底实现临时通车。应急公路从东头村起，沿线经过大坑口村等多个村落，与 X121 县道相连。应急公路全线计划于 2021 年中实现全线通车，将起到保障核电项目安全建设的重要作用。与此同时，应急公路的通车也将进一步提升黄埠镇和小漠镇的跨区域联动，为黄埠镇打通前往深山合作区的另一条道路，改善沿线村民的出行条件，为推动区域经济发展起到重要作用。
- 核电进厂公路，中广核广东太平岭核电厂进场公路全长 6.3 公里，分一期、二期建设，全线于 2020 年 11 月 13 日正式通过交工验收，开始对社会开放。进场公路从厂址起，途径周边沙浦村、盘岩村、三洲村、新渔村、霞坑村、望京洲村等 7 个村落，连接至盐洲大桥桥头，采用双向四车道一级公路标准设计，路基宽 24.5 米，路面为沥青混凝土。
- 新吉盐公路新建工程，该公路起于吉隆镇荖埔村，经招贤、大华等村，终点至黄埠接盐洲跨海大桥，线路全长 8 公里，为一级公路双向六车道。于 2020 年 11 月建成通车，离厂址最近处位于厂址 NNW 方位 5.5km 处。
- 平海至盐洲公路新建工程，该公路起于平海镇接县道 X213 线，沿海岸线布线，经东和、西冲等村，终点至盐洲接盐洲跨海大桥引道，线路全长 7.8 公里，按一级公路双向四车道标准建设，目前已建成通车。离厂址最近处在厂址 WNW 方位 4.8km 处。
- 惠东县增吉公路改建工程，该项目全长 27.2Km，其中桥梁 200 米，起于多祝镇集联接省道 S356 线，终点至吉隆桥接国道 G324 线，目前已建成通车。离厂址最近处位于厂址 NNW 方位 13km 处。
- 惠东县两项目两装置进场公路，项目全长 5.6 公里，总投资 9600 万元。主线采用设计速度 40Km/h 的双向两车道山区二级公路标准设计，路基宽 12m，行车道宽 3.5m；支线采用设计速度 40km/h 的双向两车道三级公路标准建设，路

基宽 10.5，行车道宽 3.5m，最近处位于厂址北侧约 2km 处，目前已完成建设。

- 惠东县黄埠镇平东公路建设工程(主线)，项目起点位于核电厂东北角大门口，终点位于 X121 县道交叉口，全长 8.9 公里，按照三级公路标准建设，路基宽 7.5 米，沥青混凝土路面宽 6.5 米，设计时速 30 公里/小时。该公路目前正在建设。

## 2) 规划

### (2) 铁路

厂址半径 15km 范围内有厦深铁路，连接厦门、漳州、潮州、普宁、汕头、汕尾、惠州、深圳等 8 个城市，该铁路惠东段全长 36.01km，按照国铁 I 级标准建设，线路最近处在厂址 N 方位 13km 的汕尾市海丰县鹅埠镇境内。

为构建惠州与广州、深圳、东莞对接主骨架铁路，规划修建广州至汕尾铁路起于广州市花都区，经增城进入惠州市，经博罗、惠城、惠阳、惠东，向东延伸至汕尾市，接厦深沿海铁路，该线路在厂址附近基本沿厦深铁路北侧布设，距厂址最近处为 NNE 方位约 19.8km 的赤石镇境内。

### (3) 港口及码头

#### 1) 港口

厂址附近惠东境内有碧甲港区以及亚婆角、盐洲和港口 3 个装卸点码头，其中仅有盐洲装卸点在厂址半径 15km 范围内。盐洲装卸点位于盐洲岛南端，厂址 NW 方位 4.5km 处，1995 年 8 月建成 500t 级泊位 3 个，规划泊位长 130m，吞吐能力 10 万 t 左右。规划预留 2 个 2000t 级泊位 2 个，泊位长 170m，3000t 级泊位 1 个，长 150m。陆域占地面积 6.6 万 m<sup>2</sup>。

厂址附近的深圳港小漠港区，最近处在厂址 ENE 方位约 5km 处，小漠国际物流港重点发展综合智慧物流、冷链物流、电商物流、国际商品展示交易、海洋渔业、海洋装备及生物技术研发口岸管理以及邮轮综合服务等功能。

小漠国际物流港一期工程（厂址 NE 方位约 7.5km）泊位岸线 641m，总面积约 46 公顷，新建 2 个 5 万吨级多用途泊位（水工结构按 10 万吨级设计）和工作船舶位（兼靠 3000 吨级集装箱驳船，水工结构按 5 万吨级设计），多用途泊位长 521 米、工作船舶位长 120 米。设计吞吐量 450 万吨/年，货种主要为水泥、钢材、矿建、集装箱，目

前正在建设，一期工程预计 2021 年建成。远期规划最终形成 49 个泊位，14.494 公里港口岸线，港区可开发陆域面积 1185 万平方米，总通过能力约 7500 万吨/年。

图 2.3-22 给出了小漠港区总体规划示意图。

华城能源有限公司在小漠港区南端建设了石化加工储运（生产）基地配套石化码头，有 35m×12m 工作平台一个，3000t 级和 1000t 级泊位各一个，于 2011 年投于使用，设计年吞吐能力为 50 万吨。随着海丰华城能源有限公司的停产，该码头也停用。

另外，广东华润海丰电厂配套建成 1 个 10 万 t 级煤码头和 1 个 3000t 级重件泊位，最近处在厂址 NE 方位约 8km 处。

## 2) 渔港及码头

厂址附近的渔港及水产品码头除了盐洲渔港外，大多数规模较小，为私人拥有，有利捷水产品交易码头、牛洲水产品码头、三洲水产品码头等。盐洲渔港位于厂址 NW 方位 4.5km 处，港区水域面积 550 万 m<sup>2</sup>，成口袋状，口袋出口长约 6km，最窄处宽仅约 250 m，天然避风条件好，可停靠 3000 多艘船。每年来此避风渔船达 650 艘，多数为外地渔船。年渔货卸港量约 6.8 万 t。渔用岸线长 1000m，码头长 265m。建有水产品批发市场，供水、供油、供冰、贮冰、冷藏及消防设备、渔货加工等配套设施。盐洲渔港航道自盐务所码头起，至东西虎岛屿为止，长 7200m，宽 400-700m。

小漠渔港位于厂址 NNE 方位 10km 处，是全省 84 个重点渔港之一，也是汕尾市的中心避风良港，被省政府列入全省渔港 10 年整治计划，每逢台风季节来自深圳、东莞、惠东以及本地的马宫、鲘门等地的渔船常来避风。

图 2.3-23 给出了厂址附近的码头和港口分布情况示意图。

## (4) 航道

厂址附近海上航线有小漠航道、鲘门航道、马宫航道、大星山甲子航道等，其中最近的小漠航道始于小漠港区，与厂址最近距离约 7km。

## (5) 机场和空中航线

厂址半径 16km 范围内没有民用机场，厂址半径 4km 范围内不存在空中航线或飞机起落通道。根据中国民用航空中南地区管理局文件（民航中南局函[2015]149 号文），厂址周边的机场航线基本满足《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）考虑的厂址选择条件有关与机场的距离要求。

表 2.3-2 厂址半径 15km 范围地表水体情况

## 水库

水库	位置	规模	总库容 (万 m <sup>3</sup> )	功能	方位、距离 (km)
黄坑水库	铁涌镇	中	1110	灌溉、供水	W、11-13
牛牧坑水库	铁涌镇	小(1)	344	供水、灌溉	W、13.7
寨内水库	平海镇	小(1)	246	供水	WSW、10
东坑水库	平海镇	小(1)	112	灌溉	WSW、13
江山水库	吉隆镇	小(1)	323	供水、灌溉	NW、14
石瓮水库	黄埠镇	小(1)	162	供水	N、4.2
康竹坑水库	黄埠镇	小(1)	110	灌溉	N、6.5
苦竹坑水库	黄埠盐 洲	小(1)	135	供水	W、4.3
小漠水库	小漠镇	小(1)	200	供水、灌溉	NNE、10

## 河流

名称	位置	名称	位置
洞上河	SW/8km	溪美河	W/14km
新宁河	W/9km	东头河	N/5km
黄坑河	W/12km	吉隆河	NNW/9.5km

表 2.3-5 厂址附近各乡镇农业生产概况

## 农业种植情况

单位：产量：t；面积：亩

乡镇	耕地面积	粮食作物		蔬菜		水果		油料	
		面积	产量	面积	产量	面积	产量	面积	产量
铁涌镇	33553	62944	20987	35102	57734	8356	4725	5394	1113
平海镇	20500	43812	14750	49080	87054	4184	1779	7087	1323
吉隆镇	19700	13612	4333	12182	20517	6799	4890	1164	231
黄埠镇	7150	11649	4536	6254	9138	281	183	317	63
鹅埠镇	/	4550	1202	4867	7434	8131	6047	450	50
小漠镇	436.7	/	116	0	0	2350	1894	0	0

## 畜禽养殖情况

乡镇	猪（头）		大牲畜（头）		家禽（只）		羊（头）	
	存栏	出栏	存栏	出栏	存栏	出栏	存栏	出栏
铁涌镇	11297	18511	2288	189	125974	280178	173	143
平海镇	14772	23568	1407	66	256444	860408	0	0
吉隆镇	5814	9084	1890	93	25926	66498	0	0
黄埠镇	4078	6378	1095	85	16561	55177	0	0
鹅埠镇	1273	2524	349	253	117296	245208	0	0
小漠镇	/	358	/	60	/	12400	0	0

表 2.3-6 厂址半径 10km 范围内各方位离厂址最近的居民点、农田、规模以上果园和菜田情况

方位	居民点			菜田					果园					农田				
	村名	距离 (km)	人口 (人)	地名	距离 (km)	面积 (亩)	主要作物	年产量 (t)	地名	距离 (km)	面积 (亩)	年产量 (t)	主要果园	地名	距离 (km)	面积 (亩)	主要作物	年产量 (t)
N	平径村	6.6	280	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
NNE	上太平	1.2	346	上太平	1.2	122	马铃薯	1157	/	/	/	/	/	上太平	1.3	585	早稻、晚稻、玉米	218
NE	东头	2.3	660	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ENE~SSW 无																		
SW	东和	9.3	1917	西冲村	3.0	1000	马铃薯	6000	/	/	/	/	/	东和	8.7	1827	早稻、晚稻、玉米	279
WSW	湾仔	2.6	360						洞上	8	180	137	荔枝	湾仔	2.1	422		166
W	渡头	2.5	463						/	/	/	/	/	渡头	2.5	555		218
WNW	山下	1.7	280	盐洲居委 联新村	5.8	280	马铃薯	1680	新寮村	9~10	230	120	桂味	山下	1.6	266	早稻、晚稻、玉米	99
											130	68	火龙果					
											80	42	木瓜					
NW	下太平	1.2	202	下太平沙浦	1.5	281		1683	/	/	/	/	/	下太平	1.2	234		87
NNW	霞坑村	5	1490	/	/	/	/	/	下圩村	7.9	80	61	荔枝	霞坑村	5	716		244
											130	111	龙眼					

表 2.3-7 厂址附近各乡镇渔业生产概况（2017 年）

单位：t

单位	合计	海水产品产量						淡水产品产量				
		总产量	鱼类	虾蟹类	贝类	藻类	其他类	总产量	鱼类	贝类	虾蟹类	其他类
惠东县	67635	57338	20468	15403	20296	362	809	10297	9967	0	27	303
铁涌镇	11350	11136	2404	1520	7212	0	0	214	214	0	0	0
平海镇	8220	8193	2292	5507	285	20	89	27	22	0	5	0
港口区	14644	14644	6322	3014	4670	5	633	0	0	0	0	0
吉隆镇	794	575	158	291	99	0	27	219	219	0	0	0
黄埠镇	12048	11995	5694	2634	3298	309	60	53	53	0	0	0
鹅埠镇	1647	965	14	951	0	0	0	682	682	0	0	0

表 2.3-9（1/2） 海洋生态调查站位设置与工作内容一览表

站位编号	站位坐标		调查内容					
	东经	北纬	水质	沉积物	海洋生物*	放射性本底		渔业资源
						海水	沉积物	
S1	115°3'15.6"	22°46'54.0"	√					
S2	115°5'26.4"	22°47'13.2"	√					
S3	115°9'9.0"	22°46'44.4"	√					
S4	115°13'40.2"	22°46'15.0"	√					√
S5	115°19'11.4"	22°45'27.0"	√					
S6	115°3'39.6"	22°45'41.4"	√	√	√	√	√	
S7	115°6'39.0"	22°44'48.0"	√	√	√	√	√	
S8	115°10'36.6"	22°43'54.6"	√	√	√	√	√	√
S9	115°15'51.0"	22°42'32.4"	√	√	√	√	√	
S10	115°19'48.6"	22°40'45.6"	√	√	√	√	√	
S11	115°1'53.4"	22°44'28.8"	√					
S12	115°4'47.4"	22°43'10.8"	√					
S13	115°8'1.2"	22°41'34.2"	√					√
S14	115°12'13.2"	22°39'28.2"	√					
S15	115°16'25.2"	22°37'31.8"	√					√
S16	115°20'22.2"	22°35'31.2"	√					
S17	115°1'24.0"	22°41'39.0"	√	√	√	√	√	
S18	115°2'12.6"	22°40'55.2"	√	√	√	√	√	
S19	115°5'7.2"	22°38'54.6"	√	√	√	√	√	√
S20	115°8'25.8"	22°36'28.8"	√	√	√	√	√	
S21	115°12'22.8"	22°33'44.4"	√	√	√	√	√	√
S22	115°15'31.8"	22°31'28.8"	√	√	√	√	√	
S23**	115°0'6.6"	22°41'39.0"	√	√	√	√	√	
S24	114°58'15.6"	22°40'21.6"	√					
S25	114°59'47.4"	22°38'44.4"	√	√	√	√	√	
S26	115°1'53.4"	22°36'14.4"	√	√	√	√	√	√
S27	115°4'28.2"	22°33'0.6"	√	√	√	√	√	
S28	115°7'13.2"	22°29'42.0"	√	√	√	√	√	√
S29	115°9'48.0"	22°26'38.4"	√	√	√	√	√	
S30	114°54'57.0"	22°36'48.6"	√					
S31	114°55'49.8"	22°35'22.2"	√	√	√	√	√	
S32	114°57'22.2"	22°32'31.8"	√	√	√	√	√	√
S33	114°59'37.8"	22°29'13.2"	√	√	√	√	√	
S34	115°1'39.0"	22°26'4.2"	√	√	√	√	√	√
S35	115°4'4.2"	22°21'47.4"	√	√	√	√	√	
S36	114°53'34.2"	22°32'25.2"	√					
S37	114°53'58.8"	22°30'19.2"	√					
S38	114°54'18.0"	22°27'24.6"	√					√

表 2.3-9（2/2） 海洋生态调查站位设置与工作内容一览表

S39	114°54'46.8"	22°23'56.4"	√					
S40	114°55'21.0"	22°19'45.0"	√					
S41	114°48'58.2"	22°34'18.0"	√	√	√	√	√	
S42	114°48'43.8"	22°32'6.0"	√	√	√	√	√	
S43	114°48'39.0"	22°28'19.8"	√	√	√	√	√	
S44	114°48'39.0"	22°24'17.4"	√	√	√	√	√	√
S45	114°48'39.0"	22°19'22.2"	√	√	√	√	√	
S46	114°54'22.8"	22°44'24.0"	√	√	√	√	√	
S47	114°56'48.0"	22°42'27.6"	√	√	√	√	√	
S48	114°58'0.6"	22°41'24.6"	√			√		
D1	115°2'38.28"	22°46'8.47"	—	—	—	—	√	—
D2	115°0'48.49"	22°42'16.49"	—	—	—	—	—	—
D3	114°58'53.70"	22°41'24.35"	—	—	—	—	—	—
D4	114°55'10.26"	22°43'26.26"	—	—	—	—	—	—
D5	114°53'5.63"	22°44'24.09"	—	—	—	—	—	—
D6	114°54'2.05"	22°35'9.53"	—	—	—	—	—	—
W***	115°11'03.19"	22°44'38.26"						
合计			48 站	29 站	29 站	30 站	30 站	12 站

\*海洋生物调查中叶绿素 a 与初级生产力 48 个站位调查，微生物、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼调查站位同生物调查，共 29 个站位。D1~D6 为潮间带站位，\*\*为定点连续监测站，\*\*\*为污损生物定点挂板站位。

表 2.3-10 游泳生物各类群渔获率的季节变化

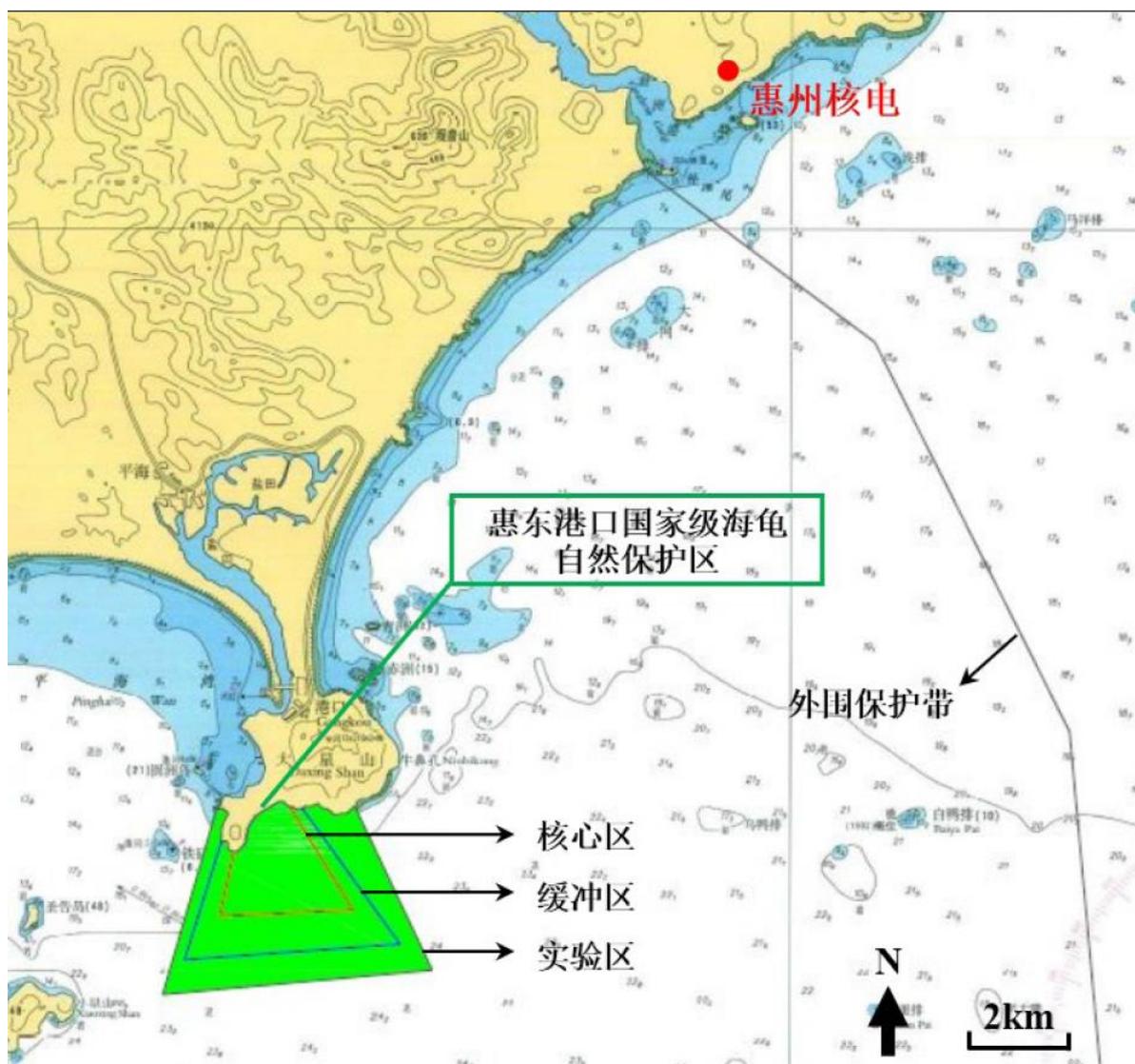
单位：kg/h； ind/h

类群 季节	鱼类		头足类		甲壳类		总和	
	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率
春季	3.73	213	0.62	18	4.20	481	8.55	712
夏季	14.59	1404	0.25	21	19.90	6210	34.73	7635
秋季	5.01	455	0.20	13	10.54	1515	15.75	1983
冬季	5.15	374	0.59	35	11.74	1972	17.48	2381
四季平均	7.12	611	0.41	22	11.59	2544	19.13	3178

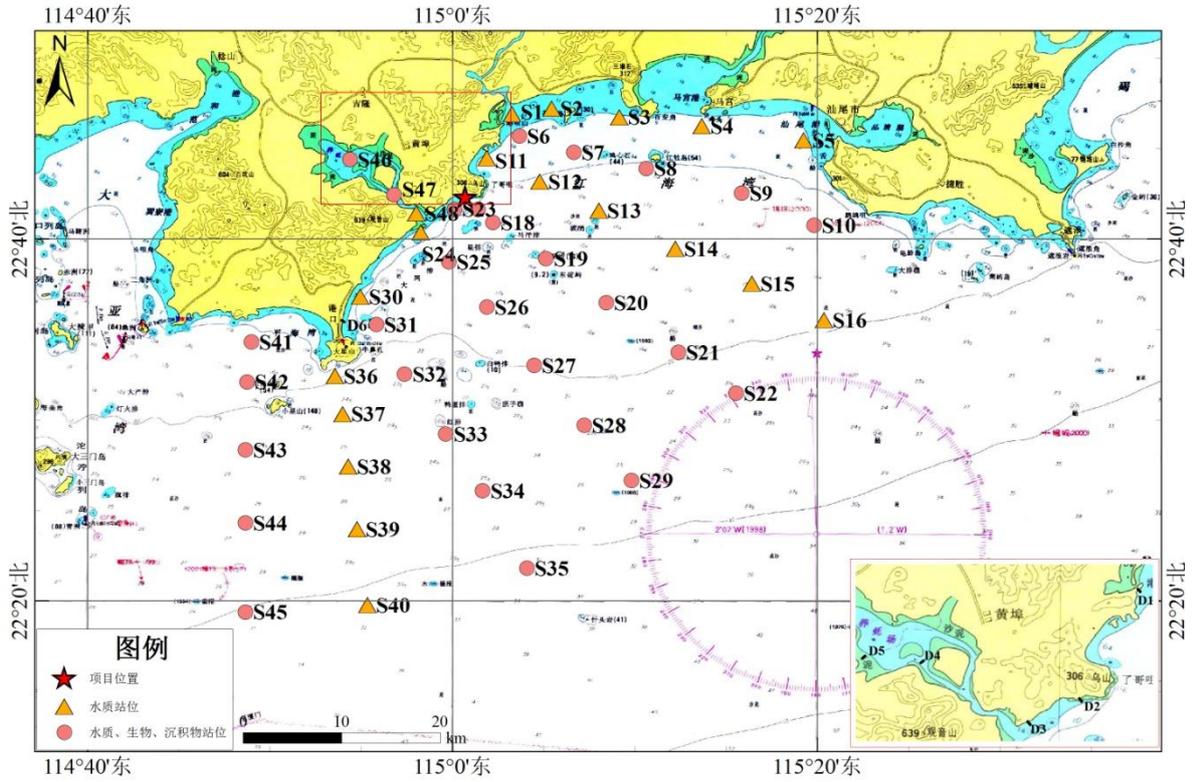
表 2.3-11 游泳生物各类群资源密度的季节变化

单位: kg/km<sup>2</sup>; ind/km<sup>2</sup>

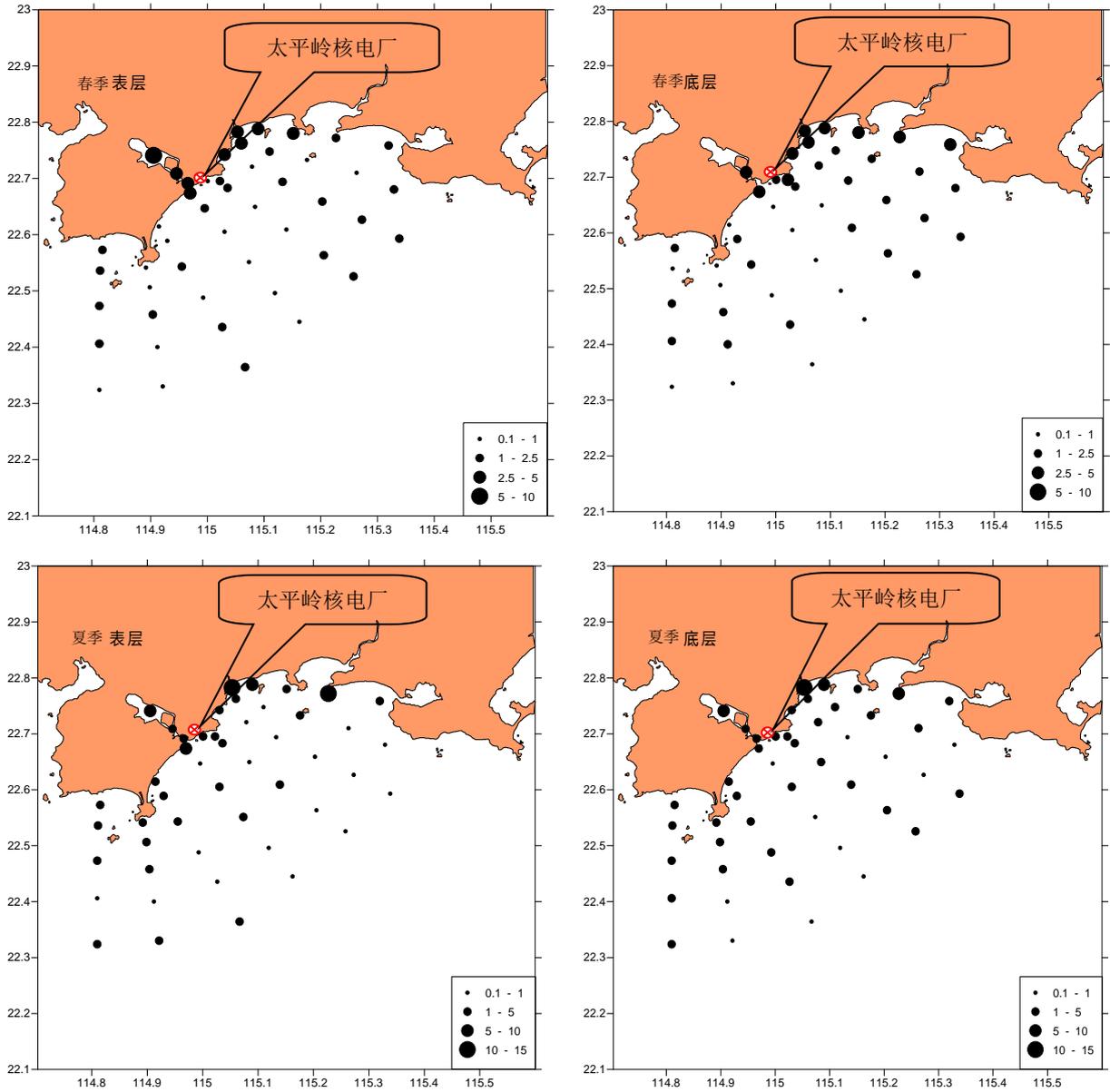
类群 季节	鱼类		头足类		甲壳类		总和	
	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率	重量 渔获率	个体 渔获率
春季	155.03	8837	25.58	747	174.52	19974	355.13	29558
夏季	605.63	58268	10.31	878	826.05	257798	1441.99	316945
秋季	207.97	18895	8.43	557	437.54	62876	653.94	82329
冬季	213.82	15532	24.55	1447	487.28	81849	725.65	98828
四季平均	295.61	25383	17.22	907	481.35	105624	794.18	131915



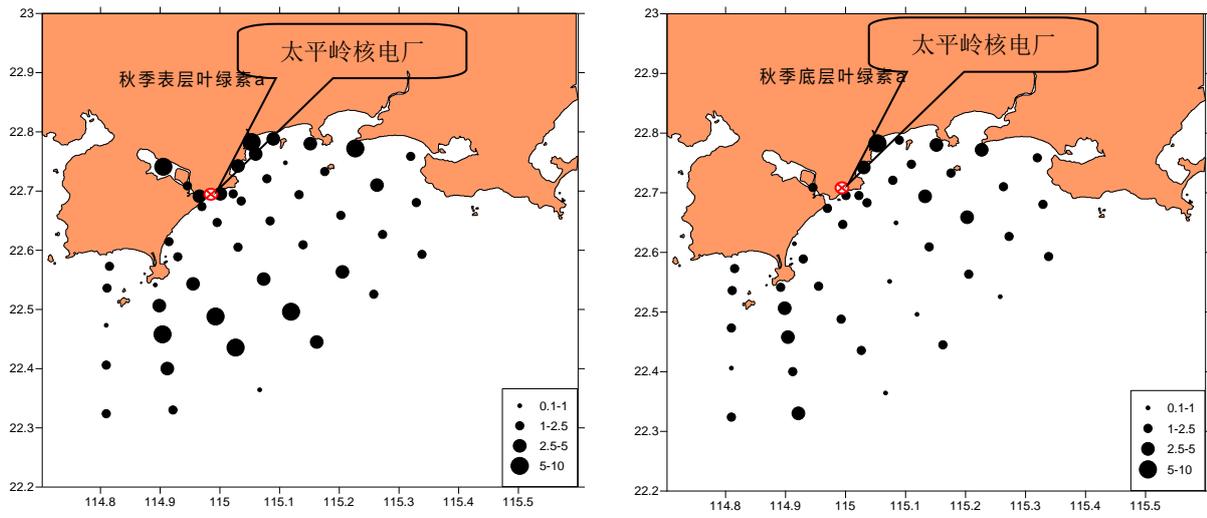
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
太平岭核电项目与海龟保护区范围		
相对位置示意图		
图 2.3-9	版次:	A



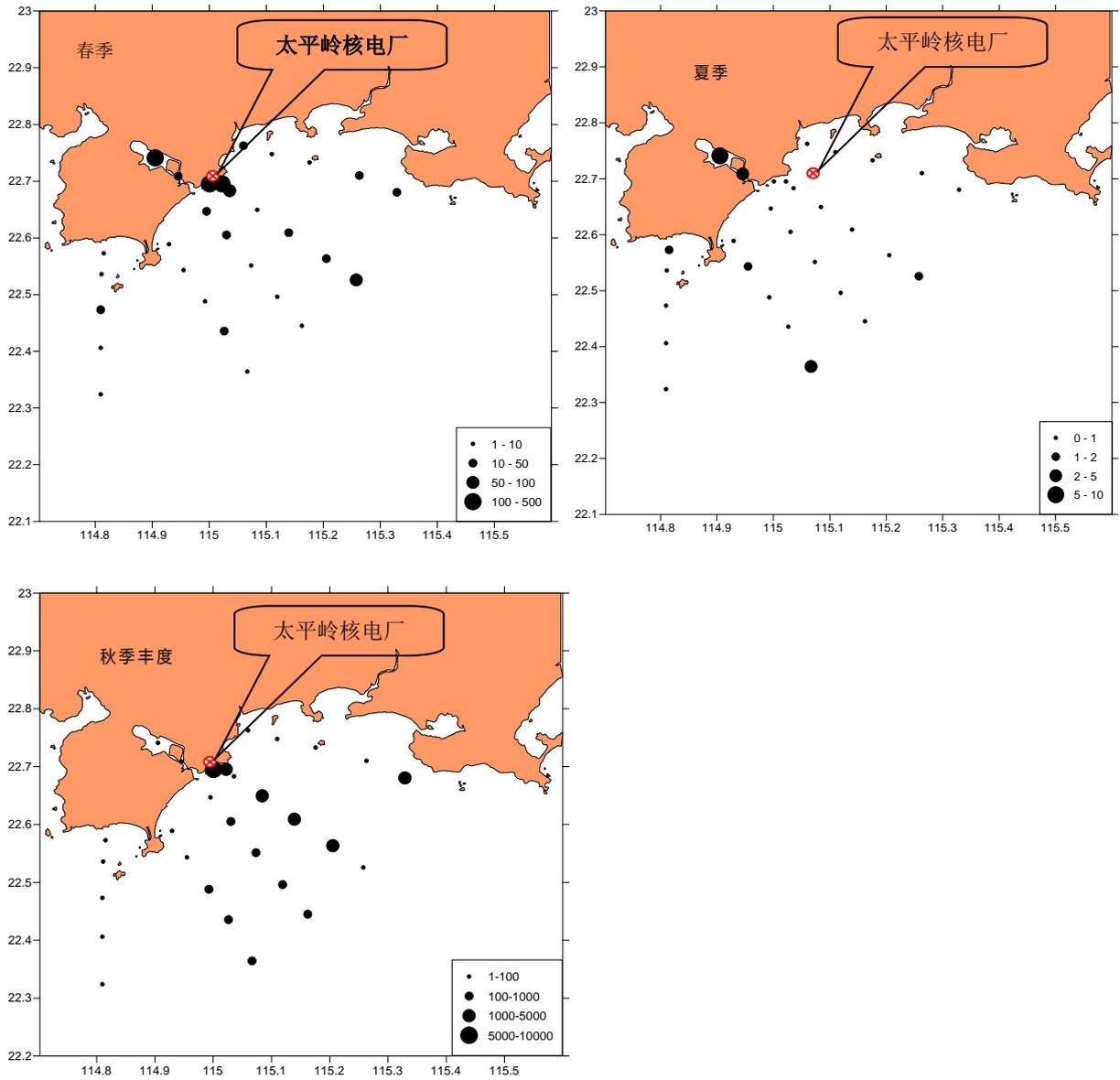
中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
海洋生态调查监测布点示意图		
图 2.3-12	版次:	A



中广核广东太平岭核电站二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
叶绿素 a 表、底层分布图		
图 2.3-13（1/2）	版次：	A



中广核广东太平岭核电站二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
叶绿素 a 表、底层分布图		
图 2.3-13（2/2）	版次：	A



中广核广东太平岭核电站二期工程

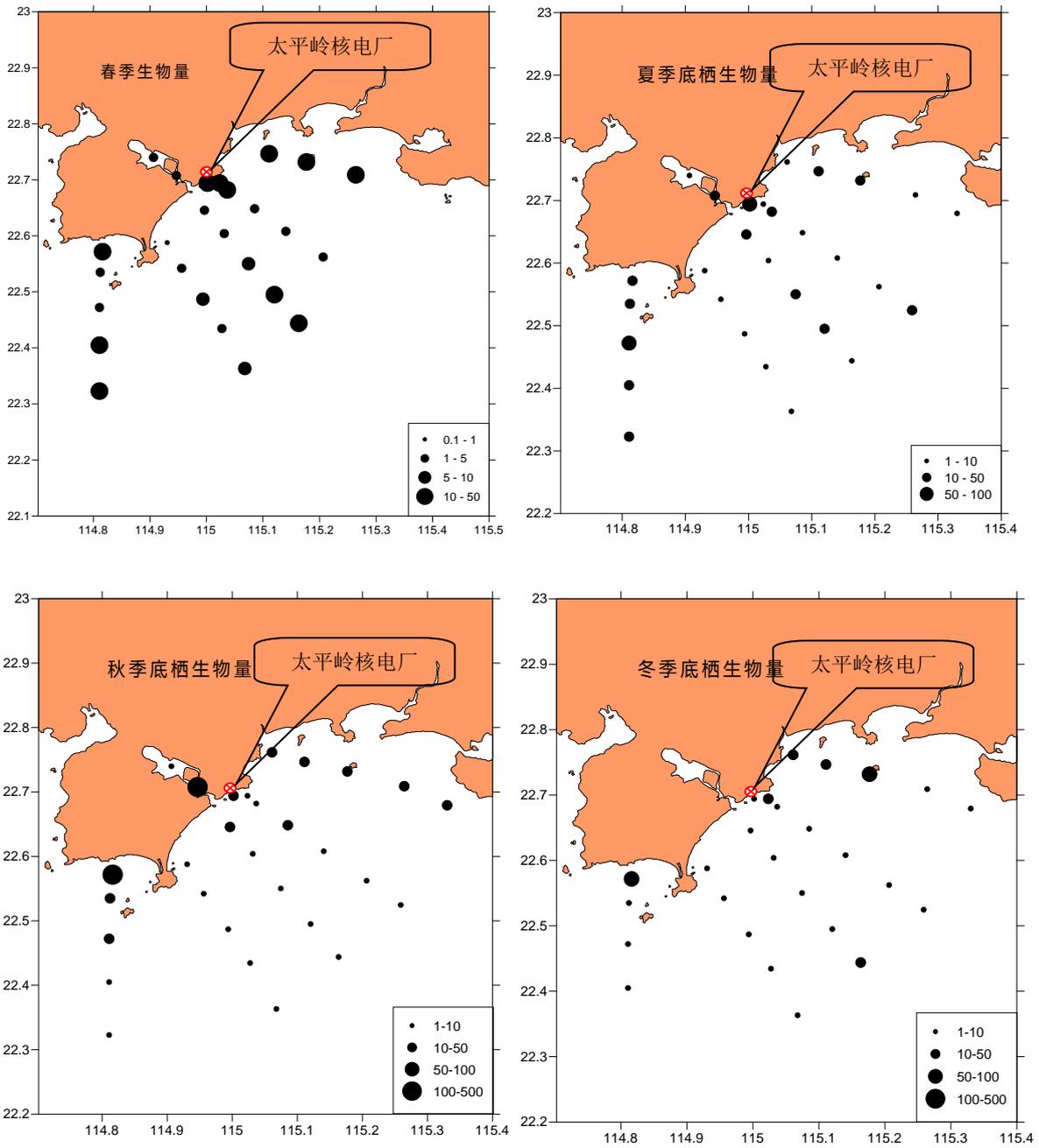
环境影响报告书（选址阶段）

浮游植物总量平面分布图

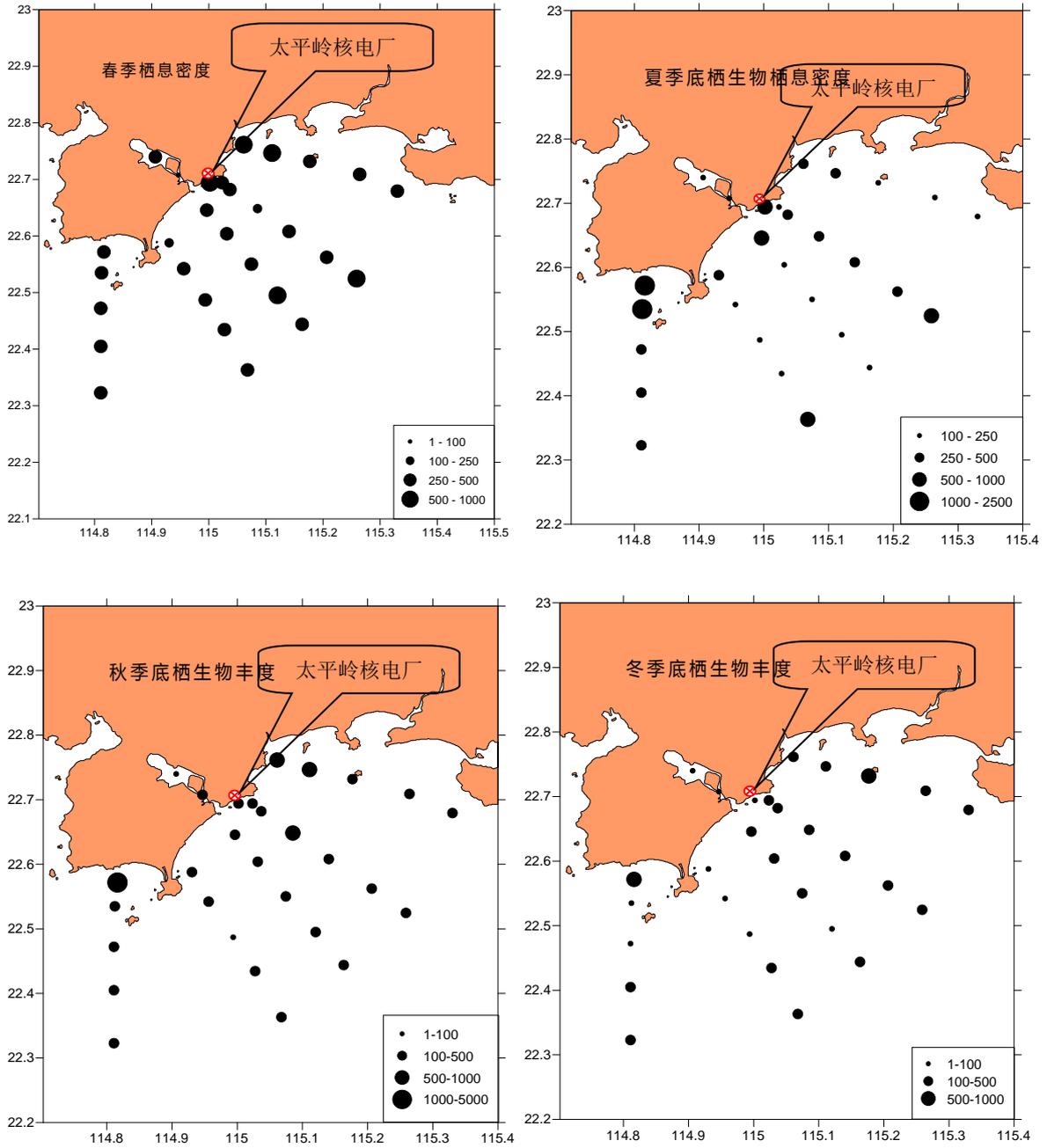
图 2.3-14

版次:

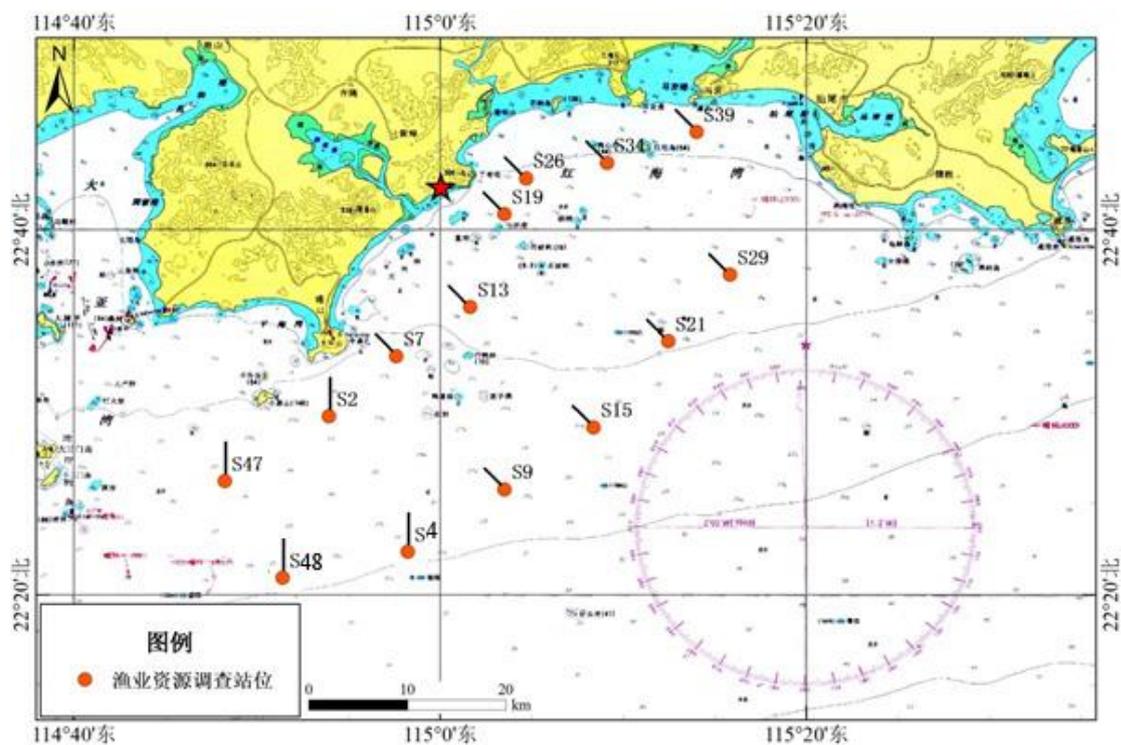
A



中广核广东太平岭核电站二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
底栖生物生物量分布图		
图 2.3-15	版次:	A



中广核广东太平岭核电站二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
底栖生物栖息密度平面分布图		
图 2.3-16	版次:	A



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
游泳生物调查站位示意图		
图 2.3-17	版次:	A

## 2.4 气象

### 2.4.1 区域气候

### 2.4.2 设计基准气象参数

### 2.4.3 当地气象条件

### 2.4.4 大气稳定度

### 2.4.5 联合频率

### 2.4.6 混合层高度及扩散参数值

### 2.4.7 运行前的厂址气象观测

### 2.4.8 参考资料

表

表2.4-1 区域气象参数特征表（1953~2019）（2张）

表2.4-2 厂址区域累年平均风向频率

表2.4-3 厂址区域累年各季风向频率

表2.4-4 调查区域1951~2020年出现的不同类别龙卷风次数和频率

表2.4-5 厂址气象观测系统温度、气压、相对湿度和降水特征（2张）

表2.4-6 厂址地区不同风向年降水量

表2.4-7 气象塔各高度处各月及年风向频率（%）（4张）

表2.4-8 气象塔各高度处各月及年平均风速（m/s）（4张）

表2.4-9 厂址风向、风速、稳定度联合频率分布（%）（3张）

表2.4-10 厂址区域不同稳定度条件下的混合层高度

表2.4-11 湍流试验获得的扩散参数系数值

表2.4-12 传感器性能指标

表2.4-13 气象要素采集指标

表2.4-14 气象观测系统周围环境情况

图

图2.4-1 惠阳站和汕尾站与厂址地理位置示意图

图2.4-2 惠阳站和汕尾站累年及各季平均风向玫瑰图（3张）

图2.4-3 厂址气象塔各高度年平均风向玫瑰图

图2.4-4 厂址降水期间10m高度风向玫瑰图

图2.4-5 湍流扩散参数与P-G扩散参数比较（2张）

图2.4-6 厂址气象站地理位置示意图

## 2.4 气象

### 2.4.1 区域气候

太平岭核电厂位于广东省东南部惠东县黄埠镇境内，东南濒临红海湾，西部隔大亚湾与深圳相邻。厂址区域地处低纬度，北回归线以南，属亚热带季风湿润气候区。厂址受到东南、东北季风的影响，夏季炎热，冬季温暖，降水丰沛。广东受各种大气环流影响形成了厂址区域如下气候特点：

- 冬季是北方蒙古冷高压的鼎盛时期，冬季风势力强大。厂址区域冬季经常处于干冷气流的控制下，气温为全年最低，降雨稀少，但厂址区域位于亚热带，冬季气温仍较高。
- 春季白昼渐长，太阳倾角逐渐增大，地面接收的太阳辐射总量也开始增多。在季风显著的气候区中，春季是从冬半年到夏半年的过渡季节，影响厂址区域的冷空气势力开始减弱，虽也有较明显的冷空气达到沿海，但东移较快，多受弱变性冷高压脊、静止锋、低槽等天气系统控制。
- 夏季为西南风的盛行期。高层副热带西风已撤离厂址区域上空，而由热带东风所取代，并稳定控制。西风急流位置再次北跳和减弱。副热带高压已为全年最强，位置最北的时期。夏季在副热带高压的稳定控制下，常出现炎热天气，是极端最高气温出现的主要时期。同时受来自西太平洋和南海的台风影响，降水明显增多。
- 秋季是夏、冬过渡季节，此时，高层南亚高压迅速撤离，500hPa 副热带高压的候平均位置已南落至北纬 22° 至 18°，地面上锋面的候平均位置已越过南岭，冷高压迅速南下并控制厂址区域。地面冷高压的控制使得厂址区域常常出现秋高气爽的好天气。

为了解太平岭核电厂厂址区域的气候特征，根据厂址区域两个国家基准气象站，汕尾站和惠阳站多年（1953~2019年）长期气象观测统计结果进行分析。

- 汕尾气象站位于太平岭核电厂厂址 ENE 方位约 40.8km 的汕尾镇下埔园，现为汕尾大道中段，处于红海湾西北部滨海，地形为滨海平原。汕尾站离海的距离约 1~2km，为国家基准站，一天四次观测夜间守班，现有观测项目包括：云、能见度、天气现象、气压、湿度、风速和风向、气温、降水量、日照、蒸发量

（小型，2004 年增加大型蒸发）、地温等，2004 年实现自动化观测。

- 惠阳气象站位于太平岭核电厂厂址 WNW 方位约 71.4km 的惠州市惠城区下埔路 6 号，处于厂址西北部东江与其支流西枝江交汇处，地形地貌为罗浮山脉和莲花山脉之间的东江平原。该站始建于 1952 年，为国家基准站，一天四次观测夜间守班，现有观测项目包括：云、能见度、天气现象、气压、气温、湿度、风、降水、日照、蒸发和地温等。

图 2.4-1 给出了惠阳、汕尾气象站与厂址的地理位置示意图。

表 2.4-1 给出了惠阳、汕尾气象站累年（1953~2019）的厂址区域气象参数特征。

#### 2.4.1.1 气温

惠阳、汕尾气象站纬度相差不大，且均靠近海边，受海洋性气候影响较大。

- 惠阳气象站的多年平均气温为 22.1℃，其中，月平均气温 7 月份最高，为 28.5℃；月平均气温最低出现在 1 月份，为 13.7℃。极端最高气温为 38.9℃，极端最低气温为-1.9℃。
- 汕尾气象站的多年平均气温为 22.4℃，其中，月平均气温 7 月份最高，为 28.3℃；月平均气温最低出现在 1 月份，为 14.8℃。极端最高气温为 38.5℃，极端最低气温为 1.6℃。

#### 2.4.1.2 气压

气压的多年季变化规律较为简单，曲线一般呈单峰单谷型，夏季平均气压较低，而冬季则平均气压较高。

- 惠阳气象站多年平均气压为 1009.5hPa。最高月平均气压为 1 月和 12 月，均为 1017.2hPa，最低月平均气压为 8 月的 1001.6hPa。极端最高气压为 1033.3hPa；极端最低气压出现为 959.3hPa。
- 汕尾气象站多年平均气压为 1012.2hPa。最高月平均气压为 1 月的 1019.4hPa，最低月平均气压为 8 月的 1004.4hPa。极端最高气压为 1035.1hPa；极端最低气压为 935.1hPa。

#### 2.4.1.3 相对湿度

- 惠阳气象站的多年平均相对湿度为 77%，以 6 月最高，平均为 84%；以 12 月最低，平均为 67%；
- 汕尾气象站的多年平均相对湿度为 78%，以 6 月最高，平均为 86%；以 12 月最低，平均为 68%。

#### 2.4.1.4 日照和太阳辐射

- 惠阳气象站的年平均日照数为 1893.9h，盛夏 7 月的平均日照时间最长为 213 小时，3 月份平均日照时间最短为 95.6 小时；
- 汕尾气象站的多年平均日照数为 2048.8h，盛夏 7 月的平均日照时间最长为 236.9 小时，3 月份平均日照时间最短为 106.7 小时。

由于广东省辐射观测站较少，离厂址区最近的辐射观测站为广州站，因此利用广州站 1961~2010 年气象资料分析（净辐射为 1993~2010 年资料）进行分析，年总辐射平均为 4346.5MJ，年净辐射平均为 1993.2MJ，年散辐射平均为 2527.1MJ。一年中总辐射、净辐射都以夏季最高、秋季次之、春季再次之、冬季最少，散辐射以夏季最高、春季次之、秋季再次之、冬季最少。

#### 2.4.1.5 雾

根据 1953~2019 年各月平均雾日数统计结果分析：

- 惠阳气象站历年平均雾日为 13.1 天，历年最多雾日数为 35 天，出现在 1955 年、2017 年。从季节分布来看，夏秋两季雾日较少，秋季次之，冬季最多。
- 汕尾气象站历年平均雾日数为 6.7 天，最多雾日数为 15 天，分别出现于 1953 年、1978 年、1980 年、1989 年。从季节分布来看，夏秋两季雾日较少，冬季次之，春季最多。

#### 2.4.1.6 降水

通过降水资料分析，区域内降水量的年、月际变化幅度较大。一年中降水量的变化，大致与夏季海洋气团的进退趋势一致。降水量多集中于春夏两季。

- 惠阳站历年平均降水量为 1749.1mm，降水最大月为 6 月，平均降水量为 336.6mm，最少月份为 12 月，平均降水量为 30.0mm。

- 汕尾站历年平均降水量为 1914.5mm，降水最大月为 6 月，平均降水量为 389.6mm，最少月份为 12 月，平均降水量为 25.2mm。

#### 2.4.1.7 蒸发量

- 惠阳气象站年平均蒸发量为 1729.4mm，7 月份蒸发量最大，为 186.7mm，2 月蒸发量最小，为 92.3mm；
- 汕尾气象站年平均蒸发量为 1867.1mm，10 月份蒸发量最大，为 198.6mm，2 月份蒸发量最小，为 99.2mm。

#### 2.4.1.8 风

根据历年长序列气象站风资料，惠阳、汕尾两个气象站累年及各季的风向频率列于表 2.4-2 和表 2.4-3。图 2.4-2 给出了惠阳、汕尾两个气象站累年及各季的风向玫瑰图。

- 惠阳气象站年平均风速为 2.1m/s，年主导风向为 NNE，频率 17.1%，次主导风向 SE，频率 13.1%，静风频率为 6.1%。春季主导风向为 SE，频率为 18.1%，夏季主导风向为 SE，频率为 17.1%，冬、秋季主导风向 NNE，其中冬季累年风向频率为 23.7%，秋季为 27.6%。
- 汕尾站气象站年平均风速为 2.6m/s，年主导风向为 NE，频率 15.0%，次主导风向 ENE，频率 13.8%，静风频率为 8.0%；春季主导风向为 E，频率 15.4%，夏季主导风向为 SW，频率 20.4%，冬、秋季主导风向较为一致，均为 NE，冬季为 19.5%，秋季为 19.9%。

### 2.4.2 设计基准气象参数

#### 2.4.2.1 热带气旋

热带气旋是本地区主要的灾害性天气，7~9 月是热带气旋的盛期。根据国家 1949~2018 年的《台风年鉴》或中央气象台实时发布的台风资料，以厂址为中心，通过统计 400km 半径圆域内热带气旋的活动，分析研究区热带气旋活动的特征。

在统计资料中，进入统计区域的“直接影响的热带气旋”共有 389 例。按热带气旋强度分，热带低压 38 个，热带风暴 42 个，强热带风暴 92 个，台风 94 个，强台风

58 个，超强台风 65 个。强热带风暴以上强度 309 个，占 79.4%，主要发生于 4~10 月份，发生次数分别为 1 次、0 次、9 次、9 次、13 次、6 次和 6 次，12 月~翌年 3 月均没有过程发生。登陆时强度级别大多数比较高，登陆时的风速比较强，进入厂址区域后中心风力大，取样区内出现的最大风速大都在 6 级以上。

#### 2.4.2.2 龙卷风

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

厂址区域龙卷风确定调查区域包括广东省汕尾、惠州、东莞、深圳、揭阳、河源、汕头、中山、珠海、广州、清远、梅州、潮州 13 个市共计 35 个县（市）区域，面积约为 6.8 万 km<sup>2</sup>，龙卷风调查区南北跨 3 个纬度，东西跨 3 个经度。

表 2.4-4 给出了调查区域 1951 年~2020 年出现的不同类别龙卷风次数和频率的统计，调查区域出现的最强龙卷为 F2 级，共发生了 11 个。F1 级龙卷出现最多为 131 个，占总数的 56.5%，F0 级龙卷出现较多为 90 个，占总数的 38.8%。调查中未发现 F3 级以上的龙卷风。

#### 2.4.2.3 雷暴

根据厂址区域各气象站 1953 年~2016 年各月平均雷暴日数统计结果，惠阳气象站累年平均雷暴日数为 77.9 天，累年最多雷暴日数为 120 天，出现于 1975 年。汕尾气象站累年平均雷暴日数为 54.1 天，累年最多雷暴日数为 89 天，出现于 1975 年。

#### 2.4.2.4 飏线

根据惠阳、汕尾气象站气象报表及该区域的灾害记录，对该地区各站 1953~2016 年的飏线进行了统计，厂址区域内飏线集中出现于 3-9 月，其中夏季最多，且离海越近，飏线出现越少，海岛上出现极少。

惠阳气象站飏线平均 1.65 次/年，其中 1982 年出现最多，全年共出现了 12 次。全年 8 月飏线出现最多，平均 0.39 次/年，其次为 4 月，平均 0.28 次/年。

汕尾气象站飏线平均 0.92 次/年，其中 1977 年出现最多，全年共出现了 8 次。全

年7月飑线出现最多，平均0.25次/年，其次为8月，平均0.22次/年。

#### 2.4.2.5 冰雹

根据惠阳、汕尾气象站气象报表及该区域的灾害记录，对该地区各站1953~2019年的冰雹进行了统计，结果表明，该地区冰雹灾害出现很少，惠阳气象站建站至今只出现5次，汕尾气象站只出现了2次。

### 2.4.3 当地气象条件

本报告采用厂址气象塔2020年1月至2020年12月一整年的气象数据进行统计分析。表2.4-5给出了根据现有一整年的气象观测资料统计得到的厂址处温度、气压、相对湿度和降水特征。

#### 2.4.3.1 气温

从厂址气温变化来看，气象塔各高度月平均气温均最高出现在7月份，最低出现在12月份。从气象塔各层高度年、月气温统计结果来看，总的变化趋势是随高度增高，平均气温逐渐降低。

- 100m高度温度年平均值为21.7℃，月平均温度最高为27.8℃，月平均温度最低为15.3℃；温度最大值为33.0℃，温度最小值为5.0℃；
- 80m高度温度年平均值为21.8℃，月平均温度最高为27.8℃，月平均温度最低为15.3℃；温度最大值为33.3℃，温度最小值为5.2℃；
- 30m高度温度年平均值为22.2℃，月平均温度最高为28.0℃，月平均温度最低为15.6℃；温度最大值为33.8℃，温度最小值为5.6℃；
- 10m高度温度年平均值为22.2℃，月平均温度最高为28.1℃，月平均温度最低为15.6℃；温度最大值为34.1℃，温度最小值为5.7℃；

厂址地面观测站观测到的年平均地温为22.9℃，7月地温平均值最高，为28.9℃，12月份最低，为16.4℃。观测期间，厂址地面观测站观测到的最高温度为35.8℃，最低气温为5.7℃。

厂址年平均露点温度为20.4℃，月平均露点温度最高出现在7月，为28.7℃，最低出现在1月，为12.5℃。露点温度最大值为20.9℃，露点温度最小值为19.9℃。

### 2.4.3.2 气压

厂址地区全年平均气压为 1007.4hPa，2 月份的平均气压最高，为 1014.6hPa，9 月份的平均气压最低，为 1000.4hPa。

### 2.4.3.3 相对湿度

厂址地区年平均相对湿度为 86%，8 月份的平均相对湿度最高，为 92%，1 月份最低，为 77%。

### 2.4.3.4 降水

厂址全年总降水量 1726.0mm。其中，6 月份降水量最大，累计为 594.7mm。厂址年降水小时数为 512 小时，年降水日数为 111 天，其中，8 月份降水时数为全年最多，达到 113 小时，8 月份降水天数为全年最多，为 19 天。

表 2.4-6 给出了不同风向的年降水量，从表可知，SE 风向年降水量最大，达 306.2mm，NNW 风向年降水量最小，仅为 19.4mm。

### 2.4.3.5 风

气象塔各高度主要风向为：

- 10m高度全年出现频次最多的风向为E，风频10.0%，其次为ENE，风频8.8%；
- 30m高度处的出现频次最多的风向为E，风频12.1%，其次为ENE，风频9.0%；
- 80m高度处出现频次最多的风向为E，风频13.4%，其次为ENE，风频11.0%；
- 100m高度处出现频次最多的风向为E，风频15.2%，其次为ENE，风频10.4%。

气象塔10m高度年平均风速为3.8m/s，30m高度年平均风速为4.0m/s，80m、100m高度处年平均风速分别为4.2m/s和4.3m/s，风速随高度变化总的趋势是低层平均风速小于高层平均风速。气象塔各高度静风频率分别为4.2%（10m）、3.3%（30m）、2.1%（80m）和1.9%（100m）。

表2.4-7给出了气象塔10m、30m、80m、100m高度各月的风向频率，图2.4-3给出了气象塔各高度年平均风向频率玫瑰图。表2.4-8给出了气象塔各高度每月的平均风速值，图2.4-4给出了全年降水期间10m高度风向玫瑰图。

#### 2.4.4 大气稳定度

结合厂址地区地形特征来看，厂址周围地形存在一定起伏，且厂址位于海边，由此看来，影响厂址地区大气稳定度的因素不仅有机械因子，同时也有热力因子。因此，能够兼顾考虑热力因子和机械因子的稳定度分类方法对厂址更具有适用性。故本报告推荐温度梯度风速法较为适宜。厂址地区各类稳定度出现的频率为：A类：1.1%，B类：10.1%，C类：15.4%，D类：66.7%，E类：1.3%，F类：5.4%。

#### 2.4.5 联合频率

按照《核电厂厂址选择的大气弥散问题》（HAD101/02）导则要求，在联合频率统计中，风向分16个方位，静风风向延续前一刻风向。将风速划分为6级，即：

- 风速小于0.5m/s按静风处理，作为第一级风速；
- 0.5~1.9m/s为第二级风速；
- 2.0~2.9m/s为第三级风速；
- 3.0~4.9m/s为第四级风速；
- 5.0~5.9m/s为第五级风速；
- 大于6.0m/s为第六级风速。

统计得出厂址全年以及有雨或无雨条件下的风向、风速、稳定度联合频率分布，结果列于表 2.4-9。

#### 2.4.6 混合层高度及扩散参数值

##### 2.4.6.1 混合层高度

苏州热工研究院有限公司分别于2017年12月~2018年1月、2018年7月~8月在厂址地区开展了大气边界层观测试验。根据夏、冬季观测期间的温度资料，同时结合实测逆温出现情况，通过干绝热曲线法求取混合层厚度。表 2.4-10 给出了冬、夏季不同稳定度条件下的混合层高度值，由表可见，当大气处于弱稳定状态时，湍流较弱，混合层厚度小，中性天气 D 类为 478m（夏季）、438m（冬季）；当大气处于弱不稳定状态时，湍流混合增强，混合层厚度增大，C 类为 672m（夏季）、560m（冬季）；

而大气处于不稳定状态时，湍流混合强，混合层厚度较厚，A~B类为920m（夏季）、648m（冬季）。依据冬、夏两季的测试结果，从偏保守角度，按冬、夏季平均值的较小值作为不同稳定度混合层高度的推荐值。

#### 2.4.6.2 厂址逆温及其他因素对大气弥散条件的影响

根据苏州热工研究院有限公司分别于2017年12月~2018年1月、2018年7月在厂址地区开展的大气边界层观测试验成果。风环流、热内边界层，具体出现的频次及强度特征及其对厂址大气弥散条件的影响分析如下：

##### （1）逆温

厂址地区观测到贴地逆温分别为冬季9次和夏季20次，占各季观测样本数的5.6%和9.7%。贴地逆温多出现在夜晚20时至凌晨5时之间。贴地逆温厚度在22.1m~157.6m之间，贴地逆温强度范围在0.2~3.6°C/100m；厂址地区冬夏两季空中逆温出现频率较高，空中逆温在各个高度范围内均有出现，但出现时间较短，空中逆温多为平流逆温，其生消法展多与海陆气流差异相关。由于厂址地区贴地逆温频率较低，空中逆温持续时间较短，其对厂址地区大气弥散影响较小。

##### （2）海陆风环流

总体来讲，厂址地区出现海陆风情形的频率不高。冬夏两季试验期间共观测到8次具有海陆风特征的风场资料，其气流发展厚度较为浅薄，持续时间较为短暂。受大尺度天气系统影响，厂址地区高层风向持续稳定，并不会出现局地闭合海陆风环流，不宜形成不利于厂址地区大气污染物扩散的局地环流天气。

##### （3）热内边界层

试验期间，共观测到5次相对明显的热内边界层特征，出现频率2.4%，出现时间多在午后。厂址地区热内边界层高度随距离的变化基本满足随离岸距离 $x^{1/2}$ 的一般规律。由于出现频率较低，其对厂址地区大气弥散影响较小。

#### 2.4.6.3 扩散参数

苏州热工研究院有限公司分别于2017年12月~2018年1月、2018年7月在厂址地区进行了冬、夏两季的湍流观测试验。表2.4-11给出了湍流扩散参数系数值，图2.4-5给出了湍流扩散参数与P-G扩散参数比较。由于厂址地区风速较大，机械湍流的影响

较强，总体上各类稳定度条件下的侧向扩散参数较为接近。根据湍流观测成果，推荐本次湍流试验统计分析得到的扩散参数用于后续的大气弥散计算。

#### 2.4.7 运行前的厂址气象观测

根据国家相关法规和导则的要求，核电厂厂址安全评价和环境影响评价的一项重要内容是核电厂厂址气象特征和大气弥散规律的分析，以及电厂运行前和运行期间现场气象观测计划的实施，其中首要任务是在核电厂厂址上建设气象观测系统，以获取足够的具有厂址代表性的气象观测数据。

运行前的现场气象观测是用来观测用于评价电厂正常运行期间和事故工况下气载放射性物质的厂址弥散特性所需要的各种参数。气象观测设施包括厂址气象塔梯度自动观测系统和厂址专用地面气象站，其中气象塔梯度自动观测系统观测塔层各高度气温、风向和风速。上述气象观测系统的联合数据获取率应达到 HAD101/02 不低于 90% 的要求，必须备足各种设备的备份，建立必要的质量保证体系。同时所有传感器定期送国家相关仪器鉴定部门进行标定。

厂址原气象观测系统于 2011 年 4 月开始正式运行，运行至 2012 年 4 月后停运，目前原气象站已拆除，在 2015 年进行了新气象观测系统的选址和建设工作，新气象观测系统位于厂址 WNW 方位约 1.54km，新气象观测系统已于 2016 年 1 月开始正式运行，截至目前已正常运行满五年。2020 年一整年观测期间数据获取率为 93.5%。图 2.4-5 给出了厂址气象站地理位置示意图。

##### （1）厂址气象铁塔与气象梯度自动观测

气象梯度自动观测共设四层（10m、30m、80m 和 100m），分别测量厂址地面以上各个高度风向、风速、温度，以获取厂址区域有关风场分布、温度场结构变化等气象资料，用于厂址区域的大气环境影响评价。

##### （2）厂址专用地面气象站

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

气象观测系统所用的所有传感器均由国家相关计量部门进行标定，系统运行期间有专职人员进行定期维护和标定。

表 2.4-12 给出了气象观测系统各传感器的性能指标。

表 2.4-13 给出了气象观测系统的气象要素采集指标。

表 2.4-14 给出了气象观测系统周围环境情况。

#### 2.4.8 参考资料

- [1] 《广东太平岭核电二期工程极端气象设计基准及气象数据收集分析报告》，深圳中广核工程设计有限公司，2021 年。
- [2] 《太平岭核电项目厂址气象观测数据统计分析报告(2020 年 1 月~2020 年 12 月)》，苏州热工研究院有限公司，2021 年。
- [3] 《中广核广东太平岭核电厂一期工程厂址大气湍流特征观测研究报告》，苏州热工研究院有限公司，2018 年。
- [4] 《中广核广东太平岭核电厂一期工程厂址大气边界层观测研究报告》，苏州热工研究院有限公司，2018 年。

## 2.5 水文

### 2.5.1 地表水

### 2.5.2 地下水

### 2.5.3 洪水

### 2.5.4 参考资料

#### 表

表 2.5-1 厂址半径 15km 范围内主要河流概况

表 2.5-2 厂址半径 15km 范围内水库特性表

表 2.5-3 厂址附近海域测站的观测项目

表 2.5-4 夏冬两季全潮海洋水文观测时间

表 2.5-5 厂址附近海域各站实测夏、冬两季垂线平均涨落潮平均流速（2 张）

表 2.5-6 厂址附近海域各站的余流流速和流向（2 张）

表 2.5-7 水温统计值

表 2.5-8 盐度统计值

#### 图

图 2.5-1 厂址附近地表水系分布概况图

图 2.5-2 稔平半岛供水工程示意图

图 2.5-3 核电厂从供水工程引水路径图

图 2.5-4 厂址海域测站位置示意图

图 2.5-5 红海湾水下地形图

图 2.5-6 考洲洋口门附近水下地形

图 2.5-7 全潮海洋水文观测站点位置图

图 2.5-8 全潮垂线平均海流矢量图

图 2.5-9 余流矢量图

图 2.5-10 1935~2011 红海湾岸线对比(海图及海岸地形资料)

图 2.5-11 核电厂址附近等深线变化（1935~2011 年）

图 2.5-12 厂址附近海域的等深线及海域冲淤变化图

图 2.5-13 寿期末工程海域冲淤厚度分布

图 2.5-14 厂址附近水文地质图

## 2.5 水文

### 2.5.1 地表水

#### 2.5.1.1 陆地水文

##### （1）河流与水库

太平岭核电厂位于惠州市的惠东县东南沿海。惠州市地处珠三角东缘，境内分属东江下游、东江三角洲惠州、粤东沿海诸小河3个水资源四级区，水资源总面积11173km<sup>2</sup>。

惠东县境内河流因莲花山系而分属珠江和粤东沿海两个水系；西枝江为县内的主要河流，属东江的一级支流，流经惠阳县境后在惠州汇入东江，河长152km，集水面积为2669km<sup>2</sup>。沿海水系主要有17条小河溪流流入南大亚湾或红海湾海域，流域面积689km<sup>2</sup>。

惠州市境内主要有大型水库3座，中型水库22座，水库蓄水总量8.08亿m<sup>3</sup>。其中厂址所在的惠东县主要有白盆珠水库。白盆珠水库工程是惠东县最大的水库，位于惠东县西枝江上游，是以防洪灌溉为主，兼营发电，改善航运和供水等综合效能的大一型水库，水库年蓄水量为3.88亿m<sup>3</sup>。

厂址所在的惠东县河流因莲花山系的主脉横贯县境，属珠江和粤东沿海两个水系。凡注入一级支流西枝江后汇入东江干流的为珠江水系；独流入海的为粤东沿海诸河。县内主要河流西枝江是东江的一级支流，流经惠阳县境后在惠州汇入东江。二级支流集雨面积100km<sup>2</sup>以上的有杨梅水、宝溪水、小沥河、安墩河、楼下河、白花河、梁化河和吉隆河等八条，总长431km，集雨面积合计4172km<sup>2</sup>。

其中，注入考洲洋的吉隆河位于厂址半径15km范围内。吉隆河发源于虎头石西南麓，于斗文头注入考洲洋，流域集雨面积116km<sup>2</sup>，河长22km，最近处位于厂址NNW方位约9.5km。距厂址最近的是北部的东头河，其集雨面积7.9km<sup>2</sup>，河长3.1km，最近处位于厂址N方位约5km。

惠东县境内现建有104座小（2）型以上水库，集雨面积1221km<sup>2</sup>，总库容共133602万m<sup>3</sup>，兴利库容共48158万m<sup>3</sup>。厂址半径15km范围内的小（1）型以上水库有9座，其中最大的是位于厂址W方位11~13km的黄坑水库（中型水库）。

黄坑水库是一座以灌溉和供水为主的中型水库。水库正常蓄水位 24.31m，设计洪水位 26.75m，校核洪水位 28.64m，死库容 58 万  $\text{m}^3$ ，正常库容 680 万  $\text{m}^3$ ，总库容 1274 万  $\text{m}^3$ 。苦竹坑水库是一宗以供水为主、兼顾防洪、灌溉的小(1)型水库工程，集雨面积 3.57 $\text{km}^2$ ，水库正常蓄水位 6.5m，设计洪水位 8.26m，校核洪水位为 9.02m，正常库容 91 万  $\text{m}^3$ ，总库容为 132 万  $\text{m}^3$ 。石瓮水库属小(1)型水库，集雨面积 2 $\text{km}^2$ ，设计洪水位 26.95m，校核洪水位 27.78m，正常蓄水位 25m，总库容 172 万  $\text{m}^3$ ，死库容 11 万  $\text{m}^3$ 。

此外，厂址附近还有两座小（2）型水库，分别为 NNW 方位约 3km 的盘元水库和 WSW 方位 5.5km 的南门嶂水库，集雨面积分别为 0.8 $\text{km}^2$  和 1.1 $\text{km}^2$ ，库容分别为 15 万  $\text{m}^3$  和 60 万  $\text{m}^3$ 。

图 2.5-1 给出了厂址附近的地表水系分布概况。表 2.5-1 给出了厂址附近主要河流概况。表 2.5-2 给出了厂址半径 15km 范围内小（1）型以上的水库特性。

## （2）淡水水源条件

核电厂建设和运行期淡水水源取自惠东县稔平半岛供水工程，该工程是稔平半岛的主要引水工程。稔平半岛供水工程在西枝江取水，经输水建筑物和加压泵房，将水送至虎坑水库，为沿海工业基地、平海发电厂、巽寮旅游开发区等需水对象供水，并兼顾补充沿线稔山、铁涌、平海和港口四镇的综合用水及重点工业核电等用水，取水口在西枝江平山镇上游约 5km 处的鲤鱼岭河段。工程主要建设内容由鲤鱼岭取水泵房、黄坑泵房、调压塔、隧洞以及输水管道组成，全线共设置稔山镇、黄坑水库、虎坑水库、平海镇等 4 个交水点。输水管道总长度为 62.14km，其中隧洞总长度为 9.52km。稔平半岛供水工程于 2015 年 11 月开工，目前已基本全线建成，鲤鱼岭取水泵站（取水点）至黄坑分水点已通水，具备向核电厂供水条件。预计将于 2021 年底全线通水。图 2.5-2 给出了稔平半岛供水工程示意图。

稔平半岛供水工程近期 2020 年设计引水流量规模为 2.5 $\text{m}^3/\text{s}$ ，远期 2030 年设计引水流量规模为 5.2 $\text{m}^3/\text{s}$ ，设计保证率采用 97%，2030 水平年年总取水量为 13177 万  $\text{m}^3$ 。西枝江流域年径流总量 46.4 亿  $\text{m}^3$ ，在规划重点项目需水时考虑了太平岭核电厂工程规划容量的取水量并考虑 10% 的损失，所需淡水总量 880 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，日平均蓄水量 2.41 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，设计供水保证率为  $P=97\%$ 。核电厂从供水工程引水路径见图 2.5-3。

太平岭核电厂二期工程 2 台机组运行期间年用水量为 105 万  $\text{m}^3$ ，应急水源为牛牧坑水库，备用库容 60 万  $\text{m}^3$ 。施工期年最大取水量约为 160 万  $\text{m}^3$ 。中广核惠州核电有

限公司已与惠东县人民政府达成了“广东太平岭核电厂工程用水框架协议”，确定取水点位于黄坑交水点，取水期限包括电厂建造和运营期。

总体来说，稔平半岛供水工程从西枝江取水，水量经过白盆珠水库调节之后，特枯水年也能够满足用水要求，取水水量可靠，稔平半岛供水工程供水保证率为97%，核电供水已在稔平半岛供水工程供水范围内，取水水量可靠。

### 2.5.1.2 海洋水文

厂址海域周边主要有汕尾和遮浪海洋站。其中，厂址附近距离较近的汕尾海洋站位于厂址 E 方位 38km，遮浪海洋站位于厂址 E 方位 61km。汕尾站与厂址同属红海湾湾内，分别位于红海湾湾内两侧，距离较近，海域内没有大型地表水体注入，遮浪站位于广东省汕尾市红海湾开发区遮浪街道南澳山，位于遮浪角，两侧分别属于红海湾和碣石湾。

汕尾海洋站位于汕尾港，汕尾港位于粤东红海湾，汕尾城区西南边，汕尾水深 11-15m，位置地理坐标：北纬 22°39'18"，东经 115°34'29"。汕尾港面积约 25km<sup>2</sup>，海岸线长 16km，主航道水深近 10m，港池内底质主要为砂和泥砂构成。1999 年汕尾市进行海滨大道的建设，对汕尾港进行围填，围填宽度约 80m，2002 年海军对码头停泊区港池进行疏浚。潮位观测仪器为 SCA11-1 型验潮仪，观测执行 GB/T14914-2006，资料完整。

遮浪海洋站的验潮井位于广东红海湾畔遮浪半岛的南澳山上，视域开阔，温盐井和验潮井是一体的，验潮井于 2001 年 6 月 8 日开始动工兴建，11 月 9 日工程正式完工，15 日通过合格验收。12 月开始安装仪器进入试运行，2002 年 1 月开始潮位观测，岸式验潮井，钢筋混凝土结构，潮位观测仪器为 SCA11-1 型验潮仪，观测执行 GB/T14914-2006，资料完整。

汕尾站有 1970~2015 年潮位资料；遮浪站有 1960~2010 年波浪资料，1960~2011 年海水温盐资料。此外，天津水运工程勘察设计院于 2010 年 8 月~2011 年 7 月对厂址附近海域进行了周年水文观测，观测项目主要有潮位、波浪、温盐、泥沙等。各测站的地理位置见图 2.5-4，观测项目见表 2.5-3。

#### （1）海域地理环境

太平岭核电厂位于稔平半岛东侧岸内，东南面临红湾水域，稔平半岛东侧海岸由

大星山岬角起始，呈微弯弧状向东北延伸，经深入内陆的考洲洋海湾口门盐州港，至乌山岬角了哥咀，转向北东直到红海湾湾顶。红海湾呈半月形，西临大亚湾、东临碣石湾，湾口朝向东南，沿岸线分布有岬角、小岛屿将-5m 等深线（1985 国家高程，下同）隔断。核电厂西北侧约 3km 为考洲洋海湾进出水道的盐州港，其水道两侧有东、西虎屿把守，水道中间飞虎滩，使口门略向外突。红海湾海域水下地形见图 2.5-5，考洲洋口门附近水下地形见图 2.5-6。

红海湾是一个半月形海湾，东起汕尾市遮浪角，西至惠东县大星山岬角，湾口宽 65km，纵深 24km，中部水深 12~20m。整体地势由西北向东南倾斜。红海湾整体呈现为东侧岸线短，西侧岸线较长，湾口宽、纵深小的东西向海湾。湾内 5m、10m、15m 等深线基本平行于湾顶和西侧岸线。红海湾湾顶由东向西分布有汕尾港、马宫湾、长沙港、鲘门湾、芒屿岛、沙浦港、小漠港等地。湾顶地形坡度较缓，10m 等深线离岸 7~11km，水下地形坡度在 1/700~1/1000 之间。海湾西侧大星山至了哥咀沿岸水深坡陡，10m 等深线离岸 1~1.8km，水下地形坡度在 1/100~1/200 之间。

考洲洋位于北纬 22°43'~22°45'，东经 114°52'~114°56'，地处稔平半岛，是红海湾向内陆延伸的一个溺谷湾，为半封闭水体。考洲洋海岸线长 65.3km，口窄内宽，最窄处为 253m，水域面积约 28.6km<sup>2</sup>。

太平岭核电厂地处盐洲港口门附近，在涨、落潮流及波浪动力的长期作用下，形成三滩两槽的地貌格局，三滩为烟墩岭至东虎屿之间的东滩、盲婆岭和西虎屿之间的西滩以及内沙为主体构成的中滩；两槽为中滩东侧槽及中滩西侧槽。

## （2）潮汐

根据厂址专设周年潮位站资料分析，厂址附近海域的潮汐以不规则全日潮为主。汕尾站与厂址专设周年潮位站的同步潮位分析表明，两站的潮位变化具有高度相关性（相关系数 0.998）。厂址的平均海平面为 0.61m（1985 国家高程，下同），平均潮差和最大潮差分别为 0.81m 和 2.55m，平均高潮位和平均低潮位分别为 1m 和 0.18m。涨潮流历时大于落潮流历时，工程海域平均涨、落潮历时分别为 7 小时 35 分和 4 小时 50 分。根据分析，厂址千年一遇的设计高潮位和低潮位分别为 3.54m 和 -0.98m，百年一遇的设计高潮位和低潮位分别为 2.98m 和 -0.82m。

## （3）波浪

根据厂址专设周年测波站资料分析结果，厂址海域波浪特征主要表现为风浪，波

浪较大。常浪向为 SE、SSE 向，出现频率达 32.7% 和 29.8%。强浪向为 S 与 ESE 向，SE 向和 SSE 次之。0.5m 以下的波高  $H_{1/10}$  所占频率为 17.6%，1.5m 以上的波高所占频率达 6.2%。观测到最大的  $H_{1/10}$  为 3.4m，波向为 ESE，相应周期为 7.9s，出现日期为 2010 年 10 月 21 日。厂址海域波浪出现频率最大的周期为 4.1~5.0s，所占频率为 43.3%，其次为 5.1~6.0s，所占频率为 31.4%。

依据遮浪海洋站 1960~2011 年的波浪资料，对厂址附近海域内可能最大台风浪的分析表明，厂址前沿 -10m、-15m 和 -20m 不同等深线处可能最大台风浪  $H_s$  分别为 7.77m、10.72m 和 13.50m；波高  $H_{1/100}$  分别为 9.69m、12.10m 和 14.85m；周期  $T$  分别为 8.72s、9.88s 和 11.36s。

#### （4）海流

本工程分别于 2010 年、2015 年、2021 年开展了海域全潮观测，并分别开展了海域流场特征及代表性专题研究，对各次全潮水文观测期间的成果进行分析研究，详细分析和说明了本海域的潮流特征。根据 2021 年期间最新的专题研究成果表明，从潮流类型来看，该海湾 2021、2015、2010 年的水文观测分析结果一致：潮流以不规则半日潮流为主，水流强度较弱，流速大小变化频繁，极不规则，无明显规律性，流向变化相近，在流速量级上也差距不大。

以下根据厂址附近海域最新的 2021 年期间全潮水文观测结果进行描述。

天津水运工程勘察设计院有限公司对厂址附近海域进行冬夏两季大、中、小潮的全潮海洋水文观测，观测时间分别为 2020 年 12 月 26 日~2021 年 2 月 4 日和 2021 年 6 月 2 日~2021 年 7 月 20 日。期间共布设 11 个海流观测站，观测时间和观测站点见表 2.5-4 和图 2.5-7。

厂址附近海域的潮流类型以不规则半日浅海潮流性质为主，流速大小变化频繁，极不规则，无明显规律性。除 V2 测站外，各测站大多数时候的流向在某一扇形范围内变化，但旋转流特征并不显著，类似于单一性流动。

夏季观测期间：

- 实测涨潮平均流速在 0.02 m/s~0.06 m/s 变化，落潮平均流速在 0.02 m/s~0.20m/s 变化，涨潮流速小于落潮流速。各站大、中、小潮涨落潮平均流速差距不大，平均流速分别为 0.07m/s、0.05m/s、0.05m/s。
- 垂线平均最大流速：各测站垂线平均最大流速，大潮为 0.39m/s，流向 108°；

出现在红海湾外 20m 等深线 V13 测站落潮段，中潮为 0.41m/s，流向 110°；出现在考洲洋口门处 V2 测站落潮段；小潮为 0.27m/s，流向 92°；出现在红海湾外 20m 等深线 V13 测站落潮段。

- 实测最大流速：各层实测最大流速，大潮为 0.49m/s，流向分别为 74°、108°，分别出现在红海湾外 20m 等深线 V7 测站落潮段 0.2H 和 V13 测站落潮段的 0.2H；中潮为 0.59m/s，流向 58°，出现在红海湾外 20m 等深线 V7 测站落潮段的表层；小潮为 0.53m/s，流向 262°，出现在红海湾内西岸测站 V10 测站涨潮段的表层。
- 实测最大流速对应海流方向：因各测站所处具体位置受岸线与地形的影响不同，故实测最大流速所对应的流向也不尽相同；水文全潮期间强势流以东北至东南方向的落潮流为主。

冬季观测期间：

- 实测涨潮平均流速在 0.02m/s~0.26m/s 变化，落潮平均流速在 0.02m/s~0.14m/s 变化，涨潮流速略大于落潮流速。各站大、中、小潮涨落潮平均流速差距不大，平均流速分别为 0.09m/s、0.08m/s、0.09m/s。
- 垂线平均最大流速：各测站垂线平均最大流速，大潮为 0.57m/s，流向 103°；出现在考洲洋口门处 V2 测站落潮段；中潮为 0.36m/s，流向 109°；出现在考洲洋口门处 V2 测站落潮段；小潮为 0.38m/s，流向 274°；出现在红海湾外 20m 等深线 V13 测站涨潮段。
- 实测最大流速：各层实测最大流速，大潮为 0.63m/s，流向 105°，出现在考洲洋口门处 V2 测站落潮段的 0.2H；中潮为 0.52m/s，流向 289°，出现在红海湾外 20m 等深线 V11 测站涨潮段的表层；小潮为 0.54m/s，流向 275°，出现在红海湾外 20m 等深线 V11 测站涨潮段的表层。红海湾内西岸测站最大流速涨、落潮分别为 0.41m/s 和 0.29m/s，分别出现在小潮期间 V7 测站 0.2H 和大潮期间 V4 测站的表层 0.4H。
- 实测最大流速对应海流方向：因各测站所处具体位置受岸线与地形的影响不同，故实测最大流速所对应的流向也不尽相同；大潮期间强势流以东北方向的落潮流为主，中潮、小潮期间各测站强势流以西南方向的涨潮流为主。

表2.5-5给出了厂址附近海域内各站夏冬两季各站的实测涨落潮垂线平均最大流速

特征值。图2.5-8给出了厂址附近海域内冬、夏两季全潮垂线平均海流矢量图。

### （5）余流

根据 2021 年冬夏两季全潮海洋水文测验分析结果，表 2.5-6 给出各站夏冬两季分层的余流特征值，图 2.5-9 给出各站各层余流流矢图。本海域余流具有如下特征：

夏季观测期间：

- 余流流速：大潮在 1.4cm/s~19.6cm/s 之间，中潮在 2.4cm/s~16.7cm/s 之间，小潮在 0.4cm/s~17.3cm/s 之间。各测站垂线平均余流最大值出现在大潮期间位于红海湾外 20m 等深线的 V7 测站，达 19.6cm/s，方向为 52°；最小值出现在中潮期间红海湾内北岸的 V5 测站，为 1.4cm/s，方向为 345°。各层余流，大潮在 1.2 cm/s~27.2cm/s 之间，中潮在 0.5 cm/s~30.3 cm/s 之间，小潮在 1.9~24.8 之间。各测站余流最大值出现在中潮期间位于红海湾外 20m 等深线的 V7 测站的表层，为 30.3cm/s，方向为 66°；最小值出现在小潮期间红海湾内北侧的 V10 测站的 0.8H，为 0.5cm/s，方向为 160°。
- 余流流向：大潮期间位于位于红海湾西侧（V2、V5 测站）分别为 ESE、NNW，其余测站在 NE~E 范围内变化。中潮期间，位于红海湾西侧 V5 测站为 S，其余测站在 NNE~ESE 范围内变化。小潮期间，位于红海湾西侧（V2、V5）在 SW~WSW 之间，其余测站在 NE~E 范围内变化。

冬季观测期间：

- 余流流速：大潮在 2.6cm/s~13.9cm/s 之间，中潮在 1.2cm/s~18.1cm/s 之间，小潮在 1.9cm/s~25.7cm/s 之间。各测站垂线平均余流最大值出现在小潮期间位于红海湾外 20m 等深线的 V13 测站，达 25.7cm/s，方向为 267°；最小值出现在中潮期间红海湾内西岸的 V6 测站，为 1.2cm/s，方向为 151°。大潮在 2.5 cm/s~15.8cm/s 之间，中潮在 1.0 cm/s~23.3 cm/s 之间，小潮在 0.7~32.8cm/s 之间。各测站余流最大值出现在小潮期间位于红海湾外 20m 等深线的 V11 测站的 0.2H，为 32.8cm/s，方向为 264°；最小值出现在小潮期间红海湾内西岸的 V1 测站的 0.8H，为 0.7cm/s，方向为 280°。
- 余流流向：大潮期间位于红海湾外 20m 等深线附近的测站（V7、V8、V11、V13 测站）在 WSW~WNW 之间，其余测站在 NE~E 之间；中潮期间，位于红海湾西侧（V1、V2、V6 测站）在 E~SE 之间，其余测站在 W~WSW

之间；小潮期间，位于红海湾西侧（V2、V5、V6、V10 测站）在 SE~ENE 之间，其余测站在 W~WSW 之间。

### （6） 温度

根据遮浪海洋站1960~2011年的表层海水温度连续观测分析资料，遮浪站多年平均表层水温为22.5℃，月均水温的最大值为27.7℃（9月），最小值为15.7℃（2月）。

遮浪站与厂址专设周年站的同期表层水温观测资料表明，两站的水温具有较好的相关性(相关系数0.9824)。同期观测期间，厂址附近海域年平均表层海水温度为23.0℃，遮浪站多年平均水温为22.5℃；除7月和9月外，其余月份厂址站的月均表层水温较遮浪站高0.5~1.2℃，7月和9月两站的月均表层水温则基本持平。

厂址海域表层水温最大值为 31.70℃（2010 年 8 月 2 日 17 时），最小值为 14.23℃（2011 年 2 月 5 日 8 时）。遮浪站海域日均水温极值分别为 30.2℃和 13.9℃。

表 2.5-7 给出了厂址附近海域的表层水温的统计值。

根据 2021 年冬夏两季全潮海洋水文测验分析结果：冬季平均为 17.53℃、夏季平均为 26.51℃。冬季海水水温平面分布差异很小，由各测站来看，呈近岸高，远岸低，由红海湾湾顶海域向红海湾湾外海域依次降低的分布特征。夏季海水水温平面分布差异明显，呈近岸高，远岸低，由红海湾湾顶海域向红海湾湾外海域依次降低的分布特征。施测海域海水水温垂直分布，冬季由于受太阳辐射的影响，导致表层水温略高于底层水温，各测站总趋势自表层至底层逐层降低，但垂向上梯度不明显，各层差异不大；夏季由于受太阳辐射强度大的影响，导致表层水温与底层水温差异较大，各测站总趋势自表层至底层逐层降低，垂向上梯度较大。

### （7） 盐度

根据遮浪海洋站 1963~2011 年的连续观测资料分析得出。遮浪站多年盐度的均值为 32.2‰，4 月份最高为 33.3‰，7 月份最低为 31.8‰。

根据厂址专设周年站的盐度观测结果，厂址附近海域表层盐度年平均值为 32.08‰，最大盐度为 34.43‰（2010 年 8 月），最小盐度为 24.75‰（2010 年 9 月）。表层盐度季度平均值按秋、夏、冬、春的季节变化顺序递增，春季最高，秋季最低。表层盐度月际变化规律为：8~9 月盐度下降，9~翌年 4 月盐度整体上升，仅在 2 月份有所下降，接着 5~7 月盐度下降。

表 2.5-8 给出了观测期间厂址附近海域表层盐度特征值。

根据 2021 年冬夏两季全潮海洋水文测验分析结果：冬季平均为 31.08、夏季平均为 33.25，各测站海水盐度平面分布冬夏季一致，各测站呈近岸小，远岸大，由红海湾湾顶海域向红海湾湾外海域逐渐增大的分布特征。施测海域海水盐度垂直分布，冬季仅位于红海湾外 20m 等深线附近测站海水盐度垂直分布总趋势自表层至底层逐层增大的趋势，其余测站垂向上梯度差距不大，基本呈均匀分布。夏季施测海域各测站海水盐度垂向梯度大，垂直分布总趋势呈自表层至底层逐层增大的趋势。

### （8）泥沙

厂址附近海域海岸主要为岬角、海湾组成的锯齿状岸线，由于岸线受岛屿、岬角掩护而不能形成较长距离的沿岸输沙，其沿岸输沙仅能限于湾内较短的距离内和海岸近岸带内，能够形成沿岸输沙带的宽度有限，泥沙供给源主要为基岩海岸的侵蚀，泥沙数量有限。

2021 年季全潮水文测验期间，海域悬沙特征为：冬季水文测验期间，垂线平均含沙量，大潮分布在  $0.012 \text{ kg/m}^3 \sim 0.028 \text{ kg/m}^3$  之间，中潮分布在  $0.007 \text{ kg/m}^3 \sim 0.027 \text{ kg/m}^3$  之间，小潮分布在  $0.007 \text{ kg/m}^3 \sim 0.036 \text{ kg/m}^3$  之间。大、中、小潮平均含沙量分别为  $0.021 \text{ kg/m}^3$ 、 $0.016 \text{ kg/m}^3$ 、 $0.017 \text{ kg/m}^3$ 。施测海域大潮和小潮期间各测站水体含沙量浓度略高于中潮期间水体含沙量浓度。夏季水文测验期间，垂线平均含沙量，大潮分布在  $0.004 \text{ kg/m}^3 \sim 0.010 \text{ kg/m}^3$  之间，中潮分布在  $0.004 \text{ kg/m}^3 \sim 0.009 \text{ kg/m}^3$  之间，小潮分布在  $0.002 \text{ kg/m}^3 \sim 0.012 \text{ kg/m}^3$  之间。大、中、小潮平均含沙量分别为  $0.006 \text{ kg/m}^3$ 、 $0.006 \text{ kg/m}^3$ 、 $0.007 \text{ kg/m}^3$ 。施测海域位于红海湾外 20m 等深线（V7、V11、V13）测站，水体含沙量浓度大潮→中潮→小潮依次减小；V8 测站中潮含沙量略小于大潮和小潮含沙量，其余测站中潮含沙量均大于大潮和小潮含沙量。水体含沙浓度平面分布，冬季各测站呈近岸小，远岸大，由红海湾西侧海域向东侧海域依次减大的分布特征；夏季施测海域水体含沙量差距不大。施测海域水体含沙量垂直分布，两季均呈总趋势自表层至底层逐层增大的分布趋势。

冬季水文测验期间，施测海域垂线平均含沙量最大值，大潮为  $0.051 \text{ kg/m}^3$ ，出现在红海湾内西岸测站的 V5 测站；中潮为  $0.045 \text{ kg/m}^3$ ，出现在位于红海湾外 20m 等深线附近的 V13 测站；小潮为  $0.054 \text{ kg/m}^3$ ，出现在位于红海湾外 20m 等深线附近的 V7 测站。夏季水文测验期间，施测海域垂线平均含沙量最大值，大潮为  $0.013 \text{ kg/m}^3$ ，中

潮为  $0.015\text{kg/m}^3$ ，均出现在位于红海湾外 20m 等深线附近的 V13 测站；小潮为  $0.019\text{kg/m}^3$ ，出现在考洲洋口门处测站 V2 测站。

施测海域水下沉积物由粗至细分别为砾-粗砂、砾-细砂、中粗砂、细中砂、中细砂、细砂、粉砂质砂、砂质粉砂、粉砂、砂-粉砂-粘土和粘土质粉砂，共计 11 种物质。本区沉积物分布类型较为复杂，表现出的特点是沉积种类多，分布呈交错状，规律性较差。厂址所在海域表层沉积物分布还表现出由近岸的粗颗粒物向外海、随水深增大逐渐变细的趋势。

### （9）岸滩稳定性

厂址所在的红海湾周边海岸多为丘陵山地，厂址区位于红海湾西北侧考洲洋出海口盐洲港东侧东头村附近，盐洲港外有东虎屿和西虎屿扼守。海区内的岸滩稳定性分析具体如下：

#### ● 泥沙来源

红海湾周边入湾河流皆为源短流小的山溪性河流，径流量和输沙量均不大。红海湾域由于潮汐动力较弱，诸河流泥沙一般沉积于湾内，只有发生大洪水时才有可能将湾内部分泥沙带入湾口淤积，但其扩散范围有限。

悬沙遥感分析结果表明海域常年水体含沙量不高，潮流输沙量有限。台风浪作用下固定站最大瞬时含沙量可达  $4.762\text{kg/m}^3$ ，台风期间的平均含沙量最大可达  $1.5\text{kg/m}^3$ ，但由于潮流动力较弱，潮流携沙能力不强，因此也不会发生大规模的输沙活动。

红海湾海岸线成锯齿状，由多个岬角、海湾组成，由于岸线受岛屿、岬角掩护而不能形成较长距离的沿岸输沙，其沿岸输沙仅限于湾内较短的距离内和海岸近岸带内。从厂址岸线所处形态看，岸线坡陡，深水直逼岸线，能够形成沿岸输沙带的宽度非常有限，且泥沙供给源主要为基岩海岸及岸滩的侵蚀，因此本工程海域沿岸输沙量非常有限。

综上分析可以看出，红海湾内主要泥沙来源为湾内河流来沙，对本工程而言，由于远离河口，受河流来沙的直接影响较小，能够影响核电厂区的泥沙来源主要为岸滩局部搬运和侵蚀的泥沙，波浪沿岸输沙和潮流输沙量都很有有限。

#### ● 岸线变化

根据红海湾 1935~2011 年期间的岸线对比情况（图 2.5-10）可知，红海湾内岸线变化区域主要分布在考洋洲、小漠港、沙浦港和长沙港等水域。其余岸段为岬湾相间

的沙质海岸或基岩岸段，多年来岸线变化幅度较小，岸线保持稳定。核电厂址附近大星山至了哥咀沿岸基本为基岩海岸，仅局部岸段为沙质岸段，多年来岸线变化较小，海岸线保持稳定。

### ● 平面等深线变化

太平岭核电厂址位于红海湾西北部盐洲港东侧。核电厂址附近 1935 年、2001 年及 2011 年 3 个年份的等深线比较见图 2.5-11，由图可知：

- 1935~2001 年间，核电厂址附近 10m 等深线局部略有冲淤变化，等深线局部进退在 100~200m 左右；5m 等深线，飞虎滩南侧局部呈冲刷状态，等深线侵蚀后退 200~300m，外沙南侧和烟墩岭西侧则略呈淤积趋势，其他部位的形状和位置基本保持不变；2m 等深线在外沙东侧有明显冲蚀后退，后退距离 200~300m，而外沙南侧则保持稳定。1935~2001 年间，该区地形虽在局部有较大幅度的冲淤变化，但总体而言，该区域深槽及浅滩保持基本稳定状态。
- 2001~2011 年间，该区域 10m 等深线局部略有淤积东移，东移 80~100m；5m 等深线除烟墩岭西侧深槽及西虎屿北侧略呈淤积外，其他部位的形状和位置均保持稳定；2m 等深线，在外沙东西两侧均有东移趋势，东移距离在 100~200m，呈东淤西冲的变化趋势。从整体上看，飞虎滩 5m 等深线形状和位置保持不变，说明浅滩的形状保持稳定，但其滩顶 2m 等深线呈现西部略有冲刷而东南部略有淤积的趋势，但这种变化只是局部的，飞虎滩整体上是稳定的。因此该区域的深槽及浅滩整体保持稳定状态。

根据工程海区所在红海湾及厂址附近海域的水域等深线见图 2.5-12，分析可知：

- 1980 年与 2001 年红海湾水域等深线对比结果，10m、20m 等深线分别向北、南凸起，20m 等深线中间部分 1980 年和 2001 年基本重合在一起，表明海床基本没有冲淤变化；10m 等深线的中部江牡岛附近基本重合，无明显冲淤变化，东岛屿附近向岸侧偏移，表明有冲刷发生；2m 和 5m 等深线局部有冲刷，整体变化不明显。结合本海区水动力泥沙环境分析，海域岸滩总体基本稳定、局部有冲刷的状态。考洲洋位于厂址西北部，通过盐洲港连通红海湾，根据 1980 年和 2001 年等深线分析结果，盐洲东、西两条水道等深线范围 0m~10m 内，各等深线变化较小，基本保持稳定。烟墩角西侧的内沙等深线向西，东虎屿和西虎屿之间略有冲蚀，西虎屿与外沙间深槽则保持基本稳定状态。总

体来说，考洲洋、盐洲港附近的深槽及浅滩基本保持稳定。

- 一 厂址位于红海湾西北部盐洲港东侧，根据核电厂址附近 2001 年、2012 年及 2014 年的等深线比较结果，2001~2012 年间，东虎屿东侧 10m 等深线向外海移动了 100~180m，局部略呈淤积趋势；5m 等深线除飞虎滩南侧略有冲刷，东虎屿东北侧 5m 等深线略有淤积，其他部位的形状和位置均保持稳定；外沙 2m 等深线呈现出东部淤积、西部冲刷的趋势，浅滩顶部出现局部调整，但这种变化只是局部的，飞虎滩整体上是稳定的。因此该区域的深槽及浅滩整体保持稳定状态。综上分析，多年来厂址附近海域 2m、5m 和 10m 等深线局部有冲淤变化，但变化幅度不大，总体呈现略有冲刷的基本稳定状态。

根据太平岭核电厂一期工程开展的泥沙数模和海域使用论证等相关专题成果可知，太平岭核电厂附近海域的泥沙搬运主要受潮流和风浪共同作用，在常年平均潮波条件的作用下，在电厂运行寿期末工程海域的海床基本达到冲淤平衡。根据中国水利水电科学研究院 2016 年 8 月泥沙数模结果，工程东侧海滩普遍淤积，淤积厚度在 0.5~0.75m 之间；飞虎滩海域淤积厚度多在 0.2~0.8m 左右，局部有轻微冲刷，在 -0.5m 之内；考洲洋潮流通道的内大部分呈现微淤状态，主槽个别位置轻微冲刷，冲淤厚度多在 ±0.25m 之内；东虎屿周围至取水明渠西防波堤间的区域总体呈现淤积状态，淤积厚度 0.75m 左右；西虎屿东侧冲刷状态，在 -0.5m 之内，西侧呈现淤积状态，淤积厚度 0.50m 左右；二到排周围整体呈现淤积状态，淤积厚度 0.25m 左右；三到排东侧淤积状态，在 0.25m 之内，西侧呈现冲刷状态，在 -0.25m 之内；取水建筑内普遍淤积，流道内淤积较少，主要位于流道两侧防波堤处，取水泵房前池、取水流道末端、港池内部淤积量较大，多在 1.2m 以上，最厚处超过 2.75m；取水建筑堤头至离岸最远处堤头有较大范围冲刷区域，深度超过 -2.5m。此结果仅是常年波流条件作用模拟下的结果，但实际情况中，还会有强台风浪和人类活动的作用，而这两个因素对最终海床冲淤的平衡状态也会造成很大程度的影响。寿期末工程海域冲淤厚度分布见图 2.5-13。

综上分析，多年来太平岭核电厂址附近海域 2m、5m、10m 等深线局部有冲淤变化，但变化幅度不大，总体呈现略有冲刷的基本稳定状态。

#### （10）历次观测结果比较

厂址区域历年多次的海洋水文观测工作获取了大量表征厂址海域水文特征的观测成果，天津水运工程勘察设计院有限公司在广东太平岭核电厂工程附近海域开展的冬、夏季典型潮观测，共 3 处验潮、11 个水文测站，分别于 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 1

月 7 日期间和 2021 年 7 月 4 日到 7 月 15 日期间进行冬、夏两季的大、中、小潮周日水文、泥沙全潮测验。测验项目有潮位、流速、流向、水温、盐度、含沙量、悬沙粒径、风况海况观测、短期潮流观测、表流迹线观测等。根据本次测验得到的结果，与国家海洋局第一海洋研究所于冬（2015 年 12 月~2016 年 1 月）、夏（2015 年 7 月）及天津水运工程勘察设计院有限公司于冬（2010 年 12 月）、夏（2010 年 8 月）在该海区进行的观测结果，重点关注潮流代表性特征的对比分析。

### 1) 潮流特性

本项目冬、夏季水文全潮观测，与 2015、2010 年水文全潮观测的潮流垂线平均潮流示性系数为，2021 年冬季、2015 年冬季、2010 年冬季分别在 0.92~2.00、1.13~3.65、0.88~1.57，2021 年夏季、2015 年夏季、2010 年夏季分别在 0.70~2.43、0.87~2.01、0.68~2.03，平均分别为 1.21、1.72、1.20，说明施测海域潮流性质以不规则半日潮流为主。

### 2) 实测海流流速流向

从潮流类型来看，该海湾 2021、2015、2010 年的水文观测分析结果一致：潮流以不规则半日潮流为主，水流强度较弱，流速大小变化频繁，极不规则，无明显规律性，流向变化相近，在流速量级上也差距不大。

### 3) 余流

2021 年冬季和 2010 年冬季小潮期间余流大于大、中潮期间，2015 年冬季大潮期间余流大于小、中潮期间，在空间平面上，红海湾外侧测站的余流流速大于红海湾内侧测站。2021 年夏季中潮期间余流小于大、小潮期间，2015 年夏季就整个观测海域的大潮余流比中、小潮要小。2010 年冬、夏季期间，观测海域的余流流速也都较小，其中小潮期间的余流流速最大。

## 2.5.2 地下水

### (1) 水文地质单元类型及其特征

水文地质单元的划分以单元内地下水是否具有独立的补给、迳流、排泄系统为首要考虑因素，根据厂址附近范围 1:2.5 万水文地质调查成果，区内地下水主要受天然分水岭控制，分水岭两侧视为相对独立的水文地质单元。

依据水文地质单元划分原则，以主干分水岭为界，将区内划分为两个水文地质单元，即盘沿-东头水文地质单元（I）、霞坑-平径水文地质单元（II），盘沿-东头水文地质单元又进一步划分出4个水文地质亚单元，厂址附近范围水文地质情况及各水文地质单元、亚单元划分及特征见图2.5-12。

厂址区属太平岭-沙浦水文地质亚单元（I<sub>1</sub>）及大坑口-东头水文地质亚单元（I<sub>3</sub>），随一期工程场平进行，二期工程场地地形地貌发生变化，厂址区所属的太平岭-沙浦水文地质亚单元（I<sub>1</sub>）和大坑口-东头水文地质亚单元（I<sub>3</sub>）之间的分水岭被挖至厂坪标高，出露微风化岩，为相对隔水层，厂址区内两个水文地质亚单元之间已无明显分水岭，但两个水文地质亚单元与北侧的霞坑-平径水文地质单元（II），西侧的莲花山-盘沿水文地质亚单元（I<sub>2</sub>）及东侧的大岭顶-乌山水文地质亚单元（I<sub>4</sub>）之间均存在明显的分水岭。即厂址区所处两个水文地质亚单元与北侧的霞坑-平径水文地质单元（II），西侧的莲花山-盘沿水文地质亚单元（I<sub>2</sub>）及东侧的大岭顶-乌山水文地质亚单元（I<sub>4</sub>）无水力联系。

## （2）地下水类型及赋存

根据地下水的形成条件和赋存特征，将厂址区地下水类型分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

### ① 松散岩类孔隙水

二期工程主厂区第四系残破积层已被挖除，第四系松散岩类孔隙水分布于测区西部和东部的浅湾地段。地下水主要赋存于第四系人工填土、洪冲积砂砾、砂、黏土质砂、海陆交互沉积砂砾、砂及海滨沉积中细砂、细砂、中粗砂中，地下水以潜水为主。砂砾层、中粗砂层、细砂层和黏土质砂层为主要含水层，据1:20万惠阳—深圳幅水文地质普查报告，涌水量多小于100m<sup>3</sup>/d，厂区钻孔揭露含水层厚0.5m~10.7m，富水性弱~中等，含水量贫乏~中等。

场平后场地第四系松散岩类孔隙水主要分布在厂区西侧、东侧的回填区域，根据可研勘察成果，回填区回填材料以填石为主，直接临海，地下水与海水存在水力联系，勘察期间地下水位随潮汐变化，标高约1m~2m。

### ② 基岩裂隙水

基岩裂隙水在测区广泛分布，地下水主要赋存于中—晚侏罗世热水洞组的流纹质熔结凝灰岩及、沉凝灰岩裂隙中，以风化裂隙水为主，次为构造裂隙水。

风化裂隙水主要赋存于测区强风化~中等风化裂隙中，含水层上部无分布连续，且厚度较大的隔水层，地下水多属潜水，局部上部海积和海陆交互沉积粘性土层以及残积层厚度较大地段具微承压性。根据区域水文地质资料及本次水文地质测绘结果，测区强风化~中等风化岩层透水性弱~中等，富水性弱，含水量贫乏。

构造裂隙水主要分布于中等风化、微风化熔结凝灰岩中，地下水的赋存和运移取决于裂隙的发育程度，包括裂隙的密度、宽度、闭合和连通程度等。由于构造裂隙发育的不均一性，导致其含水和透水性存在有较大的不均一性。岩体破碎、节理发育区域透水性较好，有较充足的赋水空间，地下水多以脉状形式赋存。微风化熔结凝灰岩完整性一般为较完整~完整，岩体中节理一般不发育，节理连通性差，地下水没有导水通道，基本不透水。中等风化熔结凝灰岩完整性一般为破碎~较破碎，岩体中节理一般较发育，其透水性受节理开度及连通程度影响。由于岩体节理分布不均一及贯通性差，地下水位往往不能构成统一、连续的水位面。

### ③ 有效孔隙度和渗透系数

厂区分布的基岩主要为中—晚侏罗世热水洞组熔结凝灰岩，中等风化熔结凝灰岩属破碎~较破碎岩体，微风化熔结凝灰岩属较完整岩体，属坚硬岩。二期工程核岛区基底位于微风化熔结凝灰岩上。可研阶段岩土工程勘察在微风化熔结凝灰岩中进行了压水试验。通过钻孔压水试验，测得微风化熔结凝灰岩透水率为  $1.02Lu\sim 1.52Lu$ ，属于弱透水岩体。

岩石的孔隙度是指孔隙的体积与岩石总体积之比，岩石的有效孔隙度是指岩石中互相联通的孔隙的体积与岩石总体积之比，一般岩石的有效孔隙度小于等于孔隙度。根据室内试验成果，中等风化熔结凝灰岩的孔隙度为  $7.9\%\sim 18.6\%$ ，微风化熔结凝灰岩的孔隙度为  $0.5\%\sim 2.2\%$ 。坚硬岩体的透水性主要取决于岩体的节理裂隙发育程度及连通性，完整岩体基本不透水，厂区微风化熔结凝灰岩属较完整岩体，坚硬岩，属弱透水岩体。强风化熔结凝灰岩的渗透系数为  $1.44E-04cm/s$ ，透水性属中等透水。

## （3）地下水补给、径流和排泄条件

### ① 地下水补给

厂址区属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，雨量充沛，但降水分布不均，降雨多集中于夏季，年降雨量略大于年蒸发量。地下水的补给方式主要为大气降水垂直渗入补给，年降雨量为  $1425\sim 2399mm$ ，为渗入补给地下水提供了充足来源。

丘陵区基岩裂隙水主要接受大气降水渗入补给；浅湾和沟谷地段松散岩类孔隙水除接受大气降水垂直渗入补给和沟补给外，同时接受丘陵区基岩裂隙水侧向迳流补给，沿海岸带砂地，涨潮期间，尚有海水的补给。

#### ②地下水迳流、排泄

厂址区地下水迳流、排泄条件，受地形地貌影响较大，丘陵区基岩裂隙水迳流途径短，其流向基本与地形一致，补给区与排泄区相接近，基岩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浅湾和沟谷地段松散岩类孔隙水；浅湾地段地形平坦，地下水水力坡度平缓，地下迳流缓慢，地下水主要以潜流或越流形式向海边排泄，滨海砂地孔隙水以泉的形式排入南海或蒸发及植物蒸腾形式排泄。地下水最终排泄入南海。

厂址区内年降水量较大，但同时蒸发较强，这是该区地下水普遍较为贫乏的主要因素。夏季，雨量充沛，连续降雨时间短，地表水、地下水的补给主要来自大气降水，显然其溪沟的形成也与降水及水流作用密切相关，形成一个降水—水流—溪沟—地表水、地下水—排泄入海—再蒸发的循环过程。

#### （4）厂址区域范围内地下水的使用概况

厂址附近范围地下水资源开发利用程度较低，仅部分村庄开采浅层地下水作生活用水，水文地质调查未见有大规模开采地下水现象，主要开采方式为民井取水，厂址附近范围未来并无大规模开采地下水的计划。

### 2.5.3 洪水

太平岭核电厂厂址为滨海厂址，厂址附近无大江河及水库等水利工程，无其它汇水区域的输水及水库溃坝等产生的洪水威胁，厂址海域天文潮潮高和风暴潮增减水为同量级，假潮和地震海啸不显著，因而在确定组合水位事件中仅考虑天文潮、风暴潮和海平面上升等因素的影响。

根据《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）和《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）的要求，设计基准洪水位考虑可能最大风暴潮增水、10%超越概率的天文高潮位组合，及可能最大风暴潮相应的波浪影响。太平岭核电厂的组合洪水（DBF水位）主要考虑对厂址有重要影响的极端事件，组合如下：

10%超越概率天文高潮位	1.72m
+可能最大风暴潮增水	5.06m

+海平面上升	0.19m
--------	-------

=组合洪水位	6.97m
--------	-------

太平岭核电厂厂坪标高考虑在满足 DBF 的水位基础上，考虑增加安全裕度，确定太平岭核电厂址厂坪标高为 16.50m。

#### 2.5.4 参考资料

- [1] 广东惠州核电项目工程可行性研究阶段海洋水文计算与分析报告，天津市海岸带工程有限公司，2012 年 8 月；
- [2] 广东惠州核电厂工程初步可行性研究报告，深圳中广核工程设计有限公司，2010 年 3 月；
- [3] 广东太平岭核电厂一期工程海域冬、夏全潮观测技术报告，天津水运工程勘察设计院有限公司，2021 年 8 月；
- [4] 中广核广东太平岭核电厂取排水工程泥沙数值模拟研究，中国水利水电科学研究院，2016 年 8 月。

## 2.6 地形地貌

图

图2.6-1 厂址地形地貌图

## 2.6 地形地貌

中广核广东太平岭核电厂厂址位于广东省惠东县黄埠镇沙埔村附近，三面环山，南面临海。地形总体由北向南逐渐倾斜，最高峰为东北侧的太平岭，海拔为 151m。西侧为入海口，东侧滨海浅滩。厂址区总体表现为丘陵浅湾海岸地貌。根据地貌形态、成因、地貌组合、物质组成及海拔高程的差异，厂址区域主要包括为丘陵、浅湾、岩岸等 3 个地貌单元。

**丘陵及丘间洼地：**该类地貌是区内分布最广、面积最大的地貌单元。区内海拔高度小于 151m，相对高度 50m~150m，切割深度 30m~140m 不等，属浅切割。山体由晚侏罗世酸性火山岩和少量沉积火山碎屑岩构成，植被发育，裸露基岩较少，风化壳厚度通常 1m~5m。

**浅湾地貌：**厂址区域内两条较大水系在在厂址区东西两侧的入海口处形成一大一小两个浅湾，其岸线约 1.5km，均呈弯月形向陆凹进。根据浅湾内的地貌差异及堆积物成因类型可进一步分出三个次级单元。沙滩见于浅湾的前缘，沿海岸呈狭长带状分布，宽十几米到几十米，海拔-2m~3m，滩面向海微斜，坡度为  $5^{\circ}$ ~ $8^{\circ}$ ，后缘呈小坎状，由白色微带褐黄色中细砂及粉细砂组成，含贝壳。沙坝分布于现代海滩后侧，宽 80m~150m，海拔 5m~9.8m，由全新世中粗砂、细砂组成，地貌上呈与岸线平行的小型沙堤。坝后平原位于浅湾内侧，海拔 0m~4m。

**岩岸：**厂址区全长约 3km 的岸线除浅湾外均为岩岸地貌，呈长约 200m，宽 5m~10m 的狭窄海蚀平台，由片理化—弱片理化流纹质凝灰熔岩及流纹质熔结凝灰岩构成。平台上可见裸露基岩受海浪侵蚀后形成的形态各异的海蚀洞、海蚀崖等景观，局部形成陡峭的海岬。

**人工地貌：**主要有公路及公路边坡与陡崖及一定规模的施工营地及场所等。

图 2.6-1 给出了厂址地形地貌图。

### 第三章 环境质量现状

#### 3.1 辐射环境质量现状

#### 3.2 非辐射环境质量现状

### 3.1 辐射环境质量现状

#### 3.1.1 陆域辐射环境本底（现状）调查

#### 3.1.2 海洋环境放射性水平调查

#### 3.1.3 核设施、核技术利用、铀（钍）矿和伴生放射性矿开发利用

#### 3.1.4 辐射环境质量评价

表

表 3.1-1 厂址周围陆域辐射环境本底调查方案

表 3.1-2 陆域本底调查仪器设备、监测方法和监测标准

表 3.1-3 陆域本底调查各类样品的最小可探测活度浓度（放化部分）

表 3.1-4 气溶胶 $\gamma$ 谱测量最小可探测活度浓度

表 3.1-5 地表水样品 $\gamma$ 谱测量最小可探测活度浓度

表 3.1-6 地下水样品 $\gamma$ 谱测量最小可探测活度浓度

表 3.1-7 土壤（底泥）样品 $\gamma$ 谱测量最小可探测活度浓度

表 3.1-8 环境 TLD 累积剂量（未扣除宇宙射线的响应值）

表 3.1-9 原野固定点测量结果

表 3.1-10 原野非固定点测量结果

表 3.1-11 关键居民组  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率

表 3.1-12 气溶胶放射性水平

表 3.1-13 地表水放射性水平

表 3.1-14 地下水、饮用水放射性水平

表 3.1-15 未垦土放射性水平

表 3.1-16 水库/底泥放射性水平

表 3.1-17 陆域本底调查使用的标准物质

表 3.1-18 陆域本底调查仪器设备检定和自校情况

表 3.1-19 陆域本底调查平行样结果

表 3.1-20 陆域本底调查复检样结果

表 3.1-21 陆域本底调查加标结果

表 3.1-22 海洋环境放射性水平调查点位经纬度

表 3.1-23 海洋放射性本底调查样品分析仪器与方法

表 3.1-24 海水样品的放射性水平

表 3.1-25 沉积物的放射性

表 3.1-26 海水平行样测量结果

表 3.1-27 惠东县卫生机构射线装置情况

图

图 3.1-1 TLD 监测布点图

图 3.1-2 原野非固定点 5km 范围内监测布点图

图 3.1-3 原野非固定点 20km 范围内监测布点图

图 3.1-4 厂址附近饮用水、地下水、气溶胶监测布点图

图 3.1-5 厂址附近土壤监测布点图

图 3.1-6 厂址附近海域水质、生物、沉积物监测站点图

### 3.1 辐射环境质量现状

#### 3.1.1 陆域辐射环境本底调查

2015年7月至2015年10月，广东省环境辐射监测中心对太平岭核电厂进行为期一个季度的陆域辐射环境本底调查。

##### 3.1.1.1 调查范围

环境 $\gamma$ 辐射水平的调查范围主要以核电厂为中心半径20km；

陆域环境介质中放射性核素含量的调查范围主要以核电厂为半径5~10km。

##### 3.1.1.2 布点原则

(1) 在采样和监测布点时，充分考虑太平岭核电厂地区人口分布、陆地资源、居民食物结构的调查资料、当地水文气象资料以及可能关键居民组的资料以及影响放射性核素在环境中迁移的各种因素，以保证所取样品和监测数据的代表性；

(2) 采样点和监测点尽可能设在潜在污染大的地方，如大气样品采样点应设在与常年主导风向相同扇形区的最大浓度点处；土壤采样点由陆地8个方位角内（主导风下风向加密）定点；离核电厂最近的沙埔村、湾仔村作为重点监测点；

(3) 采样点分布密度应按“近密远疏”的原则安排；

(4) 采样点和监测点还应避开核电厂施工和建设场地；

(5) 采样点和监测点充分考虑布点的稳定性和可延续性。

##### 3.1.1.3 调查内容

本次本底调查方案汇总情况见表3.1-1。

###### 3.1.1.3.1 $\gamma$ 辐射剂量率测量

1)  $\gamma$  辐射累积剂量（TLD）

$\gamma$  辐射累积剂量（TLD）监测点数共30个点，布点原则是：厂区周围20km近密远疏，厂界周围按半径2、5、10、20km的8个方位角间隔交叉布点。样品放置到不容易丢失的位置，如树杆上，离地位置在1.5米以上。

$\gamma$  辐射累积剂量布点图见图 3.1-1。

## 2) 原野 $\gamma$ 辐射剂量率

原野环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测量分为：固定点位测量和非固定点位测量。

本次调查基本上以 TLD 点位作为该区域原野  $\gamma$  辐射剂量率的参照点，即原野固定点位测量，这些点位环境相对稳定，测量数据具有纵向（时间）可比性。围绕这些参照点再随机选择有代表性的测量点，称为原野非固定点测量。在本项目中，原野固定点测量点位共有 30 个，具体布点见图 3.1-1。原野非固定点按 5 公里、10 公里、20 公里共布点 50 个，各点位见图 3.1-2、图 3.1-3。

## 3) 关键居民组环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率

在可能为关键居民组的沙埔村、湾仔村居民，分别测量 10 个点，每次具体点位不固定，但要求测量点能基本代表当地的环境  $\gamma$  辐射总体水平。

### 3.1.1.3.2 环境介质调查方案

此次本底调查环境介质采样的监测频度均为单次，采样点见图 3.1-4 和图 3.1-5。

### 3.1.1.4 分析方法

#### 3.1.1.4.1 监测设备、监测方法和监测标准

本次本底调查所使用的仪器设备、监测方法和监测标准见表 3.1-2。

#### 3.1.1.4.2 监测方法的探测下限

依据《辐射环境监测技术规范》，

1)  $\gamma$  能谱的探测限采用以下公式： $LD = (K) * 4.65 * \sqrt{N_b / T} / (\epsilon \cdot P_r \cdot W)$

K——为生物样品的灰鲜比，其余样品 K 值为 1；

Nb——总本底计数率；

T——样品测量时间；

$\epsilon$ ——效率；

$P_\gamma$ ——分支比；

W——样品量。

2) 总  $\beta$  探测限表达式为:

$$4.65 \times \sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_s}} \times \frac{m}{60 \times \eta_{\beta} \times m_s \times V} \times 10^3 \quad (\text{Bq/m}^3)$$

$n_b(\beta)$  ——仪器  $\beta$  本底计数率, 单位为 cpm;

$t_s$  ——样品测量时间, 单位为 min;  $m$  ——样品总灰重, 单位为 g;

$\eta_{\beta}$  ——仪器对  $\beta$  粒子的探测效率;  $m_s$  ——铺样质量, 单位为 g;

$V$  ——样品体积, 单位为 L 或  $\text{m}^3$ 。

3) 色层法测  $^{90}\text{Sr}$  探测限表达式:

$$4.65 \times \sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_s}} \times \frac{K}{60 \times W \times Y_{\text{Sr}} \times Y_Y \times \eta_{\beta} \times e^{(-\frac{\ln(2)}{64.2} \cdot (t_2 - t_1))}} \times 10^3$$

(土壤样: Bq/kg; 生物样: Bq/g; 水样: Bq/ $\text{m}^3$ )

$n_b(\beta)$  ——仪器  $\beta$  本底计数率, 单位为 cpm;

$t_s$  ——样品测量时间, 单位为 min;

$\eta_{\beta}$  ——仪器对  $\beta$  粒子的探测效率;

$W$  ——固体样品, 单位为 g; 水样, 单位为 L;

$K$  ——生物样品灰鲜比, 其余样品  $K=1$ ;

$Y_{\text{Sr}}$ 、 $Y_Y$  ——锶、钇化学回收率。

$e^{-\ln(2)/64.2 \times (t_2 - t_1)}$  ——钇-90 的衰变因子,  $t_1$  锶钇分离时刻, h;  $t_2$  钇源测量到一半的时刻, h;  $-\ln(2)/64.2$  为钇-90 衰变常数。

4) 水中氡、 $^{14}\text{C}$ 、发烟硝酸法测  $^{90}\text{Sr}$ 、探测限表达式

$$4.65 \times \sqrt{\frac{n_{b(\beta)}}{t_s}} \times \frac{K}{60 \times W \times Y \times \eta_{\beta}} \times 10^3 \quad (\text{固体样: Bq/kg; 水样: Bq/m}^3)$$

式中符号参见色层法测  $^{90}\text{Sr}$  探测限表达式。

本底调查的仪器设备的技术指标、探测下限见表 3.1-3~表 3.1-7。

### 3.1.1.4 调查结果

根据广东省环境辐射监测中心提供的放射性初步本底调查报告, 调查内容包括陆地环境  $\gamma$  辐射及剂量率水平、陆地环境核素放射性水平的调查。

#### 1) 环境 $\gamma$ 辐射水平

本次调查内容包括 TLD 监测、原野固定点与非固定点环境辐射剂量率监测、关键居民组环境辐射剂量率监测。

TLD 测量共设点有 30 个，所有点位监测结果范围为 63.0~171.7nGy/h（未扣除宇宙射线响应）。表 3.1-8 给出了累积剂量的测量结果。

原野固定点布点与 TLD 相同，监测结果范围 45~152nGy/h（已扣除宇宙射线响应）。表 3.1-9 给出了原野固定点  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测量结果。

原野非固定点随机布点共有 50 个，监测结果范围为 54~190nGy/h（已扣除宇宙射线响应）。表 3.1-10 给出了原野非固定点  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测量结果。

沙埔村和湾仔村为可能的关键居民组，随机布点测量，布点 10 个。沙埔村环境辐射剂量率范围 54~134nGy/h（已扣除宇宙射线响应），湾仔村环境辐射剂量率范围为 127~190nGy/h（已扣除宇宙射线响应）。表 3.1-11 给出了关键居民组  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率测量结果。

## 2) 陆地环境核素放射性水平

气溶胶：采样点为沙埔村和湾仔村，样品中未监测到人工放射性核素， $^7\text{Be}$  的监测结果分别为 1.71mBq/m<sup>3</sup> 和 2.25mBq/m<sup>3</sup>，监测结果见表 3.1-12。

地表水：设三个采样地点，分别为圆墩河、盘沿水库、黄坑水库。地表水的  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^3\text{H}$ 、总  $\alpha$ 、和总  $\beta$  含量范围分别为 0.84~4.4mBq/L、0.19~0.21Bq/L、<LD~16.4mBq/L、37.9~330mBq/L，人工  $\gamma$  核素检测结果均低于探测下限，监测结果见表 3.1-13。

地下水及饮用水：在沙埔村和湾仔村分别各布设监测点，其中沙埔村地下水及饮用水为同一水源。地下水及饮用水样品中的  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^3\text{H}$ 、总  $\alpha$  和总  $\beta$  含量范围分别为 0.24~2.8mBq/L、0.19~0.21Bq/L、16.0~94.0mBq/L、68.7~252mBq/L；人工  $\gamma$  核素检测结果均低于探测下限，监测结果见表 3.1-14。

未垦土：共设 9 个点，分别为东头村、沙埔村、湾仔村、三洲村、望斗村、渡头村、大围村、东河村、黄埠镇。其中  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  含量范围分别为 0.061~0.81Bq/kg 干、<LD~3.54Bq/kg 干；其他人工  $\gamma$  核素监测结果均低于探测下限，监测结果见表 3.1-15。

水库、河溪沉积物：设 3 个点，分别是为圆墩河、盘沿水库、黄坑水库。其中  $^{90}\text{Sr}$  含量范围为 0.053~0.11Bq/kg 干；所有人工  $\gamma$  核素监测结果均低于探测下限，监测结果见表 3.1-16。

### 3.1.1.5 质量保证措施

#### 3.1.1.5.1 人员管理

(1) 调查项目负责人由具有专业理论知识和实践经验技术人员担任。

(2) 各测量分析岗位的技术人员须持有国家辐射环境监测技术中心或广东省环境保护厅颁发的上岗证，否则不能单独出具数据。

(3) 对参与项目的主要技术人员进行技术培训（或外派学习），并根据任务开展的需要来进行内部技术讲座、学习和培训。

#### 3.1.1.5.2 仪器设备管理和维护

仪器设备管理主要是通过建立仪器设备台帐，指定专人保管，用于测量分析的仪器设备有专人负责维护，使用前必须严格按照有关要求填写使用记录本，出现故障及时维修；有温湿度要求的仪器设备应记录温湿度的日常变化，以保证温度和湿度控制在要求的范围内。

对低水平放射性测量装置，每年或检修后均进行1次泊松分布检验。根据2015年放射性测量装置泊松分布检验结果，用于低水平放射性测量的装置未见异常。

用于监测的低水平放射性测量装置每月进行至少1次本底测量和效率检验，以确定测量装置的长期稳定性。依据本底调查使用仪器设备2014~2015年期间本底和效率质控结果，95%以上的测量值均在 $\pm 2\sigma$ 之间，所有测量值均在 $\pm 3\sigma$ 之间。

#### 3.1.1.5.3 量值溯源和仪器的检定或自校

(1) 分析用的标准物质溯源到国家或国际标准。本底调查使用的标准物质见表3.1-17。

(2) 用于测量分析仪器设备严格按照计量认证的要求定期进行检定或自校。本次调查使用的仪器设备检定和自校情况见表3.1-18。

用于测量分析仪器设备严格按照计量认证的要求定期进行检定或自校。

#### 3.1.1.5.4 TLD环境 $\gamma$ 辐射累积剂量测量的质量控制

a.选片：将同批的TLD剂量计元置于HW-II型热释光精密退火炉内在240℃高温下

退火10分钟，取出冷却后用标准点源照射，照射量与一季度的累积剂量值相当，然后用RGD-3B型热释光剂量仪进行测量。选片按分散性不大于5%的原则进行筛选。

b.TLD剂量计布放：将严格筛选的TLD元件退火后装入剂量计盒内（每盒装五支TLD剂量计元件呈梅花型放置），保存于铅室内备用，并同时准备一批元件作为记录运输及铅室本底和剂量刻度之用。现场布放点按辐射场比较均匀的要求选取，一般选在空旷和平整且离建筑物10m以上，能代表周围环境辐射水平的地方。而TLD剂量盒则放入无金属物的木箱内，木箱悬挂树上离地1m为宜。

c.TLD剂量计回收：每季度回收一次，布放和回收时，用经刻度的 $\gamma$ 剂量仪进行瞬时剂量测量，同时详细记录监测点的地址，布放、回收时间。

d.TLD剂量计测量：用RGD-3B型热释光剂量测量仪测量。按其仪器使用说明的操作规程进行。

e.TLD剂量计刻度：比热释光剂量计第一次启用时都必须进行精确的刻度。作出剂量与热释光响应曲线。刻度时使用接近环境 $\gamma$ 辐射能谱的 $^{226}\text{Ra}$ 源。照射率精度在2%以内。照射量与每批累积剂量计的剂量大致相当。

f.环境累积剂量结果计算：测出每个布点10支TLD剂量计的平均值和标准差，按格罗贝斯法对数据进行取舍检验，若有异常数据，则应剔除后再求平均值和标准偏差。

### 3.1.1.5.5 实验室分析的质量控制

#### （1）样品流转、测量记录、数据复核

a.测量过程中的记录表格要求统一规范，记录必须清楚、详细、准确，需要更正的必须按规范要求进行；

b.样品的采集按照大纲的要求和进度，由项目负责人发出采样单，交采样负责人在限定时间内完成采样，采样严格按有关技术规范进行；

c.采样负责人完成采样后即将采集的样品和现场采样记录经项目负责人验收后交样品管理人员登记，并按要求进行传递（交样品分析人员或样品前处理人员再到样品分析人员），样品传递时应有详细的传递单；

d.测量过程应有完整、清楚的原始记录，在数据计算之前应先逐一检查原始记录的完整性和准确性，数据分析计算人员应对数据进行认真的校对，并由同实验分析人员进行复核，再由各分析项目负责人审核和签名；

e.测量分析后的样品（或剩余的样品）应妥善保管，以备必要时复查。

（2）分析方法的标准化

采用国家颁布的标准方法，采用已经发表并且通过不同实验室间协作试验评价的分析方法。

（3）平行样、复检样

1) 平行样

本期调查采集的平行样测量结果见表3.1-19。从表中可以看出：本项目中 $\gamma$ 谱样品的平行性A/B在0.80-1.15之间。总 $\alpha$ 的平行性A/B为1.03和1.13，总 $\beta$ 的平行性A/B为1.09和0.93。 $^3\text{H}$ 的平行性A/B为0.95和1.00。 $^{90}\text{Sr}$ 的平行性A/B为0.89和0.83。

2) 复检样

本期调查中样品的复检结果参见表3.1-20。复检样品一般采用不同的工作人员在不同的时间进行测量和分析，其中A为原始测量结果，B为复检结果。复检结果表明 $\gamma$ 谱分析的复检结果A/B在0.79-1.10之间（另有一对数据的一个测量高于另一个的探测限，以#号表示）。 $^{90}\text{Sr}$ 分析的复检结果A/B在0.90-1.15之间，总 $\alpha$ 分析A/B为1.14，总 $\beta$ 分析A/B为1.05。

（4）加标样

本期调查中样品的加标样测量结果见表3.1-21。结果表明未垦土中 $^{90}\text{Sr}$ 加标回收率为97.3%、103%。水库水中 $^3\text{H}$ 加标回收率为105%，总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 加标回收率分别为97.5%、99.1%。

### 3.1.2 海域辐射环境本底调查

2015年~2016年，中科院南海海洋研究所对太平岭核电厂附近海域辐射环境本底进行了调查，主要调查内容包括海水样品、潮间带沉积物样品。

#### 3.1.2.1 调查方案

海水设置S6-S10、S17-S23、S25-S29、S31-S35、S41-S48共30个站。沉积物设置S6-S10、S17-S23、S25-S29、S31-S35、S41-S47共29个站，同时设置D1一个潮间带站位，共30个站。

站位布设详见图3.1-6，各站位经纬度见表3.1-22。

### 3.1.2.2 调查方法

放射性本底监测项目所使用的测量仪器及检测方法见表 3.1-23。

### 3.1.2.3 调查结果

#### （1）海水中放射性本底水平

本次主要调查了厂址附近海域海水中人工放射性核素  $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{40}\text{K}$ 、总  $\alpha$ 、去钾总  $\beta$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^3\text{H}$  放射性浓度和分布特征。调查结果表明：海水样品中的活度浓度  $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{134}\text{Cs}$  均小于探测限， $^{137}\text{Cs}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 4.3\text{Bq/m}^3$ ， $^{226}\text{Ra}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 17.4\text{Bq/m}^3$ ， $^{232}\text{Th}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 62.1\text{Bq/m}^3$ ， $^{238}\text{U}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 55.9\text{Bq/m}^3$ ， $^{40}\text{K}$  的活度浓度范围为  $4.06\sim 8.15\text{Bq/L}$ ，总  $\alpha$  的活度浓度范围为  $20\sim 77\text{Bq/m}^3$ ，去钾总  $\beta$  的活度浓度范围为  $28\sim 79\text{Bq/m}^3$ ， $^{90}\text{Sr}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 2.43\text{Bq/m}^3$ ，不电解浓缩情况下  $^3\text{H}$  的活度浓度均小于探测限，电解浓缩情况下  $^3\text{H}$  的活度浓度范围为  $0.14\sim 0.23\text{Bq/L}$ ，均在正常的环境本底水平范围内。监测结果见表 3.1-24。

#### （2）海洋沉积物中放射性本底水平

调查了潮间带沉积物中人工放射性核素  $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^3\text{H}$  的放射性浓度以及它们的分布特征。调查结果表明：沉积物中  $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{134}\text{Cs}$  的比活度均小于探测限， $^{137}\text{Cs}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 1.34\text{Bq/kg.干}$ ， $^{226}\text{Ra}$  的活度浓度范围为  $14.9\sim 49.1\text{Bq/kg.干}$ ， $^{232}\text{Th}$  的活度浓度范围为  $20.5\sim 105\text{Bq/kg.干}$ ， $^{238}\text{U}$  的活度浓度范围为  $19.8\sim 109\text{Bq/kg.干}$ ， $^{40}\text{K}$  的活度浓度范围为  $349\sim 829\text{Bq/kg.干}$ ，总  $\beta$  的活度浓度范围为  $353\sim 1154\text{Bq/kg.干}$ ， $^{90}\text{Sr}$  的活度浓度范围为  $<\text{LD}\sim 0.1\text{Bq/kg.干}$ ，均在正常的环境本底水平范围内。监测结果见表 3.1-25。

### 3.1.2.4 项目实施的质量控制和保证情况

为了保证本项目调查质量，本项目监测调查采取了如下措施：

- （1）制定和提交了本项目质保大纲。
- （2）为了确保调查质量，完成合同要求，本项目还成立了项目领导小组；建立质

保小组。

(3) 质保小组承担质量保证和监督职责；质量保证和监督组由本项目项目经理、外业调查负责人、质量主管部门、数据校对人员、质量监督员组成。

(4) 质量保证和监督组成员名单将随实施计划向项目领导小组报告。

(5) 每次调查，都有派质保人员出海和到现场实验室进行质量检查；所有测量仪器都经质检合格；本项目所使用的仪器设备其技术指标应能满足调查的要求。

(6) 仪器设备在使用前应送法定计量检定机构检定或校准，并在检定、校准证书有效期内使用。为保证调查数据质量，仪器设备应在至少调查前后各进行一次校验，可采用实验室或外业现场自校、互校、比对及校准等方式。无法溯源到国家计量标准的仪器设备，则应按照程序化的、并经项目负责人审核认可的自校或互校方法进行自校或互校。

(7) 海上调查中，样品的采集、预处理、贮存、运输等环节应严格按照规范要求操作。

(8) 为了检查项目是否根据调查大纲要求实施开展，本项目还制定了详细的实施计划和调查操作规程。

(9) 本项目的质量控制贯穿在项目的各个控制节点上，包括每个航次工作计划的详细制定；计划实施前的安全、质量、仪器设备检查、人员安排和调查船的备航；海上调查的站点准确定位、现场观测、数据记录、样品采集和处理；实验室的室内样品分析与鉴定，数据资料的处理，数据报表和调查报告的内审和归档。整个项目的运作都在项目质保小组的全程控制下进行，并接受了项目委托方的现场监督和指导。

(10) 本期调查采集的平行样测量结果见表 3.1-26。从表中可以看出：两个平行样结果的比值 A/B 在 0.61~1.4 之间。

### 3.1.3 核设施、核技术利用、铀（钍）矿和伴生放射性矿开发利用

太平岭核电厂址所在的位置 80km 范围内存在大亚湾核电站、岭澳核电站、北龙处置场等核设施。

太平岭核电厂址所在的位置 30km 范围内未见有大型铀矿、钍矿。

太平岭核电厂址 NE 方位 8km 处有广东华润海丰电厂，厂址位于广东省汕尾市海丰县小漠镇，其规划有 6 台百万千瓦机组，其中二期工程两台机组已投产，电厂同时

配套建设 1 个 10t 级煤码头和 1 个 3000t 级重件泊位。

太平岭核电厂周围 15km 范围内无同位素生产设施,非密封放射性同位素及射线装置主要为医院设施,具体分布情况见表 3.1-27;厂址半径 10km 范围内没有正在开发的具有采矿许可证的矿业企业,有 2 家拟设置采矿权的矿区,分别为黄埠-吉隆集中开采区和惠东县吉隆镇大华村塘头矿区,其中黄埠-吉隆集中开采区拟开采矿种为建筑用花岗岩,位于吉隆镇吉联村和黄埠镇交界,储量 1000m<sup>3</sup>;惠东县吉隆镇大华村塘头矿区位于吉隆镇大华村,拟开采矿种为砖瓦用砂岩,储量 30m<sup>3</sup>。

太平岭核电厂周围 5km 范围内有中国科学院近代物理研究所建设的强流重离子加速器(HIAF)和加速器驱动嬗变研究装置(CiADS)工程,工程包括 2 个 I 类射线装置和一个 10MW II 类研究堆。工程位于厂址 NE 方位约 3km 处。

### 3.1.4 辐射环境质量评价

本次调查环境贯穿辐射  $\gamma$  辐射剂量率范围为 45~190nGy/h(已扣除宇宙射线响应)。

气溶胶中 <sup>7</sup>Be 的监测结果分别为 1.71mBq/m<sup>3</sup> 和 2.25mBq/m<sup>3</sup>,其他放射性  $\gamma$  核素检测结果均低于探测下限。

地表水中 <sup>90</sup>Sr 的活度浓度范围为 0.84~4.4mBq/L, <sup>3</sup>H 的活度浓度范围为 0.19~0.21Bq/L,总  $\alpha$  的活度浓度范围为 <LD~16.4mBq/L,总  $\beta$  的活度浓度范围为 37.9~330mBq/L 含量范围分别为, <sup>40</sup>K 的活度浓度范围为 <LD~340mBq/L, <sup>232</sup>Th 的活度浓度范围为 <LD~14.0mBq/L,其他放射性  $\gamma$  核素检测结果均低于探测下限。

地下水及饮用水中的 <sup>90</sup>Sr 活度浓度范围为 0.24~2.8mBq/L, <sup>3</sup>H 的活度浓度范围为 0.19~0.21Bq/L,总  $\alpha$  的活度浓度范围为 16.0~94.0Bq/L,总  $\beta$  的活度浓度范围为 68.7~252Bq/L, <sup>40</sup>K 的活度浓度范围为 95~309mBq/L, <sup>232</sup>Th 的活度浓度范围为 <LD~13.0mBq/L,其他放射性  $\gamma$  核素检测结果均低于探测下限。

土壤中 <sup>90</sup>Sr 的活度浓度范围为 0.061~0.81Bq/kg 干, <sup>137</sup>Cs 的活度浓度范围为 <LD~3.54Bq/kg 干, <sup>40</sup>K 的活度浓度范围为 211~1350Bq/kg 干, <sup>232</sup>Th 的活度浓度范围为 <LD~13.0 Bq/kg 干,其他人工  $\gamma$  核素监测结果均低于探测下限,监测结果见表 3.1-15。

水库、河溪沉积物:设3个点,分别是为圆墩河、盘沿水库、黄坑水库。其中<sup>90</sup>Sr 含量范围为0.053~0.11Bq/kg 干;所有人工 $\gamma$ 核素监测结果均低于探测下限,监测结果见表3.1-16。

根据陆地环境介质放射性水平调查结果可知，厂址所在地区的累积剂量、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、环境 $\gamma$ 水平、空气、地表水、地下水、土壤的环境放射性水平均在正常的环境本底水平范围内。

根据海洋环境放射性水平调查结果可知，厂址附近海域的海水中放射性本底水平、海洋沉积物中放射性本底水平、海洋生物中放射性本底水平的环境放射性水平均在正常的环境本底水平范围内。

综合上述可知，厂址地区现状环境放射性水平都在环境本底水平内，未检测出异常偏高的放射性核素。

## 3.2 非辐射环境质量现状

### 3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

### 3.2.2 声环境质量现状调查与评价

### 3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

### 3.2.4 电磁环境现状调查与评价

表 3.2-1 大气环境现状监测点位及方法

表 3.2-2 空气环境质量监测结果（共 3 张）

表 3.2-3 环境噪声（电磁环境）本底监测点位

表 3.2-4 环境噪声本底检测结果

表 3.2-5 近岸海域海水水质区域各监测点位及其标准限值

表 3.2-6 厂址区域及附近敏感点工频电场、工频磁场测量结果

图

图 3.2-1 大气环境现状监测布点示意图

图 3.2-2 噪声和电磁辐射本底监测布点示意图（厂内）

图 3.2-3 噪声和电磁辐射本底监测布点示意图（厂外）

图 3.2-4 受纳水体水质监测布点示意图

## 3.2 非辐射环境质量现状

### 3.2.1 大气环境质量现状调查与评价

根据《2020年惠州市生态环境状况公报》，惠州市环境空气质量总体保持良好，市区（惠城区、惠阳区和大亚湾区）空气质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准，其中，二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）和一氧化碳（CO）达到国家一级标准；可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）和臭氧达到国家二级标准；综合指数为2.77，空气质量指数（AQI）范围为17~151，达标天数比例（AQI达标率）为97.8%。2020年惠东县、博罗县和龙门县环境空气质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准。

2021年1~5月，项目所在地惠东县可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）平均浓度为49 μg/m<sup>3</sup>和21 μg/m<sup>3</sup>，环境空气质量均达到国家二级标准。

中广核工程公司委托深圳市威标检测技术有限公司于2021年3月10~17日对太平岭区域进行了大气环境质量检测。表3.2-1给出了本项目大气环境监测点位、监测项目及监测方法，图3.2-1给出了大气监测点位示意图。表3.2-2给出了各个监测点位的监测结果。根据监测结果可知，厂址附近3个空气质量环境监测点TSP的24小时平均浓度值在119~161 μg/m<sup>3</sup>之间，可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）24小时平均浓度值在80~127 μg/m<sup>3</sup>之间，SO<sub>2</sub>的1小时平均浓度值在7~22 μg/m<sup>3</sup>之间，NO<sub>2</sub>的1小时平均浓度值在7~52 μg/m<sup>3</sup>之间，CO的1小时平均浓度值在0.5~1.0 mg/m<sup>3</sup>之间，监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）环境空气污染物基本项目二级浓度限值。

整体而言，太平岭核电厂厂址区域环境空气质量良好。

### 3.2.2 声环境质量现状调查与评价

#### 3.2.2.1 现状调查与评价

为了了解厂址区域的环境噪声和电磁环境现状，建设单位委托苏州热工研究院有限公司根据相关导则的要求和太平岭核电厂总平面规划方案，于2015年1月14~15日通过厂址现场踏勘观察，确认厂界和厂内设施的位置，并根据地形特征进行合理布点，开展噪声和电磁环境本底水平监测。根据惠东县黄埠镇总体规划（2008~2025），厂址

所在区域属环境噪声二类区，厂址半径5km范围内除部分属于二类区外，大部分为乡村区域一类区。经现场踏勘，厂址所在区域目前无明显的噪声源分布。

监测范围包括厂址所在区域，主要为厂界（北厂界、南厂界和西厂界）、拟建主变区域（1#、2#、3#和4#主变），以及厂址外的环境敏感点，重点监测东头村、坑口村、上太平村、沙埔村、山下村、盘沿村6个村庄。共计13个监测点位。

结合实际地形及现场监测条件实施布点监测，噪声监测点位一览表见表3.2-3，具体监测布点见图3.2-2和图3.2-3。

噪声监测使用的仪器为AWA6228型多功能声级计，所使用的仪器符合相关技术导则要求并经计量部门检定在检定有效期内。

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），在厂址区域内外的环境敏感点处进行噪声现状监测。本项目噪声环境监测选择昼间（6:00~22:00）和夜间（22:00~6:00）两个时段进行噪声监测，采用1min的等效声级，监测两天。

监测期间项目厂址区域尚未进行场地平整，地形为崎岖山坡，且东侧厂界因地形原因，暂不能到达。表3.2-4给出了太平岭核电厂厂址区域及附近环境敏感点噪声环境监测结果。从表可以看出，因此厂址区域内的环境质量噪声本底水平较低，昼间噪声为41.4~54.0dB(A)，夜间噪声为40.4~46.2dB(A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的1类功能区限值。

厂址附近环境敏感点6个村庄的昼间噪声为38.0~50.7dB(A)，夜间噪声为38.0~43.5dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的1类功能区标准。

综上，太平岭核电厂厂址区域及附近环境敏感点的噪声监测结果均可满足GB3096-2008中相应的1类声环境功能区限值要求，表明厂址所在区域噪声环境良好。

### 3.2.2.2 质量保证措施

为了保证本项目调查质量，监测调查采取了如下质保措施：

- (1) 制定和提交了本项目质保大纲。
- (2) 为了确保调查质量，完成合同要求，本项目还成立了项目领导小组；建立质保小组。
- (3) 质保小组承担质量保证和监督职责；质量保证和监督组由本项目项目经理、外业调查负责人、质量主管部门、数据校对人员、质量监督员组成。

(4) 质量保证和监督组成员名单将随实施计划向项目领导小组报告。

(5) 每次监测，所有测量仪器都经质检合格；本项目所使用的仪器设备其技术指标应能满足调查的要求。

(6) 仪器设备在使用前应送法定计量检定机构检定或校准，并在检定、校准证书有效期内使用。为保证调查数据质量，仪器设备应在至少调查前后各进行一次校验，可采用实验室或外业现场自校、互校、比对及校准等方式。无法溯源到国家计量标准的仪器设备，则应按照程序化的、并经项目负责人审核认可的自校或互校方法进行自校或互校。

(7) 所有检测环节应严格按照规范要求操作。

(8) 为了检查项目是否根据调查大纲要求实施开展，本项目还制定了详细的实施计划和调查操作规程。

### 3.2.3 受纳水体环境质量现状调查与评价

受深圳中广核工程设计有限公司委托，中国科学院南海海洋研究所承担了《中广核广东太平岭核电厂二期工程邻近海域水质环境、水生生态和渔业资源调查》，依据工作大纲和质保大纲及海洋调查规范的方法、技术和质量监控规程，于2015年5月开始，进行为期周年每季一次的4个航次海上调查和观测，本报告根据5月（春季）、8月（夏季）、11月（秋季）和2016年2月（冬季）共4季度航次调查中的水质调查结果来评价受纳水体的环境质量现状。

#### 3.2.3.1 厂址近岸海域水体环境质量现状调查

(1) 调查时间

2015年5月开始，每季度一次，5月（春季）、8月（夏季）、11月（秋季）和2016年2月（冬季）共4季度航次调查。

(2) 调查范围

位于N 21°10'-N 22°50'，E 114°5'-E 115°30'之间的海域，覆盖核电厂址为中心，半径50 km范围内的海域。

(3) 调查内容

本次调查内容包括：pH、悬浮物、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD<sub>Mn</sub>)、生物需氧量(BOD<sub>5</sub>)、总碱度、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐、石油

类、余氯、氟化物、氰化物、硫酸盐（以  $\text{SO}_4^{2-}$  计）、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、总铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）、银（Ag）、锰（Mn）、硼（B）共 26 项

#### （4）布点原则及监测布点图

根据核电厂附近海域环境及其地理特点，按照全面覆盖、近密远疏、重点代表的原则设置站位，在进排水口和其它环境敏感目标处适当加密调查站位，重点关注考洲洋、港口海洋保护区等敏感位置，采用扇形方式布设调查断面，厂址附近海域海水水质监测采样布点见图 3.2-4。表 3.2-5 给出了近岸海域海水水质区域各监测点及其标准值。

#### （5）调查结果

- 水温：调查海域水温变化范围在 14.24~30.40℃ 之间。其中：秋季水温在 24.08~26.21℃ 之间；冬季在 14.24~16.66℃ 之间；春季在 22.55~27.43℃ 之间；夏季在 21.48~30.40℃ 之间。
- 盐度：调查海域盐度变化范围在 18.05~ 34.66 之间。其中：秋季盐度值在 27.74~34.07 之间；冬季在 18.05~32.22 之间；春季在 28.39 ~ 34.45 之间；夏季在 30.73 ~ 34.66 之间。
- pH：调查海域 pH 变化范围介于 7.77~8.49 之间。其中：秋季介于 7.66~8.19 之间；冬季介于 7.95~8.3 之间；春季介于 7.77~8.31 之间；夏季介于 7.92~8.49 之间。
- 溶解氧：调查海域溶解氧含量变化范围为 4.47~10.1mg/L。其中：秋季在 5.18~8.44 mg/L 之间；冬季在 6.95~10.1mg/L 之间；春季在 5.08~7.97 mg/L 之间；夏季在 3.76~8.95mg/L 之间。
- 化学需氧量：调查海域化学需氧量范围为未检出~2.44mg/L。其中：秋季在 0.16~1.22mg/L 之间；冬季在 0.32~2.44mg/L 之间；春季在 0.29~1.28mg/L 之间；夏季在 0.02~1.71mg/L 之间。
- 生化需氧量：调查海域生化需氧量范围为 0.01~2.56mg/L。其中：秋季在 0.01~1.67mg/L 之间；冬季在 0.01~2.56mg/L 之间；春季在 0.01~1.97mg/L 之间；夏季在 0.03~2.07mg/L 之间。
- 活性磷酸盐：调查海域活性磷酸盐含量变化范围为 0.001~0.098mg/L。其中：秋季在 0.002~0.098mg/L 之间；冬季在 0.013~0.05mg/L 之间；春季在 0.002~0.094mg/L

之间；夏季在 0.002~0.073mg/L 之间。

- 无机氮：调查海域无机氮含量变化范围为 0.025~1.000mg/L。其中：秋季在 0.034~0.499 mg/L 之间；冬季在 0.167~1.000mg/L 之间；春季在 0.025 ~ 0.522 mg/L 之间；夏季在 0.025 ~0.522 mg/L 之间。

- 悬浮物：调查海域悬浮物含量变化范围为 1.2~64.0mg/L。其中：秋季在 4.7~64.0 mg/L 之间；冬季在 8.3~40.0 mg/L 之间；春季在 1.2~39.0mg/L 之间；夏季在 6.0~30.6mg/L 之间。

- 石油类：调查海域石油类含量变化范围为 0.001~0.164mg/L。其中：秋季在 0.002~0.034mg/L 之间；冬季在 0.005~0.164mg/L 之间；春季在 0.001~0.056 mg/L 之间；夏季在 0.001~0.043mg/L 之间。

- 氰化物：调查海域氰化物含量均低于检出限。

- 汞：调查海域汞含量均低于检出限。

- 砷：调查海域砷含量变化范围为低于检出限~0.0046mg/L。其中：秋季在 0.0015~0.0046 mg/L 之间；冬季在低于检出限~0.0032 mg/L 之间；春季在 0.0011~0.0032mg/L 之间；夏季在 0.0011~0.0035mg/L 之间。

- 铜：调查海域铜含量变化范围为未检出~0.0092mg/L。其中：秋季在低于检出限~ 0.0084 mg/L 之间；冬季在低于检出限~0.0090 mg/L 之间；春季在 0.0002 ~0.0060 mg/L 之间；夏季在 0.0007~0.0092mg /L 之间。

- 镉：调查海域镉含量变化范围为未检出~0.0021mg/L。其中：秋季在低于检出限~ 0.00059mg/L 之间；冬季在低于检出限~0.0010mg/L 之间；春季介于未检出~0.0021mg /L；夏季在未检出~ 0.00051mg /L 之间。

- 铬：调查海域总铬含量低于检出限。

- 锰：调查期间调查海域锰含量介于低于检出限~0.032 mg/L 在，只在冬季检出。

- 铅：调查海域铅含量变化范围为未检出~0.0048mg/L。其中：秋季在 0.00025 ~ 0.00627 mg/L 之间；冬季低于检出限~0.0048 mg/L；春季在 0.00006~0.00794 mg /L 之间；夏季在 0.00009 ~0.00768mg/L 之间。

- 锌：调查海域锌含量变化范围为 0.001~0.07mg/L。其中：秋季 0.007~0.07 mg/L 之间；冬季在 0.004~0.046 mg/L 之间；春季介于 0.005 ~0.054mg/L 之间；夏季介于 0.001~0.049 mg/L 之间。

- 银：调查期间调查海域银含量均低于检出限（ $<30 \mu\text{g/L}$ ）。
- 硼：调查海域硼含量变化范围在  $0.88\sim 5.03\text{mg/L}$  之间。其中：秋季介于  $1.25\sim 1.8\text{mg/L}$  之间；冬季在  $2.11\sim 3.47\text{mg/L}$  之间；春季在  $2.04\sim 3.01\text{mg/L}$  之间；夏季介于  $0.88\sim 5.03\text{mg/L}$  之间。

### 3.2.3.2 厂址近岸海水水质评价

根据广东省环保厅批复的本工程近岸海域环境功能区划调整方案，厂址附近设置了“惠州核电厂混合区”和“工业冷却水稀释功能区”，其中“惠州核电厂混合区”的水温不执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相关要求，“工业冷却水稀释功能区”的水温则执行 GB3097-1997 中的三类水体要求，即人为造成的温升不超过  $4^{\circ}\text{C}$ 。另外还包括“红海湾浅海渔场功能区”，水质执行 GB3097-1997 中的一类标准；包括“考洲洋水产资源保护区”，水质执行 GB3097-1997 中的二类标准。

根据调查结果，厂址附近海域水温和盐度在正常变化范围内；其他各类指标在春季 pH、DO、COD、活性磷酸盐、无机氮、石油类、汞、砷、铜、镉、铬、铅和锌 13 个评价指标共计 1669 个评价数据中，符合第一类海水水质标准的为 1481 个（88.74%），符合第二类海水水质标准的为 176 个（10.55%），符合第三类海水水质标准的为 6 个（0.36%），符合第四类海水水质标准的为 2 个（0.12%），超第四类海水水质标准的为 4 个（0.24%）。符合第二类海水水质标准的数据集中在铅和锌这两个指标上。总体而言，春季该海区的海水水质处于较为良好的状态。

夏季 pH、DO、COD、活性磷酸盐、无机氮、石油类、汞、砷、铜、镉、铬、铅和锌 13 个评价指标共计 1669 个评价数据中，符合第一类海水水质标准的为 1472 个（88.20%），符合第二类海水水质标准的为 161 个（9.65%），符合第三类海水水质标准的为 31 个（1.85%），符合第四类海水水质标准的为 5 个（0.30%）。符合第二类海水水质标准的数据集中在铅和锌这两个指标上。总体而言，除个别站点监测数据超标外，夏季该海区的海水水质处于较为良好的状态。

秋季 pH、DO、COD、活性磷酸盐、无机氮、石油类、汞、砷、铜、镉、铬、铅和锌 13 个评价指标共计 1669 个评价数据中，符合第一类海水水质标准的为 1481 个（74.77%），符合第二类海水水质标准的为 214 个（12.82%），符合第三类海水水质标准的为 11 个（0.66%），符合第四类海水水质标准的为 4 个（0.24%），超第四类海

水水质标准的为 4 个（0.24%）。从站位上看，符合第四类以及超过第四类海水水质标准的数据集中在 S46、S47 和 S48 站位上。从评价指标上看，符合第二类海水水质标准的数据集中在铅和锌这两个指标上。总体而言，秋季该海区的海水水质处于较为良好的状态。

冬季 pH、DO、COD、活性磷酸盐、无机氮、石油类、汞、砷、铜、镉、铬、铅和锌 13 个评价指标共计 1608 个评价数据中，符合第一类海水水质标准的为 1228 个（75.63%），符合第二类海水水质标准的为 338 个（21.02%），符合第三类海水水质标准的为 46 个（2.86%），符合第四类海水水质标准的为 6 个（0.37%），超第四类海水水质标准的为 2 个（0.12%）。从站位上看，符合第四类以及超过第四类海水水质标准的数据集中在 S46 和 S47 站位上。从评价指标上看，符合第二类海水水质标准的数据集中在活性磷酸盐、无机氮、铅和锌这四个指标上。总体而言，冬季该海区的海水水质处于较为良好的状态。

综上所述，除个别点位水质超标外，大部分点位水质均能满足海水水质一类标准，大多数能满足海水水质二类标准。说明该海区的还是水质处于较为良好的状态。

### 3.2.3.3 质量保证措施

为了保证本项目调查质量，监测调查采取了如下措施：

- （1）制定和提交了本项目质保大纲。
- （2）为了确保调查质量，完成合同要求，本项目还成立了项目领导小组；建立质保小组。
- （3）质保小组承担质量保证和监督职责；质量保证和监督组由本项目项目经理、外业调查负责人、质量主管部门、数据校对人员、质量监督员组成。
- （4）质量保证和监督组成员名单将随实施计划向项目领导小组报告。
- （5）每次调查，都有派质保人员出海和到现场实验室进行质量检查；所有测量仪器都经质检合格；本项目所使用的仪器设备其技术指标应能满足调查的要求。
- （6）仪器设备在使用前应送法定计量检定机构检定或校准，并在检定、校准证书有效期内使用。为保证调查数据质量，仪器设备应在至少调查前后各进行一次校验，可采用实验室或外业现场自校、互校、比对及校准等方式。无法溯源到国家计量标准的仪器设备，则应按照程序化的、并经项目负责人审核认可的自校或互校方法进行自

校或互校。

(7) 海上调查中，样品的采集、预处理、贮存、运输等环节应严格按照规范要求操作。

(8) 为了检查项目是否根据调查大纲要求实施开展，本项目还制定了详细的实施计划和调查操作规程。

本项目的质量控制贯穿在项目的各个控制节点上，包括每个航次工作计划的详细制定；计划实施前的安全、质量、仪器设备检查、人员安排和调查船的备航；海上调查的站点准确定位、现场观测、数据记录、样品采集和处理；实验室的室内样品分析与鉴定，数据资料的处理，数据报表和调查报告的内审和归档。整个项目的运作都在项目质保小组的全程控制下进行，并接受了项目委托方的现场监督和指导。

### 3.2.4 电磁环境现状调查与评价

#### 3.2.4.1 现状调查与评价

为了了解厂址区域的电磁环境现状，苏州热工研究院有限公司根据相关导则的要求和太平岭核电厂总平面规划方案，通过对厂址现场的踏勘观察，确认厂界和厂内设施的位置，并根据地形特征进行合理布点，开展了电磁环境的现状水平监测。现场测量布点中包含厂内拟建的输电线路进出线区域（北厂界），此外通过现场调查，厂址 5km 范围内有少量移动通信基站以及低压民用电力设施，没有大型电磁辐射源。电磁环境现状监测范围和点位与噪声监测相同。电磁环境监测点位见表 3.2-3，具体监测布点见图 3.2-2 和图 3.2-3。

根据《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ681-2013）、《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T988-2005）等相关监测方法的要求，对于电磁环境的背景值布点监测。

电磁辐射水平监测选择在晴天条件下进行，白天监测一次，分别测量地面高度和离地 1.5m 处的电场强度垂直分量、磁场强度垂直分量和水平分量。

电磁辐射现状监测使用的仪器为 NBM550/EHP50D 型电磁辐射分析仪，所使用的仪器符合相关技术导则要求并经计量部门检定在检定有效期内。

表 3.2-6 给出了太平岭核电厂厂址区域及附近环境敏感点电磁环境监测结果。从表

中可以看出，太平岭核电厂厂址区域的工频电场、工频磁场分别在 0.364~2.227V/m 和 0.0116~0.0225 $\mu$ T 之间，监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4000V/m，工频磁场 100 $\mu$ T 的控制限值。

厂址附近环境敏感点 6 个村庄的工频电场、工频磁场分别在 0.298~1.440V/m 和 0.0119~0.0180 $\mu$ T 之间，监测结果均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4000V/m，工频磁场 100 $\mu$ T 的控制限值。

综上，太平岭核电厂厂址区域以及厂外环境敏感点的电磁环境本底水平较低，工频电磁场监测结果均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的控制限值。整体而言，整个区域电磁辐射环境处于较低水平，太平岭核电厂厂址区域电磁环境质量良好。

#### 3.2.4.2 质量保证措施

为了保证本项目调查质量，监测调查采取了如下质保措施：

- 1.制定和提交了本项目质保大纲。
- 2.为了确保调查质量，完成合同要求，本项目还成立了项目领导小组；建立质保小组。
- 3.质保小组承担质量保证和监督职责；质量保证和监督组由本项目项目经理、外业调查负责人、质量主管部门、数据校对人员、质量监督员组成。
- 4.质量保证和监督组成员名单将随实施计划向项目领导小组报告。
- 5.每次监测，所有测量仪器都经质检合格；本项目所使用的仪器设备其技术指标应能满足调查的要求。
- 6.仪器设备在使用前应送法定计量检定机构检定或校准，并在检定、校准证书有效期内使用。为保证调查数据质量，仪器设备应在至少调查前后各进行一次校验，可采用实验室或外业现场自校、互校、比对及校准等方式。无法溯源到国家计量标准的仪器设备，则应按照程序化的、并经项目负责人审核认可的自校或互校方法进行自校或互校。
- 7.所有检测环节应严格按照规范要求操作。
- 8.为了检查项目是否根据调查大纲要求实施开展，本项目还制定了详细的实施计划和调查操作规程。

## 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

5.1 土地利用

5.1.1 土地占用

5.1.2 陆域施工活动对自然环境的影响

5.1.3 陆域施工活动对社会环境的影响

表

表 5.1-1 一期工程用地一览表

表 5.1-2 施工阶段的主要噪声污染源及噪声级

## 5.1 土地利用

### 5.1.1 土地占用

本期工程 2 台机组征地面积为 32.41hm<sup>2</sup>，包括厂区用地 20.89hm<sup>2</sup>（含一期码头已填海 3.42hm<sup>2</sup>）、现场服务区 1.36hm<sup>2</sup>、厂外辅助设施区 10.16hm<sup>2</sup>。租地面积 96.13hm<sup>2</sup>，包括施工准备区 32.22hm<sup>2</sup>（兼弃渣场）、东北侧施工准备区 44.50hm<sup>2</sup>（续租）及其他临时用地 20.41hm<sup>2</sup>（续租）。太平岭核电厂二期工程规划用地概况见表 5.1-1。

### 5.1.2 陆域施工活动对自然环境的影响

太平岭核电厂二期工程陆域施工活动对环境的影响主要是工程负挖、土石方爆破、道路施工、汽车运输以及设备安装等造成的地面振动、噪声、粉尘和植被破坏、水土流失等生态方面的影响。

#### 5.1.2.1 声环境的影响

核电厂施工过程中，厂区内可能产生噪声的活动包括场地负挖，土石方爆破、道路平整、主厂房（核岛、常规岛）的建设和厂区辅助配套设施的建设，另外设备安装和汽车运输也会产生一定噪声。施工阶段的主要噪声污染源及其噪声级见表 5.1-2。

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

施工机械作业时可视为点声源，距离加倍时噪声降低 6dB，如果考虑空气吸收，则附加衰减 0.5dB~1dB/100m，因此，一般昼间在 50m 外所有机械设备施工均可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中 85dB 的标准；夜间除灌注桩机外，在 350m 外可以全面达到 GB12523-2011 中 55dB 的标准。太平岭核电厂厂区两面环海，距离厂址最近的居民点是位于 NNE 方位 1.2km 处的上太平村，有户籍人口 346 人，实际基本无人居住，且距离施工区域较远。因此，核电厂施工不会出现噪声扰民的现象。

### 5.1.2.2 大气环境的影响

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

由于施工时现场车辆较多，特别是大型工程车和施工机械设备（挖掘机、铲土机等），在施工运输过程中会产生一定量汽车尾气，主要成分为CO、NO<sub>x</sub>和碳氢化合物。

爆破过程除产生大量粉尘外，还会产生一定量的烟气，烟气量与炸药种类、用量和操作方式等诸多因素有关。国内同类核电厂厂址施工爆破通常使用乳化炸药，主要污染物为NO<sub>x</sub>。根据我国公安部门对炸药的管理办法，每次使用炸药前需要向公安部门申报，并由有资质的单位运输到使用地，然后将未用完或因种种原因未使用的炸药暂时集中存放于厂区或厂外仓库内。

施工中可采用覆盖、定期洒水等措施减少扬尘的产生。有资料表明，在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水4~5次，可使扬尘减少70%左右；对施工场地实施每天洒水4~5次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，并可将TSP污染距离缩小到20~50m范围。因此，在施工活动中，在采取覆盖、定期洒水等减少扬尘的措施后，施工粉尘及扬尘的影响将局限于施工场地周围，对大气环境影响范围有限。施工结束后这部分大气污染源将不再存在，影响时段有限。

太平岭核电厂一期工程目前正在建设中，太平岭核电厂二期工程的施工工艺与一期工程相似，因此，本项目通过一期工程建设期间的大气环境监测结果类比定量分析本工程施工期对大气环境的影响。

建设单位在一期工程施工建设过程中委托了深圳市威标检测技术有限公司对厂址环境空气及无组织废气进行了监测。监测点位包括施工区点位4个（施工场界主导风向上风向设置一个参照点，下风向设置三个监控点，监测点位设在主要污染源下风向边界处10m处），敏感点位共设置3个点（新渔老村、沙浦村、东头村）。监测项目应包括总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）和一氧化碳（CO）。监测小时浓度值，监测频次为每季度一次。施工区点位每次监测一次，敏感区点位每次连续监测5天。每天采样4次，每次采样1小时。根据监测结果表明，厂址施工期无组织废气达标排放，周边环境敏感点空气质量符合相关功能区

环境要求。具体监测结果见表 5.3-1 所示。

#### 5.1.2.3 施工期对水环境的影响

本工程在施工期间对水环境的污染主要来自施工生产废水和生活污水的排放。由于核电厂厂区及临时施工区内无地表水水源，因此污水接纳水体为电厂附近海域。

施工期间的生产废水来自场地冲洗水、混凝土拌合水、砂石料洗涤用水和车辆冲洗废水，污染物主要为悬浮颗粒物。施工单位拟在各施工项目区设置沉淀池，废水经沉淀后回用于场地洒水抑尘、绿化等，不外排。

施工期间厂区内产生的生活污水经一期工程已建的临时污水处理站处理后全部中水回用不外排。工程人员集中居住在厂区附近所产生的生活污水由所居住地处理，不会对施工人员居住区域的地表水环境造成影响。

#### 5.1.2.4 生态环境的影响

电厂在施工期需要对厂址场地进行平整，场平需剥离原有地表植被，大量的土石方挖掘工作也将完全破坏原有生境条件，改变当地特别是土壤生物的种群及群落结构，如若处理不当将会造成严重的水土流失，进而引起局部生态环境恶化。挖掘过程产生的部分废弃土石方还会占用部分土地，堆放过程中易受雨水冲刷造成水土流失和生态破坏。

通过现场调查，当地无特殊生境，在电厂建设过程中，建设单位将有规划地对整个厂区和厂外道路实施绿化，建造全新的人文景观。通过类比其它核电厂建设前后的生态环境变化，预计工程建设对当地局部生态环境的影响是可以接受的，电厂正常运营后的厂区景观生态将优于厂址原地貌。

#### 5.1.2.5 使用化学物质对环境的影响

核电厂建设施工阶段，各种设备和连接管道需要运输、贮存和现场安装，为避免盐雾锈蚀和表面氧化，将采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理。这些化学物质和缓蚀剂包括磷酸三钠、硼酸钠、非卤素的有机溶剂和硫酸、磷酸、有机酸等。上述物质有些是有毒化学物品，因此施工时，要求设备承包商在出厂时按照相关要求处理。

需要在现场进行补充处理的，由施工单位按照制定的化学物品使用管理规定严格执行，对化学物品的使用量严格控制。由于设备和管道等均在厂内定点存放，并考虑了防水防雨等不利影响，因此需后续处理过程较少，化学物质使用量不大。该部分危险固废需按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）进行安全妥善暂存，并由相关资质单位定期收集运至厂外处理。

#### **5.1.2.6 施工固体废弃物对环境的影响**

太平岭核电厂建设过程中，施工队会产生一定量的生活垃圾和工业废弃物，且部分工业废弃物属于危险固废，如油漆桶、探伤洗片废液，废油布、废油漆等，如处理不当，不但会占用大量土地，造成景观污染，还会产生恶臭、滋生细菌、蚊蝇，污染大气，被雨水冲刷可能污染周围水体等。为此，建设单位需制定严格的施工环境管理规定，对生活垃圾和施工垃圾均需制定相应的管理措施，做到文明施工，尽量减少固废产生量；生活垃圾定点堆放，及时清运；无毒无害固废尽量回收再利用，危险固废按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）设置专门的危废贮存仓库，定期交由有资质的单位处理或由供货商回收处置。

通过采取上述措施，核电厂施工产生的固体废弃物将尽可能实现回收利用和分类处理，以减轻对环境的影响。

#### **5.1.3 陆域施工活动对社会环境的影响**

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

表 5.1-1 二期工程用地一览表

序号	项目	单位	3、4号机一次建设	备注
1	征地面积	hm <sup>2</sup>	32.41	
(1)	厂区	hm <sup>2</sup>	20.89	包含一期码头已填海 3.42 hm <sup>2</sup> 。
(2)	现场服务区	hm <sup>2</sup>	1.36	
(3)	厂外辅助设施区	hm <sup>2</sup>	10.16	包含厂区边坡、排洪沟、连接道路等。
2	租地面积	hm <sup>2</sup>	96.13	
(1)	施工准备区	hm <sup>2</sup>	31.22 (兼弃渣场)	厂区西侧区域，包含模块预制、边坡、排洪沟用地。
(2)	东北侧施工准备区	hm <sup>2</sup>	44.50 (续租)	一期施工区、弃土场续租，不含海上风电项目陆上集控中心。
(3)	其它临时用地	hm <sup>2</sup>	20.41 (续租)	包含边坡、排洪沟用地。主要位于烟墩岭以北、厂区以西的滩涂地带。

表 5.1-2 施工阶段的主要噪声污染源及噪声级

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

## 5.2 水的利用

### 5.2.1 海域工程概况

### 5.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

### 5.2.3 海域施工活动对航运、防洪堤坝、景观等的影响

### 5.2.4 施工期间的供水水源分析

表

表 5.2-1 本项目用海情况一览表

## 5.2 水的利用

本期工程用海面积为 38.8642 公顷，各种用海方式面积具体为：厂区护岸用海 5.4906 公顷，排水口用海 15.1573 公顷，排水管道 18.2163 公顷。具体用海情况详见表 5.2-1 所示。

### 5.2.1 海域工程概况

太平岭核电厂的海域工程主要包括循环取水口和排水口工程、护岸工程和疏浚工程。

- 取排水工程：取排水工程建设一条长约 1290m 取水明渠，取水明渠东防波堤依托重件码头工程防波堤，取水明渠西堤长 1295m，取水口规划布置在厂区中部。本工程采用排水隧洞的排水方式，温排水由排水隧洞排至外海天然泥面标高-14.0m 处，排水隧洞施工拟采用矿山法+盾构法的施工方案，每台机组建设 1 条排水隧洞，一期建设 2 条排水隧洞，二期建设 2 条排水隧洞，排水拟采用排水暗涵直线延伸至浅礁西侧水域，暗涵长度分别为 1、2 号机组 3.3km、3、4 号机组 3.4km。本工程循环水系统拟采用直流供水系统，以厂址周围红海湾海水作为冷却水源。
- 护岸工程：本工程需要设置厂区内护岸和明渠内护岸，以减少岸边冲刷，保护厂址和取排水明渠的安全。厂区内护岸长 1165m，所在原泥面标高 0m~-6.0m，护岸顶标高为 16.0m，根据本工程总体规划和主厂区总平面布置，为形成厂区所需要的场地，布置了三条斜坡式防洪堤：厂区东护岸、厂区西护岸和厂区内护岸。厂区东护岸顶标高 16.00m，挡墙上部设栏杆。厂区西护岸顶标高 16.0m，挡墙上部设栏杆，在标高 10.00m 处设置宽度约 5.06m 的肩台。厂区内护岸外侧边坡 1:1.5，护岸顶部设有现浇钢筋混凝土挡墙，顶标高 16.00m，挡墙上部设栏杆，在标高 9.50m 和 0.00m 处分别设置宽度约 2.91m 和 2.00m 的肩台，前面取水明渠底标高-8.0m。
- 疏浚工程：本工程港池用海需要进行疏浚施工，疏浚土全部采用自航开体泥驳抛至本工程西南 18.35km 的一期工程疏浚物临时性海洋倾倒区。抛泥区的倾倒量为  $350 \times 104\text{m}^3$ ，纳泥范围为核电厂港池航道、取水明渠东西防波堤、东西护岸重件码头等水域范围和海工建筑物基槽产生的疏浚。

## 5.2.2 海域施工活动对水环境及生态的影响

太平岭核电厂海域施工活动主要包括厂区西护岸施工、取水明渠西防波堤施工、临时围堰施工、取水明渠东防波堤施工、重件码头施工、厂区东护岸施工、排水隧洞施工。

### 1) 对水环境影响的分析

施工悬浮泥沙对水质影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于挖泥点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降。

悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域，高浓度污染局限于施工点附近，一旦施工结束此污染便会消失。所以，项目施工期对周边海域水质的影响较小。

### 2) 对生态环境影响的分析

海上施工作业主要指海上永久构筑物建设、围堰施工、疏浚等海上作业方式。海洋生物按生活习性可分为浮游生物、自游生物和底栖生物三大生态类群，工程建设期间悬浮泥沙对不同生态类群的影响方式和影响程度也不尽相同。

#### — 项目海上施工作业对潮间带生物和底栖生物影响分析

项目海上作业施工（如海工永久构筑物的建设、围堰施工、疏浚等），改变了潮间带生物和底栖生物原有的栖息环境，局部施工海域将改变其底质环境，使得少量活动能力强的潮间带生物和底栖动物逃往他处，部分潮间带和底栖种类将不再存活。本项目排水隧洞始发段采用矿山法，里程很短，只占整个隧洞工程很小一部分，施工过程中对环境的影响有限，之后的排水隧洞均采用盾构的施工方法，该施工方法是在海床面以下进行，不会直接对底栖生物等海洋生态造成破坏，对海洋生态环境影响很小。

#### — 项目海上施工对浮游动植物影响分析

##### • 对浮游植物影响分析

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，

对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。

- 对浮游动物的影响

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物、鱼和虾的存活和繁殖有一定抑制作用（悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，较为明显）。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。

- 项目海上施工对渔业资源和渔业生产的影响分析

- 对渔业资源影响分析

项目海上施工会对渔业捕捞产生一定影响。鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。疏浚作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，会引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

- 对水产养殖业的影响分析

项目海上施工对渔业生产的影响主要是对水产养殖区的影响。项目海上施工造成局部水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。通常认为悬浮物质的含量在 200 mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。在疏浚作业点中心区附近的鱼类，悬浮物会使其腮部会受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。厂址施工海域为海胆开放式养殖，施工过程对其影响是短暂有限的。

综上，核电厂大部分海工施工造成的水质和生态影响是暂时的，可在海工结束后恢复的。建设单位将在施工期开展海域环境跟踪监测，并采取必要措施，以切实减缓本工程海工施工对水质和生态环境的影响。

### 5.2.3 海域施工活动对航运、防洪堤坝、景观等的影响

本项目厂址距离航道较远，本项目海域工程建设期间不会对航道产生不良影响。

厂址附近岸线原为自然岸线，没有人工防洪堤坝。原有的以自然岸线为主的自然景观将被防波堤及其他人工景观所代替。

### 5.2.4 施工期间的供水水源分析

#### 5.2.4.1 供水水源

施工期用水量包括施工生产用水、施工人员生活用水以及调试期用水，其中施工生产用水主要为混凝土浇筑耗水和排水隧洞施工用水。

根据《太平岭核电厂水资源论证报告书》，核电厂施工期及运行期淡水取水水源为稔平半岛供水工程。稔平半岛供水工程目前正在建设中，预计 2021 年底完成。

稔平半岛供水工程是解决惠东县稔平半岛水资源供需矛盾的关键性工程。工程以西枝江干流为取水水源，取水口位于白盆珠水库下游 55.46km，西枝江干流惠东水利枢纽上游 12km 左右的鲤鱼岭村下游约 600m 处西枝江左凹岸侧，近岸布置鲤鱼岭泵站，站内装机 3 用 1 备，总装机容量  $4 \times 1000\text{kW}$ ，设计抽水流量为  $5.2\text{m}^3/\text{s}$ ，由吸水池直接从西枝江取水。泵站提水后接 DN2000PCCP 输水干管，先后穿越直径为 2m 的 1#鲤鱼岭隧洞、2#赛场坑隧洞、3#石子岭隧洞和 4#碧山隧洞，经过稔山分水口、范和分水口后，由 1 条 DN1800PCCP 输水干管沿农田及鱼塘南行，穿越直径为 2m 的 5#王爷径隧洞后继续向南直到黄坑泵站前池。黄坑泵站提水后，接 DN1600PCCP 输水干管，穿越直径为 2m 的 6#赤竹排隧洞后在礞头村前分出平海支线，为 1 根 DN900PE 管，负责输水至平海水厂；干管负责输水至虎坑水库。工程输水线路总长度为 62.143km，其中 PCCP 管总长 46.901km，隧洞总长度 9.522km，PE 管总长 5.720km。工程输水线路大部分沿现有公路、河流布置，其中穿越深汕高速采用顶套管方式，特殊穿越工程采用钢管。工程建成后 2030 水平年年总取水量为 13177 万  $\text{m}^3$ ，最终引水规模为  $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 5.2.4.2 水资源利用合理性

稔平半岛供水工程初步设计复核从西枝江的引水规模为 13177 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，小于东江流域分水方案分配给稔平半岛供水工程的水量。稔平半岛供水工程用水户中已考虑核

电的取水，且稔平半岛供水工程的水资源论证已通过水利主管部门的审批。因此太平岭核电从稔平半岛供水工程取水对稔平半岛用水没影响。

表 5.2-1 本项目用海情况一览表

项目具体用途	用海面积（公顷）	用海方式
厂区护岸	5.4906	填海造地
排水口	15.1573	取、排水口
排水管道	18.2163	海底电缆管道

### 5.3 施工影响控制

#### 5.3.1 减少陆域环境不利影响的措施

#### 5.3.2 减少海域环境不利影响的措施

#### 5.3.3 海龟国家自然保护区和考洲洋的保护措施

#### 5.3.4 施工期间的监测计划

#### 5.3.5 水土保持监测

#### 5.3.6 生产和生活废物

表

表 5.3-1 陆域监测结果（无组织废气）

表 5.3-2 陆域监测结果（敏感点）

表 5.3-3 陆域监测结果（厂界及敏感点噪声）

表 5.3-4 海域监测站位及监测对象一览表

表 5.3-5 海域环境监测内容

表 5.3-6 海域水质监测报告（2 张）

图

图 5.3-1 陆域环境监测点位示意图

图 5.3-2 海域环境监测站位示意图

图 5.3-3 水土保持监测点位示意图

图 5.3-4 水土流失防治措施体系框图

## 5.3 施工影响控制

### 5.3.1 减少陆域环境不利影响的措施

太平岭核电厂在施工期间对陆域环境的影响主要是不同工程阶段和工程子项目建设对陆地生态、大气环境和声环境等方面的影响。为最大限度降低该过程对环境的不利影响，建议采取以下相应的有效缓解措施，主要包括：

#### （1）大气环境

- 施工期间爆破、混凝土搅拌和载重车辆运输过程等引起粉尘和地面尘土飘散，为降低其对大气环境的影响，保护施工人员的身体健康，建议施工过程中采取洒水抑尘、深孔爆破、硬化路面、控制车速和加盖苫布等方式来降低施工起尘量，改善施工区域的大气环境；
- 施工过程产生一定量的临时弃土，临时弃土场对环境的影响主要是弃土在堆放过程产生的扬尘污染。为控制临时弃土场对大气环境的不利影响，采取在弃土倾倒和堆放过程中适量洒水抑尘，并避免同时进行大规模的弃土倾倒；
- 加强区域内的场地绿化，栽植能阻挡灰尘的高矮不等的乔木、灌木。

#### （2）声环境

- 尽量使用低噪声施工设备，在高噪声源设备上加装消音、减震装置，经常对设备进行保养，维持设备处于良好的运转状态；
- 合理安排施工进度，避免在施工期间同步使用高噪声设备；严格控制夜间施工过程，对于可能影响到声环境敏感点的项目，禁止夜间施工，或夜间施工禁止使用重型机械和车辆；
- 在厂房建筑设计中，使办公场所和休息区远离强噪声源，并设置必要的值班室对工作人员进行噪声防护隔离，对工人直接接触的噪声设备，采用隔声耳罩。对主控室单独进行声学设计，通过封闭隔声、减振和内部吸声降低混响等措施，减小室内噪声级；
- 对于土石方爆破、场地负挖和设备安装带来的振动和噪声影响，采取深孔爆破方法，合理选择装药量，划定安全防护距离、装卸设备轻拿轻放等方式，来控制噪声及振动影响的范围；
- 厂区绿化，选用灌木和草坪等对噪声吸收效果较好的植物构成绿化带，以减轻

对周围声环境的影响。

### （3）生态环境

- 为控制弃土场的水土流失，通过工程措施、植物措施与预防保护措施来实施有效的控制。工程措施包括：弃土场“先挡后弃”，弃土堆放前在弃土场周围坡脚设砖砌挡坎，弃土结束后，对弃土顶面进行土地平整，为恢复创造条件；弃土结束顶面平整后，在弃土顶面及马道周围修筑挡水土埂，保持水土。植物措施包括：在弃土场顶面采取乔、草结合的方式，种植当地优势物种。预防保护措施包括：弃土过程中，将清基表土与其他弃土分开堆放，表土集中堆于弃土场一角，用于弃后回铺。弃土场在施工结束后用作景观平台；
- 为工程取土方便，在施工现场路边设置临时堆土场，为控制堆土场的水土流失，采取在堆土场周围坡脚设砖砌挡坎，同时覆盖密目网的方式，减少雨水和大风天气造成的不良生态影响。

### （4）放射源及化学物品管理

- 施工期间主要用 $\gamma$ 射线进行无损探伤检验，管理措施如下：
  - 1) 聘请有相应辐射安全许可的专业检测公司开展；
  - 2) 根据环境保护部颁布的《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行管理；
  - 3) 放射源存放在厂区内专用源库中，并设专人看管和安保监控；
  - 4) 使用放射源的作业区范围内设置警示区和警戒线，防止有人误入控制区；
  - 5) 探伤操作人员佩戴个人剂量计和报警器，监控工作过程中个人所受辐射剂量。现场配备巡检仪，监控放射性工作场所的剂量水平。
- 核电厂建设施工阶段，将涉及多种化学物质的使用。在施工时，严格执行制定的化学物品管理使用规定，对化学物品的贮存和使用量严格控制，产生的危险废物由相关资质单位处理或由供应商回收处理。

### （5）固体废弃物管理

建设单位将制定严格的施工环境管理规定，对不同类别的施工垃圾和生活垃圾按分类进行处理。施工垃圾中不可回收利用的无毒无害废弃物运至建设单位指定的临时废弃物堆放场，可回收利用废弃物应尽量回收再利用；有毒有害废弃物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）设置专门的危废贮存仓库，具体管理措施包

括：

- 禁止随意倾倒、丢弃所产生的危险废物，按照国家有关安全管理和环境保护的规定进行处理和回收；
- 危险废物交由相应承包商和具有相应处理资质的单位进行统一回收和处理；
- 在收集和外送处置的过程中，危险废物建立台帐，做到帐物相符。
- 电厂安全质保处不定期对全厂危险废物的管控进行监督检查，保证实施过程的规范和有效性。
- 通过采取上述措施，使核电厂施工产生的固体废弃物尽可能实现回收利用和合理处置，以减轻对环境的影响。

### 5.3.2 减少海洋环境不利影响的措施

太平岭核电厂在施工期间产生的悬浮泥沙、含油废水、生活污水以及海域回填等海工项目会对附近海洋环境产生影响。为减少施工期间的海洋环境影响，建议采取的措施主要有：

- 疏浚挖泥过程尽量做到精确定位，减少作业中不必要的超深、越宽疏浚量。泥浆在运输途中严格检查泥舱泥门的密封性，发现有泄漏污染物的现象，立即采取措施封堵；
- 对于岸边堆放的土方及建筑材料，需加强场地管理，增加防护措施，以防止由于外界因素进入水体；
- 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物，船舶含油废水经油水分离器处理后排海，未安装油水分离器的小型船舶，自行将含油废水收集贮存后带至岸上处置；陆上隔油池定期清理，废油脂交由相关资质单位回收；
- 厂区雨污分流，禁止生活污水乱排或未经处理直接排海，加强对污水处理站的维护管理，定期监测出水口水质，确保污水站运行稳定，污水达标排放；
- 场地冲洗、混凝土搅拌等生产废水经沉淀池处理后，全部回用于场地洒水抑尘和绿化，不外排；
- 水下爆破严格控制一次爆破用药量，尽量减少爆破次数和单次爆破之间的时间间隔；爆破时间选择在低平潮时段进行，并避开鱼类繁殖生长旺盛的季节（8~9月）。

### 5.3.3 自然保护区、地质公园及考洲洋的保护措施

- (1) 项目施工期避让海龟的特别保护期（6-10月）；
- (2) 采取有效措施，合理安排施工进度、位置和控制施工船速，以减少施工噪音的累加效应，所有施工机械均应保持良好的性能状态，减轻施工期对海龟的负面影响；
- (3) 采取增殖放流等措施，修复受损渔业资源；
- (4) 挖泥船倾倒之前，应注意观察倾倒区是否有海龟活动，若有海龟出现应立即停止作业，对海龟进行观测。一旦发现异常，应与惠东海龟国家级自然保护区联系；若无异常，需采取驱赶措施，确定无海龟活动后，再进行倾倒作业；
- (5) 加强海工工程的施工管理，优化海域施工作业方式，避免集中大量爆破作业，减少对地质公园岸线及地质的扰动；
- (6) 加强保护区环境监测与动态监管，做好生态环保宣传教育、施工期风险事故防范和应急处置。业主单位已委托相关有资质单位开展中广核广东太平岭核电厂施工期间的海域环境监测专题工作，将在施工期开始后定期进行环境质量监测，跟踪环境质量变化，及时反馈环境信息。

### 5.3.4 施工期间的监测

核电厂的施工包括陆域工程和海域工程的建设，这些工程的建设会造成厂址附近局部陆域及海域环境质量受到影响。为掌握核电厂建设期间对陆域及海域环境造成影响的程度，检验核电厂施工期间采取的减缓环境影响措施的实施效果，促使施工单位采用更合理的工艺以最大限度降低工程建设对周边环境的不利影响。建设单位应结合厂址环境周边环境特征，开展施工期的环境监测工作。目前，太平岭核电厂一期工程正处于施工建设阶段，建设单位已分别委托深圳市威标检测技术有限公司和国家海洋局第一海洋研究所就一期工程施工期的环境影响开展了陆域环境监测及海域环境监测专题工作，二期工程施工期间的环境监测方案将充分借鉴一期工程监测成果，在结合二期工程施工特点的基础上进行补充。

#### 5.3.4.1 陆域环境监测

深圳市威标检测技术有限公司于2018年3月23日制定了中广核广东太平岭核电厂一期厂区陆域环境监测技术方案，根据该监测方案，包括环境空气、厂区污水站出

水和厂界及敏感点噪声三部分。

a、环境空气及无组织废气监测：施工区点位共设置 4 个（施工场界主导风向上风向设置一个参照点，下风向设置三个监控点，监测点位设在主要污染源下风向边界处 10m 处）；敏感点位共设置 3 个点（新渔老村、沙浦村、东头村）。监测项目应包括总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）和一氧化碳（CO）。监测小时浓度值，监测频次为每季度一次。施工区点位每次监测一次，敏感区点位每次连续监测 5 天。每天采样 4 次，每次采样 1 小时。

b、噪声监测：施工噪声场界共设置 5 个点位；敏感区噪声共设置 2 个点位。（核电厂西北方向新渔老村、核电厂东侧东头村）点位应布设于厂界和厂外敏感点处，测试项目为等效连续 A 声级（LeqA）。监测频次为每季度一次，每年四期，施工噪声监测每次于昼、夜间各监测 1 次，每次监测 20 分钟；敏感区噪声每次 24 小时连续监测。

c、废水排放监测：在施工现场临时污水处理站设置 1 个采样点，测试 pH、悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、氨氮、石油类、动植物油、磷酸盐。监测频次为每季度一次，一年四次，每天采样 4 次。

根据检测单位 2021 年 6 月编制的陆域环境监测报告，陆域监测点位图见图 5.3-1 所示。无组织废气排放浓度结果见表 5.3-1，环境敏感点的大气污染物浓度监测结果见 5.3-2，厂界噪声和敏感点噪声的监测结果见 5.3-3 所示。监测结果表明，无组织废气排放浓度、环境敏感点大气污染物浓度均满足相应标准，厂界噪声、厂址附近环境敏感点均满足相应标准。

#### 5.3.4.2 海域环境监测

太平岭核电厂海工工程施工期间可能会造成厂址附近海域的海水水质暂时变化、泥沙含量增加，从而对该海域的海洋环境造成影响。通过对太平岭核电工程海洋环境全动态监测，以了解工程用海项目建设前后海域状况变化，掌握工程过程中海洋环境质量的时空变化状态、生态环境、重要环境敏感目标受影响程度以及海洋环境地质灾害（包括岸侵蚀、海水入侵等）发生情况。

国家海洋局第一海洋研究所于 2017 年 9 月制定了中广核广东太平岭核电 2016~2019 年度海域监测服务方案，根据该监测服务监测方案，本项目施工期的海洋环境质量监测方案中分全面监测和监督监测，全面监测主要以核电厂取水口为中心，

距离约 15km 范围海域。监测布设 16 个监测站位。监测对海水、海洋沉积物、海洋生物生态及生物残毒等要素进行全面监测。监测频次为每年 2 次，总共监测 6 次。施工后监测 1 次。监督监测以核电厂取水口为中心，在距离厂址 8km 范围内共布设 8 个监测站位，各监测站位分别命名为 J1~J8,与全面调查的 Q3、Q5、Q6、Q7、Q10、Q11、Q12、Q14 站位重合。具体方案如下：

a、海水水质

监测以核电厂取水口为中心，距离 15km 范围内，全面监测共布设 16 个监测站位，为 Q1~Q16 站，监测站位如图 5.3-2，站位坐标及监测对象见表 5.3-4，具体监测内容见表 5.3-5。

b、海洋沉积物

布设 8 个沉积物监测站位，分别为 Q1、Q4、Q5、Q7、Q9、Q13、Q14、Q15。

c、海洋生物生态

叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、潮间带生物和生物体质量监测站共 10 个：包括 Q1、Q2、Q4、Q5、Q7、Q9、Q10、Q13、Q14、Q15。潮间带底栖生物监测布设 4 条断面，分别为 D1、D2、D3、D4。

根据国家海洋局第一海洋研究所编制的广东太平岭核电 2016-2019 年度施工期海域监测服务海洋环境质量动态监测报告（2019 年 2 月航次，为监督监测），监测内容为水温、水深、透明度、盐度、浑浊度、悬浮物、油类、pH、溶解氧、化学需氧量、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、无机盐、铜、总汞，共计 16 项。

2019 年 2 月航次的监测数据见表 5.3-6 所示。

为了解施工过程对海水水质的影响，将 2019 年 2 月上述各站位主要监测指标的结果与 2015 年春季施工前的监测结果相比较，其中 2019 年 2 月氨盐（按氨氮、亚硝酸盐及硝酸盐计）的浓度水平为 0.091~0.535 mg/L，2015 年春季氨盐的浓度范围为 0.014~0.256 mg/L，施工期间除了 2 个监测站位（J1、J7）的浓度值略高于施工前水平，其余均处于施工前的水平。

2019 年 2 月无机氮浓度不大于 0.027 mg/L，2015 年春季无机氮浓度 0.024~0.522mg/L，施工期间所有站位的浓度值均处于施工前的水平。

2019 年 2 月化学需氧量浓度为 0.13~0.31 mg/L，2015 年春季化学需氧量浓度为 0.29~1.28mg/L，施工期间所有站位的浓度值处于施工前的水平。

2019年2月悬浮物浓度8~48.7 mg/L，2015年春季悬浮物浓度为1.2~34.7 mg/L，施工期间除了3个站位（J2、J6和J7）略高于施工前的水平，其余浓度值均处于施工前的水平。

2019年2月油类浓度不大于0.33 mg/L，2015年春季油类浓度0.002~0.052 mg/L，施工期间除了2个站位（J4、J5）高于施工前的水平，其余浓度值均处于施工前的水平。

综上所述可知，2019年2月的海水水质监测数据总体上处于施工前的海水水质监测数据范围内，说明项目施工期间对环海域水质环境影响较小。由于项目施工刚刚开始，建议建设单位持续开展跟踪监测，同时应加强施工期间的环境管理，密切关注石油类指标的污染监控，防止因施工造成的水质恶化。

### 5.3.5 水土保持监测

根据《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》，项目所在地惠东县属于国家级水土流失重点预防区。根据水土流失防治标准等级，项目区水土流失防治标准执行建设类项目一级标准。

#### （1）监测范围

目前，太平岭核电厂的水保方案已制定，根据水保方案可知，本工程水土保持监测区域包括厂区、厂外辅助设施及现场服务区、施工生产生活区、边坡及排洪工程区、表土中转场地区、海工区、进厂公路区、应急道路区、厂外淡水工程区。

#### （2）监测内容及方法

根据项目区具体情况，拟对以下各项水土流失因子进行监测：

水土保持生态环境变化监测、水土流失动态监测、水土保持措施防治效果监测(植物措施的监测重点是成活率和保存率、重大水土流失事件监测以及施工准备期前应对土壤侵蚀的背景值进行监测。监测方法包括调查监测法、场地巡查法、定位监测法、遥感监测。

#### （3）监测点位

根据监测工作需要，本项目共设置定位监测点10个，具体如下：

- 厂区：西南排水沟出口末端设1#监测点。
- 厂外辅助设施及现场服务区：西南排水沟出口末端设2#监测点。

- 施工生产生活区(C区): 东南排水沟出口末端设 3#监测点。
- 施工生产生活区(D区): 西南角排水沟出口末端设 4#监测点。
- 施工生产生活区(E区): 西南角排水沟出口末端设 5#监测点。
- 边坡及排洪工程区: 在最大挖方边坡处设 6#监测点。
- 表土中转场地区: 排水沟出口末端设 7#监测点。
- 进厂公路区: 牛洲大桥岸边 K4+400 处设 8#监测点。
- 应急道路区: K4+700 处挖方边坡设 9#监测点。
- 厂外淡水工程区: 牛牧坑水库取水点设 10#监测点。

水土保持监测点位图见图 5.3-3。

#### (4) 水土流失防治措施

水土流失防治措施总体布局如下:

##### 1) 厂区

施工前, 进行表土剥离; 施工期间在临时堆土四周布设临时拦挡、遮盖措施, 对基坑开挖边坡进行防雨布遮盖, 在厂区围墙内侧及主要施工道路两侧布置临时排水沟和临时沉沙池, 厂内设雨水排水管网, 汇入排洪沟后, 流入大海。施工结束后对主厂房四周空地进行了碎石压盖。

##### 2) 厂外辅助设施及现场服务区

除了与厂区施工期的措施相同外, 还要对护坡进行浆砌石骨架植草防护。施工结束后对绿化区进行土地整泊, 回填表土, 园林绿化, 并对预留场地进行绿化。

##### 3) 施工生产生活区

除了与厂区施工期的措施相同外, 还要对施工生活区进行绿化; 施工结束后, 施工场地若没有及时进行利用, 对裸露地表进行土地整治, 回填表土, 撒播草籽绿化。

##### 4) 边坡及排洪工程区

施工前先进行表土剥离; 对场地平整形成的边挖方边坡和填方边坡进行防护, 边坡坡面、平台及坡顶截洪沟开挖产生的边坡、坡脚进行绿化; 设置排洪沟的区域将洪水引入南侧大海, 并设置排水顺接工程; 施工期间布设临时拦挡、遮盖措施; 施工结束后对排洪沟周边扰动区域进行土地整治, 撒播草籽绿化。

##### 5) 表土中转场地区

堆土前, 修筑挡土墙、排水沟和沉砂池; 堆土期间对中转表土临时撒播草籽绿化;

若后期多余表土利用后，进行土地整治，撒播草籽绿化。

6) 海工区

在码头设置排水沟。

7) 进厂公路区

施工前进行表土剥离，后期需要回填绿化的表土就近堆放在道路两侧，用编织袋装土临时拦挡；施工期间，在道路两侧设排水沟和沉沙池，路堤边坡外侧采用编织袋装土临时拦挡，对开挖和回填边坡进行防护，路边坡顶设截水沟，平台设截水沟，急流槽，路堤坡脚设排水沟；施工结束后，回填表土，对中央分隔带进行绿化，并对临时施工场地进行土地整治，恢复原地貌。

8) 应急道路区

施工前及施工期间与进厂公路区基本相同；施工结束后，回填表土，并对临时施工场地进行土地整治，恢复原地貌。

9) 厂外淡水工程区

施工前进行表土剥离，用编织袋装土临时拦挡；施工期间布设临时拦挡、遮盖等临时防护等措施，施工结束后进行土地整治，回填表土，恢复植被或原地貌。

本工程水土流失防治体系框图见图 5.3-4。

### 5.3.6 生产和生活废物

根据太平岭核电厂一期工程施工期间生产和生活废物实际产生情况分析，本工程施工期间危险固废主要为废油漆桶，年产生量预计在 17000 只左右；废油，年产生量约 6.56 吨左右；酸洗钝化废液，年产生量约 178 吨左右。上述危险废物由建设单位委托有相应资质的单位统一处置。施工期生活垃圾年产生量约 4380 吨左右，由当地环卫部门定期外运处置。

本项目施工前期间生产废水将在现场收集，通过沉淀池处理后尽量回用。目前建设单位在一期工程施工过程中通过一体化污水处理设施对施工期间的生活污水进行处理，其处理的出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。本工程施工期间的生活污水将沿用一期工程污水处理设施进行处理。

## 第六章 核电厂运行的环境影响

### 6.1 散热系统的环境影响

### 6.2 正常运行的辐射影响

### 6.3 其它环境影响

## 6.1 散热系统的环境影响

### 6.1.1 散热系统方案

### 6.1.2 散热系统对水体的物理影响

### 6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

### 6.1.4 参考资料

表

表 6.1-1 中广核广东太平岭核电厂取水温升结果

表 6.1-2 中广核广东太平岭核电厂温升范围结果

图

图 6.1-1 计算海域地形等值线图

图 6.1-2 数值模拟计算区域及网格

图 6.1-3 验潮点位分布

图 6.1-4 潮位验证

图 6.1-5 海流验证

图 6.1-6 工程海域全潮涨急、落急流场图

图 6.1-7 温排水模拟结果

图 6.1-8 全潮最大温升外包络区域与近岸海域环境功能区划的相对关系

图 6.1-9 全潮最大温升外包络区域与海水养殖区的相对关系

## 6.1 散热系统运行的影响

中广核广东太平岭核电厂工程规划建设 6 台百万千瓦核电机组，一次规划，分期建设。二期工程规划建设 2 台华龙一号机组，采用海水直流冷却方式，冷却水源为厂址附近红海湾海水。

此外，广东华润海丰电厂位于厂址 NE 方位约 7km 处，该电厂利用红海湾海水作为冷却水源，目前一期工程 2 台 1000MW 机组已经建成投产，冷却水流量为  $72\text{m}^3/\text{s}$ ，取排水温升为  $7.5^\circ\text{C}$ 。

### 6.1.1 散热系统方案

#### 6.1.1.1 冷却方式比选论证

滨海电厂的冷却方式主要有直流冷却和带冷却塔的循环冷却两种方式。根据技术可行性、经济合理性和环境相容性三个方面来论证冷却方式的比选结论。

##### 1) 技术可行性

直流冷却方案，取水口及港池一期工程已建设完成，二期建设一段约 850m 的取水明渠及 2 条排水隧洞，3、4 号机组每条排水隧洞长度 3400m。

冷却塔方案：根据初步优化计算结果，一机一塔方案的最优配置塔的面积为  $20000\text{m}^2$ ，塔池直径约 173.14m，塔高 219.88m。每台机组配一座循环水泵房、2 根循环水管；超大型海水冷却塔在国内外尚没有先例，缺乏核电站超大型海水冷却塔的设计、施工、运行经验；冷却塔占地面积大，地基处理难度大。

##### 2) 经济合理性

太平岭核电厂采用一机一塔方案时，单座冷却塔的费用为 3.0 亿元、二期工程 2 座塔为 6.0 亿元，其他土地平整等费用约为 2.0 亿元，总费用为 8.0 亿元，与直流暗涵排水方式的建设费用相当。

一期工程取水口及港池建设规模已经考虑了二期直流冷却取水流量，二期采用直流冷却方案需要建设的取水工程量较小，需要填海的范围较小，征海及用海费用较少；与直流冷却方案相比，冷却塔出塔水温较高，单台机组采用冷却塔方式的年发电少  $16\text{MW} \times 7000\text{h} = 1.12 \times 10^8 \text{ kWh}$ （即 1.12 亿度），折合人民币约 2677 万元（按照成本电价 0.239 元/度计算）；且采用冷却塔方案，循环水泵扬程高，运行费用比直流冷却方案

高。

因此，从最终运行成本考虑，采用直流冷却方案可减少运行成本支出，提高项目经济性。

### 3) 环境相容性

冷却塔方案：即使采用占地面积较小的一机一塔方案，对于太平岭这样背山面海的滨海厂址，需要开山填海，开辟冷却塔的占地，占地及建设费用大，也不利于冷却塔水汽扩散。

直流冷却方案：根据现有的温排水模型研究成果，冬夏两季全潮 4℃位于惠州核电厂混合区内，冬季全潮最大 2℃温升外包络区域和夏季全潮最大 1℃温升外包络区域均位于三类环境功能区内，夏季 1℃温升和冬季 2℃温升影响范围均较小，电厂温排水造成的温升影响满足现行有效近岸海域环境功能区划的要求。

针对国内核电频现的海生物堵塞导致停机问题，一期工程已经在明渠内增加了一套循环水监测与预过滤系统，为循环水过滤系统（CFI）系统用水提供预过滤，减少 CFI 系统鼓网堵塞风险。

综上所述，中广核广东太平岭核电厂二期工程采用直流暗涵方案更为合理。

#### 6.1.1.2 直流冷却方案比选论证

建设单位在太平岭核电厂一期工程建设阶段已委托中国水力水电科学研究院开展了规划全厂 6 台华龙一号机组的温排水数值模拟计算工作，计算结果表明采用离岸南向远排方案可满足海域环境要求。本期建设单位委托南京水利科学研究院根据 2021 年水文气象资料开展了温排水数值模拟分析专题，结果表明上述远排方案同样满足海洋环境要求。

#### 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

中广核广东太平岭核电厂取排水工程实施后，将导致工程区域流场发生一定程度的变化。由于电厂采用近岸明渠取水离岸深排的方式，排水口距离岸边长度在 3km 以上，因此初步估计，电厂散热系统对海域的流场影响及泥沙淤积的影响是有限的。

### 6.1.2.2 温排水对水体的物理影响

核电厂运行时散热系统产生的废热通过电厂循环冷却水排水系统进入厂址附近受纳海域。电厂业主已委托南京水利科学研究院进行电厂散热系统温排水影响的数值模拟分析。

#### (1) 数值模拟方法

平面直角坐标系下，水流控制方程及热输运控制方程如下：

##### (1) 水流控制基本方程

连续方程：

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial uH}{\partial x} + \frac{\partial vH}{\partial y} = q \quad (1)$$

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial uH}{\partial t} + \frac{\partial uuH}{\partial x} + \frac{\partial uvH}{\partial y} = & -gH \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu_t H \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu_t H \frac{\partial u}{\partial y} \right) \\ & - g \frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{c^2} + fvH + qu^* \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial vH}{\partial t} + \frac{\partial uvH}{\partial x} + \frac{\partial vvH}{\partial y} = & -gH \frac{\partial Z}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu_t H \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu_t H \frac{\partial v}{\partial y} \right) \\ & - g \frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{c^2} - fuH + qv^* \end{aligned} \quad (3)$$

式中： $H$ 、 $Z$ 分别为水深和水位（m）；

$u$ 、 $v$ 分别为 $x$ 、 $y$ 向的流速（m/s）；

$u^*$ 、 $v^*$ 分别为源（汇）输入（出）河道时 $x$ 、 $y$ 向流速(m/s)；

$q$ 为源（汇）单位面积流量（ $m^3/s \cdot m^2$ ），源时 $q$ 取正，汇时 $q$ 取负；

$\rho$ 为水体密度( $kg/m^3$ )；

$\nu_t$ 为紊动粘性系数( $m^2/s$ )；

$c$ 为谢才系数， $c = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ， $R$ 为水力半径（m）， $n$ 为河床糙率；

$f = 2\omega \sin \varphi$  为柯氏力系数， $\omega$  为地球自转角速度， $\varphi$  为计算水域所在地理纬度。

(2) 水流控制方程定解条件

(a) 初始条件：

$$\begin{cases} Z(x, y, 0) = Z_0(x, y) \\ u(x, y, 0) = u_0(x, y) \\ v(x, y, 0) = v_0(x, y) \end{cases} \quad (5)$$

(b) 边界条件：

在计算时，外海边界给定潮位过程线边界；固定边界采用可滑动边界条件，即  $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ （ $U$  为边界水流合速度， $n$  为固定边界法向单位向量）。

(3) 热运输控制方程

$$\frac{\partial H\Delta T}{\partial t} + \frac{\partial uH\Delta T}{\partial x} + \frac{\partial vH\Delta T}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_x H \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_y H \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \right) - \frac{K_s \Delta T}{\rho C_p} + q\Delta T^* \quad (4)$$

式中： $\Delta T$  为水体增温量；

$E_x$ 、 $E_y$  分别为  $x$ 、 $y$  向扩散系数；

$K_s$  为水面综合散热系数；

$\rho C_p$  为水体定压比热通量；

$\Delta T^*$  为沿程源汇水体超温值。

(4) 热运输控制方程定解条件

初始条件： $\Delta T(x, y, 0) = \Delta T_0(x, y)$

边界条件：

入流边界， $\Delta T = \Delta T(t)$ ；

出流边界， $\frac{\partial \Delta T}{\partial n} = 0$ ， $n$  为出流边界法向单位矢量。

(2) 主要参数

计算参数的选取根据相关规范、规程要求，并考虑了与前期研究的协调性。

水流数学模型中的主要参数为糙率  $n$  和紊动粘性系数  $\nu_t$ 。

根据电厂附近海域的实际情况，工程海域糙率随水深变化，当水深较浅或接近露滩时，糙率取值较大，一般在 0.015~0.020 之间。

紊动粘性系数  $\nu_t$  采用 Smagorinsky 扩散率公式，认为水平涡粘系数与水平网格尺度及速度梯度非线性项有关。

$$\nu_t = c_s l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中  $c_s$  为常数，选为默认值 0.28， $l$  为水平网格尺度，变形率  $S_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ， $(i, j = 1, 2)$ 。

温升场数学模型中主要包含有扩散系数  $E_x$ 、 $E_y$  和水面综合散热系数  $k_s$  等 3 个待定参数。扩散系数采用 Elder 公式计算， $E_x = E_y = 5.9u_*H$ ， $u_*$  为摩阻流速。水面综合散热系数  $k_s$  按照《工业循环水冷却设计规范》（GB/T50102-2003）推荐的公式确定：

$$K_s = (b + k)\alpha + 4\sigma(T_s + 273)^3 + (1/\alpha)(b\Delta T + \Delta e)$$

$$\text{式中： } \alpha = (22.0 + 12.5v^2 + 2.0\Delta T)^{1/2};$$

$$\Delta T = T_s - T_a;$$

$$\Delta e = e_s - e_a;$$

$$k = \frac{\partial e_s}{\partial T_s};$$

$K_s$  为水面综合散热系数（W/(m<sup>2</sup>·°C)）；

$\alpha$  为水面蒸发系数（W/(m<sup>2</sup> hPa)）；

$b$  可取为  $0.66 \times \frac{P}{1000}$ （hPa/°C）；

$P$  为水面以上 1.5m 处的大气压（hPa），计算时取 1 个标准大气压；

$v$  为水面以上 1.5m 处的风速（m/s），根据汕尾气象站多年风速记录资料，夏季取 3.03m/s，冬季取 2.87m/s；

$\varepsilon$  为水面辐射系数，可取 0.97；

$\sigma$  为 Stefan—Boltzman 常数，其值为  $5.67 \times 10^{-8}$  ( $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ )；

$T_a$  为水面以上 1.5m 处的气温 ( $^\circ C$ )，可以认为与自然水温相同，夏季取  $28.5^\circ C$ ，冬季取  $13.6^\circ C$ ；

$T_s$  为水面水温 ( $^\circ C$ )，夏季取  $31.7^\circ C$ ，冬季取  $16.7^\circ C$ ；

$e_s$  为水温为  $T_s$  时相应的水面饱和水汽压 (hPa)，该值主要与水温有关，夏季为  $45.53\text{hPa}$ ，冬季为  $18.17\text{hPa}$ ；

$e_a$  为水面以上 1.5m 处的水汽压 (hPa)，该值主要与水温和相对湿度有关，夏季为  $39.45\text{hPa}$ ，冬季为  $12.81\text{hPa}$ ；

由此，计算得到夏季  $K_s$  约为  $47W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ，冬季  $K_s$  约为  $26W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 。

### (3) 水文条件

利用原型观测水文资料作为水流数学模型验证及温排水计算的水文条件，根据天津水运工程勘察设计院有限公司在工程海域进行的夏、冬季全潮水文原型测验，选取以下 8 个实测水文条件：

- 夏季实测大潮水文条件：测量时间 2021 年 7 月 10 日~11 日
- 夏季实测中潮水文条件：测量时间 2021 年 7 月 14 日~15 日
- 夏季实测小潮水文条件：测量时间 2021 年 7 月 4 日~5 日
- 冬季实测大潮水文条件：测量时间 2021 年 1 月 1 日~2 日
- 冬季实测中潮水文条件：测量时间 2021 年 1 月 4 日~5 日
- 冬季实测小潮水文条件：测量时间 2021 年 1 月 6 日~7 日

### (4) 计算区域

工程近区海域采用 2021 年实测地形资料，远区海域采用最新海图地形资料。计算海域地形等值线分布见图 6.1-1，可见，数学模型采用的地形数据基本反映了海床的变化情况。

根据工程海域的实际情况，兼顾考虑液态流出物浓度场计算，本次研究模拟范围海域面积约为  $85\text{km} \times 55\text{km}$ 。西边界选取在港口海洋站西侧约  $15\text{km}$  处，东边界选取在遮浪海洋站附近。

计算域采用非均匀三角形网格剖分，外海海域最大网格尺度约为1.5km，由外海海域至工程海域网格逐渐加密，特别是取、排水口位置附近的网格尺度应保证能够反映出工程实际，其最小网格尺度约为50m。整个计算海域的网格总数为19361个，单元点总数为10260个。

计算范围及网格分布详见图6.1-2。

### （5）模型验证

结合2021年夏季和冬季水文原型观测资料，在现状海工布置条件下，对建立的平面二维水流数学模型进行了验证计算。模型验证分为潮位验证和海流验证，各验证点位置详见图6.1-3。

图6.1-4、图6.1-5给出部分潮位站的典型大、中、小潮的潮位、海流验证结果，验证结果表明：

1) 潮位验证结果良好：高低潮潮位最大误差9cm，高低潮潮时最大28min，均小于规范要求的±10cm和±0.5h的标准，表明计算得到的潮波运动与实际潮波吻合良好，数学模型较好地反映了工程所在海域的实际潮波运动情况。

2) 流速（向）验证结果较好：流速、流向过程与实测吻合性较好，最大流速及转流发生时刻较为一致。V1~V4、V6、V8测点位于核电工程区附近海域，V2由于位于考洲洋口，往复流特征明显，其余测点沿岸流特征较为明显，除转流时刻外的流向误差较小，多在30°以内；相对而言，V11和V13测点较靠近计算边界，其计算误差相对较大。

3) 计算海域潮流流速受潮差影响不大，大、中、小潮流速量级较接近。一般涨落潮流速小于0.40m/s，计算值与实测流速的差值一般小于0.05m/s。

经上述验证结果表明，二维潮流数学模型较好地模拟了太平岭核电工程附近海域的潮流变化情况。

### （6）潮流场计算成果

电厂附近海域的潮流场直接影响着温排水的输移扩散过程，对电厂附近海域潮流场的认识有助于更好地分析温升场的变化规律。图6.1-6给出了工程海域的全潮涨、落急流场图。由图潮流场分布图可见：

1) 夏季大潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮

流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

2) 夏季中潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

3) 夏季小潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

4) 冬季大潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

5) 冬季中潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为西南向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

6) 冬季小潮：涨急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由红海湾进入考洲洋时受狭窄地形约束影响，流速较大；落急潮时刻，工程附近海域潮流整体为东北向的沿岸流动，潮流由考洲洋进入红海湾时受狭窄地形约束影响，流速较大。

### **(7) 温排水影响预测**

根据温排水数模专题成果，基于以上经过验证的潮流场条件，采用数值模拟手段得到太平岭核电厂 4 台机组运行时温排水作用下（考虑华润海丰电厂 2 台机组共同作用），电厂附近海域的温排水影响结果。

表 6.1-1 给出了 4 台机组作用下，夏、冬两季典型大、中、小潮的最大和平均取水温升。表 6.1-2 和图 6.1-7 分别给出了相应的最大和平均温升包络面积以及分布图。

取水温升计算结果表明：夏季典型潮条件下取水口最大温升为  $0.27^{\circ}\text{C}$ （夏季大潮），冬季典型潮条件下取水口最大温升为  $0.68^{\circ}\text{C}$ （冬季中潮）。夏季典型潮条件下取水口平均温升最大值为  $0.11^{\circ}\text{C}$ （夏季大潮），冬季典型潮条件下取水口平均温升最大值为  $0.48^{\circ}\text{C}$ （冬季中潮）。

电厂温排水的不同温升分布情况如下：

1) 夏季各典型潮

- $4^{\circ}\text{C}$ 和 $3^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积和平均温升包络面积均较小（小于 $0.01\text{km}^2$ ）；
- $2^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积不超过 $0.29\text{km}^2$ （夏季中潮），平均温升包络面积不超过 $0.01\text{km}^2$ ；
- $1^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积不超过 $5.92\text{km}^2$ （夏季大潮），平均温升包络面积不超过 $0.86\text{km}^2$ （夏季中潮）。

2) 冬季各典型潮

- $4^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积和平均温升包络面积均较小（小于 $0.01\text{km}^2$ ）；
- $3^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积不超过 $0.02\text{km}^2$ （冬季小潮），平均温升包络面积不超过 $0.01\text{km}^2$ ；
- $2^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积不超过 $1.51\text{km}^2$ （冬季中潮），平均温升包络面积不超过 $0.26\text{km}^2$ （冬季小潮）；
- $1^{\circ}\text{C}$ 最大温升包络面积不超过 $21.63\text{km}^2$ （冬季中潮），平均温升包络面积不超过 $13.89\text{km}^2$ （冬季中潮）。

### (8) 温排水影响与有关区划的相符性

根据广东省环保厅批复的本工程近岸海域环境功能区划调整方案，厂址附近设置了“惠州核电厂混合区”和“工业冷却水稀释功能区”，其中“惠州核电厂混合区”的水温不执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相关要求，“工业冷却水稀释功能区”的水温则执行 GB3097-1997 中的三类水体要求，即人为造成的温升不超过  $4^{\circ}\text{C}$ 。另外还包括“红海湾浅海渔场功能区”，水质执行 GB3097-1997 中的一类标准；包括“考洲洋水产资源保护区”，水质执行 GB3097-1997 中的二类标准。

根据现有的温排水模型研究成果，冬季典型大、中、小潮最大  $2^{\circ}\text{C}$ 温升外包络区域和夏季典型大、中、小潮最大  $1^{\circ}\text{C}$ 温升外包络区域与现行有效的近岸海域环境功能区划的相对位置详见图 6.1-8。由图中可以看出，冬季全潮最大  $2^{\circ}\text{C}$ 温升外包络区域和

夏季全潮最大 1℃温升外包络区域均位于三类环境功能区内，电厂温排水造成的温升影响满足现行有效近岸海域环境功能区划的要求。

### 6.1.3 取排水系统对水体水生生物的影响

#### 6.1.3.1 取水工程对水生生物的影响

卷吸效应是指水生物随电厂抽取循环冷却水而进入冷却系统，并在其中受到热、压力等物理因素和氯化等化学因素影响而死亡的现象。一般取排水产生的卷吸效应只对那些能通过取水系统滤网的鱼卵、仔鱼、仔虾、浮游生物及其它游泳类生物幼体产生明显的伤害。

电厂运行期间由于冷凝器而对鱼卵、仔鱼及浮游动物的损害主要是通过电厂进水系统滤网装置而产生的损害及死亡，对其影响与取水口附近的生物密度、种类以及取水流速、取水口的布置等因素有直接的关系。核电厂取水对浮游生物造成的影响主要为卷吸和机械冲击，国内外核电厂的观测表明，电厂取水系统导致的机械冲击对浮游植物并未产生明显的影响。根据厂址附近海域生态调查结果，电厂取水系统对浮游生物的损伤量对区域海洋生态影响较小，且由于浮游生物繁殖较快，损伤的浮游生物短期内可得到恢复，取水系统对浮游生物种群结构影响有限。此外，中广核广东太平岭核电厂的取水口周围海域没有海洋生物的产卵场，也不涉及海洋生物的洄游路线，初步估计取水造成的卷吸影响较小。

在中广核广东太平岭核电厂取水明渠头部设计中，考虑使取水流速尽可能接近潮流流速，电厂取水构筑物采用明渠取水方案，取水口和取水明渠输水均采用自流方式。电厂取水口门流速为 0.156~0.243m/s，低于口门外平均流速 0.3m/s。多数大型鱼类在进入取水明渠后能够凭借自身游泳能力离开明渠，因此电厂运行期间对大型鱼类影响不大。

为减缓取水工程对海洋生态环境的影响，中广核广东太平岭核电厂将在进水泵房的进水间处，顺水流方向依次设置：栅条间距为 200mm 的粗格栅、闸门/加氯框、栅条间距为 50mm 细格栅/清污机、网孔直径为 3mm 的鼓型滤网，同时还将在取水头部内侧设置了一道拦污和拦油栅，建立起多重拦截作用，阻止外界异物进入循环水系统，同时也可减少因取水卷吸效应造成的海洋生态影响。电厂将在运行后持续跟踪厂址附

近海域的生态环境状况，验证取水系统生态保护措施的有效性。同时积极与国内同类已运行电厂沟通，了解其他电厂取水系统生态保护措施效果，吸取相关经验，不断优化取水系统设计，最大程度减少取水系统对海洋生态系统的影响。

### 6.1.3.2 排水系统影响的分析

取排水系统各个部分对海洋生物可能产生的影响主要通过机械因素、热因素和化学因素实现。在所有这些影响因素中，最主要的是排水系统的热影响、以及取水系统的卷吸撞击效应的影响，对于取排水系统的加氯影响见 6.3 节。

中广核广东太平岭核电厂二期工程运行过程中，其循环冷却水经厂址东南侧的排水口排入红海湾，将导致排水口周围水体有一定的温升。如果环境水体升温后超过海洋生物生长的适宜温度，温度的升高将可能导致海洋生物的生长受到抑制或死亡。另外，自然水体经过冷却系统后骤然形成的高温差，亦有可能影响海洋生物的正常活动。

#### 6.1.3.2.1 温排水对海洋生物的影响

##### （1）温排水对浮游生物的影响

浮游生物不但是某些鱼、虾、贝类的饵料生物，同时其数量的多少也决定海域海洋初级生产力的大小，从而影响渔业资源的潜在量。如果核电厂的温排水对浮游生物产生严重危害，其后果也会间接影响到本海域的渔业资源量。

温排水与浮游生物的种类数关系密切。一般说来，当水体适度增温时（ $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$ ），群落中的浮游植物、浮游动物和底栖动物种类数增加，尤其是水温较低的春、秋和冬季表现更加明显。有观测结果表明，春季温度场弱增温区（ $\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$ ）生物量最高，是自然水温区生物量的 1.3 倍；而冬季的浮游动物生物量是自然水温区生物量的 2.4 倍。但是在水体强增温时（ $\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$ ），会使浮游生物生长有不利影响，特别在夏季自然水温较高时，可能引起浮游生物的种类和数量的减少、群落物种多样性较低，并改变群落中的物种组成。

多数浮游生物在水体温度不超过  $35^{\circ}\text{C}$  时，生长不会被抑制或造成死亡。根据厂址附近海域水温统计结果，厂址附近海域在夏季最高水温为  $31.7^{\circ}\text{C}$ （8 月），因此，预计在电厂温排水  $3^{\circ}\text{C}$  以上温升区域内的浮游生物的种类和生物量将产生一定影响。根据温排水数值模拟成果，太平岭核电二期工程运行后四台机组温排水造成  $3^{\circ}\text{C}$  温升的最

大包络面积在夏季时不超过 0.01km<sup>2</sup>。预计温排水在春、冬季海水温度较低时可能促进周围海域浮游生物生长，在高温季节对排水口附近局部区域的浮游生物造成的不利影响有限。

### （2）温排水对鱼类的影响

由于鱼类是变温动物，它的体温随环境水温的变化而变化，并依靠游动行为来选择所需的适宜温度。因此，水温对鱼类的各种生命活动过程有很大影响。在适温范围内，水温的升高会提高鱼类的摄食能力，促进其性成熟，生长加速；但在水温过高时，温排水也会对鱼类产生不利的影响，包括：在强增温区、亚增温区会对鱼类洄游行为造成明显逆反影响；会提早鱼类性腺发育成熟产卵，对鱼类生殖产生影响；会使鱼类饵料生物发生变化，从而影响鱼类生长，可能引起种群结构的变动；可能增多寄生虫病的危害，增加对鱼类的致病影响。鱼类喜在适宜温度水域内活动，对超出适宜温度范围的高温或低温水体具有回避反应。在自然水体中，近海区鱼类一般都有随季节水温变化而进行洄游的现象，这是鱼类对温度的选择。

根据调查，中广核广东太平岭核电厂周围海域的主要经济鱼类有蓝园鲈、鲷鱼、沙丁鱼、大黄鱼、带鱼、海鳗、石斑鱼等。根据中科院南海所对大亚湾内几种经济鱼类进行的耐热试验研究结果，在 25~33℃ 的驯化温度下，黑鲷和平鲷的起始致死温度分别为 34.96~36.42℃ 和 34.78~35.62℃。由于该海域内鱼类与大亚湾鱼类同属暖水性种类或暖温性种类，预计海水水温在 35℃ 以内时，不会对鱼类产生不利影响。

中广核广东太平岭核电厂邻近海域水温季节变化十分明显，海水表层水温范围为 15.5~29.2℃，夏季水温相对较高，其他季节水温相对较低。初步预计，由于该区域内鱼类均为暖水性或暖温性鱼类，除夏季外，其他季节温排水入海后水体温度仍在大部分鱼类的适温范围内，因此可以估计温排水不会对鱼类的生长造成明显的影响。夏季海水高温期间，当水温达到历史高温值 31.7℃ 时，温排水引起的海水升温对鱼类生长的影响局限于核电厂排放口附近的 3℃ 温升区域内。根据温排水数值模拟成果，太平岭核电二期工程运行后四台机组温排水造成 3℃ 温升的最大包络面积在夏季时不超过 0.01km<sup>2</sup>，且大多数鱼类能够回避高温升区，因此预计温排水对海域内鱼类不会产生明显影响。

### （3）温排水对贝类的影响

有关实验结果表明，贝类是变温动物，由于新陈代谢的水平低以及缺乏完善的温

度调节导致其体温不恒定。不管是哪一种贝类，均有一个最高、最低的适温范围，超出最高、最低适温范围，贝类正常的新陈代谢都会受到破坏。温度过高，能使贝类呼吸急促而不规则，缺氧窒息，还可能造成蛋白质凝固，以至昏迷死亡。适温范围内，贝类新陈代谢旺盛，对呼吸与排泄、运动与摄食、消化与生长、性腺发育与繁殖均产生积极作用。贝类的浮游幼虫，在适温范围内生长和发育速度随水温升高而加速。水温超过一定范围时，生长率下降、发育速度受阻，甚至停止生长，导致幼虫死亡。例如牡蛎属于暖水种，对热有较强的忍受能力，可以忍受 40℃ 左右的水温，生长的适宜水温 15~35℃，文蛤的适温范围为 10~35℃。

根据调查，中广核广东太平岭核电厂周围海域的主要贝类有文蛤和牡蛎等。当水体达到历史高水温值 31.7℃ 时，且接纳水体温升超过 3℃ 时，则可能对牡蛎和文蛤产生影响。根据温排水模拟成果，电厂温排水造成 3℃ 温升包络面积较小，预计温排水对贝类产生的影响有限。

#### （4）温排水对甲壳类（虾、蟹）的影响

甲壳类的适温范围多在 18~32℃ 之间，大于 38℃ 不能正常运动，大于 39℃ 将导致其死亡。根据实验研究，在一定适温范围内，温升可以促进仔虾的生长和体重的增加，中科院南海所对大亚湾内虾类进行的耐热试验研究结果显示：在 25~33℃ 驯化温度下，斑节对虾的起始致死温度为 37.5~38.1℃；在 25~38℃ 驯化温度下，近缘新对虾的起始致死温度为 38.9~39.3℃。

根据调查，厂址附近海域内甲壳类主要有斑节对虾、近缘新对虾、长毛对虾、周氏新对虾和中国毛虾等。初步预测，在冬季期间，电厂温排水引起的温升对该海域内的虾、蟹类不会有明显影响。厂址附近海域夏季水体历史高水温值为 31.7℃，根据温排水模拟成果，中广核广东太平岭核电厂温排水造成 4℃ 温升的最大包络面积在夏季时较小，并且成体虾、蟹多数会回避高温区，预计温排水对甲壳类影响是非常有限的。

#### 6.1.3.2.2 温排水对海水养殖的影响

厂址附近海域养殖区主要分布在考洲洋以及厂址附近的红海湾。整个考洲洋几乎均为养殖区，在考洲洋出海口处为贝类的增养殖区，在厂址两侧红海湾海域分布有贝类养殖等，以考洲洋出海口处的贝类增养殖区距离厂址较近。此外，中广核广东太平岭核电厂拟建排水口附近海域无鱼类的产卵场。

电厂取排水工程在设计及优化过程中，已经考虑了温排水可能对考洲洋的温升影响，尽可能以使温排水高温升不进入该环境敏感区域。图 6.1-9 为电厂附近海水养殖区与全潮最大温升外包络线的相对位置。由图中可知，夏季和冬季电厂温排水造成海域全潮最大 2℃温升外包络区域不包括养殖区，因此电厂温排水对养殖区造成的影响较小。

#### 6.1.3.2.3 温排水对自然保护区的影响

中广核广东太平岭核电厂厂址附近存在的自然保护区为：考洲洋内的盐洲红树林市级保护区，厂址 SSW 方位 17~20km 范围处的惠东港口国家级海龟自然保护区。太平岭核电温排水造成的全潮最大 1℃温升包络区域均远离以上两个保护区，预计电厂温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。

#### 6.1.3.2.4 减少电厂散热系统对海洋生物影响的措施

基于多种取排水方案的比选论证，中广核广东太平岭核电厂采用离岸深排排水方案，其水力特性和热力特性都较好，有利于电厂温排水的稀释扩散，从而减小核电厂温排水造成受纳海域中可能对海洋生物产生不利影响的高温升区域。

除了从工程设计上采取有效措施减轻电厂散热系统造成的生物效应外，鉴于有多种陆源因素可能对沿岸海域海洋生物资源造成影响，在核电厂运行过程中，建设单位将加强对附近海域的海洋生态环境监测，以分析海域海洋生态环境变化的原因，并为核电厂对海洋生态环境和海洋生物资源的可能影响积累基本数据。

#### 6.1.4 参考资料

- [1] 中广核广东太平岭核电厂二期工程温排水数值模拟研究.南京水利科学研究院.2021年10月；
- [2] 广东惠州核电项目邻近海域水质环境、水生生态与渔业资源调查总报告.中国科学院南海海洋研究所.2013年4月。

表 6.1-1 中广核广东太平岭核电厂取水升温结果（单位：℃）

运行方式	潮型	取水口	
		最大	平均
太平岭 4 台机组+海丰 2 台机组	2021 年夏季大潮	0.27	0.11
	2021 年夏季中潮	0.22	0.10
	2021 年夏季小潮	0.13	0.04
	2021 年冬季大潮	0.25	0.08
	2021 年冬季中潮	0.68	0.48
	2021 年冬季小潮	0.57	0.38

表 6.1-2 中广核广东太平岭核电厂温升范围结果（单位：km<sup>2</sup>）

计算潮型	统计类型	包络面积(km <sup>2</sup> )							
		4℃		3℃		2℃		1℃	
		太平岭核电	海丰电厂	太平岭核电	海丰电厂	太平岭核电	海丰电厂	太平岭核电	海丰电厂
夏季大潮	全潮最大	<0.01	0.43	<0.01	1.54	0.26	4.18	5.92	14.58
	全潮平均	<0.01	0.24	<0.01	1.06	<0.01	3.16	0.70	12.46
夏季中潮	全潮最大	<0.01	0.36	<0.01	1.46	0.29	4.21	5.61	14.43
	全潮平均	<0.01	0.22	<0.01	1.03	<0.01	3.27	0.86	12.87
夏季小潮	全潮最大	<0.01	0.31	<0.01	1.35	0.08	3.95	2.78	14.37
	全潮平均	<0.01	0.21	<0.01	0.99	<0.01	3.18	0.68	13.00
冬季大潮	全潮最大	<0.01	0.47	<0.01	1.73	0.13	4.97	4.80	16.59
	全潮平均	<0.01	0.25	<0.01	1.18	<0.01	3.58	0.59	13.75
冬季中潮	全潮最大	<0.01	0.33	0.01	1.26	1.51	3.41	21.63	9.91
	全潮平均	<0.01	0.21	<0.01	0.90	0.20	2.61	13.89	8.36
冬季小潮	全潮最大	<0.01	0.30	0.02	1.30	1.01	3.67	15.34	13.52
	全潮平均	<0.01	0.22	<0.01	1.03	0.26	3.25	7.85	12.25

## 6.2 正常运行的辐射影响

### 6.2.1 流出物排放源项

### 6.2.2 照射途径

### 6.2.3 计算模式和参数

### 6.2.4 大气弥散和水体稀释

### 6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

### 6.2.6 公众最大个人剂量

### 6.2.7 非人类生物的辐射剂量

### 6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

### 6.2.9 辐射影响评价

### 6.2.10 参考资料

表

表6.2-1 一期工程单台机组放射性流出物年排放量

表6.2-2 放射性流出物排放源项与GB6249-2011控制值比较

表6.2-3 长期大气弥散计算部分参数

表6.2-4 环境介质参数

表6.2-5 放射性核素特征参数

- 表6.2-6 气态途径辐射剂量计算相关参数
- 表6.2-7 液态照射途径辐射剂量计算参数
- 表6.2-8 海产品可食部份生物浓集因子 $B_p$ 和悬浮物吸附分配因子 $K_d$
- 表6.2-9 公众受照有效剂量转换因子
- 表6.2-10 母体吸入和摄入放射性核素对婴儿食入母乳后造成的内照射相应核素份额和有效剂量转换因子
- 表6.2-11 厂址长期大气弥散因子
- 表6.2-12 厂址长期地面干沉积因子
- 表6.2-13 厂址长期地面湿沉积因子
- 表6.2-14 受纳水体各海域放射性相对浓度
- 表6.2-15 气载放射性排放造成环境空气核素浓度
- 表6.2-16 液态放射性排放造成海域水体中的浓度
- 表6.2-17 气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
- 表6.2-18 液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
- 表6.2-19 气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量
- 表6.2-20 气态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量
- 表6.2-21 液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量
- 表6.2-22 气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的年有效剂量
- 表6.2-23 气态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量
- 表6.2-24 液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量
- 表6.2-25 气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的年有效剂量
- 表6.2-26 气态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量
- 表6.2-27 液态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量
- 表6.2-28 气态和液态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的年有效剂量
- 表6.2-29 气态和液态途径对对各子区公众集体造成的集体有效剂量
- 表6.2-30 海洋系统悬浮物 $K_d$ 因子
- 表6.2-31 海洋生态系统各类生物浓集因子（ $B_p$ ）
- 表6.2-32 陆生生态系统各类生物的浓集因子（ $B_p$ ）
- 表6.2-33 放射性核素对海洋生物的内照射辐射剂量转换因子

- 表6.2-34 放射性核素对海洋生物的外照射辐射剂量转换因子
- 表6.2-35 各放射性核素对陆生生物的空气浸没外照射剂量率转换因子
- 表6.2-36 各放射性核素对陆生生物的表面沉积外照射剂量率转换因子
- 表6.2-37 各放射性核素对陆生生物的土中浸没外照射剂量率转换因子
- 表6.2-38 各放射性核素对陆生生物的内照射剂量率转换因子
- 表6.2-39 海洋生态系统各生物居留因子
- 表6.2-40 陆生生态系统各生物居留因子
- 表6.2-41 液态排放口附近海域海洋生物的辐射剂量率
- 表6.2-42 各类陆生生物所受剂量率
- 表6.2-43 厂址附近各职业人群受照辐射剂量比较
- 表6.2-44 各放射性核素通过各种照射途径对关键居民组个人造成的有效剂量
- 表6.2-45 公众受照辐射剂量“三关键”计算分析结果

图

图6.2-1 气态照射途径

图6.2-2 液态照射途径

## 6.2 正常运行的辐射影响

中广核广东太平岭核电厂二期工程拟建设 2 台华龙一号机组。本节根据核电厂正常运行状态下的放射性流出物排放源项，以及厂址周围的环境特征、公众的食物消费和生活习惯，对核电厂正常运行状态下放射性流出物对公众和环境造成的辐射影响进行计算和评价，并采用流出物排放源项预期值进行公众辐射“三关键”分析。

### 6.2.1 流出物排放源项

太平岭核电厂二期工程核电厂运行状态下，放射性流出物以气载和液态形态向环境释放，分别在大气环境和受纳水体中迁移扩散。

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）要求核动力厂必须按每堆实施放射性流出物的年排放总量控制，6.2 款和 6.3 款规定了核动力厂每座 3000MW 热功率反应堆气载和液态放射性流出物年排放量控制值。太平岭核电厂将严格按照国家标准的排放控制要求进行总量控制。表 6.2-1 给出了太平岭核电厂一期工程单台机组各类放射性流出物年排放量，本报告第四章 4.6 节给出了太平岭核电厂二期工程气载和液态放射性流出物各核素的年排放量。

表 6.2-2 给出了太平岭核电厂二期工程及厂址四台机组各类放射性流出物排放源项设计值与控制值的比较。从表可以看出，太平岭核电厂二期工程和厂址四台机组放射性流出物各类放射性核素的年排放量，满足国家标准 GB6249-2011 相应的单堆排放量控制要求。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对核动力厂放射性流出物排放除规定了总量控制要求外，对于滨海厂址，还要求槽式排放口处的放射性流出物中除氚和  $^{14}\text{C}$  外其它放射性核素的浓度不超过 1000Bq/L。

太平岭核电厂二期工程的放射性废液经废液处理系统（TEU）处理，取样分析满足排放要求后，通过核岛废液排放系统（TER）向环境受控排放；否则则返回 TEU 处理。因此，实际运行过程中，电厂除氚和  $^{14}\text{C}$  外其它液态放射性核素的排放浓度可以实现 GB6249-2011 规定的 1000Bq/L 的浓度控制要求。

根据 HJ808 的要求，对于太平岭核电厂二期工程，采用设计排放源项对公众的辐射剂量进行估算，采用较为实际的预期源项进行“三关键”分析，确定核电厂放射性流出物排放造成公众辐射影响的关键人群组、关键核素和关键照射途径，以更现实的

反映核电厂放射性流出物排放在环境中的分布及影响情况。

气载放射性流出物中的  $^{14}\text{C}$  在环境介质中的转移过程具有特殊机理，有别于核电厂排放的其它各类气载放射性核素，通常认为，只有以二氧化碳形式存在的  $^{14}\text{C}$  才能通过光合作用被植物吸收，并以食物的摄入形式进入食物链，对摄入者造成内照射影响。根据 IAEA 421 号技术报告，欧洲和美国的压水堆核电站以二氧化碳形态向环境排放的  $^{14}\text{C}$  占  $^{14}\text{C}$  总排放量的 5~25%，根据此研究结论，本节在评估气载  $^{14}\text{C}$  的排放所造成的环境辐射影响时，假定以二氧化碳形态排放的  $^{14}\text{C}$  占总排放量的 25%。

## 6.2.2 照射途径

### 6.2.2.1 气态途径

气载放射性流出物排放对厂址评价区内公众造成的辐射影响，考虑如下四种照射途径：

- 空气浸没外照射；
- 地面沉积物外照射；
- 吸入空气内照射；
- 食入陆生食品内照射。

公众食入陆生食品包括蔬菜、粮食、水果等作物产品，以及肉类、奶类等动物产品。图6.2-1给出了气载放射性流出物对公众造成辐射的途径。

### 6.2.2.2 液态途径

液态放射性流出物排放对厂址评价区内公众造成的辐射影响，考虑如下四种照射途径：

- 水体浸没外照射；
- 水上活动外照射；
- 岸边沉积物外照射；
- 食入海产品内照射。

公众食入海产品包括鱼类、甲壳类、软体类、藻类产品，图6.2-2给出了液态放射性流出物对公众造成辐射的途径。

### 6.2.2.3 其它途径

厂址周围区域不存在可能达到或超过上述途径的个人有效剂量10%的其它照射途径。

### 6.2.3 计算模式和参数

太平岭核电厂二期工程运行状态下，气载和液态放射性流出物通过各照射途径对公众造成的剂量估算模式见附录C。相关的计算参数如下：

#### （1） 大气弥散

根据核安全导则HAD101/02推荐高斯直线烟羽扩散模型，采用厂址气象塔2020年1月至12月一整年10m和80m两层高度逐时观测的风向、风速和温度，以及地面气象站的逐时雨量等气象数据，计算厂址区域的长期大气弥散因子和地面沉积因子。

太平岭核电厂二期工程华龙一号机组气载放射性流出物排放烟囱高度为70m，邻近建筑物高度为63.4m，由于排放高度低于邻近建筑物高度的2倍，假定为混合排放方式。大气弥散计算还考虑了气载放射性流出物雨水冲洗、重力沉降、以及核素衰变等因素造成的烟羽损耗和地面沉积。

太平岭核电厂各机组为单堆独立烟囱布置，二期工程3号机组位于一期工程1号机组NE-ENE方位约500米，整个四台机组由1号到4号机组呈西南-东北走向一字排开。因此本报告中除3号机组外的其余3台机组的大气弥散因子采用坐标移动方法得到，并叠加计算对公众的辐射环境影响。表6.2-3给出了长期大气弥散计算部分参数。扩散参数采用本报告2.4节的推荐值。

#### （2） 水体稀释

太平岭核电厂采用明渠近岸取水，避岛中部取水，避开东虎屿。离岸深排，采用适宜长度的暗涵排水，直线延伸至浅礁西侧水域。二期工程排水暗涵长度为3400m。根据《广东太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟计算报告》，排放海域的水体稀释扩散计算采用平面二维非恒定水流浓度场数学模型。

本报告采用国际原子能机构IAEA 19号安全报告推荐的模型和参数，计算放射性核素迁移扩散过程中在海水悬浮物、沉积物中的浓度。

#### （3） 环境参数

根据环境调查分析，表6.2-4给出了厂址周围用于剂量计算中考虑的部分放射性物质传递介质参数（如介质含水率、食物从获取到消费的时间间隔等）；根据IAEA 19号安全报告，表6.2-5给出了放射性核素在食物链中转移的特征参数；表6.2-6给出了用于气态途径辐射剂量计算的相关参数。

根据IAEA 19号安全报告，表6.2-7给出了液态照射途径辐射剂量计算参数；表6.2-8给出了海鱼类、软体类、甲壳类以及藻类四类海产品可食部分的生物浓集因子和海水中悬浮物对元素的吸附分配Kd因子，海鱼类和甲壳类海洋生物的浓集因子采用IAEA 19号安全报告的推荐值，而对于IAEA 19号安全报告中未推荐的软体类和藻类生物浓集因子采用IAEA 57号安全报告的推荐值。

#### （4） 剂量转换因子

表6.2-9给出了公众受各照射途径造成辐射剂量的剂量转换因子，其中惰性气体空气浸没外照射剂量转换因子以及其它各类放射性核素的吸入和食入内照射剂量转换因子取自《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），除惰性气体外其它核素的空气浸没以及地面沉积外照射剂量转换因子取自IAEA 19号安全报告，水体浸没外照射剂量转换因子取自美国联邦导则12号报告。

#### （5） 婴儿食入母乳内照射剂量

参考ICRP 95号出版物，婴儿食入母乳后受到内照射剂量计算模式见附录C。表6.2-10给出了母体吸入和摄入放射性核素后，婴儿通过食入母乳而转移至婴儿体内的份额及对婴儿内照射的有效剂量转换因子。

#### （6） 食物消费和生活习惯

厂址半径80km范围内各子区陆上环境介质（如粮食、蔬菜等）的面积、产量，公众的食物消费量以及生活习惯因子见本报告书第二章及附录B。

### 6.2.4 大气弥散和水体稀释

表 6.2-11、表 6.2-12 和表 6.2-13 分别列出了太平岭核电厂二期工程以 3 号机组为原点的厂址半径 80km 范围各子区部分放射性核素的长期大气弥散因子（ $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{131}\text{I}$ ）、长期地面干沉积因子（ $^{60}\text{Co}$ 、 $^{131}\text{I}$ ）和长期地面湿沉积因子（ $^{60}\text{Co}$ 、 $^{131}\text{I}$ ）。

根据广东太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟计算报告，表 6.2-14 给出了太平岭核电厂四台机组液态放射性排放接纳水体各海域相对浓度。

### 6.2.5 环境介质中的放射性核素浓度

根据以上参数和模式，表 6.2-15 列出了太平岭核电厂厂址半径 80km 范围各子区部分放射性核素的环境空气浓度（ $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ ）。环境空气中放射性年平均浓度核素  $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$  最大值位于 WSW 方位 0~1km 子区，核素  $^{60}\text{Co}$  最大值位于 W 方位 0~1km 子区， $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$  最大值年平均浓度分别为  $1.30\text{ Bq/m}^3$ 、 $2.11\times 10^{-8}\text{ Bq/m}^3$ 、 $5.23\times 10^{-6}\text{ Bq/m}^3$ 、 $3.54\times 10^{-1}\text{ Bq/m}^3$ 、 $7.89\times 10^{-3}\text{ Bq/m}^3$ 。

表 6.2-16 给出了太平岭核电厂排水口周围不同半径海域水体中的各放射性核素的年平均浓度和排水口 0~1km 海域的排放峰值浓度。受纳水体中放射性浓度最大值位于排放口 0~1km 海域，核素  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$  在该海域海水中的年平均浓度分别为  $2.19\text{ Bq/L}$ 、 $9.05\times 10^{-4}\text{ Bq/L}$ 。

太平岭核电厂二期工程单台机组废液设计年排放量约为  $17500\text{ m}^3$ ，流出物排放泵最大流量  $200\text{ m}^3/\text{h}$ ，全年放射性废液排放时间约 170 小时。结合考虑废液与循环冷却水混合以及废液入海后海域的稀释作用，表 6.2-16 同时给出了太平岭核电厂排放口附近 0~1km 海域排放时的峰值浓度。

《海水水质标准》（GB3097-1997）中规定了海水中部分放射性核素的浓度限值，其中与太平岭核电厂液态放射性流出物排放相关的有  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{134}\text{Cs}$  和  $^{137}\text{Cs}$  五个核素，其水质指标限值分别为  $0.03\text{ Bq/L}$ 、 $4.0\text{ Bq/L}$ 、 $0.2\text{ Bq/L}$ 、 $0.6\text{ Bq/L}$  和  $0.7\text{ Bq/L}$ 。由表可以看出，五个核素在排放口 0~1km 海域峰值浓度分别为  $4.02\times 10^{-4}\text{ Bq/L}$ 、 $5.15\times 10^{-7}\text{ Bq/L}$ 、 $3.66\times 10^{-7}\text{ Bq/L}$ 、 $1.36\times 10^{-3}\text{ Bq/L}$  和  $1.99\times 10^{-3}\text{ Bq/L}$ ，均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的浓度限值要求。

### 6.2.6 公众最大个人剂量

#### （1）公众（成人）个人剂量

表 6.2-17 和表 6.2-18 分别给出气载和液态放射性流出物排放通过各种途径对厂址半径 80km 评价区内各子区一般公众个人（成人）造成的有效剂量，表 6.2-19 给出了各子区公众个人（成人）受到的总有效剂量。

太平岭核电厂二期工程正常运行状态下，本工程 2 台机组放射性流出物对于一般公众（成人）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成

的最大年有效剂量增量为  $5.47 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $5.37 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $9.81 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。厂址四台机组放射性流出物对于一般公众（成人）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $1.08 \times 10^{-6} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $1.64 \times 10^{-6} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $7.28 \times 10^{-8} \text{Sv}$ 。

#### （2）公众（青少年）个人剂量

表 6.2-20~表 6.2-22 给出了太平岭核电厂放射性流出物对厂址半径 80km 评价区内各子区青少年组公众个人造成的年有效剂量。

太平岭核电厂二期工程正常运行状态下，本工程 2 台机组放射性流出物对于一般公众（青少年）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $5.55 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $5.44 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $1.03 \times 10^{-8} \text{Sv}$ 。厂址四台机组放射性流出物对于一般公众（青少年）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $1.09 \times 10^{-6} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $1.07 \times 10^{-6} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $1.65 \times 10^{-8} \text{Sv}$ 。

#### （3）公众（儿童）个人剂量

表 6.2-23~表 6.2-25 给出了太平岭核电厂放射性流出物对厂址半径 80km 评价区内各子区儿童组公众个人造成的年有效剂量。

太平岭核电厂二期工程正常运行状态下，本工程 2 台机组放射性流出物对于一般公众（儿童）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $4.53 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $4.45 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $7.85 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。厂址四台机组放射性流出物对于一般公众（儿童）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $8.89 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $8.76 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $1.24 \times 10^{-8} \text{Sv}$ 。

#### （4）公众（婴儿）个人剂量

表 6.2-26~表 6.2-28 给出了太平岭核电厂放射性流出物对厂址半径 80km 评价区内各子区婴儿组公众个人造成的年有效剂量。

太平岭核电厂二期工程正常运行状态下，本工程 2 台机组放射性流出物对于一般

公众（婴儿）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $3.71 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $3.70 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $1.43 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。厂址四台机组放射性流出物对于一般公众（婴儿）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量为  $7.28 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，其中通过气态途径造成的年有效剂量增量为  $7.26 \times 10^{-7} \text{Sv}$ ，通过液态途径造成的年有效剂量增量为  $2.41 \times 10^{-9} \text{Sv}$ 。

#### （5）最大受照年龄组

对上述各年龄组公众的个人剂量结果进行比较分析发现，太平岭核电厂二期工程运行状态下，放射性流出物对厂址 WNW 方位 1~2km 子区内各年龄组公众个人造成的有效剂量均大于其它各子区同年龄组公众个人的受照剂量，而对该子区各年龄组公众个人而言，核电厂的放射性流出物对青少年组公众个人的年受照有效剂量大于成人组公众个人，成人组公众个人的年受照有效剂量大于儿童组公众个人，儿童组公众个人的年受照有效剂量大于婴儿组公众个人。

因此，太平岭核电厂二期工程运行状态下，就一般公众的受照剂量而言，厂址 WNW 方位 1~2km 子区内的青少年组公众个人受放射性流出物造成的年有效剂量最大，为该子区的最大受照年龄组，二期工程 2 台运行状态和厂址四台机组运行状态下受到的年有效剂量分别为  $5.55 \times 10^{-7} \text{Sv}$  和  $1.09 \times 10^{-6} \text{Sv}$ 。

#### （6）集体剂量

根据厂址评价范围内的居民年龄构成和各子区的预期人口分布（2028 年），表 6.2-29 列出了太平岭核电厂二期工程放射性流出物所造成厂址各子区的年集体有效剂量，二期工程 2 台机组和厂址四台机组对评价区内公众集体年有效剂量结果分别为  $4.77 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv}$  和  $9.45 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv}$ ，其中各核素通过气、液态途径所造成的厂址评价区内公众总的集体年有效剂量分别为  $4.20 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv}$ 、 $5.75 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv}$  和  $8.43 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv}$ 、 $1.02 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv}$ 。

### 6.2.7 非人类生物的辐射剂量

非人类生物生物受到的辐射照射主要来自宇宙射线、天然放射性核素以及核设施排放的放射性流出物，由于生物种类的庞大和生存环境的广阔，目前国际上普遍使用一系列特征生物的概念，包括参考生物，参考动植物，代表物种，特征物种和受体等，

对生物进行辐射影响评价。

国际放射防护委员会（ICRP）于 2008 年发布的第 108 号报告中提出了参考动植物（RAP）的概念，并将其定义为“参考动植物是一个假想的实体，具有特定动物或植物类别的假想的基本生物特征，用于描述不同科类生物分类上的共性，具有明确的解剖学、生理学和生命历史的属性，可用于将该种生物体的暴露与辐射剂量，以及剂量与产生效应相联系起来。”根据一系列的选择准则，ICRP 报告推荐了 16 种用于辐射影响评价的参考动植物。

欧盟在 2004-2007 年间开展的 ERICA 项目中选取参考生物的方式与 ICRP 报告稍有不同，它不根据分类学、解剖学、生理学以及生活史等特征选取特定物种，而是基于不同的环境特征中的典型生物类别。

ERICA 项目中采用的一系列水生和陆生生物在不同生境中的剂量学模型也为 ICRP 所采用，在辐射剂量率计算方法上，两者也都采用了 Ulanovsky 等人运用 Monte-Carlo 方法计算不同体形尺寸生物体对  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  辐射的吸收比例，再结合各核素的辐射能量得出各种核素对于不同生物体辐射的剂量转换因子。

#### 6.2.7.1 非人类生物的分类

ERICA 程序根据生物所在的栖息环境选者了不同的代表性生物作为参考生物，其中海洋生态系统的参考生物包括深海鱼类、鸟类、甲壳类、大型藻类、哺乳动物、双壳软体类、浅水鱼、浮游植物、多毛纲蠕虫、爬行动物、海葵珊瑚、导管植物和浮游动物 13 类。陆生生态系统的参考生物包括两栖动物、环节动物、腐食节肢动物、鸟类、飞行类昆虫、草本植物、苔藓植物、大型哺乳动物、小型掘洞哺乳动物、腹足纲软体动物、爬行动物、灌木植物、乔木 13 类。

太平岭核电厂二期工程厂址附近海域海洋生物的种类，按照浅水鱼、深海鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类参考生物。

本项目推荐用于生物辐射剂量评价的参考植物包括（1）苔藓植物：推荐种类为地钱（苔类植物）和葫芦藓（藓类植物）；（2）草本植物：推荐种类为芒萁；（3）灌木植物：推荐种类为金合欢；（4）乔木类植物：推荐种类为潺槁木姜子。

本项目推荐用于生物辐射剂量评价的参考动物包括（1）腹足纲软体动物，推荐福寿螺；（2）环节动物：推荐用参环毛蚓；（3）食腐类无脊椎动物：推荐海蟑螂；（4）

飞行类昆虫类：推荐菜粉蝶；（5）两栖类：推荐斑腿树蛙；（6）爬行动物：推荐中华石龙子；（7）鸟类：推荐喜鹊；（8）小型掘穴类哺乳动物：推荐褐家鼠和黄毛鼠；（9）大型哺乳动物：推荐人工放养的黄牛。

### 6.2.7.2 参数选取

#### （1）悬浮物分配因子（ $K_d$ ）和浓集因子（ $B_p$ ）

根据国际原子能机构 IAEA422 号报告，表 6.2-30~表 6.2-31 给出了评价中的海水中悬浮物对元素的吸附分配  $K_d$  因子以及海洋生物浓集因子  $B_p$ 。参考 ERICA 程序和 IAEA 479 号报告的陆生参考生物的浓集因子，表 6.2-32 给出了陆域生态系统生物各类生物的浓集因子。

#### （2）放射性核素对生物的辐射剂量转换因子

按 ERICA 程序给出的不同辐射类型权重值，表 6.2-33 和 6.2-34 分别给出了各放射性核素对海洋生物的内照射和外照射辐射剂量率转换因子。

ERICA 程序对陆生生态系统生物依据生物的生活习性将照射类型分为空气浸没外照射、土表沉积外照射、土中浸没外照射和内照射途径。表 6.2-35~表 6.2-38 分别给出了不同核素对于不同陆生生物通过这四种照射途径的剂量率转换因子。其中惰性气体 Kr 和 Xe 采用 EA R&D128 出版物中的数据。

#### （3）各生物居留因子

根据各生物的生物习性并参考 ERICA 程序，表 6.2-39 和 6.2-40 分别给出了海洋生态系统和陆生生态系统各生物的居留因子。

### 6.2.7.3 非人类生物辐射影响评价

#### （1）水生生物辐射影响

根据上述介绍的模型及参数，表 6.2-41 给出了排水口附近海域中的七类海洋生物因核电厂排放的液态放射性流出物造成的辐射剂量率。

太平岭核电厂二期工程 2 台机液态放射性流出物对排放口附近海域的深海鱼类、甲壳类、藻类、软体类、浅水鱼、浮游植物和浮游动物等七类海洋生物造成总的附加辐射剂量率分别为  $2.95 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 、 $1.32 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $8.20 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $2.26 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $3.08 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 、 $4.54 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$  和  $1.80 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 。太平岭核电厂厂址四台机对上述

七类海洋生物造成总的附加辐射剂量率分别为  $4.87 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 、 $1.69 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $1.24 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $3.14 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 、 $5.03 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 、 $6.06 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$  和  $2.82 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 。

从表给出的计算结果可以看出，太平岭核电厂二期工程运行状态下，液态放射性流出物对排放口附近海域水体中浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类海洋生物的辐射剂量率均低于 ERICA 程序推荐的  $10 \mu\text{Gy/h}$  剂量率筛选值。因此，可以预计，太平岭核电厂二期工程运行后，2 台机组及厂址四台机组排放的液态放射性流出物对受纳海域水体中浮游鱼类、底栖鱼类、软体类、甲壳类、海藻类、浮游植物和浮游动物七类参考海洋生物不会造成明显的损伤，对核电厂周围海域中的海洋生物总体上影响很小。

## （2）陆域生物辐射影响

表 6.2-42 给出了各主要放射性核素通过上述各类途径对陆域生物造成的剂量率。从以上表可以看出，二期工程及厂址四台机组运行期间对厂址周围陆域生物受到的附加剂量率值最大的为乔木，分别为  $1.11 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 、 $1.90 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 。各类陆域生物受到的附加剂量率值均远小于 ERICA 程序推荐的  $10 \mu\text{Gy/h}$  剂量率筛选值，对核电厂周围陆域中的生物总体上影响很小。

### 6.2.8 关键人群组、关键核素、关键照射途径

根据厂址调查结果，厂址附近村庄渔民较少，其中，湾仔村、渡头村有少量渔民。一般渔民出海打鱼视天气情况而定，天晴风平浪静时每天早晨 4、5 点出海，中午 11、12 点回，捕捞海域为厂址附近近岸海域。厂址周边居民点现状居住人口较少，但考虑到核电厂建成后周边村民存在回迁可能，故在三关键分析时仍旧考虑周边居民点。

对广东太平岭核电二期工程 2 台核电机组放射性流出物排放造成的辐射影响进行“三关键”分析时，初步考虑一般公众受照剂量较大的厂址 WNW 方位 1.9km 的山下村村民、NNE 方位 1.2km 的上太平村村民，NW 方位 1.4km 的下太平村村民、W 方位 2.5km 的渡头村渔民以及 WSW 方位 2.6km 的湾仔村渔民以及上述各居民点的青少年，本报告 2.2 节给出了厂址附近渔民与村民的食物消费情况以及生活习惯因子。

表 6.2-43 给出了上述子区内各村渔民和村民及青少年通过各种途径受核电厂放射性流出物排放造成的辐射剂量值。从表可以看出，太平岭核电二期工程 2 台机组运行后厂址四台机运行状态下，放射性流出物排放对厂址 W 方位 2.5km 的渡头村渔民造

成的年有效剂量大于其它子区内渔民、村民或青少年的受照剂量，为  $1.09 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 。根据上述分析结果，本阶段将厂址 W 方位 2.5km 的渡头村渔民作为受中广核广东太平岭核电厂辐射影响最大的可能关键居民组。

表 6.2-44 给出了太平岭核电厂厂址四台机组运行状态下，放射性流出物通过各种途径对厂址 W 方位 2.5km 的渡头村渔民个人造成的辐射剂量贡献。从表可以看出：

- 太平岭核电厂厂址四台机组运行状态下，核电厂放射性流出物排放对关键组居民个人造成的有效剂量为  $1.09 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 。其中通过气态途径造成的剂量贡献为  $1.06 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ ，占个人总有效剂量的 97.46%；通过液态途径造成的剂量贡献为  $2.75 \times 10^{-9} \text{Sv/a}$ ，占个人总有效剂量的 2.54%。
- 关键照射途径为食入陆生食品内照射，对关键组居民个人造成的有效剂量为  $9.94 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$ ，占个人总有效剂量的 91.56%。其它重要照射途径为吸入内照射和食入海产品内照射，对关键组居民个人造成的有效剂量分别为  $3.84 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$  和  $2.58 \times 10^{-8} \text{Sv/a}$ ，分别占个人总有效剂量的 3.56% 和 2.38%。
- 关键核素为  $^{14}\text{C}$ ，对关键组居民个人造成的有效剂量为  $9.80 \times 10^{-8} \text{Sv}$ ，占个人总有效剂量的 88.43%；其它重要核素为  $^3\text{H}$ ，对关键组居民个人造成的有效剂量为  $6.73 \times 10^{-9} \text{Sv/a}$ ，占个人总有效剂量的 6.2%。

表 6.2-45 给出了公众辐射剂量“三关键”分析结果。

### 6.2.9 辐射影响评价

太平岭核电厂二期工程各类放射性流出物的年排放量均能满足国家标准 GB6249-2011 相应的控制要求。核电厂实际运行过程中，除氚和  $^{14}\text{C}$  外其它液态放射性核素的排放浓度可以实现 GB6249-2011 规定的 1000Bq/L 的浓度控制要求。

#### (1) 公众辐射影响评价

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）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。太平岭核电厂址规划建设六台百万千瓦级核电机组，针对太平岭核电厂二期工程进行评价，确定向环境释放的放射性流出物对公众所造成剂量不超过剂量管理目标值 0.08mSv/a。

太平岭核电厂二期工程运行状态下，厂址四台机组放射性流出物排放造成的最大有

效剂量为  $1.09 \times 10^{-6} \text{Sv/a}$ ，占 GB6249-2011 中年剂量约束值（ $0.25 \text{mSv/a}$ ）的 0.4%，二期工程 2 台机组放射性流出物排放造成的最大有效剂量为  $5.55 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ ，占太平岭核电厂二期工程剂量管理目标值（ $0.08 \text{mSv/a}$ ）的 0.7%。

通过公众辐射剂量“三关键”分析，太平岭核电厂二期工程运行状态下，在制定环境辐射监测方案时，需要关注的关键居民组为位于厂址 W 方位 2.5km 的渡头村渔民，需要关注的照射途径包括：食入陆生食品内照射途径、食入海产品内照射途径和吸入内照射途径，需要关注的放射性核素包括： $^{14}\text{C}$ 、 $^3\text{H}$ 。

## （2）非人类物种辐射影响评价

太平岭核电厂二期工程运行状态下，液态放射性流出物排放对排放口附近海域海洋生物造成的辐射剂量率最大为  $3.14 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ，低于 ERICA 程序推荐的  $10 \mu\text{Gy/h}$  剂量率筛选值，因此，可以认为太平岭核电厂二期工程运行状态下，液态放射性流出物排放不会对排放口附近海域的海洋生物在种群上造成明显的损伤。

太平岭核电厂二期工程运行后，厂址四台机组气态流出物对厂址周围陆生生物造成的剂量率最大为  $1.90 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ，远低于 ERICA 程序推荐的  $10 \mu\text{Gy/h}$  剂量率筛选值。因此，可以预计，太平岭核电厂二期工程运行后，对核电厂周围陆域中的生物辐射影响很小。

太平岭核电厂二期工程运行状态下，就放射性流出物的排放控制和公众所受剂量而言，三废处理系统的预期处理效果可以满足国家标准的相应要求。而就放射性流出物排放造成的环境辐射影响而言，对海洋生物的辐射影响有限，是可以接受的。

### 6.2.10 参考资料

- [1] IAEA Safety Reports Series No.19, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, 2001;
- [2] 中华人民共和国国家标准—电离辐射防护与辐射源安全基本标准, 2003年4月1日实施;
- [3] 广东核电厂放射性释放环境影响计算机程序系统——CEIRA, 苏州热工研究院有限公司, 1992年;
- [4] 中广核广东太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟计算报告, 南京水利科学研究院, 2021年10月;

- [5] 放射生态学转移参数手册，原子能出版社，李建国、商照荣等；
- [6] UNSCEAR. 1996. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1996 Report to the General Assembly, Fifty-first Session, Supplement No. 46 (A/51/46), Annex: “Effects of Radiation on the Environment”, United Nations Sales No. E96.IX.3 (1996);

表 6.2-1（1/2） 一期工程单台机组放射性流出物年排放量（液态）

单位：GBq/a

核素	排放源项预期值	排放源项设计值
Sr-89	7.83E-04	3.19E-03
Sr-90	1.52E-05	6.40E-05
Sr-91	3.86E-05	4.07E-04
Sr-92	6.51E-05	4.34E-04
Y-90	1.49E-05	5.03E-06
Y-91	7.28E-05	1.15E-04
Zr-95	1.30E-04	1.54E-04
Nb-95	5.99E-05	1.41E-04
Mo-99	2.25E-03	6.19E-03
Tc-99m	2.13E-03	5.32E-03
Ru-103	2.07E-04	1.64E-04
Rh-106	1.24E-09	8.87E-09
Ru-106	2.84E-05	4.56E-05
Te-131m	2.80E-06	1.25E-04
Te-131	3.84E-05	2.37E-04
Te-132	1.77E-04	2.33E-03
Te-134	8.03E-05	5.00E-04
I-131	2.08E-01	2.27E+00
I-132	3.41E-03	2.02E-01
I-133	7.58E-03	9.72E-01
I-134	1.58E-03	1.83E-02
I-135	4.09E-03	2.36E-01
Cs-134	7.18E-02	4.98E-01
Cs-136	2.35E-02	2.28E-01
Cs-137	1.05E-01	7.29E-01
Cs-138	7.28E-04	5.32E-02
Ba-140	1.83E-03	5.76E-03
La-140	2.09E-03	4.95E-03
Ce-141	2.05E-04	1.67E-04
Ce-143	1.60E-05	2.22E-04
Ce-144	4.51E-05	9.67E-05
Pr-143	2.95E-04	1.78E-04
Pr-144	4.50E-05	9.34E-05
Cr-51	2.67E-01	1.39E-01
Mn-54	3.51E-02	1.16E-02
Fe-59	3.06E-02	2.27E-02
Co-58	8.40E-02	5.21E-02
Co-60	8.84E-02	5.01E-02
Sb-122	7.78E-04	1.52E-03
Sb-124	1.08E-02	3.52E-03
Ag-110m	2.36E-02	8.20E-03
总计	9.77E-01	5.53E+00
H-3	3.49E+04	4.48E+04
C-14	1.34E+01	1.85E+01

表 6.2-1 (2/2) 一期工程单台机组放射性流出物年排放量（气态）

单位：GBq/a

核素	排放源项预期值	排放源项设计值
Kr-85m	3.60E+01	2.04E+03
Kr-85	3.37E+02	1.89E+04
Kr-87	4.04E+01	2.11E+03
Kr-88	7.64E+01	4.31E+03
Xe-133m	1.80E+01	1.06E+03
Xe-133	5.81E+02	3.40E+04
Xe-135	2.91E+02	1.67E+04
Xe-138	6.09E+01	2.35E+03
惰性气体总量	1.44E+03	8.14E+04
I-131	1.29E-03	8.75E-02
I-132	1.13E-03	4.08E-02
I-133	1.94E-03	1.10E-01
I-134	8.53E-04	5.97E-03
I-135	1.09E-03	3.83E-02
卤素总量	6.31E-03	2.82E-01
气溶胶总量	2.17E-03	3.14E-02
H-3	3.88E+03	4.98E+03
C-14	3.21E+02	4.44E+02

表 6.2-2 放射性流出物排放源项与 GB6249-2011 控制值比较

单位：Bq/a

本工程 单台机 组	气载 放射性 流出物	气载流出物	GB6249-2011 单堆控制值	单堆排放量 设计值	占控制值的 百分比
		<sup>3</sup> H	$1.5 \times 10^{13}$	$4.98 \times 10^{12}$	33.2%
		<sup>14</sup> C	$7.0 \times 10^{11}$	$4.44 \times 10^{11}$	63.4%
		惰性气体	$6.0 \times 10^{14}$	$8.43 \times 10^{13}$	14.1%
		碘	$2.0 \times 10^{10}$	$2.00 \times 10^8$	1.0%
		粒子 ( $T_{1/2} \geq 8d$ )	$5.0 \times 10^{10}$	$1.32 \times 10^8$	0.26%
	液态 放射性 流出物	液态流出物	GB6249-2011 单堆控制值	单堆排放量 设计值	占控制值的 百分比
		<sup>3</sup> H	$7.5 \times 10^{13}$	$4.48 \times 10^{13}$	60.0%
		<sup>14</sup> C	$1.5 \times 10^{11}$	$1.85 \times 10^{10}$	12.3%
		其余核素	$5.0 \times 10^{10}$	$1.33 \times 10^{10}$	26.6%

注：单堆机组排放量控制值等效到 3150MW。

单位：Bq/a

全厂 六台机 组	气载 放射性 流出物	气载流出物	GB6249-2011 厂址控制值	全厂排放源项 设计值	占控制值的 百分比
		<sup>3</sup> H	$6.0 \times 10^{13}$	$1.99 \times 10^{13}$	33.2%
		<sup>14</sup> C	$2.8 \times 10^{12}$	$1.78 \times 10^{12}$	63.6%
		惰性气体	$2.4 \times 10^{15}$	$3.31 \times 10^{14}$	13.8%
		碘	$8.0 \times 10^{10}$	$9.64 \times 10^8$	1.2%
		粒子 ( $T_{1/2} \geq 8d$ )	$2.0 \times 10^{11}$	$3.29 \times 10^8$	0.2%
	液态 放射性 流出物	液态流出物	GB6249-2011 厂址控制值	全厂排放源项 设计值	占控制值的 百分比
		<sup>3</sup> H	$3.0 \times 10^{14}$	$1.79 \times 10^{14}$	59.7%
		<sup>14</sup> C	$6.0 \times 10^{11}$	$7.4 \times 10^{10}$	12.3%
		其余核素	$2.0 \times 10^{11}$	$3.77 \times 10^{10}$	18.9%

表 6.2-3 长期大气弥散计算部分参数

机组	物理意义	单位	数值
太平岭核电厂 二期工程	烟囱高度	m	70
	烟囱内径	m	3
	烟流出口速度	m/s	8.7
	邻近建筑物高度	m	63.4
干沉积速度		m/s	$3.20 \times 10^{-2}$ (碘)
			$2.00 \times 10^{-3}$ (气溶胶)
冲洗比例常数		h/ (mm·s)	$1.10 \times 10^{-4}$ (碘)
			$1.60 \times 10^{-4}$ (气溶胶)

表 6.2-4 环境介质参数

物理意义	单位	数值
奶牛每天消费的饲料量	kg/d	50
产肉动物每天消费的饲料量	kg/d	5
作物在生长季节中的曝污时间	h	2880
叶类蔬菜在生长季节中的曝污时间	h	1080
作物从收获到被消费的时间间隔	h	1800
从挤奶到牛奶被消费的时间间隔	h	24
从产肉动物被屠宰到被消费的时间间隔	h	24
叶类蔬菜从收获到被消费的时间间隔	h	24
海产品从捕捞到被消费的时间间隔	h	24
单位体积空气中的含水率	g 水/m <sup>3</sup> 空气	15.6
作物中的平均含水率	无量纲	0.160
牛奶中的平均含水率	无量纲	0.881
肉类中的平均含水率	无量纲	0.750
叶类蔬菜中的平均含水率	无量纲	0.928
空气中碳元素的平均浓度	g/m <sup>3</sup>	0.18
植物产品和叶类蔬菜碳元素的含量	g/kg	0.18

表 6.2-5 放射性核素特征参数

元素	$f_v$	$f_l$	$f_m$ (Bq/kg 牛奶)/ (Bq/d)	$f_r$ (Bq/kg 肉)/ (Bq/d)	$B_v$ (Bq/kg 作物)/ (Bq/kg 干土)	$B_L$ (Bq/kg 蔬菜)/ (Bq/kg 干土)	$\lambda_G$ (1/h)	$\lambda_v$ (1/h)	$\lambda_L$ (1/h)
$^{27}\text{Co}$	0.2	0.2	$1.00 \times 10^{-2}$	$7.00 \times 10^{-2}$	2.00	$8.00 \times 10^{-2}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{53}\text{I}$	0.2	0.2	$1.00 \times 10^{-2}$	$5.00 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$2.00 \times 10^{-2}$	$5.83 \times 10^{-5}$	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{55}\text{Cs}$	0.2	0.5	$1.00 \times 10^{-2}$	$5.00 \times 10^{-2}$	1.00	$4.00 \times 10^{-2}$	$5.83 \times 10^{-6}$	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{24}\text{Cr}$	0.2	0.2	$2.00 \times 10^{-4}$	$9.00 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$1.00 \times 10^{-3}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{25}\text{Mn}$	0.2	0.2	$3.00 \times 10^{-4}$	$7.00 \times 10^{-4}$	1.00	$3.00 \times 10^{-1}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{26}\text{Fe}$	0.2	0.2	$3.00 \times 10^{-4}$	$5.00 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$1.00 \times 10^{-3}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{56}\text{Ba}$	0.2	0.2	$5.00 \times 10^{-3}$	$2.00 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$5.00 \times 10^{-2}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{32}\text{Ce}$	0.2	0.2	$3.00 \times 10^{-4}$	$2.00 \times 10^{-4}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$5.00 \times 10^{-2}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{38}\text{Sr}$	0.2	0.2	$3.00 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^1$	$3.00 \times 10^{-1}$	$5.83 \times 10^{-6}$	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{40}\text{Zr}$	0.2	0.2	$6.00 \times 10^{-6}$	$1.00 \times 10^{-5}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$1.00 \times 10^{-3}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{41}\text{Nb}$	0.2	0.2	$4.00 \times 10^{-6}$	$3.00 \times 10^{-6}$	$2.00 \times 10^{-1}$	$1.00 \times 10^{-2}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{44}\text{Ru}$	0.2	0.2	$3.00 \times 10^{-5}$	$5.00 \times 10^{-2}$	$2.00 \times 10^{-1}$	$5.00 \times 10^{-2}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$
$^{51}\text{Sb}$	0.2	0.2	$2.50 \times 10^{-4}$	$5.00 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-1}$	$1.00 \times 10^{-3}$	0	$2.06 \times 10^{-3}$	$2.06 \times 10^{-3}$

表 6.2-6 气态途径辐射剂量计算相关参数

物理意义	单位	数值
气载放射性流出物在地面上的积累时间	h	525600
土壤中放射性积累时间	h	525600
15cm 深度内土壤的有效面密度	kg 干土/m <sup>2</sup>	200
人的呼吸率 • 成人 • 青年 • 儿童 • 婴儿	m <sup>3</sup> 空气/h	0.96 0.96 0.61 0.22
考虑公众在室外滞留时间及建筑物屏蔽作用等因素确定的空气浸没和地面沉积外照射修正因子	无量纲	0.75
清洗因子	无量纲	0.5

表 6.2-7 液态照射途径辐射剂量计算参数

物理意义	单位	数值
悬浮物有效沉积密度	kg/m <sup>2</sup>	60
海水中悬浮物的浓度	kg/m <sup>3</sup>	0.01
岸边沉积物中放射性积累时间	h	8760

表 6.2-8 海产品可食部份生物浓集因子 B<sub>p</sub> 和悬浮物吸附分配因子 K<sub>d</sub>

元素	K <sub>d</sub> (L/kg)	海产品生物浓集因子 B <sub>p</sub> (Bq/kg 海产品) / (Bq/L 海水)			
		海鱼类	甲壳类	软体类	海藻类
<sup>24</sup> Cr	5×10 <sup>4</sup>	2×10 <sup>2</sup>	8×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>4</sup>
<sup>25</sup> Mn	2×10 <sup>5</sup>	4×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>4</sup>
<sup>26</sup> Fe	5×10 <sup>4</sup>	3×10 <sup>3</sup>	3×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>
<sup>27</sup> Co	2×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>
<sup>38</sup> Sr	1×10 <sup>3</sup>	2	2	10	10
<sup>39</sup> Y	1×10 <sup>7</sup>	20	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>
<sup>40</sup> Zr	1×10 <sup>6</sup>	20	5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>2</sup>
<sup>41</sup> Nb	5×10 <sup>5</sup>	30	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>2</sup>
<sup>42</sup> Mo	1×10 <sup>2</sup>	10	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>2</sup>
<sup>43</sup> Tc	1×10 <sup>2</sup>	30	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>4</sup>
<sup>44</sup> Ru	3×10 <sup>2</sup>	2	2×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>3</sup>
<sup>47</sup> Ag	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>3</sup>
<sup>51</sup> Sb	1×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>2</sup>	4×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>2</sup>
<sup>52</sup> Te	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>4</sup>
<sup>53</sup> I	2×10 <sup>1</sup>	10	10	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>3</sup>
<sup>55</sup> Cs	3×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>2</sup>	30	10	10
<sup>56</sup> Ba	5×10 <sup>3</sup>	10	1	1×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>2</sup>
<sup>57</sup> La	3×10 <sup>6</sup>	30*	1×10 <sup>3</sup> *	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>
<sup>58</sup> Ce	2×10 <sup>6</sup>	50	5×10 <sup>3</sup>	10	10
<sup>59</sup> Pr	5×10 <sup>6</sup>	25	1×10 <sup>3</sup>	—	—
<sup>1</sup> H	1	9×10 <sup>-1</sup>	9.3×10 <sup>-1</sup>	9.3×10 <sup>-1</sup>	9.3×10 <sup>-1</sup>
<sup>6</sup> C	2×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>

表 6.2-9（1/3）公众受照有效剂量转换因子

核素	物理半衰期	空气浸没转换因子 (Sv/h) / (Bq/m <sup>3</sup> )
<sup>41</sup> Ar	1.83 h	2.21E-10
<sup>85</sup> Kr	10.7 y	9.17E-13
<sup>85m</sup> Kr	4.48 h	2.46E-11
<sup>87</sup> Kr	1.27 h	1.42E-10
<sup>88</sup> Kr	2.84 h	3.50E-10
<sup>133</sup> Xe	6.24 d	5.00E-12
<sup>133m</sup> Xe	2.19 d	4.58E-12
<sup>135</sup> Xe	9.10 h	4.00E-11
<sup>138</sup> Xe	14.2 min	1.96E-10

表 6.2-9（2/3）公众受照有效剂量转换因子

核素	物理半衰期	空气浸没 (Sv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )	空气吸入 (Sv/Bq)			
			婴儿	儿童	青少年	成人
<sup>57</sup> Co	271d	2.02E-11	2.80E-09	1.30E-09	8.50E-10	5.50E-10
<sup>58</sup> Co	70.8d	1.71E-10	7.30E-09	3.50E-09	2.40E-09	1.60E-09
<sup>60</sup> Co	6.27y	4.57E-10	4.20E-08	2.10E-08	1.50E-08	1.00E-08
<sup>131</sup> I	8.04d	6.62E-11	2.20E-08	8.20E-09	4.70E-09	2.40E-09
<sup>132</sup> I	2.30h	4.11E-10	9.90E-10	3.60E-10	2.20E-10	1.10E-10
<sup>133</sup> I	20.8h	1.08E-10	6.60E-09	2.10E-09	1.20E-09	5.50E-10
<sup>134</sup> I	52.6min	4.78E-10	4.80E-10	1.70E-10	1.00E-10	5.40E-11
<sup>135</sup> I	6.61h	2.97E-10	2.20E-09	7.80E-10	4.70E-10	2.40E-10
<sup>134</sup> Cs	2.062y	2.74E-10	1.10E-08	1.60E-08	1.20E-08	9.10E-09
<sup>136</sup> Cs	13.1d	3.88E-10	7.30E-09	6.00E-09	3.70E-09	2.50E-09
<sup>137</sup> Cs	30.0y	9.93E-11	8.80E-09	1.80E-08	1.30E-08	9.70E-09
<sup>51</sup> Cr	27.7d	5.48E-12	2.60E-10	1.00E-10	6.40E-11	3.20E-11
<sup>54</sup> Mn	312d	1.48E-10	7.50E-09	3.80E-09	2.40E-09	1.50E-09
<sup>59</sup> Fe	44.5d	2.17E-10	1.80E-08	7.90E-09	5.50E-09	3.70E-09
<sup>89</sup> Sr	50.5d	1.60E-12	3.30E-08	6.50E-08	5.10E-08	3.60E-08
<sup>90</sup> Sr	29.12y	3.54E-13	1.50E-07	1.10E-09	6.90E-10	3.70E-10
<sup>95</sup> Zr	63.98d	1.26E-10	2.00E-08	9.70E-09	6.80E-09	4.80E-09
<sup>95</sup> Nb	35.15d	1.37E-10	6.80E-09	3.10E-09	2.20E-09	1.50E-09
<sup>103</sup> Ru	39.28d	8.22E-11	1.10E-08	5.00E-09	3.50E-09	2.40E-09
<sup>106</sup> Ru	368.2d	4.11E-11	1.40E-07	6.40E-08	4.10E-08	2.80E-08
<sup>125</sup> Sb	2.77y	7.42E-11	2.00E-08	1.00E-08	6.80E-09	4.80E-09
<sup>140</sup> Ba	12.74d	3.09E-11	2.70E-08	1.10E-08	7.60E-09	5.10E-09
<sup>141</sup> Ce	32.5d	1.26E-11	1.40E-08	6.30E-09	4.60E-09	3.20E-09

表 6.2-9 (3/3) 公众受照有效剂量转换因子

核素	地面沉积 外照射 (Sv/h) /(Bq/m <sup>2</sup> )	水体浸没 外照射 (Sv/h) /(Bq/m <sup>3</sup> )	食入内照射 (Sv/Bq)				核素	地面沉积 外照射 (Sv/h) /(Bq/m <sup>2</sup> )	水体浸没 外照射 (Sv/h) /(Bq/m <sup>3</sup> )	食入内照射 (Sv/Bq)			
			婴儿	儿童	青少年	成人				婴儿	儿童	青少年	成人
<sup>3</sup> H	—	—	4.80E-11	3.10E-11	2.30E-11	1.80E-11	<sup>132</sup> Te	9.02E-12	8.21E-14	3.00E-08	1.60E-08	8.30E-09	3.80E-09
<sup>14</sup> C	—	—	1.60E-09	9.90E-10	8.00E-10	5.80E-10	<sup>110m</sup> Ag	9.70E-12	3.33E-13	1.40E-08	7.80E-09	6.20E-09	2.80E-09
<sup>51</sup> Cr	1.12E-13	1.19E-14	2.30E-10	1.20E-10	7.80E-11	3.80E-11	<sup>124</sup> Sb	6.39E-12	7.13E-13	1.60E-08	8.40E-09	6.20E-09	2.50E-09
<sup>54</sup> Mn	2.97E-12	3.20E-13	3.10E-09	1.90E-09	1.30E-09	7.10E-10	<sup>131</sup> I	1.37E-12	1.43E-13	1.80E-07	1.00E-07	6.20E-08	2.20E-08
<sup>59</sup> Fe	4.11E-12	4.17E-13	1.30E-08	7.50E-09	4.70E-09	1.80E-09	<sup>132</sup> I	8.22E-12	8.75E-13	2.40E-09	1.30E-09	6.20E-10	2.90E-10
<sup>58</sup> Co	3.42E-12	3.41E-13	4.40E-09	2.60E-09	1.70E-09	7.40E-10	<sup>133</sup> I	2.28E-12	2.30E-13	4.40E-08	2.30E-08	1.00E-08	4.30E-09
<sup>60</sup> Co	8.56E-12	8.79E-13	2.70E-08	1.70E-08	1.10E-08	3.40E-09	<sup>134</sup> I	9.47E-12	1.02E-12	7.50E-10	3.90E-10	2.10E-10	1.10E-10
<sup>89</sup> Sr	2.51E-13	5.36E-16	1.80E-08	8.90E-09	5.80E-09	2.60E-09	<sup>135</sup> I	5.48E-12	6.23E-13	8.90E-09	4.70E-09	2.20E-09	9.30E-10
<sup>90</sup> Sr	4.00E-13	6.26E-17	7.30E-10	4.70E-08	6.00E-08	2.80E-08	<sup>134</sup> Cs	5.59E-12	5.90E-13	1.60E-08	1.30E-08	1.90E-08	1.90E-08
<sup>91</sup> Sr*	2.08E-12	2.69E-13	4.00E-09	2.11E-09	1.2E-09	6.50E-10	<sup>136</sup> Cs	7.65E-12	8.32E-13	9.50E-09	6.10E-09	4.40E-09	3.00E-09
<sup>90</sup> Y	4.00E-13	1.31E-15	2.00E-08	1.00E-08	5.90E-09	2.70E-09	<sup>137</sup> Cs	2.05E-12	2.14E-13	1.20E-08	9.60E-09	1.30E-08	1.30E-08
<sup>91</sup> Y	2.74E-13	1.96E-15	1.80E-08	8.80E-09	6.20E-09	2.40E-09	<sup>140</sup> Ba	6.25E-13	6.73E-14	1.80E-08	9.20E-09	5.80E-09	2.60E-09
<sup>95</sup> Zr	5.37E-12	2.82E-13	5.60E-09	3.00E-09	1.90E-09	9.50E-10	<sup>140</sup> La	6.67E-12	9.14E-13	1.30E-08	6.80E-09	4.20E-09	2.00E-09
<sup>95</sup> Nb	2.74E-12	2.92E-13	3.20E-09	1.80E-09	1.10E-09	5.80E-10	<sup>141</sup> Ce	2.74E-13	2.74E-14	5.10E-09	2.60E-09	1.50E-09	7.10E-10
<sup>99</sup> Mo	1.05E-12	5.69E-14	3.50E-09	1.80E-09	1.10E-09	6.00E-10	<sup>143</sup> Ce	1.00E-12	1.02E-13	8.00E-09	4.10E-09	2.40E-09	1.10E-09
<sup>99m</sup> Tc	4.45E-13	4.72E-14	1.30E-10	7.20E-11	4.30E-11	2.20E-11	<sup>144</sup> Ce	6.51E-13	6.88E-15	3.90E-08	1.90E-08	1.10E-08	6.20E-09
<sup>103</sup> Ru	1.71E-12	1.76E-13	4.60E-09	2.40E-09	1.50E-09	7.30E-10	<sup>143</sup> Pr	2.79E-20	1.45E-16	8.70E-09	4.30E-09	2.60E-09	1.20E-09
<sup>106</sup> Ru	1.26E-12	1.40E-13	4.90E-08	2.50E-08	1.50E-08	7.00E-09	<sup>144</sup> Pr	9.17E-14	1.49E-14	3.50E-10	1.70E-10	9.50E-11	5.00E-11
<sup>131m</sup> Te	5.59E-12	5.47E-13	1.40E-08	7.80E-09	4.30E-09	1.90E-09							

表 6.2-10 (1/2) 母体吸入和摄入放射性核素对婴儿食入母乳后造成的内照射  
相应核素份额和有效剂量转换因子

母体吸入或摄入核素	进入婴儿体内核素	吸入进入婴儿体内核素相应份额	摄入进入婴儿体内核素相应份额	吸入对婴儿剂量转换因子 (Sv/Bq)	摄入对婴儿剂量转换因子 (Sv/Bq)
H-3	H-3	3.14E-01	3.14E-01	2.00E-11	2.00E-11
C-14	C-14	1.65E-02	1.85E-01	2.30E-11	2.60E-10
Na-24	Na-24	9.66E-04	1.71E-03	3.40E-12	6.00E-12
Fe-55	Fe-55	1.49E-03	2.17E-03	6.20E-12	7.60E-12
Fe-59	Fe-59	1.17E-03	1.74E-03	4.60E-11	6.80E-11
Co-57	Co-57	3.05E-02	3.64E-02	7.60E-11	9.10E-11
Co-58	Co-58	2.81E-02	3.44E-02	2.10E-10	2.50E-10
Co-60	Co-60	2.87E-02	3.64E-02	9.50E-10	1.20E-09
Ni-63	Ni-63	4.84E-03	3.78E-03	4.80E-12	3.80E-12
Zn-65	Zn-65	3.54E-03	2.26E-02	1.10E-10	7.00E-10
Sr-89	Sr-89	1.61E-02	5.61E-02	5.80E-10	2.00E-09
Sr-90	Sr-90	1.80E-02	6.12E-02	3.00E-09	1.00E-08
	Y-90	9.48E-03	2.96E-02		
Zr-95	Zr-95	1.58E-03	4.12E-04	1.40E-11	4.20E-12
	Nb-95m	8.51E-06	1.78E-06		
	Nb-95	5.85E-05	1.56E-04		
Nb-95	Nb-95	5.01E-04	1.20E-04	2.30E-12	5.50E-13
Mo-99	Mo-99	1.38E-04	1.72E-03	7.80E-13	9.80E-12
	Tc-99m	1.27E-04	1.58E-03		
	Tc-99	3.27E-11	3.59E-10		
Tc-99m	Tc-99m	6.00E-03	3.60E-02	1.20E-12	7.20E-12
Ru-103	Ru-103	2.10E-03	1.71E-03	1.50E-11	1.20E-11
	Rh-103m	2.09E-03	1.70E-03		
Ru-106	Ru-106	2.68E-03	2.11E-03	2.10E-10	1.70E-10
	Rh-106	2.68E-03	2.11E-03		
Ag-110m	Ag-110m	1.22E-02	9.67E-03	2.80E-10	2.20E-10
	Ag-110	1.59E-04	1.26E-04		
Sb-124	Sb-124	1.84E-03	4.33E-03	4.60E-11	1.10E-10
Sb-125	Sb-125	2.04E-03	4.68E-03	1.80E-11	4.10E-11
	Te-125m	5.11E-05	8.70E-05		

表 6.2-10 (2/2) 母体吸入和摄入放射性核素对婴儿食入母乳后造成的内照射相应核素份额和有效剂量转换因子

母体吸入或摄入核素	进入婴儿体内核素	吸入进入婴儿体内核素相应份额	摄入进入婴儿体内核素相应份额	吸入对婴儿剂量转换因子 (Sv/Bq)	摄入对婴儿剂量转换因子 (Sv/Bq)
Te-129m	Te-129m	5.88E-04	2.05E-03	2.60E-11	9.10E-11
	Te-129	3.79E-04	1.33E-03		
Te-131m	Te-131m	2.44E-04	9.00E-04	2.80E-10	2.20E-09
	Te-131	5.48E-05	2.02E-04		
	I-131	1.55E-03	1.21E-02		
Te-132	Te-132	3.62E-04	1.33E-03	9.90E-11	4.70E-10
	I-132	2.72E-02	1.34E-01		
I-131	I-131	1.71E-01	3.08E-01	3.10E-08	5.50E-08
I-132	I-132	3.33E-02	5.85E-02	1.00E-10	1.80E-10
I-133	I-133	1.25E-01	2.25E-01	6.10E-09	1.10E-08
I-134	I-134	1.10E-02	1.86E-02	1.20E-11	2.00E-11
I-135	I-135	7.57E-02	1.36E-01	7.60E-10	1.40E-09
Cs-134	Cs-134	6.66E-02	1.20E-01	1.70E-09	3.10E-09
Cs-136	Cs-136	2.44E-02	4.40E-02	3.70E-10	6.60E-10
Cs-137	Cs-137	6.89E-02	1.24E-01	1.40E-09	2.60E-09
	Ba-137m	6.51E-02	1.18E-01		
Ba-140	Ba-140	2.17E-03	6.20E-03	8.50E-11	2.00E-10
	La-140	7.76E-04	1.76E-03		
Ce-141	Ce-141	1.50E-03	2.02E-05	1.20E-11	1.60E-13
Ce-144	Ce-144	1.61E-03	2.08E-05	1.00E-10	1.30E-12
	Pr-144m	2.86E-05	3.71E-07		
	Pr-144	1.57E-03	2.08E-05		
Pu-241	Pu-241	1.89E-03	2.42E-05	1.90E-11	1.30E-12
	Am-241	5.58E-08	3.27E-10		
	Np-237	1.07E-15	4.10E-18		
Np-239	Np-239	2.08E-03	2.92E-05	1.50E-12	1.90E-14
	Pu-239	3.09E-10	3.28E-12		
	U-235	1.37E-20	7.35E-23		

注：数据源自 ICRP CD3 数据库

表 6.2-11 (1/3) 厂址长期大气弥散因子 ( $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{85}\text{Kr}$ )单位:  $\text{s}/\text{m}^3$ 

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	3.36E-07	1.43E-07	8.41E-08	4.72E-08	2.07E-08	9.07E-09	5.19E-09	3.57E-09	2.69E-09	2.15E-09	1.78E-09	1.50E-09
NNE	4.55E-07	1.92E-07	1.12E-07	6.25E-08	2.70E-08	1.18E-08	6.80E-09	4.71E-09	3.57E-09	2.87E-09	2.39E-09	2.01E-09
NE	2.38E-07	1.12E-07	6.79E-08	3.94E-08	1.82E-08	8.22E-09	4.70E-09	3.21E-09	2.41E-09	1.92E-09	1.58E-09	1.31E-09
ENE	1.24E-07	5.71E-08	3.65E-08	2.29E-08	1.16E-08	5.45E-09	3.10E-09	2.09E-09	1.55E-09	1.22E-09	9.99E-10	8.13E-10
E	6.36E-08	3.24E-08	2.37E-08	1.73E-08	9.95E-09	4.93E-09	2.78E-09	1.86E-09	1.36E-09	1.06E-09	8.57E-10	6.87E-10
ESE	3.23E-07	1.03E-07	5.73E-08	3.39E-08	1.63E-08	7.49E-09	4.26E-09	2.89E-09	2.16E-09	1.71E-09	1.40E-09	1.15E-09
SE	3.93E-07	1.50E-07	8.39E-08	4.77E-08	2.19E-08	9.80E-09	5.58E-09	3.81E-09	2.84E-09	2.26E-09	1.86E-09	1.54E-09
SSE	2.60E-07	9.90E-08	5.74E-08	3.41E-08	1.64E-08	7.50E-09	4.25E-09	2.88E-09	2.14E-09	1.69E-09	1.39E-09	1.14E-09
S	4.30E-07	1.84E-07	1.14E-07	6.92E-08	3.39E-08	1.56E-08	8.79E-09	5.91E-09	4.36E-09	3.44E-09	2.81E-09	2.29E-09
SSW	2.73E-07	1.18E-07	7.42E-08	4.52E-08	2.18E-08	1.00E-08	5.72E-09	3.89E-09	2.91E-09	2.31E-09	1.90E-09	1.57E-09
SW	4.64E-07	2.45E-07	1.48E-07	8.24E-08	3.58E-08	1.58E-08	9.17E-09	6.36E-09	4.82E-09	3.87E-09	3.21E-09	2.69E-09
WSW	6.30E-07	2.95E-07	1.72E-07	9.35E-08	3.91E-08	1.69E-08	9.90E-09	6.94E-09	5.32E-09	4.30E-09	3.59E-09	3.05E-09
W	7.26E-07	3.24E-07	1.83E-07	9.80E-08	4.07E-08	1.75E-08	1.03E-08	7.18E-09	5.49E-09	4.43E-09	3.69E-09	3.13E-09
WNW	4.30E-07	1.99E-07	1.15E-07	6.24E-08	2.55E-08	1.09E-08	6.44E-09	4.53E-09	3.47E-09	2.82E-09	2.36E-09	2.01E-09
NW	2.78E-07	1.64E-07	1.02E-07	5.66E-08	2.35E-08	1.02E-08	5.96E-09	4.17E-09	3.18E-09	2.57E-09	2.14E-09	1.82E-09
NNW	3.09E-07	1.52E-07	9.33E-08	5.30E-08	2.31E-08	1.02E-08	5.90E-09	4.09E-09	3.09E-09	2.48E-09	2.06E-09	1.73E-09

表 6.2-11 (2/3) 厂址长期大气弥散因子 ( $^{60}\text{Co}$ )单位:  $\text{s}/\text{m}^3$ 

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	3.31E-07	1.39E-07	8.11E-08	4.52E-08	1.94E-08	8.15E-09	4.47E-09	2.98E-09	2.19E-09	1.73E-09	1.42E-09	1.19E-09
NNE	4.51E-07	1.90E-07	1.10E-07	6.08E-08	2.58E-08	1.09E-08	6.08E-09	4.12E-09	3.08E-09	2.44E-09	2.02E-09	1.70E-09
NE	2.35E-07	1.09E-07	6.55E-08	3.77E-08	1.70E-08	7.37E-09	4.04E-09	2.68E-09	1.97E-09	1.54E-09	1.26E-09	1.04E-09
ENE	1.22E-07	5.59E-08	3.56E-08	2.22E-08	1.09E-08	4.89E-09	2.63E-09	1.71E-09	1.23E-09	9.50E-10	7.67E-10	6.24E-10
E	6.29E-08	3.17E-08	2.29E-08	1.64E-08	9.13E-09	4.23E-09	2.21E-09	1.40E-09	9.81E-10	7.43E-10	5.88E-10	4.67E-10
ESE	3.21E-07	1.01E-07	5.59E-08	3.26E-08	1.53E-08	6.71E-09	3.63E-09	2.39E-09	1.74E-09	1.35E-09	1.10E-09	8.94E-10
SE	3.91E-07	1.49E-07	8.28E-08	4.69E-08	2.12E-08	9.19E-09	5.04E-09	3.35E-09	2.45E-09	1.92E-09	1.57E-09	1.30E-09
SSE	2.58E-07	9.71E-08	5.57E-08	3.26E-08	1.53E-08	6.60E-09	3.52E-09	2.29E-09	1.65E-09	1.27E-09	1.03E-09	8.45E-10
S	4.26E-07	1.80E-07	1.10E-07	6.58E-08	3.14E-08	1.37E-08	7.24E-09	4.66E-09	3.33E-09	2.56E-09	2.06E-09	1.67E-09
SSW	2.70E-07	1.15E-07	7.16E-08	4.30E-08	2.01E-08	8.82E-09	4.78E-09	3.14E-09	2.29E-09	1.78E-09	1.45E-09	1.19E-09
SW	4.60E-07	2.43E-07	1.45E-07	8.02E-08	3.41E-08	1.44E-08	8.02E-09	5.40E-09	4.01E-09	3.17E-09	2.60E-09	2.18E-09
WSW	6.24E-07	2.91E-07	1.68E-07	9.08E-08	3.70E-08	1.53E-08	8.71E-09	5.97E-09	4.51E-09	3.60E-09	2.99E-09	2.53E-09
W	7.22E-07	3.21E-07	1.80E-07	9.54E-08	3.89E-08	1.62E-08	9.18E-09	6.28E-09	4.72E-09	3.77E-09	3.12E-09	2.64E-09
WNW	4.24E-07	1.96E-07	1.13E-07	6.05E-08	2.43E-08	1.01E-08	5.79E-09	3.99E-09	3.02E-09	2.42E-09	2.01E-09	1.71E-09
NW	2.75E-07	1.61E-07	1.00E-07	5.48E-08	2.23E-08	9.32E-09	5.27E-09	3.61E-09	2.71E-09	2.16E-09	1.79E-09	1.52E-09
NNW	3.06E-07	1.49E-07	9.07E-08	5.10E-08	2.18E-08	9.21E-09	5.12E-09	3.45E-09	2.56E-09	2.02E-09	1.66E-09	1.40E-09

表 6.2-11 (3/3) 厂址长期大气弥散因子 ( $^{131}\text{I}$ )单位:  $\text{s}/\text{m}^3$ 

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	3.02E-07	1.22E-07	6.86E-08	3.55E-08	1.25E-08	3.73E-09	1.67E-09	1.02E-09	7.13E-10	5.36E-10	4.23E-10	3.45E-10
NNE	4.22E-07	1.72E-07	9.62E-08	5.01E-08	1.82E-08	5.80E-09	2.65E-09	1.62E-09	1.13E-09	8.55E-10	6.79E-10	5.57E-10
NE	2.13E-07	9.73E-08	5.67E-08	3.08E-08	1.16E-08	3.58E-09	1.56E-09	9.43E-10	6.56E-10	4.93E-10	3.90E-10	3.19E-10
ENE	1.11E-07	4.97E-08	3.09E-08	1.80E-08	7.01E-09	2.00E-09	7.91E-10	4.60E-10	3.14E-10	2.34E-10	1.84E-10	1.49E-10
E	5.81E-08	2.87E-08	2.04E-08	1.35E-08	5.53E-09	1.42E-09	4.77E-10	2.60E-10	1.72E-10	1.26E-10	9.74E-11	7.85E-11
ESE	3.05E-07	9.22E-08	4.95E-08	2.73E-08	1.06E-08	3.22E-09	1.35E-09	8.06E-10	5.62E-10	4.25E-10	3.39E-10	2.80E-10
SE	3.74E-07	1.38E-07	7.45E-08	4.00E-08	1.54E-08	4.85E-09	2.14E-09	1.31E-09	9.16E-10	6.96E-10	5.56E-10	4.59E-10
SSE	2.37E-07	8.50E-08	4.71E-08	2.58E-08	9.59E-09	2.73E-09	1.15E-09	6.96E-10	4.87E-10	3.69E-10	2.93E-10	2.41E-10
S	3.83E-07	1.55E-07	9.15E-08	5.16E-08	1.98E-08	5.71E-09	2.28E-09	1.33E-09	9.06E-10	6.73E-10	5.28E-10	4.30E-10
SSW	2.38E-07	9.69E-08	5.87E-08	3.28E-08	1.23E-08	3.52E-09	1.38E-09	7.83E-10	5.21E-10	3.80E-10	2.92E-10	2.34E-10
SW	4.30E-07	2.22E-07	1.28E-07	6.61E-08	2.36E-08	7.30E-09	3.32E-09	2.03E-09	1.42E-09	1.07E-09	8.41E-10	6.86E-10
WSW	5.86E-07	2.66E-07	1.49E-07	7.49E-08	2.60E-08	8.15E-09	3.81E-09	2.36E-09	1.66E-09	1.25E-09	9.89E-10	8.08E-10
W	6.89E-07	2.98E-07	1.61E-07	8.05E-08	2.83E-08	9.11E-09	4.38E-09	2.76E-09	1.97E-09	1.50E-09	1.20E-09	9.90E-10
WNW	4.05E-07	1.82E-07	1.01E-07	5.05E-08	1.73E-08	5.47E-09	2.59E-09	1.61E-09	1.14E-09	8.62E-10	6.84E-10	5.61E-10
NW	2.55E-07	1.47E-07	8.76E-08	4.44E-08	1.51E-08	4.62E-09	2.12E-09	1.29E-09	8.96E-10	6.68E-10	5.23E-10	4.23E-10
NNW	2.77E-07	1.32E-07	7.74E-08	4.04E-08	1.42E-08	4.18E-09	1.82E-09	1.09E-09	7.45E-10	5.52E-10	4.31E-10	3.49E-10

表 6.2-12 (1/2) 厂址长期地面干沉积因子 ( $^{60}\text{Co}$ )单位:  $1/\text{m}^2$ 

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	6.63E-10	2.78E-10	1.62E-10	9.03E-11	3.88E-11	1.63E-11	8.94E-12	5.96E-12	4.39E-12	3.46E-12	2.83E-12	2.37E-12
NNE	9.02E-10	3.80E-10	2.20E-10	1.22E-10	5.16E-11	2.17E-11	1.22E-11	8.24E-12	6.15E-12	4.88E-12	4.03E-12	3.39E-12
NE	4.69E-10	2.19E-10	1.31E-10	7.54E-11	3.40E-11	1.47E-11	8.08E-12	5.36E-12	3.94E-12	3.09E-12	2.52E-12	2.08E-12
ENE	2.44E-10	1.12E-10	7.13E-11	4.44E-11	2.18E-11	9.79E-12	5.26E-12	3.42E-12	2.46E-12	1.90E-12	1.53E-12	1.25E-12
E	1.26E-10	6.33E-11	4.58E-11	3.28E-11	1.83E-11	8.46E-12	4.43E-12	2.80E-12	1.96E-12	1.49E-12	1.18E-12	9.35E-13
ESE	6.41E-10	2.02E-10	1.12E-10	6.53E-11	3.06E-11	1.34E-11	7.27E-12	4.77E-12	3.48E-12	2.70E-12	2.19E-12	1.79E-12
SE	7.82E-10	2.98E-10	1.66E-10	9.38E-11	4.25E-11	1.84E-11	1.01E-11	6.69E-12	4.90E-12	3.83E-12	3.14E-12	2.59E-12
SSE	5.16E-10	1.94E-10	1.11E-10	6.52E-11	3.05E-11	1.32E-11	7.04E-12	4.57E-12	3.29E-12	2.55E-12	2.06E-12	1.69E-12
S	8.52E-10	3.59E-10	2.19E-10	1.32E-10	6.27E-11	2.73E-11	1.45E-11	9.32E-12	6.67E-12	5.12E-12	4.11E-12	3.34E-12
SSW	5.39E-10	2.30E-10	1.43E-10	8.60E-11	4.03E-11	1.76E-11	9.56E-12	6.29E-12	4.59E-12	3.57E-12	2.90E-12	2.38E-12
SW	9.21E-10	4.85E-10	2.90E-10	1.60E-10	6.82E-11	2.88E-11	1.60E-11	1.08E-11	8.03E-12	6.34E-12	5.21E-12	4.36E-12
WSW	1.25E-09	5.82E-10	3.37E-10	1.82E-10	7.41E-11	3.07E-11	1.74E-11	1.19E-11	9.01E-12	7.20E-12	5.97E-12	5.06E-12
W	1.44E-09	6.41E-10	3.59E-10	1.91E-10	7.77E-11	3.24E-11	1.84E-11	1.26E-11	9.45E-12	7.54E-12	6.24E-12	5.28E-12
WNW	8.49E-10	3.91E-10	2.26E-10	1.21E-10	4.87E-11	2.02E-11	1.16E-11	7.98E-12	6.04E-12	4.84E-12	4.03E-12	3.42E-12
NW	5.49E-10	3.23E-10	2.00E-10	1.10E-10	4.47E-11	1.86E-11	1.05E-11	7.21E-12	5.42E-12	4.32E-12	3.59E-12	3.04E-12
NNW	6.11E-10	2.98E-10	1.81E-10	1.02E-10	4.36E-11	1.84E-11	1.02E-11	6.89E-12	5.12E-12	4.05E-12	3.33E-12	2.79E-12

表 6.2-12 (2/2) 厂址长期地面干沉积因子 ( $^{131}\text{I}$ )单位:  $1/\text{m}^2$ 

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	9.66E-09	3.90E-09	2.19E-09	1.14E-09	4.00E-10	1.19E-10	5.35E-11	3.27E-11	2.28E-11	1.72E-11	1.35E-11	1.10E-11
NNE	1.35E-08	5.49E-09	3.08E-09	1.60E-09	5.83E-10	1.86E-10	8.47E-11	5.18E-11	3.62E-11	2.74E-11	2.17E-11	1.78E-11
NE	6.82E-09	3.11E-09	1.81E-09	9.85E-10	3.71E-10	1.14E-10	5.00E-11	3.02E-11	2.10E-11	1.58E-11	1.25E-11	1.02E-11
ENE	3.57E-09	1.59E-09	9.89E-10	5.76E-10	2.24E-10	6.42E-11	2.53E-11	1.47E-11	1.01E-11	7.49E-12	5.87E-12	4.77E-12
E	1.86E-09	9.19E-10	6.52E-10	4.31E-10	1.77E-10	4.53E-11	1.53E-11	8.32E-12	5.50E-12	4.02E-12	3.12E-12	2.51E-12
ESE	9.77E-09	2.95E-09	1.58E-09	8.73E-10	3.39E-10	1.03E-10	4.31E-11	2.58E-11	1.80E-11	1.36E-11	1.09E-11	8.95E-12
SE	1.20E-08	4.42E-09	2.38E-09	1.28E-09	4.91E-10	1.55E-10	6.85E-11	4.18E-11	2.93E-11	2.23E-11	1.78E-11	1.47E-11
SSE	7.59E-09	2.72E-09	1.51E-09	8.25E-10	3.07E-10	8.73E-11	3.67E-11	2.23E-11	1.56E-11	1.18E-11	9.37E-12	7.70E-12
S	1.23E-08	4.95E-09	2.93E-09	1.65E-09	6.34E-10	1.83E-10	7.30E-11	4.25E-11	2.90E-11	2.15E-11	1.69E-11	1.38E-11
SSW	7.63E-09	3.10E-09	1.88E-09	1.05E-09	3.94E-10	1.13E-10	4.42E-11	2.50E-11	1.67E-11	1.21E-11	9.36E-12	7.48E-12
SW	1.38E-08	7.10E-09	4.09E-09	2.12E-09	7.55E-10	2.34E-10	1.06E-10	6.51E-11	4.54E-11	3.41E-11	2.69E-11	2.19E-11
WSW	1.88E-08	8.52E-09	4.76E-09	2.40E-09	8.33E-10	2.61E-10	1.22E-10	7.55E-11	5.30E-11	4.00E-11	3.16E-11	2.59E-11
W	2.21E-08	9.54E-09	5.16E-09	2.58E-09	9.06E-10	2.92E-10	1.40E-10	8.84E-11	6.29E-11	4.81E-11	3.84E-11	3.17E-11
WNW	1.30E-08	5.82E-09	3.23E-09	1.62E-09	5.55E-10	1.75E-10	8.28E-11	5.16E-11	3.64E-11	2.76E-11	2.19E-11	1.80E-11
NW	8.15E-09	4.72E-09	2.80E-09	1.42E-09	4.83E-10	1.48E-10	6.78E-11	4.14E-11	2.87E-11	2.14E-11	1.67E-11	1.35E-11
NNW	8.87E-09	4.22E-09	2.48E-09	1.29E-09	4.53E-10	1.34E-10	5.81E-11	3.47E-11	2.38E-11	1.77E-11	1.38E-11	1.12E-11

表 6.2-13 (1/2) 厂址长期地面湿沉积因子 ( $^{60}\text{Co}$ )单位:  $1/\text{m}^2$ 

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	3.08E-09	1.22E-09	7.30E-10	4.56E-10	2.43E-10	1.22E-10	7.30E-11	5.21E-11	4.06E-11	3.32E-11	2.81E-11	2.43E-11
NNE	1.66E-09	6.55E-10	3.93E-10	2.46E-10	1.31E-10	6.55E-11	3.93E-11	2.81E-11	2.18E-11	1.79E-11	1.51E-11	1.31E-11
NE	2.36E-09	9.31E-10	5.59E-10	3.49E-10	1.86E-10	9.31E-11	5.59E-11	3.99E-11	3.10E-11	2.54E-11	2.15E-11	1.86E-11
ENE	1.15E-09	4.52E-10	2.71E-10	1.69E-10	9.04E-11	4.52E-11	2.71E-11	1.94E-11	1.51E-11	1.23E-11	1.04E-11	9.04E-12
E	6.90E-10	2.72E-10	1.63E-10	1.02E-10	5.44E-11	2.72E-11	1.63E-11	1.17E-11	9.07E-12	7.42E-12	6.28E-12	5.44E-12
ESE	7.93E-10	3.13E-10	1.88E-10	1.17E-10	6.26E-11	3.13E-11	1.88E-11	1.34E-11	1.04E-11	8.53E-12	7.22E-12	6.26E-12
SE	9.90E-10	3.90E-10	2.34E-10	1.46E-10	7.81E-11	3.90E-11	2.34E-11	1.67E-11	1.30E-11	1.06E-11	9.01E-12	7.81E-12
SSE	1.76E-09	6.96E-10	4.17E-10	2.61E-10	1.39E-10	6.96E-11	4.17E-11	2.98E-11	2.32E-11	1.90E-11	1.61E-11	1.39E-11
S	2.73E-09	1.08E-09	6.45E-10	4.03E-10	2.15E-10	1.08E-10	6.45E-11	4.61E-11	3.58E-11	2.93E-11	2.48E-11	2.15E-11
SSW	2.04E-09	8.04E-10	4.83E-10	3.02E-10	1.61E-10	8.04E-11	4.83E-11	3.45E-11	2.68E-11	2.19E-11	1.86E-11	1.61E-11
SW	1.55E-09	6.13E-10	3.68E-10	2.30E-10	1.23E-10	6.13E-11	3.68E-11	2.63E-11	2.04E-11	1.67E-11	1.41E-11	1.23E-11
WSW	2.26E-09	8.90E-10	5.34E-10	3.34E-10	1.78E-10	8.90E-11	5.34E-11	3.82E-11	2.97E-11	2.43E-11	2.05E-11	1.78E-11
W	4.40E-09	1.73E-09	1.04E-09	6.50E-10	3.47E-10	1.73E-10	1.04E-10	7.43E-11	5.78E-11	4.73E-11	4.00E-11	3.47E-11
WNW	2.45E-09	9.65E-10	5.79E-10	3.62E-10	1.93E-10	9.65E-11	5.79E-11	4.14E-11	3.22E-11	2.63E-11	2.23E-11	1.93E-11
NW	1.70E-09	6.70E-10	4.02E-10	2.51E-10	1.34E-10	6.70E-11	4.02E-11	2.87E-11	2.23E-11	1.83E-11	1.55E-11	1.34E-11
NNW	1.48E-09	5.83E-10	3.50E-10	2.19E-10	1.17E-10	5.83E-11	3.50E-11	2.50E-11	1.94E-11	1.59E-11	1.35E-11	1.17E-11

表 6.2-13 (2/2) 厂址长期地面湿沉积因子 ( $^{131}\text{I}$ )单位:  $1/\text{m}^2$ 

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	2.12E-09	8.37E-10	5.02E-10	3.14E-10	1.67E-10	8.37E-11	5.02E-11	3.59E-11	2.79E-11	2.28E-11	1.93E-11	1.67E-11
NNE	1.14E-09	4.50E-10	2.70E-10	1.69E-10	9.00E-11	4.50E-11	2.70E-11	1.93E-11	1.50E-11	1.23E-11	1.04E-11	9.00E-12
NE	1.62E-09	6.40E-10	3.84E-10	2.40E-10	1.28E-10	6.40E-11	3.84E-11	2.74E-11	2.13E-11	1.75E-11	1.48E-11	1.28E-11
ENE	7.88E-10	3.11E-10	1.86E-10	1.17E-10	6.21E-11	3.11E-11	1.86E-11	1.33E-11	1.04E-11	8.47E-12	7.17E-12	6.21E-12
E	4.74E-10	1.87E-10	1.12E-10	7.02E-11	3.74E-11	1.87E-11	1.12E-11	8.02E-12	6.24E-12	5.10E-12	4.32E-12	3.74E-12
ESE	5.45E-10	2.15E-10	1.29E-10	8.07E-11	4.30E-11	2.15E-11	1.29E-11	9.22E-12	7.17E-12	5.87E-12	4.96E-12	4.30E-12
SE	6.81E-10	2.68E-10	1.61E-10	1.01E-10	5.37E-11	2.68E-11	1.61E-11	1.15E-11	8.95E-12	7.32E-12	6.19E-12	5.37E-12
SSE	1.21E-09	4.78E-10	2.87E-10	1.79E-10	9.57E-11	4.78E-11	2.87E-11	2.05E-11	1.59E-11	1.30E-11	1.10E-11	9.57E-12
S	1.87E-09	7.39E-10	4.44E-10	2.77E-10	1.48E-10	7.39E-11	4.44E-11	3.17E-11	2.46E-11	2.02E-11	1.71E-11	1.48E-11
SSW	1.40E-09	5.53E-10	3.32E-10	2.07E-10	1.11E-10	5.53E-11	3.32E-11	2.37E-11	1.84E-11	1.51E-11	1.28E-11	1.11E-11
SW	1.07E-09	4.21E-10	2.53E-10	1.58E-10	8.42E-11	4.21E-11	2.53E-11	1.81E-11	1.40E-11	1.15E-11	9.72E-12	8.42E-12
WSW	1.55E-09	6.12E-10	3.67E-10	2.30E-10	1.22E-10	6.12E-11	3.67E-11	2.62E-11	2.04E-11	1.67E-11	1.41E-11	1.22E-11
W	3.02E-09	1.19E-09	7.15E-10	4.47E-10	2.38E-10	1.19E-10	7.15E-11	5.11E-11	3.97E-11	3.25E-11	2.75E-11	2.38E-11
WNW	1.68E-09	6.63E-10	3.98E-10	2.49E-10	1.33E-10	6.63E-11	3.98E-11	2.84E-11	2.21E-11	1.81E-11	1.53E-11	1.33E-11
NW	1.17E-09	4.61E-10	2.77E-10	1.73E-10	9.22E-11	4.61E-11	2.77E-11	1.98E-11	1.54E-11	1.26E-11	1.06E-11	9.22E-12
NNW	1.02E-09	4.01E-10	2.41E-10	1.50E-10	8.02E-11	4.01E-11	2.41E-11	1.72E-11	1.34E-11	1.09E-11	9.25E-12	8.02E-12

表 6.2-14 受纳水体各海域放射性相对浓度

半衰期 海域	8 d	70 d	250 d	5 a
排水口 ≤1km 海域	1.39E-01	1.49E-01	1.50E-01	1.50E-01
排水口 1~2km 海域	6.70E-02	7.67E-02	7.79E-02	7.83E-02
排水口 2~3km 海域	3.13E-02	3.88E-02	3.98E-02	4.01E-02
排水口 3~5km 海域	1.34E-02	1.98E-02	2.08E-02	2.11E-02
排水口 5~10km 海 域	8.30E-03	1.66E-02	1.82E-02	1.87E-02
排水口 10~20km 海 域	2.10E-03	6.05E-03	6.85E-03	7.20E-03

表 6.2-15 (1/5) 全厂址气载放射性排放造成环境空气核素浓度 ( $^{85}\text{Kr}$ )单位:  $\text{Bq}/\text{m}^3$ 

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	7.43E-01	3.48E-01	1.98E-01	1.11E-01	4.85E-02	2.12E-02	1.21E-02	8.34E-03	6.26E-03	5.01E-03	4.14E-03	3.45E-03
NNE	7.29E-01	3.96E-01	2.36E-01	1.36E-01	6.11E-02	2.72E-02	1.57E-02	1.09E-02	8.27E-03	6.64E-03	5.54E-03	4.60E-03
NE	5.02E-01	2.56E-01	1.50E-01	8.81E-02	4.17E-02	1.90E-02	1.09E-02	7.46E-03	5.59E-03	4.46E-03	3.66E-03	2.98E-03
ENE	2.49E-01	1.27E-01	8.00E-02	5.09E-02	2.64E-02	1.26E-02	7.18E-03	4.85E-03	3.59E-03	2.83E-03	2.32E-03	1.86E-03
E	2.44E-01	9.19E-02	5.77E-02	4.01E-02	2.30E-02	1.14E-02	6.46E-03	4.32E-03	3.15E-03	2.47E-03	1.99E-03	1.57E-03
ESE	4.85E-01	2.12E-01	1.23E-01	7.46E-02	3.71E-02	1.73E-02	9.86E-03	6.70E-03	5.01E-03	3.97E-03	3.26E-03	2.64E-03
SE	6.36E-01	2.98E-01	1.77E-01	1.05E-01	4.97E-02	2.26E-02	1.29E-02	8.81E-03	6.59E-03	5.23E-03	4.32E-03	3.56E-03
SSE	7.20E-01	2.83E-01	1.52E-01	8.57E-02	3.97E-02	1.78E-02	1.00E-02	6.77E-03	5.01E-03	3.96E-03	3.25E-03	2.67E-03
S	7.76E-01	3.70E-01	2.41E-01	1.52E-01	7.66E-02	3.58E-02	2.03E-02	1.37E-02	1.01E-02	7.97E-03	6.51E-03	5.31E-03
SSW	7.23E-01	3.67E-01	2.02E-01	1.15E-01	5.32E-02	2.39E-02	1.35E-02	9.16E-03	6.83E-03	5.41E-03	4.45E-03	3.65E-03
SW	8.92E-01	5.76E-01	3.52E-01	1.94E-01	8.43E-02	3.70E-02	2.14E-02	1.48E-02	1.12E-02	9.02E-03	7.48E-03	6.24E-03
WSW	1.30E+00	7.93E-01	4.38E-01	2.27E-01	9.36E-02	3.98E-02	2.32E-02	1.62E-02	1.24E-02	1.00E-02	8.38E-03	7.09E-03
W	1.24E+00	7.59E-01	4.36E-01	2.30E-01	9.55E-02	4.10E-02	2.40E-02	1.67E-02	1.28E-02	1.03E-02	8.60E-03	7.25E-03
WNW	9.18E-01	4.70E-01	2.79E-01	1.49E-01	6.05E-02	2.57E-02	1.51E-02	1.06E-02	8.11E-03	6.57E-03	5.50E-03	4.67E-03
NW	7.64E-01	3.80E-01	2.37E-01	1.32E-01	5.52E-02	2.39E-02	1.39E-02	9.70E-03	7.41E-03	5.98E-03	4.99E-03	4.24E-03
NNW	7.31E-01	3.43E-01	2.11E-01	1.21E-01	5.34E-02	2.36E-02	1.37E-02	9.49E-03	7.19E-03	5.77E-03	4.79E-03	4.02E-03

表 6.2-15 (2/5) 全厂址气载放射性排放造成环境空气核素浓度 ( $^{60}\text{Co}$ )单位:  $\text{Bq}/\text{m}^3$ 

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	1.11E-08	5.02E-09	2.88E-09	1.58E-09	6.73E-10	2.81E-10	1.53E-10	1.02E-10	7.49E-11	5.90E-11	4.83E-11	4.04E-11
NNE	1.35E-08	6.55E-09	3.78E-09	2.07E-09	8.85E-10	3.73E-10	2.08E-10	1.41E-10	1.05E-10	8.32E-11	6.87E-11	5.74E-11
NE	9.15E-09	4.23E-09	2.40E-09	1.33E-09	5.93E-10	2.55E-10	1.39E-10	9.20E-11	6.74E-11	5.27E-11	4.30E-11	3.53E-11
ENE	4.26E-09	2.01E-09	1.25E-09	7.67E-10	3.76E-10	1.68E-10	9.03E-11	5.85E-11	4.19E-11	3.24E-11	2.61E-11	2.11E-11
E	4.64E-09	1.53E-09	8.89E-10	5.90E-10	3.19E-10	1.46E-10	7.61E-11	4.79E-11	3.35E-11	2.53E-11	2.00E-11	1.58E-11
ESE	1.07E-08	3.86E-09	2.03E-09	1.15E-09	5.31E-10	2.31E-10	1.25E-10	8.18E-11	5.94E-11	4.60E-11	3.73E-11	3.04E-11
SE	1.14E-08	4.76E-09	2.73E-09	1.57E-09	7.20E-10	3.13E-10	1.72E-10	1.14E-10	8.34E-11	6.53E-11	5.34E-11	4.40E-11
SSE	1.05E-08	3.84E-09	2.10E-09	1.19E-09	5.43E-10	2.30E-10	1.22E-10	7.86E-11	5.64E-11	4.36E-11	3.51E-11	2.88E-11
S	1.20E-08	5.62E-09	3.54E-09	2.16E-09	1.05E-09	4.62E-10	2.46E-10	1.59E-10	1.13E-10	8.69E-11	6.98E-11	5.66E-11
SSW	9.86E-09	4.34E-09	2.55E-09	1.50E-09	6.95E-10	3.03E-10	1.64E-10	1.08E-10	7.83E-11	6.08E-11	4.91E-11	4.02E-11
SW	1.42E-08	8.00E-09	4.79E-09	2.67E-09	1.16E-09	4.92E-10	2.74E-10	1.84E-10	1.37E-10	1.08E-10	8.87E-11	7.33E-11
WSW	1.92E-08	9.84E-09	5.61E-09	3.04E-09	1.26E-09	5.24E-10	2.97E-10	2.04E-10	1.53E-10	1.23E-10	1.02E-10	8.52E-11
W	2.11E-08	1.05E-08	5.93E-09	3.18E-09	1.32E-09	5.53E-10	3.13E-10	2.14E-10	1.61E-10	1.28E-10	1.06E-10	8.91E-11
WNW	1.56E-08	6.92E-09	3.91E-09	2.08E-09	8.39E-10	3.48E-10	1.98E-10	1.37E-10	1.03E-10	8.26E-11	6.86E-11	5.80E-11
NW	1.12E-08	5.60E-09	3.41E-09	1.87E-09	7.66E-10	3.19E-10	1.80E-10	1.23E-10	9.23E-11	7.37E-11	6.10E-11	5.16E-11
NNW	1.05E-08	5.16E-09	3.13E-09	1.75E-09	7.47E-10	3.15E-10	1.75E-10	1.18E-10	8.72E-11	6.89E-11	5.65E-11	4.74E-11

表 6.2-15 (3/5) 全厂址气载放射性排放造成环境空气核素浓度 ( $^{131}\text{I}$ )单位:  $\text{Bq}/\text{m}^3$ 

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	2.90E-06	1.30E-06	6.98E-07	3.59E-07	1.27E-07	3.78E-08	1.69E-08	1.03E-08	7.18E-09	5.39E-09	4.25E-09	3.44E-09
NNE	2.80E-06	1.49E-06	8.59E-07	4.63E-07	1.76E-07	5.73E-08	2.63E-08	1.61E-08	1.13E-08	8.53E-09	6.77E-09	5.48E-09
NE	1.89E-06	9.41E-07	5.33E-07	2.92E-07	1.14E-07	3.56E-08	1.56E-08	9.42E-09	6.55E-09	4.93E-09	3.90E-09	3.14E-09
ENE	9.45E-07	4.70E-07	2.87E-07	1.69E-07	6.82E-08	1.99E-08	7.90E-09	4.59E-09	3.14E-09	2.34E-09	1.84E-09	1.46E-09
E	9.38E-07	3.47E-07	2.10E-07	1.32E-07	5.48E-08	1.43E-08	4.82E-09	2.62E-09	1.73E-09	1.26E-09	9.79E-10	7.76E-10
ESE	1.87E-06	8.05E-07	4.50E-07	2.55E-07	1.03E-07	3.18E-08	1.34E-08	8.02E-09	5.60E-09	4.24E-09	3.39E-09	2.76E-09
SE	2.52E-06	1.16E-06	6.67E-07	3.74E-07	1.49E-07	4.78E-08	2.12E-08	1.30E-08	9.12E-09	6.94E-09	5.55E-09	4.56E-09
SSE	2.87E-06	1.08E-06	5.49E-07	2.84E-07	1.02E-07	2.84E-08	1.18E-08	7.10E-09	4.95E-09	3.74E-09	2.96E-09	2.43E-09
S	3.02E-06	1.35E-06	8.41E-07	4.88E-07	1.94E-07	5.69E-08	2.28E-08	1.33E-08	9.05E-09	6.73E-09	5.29E-09	4.29E-09
SSW	2.81E-06	1.36E-06	7.05E-07	3.65E-07	1.32E-07	3.69E-08	1.43E-08	8.00E-09	5.30E-09	3.85E-09	2.96E-09	2.36E-09
SW	3.49E-06	2.25E-06	1.32E-06	6.75E-07	2.42E-07	7.45E-08	3.37E-08	2.05E-08	1.43E-08	1.07E-08	8.44E-09	6.85E-09
WSW	5.23E-06	3.16E-06	1.67E-06	7.99E-07	2.73E-07	8.40E-08	3.88E-08	2.39E-08	1.67E-08	1.26E-08	9.95E-09	8.10E-09
W	4.96E-06	3.04E-06	1.68E-06	8.20E-07	2.89E-07	9.25E-08	4.42E-08	2.78E-08	1.98E-08	1.51E-08	1.21E-08	9.89E-09
WNW	3.62E-06	1.84E-06	1.06E-06	5.22E-07	1.78E-07	5.56E-08	2.62E-08	1.62E-08	1.14E-08	8.66E-09	6.87E-09	5.62E-09
NW	3.00E-06	1.45E-06	8.73E-07	4.46E-07	1.53E-07	4.66E-08	2.13E-08	1.30E-08	8.99E-09	6.70E-09	5.24E-09	4.24E-09
NNW	2.85E-06	1.27E-06	7.50E-07	3.96E-07	1.40E-07	4.17E-08	1.82E-08	1.09E-08	7.46E-09	5.53E-09	4.32E-09	3.49E-09

表 6.2-15（4/5） 全厂址气载放射性排放造成环境空气核素浓度（<sup>3</sup>H）单位：Bq/m<sup>3</sup>

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	2.02E-01	9.46E-02	5.38E-02	3.00E-02	1.32E-02	5.76E-03	3.29E-03	2.26E-03	1.70E-03	1.36E-03	1.12E-03	9.38E-04
NNE	2.00E-01	1.08E-01	6.43E-02	3.70E-02	1.66E-02	7.37E-03	4.27E-03	2.96E-03	2.24E-03	1.80E-03	1.50E-03	1.25E-03
NE	1.38E-01	6.98E-02	4.10E-02	2.40E-02	1.13E-02	5.17E-03	2.96E-03	2.02E-03	1.52E-03	1.21E-03	9.95E-04	8.10E-04
ENE	6.81E-02	3.45E-02	2.18E-02	1.38E-02	7.18E-03	3.42E-03	1.95E-03	1.32E-03	9.76E-04	7.69E-04	6.29E-04	5.04E-04
E	6.70E-02	2.51E-02	1.57E-02	1.09E-02	6.25E-03	3.11E-03	1.75E-03	1.17E-03	8.56E-04	6.69E-04	5.41E-04	4.27E-04
ESE	1.34E-01	5.81E-02	3.35E-02	2.03E-02	1.01E-02	4.69E-03	2.68E-03	1.82E-03	1.36E-03	1.08E-03	8.84E-04	7.17E-04
SE	1.74E-01	8.11E-02	4.81E-02	2.85E-02	1.35E-02	6.12E-03	3.50E-03	2.39E-03	1.79E-03	1.42E-03	1.17E-03	9.66E-04
SSE	1.95E-01	7.66E-02	4.12E-02	2.32E-02	1.08E-02	4.83E-03	2.72E-03	1.84E-03	1.36E-03	1.08E-03	8.81E-04	7.25E-04
S	2.11E-01	1.01E-01	6.56E-02	4.12E-02	2.08E-02	9.72E-03	5.51E-03	3.72E-03	2.75E-03	2.16E-03	1.77E-03	1.44E-03
SSW	1.96E-01	9.90E-02	5.45E-02	3.10E-02	1.44E-02	6.49E-03	3.67E-03	2.48E-03	1.85E-03	1.47E-03	1.21E-03	9.91E-04
SW	2.43E-01	1.56E-01	9.52E-02	5.25E-02	2.29E-02	1.00E-02	5.82E-03	4.03E-03	3.05E-03	2.45E-03	2.03E-03	1.69E-03
WSW	3.54E-01	2.14E-01	1.18E-01	6.16E-02	2.54E-02	1.08E-02	6.30E-03	4.41E-03	3.37E-03	2.72E-03	2.27E-03	1.92E-03
W	3.39E-01	2.06E-01	1.18E-01	6.22E-02	2.59E-02	1.11E-02	6.50E-03	4.54E-03	3.47E-03	2.80E-03	2.33E-03	1.97E-03
WNW	2.51E-01	1.28E-01	7.56E-02	4.04E-02	1.64E-02	6.98E-03	4.09E-03	2.87E-03	2.20E-03	1.78E-03	1.49E-03	1.27E-03
NW	2.07E-01	1.03E-01	6.44E-02	3.58E-02	1.50E-02	6.47E-03	3.77E-03	2.63E-03	2.01E-03	1.62E-03	1.35E-03	1.15E-03
NNW	1.98E-01	9.33E-02	5.73E-02	3.29E-02	1.45E-02	6.41E-03	3.72E-03	2.57E-03	1.95E-03	1.57E-03	1.30E-03	1.09E-03

表 6.2-15 (5/5) 全厂址气载放射性排放造成环境空气核素浓度 ( $^{14}\text{C}$ )单位:  $\text{Bq}/\text{m}^3$ 

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.50E-03	2.11E-03	1.20E-03	6.69E-04	2.93E-04	1.28E-04	7.33E-05	5.04E-05	3.79E-05	3.03E-05	2.51E-05	2.09E-05
NNE	4.45E-03	2.41E-03	1.43E-03	8.24E-04	3.70E-04	1.64E-04	9.52E-05	6.60E-05	5.00E-05	4.02E-05	3.35E-05	2.79E-05
NE	3.06E-03	1.56E-03	9.14E-04	5.34E-04	2.52E-04	1.15E-04	6.60E-05	4.51E-05	3.38E-05	2.70E-05	2.22E-05	1.81E-05
ENE	1.52E-03	7.69E-04	4.86E-04	3.08E-04	1.60E-04	7.63E-05	4.35E-05	2.93E-05	2.17E-05	1.71E-05	1.40E-05	1.12E-05
E	1.49E-03	5.59E-04	3.50E-04	2.43E-04	1.39E-04	6.92E-05	3.91E-05	2.61E-05	1.91E-05	1.49E-05	1.21E-05	9.53E-06
ESE	2.99E-03	1.30E-03	7.47E-04	4.53E-04	2.24E-04	1.05E-04	5.96E-05	4.05E-05	3.03E-05	2.40E-05	1.97E-05	1.60E-05
SE	3.88E-03	1.81E-03	1.07E-03	6.34E-04	3.01E-04	1.36E-04	7.80E-05	5.33E-05	3.99E-05	3.17E-05	2.61E-05	2.15E-05
SSE	4.35E-03	1.71E-03	9.17E-04	5.18E-04	2.40E-04	1.08E-04	6.06E-05	4.09E-05	3.03E-05	2.40E-05	1.96E-05	1.62E-05
S	4.70E-03	2.24E-03	1.46E-03	9.18E-04	4.63E-04	2.17E-04	1.23E-04	8.28E-05	6.12E-05	4.82E-05	3.94E-05	3.21E-05
SSW	4.36E-03	2.21E-03	1.22E-03	6.91E-04	3.22E-04	1.45E-04	8.18E-05	5.54E-05	4.13E-05	3.27E-05	2.69E-05	2.21E-05
SW	5.41E-03	3.48E-03	2.12E-03	1.17E-03	5.10E-04	2.24E-04	1.30E-04	8.97E-05	6.80E-05	5.46E-05	4.53E-05	3.78E-05
WSW	7.89E-03	4.77E-03	2.64E-03	1.37E-03	5.65E-04	2.41E-04	1.40E-04	9.82E-05	7.51E-05	6.07E-05	5.07E-05	4.29E-05
W	7.57E-03	4.58E-03	2.63E-03	1.39E-03	5.77E-04	2.48E-04	1.45E-04	1.01E-04	7.73E-05	6.24E-05	5.20E-05	4.38E-05
WNW	5.59E-03	2.84E-03	1.69E-03	9.00E-04	3.66E-04	1.56E-04	9.12E-05	6.40E-05	4.91E-05	3.97E-05	3.33E-05	2.83E-05
NW	4.62E-03	2.30E-03	1.44E-03	7.98E-04	3.34E-04	1.44E-04	8.41E-05	5.87E-05	4.48E-05	3.62E-05	3.02E-05	2.57E-05
NNW	4.42E-03	2.08E-03	1.28E-03	7.33E-04	3.23E-04	1.43E-04	8.29E-05	5.74E-05	4.35E-05	3.49E-05	2.90E-05	2.43E-05

表 6.2-16 (1/3) 液态放射性排放造成海域水体中的浓度（年平均）

单位: Bq/L

海域核素	≤1km	1~2km	2~3km	3~5km	5~10km	10~20km
H-3	2.19E+00	1.14E+00	5.86E-01	3.08E-01	2.73E-01	1.05E-01
C-14	9.05E-04	4.72E-04	2.42E-04	1.27E-04	1.13E-04	4.34E-05
Cr-51	2.04E-05	1.05E-05	5.30E-06	2.70E-06	2.27E-06	8.26E-07
Mn-54	1.80E-06	9.39E-07	4.81E-07	2.53E-07	2.24E-07	8.64E-08
Fe-59	3.39E-06	1.75E-06	8.83E-07	4.51E-07	3.78E-07	1.38E-07
Co-58	7.89E-06	4.06E-06	2.06E-06	1.05E-06	8.80E-07	3.21E-07
Co-60	7.78E-06	4.06E-06	2.08E-06	1.09E-06	9.69E-07	3.73E-07
Sr-89	4.81E-07	2.47E-07	1.25E-07	6.39E-08	5.35E-08	1.95E-08
Sr-90	9.95E-09	5.19E-09	2.66E-09	1.40E-09	1.24E-09	4.78E-10
Sr-91	1.99E-08	9.58E-09	4.47E-09	1.92E-09	1.19E-09	3.00E-10
Sr-92	2.04E-08	9.85E-09	4.60E-09	1.97E-09	1.22E-09	3.09E-10
Y-90	7.16E-09	3.45E-09	1.61E-09	6.90E-10	4.28E-10	1.08E-10
Y-91	1.74E-08	8.98E-09	4.54E-09	2.32E-09	1.94E-09	7.08E-10
Zr-95	2.33E-08	1.20E-08	6.06E-09	3.09E-09	2.59E-09	9.46E-10
Nb-95	2.19E-08	1.13E-08	5.69E-09	2.90E-09	2.43E-09	8.87E-10
Mo-99	4.78E-07	2.30E-07	1.08E-07	4.61E-08	2.85E-08	7.22E-09
Tc-99m	4.38E-07	2.11E-07	9.86E-08	4.22E-08	2.61E-08	6.61E-09
Ru-103	2.44E-08	1.26E-08	6.36E-09	3.24E-09	2.72E-09	9.91E-10
Ru-106	7.08E-09	3.70E-09	1.89E-09	9.96E-10	8.83E-10	3.40E-10
Rh-106	3.81E-13	1.83E-13	8.57E-14	3.67E-14	2.27E-14	5.75E-15
Ag-110m	1.27E-06	6.59E-07	3.37E-07	1.76E-07	1.54E-07	5.79E-08
Sb-122	1.16E-07	5.59E-08	2.61E-08	1.12E-08	6.93E-09	1.75E-09
Sb-124	5.30E-07	2.73E-07	1.38E-07	7.04E-08	5.90E-08	2.15E-08
Te-131	1.23E-08	5.92E-09	2.76E-09	1.18E-09	7.33E-10	1.86E-10
Te-131m	7.02E-09	3.39E-09	1.58E-09	6.77E-10	4.19E-10	1.06E-10

表 6.2-16 (2/3) 液态放射性排放造成海域水体中的浓度（年平均） 单位：Bq/L

海域核素	≤1km	1~2km	2~3km	3~5km	5~10km	10~20km
Te-132	1.97E-07	9.48E-08	4.43E-08	1.90E-08	1.17E-08	2.97E-09
Te-134	2.44E-08	1.17E-08	5.49E-09	2.35E-09	1.46E-09	3.68E-10
I-131	2.41E-04	1.16E-04	5.43E-05	2.32E-05	1.44E-05	3.64E-06
I-132	9.58E-06	4.62E-06	2.16E-06	9.24E-07	5.72E-07	1.45E-07
I-133	4.81E-05	2.32E-05	1.08E-05	4.63E-06	2.87E-06	7.26E-07
I-134	8.88E-07	4.28E-07	2.00E-07	8.56E-08	5.30E-08	1.34E-08
I-135	1.10E-05	5.29E-06	2.47E-06	1.06E-06	6.55E-07	1.66E-07
Cs-134	2.63E-05	1.37E-05	7.02E-06	3.69E-06	3.27E-06	1.26E-06
Cs-136	1.12E-05	5.75E-06	2.91E-06	1.48E-06	1.24E-06	4.54E-07
Cs-137	3.85E-05	2.01E-05	1.03E-05	5.41E-06	4.80E-06	1.85E-06
Cs-138	2.61E-06	1.26E-06	5.87E-07	2.51E-07	1.56E-07	3.94E-08
Ba-140	7.91E-07	4.07E-07	2.06E-07	1.05E-07	8.81E-08	3.21E-08
La-140	7.46E-07	3.60E-07	1.68E-07	7.20E-08	4.46E-08	1.13E-08
Ce-141	2.48E-08	1.28E-08	6.45E-09	3.29E-09	2.76E-09	1.01E-09
Ce-143	1.27E-08	6.14E-09	2.87E-09	1.23E-09	7.60E-10	1.92E-10
Ce-144	1.50E-08	7.81E-09	4.00E-09	2.10E-09	1.86E-09	7.18E-10
Pr-143	2.66E-08	1.37E-08	6.92E-09	3.53E-09	2.96E-09	1.08E-09
Pr-144	1.37E-08	6.61E-09	3.09E-09	1.32E-09	8.19E-10	2.07E-10

表 6.2-16 (3/3) 液态放射性排放造成海域水体中的浓度（峰值）

海域	≤1km 海域			
	核素	浓度 (Bq/L)	核素	浓度 (Bq/L)
	H-3	1.13E+02	Sb-124	2.74E-05
	C-14	4.68E-02	Te-131	6.35E-07
	Cr-51	1.05E-03	Te-131m	3.63E-07
	Mn-54	9.31E-05	Te-132	1.02E-05
	Fe-59	1.75E-04	Te-134	1.26E-06
	Co-58	4.08E-04	I-131	1.25E-02
	Co-60	4.02E-04	I-132	4.96E-04
	Sr-89	2.49E-05	I-133	2.49E-03
	Sr-90	5.15E-07	I-134	4.59E-05
	Sr-91	1.03E-06	I-135	5.67E-04
	Sr-92	1.06E-06	Cs-134	1.36E-03
	Y-90	3.70E-07	Cs-136	5.78E-04
	Y-91	9.02E-07	Cs-137	1.99E-03
	Zr-95	1.20E-06	Cs-138	1.35E-04
	Nb-95	1.13E-06	Ba-140	4.09E-05
	Mo-99	2.47E-05	La-140	3.86E-05
	Tc-99m	2.26E-05	Ce-141	1.28E-06
	Ru-103	1.26E-06	Ce-143	6.58E-07
	Ru-106	3.66E-07	Ce-144	7.73E-07
	Rh-106	1.97E-11	Pr-143	1.37E-06
	Ag-110m	6.56E-05	Pr-144	7.09E-07
	Sb-122	6.00E-06		

表 6.2-17（1/2） 气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.61E-08	1.82E-08	1.02E-08	6.63E-09	4.85E-09	3.81E-09	3.10E-09	2.55E-09
NNE	--	5.23E-07	--	--	4.98E-08	2.21E-08	1.31E-08	8.64E-09	6.38E-09	4.97E-09	4.06E-09	3.37E-09
NE	--	--	1.92E-07	--	2.25E-08	1.07E-08	8.34E-09	5.89E-09	4.15E-09	3.25E-09	2.75E-09	2.23E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	5.74E-09	4.47E-09	2.57E-09	2.03E-09	1.63E-09	1.27E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	4.42E-09	3.09E-09	2.43E-09	2.29E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.11E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	7.65E-08	2.22E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	4.09E-07	2.20E-07	8.65E-08	3.49E-08	1.89E-08	--	6.87E-09	5.99E-09	5.28E-09	4.96E-09
W	--	--	4.45E-07	--	9.14E-08	3.64E-08	1.96E-08	--	7.45E-09	6.50E-09	5.67E-09	5.20E-09
WNW	--	5.37E-07	--	8.46E-08	5.30E-08	2.25E-08	1.26E-08	7.60E-09	6.21E-09	4.66E-09	3.93E-09	3.16E-09
NW	--	4.31E-07	--	8.90E-08	3.87E-08	2.05E-08	1.10E-08	7.48E-09	5.11E-09	4.28E-09	3.32E-09	3.32E-09
NNW	--	--	--	1.27E-07	4.12E-08	1.99E-08	1.08E-08	7.07E-09	5.17E-09	4.08E-09	3.27E-09	2.72E-09

表 6.2-17（2/2） 气态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	7.20E-08	3.67E-08	2.05E-08	1.34E-08	9.78E-09	7.69E-09	6.25E-09	5.11E-09
NNE	--	8.97E-07	--	--	9.62E-08	4.36E-08	2.61E-08	1.72E-08	1.27E-08	9.92E-09	8.13E-09	6.65E-09
NE	--	--	3.35E-07	--	4.34E-08	2.12E-08	1.66E-08	1.18E-08	8.31E-09	6.51E-09	5.52E-09	4.42E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.14E-08	8.98E-09	5.14E-09	4.06E-09	3.27E-09	2.50E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	8.89E-09	6.20E-09	4.88E-09	4.62E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.27E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.58E-07	4.52E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	9.58E-07	4.81E-07	1.82E-07	7.16E-08	3.85E-08	--	1.39E-08	1.21E-08	1.07E-08	1.00E-08
W	--	--	9.70E-07	--	1.88E-07	7.40E-08	3.97E-08	--	1.50E-08	1.31E-08	1.14E-08	1.05E-08
WNW	--	1.06E-06	--	1.74E-07	1.08E-07	4.55E-08	2.55E-08	1.54E-08	1.26E-08	9.39E-09	7.94E-09	6.39E-09
NW	--	8.47E-07	--	1.79E-07	7.81E-08	4.13E-08	2.22E-08	1.51E-08	1.03E-08	8.60E-09	6.68E-09	6.70E-09
NNW	--	--	--	2.48E-07	8.17E-08	3.98E-08	2.16E-08	1.42E-08	1.04E-08	8.18E-09	6.56E-09	5.45E-09

表 6.2-18 (1/2) 液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	2.01E-09	8.05E-10	7.31E-10	7.48E-10	7.40E-10	7.38E-10	7.38E-10	7.49E-10
NNE	--	9.81E-09	--	--	1.96E-09	7.78E-10	7.46E-10	7.50E-10	7.41E-10	7.41E-10	7.40E-10	7.39E-10
NE	--	--	9.81E-09	--	2.17E-09	8.06E-10	7.56E-10	7.63E-10	7.93E-10	7.83E-10	7.49E-10	7.51E-10
ENE	--	--	--	--	--	--	7.73E-10	8.14E-10	7.74E-10	7.51E-10	7.57E-10	7.92E-10
E	--	--	--	--	--	--	--	8.19E-10	7.87E-10	8.27E-10	8.27E-10	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	8.00E-10	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	2.01E-09	7.93E-10	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	9.81E-09	8.03E-09	1.93E-09	7.20E-10	--	--	8.27E-10	8.27E-10	8.27E-10	8.27E-10
W	--	--	9.81E-09	--	1.92E-09	7.54E-10	--	--	8.27E-10	8.26E-10	8.27E-10	8.27E-10
WNW	--	9.81E-09	--	8.03E-09	1.93E-09	7.48E-10	7.35E-10	8.27E-10	7.64E-10	8.04E-10	7.69E-10	8.01E-10
NW	--	9.81E-09	--	8.03E-09	1.96E-09	7.44E-10	7.55E-10	7.33E-10	8.01E-10	7.40E-10	7.83E-10	8.16E-10
NNW	--	--	--	8.03E-09	2.01E-09	7.60E-10	7.48E-10	7.48E-10	7.48E-10	7.39E-10	7.50E-10	7.50E-10

表 6.2-18 (2/2) 液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.55E-09	1.43E-09	1.29E-09	1.32E-09	1.31E-09	1.30E-09	1.30E-09	1.32E-09
NNE	--	1.63E-08	--	--	3.45E-09	1.38E-09	1.32E-09	1.33E-09	1.31E-09	1.31E-09	1.31E-09	1.31E-09
NE	--	--	1.63E-08	--	3.86E-09	1.43E-09	1.34E-09	1.35E-09	1.41E-09	1.39E-09	1.32E-09	1.33E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.37E-09	1.45E-09	1.37E-09	1.33E-09	1.34E-09	1.41E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.46E-09	1.40E-09	1.47E-09	1.47E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.42E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	3.55E-09	1.41E-09	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	1.63E-08	1.36E-08	3.39E-09	1.27E-09	--	--	1.47E-09	1.47E-09	1.47E-09	1.47E-09
W	--	--	1.63E-08	--	3.38E-09	1.33E-09	--	--	1.47E-09	1.47E-09	1.47E-09	1.47E-09
WNW	--	1.63E-08	--	1.36E-08	3.39E-09	1.32E-09	1.30E-09	1.47E-09	1.35E-09	1.43E-09	1.36E-09	1.42E-09
NW	--	1.63E-08	--	1.36E-08	3.45E-09	1.31E-09	1.34E-09	1.29E-09	1.42E-09	1.31E-09	1.39E-09	1.45E-09
NNW	--	--	--	1.36E-08	3.55E-09	1.34E-09	1.32E-09	1.32E-09	1.32E-09	1.30E-09	1.33E-09	1.33E-09

表 6.2-19（1/2） 气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.82E-08	1.90E-08	1.09E-08	7.38E-09	5.59E-09	4.55E-09	3.83E-09	3.30E-09
NNE	--	5.33E-07	--	--	5.18E-08	2.29E-08	1.39E-08	9.39E-09	7.12E-09	5.71E-09	4.80E-09	4.11E-09
NE	--	--	2.02E-07	--	2.47E-08	1.15E-08	9.10E-09	6.66E-09	4.95E-09	4.03E-09	3.50E-09	2.99E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	6.51E-09	5.29E-09	3.35E-09	2.78E-09	2.39E-09	2.06E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	5.24E-09	3.87E-09	3.25E-09	3.12E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.19E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	7.85E-08	2.30E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	4.19E-07	2.28E-07	8.85E-08	3.57E-08	1.89E-08	--	7.70E-09	6.82E-09	6.11E-09	5.78E-09
W	--	--	4.55E-07	--	9.34E-08	3.72E-08	1.96E-08	--	8.28E-09	7.33E-09	6.50E-09	6.03E-09
WNW	--	5.47E-07	--	9.26E-08	5.49E-08	2.32E-08	1.34E-08	8.43E-09	6.97E-09	5.47E-09	4.70E-09	3.96E-09
NW	--	4.41E-07	--	9.70E-08	4.06E-08	2.12E-08	1.18E-08	8.22E-09	5.91E-09	5.02E-09	4.10E-09	4.14E-09
NNW	--	--	--	1.35E-07	4.32E-08	2.07E-08	1.15E-08	7.82E-09	5.92E-09	4.82E-09	4.02E-09	3.47E-09

表 6.2-19（2/2） 气态和液态途径对各子区公众个人（成人）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	7.56E-08	3.81E-08	2.18E-08	1.47E-08	1.11E-08	8.99E-09	7.56E-09	6.43E-09
NNE	--	9.13E-07	--	--	9.96E-08	4.50E-08	2.74E-08	1.85E-08	1.40E-08	1.12E-08	9.43E-09	7.95E-09
NE	--	--	3.51E-07	--	4.73E-08	2.26E-08	1.79E-08	1.31E-08	9.72E-09	7.90E-09	6.84E-09	5.74E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.28E-08	1.04E-08	6.52E-09	5.39E-09	4.61E-09	3.91E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.03E-08	7.60E-09	6.36E-09	6.09E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.41E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.62E-07	4.66E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	9.74E-07	4.94E-07	1.86E-07	7.29E-08	3.85E-08	--	1.54E-08	1.36E-08	1.21E-08	1.15E-08
W	--	--	9.86E-07	--	1.91E-07	7.53E-08	3.97E-08	--	1.65E-08	1.46E-08	1.29E-08	1.20E-08
WNW	--	1.08E-06	--	1.87E-07	1.11E-07	4.68E-08	2.68E-08	1.68E-08	1.39E-08	1.08E-08	9.30E-09	7.81E-09
NW	--	8.64E-07	--	1.93E-07	8.16E-08	4.26E-08	2.35E-08	1.64E-08	1.17E-08	9.91E-09	8.07E-09	8.15E-09
NNW	--	--	--	2.62E-07	8.53E-08	4.12E-08	2.29E-08	1.55E-08	1.17E-08	9.48E-09	7.89E-09	6.77E-09

表 6.2-20 (1/2) 气态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.96E-08	2.10E-08	1.16E-08	7.62E-09	5.59E-09	4.39E-09	3.57E-09	2.97E-09
NNE	--	5.31E-07	--	--	5.62E-08	2.60E-08	1.51E-08	9.99E-09	7.39E-09	5.78E-09	4.73E-09	3.93E-09
NE	--	--	1.94E-07	--	2.39E-08	1.19E-08	9.63E-09	6.82E-09	4.88E-09	3.82E-09	3.18E-09	2.59E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	6.68E-09	5.40E-09	3.03E-09	2.37E-09	1.91E-09	1.51E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	5.47E-09	3.79E-09	3.13E-09	3.00E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.22E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	8.69E-08	2.51E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	4.15E-07	2.23E-07	9.72E-08	3.95E-08	2.16E-08	--	8.18E-09	7.22E-09	6.42E-09	6.09E-09
W	--	--	4.51E-07	--	1.03E-07	4.15E-08	2.27E-08	--	8.76E-09	7.78E-09	6.85E-09	6.33E-09
WNW	--	5.44E-07	--	8.86E-08	6.00E-08	2.56E-08	1.44E-08	9.12E-09	7.18E-09	5.57E-09	4.62E-09	3.77E-09
NW	--	4.37E-07	--	9.76E-08	4.41E-08	2.34E-08	1.27E-08	8.62E-09	6.11E-09	5.00E-09	3.97E-09	4.15E-09
NNW	--	--	--	1.31E-07	4.57E-08	2.29E-08	1.25E-08	8.24E-09	6.05E-09	4.77E-09	3.86E-09	3.22E-09

表 6.2-20 (2/2) 气态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	7.88E-08	4.21E-08	2.32E-08	1.53E-08	1.12E-08	8.82E-09	7.19E-09	5.91E-09
NNE	--	9.09E-07	--	--	1.08E-07	5.14E-08	2.99E-08	1.99E-08	1.47E-08	1.15E-08	9.45E-09	7.75E-09
NE	--	--	3.37E-07	--	4.61E-08	2.35E-08	1.91E-08	1.36E-08	9.74E-09	7.63E-09	6.36E-09	5.10E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.33E-08	1.08E-08	6.04E-09	4.73E-09	3.83E-09	2.97E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.10E-08	7.59E-09	6.28E-09	6.02E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.50E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.79E-07	5.09E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	9.71E-07	4.88E-07	2.05E-07	8.09E-08	4.40E-08	--	1.65E-08	1.45E-08	1.29E-08	1.23E-08
W	--	--	9.81E-07	--	2.11E-07	8.41E-08	4.58E-08	--	1.76E-08	1.57E-08	1.38E-08	1.28E-08
WNW	--	1.07E-06	--	1.82E-07	1.22E-07	5.19E-08	2.90E-08	1.84E-08	1.45E-08	1.12E-08	9.29E-09	7.62E-09
NW	--	8.58E-07	--	1.97E-07	8.91E-08	4.71E-08	2.56E-08	1.73E-08	1.22E-08	1.00E-08	7.97E-09	8.35E-09
NNW	--	--	--	2.57E-07	9.07E-08	4.56E-08	2.49E-08	1.65E-08	1.21E-08	9.55E-09	7.72E-09	6.43E-09

表 6.2-21 (1/2) 液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	2.63E-09	1.05E-09	9.42E-10	9.67E-10	9.55E-10	9.51E-10	9.51E-10	9.67E-10
NNE	--	1.03E-08	--	--	2.55E-09	1.01E-09	9.63E-10	9.69E-10	9.57E-10	9.57E-10	9.54E-10	9.54E-10
NE	--	--	1.03E-08	--	2.86E-09	1.05E-09	9.78E-10	9.89E-10	1.03E-09	1.02E-09	9.68E-10	9.71E-10
ENE	--	--	--	--	--	--	1.00E-09	1.06E-09	1.00E-09	9.70E-10	9.80E-10	1.03E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.07E-09	1.02E-09	1.08E-09	1.08E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.04E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	2.62E-09	1.03E-09	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	1.03E-08	8.54E-09	2.50E-09	9.26E-10	--	--	1.08E-09	1.08E-09	1.08E-09	1.08E-09
W	--	--	1.03E-08	--	2.50E-09	9.75E-10	--	--	1.08E-09	1.08E-09	1.08E-09	1.08E-09
WNW	--	1.03E-08	--	8.54E-09	2.50E-09	9.67E-10	9.47E-10	1.08E-09	9.89E-10	1.05E-09	9.97E-10	1.04E-09
NW	--	1.03E-08	--	8.54E-09	2.55E-09	9.60E-10	9.77E-10	9.45E-10	1.04E-09	9.55E-10	1.02E-09	1.06E-09
NNW	--	--	--	8.54E-09	2.62E-09	9.83E-10	9.67E-10	9.67E-10	9.67E-10	9.53E-10	9.69E-10	9.70E-10

表 6.2-21 (2/2) 液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	4.65E-09	1.87E-09	1.67E-09	1.72E-09	1.70E-09	1.69E-09	1.69E-09	1.72E-09
NNE	--	1.65E-08	--	--	4.51E-09	1.80E-09	1.71E-09	1.72E-09	1.70E-09	1.70E-09	1.70E-09	1.70E-09
NE	--	--	1.65E-08	--	5.08E-09	1.87E-09	1.74E-09	1.76E-09	1.84E-09	1.81E-09	1.72E-09	1.73E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.79E-09	1.90E-09	1.79E-09	1.73E-09	1.74E-09	1.84E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.91E-09	1.82E-09	1.93E-09	1.93E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.86E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	4.65E-09	1.84E-09	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	1.65E-08	1.39E-08	4.42E-09	1.64E-09	--	--	1.93E-09	1.93E-09	1.93E-09	1.93E-09
W	--	--	1.65E-08	--	4.41E-09	1.73E-09	--	--	1.93E-09	1.93E-09	1.93E-09	1.93E-09
WNW	--	1.65E-08	--	1.39E-08	4.42E-09	1.72E-09	1.68E-09	1.93E-09	1.76E-09	1.87E-09	1.78E-09	1.86E-09
NW	--	1.65E-08	--	1.39E-08	4.51E-09	1.71E-09	1.74E-09	1.68E-09	1.86E-09	1.70E-09	1.81E-09	1.90E-09
NNW	--	--	--	1.39E-08	4.65E-09	1.75E-09	1.72E-09	1.72E-09	1.72E-09	1.69E-09	1.72E-09	1.73E-09

表 6.2-22 (1/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	4.22E-08	2.20E-08	1.25E-08	8.58E-09	6.54E-09	5.34E-09	4.53E-09	3.93E-09
NNE	--	5.41E-07	--	--	5.88E-08	2.71E-08	1.61E-08	1.10E-08	8.34E-09	6.74E-09	5.69E-09	4.89E-09
NE	--	--	2.04E-07	--	2.67E-08	1.29E-08	1.06E-08	7.81E-09	5.91E-09	4.84E-09	4.15E-09	3.56E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	7.68E-09	6.46E-09	4.04E-09	3.34E-09	2.89E-09	2.54E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	6.54E-09	4.82E-09	4.21E-09	4.08E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.33E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	8.96E-08	2.61E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	4.26E-07	2.32E-07	9.97E-08	4.05E-08	2.16E-08	--	9.26E-09	8.30E-09	7.51E-09	7.17E-09
W	--	--	4.61E-07	--	1.05E-07	4.25E-08	2.27E-08	--	9.84E-09	8.86E-09	7.93E-09	7.41E-09
WNW	--	5.55E-07	--	9.71E-08	6.25E-08	2.66E-08	1.54E-08	1.02E-08	8.17E-09	6.62E-09	5.62E-09	4.82E-09
NW	--	4.47E-07	--	1.06E-07	4.67E-08	2.44E-08	1.37E-08	9.57E-09	7.15E-09	5.96E-09	4.98E-09	5.21E-09
NNW	--	--	--	1.40E-07	4.83E-08	2.38E-08	1.34E-08	9.20E-09	7.02E-09	5.72E-09	4.83E-09	4.19E-09

表 6.2-22 (2/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（青少年）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	8.35E-08	4.40E-08	2.49E-08	1.70E-08	1.29E-08	1.05E-08	8.88E-09	7.63E-09
NNE	--	9.25E-07	--	--	1.13E-07	5.32E-08	3.16E-08	2.16E-08	1.64E-08	1.32E-08	1.11E-08	9.44E-09
NE	--	--	3.54E-07	--	5.11E-08	2.54E-08	2.09E-08	1.53E-08	1.16E-08	9.44E-09	8.08E-09	6.82E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.51E-08	1.27E-08	7.83E-09	6.46E-09	5.57E-09	4.81E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.29E-08	9.42E-09	8.21E-09	7.95E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.69E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.84E-07	5.28E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	9.88E-07	5.02E-07	2.09E-07	8.25E-08	4.40E-08	--	1.84E-08	1.65E-08	1.49E-08	1.42E-08
W	--	--	9.98E-07	--	2.15E-07	8.58E-08	4.58E-08	--	1.96E-08	1.76E-08	1.57E-08	1.47E-08
WNW	--	1.09E-06	--	1.96E-07	1.27E-07	5.36E-08	3.07E-08	2.03E-08	1.62E-08	1.31E-08	1.11E-08	9.48E-09
NW	--	8.75E-07	--	2.11E-07	9.36E-08	4.88E-08	2.73E-08	1.90E-08	1.41E-08	1.17E-08	9.78E-09	1.02E-08
NNW	--	--	--	2.70E-07	9.53E-08	4.74E-08	2.66E-08	1.82E-08	1.38E-08	1.12E-08	9.45E-09	8.15E-09

表 6.2-23 (1/2) 气态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.70E-08	1.82E-08	9.83E-09	6.44E-09	4.69E-09	3.67E-09	2.97E-09	2.46E-09
NNE	--	4.35E-07	--	--	5.11E-08	2.39E-08	1.30E-08	8.52E-09	6.25E-09	4.87E-09	3.97E-09	3.28E-09
NE	--	--	1.57E-07	--	2.28E-08	1.08E-08	8.37E-09	5.80E-09	4.15E-09	3.23E-09	2.66E-09	2.16E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	5.57E-09	4.29E-09	2.55E-09	1.98E-09	1.59E-09	1.26E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	4.46E-09	2.86E-09	2.24E-09	2.15E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.12E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	7.64E-08	2.27E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	3.38E-07	1.80E-07	8.50E-08	3.40E-08	1.85E-08	--	7.34E-09	6.34E-09	5.48E-09	5.15E-09
W	--	--	3.67E-07	--	8.99E-08	3.60E-08	1.96E-08	--	7.92E-09	6.90E-09	5.94E-09	5.39E-09
WNW	--	4.45E-07	--	8.98E-08	5.68E-08	2.23E-08	1.23E-08	8.00E-09	6.07E-09	4.65E-09	3.88E-09	3.19E-09
NW	--	3.57E-07	--	1.02E-07	4.66E-08	2.02E-08	1.09E-08	7.26E-09	5.19E-09	4.17E-09	3.33E-09	3.19E-09
NNW	--	--	--	1.05E-07	4.37E-08	1.97E-08	1.06E-08	6.95E-09	5.07E-09	3.97E-09	3.20E-09	2.66E-09

表 6.2-23 (2/2) 气态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	7.36E-08	3.65E-08	1.97E-08	1.29E-08	9.41E-09	7.36E-09	5.97E-09	4.90E-09
NNE	--	7.44E-07	--	--	9.85E-08	4.70E-08	2.57E-08	1.69E-08	1.24E-08	9.69E-09	7.91E-09	6.46E-09
NE	--	--	2.74E-07	--	4.39E-08	2.14E-08	1.66E-08	1.15E-08	8.28E-09	6.44E-09	5.30E-09	4.24E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.10E-08	8.58E-09	5.07E-09	3.94E-09	3.18E-09	2.47E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	8.93E-09	5.70E-09	4.47E-09	4.31E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.29E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.58E-07	4.61E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	7.91E-07	3.94E-07	1.79E-07	6.95E-08	3.75E-08	--	1.48E-08	1.28E-08	1.10E-08	1.04E-08
W	--	--	8.00E-07	--	1.85E-07	7.30E-08	3.96E-08	--	1.59E-08	1.39E-08	1.19E-08	1.09E-08
WNW	--	8.76E-07	--	1.84E-07	1.16E-07	4.50E-08	2.48E-08	1.61E-08	1.22E-08	9.32E-09	7.79E-09	6.42E-09
NW	--	7.00E-07	--	2.06E-07	9.40E-08	4.06E-08	2.18E-08	1.46E-08	1.04E-08	8.36E-09	6.67E-09	6.41E-09
NNW	--	--	--	2.06E-07	8.67E-08	3.93E-08	2.11E-08	1.39E-08	1.01E-08	7.93E-09	6.41E-09	5.31E-09

表 6.2-24 (1/2) 液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	3.28E-09	1.30E-09	1.16E-09	1.19E-09	1.18E-09	1.17E-09	1.17E-09	1.19E-09
NNE	--	7.85E-09	--	--	3.17E-09	1.25E-09	1.19E-09	1.20E-09	1.18E-09	1.18E-09	1.18E-09	1.18E-09
NE	--	--	7.85E-09	--	3.58E-09	1.30E-09	1.21E-09	1.22E-09	1.28E-09	1.26E-09	1.19E-09	1.20E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.24E-09	1.32E-09	1.24E-09	1.20E-09	1.21E-09	1.28E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.32E-09	1.27E-09	1.34E-09	1.34E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.29E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	3.27E-09	1.28E-09	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	7.85E-09	6.23E-09	3.11E-09	1.14E-09	--	--	1.34E-09	1.34E-09	1.34E-09	1.34E-09
W	--	--	7.85E-09	--	3.11E-09	1.20E-09	--	--	1.34E-09	1.34E-09	1.34E-09	1.34E-09
WNW	--	7.85E-09	--	6.23E-09	3.11E-09	1.19E-09	1.17E-09	1.34E-09	1.22E-09	1.30E-09	1.23E-09	1.29E-09
NW	--	7.85E-09	--	6.23E-09	3.18E-09	1.19E-09	1.21E-09	1.16E-09	1.29E-09	1.18E-09	1.26E-09	1.32E-09
NNW	--	--	--	6.23E-09	3.27E-09	1.21E-09	1.19E-09	1.19E-09	1.19E-09	1.18E-09	1.20E-09	1.20E-09

表 6.2-24 (2/2) 液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	5.77E-09	2.31E-09	2.06E-09	2.12E-09	2.09E-09	2.08E-09	2.08E-09	2.12E-09
NNE	--	1.24E-08	--	--	5.59E-09	2.22E-09	2.11E-09	2.12E-09	2.09E-09	2.09E-09	2.09E-09	2.09E-09
NE	--	--	1.24E-08	--	6.32E-09	2.32E-09	2.14E-09	2.17E-09	2.27E-09	2.24E-09	2.12E-09	2.13E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	2.20E-09	2.34E-09	2.21E-09	2.13E-09	2.15E-09	2.27E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	2.36E-09	2.25E-09	2.39E-09	2.39E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.30E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	5.77E-09	2.27E-09	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	1.24E-08	1.00E-08	5.48E-09	2.02E-09	--	--	2.39E-09	2.39E-09	2.39E-09	2.39E-09
W	--	--	1.24E-08	--	5.47E-09	2.14E-09	--	--	2.39E-09	2.38E-09	2.39E-09	2.39E-09
WNW	--	1.24E-08	--	1.00E-08	5.48E-09	2.12E-09	2.07E-09	2.39E-09	2.17E-09	2.31E-09	2.19E-09	2.30E-09
NW	--	1.24E-08	--	1.00E-08	5.59E-09	2.10E-09	2.14E-09	2.07E-09	2.30E-09	2.09E-09	2.24E-09	2.35E-09
NNW	--	--	--	1.00E-08	5.77E-09	2.16E-09	2.12E-09	2.12E-09	2.12E-09	2.09E-09	2.12E-09	2.13E-09

表 6.2-25 (1/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	4.02E-08	1.95E-08	1.10E-08	7.64E-09	5.87E-09	4.84E-09	4.15E-09	3.66E-09
NNE	--	4.43E-07	--	--	5.43E-08	2.51E-08	1.41E-08	9.71E-09	7.43E-09	6.05E-09	5.14E-09	4.46E-09
NE	--	--	1.65E-07	--	2.64E-08	1.21E-08	9.58E-09	7.02E-09	5.43E-09	4.49E-09	3.85E-09	3.36E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	6.81E-09	5.61E-09	3.79E-09	3.18E-09	2.80E-09	2.53E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	5.78E-09	4.12E-09	3.58E-09	3.49E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.25E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	7.97E-08	2.40E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	3.46E-07	1.86E-07	8.81E-08	3.51E-08	1.85E-08	--	8.68E-09	7.68E-09	6.82E-09	6.49E-09
W	--	--	3.75E-07	--	9.30E-08	3.72E-08	1.96E-08	--	9.26E-09	8.24E-09	7.28E-09	6.73E-09
WNW	--	4.53E-07	--	9.60E-08	5.99E-08	2.34E-08	1.35E-08	9.35E-09	7.29E-09	5.95E-09	5.11E-09	4.48E-09
NW	--	3.65E-07	--	1.09E-07	4.97E-08	2.14E-08	1.21E-08	8.43E-09	6.48E-09	5.35E-09	4.59E-09	4.51E-09
NNW	--	--	--	1.12E-07	4.70E-08	2.09E-08	1.18E-08	8.14E-09	6.26E-09	5.15E-09	4.40E-09	3.86E-09

表 6.2-25 (2/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（儿童）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	7.94E-08	3.88E-08	2.18E-08	1.50E-08	1.15E-08	9.44E-09	8.05E-09	7.02E-09
NNE	--	7.56E-07	--	--	1.04E-07	4.92E-08	2.78E-08	1.90E-08	1.45E-08	1.18E-08	1.00E-08	8.55E-09
NE	--	--	2.86E-07	--	5.02E-08	2.37E-08	1.87E-08	1.37E-08	1.05E-08	8.68E-09	7.42E-09	6.37E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	1.32E-08	1.09E-08	7.28E-09	6.07E-09	5.33E-09	4.73E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	1.13E-08	7.95E-09	6.86E-09	6.69E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	2.52E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.63E-07	4.84E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	8.03E-07	4.04E-07	1.84E-07	7.15E-08	3.75E-08	--	1.72E-08	1.52E-08	1.34E-08	1.27E-08
W	--	--	8.12E-07	--	1.90E-07	7.51E-08	3.96E-08	--	1.83E-08	1.63E-08	1.43E-08	1.32E-08
WNW	--	8.89E-07	--	1.94E-07	1.21E-07	4.71E-08	2.68E-08	1.85E-08	1.44E-08	1.16E-08	9.98E-09	8.72E-09
NW	--	7.13E-07	--	2.16E-07	9.96E-08	4.27E-08	2.40E-08	1.66E-08	1.27E-08	1.04E-08	8.91E-09	8.76E-09
NNW	--	--	--	2.16E-07	9.25E-08	4.15E-08	2.33E-08	1.60E-08	1.23E-08	1.00E-08	8.53E-09	7.44E-09

表 6.2-26 (1/2) 气态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	2.75E-08	1.15E-08	6.01E-09	3.86E-09	2.78E-09	2.16E-09	1.75E-09	1.46E-09
NNE	--	3.61E-07	--	--	3.64E-08	1.49E-08	8.03E-09	5.17E-09	3.73E-09	2.87E-09	2.32E-09	1.92E-09
NE	--	--	1.33E-07	--	2.09E-08	8.52E-09	5.26E-09	3.53E-09	2.52E-09	1.95E-09	1.60E-09	1.30E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	3.43E-09	2.47E-09	1.55E-09	1.20E-09	9.83E-10	8.06E-10
E	--	--	--	--	--	--	--	2.29E-09	1.55E-09	1.24E-09	1.14E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	8.89E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	5.08E-08	1.66E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	2.79E-07	1.48E-07	5.65E-08	2.15E-08	1.11E-08	--	4.55E-09	3.73E-09	3.13E-09	2.79E-09
W	--	--	3.04E-07	--	6.07E-08	2.32E-08	1.20E-08	--	5.08E-09	4.17E-09	3.49E-09	3.04E-09
WNW	--	3.70E-07	--	8.24E-08	3.72E-08	1.43E-08	7.59E-09	4.79E-09	3.59E-09	2.76E-09	2.26E-09	1.86E-09
NW	--	2.97E-07	--	7.99E-08	3.04E-08	1.28E-08	6.59E-09	4.29E-09	3.03E-09	2.40E-09	1.91E-09	1.77E-09
NNW	--	--	--	8.69E-08	3.03E-08	1.23E-08	6.35E-09	4.06E-09	2.91E-09	2.25E-09	1.82E-09	1.51E-09

表 6.2-26 (2/2) 气态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	5.46E-08	2.31E-08	1.20E-08	7.72E-09	5.56E-09	4.32E-09	3.50E-09	2.89E-09
NNE	--	6.16E-07	--	--	7.00E-08	2.94E-08	1.59E-08	1.02E-08	7.39E-09	5.70E-09	4.61E-09	3.76E-09
NE	--	--	2.29E-07	--	4.01E-08	1.67E-08	1.04E-08	6.99E-09	4.99E-09	3.87E-09	3.17E-09	2.55E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	6.78E-09	4.91E-09	3.06E-09	2.38E-09	1.95E-09	1.57E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	4.56E-09	3.07E-09	2.46E-09	2.25E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.82E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.05E-07	3.38E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	6.51E-07	3.22E-07	1.19E-07	4.41E-08	2.26E-08	--	9.16E-09	7.48E-09	6.28E-09	5.60E-09
W	--	--	6.59E-07	--	1.25E-07	4.71E-08	2.43E-08	--	1.02E-08	8.36E-09	6.99E-09	6.11E-09
WNW	--	7.26E-07	--	1.68E-07	7.57E-08	2.88E-08	1.53E-08	9.61E-09	7.19E-09	5.51E-09	4.52E-09	3.73E-09
NW	--	5.80E-07	--	1.59E-07	6.13E-08	2.56E-08	1.32E-08	8.58E-09	6.05E-09	4.78E-09	3.81E-09	3.54E-09
NNW	--	--	--	1.69E-07	5.99E-08	2.46E-08	1.27E-08	8.08E-09	5.80E-09	4.49E-09	3.61E-09	3.00E-09





表 6.2-28 (1/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量（二期工程）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	2.87E-08	1.20E-08	6.47E-09	4.32E-09	3.24E-09	2.62E-09	2.21E-09	1.92E-09
NNE	--	3.63E-07	--	--	3.76E-08	1.54E-08	8.49E-09	5.62E-09	4.19E-09	3.33E-09	2.78E-09	2.38E-09
NE	--	--	1.34E-07	--	2.21E-08	8.98E-09	5.72E-09	3.99E-09	2.97E-09	2.41E-09	2.05E-09	1.76E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	3.89E-09	2.93E-09	2.00E-09	1.66E-09	1.44E-09	1.26E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	2.75E-09	2.01E-09	1.70E-09	1.59E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	9.34E-09	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	5.21E-08	1.71E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	2.80E-07	1.49E-07	5.77E-08	2.20E-08	1.11E-08	--	5.01E-09	4.18E-09	3.59E-09	3.25E-09
W	--	--	3.05E-07	--	6.19E-08	2.37E-08	1.20E-08	--	5.53E-09	4.62E-09	3.94E-09	3.50E-09
WNW	--	3.71E-07	--	8.36E-08	3.84E-08	1.47E-08	8.04E-09	5.25E-09	4.05E-09	3.21E-09	2.72E-09	2.32E-09
NW	--	2.98E-07	--	8.12E-08	3.17E-08	1.32E-08	7.05E-09	4.75E-09	3.49E-09	2.85E-09	2.37E-09	2.23E-09
NNW	--	--	--	8.81E-08	3.15E-08	1.28E-08	6.81E-09	4.51E-09	3.37E-09	2.71E-09	2.27E-09	1.97E-09

表 6.2-28 (2/2) 气态和液态途径对各子区公众个人（婴儿）造成的有效剂量（四台机组）

单位：Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	--	--	--	--	5.67E-08	2.38E-08	1.28E-08	8.50E-09	6.34E-09	5.10E-09	4.28E-09	3.67E-09
NNE	--	6.18E-07	--	--	7.20E-08	3.02E-08	1.67E-08	1.10E-08	8.17E-09	6.48E-09	5.39E-09	4.54E-09
NE	--	--	2.32E-07	--	4.21E-08	1.75E-08	1.12E-08	7.77E-09	5.77E-09	4.65E-09	3.95E-09	3.33E-09
ENE	--	--	--	--	--	--	7.56E-09	5.70E-09	3.84E-09	3.16E-09	2.73E-09	2.35E-09
E	--	--	--	--	--	--	--	5.35E-09	3.85E-09	3.25E-09	3.03E-09	--
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	1.90E-08	--	--	--	--	--	--
SW	--	--	--	--	1.07E-07	3.46E-08	--	--	--	--	--	--
WSW	--	--	6.54E-07	3.24E-07	1.21E-07	4.49E-08	2.26E-08	--	9.94E-09	8.26E-09	7.06E-09	6.38E-09
W	--	--	6.62E-07	--	1.27E-07	4.79E-08	2.43E-08	--	1.10E-08	9.14E-09	7.77E-09	6.89E-09
WNW	--	7.28E-07	--	1.70E-07	7.77E-08	2.96E-08	1.60E-08	1.04E-08	7.97E-09	6.29E-09	5.30E-09	4.51E-09
NW	--	5.82E-07	--	1.62E-07	6.34E-08	2.64E-08	1.40E-08	9.36E-09	6.83E-09	5.56E-09	4.59E-09	4.32E-09
NNW	--	--	--	1.71E-07	6.20E-08	2.54E-08	1.34E-08	8.86E-09	6.58E-09	5.27E-09	4.40E-09	3.78E-09

表 6.2-29 (1/2) 气态和液态途径造成各子区公众集体有效剂量（二期工程）

单位：人·Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合 计
N	--	--	--	--	2.60E-05	1.57E-03	2.06E-04	4.62E-04	1.01E-04	2.10E-04	4.88E-05	2.83E-04	2.91E-03
NNE	--	1.81E-04	--	--	2.57E-03	8.74E-04	1.12E-03	2.84E-04	1.58E-05	3.80E-05	1.84E-04	1.98E-05	5.29E-03
NE	--	--	1.52E-04	--	3.97E-05	5.59E-05	8.68E-04	7.85E-04	1.69E-03	3.17E-04	2.53E-04	1.48E-04	4.31E-03
ENE	--	--	--	--	--	--	1.97E-04	5.43E-04	7.35E-04	2.94E-04	3.11E-04	1.00E-03	3.08E-03
E	--	--	--	--	--	--	--	5.95E-05	2.45E-04	3.35E-04	2.20E-05	--	6.62E-04
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	3.65E-05	--	--	--	--	--	--	3.65E-05
SW	--	--	--	--	1.99E-04	7.58E-04	--	--	--	--	--	--	9.58E-04
WSW	--	--	1.48E-04	3.61E-04	1.06E-04	5.48E-04	1.48E-04	--	7.46E-05	4.12E-04	4.00E-04	1.91E-03	4.11E-03
W	--	--	2.07E-04	--	6.04E-05	2.10E-04	1.72E-04	--	3.35E-04	1.37E-03	4.58E-03	6.12E-03	1.31E-02
WNW	--	1.51E-04	--	2.77E-05	7.75E-05	8.94E-04	8.89E-05	1.56E-04	1.03E-04	8.13E-04	2.16E-04	4.87E-04	3.01E-03
NW	--	3.46E-04	--	4.38E-04	3.55E-04	3.69E-04	6.90E-04	8.69E-06	1.81E-03	6.17E-04	9.55E-04	2.39E-03	7.98E-03
NNW	--	--	--	1.97E-04	7.79E-04	7.26E-04	6.02E-05	2.45E-04	3.09E-05	1.23E-04	1.12E-04	5.45E-05	2.33E-03
合 计	--	6.78E-04	5.07E-04	1.02E-03	4.21E-03	6.04E-03	3.55E-03	2.54E-03	5.14E-03	4.52E-03	7.08E-03	1.24E-02	4.77E-02

表 6.2-29 (2/2) 气态和液态途径造成各子区公众集体有效剂量（四台机组）

单位：人·Sv/a

距离(km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合 计
N	--	--	--	--	5.15E-05	3.15E-03	4.11E-04	9.21E-04	2.00E-04	4.15E-04	9.61E-05	5.51E-04	5.80E-03
NNE	--	3.11E-04	--	--	4.94E-03	1.72E-03	2.21E-03	5.60E-04	3.11E-05	7.47E-05	3.62E-04	3.83E-05	1.02E-02
NE	--	--	2.64E-04	--	7.60E-05	1.10E-04	1.71E-03	1.55E-03	3.32E-03	6.22E-04	4.94E-04	2.84E-04	8.43E-03
ENE	--	--	--	--	--	--	3.88E-04	1.07E-03	1.43E-03	5.69E-04	6.01E-04	1.90E-03	5.96E-03
E	--	--	--	--	--	--	--	1.18E-04	4.80E-04	6.55E-04	4.29E-05	--	1.30E-03
ESE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSE	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SSW	--	--	--	--	--	7.40E-05	--	--	--	--	--	--	7.40E-05
SW	--	--	--	--	4.11E-04	1.53E-03	--	--	--	--	--	--	1.94E-03
WSW	--	--	3.45E-04	7.84E-04	2.22E-04	1.12E-03	3.02E-04	--	1.49E-04	8.21E-04	7.95E-04	3.80E-03	8.33E-03
W	--	--	4.49E-04	--	1.24E-04	4.25E-04	3.49E-04	--	6.68E-04	2.72E-03	9.10E-03	1.22E-02	2.60E-02
WNW	--	2.96E-04	--	5.59E-05	1.57E-04	1.80E-03	1.78E-04	3.12E-04	2.06E-04	1.61E-03	4.27E-04	9.62E-04	6.00E-03
NW	--	6.78E-04	--	8.71E-04	7.13E-04	7.41E-04	1.38E-03	1.73E-05	3.58E-03	1.22E-03	1.88E-03	4.72E-03	1.58E-02
NNW	--	--	--	3.83E-04	1.54E-03	1.44E-03	1.20E-04	4.85E-04	6.11E-05	2.42E-04	2.20E-04	1.06E-04	4.60E-03
合 计	--	1.28E-03	1.06E-03	2.09E-03	8.23E-03	1.21E-02	7.05E-03	5.03E-03	1.01E-02	8.94E-03	1.40E-02	2.45E-02	9.45E-02

表 6.2-30 海洋系统悬浮物  $K_d$  因子

元素	$K_d$ (Bq/kg)/(Bq/L)	元素	$K_d$ (Bq/kg)/(Bq/L)
$^1_1\text{H}$	1.00E+00	$^{44}_{44}\text{Ru}$	4.00E+04
$^{12}_6\text{C}$	1.00E+03	$^{45}_{45}\text{Rh}$	3.00E+02
$^{24}_{24}\text{Cr}$	5.00E+04	$^{47}_{47}\text{Ag}$	1.00E+04
$^{25}_{25}\text{Mn}$	2.00E+06	$^{51}_{51}\text{Sb}$	2.00E+03
$^{26}_{26}\text{Fe}$	3.00E+08	$^{52}_{52}\text{Te}$	1.00E+03
$^{27}_{27}\text{Co}$	3.00E+05	$^{53}_{53}\text{I}$	7.00E+01
$^{38}_{38}\text{Sr}$	8.00E+00	$^{55}_{55}\text{Cs}$	4.00E+03
$^{39}_{39}\text{Y}$	9.00E+05	$^{56}_{56}\text{Ba}$	2.00E+03
$^{40}_{40}\text{Zr}$	2.00E+06	$^{57}_{57}\text{La}$	3.00E+06
$^{41}_{41}\text{Nb}$	8.00E+05	$^{58}_{58}\text{Ce}$	3.00E+06
$^{42}_{42}\text{Mo}$	5.00E+04	$^{59}_{59}\text{Pr}$	5.00E+06
$^{43}_{43}\text{Tc}$	1.00E+02		

表 6.2-31 海洋生态系统各类生物的浓集因子（Bp）

单位：(Bq/kg)/(Bq/L)

元素	深海鱼类	甲壳类	藻类	软体类	浅水鱼	浮游植物	浮游动物
$^1\text{H}$	1	1	1	1	1	1	1
$^{6}\text{C}$	1700	1400	1300	650	1700	250	10000
$^{24}\text{Cr}$	200	100	6000	2000	200	5000	1000
$^{25}\text{Mn}$	2600	45000	8600	12000	2600	3500	2500
$^{26}\text{Fe}$	30000	500000	20000	500000	30000	400000	700000
$^{27}\text{Co}$	5300	3500	1700	5300	5300	3100	4800
$^{38}\text{Sr}$	25	49.5	29.3	150	25	188	68
$^{39}\text{Y}$	20	1000	1000	1000	20	100	100
$^{40}\text{Zr}$	85.2	49	1660	3300	85.2	33000	21700
$^{41}\text{Nb}$	30	100	490	880	30	1000	20000
$^{42}\text{Mo}$	10	100	10	10	10	0	0
$^{43}\text{Tc}$	80	17300	53400	8200	80	4.9	100
$^{44}\text{Ru}$	29.4	100	1200	1620	29.4	6680	30000
$^{45}\text{Rh}$	100	1000	0	0	100	0	0
$^{47}\text{Ag}$	11000	36000	3900	36000	11000	69000	6000
$^{51}\text{Sb}$	600	300	225	470	600	1000	1310
$^{52}\text{Te}$	690	1000	425	1500	690	13100	1000
$^{53}\text{I}$	9	39.2	4200	8800	9	950	3100
$^{55}\text{Cs}$	84	53	96	50	84	8.5	130
$^{56}\text{Ba}$	25	49.5	29.3	150	25	188	68
$^{57}\text{La}$	11300	5700	11000	11300	11300	11000	11300
$^{58}\text{Ce}$	390	100	2100	2200	390	11000	6000
$^{59}\text{Pr}$	25	0	0	1000	10	0	0

表 6.2-32 陆生生态系统各类生物的浓集因子 (Bp)

单位：对于 H、C 和惰性气体：(Bq/kg)/(Bq/m<sup>3</sup>)，其他：(Bq/kg)/(Bq/kg)

元素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
<sup>1</sup> H	1.50E+02												
<sup>6</sup> C	1.34E+03	4.29E+02	4.30E+02	1.34E+03	4.30E+02	8.90E+02	8.90E+02	1.34E+03	1.34E+03	4.30E+02	1.34E+03	8.90E+02	1.30E+03
<sup>24</sup> Cr	5.95E-03	2.77E-02	3.14E-03	9.20E-02	3.14E-03	2.06E-02	5.60E-02	5.95E-03	5.95E-03	2.77E-02	5.95E-03	1.00E-02	5.68E-03
<sup>25</sup> Mn	1.04E-02	1.72E-02	9.79E-02	1.04E-02	9.79E-02	9.17E-02	6.20E-01	2.49E-03	2.49E-03	4.65E-02	1.04E-02	4.40E+00	6.33E-02
<sup>26</sup> Fe	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	3.10E-03	4.90E-02	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	1.10E-02	9.20E-04
<sup>27</sup> Co	1.91E-01	1.88E-02	7.07E-03	1.30E-02	7.07E-03	1.93E-02	8.40E-02	1.91E-01	1.91E-01	1.88E-02	1.91E-01	1.30E-02	5.43E-03
<sup>38</sup> Sr	1.32E+00	6.63E-02	3.43E-01	1.23E+00	3.43E-01	7.83E-01	4.64E+00	1.67E+00	1.67E+00	9.23E-02	4.06E-01	1.80E-01	4.77E-01
<sup>40</sup> Zr	1.31E-01	9.55E-03	7.65E-03	1.31E-01	7.65E-03	3.89E-02	1.81E-01	2.54E-04	2.54E-04	9.55E-03	1.31E-01	5.32E-03	1.12E-02
<sup>41</sup> Nb	4.19E-02	1.53E-01	9.54E-04	1.72E-01	9.54E-04	1.27E-03	2.76E-02	4.19E-02	4.19E-02	1.53E-01	4.19E-02	1.21E-03	1.20E-02
<sup>43</sup> Tc	3.93E-01	3.93E-01	3.93E-01	1.67E-01	3.93E-01	1.39E+01	1.39E+01	3.93E-01	3.93E-01	3.93E-01	3.93E-01	1.16E-02	1.16E-02
<sup>44</sup> Ru	1.20E-01	6.37E-03	6.37E-03	1.20E-01	6.37E-03	2.00E-02	6.46E+00	1.20E-01	1.20E-01	6.37E-03	1.20E-01	4.07E-01	4.07E-01
<sup>47</sup> Ag	5.41E-01	5.41E-01	2.16E-02	5.41E-01	2.16E-02	2.33E+00	1.10E-02	5.41E-01	5.41E-01	5.41E-01	5.41E-01	5.20E-03	4.19E-01
<sup>51</sup> Sb	3.50E-03	4.59E-02	1.12E-02	3.50E-03	1.12E-02	3.74E-02	3.00E-01	3.50E-03	3.50E-03	4.59E-02	3.50E-03	3.74E-02	3.74E-02
<sup>52</sup> Te	1.86E-01	3.12E+00	1.40E-01	3.52E-01	1.40E-01	1.97E-02	5.05E-02	1.86E-01	1.86E-01	3.47E-02	1.86E-01	7.70E-03	2.73E-02
<sup>53</sup> I	4.00E-01	1.56E-01	3.01E-01	4.00E-01	3.01E-01	1.40E-01	1.40E-01	4.00E-01	4.00E-01	1.80E-01	4.00E-01	7.03E-04	1.40E-01
<sup>55</sup> Cs	4.57E-01	8.10E-02	1.06E-01	5.63E-01	1.06E-01	1.12E+00	3.78E+00	3.41E+00	3.41E+00	4.05E-02	5.74E-01	1.96E+00	1.36E-01
<sup>56</sup> Ba	2.77E-02	1.38E-02	1.64E-02	1.22E+01	1.64E-02	3.04E-02	9.30E-02	2.77E-02	2.77E-02	4.77E-02	2.77E-02	5.20E-01	1.02E-01
<sup>57</sup> La	5.70E-01	5.86E-03	1.70E-03	5.70E-01	1.70E-03	1.41E-02	2.16E-02	3.38E-02	3.38E-02	5.86E-03	5.70E-01	3.54E-03	3.87E-03
<sup>58</sup> Ce	4.88E-03	4.85E-03	2.16E-03	6.92E-02	2.16E-03	1.36E-02	1.64E-02	4.88E-03	4.88E-03	6.92E-02	4.88E-03	9.15E-03	1.71E-03

表 6.2-33 各放射性核素对海洋生物的内照射剂量率转换因子

单位: ( $\mu\text{Gy/h}$ ) / ( $\text{Bq/kg}$ )

核素	深海鱼类	甲壳类	藻类	软体类	浅水鱼	浮游植物	浮游动物
$^3\text{H}$	8.27E-06	8.27E-06	8.22E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.22E-06	8.27E-06
$^{14}\text{C}$	2.96E-05	2.96E-05	2.90E-05	2.85E-05	2.96E-05	2.76E-05	2.85E-05
$^{51}\text{Cr}$	8.99E-06	9.61E-06	7.77E-06	7.92E-06	9.27E-06	7.02E-06	7.21E-06
$^{54}\text{Mn}$	4.84E-05	6.48E-05	2.00E-05	2.35E-05	5.61E-05	7.60E-06	9.50E-06
$^{59}\text{Fe}$	1.22E-04	1.43E-04	8.19E-05	8.83E-05	1.32E-04	5.00E-05	6.50E-05
$^{58}\text{Co}$	7.31E-05	9.05E-05	3.86E-05	4.40E-05	8.27E-05	1.80E-05	2.52E-05
$^{60}\text{Co}$	1.70E-04	2.10E-04	8.78E-05	9.80E-05	1.90E-04	4.60E-05	5.60E-05
$^{89}\text{Sr}$	3.20E-04	3.30E-04	2.61E-04	3.10E-04	3.30E-04	5.77E-05	1.80E-04
$^{90}\text{Sr}$	6.00E-04	6.30E-04	4.66E-04	5.80E-04	6.20E-04	1.16E-04	2.90E-04
$^{91}\text{Sr}$	4.11E-04	4.45E-04	2.98E-04	3.64E-04	4.32E-04	6.05E-05	1.83E-04
$^{92}\text{Sr}$	1.69E-04	1.93E-04	1.21E-04	1.32E-04	1.81E-04	6.09E-05	9.53E-05
$^{90}\text{Y}$	4.90E-04	5.16E-04	3.60E-04	4.65E-04	5.12E-04	5.30E-05	1.93E-04
$^{91}\text{Y}$	3.31E-04	3.38E-04	2.67E-04	3.17E-04	3.37E-04	5.73E-05	1.82E-04
$^{95}\text{Zr}$	1.00E-04	1.20E-04	7.72E-05	8.20E-05	1.10E-04	5.15E-05	6.50E-05
$^{95}\text{Nb}$	6.43E-05	7.95E-05	3.78E-05	4.18E-05	7.24E-05	2.50E-05	2.81E-05
$^{99}\text{Mo}$	2.49E-04	2.56E-04	2.09E-04	2.32E-04	2.52E-04	7.32E-05	1.65E-04
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.97E-05	2.20E-05	1.44E-05	1.49E-05	2.06E-05	1.13E-05	1.24E-05
$^{103}\text{Ru}$	9.36E-05	1.04E-04	7.52E-05	7.80E-05	9.88E-05	5.97E-05	6.79E-05
$^{106}\text{Ru}$	7.30E-04	7.80E-04	5.00E-04	6.60E-04	7.70E-04	5.92E-05	2.04E-04
$^{106}\text{Rh}$	7.20E-04	7.78E-04	4.91E-04	6.53E-04	7.67E-04	4.98E-05	1.95E-04
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	2.90E-04	3.30E-04	1.97E-04	2.30E-04	3.10E-04	5.75E-05	1.30E-04
$^{124}\text{Sb}$	3.58E-04	3.67E-04	2.96E-04	3.37E-04	3.58E-04	1.04E-04	2.25E-04
$^{131}\text{Te}$	1.70E-04	2.00E-04	1.12E-04	1.20E-04	1.90E-04	5.07E-05	8.40E-05
$^{131\text{m}}\text{Te}$	1.83E-04	2.30E-04	1.11E-04	1.23E-04	2.00E-04	6.45E-05	8.06E-05
$^{132}\text{Te}$	1.70E-04	1.80E-04	1.40E-04	1.50E-04	1.80E-04	6.70E-05	1.20E-04
$^{134}\text{Te}$	6.61E-04	7.16E-04	4.99E-04	5.66E-04	6.90E-04	1.64E-04	3.66E-04
$^{131}\text{I}$	3.98E-04	4.43E-04	2.77E-04	3.25E-04	4.21E-04	6.17E-05	1.82E-04
$^{132}\text{I}$	1.02E-04	1.02E-04	9.79E-05	1.01E-04	1.02E-04	7.06E-05	9.28E-05
$^{133}\text{I}$	6.70E-04	7.20E-04	4.88E-04	6.30E-04	7.10E-04	9.83E-05	2.50E-04
$^{134}\text{I}$	3.10E-02	3.10E-02	3.06E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.06E-02	3.10E-02
$^{135}\text{I}$	8.06E-06	8.06E-06	8.10E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.10E-06	8.06E-06
$^{134}\text{Cs}$	6.06E-04	6.47E-04	4.27E-04	5.66E-04	6.41E-04	5.05E-05	1.96E-04
$^{136}\text{Cs}$	3.33E-04	3.49E-04	2.58E-04	3.07E-04	3.43E-04	5.77E-05	1.75E-04
$^{137}\text{Cs}$	7.31E-05	7.64E-05	6.53E-05	6.64E-05	7.45E-05	5.82E-05	6.19E-05
$^{138}\text{Cs}$	3.10E-04	3.16E-04	2.58E-04	2.97E-04	3.14E-04	7.57E-05	1.92E-04
$^{140}\text{Ba}$	2.78E-04	3.11E-04	1.98E-04	2.27E-04	2.95E-04	8.53E-05	1.43E-04
$^{140}\text{La}$	2.20E-04	2.38E-04	1.75E-04	1.88E-04	2.29E-04	8.49E-05	1.47E-04
$^{141}\text{Ce}$	4.64E-04	5.22E-04	3.10E-04	3.75E-04	4.95E-04	6.03E-05	1.89E-04
$^{143}\text{Ce}$	2.87E-04	3.18E-04	2.09E-04	2.36E-04	3.03E-04	6.33E-05	1.51E-04
$^{144}\text{Ce}$	7.16E-04	7.97E-04	4.64E-04	6.11E-04	7.70E-04	5.25E-05	2.00E-04
$^{143}\text{Pr}$	6.77E-05	7.98E-05	4.10E-05	4.82E-05	7.36E-05	6.56E-06	2.57E-05
$^{144}\text{Pr}$	2.66E-04	2.74E-04	2.23E-04	2.48E-04	2.70E-04	8.17E-05	1.77E-04

表 6.2-34 各放射性核素对海洋生物的外照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h) / (Bq/kg)

核素	深海鱼类	甲壳类	藻类	软体类	浅水鱼	浮游植物	浮游动物
<sup>3</sup> H	7.95E-13	7.40E-15	5.30E-09	2.90E-12	8.30E-15	1.92E-10	1.60E-13
<sup>14</sup> C	1.80E-08	2.10E-08	2.15E-07	7.20E-08	2.30E-08	1.68E-06	4.30E-07
<sup>51</sup> Cr	1.64E-05	1.58E-05	1.77E-05	1.75E-05	1.62E-05	1.84E-05	1.82E-05
<sup>54</sup> Mn	4.40E-04	4.30E-04	4.69E-04	4.70E-04	4.30E-04	4.82E-04	4.80E-04
<sup>59</sup> Fe	6.33E-04	6.12E-04	6.72E-04	6.66E-04	6.23E-04	7.04E-04	6.89E-04
<sup>58</sup> Co	5.10E-04	5.00E-04	5.48E-04	5.40E-04	5.00E-04	5.69E-04	5.60E-04
<sup>60</sup> Co	1.30E-03	1.30E-03	1.41E-03	1.40E-03	1.30E-03	1.45E-03	1.40E-03
<sup>89</sup> Sr	1.50E-05	8.40E-06	7.51E-05	2.80E-05	9.50E-06	2.79E-04	1.50E-04
<sup>90</sup> Sr	5.00E-05	2.30E-05	1.85E-04	7.70E-05	2.70E-05	5.36E-04	3.60E-04
<sup>91</sup> Sr	5.73E-04	5.39E-04	6.86E-04	6.21E-04	5.52E-04	9.24E-04	8.01E-04
<sup>92</sup> Sr	7.16E-04	6.93E-04	7.65E-04	7.54E-04	7.05E-04	8.25E-04	7.91E-04
<sup>90</sup> Y	4.88E-05	2.27E-05	1.79E-04	7.45E-05	2.65E-05	4.86E-04	3.45E-04
<sup>91</sup> Y	1.82E-05	1.08E-05	8.23E-05	3.17E-05	1.21E-05	2.93E-04	1.66E-04
<sup>95</sup> Zr	3.90E-04	3.80E-04	4.18E-04	4.10E-04	3.80E-04	4.43E-04	4.30E-04
<sup>95</sup> Nb	4.00E-04	3.90E-04	4.31E-04	4.30E-04	4.00E-04	4.43E-04	4.40E-04
<sup>99</sup> Mo	1.47E-04	1.40E-04	1.87E-04	1.64E-04	1.44E-04	3.23E-04	2.30E-04
<sup>99m</sup> Tc	6.53E-05	6.31E-05	7.06E-05	7.02E-05	6.45E-05	7.38E-05	7.27E-05
<sup>103</sup> Ru	2.50E-04	2.40E-04	2.65E-04	2.60E-04	2.40E-04	2.80E-04	2.70E-04
<sup>106</sup> Ru	2.20E-04	1.60E-04	4.45E-04	2.80E-04	1.70E-04	8.85E-04	7.40E-04
<sup>106</sup> Rh	2.17E-04	1.57E-04	4.45E-04	2.84E-04	1.68E-04	8.85E-04	7.41E-04
<sup>110m</sup> Ag	9.80E-04	9.40E-04	1.07E-03	1.00E-03	9.60E-04	1.21E-03	1.10E-03
<sup>124</sup> Sb	5.10E-05	4.30E-05	1.08E-04	6.60E-05	4.50E-05	3.00E-04	1.80E-04
<sup>131</sup> Te	8.20E-04	7.90E-04	8.80E-04	8.70E-04	8.10E-04	9.41E-04	9.10E-04
<sup>131m</sup> Te	1.10E-03	1.10E-03	1.22E-03	1.20E-03	1.10E-03	1.27E-03	1.30E-03
<sup>132</sup> Te	3.00E-04	2.90E-04	3.30E-04	3.20E-04	2.90E-04	4.03E-04	3.50E-04
<sup>134</sup> Te	1.53E-03	1.48E-03	1.70E-03	1.63E-03	1.50E-03	2.03E-03	1.83E-03
<sup>131</sup> I	1.25E-03	1.20E-03	1.37E-03	1.32E-03	1.22E-03	1.58E-03	1.46E-03
<sup>132</sup> I	3.90E-05	3.80E-05	4.61E-05	4.40E-05	3.90E-05	7.34E-05	5.20E-05
<sup>133</sup> I	1.10E-04	6.50E-05	2.95E-04	1.50E-04	7.20E-05	6.84E-04	5.30E-04
<sup>134</sup> I	4.50E-09	4.30E-09	4.79E-09	4.70E-09	4.40E-09	4.95E-09	4.90E-09
<sup>135</sup> I	9.10E-10	8.60E-10	2.03E-09	1.10E-09	8.90E-10	1.91E-09	1.40E-09
<sup>134</sup> Cs	9.38E-05	5.16E-05	2.73E-04	1.35E-04	5.81E-05	6.49E-04	5.03E-04
<sup>136</sup> Cs	2.47E-04	2.31E-04	3.22E-04	2.73E-04	2.37E-04	5.24E-04	4.05E-04
<sup>137</sup> Cs	7.45E-05	7.13E-05	8.24E-05	8.13E-05	7.32E-05	8.95E-05	8.58E-05
<sup>138</sup> Cs	4.14E-05	3.55E-05	9.29E-05	5.46E-05	3.71E-05	2.77E-04	1.59E-04
<sup>140</sup> Ba	8.11E-04	7.78E-04	8.91E-04	8.62E-04	7.94E-04	1.00E-03	9.46E-04
<sup>140</sup> La	4.65E-04	4.47E-04	5.10E-04	4.97E-04	4.57E-04	6.01E-04	5.38E-04
<sup>141</sup> Ce	1.41E-03	1.35E-03	1.56E-03	1.50E-03	1.38E-03	1.81E-03	1.68E-03
<sup>143</sup> Ce	8.83E-04	8.52E-04	9.61E-04	9.33E-04	8.67E-04	1.11E-03	1.02E-03
<sup>144</sup> Ce	1.34E-03	1.26E-03	1.60E-03	1.45E-03	1.29E-03	2.01E-03	1.86E-03
<sup>143</sup> Pr	3.15E-04	3.02E-04	3.41E-04	3.34E-04	3.09E-04	3.76E-04	3.56E-04
<sup>144</sup> Pr	1.51E-04	1.43E-04	1.94E-04	1.69E-04	1.47E-04	3.36E-04	2.40E-04



表 6.2-35 (2/2) 各放射性核素对陆生生物的空气浸没外照射剂量率转换因子

单位: ( $\mu\text{Gy/h}$ )/(Bq/m<sup>3</sup>)

核素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
<sup>131</sup> I	0	0	0	4.22E-04	4.52E-04	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>132</sup> I	0	0	0	1.10E-05	1.20E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>133</sup> I	0	0	0	7.90E-06	9.00E-06	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>134</sup> I	0	0	0	1.50E-09	1.70E-09	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>135</sup> I	0	0	0	2.10E-10	2.70E-10	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>134</sup> Cs	0	0	0	5.78E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>136</sup> Cs	0	0	0	8.34E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>137</sup> Cs	0	0	0	2.23E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>138</sup> Cs	0	0	0	1.05E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>140</sup> Ba	0	0	0	2.80E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>140</sup> La	0	0	0	1.62E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>141</sup> Ce	0	0	0	4.89E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>143</sup> Ce	0	0	0	3.01E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>144</sup> Ce	0	0	0	4.27E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>143</sup> Pr	0	0	0	1.12E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>144</sup> Pr	0	0	0	4.85E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<sup>85</sup> Kr	4.00E-06	9.90E-06	2.40E-05	1.80E-06	1.40E-05	1.00E-05	4.20E-05	7.10E-07	2.40E-06	8.50E-06	2.60E-06	4.60E-05	4.60E-05
<sup>88</sup> Kr	1.90E-03	2.30E-03	2.50E-03	1.50E-03	2.40E-03	2.30E-03	2.70E-03	8.20E-04	1.60E-03	2.20E-03	1.60E-03	2.70E-03	2.70E-03
<sup>133</sup> Xe	2.40E-05	2.60E-05	2.90E-05	1.90E-05	2.70E-05	2.70E-05	3.20E-05	6.20E-06	2.20E-05	2.60E-05	2.10E-05	3.20E-05	3.20E-05

表 6.2-36 各放射性核素对陆生生物的土表沉积外照射剂量率转换因子

单位: (μGy/h)/(Bq/kg)

核素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
<sup>51</sup> Cr	6.34E-06	0	6.39E-06	5.79E-06	6.39E-06	6.36E-06	6.39E-06	3.01E-06	6.17E-06	6.39E-06	5.99E-06	5.96E-06	5.06E-06
<sup>54</sup> Mn	1.70E-04	0	1.70E-04	1.70E-04	1.70E-04	1.60E-04	1.71E-04	8.40E-05	1.70E-04	1.70E-04	1.60E-04	1.60E-04	1.30E-04
<sup>59</sup> Fe	2.35E-04	0	2.37E-04	2.20E-04	2.37E-04	2.27E-04	2.37E-04	1.22E-04	2.30E-04	2.37E-04	2.24E-04	2.15E-04	1.85E-04
<sup>58</sup> Co	2.00E-04	0	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	1.90E-04	1.99E-04	9.80E-05	1.90E-04	2.00E-04	1.90E-04	1.80E-04	1.60E-04
<sup>60</sup> Co	4.90E-04	0	5.00E-04	4.90E-04	5.00E-04	4.80E-04	4.96E-04	2.60E-04	4.80E-04	5.00E-04	4.70E-04	4.50E-04	3.90E-04
<sup>89</sup> Sr	1.70E-08	0	1.70E-08	1.70E-08	1.70E-08	1.70E-08	1.72E-08	8.50E-09	1.70E-08	1.70E-08	1.60E-08	1.60E-08	1.30E-08
<sup>90</sup> Sr	1.60E-11	0	1.60E-11	1.60E-11	1.60E-11	1.30E-10	1.63E-11	4.60E-12	1.60E-11	1.60E-11	1.50E-11	5.10E-11	5.90E-12
<sup>91</sup> Sr	2.09E-04	0	2.11E-04	1.94E-04	2.11E-04	2.05E-04	2.11E-04	1.04E-04	2.04E-04	2.10E-04	1.99E-04	1.93E-04	1.64E-04
<sup>92</sup> Sr	2.61E-04	0	2.62E-04	2.45E-04	2.62E-04	2.53E-04	2.62E-04	1.39E-04	2.56E-04	2.62E-04	2.50E-04	2.39E-04	2.06E-04
<sup>90</sup> Y	1.60E-11	0	1.63E-11	1.48E-11	1.63E-11	1.25E-10	1.63E-11	4.68E-12	1.56E-11	1.62E-11	1.54E-11	5.09E-11	5.85E-12
<sup>91</sup> Y	7.15E-07	0	7.19E-07	6.68E-07	7.19E-07	6.91E-07	7.19E-07	3.72E-07	6.99E-07	7.19E-07	6.82E-07	6.53E-07	5.63E-07
<sup>95</sup> Zr	1.50E-04	0	1.50E-04	1.50E-04	1.50E-04	1.50E-04	1.52E-04	7.40E-05	1.50E-04	1.50E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.20E-04
<sup>95</sup> Nb	1.60E-04	0	1.60E-04	1.50E-04	1.60E-04	1.50E-04	1.57E-04	7.70E-05	1.50E-04	1.60E-04	1.50E-04	1.40E-04	1.20E-04
<sup>99</sup> Mo	5.02E-05	0	5.06E-05	4.64E-05	5.06E-05	5.06E-05	5.06E-05	2.34E-05	4.90E-05	5.05E-05	4.78E-05	4.79E-05	4.04E-05
<sup>99m</sup> Tc	2.11E-05	0	2.13E-05	1.95E-05	2.13E-05	2.20E-05	2.13E-05	9.10E-06	2.06E-05	2.13E-05	2.01E-05	2.08E-05	1.75E-05
<sup>103</sup> Ru	9.60E-05	0	9.70E-05	9.60E-05	9.70E-05	9.50E-05	9.68E-05	4.70E-05	9.40E-05	9.70E-05	9.10E-05	9.00E-05	7.60E-05
<sup>106</sup> Ru	4.20E-05	0	4.20E-05	4.10E-05	4.20E-05	4.10E-05	4.20E-05	2.10E-05	4.10E-05	4.20E-05	4.00E-05	3.90E-05	3.30E-05
<sup>110m</sup> Ag	3.60E-04	0	3.60E-04	3.50E-04	3.60E-04	3.50E-04	3.58E-04	1.90E-04	3.50E-04	3.60E-04	3.40E-04	3.30E-04	2.80E-04
<sup>124</sup> Sb	1.40E-05	0	1.40E-05	1.40E-05	1.40E-05	1.40E-05	1.39E-05	6.70E-06	1.30E-05	1.40E-05	1.30E-05	1.30E-05	1.10E-05
<sup>131</sup> Te	3.20E-04	0	3.20E-04	3.10E-04	3.20E-04	3.10E-04	3.19E-04	1.60E-04	3.10E-04	3.20E-04	3.00E-04	2.90E-04	2.50E-04
<sup>131m</sup> Te	4.30E-04	0	4.40E-04	4.30E-04	4.40E-04	4.20E-04	4.36E-04	2.20E-04	4.20E-04	4.40E-04	4.10E-04	4.00E-04	3.40E-04
<sup>132</sup> Te	1.10E-04	0	1.20E-04	1.10E-04	1.20E-04	1.10E-04	1.16E-04	5.60E-05	1.10E-04	1.20E-04	1.10E-04	1.10E-04	9.00E-05
<sup>134</sup> Te	5.54E-04	0	5.57E-04	5.19E-04	5.57E-04	5.39E-04	5.57E-04	2.93E-04	5.44E-04	5.57E-04	5.32E-04	5.11E-04	4.39E-04
<sup>131</sup> I	4.50E-04	0	4.52E-04	4.22E-04	4.52E-04	4.37E-04	4.52E-04	2.40E-04	4.41E-04	4.52E-04	4.32E-04	4.14E-04	3.56E-04
<sup>132</sup> I	1.20E-05	0	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.30E-05	1.24E-05	5.30E-06	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.20E-05	1.00E-05
<sup>133</sup> I	9.00E-06	0	9.00E-06	9.00E-06	9.00E-06	9.10E-06	9.04E-06	4.50E-06	8.80E-06	9.00E-06	8.60E-06	8.60E-06	7.30E-06
<sup>134</sup> I	1.70E-09	0	1.70E-09	1.70E-09	1.70E-09	1.70E-09	1.74E-09	8.60E-10	1.70E-09	1.70E-09	1.60E-09	1.60E-09	1.40E-09
<sup>135</sup> I	2.60E-10	0	2.70E-10	2.60E-10	2.70E-10	3.20E-10	2.68E-10	1.00E-10	2.60E-10	2.70E-10	2.50E-10	2.60E-10	2.00E-10
<sup>134</sup> Cs	6.22E-06	0	6.28E-06	5.78E-06	6.27E-06	6.13E-06	6.28E-06	3.08E-06	6.09E-06	6.26E-06	5.95E-06	5.80E-06	4.91E-06
<sup>136</sup> Cs	8.99E-05	0	9.07E-05	8.34E-05	9.06E-05	8.89E-05	9.07E-05	4.42E-05	8.79E-05	9.05E-05	8.59E-05	8.41E-05	7.10E-05
<sup>137</sup> Cs	2.42E-05	0	2.44E-05	2.23E-05	2.44E-05	2.53E-05	2.44E-05	1.06E-05	2.36E-05	2.44E-05	2.30E-05	2.37E-05	1.97E-05
<sup>138</sup> Cs	1.14E-05	0	1.15E-05	1.05E-05	1.15E-05	1.14E-05	1.15E-05	5.52E-06	1.11E-05	1.14E-05	1.08E-05	1.07E-05	8.94E-06
<sup>140</sup> Ba	3.02E-04	0	3.04E-04	2.80E-04	3.04E-04	2.95E-04	3.04E-04	1.51E-04	2.95E-04	3.03E-04	2.88E-04	2.79E-04	2.38E-04
<sup>140</sup> La	1.75E-04	0	1.77E-04	1.62E-04	1.77E-04	1.74E-04	1.77E-04	8.51E-05	1.71E-04	1.77E-04	1.67E-04	1.64E-04	1.39E-04
<sup>141</sup> Ce	5.26E-04	0	5.30E-04	4.90E-04	5.30E-04	5.13E-04	5.30E-04	2.66E-04	5.14E-04	5.30E-04	5.02E-04	4.84E-04	4.14E-04
<sup>143</sup> Ce	3.22E-04	0	3.24E-04	3.01E-04	3.24E-04	3.12E-04	3.24E-04	1.70E-04	3.15E-04	3.24E-04	3.08E-04	2.95E-04	2.54E-04
<sup>144</sup> Ce	4.55E-04	0	4.57E-04	4.28E-04	4.57E-04	4.41E-04	4.57E-04	2.45E-04	4.47E-04	4.57E-04	4.37E-04	4.18E-04	3.60E-04
<sup>143</sup> Pr	1.21E-04	0	1.22E-04	1.12E-04	1.22E-04	1.19E-04	1.22E-04	5.97E-05	1.18E-04	1.22E-04	1.16E-04	1.13E-04	9.55E-05
<sup>144</sup> Pr	5.27E-05	0	5.31E-05	4.84E-05	5.31E-05	5.31E-05	5.31E-05	2.52E-05	5.14E-05	5.30E-05	5.00E-05	4.99E-05	4.20E-05

表 6.2-37 各放射性核素对陆生生物的土中浸没外照射剂量率转换因子

单位: (μGy/h)/(Bq/kg)

核素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
<sup>51</sup> Cr	1.52E-05	1.54E-05	1.55E-05	0	0	0	0	0	1.44E-05	1.54E-05	1.38E-05	0	0
<sup>54</sup> Mn	4.40E-04	4.40E-04	4.50E-04	0	0	0	0	0	4.20E-04	4.50E-04	4.00E-04	0	0
<sup>59</sup> Fe	6.08E-04	6.15E-04	6.19E-04	0	0	0	0	0	5.82E-04	6.17E-04	5.62E-04	0	0
<sup>58</sup> Co	5.10E-04	5.20E-04	5.20E-04	0	0	0	0	0	4.90E-04	5.20E-04	4.70E-04	0	0
<sup>60</sup> Co	1.30E-03	1.30E-03	1.30E-03	0	0	0	0	0	1.20E-03	1.30E-03	1.20E-03	0	0
<sup>89</sup> Sr	4.40E-08	4.50E-08	4.50E-08	0	0	0	0	0	4.20E-08	4.50E-08	4.10E-08	0	0
<sup>90</sup> Sr	1.50E-10	1.50E-10	1.60E-10	0	0	0	0	0	1.20E-10	1.50E-10	1.10E-10	0	0
<sup>91</sup> Sr	5.40E-04	5.47E-04	5.51E-04	0	0	0	0	0	5.15E-04	5.50E-04	4.95E-04	0	0
<sup>92</sup> Sr	6.80E-04	6.87E-04	6.91E-04	0	0	0	0	0	6.52E-04	6.90E-04	6.30E-04	0	0
<sup>90</sup> Y	1.47E-10	1.53E-10	1.57E-10	0	0	0	0	0	1.24E-10	1.55E-10	1.06E-10	0	0
<sup>91</sup> Y	1.85E-06	1.87E-06	1.88E-06	0	0	0	0	0	1.77E-06	1.88E-06	1.71E-06	0	0
<sup>95</sup> Zr	3.90E-04	4.00E-04	4.00E-04	0	0	0	0	0	3.70E-04	4.00E-04	3.60E-04	0	0
<sup>95</sup> Nb	4.10E-04	4.10E-04	4.10E-04	0	0	0	0	0	3.90E-04	4.10E-04	3.70E-04	0	0
<sup>99</sup> Mo	1.20E-04	1.22E-04	1.22E-04	0	0	0	0	0	1.14E-04	1.22E-04	1.10E-04	0	0
<sup>99m</sup> Tc	4.52E-05	4.57E-05	4.60E-05	0	0	0	0	0	4.31E-05	4.59E-05	4.15E-05	0	0
<sup>103</sup> Ru	2.40E-04	2.50E-04	2.50E-04	0	0	0	0	0	2.30E-04	2.50E-04	2.20E-04	0	0
<sup>106</sup> Ru	1.10E-04	1.10E-04	1.10E-04	0	0	0	0	0	1.00E-04	1.10E-04	9.80E-05	0	0
<sup>110m</sup> Ag	9.30E-04	9.50E-04	9.50E-04	0	0	0	0	0	8.90E-04	9.50E-04	8.60E-04	0	0
<sup>124</sup> Sb	3.50E-05	3.60E-05	3.60E-05	0	0	0	0	0	3.30E-05	3.60E-05	3.20E-05	0	0
<sup>131</sup> Te	8.20E-04	8.30E-04	8.40E-04	0	0	0	0	0	7.80E-04	8.30E-04	7.50E-04	0	0
<sup>131m</sup> Te	1.10E-03	1.10E-03	1.10E-03	0	0	0	0	0	1.10E-03	1.10E-03	1.00E-03	0	0
<sup>132</sup> Te	3.00E-04	3.00E-04	3.10E-04	0	0	0	0	0	2.80E-04	3.00E-04	2.70E-04	0	0
<sup>134</sup> Te	1.45E-03	1.46E-03	1.47E-03	0	0	0	0	0	1.38E-03	1.47E-03	1.33E-03	0	0
<sup>131</sup> I	1.18E-03	1.19E-03	1.20E-03	0	0	0	0	0	1.13E-03	1.19E-03	1.09E-03	0	0
<sup>132</sup> I	2.70E-05	2.70E-05	2.70E-05	0	0	0	0	0	2.60E-05	2.70E-05	2.50E-05	0	0
<sup>133</sup> I	2.30E-05	2.30E-05	2.30E-05	0	0	0	0	0	2.20E-05	2.30E-05	2.10E-05	0	0
<sup>134</sup> I	4.50E-09	4.50E-09	4.60E-09	0	0	0	0	0	4.30E-09	4.60E-09	4.10E-09	0	0
<sup>135</sup> I	5.50E-10	5.60E-10	5.60E-10	0	0	0	0	0	5.20E-10	5.60E-10	4.90E-10	0	0
<sup>134</sup> Cs	1.63E-05	1.65E-05	1.66E-05	0	0	0	0	0	1.54E-05	1.65E-05	1.48E-05	0	0
<sup>136</sup> Cs	2.32E-04	2.36E-04	2.37E-04	0	0	0	0	0	2.21E-04	2.37E-04	2.12E-04	0	0
<sup>137</sup> Cs	5.40E-05	5.48E-05	5.52E-05	0	0	0	0	0	5.14E-05	5.50E-05	4.93E-05	0	0
<sup>138</sup> Cs	2.87E-05	2.91E-05	2.93E-05	0	0	0	0	0	2.72E-05	2.92E-05	2.61E-05	0	0
<sup>140</sup> Ba	7.76E-04	7.85E-04	7.91E-04	0	0	0	0	0	7.40E-04	7.89E-04	7.12E-04	0	0
<sup>140</sup> La	4.44E-04	4.50E-04	4.53E-04	0	0	0	0	0	4.22E-04	4.52E-04	4.05E-04	0	0
<sup>141</sup> Ce	1.36E-03	1.38E-03	1.39E-03	0	0	0	0	0	1.30E-03	1.39E-03	1.25E-03	0	0
<sup>143</sup> Ce	8.38E-04	8.48E-04	8.53E-04	0	0	0	0	0	8.03E-04	8.51E-04	7.75E-04	0	0
<sup>144</sup> Ce	1.20E-03	1.21E-03	1.22E-03	0	0	0	0	0	1.15E-03	1.22E-03	1.11E-03	0	0
<sup>143</sup> Pr	3.16E-04	3.20E-04	3.23E-04	0	0	0	0	0	3.01E-04	3.22E-04	2.88E-04	0	0
<sup>144</sup> Pr	1.31E-04	1.32E-04	1.33E-04	0	0	0	0	0	1.24E-04	1.33E-04	1.19E-04	0	0

表 6.2-38（1/2） 各放射性核素对陆生生物的内照射剂量率转换因子

单位：(μGy/h)/(Bq/kg)

核素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
<sup>3</sup> H	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06	7.72E-06	8.27E-06	8.22E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06	8.27E-06
<sup>14</sup> C	2.85E-05	2.85E-05	2.85E-05	2.96E-05	2.85E-05	2.85E-05	2.89E-05	2.96E-05	2.96E-05	2.85E-05	2.96E-05	2.85E-05	2.96E-05
<sup>51</sup> Cr	8.06E-06	7.57E-06	7.25E-06	1.00E-05	7.39E-06	7.53E-06	7.19E-06	1.90E-05	8.98E-06	7.49E-06	8.78E-06	7.53E-06	1.88E-05
<sup>54</sup> Mn	2.76E-05	1.68E-05	1.01E-05	7.31E-05	1.25E-05	1.58E-05	9.59E-06	2.96E-04	4.96E-05	1.45E-05	4.37E-05	1.58E-05	2.65E-04
<sup>59</sup> Fe	9.29E-05	7.76E-05	6.69E-05	1.56E-04	7.12E-05	7.60E-05	6.46E-05	4.51E-04	1.23E-04	7.46E-05	1.16E-04	7.60E-05	3.97E-04
<sup>58</sup> Co	4.84E-05	3.42E-05	2.64E-05	1.03E-04	2.96E-05	3.31E-05	2.51E-05	3.67E-04	7.42E-05	3.25E-05	6.68E-05	3.31E-05	3.27E-04
<sup>60</sup> Co	1.10E-04	7.70E-05	5.90E-05	2.40E-04	6.40E-05	7.40E-05	5.70E-05	8.50E-04	1.70E-04	7.10E-05	1.50E-04	7.40E-05	7.30E-04
<sup>89</sup> Sr	3.10E-04	2.90E-04	2.10E-04	3.30E-04	2.50E-04	2.80E-04	1.96E-04	3.30E-04	3.30E-04	2.80E-04	3.20E-04	2.80E-04	3.40E-04
<sup>90</sup> Sr	5.90E-04	5.20E-04	3.50E-04	6.30E-04	4.20E-04	5.10E-04	3.17E-04	6.50E-04	6.20E-04	4.90E-04	6.00E-04	5.10E-04	6.50E-04
<sup>91</sup> Sr	3.76E-04	3.22E-04	2.16E-04	4.59E-04	2.69E-04	3.13E-04	1.97E-04	7.40E-04	4.22E-04	2.99E-04	4.04E-04	3.13E-04	7.04E-04
<sup>92</sup> Sr	1.37E-04	1.18E-04	9.98E-05	2.07E-04	1.08E-04	1.16E-04	9.52E-05	5.34E-04	1.71E-04	1.14E-04	1.63E-04	1.16E-04	4.69E-04
<sup>90</sup> Y	4.77E-04	4.13E-04	2.44E-04	5.19E-04	3.29E-04	3.99E-04	2.20E-04	5.35E-04	5.08E-04	3.78E-04	4.88E-04	3.99E-04	5.35E-04
<sup>91</sup> Y	3.23E-04	2.94E-04	2.16E-04	3.40E-04	2.61E-04	2.90E-04	1.98E-04	3.47E-04	3.35E-04	2.82E-04	3.29E-04	2.90E-04	3.47E-04
<sup>95</sup> Zr	8.50E-05	7.50E-05	6.70E-05	1.30E-04	7.00E-05	7.30E-05	6.48E-05	3.20E-04	1.10E-04	7.30E-05	1.00E-04	7.30E-05	3.00E-04
<sup>95</sup> Nb	4.49E-05	3.43E-05	2.91E-05	8.87E-05	3.06E-05	3.43E-05	2.81E-05	2.90E-04	6.53E-05	3.33E-05	6.02E-05	3.43E-05	2.60E-04
<sup>99</sup> Mo	2.36E-04	2.19E-04	1.83E-04	2.60E-04	2.04E-04	2.17E-04	1.71E-04	3.40E-04	2.49E-04	2.14E-04	2.46E-04	2.17E-04	3.37E-04
<sup>99m</sup> Tc	1.54E-05	1.36E-05	1.25E-05	2.39E-05	1.30E-05	1.35E-05	1.23E-05	6.23E-05	1.93E-05	1.33E-05	1.87E-05	1.35E-05	6.33E-05
<sup>103</sup> Ru	8.01E-05	7.42E-05	6.90E-05	1.15E-04	7.21E-05	7.31E-05	6.74E-05	2.35E-04	9.47E-05	7.31E-05	9.05E-05	7.31E-05	2.25E-04
<sup>106</sup> Ru	6.90E-04	5.40E-04	2.65E-04	7.90E-04	3.60E-04	5.10E-04	2.35E-04	8.80E-04	7.60E-04	4.70E-04	7.20E-04	5.10E-04	8.80E-04
<sup>110m</sup> Ag	2.40E-04	2.00E-04	1.40E-04	3.50E-04	1.70E-04	2.00E-04	1.34E-04	8.10E-04	3.00E-04	1.90E-04	2.80E-04	2.00E-04	7.30E-04
<sup>124</sup> Sb	3.47E-04	3.16E-04	2.56E-04	3.67E-04	2.85E-04	3.16E-04	2.37E-04	3.87E-04	3.58E-04	3.06E-04	3.58E-04	3.16E-04	3.87E-04
<sup>131</sup> Te	1.30E-04	1.10E-04	8.80E-05	2.20E-04	9.70E-05	1.00E-04	8.46E-05	6.30E-04	1.70E-04	1.00E-04	1.60E-04	1.00E-04	5.80E-04
<sup>131m</sup> Te	1.33E-04	1.02E-04	8.37E-05	2.50E-04	9.08E-05	9.99E-05	8.10E-05	8.10E-04	1.94E-04	9.69E-05	1.73E-04	9.99E-05	7.30E-04
<sup>132</sup> Te	1.50E-04	1.40E-04	1.20E-04	1.90E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.18E-04	3.40E-04	1.70E-04	1.40E-04	1.70E-04	1.40E-04	3.20E-04
<sup>134</sup> Te	5.83E-04	5.15E-04	4.08E-04	7.49E-04	4.66E-04	5.08E-04	3.81E-04	1.46E-03	6.66E-04	4.96E-04	6.45E-04	5.08E-04	1.33E-03

表 6.2-38 (2/2) 各放射性核素对陆生生物的内照射剂量率转换因子

单位: ( $\mu\text{Gy/h}$ )/(Bq/kg)

核素	两栖动物	环节动物	食腐节肢动物	鸟类	飞行类昆虫	草本植物	苔藓植物	大型哺乳动物	小型掘洞哺乳动物	腹足纲软体动物	爬行动物	灌木植物	乔木
$^{131}\text{I}$	3.38E-04	2.87E-04	2.11E-04	4.69E-04	2.52E-04	2.82E-04	1.94E-04	1.04E-03	4.03E-04	2.73E-04	3.86E-04	2.82E-04	9.35E-04
$^{132}\text{I}$	1.02E-04	9.89E-05	9.39E-05	1.12E-04	9.59E-05	9.89E-05	9.12E-05	1.33E-04	1.02E-04	9.79E-05	1.02E-04	9.89E-05	1.33E-04
$^{133}\text{I}$	6.50E-04	5.40E-04	3.00E-04	7.20E-04	4.10E-04	5.20E-04	2.77E-04	7.60E-04	7.00E-04	4.90E-04	6.70E-04	5.20E-04	7.60E-04
$^{134}\text{I}$	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.06E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02
$^{135}\text{I}$	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06	7.61E-06	8.06E-06	8.10E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06	8.06E-06
$^{134}\text{Cs}$	5.86E-04	4.86E-04	2.54E-04	6.53E-04	3.61E-04	4.63E-04	2.26E-04	6.86E-04	6.35E-04	4.31E-04	6.03E-04	4.63E-04	6.85E-04
$^{136}\text{Cs}$	3.14E-04	2.81E-04	2.06E-04	3.56E-04	2.47E-04	2.77E-04	1.89E-04	4.81E-04	3.38E-04	2.68E-04	3.29E-04	2.77E-04	4.69E-04
$^{137}\text{Cs}$	6.72E-05	6.43E-05	6.23E-05	7.88E-05	6.32E-05	6.41E-05	6.19E-05	1.22E-04	7.28E-05	6.38E-05	7.18E-05	6.41E-05	1.23E-04
$^{138}\text{Cs}$	3.01E-04	2.78E-04	2.19E-04	3.18E-04	2.54E-04	2.75E-04	2.04E-04	3.38E-04	3.12E-04	2.69E-04	3.08E-04	2.75E-04	3.37E-04
$^{140}\text{Ba}$	2.36E-04	2.03E-04	1.57E-04	3.30E-04	1.80E-04	1.99E-04	1.48E-04	7.27E-04	2.82E-04	1.93E-04	2.69E-04	1.99E-04	6.73E-04
$^{140}\text{La}$	1.93E-04	1.75E-04	1.54E-04	2.50E-04	1.66E-04	1.74E-04	1.47E-04	4.93E-04	2.21E-04	1.72E-04	2.15E-04	1.74E-04	4.72E-04
$^{141}\text{Ce}$	3.91E-04	3.26E-04	2.24E-04	5.54E-04	2.77E-04	3.18E-04	2.05E-04	1.23E-03	4.73E-04	3.06E-04	4.49E-04	3.18E-04	1.13E-03
$^{143}\text{Ce}$	2.45E-04	2.12E-04	1.68E-04	3.36E-04	1.92E-04	2.09E-04	1.57E-04	7.43E-04	2.90E-04	2.04E-04	2.78E-04	2.09E-04	6.68E-04
$^{144}\text{Ce}$	6.41E-04	5.08E-04	2.59E-04	8.27E-04	3.71E-04	4.81E-04	2.30E-04	1.42E-03	7.47E-04	4.46E-04	7.02E-04	4.81E-04	1.31E-03
$^{143}\text{Pr}$	5.10E-05	4.02E-05	2.97E-05	8.72E-05	3.51E-05	3.94E-05	2.71E-05	2.47E-04	6.84E-05	3.82E-05	6.42E-05	3.94E-05	2.29E-04
$^{144}\text{Pr}$	2.52E-04	2.33E-04	1.95E-04	2.79E-04	2.18E-04	2.32E-04	1.83E-04	3.60E-04	2.67E-04	2.28E-04	2.63E-04	2.32E-04	3.56E-04
$^{85}\text{Kr}$	1.40E-04	1.40E-04	1.20E-04	1.40E-04	1.30E-04	1.40E-04	1.00E-04	1.50E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.40E-04	1.00E-04	1.00E-04
$^{88}\text{Kr}$	9.80E-04	6.00E-04	3.40E-04	1.40E-03	4.90E-04	6.00E-04	2.00E-04	2.00E-03	1.20E-03	6.40E-04	1.20E-03	1.80E-04	1.80E-04
$^{133}\text{Xe}$	8.35E-05	8.15E-05	7.85E-05	8.85E-05	8.05E-05	8.15E-05	7.55E-05	1.02E-04	8.55E-05	8.15E-05	8.65E-05	7.55E-05	7.55E-05

表 6.2-39 海洋生态系统各生物居留因子

生物	水面	水中	水底	底泥
深海鱼类	0	0	1	0
甲壳类	0	0	1	0
藻类	0	0	1	0
软体类	0	0	1	0
浅水鱼	0	1	0	0
浮游植物	0	1	0	0
浮游动物	0	1	0	0

表 6.2-40 陆生生态系统各生物居留因子

生物	土表	土中	空气中
两栖动物	1	0	1
环节动物	0	1	0
腐食节肢动物	0	1	0
鸟类	1	0	1
飞行类昆虫	1	0	1
草本植物	1	0	1
苔藓植物	1	0	1
大型哺乳动物	1	0	1
小型掘洞哺乳动物	0	1	0
腹足纲软体动物	1	0	1
爬行动物	0	1	0
灌木植物	1	0	1
乔木	1	0	1

表 6.2-41 液态排放口附近海域海洋生物的辐射剂量率

单位：μGy/h

运行工况	生物类别	内照射剂量率	外照射剂量率	总剂量率
太平岭核电厂 二期工程 2 台机 组	深海鱼类	2.95E-03	2.93E-06	2.95E-03
	甲壳类	1.32E-02	2.82E-06	1.32E-02
	藻类	8.20E-03	3.36E-06	8.20E-03
	软体类	2.26E-02	3.10E-06	2.26E-02
	浅水鱼	3.08E-03	5.26E-06	3.08E-03
	浮游植物	4.54E-03	6.89E-06	4.54E-03
	浮游动物	1.80E-02	6.17E-06	1.80E-02
太平岭核电厂 四台机组	深海鱼类	4.87E-03	4.43E-06	4.87E-03
	甲壳类	1.69E-02	4.27E-06	1.69E-02
	藻类	1.24E-02	5.17E-06	1.24E-02
	软体类	3.14E-02	4.71E-06	3.14E-02
	浅水鱼	5.02E-03	8.07E-06	5.03E-03
	浮游植物	6.05E-03	1.06E-05	6.06E-03
	浮游动物	2.82E-02	9.52E-06	2.82E-02

表 6.2-42（1/2） 各类陆生生物所受剂量率（二期工程）

单位：μGy/h

生物	空气外照射	土表外照射	土中外照射	内照射	总剂量率
两栖动物	3.68E-04	1.65E-04	--	4.25E-04	9.57E-04
环节动物	--	--	1.73E-06	3.07E-04	3.09E-04
腐食节肢动物	--	--	1.76E-06	3.07E-04	3.09E-04
鸟类	2.90E-04	1.63E-04	--	4.31E-04	8.84E-04
飞行类昆虫	4.66E-04	1.72E-04	--	2.90E-04	9.29E-04
草本植物	4.46E-04	1.62E-04	--	3.67E-04	9.75E-04
苔藓植物	5.46E-04	1.69E-04	--	3.68E-04	1.08E-03
大型哺乳动物	1.52E-04	8.39E-05	--	4.35E-04	6.71E-04
小型掘洞哺乳动物	--	--	1.61E-06	4.33E-04	4.34E-04
腹足纲软体动物	4.26E-04	1.72E-04	--	3.07E-04	9.05E-04
爬行动物	--	--	1.57E-06	4.31E-04	4.33E-04
灌木植物	5.49E-04	1.57E-04	--	3.67E-04	1.07E-03
乔木	5.49E-04	1.32E-04	--	4.25E-04	1.11E-03

表 6.2-42 (2/2) 各类陆生生物所受剂量率（四台机组）

单位：μGy/h

生物	空气外照射	土表外照射	土中外照射	内照射	总剂量率
两栖动物	6.39E-04	2.46E-04	--	7.41E-04	1.63E-03
环节动物	--	--	2.59E-06	5.36E-04	5.38E-04
腐食节肢动物	--	--	2.65E-06	5.36E-04	5.39E-04
鸟类	5.03E-04	2.44E-04	--	7.52E-04	1.50E-03
飞行类昆虫	8.10E-04	2.60E-04	--	5.07E-04	1.58E-03
草本植物	7.75E-04	2.44E-04	--	6.40E-04	1.66E-03
苔藓植物	9.50E-04	2.54E-04	--	6.42E-04	1.85E-03
大型哺乳动物	2.64E-04	1.25E-04	--	7.59E-04	1.15E-03
小型掘洞哺乳动物	--	--	2.42E-06	7.55E-04	7.58E-04
腹足纲软体动物	7.40E-04	2.60E-04	--	5.36E-04	1.54E-03
爬行动物	--	--	2.34E-06	7.52E-04	7.55E-04
灌木植物	9.55E-04	2.37E-04	--	6.41E-04	1.83E-03
乔木	9.55E-04	1.98E-04	--	7.43E-04	1.90E-03

表 6.2-43（1/2） 厂址附近各职业人群受照辐射剂量比较

单位：Sv/a

居民来源 照射途径		W方位2.5 km	WSW方位2.6km	NW方位1.4 km	WNW方位1.9 km	NNE方位1.2 km
		渡头村渔民	湾仔村渔民	下太平村村民	山下村村民	上太平村村民
气态	空气浸没外照射	8.14E-09	8.05E-09	7.25E-09	9.17E-09	7.77E-09
	地面沉积外照射	5.85E-09	3.75E-09	4.49E-09	6.21E-09	5.14E-09
	吸入空气内照射	1.39E-08	1.40E-08	1.22E-08	1.51E-08	1.28E-08
	陆生食品内照射	3.70E-07	3.68E-07	2.78E-07	3.43E-07	2.92E-07
气态途径剂量合计		3.98E-07	3.93E-07	3.02E-07	3.74E-07	3.18E-07
液态	岸边沉积外照射	3.48E-10	3.48E-10	1.58E-10	1.58E-10	1.58E-10
	水上活动外照射	3.53E-13	3.53E-13	1.53E-14	1.53E-14	1.53E-14
	水产品食入内照射	9.29E-09	9.29E-09	7.91E-09	7.91E-09	7.91E-09
液态途径剂量合计		9.64E-09	9.64E-09	8.06E-09	8.06E-09	8.06E-09
总剂量		4.08E-07	4.03E-07	3.10E-07	3.82E-07	3.26E-07

表 6.2-43（2/2） 厂址附近各职业人群受照辐射剂量比较

单位：Sv/a

居民来源 照射途径		W方位2.5 km	WSW方位2.6km	NW方位1.4 km	WNW方位1.9 km	NNE方位1.2 km
		渡头村青少年	湾仔村青少年	下太平村青少年	山下村青少年	上太平村青少年
气态	空气浸没外照射	8.14E-09	8.05E-09	7.25E-09	9.17E-09	7.77E-09
	地面沉积外照射	5.85E-09	3.75E-09	4.49E-09	6.21E-09	5.14E-09
	吸入空气内照射	1.78E-08	1.79E-08	1.56E-08	1.92E-08	1.63E-08
	陆生食品内照射	2.93E-07	2.92E-07	2.56E-07	3.16E-07	2.69E-07
气态途径剂量合计		3.25E-07	3.22E-07	2.83E-07	3.50E-07	2.98E-07
液态	岸边沉积外照射	1.18E-10	1.18E-10	1.18E-10	1.18E-10	1.18E-10
	水上活动外照射	8.74E-15	8.74E-15	8.74E-15	8.74E-15	8.74E-15
	水产品食入内照射	8.07E-09	8.07E-09	8.07E-09	8.07E-09	8.07E-09
液态途径剂量合计		8.19E-09	8.19E-09	8.19E-09	8.19E-09	8.19E-09
总剂量		3.33E-07	3.30E-07	2.92E-07	3.59E-07	3.06E-07

表 6.2-44 (1/2) 放射性核素通过各种照射途径对关键居民组个人造成的有效剂量 (Sv/a)

(W方位2.5km, 渡头渔民)

序号	核素	空气浸没外照射		地面沉积物外照射		吸入内照射		食入陆生食品内照射		岸边沉积物外照射		水上活动外照射		食入海产品内照射		气态和液态途径	
		剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数
1	<sup>3</sup> H	0.00E+00	0	0.00E+00	0	3.84E-09	3.53	2.80E-09	2.58	0.00E+00	0	0.00E+0	0	9.25E-11	0.09	6.73E-09	6.2
2	<sup>14</sup> C	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	9.60E-08	88.43	4.43E-15	0	3.02E-21	0	1.97E-09	1.81	9.80E-08	90.24
3	<sup>85</sup> Kr	1.33E-11	0.01	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	1.33E-11	0.01
4	<sup>85m</sup> Kr	3.67E-11	0.03	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	3.67E-11	0.03
5	<sup>87</sup> Kr	2.19E-10	0.2	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	2.19E-10	0.2
6	<sup>88</sup> Kr	1.09E-09	1	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	1.09E-09	1
7	<sup>133</sup> Xe	1.24E-10	0.11	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	1.24E-10	0.11
8	<sup>133m</sup> Xe	3.52E-12	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	3.52E-12	0
9	<sup>135</sup> Xe	4.90E-10	0.45	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	4.90E-10	0.45
10	<sup>138</sup> Xe	3.03E-10	0.28	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+0	0	0.00E+00	0	3.03E-10	0.28
11	<sup>51</sup> Cr	1.69E-17	0	8.95E-15	0	1.26E-16	0	2.76E-15	0	2.99E-13	0	3.52E-15	0	4.32E-12	0	4.63E-12	0
12	<sup>54</sup> Mn	4.71E-17	0	2.73E-13	0	6.10E-16	0	1.05E-13	0	1.39E-11	0.01	7.37E-15	0	1.66E-11	0.02	3.09E-11	0.03
13	<sup>59</sup> Fe	6.83E-17	0	5.34E-14	0	1.49E-15	0	2.42E-14	0	2.01E-12	0	1.57E-14	0	9.78E-11	0.09	9.99E-11	0.09
14	<sup>58</sup> Co	4.23E-16	0	5.55E-13	0	5.07E-15	0	1.41E-13	0	1.42E-11	0.01	3.36E-14	0	2.12E-11	0.02	3.62E-11	0.03
15	<sup>60</sup> Co	4.06E-16	0	1.26E-11	0.01	1.14E-14	0	1.94E-12	0	1.38E-10	0.13	1.27E-14	0	1.10E-10	0.1	2.63E-10	0.24
16	<sup>89</sup> Sr	1.32E-20	0	9.59E-17	0	6.44E-17	0	1.53E-15	0	1.05E-16	0	4.62E-19	0	1.18E-15	0	2.98E-15	0
17	<sup>90</sup> Sr	2.75E-22	0	7.57E-16	0	3.58E-17	0	7.82E-14	0	1.73E-17	0	2.22E-23	0	2.67E-16	0	7.93E-14	0
18	<sup>91</sup> Sr	2.47E-17	0	1.80E-16	0	9.42E-17	0	9.23E-18	0	2.69E-19	0	7.79E-18	0	1.73E-18	0	3.18E-16	0
19	<sup>92</sup> Sr	1.10E-16	0	2.22E-16	0	1.21E-16	0	5.14E-20	0	2.39E-19	0	2.58E-17	0	2.39E-20	0	4.80E-16	0
20	<sup>90</sup> Y	5.84E-23	0	1.96E-20	0	3.52E-20	0	9.50E-20	0	1.15E-17	0	1.46E-20	0	1.80E-15	0	1.81E-15	0
21	<sup>91</sup> Y	6.43E-22	0	4.19E-18	0	2.56E-18	0	3.70E-17	0	1.23E-15	0	1.56E-19	0	1.48E-14	0	1.61E-14	0
22	<sup>95</sup> Zr	1.76E-19	0	4.45E-16	0	8.57E-18	0	7.78E-17	0	4.30E-14	0	3.99E-17	0	3.34E-14	0	7.70E-14	0
23	<sup>95</sup> Nb	3.88E-20	0	2.54E-17	0	5.44E-19	0	5.12E-18	0	5.18E-15	0	1.94E-17	0	2.73E-15	0	7.96E-15	0
24	<sup>99</sup> Mo	2.77E-17	0	1.63E-15	0	6.90E-16	0	6.85E-16	0	1.58E-15	0	9.60E-17	0	6.46E-15	0	1.12E-14	0
25	<sup>99m</sup> Tc	4.82E-19	0	2.35E-18	0	5.40E-19	0	1.17E-20	0	1.74E-19	0	7.54E-17	0	3.56E-16	0	4.35E-16	0
26	<sup>103</sup> Ru	1.82E-19	0	1.39E-16	0	6.81E-18	0	6.04E-17	0	4.48E-17	0	4.03E-17	0	2.51E-14	0	2.54E-14	0
27	<sup>106</sup> Ru	9.12E-21	0	9.57E-17	0	7.96E-18	0	2.15E-16	0	2.25E-17	0	2.33E-18	0	3.57E-14	0	3.61E-14	0

表6.2-44 (2/2) 各放射性核素通过各种照射途径对关键居民组个人造成的有效剂量 (Sv/a)  
(W方位2.5km, 渡头渔民)

序号	核素	空气浸没外照射		地面沉积物外照射		吸入内照射		食入陆生食品内照射		岸边沉积物外照射		水上活动外照射		食入海产品内照射		气态和液态途径		
		剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	剂 量	百分数	
28	<sup>106</sup> Rh	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	7.15E-28	0	7.50E-23	0	0.00E+00	0	7.50E-23	0	
29	<sup>110m</sup> Ag	1.20E-16	0	5.48E-13	0	2.38E-15	0	7.93E-14	0	4.08E-13	0	1.86E-14	0	1.99E-10	0.18	2.00E-10	0.18	
30	<sup>122</sup> Sb	1.90E-17	0	9.80E-16	0	3.18E-16	0	7.63E-16	0	2.38E-17	0	9.75E-17	0	3.43E-14	0	3.65E-14	0	
31	<sup>124</sup> Sb	1.11E-16	0	1.19E-13	0	2.74E-15	0	4.67E-14	0	4.37E-14	0	8.41E-15	0	1.32E-12	0	1.54E-12	0	
32	<sup>131</sup> Te	5.08E-17	0	2.12E-17	0	2.48E-17	0	7.51E-36	0	7.15E-21	0	4.61E-18	0	5.33E-33	0	1.01E-16	0	
33	<sup>131m</sup> Te	2.31E-18	0	5.32E-17	0	9.77E-18	0	1.16E-17	0	1.41E-19	0	1.15E-18	0	9.78E-16	0	1.06E-15	0	
34	<sup>132</sup> Te	1.23E-18	0	8.97E-16	0	8.38E-17	0	3.07E-16	0	3.76E-17	0	1.09E-17	0	1.74E-13	0	1.75E-13	0	
35	<sup>134</sup> Te	1.66E-16	0	1.06E-16	0	9.17E-17	0	1.88E-28	0	5.25E-20	0	2.01E-17	0	1.18E-25	0	3.84E-16	0	
36	<sup>131</sup> I	3.29E-15	0	2.43E-12	0	1.53E-13	0	2.61E-11	0.02	3.35E-16	0	2.23E-14	0	4.52E-11	0.04	7.39E-11	0.07	
37	<sup>132</sup> I	1.68E-14	0	1.46E-13	0	5.77E-15	0	4.17E-18	0	3.93E-19	0	2.24E-15	0	7.76E-18	0	1.71E-13	0	
38	<sup>133</sup> I	8.03E-15	0	6.60E-13	0	5.23E-14	0	5.88E-13	0	2.19E-18	0	1.31E-15	0	1.58E-13	0	1.47E-12	0	
39	<sup>134</sup> I	1.34E-14	0	4.46E-14	0	1.94E-15	0	3.27E-24	0	7.98E-20	0	1.21E-15	0	1.07E-23	0	6.12E-14	0	
40	<sup>135</sup> I	1.22E-14	0	2.79E-13	0	1.26E-14	0	4.17E-15	0	9.00E-19	0	1.91E-15	0	3.30E-15	0	3.14E-13	0	
41	<sup>134</sup> Cs	6.78E-15	0	8.37E-11	0.08	2.88E-13	0	1.94E-10	0.18	2.89E-12	0	1.43E-14	0	1.23E-11	0.01	2.93E-10	0.27	
42	<sup>136</sup> Cs	3.57E-16	0	8.60E-14	0	2.95E-15	0	2.70E-14	0	7.42E-14	0	2.17E-14	0	5.65E-13	0	7.77E-13	0	
43	<sup>137</sup> Cs	3.95E-15	0	1.99E-10	0.18	4.94E-13	0	3.73E-10	0.34	1.80E-12	0	6.07E-16	0	1.23E-11	0.01	5.87E-10	0.54	
44	<sup>138</sup> Cs	4.98E-15	0	2.27E-15	0	5.99E-16	0	1.06E-30	0	2.73E-18	0	5.15E-16	0	1.37E-29	0	8.36E-15	0	
45	<sup>140</sup> Ba	1.00E-18	0	2.50E-16	0	2.12E-16	0	6.39E-16	0	7.75E-16	0	1.37E-16	0	4.17E-14	0	4.38E-14	0	
46	<sup>140</sup> La	3.58E-19	0	1.03E-17	0	1.20E-18	0	1.74E-18	0	1.90E-14	0	1.43E-15	0	2.55E-13	0	2.75E-13	0	
47	<sup>141</sup> Ce	2.87E-20	0	1.89E-17	0	9.32E-18	0	4.55E-17	0	1.87E-15	0	6.22E-18	0	3.51E-14	0	3.71E-14	0	
48	<sup>143</sup> Ce	1.81E-18	0	5.02E-17	0	3.74E-17	0	3.39E-17	0	1.54E-17	0	1.22E-18	0	1.78E-15	0	1.92E-15	0	
49	<sup>144</sup> Ce	4.49E-21	0	6.09E-17	0	1.64E-17	0	2.22E-16	0	5.38E-15	0	2.17E-19	0	6.15E-14	0	6.71E-14	0	
50	<sup>143</sup> Pr	7.73E-23	0	3.27E-20	0	2.88E-18	0	9.97E-18	0	1.04E-17	0	4.74E-20	0	2.89E-14	0	2.90E-14	0	
51	<sup>144</sup> Pr	3.41E-21	0	1.03E-21	0	1.12E-20	0	0.00E+00	0	5.10E-20	0	5.03E-19	0	9.95E-42	0	5.70E-19	0	
合计		2.28E-0	2.1	3.01E-10	0.28	3.84E-0	3.53	9.94E-08	91.56	1.73E-10	0.16	1.68E-1	0	2.58E-09	2.38	1.09E-07 100		
										气态途径: 1.06E-07(Sv), 占总剂量的百分比: 97.46							液态途径: 2.75E-09(Sv), 占总剂量的百分比: 2.54	

百分数指占总剂量的百分比

表 6.2-45 公众受照辐射剂量“三关键”计算分析结果

a) 关键组居民及其受照剂量

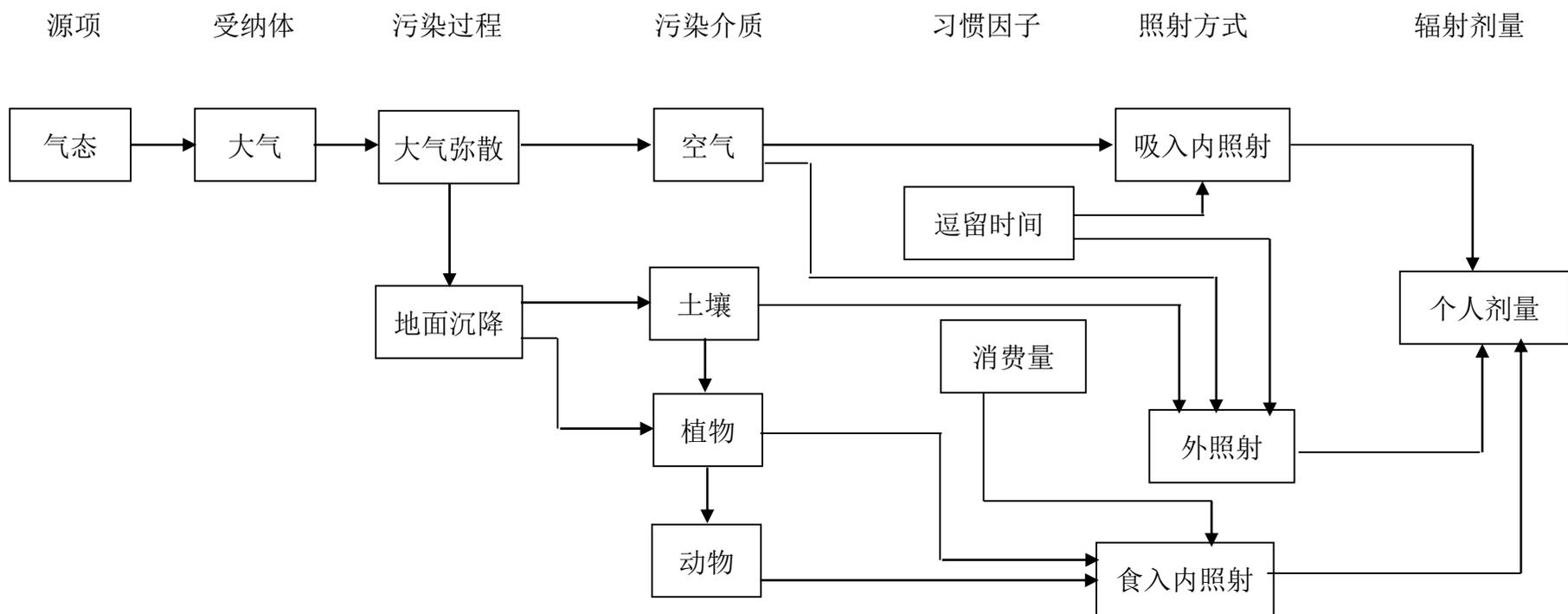
方位	距离 (km)	群体	有效剂量—H <sub>E</sub> (Sv/a)
W	2.5	渡头村渔民	1.09E-07

b) 关键照射途径和重要照射途径

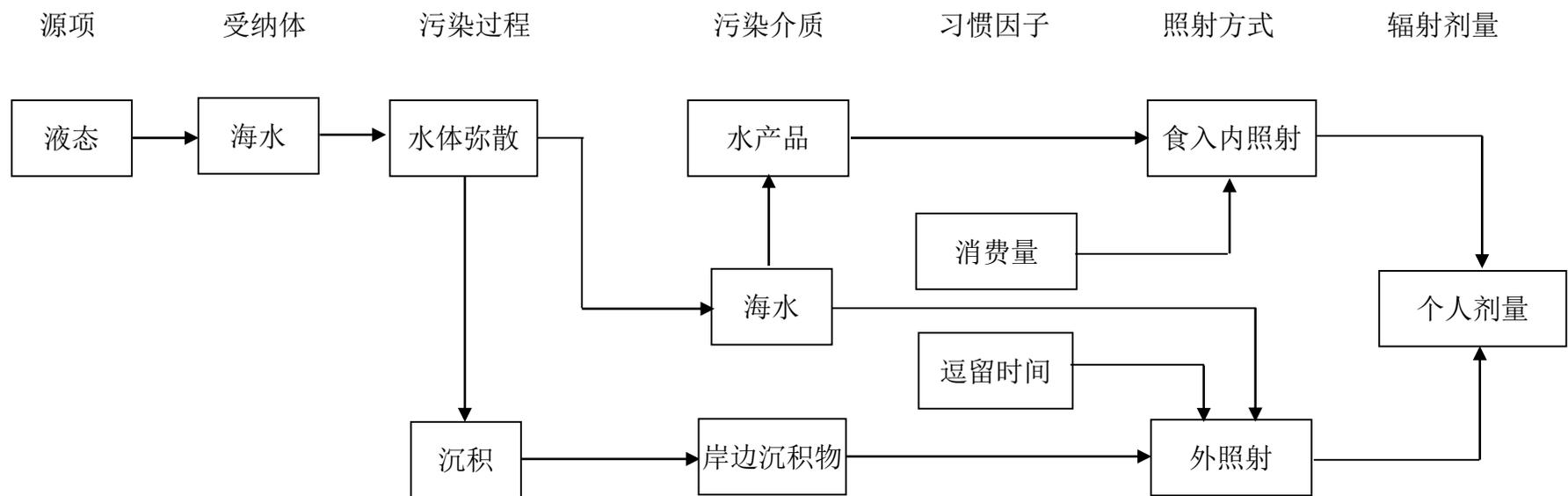
名称		有效剂量 (Sv/a)	占 H <sub>E</sub> 的份额 (%)
关键照射途径	食入陆生食品内照射	9.94E-08	91.56
重要照射途径	吸入内照射	3.84E-08	3.56
	食入海产品内照射	2.58E-08	2.38

c) 关键核素和重要核素

名称		剂量贡献 (Sv/a)	占 H <sub>E</sub> 的份额 (%)	主要照射途径及占 H <sub>E</sub> 的份额 (%)
关键核素	<sup>14</sup> C	9.80E-08	90.24	食入陆生食品内照射: 88.43
重要核素	<sup>3</sup> H	6.73E-09	6.2	空气吸入内照射: 3.53



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
气态照射途径		
图 6.2-1	版次：	A



中广核广东太平岭核电厂二期工程		
环境影响报告书（选址阶段）		
液态照射途径		
图 6.2-2	版次：	A

### 6.3 其它环境影响

#### 6.3.1 化学污染物的环境影响

#### 6.3.2 其他污染物的环境影响

### 6.3 其它环境影响

太平岭核电厂二期工程正常运行时，可能造成的环境影响除了前述温排水影响和辐射影响外，还包括循环冷却水中的化学物质、生活污水与含油废水、固体废物等非放射性的影响。核电厂排放的化学物质主要来自于非放射性化学物质排放、污水处理系统的流出物排放以及海水连续加氯处理系统的余氯排放等工艺过程。

本节将对上述非放射性污染物对环境的可能影响进行分析和评价。

#### 6.3.1 化学污染物的环境影响

##### 6.3.1.1 余氯排放的影响

为保护核电厂冷却系统不被水中附着生物堵塞，避免因其繁殖而导致的管道断面变小和流量降低，通常在循环冷却系统取水加入一定浓度的次氯化物。加氯处理虽然抑制了浮游生物在管道内的繁殖，但也造成电厂排放冷却水中含有一定量的余氯。

余氯对水生生物构成的影响，不仅来自于氯直接作用于水生生物，还包括氯可在水中与有机物形成一系列有机氯化物，对水生生物带来更大的损伤，甚至可能通过食物链对人体健康造成危害，因此需要关注余氯对受纳水体的环境影响。

余氯进入水体后可水解生成游离有效氯（ $\text{HClO}$  和  $\text{ClO}^-$ ），进而与水中的氨反应产生化合态有效氯（ $\text{NH}_2\text{Cl}$  和  $\text{NHCl}_2$ ）。游离态余氯毒性强于化合态余氯，但自然条件下游离态较化合态更容易衰减，实际情况中它们对水生生物的影响差别不大。水体化学性质、pH、温度以及外界光照，对余氯生物效应都有影响。较低的 pH 值和  $\text{NH}_3$  含量及较高的温度，都有利于余氯毒性增强；光照会引起余氯衰减，降低其生物毒性。

浮游植物受余氯损害较大。国内研究人员发现， $0.2\text{mg/L}$ 的氯可以直接杀死水中60~80%的藻类； $0.1\text{mg/L}$ 的氯会使浮游植物光合作用下降50%；当余氯被稀释到 $0.03\text{mg/L}$ 以下时，水中初级生产力可完全恢复； $25^\circ\text{C}$ 时余氯对咸水中浮游动物的96h半致死浓度（ $\text{LC}_{50}$ ）为 $0.062\sim 0.267\text{mg/L}$ ；鱼类受余氯影响也较大，余氯对平鲷等几种海水鱼类48h的 $\text{LC}_{50}$ 为 $0.18\sim 0.19\text{mg/L}$ ；白鲢、银蛙等10种鱼类对氯的回避相应浓度范围为 $0.04\sim 0.41\text{mg/L}$ 。有研究提出由48h的半致死浓度乘以安全因子0.5可确定余氯的安全浓度。目前国内尚没有对水体中余氯浓度的标准限值。

目前国内尚没有对水体中余氯浓度的标准限值。国外研究人员通过对包括水生植物、水生无脊椎动物和鱼类在内的120多种水生生物的余氯毒性研究，证明当余氯浓

度低于  $20\mu\text{g/L}$  时，不论作用多长时间，也不会对海洋生物有毒性作用。美国 EPA 于 2006 年发布的水质基准中，针对氯对海洋生物影响制定的避免急性损伤的基准最大浓度和慢性损伤的基准连续浓度分别为  $13\mu\text{g/L}$  和  $7.5\mu\text{g/L}$ 。

核电厂正常运行过程中，通常需要向循环冷却水中连续加入  $1\text{mg/L}$  的次氯化物以抑制海洋生物在管道内的繁殖。根据国内同类电厂的运行经验，估计中广核广东太平岭核电厂正常运行情况下，排水口处水中余氯浓度不高于  $0.15\text{mg/L}$ 。

根据太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数模计算结果，太平岭核电二期工程运行后四台机排放的余氯在附近海域中  $15\mu\text{g/L}$  的浓度等值线全潮最大包络面积约为  $0.44\text{km}^2$ ，可以认为太平岭核电二期工程正常运行后四台机组余氯排放对周围海域中海洋生物有明显毒性影响的范围不超出核电厂排放口附近  $0.44\text{km}^2$  的海域。

另外，考虑到光照引起的余氯衰减以及核电厂附近海域较高的 pH 值（平均  $\text{pH}>8.0$ ）均会降低余氯毒性，因此，可估计核电厂排放的余氯的影响区域仅在排水口附近有限的海域，对附近海域中海洋生物的影响范围很小。

### 6.3.1.2 非放射性化学物质排放的影响

为了保证核电厂的正常运行，需要对电厂工艺用水进行除盐处理，通过加入一定数量的腐蚀抑制剂或化学活性添加剂（如盐酸、次氯酸钠、联胺等），将淡水经絮凝、沉淀和离子交换除盐，以实现各系统用水的水质要求。除盐过程加入的化学添加剂，除一部分进入固体废物处理外，其余将随电厂温排水排入厂址附近海域。此外，液体放射性废物的处理过程也需要加入少量的化学添加剂，其产生的废水中相应的也会含有一些化学物质。

根据报告书4.7节给出的核电厂化学物质使用情况，太平岭核电厂在正常运行期间排入受纳水体的主要的化学物质可能包括氯化物、无机氮等。

- 氯化物（ $\text{Cl}^-$ ）：氯化物本身的毒性很低，在低浓度条件下可被水生植物作营养物质。核电厂排放氯化物经冷却水完全混合后浓度为  $0.13\text{mg/L}$ ，按盐度计算公式该氯化物产生盐度约为  $0.24\text{mg/L}$ ，远低于海水天然盐度约  $31000\text{mg/L}$ ，因此不会对周围海洋生物产生明显影响。
- 无机氮（ $\text{N}$ ）是水生植物生长所必需的元素，也是造成海洋赤潮的重要物质。GB3097-1997中二类海水标准限值为  $0.30\text{mg/L}$ ，附近海域中无机氮的自然背景

值0.003-3.30mg/L。本工程排放的无机氮经冷却水完全混合后浓度约0.10mg/L，预计造成的排放口浓度增量在其正常涨落范围内。

从以上估算结果可以看出，由于核电厂运行中使用的化学物质相对较少，核电厂运行在排放口中产生的浓度增量或远低于国内外的其他标准限值，或低于环境中的本底背景值，因此预计不会对排放口附近海域环境及海洋生物造成不利影响。

### 6.3.2 其他污染物的影响

#### 6.3.2.1 生产废水排放的影响

核电厂的生产废水主要为正常运行期间产生的工业废水主要为含油废水及其他非放工业废水。含油废水根据产生途径由非放含油废水和潜在含油废水组成，针对这两类含油废水，在厂区内分别设置了非放射性含油废水处理站（BES）和潜在放射性含油废水处理站（BER）。BES 出水的含油量指标执行《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中第二时段一级标准。BES 出水排至非放工业废水处理站（BST）。BER 出水的含油量指标执行《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中第二时段一级标准。BER 出水排至 BQB 常规岛废液贮存罐厂房。非放工业产废水处理站 BST 的出水水质指标执行《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中第二时段一级标准。处理达标后的废水经 BST 排水口与大量的温排水混合后排放，因其排放量极少，预计不会对排放口周围海域造成影响。

#### 6.3.2.2 生活污水排放的影响

太平岭核电厂厂区实行雨污分流制。污水处理站主要处理全厂包括核岛、常规岛以及其它厂房、办公楼、食堂等场所的生活污水。污水经处理后出水达到 GB18918-2002 的一级 A 标准，出水尽量实现回用。沉淀池中的污泥经脱水浓缩制成泥饼后外运。

因此，太平岭核电厂二期工程生活污水排放不会对附近海洋环境造成明显影响。

#### 6.3.2.3 非放射性固废对环境的影响

核电厂在正常运行过程中因设备的维修、零部件的损坏等会产生一定量工业固废，其中一般工业固废有废木材、废钢铁、废电缆、废塑料、废金属、废电动机、废变压

器和废空调等，危险固废包括废油漆、废化学品、废润滑油、废日光灯管和废油布等。这些废弃物将委托专业废弃物处理公司外运处理。

电厂运行期间产生的生活垃圾主要来源于厂区及员工生活区的生活垃圾，包括员工的生活垃圾、公共建筑和餐饮垃圾等。垃圾实行袋装分类收集，并委托当地环卫所集中收集处理；餐饮废弃物中厨房下脚料、食物残渣、鱼类内脏等有机废物由专人上门清运用作饲料，废食用油加强回收利用。

固体废弃物均不直接进入周围环境，对周边环境无影响。

#### 6.3.2.4 噪声对环境的影响

核电厂运行噪声主要来自核岛厂房群和汽轮机厂房中高速运转和有高速流体流动的设备。核岛厂房群的噪声主要来自五个方面：

- 大量高温高压水泵及配套电动机在不停地高速运转；
- 柴油发电机组在热备用状态下的高速运转；
- 为大型空调和通风系统服务的电动鼓风机不停运转；
- 工艺过程的泄压释放系统的安全阀、管道和箱罐等，在执行排放或泄压功能时发出很强噪声；
- 电气系统的部分设备也会发出很强噪声，例如：为反应堆控制棒驱动机构供电的发电机组、开式变压器、逆变器。

汽轮发电机厂房的噪声主要来自以下四个方面：

- 高速运转的汽轮发电机组、主给水泵、增压泵和凝结水泵等机械动力噪声；
- 电动机、变压器等电气设备的磁场交变运动产生的电磁噪声；
- 在甩负荷时，蒸汽排入冷凝器前减温减压器会发出较强的噪声；
- 设备运行中其安全阀或排汽阀事故排汽时，尤其是主蒸汽管道内蒸汽通过安全阀和泄压阀向大气排放时，会产生极强气体动力噪声，但发生概率非常低。

厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类区标准：昼间 60dB(A)；夜间 50dB(A)。环境敏感点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类标准：昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)。预计运行期间不会对周围环境产生明显的影响。

### 6.3.2.5 电磁环境的影响

本次评价分析本工程开关站至输电系统第一座铁塔送电线路厂内部分的电磁辐射影响。

类比厂区现有 4 台核机组正常运行的宁德核电厂，2020 年 5 月苏州热工研究院有限公司环境检测中心选择宁德核电厂 500kV 开关站、220kV 施工变电站、220kV 辅助变电站以及 500kV 和 220kV 送电线路进行重点布点监测进行电磁环境监测。

根据类比电厂监测结果，厂区内 220kV 输电线路和 500kV 送出线路均采用架空输电方式，220kV 施工变电站输入线路下方工频电场最大值是 2304V/m，位于边导线外 4m 处，工频磁场最大值是 0.7088 $\mu$ T，位于边导线外 20m 处；220kV 辅助变电站线路下方工频电场最大值是 1595V/m，工频磁场最大值是 1.763 $\mu$ T；500kV 开关站送出线路下方工频电场最大值是 5709V/m，位于 12 根输电线中部下方，工频磁场最大值是 5.070 $\mu$ T，位于边导线外沿，220kV 施工变电站、220kV 辅助变电站和 500kV 开关站周围工频电场范围是（17~3510）V/m，工频磁场范围是（0.113~6.595） $\mu$ T。

类比上述监测结果，预计太平岭核电厂 4 台机组运行期间输变电工程周围电磁环境质量可以满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）工频电场 4000V/m，工频磁场 100 $\mu$ T 的控制限值的要求。

## 第七章 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 其它事故

### 7.4 事故应急

## 7.1 核电厂放射性事故和后果评价

### 7.1.1 事故描述和事故源项

#### 7.1.1.1 事故描述

#### 7.1.1.2 事故源项

### 7.1.2 事故后果计算

#### 7.1.2.1 事故大气弥散因子

#### 7.1.2.2 事故剂量

### 7.1.3 事故后果评价

### 7.1.4 参考资料

表

表 7.1-1 选址假想事故源项计算参数

表 7.1-2 选址假想事故源项（GBq）

表 7.1-3 非居住区边界上大气弥散因子（s/m<sup>3</sup>）

表 7.1-4 规划限制区外边界上大气弥散因子（s/m<sup>3</sup>）

表 7.1-5 厂址半径 80km 范围内各时段事故大气弥散因子（s/m<sup>3</sup>）

表 7.1-6 剂量转换因子

表 7.1-7 整个事故期间厂址半径 80km 范围内公众受到的集体有效剂量

表 7.1-8 事故公众个人剂量和集体剂量与国家标准的比较

## 7.1 核电厂放射性事故和后果评价

根据我国国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：核动力厂周围应设置非居住区和规划限制区。非居住区和规划限制区边界的确定应考虑选址假想事故的放射性后果。不要求非居住区是圆形，可以根据厂址的地形、地貌、气象、交通等具体条件确定，但非居住区边界离反应堆的距离不得小于 500m；规划限制区半径不得小于 5km。

核动力厂的选址假想事故仅适用于审批厂址阶段，作为确定厂址非居住区、规划限制区边界的依据。对于水冷反应堆，该事故一般应考虑全堆芯熔化，否则应进行充分有效的论证。

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  $2 \times 10^4$  人 Sv。

### 7.1.1 事故描述和事故源项

#### 7.1.1.1 事故描述

核电厂选址假想事故是用于厂址适宜性评价的假想事故，这种事故发生的概率（ $<10^{-4}$ /堆年）极小，是在核电厂寿期内极不可能发生的假想事故。对于压水堆核电厂，是指堆芯大规模熔化，导致堆芯内放射性物质向环境释放达到最严重的事故。

#### 7.1.1.2 事故源项

a) 释放到环境的源项计算分为以下几个步骤：

1) 计算事故后释放进入安全壳大气的放射性核素。堆芯及一回路向安全壳大气的放射性释放分为三个阶段：

— 一回路释放阶段：一回路冷却剂中放射性核素，假设该部分核素在事故开始 0s 瞬间进入内层安全壳大气中；

— 包壳释放阶段：燃料芯块和包壳间隙内的放射性核素，假设该部分核素在事故后30s瞬间进入安全壳；

— 早期压力容器内释放阶段：由于燃料融化，造成部分燃料芯块中的放射性物质向外释放，假设该部分核素在事故后0.5h瞬间进入安全壳。

2) 计算内层安全壳内放射性活度随时间的变化情况，进而计算由内层安全壳向内外层安全壳之间环廊释放的核素活度。根据环廊向安全壳外通风流量及过滤器去除效率计算环廊向安全壳外环境释放源项。

3) 计算安全壳外安注管线泄漏到环境的放射性源项及安全壳旁通泄漏的放射性源项。

b) 选址假想事故源项计算采用的相关假设和参数：

1) 裂变产物堆芯积存量和一回路冷却剂比活度见第四章；

2) 裂变产物从堆芯释放分为两个阶段：

— 包壳释放阶段：该阶段导致5%的惰性气体，5%的卤素及5%的碱性金属释放到安全壳大气中。

— 早期压力容器内释放阶段：该阶段导致95%的惰性气体，35%的卤素及25%的碱性金属释放到安全壳大气中。

考虑功率等不确定性，对堆芯核素积存量考虑+2%的不确定性。

3) 碘的化学形态

考虑进入安全壳大气中放射性碘的化学形态如下：

— 有机碘：0.15%；

— 分子碘：4.85%；

— 气溶胶碘：95%。

安全壳外管线泄漏放射性碘的化学形态如下：

— 有机碘：3%；

— 分子碘：97%。

4) 内层安全壳泄漏率

保守假定：失水事故发后24h内层安全壳泄漏率为0.3%/d；以后安全壳泄漏率为0.15%/d。

由内层安全壳泄漏至环廊的放射性核素，其旁通环廊直接释放到外界环境的份额

保守取 10%。

安全壳泄漏率在环廊和周边厂房的分配比例为：

- 环廊：40%
- 周边厂房：60%

5) 环廊过滤器对核素的过滤效率

- 惰性气体：0.00%；
- 有机碘：99.00%；
- 分子碘：99.00%；
- 气溶胶：99.90%。

6) 环廊负压建立及通风量

假定环廊和周边厂房在事故初始时刻丧失负压环境，相应通风系统事故列投运后重新建立并维持负压，通风过滤相关考虑如下：

- 对于环廊，事故发生 5min 内泄漏至环廊内核素直接释放到外部环境；事故 5min 后负压重新建立，通风有过滤；事故 5min 以后，环廊的通风换气率为  $7.56E-06 s^{-1}$ 。
- 对于周边厂房，事故发生 30min 内泄漏至厂房内核素直接释放到外部环境；事故 30min 后负压重新建立，通风有过滤；事故 30min 后，周边厂房的通风换气率为  $2.35E-04 s^{-1}$ 。

7) 安全壳外安注管线泄漏量

安全壳外安注管线泄漏量为 10L/h。

表 7.1-1 和表 7.1-2 分别给出了选址假想事故源项的计算参数假设和计算结果。其中，事故后 0h~2h 内的源项结果为最大 2h 释放量。

## 7.1.2 事故后果计算

### 7.1.2.1 事故大气弥散因子

事故后果计算中使用的小时大气弥散因子采用苏州热工研究院有限公司开发的改进版 CEIRA 程序系统计算。CEIRA 程序系统采用了高斯烟羽模式。事故短期大气弥散因子的计算模式详见附录 D。

中广核广东太平岭核电厂二期工程环境影响报告书采用厂址气象观测系统 2020 年一整年的逐时气象观测数据进行厂址事故大气弥散因子的计算。

(1) 非居住区边界和规划限制区外边界上的事故大气弥散因子

一分方位大气弥散因子：计算得到厂址周围16个方位、99.5%概率水平的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为0~2h的事故大气弥散因子；各个方位年平均大气弥散因子为该方位按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的年平均值；对于持续时间长于2h的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

一全厂址大气弥散因子：计算得到厂址周围各距离全厂址95%概率水平的高斯烟羽轴线浓度的小时大气弥散因子作为0~2h的事故大气弥散因子；年平均大气弥散因子为全年按高斯烟羽模式的扇形区平均浓度公式计算的小时大气弥散因子的年平均值；对于持续时间长于2h的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。

非居住区边界上的事故剂量后果计算将采用 0~2h 各方位大气弥散因子和全厂址大气弥散因子之间的最大值进行计算。规划限制区外边界上的事故剂量后果计算将采用 0~30d 各时段分方位大气弥散因子和全厂址大气弥散因子之间的最大值进行计算。

表 7.1-3 给出了事故发生后任意 2h 内 600m 距离处的事故大气弥散因子。表 7.1-4 给出了整个事故持续期间 30d 内 5km 距离处的事故大气弥散因子。

(2) 用于事故集体剂量计算的大气弥散因子

对于用于事故集体剂量计算的各时段的大气弥散因子，首先采用高斯扇形平均公式计算厂址半径 80km 范围内 192 个子区、99.5%概率水平下的小时大气弥散因子，作为 0~2h 的事故大气弥散因子，对于持续时间长于 2h 的释放时段的事故大气弥散因子，则利用小时事故大气弥散因子与年平均事故大气弥散因子之间的双对数内插的方法求得。然后根据公众个人有效剂量以及运行时期的电厂人口数据计算出厂址半径 80km 范围集体有效剂量。

表 7.1-5 给出了厂址事故期间集体剂量计算采用的小时大气弥散因子。

## 7.1.2.2 事故剂量

### 7.1.2.2.1 事故剂量估算模式

在事故释放期间，公众可能受到的辐射照射途径有：

- 烟云浸没外照射；
  - 空气吸入内照射；
- 计算模式详见附录 D。

### 7.1.2.2.2 计算参数的选取

#### (1) 剂量转换因子

表 7.1-6 给出了事故剂量计算采用的剂量转换因子。

##### — 惰性气体

烟云浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

##### — 碘和碱金属

吸入内照射有效剂量转换因子主要取自国际辐射防护委员会（ICRP）71 号出版物；烟云浸没外照射剂量转换因子主要取自国际原子能机构（IAEA）19 号安全报告（2001）；

##### — 其它核素

烟云浸没外照射剂量转换因子主要取自美国联邦导则 12 号报告；吸入内照射有效剂量转换因子主要取自美国联邦导则 11 号报告。

#### (2) 干沉积速率

干沉积速率取自联邦德国辐射防护委员会第十七卷出版物：

- 对于粒子碘： $V_d=1.5 \times 10^{-3}$  m/s；
- 对于有机碘： $V_d=1 \times 10^{-4}$  m/s；
- 对于元素碘： $V_d=1 \times 10^{-2}$  m/s。

#### (3) 呼吸率

呼吸率取自美国核管理委员会管理导则RG1.183：

- 0~8h时间段： $B_r=3.5 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s；

- 8~24h时间段：  $B_r=1.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- 24~720h时间段：  $B_r=2.3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 。

### 7.1.2.2.3 事故剂量计算结果

结合计算，暂定中广核广东太平岭核电厂非居住区边界为核电厂各机组半径 600m 范围内的包络区域，规划限制区定为机组半径 5km 区域。

通过中广核广东太平岭核电厂非居住区边界和规划限制区外边界上的事故放射性剂量计算结果得出：

- 事故后0~2h内，中广核广东太平岭核电厂二期工程非居住区边界上公众个人（成人）最大有效剂量为 $2.96 \times 10^{-2} \text{ Sv}$ ;
- 事故后0~30d内，中广核广东太平岭核电厂规划限制区边界上公众个人（成人）最大有效剂量为 $1.47 \times 10^{-2} \text{ Sv}$ 。

根据厂址半径80km范围各子区内计算得到的公众个人有效剂量以及运行时期的电厂人口数据，计算了选址假想事故持续期间内对各子区内公众可能造成的集体有效剂量。表7.1-7给出了中广核广东太平岭核电厂半径80km范围内各子区公众在选址假想事故发生持续期间受到的集体有效剂量。从表中可以看出，选址假想事故发生期间30d内，厂址半径80km评价区内公众可能受到的集体有效剂量为 $1.56 \times 10^3 \text{ 人 Sv}$ 。

### 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），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  $2 \times 10^4 \text{ 人 Sv}$ 。

表 7.1-8 给出了事故剂量与国家标准的比较。

#### (1) 个人剂量

选址假想事故发生后 2h 内，非居住区边界上的公众个人（成人）受照最大有效剂

量为  $2.96 \times 10^{-2} \text{Sv}$ ，占国家标准限值的 11.8%；事故持续时间 30d 内，规划限制区边界上的公众个人（成人）受照最大有效剂量为  $1.47 \times 10^{-2} \text{Sv}$ ，占国家标准限值的 5.9%。

## （2）集体剂量

选址假想事故发生持续期间 30d 内，中广核广东太平岭核电厂半径 80km 范围内公众群体所受到的集体有效剂量为  $1.56 \times 10^3 \text{人} \cdot \text{Sv}$ ，占国家标准限值的 7.8%。

因此，基于选址假想事故的辐射影响评价结果分析，以机组半径 600m 和半径 5km 分别作为非居住区和规划限制区边界能够满足核安全相关法规的要求。

## 7.1.4 参考资料

- [1] 美国核管理委员会（NRC），RG1.183, Alternative Radiological Source Terms For Evaluating Design Basis Accidents At Nuclear Power Reactors, 2000。
- [2] 太平岭厂址安全分析报告。
- [3] IAEA Safety Reports Series No. 19, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharge of Radioactive Substances to the Environment, 2001。
- [4] ICRP Publication 71, Age-dependent Doses to Members Of The Public From Intake Of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients, 1995。
- [5] 电离辐射防护与辐射源安全基本标准，（GB18871-2002）。
- [6] 联邦德国辐射防护委员会（SSK），出版物第17卷。

表 7.1-1 选址假想事故源项计算参数

裂变产物堆芯积存量		见表4.6-1	
堆芯活度排放到安全壳的份额		包壳间隙释放阶段	早期压力容器内释放阶段
	惰性气体	0.05	0.95
	卤素	0.05	0.35
	碱性金属	0.05	0.25
一回路冷却剂比活度		见表4.6-3瞬态值	
一回路冷却剂质量		211t	
内层安全壳泄漏旁通环廊份额		10%	
安全壳大气中碘的化学形态	分子碘	4.85%	
	有机碘	0.15%	
	气溶胶碘	95%	
环廊过滤器去除效率	惰性气体	0.00%	
	分子碘	99.00%	
	有机碘	99.00%	
	气溶胶	99.90%	
环廊通风流量		300s以后	260m <sup>3</sup> /h
环廊负压建立时间		300s	
环廊自由容积		19100m <sup>3</sup>	
环廊放射性混合限值		50%	
周边厂房负压建立时间		30min	
周边厂房通风换气率		30min后	2.35E-04
安全壳泄漏率		事故发生后24h内为0.3%/d, 24h以后为0.15%/d	
IRWST泄漏流量		10 L/h	
IRWST初始水装量		1878m <sup>3</sup>	
安全壳泄漏率分配		环廊	40%
		周边厂房	60%
室外风速基准		32m/s	
内层安全壳泄漏至环廊内的旁通份额		10%	
安全壳通风流量		0s到30s	7000m <sup>3</sup> /h
		30s以后	0
室外风速引起的环廊旁通泄漏		5~23min 内	173m <sup>3</sup> /h
		23min以后	130m <sup>3</sup> /h
释放持续时间		30d	

表 7.1-2 选址假想事故源项

（单位：Bq）

（0-30d）

核素	0h-2h	2h-8h	8h-24h	24h-96h	4d-30d	
Kr-83 m	3.26E+13	6.41E+13	1.38E+13	3.35E+11	2.79E-01	
Kr-85m	8.69E+13	2.84E+14	2.84E+14	1.37E+14	1.17E+09	
Kr-85	3.44E+12	1.93E+13	7.34E+13	2.76E+14	1.75E+15	
Kr-87	1.32E+14	2.01E+14	1.46E+13	3.21E+10	1.67E-07	
Kr-88	2.20E+14	5.68E+14	3.03E+14	4.65E+13	6.37E+05	
Xe-131m	2.82E+12	1.57E+13	5.82E+13	2.02E+14	6.63E+14	
Xe-133m	1.49E+13	7.96E+13	2.64E+14	6.88E+14	5.56E+14	
Xe-133	5.00E+14	2.74E+15	9.84E+15	3.11E+16	6.25E+16	
Xe-135m	2.92E+13	3.15E+12	1.04E+06	0.00E+00	0.00E+00	
Xe-135	1.57E+14	6.60E+14	1.22E+15	1.43E+15	3.62E+12	
Xe-138	1.41E+14	1.14E+13	1.15E+06	0.00E+00	0.00E+00	
元素碘	I-131	2.66E+12	5.60E+12	2.01E+13	7.20E+13	1.98E+14
	I-132	3.07E+12	1.73E+12	5.03E+11	3.43E+10	1.07E+01
	I-133	5.05E+12	9.09E+12	2.22E+13	3.39E+13	3.61E+12
	I-134	4.05E+12	6.64E+11	1.05E+10	5.61E+05	0.00E+00
	I-135	4.48E+12	5.65E+12	6.54E+12	4.62E+12	2.01E+09
有机碘	I-131	8.24E+10	1.73E+11	6.21E+11	2.23E+12	6.12E+12
	I-132	9.49E+10	5.34E+10	1.55E+10	1.06E+09	3.32E-01
	I-133	1.56E+11	2.81E+11	6.85E+11	1.05E+12	1.12E+11
	I-134	1.25E+11	2.05E+10	3.25E+08	1.74E+04	0.00E+00
	I-135	1.39E+11	1.75E+11	2.02E+11	1.43E+11	6.23E+07
粒子碘	I-131	3.61E+13	4.76E+13	2.34E+14	8.32E+14	2.78E+15
	I-132	4.60E+13	2.05E+13	8.80E+12	6.21E+11	2.00E+02
	I-133	6.93E+13	7.98E+13	2.86E+14	5.19E+14	6.66E+13
	I-134	6.72E+13	1.05E+13	1.87E+11	9.99E+06	0.00E+00
	I-135	6.31E+13	5.38E+13	9.93E+13	8.31E+13	3.76E+10
Rb-88	2.19E+13	2.07E+11	5.93E+05	0.00E+00	0.00E+00	
Rb-89	2.73E+13	1.29E+11	3.99E+04	0.00E+00	0.00E+00	
Cs-134	8.75E+12	1.16E+13	5.79E+13	2.36E+14	1.83E+15	
Cs-136	2.05E+12	2.71E+12	1.31E+13	4.92E+13	2.10E+14	
Cs-137	4.33E+12	5.70E+12	2.84E+13	1.16E+14	9.12E+14	
Cs-138	4.40E+13	2.65E+12	2.58E+09	5.07E+01	0.00E+00	

表7.1-3 非居住区边界上的大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

方位	距离 (m)	大气弥散因子 (0~2h)
N	600	6.74E-05
NNE	600	7.11E-05
NE	600	5.65E-05
ENE	600	4.44E-05
E	600	4.30E-05
ESE	600	5.38E-05
SE	600	9.21E-05
SSE	600	7.74E-05
S	600	1.08E-04
<b>SSW</b>	<b>600</b>	<b>1.12E-04</b>
SW	600	1.05E-04
WSW	600	9.81E-05
W	600	7.43E-05
WNW	600	6.87E-05
NW	600	7.26E-05
NNW	600	8.17E-05
全厂址		1.04E-04

表 7.1-4 规划限制区外边界上的大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

方位	距离 (m)	0~2h	2~8h	8~24h	24~96h	96~720h
N	5000	4.55E-06	2.71E-06	1.70E-06	8.38E-07	3.02E-07
NNE	5000	4.33E-06	2.53E-06	1.57E-06	7.51E-07	2.61E-07
NE	5000	3.80E-06	2.14E-06	1.28E-06	5.83E-07	1.88E-07
ENE	5000	2.37E-06	1.33E-06	7.99E-07	3.65E-07	1.18E-07
E	5000	2.49E-06	1.36E-06	7.88E-07	3.43E-07	1.04E-07
ESE	5000	3.07E-06	1.76E-06	1.07E-06	5.03E-07	1.69E-07
SE	5000	6.73E-06	3.74E-06	2.21E-06	9.85E-07	3.09E-07
SSE	5000	5.42E-06	3.09E-06	1.87E-06	8.65E-07	2.86E-07
S	5000	7.98E-06	<b>4.73E-06</b>	<b>2.97E-06</b>	<b>1.45E-06</b>	<b>5.18E-07</b>
SSW	<b>5000</b>	<b>8.12E-06</b>	4.72E-06	2.91E-06	1.38E-06	4.77E-07
SW	5000	6.82E-06	3.98E-06	2.46E-06	1.17E-06	4.07E-07
WSW	5000	6.01E-06	3.53E-06	2.20E-06	1.06E-06	3.73E-07
W	5000	4.29E-06	2.57E-06	1.63E-06	8.08E-07	2.96E-07
WNW	5000	3.45E-06	2.04E-06	1.28E-06	6.25E-07	2.23E-07
NW	5000	4.35E-06	2.51E-06	1.53E-06	7.22E-07	2.45E-07
NNW	5000	5.12E-06	3.02E-06	1.88E-06	9.13E-07	3.23E-07
全厂址		7.04E-06	4.24E-06	2.70E-06	1.35E-06	4.98E-07

表 7.1-5(1/5) 厂址半径 80km 范围内 0~2h 内的事故大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	8.99E-05	2.12E-05	1.13E-05	6.09E-06	2.58E-06	9.90E-07	4.59E-07	2.81E-07	1.95E-07	1.45E-07	1.14E-07	9.11E-08
NNE	9.57E-05	2.07E-05	1.09E-05	5.91E-06	2.53E-06	9.31E-07	4.36E-07	2.65E-07	1.80E-07	1.32E-07	1.01E-07	8.15E-08
NE	7.56E-05	1.71E-05	8.99E-06	5.16E-06	2.15E-06	7.94E-07	3.63E-07	2.16E-07	1.46E-07	1.07E-07	8.22E-08	6.57E-08
ENE	5.98E-05	1.26E-05	6.30E-06	3.25E-06	1.27E-06	4.51E-07	2.07E-07	1.23E-07	8.30E-08	6.07E-08	4.68E-08	3.74E-08
E	5.72E-05	1.30E-05	6.75E-06	3.41E-06	1.38E-06	4.93E-07	2.23E-07	1.32E-07	8.96E-08	6.55E-08	5.05E-08	4.03E-08
ESE	7.19E-05	1.56E-05	8.07E-06	4.19E-06	1.79E-06	6.44E-07	2.92E-07	1.74E-07	1.19E-07	8.71E-08	6.71E-08	5.27E-08
SE	1.24E-04	3.00E-05	1.61E-05	8.95E-06	3.84E-06	1.41E-06	6.72E-07	4.02E-07	2.74E-07	2.01E-07	1.55E-07	1.24E-07
SSE	1.04E-04	2.49E-05	1.31E-05	7.22E-06	3.15E-06	1.17E-06	5.69E-07	3.47E-07	2.38E-07	1.74E-07	1.37E-07	1.09E-07
S	1.44E-04	3.43E-05	1.85E-05	1.05E-05	4.76E-06	1.89E-06	9.28E-07	5.82E-07	4.09E-07	3.08E-07	2.42E-07	1.97E-07
SSW	1.51E-04	3.39E-05	1.91E-05	1.09E-05	4.89E-06	1.97E-06	9.14E-07	5.74E-07	4.03E-07	3.04E-07	2.39E-07	1.95E-07
SW	1.43E-04	3.13E-05	1.71E-05	9.24E-06	3.90E-06	1.44E-06	6.71E-07	4.11E-07	2.84E-07	2.10E-07	1.63E-07	1.31E-07
WSW	1.33E-04	2.90E-05	1.53E-05	8.24E-06	3.35E-06	1.22E-06	5.59E-07	3.34E-07	2.29E-07	1.67E-07	1.29E-07	1.03E-07
W	9.97E-05	2.16E-05	1.12E-05	5.89E-06	2.42E-06	8.57E-07	3.93E-07	2.33E-07	1.56E-07	1.14E-07	8.79E-08	7.03E-08
WNW	9.27E-05	1.93E-05	9.25E-06	4.74E-06	1.87E-06	6.40E-07	2.91E-07	1.73E-07	1.16E-07	8.50E-08	6.54E-08	5.22E-08
NW	9.84E-05	2.23E-05	1.14E-05	5.98E-06	2.47E-06	8.73E-07	4.00E-07	2.38E-07	1.62E-07	1.21E-07	9.37E-08	7.38E-08
NNW	1.11E-04	2.49E-05	1.29E-05	6.85E-06	2.91E-06	1.08E-06	5.00E-07	3.10E-07	2.12E-07	1.55E-07	1.21E-07	9.70E-08

表 7.1-5(2/5) 厂址半径 80km 范围内 2~8h 内的事故大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	6.12E-05	1.36E-05	6.97E-06	3.67E-06	1.51E-06	5.60E-07	2.55E-07	1.55E-07	1.06E-07	7.86E-08	6.12E-08	4.88E-08
NNE	6.31E-05	1.30E-05	6.64E-06	3.49E-06	1.45E-06	5.18E-07	2.38E-07	1.43E-07	9.66E-08	7.03E-08	5.39E-08	4.32E-08
NE	4.86E-05	1.04E-05	5.29E-06	2.94E-06	1.19E-06	4.27E-07	1.93E-07	1.14E-07	7.64E-08	5.56E-08	4.27E-08	3.40E-08
ENE	3.74E-05	7.53E-06	3.66E-06	1.85E-06	7.07E-07	2.46E-07	1.11E-07	6.53E-08	4.39E-08	3.20E-08	2.45E-08	1.95E-08
E	3.49E-05	7.52E-06	3.78E-06	1.88E-06	7.40E-07	2.58E-07	1.15E-07	6.79E-08	4.57E-08	3.32E-08	2.55E-08	2.03E-08
ESE	4.62E-05	9.53E-06	4.78E-06	2.43E-06	1.00E-06	3.53E-07	1.58E-07	9.32E-08	6.32E-08	4.62E-08	3.54E-08	2.78E-08
SE	7.93E-05	1.80E-05	9.34E-06	5.03E-06	2.09E-06	7.50E-07	3.50E-07	2.07E-07	1.40E-07	1.02E-07	7.88E-08	6.29E-08
SSE	6.78E-05	1.53E-05	7.79E-06	4.17E-06	1.76E-06	6.37E-07	3.02E-07	1.82E-07	1.24E-07	9.03E-08	7.03E-08	5.61E-08
S	9.84E-05	2.21E-05	1.15E-05	6.31E-06	2.75E-06	1.05E-06	5.06E-07	3.13E-07	2.17E-07	1.62E-07	1.27E-07	1.03E-07
SSW	1.01E-04	2.15E-05	1.16E-05	6.43E-06	2.77E-06	1.08E-06	4.91E-07	3.04E-07	2.11E-07	1.58E-07	1.23E-07	1.00E-07
SW	9.47E-05	1.97E-05	1.04E-05	5.45E-06	2.23E-06	8.03E-07	3.67E-07	2.22E-07	1.52E-07	1.12E-07	8.62E-08	6.90E-08
WSW	8.84E-05	1.83E-05	9.35E-06	4.89E-06	1.94E-06	6.87E-07	3.10E-07	1.84E-07	1.25E-07	9.08E-08	6.97E-08	5.56E-08
W	6.71E-05	1.38E-05	6.96E-06	3.57E-06	1.42E-06	4.94E-07	2.23E-07	1.31E-07	8.74E-08	6.36E-08	4.88E-08	3.89E-08
WNW	6.05E-05	1.20E-05	5.64E-06	2.84E-06	1.09E-06	3.67E-07	1.65E-07	9.70E-08	6.50E-08	4.72E-08	3.61E-08	2.88E-08
NW	6.38E-05	1.37E-05	6.81E-06	3.48E-06	1.40E-06	4.84E-07	2.18E-07	1.29E-07	8.70E-08	6.44E-08	4.98E-08	3.91E-08
NNW	7.39E-05	1.57E-05	7.89E-06	4.09E-06	1.68E-06	6.09E-07	2.76E-07	1.69E-07	1.15E-07	8.37E-08	6.50E-08	5.18E-08

表 7.1-5(3/5) 厂址半径 80km 范围内 8~24h 内的事故大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
N	4.34E-05	9.12E-06	4.54E-06	2.34E-06	9.35E-07	3.37E-07	1.52E-07	9.07E-08	6.18E-08	4.54E-08	3.52E-08	2.80E-08
NNE	4.35E-05	8.56E-06	4.25E-06	2.18E-06	8.78E-07	3.06E-07	1.39E-07	8.27E-08	5.54E-08	4.01E-08	3.07E-08	2.45E-08
NE	3.27E-05	6.68E-06	3.30E-06	1.77E-06	6.99E-07	2.46E-07	1.09E-07	6.40E-08	4.28E-08	3.11E-08	2.38E-08	1.89E-08
ENE	2.46E-05	4.75E-06	2.25E-06	1.12E-06	4.19E-07	1.43E-07	6.37E-08	3.72E-08	2.49E-08	1.80E-08	1.38E-08	1.09E-08
E	2.25E-05	4.60E-06	2.25E-06	1.10E-06	4.24E-07	1.45E-07	6.41E-08	3.74E-08	2.50E-08	1.81E-08	1.39E-08	1.10E-08
ESE	3.11E-05	6.14E-06	3.00E-06	1.49E-06	6.00E-07	2.07E-07	9.15E-08	5.35E-08	3.60E-08	2.62E-08	2.00E-08	1.57E-08
SE	5.32E-05	1.14E-05	5.74E-06	3.01E-06	1.22E-06	4.26E-07	1.95E-07	1.15E-07	7.71E-08	5.61E-08	4.30E-08	3.42E-08
SSE	4.64E-05	9.88E-06	4.89E-06	2.55E-06	1.04E-06	3.69E-07	1.72E-07	1.02E-07	6.92E-08	5.02E-08	3.89E-08	3.09E-08
S	7.01E-05	1.49E-05	7.52E-06	4.01E-06	1.69E-06	6.26E-07	2.95E-07	1.80E-07	1.24E-07	9.17E-08	7.13E-08	5.75E-08
SSW	7.05E-05	1.43E-05	7.46E-06	4.00E-06	1.67E-06	6.27E-07	2.82E-07	1.72E-07	1.19E-07	8.79E-08	6.84E-08	5.51E-08
SW	6.56E-05	1.30E-05	6.62E-06	3.40E-06	1.35E-06	4.76E-07	2.14E-07	1.28E-07	8.71E-08	6.36E-08	4.89E-08	3.90E-08
WSW	6.12E-05	1.21E-05	6.00E-06	3.07E-06	1.19E-06	4.11E-07	1.84E-07	1.08E-07	7.27E-08	5.26E-08	4.02E-08	3.20E-08
W	4.71E-05	9.27E-06	4.54E-06	2.28E-06	8.88E-07	3.01E-07	1.34E-07	7.84E-08	5.20E-08	3.77E-08	2.88E-08	2.29E-08
WNW	4.13E-05	7.89E-06	3.63E-06	1.79E-06	6.78E-07	2.24E-07	9.92E-08	5.79E-08	3.86E-08	2.79E-08	2.13E-08	1.69E-08
NW	4.33E-05	8.84E-06	4.28E-06	2.15E-06	8.41E-07	2.86E-07	1.27E-07	7.46E-08	5.00E-08	3.68E-08	2.83E-08	2.22E-08
NNW	5.15E-05	1.04E-05	5.09E-06	2.58E-06	1.03E-06	3.64E-07	1.63E-07	9.84E-08	6.63E-08	4.82E-08	3.72E-08	2.95E-08

表 7.1-5(4/5) 厂址半径 80km 范围内 24~96h 内的事故大气弥散因子 ( $s/m^3$ )

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	2.57E-05	4.96E-06	2.36E-06	1.17E-06	4.48E-07	1.55E-07	6.80E-08	4.00E-08	2.69E-08	1.96E-08	1.51E-08	1.19E-08
NNE	2.46E-05	4.52E-06	2.14E-06	1.06E-06	4.08E-07	1.37E-07	6.08E-08	3.56E-08	2.36E-08	1.70E-08	1.29E-08	1.03E-08
NE	1.79E-05	3.38E-06	1.60E-06	8.19E-07	3.11E-07	1.05E-07	4.60E-08	2.66E-08	1.77E-08	1.27E-08	9.67E-09	7.65E-09
ENE	1.29E-05	2.34E-06	1.07E-06	5.17E-07	1.89E-07	6.22E-08	2.72E-08	1.57E-08	1.04E-08	7.49E-09	5.69E-09	4.50E-09
E	1.15E-05	2.17E-06	1.02E-06	4.85E-07	1.81E-07	5.98E-08	2.60E-08	1.50E-08	9.95E-09	7.16E-09	5.45E-09	4.31E-09
ESE	1.70E-05	3.12E-06	1.46E-06	7.09E-07	2.73E-07	9.08E-08	3.95E-08	2.28E-08	1.52E-08	1.10E-08	8.36E-09	6.55E-09
SE	2.89E-05	5.66E-06	2.72E-06	1.37E-06	5.29E-07	1.78E-07	7.98E-08	4.64E-08	3.09E-08	2.23E-08	1.70E-08	1.35E-08
SSE	2.59E-05	5.06E-06	2.40E-06	1.20E-06	4.69E-07	1.59E-07	7.21E-08	4.23E-08	2.83E-08	2.04E-08	1.57E-08	1.24E-08
S	4.16E-05	8.13E-06	3.92E-06	2.00E-06	7.98E-07	2.82E-07	1.29E-07	7.68E-08	5.21E-08	3.82E-08	2.95E-08	2.36E-08
SSW	4.06E-05	7.65E-06	3.78E-06	1.94E-06	7.68E-07	2.74E-07	1.21E-07	7.21E-08	4.89E-08	3.58E-08	2.76E-08	2.21E-08
SW	3.73E-05	6.90E-06	3.33E-06	1.65E-06	6.31E-07	2.13E-07	9.39E-08	5.52E-08	3.71E-08	2.68E-08	2.05E-08	1.63E-08
WSW	3.49E-05	6.42E-06	3.04E-06	1.50E-06	5.61E-07	1.87E-07	8.20E-08	4.75E-08	3.17E-08	2.28E-08	1.73E-08	1.37E-08
W	2.74E-05	5.02E-06	2.36E-06	1.15E-06	4.30E-07	1.42E-07	6.18E-08	3.57E-08	2.35E-08	1.69E-08	1.29E-08	1.02E-08
WNW	2.30E-05	4.13E-06	1.85E-06	8.86E-07	3.25E-07	1.05E-07	4.55E-08	2.62E-08	1.73E-08	1.25E-08	9.46E-09	7.47E-09
NW	2.40E-05	4.52E-06	2.11E-06	1.02E-06	3.86E-07	1.27E-07	5.56E-08	3.22E-08	2.14E-08	1.56E-08	1.19E-08	9.33E-09
NNW	2.96E-05	5.54E-06	2.60E-06	1.27E-06	4.88E-07	1.65E-07	7.25E-08	4.29E-08	2.86E-08	2.06E-08	1.58E-08	1.25E-08

表 7.1-5(5/5) 厂址半径 80km 范围内 96~720h 内的事故大气弥散因子 (s/m<sup>3</sup>)

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	1.21E-05	2.06E-06	9.19E-07	4.32E-07	1.56E-07	5.05E-08	2.15E-08	1.24E-08	8.17E-09	5.86E-09	4.45E-09	3.50E-09
NNE	1.09E-05	1.80E-06	8.01E-07	3.76E-07	1.36E-07	4.33E-08	1.85E-08	1.06E-08	6.95E-09	4.96E-09	3.74E-09	2.94E-09
NE	7.48E-06	1.27E-06	5.63E-07	2.70E-07	9.70E-08	3.11E-08	1.32E-08	7.53E-09	4.94E-09	3.53E-09	2.66E-09	2.09E-09
ENE	5.14E-06	8.46E-07	3.69E-07	1.71E-07	5.98E-08	1.89E-08	8.01E-09	4.55E-09	2.98E-09	2.12E-09	1.60E-09	1.26E-09
E	4.35E-06	7.35E-07	3.25E-07	1.49E-07	5.31E-08	1.68E-08	7.11E-09	4.04E-09	2.65E-09	1.89E-09	1.42E-09	1.12E-09
ESE	7.11E-06	1.19E-06	5.23E-07	2.43E-07	8.79E-08	2.79E-08	1.18E-08	6.73E-09	4.42E-09	3.16E-09	2.38E-09	1.86E-09
SE	1.20E-05	2.07E-06	9.29E-07	4.41E-07	1.60E-07	5.13E-08	2.21E-08	1.26E-08	8.28E-09	5.92E-09	4.48E-09	3.52E-09
SSE	1.12E-05	1.94E-06	8.63E-07	4.09E-07	1.49E-07	4.79E-08	2.08E-08	1.19E-08	7.84E-09	5.60E-09	4.25E-09	3.34E-09
S	1.97E-05	3.41E-06	1.53E-06	7.35E-07	2.72E-07	8.95E-08	3.91E-08	2.27E-08	1.51E-08	1.09E-08	8.27E-09	6.55E-09
SSW	1.84E-05	3.12E-06	1.42E-06	6.83E-07	2.52E-07	8.31E-08	3.56E-08	2.06E-08	1.37E-08	9.89E-09	7.53E-09	5.96E-09
SW	1.66E-05	2.77E-06	1.24E-06	5.85E-07	2.10E-07	6.72E-08	2.87E-08	1.65E-08	1.09E-08	7.77E-09	5.87E-09	4.62E-09
WSW	1.56E-05	2.59E-06	1.15E-06	5.38E-07	1.91E-07	6.07E-08	2.58E-08	1.46E-08	9.63E-09	6.86E-09	5.18E-09	4.07E-09
W	1.26E-05	2.08E-06	9.19E-07	4.27E-07	1.52E-07	4.78E-08	2.03E-08	1.15E-08	7.51E-09	5.35E-09	4.04E-09	3.17E-09
WNW	9.96E-06	1.63E-06	6.99E-07	3.22E-07	1.13E-07	3.51E-08	1.49E-08	8.42E-09	5.50E-09	3.92E-09	2.95E-09	2.32E-09
NW	1.02E-05	1.73E-06	7.60E-07	3.53E-07	1.26E-07	3.98E-08	1.69E-08	9.64E-09	6.32E-09	4.54E-09	3.43E-09	2.68E-09
NNW	1.33E-05	2.24E-06	9.89E-07	4.62E-07	1.66E-07	5.32E-08	2.27E-08	1.30E-08	8.57E-09	6.12E-09	4.63E-09	3.64E-09

表 7.1-6 剂量转换因子

核素	衰变常数 (1/s)	烟云浸没照射 (Svs) / (Bq/m <sup>3</sup> )	地面沉积外照射 (Svs) / (Bq/m <sup>2</sup> )	吸入内照射 (Sv/Bq)	甲状腺吸入 (Sv/Bq)	
Kr-83m	1.05E-04	2.43E-18	-	-	-	
Kr-85m	4.30E-05	6.83E-15	-	-	-	
Kr-85	2.05E-09	2.55E-16	-	-	-	
Kr-87	1.52E-04	3.94E-14	-	-	-	
Kr-88	6.78E-05	9.72E-14	-	-	-	
Xe-131m	6.74E-07	3.70E-16	-	-	-	
Xe-133m	3.66E-06	1.27E-15	-	-	-	
Xe-133	1.53E-06	1.39E-15	-	-	-	
Xe-135m	7.42E-04	1.85E-14	-	-	-	
Xe-135	2.12E-05	1.11E-14	-	-	-	
Xe-138	8.15E-04	5.44E-14	-	-	-	
I-131	有机碘	9.98E-07	1.84E-14	3.75E-16	1.50E-08	3.10E-07
	粒子碘				7.40E-09	1.50E-07
	元素碘				2.00E-08	3.90E-07
I-132	有机碘	8.37E-05	1.14E-13	2.21E-15	1.90E-10	3.20E-09
	粒子碘				9.40E-11	1.40E-09
	元素碘				3.10E-10	3.60E-09
I-133	有机碘	9.26E-06	3.00E-14	5.97E-16	3.10E-09	6.00E-08
	粒子碘				1.50E-09	2.80E-08
	元素碘				4.00E-09	7.60E-08
I-134	有机碘	2.20E-04	1.33E-13	2.53E-15	5.00E-11	7.00E-10
	粒子碘				4.50E-11	2.60E-10
	元素碘				1.50E-10	7.00E-10
I-135	有机碘	2.91E-05	8.25E-14	1.47E-15	6.80E-10	1.30E-08
	粒子碘				3.20E-10	5.70E-09
	元素碘				9.20E-10	1.50E-08
Rb-88	6.48E-04	3.50E-14	5.95E-16	2.26E-11	1.37E-12	
Rb-89	7.61E-04	9.03E-14	1.91E-15	1.16E-11	1.61E-12	
Cs-134	1.07E-08	7.58E-14	1.52E-15	1.25E-08	1.11E-08	
Cs-136	6.11E-07	1.06E-13	2.09E-15	1.98E-09	1.73E-09	
Cs-137	7.33E-10	2.89E-14	2.86E-19	8.63E-09	7.93E-09	
Cs-138	3.58E-04	1.21E-13	2.19E-15	2.74E-11	3.57E-12	

注：

- 惰性气体：烟云浸没外照射剂量转换因子取自《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。
- 碘和碱金属：吸入内照射有效剂量转换因子主要取自国际辐射防护委员会（ICRP）71号出版物；烟云浸没外照射剂量转换因子主要取自国际原子能机构（IAEA）19号安全报告（2001）。
- 其它核素：烟云浸没外照射剂量转换因子主要取自美国联邦导则12号报告；吸入内照射有效剂量转换因子主要取自美国联邦导则11号报告。

表 7.1-7 整个事故期间厂址半径 80km 范围内公众受到的集体有效剂量

单位：人 Sv

距离 (km) 方位	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	合计
N	-	-	-	-	3.16E+00	2.39E+01	2.42E+00	2.65E+01	5.17E+00	9.65E+00	2.05E+00	1.17E+01	8.46E+01
NNE	-	1.57E+01	-	-	3.77E+01	9.88E+00	9.33E+00	2.06E+00	5.62E-01	1.22E+00	5.35E+00	5.39E-01	8.23E+01
NE	-	-	1.24E+01	-	9.43E-01	9.81E-01	8.71E+00	3.43E+01	6.62E+01	1.10E+01	7.71E+00	4.19E+00	1.46E+02
ENE	-	-	-	-	-	-	6.47E+00	1.75E+01	2.49E+01	8.65E+00	8.15E+00	2.41E+01	8.98E+01
E	-	-	-	-	-	-	-	1.90E+00	7.04E+00	8.30E+00	4.33E-01	-	1.77E+01
ESE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	-	8.94E+00	-	-	-	-	-	-	8.94E+00
SW	-	-	-	-	1.67E+01	7.38E+01	-	-	-	-	-	-	9.05E+01
WSW	-	-	1.10E+01	2.45E+01	6.96E+00	3.01E+01	6.77E+00	-	2.60E+00	1.17E+01	1.35E+01	5.14E+01	1.59E+02
W	-	-	1.09E+01	-	2.87E+00	8.29E+00	5.67E+00	-	9.87E+00	2.96E+01	7.60E+01	8.67E+01	2.30E+02
WNW	-	1.16E+01	-	2.72E+00	4.74E+00	4.18E+01	3.16E+00	5.09E+00	2.70E+00	1.95E+01	4.58E+00	9.73E+00	1.06E+02
NW	-	3.63E+01	-	4.78E+01	3.53E+01	2.33E+01	3.46E+01	3.63E-01	7.02E+01	2.06E+01	2.99E+01	5.84E+01	3.57E+02
NNW	-	-	-	1.91E+01	9.12E+01	4.79E+01	4.00E+00	1.43E+01	1.59E+00	5.64E+00	5.02E+00	2.26E+00	1.91E+02
合计	-	6.36E+01	3.43E+01	9.41E+01	2.00E+02	2.69E+02	8.11E+01	1.02E+02	1.91E+02	1.26E+02	1.53E+02	2.49E+02	1.56E+03

表 7.1-8 事故公众个人剂量和集体剂量与国家标准的比较

项 目	剂量结果	GB6249-2011 事故剂量限值	占限值比 例
事故后任意 2 小时内非居住区边界（600m） 个人受照的最大有效剂量（Sv）	$2.96 \times 10^{-2}$	0.25	11.8%
整个事故持续期间内规划限制区边界（5km） 个人受照的最大有效剂量（Sv）	$1.47 \times 10^{-2}$	0.25	5.9%
整个事故持续期间内厂址半径 80km 范围内公 众个人受照的集体有效剂量（人.Sv）	$1.56 \times 10^3$	$2 \times 10^4$	7.8%

## 7.2 场内运输事故

### 7.2.1 新燃料运输事故

### 7.2.2 乏燃料运输事故

### 7.2.3 固体废物运输事故

图

图 7.2-1 中广核广东太平岭核电厂新燃料、乏燃料场内运输路线

## 7.2 场内运输事故

### 7.2.1 新燃料运输事故

新燃料运输货包的设计和制造应同时满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）、IAEA《放射性物质安全运输条例》（IAEA NO TS-R-1）和《放射性物品道路运输管理规定》（2011-1-1）的要求。

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充分考虑了可能的事故工况，即使发生运输事故，容器本身发生变形，燃料组件也不会产生临界反应，同时燃料棒包壳密封仍然保持完好，不会发生燃料散落。加上新燃料组件未经辐照，放射性水平很低。

总体而言，新燃料运输事故不会污染周围环境和危害人员健康，可达到安全可靠。

### 7.2.2 乏燃料运输事故

乏燃料的厂内运输由辅助厂房吊车、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。乏燃料装入运输容器的操作以及容器的清洗、检查在装料池和清洗池内进行。装料池和清洗池为两个毗邻的水池，均位于辅助厂房内乏燃料存储水池旁侧。它们均为内衬不锈钢板覆面的钢筋混凝土结构，与乏燃料存储水池连成整体结构。其中装料池与存储水池相通，并由水闸门隔开。

乏燃料组件通常存储在乏燃料存储水池中，直到裂变产物的活性降低到允许运输的程度。然后，将乏燃料组件装入到乏燃料运输容器中。在转运的过程中，燃料组件活性区顶部须一直保持至少 3m 的屏蔽水层。

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《放射性物品运输安全管理条例》等准则。应证实容器在承受正常运输条件下和运输中事故条件下的种种试验后，仍能保持符合密封性能与屏蔽性能的要求。

除了运输容器本身具有高的安全性外，乏燃料的安全运输还依靠运输过程中的正确操作和严格管理，为此，容器的设计制造和运输的操作管理两个方面均将履行规定的审批程序。因此，预期的乏燃料运输事故不会对周围环境和人员造成不可接受的后果。

### **7.2.3 固体废物运输事故**

放射性固体废物在厂址废物处理设施内暂存后，将按照国家要求运往指定的区域处置场。放射性固体废物的厂外运输和永久储存应保证运输人员和公众接受的辐照控制在可合理做到的尽可能低的水平，厂外运输可通过铁路、公路、船舶等方式，并符合《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）和《放射性物品道路运输管理规定》（2011-1-1），可有效防范运输过程中的环境风险。

### 7.3 其它事故

#### 7.3.1 建设期间其它事故分析

#### 7.3.2 运行期间其它事故分析

表

表 7.3-1 主要危险化学品储存情况

表 7.3-2 环境风险较大的危险化学品贮存情况及与临界量比对

## 7.3 其它事故

### 7.3.1 建设期间其它事故分析

核电厂施工建设期间的环境风险主要包括厂平及负挖期间炸药的储存和运输风险、化学品存储和使用风险、山坡开采和道路施工引起滑坡以及施工营地环境卫生问题导致施工人员的健康风险。

核电厂施工阶段需采用炸药对厂址处岩体进行爆破处理，如炸药储存和运输不当，则可能对施工人员安全及环境安全造成较大风险。核电厂爆破所用炸药集中存放于场外仓库，对炸药入库、出库、运输等过程设专人管理，每次使用前均需向公安部门申报，严格控制炸药使用量。施工过程中，在场地各主要出入口设置警示牌，告知爆破时间，每次爆破前须提前疏散周围施工人员，确保爆炸区无人员车辆后方可实施爆炸作业，将炸药对人员及环境可能产生的风险降至最低。

核电厂可能需要采用一些化学物质和缓蚀剂进行表面处理，以避免设备及管道的盐雾锈蚀和表面氧化。这些化学物质和缓蚀剂主要包括磷酸三钠、硼酸钠、非卤素的有机溶剂和硫酸、磷酸、有机酸等，如保存管理不当，可能造成泄漏风险，对地表土壤及植被生态造成破坏。由于核电厂设备和管道等均在厂内定点存放，并考虑防水防雨等不利影响，因此需后续处理过程较少，化学物质使用量不大。该部分危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）可以得到安全妥善贮存，产生的废物由生产厂商回收处理。在施工阶段，由于化学品泄漏造成的环境风险较小。

核电厂施工周期较长，施工人数众多，人员来自五湖四海，施工期间大量人员涌入电厂区域及附近进行施工和居住，如环境卫生管理不到位，特别在夏季，容易使爆发流行性传染病的几率大大增加，一旦发生疫情，将对整个施工区内的人员健康造成极大威胁。核电厂施工阶段人员居住于厂区以外的各个村庄，所产生的生活垃圾由所居住村庄处理。在电厂施工期间，将积极做好施工营地及施工场所的卫生管理，做到垃圾日产日清，提供安全的饮食和饮用水，不会对人员的健康产生风险。若发现人员出现疫情特征，及时送往附近医院治疗，减少疫情大规模扩散的几率，保障施工人员的健康。

### 7.3.2 运行期间其它事故环境影响分析

本节主要依据《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）相关要求对环境风险分析与评价。

### 7.3.2.1 环境风险识别

核电厂在运行中将使用一些毒性物质和易燃物质（如柴油）等，这些物质在运输、使用、储存过程中均存在一定的事故风险隐患。太平岭核电厂运行期间使用的化学物质主要用于：

- 反应堆冷却剂（加注硼酸及 LiOH）；
- 化学容积控制系统；
- 除盐水处理系统；
- 中央冷冻水系统；
- 循环水处理系统；
- 常规岛化学药剂注入系统；
- 防火系统和应急柴油机。

上述设备或系统中涉及的主要危险化学品最大贮存量见表 7.3-1。

### 7.3.2.2 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）附录 B.1 给出的突发环境事件风险物质及临界量，筛选出环境风险及存量较大危险化学品，表 7.3-2 给出了运行期间潜在环境风险较大的危险化学品最大储存量及对应的临界量，根据附录 C 危险物质数量与临界量比重计算，太平岭核电厂各危险物质最大储存量与临界量的比值之和  $Q$  为 6.89。

根据 HJ169-2018，本项目行业及生产工艺为 M4，结合  $Q$  值可得危险物质及工艺系统危险性（ $P$ ）的分级为 P4。依据附录 D 的环境敏感程度（ $E$ ）分级，厂址周边 5km 范围居住人口大于 1 万人小于 5 万人，故大气环境敏感程度分级为 E2。同时，本项目不位于地表水和地下水环境敏感区。根据 HJ169-2018 表 2 内容可将本项目环境风险潜势划分为 II 级，对应的环境风险评价等级为三级，需定性分析说明环境风险影响后果。

上述危险化学品均在室内储存，配备泄漏应急处理设备，地面为混凝土防渗地面，泄漏后不会污染周边地表水或地下水，有毒气体(主要是氨水挥发)不会大量飘散至室

外造成严重的大气环境污染。因此，在做好相关管控防护措施后，上述危险化学品储存设施的环境风险很小。

### 7.3.2.3 危险化学品管控措施

太平岭核电厂将参考国内在运核电厂的经验反馈，制定严格的危险化学品管控程序，明确电厂各部门在危险化学品安全管理中的职责，以切实降低电厂危险化学品在运输、装卸、贮存以及使用中可能的环境风险，具体包括：

#### 1) 危险化学品运输和装卸

- 进入厂区的新增危险化学品需由相关部门技术审定；
- 运送进出厂区危险化学品应由交通部门认可的专业运输公司提供服务，危险化学品的运输工具应符合《汽车运输危险货物规则》中运输车辆的常规要求，并配备相应的应急设施；
- 危险化学品运输和装卸的人员需进行相关安全知识专项技能培训并授权；
- 运输和装卸时，针对不同的危险化学品采取不同的安全措施和劳动保护措施。

#### 2) 危险化学品储存管理

- 一般情况下，危险化学品需要储存在专用仓库内保管。如确因工作需要储存在现场时，须经过审批，办理储存手续，并落实好许可证上的要求；
- 储存仓库必须符合安全、消防要求；安全设施必须完好；必须制定健全的库房安全管理制度，定期检查安全状况，建立相关检查记录；
- 危险化学品必须根据《危险物品名表》进行分类、分项存放；仓库管理单位必须建立安全操作、发放和回收制度，确保包装完好、标签清楚，配备相应的安全技术说明书供用户查阅；危险化学品仓库的管理人员、搬运人员必须经过专项安全培训和授权才能上岗工作；
- 厂房管理方需对所辖范围内储存的危险化学品进行定期检查，督促存放人落实相关管理措施，保证存放的危险化学品不威胁厂房的安全。

#### 3) 危险化学品使用管理

- 使用危险化学品或在相关系统上操作、取样、检修的工作人员，必须经过培训授权，了解相关化学品的特性及应急防护措施；
- 领取危险化学品时，以满足当天工作需要为准，限量领取；

- 对于易燃品的使用必须采取防火措施，远离热源和火源，防止发生火灾；
- 使用时，应根据危险化学品的种类、特性及工作情况采取相应隔离、清扫、通风、检测、防火、防爆、防毒等安全措施，并使用相应的安全防护用具。

#### 4) 火灾防范

太平岭核电厂设计上将从建筑结构防火、电厂结构布局、电缆设计、走线、隔离、可燃物控制等方面考虑火灾防范。火灾的预防可以分为电厂设计上采取的措施和电厂运行管理上采取的措施。整个电厂的防火设计符合《核电厂防火》（HAD102/11）等相关法规标准的要求，并且严格实施有关火灾危险作业的管理措施和管理规程，以使火灾发生的可能性减至最小。

#### 5) 氢爆防范

- 对与氢气相关的设备，严格遵照有关标准设计、制造、施工以及保证质量。
- 用氮气冲入储槽或有关的上部空间，以防止空气漏入，限制水中的氧浓度来防止空气与氢气形成混合爆炸物。
- 放射性气体废物系统废气保护床、延迟床设有氮气管，用于工作前设备的扫气和检修前的清扫。
- 安全壳内设置有氢气浓度监测系统，在设计基准事故后，由两台安全相关的非能动氢气复合器消除安全壳内的氢气，防止达到可燃下限。严重事故后，分布在安全壳内的点火器将引发氢气的燃烧，以保证安全壳的完整性。

#### 6) 腐蚀性事故防范

为防止人员直接与氨、联氨接触，采用机械化设施输送这些物质，在加药泵出口均装有安全释放阀，一旦超压，排出溶液可返回溶液箱或者废水池处理。此外，还增加了通风装置，将有害的气体排到室外。

为防止浓酸、浓碱造成的人员伤害，设计中将采取下列措施：

- 选择的设备、部件均对酸碱具有耐腐蚀性。
- 浓酸、浓碱的输送采用机械化设备。
- 剂量泵出口装有安全释放阀。
- 所有的储罐，剂量箱均有液位报警连锁装置。
- 在酸碱储存区域装有安全淋浴装置和洗眼器。
- 酸碱储存中的浓酸与空气不直接接触。

综上所述，本项目对于各危险物质的管理均设置了可靠的工程措施以及安全管理措施，在严格落实相关措施后，本项目的环境风险较小。

表 7.3-1 主要危险化学品储存情况

危险品名	贮存位置	储存数量
柴油	柴油发电机厂房	977t
柴油	应急指挥中心	200t
柴油	应急设施存贮与燃油 补给中心	52t
汽油		16t
氢气	制氢站	0.267t
氢气	发电机厂房	0.191t
氢气	厂区实验室	133L
乙炔		1600L
高锰酸钾	化学品库	1.3kg
过氧化氢		60L
乙醇		40L
石油醚		100L
氢气		67kg
氨水（26%）		20t
盐酸（31%）		200t
水合联氨（40%）		20t

表 7.3-2 潜在环境风险较大的危险物质贮存情况及与临界量比对

危险化学品名称	最大储存量 $q_i$ (t)	临界量 $Q_i$ (t)	$q_i/Q_i$
氨水(26%)	20	10	2
柴油	1229	2500	0.49
盐酸 (31%)	200	50	4
水合联氨 (40%)	20	50	0.4
Q			6.89

## 7.4 事故应急

### 7.4.1 执行应急计划的初步可行性

#### 7.4.1.1 核电事故应急对策

#### 7.4.1.2 核电厂应急环境特征

## 7.4 事故应急

针对核电厂运行期间的放射性与非放射性环境风险，中广核广东太平岭核电厂将从机组设计和运行管理等两方面加以风险防范，具体包括，从设计上考虑对于华龙一号事故包括严重事故的防范缓解措施、电厂运行时可能发生的非放射性事故风险防范措施，以及针对放射性物质运输的风险防范措施，和针对电厂所使用的危险品在厂内运输、装卸、贮存与使用的环境风险所采取的管理措施。

同时，鉴于核事故应急在核电厂选址、建设、装料及运行等各阶段均需着重考虑，而对于核电厂而言，建设期间与运行期间的非放射性环境风险相对较小，因此，中广核广东太平岭核电厂的应急措施主要是对于核事故应急的相关考虑。

### 7.4.1 执行应急计划的初步可行性

国务院颁布的《核电厂核事故应急管理条例》指出：“有关部门在进行核电厂选址和设计工作时，应当考虑核事故应急工作的要求”。在选址阶段，核安全法规《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101）也要求：考虑到公众的潜在辐射后果和执行应急计划的能力，以及可能妨碍执行应急计划的任何外部事件的影响，必须在推荐厂址的周围建立外围地带。在核电厂开始建造前，必须确定在核电厂运行前外围地带不存在妨碍制定应急计划的根本问题。

国际原子能机构（IAEA）第 55 号安全丛书指出：如果核设施的推荐厂址在制定和执行应急计划方面出现了难以克服的特殊困难，则可以成为不选择该厂址的充分理由。在厂址选择时应考虑下述与厂址有关的重要因素：

- 区域人口密度和分布；
- 厂址距1万人以上的乡镇和10万人以上的城镇的距离；
- 难以撤离或隐蔽的特殊人群；
- 特殊的地形特征，例如岛屿、山地地形、河流等；
- 当地运输和交通网络特征；
- 可能存在潜在危险的工业设施；
- 对于可能的放射性核素释放敏感的农业活动；
- 可能同时发生的外部事件，灾难性外部事件或可预见的自然现象。

#### 7.4.2.1 核事故应急对策

核电厂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因素。

为了减少事故时公众的辐射影响，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，中广核广东太平岭核电厂业主将与地方政府保持密切联系，积极协助地方政府成立必要的核应急组织，以利于针对中广核广东太平岭核电厂建立切实可行的场外应急计划，并设立相应的核应急监测机构。

#### 7.4.2.2 核电厂应急环境特征

##### （1）应急区域

核事故应急照射有两个基本途径：

- 烟羽照射，包括空气浸没外照射和烟云吸入内照射；
- 食入内照射，包括摄入受污染的食品和水等。

对于这两个基本途径，核电厂周围将建立两个应急计划区：

- 烟羽应急计划区；
- 食入应急计划区。

根据《核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分》（GB/T17680.1-2008），对于压水堆核电厂，烟羽应急计划区在符合安全准则的前提下，一般应在以反应堆为中心、半径 7km~10km 的范围内确定，烟羽应急计划区内区（即应做好采取应急撤离等紧急防护措施准备的区域）一般应在反应堆为中心、半径 3km~5km 的范围内确定；食入应急计划区在应急计划阶段根据应急计划与准备的事故辐射后果综合考虑。

##### （2）人口分布

厂址半径 5km 范围内涉及惠东县黄埠镇所辖的沙埔村、三洲村、西冲村、新渔村、霞坑村 5 个行政村下辖的 16 个自然村，厂址半径 5km 范围共有人口 11022 人。按厂址半径 5km 范围陆域面积计算，平均人口密度约为 219 人/km<sup>2</sup>。距离厂址最近的居民

点为上太平岭自然村，位于厂址 NNE 方位 1.2km，有人口 346 人。厂址半径 5km 范围内最大的居民点为位于厂址 NW 方位约 4.9km 处的新渔村，有人口 2342 人。厂址半径 5km 范围内没有超过 1 万人的居民点。

根据现场实地走访，厂址附近各自然村中实际居住的常住人口较少，大部分青壮年都外出打工或住在黄埠镇上或迁往香港、深圳等地。

厂址半径 10km 范围内千人以上的居民点共有 19 个，最大的居民点为位于厂址 NNW 方位约 7.4km 处的黄埠镇群英居委，有人口 4331 人，距离厂址最近的千人以上居民点为位于厂址 WSW 方位约 3.0km 处的黄埠镇西冲村，有人口 2439 人。

厂址所在的黄埠镇和附近的吉隆镇是全国闻名的女装时尚鞋生产基地，两个镇的鞋厂、鞋料店及相关的鞋材配套企业众多。因此，黄埠镇和吉隆镇的流动人口较多，且均以流入为主，多为外来务工人员。根据当地各乡镇提供的资料：黄埠镇有流入人口 28139 人；吉隆镇有流入人口 28580 人。

总体而言，中广核广东太平岭核电厂半径 5km 范围内没有大、中型医院、监狱、大型工厂和养老院。厂址半径 5km 范围内有黄埠三洲小学（NW/3.5km）、黄埠新渔小学（NW/4.5km）、黄埠西冲小学（WSW/2.5km）、黄埠霞坑小学（NNW/4.8km），四所学校总共有学生 580 人，主要为周边村庄的学生，其中最大的黄埠霞坑小学学生数 225 人，建议在核电厂应急方案中关注上述学校学生。

由于厂址半径 15km 范围内的流动人口数量较大，因此，在厂址外围地带建立应急计划区时，应充分考虑流动人口的可能影响。

### （3）经济形态

厂址半径 15km 范围内涉及惠州市各乡镇的工业主要以制鞋业及其配套产业为主，另外有少量的建材、五金、服装、食品加工等产业。厂址半径 5km 范围内工业基础较为薄弱，现状只有伟康橡塑制品有限公司一家工业企业，位于 NW 方位约 4.4km 的黄埠镇三洲村附近，有职工 170 人。农业主要以粮食生产为主，稻谷为其主要粮食作物，经济作物主要为甘蔗、花生等，油料作物主要为花生，蔬菜主要有马铃薯、苦瓜、青菜等块茎类和叶类蔬菜，水果主要品种有桔、橙、香蕉、菠萝、荔枝、龙眼、芒果等，农产品主要以当地销售为主。

根据深汕合作区目前规划，厂址半径 15km 范围内小漠镇将作为新能源及临港产业基地，鹅埠镇作为产业集聚区，重点发展电子信息、传统优势产业。近年来，深汕

合作区坚定发展实体经济，坚持高新技术项目、重大项目、规模集聚项目“三个优先”，加快构建现代产业体系。根据深汕合作区近年来常住人口变化情况为：2018年末 7.51 万、2019 年末 9.34 万，2020 年末 13 万。近年该区域常住人口增加较快，主要是由于该区域受政策影响产业发展迅速，人员大量流入，建议后续持续关注深汕合作区人口及产业发展情况。

在建的两个大科学装置预计 2025-2026 年建成投用后，将可集聚国内外约 1500 名科学家等科研人才。

#### （4）应急通道

太平岭核电进厂公路和应急公路目前已建成，具体情况如下：

- 核电应急公路，中广核广东太平岭核电厂应急公路全长 4.7 公里，于 2019 年年底实现临时通车，应急公路从东头村起，沿线经过大坑口村等多个村落，与 X121 县道相连。应急公路全线计划于 2021 年中实现全线通车，将起到保障核电项目安全建设的重要作用。与此同时，应急路的通车也将进一步提升黄埠镇和小漠镇的跨区域联动，为黄埠镇打通前往深山合作区的另一条道路，改善沿线村民的出行条件，为推动区域经济发展起到重要作用。
- 核电进厂公路，中广核广东太平岭核电厂进场公路全长 6.3 公里，分一期、二期建设，全线于 2020 年 11 月 13 日正式通过交工验收，开始对社会开放。进场公路从厂址起，途径周边沙浦村、盘岩村、三洲村、新渔村、霞坑村、望京洲村等 7 个村落，连接至盐洲大桥桥头，采用双向四车道一级公路标准设计，路基宽 24.5 米，路面为沥青混凝土。

除核电进场公路和应急公路外，厂址周边还有高速公路 G15 沈海高速（深汕高速）、S30 惠深沿海高速，国道 G324，省道 S387 等国省道及 X211 等县道。其中位于厂址半径 15km 范围内的道路主要有：G15 深汕高速、G324 国道、S259 省道、S387 省道和 X211 县道、X213 县道等。

- G15 深汕高速为沈海高速一部分，距厂址最近处在 NNE 方位 13.5km 的深汕合作区的鹅埠镇境内；
- G324 国道西接深汕合作区的鹅埠镇，与 S387 交接，东穿吉隆、稔山镇及惠东县城，离厂址最近处在厂址 NNW 方位约 13.0km 的吉隆镇；
- S387 省道，由原来的 X121、X211 及 X210 线升级而来，离厂址最近处位于

厂址 WNW 方位约 4.6km 处；

- S259 省道：由原来的 X213 线升级而来，离厂址最近点在于平海镇，位于厂址 SW 方位约 13km 处；
  - X121 线（吉黄线），原起点位于汕尾市交界处，终点位于吉隆镇，现该道路已升级为 S387 省道；
  - X210 线（三港线），原起点位于稔山镇三多、终点位于港口镇，现该道路已升级为 S387 省道；
  - X211 线（铁盐线），原起点位于铁涌镇、终点位于盐洲镇。盐洲至盐洲大桥桥头段升级后，起点位于黄埠镇盐洲大桥桥头段，终点位于铁涌镇，离厂址最近处位于厂址 WNW 方位 4.8km 处；
  - X213 线（黄大线），原起点位于稔山镇、终点位于港口镇，部分路段升级后，起点位于平海镇，终点位于港口镇。离厂址最近点在于平海镇，位于厂址 SW 方位 10.5km 处。目前 X213 黄大线升级改造正在建设，预计 2021 年完成通车。
  - 新吉盐公路新建工程，该公路起于吉隆镇荖埔村，经招贤、大华等村，终点至黄埠接盐洲跨海大桥，线路全长 8 公里，为一级公路双向六车道。目前已建成通车。离厂址最近处位于厂址 NNW 方位 5.5km 处。
  - 平海至盐洲公路新建工程，该公路起于平海镇接县道 X213 线，沿海岸线布线，经东和、西冲等村，终点至盐洲接盐洲跨海大桥引道，线路全长 7.8 公里，按一级公路双向四车道标准建设。目前已建成通车。离厂址最近处在厂址 WNW 方位 4.8km 处。
  - 惠东县增吉公路改建工程，该项目全长 27.2km，其中桥梁 200 米，起于多祝镇集联接省道 S356 线，终点至吉隆桥接国道 G324 线。目前已建成通车。离厂址最近处位于厂址 NNW 方位 13km 处。
  - 惠东县两项目两装置进场公路，项目全长 5.6 公里，总投资 9600 万元。主线采用设计速度 40Km/h 的双向两车道山区二级公路标准设计，路基宽 12m，行车道宽 3.5m；支线采用设计速度 40km/h 的双向两车道三级公路标准建设，路基宽 10.5，行车道宽 3.5m，最近处位于厂址北侧约 2km 处，目前已完成建设。
- 综上，厂址周围具有良好的应急撤离、疏散和运输条件。

#### （5）通讯网络

无线通讯网络已覆盖厂址区域，在电厂建设期间，有线通讯也将更加完善，不会存在应急通讯的困难。

综上所述，从可能影响执行应急计划可行性的厂址因素分析，中广核广东太平岭核电厂在制定和执行核事故应急计划时，应关注厂址所在区域内各乡镇流动人口的分布及流动情况，以分析流动人口对电厂应急计划执行的可能影响，并充分考虑及关注正在建设的小漠港区相关的产业布局和发展情况。

## 第八章 流出物监测和环境监测

### 8.1 辐射监测

### 8.2 其他监测

### 8.3 监测设施

### 8.4 质量保证

表

表 8-1 气载流出物监测方案

表 8-2 液态流出物监测方案

## 8.1 辐射监测

### 8.1.1 流出物监测

#### 8.1.1.1 监测目的

#### 8.1.1.2 主要原则

#### 8.1.1.3 气载放射性流出物监测系统

#### 8.1.1.4 液态放射性流出物监测系统

#### 8.1.1.5 流出物监测方案

#### 8.1.1.6 固体废物监测

#### 8.1.1.7 流出物监督性监测

### 8.1.2 辐射环境监测

#### 8.1.2.1 监测目的

#### 8.1.2.2 监测范围与布点原则

#### 8.1.2.3 监测内容

#### 8.1.2.4 辐射环境监督性监测

### 8.1.3 应急监测

## 8.1 辐射监测

### 8.1.1 流出物监测

中广核广东太平岭核电厂二期工程将建立放射性流出物监测系统，用于监测和控制核电厂流出物的排放。核电厂运行期间放射性流出物有气态和液态两种，即气载放射性流出物和液态放射性流出物。放射性流出物监测系统附有取样装置，以确保抽取有代表性的样品供实验室分析。该监测系统同时设置有报警装置和报警阈值，根据放射性流出物年排放总量满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）中控制值的要求，当监测通道测量值超过报警阈值时，应立即停止排放，并按照相关的报警程序处理。本节简要介绍中广核广东太平岭核电厂二期工程运行期间流出物监测的初步设想。

#### 8.1.1.1 监测目的

放射性流出物监测的目的是：

- 证明释放到环境中的气载和液态放射性物质的数量遵守国家批准的排放限值和核电厂本身规定的管理目标值；
- 为判明核电厂的运行以及放射性废物的处理工作是否正常有效提供数据和资料；
- 为应用适当的环境模式评价环境质量、估算公众所受的剂量提供源项数据和资料；
- 使公众确信核电厂的放射性排放确实受到严格的控制；
- 迅速发现和鉴别计划外排放的性质、种类及其程度，以便及时采取措施；
- 给出报警和必要的执行动作，以控制不合理排放，提供有关应急响应信息。

#### 8.1.1.2 主要原则

制定运行期间流出物监测计划的主要原则有：

- 满足国家相关法律法规及标准要求；
- 根据核电厂流出物排放途径等特点，合理地确定监测点的位置、取样测量频率和需要监测的放射性核素。在选择监测点的位置和取样时，确保监测结果

能代表实际的排放。

- 考虑到计划外释放的可能性，用于常规监测的仪表具有足够宽的量程；
- 用于关键释放点的监测仪表，必须考虑冗余度。
- 为便于评价监测结果，除对释放的放射性物质监测外，还监测其它与评价和估算有关的参数，如流出物流量、温湿度及气象参数等。

#### 8.1.1.3 气载放射性流出物监测系统

中广核广东太平岭核电厂二期工程属于华龙一号机型，属单堆布置，每台机组各设置 1 套气载放射性流出物监测系统，其运行期间气载放射性流出物的总排放口是烟囱，监测对象主要考虑惰性气体、碘、粒子、 $^3\text{H}$  和  $^{14}\text{C}$  等。在正常运行和事故运行工况下，核电厂气载放射性监测系统应具备对放射性气体进行在线监测和取样的功能。当放射性浓度达到预设值时，触发主控室警报。该放射性监测器同时具备对气溶胶、碘和放射性气体进行连续采样的能力，采样能在正常运行和事故运行的整个浓度范围内进行。

#### 8.1.1.4 液态放射性流出物监测系统

中广核广东太平岭核电厂二期工程 2 台机组的液态放射性流出物将按照国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求进行槽式排放，废液向环境排放前先送往储存槽逐槽取样测量，符合排放标准后方可排放。其测量项目包括  $\gamma$  核素分析、氚等，当测量结果低于排放管理限值时，则排放该贮存罐内的废液，否则，需返回处理。废液在采样和排放前必须混合均匀，在经过充分混合后进行采样分析，分析项目满足《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》的要求。

核岛与常规岛废液排出流放射性浓度在线连续监测系统主要是对 TER 系统和 SEL 系统排放废液的放射性浓度进行连续监测，防止因工作人员误操作、实验室仪器故障和取样分析结果不正确，导致放射性浓度超标排放，保证核电厂周围环境安全和公众健康。液态流出物监测子系统设计 2 个在线监测通道，分别在线监测 TER 与 SEL 排放管线上的放射性。

#### 8.1.1.5 流出物监测方案

依据《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》的要求，核电厂流出物监测方案需满足表 8-1 和表 8-2 的要求。

#### 8.1.1.6 固体废物监测

中广核广东太平岭核电厂二期工程正常运行时，除乏燃料元件等高放固体废物需另行专门处理外，一般中低放固体废物，例如废树脂、废过滤器芯子、废浓缩液等，要在固体废物厂房进行压缩、分装和固化，在处理的过程中需要进行监测，主要包括：

- 对废树脂、废过滤器芯子、废浓缩液等进行  $\gamma$  辐射监测，为分装方法和安全运输提供依据；
- 对各种固体废物桶表面  $\gamma$  剂量率进行监测，以判断是否符合放射性物质运输标准；
- 监测固体废物暂存站  $\gamma$  剂量率，为判断操作人员的辐射安全提供依据。

#### 8.1.1.7 流出物监督性监测

流出物监督性监测主要用于：

- 实现对核电厂流出物排放的实时有效监控；
- 对核电厂流出物进行独立的抽样监测，核查核电厂放射性物质排放数据，承担事故条件下的流出物应急样品分析。

流出物监督性监测包括在线监测和抽样监测，按照《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》和《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设具体要求（试行）》进行建设。

### 8.1.2 辐射环境监测

中广核广东太平岭核电厂二期工程是太平岭核电厂址后续建设工程，根据国家对于多堆厂址核电厂“四个统一”的环境管理要求，运营单位应统一环境监测方案，由统一的监测机构进行常规环境辐射监测。因此，本工程运行后的环境监测方案应在一期工程已有的监测方案基础上并结合本项目“三关键”来制定。

核电厂运行期间的环境监测包括正常运行时的环境辐射监测和事故时的应急辐射

监测。本节介绍中广核广东太平岭核电厂运行期间环境监测的初步方案设想，详细的环境监测方案将在后续阶段的环境影响评价中给出。

### 8.1.2.1 监测目的

核电厂运行期间的环境辐射监测主要是针对厂址周围的辐射水平和环境介质中的放射性比活度进行监测，其监测方案的制定与实施将充分参考运行前本底调查所获得的监测经验以及厂址最新的环境特征。监测目的是：

- 测定环境介质中放射性核素浓度或辐射水平的变化；
- 评价营运单位执行环境标准和运行控制限值的实施情况；
- 评价核电厂对放射性物质包容和排放控制的有效性；
- 为评价环境辐射安全和估算公众剂量提供依据；
- 鉴别由其它来源引起的污染；
- 为发现未知的照射途径和确定放射性核素在环境中的传输模型提供依据；
- 为应急监测提供预警信息。

### 8.1.2.2 监测范围与布点原则

中广核广东太平岭核电厂运行期间环境放射性监测范围和布点原则应充分参考运行前的辐射本底调查方案，监测范围为：

- 环境 $\gamma$ 辐射水平监测：厂址半径 20km 区域；
- 其余项目监测范围：一般取厂址半径 10km 区域；
- 海域部分调查范围的半径取 30km。

运行期间监测布点原则主要包括：

- 关键居民组居住区域；
- 常年主导风向下风向厂区边界附近居民点以及敏感区域；
- 厂址周边海域潮汐特点；
- 年平均最大剂量点及浓度点；
- 核电厂排水口及其附近海域；

— 尽可能与本底调查时的监测布点一致。

### 8.1.2.3 监测内容

#### （1）环境 $\gamma$ 辐射水平的监测

##### — 环境 $\gamma$ 剂量率连续监测

设立厂区大气 $\gamma$ 剂量率实时连续监测网络，实时、连续、自动监测正常运行时放射性烟羽在环境大气中产生的 $\gamma$ 剂量率。监测站点布设时将考虑关键居民组的位置、厂址边界、常年主导风向向下风向人口密集居民点、本底调查以及敏感地区等因素。环境 $\gamma$ 剂量率连续监测的点位布设与监测设备应具备与应急监测相兼容的特点。

##### — 瞬时 $\gamma$ 剂量率测量

参考本底调查的结果，确定 $\gamma$ 剂量率瞬时测量点位或路线，采用便携式 $\gamma$ 剂量率仪或监测车巡测厂区周围原野、道路以及室内环境的 $\gamma$ 剂量率水平。

##### — 累积剂量测量

在厂区周围布设若干累积剂量计，定时采集并测读，得到环境大气中累积 $\gamma$ 剂量水平。布设的点位可与连续监测和瞬时监测的点位重合，作为 $\gamma$ 剂量率监测的一种补充。

#### （2）环境介质放射性监测

环境介质采样、分析和测量方法大体上与运行前的环境本底监测相同。监测的主要环境介质是大气（气溶胶、沉降灰、空气中 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 等）、水（地表水、地下水、饮用水、降水）、土壤、动植物（特别是指示生物）以及若干海洋介质（包括海洋生物、海水、底泥和潮间带土）。对环境介质的监测，一般包含了取样、制样、测量、分析等过程，是核电厂常规环境监测的主要内容。核电厂在进行实际点位布设时，可根据本底调查的监测经验以及厂址周围环境变化，按照最优化原则，对点位进行调整。此外，随着核电厂运行期间环境监测数据的累积，核电厂应对本底调查时所确定的指示生物作进一步鉴别和分析，以最终确定对放射性污染具有指示意义的生物。

#### （3）气象观测

核电厂运行期间将进行气象观测，以提供评价短期或长期放射性释放对环境造成

影响所需的气象资料。核电厂已设立专用的气象观测站，可与厂区环境 $\gamma$ 剂量率连续监测系统同步。气象观测项目包括：厂址 10m、30m、80m 和 100m 高度的风向、风速和温度，地面处的降水、湿度、气压和太阳辐射等。当发生事故时，气象观测应能够提供实时气象参数，为应急决策提供支持。

#### 8.1.2.4 辐射环境监督性监测

核电厂监督性监测系统作为核电厂环境保护设施的一部分，负责对核电厂的运行实施监督性监测。核电厂外围辐射环境监测系统则由监测子站和前沿站构成，负责对环境辐射水平及相关气象参数、样品中放射性物质等进行监测和采样分析，并实施传输监测数据至省级数据汇总点。此外，系统应同时具备核事故应急环境辐射监测的能力，并具备自动报警和通知功能。

监测子站和前沿站按照《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设规范（试行）》和《核电厂辐射环境现场监督性监测系统建设具体要求（试行）》进行建设。

#### 8.1.3 应急监测

中广核广东太平岭核电厂在运行期间将制定必要的应急监测方案和实施程序，用于测量核事故时放射性释放对环境造成的污染范围和污染程度，为应急决策提供数据支持。应急监测应具备以下能力：

- 用于应急监测的环境 $\gamma$ 辐射连续监测系统应具备厂址半径 5~10km 范围内的连续监测的能力，并且具有足够大的量程，以适应应急监测的要求；
- 设置必要的环境监测机构，配备应急响应时使用的测量仪表、环境监测车和取样车以及相应的取样和分析器材等，具备快速监测和响应的能力；
- 为使应急监测数据及时传送至中广核广东太平岭核电厂应急指挥中心和场外应急指挥中心，将配备无线电数据传输所需的通讯设施。

## 8.2 其他监测

### 8.2.1 热影响监测

### 8.2.2 生活污水监测

## 8.2 其他监测

### 8.2.1 热影响监测

中广核惠州核电有限公司将根据国内同类核电厂温排水监测经验和监测技术发展，适时考虑对中广核广东太平岭核电厂运行后的温排水开展监测工作。

### 8.2.2 化学污染物和生活污水监测

中广核惠州核电有限公司将在厂区各污水站建成后，及时委托相关资质单位对污水站出水中的化学污染物开展定期水质监测，监测指标包括 pH 值、DO、COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、磷酸盐、油类、悬浮物等。相关监测成果将反映在电厂各阶段环评报告中。

### 8.3 监测设施

#### 8.3.1 流出物分析实验室

#### 8.3.2 环境监测设施

##### 8.3.2.1 环境实验室

##### 8.3.2.2 厂区辐射与气象监测系统

##### 8.3.2.3 移动监测系统

## 8.3 监测设施

### 8.3.1 流出物实验室

核电厂放射性流出物的准确排放量的统计主要来自于流出物分析实验室的测量与分析。厂区流出物分析实验室用于放射性流出物样品分析测量的主要房间有：测量室、热准备和冷准备间（即样品制备间）等。

#### （1）样品制备

流出物分析的样品制备应考虑设置热准备间和冷准备间，分别用于对核岛废液贮存罐和常规岛废液贮存罐中的废液进行样品制备。

样品制备间应配置有工作台、通风柜、干燥箱、电子天平、电热板以及制备样品所需的设备。

#### （2）流出物测量

流出物样品通常在测量室内测量，常见的测量仪器主要包括：

- 高纯锗  $\gamma$  谱仪，用于分析流出物样品中的  $\gamma$  放射性核素浓度；
- NaI  $\gamma$  探测器，用于分析流出物样品总  $\gamma$  放射性；
- 液闪谱仪，用于分析流出物样品中的氚和  $^{14}\text{C}$  浓度；
- $\alpha$ - $\beta$  测量仪，用于分析流出物样品中的总  $\alpha$  和总  $\beta$  浓度。

另外还包括总碳分析仪、台式 pH 计、电热板、马弗炉、分析天平、电子天平等。

### 8.3.2 环境监测设施

核电厂将建立相应的环境监测设施，用于满足运行期间辐射环境监测的需要。环境监测设施包括环境实验室、厂区环境辐射与气象监测系统和移动监测系统。

#### 8.3.2.1 环境实验室

环境实验室具体的职责为：

- 负责运行期间的环境监测和事故时的应急监测；
- 评价正常运行及事故排放时的环境污染水平；
- 调查污染变化趋势，追踪测量异常排放时放射性核素的转移途径；
- 定期向有关环境保护监督管理部门和主管部门报告环境辐射监测结果。

环境监测实验室将配备必要的实验室用房，主要包括制样实验室和分析实验室以及厂区环境  $\gamma$  剂量率监测系统中央站实验室。制样实验室主要用于制备可供测量的环境样品，比如生物样品碳化、放射化学分析制样等，分析实验室主要用于环境样品的分析测量，相关的设备主要有  $\gamma$  谱仪、低本底  $\alpha/\beta$  计数器、低本底液闪谱仪等。

### 8.3.2.2 厂区辐射与气象监测系统

#### (1) 厂区环境 $\gamma$ 辐射监测站

厂区环境  $\gamma$  剂量率监测系统主要对厂区环境空气中的  $\gamma$  剂量率进行在线、实时、连续、自动监测。系统包括若干监测站点，站点通常分布在厂址半径 10km 以内，站点的设置主要考虑以下因素：

- 厂址周围的环境特征，重点监测厂址附近环境敏感点（主要是人口密集区域），以用于评价敏感人群和公众所受的剂量水平；
- 设置点具有代表性，能够反映区域的污染特征，比如气载流出物大气弥散后在环境中最大浓度的位置可设置监测点；
- 考虑监测设备布置和数据传输的可行性；
- 设置必要的参考点。

#### (2) 气象观测站

气象观测站的作用是测量、记录和发送现场风向、风速、温度和湿度等参数，用于计算和评价核电厂气态放射性物质排放对该地区环境影响；事故情况下，提供实时气象参数以便制定和执行应急措施。

#### (3) 中央站

中央站通常设置在环境实验室内，其主要作用是负责连续采集、处理和记录气象和环境  $\gamma$  辐射剂量率数据，并对采集的数据进行存储、分析和发布。中央站主要包括：

- 环境  $\gamma$  辐射数据采集工作站：对厂区环境  $\gamma$  辐射监测站进行远程管理，并提供直接监视和操作的平台，收集环境  $\gamma$  辐射监测站采集的  $\gamma$  剂量率数据；
- 气象数据采集工作站：作为气象站的远程监测终端，负责气象数据的采集和处理。

#### (4) 地下水监测

二期工程拟设置 7 个地下水监测井。

### 8.3.2.3 移动监测系统

中广核广东太平岭核电厂应在二期工程运行前配置一定数量的环境监测车和环境监测采样车，车内配备相应的监测设备和采样设备。在核电厂运行期间环境监测车可对厂址周围环境 $\gamma$ 剂量率进行巡测，在发生核事故时亦可用于应急监测。

## 8.4 质量保证

### 8.4.1 质量管理

#### 8.4.1.1 组织机构

#### 8.4.1.2 人员的资格与培训

#### 8.4.1.3 数据审查制度

### 8.4.2 质量控制

#### 8.4.2.1 内部质量控制

#### 8.4.2.2 外部质量控制

## **8.4 质量保证**

为保证中广核广东太平岭核电厂二期工程流出物和环境监测设备的可靠性，确保流出物和环境监测数据的准确性，核电厂应依据国家有关标准，制订流出物与环境监测质量保证程序，确保测量结果的可信性、有效性和可比性。本节主要描述运行期间流出物与环境监测质量保证的主要内容。

### **8.4.1 质量管理**

质量保证体系是流出物和环境监测工作管理水平的集中表现，它对组织机构、人员素质、工作环境、测试方法以及各种管理制度等可能影响监测质量的活动进行严格和有效地控制。

#### **8.4.1.1 组织机构**

核电厂成立组织机构的目的在于：通过对流出物与环境监测以及排放的监督管理，及时发现异常并采取措施，确保排放符合国家法规要求；执行有效的管理措施，减少废液产生量、排放量，减少对环境的影响；通过对电厂环境工作的监督与管理，确保电站各种废物处理、排放设施的可靠运行及环保机构的正常运作，达到保护环境的目的。

#### **8.4.1.2 人员的资格与培训**

监测结果准确度与工作人员的工作经验、专业知识和技术水平有关，所有参加取样、监测、数据统计和审核的人员均应按规程要求，参加相应的理论和实践培训，经授权后上岗。从事放射性环境监测的人员，需掌握辐射防护基础知识和放射性环境监测技术，熟悉有关环境保护和环境监测的法规和标准。同时，相关部门应不定期地组织测量、分析人员就放射性测量仪器、测量原理及测量方法展开探讨和研究，以提高对测量仪器的了解和样品测量、分析水平。

#### **8.4.1.3 数据审查制度**

为了检查质量保证的执行情况，确保监测结果的准确性，必须对监测数据进行有计划性的检查。检查应该由在被检查方面没有直接职务的有资格的人员来进行，检查人

员应对检查结果写出书面报告，并经过对检查工作负责的管理单位复审。对存在的问题应该采取进一步的措施，包括再次核查等。

## 8.4.2 质量控制

为了保证流出物和环境监测工作的质量，质保工作必须从样品采集、运输、处理、测量、分析、保存等环节，以及文件控制、量值溯源、制订质保大纲、样品比对等方面展开。

### 8.4.2.1 内部质量控制

#### （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、体积或流量，其误差一般控制在 $\pm 10\%$ 以内。为了确定采样的不确定度，应该定期采集平行的瞬时样品。采集的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，有必要参加本地区和国家组织的实验室之间的分析比对，对存在的系统误差应查明原因，并采取校正措施。用于分析测量装置，应对其性能定期进行检定、校准和检验，测量过程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、分析测量到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。

### 8.4.2.2 外部质量控制

实验室外部质量控制的主要措施有：

（1）比对

为验证实验室监测设备的可靠性，确保监测数据的精确性、可比性，实验室可积极的与国内外权威机构进行实验室间比对。

（2）量值溯源

用于刻度放射性测量仪器的标准源、标准溶液或标准物质，均由权威计量部门提供，为测量的量值可溯源到国家基准提供有力的保证。

（3）测量仪器定期检定

所有对分析测试结果的准确性和有效性有影响的计量或检定设备，均由计量部门或其授权单位进行校准或检定，以保证所进行的检测有溯源性。

表 8-1 气载流出物监测方案

取样点	采样频次	分析频次	分析核素	探测下限 (Bq/m <sup>3</sup> )
烟囱	每月 4 次	每月	<sup>3</sup> H	10 <sup>2</sup>
			<sup>14</sup> C	10
			粒子 γ 谱至少包括 <sup>110m</sup> Ag、 <sup>58</sup> Co、 <sup>60</sup> Co、 <sup>137</sup> Cs、 <sup>134</sup> Cs、 <sup>54</sup> Mn、 <sup>124</sup> Sb、 <sup>125</sup> Sb、 <sup>51</sup> Cr、 <sup>59</sup> Fe、 <sup>65</sup> Zn、 <sup>106</sup> Ru	2×10 <sup>-2</sup> ( <sup>137</sup> Cs)
			碘 γ 谱 <sup>131</sup> I、 <sup>133</sup> I	2×10 <sup>-2</sup> ( <sup>131</sup> I)
			惰性气体 γ 谱至少包括 <sup>41</sup> Ar、 <sup>131m</sup> Xe、 <sup>133</sup> Xe、 <sup>133m</sup> Xe、 <sup>135</sup> Xe	10 <sup>3</sup> ( <sup>133</sup> Xe)
			<sup>85</sup> Kr	10 <sup>2</sup>
烟囱	连续	连续	粒子（总 β）	1
	连续	连续	卤素（至少包括 <sup>131</sup> I）	10
	连续	连续	惰性气体	4×10 <sup>3</sup>
	连续	每季度	<sup>90</sup> Sr（颗粒物混合样）	2×10 <sup>-1</sup>

表 8-2 液态流出物监测方案

监测介质	采样频次	分析频次	分析核素	探测下限 (Bq/m <sup>3</sup> )
核岛废液	每批	每批	<sup>3</sup> H	10 <sup>4</sup>
	每批	每批	<sup>14</sup> C	5×10 <sup>4</sup>
	每批	每批	γ 能谱分析, 至少包括 <sup>110m</sup> Ag、 <sup>58</sup> Co、 <sup>60</sup> Co、 <sup>137</sup> Cs、 <sup>134</sup> Cs、 <sup>131</sup> I、 <sup>133</sup> I、 <sup>54</sup> Mn、 <sup>124</sup> Sb、 <sup>125</sup> Sb、 <sup>51</sup> Cr、 <sup>59</sup> Fe、 <sup>65</sup> Zn、 <sup>106</sup> Ru	10 <sup>3</sup> ( <sup>137</sup> Cs)
	每批	季度混合样	<sup>55</sup> Fe <sup>63</sup> Ni <sup>90</sup> Sr	10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>2</sup>
	每批	每批	总 β 或 总 γ	10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> ( <sup>137</sup> Cs)
其他排放	每批	每批	<sup>3</sup> H	10 <sup>4</sup>
	每批	每批	总 β 或 总 γ	10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> ( <sup>137</sup> Cs)
	每批	季度混合样	γ 能谱分析, 至少包括 <sup>110m</sup> Ag、 <sup>58</sup> Co、 <sup>60</sup> Co、 <sup>137</sup> Cs、 <sup>134</sup> Cs、 <sup>131</sup> I、 <sup>133</sup> I、 <sup>54</sup> Mn、 <sup>124</sup> Sb、 <sup>125</sup> Sb、 <sup>51</sup> Cr、 <sup>59</sup> Fe、 <sup>65</sup> Zn、 <sup>106</sup> Ru	10 <sup>3</sup> ( <sup>137</sup> Cs)
	每批	季度混合样	<sup>14</sup> C <sup>55</sup> Fe <sup>63</sup> Ni <sup>90</sup> Sr、 <sup>89</sup> Sr	5×10 <sup>4</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>2</sup>

## 第九章 利益代价分析

### 9.1 利益分析

### 9.2 代价分析

## 9.1 利益分析

### 9.1.1 运行带来的直接利益

### 9.1.2 建设和运行带来的间接利益

## 9.1 利益分析

### 9.1.1 运行带来的直接利益

本期工程建设 2 台百万千瓦级压水堆核电机组，在其整个商业运行寿期内将取得显著的经济利益，上交国家和地方的税金数以亿计，此为核电厂的直接利益。在满足上网电价的预测条件下，可初步估算计算期内核电厂平均发电成本费用约为 0.238 元/kWh，发电后的含税上网电价约为 0.409 元/kWh。太平岭核电厂二期工程建成后的头十五年，还贷的压力较大，随着还贷期的结束，核电厂将凭其大容量、低运行成本和较高的年负荷因子，将会取得更为显著的经济效益。

我国经济持续快速发展，对能源包括煤炭、石油等的需求越来越大，加上国际油价上涨，造成能源价格和运输费用大幅提高。另外，环保要求燃煤机组须采用除尘、脱硫、脱硝等设备，不但提高了燃煤电厂的造价，还使燃煤机组的运行费用提高。燃煤超超临界机组采用高效除尘、脱硫及脱氮设备，将使工程造价增加 7~8%，厂用电率增加 1.3~1.5%。而核电机组随着设计自主化和设备国产化比例的不不断提高，造价将大幅度降低，再加上低廉的运行成本，与燃煤机组相比，核电机组的上网电价将具有较强的竞争性。

评价电源的经济性还应考虑外部成本问题，即各种电源系统的建设和运行的每一环节，包括燃料的开采、精制、运输、发电、废物的处理处置、输电等，都或多或少会对自然环境和社会产生负面影响，但电厂建设的经济分析中一般没有考虑负面影响造成的损失或克服这些损失所需要的投入，客观上把它推给了社会的公众，由社会公众来承担这些损失。据欧洲联盟和美国能源部联合研究的结果表明，燃煤和燃油电厂的外部成本为最高，核能发电的外部成本除风能发电以外是最低的，就燃料循环一项为例，核电厂可以把整个燃料链的成本都打到电价里，而其他发电方式还没有做到这一点，通过比较各种燃料循环的外部成本得出的结论是，燃煤和燃油发电，相关的外部成本 5 美分左右，天然气约 1 美分，核电的平均成本在 0.35 美分左右，风能是 0.15 美分。

除创造显著的经济利益外，太平岭核电厂的建设和运行也可促进当地经济发展和提高人民的生活水平，同时可改善电厂所在地区的交通以及其它市政设施条件，优化投资环境，对拉动地方经济的增长和促进地方经济的繁荣发展有积极的意义。此外，

太平岭核电厂的建设还有利于实现广东省能源供应多元化，提高能源自给率，保障广东省的能源安全和实现经济可持续发展，有利于缓解广东省能源需求和节能减排所带来的双重压力。

太平岭核电厂施工期间现场施工及安装人员高峰时预计将达到上万人。因此，必须建设配套的生产服务和生活福利等方面的设施，这都将给社会带来可观的就业机会。另外，太平岭核电厂引进的第三代核电技术，可在提高核电安全可靠性的同时，降低核电造价，增强核电竞争力的同时，推动我国核电事业及相关核工业产业的发展。

## 9.1.2 建设和运行带来的间接利益

### 9.1.2.1 社会效益

经过三十年的改革开放和经济建设，广东省已实现了现代化建设“三步走”战略的第一步和第二步目标，社会各项事业全面进步，人民生活总体达到小康水平，进入了全面建设小康社会和加快推进社会主义现代化建设的新阶段。经济的增长需要电力供应作保障，但广东电力供求矛盾十分突出，同时，广东省一次能源十分匮乏。煤炭保有储量为 4.26 亿 t（折合标煤），且质量差和开采难度大。发展火电厂将会受到环境保护和交通运输两个方面的压力。因此，尽快提高清洁能源在电力生产中的比重，既是我国能源、电力工业结构调整的当务之急，也是我国能源工业持续发展的长远大计。

核工业是综合性很强的高技术产业，代表了国家工业化程度和科学技术水平，是综合国力的重要体现。它不仅包括核电厂设计和技术服务、项目管理、土建安装、调试和运行维修、核电设备和材料制造、核燃料循环工业、核安全和环境保护、核废物处理、核科技研究支持等众多与核工业相关的专业机构和生产企业，还涉及钢铁、制造、建筑、电子等基础工业，形成了一个涉及几十个行业的庞大的产业链。通过一定数量核电厂的建设，不仅可以扩大内需，拉动经济增长，带动相关产业的发展，促进国产化能力的提高，而且能够推动我国原材料和制造业的技术创新和高科技产业化进程，改造传统工业，对综合国力的提高起到了十分重要的作用，具体分析如下：

#### （1）核电建设关系到我国重大设备制造业的发展

2006 年 2 月 13 日，国务院以国发（2006）8 号文提出了关于加快振兴装备制造业的若干意见，明确了装备制造业的振兴目标和原则。其中发展大型清洁高效发电装备

包括百万千瓦级核电机组等新型能源电力装备被列于 16 项关键领域重大技术装备和产品的之首。

按照我国发展核电“以我为主、中外合作、引进技术、推进国产化”的方针，针对核电设备安全等级高、质量要求高的特点，通过“八五”、“九五”科技攻关和核电设备国产化的基础建设、技术改造，使我国核设备设计、设备制造的能力得到了很大的提高，国内已具备 300MW 一环路的压水堆核电设备设计、制造和验证的成套能力，并基本具备 600MW 核电机组设备的设计和研制能力，在此基础上，再通过一定数量百万千瓦级核电厂的建设，将进一步推动我国制造业的提高。

#### （2）形成我国核电建设自主化的技术队伍

根据国外有关数据统计，一个核电厂的建设需要约 5000 人年的工程设计和项目管理方面的技术人员，通过我国核电厂的自主设计和自主建设，可以充分利用并发展核工业现有技术体系和人才力量，整合、组建和提升核电系统设计院、常规电力设计院和相关研究所的技术力量，锻炼和培养我国高素质的核电设计队伍和项目管理队伍，逐步建立起能够全面掌握核电建设的核心技术，具有规划和设计、采购、施工安装、调试、运行维修、培训等一条龙服务的项目总承包能力。

#### （3）对核燃料工业和核科技发展的影响

我国核燃料已形成了军民两用，与核电相配套的工业体系，核电的发展将有效带动核燃料的产业发展。我国是世界上少数几个拥有较为完整核工业体系的国家之一，发展核电，是平时保持铀生产能力和核工业建设力量的手段。

#### （4）对钢铁、建材、电子等基础行业的影响

由于核电厂的安全性要求高，所以对核电厂建设所需大量的钢材和建材的质量要求很高，通过一定数量核电厂的建设，有利于我国钢铁行业产品和建筑材料的结构调整，提升国际竞争力。

核电厂还需大量安全等级高的仪控设备，特别是今后全数字化仪控的应用，将进一步推动我国电子行业的发展。

太平岭核电厂二期工程将积极推进我国核电设计自主化和核电设备制造本地化，充分发挥国内设计院和工程建设单位的潜力，在提高核电机组安全可靠的同时，为我国核电事业的发展做出贡献。

在太平岭核电厂二期工程的建设和运行中，将带来可观的就业机会，并培养出一

批核电厂建设组织管理人才，为我国核电的持续发展和国内其它核电厂的建设培养人才。

综上所述，通过本工程的建设可进一步提高国内核电技术力量，包括核电设计及核电设备的国产化，同时也有助于提高核设备、仪表、建筑安装和科研等方面的技术水平。通过提高设备的国产化率，进一步缩短工期、提高质量、降低造价，为缓解广东省用电紧张局面、促进广东省经济发展发挥积极作用。

#### 9.1.2.2 环境效益

通过太平岭核电厂二期工程的建设，将使厂址区附近原有的山地、丘陵、坡地等通过总体规划、设计、绿化和美化，构成一个崭新的人文景观。

我国能源消费以煤炭为主，燃煤发电装机占全部电力装机总容量的 74%以上，燃煤电厂排放的  $\text{SO}_2$  已成为我国大气的主要污染源之一，用大型商用核电厂代替了燃煤电厂，将大大降低燃煤电厂释放的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  等有害气体对环境的污染，缓解当地的酸雨发生。火电厂释放的  $\text{CO}_2$  是全球  $\text{CO}_2$  重要来源，而  $\text{CO}_2$  作为一种对全球气候变化起负面作用的温室气体，其减排问题已成为国际气候公约谈判的争论焦点，我国政府承诺到 2020 年，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%-45%。因此，积极发展核电将是我国今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。据测算，2 台 125 万千瓦容量的核电机组替代相应容量的煤电机组，相当于减少燃烧标准煤 556.5 万吨/年，减少排放二氧化碳约 1458 万吨/年，减少排放二氧化硫 4.7 万吨/年，减少排放氮氧化物 4.1 万吨/年。因此，积极发展核电将是我国今后在满足电力需求的基础上，改善环境质量的一种有效措施。

总之，通过对太平岭核电厂二期工程的利益分析，可以得出，太平岭核电厂二期工程的建设是必要的，符合我国产业政策，该项目的建设和运行能获得显著的社会效益、经济效益和环境效益。

## 9.2 代价分析

### 9.2.1 直接代价

### 9.2.2 间接代价

## 9.2 代价分析

### 9.2.1 直接代价

太平岭核电厂二期工程投入总资金约几百亿元，两台机组建成运行后，预计每年的乏燃料后处理费用为 80706 万元，中低放废物处理处置费 1683 万元，退役基金 22835 万元，除此之外，每年需要核燃料费、折旧费、摊销费、修理费、运行维护费等运行成本。此外，电厂运行期间还应缴纳税金、还贷利息，并偿还贷款本金。

### 9.2.2 间接代价

#### 9.2.2.1 社会代价

太平岭核电厂的建设和运行，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急待解决的社会问题。

##### — 交通运输问题

核电厂的运输包括施工期间设备、大型设备、建筑材料的运输；生产期间的换料、乏燃料、固体废物运输；正常的人员进出等，将加大当地的交通运输量。

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。此外，专门开辟事故应急通道。

##### — 电厂建设对当地市政建设设施产生的影响

太平岭核电厂的建设和运行，使厂址所在地区的人口数量有所增加，将对厂址所在区域的医疗、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需要将有所增加。

##### — 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，将有大量的流动人口涌入厂址周围区域，如果不加强管理可能会对当地社会的安全造成一定的负面影响，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，当地政府必须增加治安、社会服务等方面的投入，经过电厂业主、承包商以及当地政府的努力这种消极影响是可以避免的。

此外，厂址半径 5km 范围内规划限制区的设立，会使该区域经济发展受到一定的限制，可通过调整经济发展方式等办法来缓解设立规划限制区对区域经济的影响。

### 9.2.2.2 环境代价

太平岭核电厂的建设将造成厂址区域生态环境的变化，主要表现在核电厂的建设将在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。通过核电厂建设工程中有计划的绿化和植被恢复，将对受到影响的陆域生态环境进行有效的修复。核电厂建成后，当地原有的农业和林业生态环境将被更为优美的人工景观环境所替代。

太平岭核电厂建成运行后，会向环境释放放射性物质。为了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，核电厂设置了各种放射性废物净化和处理系统、剂量监测系统、屏蔽防护及应急设施等。

太平岭核电厂建成运行后，在发生放射性泄漏事故的情况下，会有一些量的气载放射性流出物排放，对周围环境产生影响。气载放射性流出物对核电厂周围环境产生辐射影响。根据本报告对选址假想事故的评价结果，发生事故时气载放射性流出物对周围公众产生的影响满足国家有关标准。

太平岭核电厂运行产生的中、低放固体废物和乏燃料作为核废料，将均按照国家规定进行严格的处置。中、低放固体废物在废物暂存库内贮存一定时间后送往国家指定的区域低、中固废处置厂进行处置。乏燃料一般经过冷却，包装后送入乏燃料暂存系统暂存，暂存达到国家有关标准要求的年限后，送往国家指定的乏燃料处置厂处置。

中、低放固体废物和乏燃料经过最终处置后，随着时间的推移，对其所采取的人工屏障的性能将逐渐失去作用，由于入渗水的作用，其中的核素将从废物体中渗出，经由地下水、地下水载带进入水循环，同时经由生物活动进入生态环境。但此过程是较缓慢的，核素的释放率是较低的。此外，处置场址主动监护结束后，公众将有可能无意闯入，从而受到一定的外照射和内照射影响，根据相关资料，公众所受到的影响将低于目标管理值，是可接受的。

本工程运行期间造成的海洋生物损失主要来自于取水系统卷载效应和温排水扩散持续性影响所致。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，

营运期间来自卷载效应和温排水影响。卷载效应对渔业资源造成的损失主要包括机械碰撞、温升、余氯的毒性作用等，一般对那些通过电厂进水系统滤网装置的水生生物产生明显的伤害。核电厂冷凝系统需用大量的海水作冷却，冷却后的温水排放在附近海域中扩散，引起排水口附近水温升高，将对海洋生物产生影响。建议核电厂运营单位对核电厂造成的实际生物资源的损害进行长期的跟踪监测。

为了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，太平岭核电厂设置了各种放射性废物净化和处理系统、剂量监测系统、屏蔽防护及应急设施等。在核电厂发生放射性泄漏事故时，营运单位将及时启动应急计划，确保核电厂对周围环境的影响尽可能降低到最小。

为达到保护环境及人身安全的目的，必须对放射性三废进行严格的治理。因此，核电厂专门设置了废液、废气和固体废物处理和贮存设施、以及放射性流出物监测、环境监测和事故应急设施，尽可能降低放射性废物对公众的照射。

- 环境监测：核电厂设置环境监测系统，对电厂运行期间的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，电厂环境监测设施包括：辐射监测设备、数据采集及试验仪表、气象数据采集设施和环境放射性监测设备等。
- 流出物监测：核电厂设置流出物监测系统，对电厂运行期间的气载和液态流出物进行监测，用于测量流出物中放射性物质的种类和数量，为判断核电厂放射性排放是否满足国家标准限值或运行限值提供依据。
- 应急设施：核电厂除考虑正常运行情况下的环境保护和人身安全外，还考虑了在事故状态下人员的紧急疏散和医疗措施。

## 第十章 结论和建议

### 10.1 核电厂建设项目

### 10.2 环境保护设施

### 10.3 放射性排放

### 10.4 辐射环境影响评价结论

### 10.5 非辐射环境影响评价结论

### 10.6 公众参与和调查结论

### 10.7 承诺

## 10.1 核电厂建设项目

太平岭核电厂规划容量为六台百万千瓦级压水堆核电机组，采用“一次规划，分期建设”模式，一期工程建设的两台华龙一号机组，目前已开工建设，二期工程建设3、4号2台华龙一号改进型机组。根据工程进度安排，3、4号机组计划FCD时间分别为2023年12月31日和2024年10月31日，预计单台机组建造周期为58个月。

## 10.2 环境保护设施

太平岭核电厂二期工程采用华龙一号改进型机组，根据电厂设计资料，环境保护设施的设计性能和效能可以满足电厂运行的要求：

（1）采用滞留衰变的方式进行放射性废气的处理，TEG系统共设置6个子功能单元，通过复合、压缩、分配、隔离、滞留衰变过程的处理，以满足废气的达标排放要求。

（2）在烟囱排放管线上设置了对废气的净化和控制装置。放射性气载流出物在排入环境前，将通过高效颗粒过滤器和碘吸附器进行净化。同时，在排放管线上设置了监测通道和相关的取样通道（包括氙取样和C-14取样），在监测通道上将设置两级排放报警阈值，以保证对放射性气载流出物排放的有效控制。

（3）设置一套冷却剂贮存和处理系统（TEP）。该系统通过除盐过滤、蒸馏、除气等净化设施，保持了对反应堆冷却剂良好的去污能力。

（4）每两台机组共用一套废液处理系统（TEU）。实现了对放射性废液的分类收集和处置。TEU分别设置了工艺废液贮存槽、化学废液贮存槽、地面废液贮存槽，这些贮存槽的设计充分保证了TEU对两台机组各类废液年设计产生量的收集能力。TEU采用过滤、蒸发和除盐等较为成熟的处理工艺对放射性废液进行处理，以确保处理后排放的液态流出物浓度和总量满足国家有关标准的要求。

（5）设置了核岛废液排放系统（TER），共设计有3个750m<sup>3</sup>的废液贮存罐；设置了常规岛废液排放系统（SEL），共设计有3个750m<sup>3</sup>的废液贮存罐。废液采用槽式排放的方式，经取样分析合格后才予以排放。在TER和SEL排放管线上将分别设置两级报警阈值，通过取样监测和在线监测两重控制的方式，可以保证对核电厂核岛和常规岛所排放的液态流出物进行有效控制。

（6）采用较为成熟的水泥固化工艺和分拣压缩打包工艺对固体废物进行处理。

太平岭核电厂 BQS/BQT 厂房按照满足固体废物中期贮存要求设计。

（7）为了加强对电厂运行后辐射环境的监测，太平岭核电厂将依据厂址周围的环境特征，设计建成统一的厂区环境辐射与气象监测系统（KRS），并建立有效的环境监测大纲。

总体而言，太平岭核电厂二期工程环境保护设施的设计性能可以满足环境保护的要求。

### 10.3 放射性排放

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）要求核动力厂必须按每堆实施放射性流出物的年排放总量控制，对于同一堆型的多堆厂址，全厂所有机组的年总排放量应控制在单堆排放控制值的4倍以内。根据国家标准的要求，太平岭核电厂二期工程四台机组将严格按照国家标准的排放控制要求进行总量控制。将太平岭核电厂二期工程单台机组以及厂址四台机组的各类放射性流出物年排放量与GB6249-2011相应总量控制值进行比较，结果表明各类放射性流出物的年排放量均能满足国家标准GB6249-2011的总量控制要求。

国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对核动力厂放射性流出物排放除规定了总量控制要求外，对于滨海厂址，还要求槽式排放口处的放射性流出物中除氚和C-14外其它放射性核素的浓度不超过1000Bq/L。

太平岭核电厂二期工程废液处理系统采用成熟处理工艺，选用成熟模块化的设备，处理后的废液能达到系统设计目标要求的排放浓度 1000Bq/L。此外，在液态排放口处设置取样监测和在线监测系统，当排放废液中除氚和 C-14 外其它放射性核素的浓度超过排放浓度控制值时，放射性废液将被重新返回到系统进行再处理，满足要求后才允许排放。因此，电厂实际运行过程中的除氚和 C-14 外其它液态放射性核素排放可以满足国标中规定的 1000Bq/L 浓度控制要求。

### 10.4 辐射环境影响评价结论

#### （1）电厂正常运行的辐射环境影响

根据正常运行工况下（包括预期运行事件）设计排放量，核电厂运行造成的环境和公众辐射剂量的结果分析表明：

- 太平岭核电厂二期工程 2 台机组及厂址 4 台机组运行状态下，放射性流出物设计排放量对于一般公众（青少年）个人造成最大有效剂量的居民点位于厂址 WNW 方位 1~2km 子区，造成的最大年有效剂量增量分别为  $5.55 \times 10^{-7} \text{Sv}$ 、 $1.09 \times 10^{-6} \text{Sv}$ 。
- 关键人群组为位于厂址 W 方位 2.5km 渡头村渔民，厂址四台机组放射性流出物预期排放量对关键人群组个人造成的有效剂量为  $1.09 \times 10^{-7} \text{Sv/a}$ 。其中气态途径占 97.46%；液态途径占 2.54%。
- 可能的关键照射途径为食入陆生食品内照射，占个人总有效剂量的 91.56%。其它重要照射途径为吸入内照射和食入海产品内照射，分别占个人总有效剂量的 3.56% 和 2.38%。
- 可能的关键核素为  $^{14}\text{C}$ ，占关键人群组个人总有效剂量的 88.43%；其它重要核素为  $^3\text{H}$ ，占个人总有效剂量的 6.2%。
- 太平岭核电厂四台机组正常运行状态下，放射性流出物排放对厂址附近非人类物种造成的辐射剂量率低于 ERICA 程序推荐的  $10 \mu\text{Gy/h}$  剂量率筛选值，因此，可以认为太平岭核电厂四台机组运行状态下，放射性流出物排放不会对厂址附近的非人类物种在种群上造成明显的损伤。
- 液态放射性排放造成核素  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{134}\text{Cs}$  和  $^{137}\text{Cs}$  在排放口处海域峰值浓度分别  $4.02 \times 10^{-4} \text{Bq/L}$ 、 $5.15 \times 10^{-7} \text{Bq/L}$ 、 $3.66 \times 10^{-7} \text{Bq/L}$ 、 $1.36 \times 10^{-3} \text{Bq/L}$  和  $1.99 \times 10^{-3} \text{Bq/L}$ ，均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应的浓度限值要求。

太平岭核电厂二期工程 2 台机组运行状态下，就放射性流出物的排放控制和公众所受剂量而言，满足国家标准的相应要求。就放射性流出物排放造成的环境辐射影响而言，对非人类物种的辐射影响有限，是可以接受的。

## （2）电厂事故状态对环境的影响

本报告利用厂址气象塔 2020 年 1 月至 2020 年 12 月连续一年的最新气象观测数据，对设计基准事故在太平岭核电厂二期工程 2 台机组非居住区边界上和规划限制区外边界上可能造成的辐射后果进行了计算。

- 选址假想事故发生后 2h 内，拟设非居住区边界上（600m）的公众个人（成人）受照最大有效剂量为  $2.96 \times 10^{-2} \text{Sv}$ ，占国家标准限值的 11.8%；

- 选址假想事故发生后 30d 内，规划限制区外边界上的公众个人（成人）受照最大有效剂量为  $1.47 \times 10^{-2} \text{Sv}$ ，占国家标准限值的 5.9%。
- 选址假想事故发生持续期间 30d 内，厂址半径 80km 范围内公众群体所受到的集体有效剂量为  $1.56 \times 10^3 \text{人} \cdot \text{Sv}$ ，占 GB6249-2011 限值的 7.8%。

从选址假想事故的辐射影响评价结果分析，在太平岭核电厂一期工程两台机组的基础上扩建 2 台华龙一号改进型核电机组是可行的。拟定 600m 非居住区和 5km 规划限制区能够满足核安全相关法规的要求。

### （3）实施应急计划的可行性

太平岭核电厂厂址半径 5km 范围内有自然村 16 个，共有人口 11022 人。按陆域面积计算，平均人口密度约 219 人/ $\text{km}^2$ 。厂址半径 5km 范围内没有大、中型医院、监狱、大型工厂和养老院，也没有大的学校。因此，厂址半径 5km 范围内没有难以撤离的人群。

厂址半径 15km 范围内涉及乡镇主要以劳动密集型产业为主，其中，黄埠镇和吉隆镇的流动人口较多，且均以流入为主。因此，在厂址外围地带建立应急计划区时，应充分考虑流动人口的可能影响。

厂址半径 15km 范围内工业主要以制鞋业及其配套产业为主，农业主要以粮食生产为主。就厂址外围地带的经济、工业、农业以及生态和环境特征而言，由于深汕合作区内规划建设产业聚集区可能带来大规模的流动人口，因此需重点关注该区域实施应急计划的可行性。

厂址周围交通网络较为发达，厂区与外围交通联系便捷，厂址周围具有良好的应急撤离、疏散和运输条件。无线通讯网络已覆盖厂址区域，不存在应急通讯的困难。从环境风险的角度，太平岭核电厂二期工程的建设是可以接受的。

## 10.5 非辐射环境影响评价结论

太平岭核电厂采用海水直流冷却方式冷却，冷却水源为厂址附近的红海湾海水，电厂排水口附近海域的混合区内水温不执行海水水质标准，其余海域执行三类海水水质标准。电厂取水利用避岛明渠取水，排水采用排水暗涵直线延伸至浅礁西侧水域。根据现有的温排水模型研究成果，夏季和冬季的  $4^\circ\text{C}$  温升包络线均位于“惠州核电厂混合区”内，夏季  $1^\circ\text{C}$  和冬季  $2^\circ\text{C}$  温升包络线均位于三类环境功能区内，因此本工程 2

台机组运行后，厂址四台机组温排水影响可满足现行有效的近岸海域功能区划温升管理要求。

为了缓解取水卷吸效应对海洋生物的影响，太平岭核电厂在机组进水间及取水头部的设计上采取一定的工程措施，以尽可能减少卷吸对仔鱼等海洋生物的可能影响。另外，核电厂排放的化学物质数量有限，且在排入受纳水体之前，受到大量循环冷却水的稀释，其浓度较低，进入海中还会进一步受到大量海水的稀释。因此，太平岭核电厂运行期间所排放的化学物质（如余氯、生活污水、化学流出物等）对周围环境的影响是可以接受的。

### （2）化学流出物的影响

太平岭核电厂二期工程建成运行后，电厂排放的有害化学物质主要是余氯。现有研究成果表明，海水中余氯浓度在  $15\mu\text{g/L}$  以下时，其毒性不会对海洋生物产生显著影响。根据国内核电厂的运行经验来看，预计二期工程排放的余氯对厂址附近海域的海洋生物影响很小。

除余氯外，核电厂排放的其它化学物质的量很小，且浓度较低，经电厂循环冷却水和海水稀释后，不会影响厂址附近海域的海水水质和海洋生物。

### （3）其他环境影响

核电厂排放的生活污水经污水处理站处理达标后排放或回用于施工场地洒水和厂区绿化，工业固废和生活垃圾均可以妥善收集处置，噪声和电磁对周围环境影响较小，可以满足国家相关标准要求。

## 10.6 公众参与和调查结论

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》的相关规定，建设单位根据太平岭核电厂厂址特点和社会环境状况，持续开展了公众沟通工作，包括组织群众参观在运核电厂，举办核电科普展等一系列活动，增加了民众对太平岭核电项目的接受度。

## 10.7 承诺

- （1）太平岭核电厂二期工程建设2台华龙一号改进型核电机组，为该厂址扩建机组，设计单位应在一期工程已有各类环保设施基础上统筹对本工程环保设施的设

计考虑，确保全厂运行满足环保监管要求。

(2) 建设单位应持续关注厂址区域范围内小漠镇及深汕合作区的规划发展情况。

**中广核广东太平岭核电厂二期工程  
环境影响报告书  
(选址阶段)  
全文公开说明**

**中广核惠州核电有限公司**

**二〇二一年十二月**

参照《环境影响评价公众参与办法》（部令第4号）的相关规定，对中广核太平岭核电厂二期工程环境影响报告书（选址阶段）全文公开中“涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私等内容”实行删减并予以说明。具体的删减内容及说明详见附表1。

附表 1 环境影响报告书具体删减内容和说明

章节号		删除内容				删除说明
		正文页码	表	图	具体删除内容	
2.1	2.1.1	2.1-1	/	图 2.1-1	电厂经纬度坐标及位置示意图	涉及公共安全
	2.1.2	/	/	图 2.1-2/3	征租地、非居住区边界示意图 (涉大比例尺地形图)	商业秘密及保密资料
2.2	2.2.2.2	/	表 2.2-7	图 2.2-1/2、图 2.2-4	人口增长率；居民点分布图	不宜公开的资料
2.3	2.3.1.1	/	表 2.3-1	图 2.3-1~2.3-8	土地利用现状、惠东县产业空间布局、三线一单	规划局不宜公开的资料
	2.3.1.3	/	表 2.3-3、表 2.3-4	图 2.3-5	环境管控单元情况、红树林自然保护区、黑排角地质公园规划	规划局不宜公开的资料
	2.3.3.1	/	表 2.3-8	图 2.3-10	厂址附近养殖权属及养殖范围示意图；	涉及规划、不宜公开数据
	2.3.3.2	/	/	图 2.3-11	惠东县水域划定规划	涉及规划、不宜公开的资料
	2.3.4.1	2.3-26~31	表 2.3-12、表 2.3-13	图 2.3-18~图 2.3-21	企业信息、工业、城镇规划及油、气、危险品仓储设施	涉及规划、保密资料，涉及公共安全
	2.3.4.2	2.3-33	/	图 2.3-23/24	交通、港口规划	划局不宜公开的资料
2.4	2.4	/	表 2.4-1~表 2.4-14	图 2.4-1~图 2.4-6	气象塔位置图（大比例尺地形图）、气象数据图表、气象台周边环境图	涉及保密资料、商业秘密
2.5	2.5	/	表 2.5-1~表 2.5-8	图 2.5-1~图 2.5-14	专题成果	涉及保密资料

章节号		删除内容				删除说明
		正文页码	表	图	具体删除内容	
2.6	2.6	/	/	图 2.6-1	涉及厂区地形图	涉及保密资料
3	3.1	/	表 3.1-1~表 3.1-27	图 3.1-1~图 3.1-6	监测结果及布点图	涉及保密资料、 商业秘密
	3.2	/	表 3.2-1~表 3.2-6	图 3.2-1~图 3.2-4	监测结果及点位图	
4	4.1~4.8	/	/	/	电厂设计	涉及商业秘密
5	5.3	/	表 5.3-1~表 5.3-6	图 5.3-1~图 5.3-4	监测结果及点位图	涉及商业资料
6	6.1	/	/	图 6.1-1~图 6.1-9	专题资料图件及全潮最大温升 与海水养殖区相对关系	不宜公开的资料
附录	附录	/	/	/	包括政府批文、剂量计算模式、 环境参数	涉及政府保密 资料、商业秘密